



**TECNOLÓGICO
DE MONTERREY**

CAMPUS CIUDAD DE MÉXICO

División de Ingeniería y Arquitectura

Ingeniería en Electrónica y Comunicaciones

Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica

**Envío de imágenes a dispositivos móviles en tiempo real por medio de
tecnología BREW**

Asesor: Dr. Jose Ramon Álvarez Bada
Profesor: MBA Ing. Jose Vicente Quintanilla

Autores:

Fernando Garza 469846
Kin Cabil Mendieta 924501
Victor Mediano 925139



México DF. a 5 de mayo de 2006

DIA

RCD

TK 6505

G37

2006

Índice

1. INTRODUCCIÓN	5
1.1 Descripción del proyecto	5
1.2 Objetivos	5
1.2.1 Envío de imágenes	5
1.2.2 Interfaz gráfica	6
1.2.3 Señal de video – servidor	6
1.2.3 Servidor – dispositivo móvil	6
1.3 Meta	7
1.4 Justificación	7
2. TEORÍA	9
2.1 Funcionamiento de un sistema de telefonía celular	9
2.1.1 Concepto básico de telefonía celular	9
2.1.2 Sistemas de conmutación por paquetes	9
2.2 Implementación de un sistema de telefonía celular	10
2.2.1 Limitaciones de ancho de banda	11
2.2.2 Evolución de CDMA	11
2.2.3 Requerimientos generales CDMA 2000-1xEVDO	13
2.2.4 Arquitectura EVDO	14
2.3 Opciones de plataformas inalámbricas	15
2.3.1 Protocolo HTTP	15
2.3.2 Protocolo WAP (Wireless Application Protocol)	16
2.3.3 Diferencia de arquitecturas	18
2.4 Opciones de programación para dispositivos móviles	18
2.4.1 Plataforma BREW (Binary Runtime Environment for Wireless™)	19
2.5 Adquisición de imágenes	20
2.5.1 Tipos de cámaras	20
2.6 Almacenamiento de imágenes	21
2.6.1 Estándares de codificación de imágenes	21
2.7 Procesamiento de imágenes	22
2.7.1 Video en "streaming"	22
3. DESARROLLO	24
3.0.1 Infraestructura y recursos necesarios	24
3.1 Cámara	24
3.1.1 Instalación de la cámara	24
3.1.2 Configuración de la cámara	26
3.2 Enrutador	27
3.2.1 Instalación del enrutador	27
3.2.2 Configuración del enrutador	28
3.3 Codificador de imágenes	30
3.4 Servidores	32
3.4.1 Configuración del servidor FTP	32
3.4.3 Instalación del servidor RTSP	34
3.4.4 Configuración del servidor RTSP	34

3.5 Validación de servicios de usuario	36
3.5.1 Servicios WAMP.....	38
3.5.2 Programas que contiene WAMP5.....	38
3.5.3 Puesta en marcha de los servidores.....	38
3.5.4 Diseño de la página html.....	39
3.6 Desarrollo del portal WAP	40
3.7 Desarrollo de aplicación BREW	44
3.7.1 Requerimientos mínimos de hardware y software para la instalación del SDK (Software Development Kit) de BREW: ..	44
3.7.2 Esquema de creación de aplicación.....	44
3.7.3 Desarrolladores.....	45
3.8 Descarga de la aplicación al celular	47
4. RESULTADOS	50
4.1 Desarrollo de la aplicación en la plataforma de programación BREW.....	50
4.2 Envío de video en tiempo real a una computadora por medio del protocolo RTSP.....	54
4.3 Envío de video en tiempo real a un dispositivo móvil.....	55
4.4 Desarrollo del portal WAP.....	56
5. CONCLUSIONES	57
5.1 Conclusiones del proyecto.....	57
5.2 Trabajo a futuro.....	58
6. BIBLIOGRAFÍA	59
7. ANEXOS	61
Anexo 1: Sistemas de comunicación	61
A: Introducción a los sistemas de comunicación.....	61
B: Técnicas de dispersión del espectro.....	63
C Dispersión del espectro por salto de frecuencia.....	64
D Dispersión del espectro por secuencia directa.....	65
E Ganancia de Procesamiento P_G	67
F Ganancia de procesamiento en sistemas de salto de frecuencia.....	67
G Ganancia de procesamiento para los sistemas de secuencia directa.....	68
H. Dispersión y Re-agrupamiento de la señal CDMA de secuencia directa.....	68
Anexo 2. Crecimiento de la telefonía celular en México	72
Anexo 3. Estudio de tráfico vehicular en la Ciudad de México	73
Anexo 4. Especificaciones del Enrutador Linksys®	79
Anexo 5. Como convertirse en desarrollador BREW	79
Anexo 6. Acrónimos	80
Anexo 7. Esqueleto del código de la aplicación	82
Anexo 8. Índice de tablas e imágenes	85

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Descripción del proyecto.

Se desarrollara e implantará una aplicación capaz de reproducir video en tiempo real en dispositivos móviles con la ayuda del lenguaje BREW (Binary Runtime Environment for Wireless). Para lograr esto se programará una interfaz amigable para el usuario, contará con la capacidad de poder seleccionar una gama de video clips grabados o monitorear cámaras previamente instaladas.

El problema principal a resolver es el de reducir los tiempos de traslado ocasionados por el tráfico vehicular (Ver anexo 3), utilizando este sistema para el monitoreo del mismo, así el usuario podrá saber mediante la ayuda de su celular o cualquier dispositivo móvil, cual es la ruta más conveniente a tomar. Este modelo se puede ampliar para diferentes aplicaciones que requieran de monitoreo a larga distancia como picaportes electrónicos, supervisión de personal, áreas de trabajo, casas habitación, etc.

1.2 Objetivos

1.2.1 Envío de imágenes

El objetivo principal del proyecto es implementar un sistema que permita enviar imágenes en tiempo real a dispositivos móviles. Esto se logrará a partir de la instalación de cámaras digitales, que estarán conectadas a enrutadores, ya sea alámbrica o inalámbricamente, y estos a su vez, tendrán conexión a Internet. Las imágenes podrán ser consultadas a través de cualquier dispositivo inalámbrico o desde cualquier computadora. (Ver figura 1)

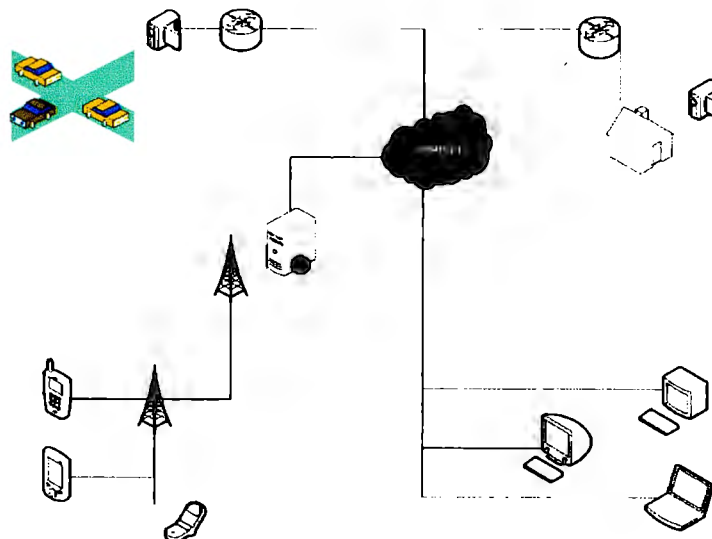


Fig. 1 Descripción del objetivo principal

1.2.2 Interfaz gráfica

Se desarrollará una interfaz gráfica amigable y sencilla con la cual el usuario pueda seleccionar de un menú las imágenes de la cámara que desee. Esta interfaz se desarrollará en la plataforma de programación BREW de la compañía Qualcomm, la cual es la pionera y principal fabricante de los circuitos integrados para la técnica de telefonía celular de acceso al medio CDMA (Code Division Multiple Access).

1.2.3 Señal de video – servidor

Consiste en instalar y configurar una cámara, de tal forma que al conectarla a un enrutador, de forma alámbrica, que asigne una dirección IP. Así el acceso a la cámara será desde casi cualquier lugar, esto solo es en cuanto a la imagen, que posteriormente tiene que pasar por otros servicios para poder mostrarla en el dispositivo. La figura 2 describe el modelo a seguir.



Fig.2 Señal de video – servidor

1.2.3 Servidor – dispositivo móvil

Implementar la comunicación entre el servidor, que envía y almacena las imágenes, y el dispositivo móvil. Esta comunicación se llevará a cabo a través de la red de telefonía celular, que utiliza la tecnología de Acceso Múltiple por división de Código (CDMA). Para lograr este objetivo intervendrán varias alternativas para realizar una comunicación efectiva y exitosa. Tales alternativas serán descritas a lo largo del presente documento. (Ver figura 3)



Fig.3 Descripción esquemática del modelo de comunicación entre el servidor de video y el dispositivo móvil

1.3 Meta

Se pretende implantar diversas aplicaciones funcionales amigables y prácticas para el usuario final de teléfonos móviles convencionales ya existentes en el mercado, con un mínimo de inversión y un máximo de rendimiento del dispositivo, tratando de construir soluciones para las necesidades del entorno mexicano. (Ver figura 4)

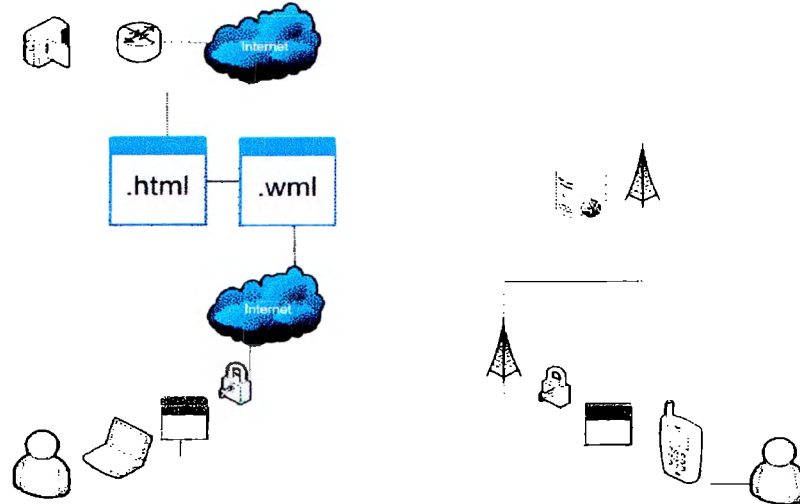


Fig.4 Diagrama esquemático del sistema a implementar

La meta del proyecto es que cualquier usuario que posea algún recurso, tal como un dispositivo móvil o una computadora personal, pueda apreciar desde cualquier lugar, las imágenes en tiempo real de la cámara.

El usuario tendrá un código de autenticación para poder tener acceso al servicio, el cual deberá ingresar al correr la aplicación programada en la plataforma de programación BREW, o al ingresar a la página para el usuario.

1.4 Justificación

La información es el recurso básico en la nueva era, y la tecnología de la información se convierte en la infraestructura primaria de toda la producción industrial y la distribución de bienes y servicios. Las nuevas tecnologías de la información impactan en la sociedad, haciendo más eficientes los procesos comunicativos, así a través de ellas, pueden transmitirse volúmenes ilimitados de mensajes con una confiabilidad sin precedentes y a una gran velocidad. Dichas tecnologías se hacen cada vez más necesarias en un mundo globalizado y de constantes cambios, de esta manera se permite el desarrollo en la calidad de vida de quienes las usan. (Ver anexo 2)

Sin embargo, las nuevas tecnologías de comunicación son desarrolladas por las cabezas mundiales líderes en tecnología e infraestructura; México ha quedado rezagado en estos procesos. Es por eso que nuestro país debe desarrollar sistemas de comunicaciones que respondan a las necesidades y características de la sociedad y que le permita crear una industria capaz de competir con los productos y servicios extranjeros, que no responden a la coyuntura mexicana.

Al respecto, y con el fin de impactar positivamente en la sociedad mexicana, se busca desarrollar herramientas prácticas y funcionales para aplicaciones más allá del entretenimiento, que tengan un uso más serio y especializado de

acuerdo a las necesidades de distintos grupos como profesionistas, amas de casa o empresarios. Sus funciones, pueden ir desde la inspección de tráfico vehicular en puntos clave de la ciudad, la localización de personas, hasta aplicaciones domésticas remotas.

La gama de servicios que se pueden incorporar a un teléfono móvil para incrementar sus funciones, pueden ofrecer ventajas competitivas a las empresas que las desarrollan. Así mismo, las aplicaciones ofrecen una alta rentabilidad; la gran expansión de la telefonía celular hace que con este tipo de lenguaje de programación, las aplicaciones estén al alcance del consumidor final (usuario) sin necesidad de invertir en nuevos dispositivos para contar con nuevos servicios. Aunado a esto, la infraestructura a invertir es mínima, y los equipos disponibles para poner en marcha estas aplicaciones son de diversos tipos y modelos, haciendo que los costos de producción sean bajos.

También es importante recalcar el hecho de que existe una alta demanda de los programadores que utilizan el lenguaje BREW, además de la gran gama de productos y posibilidades a explotar a través de él, por lo que sin duda existen amplias oportunidades, detectando las áreas de oportunidad y aplicando nuestro esfuerzo como un incentivo más para nuestra vida académica y profesional.

2. TEORÍA

2.1 Funcionamiento de un sistema de telefonía celular

2.1.1 Concepto básico de telefonía celular

El concepto básico de telefonía celular es simple. En vez de utilizar una estación de alta potencia con múltiples canales para cubrir un área amplia, se utilizan muchas estaciones pequeñas. Cada estación utiliza un rango de canales utilizados por la estación principal de alta potencia. De tal forma que las estaciones adyacentes (las cuales cubren un área llamada celda, cada una) no interfieren entre ellas.

Una red de telefonía celular utiliza terminales de acceso inalámbricos (teléfonos celulares) para tener acceso a la red inalámbrica, las cuales se comunican con las estaciones base, éstas se encargan de coordinar a todas las terminales de acceso dentro de una celda. Las estaciones base se comunican con un centro de conmutación, el cual es responsable de coordinar las actividades entre las estaciones base.

En un sistema celular los canales se re-utilizan sólo cuando existe suficiente distancia geográfica entre ellos, para prevenir la interferencia entre las frecuencias compartidas. En este caso, el reto es el diseñar e implementar un esquema que pueda manejar estas frecuencias, contactar a los usuarios que realicen una llamada y se muevan de una celda a otra. Conforme la terminal inalámbrica se mueve entre varias celdas, ésta recibe instrucciones dependiendo de las frecuencias asignadas. Estas frecuencias son asignadas por el administrador de la red el cual da las instrucciones al centro de conmutación, como se muestra en la siguiente figura. (Ver figura 5)

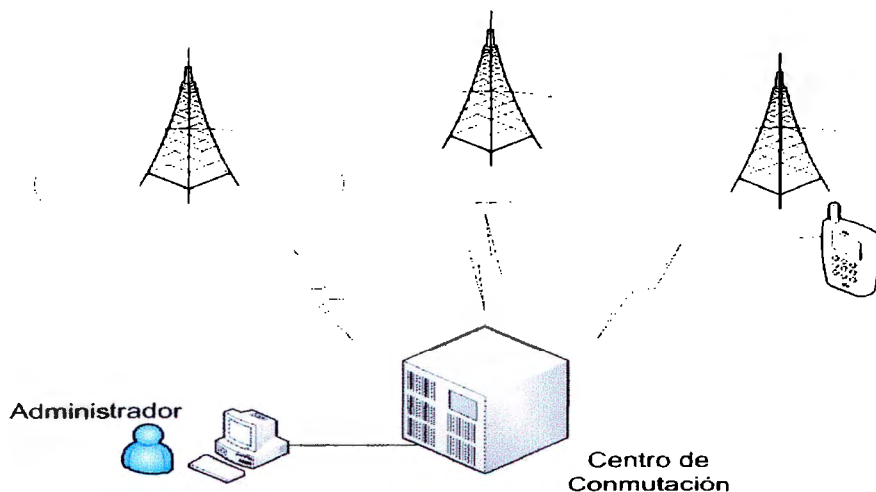


Fig. 5 Sistema de telefonía celular

2.1.2 Sistemas de conmutación por paquetes

Los sistemas celulares antiguos se conmutaban por circuitos, lo cual significaba que la red establecía enlaces punto a punto entre dos nodos durante el tiempo que duraba la comunicación. El sistema de telefonía analógica también

funcionaba de esta forma, esto ha cambiado con el incremento en el número de usuarios y la migración a los sistemas digitales.

Internet y los sistemas inalámbricos generalmente operan como sistemas conmutados por paquetes. Sobre este sistema, quien origina el mensaje lo divide en muchos paquetes. Cada paquete puede tomar un camino diferente a su destino, pero cuando estos paquetes llegan a su destino se vuelven a unir para formar el mensaje enviado. Tanto el destinatario como quien envía el mensaje deben de negociar el ordenamiento de los paquetes y tener procesos para cuando se modifican o se pierden los paquetes.

2.2. Implementación de un sistema de telefonía celular

A pesar de que el concepto básico de telefonía celular es simple, el sistema necesario para mantener una red de telefonía celular puede llegar a ser realmente complejo. El diseño del sistema debe de contemplar la configuración y el "handoff" entre usuarios, conforme al cambio de celda, así como autorización, ruteo del tráfico y tarificación. Cuando un usuario entra a una zona a la cual le está dando servicio una estación celular, el dispositivo anuncia su presencia y hace una petición de servicio al centro de conmutación. Generalmente el dispositivo detecta la estación con la señal más alta. La estación da instrucciones al dispositivo móvil de cómo anunciarse¹.

Durante este intercambio de datos la terminal se autentica, la información de tarificación se procesa y se provee a la terminal de la información de operación, tal como frecuencia a la que debe trabajar así como la codificación o especificaciones de temporización. Este diálogo comúnmente llamado registro, debe ocurrir cada vez que una terminal se cambia de una celda a otra. El registro permite enviar información a un dispositivo específico de manera más eficiente.

Como la terminal se mueva dentro de una celda, la estación base monitorea continuamente el nivel de recepción de la terminal y le envía esta información al centro de conmutación, el cual cuando lo considera apropiado, le indica a la estación base que debe de realizar un "handoff", provocando que la terminal comience a utilizar otra estación base. Esta acción se puede realizar, ya sea debido al monitoreo del centro de conmutación únicamente o con la ayuda de la terminal, si ésta es capaz de monitorear la actividad de celdas adyacentes mientras tiene una operación normal con la estación con la que se registró. (Ver figura 6)



Fig. 6 Implementación de un sistema de telefonía celular

¹ Para mayor información referirse al Anexo 1

Esta información que se intercambia entre la terminal y la estación base se envía a Internet a través de un Servidor de puerta de enlace, los cuales son responsables de traducir los protocolos inalámbricos a protocolos de Internet.

2.2.1 Limitaciones de ancho de banda

El ancho de banda es la cantidad de información que puede pasar a través de un canal de información. La velocidad a la que esta cantidad de información viaja determina la latencia de un canal, es decir, la cantidad de tiempo que necesita un flujo de información para cubrir cierta distancia. El ancho de banda de los sistemas celulares de tercera generación se está acercando al de los módems alámbricos.

La capacidad de un canal siempre estará en función de la información que transporte, y entre más grande sea el canal, mayor energía es necesaria para mantener una potencia de señal estable en cualquier punto de recepción. Una tasa de bits alta resulta en más bits enviados por unidad de tiempo, lo cual significa que se necesita más espectro de frecuencia y más potencia para transportar información a la misma distancia con una tasa menor de bits.

La latencia es una medida de la cantidad de tiempo que requiere una petición en ir y regresar al servidor. Los sistemas de telefonía celular tienen generalmente mayor latencia que los sistemas alámbricos debido a dos razones principales:

- El bajo ancho de banda de los sistemas inalámbricos resulta en tiempos más largos de transporte de información a través del sistema.
- La complejidad de un sistema celular, aumenta la latencia debido a que la información debe atravesar más nodos para llegar a su destino final.

El usuario puede percibir fácilmente estos problemas, por ejemplo, si se tiene una red eficiente con un ancho de banda alto, se puede descargar imágenes mucho más rápido, así como texto y archivos muy grandes. La latencia se puede observar prácticamente sólo por las computadoras que manejan la información. Por ejemplo, en una aplicación de un juego en línea la latencia es esencial debido a que la importancia de tener información en tiempo real es mucho mayor que la cantidad de información que se envía. En conclusión, la latencia de un sistema inalámbrico es la que dicta las especificaciones del diseño de software y protocolos a usar.

2.2.2 Evolución de CDMA

Los sistemas celulares de primera generación o 1G usaban tecnología análoga, estos sistemas fueron:

- **AMPS** Advanced Mobile Phone System
- **NMS** Nordic Mobile System
- **PDC** Personal Digital Communications

La necesidad de mayor capacidad hizo que nuevas tecnologías se desarrollaran utilizando tecnología digital, entonces surgieron nuevos sistemas de segunda generación 2G.

- **CDMA** Code Division Multiple Access: Todos los usuarios comparten la misma frecuencia todo el tiempo. Un código único asignado a cada usuario permite que sea distinguido de otros usuarios.
- **TDMA** Time Division Multiple Access: Distribuye espacios de tiempo únicos a cada usuario, cada usuario tiene un conjunto de intervalos de tiempo para transmitir información.
- **FDMA** Frequency División Multiple Access: Distribuye un pequeño espacio de ancho de banda a cada usuario.

CDMA fue creado para proveer comunicaciones y sistemas de navegación seguros para aplicaciones militares, para tener acceso múltiple sobre una misma frecuencia portadora, reducción de interferencia y privacidad.

CDMA IS-95 A:

Características: Ancho de banda de canal 1.25 Mhz (Banda Ancha), tasa de chip de 1.2288 Mcps (chips por segundo), control de potencia y procesamiento de llamadas.

CDMA IS-95 B

Hubo una nueva revisión llamada TIA/EIA-95 que tuvo los siguientes características: Compatibilidad con IS-95 A, información empaquetada y conmutada y velocidad de tráfico en el canal de 115.2 kbps.

El concepto de 2.5G fue creado para sustituir sistemas con las características de los sistemas 2G pero con mayor capacidad de procesamiento de información. (Ver figura 7)

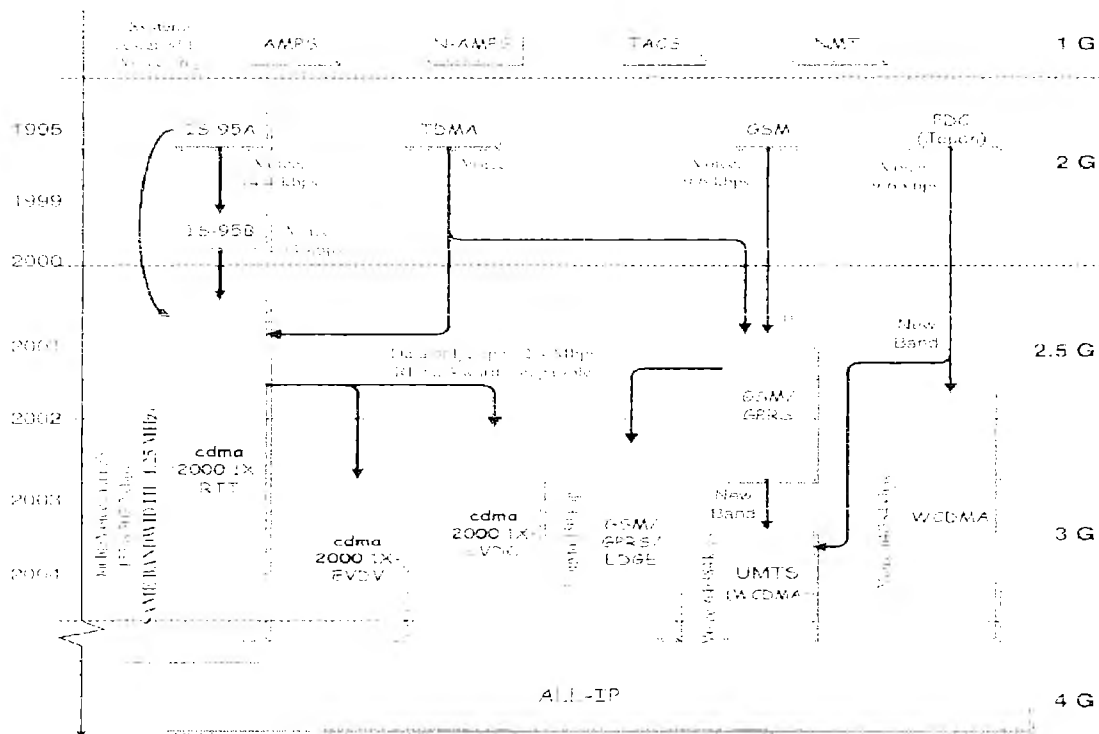


Fig. 7 Evolución de las comunicaciones inalámbricas

Los estándares IS-95 para CDMA también llamados CDMAOne, evolucionaron en un nuevo conjunto de especificaciones llamadas CDMA 2000, el cual representa esta familia:

- **Cdma2000-1XRTT**: 1x representa el uso de una sola portadora y RTT es Radio Transmisión Technology.
- **Cdma2000-1XEVD0**: EV significa Evolución y DO es Data Optimizad o en su defecto Data Only.
- **Cdma2000-1XEVDV**: DV significa Data and Voice.
- **Cdma2000-3XRTT**: 3X significa el uso de múltiples portadoras.

2.2.3 Requerimientos generales CDMA 2000-1xEVDO

EVDO esta especificado por los estándares *IS-856 (HRPD High Rate Packed Data)*. A pesar que la evolución de los sistemas CDMA 2000-1X de tercera generación está proyectada para el uso de múltiples portadoras, la opción más factible para los servicios actuales es EVDO. Su principal objetivo es implementar un eficiente sistema inalámbrico de paquetes compatible con el uso actual de Internet, lo cual es un sistema que permita alta capacidad de transferencia de datos, (arriba de 2.4 Mbps) para servicios como navegadores, E-mail, carga y descarga de archivos, HTTP (Hypertext Transfer Protocol) o FTP (File Transfer Protocol). Además de esto, EVDO ofrece recursos mejorados de seguridad, bajo consumo de energía y bajo costo. Esta tecnología no solo mejora los servicios actuales, también se anticipa a los sistemas futuros por medio de la convergencia a una configuración ALL IP (Internet Protocol), de esta forma permite movilidad entre sistemas que utilizan paquetes de datos IP.

EVDO esta optimizado para transferencia de datos, ofreciendo mayor capacidad en el enlace de ida, a través de un nodo de acceso, el cual es una interfaz que transporta paquetes a todos los usuarios activos identificando a cada usuario con CDMA.

Los estándares IS 856 HRPD especifican las características principales de los sistemas, estableciendo los requerimientos tecnológicos. Otros estándares tales como IS-864 e IS-866, especifican los requerimientos del desempeño para la red y los teléfonos. Los requerimientos generales especifican que los sistemas EVDO deben proveer servicios eficientes de paquetes de datos, debido a la demanda de los usuarios de servicios inalámbricos de alta velocidad a bajo costo.

Los sistemas también deben soportar una larga lista de usuarios que están corriendo aplicaciones HRDP (High Rate Packed Data). Debido a que es una tecnología orientada a los datos, debe permitir la operación para servicios de datos en tiempo no real empaquetados a altas velocidades, incluyendo servicios asimétricos de datos. Los estándares también establecen que la tecnología debería permitir el uso de múltiples sesiones empaquetadas en la misma red. EVDO debe soportar la utilización en todo el espectro de frecuencias donde sistemas PCS (Personal Communication Systems) y celulares son utilizados, dando una disponibilidad completa. Utiliza mecanismos de balanceo de tráfico para todos los canales de frecuencia, lo cual significa que se tendrá una distribución uniforme, no solo entre las portadoras

transmitidas en un sector, sino también entre los sectores, debido a que el sistema hace que los usuarios usen los servidores con las mejores tasas de calidad y congestión.

2.2.4 Arquitectura EVDO

La arquitectura de EVDO representa al sistema como una conexión de la terminal de acceso AT (Access Terminal), a la red de acceso, a través del aire. La terminal de acceso es una entidad física que provee de conectividad de datos a los usuarios a través de una red de acceso. Puede ser asociada con otro dispositivo como por ejemplo, una tarjeta de interfaz de una computadora, o en una PDA (Personal Digital Assistant). Las AT's son equivalentes a las estaciones móviles (MSs) en los estándares CDMA 2000. La red de Acceso (Access Network) es una entidad física que provee conectividad de datos entre una red de información empaquetada y switchada llamada PDSN (Packet Switch Data Network) y la terminal de acceso. La red de acceso corresponde a las estaciones base (Base Stations) en los estándares CDMA 2000 y está compuestas de sectores. Un sector es una parte de la red que provee un canal CDMA.

La última parte del modelo de referencia es la interfaz del aire, una entidad lógica donde la información entre las ATs y las ANs fluye. Este flujo de información es conocido como enlace. La información entre las ANs y las ATs es enviada en el enlace de ida; e igualmente esta información es enviada en el enlace de regreso. Cada canal tiene enlaces múltiples configurados en términos de estructura, frecuencia, modulación, codificación y nivel de salida de potencia. La interfaz del aire se divide en siete capas, cada una de ellas con una tarea específica. Esto permite que se hagan modificaciones sólo en una capa sin alterar toda la estructura de la interfaz.

Las siete capas son las siguientes:

- Capa de Aplicación: Provee la señalización y las aplicaciones de paquetes que transportan los mensajes del protocolo de la interfaz de aire e información del usuario respectivamente.
- Capa de señal: Multicanaliza diferentes señales de aplicación.
- Capa de sesión: Provee administración de direcciones, servicios de mantenimiento y negociación de protocolos y configuración.
- Capa de conexión: Establece y mantiene la conexión del enlace aéreo.
- Capa de Seguridad: Provee de servicios de autenticación y encriptación.
- Capa de control de acceso al medio (MAC Media Access Control): Define los procedimientos usados para transmitir y recibir sobre la capa física.
- Capa Física: Especifica la estructura del canal, su frecuencia, salida de potencia, tipo de modulación y codificación para canales de ida y regreso.

2.3 Opciones de plataformas inalámbricas

Lo primero que se tiene que hacer al comenzar un desarrollo de una aplicación, es la plataforma que los suscriptores usarán.

Se tiene tres plataformas inalámbricas:

- Internet
- WAP (Wireless Application Protocol)
- HDML (Handheld Device Markup Language)

2.3.1 Protocolo HTTP

2.3.1.1 El modelo Cliente – Servidor

El establecimiento de esta red mundial basada en estándares de abierto al público en general provocó una gran explosión de intercambio de información. Internet usa el modelo Cliente –Servidor para proveer información a los usuarios, el cliente hace una petición de contenido al servidor de Internet, el servidor consigue el contenido, ya sea de su sistema de archivos o creándolo en el momento y lo regresa al cliente. Entonces el cliente puede ver el contenido resultante. En la siguiente figura (ver figura 8) se muestran los dos elementos, tanto el cliente como el servidor, los cuales pueden estar conectados mediante algún medio inalámbrico o alámbrico, a través de Internet. En la parte del servidor se puede apreciar que la creación de contenido es un ente separado de este servidor http, que se encarga de enviar dicho contenido al cliente. En este caso es una computadora, la que hace las peticiones de contenido.

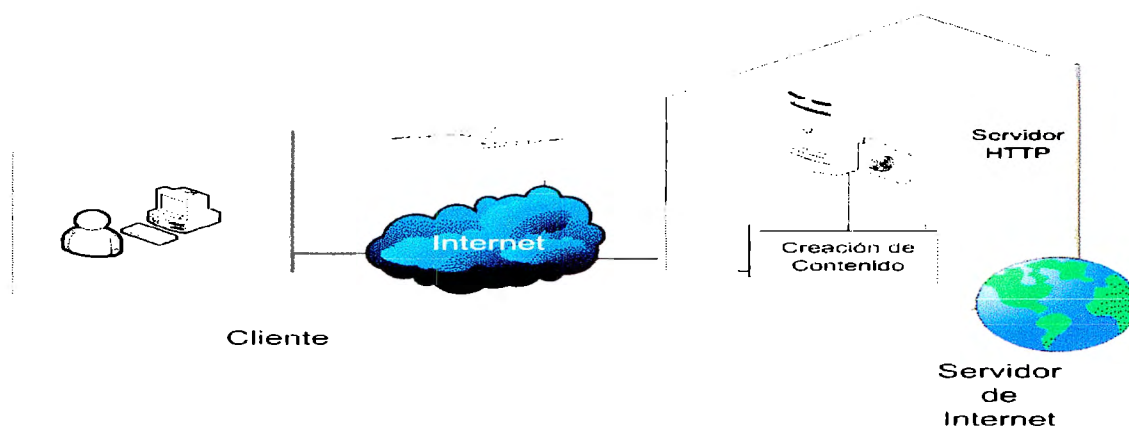


Fig. 8 Modelo Cliente - Servidor

En este caso el protocolo para hacer la petición al servidor de Internet es TCP/IP, así como el formato del contenido, de forma que no sea necesario desarrollar nuevo software para este proceso. Estos estándares también son utilizados por dispositivos inalámbricos, de hecho todos los dispositivos inalámbricos que contengan un navegador pueden abrir prácticamente cualquier sitio de Internet, como en el caso de los PDAs (Personal Digital Assistants).

El desarrollo de aplicaciones basadas en el modelo Cliente – Servidor es muy eficiente, debido a la gran oferta de herramientas de programación disponibles al público en general, lo cual no hace necesario que se invierta una gran

cantidad de dinero para el desarrollo de una aplicación. En este caso la dificultad realmente se encuentra en su implementación.

2.3.1.2 Limitaciones de formato de Internet

Algunos dispositivos inalámbricos no tienen la capacidad de abrir una página de Internet con contenido diverso, especialmente si este contenido se trata de imágenes o multimedia. Incluso si un dispositivo puede abrir una página por completo, existen detalles que no lo hacen totalmente eficiente como puede ser el tamaño de la pantalla, debido a que el Lenguaje HTML está diseñado para páginas que tiene dimensiones limitadas. Lo que da como resultado que no se puedan ver todos los elementos. Otros problemas que presentan estas páginas, además de la disposición de los elementos en la página, son el color y el contraste.

Un problema fundamental del lenguaje HTML, es que a pesar de que los dispositivos inalámbricos soportan formatos de video simples, no soportan nuevos formatos de las nuevas versiones de HTML, tanto para imágenes como para multimedia. Por lo cual este lenguaje tiene muchas herramientas para el desarrollo de aplicaciones, pero su fundamental problema reside en que está lejos de ser eficiente debido a la falta de funcionalidad de cada dispositivo, así como la carencia de una infraestructura estable para aplicaciones más avanzadas.

2.3.2. Protocolo WAP (Wireless Application Protocol)

El protocolo de aplicación inalámbrica WAP, es un protocolo que ha conseguido establecer una norma común para la forma de utilizar la tecnología inalámbrica para acceder a Internet. La tecnología WAP se ha optimizado para el envío de información a dispositivos inalámbricos, como los teléfonos móviles.

2.3.2.1 Ventajas y beneficios de WAP

Desde su lanzamiento WAP ha pasado por altas y bajas pero últimamente ha tenido una importante revalorización. Entre las desventajas más claras se encontraban varios problemas que conjugaban inconvenientes de tipo comercial y técnico, como:

- En general los sitios no se adaptan rápidamente al formato y ofrecen una versión muy reducida de los contenidos que el usuario puede visualizar en un navegador. Esto se genera en gran medida por la imposibilidad de soportar el formato HTML. Actualmente no solo se poseen equipos que leen HTML, sino que el mercado WAP se extendió y ofrece todo tipo de servicios al usuario.
- Existían inconvenientes en la facturación, por ejemplo, la tarifa se regía mayormente por el tiempo aire consumido. En este momento y gracias a las últimas tecnologías se puede tarifar con respecto a la información transferida.
- Era difícil configurar los equipos WAP o bien no existían navegadores. Además, muchos equipos ya configurados no soportaban determinadas resoluciones o bien carecían de teclas. La navegación se

complicaba y finalmente el usuario perdía el interés. Hoy no solo existen navegadores para estas aplicaciones donde el protocolo es ampliamente soportado.

2.3.2.2 Arquitectura del modelo WAP

La tecnología WAP utiliza las mismas herramientas de Internet pero las ha ido adaptando al modelo de redes de comunicaciones inalámbricas, minimizando los requerimientos de ancho de banda y aprovechando al máximo el que está disponible. Para conseguir esto, WAP utiliza un modelo de capas, en las que respetando las características de Internet se añade flexibilidad e independencia de desarrollo de cada una. Es así que encontramos cuatro capas principales:

- Wireless Application Environment (WAE)
- Wireless Session Layer (WSL)
- Wireless Transport Layer Security (WTLS)
- Wireless Transport Layer (WTP)

A diferencia de los principales estándares como HTML, WAP utiliza la transmisión binaria para conseguir una mayor compresión de los datos y así optimizar los tiempos de latencia, salvo los inconvenientes del reducido ancho de banda de las redes actuales. Las sesiones basadas en WAP son sólidas y confiables ya que incluso son capaces de operar en situaciones de cobertura intermitente y sobre una gran variedad de formas inalámbricas de transporte de datos.

2.3.2.3 WML (Wireless Markup Language)

Existe una gran semejanza sintáctica y funcional que relaciona WML con HTML, WML brinda un soporte para imágenes y texto, con posibilidad de manejar volúmenes de texto con formato. Una página WML es similar a una página HTML pero usualmente contiene un conjunto de cartas. Al conjunto de estas cartas se les suele llamar baraja. Con WML podemos navegar entre cartas y barajas de una forma parecida a como se navega entre páginas Web pero teniendo en cuenta siempre que un navegador WAP solo puede mostrar una carta al mismo tiempo. Al igual que en HTML, en WML se permite el manejo de variables y formularios para el intercambio de información entre los dispositivos y el servidor.

2.3.3 Diferencia de arquitecturas

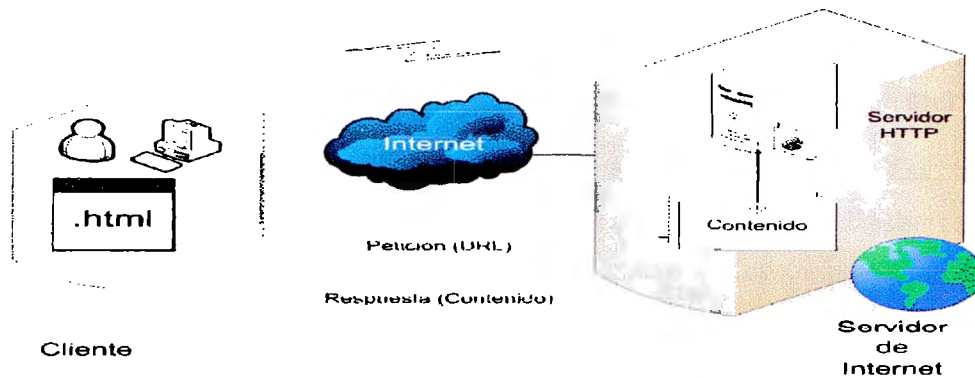


Fig. 9 Arquitectura HTML

La diferencia fundamental como se puede apreciar en las figuras 9 y 10 es que en la arquitectura HTML el cliente utiliza un navegador que puede abrir páginas, que están diseñadas para abrirse en una computadora personal, y estas se abren conforme se realiza una petición al servidor que tiene configurado el protocolo HTTP y el contenido le es devuelto a través de Internet. En la arquitectura WML se utiliza un navegador WML que puede abrir tanto páginas en formato HTML como WML. La principal diferencia es que el servidor comienza una acción llamada "push" en la cual busca una forma de enviar la información solicitada al cliente de manera asincrónica.

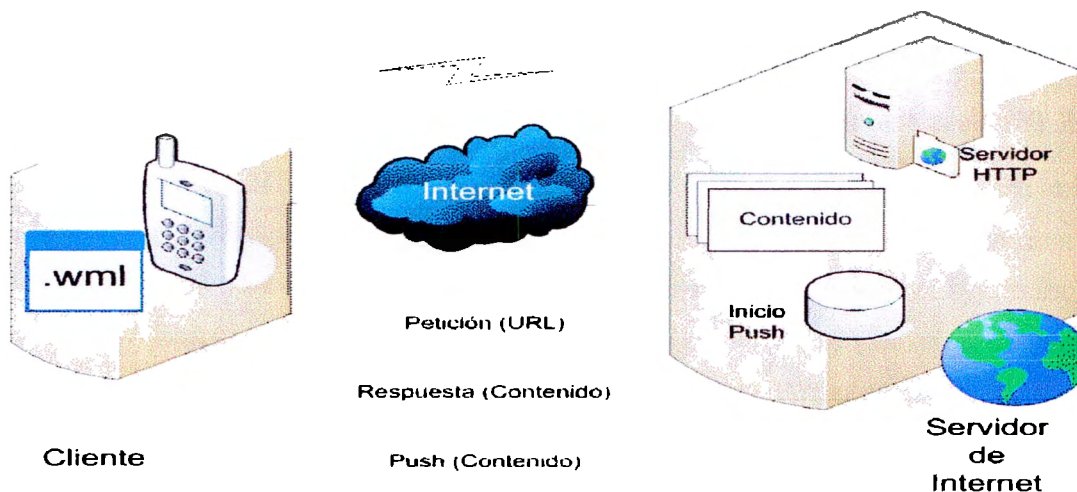


Fig. 10 Arquitectura WML

2.4 Opciones de programación para dispositivos móviles

Existen diversas opciones de programación para dispositivos móviles, que dependen principalmente del fabricante de equipo, debido a que algunas de estas opciones únicamente pueden ser utilizadas por determinados dispositivos. Como sucedió con las computadoras personales, son varios los sistemas que se utilizan para la oferta de datos móviles. Desde plataformas que permiten la oferta de servicios a través de terminales relativamente sencillos, hasta llegar a sistemas operativos completos y abiertos.

La industria se encuentra en proceso de averiguar cuáles son las plataformas mejor aceptadas por operadores y usuarios, debido a la naturaleza del negocio móvil era importante encontrar sistemas que habilitaran la oferta de servicios sin encarecer el precio de los dispositivos. Los sistemas operativos como Symbian, Palm OS o Windows Mobile se presentaban como alternativas de lo que serán los servicios móviles en el futuro, donde los teléfonos móviles serán mini computadoras capaces de realizar varias funciones. Aún así, para manejar sistemas operativos de esa magnitud, los dispositivos requieren tener un alto grado de poder de procesamiento, batería y otras funcionalidades que transforman a los teléfonos móviles en artefactos demasiado sofisticados en estos momentos para el mercado de masas. Por este motivo, se crearon tres sistemas que son los más utilizados hoy en día en el segmento de masas y cada vez más en el sector corporativo para acceder a contenido o para la descarga de aplicaciones: Java 2 Micro Edition (J2ME), Binary Runtime Environment for Wireless (BREW) y Wireless Application Protocol (WAP).

2.4.1 Plataforma BREW (Binary Runtime Environment for Wireless™)

BREW² es la herramienta más usada en Asia para dispositivos inalámbricos que se basa en C/C++, que se puede extender para compilar otros lenguajes, que cumplan con la especificación J2ME™(Java 2 Platform, Micro Edition)³, esto fue anunciado públicamente por Qualcomm en el 2005⁴.

Como parte de los beneficios que BREW presenta para los fabricantes⁵ es que requiere poca memoria en el dispositivo, lo cual simplifica la transferencia de aplicaciones a dispositivos de bajo costo y memoria restringida orientados al mercado masivo. Al mismo tiempo, como BREW permite desplegar rápidamente servicios que proporcionan a los usuarios de servicios inalámbricos una amplia variedad de interesantes aplicaciones y capacidades (excluidas las de voz). BREW tiene un esquema que incluye al usuario, desarrollador y al operador de servicios móviles en conjunto.

El BDS (Sistema de distribución BREW) permite a los desarrolladores hacer aplicaciones y facilita las pruebas de las mismas en centros de evaluación independientes. Cuenta con una comunidad global de desarrolladores, en la cual un operador puede escoger muchas aplicaciones creadas en diversos lenguajes (C/C++, Java, XML, etc.), permite la administración de catálogos del operador para mantenerlos actualizados, así como descargas seguras de aplicaciones en dispositivos inalámbricos. Estos servicios se pueden integrar fácilmente a los servicios de prepago, pospago y autorización del usuario que ofrece el operador.

QUALCOMM ha demostrado además la capacidad de ejecutar una aplicación individual en diferentes plataformas de dispositivos y en múltiples tecnologías de redes (GSM/GPRS, CDMA IS-95, CDMA 2000 1X, UMTS, etc.). Actualmente IBM está transfiriendo su entorno WebSphere Micro (conocido antes como J9) a BREW y HP ha transferido su entorno MicroChai a BREW. Nextel establecido en EE.UU. decidió adoptar la tecnología pulsar para

² Copyright © 2003 QUALCOMM Incorporated. Reservados todos los derechos Binary Runtime Environment for Wireless, BREW y BREW SDK son marcas comerciales de QUALCOMM Incorporated. TRUE BREW y QUALCOMM son marcas comerciales registradas y marcas de servicio registradas de QUALCOMM Incorporated. Sun, DiskSuite, Java, Netra y Solars son marcas comerciales o registradas de Sun Microsystems, Inc. Zeus Web Server es una marca comercial o registrada de Zeus Technology. Apache JServ es una marca comercial o registrada de The Java Apache Project. Oracle es una marca comercial o registrada de Oracle Corporation. Todas las demás marcas comerciales y registradas que aparecen en este documento son propiedad de sus respectivos titulares.

³ <http://java.sun.com/products/swtoolkit/>

⁴ Para descargar gratuitamente BREW SDK™ (kit para el desarrollo de software) en el sitio Web de BREW <http://www.qualcomm.com/BREW>

⁵ Fabricantes de teléfonos celulares que han manifestado su respaldo a la plataforma BREW (a fecha mayo de 2002): Amoi, Appeal, Cunitel, Denso, Harwha, Hitachi, Ltd, Intercube, KTF Technologies, Kyocera, LG Electronics, Panasonic, Samsung, SANYO, Sharp, Synertek, Telson, Toshiba, ZTE

conversar QChat™ de QUALCOMM como una ruta para migrar a 3G, con su servicio "Direct Connect"⁶. Las principales empresas de creación de videojuegos, tales como JAMDAT Mobile, Digital Bridges y nGame ya están migrando a este formato debido a que representará una gran oportunidad en los juegos móviles. JAMDAT Mobile y nGame ya están publicando juegos para la plataforma BREW⁷.

En mayo de 2002, 16 operadores de redes habían manifestado públicamente su respaldo a BREW⁸ abarcando 81 millones de subscriptores en todo el mundo. Estas son algunas de las ventajas que provee BREW, sobre todo con las tendencias que presenta la industria en cuanto a desarrollo de aplicaciones y las plataformas para hacer estos desarrollos, de la migración de los sistemas móviles a esta plataforma y de la demanda que está por generarse a partir de la necesidad de productos de calidad y de una gran variedad de ellos.

2.5 Adquisición de imágenes

La adquisición de video es la forma por la cual se capturarán las imágenes, para después poder ser almacenadas en algún dispositivo y posteriormente ser manipuladas. Esta forma es por medio de un determinado tipo de cámara que almacenará las imágenes en forma de video normal o digital. En el caso del almacenamiento de la cámara, ya que la grabación se hace digitalmente, se deben de tomar en cuenta los estándares que se desean utilizar para la elección de la cámara.

2.5.1 Tipos de cámaras

Para la adquisición de video existen distintos tipos de cámaras ya que no todas contienen las funciones que se necesitaban para el desarrollo del proyecto.

- Cámaras digitales: Este tipo de cámaras se utilizan en general para el entretenimiento, es decir, simplemente para almacenar imágenes o clips de audio y video, que después serán descargadas a una computadora para su almacenamiento y manipulación.
- WebCams: Este tipo de cámaras utilizan un software para poder generar una sesión e interactuar con otros usuarios, para poder utilizarlas requieren conectarse a una computadora que esté prendida y corriendo la aplicación de la cámara.
- Cámaras IP: Este tipo de cámaras únicamente requieren de una conexión alámbrica o inalámbrica a un dispositivo de acceso a Internet, como puede ser un enrutador o un switch, conectado a una red.

⁶ (QChat es una tecnología de comunicaciones con capacidades de "pulsar para conversar" en las redes 3G: CDMA, que permitirá prácticamente una funcionalidad instantánea "pulsar para conversar" mediante una arquitectura de voz sobre IP, "VoIP").

⁷ Estudio de Shostock Group, "Mobile Phone Games: The Market Through 2005" ("Juegos en teléfonos móviles: El mercado del 2005") Wheaton, Maryland, EE.UU., noviembre de 2001.

⁸ Operadores de redes que han manifestado su respaldo a la plataforma BREW (a fecha mayo de 2002): ALLTEL, BellSouth en Guatemala, Iusacell, KDDI, KTF, LEAP Wireless International, LG Telecom, Movicom, Pegaso, Saskatchewan Telecommunications, Telcel-Bellsouth, Telesp Celular, U.S. Cellular, China Unicom Horizon, Verizon Wireless, Vesper

2.6 Almacenamiento de imágenes

El almacenamiento de video es la forma con la cual la cámara guardará las imágenes. Esta forma varía dependiendo del uso que se le vaya a dar al video después de su almacenamiento, así como la capacidad de almacenamiento del usuario y el tipo de dispositivo con el cual se vaya a reproducir.

2.6.1 Estándares de codificación de imágenes

3GP es una versión de MPG-4 establecida como estándar para los dispositivos móviles y los móviles de *tercera generación*. Una gran ventaja de los teléfonos actuales es que ya pueden usar este formato. Cabe aclarar que el formato 3GP no solo sirve para secuencia e imágenes, sino que puede contener también audio de muy buena calidad, inclusive la posibilidad de crear una presentación en diapositivas o animación, partiendo de una serie de imágenes

3GPP (Third Generation Partnership Project) se creó para conducir la preparación y el mantenimiento de una gama completa de especificaciones técnicas aplicables a un sistema móvil 3G basado en las redes GSM centrales evolucionadas. El grupo 3GPP2 es un consorcio para la estandarización de la tercera generación, que promueve el sistema CDMA 2000, el cual está basado en la tecnología WCDMA. La diferencia más grande entre los planteamientos de 3GPP y 3GPP2 dentro del desarrollo de la especificación de la interfaz aérea es que 3GPP ha especificado completamente una nueva interfaz aérea sin ninguna preocupación por las interfaces pasadas, mientras que 3GPP2 ha especificado un sistema que es compatible con el sistema de segunda generación IS-95 (CDMA), lo cual permite una transición más fácil hacia la tercera generación si es que el nuevo sistema puede coexistir con el anterior en la misma banda de frecuencia. El sistema CDMA 2000 también utiliza la misma red central que IS-95, llamada IS-41.

El formato MPEG-4 es un estándar desarrollado por MPEG (Moving Picture Experts Group), el mismo grupo que desarrolló los estándares conocidos como MPEG-1 y MPEG-2. Estos estándares hacen posible el video en los CD-ROM's, DVD's, dispositivos móviles y la televisión digital. El estándar MPEG-4, conocido formalmente como ISO/IEC 14496 se finalizó en octubre de 1998, y se aceptó como un estándar internacional en 1999 [MPEG4]. La meta del desarrollo de MPEG-4 fue tener un éxito en estos campos:

- Televisión digital
- Aplicaciones de gráficas interactivas
- Multimedia Interactiva.
- Video en dispositivos móviles.

La versión número 1 de MPEG-4 se aprobó en diciembre de 1998, la versión 2 se liberó en diciembre de 1999. Sin embargo han salido herramientas que podrían considerarse versiones. Lo más importante a pesar de todo esto, es

que una versión anterior es completamente compatible con otra más nueva y como MPEG-4 utiliza esquemas personalizados (perfiles) que se van mejorando o ampliando, nunca se deja obsoleta ninguna característica pasada.

El estándar MPEG-4 define a un conjunto de algoritmos para compresión de video y audio, el resultado puede transmitirse o almacenarse por separado, pero necesita acoplarse para formar la presentación multimedia del lado del usuario. Esta separación de codificadores y métodos de transporte nos permiten utilizar audio en formato MP3 (como es el caso del software MPEG4-IP).

El ancho de banda consumido por el flujo de MPEG-4 puede variar desde los 5 kbits / s hasta más de 1 Gigabit / s. La resolución del video puede ir desde un formato sub-QCIF(menor de 320 x 200 pixeles) hasta una resolución con calidad de estudio, de 4096 X 4096 pixeles.

2.7 Procesamiento de imágenes

El procesamiento del video es la manipulación de las imágenes una vez que estas fueron almacenadas con un dispositivo específico y con un estándar de codificación especial como se explico anteriormente.(ver figura 11)

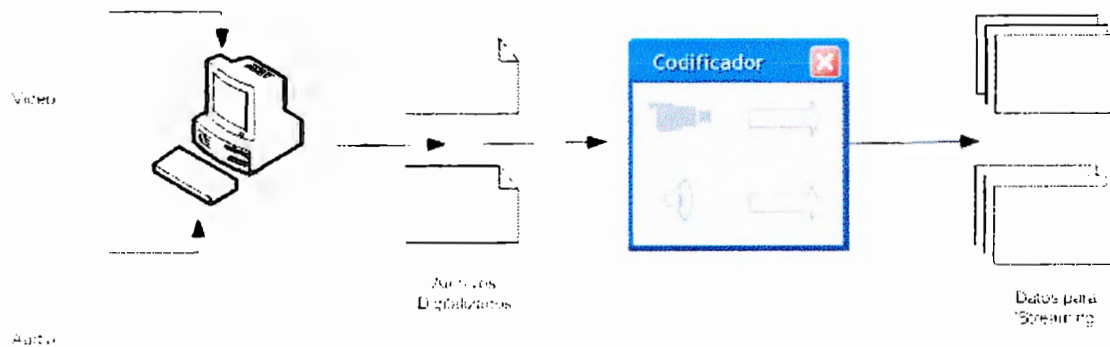


Fig. 11 Procesamiento de imágenes para envío de imágenes en tiempo real

Esta manipulación de imágenes digitalizadas se puede realizar por medio algún tipo de software comúnmente llamado codificador. A este programa se le introducen las imágenes digitalizadas y el programa se encarga de convertirlas al formato que se le especifique, por ejemplo, si se desea enviar imágenes en tiempo real, estas imágenes deben de ser introducidas a un codificador que deja listas estas imágenes para su transmisión a través de un proceso llamado "Streaming".

2.7.1 Video en "streaming"

Anteriormente, los usuarios que recibían una secuencia de imágenes tenían que esperar a que el archivo se acabara de descargar de Internet o de un servidor, antes de que se pudieran empezar a ver la secuencia de imágenes. Con la función de "streaming" lo archivos se pueden ver casi inmediatamente a la par que se empiezan a descargar.

Un archivo de tipo *"streaming"* consta de pequeños paquetes de información que son enviados a través de una conexión de red. El usuario recibe estos paquetes de información, y al utilizar un reproductor de medios puede ver los paquetes pieza por pieza sin que se note que están segmentados. Este proceso es similar a ver una película, y cada paquete de datos representaría a una sola imagen en una tira de imágenes. Cuando una película se corre en un proyector y se proyecta en una pantalla la audiencia no nota cual imagen esta viendo, la audiencia solo ve un flujo continuo.

Cuando los usuarios reciben y reproducen secuencias de imágenes en sus computadoras, lo que aprecian es el flujo continuo. Este tipo de secuencia de imágenes se crea a partir de un proceso llamado comúnmente codificación, durante el cual la información se transforma a información *"streaming"* por medio del uso de *"codecs"* los cuales son algoritmos de compresión y descompresión.

Un factor importante en el envío de video al usuario, es el tipo de conexión que tiene el usuario ya que la mayoría de los codificadores deben de conocer previamente la tasa de bits a la cual, la computadora que esta haciendo la petición de la secuencia de imágenes, se conecta a Internet.

3. DESARROLLO

Para lograr el objetivo de envío de imágenes en tiempo real a dispositivos móviles que puedan verse por medio de la plataforma BREW se siguieron dos rutas.

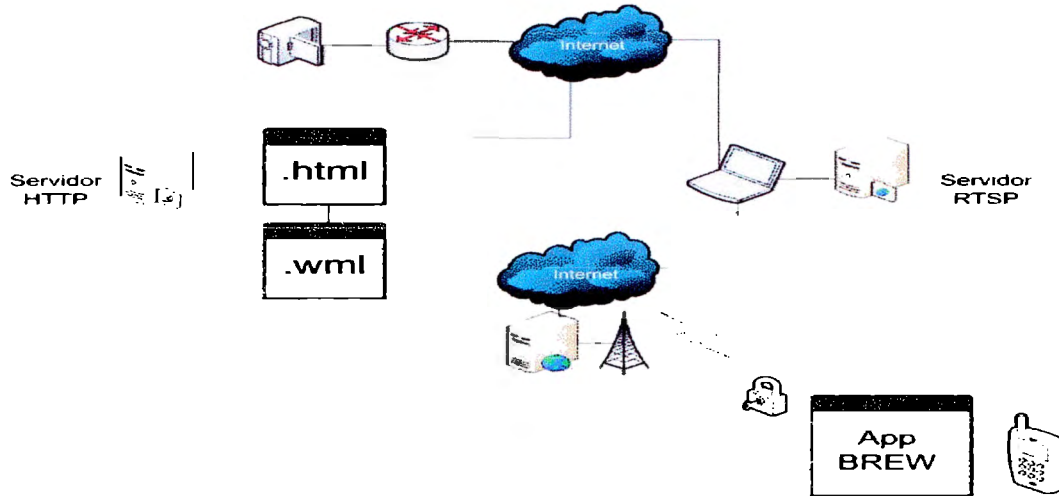


Fig. 12 Desarrollo del proyecto

Estas dos rutas se siguieron en paralelo, al igual que el desarrollo de la aplicación, debido a que ambas soluciones son factibles para nuestros fines y fueron propuestas dentro de nuestro desarrollo

3.0.1 Infraestructura y recursos necesarios

- Cámara
- Enrutador
- Servidor HTTP
- Servidor RTSP
- Codificador de Video
- PC o laptop

3.1 Cámara

3.1.1 Instalación de la cámara

La cámara que se eligió para el desarrollo del proyecto fue la cámara DCS-900 Internet Camera de la marca D-Link Securicam Network.(Ver figura 13)



Fig. 13 Estructura física de la cámara y conexión

La cámara se conecta a una red, por medio de un cable UTP categoría 5 Straight Through con conectores RJ-45 a través de un puerto Fast Ethernet, sin necesidad de conectarse a una computadora en operación que corra algún tipo de software. Debido a que en un inicio no se contaba con un enrutador propio para realizar las primeras pruebas con la cámara, estas pruebas se realizaron con el enrutador MR814 de la marca Netgear al cual se le instaló y configuró la cámara. (Ver figura 14)



Fig. 14 Enrutador utilizado para pruebas iniciales

Al principio se instaló la cámara en un lugar cercano a una vialidad para poder hacer las pruebas directamente con elementos en movimiento y posteriormente fue cambiada de lugar para realizar nuevas pruebas.



Fig. 15 Rango visual de la cámara

La cámara puede mandar imágenes a Internet por medio de un servidor interno que permite obtener una dirección IP privada en el momento que es conectada.

3.1.2 Configuración de la cámara

Debido a que este tipo de dispositivo es una cámara IP únicamente necesita estar conectada a un enrutador para que se le asigne una dirección IP privada a la cual se debe de contactar para poder tener acceso a las imágenes que está capturando la cámara. (Ver figura 16)

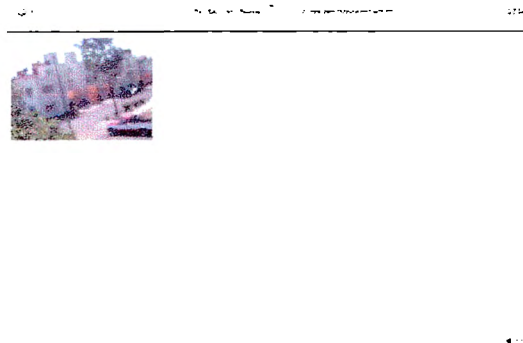


Fig. 16 Imagen de la cámara vista con un navegador

Para el almacenamiento de las imágenes de este tipo de cámara se puede utilizar un software especial el cual esta diseñado para que desde cualquier lugar que se tenga conexión a Internet se pueda ver y almacenar las imágenes de la cámara. El software utilizado se llama IP View Lite y es de la misma marca que la cámara. A este software solo puede tener acceso la persona que instaló la cámara, y que tiene asignado un nombre de usuario y una contraseña (Administrador). Como se muestra a continuación (Ver figura 17)

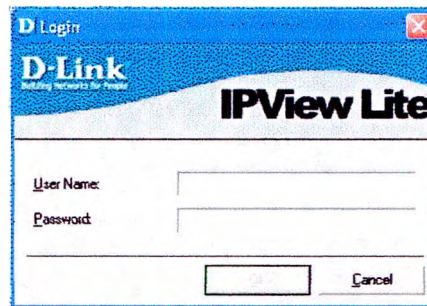


Fig. 17 Ventana principal del software utilizado para el almacenamiento de las imágenes

Una vez que se tiene acceso a este software se debe indicar la dirección IP, la cual fue asignada a la cámara para que el programa busque la dirección en Internet.



Fig. 18 Localización remota de la cámara por medio de la IP asignada

Una vez que el programa encontró la dirección se debe de indicar donde se desea que se almacenen las secuencias de imágenes, y con que nombre se desea que se almacenen.



Fig. 19 Almacenamiento de las imágenes en formato .AVI

Estas imágenes son guardadas en formato .AVI (Advanced Video Interviewed) debido a que esta es la única forma en que el software para este tipo de cámara guarda las imágenes. A continuación se muestra la secuencia de imágenes después de ser almacenada.



Fig. 20 Reproducción de imágenes en formato .AVI

3.2 Enrutador

3.2.1 Instalación del enrutador

Para poner en operación la cámara IP, así como poder configurarla y acceder de manera remota a ésta, se utilizó un módem de la marca Linksys® modelo WRT54G que utiliza un novedoso estándar de red inalámbrica de 54 Mbps llamado Wireless-G que proporciona una velocidad casi 5 veces superior a la de los populares productos Wireless-B (802.11b). Los dispositivos Wireless-G comparten una banda de radio común de 2,4 GHz, por lo que también funcionan con equipos Wireless-B de 11 Mbps existentes.



Fig. 21 Enrutador utilizado (Linksys® modelo WRT54G)

El enrutador de banda ancha Wireless-G de Linksys® comprende tres dispositivos en uno. En primer lugar, el punto de acceso inalámbrico, que permite conectar dispositivos Wireless-G o Wireless-B a la red, éste enrutador tiene muchas funciones, un bajo costo y se adecua a las necesidades de nuestro proyecto, incorpora un conmutador 10/100 Mbps de cuatro puertos dúplex para conectar dispositivos Ethernet. Para proteger datos y privacidad, este dispositivo puede encriptar todas las transmisiones, puede funcionar como servidor DHCP, dispone de tecnología NAT de protección contra intrusos, admite el paso a través VPN, esta característica se utilizó para realizar las pruebas iniciales dentro del Campus debido a que la distancia entre el módem y el sitio era muy grande por lo que se tuvo que crear una VPN y se puede configurar para filtrar el acceso a Internet de los usuarios internos.



Fig. 22 Conexión al módem inalámbrico de Banda ancha con Tecnología Wi-Max



Fig. 23 Conexión a los dispositivos. (Servidor RTSP, Cámara IP)

Para el caso de nuestro proyecto nosotros deshabilitamos la red inalámbrica debido a que podía haber interferencia con otras redes inalámbricas del lugar donde se iba a transmitir las imágenes en tiempo real (Tecnológico de Monterrey, CCM).

3.2.2 Configuración del enrutador

Para la configuración del enrutador lo primero que hicimos fue abrir el explorador Web e ingresamos la dirección que viene predefinida al enrutador `http://192.168.1.1` en el campo de dirección como se muestra en la figura siguiente.

Dirección

Fig. 24 Dirección predeterminada del Enrutador

Una vez realizado esto aparece la ventana *Enter Network Password* donde utilizamos la contraseña predeterminada, *admin* para tener acceso al enrutador. (Ver figura 25)

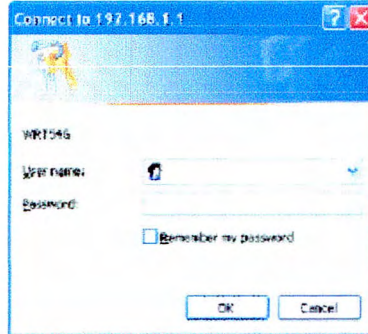


Fig. 25 Ventana de Contraseña del Enrutador

En el parámetro *Configuration Type* (Tipo de Configuración), se ofrecen cuatro tipos de conexión en un menú desplegable. Cada pantalla de configuración, así como las funciones disponibles son distintas dependiendo del tipo de conexión que seleccione. Para el caso de nuestro proyecto se selecciona la opción de configuración automática DHCP (Protocolo de configuración dinámica de host), debido a que se iba a realizar una conexión mediante DHCP a una dirección IP dinámica desde el proveedor de servicios de Internet.

Configuración de las aplicaciones (Servidor RTSP, Cámara IP)

- **Application:** En este campo pusimos una referencia para nosotros, por ejemplo " Servidor RTSP o CAMARA "
- **Start:** Asignamos el puerto que queremos abrir, en caso de ser un rango el primero de los puertos que queremos abrir.
- **End:** Se asigna el mismo puerto que en **Start**, en caso de ser un rango, se hubiera puesto el último de los puertos a abrir.
- **Protocol:** Asignación del protocolo necesario para nuestro puerto.
- **IP Address:** Se asigna la IP privada de nuestra PC o Laptop, para conocer esta dirección abrimos una ventana de símbolo de sistema tecleando en <Inicio>, <Ejecutar> la palabra `cmd`, después, dentro de la ventana de símbolo de sistema escribiremos `ipconfig /all` para que nos muestre todas las direcciones IP del equipo, nosotros pondremos la dirección que se muestra como " mi IP ".
- **Enable:** Se habilita o deshabilita el puerto que se eligió previamente.

La figura siguiente muestra la configuración final de las aplicaciones que va a manejar el enrutador.

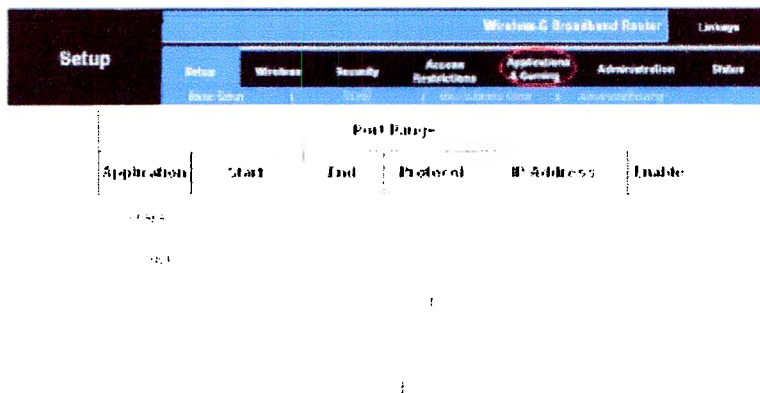


Fig. 26 Configuración de las Aplicaciones manejadas por el Enrutador.

3.3 Codificador de imágenes

El codificador de video es necesario para poder manipular las imágenes digitalizadas para que estas sean transmitidas al dispositivo móvil, en forma completa o en "streaming" como se muestra en la siguiente figura. (Ver figura 27)



Fig. 27 Función del Codificador de Imágenes

3.3.1 Instalación del codificador de Imágenes

Para el desarrollo del proyecto se trabajó con el codificador Mobile Producer de la marca Helix debido a que este codificador es compatible con el servidor RTSP que se utilizó para el envío de imágenes en tiempo real. Esta diseñado especialmente para enviar imágenes en formatos aceptados por dispositivos móviles. A continuación se muestra una imagen del software de codificación de video:

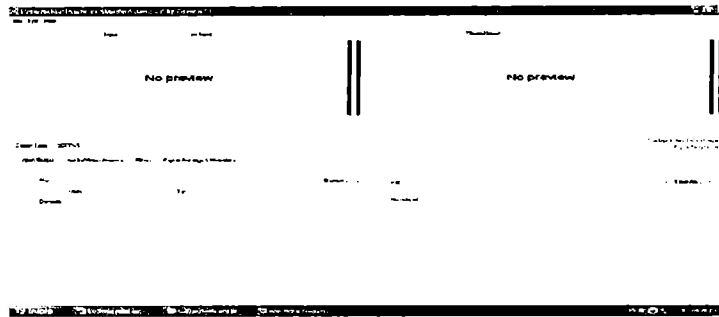


Fig. 28 Software de Codificación de Imágenes

3.3.2 Configuración del codificador de imágenes

Para el uso de este tipo de codificador se investigó previamente los formatos utilizados para dispositivos móviles, en especial con el equipo que se utilizó para las pruebas. En este caso las imágenes que se deseaban convertir estaban en formato avi, ya que este formato es el que entrega la cámara o el software de la misma. Estas imágenes se convirtieron a formato 3gp para poder ser vistas en el teléfono celular. A continuación se muestra como se convierten las imágenes. (Ver figura 29)

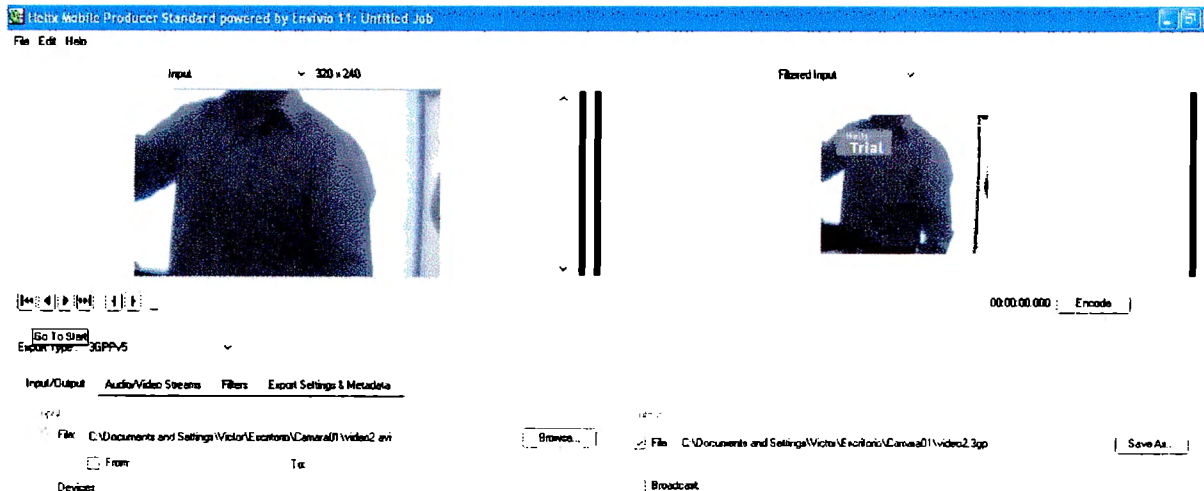


Fig. 29 Conversión de Imágenes avi a 3gp

Una vez que se transformaron las imágenes estas son almacenadas en un directorio en el cual después se podrá hacer una petición remota. (Ver figura 30)

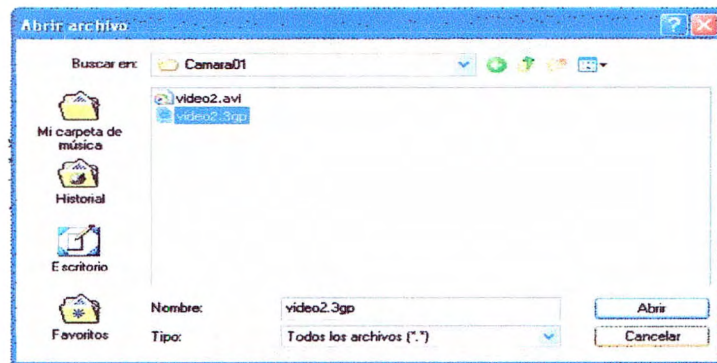


Fig. 30 Almacenamiento de imágenes .3GP

Después de este proceso, si se desea ver las imágenes que fueron transformadas se debe de tener un reproductor de multimedia adecuado para poder ver este tipo de archivos. La compresión es extraordinaria, en pruebas realizadas se pudo reducir un video de 10 Mb en formato avi a un clip de menos de 1 Mb en formato 3gp. (Ver figura 31)

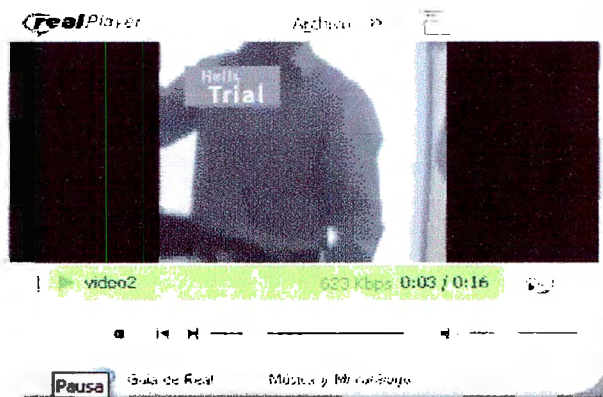


Fig. 31 Archivo en formato 3gp

3.4 Servidores

Como se explicó anteriormente este tipo de elementos no son necesariamente físicos, sino que pueden ser simplemente software que se instala en una PC o laptop dependiendo de la capacidad de la maquina y de los recursos con los que se cuente, como se podrá ver a continuación.

3.4.1 Configuración del servidor FTP

En este caso se utilizó un software llamado LeechFTP el cual es un programa que ayuda a la transferencia de archivos desde una computadora a un servidor remoto. Se eligió este software debido a que su descarga en Internet es gratuita y para fines prácticos tiene una buena funcionalidad, A continuación se muestra la ventana principal del software:

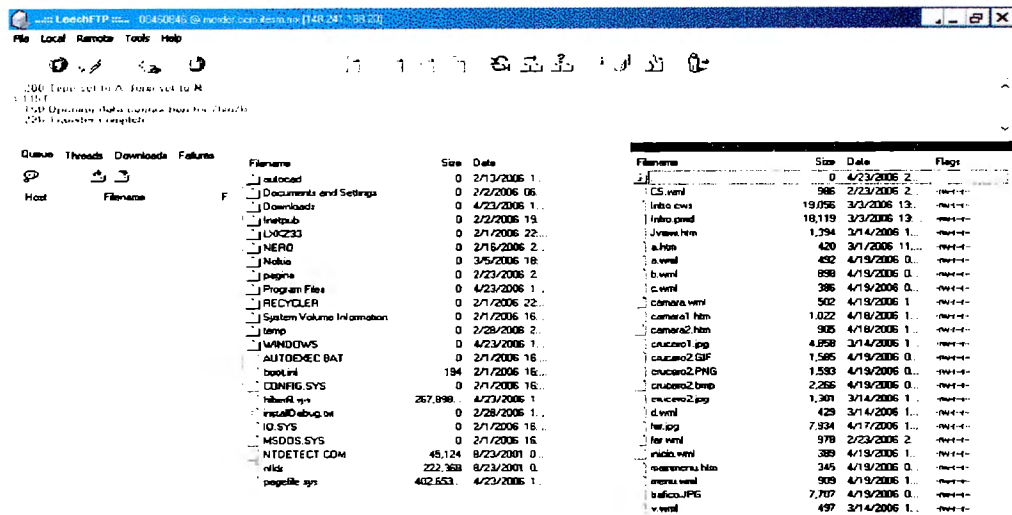


Fig. 32 Ventana principal del software del Servidor FTP

La función principal de este software es facilitar el intercambio de archivos entre un servidor y un usuario por medio de un protocolo llamado FTP (File Transfer Protocol). El usuario puede alojar en el servidor todo tipo de archivos, en este caso los archivos que se alojaron fueron imágenes y páginas de Internet en formato HTML. Las páginas se alojaron en el servidor del Tecnológico de Monterrey, Campus Ciudad de México, porque es un servidor gratuito y confiable.

Para el acceso a este servidor únicamente se necesita tener una matrícula de este instituto y tener una contraseña Unix (contraseña de correo).- A continuación se muestra la ventana de acceso al servidor utilizado:

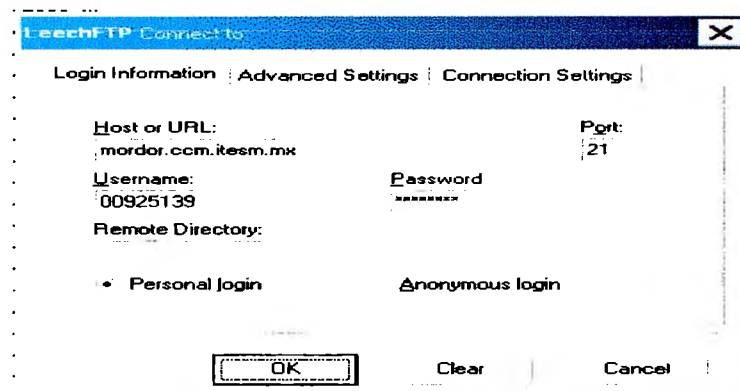


Fig. 33 Ventana de acceso al Servidor HTTP

Para permitir a los usuarios tener acceso a los archivos se utiliza el comando de UNIX, CHMOD. Este comando permite cambiar los permisos de las carpetas y ficheros en el servidor. Por ejemplo, el comando CHMOD 777, hará que un archivo tenga todos los permisos para todos los usuarios. El número que acompaña a CHMOD indica a quién se le va a dar permiso y qué tipo de permiso se le va a dar. De esta manera, el primer dígito representa al propietario del archivo (el que lo creó o subió), el segundo al grupo de usuarios de FTP en ese mismo dominio y el tercero a cualquier usuario corriente. El valor de cada dígito indica qué permiso va a tener cada tipo de usuario, de la siguiente forma: 4 equivale a lectura, 2 a escritura y 1 a ejecución. Para dar más de un permiso a la vez habría que sumar los valores (por ejemplo para dar permiso de lectura y escritura pero no de ejecución sería $4 + 2 = 6$). Para el caso de nuestro servidor

se le da permiso de lectura y ejecución para todos los usuarios, menos al propietario que cuenta con todos los permisos. Se debe ejecutar el comando CHMOD 755 y mantener todos los permisos (4+2+1), mientras que el resto sólo tienen lectura y ejecución (4+1).

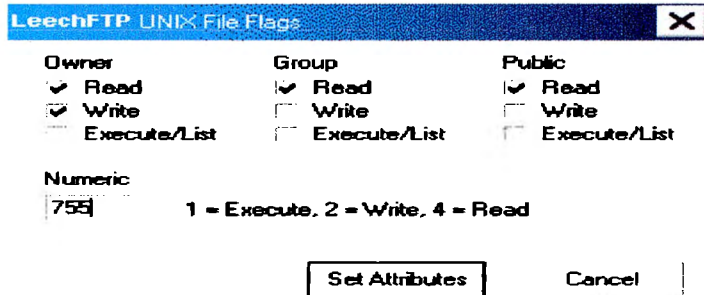


Fig. 34 Ventana de cambio de privilegios de los archivos

3.4.3 Instalación del servidor RTSP

Se utilizó el servidor RTSP Helix Server versión 11 de la compañía RealNetworks, Inc. Éste funciona igual que el servidor utilizado para la transmisión de archivos, solo se debe de instalar el software en una computadora que tenga conexión a Internet. Se eligió este servidor debido a que su descarga es gratuita y a que tiene suficiente documentación para su fácil instalación en cualquier computadora. Para cambiar las opciones del servidor simplemente se debe de abrir una página de cualquier navegador e ingresar el nombre del host (local) seguido del número de puerto de administración y el directorio de administración como se muestra en la siguiente figura. (Ver figura 35)

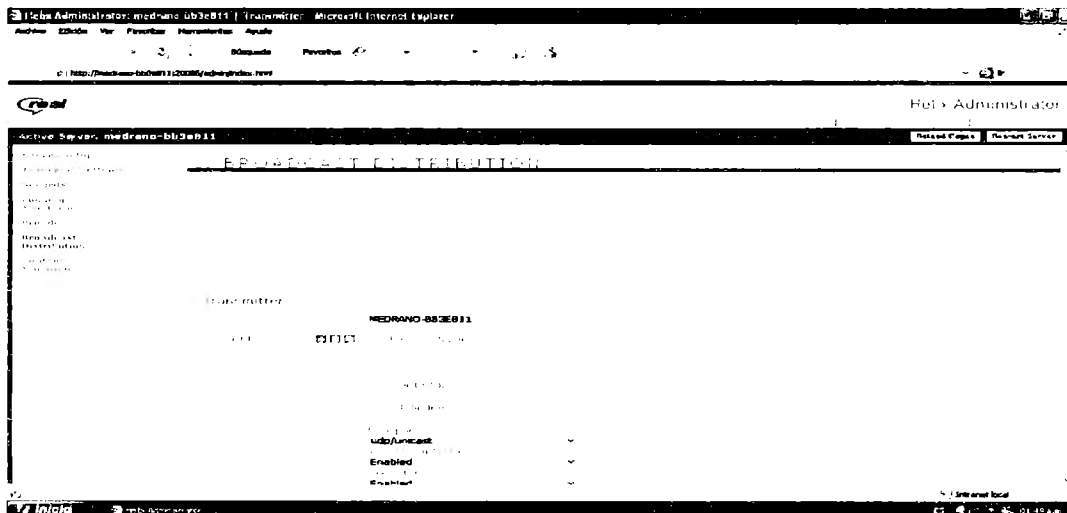


Fig. 35 Ventana de acceso al Servidor RTSP

3.4.4 Configuración del servidor RTSP

La opción de configuración más importante es la definición de los puertos que se van a utilizar tanto para la administración (local y remota), como de las peticiones de archivos a través del protocolo RTSP. En esta opción el servidor tiene varias opciones predeterminadas como se muestra en la siguiente figura: (Ver figura 36)

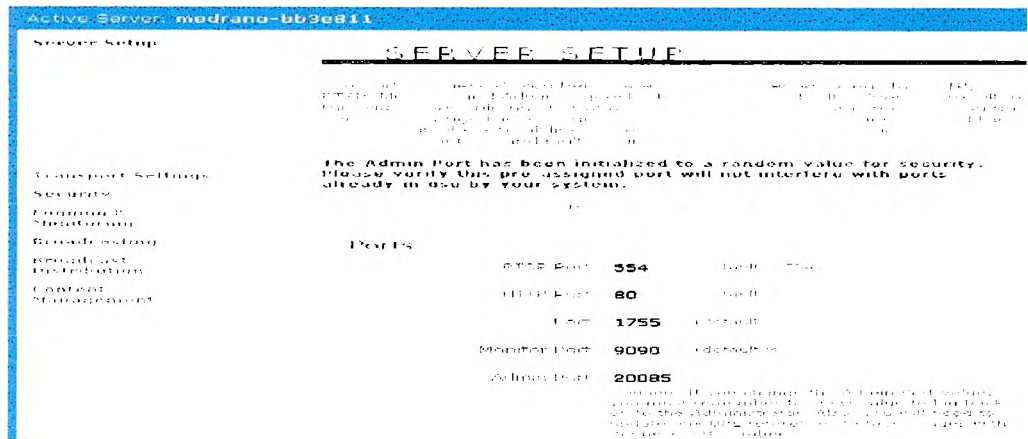


Fig. 66 Ventana de configuración de puertos del Servidor RTSP

Otra opción importante es la configuración de la forma en que va a trabajar el servidor, ya que éste cuenta con varias opciones para el envío de los archivos. La opción que nosotros utilizamos es la de acceso a través de cualquier dispositivo para hacer peticiones al servidor, en vez de tener registrados únicamente a algunos usuarios. Esta opción que permite el acceso a cualquier tipo de dispositivo se denomina *"Pull Split"* y se activa en la ventana que se muestra a continuación. (Ver figura 37)

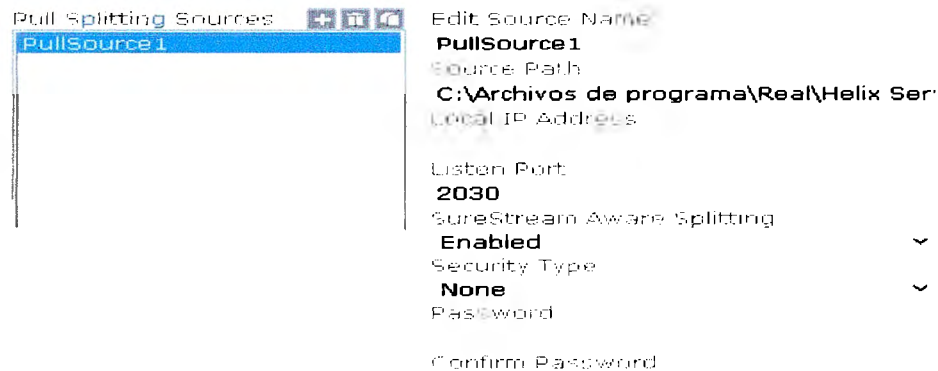


Fig. 37 Ventana de configuración de peticiones al Servidor RTSP

Para el funcionamiento del servidor hay otras opciones que también se deben de tomar en cuenta como lo son las restricciones que se activan automáticamente en cada computadora como lo son los programas de protección contra virus como el *Antivirus* y el *Firewall de Windows*.

Estos programas se deben de deshabilitar temporalmente, por lo menos mientras se esta configurando el programa.

3.5 Validación de servicios de usuario

Dentro de la solución para la validación de usuarios (nuevo usuario y modificaciones) pensamos en un esquema donde también pudiera ser rápidamente escalable a más cámaras, así como, poder hacer modificaciones sin necesidad de actualizar el software del teléfono porque para hacer cualquier modificación interna en el teléfono tendríamos que dar de alta de nuevo nuestra aplicación y certificarla ante Qualcomm, nuestro sistema se denomina Supportec, la forma de acceso será por medio del número telefónico.

Para nuestro sitio se pensó un esquema con diferentes perfiles (usuario y administrador) por lo que se inició la programación con Visual Studio.NET 2003 en C#. Este programa nos ayudó a generar una parte de la solución, y se intentó migrarlo a Visual Studio.NET 2005. El código varía un poco sobre todo en lo que se refiere a la conexión con bases de datos, por ejemplo, en la versión 2003 para hacer la conexión de los datos ingresados por el usuario tenemos el siguiente código. (Ver figura 38)

```
Session["Conexion"]="Network Library=DBMSSOCN;" +  
    "Data Source=207.83.211.48,1433;" +  
    "Initial Catalog=Supportec;" +  
    "User ID=sa;" +  
    "pwd=server,;"  
Session["ConexionOLEDB"]="Provider=SQLOLEDB.1; Network Library=DBMSSOCN;" +  
    "Data Source= 207.83.211.48,1433;" +  
    "Initial Catalog=Supportec;" +  
    "User ID=sa;" +  
    "pwd=server,;"
```

Fig. 38 Cadena de conexión para Visual Studio 2003

Los parámetros que se envían para la conexión a la base de datos son:

- La IP, donde se encuentra ubicado nuestro enlace remoto
- El puerto por el cual esta saliendo
- El nombre de nuestra base
- El Nombre de usuario y contraseña de la conexión

Estas bases debe estar antes registradas y los componentes también, se registran en ODBC de Windows.

Visual Studio 2005, a diferencia de la versión 2003 realiza una conexión donde el programa elimina los problemas de vinculación con bases de datos, al crear una base en este programa, automáticamente se puede hacer una prueba de conexión con la aplicación para saber si esta bien relacionada y se puede empezar a usarla de inmediato, a continuación se muestra un esquema de conexión de esta versión:

```

protected void btnIngresar_Click(object sender, EventArgs e)
{
    // Ver las cookies
    if (checkCookie.Checked)
    {
        HttpCookie galleta = new HttpCookie("sistema",
            (txtUsuario.Text + "|" + txtPassword.Text));
        //galleta.Expires = DateTime.Now.AddMonths(2);
        galleta.Expires = DateTime.Now.AddMinutes(1);
        Response.Cookies.Add(galleta);
    } //cookies
    // Validar al usuario
    ValidarUsuario(txtUsuario.Text, txtPassword.Text);
}

private void ValidarUsuario(string user, string password)
{
    Tablas t = new Tablas();
    if (t.ValidarUsuario(user, password))
        Response.Redirect("Default.aspx");
    else
        lblError.Text = "La regaste";
}

```

Fig. 39 Cadena de conexión para Visual Studio 2005

No cualquier servidor soporta las aplicaciones hechas en C# y por las restricciones de los servidores con los que contamos y los servicios que tenemos disponibles para subir nuestra aplicación, pensamos en migrar nuestra aplicación a otro lenguaje que es PHP (Personal Home Page)⁹. A continuación se muestra un esquema de cómo funciona PHP y una cadena de conexión como se muestra en la siguiente figura:

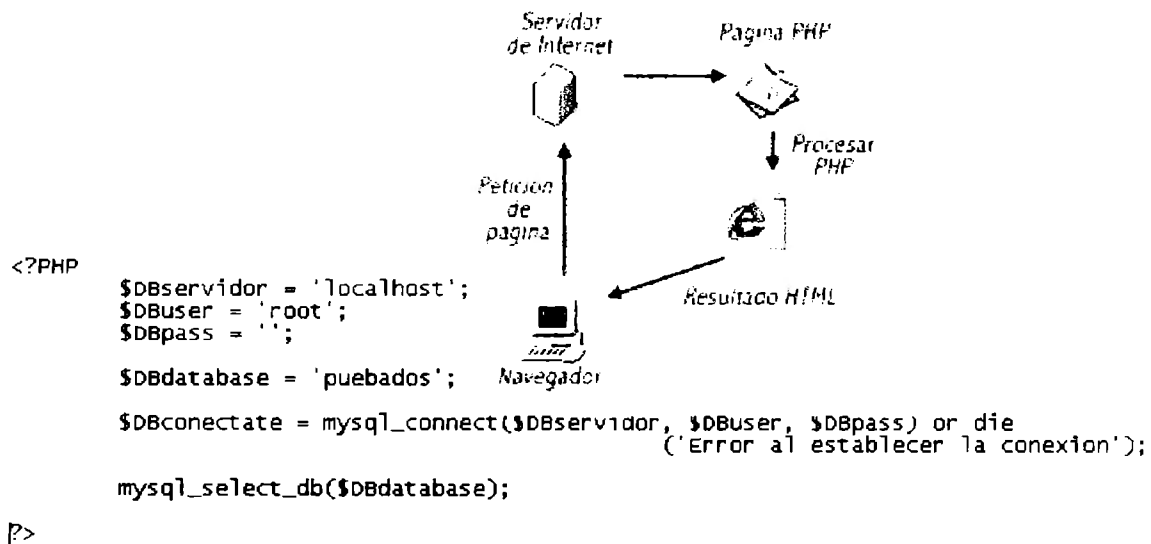


Fig. 40 Cadena de conexión y funcionamiento de PHP

Esta conexión se logra gracias a la aplicación WAMP.

⁹ Programas usados para desarrollo del sitio: Dreamweaver 8, Fireworks 8, Flash 8, WAMP

3.5.1 Servicios WAMP

Para utilizar PHP en Windows sin tener que sufrir las complicaciones de la instalación de los servidores necesarios para programar en PHP, se debe de instalar un paquete llamado WAMP, que permite instalar y configurar en un solo proceso el servidor Apache, la base de datos MySQL y el módulo de programación en PHP versión 5.

WAMP es un acrónimo para la combinación de:

- Windows de Microsoft, el sistema operativo
- Apache, el servidor Web
- MySQL,
- PHP

WAMP es un sistema indicado para los usuarios que no tienen instalado en el sistema ninguno de los programas necesarios para programar en PHP (Apache, PHP y MySQL), ya que realiza una instalación completa y desde cero. Pero también pueden utilizar este programa los usuarios que disponen de Apache, PHP y/o MySQL en su sistema. En cuyo caso, simplemente se realizará otra copia de las aplicaciones en un directorio distinto, que en principio, no tiene por qué interferir con las otras instalaciones alojadas en nuestro equipo.

3.5.2 Programas que contiene WAMP5

El software que se instala con WAMP5 contiene los siguientes servidores y programas:

- Apache 1.3.31: El servidor de páginas Web más extendido del mercado. Aunque la última versión de este servidor es Apache 2, se instala una versión anterior que resulta más estable. Existe un *Add-on* que permite sustituir la versión 1.3.31 de Apache por la última versión.
- PHP5: El motor renovado del lenguaje.
- MySQL: La base de datos más extendida para utilizar con PHP.
- PHPmyadmin: Un software que permite administrar una base de datos a través de una interfaz Web.
- SQLitemanager: Un sistema para administrar una base de datos a partir de sentencias SQL.

3.5.3 Puesta en marcha de los servidores

Cuando instalamos WAMP5 se creó un grupo de programas llamado *WampServer*, donde podremos encontrar una opción que pone "*Start Wampserver*", que será necesario ejecutar, si no hemos seleccionado que el servidor se inicie automáticamente. Una vez arrancado *WampServer* dispondremos de un icono en la barra de tareas con una forma similar a la de un marcador de velocidad. Si pulsamos sobre ese icono se abrirá un menú con opciones variadas para gestionar los servicios relacionados con el paquete. La siguiente imagen muestra el menú. (Ver figura 41)

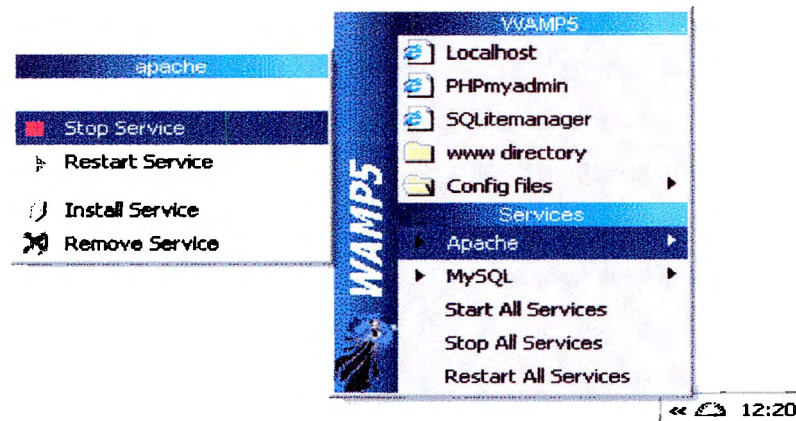


Fig. 41 Servicios WAMP

Podemos probar si los servicios están corriendo perfectamente accediendo a la página de inicio del servidor, escribiendo en la barra de direcciones de nuestro navegador "<http://localhost/>".

Entonces nos debería de aparecer una página con varios enlaces a las distintas herramientas instaladas con WAMP5, además de algunas páginas de prueba de PHP¹⁰.

3.5.4 Diseño de la página html.

Para la página Web se creó el siguiente diseño, que es un "template" de todo nuestro sitio y de ahí se inicia el siguiente esquema de acuerdo al perfil deseado. Dentro de este sitio se implementara un sistema descrito de la siguiente manera:

Sitio Web:

- Nuevo usuario

1. Darse de alta
2. Visitar el catalogo
3. Mandar sugerencias
4. Solicitar contenido

- Administradores

1. Revisar comentarios
2. Envío de SMS
3. Envío de correo electrónico a los usuarios

¹⁰ información obtenida de la página www.wampserver.com/en/ (consultada el día 20 de abril de 2006)

4. Agregar/Modificar/Borrar contenido de usuarios
5. Agregar/Modificar/Borrar contenido al catálogo
6. Seleccionar vista *index* (videos, archivos y contenido)
7. Envío masivo a usuarios (mail y SMS)
8. Suspende cuentas
9. Agregar/Modificar/Borrar usuarios
10. Ver cobros pendientes
11. Ver historial de ventas

- Usuarios registrados

1. Login
2. Visitar catálogo
3. Carrito de compras
4. Selección de contenido
5. Selección de video
6. Ver cuenta
7. Sugerencias
8. Pagar
9. Contenido y video pagado (para descarga)
10. Solicitar contenido

3.6 Desarrollo del portal WAP

Si se desea iniciar un nuevo proyecto de desarrollo es necesario tener en claro ciertos elementos de los cuales debemos disponer. De inicio, un buen editor de WML. En segundo termino se debe disponer de una adecuada herramienta de emulación de una terminal WAP, o bien disponer de una terminal (por ejemplo, un celular) capacitado para navegar y procesar páginas WML.

Para la realización de las pruebas de nuestro proyecto nosotros utilizamos el emulador en linea llamado "Wapsilon" el cual nos ofrece una gran gama de posibilidades e incluso nos indica los errores en la programación cuando estos son cometidos. Cabe destacar que existen distintos emuladores, que si bien responden a marcas y protocolos similares, corresponden a diferentes modelos de dispositivos o celulares existentes en el mercado.

Por último, a todo esto, debemos sumarle también un adecuado espacio de *hosting* con un servidor donde depositar y procesar dichas páginas. Pueden ser configurados los servidores de páginas HTML para utilizarse en la visualización de páginas WML.

Esqueleto del código WAP:

```
<?xml version="1.0"?>
```

Indica que es un documento XML de versión 1.0 por lo tanto cumple todas las restricciones y reglas de los documentos XML.

```
<!DOCTYPEwmlPUBLIC"-//WAPFORUM//DTDWML1.1//EN "http://www.wapforum.org/DTD/wml_1.1.xml">
```

Indica el tipo de documento XML y donde localizar la especificación del tipo de documento.

```
<wml>
```

Indica que comienza una página WML

```
<card id="t1" title="Tarjeta 1">
```

Indica que comienza una tarjeta que tiene como identificador "t1" y cuyo título es "Tarjeta 1"

```
<p>
```

Indica que comienza un párrafo de texto. A diferencia de HTML esta etiqueta es obligatoria si queremos escribir texto, además debe cerrarse con la correspondiente </p>

TEXTO!

Este es el texto que aparecerá en nuestro navegador.

```
</p>
```

Como señalamos anteriormente, con esta etiqueta indicamos que el párrafo ha terminado y no vamos a escribir más texto dentro de este párrafo.

```
</card>
```

Fin de la tarjeta.

```
</wml>
```

Fin de la página WML

Carta

Una carta es la unidad de información que se muestra en un navegador WAP, una carta puede contener texto, campos de datos, enlaces, imágenes y temporizadores. La etiqueta es <card> ... </card> y algunos de los atributos son *title* que nos permiten indicar el título de la carta, *ID* que nos proporciona una manera de identificar la carta. El atributo *ID* es común para todas las etiquetas WML y nos permite identificar un elemento dentro de un documento WML.

Ejemplo:

```
<?xml version="1.0"?>
```

```
<!DOCTYPEwmlPUBLIC"-//WAPFORUM//DTDWML1.1//EN "http://www.wapforum.org/DTD/wml_1.1.xml">
```

```
<wml>
```

```
<cardid="t1"title="Tarjeta1">
```

```
<p>HolaMundo!</p>
```

```
</card>
```

```
<cardid="t2"title="Otratarjeta">
```

<p>Bienvenido</p>

</card>

</wml>

Texto

El texto debe ir entre las etiquetas <p>... </p> ya que así está definido en el DTD de WML. Podemos incluir saltos de línea con la etiqueta
. La etiqueta <p> puede llevar los siguientes atributos:

1. **align=""** Puede contener los valores *left*, *right* y *center*. Indica la alineación del texto, que por defecto es izquierda.
2. **mode=""** Puede ser *wrap* o *nowrap*, *wrap* significa que el texto puede ir en varias líneas y *nowrap* quiere decir que el texto no puede ser roto en varias líneas. Por defecto es *wrap*.

Ejemplo:

```
<?xmlversion="1.0"?>
```

```
<!DOCTYPEwmlPUBLIC"-//WAPFORUM//DTDWML1.1//EN" "http://www.wapforum.org/DTD/wml_1.1.xml">
```

```
<wml>
```

```
<cardid="t1"title="Tarjeta Texto">
```

```
<p>Estoesun<br>ejemplo<br>de&#34;texto&#34;.</p>
```

```
</card>
```

```
</wml>
```

Enlaces: Al igual que en HTML podemos seleccionar parte de un texto o una imagen y que éste sea un enlace a otra página o que realice una tarea. Para realizar esto existen dos etiquetas <anchor>...</anchor> y <a>.... <anchor> es más completa y <a> es más sencilla de usar. Así que empezaremos por la etiqueta <a> para pasar luego a </anchor>. La etiqueta <a>... nos permite seleccionar un texto o imagen y hacer que sea un enlace a otra página, de una manera muy similar a la etiqueta <a>... de HTML. Contiene el atributo *href* en el cual ponemos el URL a donde nos llevará el enlace.

Con la etiqueta </anchor>...<anchor> podemos además de indicar que se realice una acción al activar el enlace. Las acciones que podemos incluir son:

1. <go href=""/> Permite ir a la dirección indicada en el atributo *href*.
2. <prev/> Permite ir a la tarjeta anterior, en la historia del navegador.
3. <refresh>...</refresh> Refresca el contenido de la tarjeta actual, volviéndola a pedir al servidor.

Ejemplo:

```
a href="#tarjeta2">Ir a tarjeta 2</a>
```

```
<anchor>
```

Ir a la tarjeta anterior.

```
<prev/>
```

```
</anchor>
```

```
<anchor>
```

Ir a la tarjeta 2

```
<go href="#tarjeta2"/>
```

```
</anchor>
```

Imágenes: El uso de imágenes en los navegadores WAP está limitado, pero aún así es posible poner imágenes en dichas páginas. La etiqueta para poner imágenes en las páginas WAP es ``, con ella podemos poner una imagen e indicar un texto alternativo por si nuestro navegador WAP no es capaz de representar dicha imagen y tiene los siguientes atributos:

1. `alt=""`. Texto alternativo que se visualiza si nuestro navegador no es capaz de visualizar la imagen.
2. `src=""`. URL de la imagen. Normalmente ésta debe de estar en formato `.wbmp`
3. `vspace="numero"`. Espacio vertical en blanco entre la imagen y el resto de la página.
4. `hspace="numero"`. Espacio horizontal en blanco entre la imagen y el resto de la página.
5. `Align=""`. Puede ser `top`, `middle` o `bottom` indica la alineación de la imagen con respecto al texto.
 - o `top`. Alineado a la parte superior.
 - o `middle`. Alineado al centro.
 - o `bottom`. Alineado con la parte inferior del texto.
6. `height="numero"`. Altura de la imagen.
7. `weight="numero"`. Anchura de la imagen.

Ejemplo:

```

```

Temporizador: Especifica un evento que se producirá transcurrido un plazo de tiempo. Al utilizar esta etiqueta se crea un temporizador que se inicializa al entrar en la carta y que se detiene al salir. El valor de este temporizador se decrementará desde su valor inicial, lanzando un evento cuando el contador alcanza el valor cero. No puede haber más de uno en cada carta. El valor se especifica en décimas de segundo (10 = 1 segundo). Se utiliza en conjunción con la etiqueta `timmer`, que es la que realmente crea el temporizador y lo inicializa.

Ejemplo:

```
<card id="carta1" ontimer="#carta2">
```

```
<timmer name="tiempo1" value="5"/>
```

```
<p>Espera un poco <strong>5</strong></p>
```

```
</card>
```

Para el caso de nuestro portal WAP nosotros utilizamos esta línea de comando para refrescar la imagen cada que se desbordara el `timmer`, pero el teléfono, a diferencia del simulador no te permite realizar esta operación ya que si un usuario deja su teléfono conectado a una página que se encuentre refrescándose constantemente, los cargos a su cuenta por la cantidad de información descargada serían muy elevados.

3.7 Desarrollo de aplicación BREW

3.7.1 Requerimientos mínimos de hardware y software para la instalación del SDK (Software Development Kit) de BREW:

Para instalar la aplicación BREW SDK, se necesita mínimo un procesador Celeron a 333 MHz y memoria RAM 128, de preferencia Windows XP, aunque también puede ser instalado en Windows 2000 (con algunos problemas).

Para la instalación en dispositivos móviles Qualcomm determinó que se pueden instalar en dispositivos que cuentan con los chips MSM3100 o MSM5500 CDMA en adelante, esto es para la versión 2.0.1, recordando que la plataforma BREW ocupa poca memoria (alrededor de 150k). No necesita un sistema virtual (VM) específico para cada modelo de teléfono, en esta versión de aplicación SDK el emulador cuenta con Skins de cada teléfono, en la versión 3.1.5 se cuenta con diferentes chips a seleccionar para el emulador¹¹

3.7.2 Esquema de creación de aplicación

El siguiente esquema muestra de manera sencilla la forma en la cual se debería poner en operación una aplicación desarrollada ¹², (Ver figura 42)



Fig. 42 Modelo de funcionamiento del esquema BREW

¹¹ Información obtenida de <http://BREW.qualcomm.com/BREW/en/>

¹² Imagen obtenida de las presentaciones del esquema BDS BDS.pdf

3.7.3 Desarrolladores

La plataforma de ejecución BREW se basa en lenguaje C/C++, en la actualidad tiene una base de más de 7 millones de desarrolladores de aplicaciones, quienes pueden emplear BREW con un conocimiento mínimo sobre teléfonos móviles¹³ El desarrollador debe bajar las herramientas necesarias de la página de Qualcomm, BREW SDK e instalar también el ToolKit que existe solo en una versión 1.0.1.07. Al instalar estas aplicaciones se tienen los siguientes módulos, o componentes individuales (como desarrollador registrado):

- Emulador BREW: Sirve para probar los programas en un ambiente que simula al dispositivo celular en el cual se quiere cargar la aplicación.
- Resource Editor: Programa usado para crear recursos que se utilizan en la aplicación, por ejemplo, texto, encabezados e imágenes (lo que se usa dentro del programa).
- MIF Editor: Este programa crea los archivos con terminación mif, lo que contiene este archivo es información sobre las clases y applets que contiene la aplicación.
- Device Configurator: Crea un programa definitivo para ser usado en el emulador BREW.
- Compressed Image Authoring Tool: Programa para hacer animaciones.
- Compressed Image: Comprime imágenes y las convierte en archivos que pueden ser utilizados por BREW (BCI).
- PureVoice Converter: Un programa en MS-DOS que convierte de wav al estándar IS 733 (PureVoice or Vocoder) y viceversa.

El siguiente paso es la creación de las aplicaciones por parte del desarrollador usando Visual Studio.NET para la creación. El tipo de proyecto que se usa es una aplicación Win32; en la generación de código se deben usar los módulos correspondientes como se muestra en la siguiente figura¹⁴: (Ver figura 43)

¹³ Descarga gratuitamente BREW SDK en <http://www.qualcomm.com/BREW/developer/developer.html>

¹⁴ Para mayor información sobre como se inicia una aplicación consultar los manuales Dev_SG_v2-0 y Dev_LG_v2-0, de Qualcomm, como inicio para entender el sistema, así mismo la imagen es obtenida de Dev_SG_v2-0

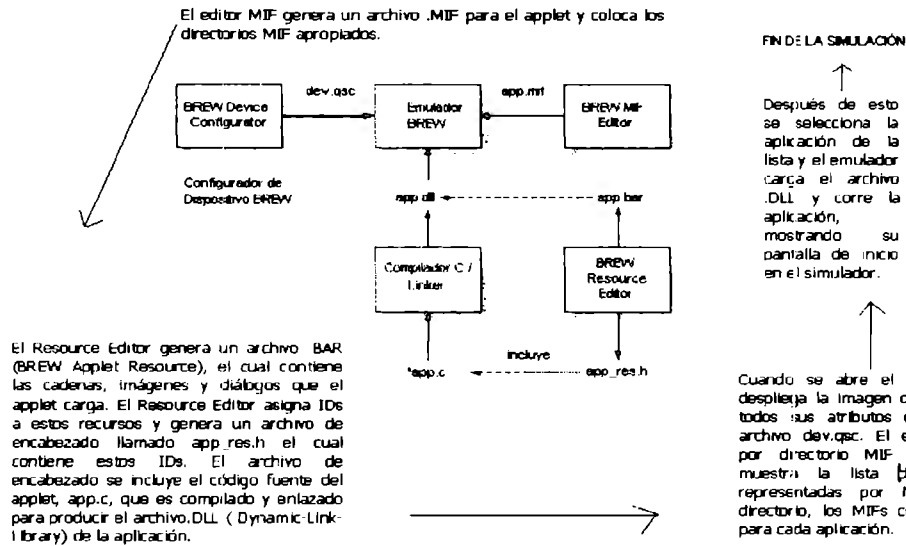


Fig. 43 Generación de la aplicación

Hacer el programa por módulos permite que el manejo de la aplicación sea muy sencillo, ya que todo se realiza por separado. Cuenta con mejoras en cuanto a los dispositivos, lo que se selecciona es el tipo de chip y no el modelo del teléfono, además presenta mejoras en las librerías en uso. (Ver figura 44)

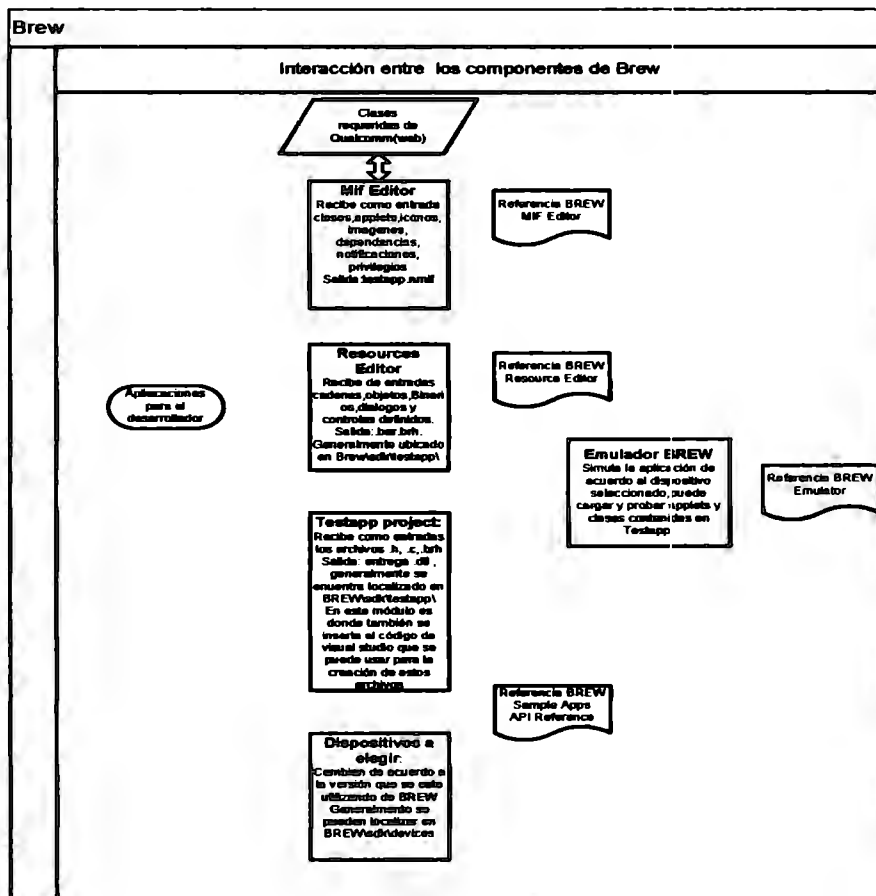


Fig. 44 Relación de módulos BREW

Para crear una extensión, un desarrollador debe tener la autenticación y contar con el Software Development Kit (SDK)¹⁵. El kit SDK posee todas las herramientas necesarias para desarrollar aplicaciones o extensiones (.mod). Una vez que haya creado la extensión, puede enviarla al laboratorio para su evaluación. Recordando que se tendrá que pagar una comisión por las extensiones. Una vez que se prueba la extensión, el desarrollador puede establecer un plan tarifario para la extensión, de tal manera que puedan hacer uso de ella otros desarrolladores.

El desarrollador de la extensión debe enviar una aplicación de muestra para demostrar el uso de todas las APIs de la extensión. Cuando los desarrolladores de aplicaciones desean utilizar una extensión, deben asociar su aplicación con la extensión mediante el ID de clase (ClassID) de la extensión, de manera que ambas queden vinculadas entre sí. Si una aplicación descargable requiere una extensión que no esté presente en el dispositivo móvil, el sistema BDS la descargará automáticamente desde el servidor de descarga de aplicaciones para que no pueda ser usada.

Solo las aplicaciones BREW se firman digitalmente por el desarrollador, por Qualcomm y por el operador de redes mediante una certificación de Internet clase III generada por *VeriSign*. Ello permite identificar el autor (evitando las aplicaciones anónimas que actualmente abundan), verificar que las aplicaciones se hayan sometido a pruebas, y evidenciar que el operador de redes las ha aprobado para usarlas en la red.

El entorno de software BREW en los dispositivos móviles verifica que estas firmas digitales estén presentes y no acepta la descarga ni ejecución de ninguna aplicación que se haya firmado incorrectamente. Como resultado de lo anterior, las aplicaciones BREW son seguras y confiables.¹⁶

3.8 Descarga de la aplicación al celular

Una vez que se desarrollo la aplicación en el simulador hay dos formas de descargar la aplicación en el celular:

1. Por medio del proveedor de servicios de telefonía, el cual debe de cargar la aplicación en su servidor. Esta aplicación se podrá descargar por medio del catálogo de aplicaciones.
2. La segunda opción es la más utilizada por los desarrolladores, es por medio de un programa llamado cargador de aplicaciones.

El programa que se utilizó fue el BitPim versión 5.0, debido a que fue el más recomendado en las páginas de foros de desarrolladores. Antes de iniciar el programa se debe de contar con unos archivos comúnmente llamados *drivers*, exclusivos de cada modelo de teléfono. Si no se cuenta con ellos se deben de instalar. A continuación se muestra la ventana que aparece una vez que fueron instalados estos programas (Ver figura 45)



¹⁵ Para mas información de cómo darse de alta consultar el anexo 1

¹⁶ El organismo National Software Testing Lab (NSTL) es socio de QUALCOMM en el proceso de pruebas de aplicaciones BREW. NSTL es un líder mundial en evaluación, planificación y consultoría informática. Actúa como un organismo de evaluación independiente para realizar pruebas que certifiquen que las aplicaciones se han aprobado con TRUE BREW.



Fig. 45 Ventana de Instalación de los drivers

Una vez instalados estos programas, se debe de contar con un cable exclusivo para cada teléfono que se consigue con el fabricante del equipo. El cable generalmente se conecta a un puerto USB. Instalado el cable, se ingresa al programa, donde aparecerá un menú el en cual se puede escoger el modelo del teléfono y el puerto al cual está conectado. (Ver figura 46)

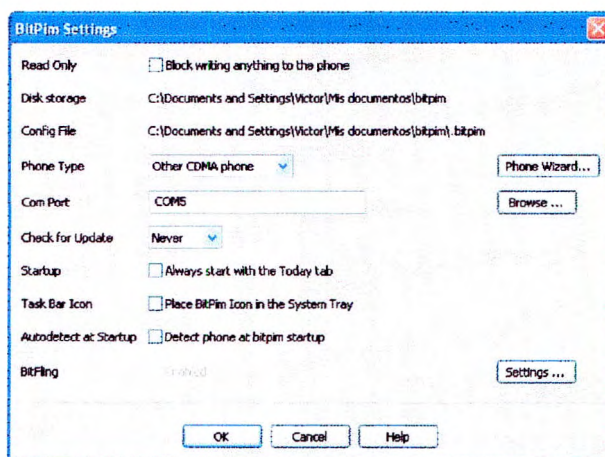


Fig. 46 Configuración del modelo de teléfono

Si no se encuentra el modelo de teléfono se debe de elegir la opción "refrescar" para que se vuelvan a detectar los puertos.

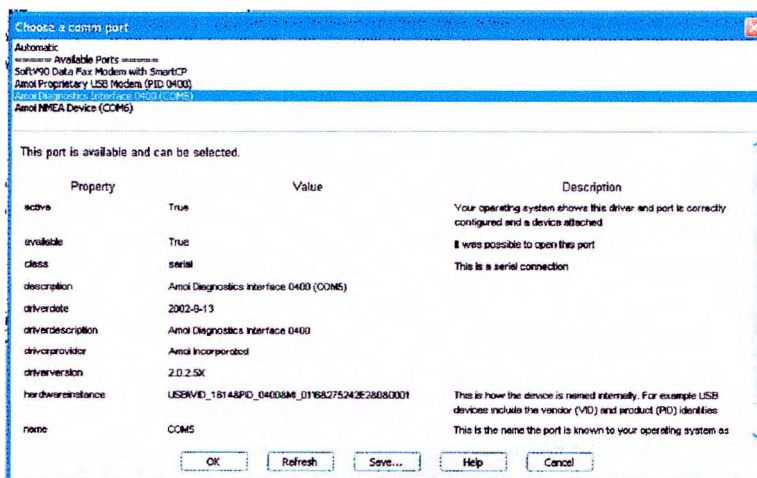


Fig. 47 Configuración del puerto donde se conectó el teléfono

Configurado el modelo del teléfono y el puerto al cual está conectado se puede tener acceso a ciertos archivos del teléfono que pueden ser imágenes, música y videos. A continuación se muestra el directorio donde se encuentran los archivos de video del usuario. (Ver figura 48)

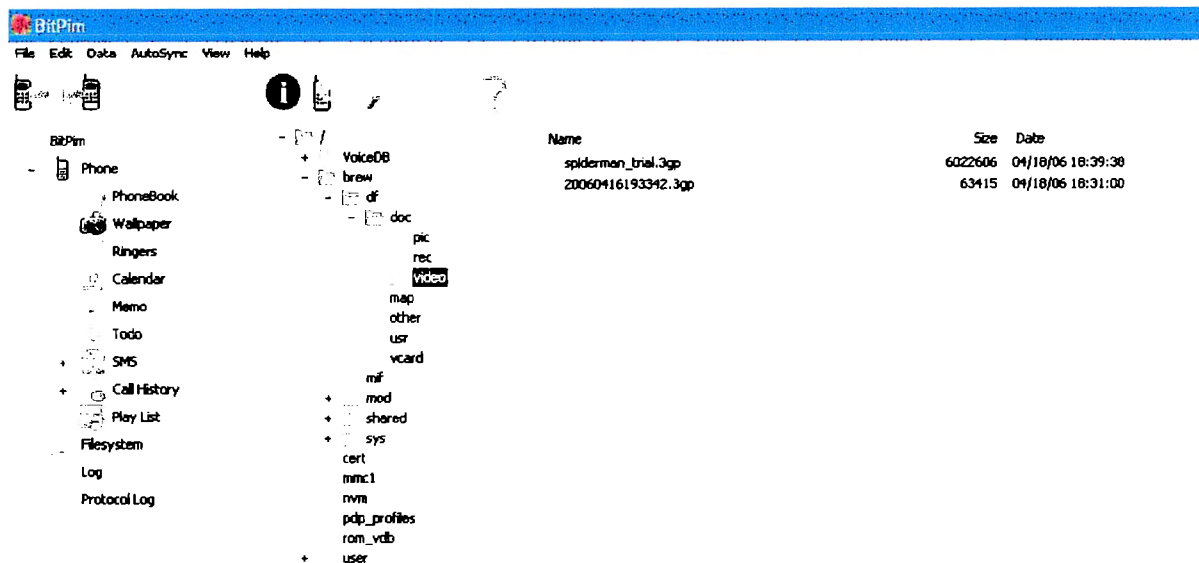


Fig. 48 Acceso a los archivos de video del teléfono

Así como se puede tener acceso a los archivos de video, se puede tener acceso a todos los archivos utilizados en la plataforma BREW. A continuación se muestra el directorio donde se encuentran los archivos .mif de las aplicaciones BREW que se han descargado en el teléfono. (Ver figura 49)

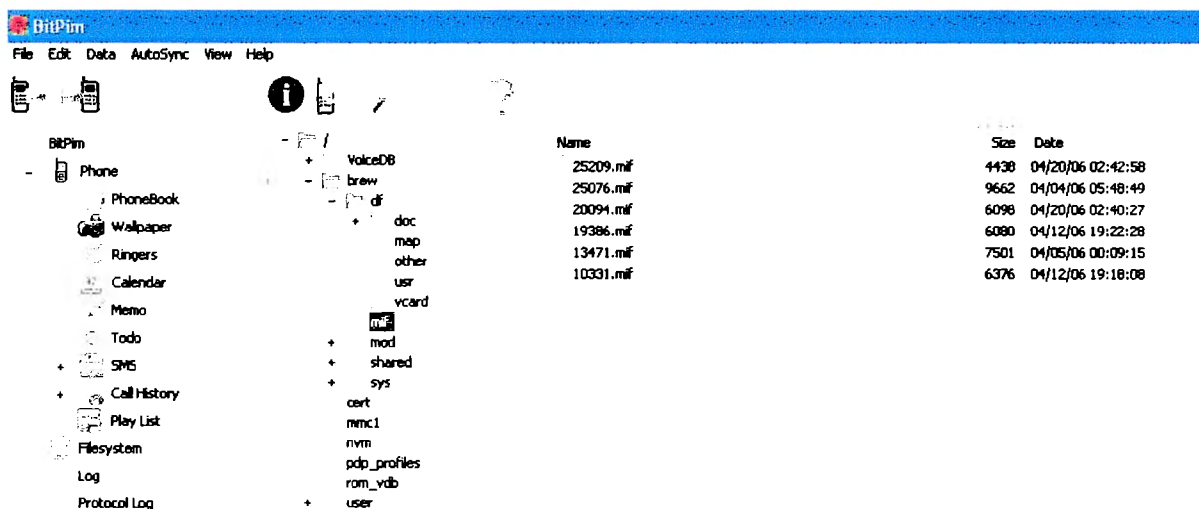


Fig. 49 Acceso a los archivos BREW del teléfono

Para poder correr la aplicación en el teléfono se necesita generar todos los archivos utilizados en la plataforma BREW y agregarlos en el directorio correspondiente.

4. RESULTADOS

4.1 Desarrollo de la aplicación en la plataforma de programación BREW

Con el uso del simulador de la plataforma BREW versión 3.1.5 se desarrolló la aplicación, que se descargará en el teléfono. La aplicación fue desarrollada en anteriores versiones y actualizada a la nueva versión en cuanto se puso a disposición de los desarrolladores el 7 de abril de 2006. A continuación se muestra el simulador de la versión 3.1.5. (Ver figura 50)

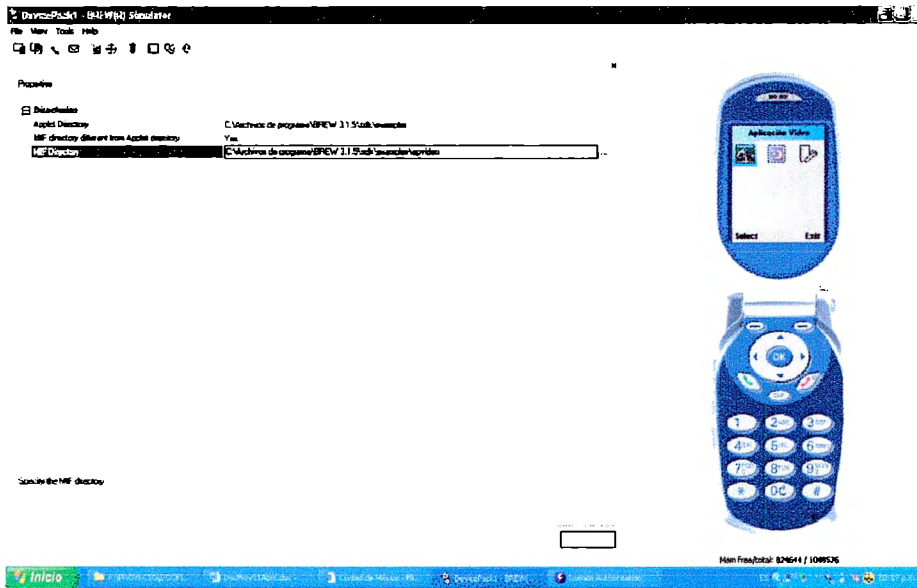


Fig. 50 Ventana principal del simulador BREW versión 3.1.5

Para la primera ventana que aparece en el programa se necesitó de una herramienta especial llamada MIF editor la cual se explicó anteriormente. (Ver figura 51)

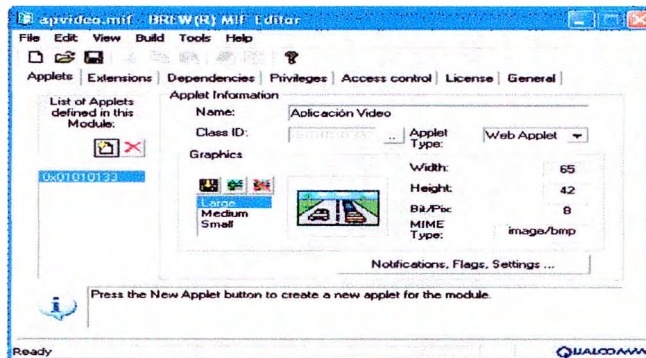


Fig. 51 Ventana del editor de archivos mif

A continuación se muestra la aplicación que se ubicó en el catálogo de aplicaciones. (Ver figura 52)

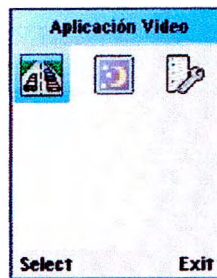


Fig. 52 Catálogo de aplicaciones con el archivo mif de la aplicación

Una vez que se creó este archivo y se ubicó en el catálogo de aplicaciones se espera que el usuario seleccione la aplicación y oprima el botón OK. Al seleccionara la aplicación el programa mostrara una imagen mientras se termina de cargar la aplicación. (Ver figura 53)

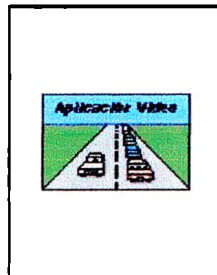


Fig. 53 Ventana temporal previa al Inicio del programa

Cuando se termina de cargar la aplicación se abre una ventana, la cual obtiene su contenido de un archivo, el cual puede ser modificado por el administrador, por lo que cada vez que este lo requiera se deba modificar únicamente un archivo de texto y la dirección electrónica a la cual el programa se conecta. El archivo modificable se muestra a continuación: (Ver figura 54)

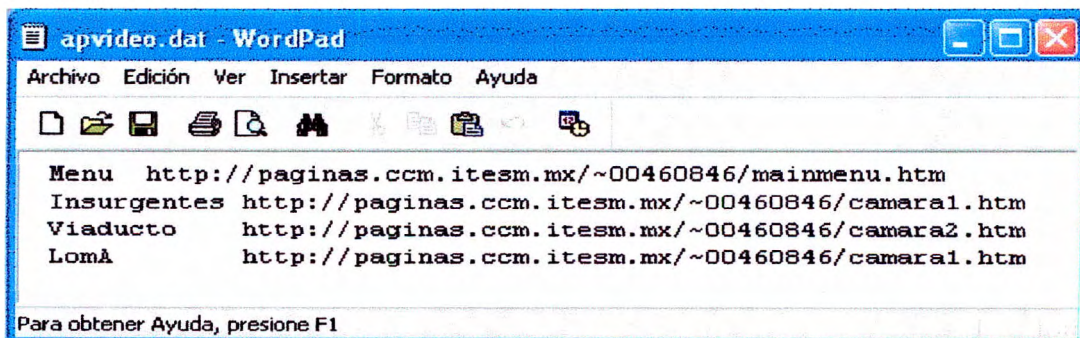


Fig. 54 Archivo modificable

La imagen resultante de este archivo se muestra a continuación. (Ver figura 55)

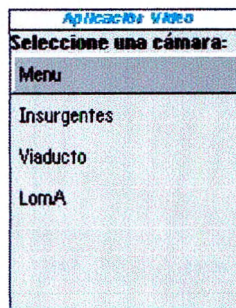


Fig. 55 Ventana resultante del archivo modificable

Como se puede apreciar en el archivo modificable, cada elemento del menú está referenciado a una página por medio de la cual se mostrarán las imágenes de las cámaras instaladas. (Ver figura 56)

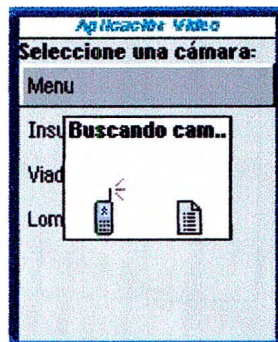


Fig. 56 Ventana temporal previa a la apertura de la primera página

Mientras abre la primera ventana, el programa mostrara una ventana temporal, que despliega una pequeña animación mientras la aplicación se conecta a Internet y busca la dirección que se grabó en el archivo modificable. (Ver figura 57)

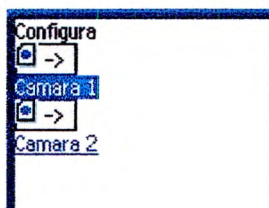


Fig. 57 Ventana resultante de la primera página

Una vez que se conectó a la primera página, el simulador muestra el texto de la página y las imágenes que se deben de abrir una vez que la aplicación haya sido descargada en el celular. En la primera página se puede tener acceso a las cámaras por medio de un menú ubicado en la página que abrió el simulador. (Ver figura 58)

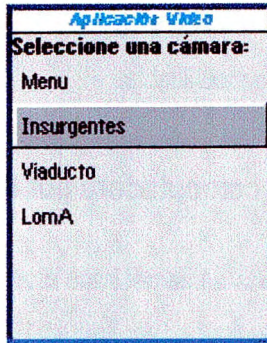


Fig. 58 Segunda opción del menú

Si el usuario selecciona la segunda opción del menú, el simulador se conectará a la segunda opción del archivo modificable. (Ver figura 59)

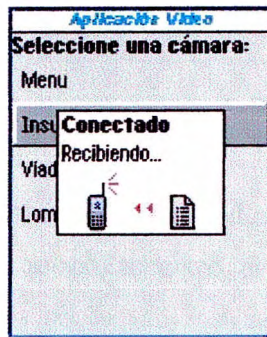


Fig. 59 Ventana previa a la segunda página

La página temporal cambia dependiendo de la opción que se haya escogido. Si se selecciona la segunda opción, el texto de la ventana temporal es diferente. (Ver figura 60). La imagen no se muestra debido a que el simulador no cuenta con los Codecs para poder desplegarla, cuando la aplicación se encuentre en el teléfono la imagen se visualizara sin ningún problema.

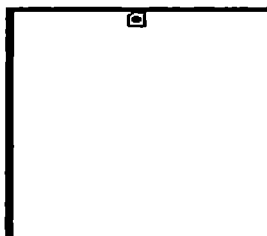


Fig. 60 Ventana resultante la segunda página

En la segunda opción del menú el simulador se conecta directamente a una página donde está ubicada la imagen de la cámara. Por medio de este tipo de configuración del menú de las cámaras, se puede apreciar el acceso a las imágenes de las cámaras, ya sea por medio de la conexión a una página donde se puede escoger la cámara que se

desea ver, o por medio de la conexión directa a cada cámara. En esta última opción el administrador la puede configurar, cambiando las direcciones en el archivo modificable.

4.2 Envío de video en tiempo real a una computadora por medio del protocolo RTSP

Un usuario en una computadora conectada a Internet hace una petición a la computadora que fue configurada como servidor, que se muestra en la siguiente figura. (Ver figura 61)

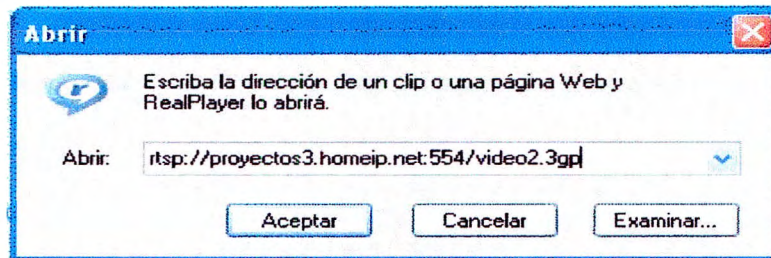


Fig. 61 Petición de video en tiempo real de un usuario remoto

Se utilizó un reproductor de medios y se hizo una petición a la dirección de Internet del servidor, a la cual, en este caso le fue asignado un nombre de dominio "*proyectos3.homeip.net*", por medio un servicio de Internet gratuito llamado DynDNS (Dinamic Domain Name Service). La petición se hace al puerto 554, al cual se configuran predeterminadamente las peticiones al servidor por medio del protocolo RTSP.

Debido a que se transmite por medio de este protocolo, el video se podrá empezar a ver en cuanto se inicie la descarga en la computadora. A continuación se muestra como se empieza a cargar la aplicación: (Ver figura 62)



Fig. 62 Inicio de conexión al video

En cuanto se conecta el usuario al dispositivo remoto el video se empieza a reproducir en tiempo real. (Ver figura 63)

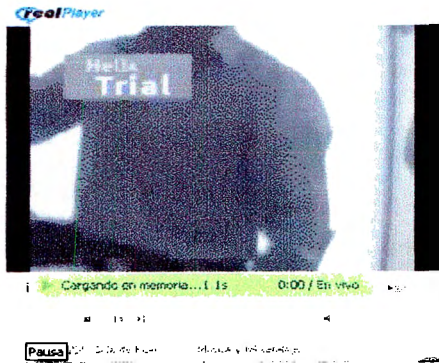


Fig. 63 Reproducción inmediata del video en tiempo real

4.3 Envío de video en tiempo real a un dispositivo móvil

El usuario puede hacer una petición de una secuencia de imágenes a un servidor RTSP, si utiliza una aplicación que se conecte a una página HTML o WML, la cual lo enlace al servidor. Esta petición es igual a la que hace un reproductor de medios a una computadora:

`rtsp://proyectos3.homeip.net:554/video2.3gp`

En este caso el dispositivo móvil debe de poder manejar el protocolo RTSP, para que se puedan utilizar los controles del reproductor de medios del celular cuando se empieza a reproducir esta secuencia de imágenes. En el teléfono aparece el mismo mensaje que en el reproductor de medios de la computadora, cuando se empieza a recibir el archivo e inmediatamente lo empieza a reproducir. (Ver figura 64)



Fig. 64 Vista de video en tiempo real en dispositivo móvil

4.4 Desarrollo del portal WAP

En el portal WAP es posible ver imágenes en tiempo real de la cámara y refrescarlas a petición del usuario. Además de las páginas desarrolladas en lenguaje HTML se desarrollaron páginas en lenguaje WML donde se pueden apreciar mejor las imágenes debido a que este formato está diseñado especialmente para dispositivos inalámbricos como se explicó con anterioridad. Se desarrolló la página de tal forma que el dispositivo móvil se conectará a la página en formato WAP, en la misma página, el usuario pudiera seleccionar la cámara que deseara ver, como se muestra en la siguiente figura. (Ver figura 65)



Fig. 65 Simulador WAP: Menú principal del portal

Debido a que las páginas en este formato se pueden abrir únicamente en un dispositivo móvil, se utilizó un simulador de páginas para poder realizar pruebas y en este caso mostrar las imágenes que se pueden ver en el dispositivo. (Ver figura 66)



Fig. 66 Simulador WAP: Imagen refrescada en el portal

Una vez que el usuario seleccionó una cámara y apareció la imagen, existe una opción abajo de ésta que le permite refrescar la imagen cuando lo desee.

5. CONCLUSIONES

5.1 Conclusiones del proyecto

Al principio del proyecto buscamos distintas formas de llegar a la solución y comenzamos a investigar acerca de nuevas tecnologías que nos pudieran brindar las herramientas necesarias para el desarrollo del proyecto, se buscó el apoyo de expertos referente al tema, así como de compañías que tuvieran planes de iniciar proyectos con nuevas tecnologías, donde encontramos algunas opciones de tecnología a utilizar. Fue entonces cuando se definió el tipo de tecnología que se iba a utilizar y las rutas que se debían tomar para la posible solución del problema.

Una vez que se decidió la ruta que debíamos tomar, se recibió una capacitación de la herramienta que utilizamos. Más tarde se empezó a trabajar con los recursos con los que se contaba desde un principio, para el desarrollo del proyecto, pudimos superar la falta de información de la plataforma usada (EIREW) y la diferencia de versiones, creamos el programa para el envío de video al móvil y logramos compilarlo con éxito. Al no tener forma de hacer el archivo con terminación .mod surgió un plan emergente que fue el desarrollo del portal WAP. Este portal funciona y está terminado.

Para incrementar la funcionalidad de nuestra aplicación, se creó un sitio html para que funcionara como el sistema de cobro y la página residente para nuestros futuros clientes. Investigamos además la posibilidad de incrementar las funciones de nuestro sitio Web con envío de SMS para informar sobre actualizaciones y nuevos productos. Se exploraron diferentes tecnologías para la creación del sitio y se resolvió usar PHP, así como bases de datos y un esquema con perfiles. Aunque ninguno de nosotros sabía usar este lenguaje o las bases de datos, se aprendimos a usarlas en el desarrollo de nuestro sitio, conocimos además las limitaciones en cuanto a plataformas de servicios para montar una aplicación en lenguajes de Microsoft y como se manejan los datos en estos lenguajes. Aunque el sitio todavía no está operando al 100% tenemos un avance importante en el desarrollo del mismo.

A causa de las circunstancias con las que nos enfrentamos, tuvimos que usar la herramienta WAMP, esta herramienta nos sirvió para simular los servicios de un servidor trabajando en local, pudiendo así simular la estructura del trabajo en Web, se contrató el servicio para tener alojado nuestro sitio. Se hicieron las relaciones a las bases de datos que también se encuentran en el mismo espacio. Así, desde cualquier lugar se podrá hacer una conexión remota con una computadora para acceder a nuestros servicios.

Durante la realización de nuestro proyecto intentamos de cargar la aplicación al móvil que tenemos ya que no se contaba con una licencia de desarrollador se pospuso esto para un trabajo a futuro. Contamos con el teléfono AMOI (todavía no está a la venta) que funciona mejor para la manipulación de video. La característica principal de este teléfono, es que solo maneja formatos 3GP y sus derivados, así como MPEG4 excluyendo los demás formatos, como el formato rm (Real Media).

Otra parte importante de nuestro sistema fue la configuración de los equipos y la distinción que hicimos entre nuestro servidor Helix y el servidor que se tiene en la escuela para el mismo propósito, donde el tipo de formato es una limitación en sí para el uso del servicio.

Observamos también que aunque BREW se encuentra creciendo mucho, el hecho de que Qualcomm sea su único propietario, retrasa mucho su desarrollo y sobre todo la información referida a la programación. Por ejemplo, en Java existen clases ya definidas para este tipo de aplicaciones, aunque, como se explicó anteriormente, el procesamiento es más lento. Sin embargo, existe mucha información y al ser un código "Open Source" se puede encontrar mucha información al respecto.

Reforzamos nuestros conocimientos en redes para lograr una configuración exitosa para nuestro sistema, se resolvieron los problemas de las direcciones fijas, como se explicó en el trabajo, la cámara cuenta sólo con IP's estáticas privadas, que son diferentes a las del Campus, por lo que se necesitó el enrutador para relacionar una IP fija a un *pool* de direcciones que pueden ser asignadas por la red del Campus, otra forma de solucionar esto, sobre todo la parte de transmisión de nuestro equipo, fue la instalación de una *Vlan*. Para esto solicitamos el apoyo del personal del campus, específicamente del Ing. Damián Martínez Rico, quien nos ayudó a la configuración de la *Vlan*, ya que el contaba con los permisos necesarios de esta forma, nosotros instalamos el sistema físico bajo su supervisión.

5.2 Trabajo a futuro

El trabajo futuro es amplio ya que el primer paso que decidimos como equipo es la implementación de nuestro programa. Para esto necesitamos solicitar una licencia desarrollador BREW para poder dar de alta nuestro producto, iniciando el proceso de liberación de la aplicación, así como las diferentes aplicaciones que puede tener nuestro producto.

Otro punto es mejorar nuestro portal Web y tratar de subir video-clips de entretenimiento, que es el mejor negocio combinado con él de los juegos para móviles. El objetivo es migrar nuestro sitio a un servidor que soporte aplicaciones desarrolladas con Visual Studio, ya que esta herramienta contiene dentro de su catálogo de funciones aplicaciones para móviles, aplicaciones WIN 32, bases de datos para móviles y algunas otras aplicaciones para estos dispositivos.

6. BIBLIOGRAFÍA

Revistas

- [1] Marek Sue, "Bringing BREW To The Masses", Lexis Nexis , pp. 14, 1º de Junio ,2004
- [2] Marek Sue, "Qualcomm supplies technology to Iusacell and Unefon", SABI Bussines News , pp. 1, Mayo 13, 2005.
- [3] S.M. Kay and S.L. Marple Jr, "Spectrum analysis a modern perspective." Proc. IEEE, vol. 69, pp, 1380-1419, November 1981.

Libros:

- CelTec/CelPlan, "CDMA IS-95 and cdma2000 Systems – Training Course" C.S0002-C, "Physical Layer Standard for cdma 2000 Spread Spectrum Systems", publicación C, 3GPP2, Mayo del 2002.
- C.S0005-B, "Upper Layer (Layer 3) Signaling Standard for cdma2000 Spread Spectrum Systems", publicación B, 3GPP2, Abril del 2002.
- TIA/EIA-95-B, "Mobile Station – Base Station Compatibility Standard for Dual-Mode Spread Spectrum Cellular System", Noviembre de 1998.
- Content Networking in the mobile Internet capítulo 9, Dixit, Sudhir / Wu, Tao. Nokia Research Center-Wiley-Interscience. ISDN 0-471-46618-2
- CCITT SG. XV, Working Party XV/1. Recommendation H.261: Video codec for audiovisual services at p 64 kbit/s.
- MPEG. ISO-IEC/JTC1/SC2/WG11: Coding of moving pictures and associated audio. MPEG Video Committee Draft. Dic. 1990.
- CCITT SGXV WP XV/1. ISO-IEC/JTC1/SC29/WG11 MPEG 92/160: Test Model.
- Proceedings of VISICOM'90. March 1990, Morristown.
- A. AYERBE et al: A quasi-VBR Model for Packet Video. SPIE/SPSE Symposium on Electronic Imaging, febrero 1990.
- J. ZDEPSKI et al: Statically based buffer control policies for constant rate transmission of compressed digital video. IEEE Transactions on Communications, vol. 39, n. 6, junio 1991.
- E. RATHGEB: Modelling and performance comparison of policing mechanisms for ATM networks. IEEE Journal on Selected Areas in Communications, vol. 9, No. 3, abril 1991.
- B. D. LE GALL: The MPEG Compression Algorithm: A review. SPIE Vol. 1452, 1991.

Referencias Electrónicas

- *Qualcomm Incorporated 2002-2005., <http://brew.qualcomm.com/>, descarga del SDK (Software Developing Kit)*
- *Qualcomm. Foros de discusión, <http://brewforums.qualcomm.com/>, informarnos acerca de nuevos toolkits y correcciones del SDK.*
- *D-Link, Building Networks For People, <http://www.dlink.com/>, consulta de las hojas de especificaciones de la cámara.*
- *Wapsilon, Simulador WAP gratuito, <http://wapsilon.com/>, utilizado para hacer las pruebas al portal WAP.*
- *Linksys, <http://linksys.com/>, especificaciones y configuraciones del Enrutador*
- *Real Networks, <http://www.realnetworks.com/> descarga del Helix Mobile Producer*
- *Servidor WAMP, <http://www.wampserver.com/en/> servidor con el cual se manejan los formatos PHP.*
- *Dynamic Network Services, <http://www.dyndns.com/> genera una dirección IP fija.*

7. ANEXOS

Anexo 1: Sistemas de comunicación

A: Introducción a los sistemas de comunicación

Los sistemas de transmisión tienen dos características básicas relacionadas con el espectro de la frecuencia: La frecuencia central (o frecuencia portadora) y el ancho de banda.



Fig. A. Señal transmitida mostrada en el dominio de la frecuencia.

El observar señales en el dominio del tiempo es muy común (por ejemplo, en los osciloscopios), pero el observarlas en el dominio de la frecuencia generalmente más útil usando analizadores de espectro. Hay herramientas matemáticas que permiten la conversión de funciones en el dominio del tiempo a funciones en el dominio de la frecuencia y viceversa como lo son las transformadas de Fourier y de Laplace.

El ancho de banda ocupado por un sistema de transmisión de radio está directamente relacionado con la forma de onda de la información original (banda base), y con el esquema de modulación de la portadora. Si se utiliza AM (amplitud modulada), un ancho de banda del doble que el de la señal de banda base se requiere. La amplitud modulada en una sola banda AM-SSB (Amplitude Modulation Single-Side Band) y la modulación en frecuencia FM requieren un ancho de banda comparable con el ancho de banda de la señal de banda base.

El ancho de banda de la señal modulada en frecuencia depende de la desviación en frecuencia aplicada a la portadora y de la señal de información, y se puede calcular utilizando la regla de Carson:

$$B_{RF} = 2 (\Delta f + fm)$$

Donde:

B_{RF} = ancho de banda de la portadora modulada

Δf = desviación pico de la portadora modulada

fm = frecuencia máxima de la señal de información

Los esquemas de modulación con eficiencia espectral mayor, pueden ser utilizados para minimizar el ancho de banda de la señal, en la transmisión de información a un tasa de bit dada en bits por segundo (bps).

Las modulaciones de fase frecuentemente utilizadas son, por ejemplo, BPSK (Binary Phase Shift Keying) y QPSK (Quadrature Phase Shift Keying), y algunas de sus variantes. Estas modulaciones permiten una relación de 1:1 entre la tasa de información y el ancho de banda de la portadora en Hertz. Se requieren 100 kHz de ancho de banda para modular una portadora de QPSK con una tasa de información de 100 kbps. En sistemas de espectro disperso la señal transmitida se distribuye usando un ancho de banda mas grande que el requerido mezclando la señal de datos con una señal dispersora de código.

Dos de las características más importantes de los sistemas de espectro disperso son los siguientes:

- Ancho de banda de transmisión más grande que la señal de banda base.
- Ancho de banda transmitido dependiente de la tasa del código empleado para la dispersión.

Los sistemas de espectro disperso se basan en la ley de Hartley-Shannon que calcula la capacidad asintótica de un canal perturbado por ruido blanco gaussiano (AWGN):

$$C_{Sh} = B_{RF} * \log_2 (1 + SNR)$$

Donde:

C_{Sh} = capacidad asintótica de transmisión del canal de en bps

B_{RF} = ancho de banda del canal en Hz

SNR = relación señal a ruido de la señal

De acuerdo con esta ley, los sistemas que emplean un espectro de banda ancha requieren una relación señal a ruido (SNR) menor que los sistemas de banda angosta con la misma capacidad en bits por segundo. Los sistemas cdma2000 que siguen los estándares 3GPP2 tienen tres tipos de canales:

1. Los mismos usados en los sistemas IS-95A e IS-95B, para mantener la compatibilidad entre ellos.
2. Multiportadoras, que son tres portadoras de 1.25 MHz en el enlace de subida y una portadora de 3.75 MHz en el enlace de bajada.
3. Una portadora de 3.75 MHz en ambos enlaces, casi el mismo ancho de banda usado en el caso de la multiportadora.

Cada sistema tiene su propio criterio de evaluación, de acuerdo a sus características de transmisión. Sistemas analógicos, tales como AMPS, generalmente son están basados en la relación señal a ruido (SNR), mientras que los sistemas digitales están basados en la tasa de error de bit BER (Bit Error Rate). Por ejemplo, para que los sistemas GSM funcionen con un BER adecuado, es necesario tener una tasa alta de interferencia entre canal y portadora C/I (Carrier to Signal Interference) equivalente al SNR, para la señal recibida en la estación base. Entonces, a pesar del sistema, el criterio de calidad esta de alguna forma ligado al SNR, directamente o indirectamente.

Características de diferentes tecnologías móviles.

Tecnología	Esquema de modulación	Ancho de banda de la portadora	Criterio calidad	SNR	E_b/N_0
AMPS (Advanced Mobile Phone Service)	FM	30 KHz	C/I	17 dB	-
N-AMPS (Narrowband AMPS)	FM	10 KHz	C/I	17 dB	-
D-AMPS (Digital AMPS)	DQPSK	30 KHz	BER	17 dB	-
GSM (Global System for mobile communications)	GMSK	200 KHz	BER	6-9 dB	-
CDMA IS-95 (Code Division Multiple Access)	QPSK/ O-QPSK	1.25 MHz	FER	-	-14 dB
Cdma2000	QPSK/ O-QPSK	1.25/3.75 MHz	BER/FER	-	*

E_b/N_0 = Energía de bit sobre la tasa de densidad de ru

Fig.B Tabla de tecnología y esquema de modulación.

El criterio de calidad para cdma2000 puede variar de acuerdo con las características específicas de cada canal a cada intervalo de tiempo.

B: Técnicas de dispersión del espectro

Hay cuatro tipos principales de técnicas del espectro disperso: Secuencia directa (DS), Salto de frecuencia FH (Frequency Hopping), Salto en el tiempo (TH), CDMA con multiportadoras (MC-CDMA). Estas técnicas pueden ser combinadas o usadas individualmente. La Secuencia directa y el salto en frecuencia son las más utilizadas y se ilustran en las siguientes figuras.

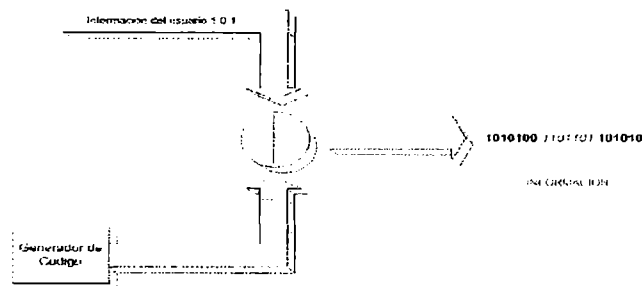


Fig.C Secuencia directa

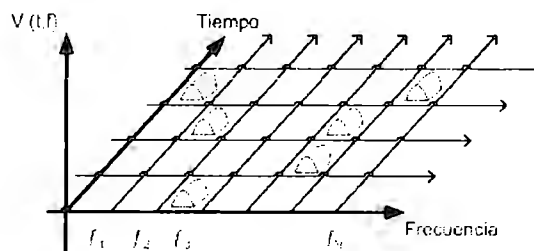


Fig. D Salto de frecuencia

C Dispersión del espectro por salto de frecuencia

En esta técnica la frecuencia de la portadora cambia a intervalos regulares. Las frecuencias se seleccionan de un grupo pre-determinado dentro del espectro disponible y cambian en un orden definido por una secuencia pseudo aleatoria, con características similares al ruido, de ahí el nombre de Secuencia de Pseudo-Ruido, PN (Pseudos-Noise). A cada bit en una Secuencia de Pseudos-Ruido se le llama chip. La idea de este nombre es diferenciar entre datos, expresados en bits, y códigos (secuencias dispersoras) que no portan ninguna información.

La secuencia de Pseudo-Ruido controla a un sintetizador de frecuencia usado para la generación de la portadora, en la siguiente figura se muestra un diagrama a bloques simplificado de un sistema de salto de frecuencia y sus formas de onda asociadas.

En este sistema durante la transmisión, los bits de información, están modulados en la banda base. Las secuencias de Pseudos-Ruido definen la secuencia de salto $\{f_1, f_2, f_3, \dots, f_n\}$ que se generará por un sintetizador de frecuencia para la transmisión a través de la interfaz de la aire como se muestra en esta figura:

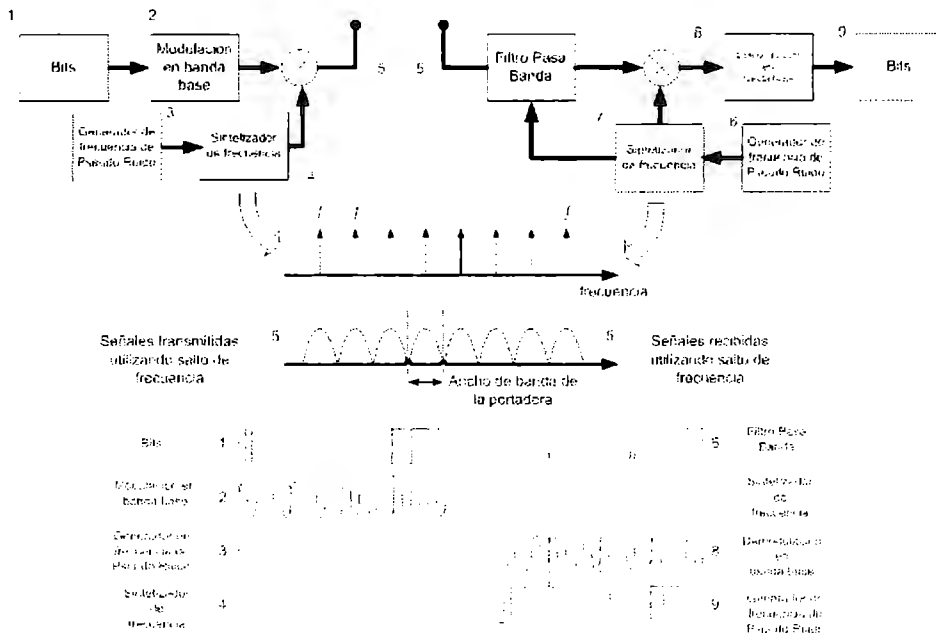


Fig .E Sistema de salto de frecuencia

En el lado de la recepción, el generador de secuencia de Pseudos-Ruido define la frecuencia central del filtro pasa-banda y la frecuencia para el proceso de de-modulación. La modulación, recepción y de-modulación tendrán éxito solo si ambos generadores de secuencia de Pseudos-Ruido son compatibles y están sintetizados. El número de frecuencias varía desde unas cuantas hasta varios miles. Hay otros posibles esquemas de implementación para los sistemas de salto en frecuencia.

Los sistemas de salto en frecuencia están usualmente clasificados en dos categorías, dependiendo en la tasa de salto:

- Salto de alta frecuencia, (*Fast Frequency Hopping, FFH*)

La tasa de salto es igual o mayor que la tasa de bits de la señal de banda base.

- Salto de baja frecuencia, (*Slow Frequency Hopping, SFH*)

La tasa de salto es menor que la tasa de bits de la señal de banda base.

Entre mayor privacidad y protección contra la interferencia se desee, mayor será la tasa de salto y el número de frecuencias requeridas.

D Dispersión del espectro por secuencia directa

La técnica de dispersión del espectro por secuencia directa es más utilizada debido a su facilidad de implementación. No requiere un circuito sintetizador de frecuencia de alta velocidad como lo requieren los sistemas de salto de frecuencia. Como su nombre lo indica, la dispersión del espectro se obtiene de la modulación directa de la portadora que lleva la secuencia de Pseudos-Ruido.

Esta técnica ocupa continuamente toda la banda de frecuencia disponible, a diferencia de FH. La modulación puede ser AM, FM o cualquier forma de modulación angular. En la práctica los esquemas de modulación más utilizados son modulación por fase, tales como BPSK, QPSK y sus variantes. Diferentes y más eficientes esquemas de modulación (en términos de bits por símbolo), tales como 8-PSK 16-QAM y 64-QAM, están siendo evaluados para futuras evoluciones de estándares CDMA, para lograr mayores capacidades de transmisión.

La siguiente figura muestra el diagrama de sistema de secuencia directa usando modulación BPSK. Las formas de onda se muestran en el fondo.

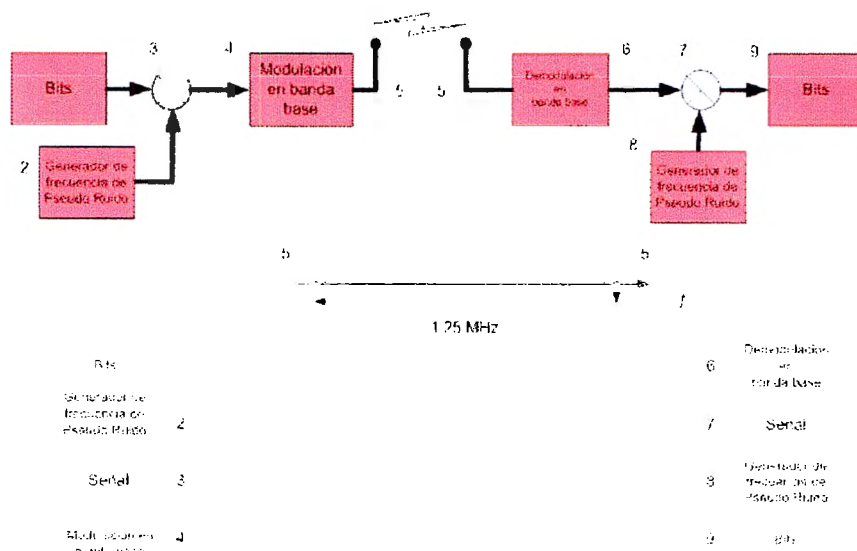


Fig.F Sistema de secuencia directa.

Se puede ver en la figura anterior, que los bits de información, generalmente de una señal digital de banda angosta se dispersan en una señal de banda ancha por medio de la secuencia de Pseudos-Ruido, y se transmiten después de ser modulados. En el receptor, la señal es de-modulada y agrupada por la secuencia de de Pseudos- Ruido

generada localmente. Al igual que los sistemas de salto en frecuencia, el transmisor y el receptor deben tener circuitos para garantizar la sincronía entre secuencias de pseudos-Ruido.

La señal de información (bits, por ejemplo voz digitalizada), se suma a la secuencia de pseudos-ruido usada para el proceso de dispersión del espectro. Esta es una suma modulo-2, la cual es una función lógica de una compuerta OR-exclusiva o XOR.

La siguiente figura muestra los diagramas que representan la función lógica XOR y su producto análogo:

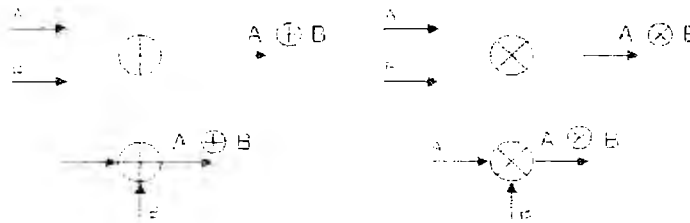


Fig.G Función lógica XOR y su producto análogo

La figura siguiente muestra la equivalencia entre la función lógica XOR y la el producto análogo por medio del desglose de los valores análogos "-1" y "1", respectivamente, a los valores binarios "1" y "0". Esta equivalencia es importante porque los valores análogos pueden llevar información tal como la ganancia.

A	B	$A \oplus B$
1	1	0
1	0	1
0	1	1
0	0	0

Fig.H Equivalente entre la función lógica XOR y su producto análogo

La siguiente figura muestra un diagrama del proceso de dispersión de secuencia directa usando un código de pseudos-Ruido particular, designado C_1 , o secuencia de Pseudo-Ruido.

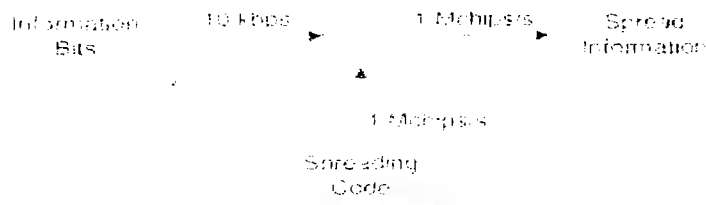


Fig.I Diagrama de la dispersión de secuencia directa.

La tasa de la secuencia de Pseudos-Ruido es generalmente más alta que la tasa de información. Por ejemplo, para una tasa de información de 10 kbps (kilobits por segundo), se aplica una tasa de código de 1 Mcps (Mega chips por segundo), produciendo una tasa de señal dispersa de 1 Mcps. En este caso, la función OR-exclusiva, usa 100 chips consecutivos del código C_1 para procesar cada bit de información, "0" o "1".

E Ganancia de Procesamiento P_G

En los sistemas de espectro disperso, la señal transmitida es reagrupada en el receptor, regresándola a su ancho de banda original. Esto se hace a través de la correlación entre la señal recibida y las secuencias de Pseudo-Ruido generadas localmente. Para reagrupar y recuperar la señal, el receptor debe identificar la secuencia generada localmente que concuerda con la secuencia transmitida, o sea, que ambas señales tienen que ser idénticas y deben estar sincronizadas. Otras señales presentes en la entrada del receptor, tales como ruido e interferencia, permanecen dispersas. La energía de estas señales es reducida en el filtro pasa-banda después del proceso de correlación.

El proceso de re-agrupamiento fortalece la señal deseada en relación con las otras señales. La ganancia de procesamiento permite la cuantización de la ganancia debida a la re-agrupación, y es definida como la tasa de la SNR en la salida con la tasa de la SNR de la entrada del procesador de señales, como se muestra en la figura que se muestra a continuación:

$$SNR_{in} \cdot P_{in} = SNR_{out} \cdot P_{out}$$

Fig. J Cálculo de la ganancia de procesamiento

Si los valores son expresados en dB, la ganancia de procesamiento está definida por la siguiente expresión:

$$P_G = (dB) = SNR_{out} (dB) - SNR_{in} (dB)$$

De acuerdo con la ecuación anterior un procesador de señales con una SNR_{out} de 10 dB y una SNR_{in} de 4 dB tiene una ganancia de procesamiento de 6 dB. La relación entre el ancho de banda total transmitido B_{RF} y la tasa de bit de la señal de información R_{info} puede también expresar la ganancia de procesamiento en un sistema que emplea bandas de frecuencia contiguas.

$$P_G = B_{RF} / R_{info}$$

F Ganancia de procesamiento en sistemas de salto de frecuencia

La ecuación: $P_G = B_{RF} / R_{info}$ no aplica en sistemas de salto de frecuencia porque esta técnica utiliza una portadora de banda angosta / banda ancha diferente en cada intervalo, lo cual hace que el uso de W_{RF} (todo el ancho de banda transmitido) no sea posible en el cálculo de la ganancia de procesamiento.

La ganancia de procesamiento para sistemas de salto de frecuencia se puede definir como el número de frecuencias disponibles para saltar.

$$P_G = N_{freq}$$

O en dB

$$P_G = 10 \log_{10} (N_{freq})$$

De acuerdo con las ecuaciones anteriores, el proceso de ganancia se incrementa con el número de frecuencias disponibles. La disponibilidad de más frecuencias para saltar también disminuye la interferencia en cada frecuencia específica, lo cual es que, reduce la densidad espectral de potencia, asumiendo que la potencia de la interferencia esta dispersa sobre el ancho de banda total.

G Ganancia de procesamiento para los sistemas de secuencia directa

Un sistema de secuencia directa usa una frecuencia de una sola portadora, por lo cual esta ecuación: $P_G = B_{RF} / R_{Info}$ puede ser aplicada directamente para calcular la ganancia de procesamiento. El ancho de banda requerido para transmitir la información, es idéntico a la tasa de información, gracias a los eficientes esquemas de modulación. Entonces la ganancia de procesamiento puede ser definida por la siguiente expresión:

$$P_G = R_{PN} / R_{Info}$$

R_{PN} = tasa de chip de la información dispersa (igual a la tasa de la secuencia)

R_{Info} = tasa de bit de la señal de información

Considerando la ganancia de procesamiento en dB:

$$P_G = 10 \log_{10} (R_{PN} / R_{Info})$$

De acuerdo con la ecuación anterior para una tasa de información dispersa R_{PN} de 1 Mcps (Megachip por segundo) y una tasa de información de 10 kbps, la ganancia de procesamiento es 100, o 20 dB., como se ve en la siguiente figura:

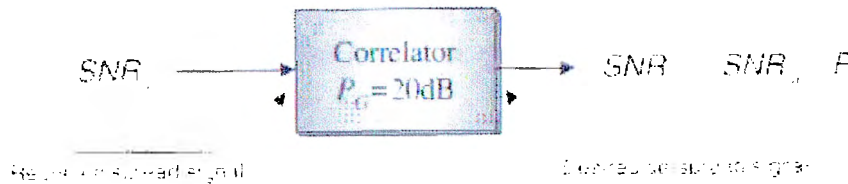


Fig. K Correlacionador con ganancia de procesamiento

H. Dispersión y Re-agrupamiento de la señal CDMA de secuencia directa

Los sistemas CDMA de secuencia directa no cambian la frecuencia central en el tiempo como los sistemas de salto. Una modulación específica con una tasa alta de transmisión es aplicada a la tasa baja de información de cada usuario. En la salida del modulador, o circuito lógico OR-exclusivo, los datos tienen la misma tasa de transmisión que el código. Esta es una la parte de dispersión del proceso.

La siguiente figura ilustra el concepto de una transmisión CDMA de secuencia directa. Todos los usuarios comparten la misma banda frecuencia simultáneamente, entonces no es posible distinguirlos uno del otro filtrando en el dominio del tiempo o de la frecuencia, como se podría en FDMA o TDMA, respectivamente.

En los sistemas CDMA, los códigos son asignados a cada usuario para poder distinguirlos a uno del otro. Se utiliza los códigos de Walsh en el enlace de subida y las secuencias de Pseudo-Ruido con un corrimiento en fase son utilizadas en la enlace de bajada. Una elección cuidadosa de códigos es capaz de minimizar la interferencia con múltiples usuarios.

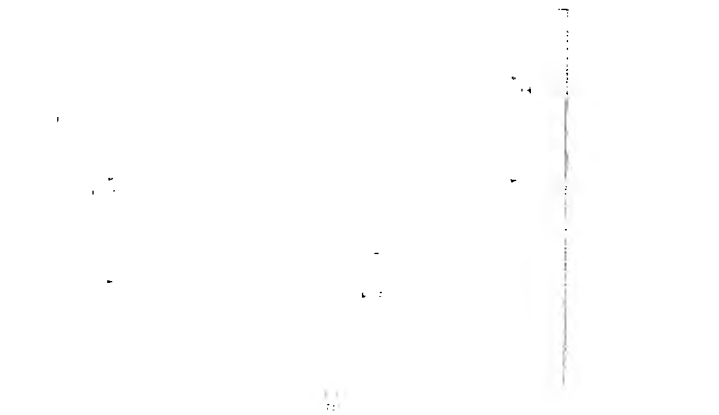


Fig. L. Dispersión del espectro en los sistemas CDMA con secuencia directa

Las dos figuras anteriores indican que cada señal transmitida $s_i(t)$ esta modulada por un código $c_i(t)$.



Fig. M Transmisor CDMA con secuencia directa

Todas las señales codificadas, las cuales corresponden a símbolos de modulación que muestran información de amplitud y ganancia, se combinan en la banda base. El resultado de esta operación modula la portadora como se ilustra en la siguiente ecuación:

$$S_{TX}(t) = [s_1(t) c_1(t) + s_2(t) c_2(t) + \dots + s_n(t) c_n(t)] A \cos(\omega_c t)$$

o

$$S_{TX}(t) = [\sum_{i=1}^n s_i(t) c_i(t)] A \cos(\omega_c t)$$

Donde:

$s_i(t)$ = señal de usuario número i

$c_i(t)$ = código número i

La antena transmite una serie de canales apilados, modulando la misma portadora RF. La antena de recepción captura la misma señal que, a pesar de que este atenuada, todavía porta todos los canales apilados, como se muestra en la figura:

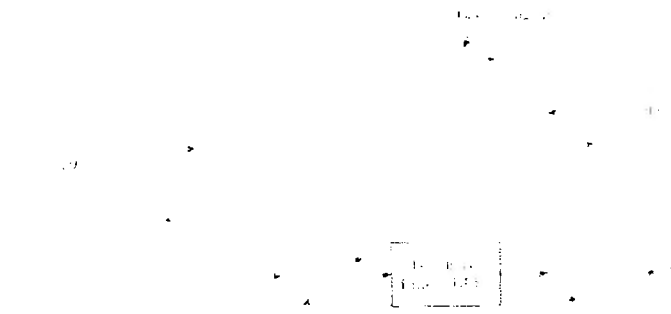


Fig. N Receptor CDMA con secuencia directa

La figura anterior muestra el proceso de re-agrupamiento y el de de-modulación usados para recuperar la señal de un solo canal de comunicaciones de un usuario. La de-modulación simultánea de varios canales puede ser representada repitiendo este diagrama varias veces, usando tantos códigos como el número de usuarios activos. La señal recibida siempre consiste en la suma de todos los canales de comunicaciones en uso dentro de la misma portadora. En el dominio de la frecuencia, o incluso en el dominio del tiempo los canales de transmisión de CDMA aparecen apilados.

Para re-agrupar un canal dado, los dos códigos $c_i(t)$ generados por el transmisor y por el receptor deben estar sincronizados. El re-agrupamiento se produce a partir de la multiplicación de la señal recibida por el código asociado con el canal deseado, como se ilustra en las siguientes ecuaciones:

$$S_{RX}(t) c_i(t) = [s_1(t) c_1(t) + s_2(t) c_2(t) + \dots + s_n(t) c_n(t)] A' \cos(w_c t) c_i(t)$$

o

$$S_{TX}(t) c_i(t) = \{ [\sum_{i=2}^n s_i(t) c_i(t)] + s_1(t) c_1(t) \} A' \cos(w_c t) c_i(t)$$

Entonces:

$$S_{RX}(t) c_i(t) = [\sum_{i=2}^n s_i(t) c_i(t)] A' \cos(w_c t) + [s_1(t) c_1(t)] A' \cos(w_c t)$$

Pero:

$$c_i(t) c_i(t) = 1 \quad \text{y} \quad c_i(t) c_j(t) \neq 1$$

Cuando l es diferente de 1 entonces:

$$S_{RX}(t) c_1(t) = \left[\sum_{i=2}^n s_i(t) c_i(t) \right] A' \cos(w_c t) + s_1(t) A' \cos(w_c t)$$

La expresión en corchetes representa la suma de todas las señales dispersas no deseadas de usuario, las cuales pueden causar interferencia con el usuario 1. La última parte de la ecuación, $s_1(t) A' \cos(w_c t)$, representa la señal deseada, o sea, la señal reagrupada del usuario 1.

Si los códigos generados por el transmisor y por el receptor están sincronizados, el re-agrupamiento de la señal deseada (incluyendo información de amplitud) se completa y la señal es de-modulada a su ancho de banda original. Otras señales utilizando diferentes códigos se mantienen dispersas en el espectro. El filtro pasa-banda anteriormente mostrado rechaza la mayoría de la energía de los señales de interferencia.

Los canales que se mantiene dispersos son considerados como interferentes para el usuario 1 y determinan la relación señal a ruido SNR en la salida del co-relacionador. La SNR determina la capacidad del canal cuando los parámetros específicos se han fijado. Por ejemplo, si consideramos una tasa de datos máxima de 9.6 kbps y una tasa de código de 1.2288 Mcps (Megachips por segundo). La ganancia de procesamiento, en este caso, es 21 dB, o 128 veces en escala lineal. Considerando una SNR_{out} de 7 dB como adecuada para una buena comunicación, una SNR_{in} de -14 dB puede ser calculada utilizando la siguiente ecuación:

$$SNR_{out} (dB) = SNR_{in} (dB) + P_G = (dB)$$

Esto significa que el nivel de la señal deseado puede estar 14 dB por debajo de la interferencia causada por la suma de la interferencia causada por otros usuarios y por el ruido. La siguiente figura resume el desempeño de los procesos de dispersión y modulación en los sistemas CDMA:

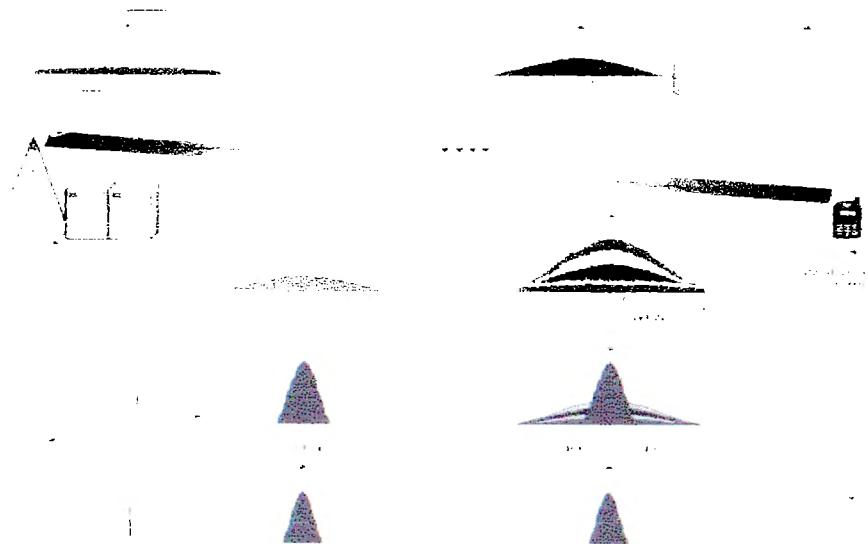


Fig. 0 Pasos del proceso de un sistema CDMA

Anexo 2. Crecimiento de la telefonía celular en México

En 2004 la telefonía celular tuvo un crecimiento récord en el número de usuarios, que superó incluso el auge registrado en 2000, impulsado entonces por la puesta en marcha del sistema "el que llama paga" (en mayo de 1999). La guerra de tarifas, junto con la introducción de innovaciones; el beneficio de la movilidad; nuevas funcionalidades, como la integración de cámaras; el auge en mensajes cortos, logos, tonos, canciones y juegos, así como el ataque frontal al mercado juvenil y a nichos específicos, al igual que promocionales, lograron impactar al consumidor. Tal cifra se compara con la cantidad acumulada en el récord anterior, de 2000, que fue de seis millones 344 mil nuevos clientes, con lo que se pasó de un cifra total de siete millones 730 mil usuarios en 1999 a 14 millones 74 mil al cierre de 2000.

De acuerdo con información proporcionada por Telcel, Telefónica Móviles México, Iusacell y Unefon, al cierre de 2004 la industria contó con un total de 37 millones 354 mil usuarios, lo que implica un aumento de 26.4 por ciento contra los 23 millones 444 mil con que terminó 2003. En lo que respecta a Iusacell ellos mostraron movimientos a la alza al pasar de 1.3 millones de clientes en 2003 a un millón 460 mil al cierre de 2004. Se mantiene como uno de los subsectores más dinámicos en telecomunicaciones, tanto por el crecimiento de sus usuarios como por el tráfico. Los diferentes concesionarios continúan compitiendo a través de paquetes tarifarios atractivos para los usuarios, con el fin de incrementar su participación en el mercado, lo que ha ocasionado una reducción de 29% y 14% en las tarifas de las modalidades de postpago y prepago, respectivamente al segundo trimestre de 2005.

El número de minutos en las redes de los concesionarios de telefonía celular/PCS presentó un aumento de 35.1% con relación al segundo trimestre de 2004, y el de usuarios se ubicó en 42.53 millones al cierre de junio, lo que significa un incremento de 27.8%, es decir, 1.65 millones de usuarios. Con este valor, la teledensidad en telefonía celular/ PCS se ubica en aproximadamente 40 líneas por cada 100 habitantes.¹⁷

La siguiente gráfica muestra el número total de usuarios y sus incrementos de forma trimestral desde el 2001 al segundo trimestre del 2005

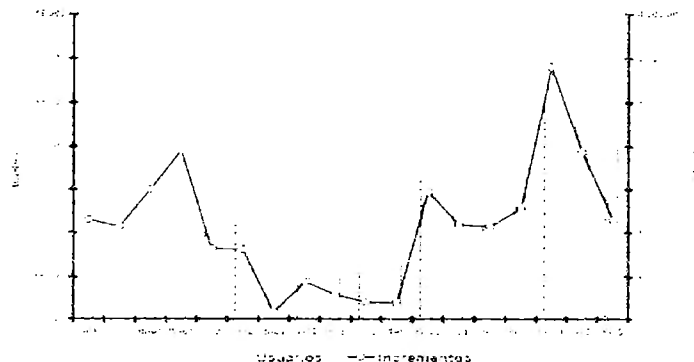


Fig. P Telefonía celular. Total de Usuarios e Incrementos¹⁸

¹⁷ Dirección General de Tarifas e Integración Estadística, Cofetel con información proporcionada por los concesionarios

¹⁸ Fuente: Dirección General de Tarifas e Integración Estadística, Cofetel con información proporcionada por los concesionarios

La siguiente gráfica muestra la variación porcentual anual en miles de minutos de forma trimestral desde el 2001 al segundo trimestre del 2005.

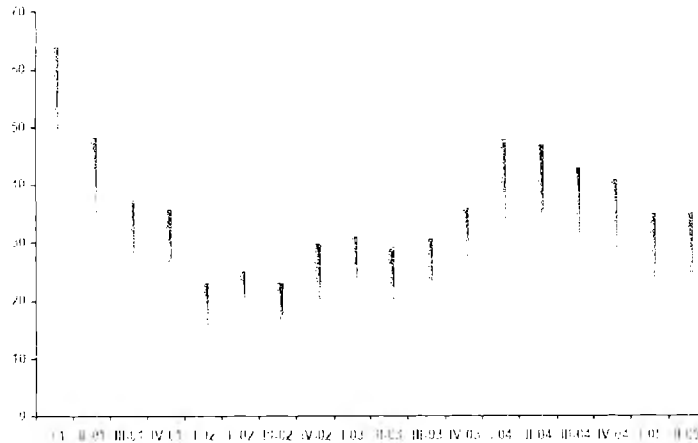


Fig. Q Telefonía celular. Variación porcentual anual (miles de minutos)¹⁹

Anexo 3. Estudio de tráfico vehicular en la Ciudad de México

A continuación se presentan las principales definiciones en lo que respecta a vías más transitadas de la Ciudad de México.

Red vial primaria

El DF cuenta con una red vial cuya longitud es cercana a los 10 mil 200 kilómetros, de ésta cerca del 9% (913 kilómetros) corresponde a la vialidad primaria, formada por las vías de acceso controlado (171.42 kilómetros), los ejes viales (421.16 kilómetros)⁹ y las arterias principales (320.57 kilómetros)²⁰. El resto, poco más de 9 mil 269 kilómetros, corresponde a la vialidad secundaria.

Vías de acceso controlado

Son vialidades que satisfacen la demanda de movilidad continua de grandes volúmenes de tránsito vehicular, cuentan con accesos y salidas a los carriles centrales en lugares de mayor demanda y en su enlace con vialidades importantes, cuentan con distribuidores viales o pasos a desnivel; son consideradas la columna vertebral de la red vial. Estas vialidades satisfacen la demanda de movilidad continua de grandes volúmenes de tránsito vehicular.

Vías anulares. Son Anillo Periférico y Circuito Interior, éstas tienen la función primordial, en la movilidad de la Ciudad, de distribuir el tránsito de largo recorrido.

Los Viaductos. Son vías de acceso controlado y flujo continuo cuya función es comunicar altas demandas de viajes a puntos específicos de la Ciudad, éstos son el Viaducto Miguel Alemán, Río Becerra y Viaducto Tlalpan.

⁹ Fuente: Dirección General de Tarifas e Integración Estadística, Cofetel con información proporcionada por los concesionarios

²⁰ De acuerdo con el Plan Rector de Vialidad de la Ciudad de México actualmente hay construidos 328.60 Km.

Vías radiales. Son vialidades de circulación continua que satisfacen la demanda de viajes que tienen como origen o destino el centro de la Ciudad. Las vías radiales son Calzada Ignacio Zaragoza, Aquiles Serdán, Río San Joaquín, Av. Gran Canal y Calzada de Tlalpan.

Ejes viales

Son vialidades semaforizadas que forman una retícula a todo lo largo y ancho de la Ciudad. Esta red fue diseñada con carriles exclusivos para autobuses del transporte público en el sentido preferencial y en contra flujo, permitiendo la comunicación directa al Metro. Los ejes viales son 31, con una longitud total planeada de 514 kilómetros de los cuales, de acuerdo con el Plan Rector de Vialidad de la Ciudad de México, actualmente hay construidos únicamente 328.60 kilómetros, que se distribuyen de la siguiente forma: 6 al norte, 10 al sur, 7 al oriente, 7 al poniente y el Eje Central.

Vías principales

Son vías que por sus características geométricas y su capacidad para mover grandes volúmenes de tránsito, enlazan y articulan gran cantidad de viajes. Estas vialidades complementan la estructura de la red vial primaria y se caracterizan por su continuidad y sección transversal constante; este tipo de vialidades varían en su trazo y condiciones de operación de acuerdo a la zona geográfica en que se ubican. Así, en el oriente existe una amplia red, a diferencia de las zonas sur-poniente y norponiente donde su número es reducido debido a la accidentada topografía. Y en el sentido norte sur hay carencia de vías que faciliten la distribución de los flujos vehiculares, las existentes tienen una traza en sentido oriente-poniente (como Sta. Lucía Centenario, Las Águilas y Desierto de los Leones), que operan deficientemente. Existe un total de 30 vías principales con una longitud de 205 kilómetros.

Red vial secundaria

Son vías colectoras que enlazan a los diferentes centros urbanos con la red vial primaria, se estima en 9 mil 557 kilómetros de longitud²¹. La administración de ésta red está a cargo de las delegaciones del Distrito Federal.

Red vial terciaria o local

Son vías no continuas que facilitan la movilidad dentro las zonas habitacionales o predios particulares, su estructura no está diseñada para recibir tránsito intenso y pesado.

Sistemas de tráfico y control vial

²¹ El Plan Rector de Vialidad la longitud de la vialidad secundaria se estima en 12 mil 500 kilómetros. Y en las nuevas mediciones de la SETRAVI se calcula en 10 mil 182.216 kilómetros.

El objetivo primordial de la SSP en materia de transporte, es optimizar el control de tránsito y promover un movimiento seguro y ordenado de personas y vehículos en la Ciudad de México; considerando la acelerada tasa de crecimiento en la población del parque vehicular en la Ciudad, la SSP debe recurrir a las innovaciones tecnológicas más poderosas para alcanzar su objetivo.

Semaforización

La herramienta principal que tiene la SSP es la Red de Semáforos, la cual está constituida por 3 mil 076 intersecciones semaforizadas, clasificadas en dos grandes sistemas:

Red de Semáforos electrónicos

Compuesta por 1 mil 810 intersecciones controladas por equipos con reloj de alta precisión, independientes entre sí, coordinados mediante un Dispositivo Automático de Actualización de Horario, con lo que se puede garantizar el funcionamiento de los equipos.

Red de semáforos computarizados

Compuesta por 1 mil 246 intersecciones semaforizadas, de las cuales 300 pertenecen al nuevo sistema adaptativo para el Control de Tránsito. Este sistema se implantó recientemente en la Ciudad de México con el propósito fundamental de eliminar las "barreras" de coordinación existentes entre los sistemas electrónico y computarizado, ya que, debido a la diferencia tecnológica, no era posible obtener coordinación y tránsito continuo en determinados corredores viales. Además, el sistema adaptativo cuenta con un Programa Maestro para el Control del Tránsito, basado en un sistema experto (SCATS), con el cual es posible obtener una optimización en la programación automática de los controles, así como tres formas básicas de operación según las condiciones en cada caso:

- **Aislado:** Totalmente actuado o con los tiempos preestablecidos.
- **Flexible:** Con parámetros mínimos y máximos establecidos, adecuándose los tiempos de verde a la demanda.
- **Master:** Diseñando pequeñas redes de características homogéneas regidas por una intersección crítica.

La red de semáforos computarizados forma parte del Centro Computarizado de Control Vial de la Ciudad de México, compuesto por otros dos subsistemas: El Circuito Cerrado de Televisión (CCTV), que opera con 172 cámaras de video, de resolución a color, operadas a control remoto desde el centro de control, con movimientos de 360 grados en plano horizontal y 120 grados en plano vertical, así como con un zoom de acercamiento de casi 600 m. El objetivo del CCTV es observar las variaciones de la demanda vehicular y todos los incidentes que ocurren en la vía pública y que tengan repercusión en el tránsito.

Por otra parte cuenta con el Sistema de Señales Dinámicas, que está compuesto por 20 tableros electrónicos colocados en puntos de decisión de los principales corredores de acceso al centro de la Ciudad, a través de los cuales se proporciona información a los conductores sobre las condiciones del tránsito y las posibles rutas alternas en caso que existan conflictos viales.

El tiempo total por demoras que se acumulan en cada viaje es el principal indicador que engloba la problemática del transporte en la Ciudad, ya sea público o privado, de pasajeros o carga. En el ámbito metropolitano las demoras son críticas en tres periodos al día, en los que, para algunos usuarios del transporte público, es mayor el tiempo ocasionado por demoras que el que pasarían a bordo de los vehiculos.

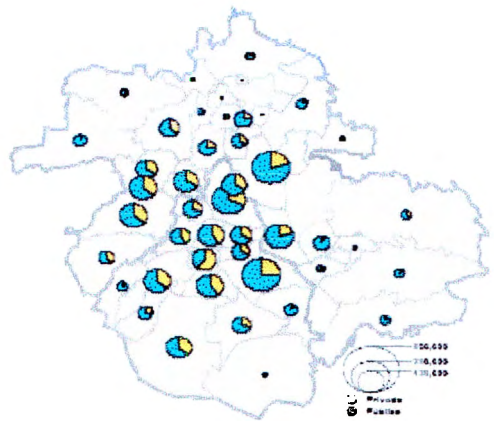


Fig. R Zonas de mayor demora públicas y privadas²²

Lo anterior es resultado, en parte, de la falta de planeación, pues el transporte se ha adaptado al crecimiento y expansión desmedida de la mancha urbana.

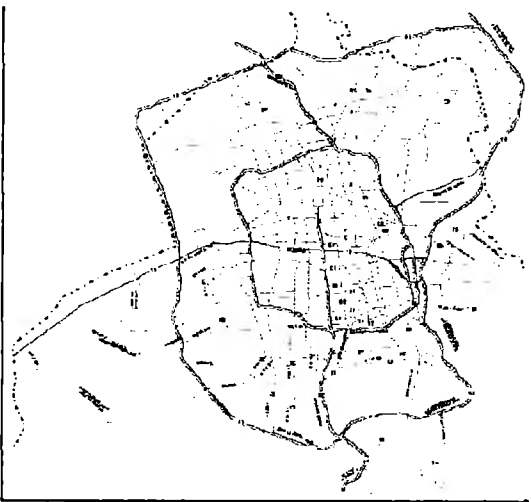


Fig. S Red Vial de la ciudad de México²³

²² Fuente: Setravi
²³ Fuente: Setravi

Inventario de la infraestructura vial del Distrito Federal (Km) ²⁴

Vialidades Totales	
Periférico	58.83
Circuito Interior	42.98
Calzada de Tlalpan	17.7
Viaducto	12.25
Viaducto R. Becerra	1.87
Calzada I Zaragoza	14.12
Radial Aquiles Serdán	9.8
Radial Río San Joaquín	5.46
Gran Canal	8.41
-Subtotal	171.42
-Ejes Viales	421.16
-Arterias Principales	320.57
Total de la Vialidad Primaria	913.15
Total de la Vialidad Secundaria	9,269.00
RED VIALTOTAL	10,182.21

Fig. T. Tabla de la Infraestructura vial del D.F. Fuente : SETRAVI

A continuación se muestran los principales cruces conflictivos de la Ciudad de México que pueden ser candidatos para la instalación de las cámaras de tráfico.

²⁴ Se refiere a vialidades primarias que no son de acceso controlado ni ejes viales, como Insurgentes y Reforma, entre otras.

Principales Cruces de la Ciudad de México

No.	Punto Conflictivo- Ubicación	Delegación
1	A. PERIFÉRICO PONIENTE - AV. BARRANCA DEL MUERTO	ÁLVARO OBREGÓN B. JUÁREZ
2	EJE 5 SUR (AV. SAN ANTONIO) - EJE 5 PONIENTE	ÁLVARO OBREGÓN
3	BARRANCA DEL MUERTO - AV. REVOLUCIÓN	ÁLVARO OBREGÓN B. JUÁREZ
4	INSURGENTES SUR - BARRANCA DEL MUERTO	ÁLVARO OBREGÓN B. JUÁREZ
5	EJE 3 NORTE - CAMARONES	AZCAPOTZALCO
6	CIRCUITO INTERIOR - AV. REVOLUCIÓN - MOLINOS	BENITO JUÁREZ
7	CIRCUITO INTERIOR - AV. CUAUHTÉMOC (EJE 1 PONIENTE)	BENITO JUÁREZ - COYOACÁN
8	CIRCUITO INTERIOR LATERALES - CALZADA DE TLALPAN	BENITO JUÁREZ - COYOACÁN
9	VIADUCTO M. ALEMÁN LATERALES - CALZADA DE TLALPAN	B. JUÁREZ - IZTACALCO - CUAUH.
10	CIRCUITO INTERIOR - EJE 1 ORIENTE ANDRÉS MOLINA ENRIQUEZ	COYOACÁN - IZTAPALAPA
11	EJE 2 ORIENTE - EJE 1 ORIENTE - CALZ. DEL HUESO	COYOACÁN - TLALPAN
12	CANAL DE MIRAMONTES - CALZ. DE LA VIRGEN	COYOACÁN
13	CANAL DE MIRAMONTES - CALZ. TASQUEÑA	COYOACÁN
14	AV. UNIVERSIDAD - VITO ALESSIO ROBLES	COYOACÁN
15	EJE 10 SUR - CERRO DE AGUA	COYOACÁN
16	CALZADA DE TLALPAN - DIVISIÓN DEL NORTE	COYOACÁN
17	CARRETERA MÉXICO TOLUCA - ECHÁNOVE	CUAJIMALPA
18	INSURGENTES NORTE - EULALIA GUZMÁN (EJE 2 NORT E)	CUAUHTÉMOC
19	DE LA REFORMA - EJE 1 PONIENTE	CUAUHTÉMOC
20	A. PERIFÉRICO NORTE - AV. CENTENARIO (EJE 1 Y 2 ORIENTE)	GUSTAVO A. MADERO
21	EJE 5 NORTE - EJE CENTRAL	GUSTAVO A. MADERO
22	EJE CENTRAL - EJE 6 NORTE	GUSTAVO A. MADERO
23	EJE 3 ORIENTE - EJE 5 NORTE	GUSTAVO A. MADERO
24	VIADUCTO RÍO DE LA PIEDAD - CALZ. I. ZARAGOZA	IZTACALCO - V. CARRANZA
25	A. PERIFÉRICO - CALLE 5 DE MAYO	IZTAPALAPA
26	EJE 3 ORIENTE - EJE 8 SUR (ERMITA IZTAPALAPA)	IZTAPALAPA
27	AV. STA. CRUZ MEYEHUALCO - ERMITA IZTAPALAPA	IZTAPALAPA
28	A. PERIFÉRICO - AV. DEL CONSCRIPTO	MIGUEL HIDALGO
29	MARINA NACIONAL - MARIANO ESCOBEDO	MIGUEL HIDALGO
30	CANAL DE MIRAMONTES - AV. ACOXPA	TLALPAN
31	INSURGENTES SUR Y AV. SAN FERNANDO	TLALPAN
32	CIRCUITO INTERIOR - AV. FRAY SERVANDO T. DE MIER - AV. 8	VENUSTIANO CARRANZA
33	EJE 3 ORIENTE - AV. FRAY SERVANDO TERESA DE MIER	VENUSTIANO CARRANZA

Fig. U Principales cruces de la Ciudad de México Fuente: SETRAVI

Anexo 4. Especificaciones del Enrutador Linksys®.

Características

- Cumple con los estándares 802.11g y 802.11b (2.4Ghz)
- Cuenta con protección de acceso inalámbrico WPA (Wi-Fi Protected Access)
- Funciones de administración de seguridad en Internet incluyendo Políticas de Acceso a Internet con Calendarios de tiempo.
- Todos los puertos LAN soportan Auto-Crossover (MDI/MDI-X) No tiene la necesidad de tener cables Crossover
- Compatible con la tecnología CENTRINO de Intel.
- 1 Puerto de Internet 10/100 RJ-45
- 4 Puertos de Red de Area Local 10/100 RJ-45
- Tipo de Cable: UTP CAT5
- Potencia RF de Salida de 18 dBm

Anexo 5. Como convertirse en desarrollador BREW

Para convertirse en un desarrollador con categoría "BREW Developer" y de esta forma poder someter a evaluación a aplicación desarrollada y poder hacer pruebas en dispositivos físicos se deberá de cumplir un proceso de autenticación. El proceso consta de cuatro partes:

1. Solicitar el ID de documento autenticado de BREW.
2. Completar el formulario de inscripción de distribuidor independiente de software (ISV) de BREW, revisar y aceptar el acuerdo de los desarrolladores "BREW Developer Agreement".
3. Inscribirse con el centro de evaluaciones externo a BREW, "National Software Testing Laboratory" (NSTL).
4. Revisar las pautas de operadores.
5. Hacer los pagos correspondientes (Aproximadamente \$400 USD por año)

Una vez autenticados, los desarrolladores pueden gozar de todos los beneficios que ofrece el programa de alianza "BREW Alliance Program." Los miembros inscritos de la empresa de desarrollo recibirán un nombre de usuario y contraseña que les conferirá acceso a diversos beneficios y herramientas para la categoría "BREW Developer", los cuales podrán encontrar en la sección protegida por contraseña del sitio Web BREW.qualcomm.com, conocida como la red Extranet de los desarrolladores BREW, este beneficio no lo tienen los desarrolladores no registrados.

La mayoría de los operadores BREW exigen que los desarrolladores firmen el acuerdo de los desarrolladores del operador antes de aceptar las aplicaciones BREW en sus catálogos comerciales.

Anexo 6. Acrónimos

3GP	Third generation platform
ADS	Application download server
AM-SSB	Amplitude Modulation Single-Side Band
AMPS	Advanced Mobile Phone Service
AN	Access Network
AT	Access Terminal
BSs	Base Stations
BER	Bit Error Rate
BREW	Binary Runtime Environment for Wireless
BPSK	Binary Phase Shift Keying
CDMA	Code Division Multiple Access
C/I	Carrier to Signal Interference
D-AMPS	Digital AMPS
EVDO	Evolution Data Only
FDMA	Frequency Division Multiple Access
FFH	Fast Frequency Hopping,
FH	Frequency Hopping
FTP	File Transfer Protocol
GSM	Global System for Mobile Communications
HDML	Handheld Device Markup Language)
HRPD	High Rate Packed Data
HTTP	Hyper Text Transfer Protocol
IP	Internet Protocol
J2M	Java 2 Platform Micro Edition
MAC	Media Access Control
MPEG	Moving Picture Experts Group
N-AMPS	Narrowband AMPS
NMS	Nordic Mobile System
PCS	Personal Communication Systems
PDA	Personal Digital Assistant
PDC	Personal Digital Communications
PDSN	Packet Switch Data Network
PHP	Personal Home Page
PN	Pseudo-Noise

QPSK	Quadrature Phase Shift Keying
RTSP	Real Time Streaming Protocol
SFH	Slow Frequency Hopping,
SQL	Structured Query Language
SNR	Signal to Noise Ratio
S-QCIF	Sub Quarter Common Intermediate Format
TDMA	Time Division Multiple Access
TH	Time Hopping
WAE	Wireless Application Environment
WAP	Wireless Application Protocol
WML	Wireless Markup Language
WSL	Wireless Session Layer
WTLS	Wireless Transport Layer Security
WTP	Wireless Transport Layer
VM	Virtual Machine

Anexo 7. Esqueleto del código de la aplicación

A continuación se muestra un diagrama a bloques que facilitará la comprensión de las rutinas y las opciones de la aplicación basadas en las decisiones del usuario.

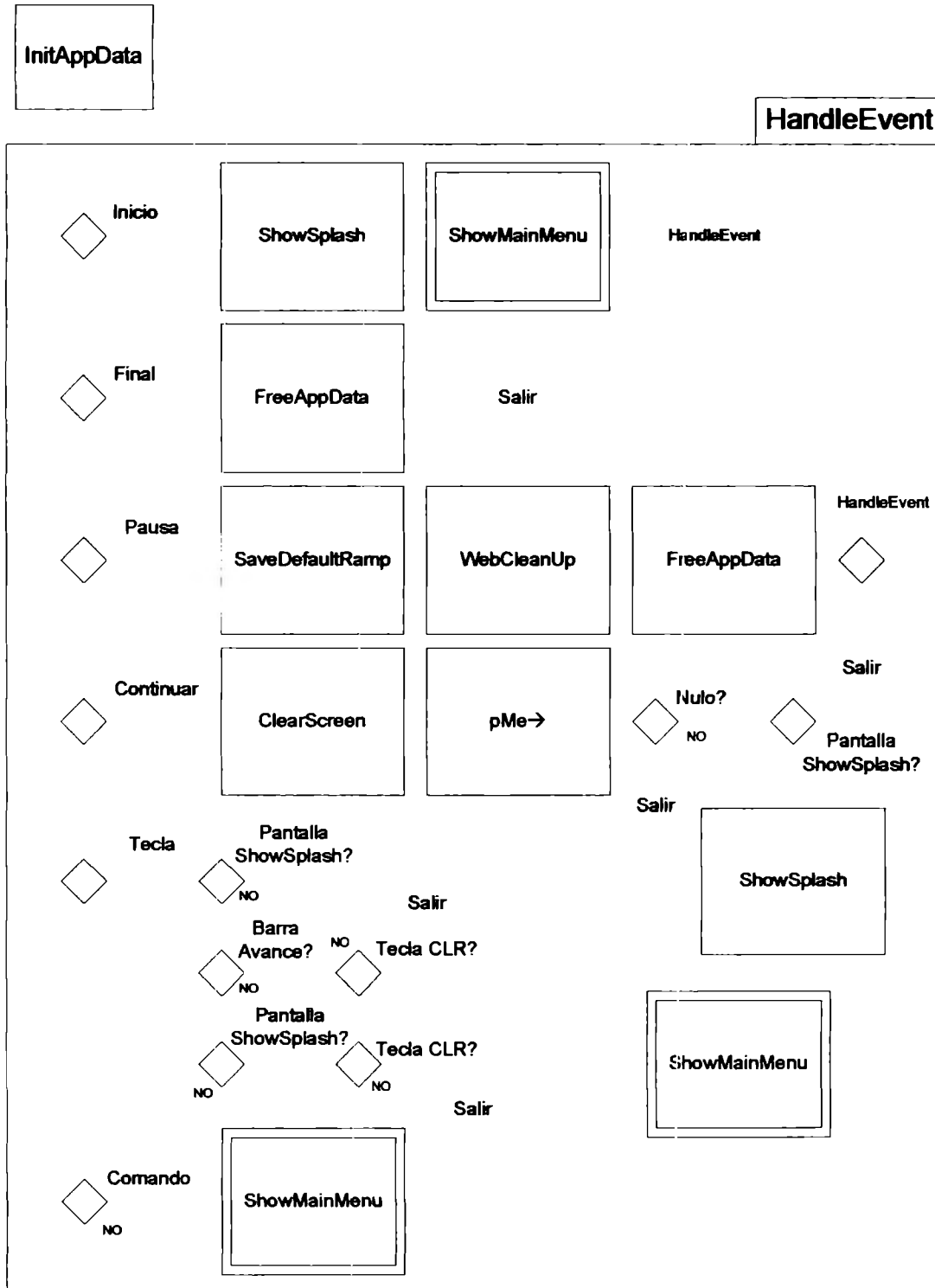


Fig. V Diagrama a bloques de la aplicación BREW.

InitAppData

Primer comando que se ejecuta al inicio del programa después de la definición de variables.

- Crea apuntadores para todos los controles que va a necesitar el programa

HandleEvent

Este comando monitorea si se produce cualquier entrada por medio del teclado. Se ejecuta al inicio del programa

- Espera a que el usuario oprima alguna tecla

Las opciones que este comando espera son:

Inicio.-Esta opción se ejecuta cuando se escoge la aplicación en el catálogo.

Final.-Se ejecuta cuando se decide salir del programa

Pausa.-Se ejecuta cuando se recibe algún evento externo como una llamada.

Continuar.-Regresa a la acción que se estaba haciendo cuando se salió del programa.

Tecla.-Se ejecuta cuando se oprime alguna tecla del 1 al 9 o se oprimen las dos teclas de los extremos inferiores.

Comando.-Se ejecuta cuando se oprime las dos teclas de los extremos superiores.

ShowSplash

Pantalla que aparece cuando se selecciona la aplicación en el catálogo.

- Muestra una imagen mientras se carga el programa durante el tiempo que se indica

ShowMainMenu

Esta función llama al archivo que contiene las opciones de menú

- Muestra el archivo modificable.

FreeAppData

Esta función se ejecuta cuando se va salir del programa, y se encarga de liberar los recursos borrando los apuntadores generados al principio del programa.

- Limpia la memoria antes de salir

SaveDefaultRamp

Esta función se ejecuta antes de salir del programa y sirve para que cuando se vuelva a entrar al programa se cuente con la misma configuración.

- Guarda el estado de los controles del programa

WebCleanUp

Esta función hace que cuando se reingrese al programa no se tengan valores anteriores en el navegador.

- Borra la información de red

ClearScreen

Se utiliza para que cuando se entre de nuevo al programa no haya información capturada previamente.

- Limpia todo el texto ingresado

pMe→

En esta opción se llama a la subrutina que se estaba ejecutando en el momento en que se salió del programa, o se generó alguna interrupción.

- Apuntador general del programa

Anexo 8. Índice de tablas e imágenes

Fig. 1 Descripción del primer objetivo	5
Fig.2 Señal de video – servidor	6
Fig.3 Descripción esquemática del modelo de comunicación entre el servidor de video y el dispositivo móvil	6
Fig.4 Diagrama esquemático del sistema a implementar	7
Fig. 5 Sistema de telefonía celular	9
Fig. 6 Implementación de un sistema de telefonía celular	10
Fig. 7 Evolución de las comunicaciones inalámbricas	12
Fig. 8 Modelo Cliente - Servidor	15
Fig. 9 Arquitectura HTML	18
Fig. 10 Arquitectura WML	18
Fig. 11 Procesamiento de imágenes para envío de imágenes en tiempo real	22
Fig. 12 Desarrollo del proyecto	24
Fig. 13 Estructura física de la cámara y conexión	25
Fig. 14 Enrutador utilizado para pruebas iniciales	25
Fig. 15 Rango visual de la cámara	25
Fig. 16 Imagen de la cámara vista con un navegador	26
Fig. 17 Ventana principal del software utilizado para el almacenamiento de las imágenes	26
Fig. 18 Localización remota de la cámara por medio de la IP asignada	26
Fig. 19 Almacenamiento de las imágenes en formato .AVI	27
Fig. 20 Reproducción de imágenes en formato .AVI	27
Fig. 21 Enrutador utilizado (Linksys® modelo WRT54G)	28
Fig. 22 Conexión al módem inalámbrico de Banda ancha con Tecnología Wi-Max	28
Fig. 23 Conexión a los dispositivos. (Servidor RTSP, Cámara IP)	28
Fig. 24 Dirección predefinida del Enrutador	29
Fig. 25 Ventana de Contraseña del Enrutador	29
Fig. 26 Configuración de las Aplicaciones manejadas por el Enrutador.	30
Fig. 27 Función del Codificador de Imágenes	30
Fig. 28 Software de Codificación de Imágenes	31
Fig. 29 Conversión de Imágenes avi a 3gp	31
Fig. 30 Almacenamiento de imágenes .3GP	32
Fig. 31 Archivo en formato 3gp	32
Fig. 32 Ventana principal del software del Servidor FTP	33
Fig. 33 Ventana de acceso al Servidor HTTP	33
Fig. 34 Ventana de cambio de privilegios de los archivos	34
Fig. 35 Ventana de acceso al Servidor RTSP	34
Fig. 66 Ventana de configuración de puertos del Servidor RTSP	35
Fig. 37 Ventana de configuración de peticiones al Servidor RTSP	35
Fig. 39 Cadena de conexión para Visual Studio 2005	37
Fig. 40 Cadena de conexión y funcionamiento de PHP	37
Fig. 41 Servicios WAMP	39
Fig. 43 Generación de la aplicación	46
Fig. 44 Relación de módulos BREW	46
Fig. 45 Ventana de instalación de los drivers	48
Fig. 46 Configuración del modelo de teléfono	48

Fig. 47 Configuración del puerto donde se conectó el teléfono	48
Fig. 48 Acceso a los archivos de video del teléfono	49
Fig. 49 Acceso a los archivos BREW del teléfono	49
Fig. 50 Ventana principal del simulador BREW versión 3.1.5	50
Fig. 51 Ventana del editor de archivos mif	50
Fig. 52 Catálogo de aplicaciones con el archivo mif de la aplicación	51
Fig. 53 Ventana temporal previa al inicio del programa	51
Fig. 54 Archivo modificable	51
Fig. 55 Ventana resultante del archivo modificable	52
Fig. 56 Ventana temporal previa a la apertura de la primera página	52
Fig. 57 Ventana resultante de la primera página	52
Fig. 58 Segunda opción del menú	53
Fig. 59 Ventana previa a la segunda página	53
Fig. 60 Ventana resultante la segunda página	53
Fig. 61 Petición de video en tiempo real de un usuario remoto	54
Fig. 62 Inicio de conexión al video	54
Fig. 63 Reproducción inmediata del video en tiempo real	55
Fig. 64 Vista de video en tiempo real en dispositivo móvil	55
Fig. 65 Simulador WAP: Menú principal del portal	56
Fig. 66 Simulador WAP: Imagen refrescada en el portal	56
Fig. A. Señal transmitida mostrada en el dominio de la frecuencia.	61
Fig.B Tabla de tecnología y esquema de modulación.	63
Fig.C Secuencia directa	63
Fig. D Salto de frecuencia	63
Fig. E Sistema de salto de frecuencia	64
Fig.F Sistema de secuencia directa.	65
Fig.G Función lógica XOR y su producto análogo	66
Fig.H Equivalente entre la función lógica XOR y su producto análogo	66
Fig.I Diagrama de la dispersión de secuencia directa.	66
Fig. J Cálculo de la ganancia de procesamiento	67
Fig. K Correlacionador con ganancia de procesamiento	68
Fig. L. Dispersión del espectro en los sistemas CDMA con secuencia directa	69
Fig. M Transmisor CDMA con secuencia directa	69
Fig. N Receptor CDMA con secuencia directa	70
Fig. O Pasos del proceso de un sistema CDMA	71
Fig. P Telefonía celular. Total de Usuarios e incrementos	72
Fig. Q Telefonía celular. Variación porcentual anual (miles de minutos)	73
Fig. R Zonas de mayor demora públicas y privadas	76
Fig. S Red Vial de la ciudad de México	76
Fig. T. Tabla de la infraestructura vial del D.F.Fuente : SETRAVI	77
Fig. U Principales cruces de la Ciudad de México Fuente: SETRAVI	78
Fig. V Diagrama a bloques de la aplicación BREW.	82