

INCREMENTO DE LINEAS TELEFONICAS PARA EL SECTOR DE LA PUNTILLA - CANTON SAMBORONDON POR MEDIO DE LA TELEFONIA INALAMBRICA

Kléver Bonilla Ortiz¹, José Martrus Jaramillo², Marcos Tobar Morán³,
Luis Mariño⁴.

¹Ingeniero Electrónico Especialización Telecomunicaciones.

²Ingeniero Electrónico Especialización Telecomunicaciones.

³Ingeniero Electrónico Especialización Telecomunicaciones.

⁴Director de Tópico, Ingeniero en Eléctrica Especialización
Electrónica, Escuela Superior Politécnica del Litoral, 1987, Jefe de
Mantenimiento en el Departamento de Transmisiones-PACIFICTEL
S.A., 1988.

RESUMEN

Enfocamos nuestro estudio en el estándar DECT cuyos principios son la base para diversas tecnologías inalámbricas de importancia y que tiene gran acogida alrededor del mundo, explicamos la teoría del tráfico y su principal parámetro: la intensidad de tráfico, que es importante en cualquier dimensionamiento de servicio telefónico y se muestra la teoría del estudio de propagación y las fórmulas que se utilizarán en el cálculo del enlace microondas.

Se detalla las características técnicas de 2 sistemas de telefonía inalámbrica fija proporcionadas por Ericsson y Alcatel.

Presentamos las características de la Puntilla, su ubicación y su situación actual en el área de servicios telefónicos y se realizan los cálculos de dimensionamiento, de cobertura del sistema a utilizarse, así como los cálculos del enlace microondas; finalmente nos referimos a la instalación, cronograma de trabajo, costos, operación y mantenimiento del sistema DRA 1900 de Ericsson, tecnología que se aplicó en nuestro análisis final.

INTRODUCCION

La necesidad de satisfacer los requerimientos de una población, cada vez más creciente, que demanda por servicios telefónicos eficientes y oportunos, ha hecho que las empresas líderes en telecomunicaciones desarrollen nuevos sistemas con tecnologías avanzadas, que ofrecen diferentes servicios con mayor agilidad y flexibilidad. Precisamente, un sistema que está teniendo gran auge en diferentes partes del mundo, y con buenos resultados, debido a que presenta una solución ideal a la sección de la red que parte desde la central telefónica local hasta la oficina u hogar del abonado, con tecnología que permite una inversión inicial muy baja, costos muy bajos de operación,

mantenimiento y administración de la red, es la telefonía inalámbrica en el bucle del abonado, cuyos principios básicos son los mismos de la telefonía móvil celular pero con ciertas diferencias que serán expuestas en el desarrollo del tema.

El objetivo de este proyecto es utilizar las ventajas que presenta esta alternativa para incrementar el número de líneas telefónicas en una zona de la provincia del Guayas, La Puntilla, que consideramos presenta las características apropiadas (como crecimiento económico, urbanístico y poblacional) y que actualmente tiene un déficit en el servicio telefónico, y que puede servir como base para estudios posteriores en otras zonas de la provincia.

CONTENIDO

1. EL ESTANDAR DECT

DECT usa un interfaz multicanal de radio, con acceso múltiple, duplex por división en el tiempo (MC-TDMA/TDD), y opera tanto en la banda de frecuencias de 1880 - 1900 Mhz como en la de 1910 - 1930 Mhz. La anchura de banda de radio en sistemas DECT se fracciona en diez portadoras en el dominio de la frecuencia. Cada uno de estas portadoras se subdivide de nuevo en

el dominio del tiempo, en un ciclo de 2×12 intervalos elementales de tiempo (duplex) que se van repitiendo. Una llamada telefónica emplea uno de estos intervalos, alternando entre emisión y recepción de datos. De esta forma cada portadora puede ser empleada hasta por 12 usuarios simultáneos bidireccionales.

El tráfico de voz en DECT usa codificación ADPCM con 32 kbps, y además la voz se encripta para máxima seguridad con el fin de evitar el espionaje telefónico.

Esta calidad de voz superior con DECT tiene importantes consecuencias para los servicios que puede proveer. Por ejemplo, una red DECT permite usar modems y fax con velocidades más altas que las que una red celular puede alcanzar. La especificación DECT permite también establecer conexiones **ISDN** (Integrated Service Digital Network) básicas a tasa binaria plena (144 kbps) por la red de radio.

Los sistemas DECT usan la técnica denominada “Selección Continua Dinámica de Canal” **CDCS** (Continuous Dynamic Channel Selection). Esta característica le permite al terminal de usuario monitorear constantemente todas las portadoras de radio disponibles y seleccionar la portadora con mejor relación de señal a ruido. De esta manera se garantiza que la llamada se cursará por el mejor canal disponible.

2.- SISTEMAS ERICSSON Y ALCATEL

El sistema ERICSSON está diseñado para Radio en el Bucle del Abonado, que se basa en el estándar DECT. Está integrado por tres componentes básicos: **RNC** (Controlador de Nodo de Radio), **DAN** (Nodo de Acceso DECT) y las **FAUs** (Unidades Fijas de Acceso) (Ver figura 1). Los RNCs se interconectan a la central telefónica y se comunican con los DANs, que se puede asociarlos con las estaciones de radio base de los sistemas celulares. Los DANs se comunican a través de enlaces de radio DECT con los FAUs los cuales se ubican en la localidad de los abonados (hogar u oficina).

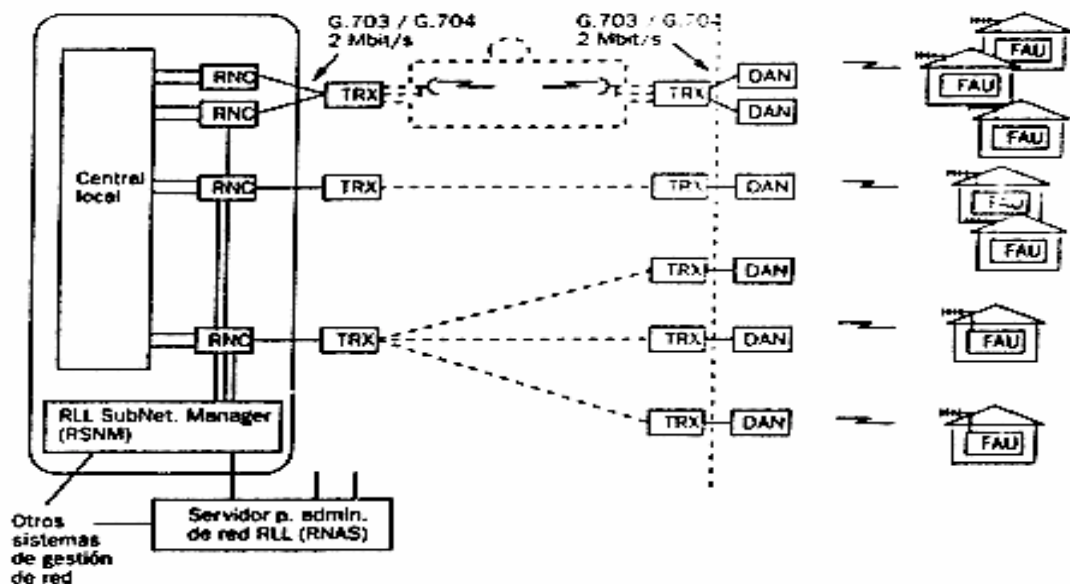


FIGURA 1. Sistema Ericsson DRA 1900

En el corazón del sistema DRA 1900, el controlador de Nodo de Radio, o RNC, actúa como el controlador y concentrador de las estaciones radio base. Se encarga de manejar todas las llamadas que se originan o terminan en la red fija de radio y suministra la conexión a la red telefónica. Los DANs suministran la interfaz al sistema de Operación y Mantenimiento.

La Tecnología ALCATEL A9800 R2 es un sistema radio acceso digital, diseñado para proporcionar servicios de telecomunicaciones de alta calidad desde una central telefónica a grupos de abonados distribuidos en zonas suburbanas y escasamente pobladas.

En la figura 2 se muestra un ejemplo de una configuración típica del sistema A9800 R2.

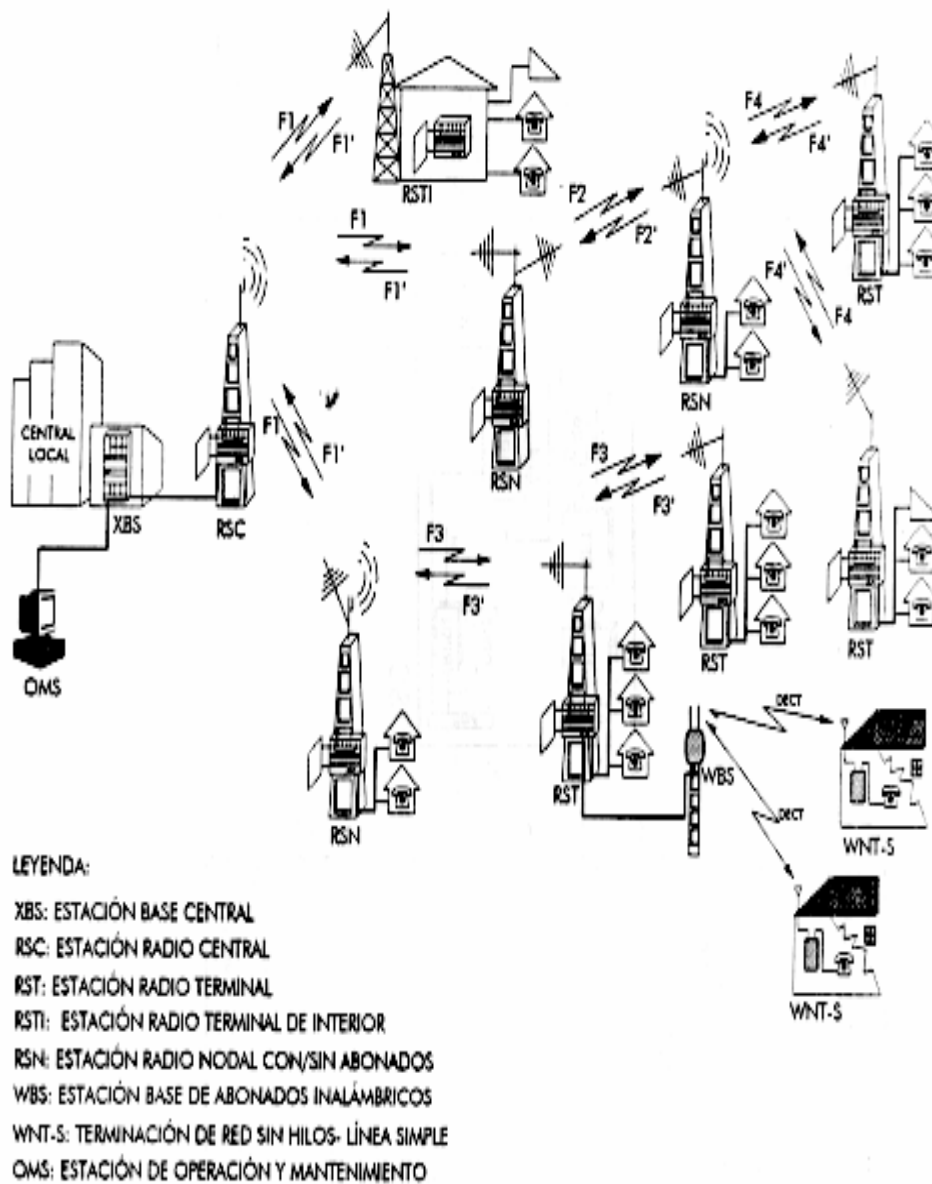


FIGURA 2. Configuración típica del sistema A9800 R2.

3. SITUACION ACTUAL DE LAS TELECOMUNICACIONES EN LA ZONA

La Puntilla cuenta con una central digital de tecnología ALCATEL (E10B) con una capacidad total de 7140 abonados, de los cuales 6804 están habilitados, pero tan solo están instalados 4500 números. Esto indica que existe 2304 líneas telefónicas por asignarse en la zona. Se conoce que ciertas urbanizaciones, que a pesar de contar con la red primaria y secundaria, todavía requieren de líneas telefónicas y que no pueden ser atendidas por la central del sector debido a que la red está totalmente copada en esos sitios.

La tabla I muestra la distribución de pares asignados por urbanización actualmente, así como el número de predios que hay en las mismas. Cabe destacar que la tabla presenta las urbanizaciones que cuentan con planta externa y se omiten aquellas que no tienen esta infraestructura, que como fue mencionado anteriormente son algunas.

En la tabla se observa que el total de pares es de 5950 para un total de 3621 predios, esto quiere decir que la relación teléfono - predio es menor de 2 a 1, lo que está por debajo de lo aceptable

para este tipo de urbanizaciones. Recordemos que existe capacidad actual para 6804 líneas, por lo que la planta externa tendría un déficit de 854 líneas, que pueden ser cubiertas por el sistema inalámbrico.

TABLA I. Distribución de pares y predios

URBANIZACION	PARES	PREDIOS
LA PUNTILLA	600	308
ENTRERIOS	1300	1274
ACUAMARINA	200	318
RIO GRANDE	300	177
ISLA SOL	400	115
PARQUES DEL RIO	500	203
LAS RIBERAS	750	484
LAGUNA DORADA	250	94
LOS LAGOS	150	83
EL RIO	250	174
RINCONADA DEL LAGO	550	61
SAN ISIDRO	200	82
GUAYAQUIL TENNIS CLUB	500	248
TOTAL	5950	3621

4. DISEÑO DE LA RED INALAMBRICA PARA LA PUNTILLA

Consideramos tecnologías estudiadas: ERICSSON y ALCATEL, luego se establece cual es la más conveniente y se termina el diseño de la red con la tecnología escogida.

4.1 DIVISION DE LA PUNTILLA EN CELDAS SEGUN LA INTENSIDAD DE TRAFICO DE LA ZONA

Las mediciones de la intensidad de tráfico en la hora pico de la puntilla dan un promedio de 100 merlg/ab (1% GOS), valor típico para aplicaciones de telefonía básica pública. Esta intensidad es fácilmente manejada por la central del sector con sus 742 circuitos instalados para su comunicación con otras centrales, lo que equivale a 714,12 erlangs (1% GOS), que a capacidad total puede manejar una intensidad de 100 merlg/ab; sin embargo la central actualmente puede atender hasta 6804 abonados, lo que dá:

$$714,12 \text{ Erlangs} = 6804 \text{ ab.} \times X$$

$$X = 105 \text{ merlg/ab.}$$

Para nuestros cálculos hemos considerado las intensidades de tráfico de 100 merlg/ab para una línea básica y de 200 merlg/ab para una línea comercial. No se ha considerado poner monederos debido a las características de la zona que no son propicias para tal servicio.

Con la tecnología Ericsson la Puntilla queda dividida en cuatro celdas, cuyas características se mostrarán en cálculos posteriores. Esto se debe a la capacidad de manejo que tiene cada DAN (hasta 600 abonados por celda, considerando 78 merlg/ab) lo que permite atender a más abonados con menor infraestructura.

Con Alcatel la situación es diferente, la Puntilla tiene que ser dividido en 14 celdas, debido a la menor capacidad en el manejo de abonados en cuanto a la intensidad de tráfico de las mismas. Con esta tecnología cada XBS puede manejar hasta 1024 abonados (a 2,048 Mbps) con un tráfico de 46,95 Erlangs a 1% de GOS, esto dá:

$$46,95 \text{ Erlangs} = 1024 \text{ ab.} \times X$$

$$X = 45,85 \text{ merlg/ab.}$$

Capacidad que es adecuada para zonas rurales donde es típico tener estas intensidades de tráfico. Para una intensidad de tráfico de 100 merlg/ab, la XBS se reduce a:

$$46,95 \text{ Erlangs} = 100 \text{ merlg/ab} \times X$$

$$X \approx 470 \text{ abonados}$$

$$470 \text{ ab} = 128 \text{ ab/RST} \times X$$

$$X \approx 4 \text{ RST}$$

Es decir se producen dos efectos. Primero, debido a la intensidad de tráfico cada XBS debe manejar solo 470 abonados de los 1024 que tiene de capacidad total y segundo, para manejar a estos 470 abonados (más o menos lo mismo que maneja una DAN a 100 merlg/ab , 1% GOS) se necesitan aproximadamente 4 RST, es decir 4 veces más infraestructura que la necesaria para la tecnología Ericsson.

4.2 SISTEMA ERICSSON

Para cada DAN hemos considerado un número de líneas comerciales y el resto en líneas de telefonía básica, para completar así la capacidad que cada DAN tiene según el estudio de tráfico. La fórmula que se aplica para determinar este número es la que sigue:

$$C = A_C \times I_C + A_B \times I_B$$

Donde:

C = Intensidad total de tráfico del sistema (DAN) en Erlangs.

A_C = Número de abonados comerciales.

I_C = Intensidad de tráfico considerado para los abonados comerciales en Erlangs.

A_B = Número de abonados normales.

I_B = Intensidad de tráfico considerado para los abonados normales.

1ER DAN

$$47 \text{ Erlangs} = 30 (0,2 \text{ erl/ab}) + X_1 (0,1 \text{ erl/ab})$$

$$X_1 = 410 \text{ abonados}$$

$$\text{Total} = 440 \text{ abonados}$$

2DO DAN

$$47 \text{ Erlangs} = 40 (0,2 \text{ erl/ab}) + X_2 (0,1 \text{ erl/ab})$$

$$X_2 = 390 \text{ abonados}$$

$$\text{Total} = 430 \text{ abonados}$$

3ER DAN

$$47 \text{ Erlangs} = X_3 (0,1 \text{ erl/ab})$$

$$X_3 = 470 \text{ abonados}$$

$$\text{Total} = 470 \text{ abonados}$$

4^{TO} DAN

$$47 \text{ Erlangs} = X_4 (0,1 \text{ erl/ab})$$

$$X_4 = 470 \text{ abonados}$$

$$\text{Total} = 470 \text{ abonados}$$

Mediante esta división con la tecnología Ericsson, con 4 DANs se puede atender a un total de 1810 abonados, distribuidos en una forma proporcional a las necesidades de la zona.

4.3 SISTEMA ALCATEL

En este sistema consideraremos 4 RST por RSC. Las ecuaciones propuestas determinarán si la asignación de líneas e intensidades de tráfico son correctos.

1^{ER} RSC

$$C = 100 (0,1 \text{ erl/ab}) + [118 (0,1 \text{ erl/ab}) + 10 (0,2 \text{ erl/ab})] \\ + [108 (0,1 \text{ erl/ab}) + 20 (0,2 \text{ erl/ab})] + 83 (0,1 \text{ erl/ab})$$

$$C = 46,9 \text{ erlangs}$$

Este valor es menor a la capacidad total del RSC (46,95 Erlangs) por lo que la asignación establecida en cada RST para líneas comerciales y normales es permitida.

La asignación de líneas para este RSC, así como para todos los demás se realizó bajo las siguientes condicionantes: Primero, cada RST no puede tener más de 128 abonados; segundo, en cada RST se considera un determinado número de líneas comerciales, según las características de la zona, siendo el resto para líneas normales; y tercero, si la capacidad total no es sobrepasada, la asignación es correcta, caso contrario se deberá buscar una asignación que concuerde con los parámetros establecidos.

2º RSC

$$C = [85 (0,1 \text{ erl/ab}) + 25 (0,2 \text{ erl/ab})] + [100 (0,1 \text{ erl/ab}) + 5 (0,2 \text{ erl/ab})] + 120 (0,1 \text{ erl/ab}) + 100 (0,1 \text{ erl/ab})$$

$$C = 46,5 \text{ erlangs}$$

3ER RSC

$$C = 100 (0,1 \text{ erl/ab }) + 120 (0,1 \text{ erl/ab }) + [120 (0,1 \text{ erl/ab }) \\ + 5 (0,2 \text{ erl/ab })] + 115 (0,1 \text{ erl/ab })$$

$$C = 46,5 \text{ erlangs}$$

Mediante la división de celdas con la tecnología Alcatel, con 3 RSC y con 12 RST atendemos a un total de 1334 abonados. Esto representa una cantidad menor de abonados que lo calculado con la tecnología Ericsson y además una infraestructura mucho mayor que no hace viable la inversión usando este sistema.

De esta manera hemos concluido que para nuestro diseño y las características de la zona, la mejor opción es el sistema DRA1900 de la Ericsson.

El estudio del enlace microondas para este sector es relativamente fácil debido a las características propias de la zona. No existen grandes obstáculos que impidan establecer línea de vista entre los DANs y los RNCs (considerándose como un hecho que el 100 % de la primera zona de Fresnel está libre y por lo tanto no existen pérdidas por este factor),

así como las distancias a cubrir son pequeñas por lo que no se necesita considerar la curvatura de la Tierra.

Se ha escogido trabajar con frecuencias del orden de los 15 Ghz, antenas directivas de pequeño diámetro (0,6 m y 37 dBi), transmisores de baja potencia (18 dBm) y receptores con un nivel de sensibilidad aceptable para nuestras consideraciones (- 77 dBm), debido a que las distancias de los enlaces establecidos son pequeñas y no existen grandes pérdidas en el camino.

5. INSTALACION, OPERACION Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DRA 1900

Los diferentes equipos del sistema DRA 1900 deben ser instalados en posiciones que permitan un fácil acceso y a su vez brinden las condiciones necesarias para aprovechar al máximo las características propias del sistema. Así por ejemplo la DAN tendrá que ser ubicada a una altura apropiada de tal manera que pueda "visualizar" toda la celda, para ello se tendrán que armar las estructuras necesarias (por ejemplo torres, bases) si es que no

existen elevaciones naturales o artificiales (como edificios) que cubran esta necesidad.

La FAU será ubicada de tal manera que permita tener línea de vista con la DAN a la que pertenece, preferiblemente en los techos de las casas o azoteas de los edificios donde se encuentra el abonado.

5.1. CRONOGRAMA DE TRABAJO

Se estima que la implementación total de un proyecto de estas características se lo realizaría en un tiempo aproximado de 3 meses. Sin embargo este tiempo dependerá de las circunstancias involucradas en los parámetros que se listan en la tabla II.

TABLA II. Cronograma de Trabajo

PARAMETROS	PROMEDIO (Días)
Tiempo de entrega del equipo	45 días
Desaduanización	30 días
Instalaciones Primarias y Pruebas	5 días
Instalaciones Secundarias y Pruebas	1 día
TOTAL	81 días

5.2. COSTOS

La infraestructura que presenta la tecnología Ericsson para llegar con el servicio telefónico inalámbrico hacia un abonado tiene un costo aproximado de 800 dólares por línea. Este valor variará según la densidad de usuarios que se atiende en una zona determinada.

5.3. OPERACION Y MANTENIMIENTO

El sistema DRA 1900 de Ericsson basado en DECT para acceso de suscriptores por medio de radio está gestionado por el **RSNM**, es decir, el gestor de subred **RLL**. RLL es un acrónimo para Radio en el Bucle Local. El RSNM proporciona al operador funciones de gestión tales como gestión de configuración, de fallas, de desempeño y de seguridad. El RSNM recopila y procesa datos estadísticos y permite la actualización de elementos de red mediante la telecarga de software.

CONCLUSIONES

Para poder atender todas las necesidades, Pacifictel tendrá que crecer tanto en su planta interna como externa, siendo esto último lo más complicado de hacer debido a los estudios de planificación y de infraestructura que se deben establecer, lo que causa grandes demoras en las instalaciones de nuevas líneas y por lo tanto en el servicio eficiente a la ciudadanía.

El sistema inalámbrico presenta una solución oportuna a estos problemas, presentando una tecnología que permite una inversión inicial baja (comparada con la inversión que se tiene que hacer para construir planta externa mediante pares de cobre u otros medios), un estándar reconocido que suministra servicios avanzados en el futuro y un sistema que ofrece costos muy bajos de operación, mantenimiento y administración de la red. Este estudio, creemos es un ejemplo de ello, que permite satisfacer las necesidades de un sector de alto crecimiento, de gran poder económico y en donde existe aún una gran demanda de servicios telefónicos, incluso en las urbanizaciones ya totalmente establecidas y que no pueden ser atendidas por la central local debido a la falta de planta externa .

El sistema utilizado DRA1900 de Ericsson es el más adecuado, a nuestra forma de ver, para las características del sector en donde

existe una intensidad de tráfico tipo urbano y donde la densidad poblacional es alta y bien establecida. Su infraestructura es adecuada y permite establecer costos razonables para la adquisición de líneas telefónicas para los moradores no sólo de esta urbanización, sino de aquellos asentamientos con un nivel económico medio.

REFERENCIAS

1. Gabriel Andrade, " Estudio y Diseño de la Ampliación del Sistema de Comunicación para canal 13 de T.V. para la Provincia de Galápagos " (Tesis, Facultad de Ingeniería Eléctrica, Escuela Superior Politécnica del Litoral, 1989).
2. Francisco Net, Teoría Básica de Radiación y Propagación Electromagnética (Noriega, 1990), pp. 128-142.
3. Alcatel, Manual Técnico del Sistema A9800 R2, Volumen 2 (Alcatel, 1992)
4. Ericsson, Manual Técnico del Sistema DRA900 (Ericsson, 1995)
5. Internet : [http:// www.ericsson.com/...](http://www.ericsson.com/...) access.html
6. Internet : [http:// www.ericsson.com/...](http://www.ericsson.com/...) dect.html
7. Internet : [http:// www.cdma.com](http://www.cdma.com)
8. Internet : [http:// www.smi.siemens.com/...](http://www.smi.siemens.com/...) dect.html

