



TS
384.5
D671w

F06855

TS
384.5
D671w

F06855



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO
BIBLIOTECA
FACULTAD DE INFORMÁTICA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO
BIBLIOTECA
FACULTAD DE INFORMÁTICA



Universidad Autónoma de Querétaro

Facultad de Informática

WLL
Wireless Local Loop
Enlace Local Inalámbrico

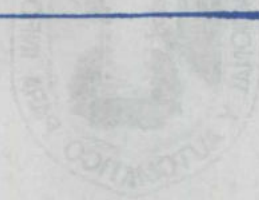
TESINA
Que para obtener el Título de
Licenciado en Informática
Presenta

Ruben Octavio Domínguez Camacho

Centro Universitario
Santiago de Querétaro Qro, Abril del 2000.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO
BIBLIOTECA
FACULTAD DE INFORMÁTICA

No. Adq. F06855
Clasif. TS384.5
Cutter D671w





Universidad Autónoma de Querétaro
Facultad de Informática



CARTA DE ACEPTACIÓN

Por este medio, se otorga constancia de aceptación de tesina para obtener el título de Licenciado en Informática, que presenta el pasante **RUBEN OCTAVIO DOMÍNGUEZ CAMACHO** con el tema denominado *Enlace Local Inalámbrico WLL*.

Este trabajo fue desarrollado como una investigación derivada del curso de titulación "**SISTEMA OPERATIVO UNIX I**" – Nivel **Introdutorio**, dando cumplimiento a uno de los requisitos contemplados en el artículo 34 del reglamento de titulación vigente, en lo referente a la opción de titulación por realización y aprobación de cursos de actualización.

Se extiende la presente para los fines legales a que haya lugar y para su inclusión en todos los ejemplares impresos de la tesina, a los veintitrés días del mes de noviembre de mil novecientos noventa y nueve.

ATENTAMENTE

ING. JUAN GABRIEL FRANCO DELGADO
PROFR. CURSO DE TITULACIÓN

Agradecimiento

Este agradecimiento esta dedicado a todas las personas que en su momento, me ayudaron de alguna manera para poder llegar a concluir mi carrera, se deben de incluir todas y cada una de ellas que me apoyaron con las más simples acciones como consejos, llamadas de atención, asesorías, platicas, comentarios, enseñanzas o cualquier otra cuestión, así como también los que me brindaron un lugar dentro de ellos para poder convivir y hacer menos pesada y más alegre esta etapa de mi vida.

A mis maestros, compañeros y amigos de pupitre, debido a que de ellos recibí un gran apoyo a lo largo de toda mi carrera, tanto moral como académico en algún momento.

Les agradezco de esta manera debido a que, tal vez sería injusto si en este momento no llegara recordar a todos y cada uno de ustedes, pero de esta manera no excluyo a nadie y con todos estoy muy agradecido. Espero lo comprendan.

Le doy gracias a Dios por darme la oportunidad de vivir y de haber concluido satisfactoriamente una etapa de mi vida y así mismo por haberme puesto en una gran familia, ya que en más de algún momento necesite de ellos y siempre me brindaron su apoyo, desde una persona muy querida para mí, que fue mi abuelito Benjamín (q,e,p,d), que creo que desde ahí empezó mi educación hasta las nuevas personas que ahora integran mi familia, sin dejar pasar a mis abuelitas, a todos mis tíos y tías, mis primos y primas, mis hermanos, y la otra gran parte de mi que son mis Padres.

A ellos un reconocimiento especial, porque me han brindado el tesoro más valioso que se le puede ofrecer a un hijo, Amor. Siempre estuvieron preocupados por mi formación y educación sin escatimar esfuerzo alguno, sacrificando gran parte de su vida. Teniendo la ilusión, de ver a su hijo convertido en persona de provecho con una carrera profesional. Tal vez nunca les pueda llegar a remunerar de ninguna manera todo ese gran esfuerzo y apoyo que han hecho para formarme, pero este título que ahora obtenemos juntos, es dedicado con mucho amor para ellos.

Lo único que espero es que este logro que yo he obtenido junto con mi familia, y que anteriormente ya habían logrado mis primas, les ayude a mi hermano, mis primos y algunas otras personas cercanas a nosotros, para que logren concluir su carrera profesional, cuesta trabajo y esfuerzo pero estoy seguro que lo lograrán.

Gracias a todos por compartir la alegría de este logro y espero en un futuro poder ayudar y apoyar de la mejor manera a todos mis seres queridos.

Muchas Gracias

PREFACIO

El presente trabajo Titulado *WLL (Enlace Local Inalámbrico)*, contempla temas actualizados, que nos brindaran un apoyo en lo que se refiere al entendimiento de la instalación y despliegue de líneas telefónicas inalámbricas. Que poco a poco ganara más mercado y desplazará a las líneas terrestres actuales a un segundo plano.

En la actualidad esta tecnología se encuentra en desarrollo, con algunos proyectos ya trabajando con tecnologías como son *CDMA* (Múltiple Acceso por División del Código) y *TDMA* (Múltiple Acceso por División del Tiempo). En Europa, Asia y específicamente en Japón tiene buen auge, y se proyecta como un gran avance en telecomunicaciones, debido a los servicios que ofrece y ofrecerá en los próximos años.

En el capítulo primero se presentan algunos conceptos básicos, las generaciones por las que ha pasado esta tecnología, el crecimiento que se proyecta para el año 2005, algunas razones costo beneficio que brinda, su arquitectura y temas interesantes de cómo trabaja y los resultado que hasta ahora esta brindando.

En los capítulos segundo y tercero, se tiene una completa referencia de lo que son las tres tecnologías más usadas para los Enlaces Locales Inalámbricos, estas son *CDMA*, *TDMA* y *PHS*. Sus características, deficiencias, ventajas, desventajas, aplicaciones y las direcciones futuras de *WLL*.

En el capítulo cuarto se presenta algunos otros temas complementarios importantes de *WLL*, su mercado, economía, la comparación de los sistemas que están hasta nuestros días trabajando. Por último en el capítulo quinto se da un ejemplo práctico que hoy en día está utilizando, la tecnología de *WLL* con una empresa internacionalmente reconocida como es *NOKIA*. Haciendo referencia a los servicios que puede ofrecer, la capacidad que brinda y algunas otras características importantes de su desenvolvimiento.

INDICE

PREFACIO

INTRODUCCIÓN

Capítulo I. Conceptos Básicos

| | | |
|------|--|----------|
| 1.1 | Definición. | Pag. 2. |
| 1.2 | ¿Qué es un <i>WLL</i> ? | Pag. 2. |
| 1.3 | Breve Reseña Histórica de <i>WLL</i> | Pag. 3. |
| 1.4 | Emisiones Fundamentales | Pag. 4. |
| 1.5 | Generaciones Evolutivas del desarrollo de <i>WLL</i> | Pag. 5. |
| 1.6 | Características de cómo Opera <i>WLL</i> | Pag. 8. |
| 1.7 | Razón costo beneficio de <i>WLL</i> | Pag. 9. |
| | 1.7.1 Planificación | Pag. 9. |
| | 1.7.2 Instalación | Pag. 10. |
| | 1.7.3 Mantenimiento | Pag. 10. |
| | 1.7.4 Flexibilidad | Pag. 10. |
| 1.8 | El <i>WLL</i> abre mercado local a la competencia | Pag. 12. |
| 1.9 | Arquitectura | Pag. 14. |
| 1.10 | Nuevas tecnologías a escoger en Latinoamérica | Pag. 16. |
| 1.11 | La revolución del Enlace Local Inalámbrico | Pag. 18. |
| 1.12 | <i>WLL</i> sacudiendo la tecnología | Pag. 20. |
| | 1.12.1 Celular Analógico | Pag. 22. |
| | 1.12.2 Celular Digital | Pag. 23. |

Capítulo II. Tecnologías *CDMA* – *TDMA*

| | | |
|-----|---|----------|
| 2.1 | <i>TDMA</i> (Acceso Múltiple por División del Tiempo) | Pag. 25. |
| 2.2 | <i>CDMA</i> (Acceso Múltiple por División de Código) | Pag. 30. |
| | 2.2.1 ¿Qué es el Spread Spectrum? | Pag. 30. |
| | 2.2.2 <i>FH</i> – <i>CDMA</i> | Pag. 32. |

| | | |
|-------|---|----------|
| 2.2.3 | <i>DS – CDMA</i> | Pag. 33. |
| | 2.2.3.1 Protocolos del <i>DS – CDMA</i> | Pag. 35. |
| 2.2.4 | <i>B-CDMA</i> | Pag. 36. |
| 2.2.5 | Algunas aplicaciones de <i>CDMA</i> | Pag. 38. |
| 2.3 | Ventajas de <i>CDMA</i> respecto a <i>TDMA</i> . | Pag. 39. |
| 2.4 | Operadores de <i>WLL</i> ¿Qué están ellos experimentando? | Pag. 41. |
| 2.5 | Direcciones futuras para <i>WLL</i> | Pag. 47. |

Capítulo III. Sistema Telefónico Personal (*PHS*)

| | | |
|-----|---|----------|
| 3.1 | ¿Qué es <i>PHS</i> ? | Pag. 49. |
| 3.2 | Interés en <i>PHS</i> en crecer Mundialmente | Pag. 50. |
| 3.3 | ¿Por qué <i>WLL</i> Inalámbrico? | Pag. 51. |
| | 3.3.1 Calidad de Voz | Pag. 51. |
| | 3.3.2 Costos bajos para la unidad de suscriptores | Pag. 52. |
| | 3.3.3 Flexibilidad para una amplia gama de opciones | Pag. 52. |
| | 3.3.4 Diseño Aerodinámico de <i>WLL</i> | Pag. 53. |
| | 3.3.5 El rango del sistema celular no va más allá de 10 km. | Pag. 55. |
| 3.4 | Antenas inteligentes extienden el poder de <i>PHS</i> | Pag. 56. |
| 3.5 | Una extensión lógica del concepto <i>PHS</i> | Pag. 59. |
| | 3.5.1 Rango y Cobertura | Pag. 59. |
| | 3.5.2 Capacidad | Pag. 59. |
| | 3.5.3 Entrega de instalaciones a tiempo en el mundo real | Pag. 62. |

Capítulo IV. Temas Complementarios de *WLL*

| | | |
|-----|------------------------------------|----------|
| 4.1 | Economía de <i>WLL</i> | Pag. 64. |
| 4.2 | Mercado de <i>WLL</i> | Pag. 66. |
| 4.3 | Segmentos de Mercado | Pag. 69. |
| 4.4 | Apreciación global | Pag. 70. |
| 4.5 | Comparación de sistemas <i>WLL</i> | Pag. 71. |

Capítulo V. Sistemas WLL funcionando hoy en día

| | | |
|------|--|----------|
| 5.1 | La solución flexible para la red | Pag. 75. |
| 5.2 | ¿Dónde se centra la solución de NOKIA? | Pag. 75. |
| 5.3 | ¿Por qué utilizar la tecnología WLL con NOKIA? | Pag. 76. |
| 5.4 | ¿Por qué utilizar la tecnología GSM para WLL? | Pag. 77. |
| 5.5 | Servicios que los sistemas pueden brindarle | Pag. 78. |
| 5.6 | Características que ofrece la Central Telefónica Local | Pag. 80. |
| 5.7 | Su estilo moderno se ajusta a los hogares hoy en día | Pag. 81. |
| 5.8 | Solución de acceso WLL GSM/DCS de NOKIA | Pag. 81. |
| 5.9 | Los beneficios más importantes de las soluciones <i>WLL NOKIA</i> | Pag. 81. |
| 5.10 | Una red para acceso a servicios de radiofonía o aquellos que se transmiten por cable. | Pag. 82. |
| 5.11 | DAXNODE 5000 WLL | Pag. 83. |
| 5.12 | ¿Que capacidad puede manejar la red WLL de NOKIA? | Pag. 84. |
| 5.13 | ¿Cuál es la cobertura de los sistemas WLL NOKIA? | Pag. 84. |
| 5.14 | En vistas al futuro con NOKIA | Pag. 85. |
| 5.15 | LMDS: Ampliando los horizontes para WLL | Pag. 86. |
| 5.16 | Soluciones WLL de AMD | Pag. 86. |
| | 5.16.1 AMD y el futuro de la tecnología WLL | Pag. 87. |

CONCLUSIÓN

GLOSARIO DE TÉRMINOS

BIBLIOGRAFÍA

INTRODUCCION

Las Comunicaciones Inalámbricas (Wireless Communications) han atravesado en menos de dos décadas por una evolución de tres generaciones, motivada principalmente por la vertiginosa demanda de movilidad y portatibilidad en las comunicaciones.

En lugar de usar los tradicionales cableados de cobre, *WLL* ofrece la conexión del teléfono del suscriptor hacia la central telefónica por medio de radio. En la actualidad existen varias tecnologías *WLL* operando en diferentes frecuencias. La mayoría de ellos funciona de forma parecida con la del sistema celular, pero no permite que el suscriptor cuente con movilidad.

El uso de diversas estaciones radio base, cada una de las cuales cubre una determinada área llamada "célula" garantiza la cobertura de toda la región de interés, tal como ocurre con la arquitectura de la telefonía celular móvil.

Sin embargo, debido a la movilidad restrictiva de la terminal del suscriptor, los sofisticados algoritmos para Hand Off (movilidad entre células) son innecesarios y la conexión a una central común de telefonía pública es posible en general. Parece cierto que las previsiones hechas en 1996 por *WLL* eran muy optimistas, aquí tomamos una visión de los problemas que *WLL* enfrentará en las próximas emisiones, estas dictarán su progreso para los años siguientes.

Capítulo I Conceptos Básicos

1.1 Definición

A veces llamado *Radio de Enlace* (RITL) o *Radio de Acceso Fijo* (FRA) o *Enlace Local Inalámbrico (WLL)*: Es un sistema que conecta suscriptores públicos, cambia la red del teléfono (PSTN) usando señales de radio como un suplente por el cable de cobre, de todo o parte de la conexión entre el suscriptor y el interruptor. Éste incluye sistemas de acceso de inalámbrico, acceso fijo propiedad de radio y sistemas fijos celulares.

1.2 ¿Qué es un WLL?

El *Enlace local* se refiere a la conexión de esa "última milla", entre los proveedores de servicios locales y la casa o el negocio de los usuarios finales.

Para aquellos acostumbrados al servicio del teléfono extendido, es difícil imaginar que regiones enteras alrededor del mundo tengan que pasar varias generaciones para hacer su primer llamada telefónica. Particularmente en Asia Pacífico y América del Sur, inmensas poblaciones han crecido rápidamente en gran escala al despliegue de los servicios iniciales telefónicos. En muchos países igualmente la fuerte demanda va creciendo por una segunda línea de servicio de datos. Dichos casos, son un pequeño incentivo para continuar con el proceso tradicional de colocación extensa de cable.

Los empresarios como los operadores no pueden sacrificar la calidad de sus servicios gracias ahora a la tecnología inalámbrica *WLL* (*Enlace Local Inalámbrico*).

1.3 Breve Reseña Histórica

En 1996 apareció el *Enlace Local Inalámbrico (WLL)* ha sido destinado para un dramático crecimiento a nivel que rivalizaría muy pronto con los sistemas celulares, en cuanto a números de clientes y gasto de equipo se refiere. Algunos analistas predicen que habrá hasta 170 millones de líneas instaladas para el año 2000, de Sistemas *WLL*. Pero al principio de 1998 parece que muchas de estas predicciones eran optimistas. Según analistas especializados prevén que es difícil de cumplir y parece poco probable, debido a que hasta la fecha, hay sólo algunos millones de suscriptores *WLL* en el mundo (Así mismo determinan poco probable que se rebase el millón de suscriptores) y el crecimiento es lento relativamente al momento. En el Reino Unido donde se emitieron en algunas licencias en 1993, sólo dos compañías, Ionica y Atlántico, han lanzado conectar la red de computadoras con un sistema *WLL* y ambas compañías tienen menos de 20.000 suscriptores. Ionica recientemente lanzó algunas partes existentes al mercado y estas han visto una caída dramática en su valor, se encontraban a un sexta parte del precio en que había sido su lanzamiento.

1.4 Emisiones Fundamentales

Finalmente, la opción entre una conexión inalámbrica y una conexión móvil son los grandes costos. En principio *WLL* debe poder ofrecer a los suscriptores, los medios más económicos, estas tres opciones.

- *WLL* debe ser más barato que un sistema móvil, porque debe tener cierto número de estaciones base,
- Proporcionar buena calidad de voz, debido a que ésta baja dramáticamente cuando se montan en el lado de la casa antenas direccionales. Lo que parece ser el caso con operadores móviles ya que ha limitado el éxito en el mercado fijo.
- La economía relativa entre el sistema cableado y *WLL* es más compleja, depende crucialmente de la penetración y los costos de la labor en el país.

De acuerdo con análisis realizados, los costos típicos de excavar caminos comparados con costos típicos de despliegues *WLL*, por un rango de densidades diferentes de hogares y niveles de penetración, que son simples de construir y típicamente muestran que la instalación de *WLL* es menos caro que instalar sistemas cableados, sobre todo donde la penetración esperada es baja.

La otra emisión fundamental de *WLL* es la necesidad de dos licencias para el Gobierno, una para ofrecer el servicio de telecomunicaciones y la otra para usar el espectro de la radio. El espectro radial es un artículo escaso, y su falta entorpecerá el trabajo de los operadores de *WLL* en muchos países.

Los principios sugerirían que *WLL* desplegará más fuertemente en países en desarrollo, donde se instalaron pequeñas bases de cableado y donde el Espectro es menos congestionado.

1.5 Generaciones Evolutivas del Desarrollo de WLL.

La primera generación de los sistemas de comunicación inalámbrica, fue concebida en la década de los años setenta y, por tanto, estuvo basada en tecnologías analógicas.

Hoy en día esta generación se encuentra compuesta por sistemas maduros y ampliamente usados en todo el mundo.

La segunda generación de los sistemas de comunicación inalámbrica inicia con nuevas tecnologías digitales de acceso múltiple como el *TDA (Time Division Multiple Access; Acceso Múltiple por División del Tiempo.)*

En esta generación se mejoran algunos aspectos no previstos en los sistemas anteriores, como es la capacidad de usuarios, mayor calidad y menor costo en los servicios.

Cabe destacar que los sistemas en esta generación hicieron su aparición en los inicios de los años noventa y en nuestros días existen más de 30 millones de usuarios; la mayoría de ellos en Europa.

Además de los sistemas de telefonía celular digital, también emergen los sistemas de telefonía inalámbrica como el *PHS (Personal Handy Phone System)* en Japón y, el *DECT (Digital European Cordless Telephone)* en Europa.

Asimismo, aparecen aplicaciones para la transmisión de datos como los sistemas de doble vía, y el uso de tecnologías basadas en la modulación *Spread Spectrum (Extensión del Espectro)* para redes locales inalámbricas o *WLAN (Wireless Local Area Network; Redes de Area Local Inalámbricas)*.

Mientras que en la tercera generación aparecen las comunicaciones personales, móviles y universales. Importantes investigaciones y desarrollos en el mundo convergen a esta evolución, por ejemplo en Estados Unidos los sistemas de la tercera generación son los *PCS (Personal Communications Systems; Sistemas de*

Comunicación Personal.) En Europa se está desarrollando el *UMTS (Universal Mobile Telecommunications Systems; Sistemas de Telecomunicaciones Móviles y Universales)* y por otro lado, la ITU propone el *IMT-2000 (International Mobile Communications at Year 2000; Comunicaciones Móviles Internacionales año 2000)*.

En esta generación los sistemas *WLL (Wireless Local Loop; Enlace Local Inalámbrico)* Usando *CDMA (Code Division Multiple Access; Múltiple Acceso por División de Código)* o *TDMA (Múltiple Acceso por División del Tiempo)*, podrán ser aplicados e implementados de manera rápida y con un costo beneficio favorable para países con poca infraestructura en telecomunicaciones, como es el caso de América Latina.

Basado en la arquitectura empleada para la telefonía celular móvil, el *WLL* usa estaciones radio base conectadas a centrales comunes de conmutación pública, para que por vía radio pueda alcanzar el terminal fijo del suscriptor en su residencia o en su oficina.

Las principales ventajas que este tipo de técnica de acceso ofrece son relevantes para las operadoras en términos de costo de implantación y mantenimiento. No obstante, el *WLL* no es un servicio en sí, sino apenas una técnica de acceso. Su elección, en detrimento de otras tecnologías, debe llevar en consideración objetivos específicos de mercado y características de aplicación, que varían en cada área de actuación de una operadora.

1.6 Características de cómo opera WLL

- El nuevo sistema opera mediante un teléfono (el mismo que se utiliza en las conexiones por sistema de cableado), un pequeño equipo en forma de caja y una antena.
- El teléfono se conecta a la caja mencionada y también al transformador mediante la red de energía eléctrica. El consumo eléctrico del equipo es muy bajo, menos de 8 wats, aproximadamente lo mismo que una radiograbadora simple.
- Además, el equipo incluye una batería que permite, en caso de corte de energía eléctrica, mantener activo el teléfono durante cinco horas.

- La antena permite realizar el enlace con la Central correspondiente, quedando reemplazado, de esta manera, el tradicional borne "físico" por un borne inalámbrico.
- Excepto por la forma de conexión con la Central, el servicio telefónico que se presta por el nuevo sistema es igual al que se presta a través del cable.

1.7 Razón Costo Beneficio de *WLL*

WLL sustituye lo costoso de las conexiones de cable con base radio, basado en ligas (Links). Esta conexión vital ha sido tradicionalmente el aspecto más costoso de un sistema en las comunicaciones globales, por tres razones importantes:

1.7.1 Planificación:

Comparado con una línea de cableado normal (Wireline), la tecnología *WLL* proporciona operadores con un gran margen de error en estimación, de donde la demanda futura se desarrollará. Si las instalaciones de cable son costosas y subsecuentemente son abandonadas o reubicadas en otra área, la inversión inicial regularmente es pérdida al instante.

1.7.2 Instalación:

La instalación es más rápida, en realidad significa el retorno más rápido de la inversión. Igualmente importante, los sistemas *WLL* pueden expandirse, comprimirse y reconfigurarse con relativa facilidad comparado con la costosa modificación de un despliegue permanente de una línea de cableado.

1.7.3 Mantenimiento:

WLL obviamente es mucho menos costoso en lo que a mantenimiento se refiere. Debido a que no es posible que sufran algún daño las instalaciones porque todas se encuentran en el aire. Los problemas a los que se han enfrentado los operadores de las líneas de cableado normal son debido al mal tiempo, a la construcción y a los desastres naturales. Porque sufren algún desperfecto en algunas de sus instalaciones, ya que sus partes se encuentran todas en el ámbito de la tierra ósea al nivel de todos.

1.7.4 Flexibilidad

Es el atributo importante o clave de la estrategia *WLL*. Una vez tomada la decisión de emplear *WLL*, las opciones reales empiezan porque cada mercado y región presenta parámetros diferentes por integración.

Se han aplicado una gran variedad de configuraciones del sistema e interfaces aéreas mundiales para redireccionar consideraciones tan importantes como:

- Requerimientos de voz y datos.
- Escenarios rurales, urbanos o suburbanos.
- Limitaciones de Espectro disponible.
- Características únicas del terreno.
- Niveles aceptables de protección y calidad.
- Compatibilidad con la infraestructura existente.

En los países que se encuentran en vías de desarrollo, o que ya están en desarrollo, los operadores evalúan sistemas *WLL* usando una variedad de tecnologías de interfaces aéreas.

Hoy en día, las tres tecnologías que más ampliamente desplegaron es DECT (Telefonía Digital Inalámbrica Europea), *CDMA* (Múltiple Acceso por División de Código) y *PHS* (Sistema Personal Telefónico). De ellos *PHS* aparece mejor, satisfaciendo el concepto de *WLL* completamente, debido a que es flexible, rápido y los medios son eficaces para suministrar servicio a usuarios mediante su pago. *PHS* también aparece actualmente ganando el mejor momento.

1.8 El *WLL* abre el mercado local a la competición

La tecnología de acceso digital para las comunicaciones inalámbricas está siendo actualmente discutida en muchas partes del mundo. *WLL* es una importante tecnología que permite servicios telefónicos que incrementan más el desarrollo de los diferentes países que los sistemas cableados. Las capacidades de un sistema *WLL* están basados en la aplicación *TDMA (IS-54)*, el *CDMA (IS-95A)* y el *ETSI GSM* las cuales son comparadas dependiendo de las necesidades e instalaciones existentes

Una infraestructura eficiente de telecomunicaciones es esencial para el desarrollo económico.

Mientras los servicios de banda ancha, multimedios móviles y la constante evolución de Internet continúan apareciendo en los titulares de prensa, es fácil olvidar que mucha gente en el mundo latino no tiene acceso ni siquiera al servicio de teléfono básico. El costo y las limitaciones estratégicas de enfoques tradicionales hacia el acceso, aplicado dentro de un ambiente estrechamente controlado, han excluido a muchos individuos y sectores de la sociedad de los beneficios económicos y sociales que las telecomunicaciones pueden traer.

Los adelantos recientes en las tecnologías del *Acceso Inalámbrico Fijo (WLL Wireless Local Loop)* prometen cambiar, trayendo servicios telefónicos de alta calidad a los anteriormente utilizados. Dentro del contexto de América Latina, estas tecnologías también están ayudando a lograr varios de los objetivos núcleos de la política de telecomunicaciones para la región, tal como aumentar rápidamente la teledensidad (la densidad de penetración de teléfonos), y cumpliendo con las obligaciones del servicio universal (*Universal Services Obligations*), mientras que preservan simultáneamente el valor y eficiencia del Espectro Radial.

Según un estudio realizado por un consejero de sistemas de radio en Norte Cala, esencialmente hay dos factores claves que conducen el despliegue del *WLL* en América Latina. Primeramente, hay una demanda enorme todavía insatisfecha para el servicio telefónico básico en la región. Segundo, la legislación que fomenta la provisión competitiva de acceso empieza a surgir, permitiendo a los nuevos investigadores competir efectivamente con operadores ya establecidos

1.9 Arquitectura

Desde zonas urbanas muy pobladas, hasta ubicaciones remotas, el sistema suministra alta calidad de voz, privacidad y transparencia para los servicios de las centrales públicas.

La confiabilidad y seguridad de las comunicaciones se deben al sistema de Espectro Expandido por Salto de Frecuencia, tecnología desarrollada originariamente para aplicaciones militares y que hoy han sido adoptadas para aplicaciones de telecomunicaciones.

La arquitectura del sistema incluye el módulo *RPCU (Radio Port Control Unit; Unidad de Control del Puerto de Radio)* que conecta las Centrales Públicas vía troncales por un lado, y los dispositivos inalámbricos *RPU (Radio Port Units; Unidades de Puertos de Radio)* por el otro.

Cada suscriptor tiene su conexión a las unidades aéreas, que pueden ser de diferentes tipos:

- *FAU*, (Fixed Access Unit; Unidad de Acceso Fijo) que abastece a una o dos líneas.
- *FAM*, (Fixed Access Multiplexer; Multiplexor de Acceso Fijo) que abastece hasta 32 líneas.

- IAU, para enlaces de tipo ISDN

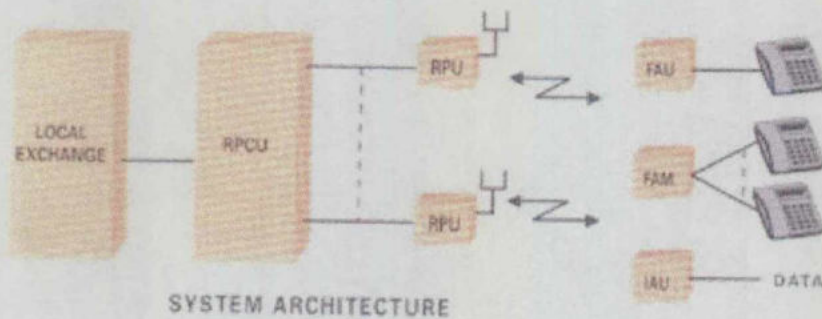


Fig. 1 Arquitectura del Sistema.

Cada módulo *RPCU* permite un tráfico de hasta 1500 suscriptores. La conexión de cada *RPU* a la *RPCU* se realiza mediante dos pares de hilo de cobre, lo que simplifica enormemente la instalación de las unidades.

El *Enlace Local Inalámbrico WLL*, se ha establecido como un novedoso sistema de acceso. Puede ser desplegado rápidamente, superar obstáculos topológicos y orográficos y representa una inversión inicial de bajo costo para los operadores.

1.10 Nuevas tecnologías a escoger en Latinoamérica

Se percibe un interés muy fuerte por esta tecnología que es sin duda la que permitirá la expansión de las redes de acceso telefónico con costos reducidos y muy controlables.

Un continente que tiene una relativamente baja tasa de penetración telefónica con relación a los países más desarrollados tiene por delante importantes inversiones en la expansión de sus redes y precisamente el acceso local es la parte más importante de la inversión. Una baja en los precios de esta parte, como surge del empleo del *WLL*, repercutirá entonces muy favorablemente en el empleo de desarrollos.

También permitirá una mayor universalidad del servicio y especialmente en las zonas de menores ingresos. Es en esas zonas, periféricas de los centros urbanos, donde los costos altos de la planta externa han demorado siempre la expansión de las redes telefónicas. Debemos recordar aquí que el *WLL* tiene costos de inversión y de mantenimiento mucho menores que la planta tradicional de cobre en esos sitios y que, además, es independiente de las distancias.

Para este empleo específico un solo estándar se perfila con fuerza en el mercado y es el DECT, de la ETSI. Es soportado por gran cantidad de fabricantes, por supuesto que sobre todo europeos. El *PHS* japonés tuvo un impulso importante, aun cuando empresas como NEC han anunciado soportar DECT.

No obstante la importancia de los estándares, la necesidad de desarrollar un sistema de características especiales, de calidad similar a la del par de cobre, ha impulsado una cantidad de tecnologías propietarias que tienen excelentes características de servicio, así como un uso eficiente del espectro, ambas condiciones esenciales para este servicio. Sin pretender nombrar a todas, es posible mencionar a: *AirLoop*, de *Lucent*; *GMH2000*, de *Hughes*; *DIVA2000*, de *DIVA*; *Multigain*, de *Tadiran*; *AirSpan*, de *DCS*; y *WILL*, de *Motorola*.

A la hora de decidir, creemos que resulta importante analizar las características de cada una y, por supuesto, el precio, que en general tiene aún una dispersión significativa.

Es bueno recordar que la transmisión de datos, cada día más importante a partir de los avances de Internet, es soportada en forma muy disímil por las distintas tecnologías y que se producen avances casi semanalmente. En general, se puede decir que todas tienden a dar un mínimo de 64 Kbps, si no en el momento actual, por lo menos la prometen en el futuro próximo.

Hasta hace poco tiempo para las compañías operadoras de Latinoamérica y el Caribe escoger entre las diferentes alternativas de sistemas de comunicaciones inalámbricas era una tarea relativamente fácil.

En la actualidad, la introducción de una amplia variedad de tecnologías y productos inalámbricos digitales y el desarrollo de un entorno competitivo, a través de la desregularización, han agregado un nuevo grado de complejidad para los diseñadores de redes y para los funcionarios de los gobiernos que están interesados en expandir, de forma rápida, el acceso al servicio telefónico.

Uno de los objetivos que persigue el sistema inalámbrico es, sin perjuicio de acelerar la ampliación de servicios por el sistema tradicional, así como la expansión de la telefonía celular fija para atender las necesidades del medio rural, se eligió una tecnología que permitiera sortear la valla del costo del cableado: el llamado *Enlace Local Inalámbrico*.

1.11 La Revolución del Enlace Local Inalámbrico.

Desde el advenimiento del sistema telefónico, el cableado de cobre ha sido tradicionalmente la liga en el "*Enlace local*" entre el suscriptor del teléfono y el intercambio local. Pero la época del auge del cobre en el Enlace local se acaba. Urgencias económicas y tecnologías emergentes abren la puerta para soluciones de *Enlaces Locales Inalámbricos*. *WLL* usa tecnología inalámbrica complementada con interfaces de línea y otra circuitería para completar la "última milla" entre la premisa del cliente y el equipo de intercambio.

Bill Frezza, Presidente de la Asociación Informática Inalámbrica, llama a *WLL* "La industria reciente del crecimiento de Telecomunicaciones de la próxima década." Según la empresa de la investigación MTA-EMCI, el mercado mundial de *WLL* se alargará a 202 millones de suscriptores para el año 2005.

La Asociación Herschel Shosteck, estima que habrá una demanda de servicios *WLL* de 172 millones a 307 millones de suscriptores, pero se proporcionará servicio real de 50 a 60 millones de suscriptores para el año 2000 (ver figura)

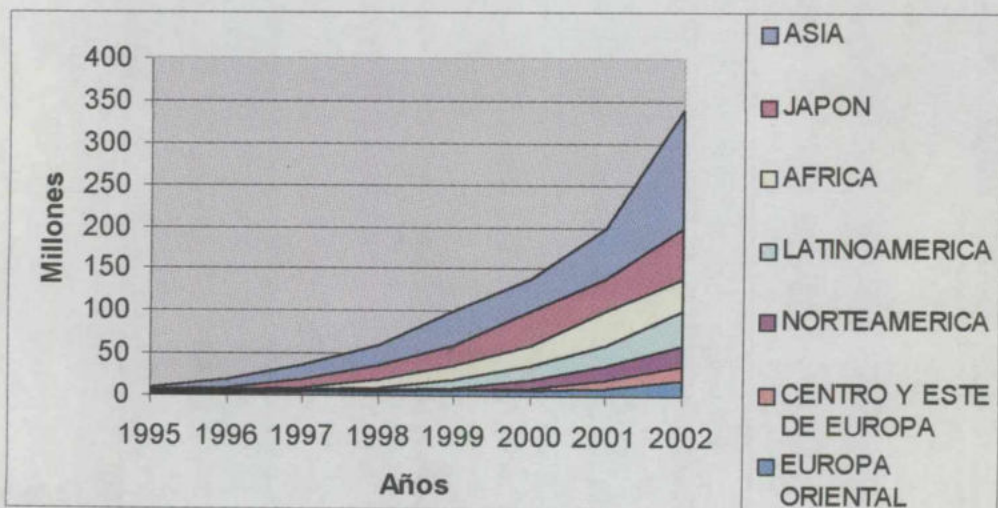


Figura 2: Proyectó de suscriptores por región de WLL a futuro.

En Economías desarrolladas, la tecnología inalámbrica tiene relativamente un despliegue bajo, mantenimiento costoso y ventajas de la curva de aprendizaje, haciendo una solución de la desviación competitiva a *WLL* y una alternativa viable a

redes de línea cableada para *POTS* y acceso de datos. Dos emisiones determinarán el rápido despliegue de *WLL* en mercados de desarrollo: costo y ancho de banda.

Hoy velocidades de acceso exorbitantes, que se acoplan a cambios regulares, teniendo siempre creado un ambiente competitivo que les dé incentivos a los nuevos operadores para invertir en su propio *WLL*, para conectar una red de computadoras.

Sin embargo, el despliegue de *WLL* costará (alrededor de \$200 por instalación del suscriptor), este se debe balancear con el potencial por baja de derechos de acceso. La demanda creciente para la gran transmisión en ancho de banda capaz de soportar gran cantidad de tipos de datos en lugares adicionales para requeridos en un sistema *WLL*. Los Operadores deben evaluar las varias tecnologías basadas en su habilidad para soportar velocidad altas de datos hacia velocidades *ISDN*.

1.12 *WLL* Sacudiendo la Tecnología.

La revolución de *WLL* es subterránea. Los proveedores y operadores de *WLL* se reúnen a emerger mercados, usando cualquier dispositivo inalámbrico, y las tecnologías de interface de línea están disponibles para llevar a cabo en tiempo rápido y comercializarse.

La tecnología apropiada para cada aplicación dependerá de un orden de consideraciones de las aplicaciones, tal como el tamaño, la densidad de la población del área geográfica (rural contra urbano) y el servicio requiere de la base del suscriptor (residencial contra comercial; *POTS* contra acceso de datos). De hecho, existen muchas buenas razones, por que diferentes tecnologías inalámbricas servirán a algunas aplicaciones mejor que otras. El desafío para los vendedores de *WLL*, es identificar el protocolo óptimo inalámbrico para su aplicación única requerida, y así reducir costos directos por suscriptor, de paso silicio y la entrega integra de soluciones en el mercado plaza.

Se implementará a través de cinco categorías de tecnología inalámbrica *WLL*. Son:

- Celulares Digitales.
- Celulares Analógicos.
- PCN/ PCS.
- CT-2/ DECT
- Y Aplicaciones propias

Cada una de estas tecnologías tiene una mezcla de fuerzas y debilidades para aplicaciones *WLL*.

1.12.1 Celular Analógico

Dada su amplia disponibilidad resultante de servir al mercado con gran movilidad, esta es una acción significativa para usar *WLL* con la tecnología Celular Análoga.

Existen actualmente tres sistemas principales de este tipo operando en el mundo:

1. - Sistema avanzado de telefonía móvil (*AMPS*).
2. - Telefonía Nordica Móvil (*NMT*).
3. - Sistemas de Comunicaciones de Acceso Total (*TACS*).

Los sistemas *AMPS* y su primo el Sistema Avanzado de Telefonía Móvil en Banda Angosta (*NAMPS*) dominan el mercado celular analógico con el 69% de los suscriptores, mientras *TACS* tiene 23% y *NMT* tiene sólo 8%.

Como una plataforma para, el sistema celular analógico tiene ciertas limitaciones respecto a su capacidad y funcionalidad. Debido al extendido despliegue, este sistema espera ser el comandante en Sistemas Analógicos Celulares y así mismo ser la plataforma inalámbrica para *WLL*, por lo menos en el término corto. Dadas sus características, el sistema satisface mejor el servicio en baja densidad o a media densidad, mercados que no requieren características del tipo de la línea en tierra. Pronostica tener una relación de 19% de los suscriptores del *WLL* para el año 2000.

1.12.2 Celular Digital

Los sistemas Celular Digital han visto un crecimiento rápido y esperan dejar fuera del mercado al sistema Celular Analógico, en los siguientes años. Normas mayores mundiales del Sistema Celular Digital incluyen un sistema global para Comunicaciones Móviles (*GSM*), Acceso Múltiple por División de Tiempo (*TDMA*), y el reforzado *TDMA* (*E-TDMA*), División de la Codificación Acceso Múltiple (*CDMA*). En este mercado el que domina es *GSM* con 71% de los suscriptores.

Espera representar un papel importante en proporcionar la tecnología *WLL*. Como el Sistema Celular Analógico, Celular Digital tiene el beneficio de disponibilidad ancha. Puede soportar grandes cantidades de suscriptores, más que el Celular Analógico, y ofrece una funcionalidad que satisface mejor la emulación de capacidad de avanzadas redes de línea cableada. Su desventaja es ese que no ofrece escalabilidad el *Celular Analógico*. Se prevé que aproximadamente en un tercio de instalaciones de Enlaces Locales Inalámbricos sean con la Tecnología Digital Celular para el año 2000.

Capítulo II Tecnologías CDMA – TDMA

Alrededor de 1988 los sistemas celulares cada vez necesitaban dar servicio a más usuarios, por lo que se estaba llegando a un nivel de saturación; dado que la demanda lo exigía y que no se quería ampliar el sistema analógico, en 1990 se proponen nuevos estándares de tecnologías de acceso para celular digital. Entre ellos se encuentran *TDMA (Time-Division Multiple Access)* y *CDMA (Code-Division Multiple Access)* introducido en 1994.

Ambas tecnologías tienden a manejar el mayor número de llamadas simultáneamente. Y ambos estándares tienen un enlace "río arriba" (forward) y uno "río abajo" (reverse), separados por 45 MHz.

Hay dos estándares, el *TIA/EIA IS-95A* para celular *AMPS* y el *ANSI J-STD-008* para sistemas *PCS*. Para cada uno de ellos se define un plan de asignación de frecuencias para los móviles y para la base:

2.1 TDMA Acceso Múltiple por División de Tiempo

El estándar digital se relaciona con el *Sistema Global para Comunicaciones Móviles* (*Global System for Mobile Communications; GSM*, el *Sistema Personal Digital Celular; Personal Digital Cellular; PDC*) y el estándar *IS-54 (North American Digital Celular)*.

| Sistema | Ancho de Banda [KHz] | Canales |
|---------|----------------------|---------|
| AMPS | 30 | 3 |
| DPC | 25 | 3 |
| GSM | 200 | 8 |

TDMA emplea la misma asignación que *AMPS* (EIA-IS-3-D), es decir, dos bandas de frecuencia adyacentes, llamadas A y B. Cada una de ellas proporciona 416 canales de tráfico, en pares de frecuencia, con 30 KHz de separación entre cada dos canales de una misma banda.

Cada canal es compartido en tiempo por 6 móviles (en la actualidad el sistema sólo opera con 3 móviles; 1996), de modo que cuando un móvil tiene acceso al canal, los otros 2 están en estado de espera. También va acompañado de una estructura especial de la trama, que tiene una duración de 4.615 mseg.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO
BIBLIOTECA
FACULTAD DE INFORMÁTICA

TDMA es un sistema bajo demanda, es decir, se tienen los recursos disponibles para asignarse a un usuario en un momento dado, pues si se tuviera fija la asignación (tipo líneas privadas) se desperdiciarían los recursos aún más de lo que ya se desperdicia, porque el canal no está empleando el 65% del tiempo cuando se está transmitiendo voz (tienen la característica de ser transmisiones de ráfagas). Implicando la necesidad de un canal separado, por el cual solicitar a la base un canal de tráfico, en el caso de telefonía celular, llamado canal de acceso aleatorio.

Se opera con transmisión full-duplex, pues se tiene un par de frecuencias ($f_{Tx \text{ caller}}$ y $f_{Tx \text{ calling}}$) para una llamada; están separadas por 45 MHz, como ya se había mencionado. Además de los canales de tráfico, se tienen 21 canales de control, empleados para la inicialización de llamada (call setup); existen otros 21 canales de respaldo por si es necesario.

Ninguna otra conversación puede acceder al canal mientras la llamada no haya terminado, o bien, mientras no se realice un handoff (Movilidad entre Celulas) a otro canal del sistema. Cada canal de voz o tráfico soporta una sola conversación a la vez, pero por él se envían voz, datos, tonos de señalización y tonos audibles de supervisión (los 2 últimos son agregados a la voz, por medio FM múltiple - tono).

La principal diferencia con *AMPS* es que cada canal de voz es digital, de 64 Kbps con *PCM* (Pulse Code Modulation; Código de Modulación de Pulso, muestreo a 8 KHz con 8 bits).

Los datos digitales son comprimidos hasta 16.2 Kbps por medio de un vocoder, en este punto se interpola y codifica con un codificador convolucional de tasa 1/2.

Los datos codificados son modulados con un esquema $\pi/4$ -DQPSK. La transmisión de datos se acompaña de una trama de 40 Mseg con 6 ranuras temporales (slots), en la cual se controlan los 3 móviles (en un futuro 6 y entonces se tendrá 1 slot/móvil).

Se realiza un muestreo secuencial de cada móvil en la estación base, de modo que el radio *TDMA* transmite 48.6 Kbps (3móviles*16.2Kbps/móvil). La sincronización entre los móviles, para evitar solapamiento entre slots, se realiza tomando el tiempo de la base, y a su vez ésta lo toma del *MSC* (*Mobile Switching Center*; Centro de Manufactura Móvil).

El *MSC* es un switch (conmutador) digital para sistema celular, con un ancho de banda de 800 MHz, y tiene las siguientes funciones:

- Administración y control del equipo y de las conexiones en el site de la célula.
- Soporta múltiples tecnologías de acceso (*AMPS*, *TDMA*, *CDPD* y *CDMA*).
- Provee la interface con la red pública telefónica conmutada.
- Provee un registro de la ubicación de los visitantes (*VLR*).
- Provee un registro de la ubicación de los usuarios locales (*HLR*).
- Proporciona funciones de procesamiento de llamadas.
- Cobro, operación y tarificación (*O&M*).

En la parte del receptor la señal es demodulada y descodificada por un *deco Viterbi* y *deinterleaved* (desinterpolado), de ahí, se recupera la señal original por medio del vocoder.

Una innovación con *TDMA* la creó Telecom, proporcionando un sistema inalámbrico basado en *TDMA*, pero le agregó la característica de ser punto - multipunto (*SR500 PMP-TDMA*). La idea es emplearlo en telefonía urbana y rural, en redes de negocios (voz y datos) y en mercados industriales *SCADA*.

Otra innovación fue hecha por una compañía en Alemania, que permite una correspondencia de *TDMA* con un esquema de *Spread Spectrum* tipo DS (Direct Sequence; Secuencia Directa), pues en 4 MHz se tiene sólo una radio frecuencia fija para todos los suscriptores en cada célula. Cada canal no necesita tener una frecuencia en particular, pues todos los canales comparten el mismo espectro de frecuencia con un ancho de banda dado, y tienen la misma configuración.

La señal de cada canal es codificada diferente para proveer una identificación y la adecuada separación de canales. Cada canal tiene 5 bits y uno más de signo, dando como total 6 bits transmitidos. En cada célula se tienen 60 canales en 3 grupos de canales, y cada base cubre 3 sectores, de modo que cada sector tiene 20 canales (slots). Se tienen que considerar la sincronía y la exactitud de los relojes. En este esquema se tiene menor interferencia, pero es riesgoso desarrollar un sistema de espectro expandido.

2.2 CDMA (Code Division Multiple Acces; Acceso Múltiple Por División del Código.)

Tiene dos ramificaciones, el *DS-CDMA* (Direct Sequence; Secuencia Directa, *DS-CDMA*) y el *FH-CDMA* (Salto de frecuencia; Frequency Hopping *CDMA*).

CDMA no es una tecnología nueva, pero sí en su aplicación a celular. Lo que caracteriza a *CDMA* es el hecho de que varios usuarios (determinado por el número de códigos) emplean la misma banda de frecuencias para todos ellos, sin interferirse, pero con un código distinto para cada uno (un código por llamada, es decir, un código por usuario). Dicho código es empleado por el móvil y por la base (en celular), de modo que se amplían sus capacidades de transmisión; esta técnica es conocida como *Spread Spectrum* (*Expansión del Espectro*).

2.2.1 ¿Qué es el Spread Spectrum?

Hacer una expansión del espectro (*Spread Spectrum*) se puede lograr tan sólo con incrementar la frecuencia de una señal digital, es decir, reduciendo el periodo de la misma.

La energía se conserva luego de hacer la extensión, pero la amplitud se reduce en proporción al ancho de banda de extensión (*spreading*).

La información que viaja en *CDMA* aparece en el espectro como un pequeño rizo sobre el piso, por lo que se considera que las portadoras son como ruido. Dada esta característica, se tiene un factor de rehuso de frecuencias igual a 1, pues los bajos niveles de potencia empleados no interfieren con los usuarios de banda angosta (*narrow-band*).

Una llamada con *CDMA* tiene una tasa de 9.6 Kbps, que se expande a 1.23 Mbps. Hacer el *Spread (extensión)* sobre una señal, significa que los códigos digitales se aplican a los bits asociados a usuarios en una célula, como veremos más adelante. Al recibir la señal se remueven los códigos, separando así a los usuarios y regresando la tasa original (9.6 Kbps).

Los datos son obtenidos considerando la ganancia de procesamiento (*process gain* = W/R), que es el ancho de banda de expansión entre la tasa de transmisión. En el estándar IS-95A *CDMA*, $W/R = 10 \log(1.2288 \text{ MHz} / 9600 \text{ Hz}) = 21\text{dB}$

Cada paquete transmite un identificador de tipo, y en base a él, la base lo procesará como voz o como datos.

Los requerimientos de un sistema que emplee Spread Spectrum son:

- Expansión de la señal, empleando un código específico.
- Sincronización entre pares de usuarios.
- Precaución para evitar que algunas de las señales afecten a las otras.
- Codificación de canal y de fuente para optimizar el desempeño y la carga de transmisión real.

Las bases agregan un código *PN* (*pseudonoise*) a la señal, que se repite después de un tiempo. Para lograr una sincronización entre las distintas bases, se transmiten con offsets (línea perpendicular a otra principal y que se extiende a un punto exterior) únicos, permitiendo emplear los mismos códigos sin que se interfieran entre las células. Emplean el tiempo proporcionado por *GPS* (*Sistema Global de Posicionamiento, Global Positioning System*) para lograr la sincronía de todas las bases.

2.2.2 FH-CDMA

El *FH-CDMA* se basa en la realización de saltos o cambios en la frecuencia de transmisión, dentro de una banda de frecuencia definido para un grupo de usuarios dado, de modo que: la frecuencia es alterada por un modulador de *FSK* de ahí la señal es afectada por un modulador de *frequency hopper* (*Salto de frecuencia*), que conmuta muy rápidamente para hacer los cambios de frecuencia, el cual se basa en un

generador de pseudo-ruido (*PN*) para elegir la frecuencia de salto; de ahí entran las señales al mismo canal y son enviadas.

La codificación de código se da en el sentido de los cambios de frecuencia, pues no se sabe con qué portadora se está transmitiendo, a menos que se tenga sincronía con el generador de *PN*.

Los códigos pseudo-aleatorios son conocidos tanto por el receptor como por el transmisor para poder decodificar la señal original, y deben ser desconocidos por usuarios no autorizados; Este conocimiento se basa en la semilla empleada para generar la secuencia de *PN*, y para lograrlo se necesita sincronizar el reloj del transmisor y el del receptor en los generadores de *PN*.

2.2.3 DS-CDMA

El *DS-CDMA* para telefonía celular está comprendido en el estándar IS-95 (Telecommunications Industry Association - TIA, 1993), que se basa en la técnica de *Spread Spectrum*, en el cual varios usuarios emplean una porción dada, del espectro de frecuencia, al mismo tiempo.

En este método se asignan códigos únicos ortogonales a cada usuario, conocidos como *Walsh Codes*. El hecho de que sean códigos o funciones ortogonales, tiene el efecto de que al realizar el producto punto entre dos diferentes códigos, da como resultado cero y, es decir, la más alta autocorrelación. El *spreading* se relaciona por medio del mismo código.

El código se genera por medio de una secuencia de pseudo-ruido (*PN*) que tiene una tasa de cambio de varias veces la entrada de datos binarios. Lo que en la práctica es la portadora, es una señal con características pseudo-aleatorias.

Se eligió un ancho de banda por canal o usuario de 1.25 MHz aproximadamente, para cada uno de los 12.5 MHz comprendidos en las bandas A y B de celular, para tener de este modo 10 distintas bandas de frecuencia. Cada una de estas 10 bandas puede manejar hasta 64 códigos de Walsh, con un código por cada usuario. Cada usuario puede emplear hasta 1.25 MHz, y con un código comunicarse a un destino, el cual debe conocerlo para poder compactar el espectro.

Cada estación remota tiene una función ortogonal distinta para recibir y transmitir la señal adecuada, pues por el canal viajan la suma de espectros en la misma banda de frecuencias.

2.2.3.1 Protocolos del DS-CDMA

Para DS-CDMA en Enlaces Inalámbricos, se tienen el enlace río arriba que va de la Base al Móvil que esta formado por 4 protocolos, uno para cada canal:

- Canal Piloto - A través de él, el móvil adquiere la fase, el reloj y la intensidad de la señal.
- Canal de Paging - La base transmite parámetros del sistema por este canal.
- Canal de Sincronía - Sincronización para el móvil.
- Canal de Tráfico - Comunicación entre el móvil y la base.

Y el enlace río abajo, del Móvil a la Base, se conforma por 2 protocolos, uno por canal:

- Canal de acceso - El móvil lo usa para acceder al sistema, generar una llamada, solicitar un canal, registrar al sistema y dar respuesta a mensajes (*page response*).
- Canal de tráfico - Para transmisión de voz, para responder a la base por información solicitada y para responder a comandos.

2.2.4 B-CDMA.

La compañía InterDigital ha desarrollado una modalidad de *CDMA* basada en espectro expandido, y la denominó *B-CDMA* (*Acceso Múltiple por división de Código en Banda Ancha; Broadband Code Division Multiple Access*), para apoyar al sistema PCS (Sistema Personal de Comunicación; Personal Communications System) y al *WLL* (*Wireless Local Loop*).

Está enfocado a redes punto-multipunto y provee a los suscriptores de acceso a la red pública telefónica con baja demanda, empleando señales de radio especiales, que transportan voz, datos y otros servicios. Emplea de 5 a 30 MHz.

Debido a las características de esta tecnología, se es altamente inmune a interferencia y propagación *multipath*, que son condiciones inherentes a un ambiente urbano.

Ofrece gran eficiencia en términos de capacidad en un ambiente de múltiples células y la habilidad para ofrecer servicios tipo *ISDN* (Red digital de Servicios Integrales) módem y fax a altas velocidades, además de ancho de banda en demanda.

Emplea un ancho de banda lo suficientemente grande como para que sólo una pequeña parte de la señal se degrade por *multipath fading*, aunado a las técnicas usadas por InterDigital permite la recuperación de la señal degradada.

Utiliza la misma codificación que la red pública, es decir, a 32 *ADPCM*, implicando el típico *trade-off* entre capacidad y calidad. Se ofrecen servicios con la misma calidad de voz que la que se tiene con un sistema telefónico alambico.

Para poder dar dichos servicios se tienen terminaciones de radio fijas, que proporcionan una calidad de voz y de transmisión de datos superior (tipo *ISDN*, *CLASS* y *Centrex*), y que permiten la interconexión con los siguientes equipos:

- Teléfonos Comunes (Por Tonos o Pulsos)
- Teléfonos ISDN (2B + D)
- Fax
- Pcs y Portátiles
- Teléfonos Públicos
- Líneas Privadas
- PBX

2.2.5 Algunas aplicaciones de CDMA son:

- Originalmente empleado en aplicaciones militares, por ejemplo para espionaje satelital.
- Reutilización de frecuencias universal.
- Simplifica la planeación del sistema, pues usa el mismo espectro en cada sector de cada célula.
- Privacia: El móvil y la base, y solamente ellos, deben conocer el código.
- Desvanecimientos distribuidos: Si una señal es mala por sus características físicas, solo se ve afectada en periodos de transmisión por esa frecuencia.
- Inmunidad a interferencias: También conocido como *anti-jamming*, que consiste en el hecho de transmitir señales para destruir la información de un usuario, pero como se está cambiando de frecuencias, pues sólo afecta mientras se está en ese rango de frecuencias (*FH-CDMA*). Y por otro lado, al expandir la señal es muy difícil de estorbar o interferir con la señal (*DS-CDMA*).
- Seguridad: Es muy difícil de detectar una señal de espectro expandido (Spread Spectrum).
- Encriptación de manera sencilla por la naturaleza de *CDMA*.
- Identificación: Es difícil identificar al transmisor, pues todos usan el mismo ancho de banda.

- *Ranging*: conociendo el tiempo de propagación, se analiza si la señal tardó más de lo que se calculó, entonces es posible que hayan sido interferidos los datos.
- La capacidad se incrementa de 8 a 10 veces con respecto de *AMPS* analógico y de 4 a 5 veces contra *GSM*.
- Se emplea en micro-células y en telefonía celular dentro de los edificios.
- Puede coexistir con sistemas analógicos, pues simplemente se emplean dos espectros de frecuencia distintos y no interfiere en absoluto.

2.3 Ventajas de *CDMA* con respecto a *TDMA*

Las ventajas de *CDMA* con respecto de *TDMA*, son basadas en el hecho de que la información que viaja en *CDMA* aparece en el espectro como un pequeño rizo sobre el piso de ruido, y entre ellas tenemos las siguientes:

- Mejora la calidad y la consistencia del sonido comparado con *AMPS*.
- Mayor cobertura, permitiendo así tener menos bases.
- Bajos niveles de potencia empleados, incrementando el tiempo de uso de un teléfono celular.
- Ancho de banda por demanda.
- El hardware y software de un sistema *TDMA* es muy complicado.

- Aprovecha las características de la voz, pues existen periodos de silencio (alrededor del 65% de la utilización de un canal, de este modo baja la interferencia un 65 %) y la capacidad del canal se incrementa en 3.
- *CDMA* no requiere ecualización, tan solo un *correlator* (se requiere en *TDMA* y en *FDMA*, si la tasa de transmisión es mayor a 10 Kbps, debido a la interferencia de símbolos; se emplean ecualizadores no lineales con retro o por estimación de secuencias pero, además, requieren información de la respuesta al impulso).
- Soft handoff de códigos, no de frecuencias. Mientras que *TDMA* requiere de hard handoffs.
- No se necesita tiempo de guarda, a diferencia de *TDMA*, que lo necesita entre slots, desperdiciando así varios bits.
- Menor desvanecimiento de la señal en ambientes inalámbricos, comparado con señales de banda angosta (*narrow-band*).
- *CDMA* puede tener 4 veces la capacidad de *TDMA* y 20 la *FDMA*, por cada canal o célula.
- No requiere administración de frecuencias, ni asignaciones; a diferencia de *TDMA* que tiene re-asignaciones críticas.
- La capacidad de *CDMA* se determina por los niveles de calidad que se requieran, pues al agregar a un usuario, lo único que ocurre es que la calidad de la voz se degrada ligeramente (en telefonía celular).

2.4 Operadores de *WLL* ¿Qué están ellos experimentando?

La caída reciente en los precios de las partes por Ionica han comenzado a traerle predicciones retrospectivas a *WLL*.

La caída de Ionica en valor aparece principalmente debido baja capacidad de la red, de la que originalmente se estimó, con el resultado de que no pueden encontrar los suscriptores sus blancos en las conexiones debido a las limitaciones técnicas.

Éste no es un problema fundamental para todos los operadores de *WLL*. La tecnología usada por *WLL* es esencialmente la misma, como es por celular y los problemas tecnológicos probablemente no los conozcan totalmente. Las habilidades apropiadas tanto técnicas como directivas, no son un problema que deba afectar a los operadores de *WLL*. No obstante, los investigadores no se encontrarían técnicamente muy astutos para entender la limitación natural del problema, trataría *WLL* subsecuente de advertir sobre la fabricación de sistemas *WLL* difíciles de lanzar.

El problema de Ionica así como los problemas experimentados por varios operadores también provienen de la asignación del espectro limitado que se ha proporcionado.

La necesidad de *WLL* por Espectro Radial es similar al de los operadores celulares en que es una asignación demasiado pequeña y esta ofrece un límite a la capacidad que se puede alcanzar. En varios países incluso el Reino Unido, el Espectro que se le ha asignado a operadores de *WLL* son bastante pequeños para proporcionar datos, servicios y también para compartirlo con otros usuarios tales como operadores de satélites. Para *WLL* los problemas son a menudo peor que para los sistemas celulares. Operadores *WLL* se encuentran bajo gran presión económica, más que los operadores celulares (porque los cargos de las llamadas son bajos), no pueden emplear algunas de las tácticas de perfeccionamiento de la capacidad normal, tal como fraccionamiento de la célula, debido a la relativa alineación fija de las unidades de subscriptores ya desplegadas.

En algunos países los problemas con el Espectro Radial son más extremos. No ha sido posible encontrarle algún Espectro para el debido funcionamiento de *WLL*. En otros casos el compromiso ha sido posible a través de la provisión de Espectro en diferentes bandas de frecuencia. Sin embargo, este entonces da por resultado problemas para el operador que no tiene el origen del equipo normal para construir su red. Hasta la fecha, pocos operadores de bandas de frecuencia "No Estandar" han podido ser capaces de sostener sus redes sobre el terreno.

Otro problema de los operadores es al precio de los equipos, al que se enfrentaron desde sus inicios. La mayoría de los fabricantes de equipos *WLL* oscilan sus precios en el ámbito de los sistemas celulares, probablemente en un intento de recuperar el mercado, lo más pronto posible. El caso del más alto precio esperado del negocio dificulta el desarrollo y amenaza fuertemente el éxito de *WLL* en los mercados. Adicionalmente, muchos fabricantes no tienen todavía completamente hacia qué mercado va dirigido el *WLL*, sin embargo, todavía lo ven como un fabricante de sistemas celulares, y como un producto tomado para desarrollar a largo plazo y comercializarlo menos agresivamente.

Tanto para fabricantes como operadores, este es actualmente el problema apropiado para iniciar y tomar cuesta arriba la "carrera de la banda ancha". Las nuevas tecnologías *WLL* prometen cada vez más, un mayor ancho de banda por suscriptor. Los primeros sistemas alcanzaron sólo alrededor de 32kbps/s, sistemas actuales pueden alcanzar hasta alrededor de 384kbps/s, mientras sistemas en desarrollo les prometen a velocidades de hasta 4Mbps/s por suscriptor. Los operadores están interesados en que, a menos que les proporcione él más alto posible en ancho de banda, podrán competir, si no perdiesen a los suscriptores con sus competidores que subsiguientemente proporcionan un ancho de banda más alto, y los fabricantes traten de empujar hacia arriba su ancho de banda para aumentar sus ventas. En práctica, el ancho de banda es único de varios factores en el que suscriptores basarán su decisión, y para ofrecer buenos precios.

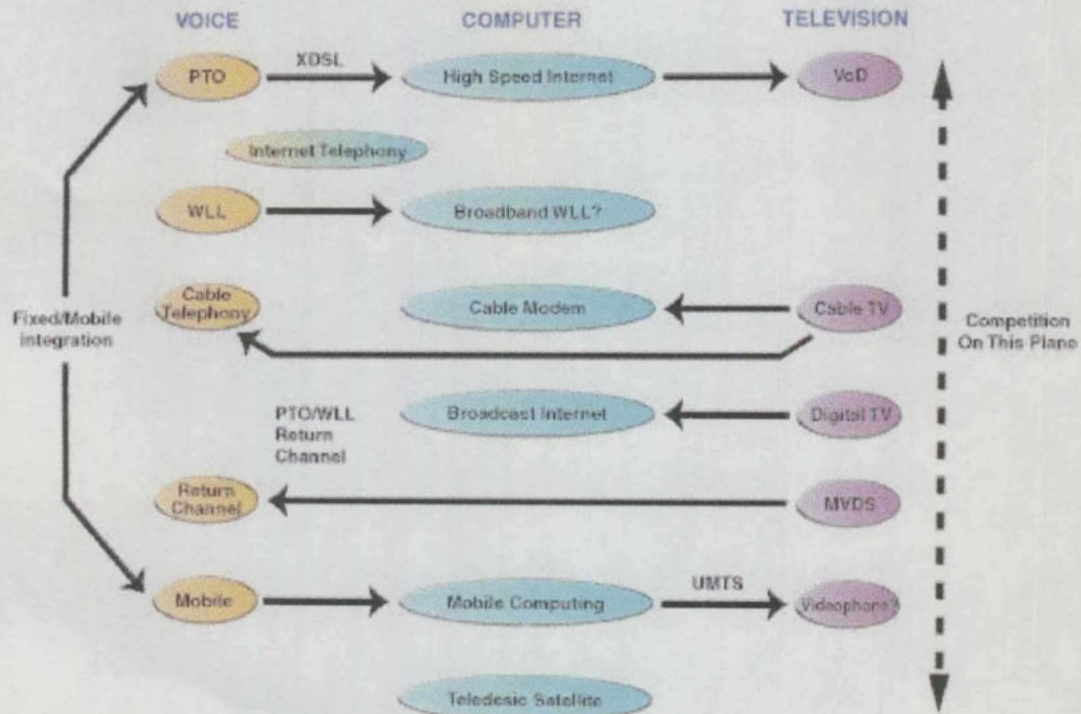


Figura 3: La competencia del acceso a Redes

Muchos de los problemas discutidos desaparecerán con el tiempo. El equipo se volverá más maduro, y tan largo como los fabricantes sean de exitosos, los precios del equipo de *WLL* disminuirán. Si *WLL* se muestra victorioso en los países donde es actualmente probado, entonces los reguladores en otros países tendrán baja presión creciente y podrán encontrarle espectro para aplicaciones *WLL*. A través de la regulación europea o internacional.

En los casos que el operador *WLL* comparte una asignación con una aplicación diferente, el regulador se volverá más inclinado a darle la asignación primaria al operador *WLL*. Los problemas principales para el futuro, son probables de levantar la forma de competición creciente de una gama amplia de proveedores de la red de acceso, en un ambiente cada vez más complejo donde los proveedores de Telefonía, Informática, Redes y Vídeo encontrarán la competencia directa el uno con el otro cada vez más fuerte.

La figura anterior muestra el rango de redes de acceso contra el que *WLL* puede competir directamente, en los próximos años. De importancia clave, para el éxito futuro de las conexiones de redes de computadoras con *WLL*, en países en desarrollo será el éxito para instalar una tecnología a gran velocidad de acceso semejante a la de un suscriptor con línea digital de sistema *xDSL*. Si demuestran habilidad para entregar el contenido de Mbits/s sobre de los pares de cobre existente, entonces se encontraría en una posición donde podrían ofrecer grandes y mejores servicios de datos, que el operador de *WLL* y a un precio más bajo. Por supuesto, en países donde hay una limitada instalación de base de pares del cobre, tal tecnología tendrá efecto pequeño.

La tecnología *xDSL* visualiza, a primera vista, aparecer como una "tecnología asesina" que podrá realizar otros métodos de acceso redundante. Usando una infraestructura que ya se encuentra en el lugar y que con el tiempo va perdiendo su valor, así como proporcionar datos en grandes cantidades como cualquier otro método de acceso. Podría proporcionar ciertamente rapidez alta para acceder a los servicios de Internet y también suficiente ancho de banda para los servicios de vídeo (*VoD*). Sin embargo, actualmente existe mucha incertidumbre en el medio del *xDSL*.

Un problema que pasa, con todas las tecnologías de *xDSL*, es que la velocidad de los datos se puede alcanzar dependiendo de la longitud y edad del par trenzado. Como la longitud es muy larga, la velocidad de los datos disminuye. Como todavía, no está claro que porcentaje de líneas tendrá suficiente calidad para aceptar señales del *xDSL*. Los fabricantes mencionan que se encuentra alrededor de 30% a 90%, con esta diferencia dramática se refleja la falta de conocimiento sobre la calidad de instalación de líneas telefónicas alrededor del mundo. Otro problema es que las líneas dependen de quienes no tienen renombre como empresarios, ni por la rapidez de sus movimientos, sugieren que la introducción de *xDSL* pueda ser tan lento como el de *ISDN* (que ha tomado 10 años en alargar los actuales niveles limitados). El grado de éxito de *xDSL* será un factor importante para formar el acceso para conectar una red de computadoras en un futuro.

2.5 Direcciones futuras para WLL

La plaza del mercado de *WLL*, ha sido pronosticada por un rango de analistas para tener un crecimiento rápido, sin embargo, ese crecimiento tiene todavía que concretizarse, mientras el mercado se encuentra cada vez más fragmentado e incierto. Nuestra vista actual es que las predicciones hechas para el año 2000 pueden ser posibles, quizás, si se alargan para el año 2002.

Aunque existen problemas con los niveles de costos del equipo actual, el factor más importante que afectara el despliegue de los sistemas *WLL* es la implementación del regulador. Es un fracaso aclarar el Espectro Radial y las condiciones del permiso del monopolio, se prevé que detendrá el despliegue de *WLL* en muchos países por varios años.

En países desarrollados el guión del despliegue emerge ahora, y es cada vez más complejo. Ambos despliegues de sistemas *WLL* en banda angosta como en banda ancha, al mismo tiempo los operadores de líneas cableadas piensan desplegar sistemas de radio basados en vídeo (Sistemas Multipunto de distribución Local; *LMDS*), y también con operadores en un rango para abatir mercados de voz, datos e incluso provisión de Internet y servicio compatible de *ISDN*. El mercado de la banda ancha es embrionario e influido por un rango de factores externos, incluyendo la disponibilidad de servicios de banda ancha y el progreso de mecanismos alternativos de acceso tal como *xDSL*.

A pesar del más lento crecimiento que se predijo, los problemas sufridos por Ionica y la emergencia de sistemas de banda ancha tempranos que *WLL* todavía es probable alcanzar alrededor de 100m de línea como se predijo por un rango de analistas, pero quizás para el año del 2002 en lugar del año 2000. En la mayoría de los países el regulador y su incapacidad para proporcionar Espectro y condiciones de autorización apropiadas, es el mayor problema al que se enfrentan tanto los fabricantes, como los operadores y los suscriptores. Se requiere un cambio en posición en nombre de reguladores, nacionales e internacionales ahora para llevar *WLL* rápidamente adelante.

Capítulo III Sistema Telefónico Personal (PHS)

3.1 ¿Qué es PHS?

Se introdujo en 1995 en Japón, PHS es una segunda generación de comunicaciones Personales Estandar, combinando lo último en tecnología inalámbrica digital y la flexibilidad implementada en una multitud de ambientes. Su concepto original es de combinar la conveniencia de un teléfono convencional portátil y un teléfono inalámbrico a un bajo costo. Para llevar a cabo esta predicción, el sistema usa la red telefónica existente en lugar de construir una nueva red. Acercándose a una base de un sistema celular. Este acercamiento hace que se facilite el acceso a un rango para suministrar los servicios populares por una red digital.

Los mayores beneficios del WLL basado en PHS, son la gran calidad de voz descomprimida (uncompressed) con 32 kbps, la comunicación de datos, acercando la tecnología microcelular a escenas urbanas y suburbanas, eficiencia espectral, fácil instalación de la estación y su fiabilidad como una tecnología probada.

En menos que tres años, el PHS público en Japón que atrajo un registro récord de 7 millones de suscriptores. Mientras esta aceptación del rápido servicio público ayudó a poner a PHS en el mapa, también distrajo a muchos analistas de la industria de una apreciación llena de la versatilidad de la norma subyacente.

Arraigado en la aplicación de avanzado servicio telefónico inalámbrico, la tecnología *PHS* tiene cinco aplicaciones básicas: Telefonía inalámbrica, PBX inalámbrico, Walkie Talkie, Acceso público y *WLL*.

El éxito del sistema de acceso público en Japón ha creado enormes economías de escala y desarrollos adicionales en avances tecnológicos *PHS*. Como resultado, un sistema *PHS* hoy en día se ejecuta mejor y a menos costo que la primera aplicación en 1995.

3.2 Interés en *PHS* en crecer mundialmente.

En Asia América del Sur, Africa y Europa, se ve cada vez más, que el costo-eficaz del sistema *WLL* basado en *PHS* ofrece los servicios más completos posibles al mayor número de personas. Siguiendo la próspera introducción en Japón, *WLL* se ha demostrado con aplicaciones *PHS* en Guatemala, Uruguay, Colombia, Emiratos Árabes Unidos, Australia, e Indonesia bajo los ojos en vela de otros países que comenzaron a tener pruebas de *PHS*.

Quizá la aplicación mayor de *WLL*, hoy existe en Japón dentro del sistema del acceso público. Millones de Japoneses usan su telefonema *PHS* portátil efectivamente, como segunda línea del hogar, creando del sistema *WLL* un éxito "virtual".

3.3 ¿Por qué WLL Inalámbrico?

¿Cuándo se consideran tecnologías diferentes para WLL?, La pregunta de los sistemas inalámbricos (*PHS*, DECT y PACS) y los celulares fijos (sistemas basados en AMP, *GSM* y *CDMA*) siempre superficiales, es que deben tener en cuenta la diferencia en conceptos fundamentales de diseño. Los inalámbricos son más naturales para WLL y los sistemas celulares fueron diseñados para grandes velocidades, conversaciones en automóviles en área ancha, un servicio provocador que tiene un costo considerable.

3.3.1 Gran Calidad de Voz.

Los modernos sistemas inalámbricos digitales son diseñados para consumidores acostumbrados a una línea de 64 Kbps en calidad de la voz. *PHS* adoptó el ADPCM de 32 [kbps] de expresa calidad, que se reconoce ampliamente como equivalente a la calidad de una línea cableada. En cambio, técnicas celulares usan sofisticados algoritmos en la condensación de la voz obteniendo resultados satisfactorios. Comprimiendo voz a 5, 8 o 13 [Kbps] que simplemente no puede compararse con 32 kbps descomprimidos. (Mientras el *CDMA* de 13 Kbps parecería bueno en un sistema abierto, que rápidamente se deteriora cuando el sistema se vuelve cerrado).

Un relativo problema que es cada vez más común es la "condensación doble." En llamadas móviles de líneas en tierra, la voz se comprime sólo una vez. Sin embargo, en una llamada de móvil a móvil, la voz se degrada de dos a más veces creando una

voz irreconocible. Éste es un problema creciente en el despliegue de *WLL*, sobre todo en países de desarrollo, donde la mayoría de las llamadas son probablemente entre unidades de suscriptores de *WLL*.

Este problema está retardando mucho los despliegues *CDMA-WLL* forzando a los proveedores de sistemas *CDMA* a rediseñar, utilizando mayores velocidades. Dada la importancia de transparencia para *WLL*, muchos operadores ahora se dan cuenta que no pueden realizar compromisos de producir sistemas de mayor calidad de voz utilizando sistemas celulares.

3.3.2 Costos Bajos para la unidad de suscriptores.

La voz altamente comprimida no sólo tiende a realizar productos de baja fidelidad, de costo considerable. Millones de dólares se invierten en algoritmos de investigación para la codificación de voz celular, en microteléfonos celulares (o unidades de suscriptores *WLL*) que son sofisticados y caros. Adicionalmente se requiere de Software y hardware para alta condensación y gran velocidad de codificación. La mayor parte del costo por suscriptor se aplica a la unidad del suscriptor (y cada cliente requiere de una línea a la unidad).

3.3.3 Flexibilidad para una amplia gama de Opciones

Muchos de los argumentos usados por los defensores de los sistemas celulares para *WLL*, proponen la noción de *PHS-WLL* utilizando 100 m y tres canales en la

estación base. Mientras ese tipo de estación de la base es satisfactorio por el sistema del acceso público en Japón, otro *PHS-WLL* propone soluciones con más alta capacidad la cual requiere *WLL* para comercializarse. Por ejemplo, estaciones de la base contienen ahora de 15 a 155 canales desplegados para el *PHS-WLL*.

Algunos de los sistemas ofrecen rango hasta 13 Km, dispersando la noción de que *PHS* es su naturaleza es únicamente microcelular. De hecho, *PHS-WLL* hoy contiene ambas soluciones tanto microcelular como macrocelular. Se requieren diferentes soluciones para los diferentes tipos de mercado.

3.3.4 Diseño Aerodinámico de *WLL*

"Sí Tiene un *MSC*, no Es *WLL*." Quizá la gran fuerza de un *WLL* en un sistema celular, es la movilidad de la aplicación con usuarios principalmente fijos. Mientras los sistemas *WLL* basados en celulares, quitan el factor de la movilidad de su plan global, la mayoría de los sistemas todavía tienen que incorporar componentes de hardware y software que son parte esencial de su movilidad original. El *Centro Móvil de Maniobras Telefónicas (MSC)* componente de Sistemas Celulares Estándar, es un ejemplo notable de cómo los sistemas *WLL* basados en celulares emplean elementos costosos y poco utilizados.

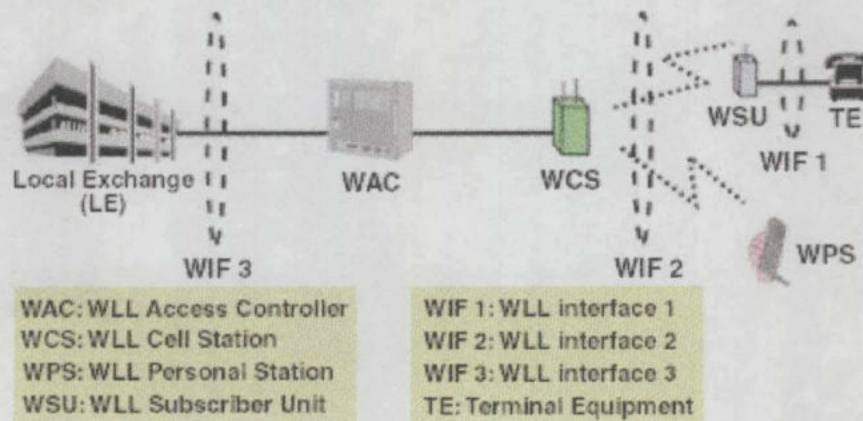


Figure-4: *PHS-WLL* modelo básico que conecta una red de computadoras.

Otra importante diferencia en el diseño del sistema, es que involucra la facilidad de la facturación. Este es un verdadero aprovechamiento, tal como *PHS-WLL* maneja la facturación para el operador del sistema apoyado para la difícil conciliación entre dos plataformas de facturación. En muchos casos los sistemas basados en celulares incluyen no sólo terminales fijas o inalámbricas sino estaciones base pero también un Centro de Maniobras Telefónicas, que ejecuta la facturación y funciones del banco de datos y proporciona una interface del tronco al PSTN. El costo adicional de un Centro de Maniobras, elimina el quebradero de cabeza para reconciliar y combinar los dos sistemas de facturación separados, claramente muestra la desventaja de un Centro Móvil de Maniobras.

3.3.5 El Rango del Sistema Celular No Va Más allá de 10 km,

Es crítico para los productores de sistemas celulares *WLL* que apuntan a grandes células, como una ventaja que clasifica según el tamaño de las alternativas de *WLL*. Todavía esta ventaja frecuentemente desaparece en aplicaciones del mundo real. En el análisis final, el tamaño de la célula es restringido por el tamaño de la capacidad, no por el rango.

Se diseñaron sistemas móviles para gran velocidad, el teléfono en el carro no usa el ancho de área sino usa corriente principal. Como un resultado, los sistemas celulares cuestan más que la línea de cableado, y con más baja calidad. Consumidores de sistemas celulares utilizan el servicio como último recurso. Debido al bajo uso de asignaciones del Espectro y baja calidad del servicio, la célula de los sistemas celulares se clasifica según el tamaño y no se limita por capacidad.

A diferencia de los sistemas celulares, el *WLL* que se comercializa debe competir con el servicio de la línea de cableado normal (y su calidad del servicio). Usando niveles que se encuentran de 5 a 10 veces más alto que los celulares, porque los sistemas *WLL* a menudo cumplen con todas las necesidades del consumidor. Se alcanza con un limitado Espectro asignado, significa que los sistemas *WLL* requieren mayor capacidad que los sistemas celulares. Por estas razones todos los tamaños de las células, a parte de ser ligeros para aplicaciones rurales son bastante pequeños en despliegues de *WLL*.

La inmensa mayoría es de menos que 5 km. Así, un sistema con sólo 6 km no satisfecería todos los requisitos en zonas rurales.

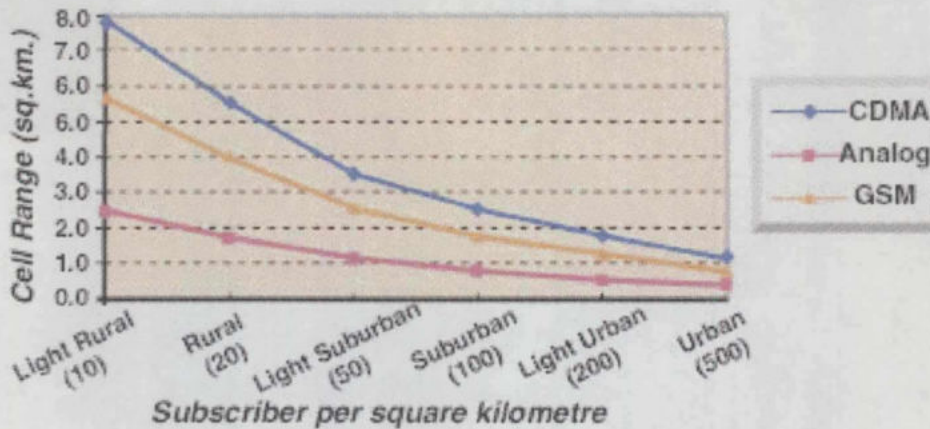


Figura 5: Rangos de *WLL* celulares fijos en varios ambientes

3.4 Antenas inteligentes Extienden el Poder de *PHS*

La adopción de tecnología de la antena inteligente en ambientes *PHS-WLL* crece mundialmente. Estas usan elementos de múltiples antenas para reforzar la calidad de la frecuencia de radio, señalando que se recibe y se transmite en sistemas de comunicaciones. Varias formas de antenas inteligentes, tal como interruptor de rayos y sistemas de conjunto adaptables, se emplea en sistemas *WLL* una creciente velocidad para mejorar la calidad y avanzar en ventajas para volver a usar la frecuencia y así estar por encima de estrategias tradicionales de transmisiones.

En comunicaciones tradicionales inalámbricas, la mayor parte de la energía transmitida por una estación base, es gastada; en realidad en una sola fracción diminuta, dichos alcances no los toman en cuenta los usuarios. Semejantemente, cuando la estación base escucha por señales, recibe no sólo la señal deseada sino también toda la interferencia que trasmite el canal, de todas las direcciones. Las antenas inteligentes pueden seleccionar lo que "escucha" un solo subscriptor y libera la energía directamente al inverso, a ese subscriptor de una manera mucho más eficaz que el método tradicional. Los beneficios de la habilidad del sistema para rechazar la interferencia del portador, pueden ser importantes, no sólo en aplicaciones móviles sino también en un ambiente fijo de *WLL*.

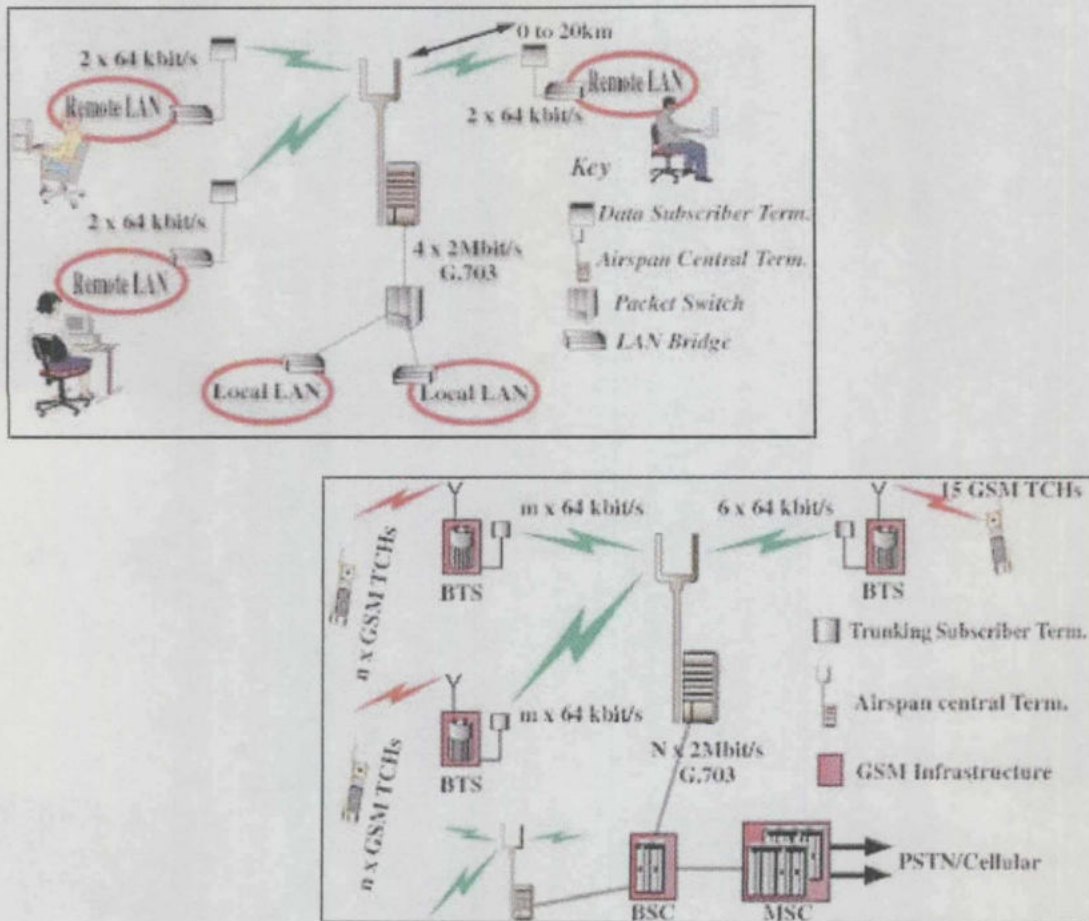


Figura 6. Transmisión convencional VS. Antena inteligente basada en la Transmisión

Un suscriptor con el sistema de transmisión convencional basa su crecimiento en combinaciones usadas al azar como; el tiempo, una nueva construcción, el paso de los carros igualmente causa cambios a ese desafío, la habilidad y capacidad de un sistema proporciona servicio óptimo y costo eficaz.

Con una antena inteligente basada en *PHS-WLL*, la red adapta a los usuarios para el cambio de condiciones. Aprovechando el mando de éste recurso en el ambiente señalado, una estación base puede implementar más ligas de usuarios con el mismo espectro.

3.5 Una Extensión Lógica del concepto *PHS*

3.5.1 Rango y cobertura:

Cuando se enfoca la energía que se gasta por otra parte en sistemas tradicionales de un suscriptor particular, se aumenta el rango de servicio. Utilizando de Diez a Doce elementos de la Antena Inteligente, este rango puede duplicarse. Y entonces cubrir dos veces el rango aproximado, es decir, cuatro veces la misma área, se puede alcanzar la cobertura del poder de salida, con un cuarto del número de transmisores utilizados normalmente.

3.5.2 Capacidad:

El Costo no es sólo el beneficio. La energía que gastan los sistemas tradicionales también interfiere con la habilidad para dejar a otros usuarios comunicarse por el mismo canal. El mayor espacio específico para la distribución de energía, se puede asignar para más personas en áreas determinadas con la misma frecuencia, la pista de tiempo o la codificación por el canal encauzada ofrecera un mejor resultado del uso eficaz del Espectro.

Este, por turno, traspasa una gran capacidad, rentas públicas más altas y grandes valores a Consumidores (las tecnologías que ya alcanzaron ganancias directas por llevar a cabo los sistemas son *TDMA*, *CDMA* o *FDMA*).

Usando la tecnología de la antena inteligente, el sistema *ArrayComm* de *PHS-WLL* toma el plan del microcelular con los beneficios de *PHS* y refuerza las características de la cobertura. Se puede ver en la simulación de propagación señalada abajo, que ofrece diferentes tipos de cobertura en el ambiente denso urbano. La simulación usa información topográfica, incluso datos muy específicos en la altura y posición de edificios. (Nota que el Eiffel Sobresale y Seine Río, hablando de la ciudad de Paris)

La simulación piensa darle la tecnología por encima de la configuración normal de una visión clara de las dos ventajas principales del *PHS-WLL* antena inteligente basada en *ArrayComm*, a saber, el rango de la extensión la capacidad aumenta. Estas ventajas resultan convenientemente a la habilidad del sistema en rechazar la interferencia.

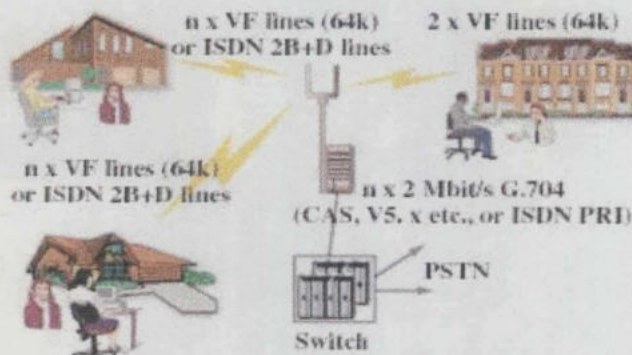


Fig. 7.

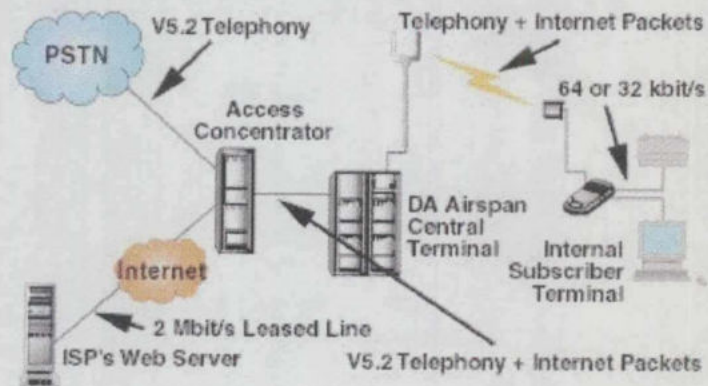


Fig. 8.

Figuras 7 y 8 Propagación de la simulación para una sola estación base.

La Figura 7 y 8 Representan la configuración una sola estación base. En el lado izquierdo, el escenario nos muestra la baja capacidad que representa en un día un nuevo extendimiento. En el lado derecho se muestra la cobertura que se alcanzaría usando un sistema de antena inteligente basado en sistemas celulares.

3.5.3 Entrega de instalaciones a tiempo, en el mundo real.

En una reciente conferencia de *WLL* en Londres, se observó el claro descontento entre operadores internacionales con respecto a la ejecución de las instalaciones de sistemas *WLL*. Mientras el concepto de *WLL* retiene su apelación original, algunos operadores crecen impacientemente con el desarrollo de los sistemas *WLL*, y la falta de algunos sistemas para encontrar ejecuciones originales. Como analizar acerca, del gran descontento que proviene del hecho de la modificación de los sistemas celulares, en lugar de diseñarlos completamente como soluciones para *WLL*.

El Sistema *WLL* de *ArrayComm* se ha ejecutado correctamente en ensayos de campo en países como Brasil, Filipinas y Malasia. Esta antena inteligente basado en *PHS-WLL* ha demostrado un despliegue con un costo de menos de la mitad en comparación con los sistemas inalámbricos, mientras entregan mayor capacidad. En cada ensayo de campo el sistema *ArrayComm* demostró una ejecución superior no sólo en los aspectos sofisticados de ejecución de la antena inteligente, sino desde las básicas tuercas y tornillos de las maniobras telefónicas, señal para marcar, velocidad de marcación de la llamada, y la integridad de las conexiones. En los ensayos de los países de Malasia y Filipinas, el sistema encontró 100% complacencia con las expectativas de la red y nunca han experimentando hacia el fracaso.

El sistema *PHS-WLL* desplegó y demostró en João Pessoa Brasil las ventajas claras por encima de sistemas DECT, en transmisión de datos llevando una velocidad excesiva en emisiones básicas de servicio. La demostración del servicio de *ArrayComm* de 64 kbps, usando dos canales a la vez ha aumentado las oportunidades para volver a la especificación de sistemas *PHS- WLL* en Brasil. Otras tecnologías probadas por Telebrás, tal como *CDMA* y *D-AMPS*, no cumplieron con el requerimiento de calidad de voz necesaria por un sistema *WLL*. Aunque han habido mejoras significantes en técnicas digitales de voz, que han llegado a ejecutar 13 Kbps inadecuadamente con aplicaciones fijas.

Capítulo IV Temas Complementarios de *WLL*

4.1 Economía de *WLL*

La Tecnología *WLL* tiene severas características económicas que lo hacen atractivo para desplegar de 20 a 50% de una red típica telefónica. En algunos casos por ejemplo: el terreno adverso o ampliamente disperso de los suscriptores sería el más atractivo para áreas de *WLL*. Sin embargo, desde que *WLL* es una tecnología relativamente nueva, hay equivocación considerable de él debido costo de los modelos que no es tan exacto. La inexactitud primaria de los modelos está tanto en los altos gastos auxiliares del despliegue y el mantenimiento de la tecnología *WLL* que no se tiene en cuenta.

Ésta es una equivocación que regularmente no la cometen los proveedores de líneas cableadas, que entiende bien que el costo de aprovisionar servicio a un cliente consta de elementos tal como maniobras fuera de planta, personal, y operaciones.

Una importante consideración económica es que un *WLL* puede conectar una red de computadoras muy rápidamente, se puede activar un sistema dentro de 90 a 120 días es factible. Aunque este beneficio económico es difícil medir en términos completamente económicos, es una ventaja importante en un mercado donde los proveedores del servicio múltiple compiten por la misma base de usuarios. Si un

sistema *WLL* se despliega en una región como el intento de un edificio tradicional fuera de planta, después el *WLL* generará datos que confirmarán el nivel del tráfico y la población usuaria modelará, cómo debe ser usado para justificar el uso de la inversión fuera de la planta.

Porque el gasto de proporcionar servicio vía *WLL* no es afectado por la distancia entre el suscriptor y la oficina central, *WLL* es mejor costo eficaz que la línea de cableado normal *OSP* en por lo menos 20% del servicio líneas desplegado en una red.

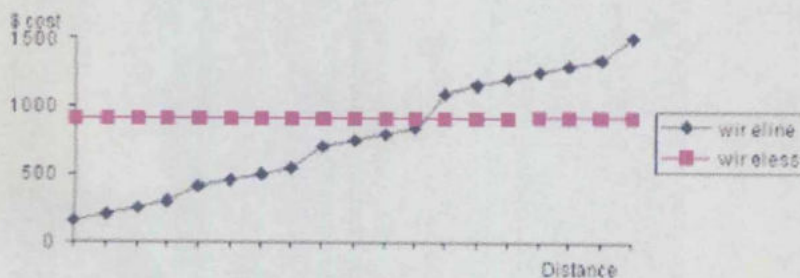


Figura 9 Impacto del Costo de *WLL* en *OSP*.

WLL tiene mucha inversión incremental que reduce el costo del cobre, y es más barato desplegar en bajas densidades del suscriptor. Como muestra la figura 9, el costo de desplegar "la última milla" de conectividad continuará bajando para los sistemas inalámbricos mientras permanecerá constante para redes del alambre del cobre.

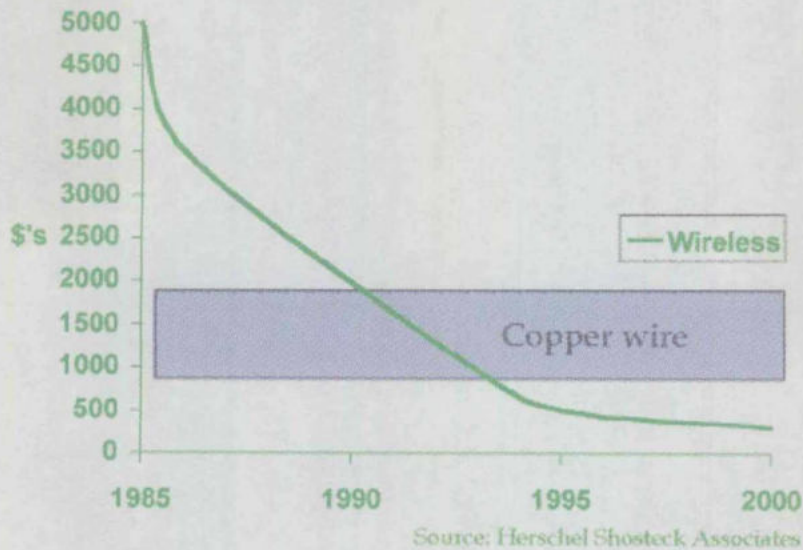


Figura 10 Instalaciones de Cobre Vs Inalámbrico: El Costo de la Última Milla

Para abreviar, facilidad y rapidez de implementación de servicio, escalabilidad y versatilidad, mantenimiento y fiabilidad *WLL* hace preferir la alternativa desde el punto de vista económico.

4.2 Mercado de *WLL*

Según analistas se espera demanda resultante mundial del *Enlace Local* de 800 millones de nuevas líneas para el año 2000. De ellos 685 millones de pueden ser en países emergiendo, y 115 millones en países desarrollados.

La figura 10, ha sido tomada de datos históricos basados de 1992 a 1994. Se asume la velocidad del crecimiento seguida por cada uno de los países de 1992 a 1994, en el

mismo lapso también se asume la demanda insatisfecha, que representa a personas en espera oficial como en 1994 (de 43 millones), siguiendo un porcentaje constante de instalación líneas.

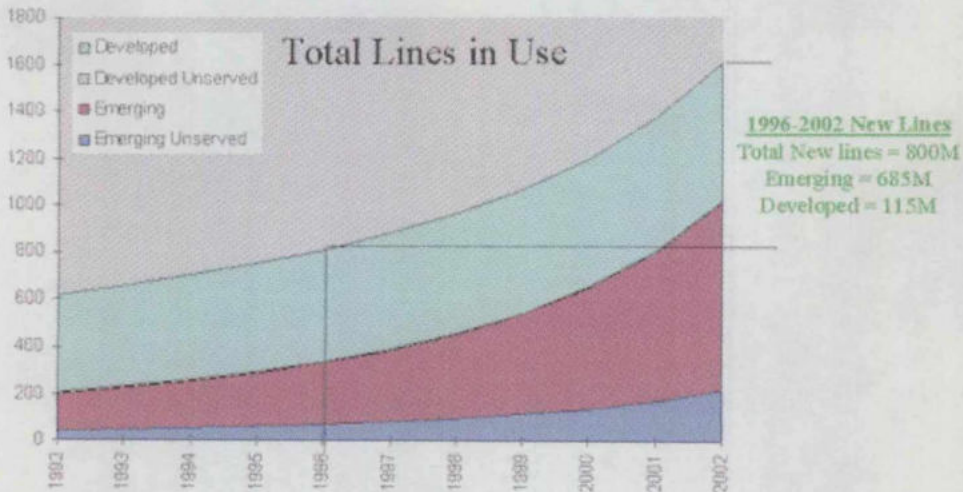


Figura 11 Demanda del Enlace Local Mundialmente.

El mercado del *Enlace Local Inalámbrico* esta justamente entrando en su infancia. Debido a esta situación se han extendido proyecciones fuera del año 2002, para mostrar el verdadero potencial de este mercado. Para el final del 2002, las previsiones indican que habrá 339 millones de líneas de *WLL* instaladas en todo el mundo. La inmensa mayoría de estas líneas estarán en países emergentes, con un porcentaje pequeño en países desarrollados. También, los costos de *WLL* continuarán bajando, mientras el costo de la instalación de alambre de cobre seguirá permanente.

Algunas proyecciones asumen que aunque *WLL* proporciona sólo el 5% de la excesiva demanda de los actuales *POTS* (Servicio Telefónico Evidentemente Viejo) en países en desarrollo, crecerá para el año 2002 ofreciendo el 70% de la demanda. Semejantemente, se estima que *WLL* se usará para un porcentaje creciente de líneas nuevas igual en situaciones donde el servicio de alambre de cobre ya esta disponible. Esta previsión asume que la parte de *WLL* de estas líneas en dichos países crecerán de 5% en años presentes a 35% para el 2002.

La penetración de *WLL* en países desarrollados se asume estar mucho más bajo que en países subdesarrollados. El requisito de *WLL* Para los Países desarrollados vendrá de compañías que quieren desviar el establecimiento de compañías locales telefónicas o clientes que quieren los servicios adicionales que *WLL* puede proporcionar. Éste es un subconjunto pequeño de la población total, así que se puede asumir que *WLL* ganará sólo el 5% (sin embargo, la desviación competitiva podría aumentar drásticamente este porcentaje) parte del mercado para el 2002.

Tabla 1: Número Potencial mundial en Líneas WLL (en millones)

| | <i>1997</i> | <i>1998</i> | <i>1999</i> | <i>2000</i> | <i>2001</i> | <i>2002</i> |
|-------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Países Subdesarrollados | <i>16</i> | <i>34</i> | <i>64</i> | <i>111</i> | <i>183</i> | <i>296</i> |
| Países Desarrollados | <i>7</i> | <i>13</i> | <i>21</i> | <i>31</i> | <i>37</i> | <i>43</i> |
| Total | <i>23</i> | <i>47</i> | <i>85</i> | <i>142</i> | <i>220</i> | <i>339</i> |

4.3 Segmentos de Mercado para WLL

Los dos segmentos del mercado básicos para WLL son por servicio telefónico básico en economías emergentes y por desviación inalámbrica en desarrollo de economías. Los requisitos por cada uno de los segmentos en zonas urbanas y suburbanas se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 2 Requerimientos del servicio para WLL por Segmento de Mercado

| | Desarrollo (Desviación) | Emergentes (POTS) |
|-----------------------|---|--|
| Urbana / Suburbana | Gran Velocidad de Datos Servicios Reforzados Movilidad Limitada Tráfico Alto / Densidad de Suscriptores. | POTS (Calidad de Voz) Datos del Módem Ninguna Movilidad (Lim) Tráfico Alto / Densidad de Suscriptores. |
| Rural | Gran Velocidad de Datos Servicios Reforzados Movilidad Limitada Baja Densidad de Suscriptores Cobertura amplia. | POTS (Calidad de Voz) Datos del Módem Ninguna Movilidad (Lim) Baja Densidad de Suscriptores |

4.4 Apreciación global

Analistas de la industria predicen que el mercado global de *WLL* se alargará a millones de suscriptores para el año 2000. Mucho de este crecimiento ocurrirá en emerger economías donde la mitad de la población tiene falta de servicio del teléfono llano viejo (*POTS*). Naciones en Desarrollo como China, India, Brasil, Rusia, e Indonesia nombran a la tecnología *WLL*, como una manera eficaz para desplegar *POTS* por millones de suscriptores sin el gasto de alambre del cobre.

Tabla 3 Distribución de Nuevas instalaciones *WLL* para el año 2000.

| | Desarrollo | Emergiendo |
|-----------------------|---|------------|
| Urbana / Suburbana | 9 % Mas "Parte Superior de la Desviación" Potencial de 25 %. | 51 % |
| Rural | 6 % Mas "Parte Superior de la Desviación" Potencial de 10 %. | 34 % |

4.5 Comparación de Sistemas WLL.

Varias Tecnologías y opciones de despliegues WLL se deben evaluar desde el punto de vista de:

- Densidad de la Población del área del servicio.
- Costo de la Conexión costó (Ejemplo, equipo e instalación).
- Nivel de penetración.
- Si área de servicio de encuentra en un país desarrollado o en desarrollo.

Una comparación de PHS, DECT, Celular Digital, Celular Analógico, y protocolos propios se condujeron en 1997, tomando en cuenta las variables precedentes. Se muestran los resultados en las figuras 11 y 12. Los Costos incluidos en los modelos están situados en la estación base, como son: costos de infraestructura, costos de equipo de la radio (varía con canales usó por sitio), costos de equipo de la antena (varía con sectorización de estación base), costos de proceso de la base de la banda y equipo de la conversión protocolar, costos de trayecto posterior de la estación base, costos de subscriptor que se establecen como premisas de equipo, y costos de Instalación.

Se debe notar que el análisis asume los costos del trayecto posterior, y que es similar para todos los sistemas, todavía no es probablemente el caso para sistemas Microcelulares. Los costos muestran en las dos figuras su instalación y no incluye funcionamiento, mantenimiento o software del sistema del manejo del suscriptor. Finalmente, se deben de tener presente los costos en el incremento de la inversión.

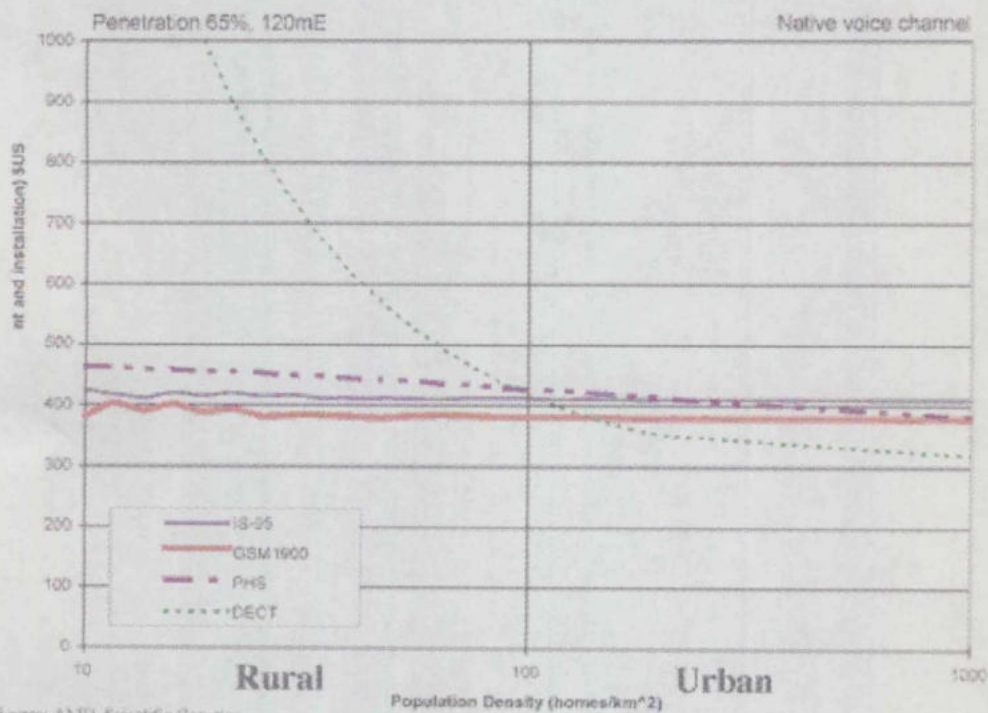


Figura 11. Costo Conexión Vs Densidad de la Población (Penetración 65%. 120 mE)

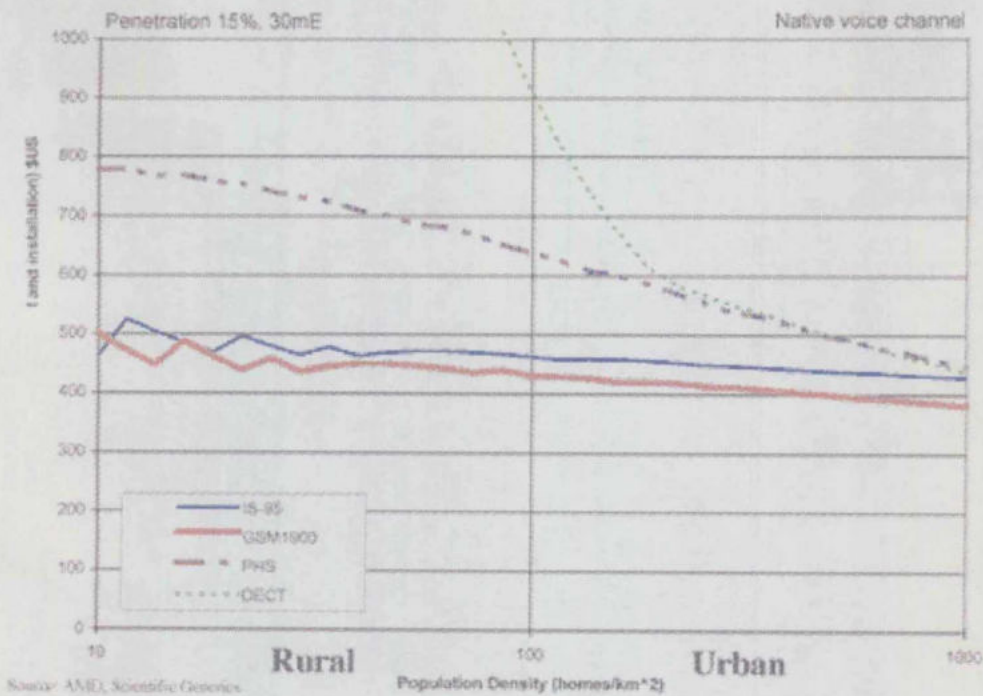


Figura 12. Costo Conexión Vs Densidad de la Población (penetración 15%, 30 mE)

Basado en los datos de la Figura 12 y 13, las tecnologías apropiadas para varios mercados *WLL* en ambos segmentos, desarrollados y subdesarrollados pueden resumirse como sigue:

| | Desarrollando | Emergiendo |
|--------------------|--|--|
| Urbano / Suburbano | Celular Digital DECT <i>PHS</i> Propios | DECT <i>PHS</i> Celular Digital Propios |
| Rural | Celular Digital Propios | Celular Digital Celular Analógico Propios |

Tabla 4. Tecnologías *WLL* Por Segmentos de Mercado.

Como se puede ver, ningún sistema es tan completo para todas las aplicaciones. La opción correcta necesita ser basada en densidades del suscriptor, condiciones de tráfico, y requerimientos de soporte de datos. La sabiduría convencional de los Sistemas Microcelulares Inalámbricos es mejor para áreas urbanas y los sistemas Macrocelulares son mejores para áreas rurales no para todas las condiciones.

Capítulo V. Sistemas WLL funcionando hoy en día

5.1 La solución flexible para la red

Actualmente, en el competitivo mercado de los servicios telefónicos, el tiempo es esencial. A fin de aprovechar las oportunidades del mercado, como la desregulación, los operadores deben lograr participar en éste rápidamente. Para ello, deben ser capaces de establecer una red flexible que pueda crecer a medida que el número de suscriptores aumente y mantener la misma calidad de servicios que los usuarios esperan recibir.

5.2 ¿Dónde se centra la solución de NOKIA?

Los sistemas *Wireless Local Loop (WLL)* de *NOKIA* proporcionan un método rápido y flexible para establecer una nueva red o expandir una ya existente. Su construcción modular hace posible que se puedan agregar elementos al mismo ritmo que las exigencias del usuario así lo requieran. La flexibilidad incorporada que posee el sistema, hace que éste sea adecuado tanto para operadores nuevos como para aquellos ya establecidos, incluyendo a los operadores de celulares, mientras que los suscriptores de radiofonía y de servicios que utilizan cables (Wireline) pueden conectarse a la misma red.

Los grandes conocimientos de *NOKIA* en materias de tecnologías de comunicación incluyen redes fijas y móviles. Ya en 1982, contribuyó con el primer intercambio de suscriptores totalmente digital de Europa.

NOKIA es un pionero en información celular y es un proveedor líder de teléfonos móviles. También es capaz de brindar una implementación rápida y expandirse a redes de telecomunicación.

Cuando los usuarios adquieren la tecnología *WLL* de *NOKIA*, también tendrán acceso a estas importantes experiencias. *NOKIA* es capaz de manejar la planificación de la red asegurándose de que el sistema del operador pueda crecer para satisfacer la demanda de la manera más eficaz, y de que los requisitos de calidad y performance de la red se cumplan.

5.3 ¿Por qué utilizar la tecnología *WLL* con *NOKIA*?

El *WLL* es un sistema de radiofonía que proporciona, por medio de la transmisión radial, la totalidad o parte de la unión entre la Central Telefónica local y el suscriptor.

Los sistemas *WLL* aceleran la instalación y expansión de la red. Se instalan mas rápidamente que los sistemas que utilizan cables (Wireline Systems) ya que no existe la necesidad de cavar zanjas para el cableado, con todos los costos de construcción y obtención de permisos que significa. A diferencia de las redes fijas, que requieren información acerca de la ubicación exacta de los suscriptores, las redes radiales se

proyectan de una forma más rápida y flexible. Las estaciones de base que se utilizan para transmitir la señal directamente al equipo del suscriptor, se instalan rápidamente, y aumentan la capacidad de la red en el menor tiempo posible.

Los costos de operación y mantenimiento son menores que los de las redes fijas y WLL, además brinda a los operadores la flexibilidad de adaptarse al crecimiento indeterminado de suscriptores de la forma más eficaz. El WLL de NOKIA le acerca los mismos servicios avanzados que brindan los sistemas que utilizan cables (Wireline Systems).

La Telefonía de Voz; (*VOICE TELEPHONY*) mantiene el mismo nivel que los sistemas que utilizan cables, sin que se produzca pérdida de la calidad de la voz alguna. También incluye facilidades de alta calidad para la transmisión de fax y datos.

5.4 ¿Por qué utilizar la tecnología GSM para WLL?

Las redes de WLL de NOKIA se basan en el modelo digital más popular para teléfonos móviles, el GSM (*Sistema Global para Comunicaciones Mviles; Glogal System for Mobile Communication*). Este sistema ha sido adoptado por 190 operadores en 80 países. El hecho de que exista un mercado masivo ya establecido, significa que GSM continuará creciendo con servicios innovadores, una infraestructura de avanzada y un nuevo equipo para el suscriptor.

La producción masiva de la tecnología *GSM* también asegura la eficacia del costo de las terminales de los suscriptores en comparación con los sistemas patentados. Los componentes estándar utilizados en los teléfonos móviles de *GSM* también se usan para las terminales *WLL*.

NOKIA usa, para su avanzada red *WLL*, la tecnología *GSM* o *DCS* (Digital Cellular System; Sistema Celular Digital). El *DES 1800* es un derivado del sistema *GSM* que utiliza cables, también incluye inventos como la primera llamada por *GSM*, que usó una red *NOKIA*, y los primeros productos de datos celulares y digitales. Como líder mundial en las redes que utilizan *GSM*, *NOKIA* está comprometido a desarrollar el potencial del *GSM* en el próximo siglo.

5.5 Servicios que los sistemas pueden brindarles

El sistema *WLL* compite con las redes ya establecidas, por lo tanto deben ofrecer un servicio superior. Los sistemas *WLL* de *NOKIA* pueden brindar al suscriptor una gran variedad de servicios, y de este modo satisfacer sus necesidades tanto en el hogar como en la oficina.

Activamente, *NOKIA* junto con la Universidad Sherbrooke de Canadá está desarrollando un codificador de voz de avanzada, conocido como *Enhanced Full Rate* (*Calidad Completamente Realzada; EFR*).

Con el *EFR* la calidad de la voz será comparable a aquella transmitida por tierra.

Aunque la Telefonía de la Voz (*VOICE TELEPHONY*) será suficiente para muchos suscriptores, el sistema *GSM/DCS* es capaz de brindarle muchos otros servicios.

Los servicios le permitirán al operador clasificar a sus clientes y ofrecerles servicios según sus necesidades. Las soluciones de *NOKIA* incluyen servicios como el *CALL FORWARDING* (traslado de llamadas), *CALL BARRING* (protección de llamadas), *CALL A WAITING* (llamada en espera), *CALL HOLD* y *TRANSFER CALL* (transferencia de llamadas). *CALL HOLD* y *CALL WAITING* hacen posible que el usuario reciba una llamada mientras esté ocupado en otra y las intercambie. *CALL FORWARD* permite el envío de llamadas entrantes a un teléfono celular, a una oficina, a la casa de un amigo cuando el usuario no se encuentre en su hogar.

WLL también puede brindar una cantidad de servicios a la pequeña empresa, incluyendo facilidades de llamada en conferencia, así como también servicios de transferencia de datos, faxes y el *voice mail*. El fax puede conectarse directamente a la terminal *WLL* del suscriptor; no se necesitan equipos extras. Para la transmisión de datos, las PC pueden conectarse a la terminal dando acceso a facilidades como la transferencia de fondos electrónica y el *e-mail* (correo electrónico) e Internet.

Otro servicio del que los suscriptores pueden disponer es el de servicio bancario telefónico. Que les permite pagar cuentas, examinar su estado de cuentas y transferir dinero utilizando el teclado numérico.

Los servicios los provee el *Mobile Switching Center (Centro de Conmutación o Maniobras Telefónicas)* de NOKIA en el sistema *WLL GSM/DCS* o la Central Telefónica en el *GSM/DCS Access Solution*.

5.6 Características que ofrece la Central Telefónica Local

En una red *WLL* funciona como una Central Telefónica Local. Incluyendo las siguientes características.

- Provee una numeración parecida a la de Wireline (Línea de Cableado).
- Asegura que las terminales *WLL* funcionen fuera de su propia celda.
- *Base Transceiver Station (Estación Base Tranceptora; BTS)*: se ocupa de la transmisión y recepción radial.
- Las emisoras envían la señal, en diferentes zonas urbanas o rurales, al aire libre o no.
- Diseñado para una fácil instalación y mantenimiento.
- Ciertas características avanzadas aumentan la calidad de la red.
- Transmisión integrada a fin de lograr una eficiencia en cuanto al costo.

- Terminal *WLL* del suscriptor: fácil de instalar: el teléfono del suscriptor simplemente se conecta.
- Compatibles con fax, base de datos y Pc a fin de satisfacer la exigencia de servicios más sofisticados de los consumidores.

5.7 Su estilo moderno se ajusta a los hogares hoy en día.

Wireless Pay Phone (Pago Telefonico Inalambrico): la solución perfecta para ciertas ocasiones, en vehículos o lugares fijos: Ideal como teléfono de la ciudad o para la comunidad. Puede utilizarse con una tarjeta que se paga con anterioridad; conveniente para los usuarios, evita robos de dinero.

5.8 Solución de acceso *Wll Gsm/Dcs* de *Nokia*

Este sistema es una solución de costo eficiente para aquellos operadores que deseen conectar directamente el sistema *WLL* a la central telefónica y quieran tanto los servicios del *WLL* como aquellos que llegan por cable.

5.9 Los beneficios más importantes de las soluciones *WLL NOKIA* son:

Soluciones totales de servicios basados en las necesidades de los operadores.

- ◆ Beneficios en cuanto al costo, debido a un estándar del *GSM/DCS* global.
- ◆ Rápida implementación de la red.

- ◆ Adecuada tanto para zonas urbanas como rurales.
- ◆ El mayor ahorro de costo posible, mediante la integración del equipo de transmisión en el sistema de la emisora
- ◆ La seguridad de la red está garantizada. Su uso fraudulento es prevenido mediante la identificación de suscriptores y equipos. Con el código del *GSM* es imposible que lo escuchen; además, las terminales *WLL* no funcionarán fuera de su celda.

5.10 Una red para acceso a servicios de radiofonía o aquellos que se transmiten por cable.

- ◆ Central Telefónica Local.
- ◆ Network Management System (NMS): Controla toda la red incluyendo la transmisión.
- ◆ Administración de desperfectos, configuración, funcionamiento y seguridad.
- ◆ La actualización del software a distancia reduce la cantidad de visitas a su proveedor.
- ◆ Integrada con la planificación de la red.
- ◆ Terminal *WLL* del suscriptor: fácil de instalar: el teléfono del suscriptor simplemente se conecta.

Compatibles con fax, bases de datos y Pc's a fin de satisfacer la exigencia de servicios más sofisticados de los consumidores.

5.11 DAXNODE 5000 WLL:

- ◆ Combina la telefonía fija con el acceso a radio.
- ◆ Adaptación de la interface de radio a la Central Telefónica de la red fija.
- ◆ Control de la cadena radial.
- ◆ Interface abierta V5.2 hacia PSTN.
- ◆ Capacidad máxima de 5000 suscriptores.
- ◆ Base Transceiver Station (BTS): se ocupa de la transmisión y recepción radial.
- ◆ Las emisoras pueden estar en diferentes zonas; urbanas o rurales, al aire libre o no.
- ◆ Diseñado para una fácil instalación y mantenimiento.
- ◆ Ciertas características avanzadas aumentan la calidad de la red.
- ◆ Transmisión integrada a fin de lograr una eficiencia en cuanto al costo.

La proxima fase: Suscriptores tanto del sistema *WLL* como de los que prestan servicios por cable, conectados al *WLL DAXNODE 5000*.

5.12 ¿Qué capacidad puede manejar la red WLL DE NOKIA?

La WLL de NOKIA se basa en un sistema modular que puede crecer fácilmente para estar al nivel de cualquier exigencia por parte del suscriptor. Por ejemplo, una ciudad con una densidad de población de 25.000 habitantes por Km² tiene cinco personas por hogar. Lo que indica que se encuentra dentro de la capacidad del WLL de NOKIA el cual puede proveer de su servicio a varios miles de suscriptores por Km².

5.13 ¿Cuál es la cobertura de los sistemas de WLL de NOKIA?

El factor más importante en áreas rurales es la cobertura de celdas.

Dado el bajo número de suscriptores, los operadores deben reducir la cantidad de estaciones de base para mantener los costos bajos. Las redes WLL de NOKIA mantienen extensiones de celdas de hasta 30 Km, en áreas rurales. Utilizando una antena de cerca de 50 metros de altura en la *BASE TRANSCIVER STATION* (*Estación Base Tranceptora; BTS*) y una antena direccional de alto alcance en la terminal WLL.

Idear la red de mayor beneficio costo-eficaz requiere una cuidadosa planificación. NOKIA puede ayudar a los operadores, con una completa cantidad de herramientas de medición y servicios de planificación de la red.

5.14 En vistas al futuro con NOKIA

NOKIA posee una activa e innovadora división, dedicada a la investigación y el desarrollo, que está ampliando constantemente la variedad de equipos *WLL GSM* para anticiparse a las necesidades de los suscriptores.

Frecuentemente, se lanzan nuevos sistemas y se desarrollan bases de datos mayores; a fin de lograr una utilización más eficaz de los recursos de radio. Las bases de datos gradualmente se incrementan a 2 Nbit/s a medida que el *GSM* se convierte en el *Universal Mobile Telecommunications System (Sistema Universal Movil de Telecomunicaciones; UMTS)* el sistema radial de la próxima generación. Lo cual posibilitará a los suscriptores, al uso de una gran cantidad de servicios avanzados como la multimedia, la videoconferencia, y algunos otros etc.

5.15 LMDS: Ampliando los horizontes para *WLL*

A la hora de comenzar la implementación de la red por parte de los operadores de *WLL*, pocas cuestiones son más importantes que:

- ◆ La capacidad requerida por los usuarios a medio y largo plazo.
- ◆ ¿Podrán mis competidores captar a mis clientes al ofrecerles servicios de banda ancha que yo no puedo igualar?

5.16 Soluciones *WLL* de AMD

AMD, es un proveedor global de Circuitos Integrados (ICs) para comunicaciones, conexión de redes, aplicaciones personales de informática, teniendo la capacitación de tecnologías de silicio y el centro de competencias que requirieron integrar y manejar a bajo costo de Sistemas *WLL*. Es un establecimiento, de gran calidad y proveedor de alto volumen al mercado de telecomunicaciones, con más de 15 años de experiencia en la industria. También proveedor principal mercantil de ICs para la oficina central de enlace en *Telecom*, equipo de la transmisión, y sistemas *PBX*.

5.16.1 AMD y el Futuro de la Tecnología WLL.

Como una industria líder en tecnología de la línea de interface, AMD es socio con varios proveedores de *Telecom* para desarrollos integrales, y bajo costo de soluciones en terminales WLL. Por trabajo estrecho con proveedores de sistemas para definir soluciones optimas del conjunto de Chips para aplicaciones necesarias de WLL, AMD ha ganado una gran visión del mercado de WLL. Como resultado de estas relaciones con el cliente, esta desarrollando una amplio entendimiento de los requerimientos RF/ con base de banda, en aplicaciones actuales de WLL.

AMD también reconoce la necesidad adicional de la capacidad del valor agregado y cree que el poder de DSP se puede dar poco apoco, minimizando el costo de la tecnología y la complejidad del mantenimiento de la línea en un ambiente WLL.

Además, AMD esta invirtiendo sus esfuerzos en interfaces como ATM, ADSL, SONET/ SDH, Digital Inalámbrica, tecnologías celulares, condensación de la voz, y próxima generación de procesos profundos de CMOS. Estas inversiones habilitarán a AMD a entregar soluciones integrales de silicio, que bajarán el costo y reforzaran el tiempo de comercialización de sistemas innovadores de WLL, que soportan ambas características POTS y gran velocidad de acceso.

Conclusión

Los sistemas *WLL* son un despliegue barato y veloz, soluciones que se dirigen al segmento más caro de la red telefónica global. Un rango ancho del sistema *WLL* se acerca a entrar a nuevos mercados y expandirse en algunos ya existentes. Entre dichos acercamientos, los sistemas basados en *PHS* (sobre todo los que integran tecnología de la antena inteligente) ofrecerán el nivel de beneficio general más grande, para los segmentos largos del enorme mercado de *WLL* que se aproxima la siguiente década. Para el próximo año, el mundo deberá esperar más alta ejecución de los sistemas *WLL*, incorporando nueva tecnología, para resolver muchos de los problemas existentes, tomando en cuenta la promesa de calidad de la línea de cableado y la característica transparencia que *WLL* ha representado mucho tiempo.

En resumen existen claras oportunidades de mercado en economías emergentes para *WLL*, así como un enorme potencial contrario en economías de desarrollo. El mercado potencial es grande, pero varios de sus segmentos requieren de los costos correctos del sistema y de sus características. Finalmente, más de una tecnología se desempeñara como el líder; por ejemplo aplicaciones microcelulares llamadas *DECT* y *PHS*, considerando que se satisfacen sistemas *TDMA*, *CDMA*, y *GSM* para macrocelulares.

CDMA posee una característica deseada por cualquier sistema, y consiste en el hecho de aprovecharse de la ortogonalidad de sus códigos para emplear al máximo un mismo recurso (Espectro Electromagnético), pues es uno de los factores económicos más importantes en las Telecomunicaciones, para modo se obtiene el mayor beneficio.

Por otro lado, tiene un factor de rehuso de frecuencias igual a uno, permitiendo así tener el mismo espectro empleándose adyacentemente, gracias a que tiene la menor (prácticamente nula) interferencia posible entre usuarios.

TDMA es bueno para aplicaciones en las que se requiere la transmisión continua de datos con la más mínima seguridad, que bien podría ser encriptación, pues por ejemplo, en el caso de la voz se desperdicia del recurso canal dos terceras partes del tiempo, ya que los slots temporales son de longitud constante y de uso dedicado a un usuario.

TDMA se considera esencial cuando el número de enlaces requeridos en un área geográfica limitada, es mayor al número de canales disponibles. Pues simplemente se decreta la tasa de transmisión y se amplía el número de canales disponibles.

Se tiene la esperanza de que se incrementen las capacidades de *TDMA*, pero eso no tiene mucho sentido, pues tarde o temprano volverá a saturarse. Y por otro lado, como ocurre en la mayoría de los casos, se toma lo mejor de las dos tecnologías y se crean híbridos, lo que ocurrió en Nueva York con un "sistema compuesto *CDMA / TDMA*", ofreciendo buenos resultados.

GLOSARIO DE TERMINOS

| | |
|---------------|--|
| ADSL | Línea Digital Asimétrica de Suscriptores. |
| AMPS | Sistema Avanzado Telefónico Móvil. |
| ATM | Modo de transferencia Asíncrona. |
| CDMA | Múltiple Acceso Por División del Código. |
| CMOS | Semiconductor Complementario de Oxido de Metal. |
| CT-2 | Teléfono Inalámbrico 2. |
| DCT-U | Telefonía Digital Inalámbrica - Estados Unidos |
| DECT | Telefonía Digital Inalámbrica Europea. |
| DSLAC | Circuito Dual de suscriptores Procesando Línea de Audito |
| DSP | Procesamiento Digital Señalado |
| EPROM | Memoria Programable de Sólo lectura Imborrable. |
| E-TDMA | <i>TDMA</i> Reforzado |
| FRA | Acceso a Radio Fijo. |
| GSM | Sistema Global para Comunicaciones Móviles |
| IC | Circuito Integrado. |
| ISDN | Red Digital de Servicios Integrales. |
| LAN | Red de Area Local. |
| NAMPS | Sistema Avanzado de Telefonía Móvil en Banda Angosta. |
| NMT | Telefonía Nordica Móvil |
| PACS | Sistemas de Acceso de Comunicación Personal. |

| | |
|--------------|--|
| PBX | Intercambio Privado de la Rama. |
| PCM | Código de la Modulación del Pulso. |
| PCN | Red de Comunicación Personal. |
| PCS | Sistema de Comunicación Personal |
| PHS | Sistema Personal de Telefonía Accesible. |
| POTS | Servicio Telefónico Evidentemente Viejo |
| PTT | Poste Telefónico y Telegráfico. |
| RITL | Radio en el Enlace. |
| SDH | Jerarquía Digital Síncrona. |
| SLAC | Circuito de línea del Subscriptor Procesando Audito. |
| SLIC | Circuito de línea interface del suscriptor. |
| SONET | Red Síncrona Optica |
| TACS | Sistema Total de Comunicaciones de Acceso |
| TDMA | Acceso Múltiple por división del Tiempo. |
| WLL | Enlace Local Inalámbrico. |
| XDSL | Línea Digital del Suscriptor X (Genérico) |

BIBLIOGRAFÍA

www.antel.com.uy/wll.htm

www.krone.es/nwll.htm

www.advanstar.com.br/numant/tla41/wll.htm

www.samsung-latin-america.com/wll-s.htm

www.acet.es/extern/castella/butlleti/14/wll_cas.htm

www.iies.es/teleco/bit/bit103/quees.htm

www.ibctelecoms.com/cr1237/engine.asp

www.driverforum.com/bios/3905.html

www.spectrumwireless.net/

www.cdg.org/

www.wll.com/

www.telecomresearch.com/

www.josephcharles.com/stocks/main/WLL.htm

www.revistared.com/wll.htm

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO
BIBLIOTECA
FACULTAD DE INFORMÁTICA