



# **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

## **Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación**

“ANÁLISIS Y DESCRIPCIÓN DE LA SEÑALIZACIÓN DURANTE EL PROCESAMIENTO DE LLAMADAS EN SISTEMAS IS.95 CDMA, Y DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA DIDÁCTICA”

### **EXAMEN DE GRADO (COMPLEXIVO)**

Previo a la obtención del título de:

**INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES**

**Presentado por:**

CRISTIAN LEONARDO ENRÍQUEZ CAMPOVERDE

SONIA ARACELLY ORDÓÑEZ YAGUAL

GUAYAQUIL – ECUADOR

AÑO: 2015

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por las bendiciones recibidas, a mis padres Reinaldo y Emma (+) por ser los pilares de mi vida, a mis hermanos por su apoyo incondicional, a mis sobrinos que son y serán mi alegría en mis momentos de tristeza, a mis amigos por incentivar-me a culminar esta tarea

### **Sonia Aracelly Ordóñez Yagual**

A Dios por la salud y la sabiduría. A mis padres Duman y Flor, gracias a su ejemplo y apoyo incondicional pude terminar mis estudios durante estos años. A mis hermanos, sin ustedes hubiera sido imposible conseguir esta meta.

A mi querida universidad, la ESPOL y a mis profesores por enseñarme e instruirme; recordándome siempre que sin importar lo difícil que sea, con perseverancia todo se consigue.

### **Cristian Leonardo Enríquez Campoverde**

## **DEDICATORIA**

A Dios en primer lugar, por haberme dado la vida, A mi madre que está reunida con Él y que ha sido mi ángel guardián durante todo este tiempo, la energía que me levantaba cuando sentía que debía rendirme. A mi padre por estar siempre presente y ser mi impulso, sin su esfuerzo, sin su paciencia me hubiera sido imposible hacer realidad este sueño. Con todo mi cariño para las personas que de una u otra manera hicieron todo en la vida para que yo pudiera alcanzar esta meta

### **Sonia Aracelly Ordóñez Yagual**

Dedico este gran esfuerzo y meta a mis queridos padres, quienes me supieron guiar con amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a su apoyo he podido llegar hasta aquí; convirtiéndome en la persona que soy hoy. He sido un privilegiado al tener los mejores padres del mundo.

### **Cristian Leonardo Enríquez Campoverde**

## TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

---

**Ing. Washington Medina**

PROFESOR DELEGADO

POR LA UNIDAD ACADÉMICA

---

**Ing. Fernando Vásquez**

PROFESOR DELEGADO

POR LA UNIDAD ACADÉMICA

## DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas expuestas en este Informe nos corresponde exclusivamente; y, el patrimonio intelectual de la misma, a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

(Reglamento de Graduación de la ESPOL).

.....  
Cristian Leonardo Enríquez Campoverde

.....  
Sonia Aracelly Ordóñez Yagual

## RESUMEN

En todos los sistemas de cualquier naturaleza es de vital importancia el uso de convenciones y normas para un correcto y eficiente funcionamiento; más aún en los sistemas de telefonía celular, dónde sin importar que tecnología esté proporcionando este servicio de comunicación posea un subsistema que se encargue de tareas como: saber cuándo un teléfono móvil esta encendido o no, conocer cuando un abonado posee saldo para realizar alguna llamada o enviar un mensaje. Adicionalmente que este subsistema se encargue de procesos que para el usuario son transparentes y que tanto para la Radio Base como para el teléfono celular son muy necesarias como por ejemplo: el establecimiento de una llamada, el procedimiento a seguir durante el traspaso de una llamada de una celda a otra, es decir que el gran sistema de telefonía celular posea un subsistema de señalización.

El Sistema de Señalización en el Estándar IS-95 CDMA, permitirá manejar y controlar de manera óptima el establecimiento y mantenimiento de una llamada, así mismo este sistema le ofrecerá el beneficio de no permitir la caída de la llamada cuando se efectúa un traspaso, pues el sistema IS-95 CDMA nunca pierde contacto con el teléfono móvil gracias a la característica del estándar de usar todo el ancho de banda y no una porción como sucede con otras tecnologías.

Con el desarrollo de este proyecto queremos ofrecer una herramienta didáctica a la comunidad estudiantil y personas interesadas en este tema, debido a que la introducción del video en las aulas puede producir modificaciones sustanciales educativas utilizándose como medio de autoaprendizaje o como medio de ayuda a la enseñanza. Adicionalmente un video sirve como refuerzo, antecedente o complemento de una actividad docente y como un instrumento de transmisión de conocimientos.





|  |    |
|--|----|
| 1.3 Códigos de Walsh.....                | 10 |
| 1.4 Autocorrelación.....                 | 11 |
| 1.5 Correlación Cruzada.....             | 11 |
| 1.6 Canales Lógicos de IS-95 CDMA.....   | 11 |
| 1.6.1 El canal Piloto.....               | 14 |
| 1.6.2 El canal de Sincronismo.....       | 16 |
| 1.6.3 El canal de Paging.....            | 19 |
| 1.6.4 El canal de Acceso.....            | 24 |
| 1.6.5 El canal de Tráfico Delantero..... | 26 |
| 1.6.6 El canal de Tráfico Reverso.....   | 27 |

## CAPITULO 2

|  |    |
|--|----|
| 2 Procesamiento de llamadas y señalización en Sistemas IS-95 CDMA..... | 29 |
| 2.1 Procesamiento de llamadas en IS-95 CDMA.....                       | 29 |
| 2.1.1 Estado de inicialización de la estación móvil.....               | 30 |
| 2.1.1.1 Subestado de determinación del sistema.....                    | 30 |
| 2.1.1.2 Subestado de adquisición del canal piloto.....                 | 31 |
| 2.1.1.3 Subestado de adquisición del canal de sincronización.....      | 31 |
| 2.1.1.4 Subestado de cambio de sincronización.....                     | 32 |
| 2.1.2 Estado libre de la estación móvil.....                           | 32 |
| 2.1.3 Estado de acceso al sistema.....                                 | 36 |
| 2.1.3.1 Subestado de información de actualización principal.....       | 39 |

|         |   |    |
|---------|---|----|
| 2.1.3.2 | Subestado de respuesta de página.....                                 | 40 |
| 2.1.3.3 | Subestado de intento de origen de la estación móvil.....              | 41 |
| 2.1.3.4 | Subestado de registro de acceso.....                                  | 42 |
| 2.1.3.5 | Subestado de respuesta de Orden/mensaje de la estación<br>móvil.....  | 42 |
| 2.1.3.6 | Subestado de transmisión del mensaje de la estación<br>móvil.....     | 42 |
| 2.1.4   | Estado de control de la estación móvil sobre el canal de tráfico..... | 43 |
| 2.1.4.1 | Subestado de inicialización del canal del tráfico.....                | 43 |
| 2.1.4.2 | Subestado de espera por orden.....                                    | 45 |
| 2.1.4.3 | Subestado de respuesta de espera por la estación<br>Móvil.....        | 45 |
| 2.1.4.4 | Subestado de conversación.....  | 46 |
| 2.1.4.5 | Subestado de liberación.....  | 46 |
| 2.2     | Aplicaciones de Señalización en IS-95 CDMA.....                       | 47 |
| 2.2.1   | Interfaz aérea.....   | 47 |
| 2.2.2   | Trasposos.....  | 48 |
| 2.2.2.1 | Soft handoff.....   | 51 |
| 2.2.2.2 | Hard handoff.....   | 54 |

### CAPITULO 3

|    |  |    |
|----|--|----|
| 3. | Software utilizados para la animación y edición del video..... | 55 |
|----|--|----|

|  |    |
|--|----|
| 3.1 Software de animación After Effects .....  | 55 |
| 3.1.1 Animaciones Realizadas.....              | 56 |
| 3.2 Software de Edición Adobe Premier.....     | 64 |
| 3.2.1 Introducción al trabajo con Premier..... | 64 |
| 3.3 Software de grabación Adobe Audition.....  | 70 |
| CAPITULO 4                                     |    |
| 4. Desarrollo del video.....                   | 74 |
| 4.1 Pre-Producción.....                        | 74 |
| 4.1.1 Investigación.....                       | 75 |
| 4.1.2 Guión.....                               | 76 |
| 4.2 Producción.....                            | 77 |
| 4.2.1 Grabación.....                           | 77 |
| 4.2.2 Planos.....                              | 78 |
| 4.2.3 Iluminación.....                         | 81 |
| 4.3 Post-Producción.....                       | 83 |
| 4.3.1 Efectos y transiciones.....              | 83 |
| 4.3.2 Gráficos en movimiento.....              | 85 |
| 4.3.3 Audio.....                               | 85 |
| CONCLUSIONES.....                              | 87 |
| RECOMENDACIONES.....                           | 90 |
| BIBLIOGRAFÍA.....                              | 91 |
| ANEXO.....                                     | 94 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Figura 1.1 Evolución del Estándar CDMA.....  | 2  |
| Figura 1.2: Cuatro etapas de un Registro de desplazamiento de retroalimentación<br>Lineal..... | 8  |
| Figura 1.3: Estructura del Enlace Delantero IS-95 CDMA.....                                    | 12 |
| Figura 1.4: Estructura del Enlace de Reversa IS-95 CDMA.....                                   | 14 |
| Figura 1.5: Estructura del Canal Piloto.....   | 15 |
| Figura 1.6: Estructura del Canal de Sincronización.....  | 17 |
| Figura 1.7: Estructura de la Trama del Canal de Sincronización.....                            | 19 |
| Figura 1.8: Estructura del Canal de Paginación.....  | 21 |
| Figura 1.9: Estructura de la trama del Canal Paging .....                                      | 22 |
| Figura 1.10: Estructura del Canal de Acceso.....   | 25 |
| Figura 1.11: Estructura del Canal de Tráfico Delantero.....                                    | 26 |
| Figura 1.12: Estructura de la Trama del Canal de Tráfico Delantero.....                        | 27 |
| Figura 1.13: Estructura del Canal de Tráfico de Reversa.....                                   | 28 |
| Figura. 2.1 Mecanismo de un intento de acceso.....   | 37 |
| Figura 2.2 Proceso Handoff.....  | 49 |
| Figura 2.3 Flujo de llamada para soft handoff.....   | 52 |
| Figura 2.4 Transferencia de llamada entre sectores.....  | 53 |
| Figura 2.5 Transferencia de llamada son interrupción con dos estaciones base.....              | 53 |
| Figura 3.1 Elementos sin líneas de unión.....  | 57 |
| Figura 3.2 Elementos con líneas de unión.....  | 58 |

|   |    |
|---|----|
| Figura 3.3 Pantalla del Pre-render.....   | 58 |
| Figura 3.4 Pantalla donde se configuran las características del Video.....      | 59 |
| Figura 3.5 Pantalla donde se muestra la opción para generar ondas de radio..... | 60 |
| Figura 3.6 Inicio de la animación sobre.....                                    | 61 |
| Figura 3.7 Fin de animación sobre.....  | 61 |
| Figura 3.8 Creación de máscaras.....  | 62 |
| Figura 3.9 Pantalla principal de gráficos con texto.....                        | 64 |
| Figura 3.10 Pantalla Principal de trabajo.....                                  | 65 |
| Figura 3.11 Pantalla dividida.....  | 66 |
| Figura 3.12 Imagen con fondo verde.....   | 67 |
| Figura 3.13 Fondo a utilizar en el chroma.....                                  | 67 |
| Figura 3.14 Proceso de chroma key.....  | 68 |
| Figura 3.15 Unión de Audio y video.....   | 68 |
| Figura 3.16 Pantalla de opciones para exportar.....                             | 69 |
| Figura 3.17 Submenú para la Exportación Final.....                              | 70 |
| Figura 3.18 Pantalla Principal de adobe audition.....                           | 71 |
| Figura 3.19 Creación de un nuevo archivo en adobe audition.....                 | 71 |
| Figura 3.20 Captura de audio.....   | 72 |
| Figura 3.21 Menú para la exportación de audio.....                              | 73 |
| Figura3.22 Características para la exportación de audio.....                    | 73 |
| Figura 4.1 Estudio de grabación.....  | 78 |
| Figura 4.2 Plano medio largo.....   | 79 |

|  |    |
|--|----|
| Figura 4.3 Plano detalle.....  | 80 |
| Figura 4.4 Primer plano.....   | 81 |
| Figura 4.5 Estudio iluminado con luces frías.....                          | 82 |
| Figura 4.6 Iluminador de luz fría para 6 lámparas.....                     | 82 |
| Figura 4.7. Grabación en estudio con fondo verde.....                      | 84 |
| Figura 4.8 Reemplazo del fondo verde con un efecto de AfterEffects CC..... | 84 |
| Figura 4.9 Efecto de la luz que atraviesa las letras.....                  | 85 |
| Figura 4.10 Estación Base.....   | 86 |

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Resultados de desplazamiento después de cada ciclo.....9

Tabla 2: Formatos de Mensajes del Canal de Sincronización.....18

## ÍNDICE DE ECUACIONES

|                                       |    |
|---------------------------------------|----|
| Ecuación 1.1 Autocorrelación .....    | 11 |
| Ecuación 1.2 Correlación cruzada..... | 11 |



## ABREVIATURAS

|                    |  |
|--------------------|--|
| ACC_MSG_SEQ        | Secuencia Mensaje de Acceso                                |
| BST                | Base station   |
| CDMA               | Code division multiple access                              |
| CDMA_FREQ          | Frecuencia Asignada  |
| CODE_CHAN          | Código de canal  |
| CHAN_LIST_MSG_SEQ  | Secuencia Mensaje de la Lista de Canales                   |
| CONFIG_MSG_SEQ     | Secuencia Mensaje de Configuración                         |
| CRC                | Código de redundancia cíclica                              |
| DSSS               | Espectro ensanchado por Secuencia Directa                  |
| FHSS               | Espectro Ensanchado por Salto de Frecuencia                |
| GPS                | Global Positioning System                                  |
| IS-95              | Interim Standard 95  |
| Kbps               | Kilo bits por Segundo, unidad de medida para transferencia |
| LC_STATE           | Estado LC  |
| MHZ                | Unidad Equivalente a un millón de Herzios.                 |
| MOB_P_REV          | Protocolo de Revisión del móvil                            |
| MSC                | Mobile Switching Center                                    |
| NGHBR_LIST_MSG_SEQ | Secuencia Mensaje de la Lista de Vecinos                   |
| PILOT_PN           | Piloto Pseudoaleatorio                                     |
| PN                 | Pseudo noise   |

|                 |  |
|-----------------|--|
| SRCH_WIN_A      | Ventana de Búsqueda A                    |
| SRCH_WIN_N      | Ventana de Búsqueda N                    |
| SRCH_WIN_R      | Ventana de Búsqueda R                    |
| SYS_PAR_MSG_SEQ | Secuencia Mensaje Parámetros del Sistema |
| SYS_TIME        | Tiempo del Sistema                       |
| TIA             | Telecommunications Industry Alliance     |

## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo consta de cuatro capítulos donde abordaremos el tema de señalización para el Estándar IS-95 CDMA y el proceso de producción y postproducción para elaborar una herramienta didáctica (video animado) dirigida a estudiantes de telecomunicaciones; donde se explicará el tema de la señalización que ocurre en el establecimiento de una llamada y la señalización que ocurre en el traspaso de una llamada de una celda a otra.

En el capítulo 1 se exponen los conceptos básicos referentes a la tecnología IS-95 CDMA, arquitectura, canales físicos, canales lógicos y el tipo de modulación que usa este sistema.

En el capítulo 2 ahondaremos el tema de la señalización en el establecimiento y mantenimiento de una llamada, así mismo explicaremos el tema del traspaso de una llamada de una celda a otra, daremos a conocer el tipo de mensajes, canales y elementos de la red que intervienen en estos procedimientos.

En el capítulo 3 se describen los programas utilizados para la animación y edición del video, las herramientas que nos proporcionaron estos softwares para la realización de nuestra herramienta didáctica.

El capítulo 4 explica las etapas de preproducción, producción, post-producción involucradas en el desarrollo del video.

# CAPITULO 1

## 1. INTRODUCCIÓN AL SISTEMA IS-95 CDMA

A mediados de la década de 1990 hubo un salto importante en la tecnología móvil. La empresa Norteamericana Qualcomm, desarrolló un estándar basado en técnicas de espectro ensanchado de secuencia directa, previamente utilizado para las comunicaciones militares, esta tecnología se denominó CDMA (Acceso múltiple por División de código).

[1], [2]

El nuevo sistema digital se definió bajo la norma IS-95 con una velocidad de transmisión de datos de 14.4 Kbps, en donde cada canal tiene un ancho de banda de 1.25 MHz, debido a las necesidades de los usuarios de enviar una mayor cantidad de datos, surgió la versión IS-95B conocido comercialmente como CDMAONE con una velocidad de transmisión de

paquetes a 64 Kbps; este sistema sigue evolucionando tratando de mejorar los servicios de voz y datos para una tecnología de tercera Generación (3G) conocido como el estándar CDMA2000

El sistema CDMA2000, ha sido desarrollado en fases, la primera fase se conoce como CDMA2000 1x con una velocidad de transmisión de 1.44 Kbps, la segunda fase es conocida como CDMA 1xEV-DO (1x Evolution-Data Only) con una velocidad de transmisión de 2.4 Mbps, la tercera fase se la conoce como 1xEV -DV (1x Evolution-Data & Voice) transmitiendo voz y datos al mismo tiempo con una velocidad de 3.1 Mbps. [3]

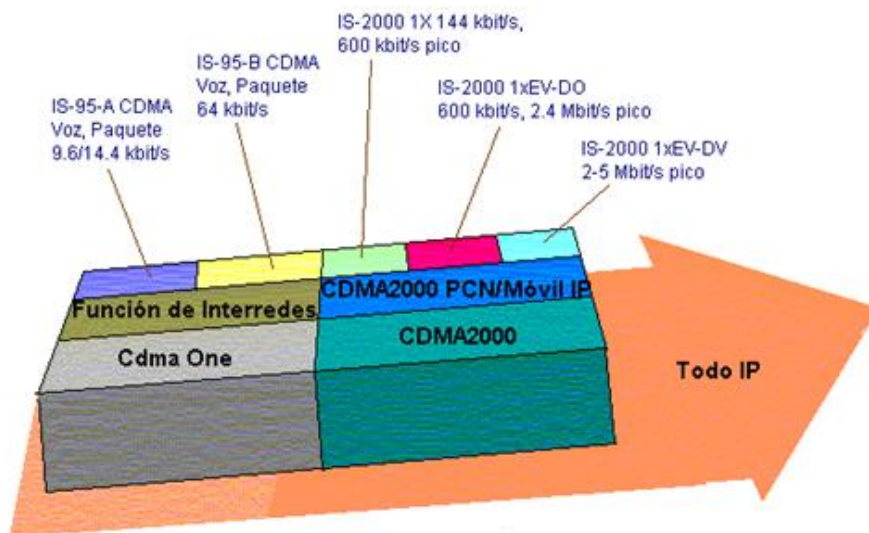


Figura 1.1: Evolución del Estándar CDMA. [4]

## **1.1 Conceptos Generales**

### **1.1.1 CDMA: Acceso múltiple por división de código**

Es una técnica de acceso múltiple que se basa en la tecnología de espectro ensanchado que tiene como objetivos principales superar los efectos de la interferencia, encriptar la información, utilizar con mayor eficiencia el espectro.

CDMA permite que múltiples usuarios puedan transmitir simultáneamente sobre un mismo canal usando codificación pseudoaleatoria, extrayendo la señal deseada y rechazando las demás señales como ruido aleatorio

### **1.1.2 Espectro Ensanchado (Spread Spectrum)**

Es una técnica que maximiza el uso del ancho de banda del canal, permite a múltiples señales utilizar el mismo canal sin colisiones y es altamente resistente a la interferencia y al bloqueo [5]. Existen dos tipos de técnicas de espectro ensanchado: Espectro ensanchado por Secuencia Directa (DSSS) y Espectro Ensanchado por Salto de Frecuencia (FHSS).

### **1.1.2.1 Técnica de Espectro ensanchado por Secuencia Directa (DSSS)**

Esta técnica genera un patrón de bits redundante llamados chips para cada uno de los bits que componen la señal de información. El esparcimiento de la información es llevado a cabo usando una secuencia de 11 bits para modular cada uno de los bits de información conocida como secuencia de Barker o también llamados código de dispersión o de Pseudoruido.

Mediante la operación OR exclusiva se combina la señal de datos básica y la secuencia de códigos, para generar la señal a transmitirse. En el receptor es necesario realizar el proceso inverso para obtener la señal de información original, solamente los receptores que hayan recibido la secuencia correcta desde el emisor podrán obtener la señal original en banda base.



### **1.1.2.2 Técnica de Espectro Ensanchado por Salto de Frecuencia (FHSS)**

La tecnología de espectro ensanchado por salto de frecuencia (FHSS) consiste en tomar la señal de transmisión y modularla con una señal portadora que realiza saltos de frecuencia en función del tiempo dentro de un ancho de banda asignado, es decir que transmite una parte de la información en una determinada frecuencia durante un intervalo de tiempo llamado dwell time y es inferior a 400 ms. Pasado este tiempo se cambia la frecuencia de emisión y se sigue transmitiendo a otra frecuencia. De esta manera cada tramo de información se va transmitiendo en una frecuencia distinta durante un intervalo muy corto de tiempo. [6]

El orden de los saltos en frecuencia que el emisor realiza es determinado según una secuencia pseudoaleatoria definida en unas tablas que tanto el emisor y el receptor deben conocer. Si se

mantiene una correcta sincronización en los saltos de frecuencias entre los dos extremos de la comunicación y aunque en el tiempo se cambie de canal físico, se mantiene un solo canal lógico por el que se efectúa la comunicación.

## 1.2 Códigos de Pseudoruido PN

Se definen como un conjunto de señales binarias periódicas, determinísticas, no aleatorias. También se las conocen con el nombre de secuencias SR, (Shift Register o SR-sequences). Una secuencia ideal PN, tiene las siguientes propiedades claves:

1. Las Frecuencias Relativas de cada 0 y 1 es  $\frac{1}{2}$
2. Dentro de un período de la secuencia se definen cadenas de 1's y cadenas de 0's. En cada período la  $\frac{1}{2}$  de las cadenas son de longitud 1,  $\frac{1}{4}$  son de longitud 2,  $\frac{1}{8}$  tiene longitud 3 y así sucesivamente.
3. Si una secuencia PN se desplaza por cualquier número de elementos distinto de cero, la secuencia resultante tendrá un número igual de acuerdos o desacuerdos con respecto a la secuencia original.

Los códigos PN son generados mediante la combinación de las salidas de los registros de desplazamiento de retroalimentación (Feedback Shift Register).

Un registro de desplazamiento de retroalimentación (Feedback shift register) tiene como componentes 2 etapas de memorias de estado consecutivas (etapa de almacenamiento y la lógica de retroalimentación). Las secuencias binarias son almacenadas y desplazadas a través del registro de desplazamiento después de un ciclo de reloj. El contenido de las etapas se combina lógicamente para producir la nueva secuencia.

Para demostrar las propiedades de una secuencia PN binaria, consideremos un registro de desplazamiento de retroalimentación lineal (véase la figura 1.2) que tiene un registro de cuatro etapas para el almacenamiento y desplazamiento, un sumador de módulo-2, y un camino de retroalimentación procedente del sumador a la entrada del registro.

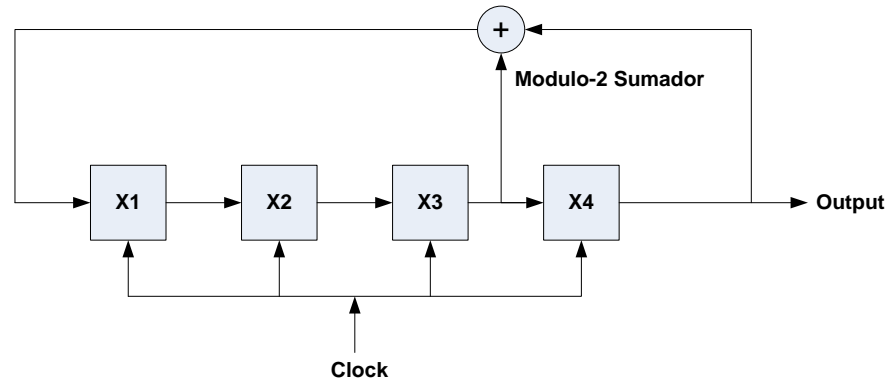


Figura 1.2: Cuatro etapas de un Registro de desplazamiento de retroalimentación lineal. [7]

La operación de un registro de desplazamiento se controla mediante una secuencia de pulsos de reloj. En cada pulso de reloj el contenido de cada etapa en el registro se desplaza por una etapa a la derecha. También, en cada impulso de reloj el contenido de las etapas X3 y X4 son de módulo-2 añadido, y el resultado se alimenta de nuevo a la etapa X1. La secuencia de registro de desplazamiento se define como salida de la etapa X4. Si se asume que el estado X1 se llena inicialmente con un 0 y las otras etapas restantes se rellenan con 0, 0, y 1; es decir, la etapa inicial del registro es 0 0 0 1. A continuación, se realizan las operaciones de desplazamiento, adición y la alimentación, en las que obtenemos los resultados después de cada ciclo que se muestra en la Tabla 1

Tabla 1: Resultados de desplazamiento después de cada ciclo. [7]

| Desplazamiento | X1 | X2 | X3 | X4 | Secuencia de salida |
|----------------|----|----|----|----|---------------------|
| 0              | 0  | 0  | 0  | 1  | 1                   |
| 1              | 1  | 0  | 0  | 0  | 0                   |
| 2              | 0  | 1  | 0  | 0  | 0                   |
| 3              | 0  | 0  | 1  | 0  | 0                   |
| 4              | 1  | 0  | 0  | 1  | 1                   |
| 5              | 1  | 1  | 0  | 0  | 0                   |
| 6              | 0  | 1  | 1  | 0  | 0                   |
| 7              | 1  | 0  | 1  | 1  | 1                   |
| 8              | 0  | 1  | 0  | 1  | 1                   |
| 9              | 1  | 0  | 1  | 0  | 0                   |
| 10             | 1  | 1  | 0  | 1  | 1                   |
| 11             | 1  | 1  | 1  | 0  | 0                   |
| 12             | 1  | 1  | 1  | 1  | 1                   |
| 13             | 0  | 1  | 1  | 1  | 1                   |
| 14             | 0  | 0  | 1  | 1  | 1                   |
| 15             | 0  | 0  | 0  | 1  | 1                   |
| 16             | 1  | 0  | 0  | 0  | 0                   |

En los generadores de secuencias de registro de desplazamientos binarios, la longitud máxima de una secuencia es  $2^n-1$  chips, donde  $n$  es el número de etapas en los registros de desplazamiento. Las secuencias de máxima longitud tiene la propiedad de que para un registro de desplazamiento de retroalimentación lineal de  $n$ -etapas, la secuencia se repite después de un período en pulsos de reloj  $T_0=2^n-1$ . Si un registro de desplazamiento con realimentación lineal genera una secuencia máxima, entonces la totalidad de sus secuencias de salida distintos de cero son máximas, independientemente de la etapa inicial. Una secuencia máxima contiene  $(2^{n-1} -1)$  0s y  $(2^{n-1})$  1s por período.

### 1.3 Códigos de Walsh

Los códigos Walsh son un conjunto binario de secuencias ortogonales. Las funciones de Walsh se generan a partir de las matrices cuadradas llamadas matrices Hadamard. Estas matrices contienen una fila de ceros, las filas restantes tienen el mismo número de 1s y 0s. Las funciones de Walsh se pueden construir para un bloque de longitud  $N=2^j$ , donde  $j$  es un número entero.

Los sistemas basados en la norma TIA IS-95 CDMA utilizan un conjunto de 64 funciones ortogonales generadas mediante el uso de funciones Walsh. Los símbolos modulados se numeran de 0 a 63. La matriz de 64 x 64 se puede generar mediante el uso del siguiente procedimiento recursivo.

$$H_1 = [0] \quad H_2 = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$H_4 = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 0 \end{bmatrix} \quad H_{2N} = \begin{bmatrix} H_N & H_N \\ H_N & \overline{H_N} \end{bmatrix}$$

Donde N es una potencia de 2 y  $\overline{H_N}$  es el negativo de  $H_N$ .

#### 1.4 Autocorrelación

La función de Autocorrelación de para una señal  $x(t)$  es definida como:

$$\mathbf{R}_x(\boldsymbol{\tau}) = \int_{-\infty}^{+\infty} \mathbf{x}(t) \mathbf{x}(t + \boldsymbol{\tau}) dt \quad (1.1)$$

La autocorrelación se refiere al grado de correspondencia entre una secuencia y una réplica de fase desplazada en el tiempo de la misma señal.

## 1.5 Correlación Cruzada

La función de correlación cruzada entre dos señales,  $x(t)$  y  $y(t)$ , es definida como la correlación entre dos diferentes señales  $x(t)$  y  $y(t)$ , está dada como

$$R_x(\tau) = \int_{-T_0/2}^{+T_0/2} x(t) y(t + \tau) dt \quad \text{para } -\infty < \tau < \infty \quad (1.2)$$

## 1.6 Canales Lógicos de IS-95 CDMA

### Canales de Enlace Directo y de Reversa

Antes de empezar con el tema de la canalización del sistema IS-95 CDMA, hay que decir que el enlace del sistema es asimétrico, pues el enlace de ida posee 4 canales lógicos y el enlace de reversa posee tan sólo 2.

El enlace directo se compone de 64 canales lógicos representados por 64 códigos de Walsh ( $W_0, W_1, \dots, W_{63}$ ), cada código está compuesto de 64 chips que se transmiten a la velocidad de chip de 1228800 chip / s. Estos códigos se utilizan para la modulación de las señales digitales de información que se transmiten en el canal de ida.

Los Códigos de Walsh son ortogonales entre sí y proporcionan un esquema de canalización (canal delantero) para que estas señales



(el broadcast y el tráfico) se transmitan en el mismo ancho de banda. La estructura del canal delantero se muestra en la Figura 1.3.

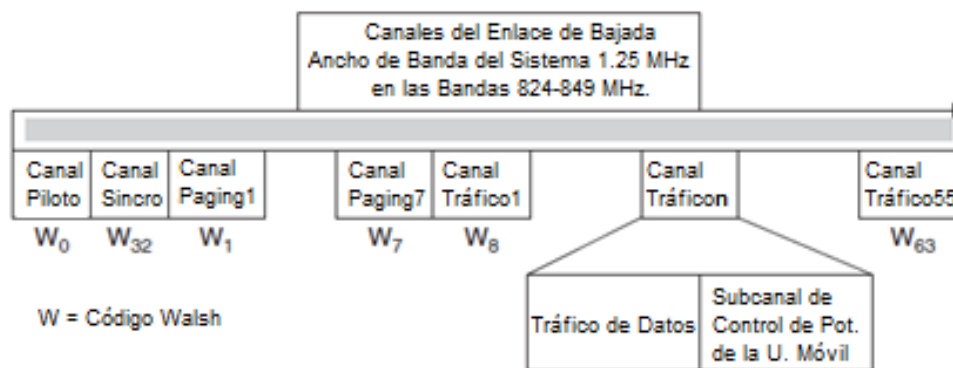


Figura 1.3: Estructura del Enlace Delantero IS-95 CDMA [1]

El enlace directo se compone de los siguientes canales lógicos: un canal piloto, un canal de sincronización, hasta siete canales de paginación y entre 55 hasta 63 canales de tráfico, esto de acuerdo a la cantidad de canales de búsqueda que están en uso en un instante dado.

Existen dos grupos de velocidades para el tráfico de datos:

- Conjunto de Velocidades No.1: proporciona velocidades de 9600, 4800, 2400 y 1200 bps.

- Conjunto de velocidades No. 2: presenta velocidades de 14400, 7200, 3600 y 1800 bps.

En lo que respecta al enlace de reversa, cabe mencionar que este enlace tiene dos canales lógicos: Canal de Acceso y Canal de Tráfico (reversa). Debido a que el enlace de reversa no es coherente, no es útil usar las funciones de Walsh para la canalización y en lugar de estas funciones se emplea la Secuencia PN Largas para distinguir a los usuarios.

La Figura 1.4 a continuación muestra la Estructura del Enlace de Reversa.

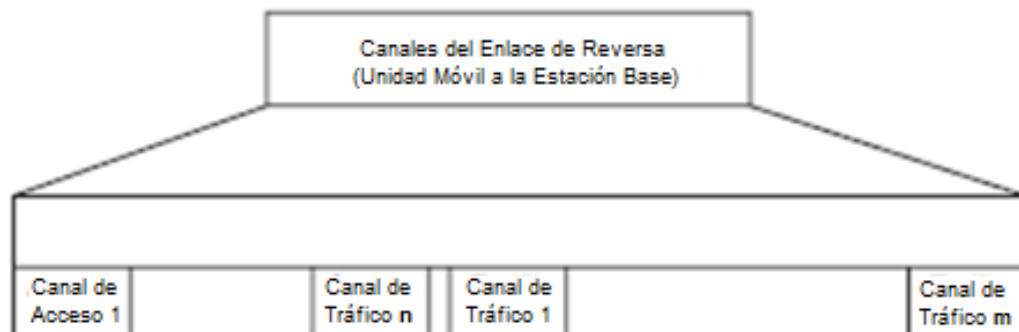


Figura 1.4: Estructura del Enlace de Reversa IS-95 CDMA [1]

### **1.6.1 El canal Piloto**

En este canal a su señal se la transmite todo el tiempo sobre el canal lógico.

El Canal Piloto tiene asignado el código Walsh 0 (W0), el cual no lleva información en banda base, es en sí la señal de este canal es la Secuencia PN, esta secuencia con un desplazamiento identifica únicamente al sector en particular que está transmitiendo la señal piloto especificada.

Además el canal piloto opera sin control de potencia y proporciona una señal de referencia para todos los móviles, esto es muy valioso para la adquisición, el momento y la referencia de fase para la demodulación coherente.

La señal piloto es más potente que el resto de canales, aproximadamente entre unos 4 a 6 dBs.

Una vez que la estación móvil ha adquirido el canal piloto, se puede bloquear a otros canales y distinguir diferentes estaciones base de traspaso.

La función de Walsh 0 y la secuencia PN se ejecutan a una velocidad de 1,2288 Mcps.

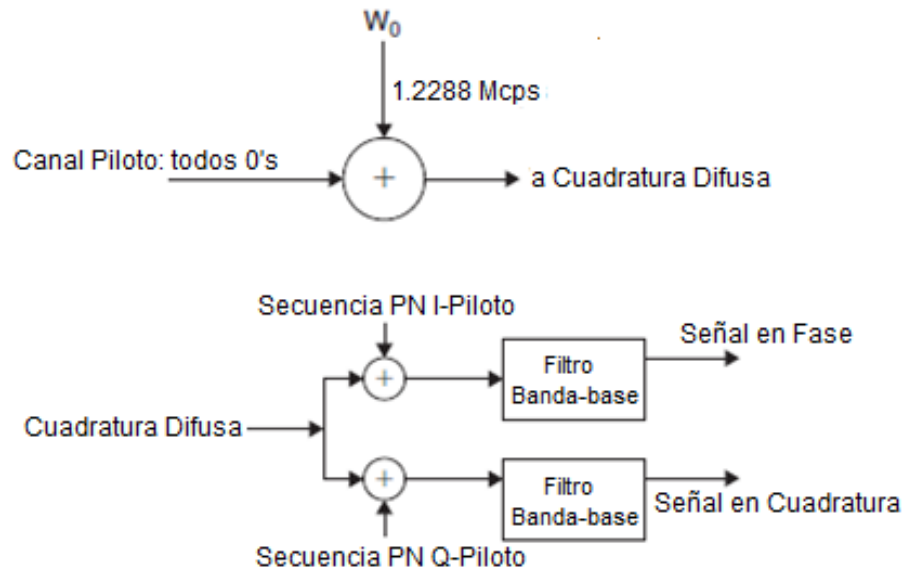


Figura 1.5: Estructura del Canal Piloto [1]

### 1.6.2 El canal de Sincronismo

Este canal lleva información en banda base acerca de los parámetros de sincronización del sistema, además cada estación base se sincroniza con un receptor GPS, por otro lado la transmisión en el canal delantero está estrechamente controlada en el tiempo.

El Canal de Sincronización esencialmente es utilizado por la Estación Móvil para adquirir la sincronización de hora inicial.

Cada Estación Base transmite continuamente un solo canal de sincronización, el mismo que lleva información acerca de la red, incluyendo la ID del sistema y la ID de la red.

El canal usa el código Walsh 32, este se divide en un número de supertramas, cada una con una duración de 80 ms (96 bits), donde cada supertrama se compone de tres marcos de 32 bits (26,67 ms) cada uno, así cada marco comprende el cuerpo de bastidor (31 bits) y un único bit en el inicio del mensaje denominado: (SOM). La estructura de Canal de Sincronización se muestra en la Figura 1.6.

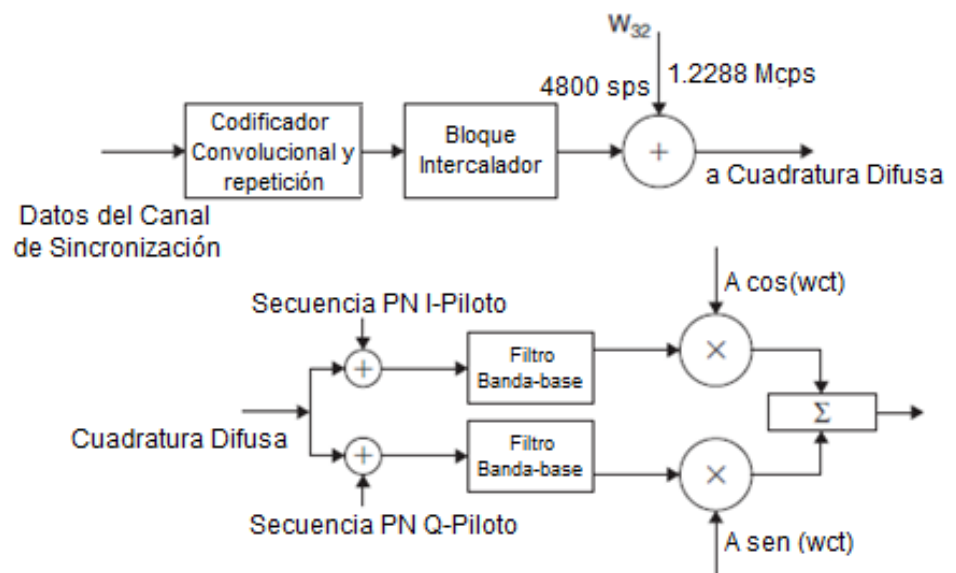


Figura 1.6: Estructura del Canal de Sincronización [1]

El mensaje del Canal de Sincronización se compone del parámetro: “de longitud del mensaje” y este de 8 bits (es decir, un octeto), además el cuerpo del mensaje puede ser de entre 2 hasta 2002, seguido por los bits del Código de redundancia cíclica (CRC), este es un parámetro de 30 bits de longitud.

La longitud del mensaje del Canal de Sincronización en bits es un múltiplo entero del número de octetos, también este mensaje se compone de 13 formatos de mensaje de longitud fija que se detallan en la Tabla 2.

Tabla 2: Formatos de Mensajes del Canal de Sincronización [1]

### Formatos de mensajes del Canal de Sincronización

| Campo   | Longitud en bits                              |
|---|---|
| Tipo de mensaje                                       | 8   |
| Nivel de revisión de interfaz de aire común           | 8   |
| Nivel mínimo común de revisión de la interfaz de aire | 8 (mínimo nivel de revisión que este soporta) |
| Identificación del Sistema Celular                    | 8 (mínimo nivel de revisión que este soporta) |
| Identificación de red                                 | 8 (mínimo nivel de revisión que este soporta) |
| Índice de desplazamiento de la Secuencia PN Piloto    | 15 (número de identificación max. 32,767 )    |
| Estado de Código Largo                                | 16 (número de identificación max. 65,535)     |
| Hora del sistema                                      | 9 (desplazamiento en unidades de 64 chips PN) |
| Número de segundos de salto desde el                  | 9 (desplazamiento en unidades de 64 chips PN) |

|  |   |
|--|---|
| inicio de la hora del sistema                          | 42 (estado de código largo en la 'hora del sistema'.)   |
| Desplazamiento de la hora local del tiempo del Sistema | 36 (en unidades de 80 ms)   |
|  | 8   |
| Indicador del tiempo del horario de verano             | 6 (hora local actual=hora del sistema + número de saltos en seg. + desplazamiento de la hora local. Establezca este campo en complemento a dos compensado la hora local del tiempo del sistema) |
| Velocidad de datos del Canal de paginación             | 1 (si el horario de verano está presente se establece '1' sino '0')   |
| Bits reservados  | 3 (000 para 9600 bps)   |
|  | (001 para 4800 bps)   |
|  | (010 para 2400 bps)   |
|  | 2 (00)  |

El mensaje de este canal es largo y puede ocupar más de una trama por lo que se organiza en una estructura llamada "cápsula de mensajes de sincronización", que no es otra cosa que el propio mensaje de sincronización y el relleno.

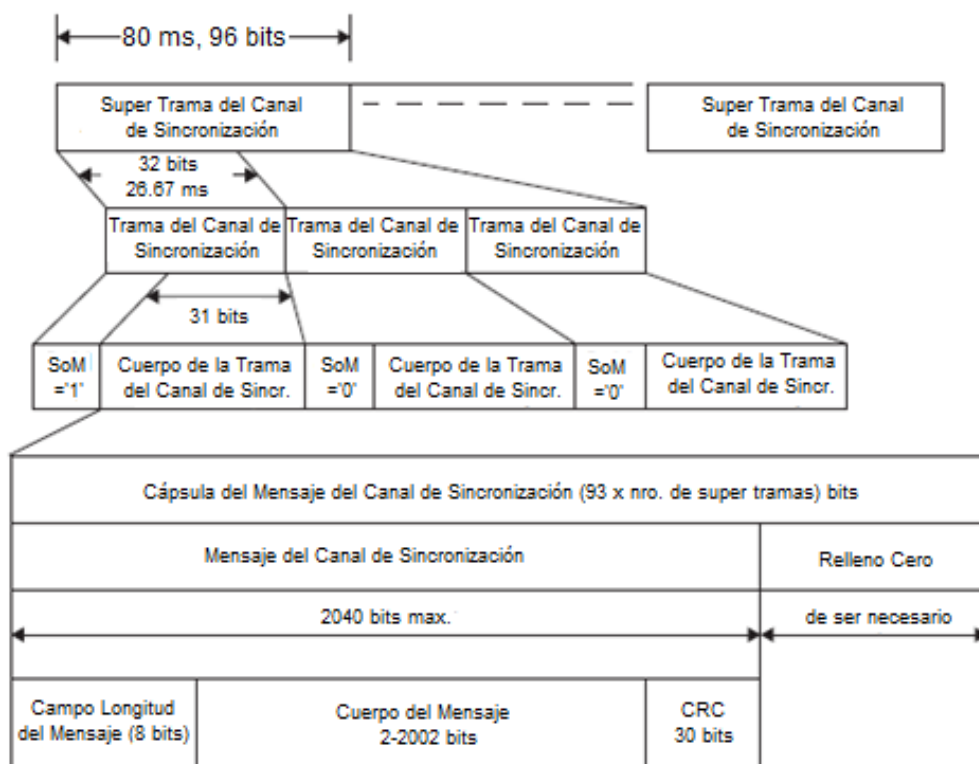


Figura 1.7: Estructura de la Trama del Canal de Sincronización [1]

### 1.6.3 El canal de Paging

El Canal Paging o Canal de Búsqueda, lleva información en banda base y puede transmitir tanto a 4,8 como a 9,6 Kbps, la misma velocidad de datos se utiliza en todos los canales Paging en un sistema dado.

En el Canal Paging se usan los códigos Walsh W1-W8.



Aquí la Estación Base puede transmitir hasta siete canales paging a la vez en el sector o puede ser también que no transmita ninguno, pero el móvil sólo supervisa un Canal de Paging.

El canal de Paging utiliza las mismas secuencias piloto PN, la tasa y el tiempo de desplazamiento de chips como el canal piloto para una estación base dada.

Por otro lado el Canal Paging es usado por la Estación Base para comunicar a un móvil libre, el caso de una llamada entrante o para llevar los mensajes de control de una llamada puesta a punto.

Cuando un móvil está inactivo o libre, casi todo el tiempo está en contacto con el canal Paging.

En la Figura 1.8 se muestra la estructura del Canal de Paginación.

La trama del canal Paging es de 20 ms de longitud y está alineada con el tiempo para el sistema IS-95, 2 segundos de vuelta usando el sistema GPS.

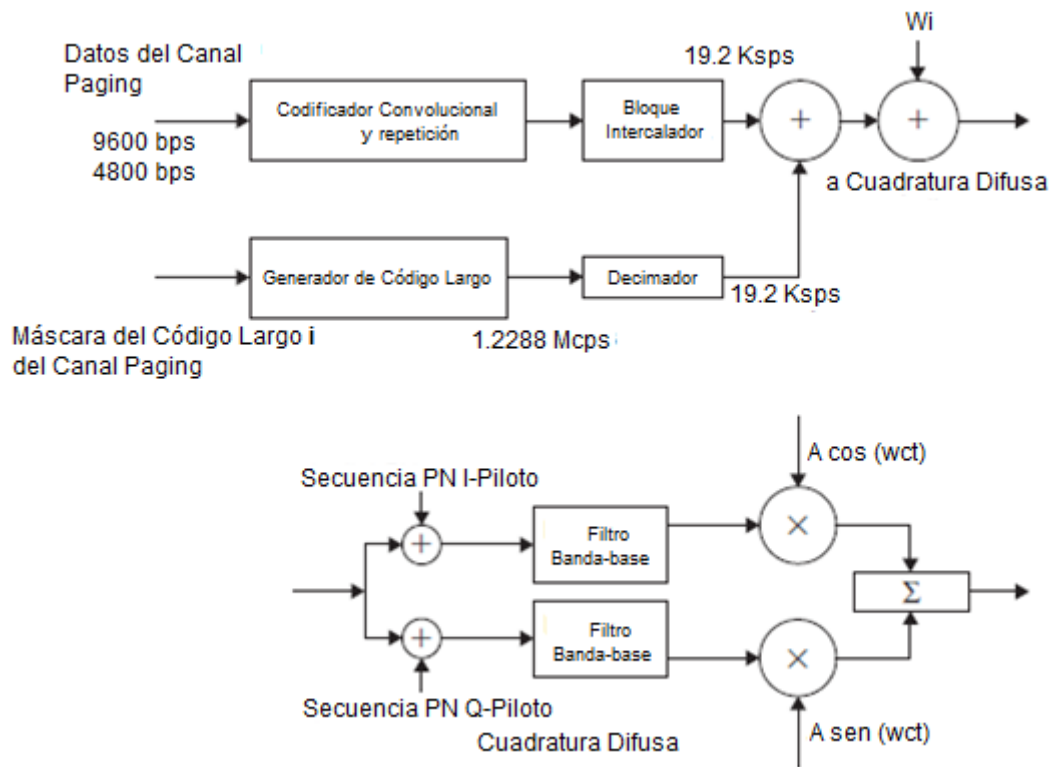


Figura 1.8: Estructura del Canal de Paginación [1]

La transmisión de señales por el canal Paging se lleva a cabo en ciclos de 128 segundos. Cada ciclo es dividido en ranuras 640 (de 0 a 639), cada ranura tiene una duración de 200 ms y se compone de diez tramas de paginación, cada una de 20 ms., cada trama se divide en 10 ms del Canal Paging a largo medias tramas. El primer bit de cada media trama es el bit SoM (inicio del mensaje).

Una cápsula de mensaje del canal Paging se compone de un mensaje de Paging y el relleno.

El mensaje Paging se compone de los campos: "longitud del mensaje", un cuerpo de mensaje y un campo CRC. La estructura de señalización de canal de paginación se muestra en la Figura 1.9

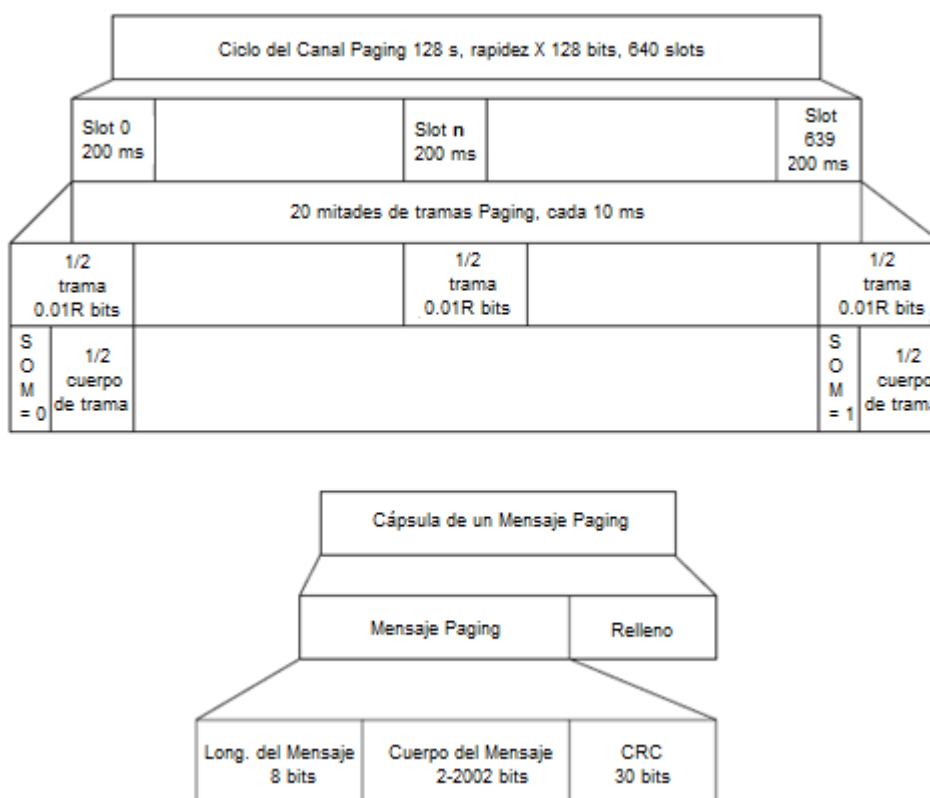


Figura 1.9: Estructura de la trama del Canal Paging [1]

Existen seis tipos de mensajes que se son enviados por el Canal Paging, siendo estos:

- Mensaje de Parámetros del Sistema
- Mensaje de Lista de Vecinos
- Mensaje de Lista de Canales CDMA
- Mensajes de Parámetros del Sistema Extendido
- Mensaje de Redirección de Servicio Global
- Mensaje de Parámetro de Acceso

De estos seis mensajes, los cinco primeros son muy importantes, dado que en su interior existen campos que necesitan ser actualizados y cargados en la memoria del móvil, facilitando así al móvil el rastreo de cualquier mensaje presente (current).

Por cada mensaje de configuración la Estación Base asigna un número de secuencia a un conjunto de mensajes de configuración (CONFIG\_MSG\_SEQ); el móvil guarda el número de secuencia por cada mensaje, de tal forma que:

- SYS\_PAR\_MSG\_SEQ: almacena parámetros del sistema
- NGHBR\_LIST\_MSG\_SEQ: almacena la lista de vecinos
- CHAN\_LIST\_MSG\_SEQ: almacena la lista de canales CDMA
- EXT\_SYS\_PAR\_MSG\_SEQ: almacena parámetros de sistema extendido
- GLOB\_SERV\_REDIR\_MSG\_SEQ: almacena el servicio global de redirecciones [1]

#### **1.6.4 El canal de Acceso**

El Canal de Acceso es usado por el móvil para comunicarse con la estación base, cuando este aún no tiene un canal de tráfico asignado. Este canal trabaja a una velocidad fija de 4.8 Kbps, existen dos tipos de mensajes enviados sobre el canal de acceso: un mensaje de respuesta (en respuesta a un mensaje de la estación base) o un mensaje de petición (enviado por el móvil).

El móvil usa este canal para originar llamadas y responder a los mensajes del Canal Paging, debido a que en este canal

la señal es no coherente, se dificulta su detección en la Estación Base. Para suplir esta deficiencia se asigna un código de Walsh a cada grupo de 6 símbolos binarios de información, dicha información enviada es correlacionada con los 64 códigos de Walsh conocidos.

En cambio la secuencia larga PN es usada para distinguir los diferentes canales de acceso.

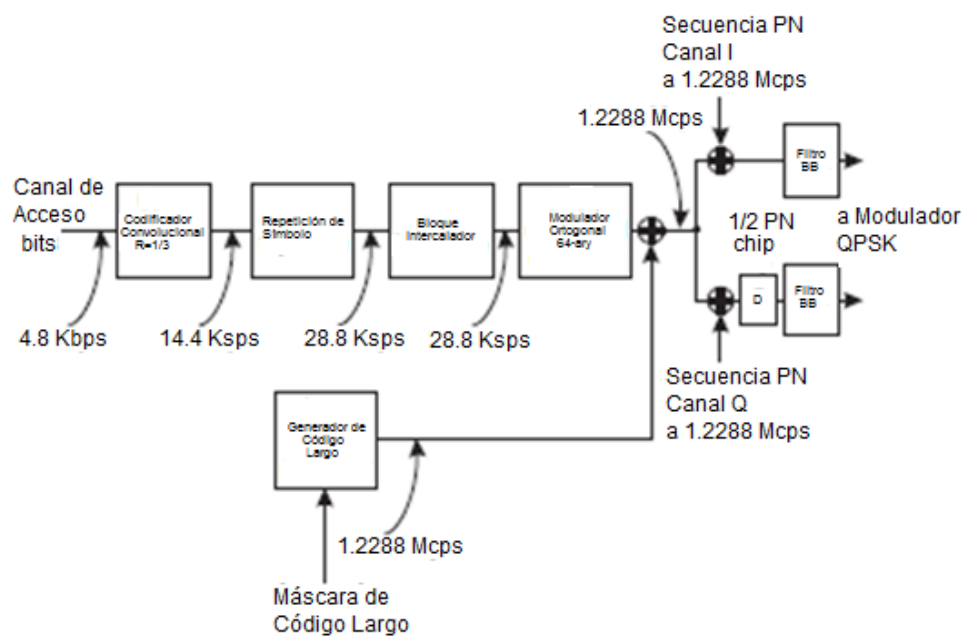


Figura 1.10: Estructura del Canal de Acceso [8]

### 1.6.5 El canal de Tráfico Delantero

Hay cuatro tramas de canal de tráfico para realizar los cuatro tipos de datos, como se muestra en la figura 1.11

Las tramas de canal de tráfico de velocidad de datos de 9600 b/s y 4800 b/s incluyen CRC que se utiliza en el receptor para determinar la velocidad de transmisión y para saber si las tramas poseen errores.

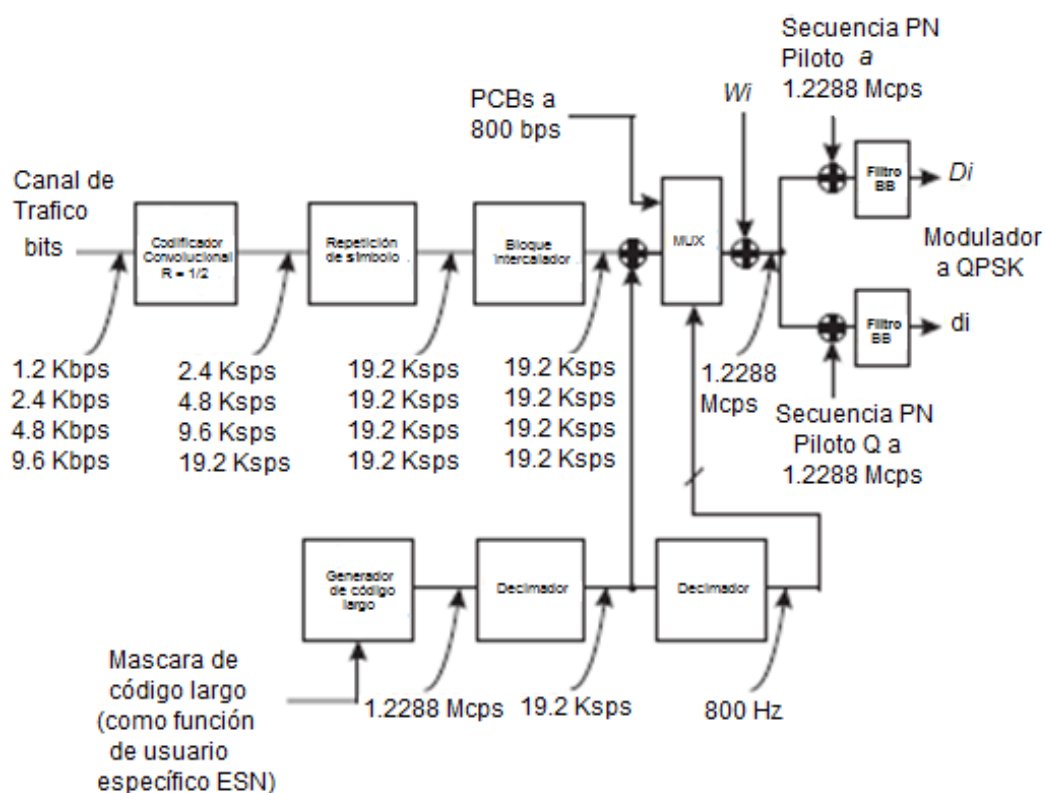


Figura 1.11: Estructura del Canal de Tráfico Delantero [8]

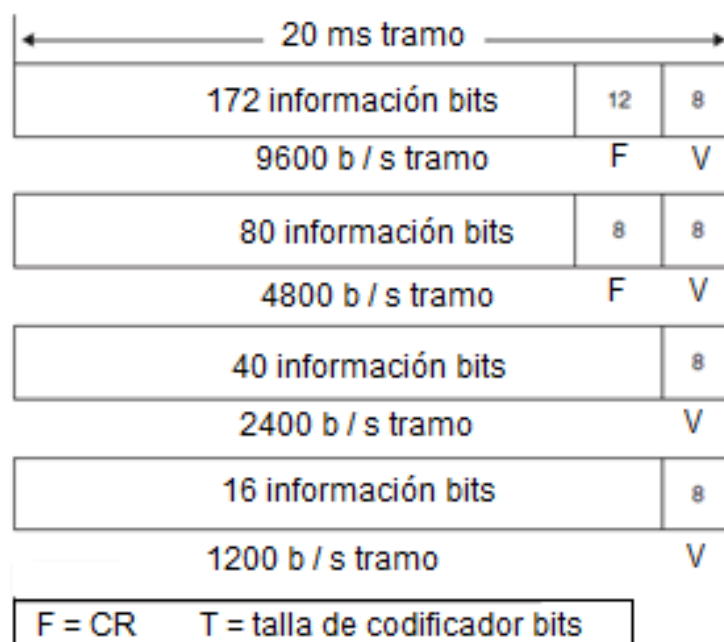


Figura 1.12: Estructura de la Trama del Canal de Tráfico Delantero [1]

### 1.6.6 El canal de Tráfico Reverso

Se usa este canal para transmitir los datos y la voz del usuario así también se emplea este canal para transmitir mensajes de señalización. La estructura es similar a la del Canal de Acceso, la única diferencia que existe entre estos dos canales es que en el Canal de Tráfico (Reversa) contiene un aleatorizador de ráfagas de datos. Cada trama de este canal tiene 20 ms y este a su vez se divide en 16



grupos de control de potencia, cada uno de 1,25 ms de longitud.

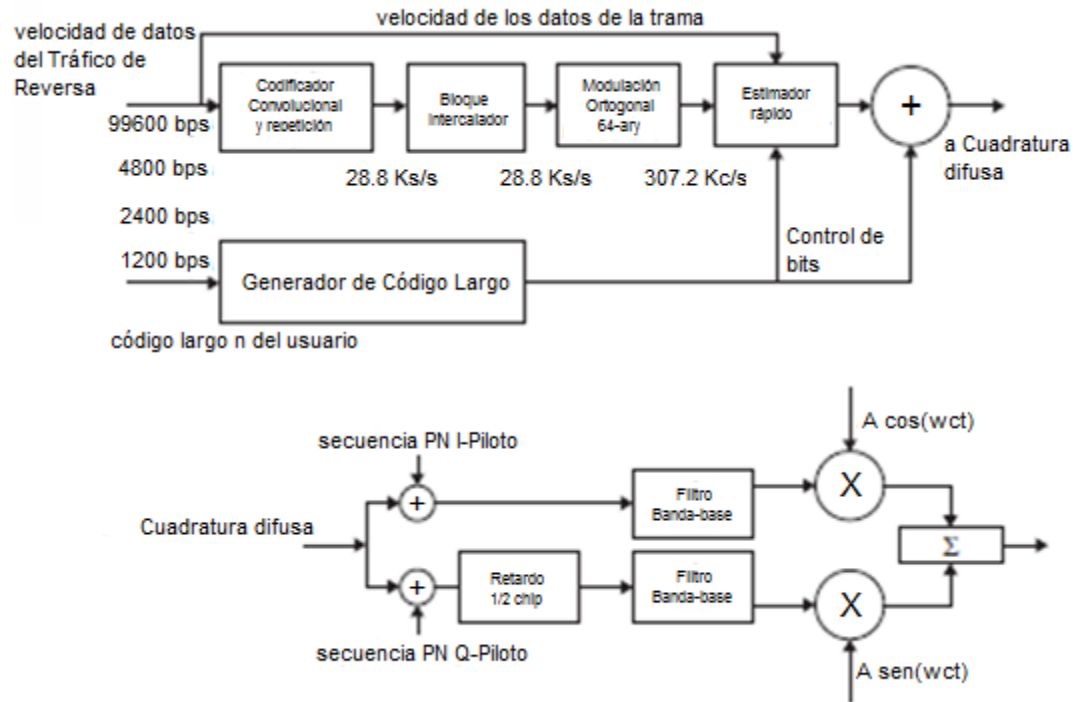


Figura 1.13: Estructura del Canal de Tráfico de Reversa [1]

## **CAPITULO 2**

### **2 PROCESAMIENTO DE LLAMADAS Y SEÑALIZACIÓN EN SISTEMAS IS-95 CDMA**

#### **2.1 Procesamiento de llamadas en IS-95 CDMA**

Todas las funciones necesarias que se necesitan para establecer, mantener, interrumpir o abortar una llamada, es lo que llamaremos el Procesamiento de una Llamada. Es así que el móvil puede alojarse en los siguientes cuatro estados, una vez este se haya encendido:

- Estado de inicialización de la Estación Móvil
- Estado libre de la Estación Móvil
- Estado de acceso al Sistema

- Estado de control de la Estación Móvil sobre el canal de tráfico

### **2.1.1 Estado de inicialización de la estación móvil**

Una vez encendido el móvil, este estado puede subdividirse en cuatro subestados, que son:

- Subestado de Determinación del Sistema
- Subestado de Adquisición del Canal Piloto
- Subestado de Adquisición del Canal de Sincronización
- Subestado de Cambio de Sincronización.

#### **2.1.1.1 Subestado de determinación del sistema**

Dado que los teléfonos celulares del estándar IS-95 CDMA pueden ser configurados por el usuario y operar en uno de sus dos modos; entonces en este subestado el móvil decide si operará usando el Sistema CDMA o usará el Sistema Analógico, de la misma manera procede el móvil para seleccionar la banda de frecuencia, ya sea 850 MHz o 1900 MHz.

### **2.1.1.2 Subestado de adquisición del canal piloto**

La misión del móvil en este subestado es demodular y engancharse al Canal Piloto de la frecuencia de operación seleccionada anteriormente (Subestado de Determinación del Sistema); al no lograrlo, el móvil tratará de engancharse al Canal Piloto del otro sistema del móvil; pero todo esto lo debe hacer en un tiempo limitado; caso contrario retornará al Subestado de Determinación del Sistema.

### **2.1.1.3 Subestado de adquisición del canal de sincronización**

En esta fase, el móvil intentará decodificar y adquirir el Canal de Sincronización del sistema; para ello tratará de conseguir la información de la configuración y sincronización del sistema; si el móvil pudo alcanzar la información del Canal de Sincronización, el móvil comparará el nivel de umbral del Protocolo de Revisión del móvil (MOB\_P\_REV) con el nivel del Protocolo Mínima

de Revisión; si es mayor o igual al mínimo nivel de revisión, el móvil consigue el enganche y pasa al siguiente subestado (Subestado de Cambio de Sincronización) sino retornará al Subestado de Determinación del Sistema.

#### **2.1.1.4 Subestado de cambio de sincronización**

La acción del móvil en esta instancia es la de sincronizar su temporización, es decir, el móvil se encargará de sincronizar el tiempo del sistema CDMA con la Fase de Código Largo del sistema; siendo necesario para esta actividad que el móvil haga uso de tres parámetros del mensaje del Canal de sincronización (PILOT\_PN, LC\_STATE y SYS\_TIME).

#### **2.1.2 Estado libre de la estación móvil**

En este estado, el móvil realizará dos actividades:

- Monitoreo del Canal Paging
- Realizar Idle Handoff, de ser factible hacerlo

**Monitoreo del Canal Paging:** sobre el enlace delantero, el móvil monitoreará al Canal Paging; mediante dos posibilidades:

- Monitoreo en Modo Nonslotted
- Monitoreo en Modo Slotted

Se diferencian estos modos de monitoreo en que para el primer modo, el monitoreo del Canal Paging se da todo el tiempo, mientras que para el segundo modo, sólo se lo hace durante un slot asignado, este segundo modo ayuda al móvil a ahorrar energía.

Este monitoreo es necesario hacerlo para que el móvil pueda leer los mensajes de parámetros, acceso, lista de vecinos y voz del sistema. Existen seis tipos de mensajes que se son enviados por el Canal Paging, siendo estos:

- Mensaje de Parámetros del Sistema
- Mensaje de Lista de Vecinos
- Mensaje de Lista de Canales CDMA
- Mensajes de Parámetros del Sistema Extendido
- Mensaje de Redirección de Servicio Global

- Mensaje de Parámetro de Acceso

De estos seis mensajes, los cinco primeros son muy importantes, dado que en su interior existen campos que necesitan ser actualizados y cargados en la memoria del móvil, facilitando así al móvil el rastreo de cualquier mensaje presente (current).

Por cada mensaje de configuración la Estación Base asigna un número de secuencia a un conjunto de mensajes de configuración (CONFIG\_MSG\_SEQ); el móvil guarda el número de secuencia por cada mensaje, de tal forma que:

- SYS\_PAR\_MSG\_SEQ: almacena parámetros del sistema
- NGHBR\_LIST\_MSG\_SEQ: almacena la lista de vecinos
- CHAN\_LIST\_MSG\_SEQ: almacena la lista de canales CDMA
- EXT\_SYS\_PAR\_MSG\_SEQ: almacena parámetros de sistema extendido
- GLOB\_SERV\_REDIR\_MSG\_SEQ: almacena el servicio global de redirecciones [8]

Será importante mencionar también que la transmisión sobre el Canal Paging será dividida en slots de 80 ms de longitud.

**Idle Handoff:** el evento ocurre porque el móvil en este estado se encuentra midiendo y comparando la intensidad del Canal Piloto de su Estación Base con la de los canales pilotos de las estaciones base vecinas. En caso de que el móvil encuentre una Canal Piloto vecino que supere la intensidad del suyo, entonces procederá a realizar un Idle Handoff; pero al hacerlo el móvil mantendrá estos tres conjuntos de Offsets Pilotos PN de la Estación Base:

**Set Activo:** contiene el Offset Piloto de la Estación Base cuyo canal de búsqueda es monitoreado todo el tiempo.

**Set Vecino:** contiene los Offsets Pilotos de las probables Estaciones Bases para hacer *Handoff Libre*, el mensaje de lista de vecinos dá la información de los Pilotos en el set vecino.



**Set Restante:** contiene todos los posibles Offsets Pilotos, excluyendo al set vecino y los del set vecino. [8]

Para encontrar los canales pilotos contenidos en los sets anteriores, el móvil requerirá de las siguientes ventanas de búsqueda: SRCH\_WIN\_A, SRCH\_WIN\_N y SRCH\_WIN\_R. De igual manera si el móvil determina un Canal Piloto con una intensidad superior al suyo, realizará el Idle Handoff.

Es importante mencionar que como el móvil monitorea el Canal Paging de una sola estación base, entonces estará monitoreando el Set Activo y por lo tanto no se podrá confundir un Idle Handoff con un Soft Handoff, mientras el móvil se encuentre en este estado.

### **2.1.3 Estado de acceso al sistema**

Para la comunicación en este estado, el móvil usará el Canal de Acceso, para enviarle mensajes a la Estación Base; mientras que la Estación Base hará uso del Canal Paging.

Al proceso en que el móvil es capaz de responder y recibir un mensaje de confirmación de recibido, se llama intento de acceso al sistema, para ello se realizan varias transmisiones de la misma información agrupadas en pruebas secuenciales de acceso. Ver Fig. 2.1

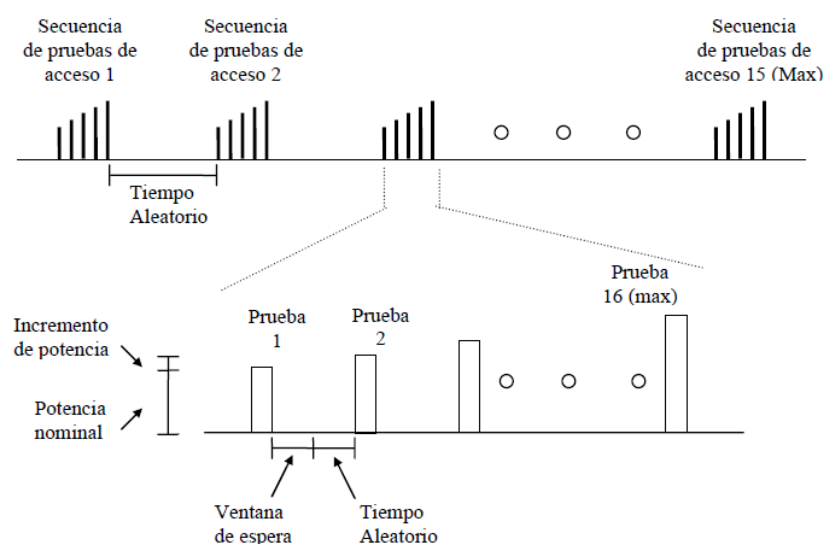


Figura. 2.1 Mecanismo de un intento de acceso [9]

El proceso se inicia con la primera prueba de acceso de la secuencia número uno. Se transmitirá la información con una potencia nominal y el tiempo inicial será retardado de manera aleatoria con respecto al inicio de la trama, esto para minimizar la colisión entre usuarios. El móvil esperará un tiempo por la respuesta del sistema. De no recibirla,

esperará de nuevo un tiempo aleatorio para transmitir la misma información, pero ahora con un nivel de potencia superior al anterior. El proceso se repetirá hasta que se reciba la respuesta, o hasta que se llegué al límite de pruebas de acceso para una secuencia. De ocurrir esto último, se esperará otro tiempo aleatorio, para dar inicio a la siguiente secuencia de acceso.

La potencia de transmisión de la prueba de acceso de la siguiente secuencia volverá a la potencia nominal, y de igual manera irá aumentando para las siguientes pruebas de acceso. [9]

Un móvil trata de acceder al sistema por tres situaciones puntuales: cuando el usuario del móvil genera una llamada, cuando el móvil recibe una alerta de que otro móvil quiere establecer una llamada con él y cuando el móvil quiere enviar un mensaje de registro a la Estación Base; siendo así que a este estado se lo puede subdividir en seis subestados, que son:

- Subestado de Información de Actualización Principal (Update Overhead Information Substate)
- Subestado de Respuesta de Pagina (Page Response Substate)
- Subestado de Intento de Origen de la Estación Móvil (Mobile Station Origination Attempt Substate)
- Subestado de Registro de Acceso (Registration Acces Substate)
- Subestado de Respuesta de Orden/Mensaje de la Estación Móvil (Mobile State Order/Message Response Substate)
- Subestado de Transmisión del Mensaje de la Estación Móvil (Mobile Station Message Transmission Substate)

#### **2.1.3.1 Subestado de información de actualización principal**

El móvil verifica si los mensajes de configuración están actualizados, comparando los números de secuencia de los mensajes. Además se encarga de revisar si el último parámetro de acceso fue almacenado (ACC\_MSG\_SEQ). Por otro lado en

este subestado, el móvil recibe los siguientes mensajes de página:

- Mensaje de Pagina (Page Message)
- Mensaje de Página Espaciada (Slotted Page Message)
- Mensaje de Página General (General Page Message)

Mientras tanto la Estación Base busca en los mensajes el número IMSI (International Mobile Station Identity), número internacional del móvil. En caso de encontrar en un mensaje este número, el móvil pasa al siguiente subestado (Subestado de Respuesta de Página) y envía un mensaje de página respuesta por medio del canal de acceso a la Estación Base.

#### **2.1.3.2 Subestado de respuesta de página**

Del subestado anterior (Subestado de Información de Actualización Principal), donde el móvil envió a

la Estación Base un mensaje de página respuesta, esta lo recibe y le envía al móvil un mensaje de asignación de canal para empezar a establecer la llamada. Este mensaje de asignación de canal lleva consigo los parámetros de: Frecuencia Asignada (CDMA\_FREQ) y Código de Canal (CODE\_CHAN), parámetros que usará el móvil para afinar la frecuencia RF y el canal de código CDMA y de esta manera empezar a recibir mensajes por medio de su canal asignado (Canal de Tráfico Delantero).

#### **2.1.3.3 Subestado de intento de origen de la estación móvil**

Subestado en que el móvil envía un mensaje de origen a la Estación Base y completar el origen de la llamada, la Estación Base recibe este mensaje y le envía un mensaje de asignación de canal al móvil, similar al subestado anterior (Subestado de Respuesta de Página)

#### **2.1.3.4 Subestado de registro de acceso**

Subestado en que el móvil envía un mensaje de origen a la Estación Base y completar el origen de la llamada, la Estación Base recibe este mensaje y le envía un mensaje de asignación de canal al móvil, similar al subestado anterior (Subestado de Respuesta de Página)

#### **2.1.3.5 Subestado de respuesta de orden/mensaje de la estación móvil**

Si la Estación Base considera necesario enviarle algún mensaje al móvil, este aprovechará este subestado para responderle.

#### **2.1.3.6 Subestado de transmisión del mensaje de la estación móvil**

Este es un subestado opcional proporcionado al móvil para que le envíe a la Estación Base los mensajes de información en ráfagas

#### **2.1.4 Estado de control de la estación móvil sobre el canal de tráfico**

Haciendo uso de los canales de tráfico delantero y de reversa, se comunicaran el móvil y la Estación Base en este estado.

Para llegar a este estado, el móvil, bien pudo antes pasar por el Subestado de Respuesta de Página o por el Subestado de Intento de Origen de la Estación Móvil.

Para este estado, tendremos cinco subestados donde puede caer el móvil:

- Subestado de Inicialización del Canal de Tráfico
- Subestado de Espera por Orden
- Subestado de Respuesta de Espera para la Estación Móvil
- Subestado de Conversación
- Subestado de Liberación

##### **2.1.4.1 Subestado de inicialización del canal de tráfico**

En este primer subestado de control del móvil sobre el canal de tráfico, es necesario que el móvil



se asegure de estar recibiendo información por el canal delantero, por lo que en este instante el móvil debe tener la capacidad de recibir dos tramas dentro de 200 ms, de ser afirmativa la condición anterior, entonces el móvil estará listo para comunicarse con la Estación Base usando el canal de reversa.

Acto seguido, el móvil debe de recibir un reconocimiento (acknowledgment) de parte de la Estación Base y le debe llegar en no menos de 2 segundos; asumiendo que el móvil recibió dicho reconocimiento, entonces tendrá las siguientes dos opciones:

Si la llamada fue de tipo Mobile Terminated, entonces pasará al Subestado de Orden; pero si la llamada fue de tipo Mobile Generated, el móvil pasará al Subestado de Conversación; caso contrario, de que el móvil no recibió ningún

reconocimiento, tendrá que regresar al Subestado de Determinación del Sistema.

#### **2.1.4.2 Subestado de espera por orden**

Aquí el móvil espera por el mensaje de información de alerta proveniente de la Estación Base; si recibe este mensaje dentro de 5 segundos, entonces pasa al Subestado de Respuesta a la Estación Base, de no recibirlo regresará al Subestado de Determinación del Sistema.

#### **2.1.4.3 Subestado de respuesta de espera por la estación móvil**

En esta fase, el móvil espera la respuesta a la llamada por parte del otro móvil en caso de ser la llamada del tipo: Mobile Terminated. Si el otro móvil respondió a la llamada; el primer móvil para el ringing y envía a la Estación Base una orden de conexión, y de esta manera el móvil puede pasar a la siguiente fase de conversación.

#### **2.1.4.4 Subestado de conversación**

Aquí, el móvil y la Estación Base intercambian información (bits de tráfico primarios) y también en este subestado sucede lo siguiente:

Si la llamada es tipo Mobile Originated, entonces el móvil pasa del Subestado de Inicialización del Canal de Tráfico a la fase de Conversación; y si es de tipo Mobile Terminated, pasa al subestado de Respuesta de Espera por la Estación Movil.

#### **2.1.4.5 Subestado de liberación**

Fase en la cual un móvil de los dos que interactuaban, cierra la llamada de la siguiente manera: envía una orden de desconexión a la Estación Base y esta a su vez envía una orden de desconexión al segundo móvil, siendo de esta manera liberada la llamada antes establecida.

## **2.2 Aplicaciones de señalización en IS-95 cdma**

### **2.2.1 Interfaz aérea**

El estándar IS-95 CDMA operará bajo las siguientes características: Las Estaciones Base se ayudarán de las entidades: Control de Estación Base BSC (Base Station Controller) y Transceiver de la Estación Base BTS (Base Transceiver Station), por otro lado la Central de Conmutación de Móviles MSC prestará servicios de conmutación a aquellas partes que no tienen acceso a la conexión.

También las Estaciones Base, estarán sincronizadas de acuerdo al sistema GPS (Global Positioning System); soportarán dos tipos de velocidades por parte de los Vocoder: una primera velocidad con una entrada que va desde 8 Kbps hasta 9.6 Kbps y una segunda clase de velocidad con una entrada que inicia en 13.3 Kbps y puede alcanzar los 14.4 Kbps.

Se usarán tres tipos de Códigos Chipping:

**Walsh Codes:** para la separación de canales en la parte delantera y para la codificación de la señal en el canal de reversa.

**Short PN Codes:** estos códigos serán usados para separar celdas y también para separar sectores en una misma celda.

**Long PN Codes:** serán útiles para mezclar las señales banda base en el canal delantero y para separar las transmisiones de cada uno de los móviles en el canal de reversa

Para el Control de Potencia, en el Canal Delantero se lo hará en Lazo Cerrado, mientras que en el Canal de Reversa, inicialmente se lo hará en Lazo Abierto (esto para adquirir primero los canales), para luego a este control hacerlo en Lazo Cerrado.

### **2.2.2 Traspasos**

Debido a la naturaleza misma del teléfono celular, donde el usuario se está moviendo en todo momento dentro del área

de cobertura, puede suceder que este equipo se halle muy distante de la Estación Base, o que su señal piloto esté muy débil (por debajo del nivel de umbral) o también que su Estación Base se halle muy congestionada, entonces para mantener una buena comunicación será necesario realizar una traspaso de Estación Base y garantizar así una buena calidad de voz en el móvil. La Figura 2.2 describe el Proceso de Handoff:

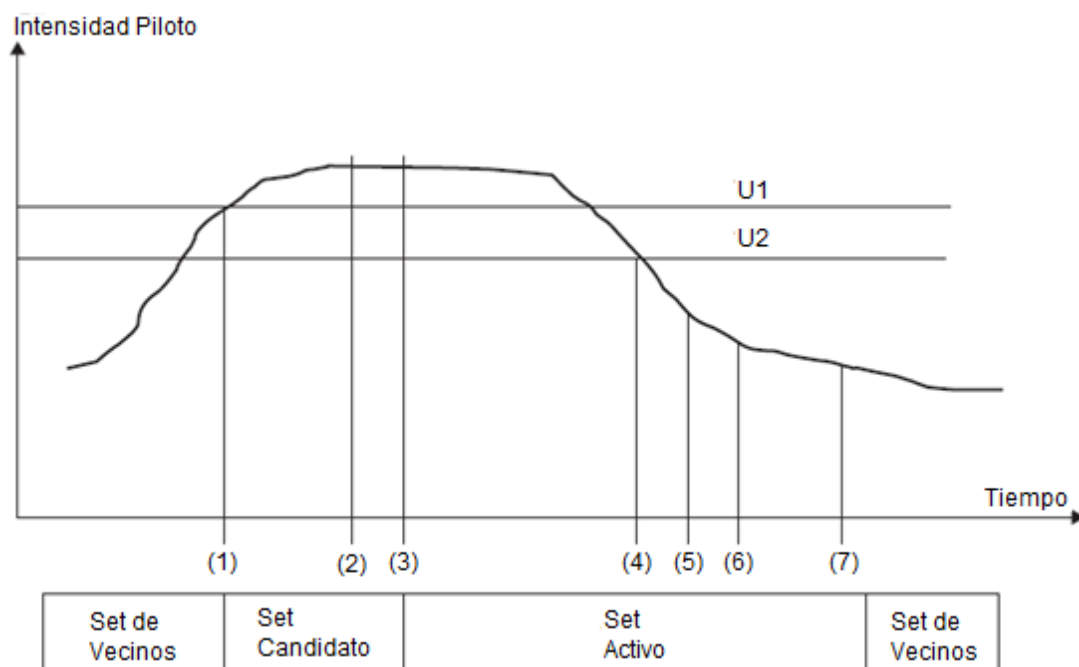


Figura 2.2: Proceso Handoff [1]

Teniendo en cuenta la Figura 2.2, los mensajes intercambiados entre el terminal móvil y la estación base son: en el momento (1) el terminal móvil envía un mensaje de medición de intensidad piloto y la transferencia de piloto para el conjunto de candidatos cuando la intensidad piloto supera el umbral  $U_1$ ; en tiempo (2) la estación base envía un mensaje de dirección de traspaso, y en el momento (3) el móvil Terminal transfiere el piloto al conjunto activo y envía un mensaje de finalización de traspaso. Cuando el piloto cae por debajo del umbral  $U_2$  el terminal móvil inicia el temporizador de caída de traspaso a tiempo (4); en el momento (5) el temporizador de caída de traspaso expira y el móvil envía una intensidad piloto mensaje de medición; al tiempo (6) la estación base envía un mensaje de dirección de traspaso; y Por último, el terminal móvil se mueve de un piloto del conjunto activo para el conjunto vecino y el procedimiento de traspaso se repite. [2]

Una petición de traspaso se envía usando el Canal Paging por medio de mensajes de parámetros del sistema (que contienen los parámetros de traspaso, de parámetros de

traspaso en tráfico, y de dirección de traspasos), además los actores de este proceso son: el móvil, la Estación Base y la MSC (Mobile Switching Center), Central de Conmutación de Móviles. Ver Figura 2.3.

Estos traspasos pueden efectuarse en los estados: Libre, de Acceso al Sistema o por Control del Canal sobre el canal de Tráfico.

Para el estándar IS-95 CDMA se conocen dos tipos de traspasos:

- Soft Handoff
- Hard Handoff

#### **2.2.2.1 Soft Handoff**

Tipo de traspaso que se efectúa cuando el móvil halla una señal piloto, superior a la señal piloto de la Estación Base en la que se encuentra, después de haber monitoreado varias Estaciones Base aledañas.



A continuación un ejemplo de Soft Handoff message Sequence se muestra en la Figura 2.3.

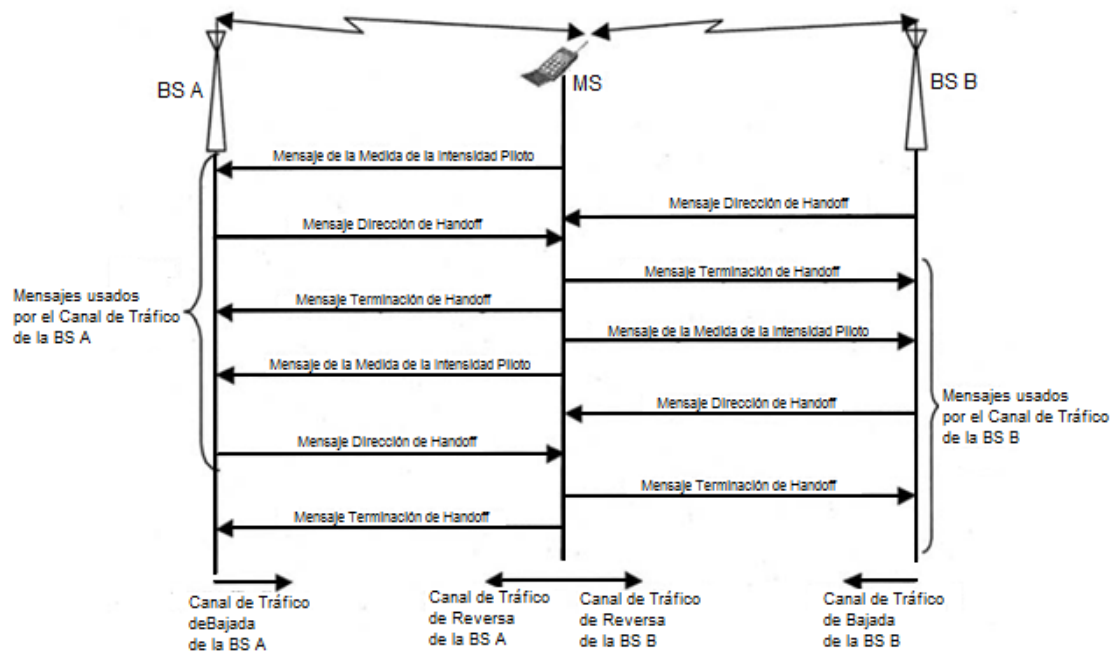


Figura 2.3 Flujo de llamada para soft handoff [10]

A este tipo de traspaso lo podemos subdividir en dos tipos más:

**Softer Handoff:** cuando el móvil hallándose en una misma celda, cambia de Sector.

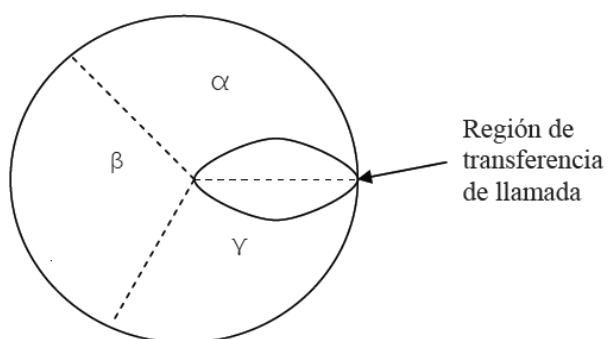


Figura 2.4 Transferencia de llamada entre sectores

[9]

**Soft Handoff:** este se da cuando el móvil hace un cambio de Celda.

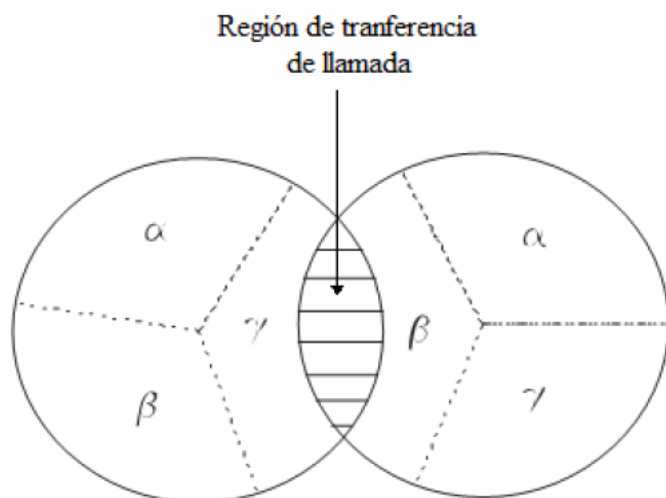


Figura 2.5 Transferencia de llamada con interrupción con dos estaciones base [9]

### 2.2.2.2 Hard handoff

Tenemos este tipo de traspaso cuando el móvil se traslada a una red diferente (traspaso para móviles sin conexión que operan con portadoras distintas). Se distinguen dos tipos de traspasos Hard Handoff:

**Traspaso Digital a Digital:** o también denominado traspaso de CDMA a CDMA, que toma lugar cuando el móvil cambia de una portadora a otra.

**Traspaso Digital a Analógico:** cuando el móvil pasa de una red CDMA a una Analógica. A este tipo de traspaso también se lo conoce como traspaso de CDMA a Analógico.

## **CAPITULO 3**

### **3. Softwares utilizados para la animación y edición del video**

Para la creación de las animaciones y el video en general utilizamos los programas after effects y adobe premiere de la suite creative cloud, que nos ayudaran en la animación de las imágenes y en la edición del video respectivamente. Para el audio contamos con la ayuda del software Adobe Audition, en el cual realizamos las grabaciones del audio.

#### **3.1 Software de animación After Effects**

Es una herramienta de posproducción que nos permite agregar efectos especiales y retoques, así como componer y animar en espacios 2D o 3D con múltiples cámaras, luces y capas.

### 3.1.1 Animaciones realizadas

La animación puede definirse como el cambio de una propiedad en el tiempo. Las propiedades básicas de una capa son las del grupo Transformar, que incluyen punto de anclaje, posición, escala, rotación y opacidad. Sin embargo, no son las únicas que se pueden animar; existe un sinnúmero de propiedades correspondientes a diversos efectos que podemos manipular.

Mediante el uso de este software vamos a realizar las animaciones de cada una de las imágenes creadas, ya sea que las mismas sean obtenidas de internet o figuras creadas con el mismo software.

Una de las animaciones que se utilizaron en nuestro video, es que mediante el uso de líneas procedemos a realizar las uniones de cada una de los elementos que se muestran en la figura 3.1, para empezar a dar la animación respectiva.

Como próximo paso procederemos a exportar esta animación como una secuencia convertida en video, para lo cual nos ubicamos en composición, luego en pre-render

como se muestra en la figura 3.3, en la pantalla que nos aparece como se muestra en la Figura 3.4 seleccionaremos las características que va a poseer el video, tales como formato, tiempo, archivo con audio o sin audio, así como el nombre que tendrá el archivo.

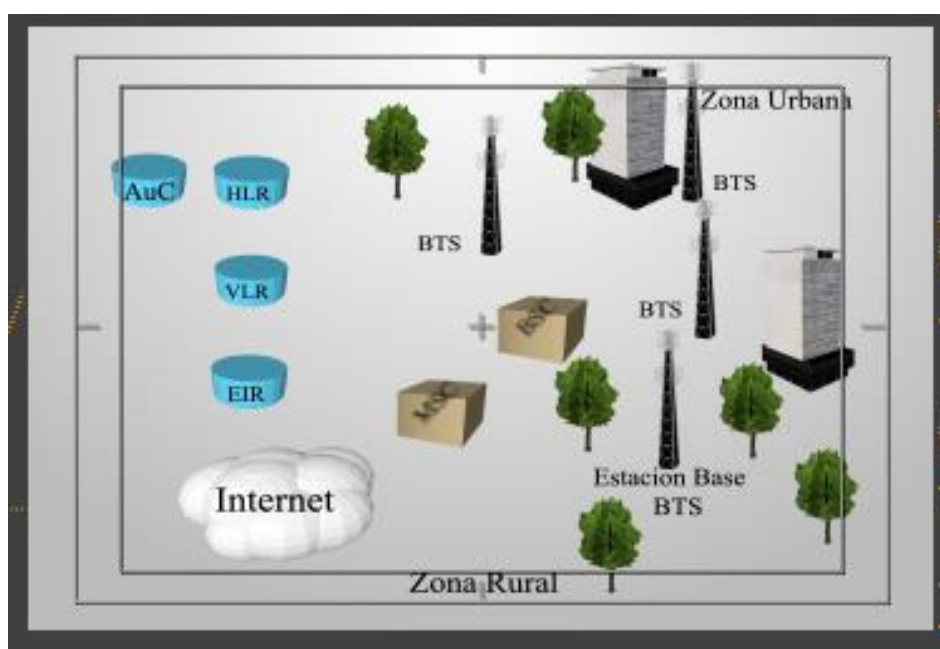


Figura 3.1 Elementos sin líneas de unión

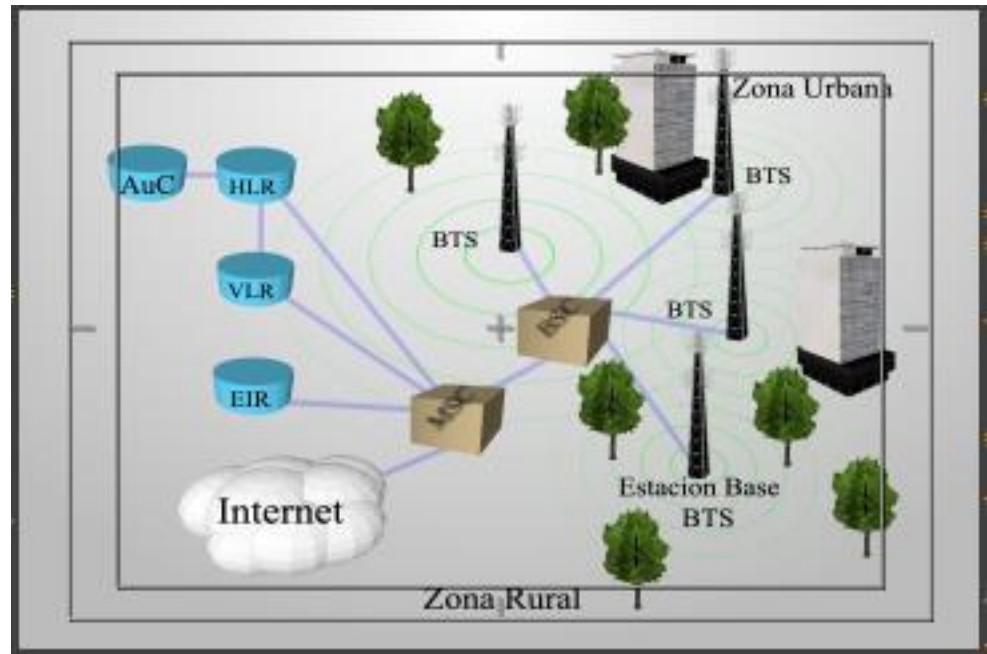


Figura 3.2 Elementos con líneas de unión

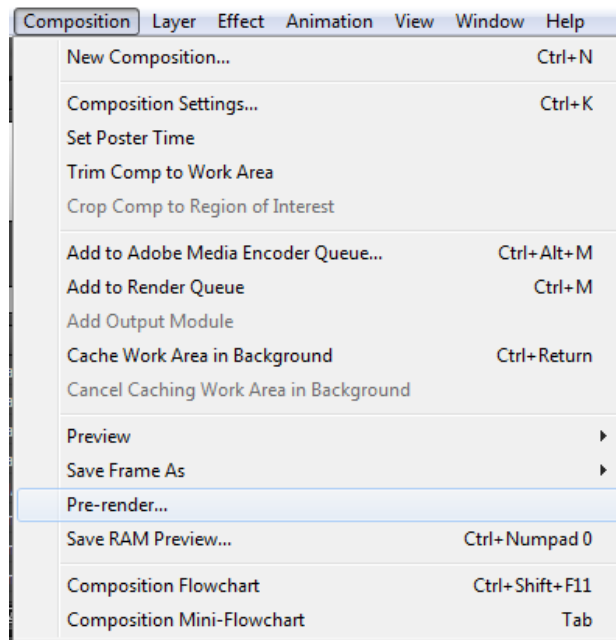


Figura 3.3 Pantalla del Pre-render

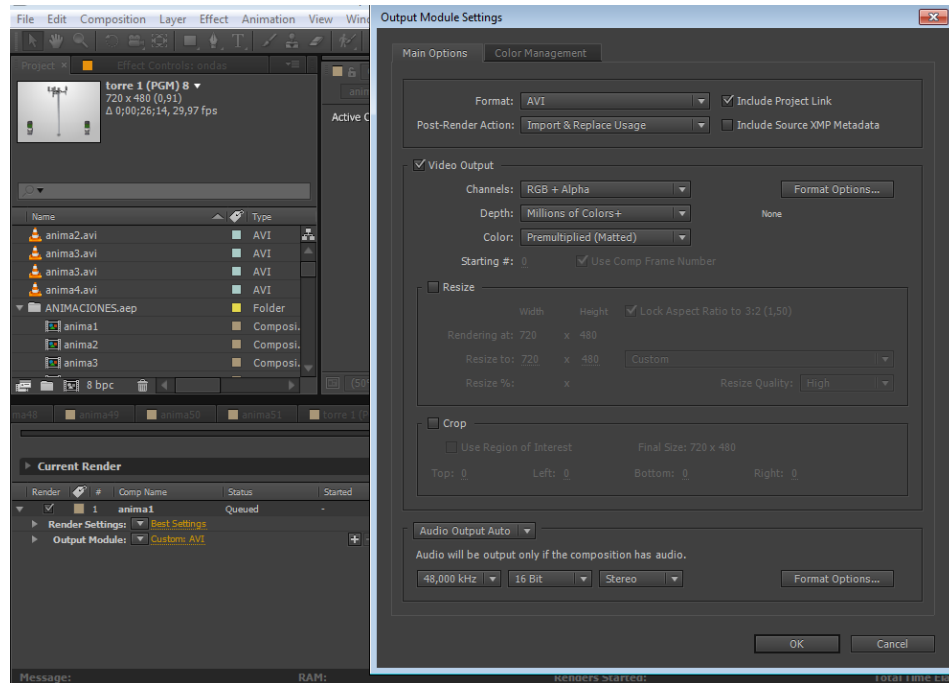


Figura 3.4 Pantalla donde se configuran las características del Video

Adicional a la utilización de las líneas procedemos a crear ondas para representar el envío de señal a los elementos; esto lo hacemos mediante el uso de un plugin que viene por default en este software, accediendo a la pestaña efectos, escogemos la opción Generar y luego la opción Ondas de radio como se muestra en la Figura 3.5



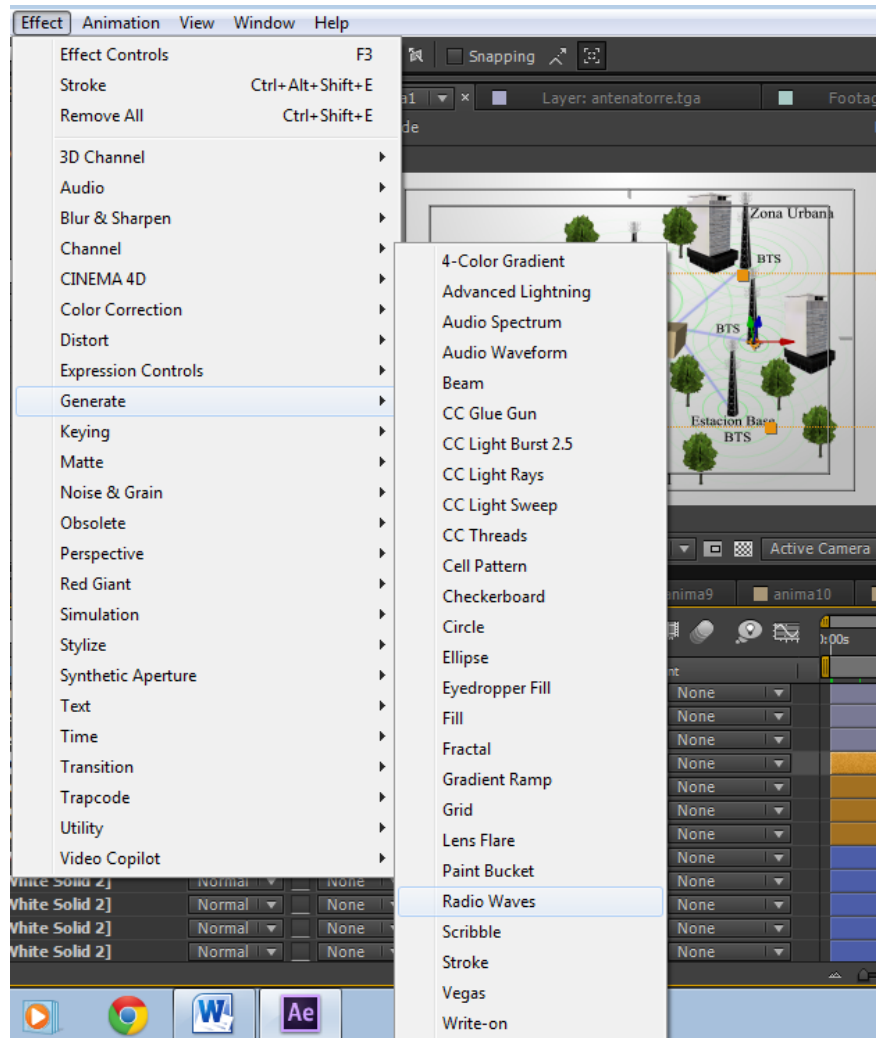


Figura 3.5 Pantalla donde se muestra la opción para generar ondas de radio

Otra animación que se utilizó fue el movimiento de imágenes, este efecto se logra mediante la configuración de los parámetros de posición y escala de cada uno de los objetos de la escena. En el

video, para representar la transmisión de un mensaje desde la BTS a la BSC se utilizó un sobre en movimiento entre los dos puntos como se muestra en las figuras 3.6 y 3.7

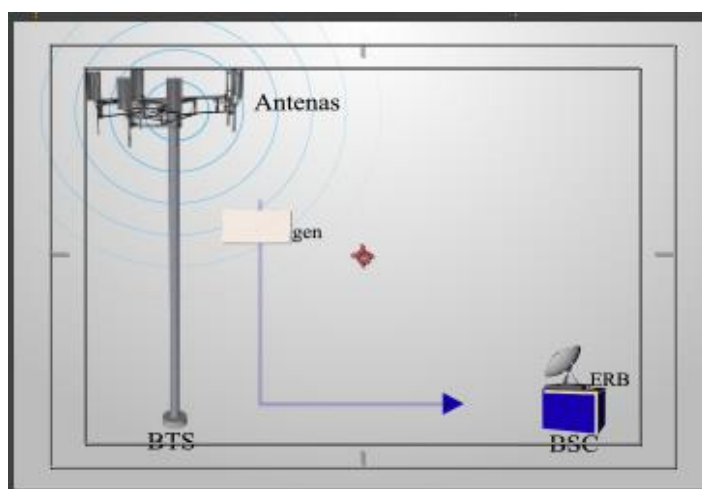


Figura 3.6 Inicio de la animación sobre

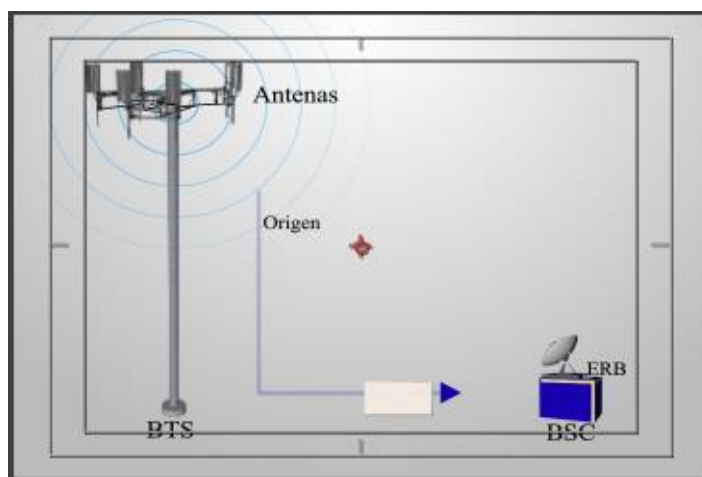


Figura 3.7 Fin de animación sobre

En la postproducción de un video muchas veces es necesario recortar los elementos, o crear una forma, la función en After Effects de una máscara es reservar un área concreta de la imagen. Una misma capa puede tener muchas máscaras por lo tanto es importante darles un nombre descriptivo que nos ayude a identificar a que elemento corresponde cada máscara.

Para crear una máscara, siempre es necesario que la capa a la que se le va aplicar la máscara se encuentre activa, las máscaras se reconocen dado a los puntos que rodean su entorno como se muestra en la Figura 3.8

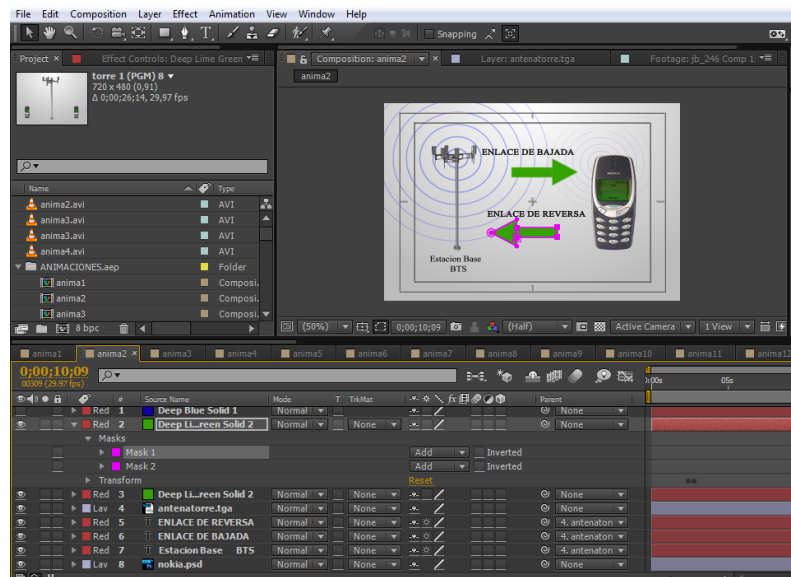


Figura 3.8 Creación de máscaras

Los títulos son de mucha utilidad porque nos permite describir la imagen o figura que aparezca en el video. A los títulos se les puede dar efectos de manera similar al trato que se le da a un clip ya que poseen las mismas propiedades, estos efectos se los realiza por medio de los “templates” o plantillas.

Como se pueden observar en la figura 3.9, en el video se incluyeron gráficos con texto, para lo cual se utilizó la herramienta texto que se encuentra en la parte superior y que viene determinada por una letra T mayúscula. Una vez seleccionada esta herramienta se activa un submenú en el cual se puede escoger el tamaño de letra el tipo de letra y demás características utilizadas para la modificación del texto.

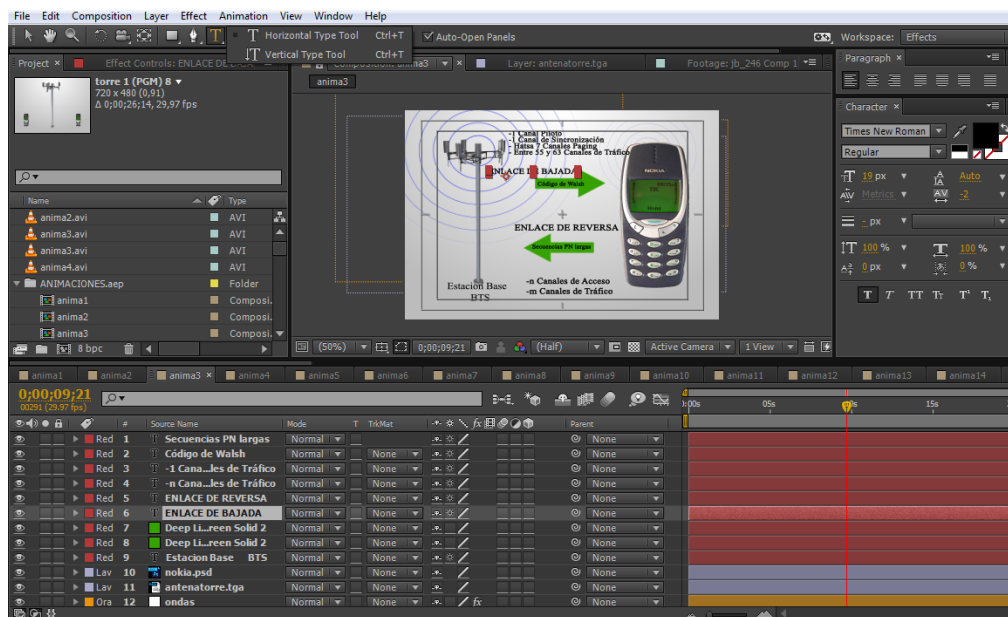


Figura 3.9 Pantalla principal de gráficos con texto

## 3.2 Software de Edición Adobe Premiere

Adobe premier es un programa creado por Adobe System muy útil para la edición de videos, además posee la particularidad de poder trabajar en la edición en tiempo real y no de forma lineal, es decir la edición de video será netamente digital.

### 3.2.1 Introducción al trabajo con Premiere

Para iniciar el trabajo con premiere creamos un nuevo proyecto, que es un archivo que contiene información de las secuencias, en este se establece el formato de la grabación, las mezclas de audio, capturas entre otros ajustes. Este

software presenta un espacio de trabajo muy agradable para la edición de videos de tal manera que facilita el tratamiento del material a editar.

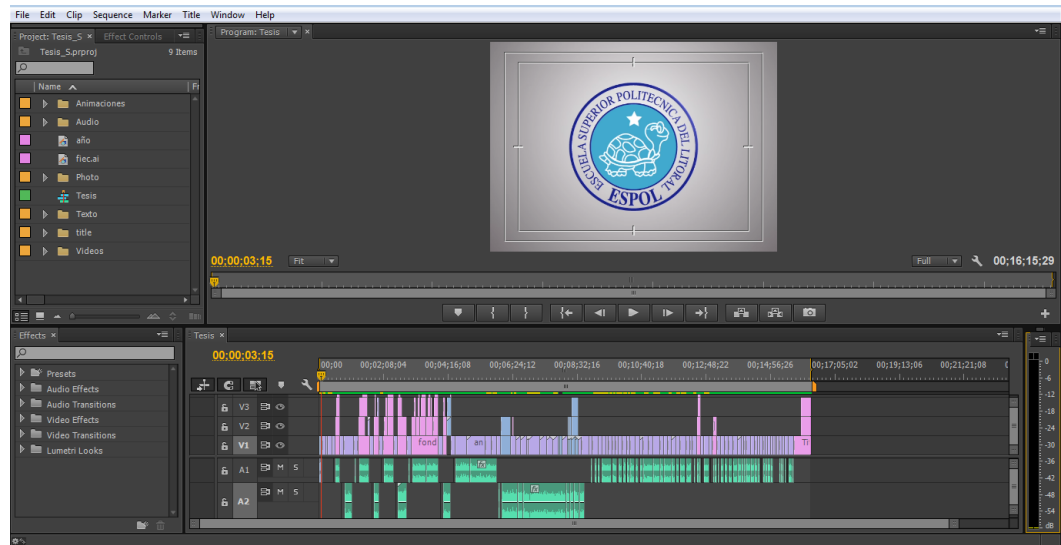


Figura 3.10 Pantalla Principal de trabajo

Una de las herramientas importantes que se utilizó para la realización de este proyecto es el efecto chroma key, que es útil para eliminar fondos de cualquier color, el fondo para cromas generalmente es azul o verde. En la figura 3.11 se muestra una pantalla dividida, en el lado izquierdo se encuentra una persona sobre un fondo verde y en el lado derecho se muestra la imagen con el efecto de chroma key

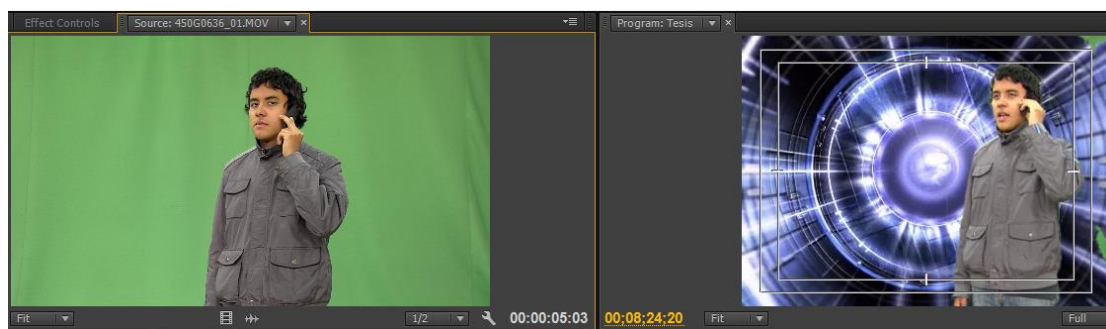


Figura 3.11 Pantalla dividida

En el video para realizar el chroma key, se realizó la grabación de un sujeto sobre un fondo de color verde, como se muestra en la Figura 3.12. Luego escogemos el fondo por el cual va hacer reemplazado el color verde, nosotros hemos decidido escoger un fondo tecnológico como se muestra en la Figura 3.13. Luego procedemos a utilizar un efecto denominado Color Key o su traducción en español Llave de Color, esto nos permite reemplazar el color verde que teníamos anteriormente por el fondo tecnológico que habíamos escogido, este es un proceso rápido con muy buenos resultados. Figura 3.14



Figura 3.12 Imagen con fondo verde

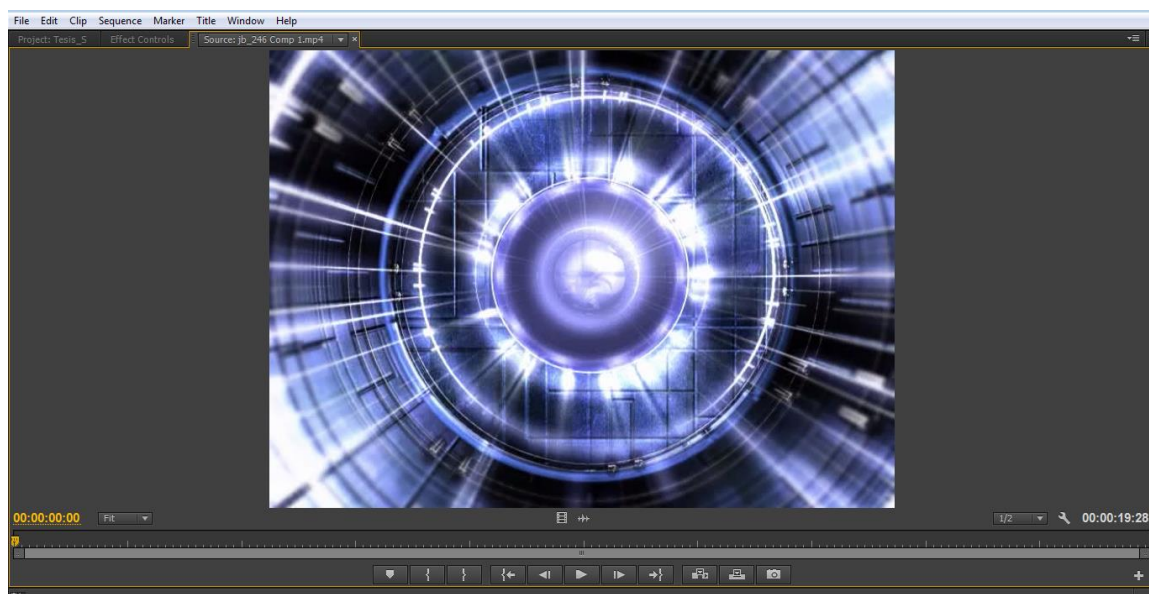


Figura 3.13 Fondo a utilizar en el chroma



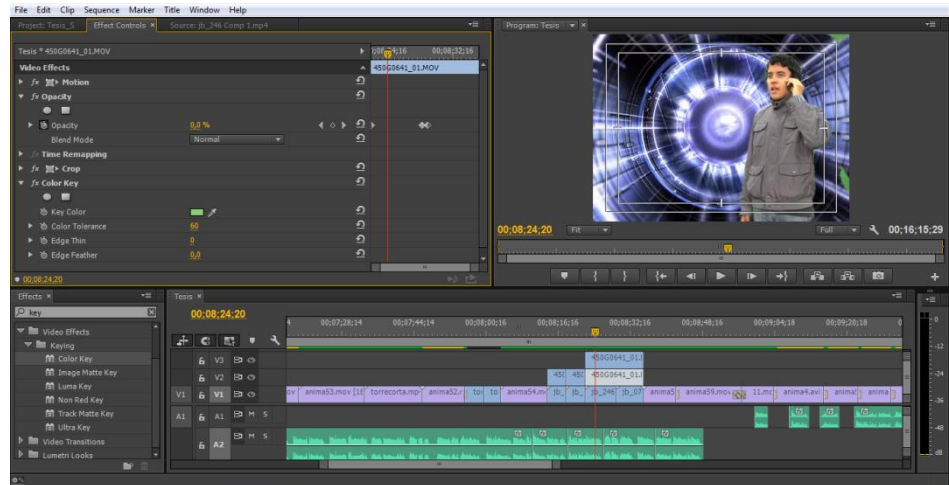


Figura 3.14 Proceso de chroma key

Como se ha podido observar el proceso para realizar el video consiste en unir acorde al guión anteriormente elaborado todas las animaciones con su respectivo audio a esto se lo conoce como graficación. Figura 3.15

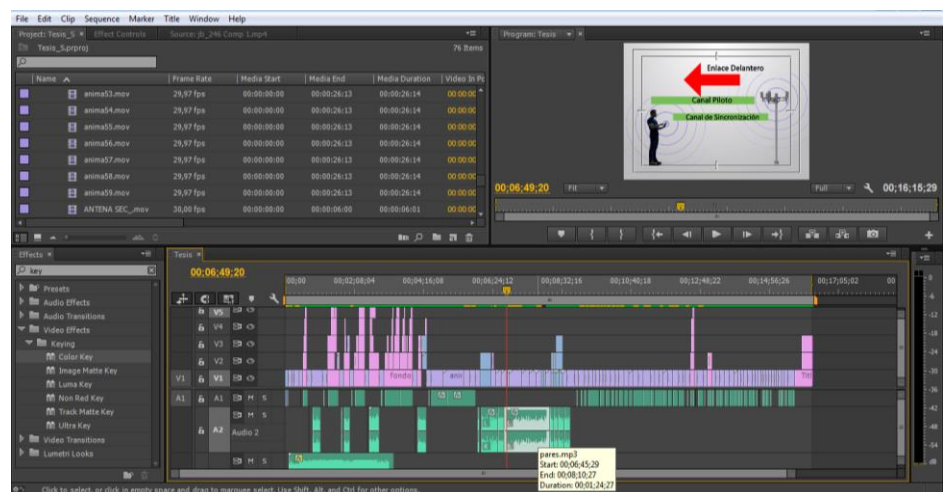


Figura 3.15 Unión de Audio y video

Finalmente se procede con la exportación del video, la exportación no es otra cosa que guardar en un sólo archivo todo el trabajo realizado. Damos clic sobre la pestaña File, escogemos la opción exportar luego escogemos la opción media como se muestra en la Figura 3.16.

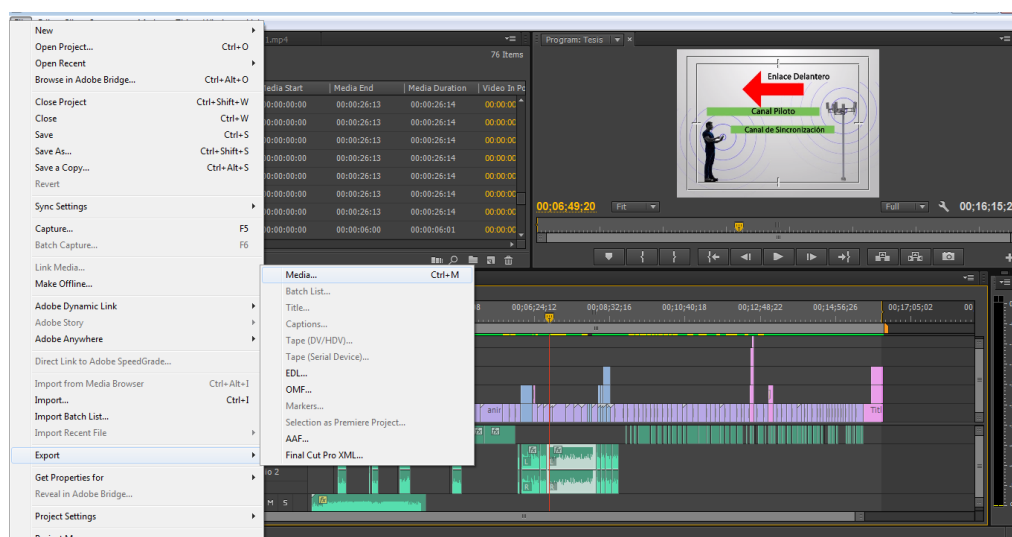


Figura 3.16 Pantalla de opciones para exportar

Al dar clic sobre media se abrirá una ventana como se muestra en la Figura 3.17, en donde escogeremos el nombre del video y sus características tales como el formato, el bitrate del audio entre otras cosas más. Una vez que se ha configurado los parámetros de exportación,

presionamos en el botón exportar y tendremos listo nuestro video.

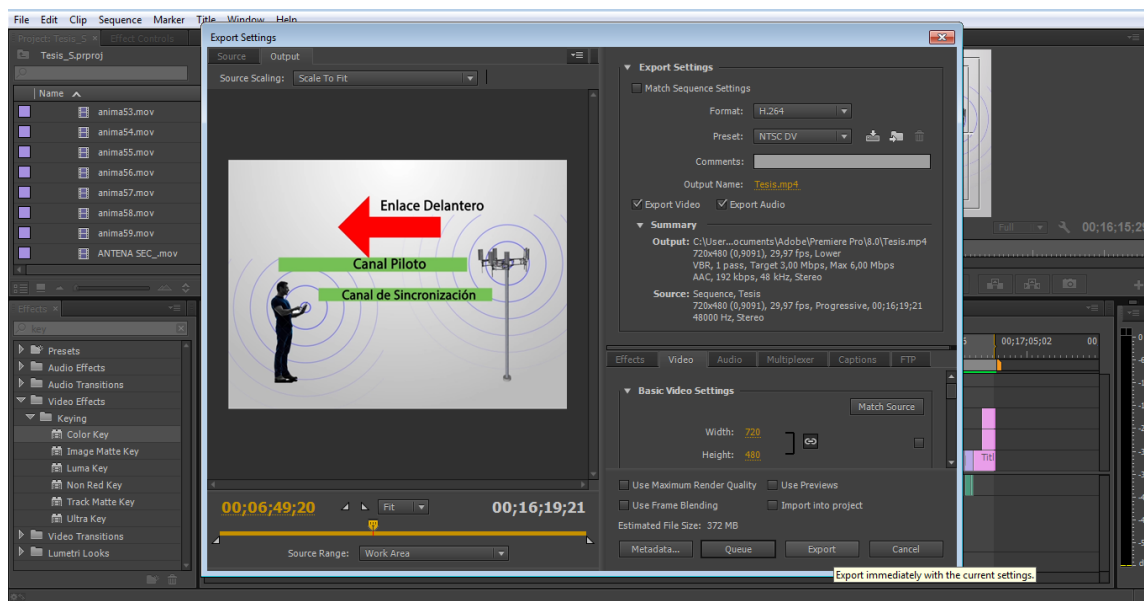


Figura 3.17 Submenú para la Exportación Final

### 3.3 Software de Grabación Adobe Audition

Mediante la ayuda de este software procederemos a realizar la captura de audio o la locución para unir nuestras animaciones con el resultado final de esta locución.

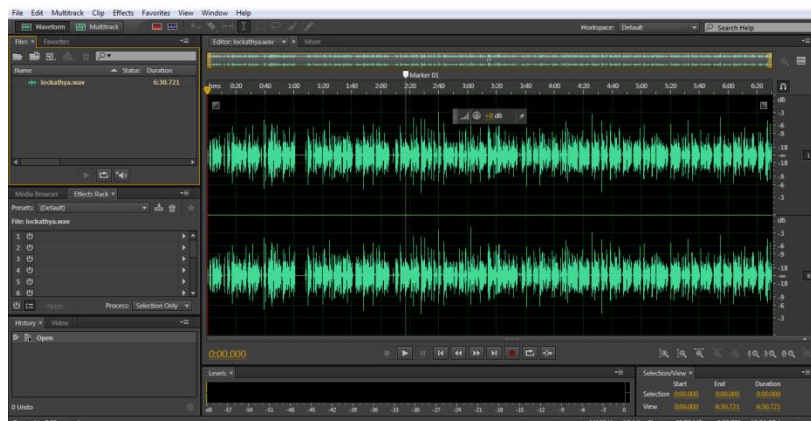


Figura 3.18 Pantalla Principal de adobe audition

Para realizar este proceso lo primero que vamos a hacer es ir a la parte superior izquierda del mismo y dar clic en File luego en New y finalmente en Audio file., como se muestra en la figura 3.19

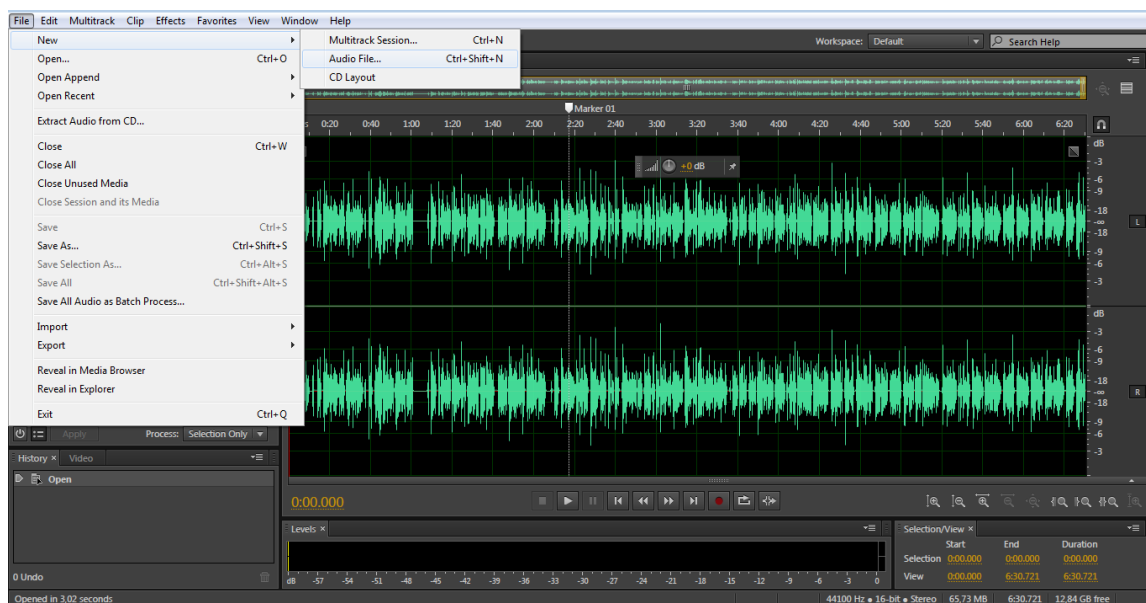


Figura 3.19 Creación de un nuevo archivo en adobe audition

Aquí nos aparecerá un menú en donde podremos designar el nombre, el sample rate, los channels y demás características que vamos a utilizar en nuestro archivo. Como paso siguiente presionamos el botón rojo ubicado en la parte baja del programa y procedemos a comprobar si tenemos audio mediante la creación de las ondas vistas como se observa en la figura 3.20

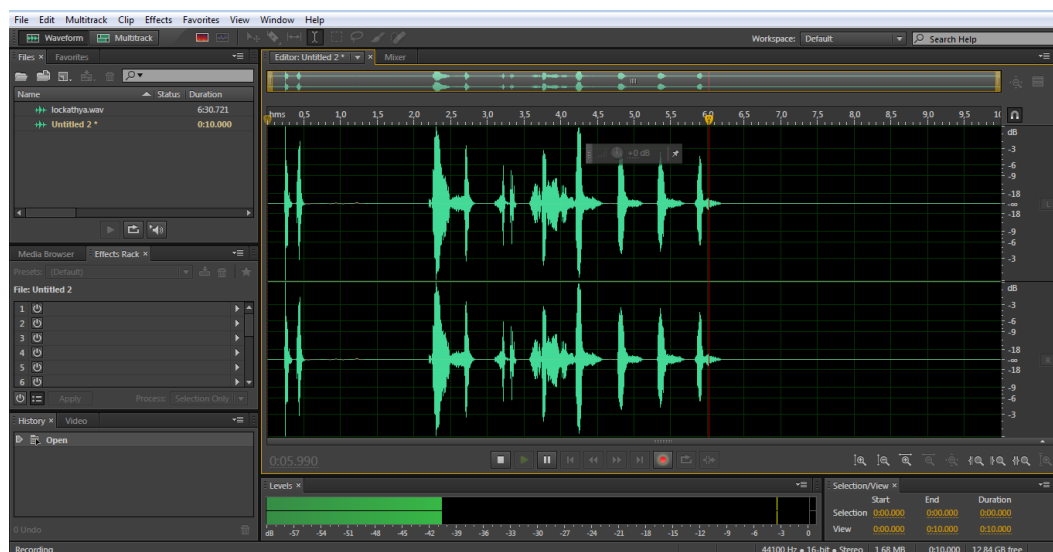


Figura 3.20: Captura de audio

Una vez terminada la locución procedemos a exportar este archivo, para lo cual vamos a File, escogemos la opción Export, luego damos click sobre File, como se muestra en el menú de la Figura 3.21

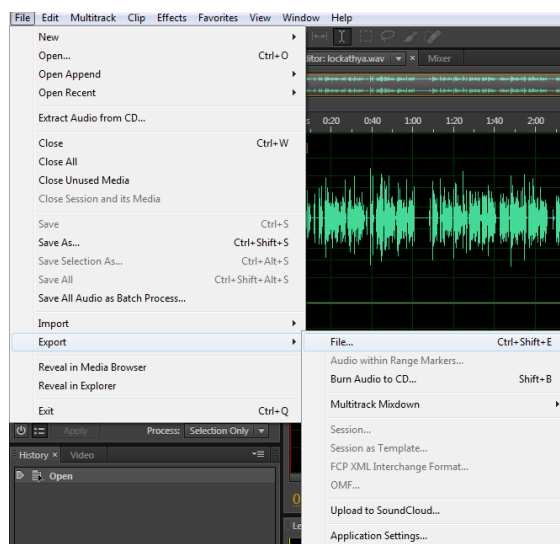


Figura 3.21 Menú para la exportación de audio

Una vez realizado este proceso aparecerá una ventana en la cual escogeremos nuevamente las características del archivo y le damos clic en OK para finalizar. Figura 3.22

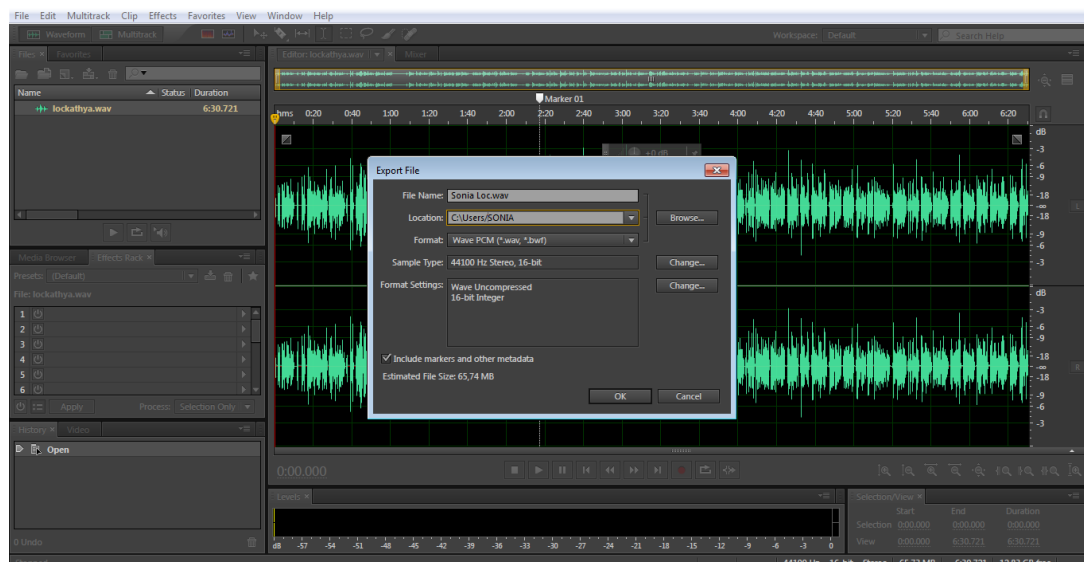


Figura3.22 Características para la exportación de audio

## **CAPITULO 4**

### **4. Desarrollo del video**

En este capítulo se describirán las diferentes etapas de la realización del video que respalda nuestro proyecto, estas son: la preproducción, producción y post-producción.

#### **4.1 Preproducción**

Esta etapa comprende desde la concepción de la idea hasta el primer día de grabación, se incluye aquí la planificación del trabajo, con los elementos que necesitaremos para la realización del video, el enfoque y lenguaje a utilizar. Esta etapa es la más importante en el proceso de elaboración del video, es la más larga y compleja.

Entre las características básicas que se destacan en la etapa de la preproducción para lograr un excelente producto están:

- La investigación
- El plan financiero
- El guión
- Personal a colaborar durante la producción
- Plan de Trabajo

#### **4.1.1 Investigación**

Tras haber decidido el tema del video a editar, procederemos a la investigación del tema. Del trabajo de investigación eficiente dependerá que el guión explique de manera clara y en un lenguaje apropiado aquello que se quiere comunicar, al target de audiencia definido. Este trabajo nos permitirá además establecer el tiempo adecuado de duración del trabajo audiovisual y los elementos que necesitaremos para su elaboración.

En nuestro caso la investigación nos condujo a desarrollar un video educativo, destinado a ser una herramienta didáctica, en el que se explica la señalización durante el



procesamiento de llamadas en sistemas IS-95 CDMA; el tiempo de duración es de 16'33", con formato de grabación SD (estándar). Para las grabaciones realizadas en el estudio se utilizó un chroma iluminado con luces frías y difusores opal para suavizar la luz y expandirla.

#### **4.1.2 Guión**

Al redactar el guión se debe tener en cuenta el tema y lo investigado en torno a este. El guión es fundamental para la producción audiovisual, pues este describe todo lo que se quiere transmitir a través del video. Este se divide en dos fases:

- El guión Literario que es el que transmite la información necesaria para quien visualice el producto audiovisual.
- La segunda fase corresponde al guión técnico que define los elementos gráficos a utilizar. Se incluyen en esta fase, los tiros de cámara, animaciones, iluminación etc. Es en este paso que se definen los medios técnicos a utilizar como cámaras, trípodes, micrófonos. Se eligen además los medios artísticos y los recursos humanos

como personal técnico, realizador, productores, actores y/o personas a entrevistar.

El guión literario en nuestro caso fue redactado para dos voces, una femenina y otra masculina, resultando el producto que se muestra en el Anexo 1

## **4.2 Producción**

La etapa de producción es la ejecución misma de nuestro proyecto, es la grabación de lo que hemos definido durante la preproducción, el desarrollo propiamente dicho del plan de trabajo trazado que permitirá plasmar nuestra historia en imágenes.

### **4.2.1 Grabación**

Se realizaron grabaciones en estudio utilizando un fondo verde como se muestra en la figura 4.1, para realizar las representaciones de las personas realizando la llamada telefónica. Se utilizó una sola cámara, para la grabación de secuencias breves que se unieron en la edición del video.

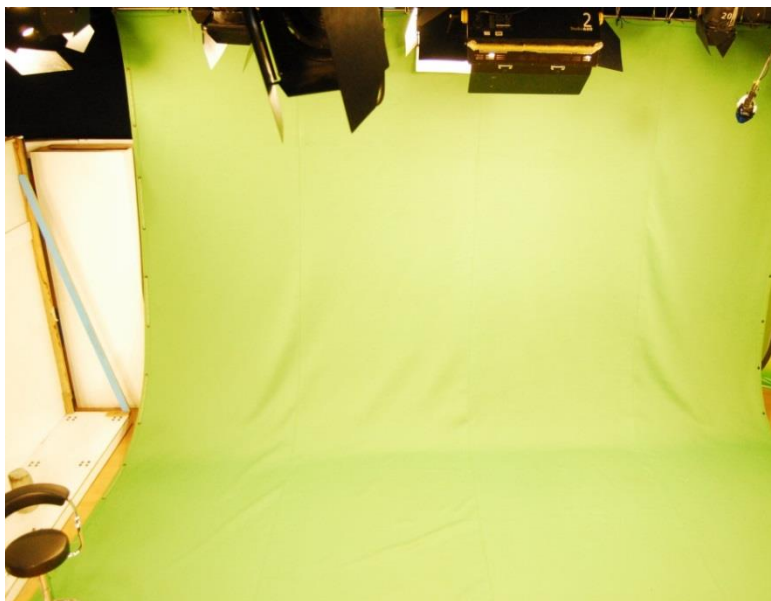


Figura 4.1 Estudio de grabación

#### 4.2.2 Planos

Existen diferentes tipos de planos con sus propias ventajas y desventajas. Los planos generales se utilizan para mostrar donde está situada la acción, mostrar las posiciones de los personajes, creando un ambiente propicio para la historia. Sin embargo no permiten apreciar los detalles. [11]

Los planos cortos se utilizan para mostrar los detalles, reacciones, para dramatizar. La utilización de este tipo de planos es muy restrictivo porque no permite ver las reacciones de todas las personas involucradas en la

escena, o puede dejar la sensación de que el espectador no ha podido observar la escena en su conjunto.

En el video se utilizaron tres tipos de planos: plano medio largo, plano detalle y primer plano.

**Plano medio Largo:** Este tipo de plano encuadra la figura humana desde la cabeza hasta debajo de la cintura, como se muestra en la figura 4.2, nos ofrece información sobre la expresión de un rostro.



Figura 4.2 Plano medio largo

**Plano Detalle:** Es un acercamiento a elementos específicos que son una aportación clave para el dramatismo, no se aplica exclusivamente a los rostros puede ser utilizado en cualquier otra parte del cuerpo u objetos, figura 4.3



Figura 4.3 Plano detalle

**Primer plano:** Este plano encuadra la figura humana por debajo de la clavícula, se utiliza para mostrar reacciones, respuestas y emociones, como se muestra en la Figura 4.4



Figura 4.4 Primer plano

### 4.2.3 Iluminación

Las técnicas de iluminación son importantes para producir imágenes de alta calidad; destaca formas, texturas y detalles así como puede eliminar sombras. La iluminación debe ser uniforme ya que un objeto puede resultar muy iluminado desde una posición de la cámara y desdibujado desde otra. [12]

La iluminación utilizada para el sujeto fue una de 3 puntos, es decir un key (luz principal) un fill (luz de relleno) y un back (luz trasera) siendo el back la de mayor intensidad (controlada) para resaltar o despegar al sujeto del fondo

verde, creando la ilusión de profundidad y solidez. Para la iluminación del fondo verde se utilizó luz fría, con difusores opal para suavizar la luz y hacerla soft, es decir expandir la luz.



Figura 4.5 Estudio iluminado con luces frías



Figura 4.6 Iluminador de luz fría para 6 lámparas

### **4.3 Post-producción**

La post-producción tiene que ver con la manipulación del material audiovisual obtenido durante la grabación del proyecto. En esta etapa se procede a la captura y edición del material grabado. En el caso de nuestro proyecto en esta etapa se definieron los efectos a incluir en algunos de los clips, se realizaron gráficos en movimiento (animaciones), se incluyó el logo de la institución como identidad y finalmente los títulos y créditos.

Para la edición del video se trabajó con Premiere Pro CC y para los efectos se utilizó el software AfterEffects CC

#### **4.3.1 Efectos y transiciones**

El efecto utilizado en este proceso fue el de chromakey (llave de crominancia) es decir mediante el uso de software vamos a reemplazar el color verde (Ver figura 4.7) por una imagen o video que se desee utilizar como fondo, para nuestro video se utilizó un efecto creado en AfterEffects CC como se muestra en la figura 4.8. Adicionalmente utilizamos plugins incluidos en este software para generar algunos



efectos como el de la luz que atraviesa las letras que se muestra en la figura 4.9.

Con el Software de edición se utilizaron transiciones de disolvencia que nos ayudan a marcar el cambio de clips.



Figura 4.7. Grabación en estudio con fondo verde



Figura 4.8 Reemplazo del fondo verde con un efecto de AfterEffects CC



Figura 4.9 Efecto de la luz que atraviesa las letras

#### **4.3.2 Gráficos en movimiento**

Los gráficos en movimiento nos ayudan a vestir el video, para la animación de los gráficos o imágenes utilizamos el software AfterEffects CC en donde mediante la modificación de la altura, la posición, la escala, creamos movimiento, como es el caso de la estación base en movimiento que se muestra en la figura 4.10.

#### **4.3.3 Audio**

Al video se le adicionó unos retoques de audio debido a que las locuciones tenían determinadas elevaciones (picos de

audio) lo cual producía un poco de saturación al momento de escuchar el video. Además se agregó para la parte inicial unos efectos de audio que hicieron la presentación del video más agradable.



Figura 4.10 Estación Base

## CONCLUSIONES

1. La señalización en IS-95 CDMA implementa un grupo de mensajes y procedimientos que facilitan el establecimiento de una llamada.
2. El Estándar IS-95 CDMA, usa códigos para la asignación de canales de tráfico evitando así la congestión de llamadas, convirtiéndolo de ésta manera al sistema como uno de los mejores que existe en lo que respecta a segunda generación celular.
3. IS-95 CDMA a diferencia de otros estándares de segunda generación usa el método de multiplexación, esto significa que todas las estaciones transmiten en la misma banda de frecuencias, siendo esto posible a través del uso de códigos ortogonales.

4. El tema de señalización es muy importante para un sistema celular, pues gracias a él es posible que la red conozca cuando un móvil está operativo o no; también cuando este terminal está fuera de cobertura, optimizando de esta manera el uso del espectro en lo que respecta a la asignación de canales.
5. El Sistema IS-95 CDMA en el transmisor usa un método conocido como “las ráfagas de señalización”, muy útil en el servicio de señalización ocupando poca capacidad de la red y además proporcionando el servicio de envío y recepción de mensajes cortos (SMS) sin tener la necesidad de asignar canales de radio.
6. En la Capa de Aplicación el sistema IS-95 CDMA usa el protocolo BSAP, subdividiéndose este en BSMAP y DTAP, el primero usado para la administración de los recursos de radio y las facilidades de los procedimientos de gestión a través de mensajes de señalización entre la BS y la MSC y el segundo colabora con la gestión de movilidad y control de la transferencias de llamadas a través de mensajes de señalización entre la MS y la MSC.

7. Mediante el uso de los programas premier pro en conjunto con adobe after effects, adobe audition cc; facilitaron el proceso de edición, animación, e inclusión de locuciones en off respectivamente, logrando graficar el proyecto para convertirlo en un audiovisual con una duración de 15 minutos de fácil asimilación para las personas.

## RECOMENDACIONES

1. Debido al poco conocimiento en lo que respecta a la realización, producción y edición de videos que usan animación se sugiere buscar un profesional para que sea una guía en la elaboración de este material audio visual.
2. Es vital para este trabajo usar un computador con un buen procesador dado que el software usado necesita una gran capacidad de RAM.
3. En lo que respecta al software Adobe Premier CC, es importante aclarar que antes de agregar títulos tenemos que habilitar la función Márgenes Seguros, pues esta opción nos permitirá conocer los bordes de pantalla que no aparecerán en un televisor convencional.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] Abu-Rgheff, Mosa Ali, Introduction to CDMA Wireless Communications, Elsevier Science 1st Ed, 2007
- [2] Caiza, Martha, Aplicación de algoritmos de receptor por software para el estándar IS-95 CDMA, Proyecto de grado, Escuela Politécnica del Ejército, Facultad de Ingeniería Electrónica, 2005
- [3] Maza Antonio, CDMA 2000, <http://electronicafacil-lord.blogspot.com/2011/11/cdma-2000.html>, fecha de consulta: junio 2014
- [4] Langer Johan, Larson Gwenn, CDMA 2000-A world view, Revista Ericcson Review3, 2001, página 150
- [5] Córdova Hernán, Chávez Patricia, Estudio, modelamiento y simulación de Sistemas de Espectro Ensanchado Secuencia Directa y salto de frecuencia, Revista Tecnológica ESPOL, Vol. 18, N. 1, 1-8, (Octubre, 2005).
- [6] Dávila Lourdes, Bajaña José, Flores Francisca, Diseño de un sistema de Servicios de Telecomunicaciones con Acceso inalámbrico para la zona norte de Guayaquil basado en el sistema AS400, Escuela Superior Politécnica del Litoral, Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación, 2003



- [7] Vijay K. Garg, IS-95 CDMA and cdma 2000: Celular/PCS systems implementation, Prentice Hall, 1 st Ed, 1999
- [8] Yang Samuel C., CDMA RF System Engineering, Artech House, 1998
- [9] Cruz Vallejo Hector Daniel, Chávez Castillo Jaime Alberto, "Transferencia de Llamada para Sistemas de Telefonía Móvil basados en CDMA", Instituto Politécnico Nacional, Mexico, DF-México, 2007
- [10] Ali John G. van Boses-Fabrizio U. Devetak, Signaling in Telecommunication Networks, Wiley, Segunda Edición, 2007
- [11] Millerson Gerald, Realización y producción en Televisión, IORTVE, 4th Ed, 2001.
- [12] Millerson Gerald, Iluminación para Televisión y Cine, IORTVE, 3th Ed, 1991.
- [13] Molina Mae, Introduccion a After Effects, [http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/bitstream/10609/9049/1/Introduccion\\_a\\_After\\_Effects.pdf](http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/bitstream/10609/9049/1/Introduccion_a_After_Effects.pdf), fecha de consulta: Julio de 2014.
- [14] Adobe Premiere, <http://helpx.adobe.com/es/premiere-pro/using/creating-changing-projects.html>, fecha de consulta: Julio de 2014

[15] Miguel Angel, Tutorial- Chroma key en Adobe Premiere, <http://tutoriales.mastermedia.es/tutorial-chroma-key-en-adobe-premiere/>, fecha de consulta: Julio de 2014.

## ANEXO

### GUIÓN LITERARIO

**Locución femenina:** ESTACIÓN MÓVIL (MS).- La estación móvil o teléfono móvil se comunica con otras partes del sistema a través de la estación base.

**Locución masculina:** LA ESTACIÓN BASE (BTS).- La estación base o BTS es la que se encarga de proveer una interfaz con el dispositivo móvil del usuario, sistema de radio o antena. Es el que provee la cobertura o área de servicio de la red, éste está conformado por transmisores, receptores y antenas.

**Locución femenina:** CONTROLADOR DE ESTACIÓN DE BASE (BSC).- El controlador de la estación base o BSC es el que proporciona las funciones de control y los vínculos físicos entre el centro de conmutación móvil y la estación base, entre sus funciones está la entrega de la información, configurar los datos de la celda y controlar los niveles de potencia en la estación base.

**Locución masculina:** CENTRO DE CONMUTACIÓN MÓVIL (MSC).- El centro de conmutación móvil o MSC es el que se encarga de realizar funciones como la conmutación de telefonía del sistema, la interfaz de la red, y señalización del canal.

**Locución femenina:** REGISTRO DE UBICACIÓN BASE (HLR).- Ubicación del registro de interior o HLR es la base de datos que se utiliza para el almacenamiento y la gestión de las suscripciones. También es el responsable de la ubicación de inicio de registro permanente de los usuarios, información sobre la ubicación y estado de actividad.

**Locución masculina:** REGISTRO DE UBICACIÓN DE USUARIOS (VLR).- Elemento de la red que contiene información sobre el estado de todos los usuarios en la red de telefonía móvil y que en un momento dado están registrados dentro de su zona de influencia. Esta información ha sido requerida y obtenida a partir de los datos contenidos en el HLR del que depende el usuario.

**Locución femenina:** REGISTRO DE IDENTIFICACIÓN DE EQUIPOS (EIR).- La EIR, es una base de datos en la que existe información sobre el estado de los teléfonos móviles.

**Locución masculina:** CENTRO DE AUTENTICACIÓN (AuC).- El centro de autenticación o AUC es el que proporciona los parámetros de autenticación y cifrado que verifica la identidad del usuario y garantiza la confidencialidad de cada llamada. Esta misma se encarga también de proteger a los operadores de redes de fraude.

**Locución femenina:** PROCESAMIENTO DE UNA LLAMADA.- El sistema IS-95 CDMA, presenta la característica de tener un enlace asimétrico, pues el enlace de ida tiene 4 canales lógicos y el enlace de reversa tan sólo 2.

El enlace de bajada se compone de 64 canales lógicos representados por 64 códigos de Walsh (W0, W1, ..., W63).

Los Códigos de Walsh son ortogonales entre sí y proporcionan un esquema de canalización para que estas señales se transmitan en el mismo ancho de banda.

Los canales lógicos que posee el enlace son: un canal piloto, un canal de sincronización, hasta siete canales de Paging y entre 55 hasta 63 canales de tráfico, esto de acuerdo a la cantidad de canales de búsqueda que están en uso en un instante dado.

En el enlace de reversa, presenta dos canales lógicos: el Canal de Acceso y Canal de Tráfico.

Debido a que el enlace de reversa no es coherente, no es útil usar las funciones de Walsh para la canalización y en lugar de estas funciones se emplea la Secuencia de pseudoruido para distinguir a los usuarios.

**Locución masculina:** SEÑALIZACIÓN QUE OCURRE UNA VEZ ENCENDIDA LA ESTACIÓN MÓVIL.- Una vez que se enciende el móvil (celular), el usuario configura el teléfono celular tanto para seleccionar el sistema en el que trabajará y seleccionará la banda de frecuencia. Para la configuración tiene opción entre varios sistemas uno de ellos es el CDMA y para la banda de operación, las frecuencias: 850 MHz y 1900 MHz.

El móvil tratará de engancharse al Canal Piloto, una vez que se haya enganchado, el móvil intentará adquirir el Canal de Sincronización y para esto hará uso de la información de la configuración y sincronización del sistema, en este momento determina si el Nivel de umbral del Protocolo de Revisión es mayor o igual al Nivel del Protocolo Mínimo de Revisión, de ser así consigue el enganche.

Ahora el móvil sincronizará el tiempo CDMA con la Fase de Código Largo del Sistema.

En este nivel, la Estación móvil se encuentra monitoreando todo el tiempo al Canal Paging sobre el enlace de bajada.

El móvil monitoreará al Canal Paging; mediante dos posibilidades: por medio del Monitoreo en Modo Sin Partición (Nonslotted) o por medio del Monitoreo en Modo Particionado (Slotted)

Ahora el móvil hace uso del Canal de Acceso y la Estación Base del Canal de Paging, se realizan varias transmisiones de la misma información agrupadas en pruebas secuenciales de acceso

El móvil verifica si los mensajes de configuración están actualizados, también se encarga de revisar si el último parámetro de acceso fue almacenado (ACC\_MSG\_SEQ).

Mientras esto ocurre, la Estación Base busca en los mensajes la identidad del móvil, si lo encuentra, entonces el móvil envía un mensaje de respuesta de página a la Estación Base.

La Estación Base recibe el mensaje enviado por el móvil, luego se comunica con el móvil y le envía un mensaje de asignación de canal para empezar a establecer la llamada. Este mensaje lleva parámetros como, frecuencia asignada [CDMA\_FREQ] y código de canal [CODE\_CHAN]

Enseguida el móvil envía un mensaje de origen a la Estación Base y completa el origen de la llamada. La Estación Base recibe el mensaje y le envía al móvil un mensaje de asignación de canal.

El móvil envía un mensaje de registro a la Estación Base y se asegura de estar recibiendo información por el canal de tráfico de bajada, luego el móvil debe de recibir un mensaje de reconocimiento (ACK) de parte de la Estación Base.

Ahora el móvil tendrá dos opciones a seguir en este proceso, dependiendo si la llamada se la está recibiendo o se la está originando.

Si fue del tipo “Mobile Terminated”, espera por un mensaje en el que le hagan saber que otro usuario está intentando comunicarse con él.

Y si fue generada por él, pasa a la fase de conversación, esperando la respuesta a la llamada por parte del otro móvil.

Ya establecida la llamada, el móvil y la Estación Base intercambian información. Finalmente, cualquiera de los dos móviles que están interactuando cierran la llamada, para esto uno de ellos envía una orden de desconexión a la Estación Base y ésta a su vez una orden de desconexión al segundo móvil.

**Locución femenina: SEÑALIZACIÓN EN EL DESARROLLO DE UNA LLAMADA.-**

- El móvil envía un mensaje de origen a la Estación Base (BTS).
- La Estación Base (BTS) le transfiere este mensaje a su controlador (BSC)
- El controlador (BSC) verifica en su base de datos que el usuario sea suscriptor, es decir que sea usuario de dicha operadora.
- Una vez que lo encuentra, le envía a la Estación Base un mensaje de confirmación.



- Entonces, la Estación Base (BTS) envía un mensaje de prueba (NULL data) al móvil.
- Luego la Estación Base se comunica con el móvil a través del Canal Paging enviándole la asignación de un canal de tráfico.
- En este instante el Controlador de la Estación Base (BSC) le solicita al Centro de Conmutación Móvil (MSC) el Selector de Trama (FS).
- La Central de Conmutación (MSC) le asigna el selector de trama al controlador de la Estación Base (BSC).
- El mensaje con el selector de trama es transmitido a la Estación Base (BTS).
- La Estación Base (BTS) confirma que recibió en perfectas condiciones el mensaje y también envía información referente al ajuste de reloj.
- La BSC y la MSC confirman que recibieron el mensaje de la Estación Base (BTS).
- En este momento la BTS envía un mensaje de confirmación de Canal a su controlador (BSC).
- Los 2 pasos siguientes son OPCIONALES, es decir pueden ocurrir o no. Esto depende tanto del móvil como la Estación Base, ellos se comunicarán en el caso que requieran intercambiar información para sus respectivas configuraciones para establecer una llamada.

- Ya a esta altura de la comunicación, los elementos de la Red Celular, se puede conectar con la Red de Telefonía Fija (PSTN).
- Entonces la BSC le envía un mensaje de configuración a la MSC.
- La MSC confirma a la BSC que recibió el mensaje de configuración.
- Adicionalmente, el BSC se comunica con la Estación Base (BTS) enviándole un mensaje de Respuesta de Opción de Servicios.
- Y ésta a su vez se comunica con el móvil y le hace saber de este mensaje al móvil.
- Y así se establece el flujo de paquetes de voz entre la BTS y la MSC.
- Luego el Canal Delantero se encuentra listo para trasportar tramas de voz por medio del canal de tráfico.
- Si se establecerá una llamada de celular a un teléfono fijo, es en este momento que la Red Celular se contacta con la Red de Telefonía Fija (PSTN).
- Finalmente, Se establece la llamada de un Celular a Teléfono Fijo
- También se puede dar la Llamada de un Celular a otro Celular.

### **Locución masculina: SEÑALIZACIÓN EN EL PROCESAMIENTO DE UNA LLAMADA CON TRASPASO**

Los sistemas celulares en los traspasos suelen usar:

- Hard Handoff
- Soft Handoff

### **HARD HANDOFF**

Tenemos este tipo de traspaso cuando el móvil se traslada a una red diferente, es decir traspaso para móviles sin conexión que operan con portadoras distintas.

### **SOFT HANDOFF**

Tipo de traspaso que se efectúa cuando el móvil halla una señal piloto, superior a la señal piloto de la Estación Base en la que se encuentra, después de haber monitoreado varias Estaciones Base aledañas.

El móvil se encuentra monitoreando la señal piloto de su Radio Base y se da cuenta que la señal piloto es débil.

Entonces, la BTS "A" envía un mensaje de solicitud de Handoff a la Estación Base vecina

La BTS "B" envía un mensaje a su BSC Y MSC solicitando un selector de trama de unión.

Luego, su BSC Y MSC le envía un mensaje de reconocimiento (ACK) de petición a la BTS "B"

En este instante la Estación Base “B” se comunica con la Estación Base “A”, enviándole un mensaje de Reconocimiento (ACK).

La Estación Base “A” se comunica con el móvil enviándole un mensaje con la dirección del traspaso.

El móvil le envía un mensaje de reconocimiento (ACK) a la estación base.

Luego, la BTS “A” le envía toda la información referente al móvil a la Estación Base, su controlador y a la MSC.

La BTS “B” en conjunto con su controlador y la MSC se comunican con la BTS “A” enviándole un mensaje de reconocimiento (ACK)

La BTS “A” le envía un mensaje al móvil solicitándole la medición de la señal piloto

El móvil le responde a la BTS “A” enviándole la información solicitada.

El móvil se encuentra monitoreando la señal piloto de su Radio Base.

Enseguida la BTS “A” le envía un mensaje con la dirección de traspaso al móvil.

El móvil se comunica con la BTS “A” haciéndole saber que recibió perfectamente la dirección del traspaso.

En este instante se inicia la transferencia de celda o el Handoff del móvil.

La BTS "B" por medio de la BTS "A" le pide al móvil una petición de la señal piloto

El móvil responde a la petición hecha por parte de la BTS "B"

La BTS "A" le envía un mensaje a la BTS "B", a su controlador y a la MSC de eliminación de Selector de Trama.

La BTS "B", su controlador y a la MSC en conjunto le envían un mensaje de reconocimiento a la BTS "A"

Y es así como se da el traspaso (Handoff) de un móvil entre una celda y otra.