

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

**PROPUESTA DEL PLAN ÚNICO DE NUMERACIÓN DE LA
RED TELEFONICA PÚBLICA DE LA FUERZA ARMADA
NACIONAL BOLIVARIANA FANB**

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela
Por el Br. Soto P. José Federico
Para optar al Título de Ingeniero
Electricista.

Caracas, 2012

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

**PROPUESTA DEL PLAN ÚNICO DE NUMERACIÓN DE LA
RED TELEFÓNICA PÚBLICA DE LA FUERZA ARMADA
NACIONAL BOLIVARIANA FANB**

PROFESOR GUÍA: Prof. Gerlis Caropresse
TUTOR INDUSTRIAL: Cnel. Antonio R. Gutiérrez Campos.

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela
Por el Br. Soto P. José Federico
Para optar al Título de Ingeniero
Electricista.

Caracas, 2012

CONSTANCIA DE APROBACIÓN

DEDICATORIA

La realización de este trabajo de grado requirió de una gran inversión de elementos materiales como personales. Para su elaboración fue imprescindible la ayuda de varias personas, a las cuales les hago llegar mediante éste escrito mis más cordiales agradecimientos. Sin embargo, a quienes les dedico enteramente todo el trabajo es a mi familia, iniciando por mi Abuela Jesusita, mis padres Aleida y José, mis tías Omaira, Ana y Cristina, mis tíos Antonio, Omar y Héctor, mis primos Felipe, Pancho, Rafael Eduardo, Román, Federico, Mariana, Luciana, Susana, Sofi y Vane; por ser la pieza fundamental de apoyo y quienes de alguna u otra forma me motivaron plenamente en el proceso de realización de ésta meta tan importante en mi vida: la culminación de la carrera universitaria. También le dedico este trabajo a una persona que éstos últimos años me apoyó de manera incondicional en mis estudios y en mi vida; mi más que amiga y compañera Daniela, quien tuvo en mi la suficiente confianza, entendimiento y me motivó notablemente.

AGRADECIMIENTOS

Quiero dar mi mayor agradecimiento a Dios, a mis padres y a mi familia por haberme apoyado y acompañado durante toda la carrera. Por otro lado también quiero darle un agradecimiento especial a mi segundo hogar: la UCV, ya que me brindó y sigue brindándome las herramientas necesarias para poder avanzar con las nuevas metas y proyectos que vendrán durante mi vida, así como momentos felices y grandes aprendizajes. No está demás mencionar a todas las personas pertenecientes a la comunidad o allegadas a la UCV que hicieron posible mi vivencia en esta majestuosa casa de estudio, siendo estos profesores, compañeros y amigos, quienes me han ayudado, apoyado y educado, logrando que yo crezca como ser humano.

Soto P., José F.

PROPUESTA DEL PLAN ÚNICO DE NUMERACIÓN DE LA RED TELEFONICA PUBLICA DE LA FUERZA ARMADA NACIONAL BOLIVARIANA FANB

Profesor Guía: Gerlis Caropresse. Tutor Industrial: Cnel. Antonio R. Gutiérrez C. Tesis. Caracas. U.C.V. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Eléctrica. Ingeniero Electricista. Opción: Comunicaciones. Institución: Dirección de Comunicaciones de la FANB, DICOFANB.

Palabras Claves: Red de voz; REDI; seguridad de la información; cantidad de usuarios; PDH; RTC; RDSI.

Resumen. Se realizó un estudio de la red de voz de la Fuerza Armada Nacional Bolivariana (FANB), para así llevar a cabo una propuesta de plan único de numeración para todos los componentes pertenecientes a dicho ente, siguiendo la nueva organización por Regiones Estratégicas de Defensa Integral o REDI para las labores de dicho ente, según la ley orgánica de la FANB del 2011, con la finalidad de poder mejorar la calidad de servicio (QoS) y disminuir el uso de sistemas de telefonía pertenecientes a empresas privadas o empresas prestadoras de este servicio, que involucran un alto gasto por la renta del servicio y vulneran la seguridad de la información que se transmite de unas unidades militares a otras, las cuales deben poseer un alto grado de privacidad. Por tal motivo se ha estudiado profundamente: la cantidad de usuarios que comprende dicha red y su futuro crecimiento para establecer la cantidad de dígitos que los identificará; cuales son los métodos óptimos y factibles de marcación, y finalmente se han elaborado una serie de recomendaciones para mejorar la condición de la red, que actualmente maneja la tecnología de transmisión PDH (Jerarquía Digital Plesiócrona); además la FANB posee una Red Telefónica Conmutada (RTC) y en la Armada, se presenta el caso particular del tipo de tecnología Digital de Servicios Integrados (RDSI). Y finalmente, obtener como resultado incentivar su uso tanto para labores estratégicas como administrativas, y como consecuencia migraciones o adaptaciones a venideras tecnologías para transmisión y recepción de voz y datos de forma más eficiente.

INDICE GENERAL

CONSTANCIA DE APROBACIÓN	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTOS	v
RESUMEN	vi
INDICE GENERAL	vii
LISTA DE TABLAS	x
LISTA DE FIGURAS	xi
ACRÓNIMOS	xii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	3
DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	3
1.1 Planteamiento del problema.....	3
1.2 Objetivos del proyecto.....	5
1.2.1 Objetivo general.....	5
1.2.2 Objetivos Específicos.....	5
1.2.3 Justificación del proyecto.....	6
CAPÍTULO II	7
INSTITUCIÓN DONDE SE REALIZÓ EL TRABAJO DE GRADO	7
2.1 Nombre de la institución.....	7
2.2 Descripción de la institución.....	7
2.3 Misión, visión y valores de la empresa.....	9
CAPÍTULO III	11
MARCO TEÓRICO	11
3.1 Estructura de la red de la Fuerza Armada Nacional Bolivariana.....	11
3.2 Situación actual de la red del Sistema de Comunicaciones para la Defensa Nacional.....	16
3.3 Regiones Militares, Regiones estratégicas de Defensa Integral (REDI) y aspectos legales.....	17
3.4 Antecedentes históricos de la telefonía.....	20
3.5 Red Telefónica Pública Conmutada O RTPC.....	22

3.6 Conmutación de circuitos	30
3.7 Central de Conmutación Telefónica ó Conmutador Telefónico	31
3.8 Jerarquías en los Sistemas de Transmisión de Datos	34
3.9 La jerarquía digital E1.....	36
3.10 La Red Digital de Servicios Integrados o RDSI	36
3.10.1 El SS7 o Sistema de Señalización por Canal Común Número 7	38
3.11 VoIP o voice over internet protocol.....	39
3.12 El modo de transferencia asíncrona o ATM	43
3.13 Términos utilizados en los distintos tipos de planes de numeración	44
CAPÍTULO IV	49
METODOLOGÍA	49
4.1 Nivel de investigación.....	50
4.2 Fases del proyecto factible.....	51
4.2.1 Fase 1: Estudio Documental.	51
4.2.2 Fase 2: Análisis de la información recopilada.	53
4.2.3 Fase 3: Estudio numérico y diseño del Plan de Numeración de la Red.....	55
4.2.4 Fase 4: Elaboración de la propuesta para la Implementación del Plan de Numérico de la Red Telefónica.	57
4.2.5 Fase 5: Elaboración del informe Final.	58
CAPÍTULO V.....	59
5 RESULTADOS	59
5.1 Cantidad de usuarios	59
5.1.1 Datos estimados de usuarios	59
5.1.2 Datos de usuarios por REDI	60
5.1.3 Análisis de resultados de la Cantidad de Extensiones de la Red Telefónica de la FANB.....	64
5.2 Situación actual de las centrales de conmutación	66
5.2.1 Análisis de Resultados de Situación de Centrales de conmutación	67
5.3 Resultados obtenidos de los Diagramas de Red	71
5.3.1 Red perteneciente a la ARNB	71
5.3.2 Red perteneciente a la AVMB	72
5.3.3 Red perteneciente a la EJNB.....	73
5.3.4 Red perteneciente a la GNB.....	74

5.3.5 Enlaces de redes telefónicas de los componentes de la FANB.....	74
CAPÍTULO VI.....	77
PROPUESTA	77
6.1 Propuesta para regiones	77
6.2 Asignación de cantidad de dígitos para extensiones.....	79
6.3 Proceso de marcación.....	81
6.4 Códigos para llamadas entrantes.....	83
6.5 Asignación de rango de números para cada componente	85
CONCLUSIONES.....	89
RECOMENDACIONES.....	92
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	94
BIBLIOGRAFÍA.....	97
GLOSARIO	99
ANEXOS.....	102

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Cantidad estimada de usuarios por componente de la FANB, a inicios del proyecto.....	59
Tabla 2: Cantidad de usuarios en la REDI Central, estados y dígitos de identificación.	60
Tabla 3: Cantidad de usuarios en la REDI Occidental, estados y dígitos de identificación.....	61
Tabla 4: Cantidad de usuarios en la REDI Oriental, estados y dígitos de identificación.....	61
Tabla 5: Cantidad de usuarios en la REDI Los llanos, estados y dígitos de identificación.....	62
Tabla 6: Cantidad de usuarios en la REDI Guayana, estados y dígitos de identificación.....	62
Tabla 7: Cantidad de usuarios en la REDI Marítima Insular, estados y dígitos de identificación.....	63
Tabla 8: Situación de las centrales telefónicas de los componentes de la FANB.....	67
Tabla 9: Códigos de Discado Directo Entrante (DDE) por componente desde la red pública de CANTV y códigos nacionales de destino (CND).	68
Tabla 10: Dígitos para llamadas salientes (hacia otras REDI) en la red telefónica de la FANB y hacia las públicas o del estado (CANTV, CORPOELEC).....	78
Tabla 11: Códigos para llamadas a servicios especiales.....	81
Tabla 12: Códigos de Discado Directo Entrante (DDD) por componente desde la red pública de CANTV y códigos nacionales de destino.....	83
Tabla 13: Códigos disponibles para discado directo entrante (DDE) desde la red pública, en la zona metropolitana.	83
Tabla 14: Organización por componente de los códigos que identifican sus extensiones, REDI central este.....	85
Tabla 15: Organización por componente de los códigos que identifican sus extensiones, REDI central oeste.....	86
Tabla 16: Organización por componente de los códigos que identifican sus extensiones, REDI Occidente, Oriente, los llanos, Guayana-Marítima Insular.....	86

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Estructura organizacional de DICOFANB.....	8
Figura 2: Estructura organizacional de la División de Telecomunicaciones.....	8
Figura 3: Diagrama de arquitectura de red de ARNB.....	12
Figura 4: Diagrama red de SICODENA – Área Central.....	14
Figura 5: Mapa de Venezuela dividido en seis (6) REDI.....	19
Figura 6: Diagrama interno de un aparato telefónico.....	23
Figura 7: Combinación de frecuencias para DTMF.....	25
Figura 8: Diagrama de señalización entre el abonado y la central de conmutación.....	27
Figura 9: Conmutación de Circuitos.....	31
Figura 10: Clasificación de centrales de conmutación en una RTPC.....	33
Figura 11: Estructura de la trama STM-1.....	35
Figura 12: Jerarquía de transmisión digital E1.....	36
Figura 13: Red Digital de Servicios Integrados RDSI o ISDN.....	38
Figura 14: Diagrama de señalización por canal común.....	39
Figura 15: Ejemplo de un sistema híbrido de telefonía, IP y RTPC.....	42
Figura 16: Esquema de recomendaciones de la UIT-T para planes de numeración.....	44
Figura 17: Estructura del identificador.....	46
Figura 18: Identificador de número.....	48
Figura 19: Diagrama de identificación numérica de un abonado según la recomendación E.164 de la UIT-T para planes de numeración.....	56
Figura 20: Diagrama de la red telefónica del componente de la Armada ARNB.....	71
Figura 21: Diagrama de la red de voz y datos del componente de la Armada ARNB. Fuente: Departamento de telefonía de la Comandancia General de la Armada.....	72
Figura 22: Diagrama de la red telefónica de la AVMB.....	72
Figura 23: Diagrama de la red telefónica del componente Guardia Nacional Bolivariana GNB.....	73
Figura 24: Diagrama de la red telefónica del componente del Ejército EJNB.....	74
Figura 25: Diagrama de la interconexión de las centrales telefónicas de los componentes de la FANB y dígitos de identificación por componente.....	74
Figura 26: División del territorio nacional en REDI y su asignación de dígitos.....	77
Figura 27: Diagrama de prioridad para el enrutamiento de las señales de voz.....	77
Figura 28: Diagrama de servicios de voz de SICODENA a las REDI.....	77
88	
Figura 29: Diagrama de SICODENA para servicios de voz hacia REDI, ZODI y ADI.....	77

ACRÓNIMOS

ADI: Área de Defensa Integral.

ATM: Asynchrinous Transfer Mode - Modo de Transferencia Asíncrona.

AVMB: Aviación Militar Bolivariana.

ARNB: Armada Nacional Bolivariana.

BPS: Bits por segundo.

CANTV: Compañía Anónima Nacional

CAVIM: Compañía Anónima Venezolana de Industrias Militares.

CC: Indicativo de país.

CONATEL: Comisión Nacional de Telecomunicaciones.

COGEAVIA: Comandancia General de la Aviación.

COGEGUARNA: Comandancia General de La Guardia Nacional.

DDE: Discado Directo Entrante.

DDI: Marcación directa de extensiones.

DDS: Discado Directo Saliente.

DICOFANB: Dirección de Comunicaciones de la Fuerza Armada Nacional Bolivariana

EDO.: Estado

EJNB: Ejército Nacional Bolivariano.

FANB: Fuerza Armada Nacional Bolivariana

FDM: Frequency Division Multiplexing - Multiplexación por División en Frecuencia.

GN: Número geográfico.

GNB: Guardia Nacional Bolivariana.

GSM: Global System Mobile – Sistema Móvil Global.

IPSFA: Instituto de Previsión Social de La Fuerza Armada.

ISDN: Integrated Service Digital Network – Red Digital de Servicios Integrados.

ITU: International Telecommunication Union – Unión Internacional de Telecomunicaciones.

MILB: Milicia Nacional Bolivariana.

MPPD: Ministerio Del Poder Popular para La Defensa.

NDC: Indicativo nacional de destino.

NGN: Next Generation Network – Redes de Siguiete Generación.

N(S)N: Número (significativo) nacional.

PDH: Plesiocronous Digital Hierarchy – Jerarquía Digital Plesiócrona.

PSTN: Public Switching Telephone Network.

PNP: Plan de numeración privado.

QoS: Quality of Service - Calidad del Servicio.

REDI: Región Estratégica de Defensa Integral.

RDSI: Red Digital de Servicios Integrados.

RTP: Real Transfer Protocol - Protocolo en Tiempo Real.

RTC: Red Telefónica Conmutada.

RTPC: Red Telefónica Pública Conmutada.

SDH: Synchronous Digital Herarcky

SICODENA: Sistema de Comunicaciones para la Defensa Nacional.

SN: Números de abonado.

SS7: Signalling System No. 7 - Sistema de Señalización por Canal Común N°7

TCP/IP: Transfer Control Protocol/Internet Protocol – Protocolo de Control de Transferecia/Protocolo de Internet.

TDM: Time Division Multiplexing - Multiplexación por División de Tiempo.

UIT: Unión Internacional de Telecomunicaciones.

UIT-T: Sector de Normalización de las Telecomunicaciones de la UIT.

UMTS: Universal Mobile Telecommunications System – Sistema Universal de Telecomunicaciones móviles.

ZODI: Zona de Defensa Integral.

INTRODUCCIÓN

Hoy en día es primordial para cualquier empresa e institución, sea privada, pública o del Estado, una comunicación confiable y eficiente debido a que puede poseer varias sedes en lugares remotos de dicha institución o empresa, que necesitan estar constantemente intercambiando información, datos y reportes de suma importancia para realizar trabajos y acciones relevantes, como es el caso de La Fuerza Armada Nacional Bolivariana FANB, la cual es un ente gubernamental encargado de velar por la seguridad nacional y por consiguiente debe poseer el máximo desarrollo en cuanto a dispositivos, métodos y acciones de transmisión de información, para así mantener al tanto de manera inmediata a sus autoridades de las situaciones que ocurren en las diferentes Regiones Estratégicas de Defensa Integral (REDI) y a su vez en las Zonas Operativas de Defensa Integral (ZODI). Aquí es donde entra en función la dirección de comunicaciones de la FANB (DICOFANB) y sus componentes entre los cuales cabe acotar el Sistema de Comunicaciones para la Defensa Nacional (SICODENA).

Uno de los procesos fundamentales para llevar a cabo un enlace de comunicación telefónica ya sea cerrada, privada o pública es la identificación de cada uno de los abonados a través de un código o una cantidad de números específica, a esto se le conoce como Plan de Numeración de la Red Telefónica, la cual tiene como fin establecer de forma única un serial numérico para cada usuario perteneciente a una central telefónica, para que se pueda realizar el enrutamiento de la señales de voz, ya sean digitalizadas o analógicas, hacia estos determinados usuarios pasando por las centrales o nodos que sean necesarias. Para lograr esto en un sitio específico, se debe tomar en cuenta la cantidad de abonados y usuarios que pertenecen a dicho lugar y establecer la cantidad de dígitos que se preste para un grupo de combinaciones que tome en cuenta el número de abonados, considerando un margen de aumento de esta cantidad de líneas y usuarios terminales en un periodo de tiempo amplio (15 años).

Con este proyecto se busca realizar una base sólida para integrar las redes de los cuatro componentes de la FANB a través de una red organizativa o corporativa, y

en caso de ser necesario lograr la redundancia de comunicación, con redes públicas como la de CANTV, estructurada por regiones que se encuentran ubicadas de manera estratégica. Para esto, es de suma importancia identificar la cantidad de centrales y sus características de transmisión, que comprenden cada uno de los componentes que forman parte de la FANB y a su vez registrar la cantidad de usuarios que se encuentran enlazados a estas centrales y así diseñar el Plan de Numeración conveniente que cubra dicha demanda, tomando en cuenta la escalabilidad o crecimiento a futuro de estas redes, siguiendo a su vez los protocolos y recomendaciones establecidos por la UIT-T referentes a este campo de asignación de códigos y organizaciones pertenecientes al país como CONATEL.

La organización del informe final acerca de la propuesta del plan de numeración de la red de la FANB, contiene una división en varios capítulos; El capítulo 1, refiere a los objetivos a cumplir para la realización del proyecto, la justificación, el planteamiento del problema y su desarrollo. En el capítulo 2, Se hace una breve descripción de la institución o ente donde se realizaron las labores para realizar la propuesta. El capítulo 3, Marco Teórico, donde se hace una descripción de la red estudiada en dicho proyecto, y a su vez contiene todas las bases teóricas y documentación consideradas fundamentales para profundizar los conocimientos referentes a los temas principales como: Las redes de voz y la telefonía. Luego, en el capítulo 4 se explica la metodología y las fases del proyecto que se realizaron para cumplir los objetivos de manera eficiente. El capítulo 5 contiene las tablas y las figuras de los resultados fidedignos sobre la situación de la red telefónica de la FANB, y posteriormente, se realizan los análisis de dichos resultados los cuales sirvieron como base fundamental para la elaboración de la propuesta más conveniente. Finalmente el capítulo 6 contiene el diseño del plan de numeración que se realizó para satisfacer las necesidades de la red de voz de la FANB y la explicación del proceso de marcación según el tipo de llamada que se requiera.

CAPÍTULO I

DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del problema

Haciendo énfasis en el ámbito militar del país, Las Fuerzas Armadas estaban comprendidas de forma independiente en cada uno de sus componentes: Ejército, Armada, Aviación y Guardia Nacional, esto trajo consigo inconvenientes al momento de establecer comunicaciones telefónicas coordinadas en una red privada, que en principio se llevaban a cabo a través de radiocomunicaciones troncalizadas y para labores administrativas se usaba los servicios que presta la compañía telefónica (CANTV), a través de la red pública y las redes implementadas por SICODENA, que posteriormente estableció un plan de numeración elaborado por este mismo ente, usando los recursos de las redes elaboradas por cada componente de manera individual.

Actualmente el concepto de La Fuerza Armada ha cambiado, usando un criterio de trabajo en conjunto de los componentes que la conforman, con la finalidad de que se logren las labores de este ente de manera unida y compacta, esto ha traído como consecuencia una reconfiguración del plan de numeración de la red telefónica, debido a que la meta principal es lograr estandarizar el aspecto de identificación entre cada una de las redes de los componentes para que así pueda existir de forma eficiente el proceso de comunicación entre los usuarios que lo conforman. Existen múltiples opciones para diseñar un Plan de Numeración y el primer aspecto que debe tomarse en cuenta es la cantidad de usuarios o equipos terminales que pertenecen a la red, para así adaptarlo a las necesidades de la organización en el campo de las comunicaciones y aumentar así la calidad de servicio (QoS). Para esto debe hacerse un estudio detallado de la Red telefónica pública de la FANB y de sus requerimientos, así como también un análisis estadístico sobre el crecimiento de

abonados o la demanda de estos en un período de tiempo amplio, en base a este análisis se plantean las siguientes interrogantes:

¿Cuál es el Plan de Numeración más conveniente para la optimización del servicio de telefonía pública de la FANB tomando en cuenta el crecimiento de dicha red para una cantidad de años considerable?

¿Qué tecnologías se usan actualmente para la transmisión y recepción de voz, datos y video en la red de la FANB y hacia cuales tecnologías se migrará en un futuro en dicha red?

La demanda de los servicios de comunicaciones aumenta de forma no regular con el paso del tiempo en las FANB, esto ocurre por el crecimiento de las unidades estratégicas o militares y comandancias entre otras, a lo largo de todo el país, lo cual trae como consecuencia un incremento de las cantidades de los abonados, líneas telefónicas, extensiones y centrales de conmutación las cuales se ven influenciadas por la tecnología, buscando que el proceso de comunicación se efectúe de forma eficiente y segura. Cada abonado debe poseer una identificación, ya que para establecer un enlace de comunicación el paso principal es tener en cuenta hacia donde se requiere lograr dicho proceso para así, realizar el enrutamiento de la señales por el medio de transmisión, dicha identificación consiste en un conjunto de dígitos los cuales son enviados como pulsos a través del medio, que son leídos por las centrales de conmutación guiando estas señales de forma automática hacia la región o componente que se requiera, para esto se deben realizar técnicas con el fin de calcular cuantos dígitos se necesitarían para identificar cada una de estas líneas telefónicas, tomando en cuenta el crecimiento de la demanda mencionada anteriormente y las modificaciones que se puedan lograr haciendo uso de las tecnologías en este ámbito. A su vez se debe considerar la escalabilidad o crecimiento de de las redes en un tiempo de 10 a 15 años, implementando nuevas tecnologías como VoIP, considerando la cantidad de líneas que se tienen actualmente en cada región determinada y así poder asignar una serie de dígitos que cubra dicha demanda.

1.2 Objetivos del proyecto

1.2.1 Objetivo general

Proponer un Plan Único de Numeración de la Red Telefónica Pública de la FANB para reformar el existente e integrar sus componentes y entes adjuntos.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Recolectar la información sobre las centrales telefónicas actuales de la FANB.
- Identificar las centrales telefónicas IP de la FANB que puedan interconectarse por regiones por medio del análisis de la información recolectada.
- Caracterizar las cantidades de dígitos a ser utilizados por las centrales telefónicas de la FANB, para obtener las combinaciones suficientes relacionadas al número de líneas telefónicas pertenecientes a la red, haciendo consideración del crecimiento de la red en un período de tiempo de 10 años aproximadamente.
- Realizar un estudio estadístico relacionado con el aumento de centrales telefónicas, líneas telefónicas y equipos relacionados con la red telefónica pública de la FANB.
- Elaborar la propuesta para una futura implementación del Plan Único de Numeración Regional para la FANB.

1.2.3 Justificación del proyecto

Considerando la integración de los componentes la FANB y en base a la asignación territorial de las labores de dicho ente, separándose en seis regiones a lo largo del territorio nacional; Central, Occidente, Los Llanos, Marítima Insular, Guayana y Oriente, es importante aumentar la calidad del servicio de telecomunicaciones logrando una organización global de los servicios de transmisión de información ya sea voz, datos o video. Éste es un aspecto importante para complementar el fundamento del artículo 329 de la Carta Magna, que expresa: "...La Fuerza Armada Nacional está integrada por el Ejército, la Armada, la Aviación y la Guardia Nacional, que funcionan de manera integral dentro del marco de su competencia para el cumplimiento de su misión, con un régimen de seguridad social integral propio, según lo establezca su respectiva ley orgánica". [1]

SICODENA actualmente posee un plan de numeración implementado años atrás, donde se identifica cada componente con un par de dígitos para enrutar la llamada, para luego ingresar cuatro dígitos que definen la extensión o la línea telefónica de una determinada unidad militar. Esta clasificación de dígitos que posee cada uno de los componentes de la FANB no se estructuró de manera organizada en relación a la nueva división territorial para el desenvolvimiento de las funciones de la FANB (REDI, ZODI y ADI) y a su vez es probable que en pocos años estos cuatro dígitos no sean suficientes para cubrir la demanda de la cantidad de usuarios terminales.

La finalidad de este proyecto esta ligada a un desarrollo eficiente y no vulnerable de la transmisión de voz, datos y videos, y a su vez lograr el enlace de la red privada de la FANB a la red pública establecida por CANTV para que en el caso de inconvenientes en los medios de transmisión se puedan usar recursos que sean necesarios.

CAPÍTULO II

INSTITUCIÓN DONDE SE REALIZÓ EL TRABAJO DE GRADO

2.1 Nombre de la institución

La institución donde se desarrolló el proyecto “Propuesta del Plan de Numeración de la Red Telefónica Pública de la FANB” tiene la denominación de Dirección de Comunicaciones de la Fuerza Armada Nacional Bolivariana DICOFANB.

2.2 Descripción de la institución

La Dirección de Comunicaciones de la Fuerza Armada Nacional Bolivariana (DICOFANB), es el principal ente de regulación de las comunicaciones y su función principal es proveer los servicios de telecomunicaciones, voz y datos a los diferentes componentes y REDI (Regiones Estratégicas de Defensa Integral), los cuales comprenden las áreas que funcionan en todo el territorio, ubicadas en el centro, oriente y occidente del país las cuales se encuentran regidas por el Sistema de Comunicaciones para la Defensa Nacional (SICODENA). Los siguientes diagramas (figura 1 y 2) muestran el esquema organizacional de DICOFANB y cuales son las ramificaciones que conforman esta dirección:

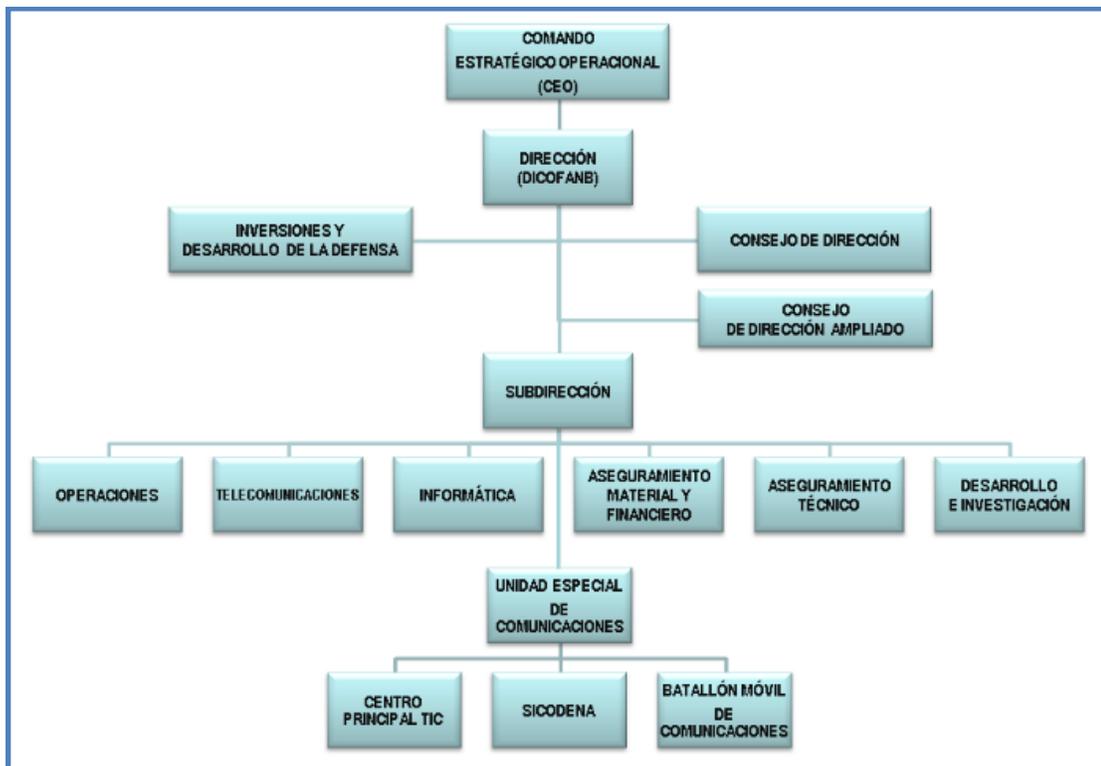


Figura 1: Estructura organizacional de DICOFANB.

Fuente: <http://www.dicofan.mil.ve/>

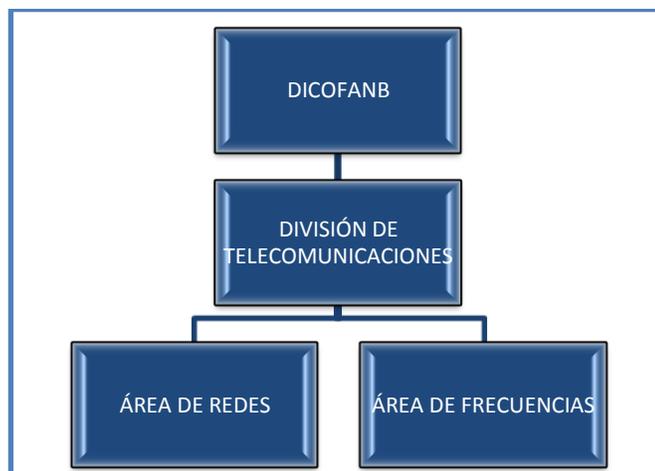


Figura 2: Estructura organizacional de la División de Telecomunicaciones.

Fuente: <http://www.dicofan.mil.ve/>

2.3 Misión, visión y valores de la empresa

Visión: Ser el mejor proveedor de soluciones tecnológicas avanzadas para satisfacer las necesidades de información y comunicaciones de la Fuerza Armada Nacional.

Misión: Administrar, planificar, operar y mantener los sistemas de comunicaciones e informática de la Fuerza Armada Nacional Bolivariana, en el nivel estratégico operacional y ejercer la rectoría metodológica y doctrinaria de las Direcciones de Comunicaciones de los componentes, a fin de garantizar; la programación, planificación, dirección y control del empleo estratégico operacional específico, conjunto y combinado de la Fuerza Armada Nacional Bolivariana.

Valores:

1. **Compañerismo:** Camaradería, solidaridad, integridad y complementariedad entre las partes.
2. **Sentido de pertenencia:** Identificación organizacional, espíritu de cuerpo y deferencia por el trabajo en equipo.
3. **Compromiso:** responsabilidad con las obligaciones adquiridas, respeto al convenio, al contrato y al deber.
4. **Puntualidad:** exactitud, precisión, rectitud y prontitud en las labores propias del medio.
5. **Subordinación:** Apego a la Jerarquización propia de la institución militar.
6. **Lealtad:** Honor, nobleza, rectitud, honestidad, legalidad y probidad en sus funciones de faena.
7. **Obediencia:** Definido el objetivo su logro es irrenunciable. Solo su consecución cierra el ciclo.
8. **Disciplina:** Concepción, creación, actualización o cumplimiento del método, la norma, el reglamento o política.

9. **Sensibilidad social:** Comprensión, altruismo, sueños de justicia, modestia, desinterés, receptividad, susceptibilidad, tratar y ser tratado como seres humanos, no discriminar.

[2]

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO

3.1 Estructura de la Red de la Fuerza Armada Nacional Bolivariana

Inicialmente cada uno de los componentes que conforman la Fuerza Armada Nacional Bolivariana (FANB): Ejército, Aviación, Armada y Guardia Nacional; desarrollaron su red para transmisión y recepción de voz de acuerdo a las necesidades que tenían y a la ubicación de sus grandes unidades, es decir, la creación de la red telefónica de dicha institución se llevó a cabo en principio como una unión de las redes de cada uno de sus componentes, que habían establecido e implementado a lo largo de los años, de tal forma que los medios de transmisión utilizados no fueron estrictamente los mismos, y la arquitectura de red que se desarrolló se adaptó a las condiciones geográficas donde se dispuso tal componente, de acuerdo a la función que debe cumplir respecto a las leyes que rigen la FANB.

En el caso de la Armada Nacional Bolivariana (ARNB), su misión principalmente es ejecutar, dirigir y controlar las operaciones navales, aeronavales, anfibia, fluviales, guardacostas y de apoyo a las actividades acuáticas; por lo tanto las bases y unidades de este componente deben estar ubicadas mayormente en zonas aproximadas a la costa del país y también cercana a regiones fluviales de la nación. Debido a esto se ve la necesidad de utilizar una red que disponga de equipos y medios de transmisión pertinentes que logren mantener la comunicación, para labores estratégicas, entre estas unidades en diferentes zonas. La Comandancia General de la Armada se encuentra ubicada en San Bernardino, Caracas; y la mayor cantidad de unidades se encuentran distribuidas en el edo. Vargas, Pto. Cabello- edo. Carabobo, edo. Falcón y edo. Sucre entre otros, debido a que son zonas remotas, el medio de transmisión utilizado principalmente es el aire, donde a través de propagación de microondas se establecen enlaces digitales de estas unidades hacia la comandancia o viceversa, para mantener la comunicación. Esto es debido a que implementar medios

de transmisión confinados como cable de cobre, cable coaxial o fibra óptica para comunicar unidades a distancias remotas implicaría un enorme gasto y un arduo proceso de implementación. En la figura 3, se muestra un diagrama sobre la arquitectura de red de la ARNB y para tener una noción de cómo esta estructurada la red de la FANB y dar partida a la explicación de la labor del Sistema de Comunicaciones para la Defensa Nacional SICODENA:

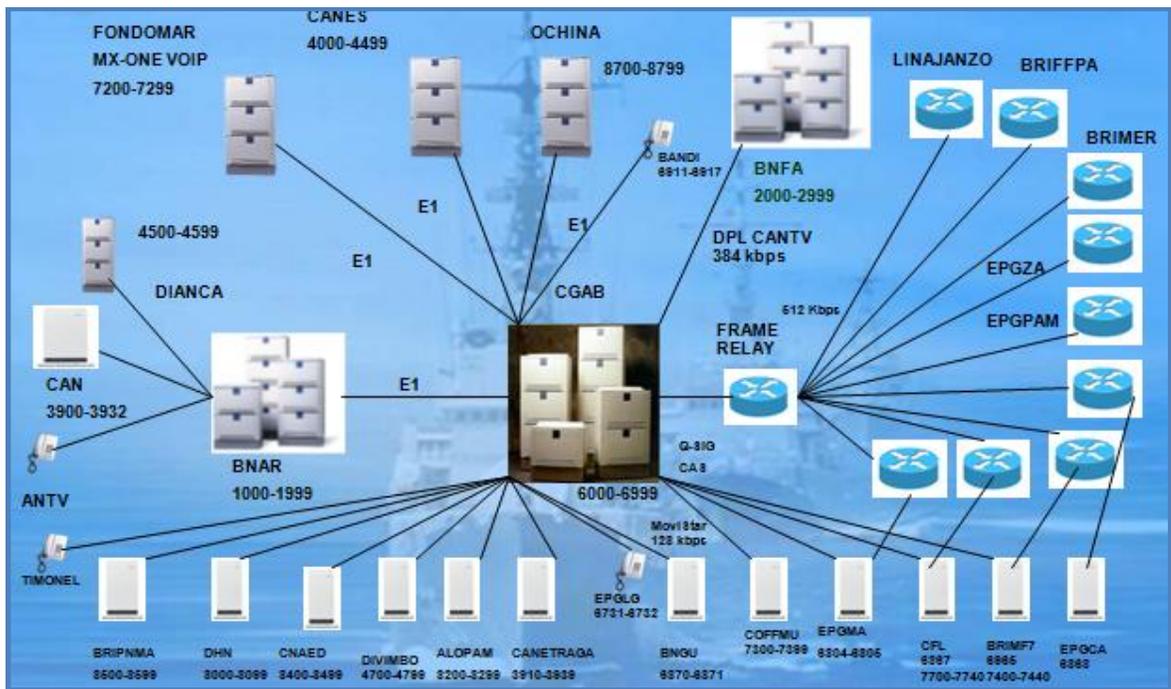


Figure 3: Diagrama de arquitectura de red de ARNB.

Fuente: CGAB, Departamento de telefonía Comandancia General de la Armada Nacional Bolivariana.

La ARNB posee un plan de numeración esquematizado y organizado para identificar cada uno de los abonados o dispositivos terminales a lo largo de toda su red, dependiendo de la unidad y su ubicación, pero este plan no presenta flexibilidad numérica en el caso de existir una red que agrupe todas las redes de los otros componentes como son: La Aviación (AVMB), el Ejército (EJNB), la Guardia

Nacional (GNB) y la Milicia Bolivariana (MILB); y los entes adjuntos Ministerio PP para la Defensa (MPPD), Instituto de Previsión Social de la Fuerza Armada (IPSFA) y la Compañía Anónima Venezolana de Industrias Militares (CAVIM) entre otros; misión principal que ha tenido el Sistema de Comunicaciones para la Defensa Nacional SICODENA el cual actualmente posee una serie de centrales telefónicas de conmutación y estaciones radio, terminales y repetidoras, con el fin de lograr la interacción entre las redes de todos los componentes, es decir, funcionar como una red de transporte de cada uno de los componentes mencionados anteriormente y por supuesto como un proveedor de sistemas de transmisión y recepción de voz para la FANB.

SICODENA inició sus servicios en la década de los 70 con la finalidad mencionada anteriormente. Su desarrollo seguía un esquema de dar servicios de comunicaciones militares según una estructura que dividía al país en tres importantes regiones: área central, área occidente y área oriente, logrando comunicación entre ellas, en la actualidad, a través de sistemas de radio enlaces digitales (microondas), teniendo topologías físicas tipo anillo y árbol para dar servicio a la mayor cantidad de las unidades. En la figura 4 se puede observar como se estructura la red en el área que posee mayor cantidad de extensiones telefónicas o usuarios terminales, la cual es el área central, como se mencionó anteriormente; los enlaces digitales se establecen utilizando la propagación de microondas, haciendo uso de las frecuencias a partir de 2,4 GHz hasta los 5 GHz, en el caso de los equipos radio de SICODENA área central la frecuencia utilizada para los radioenlaces es de 4,96 GHz.

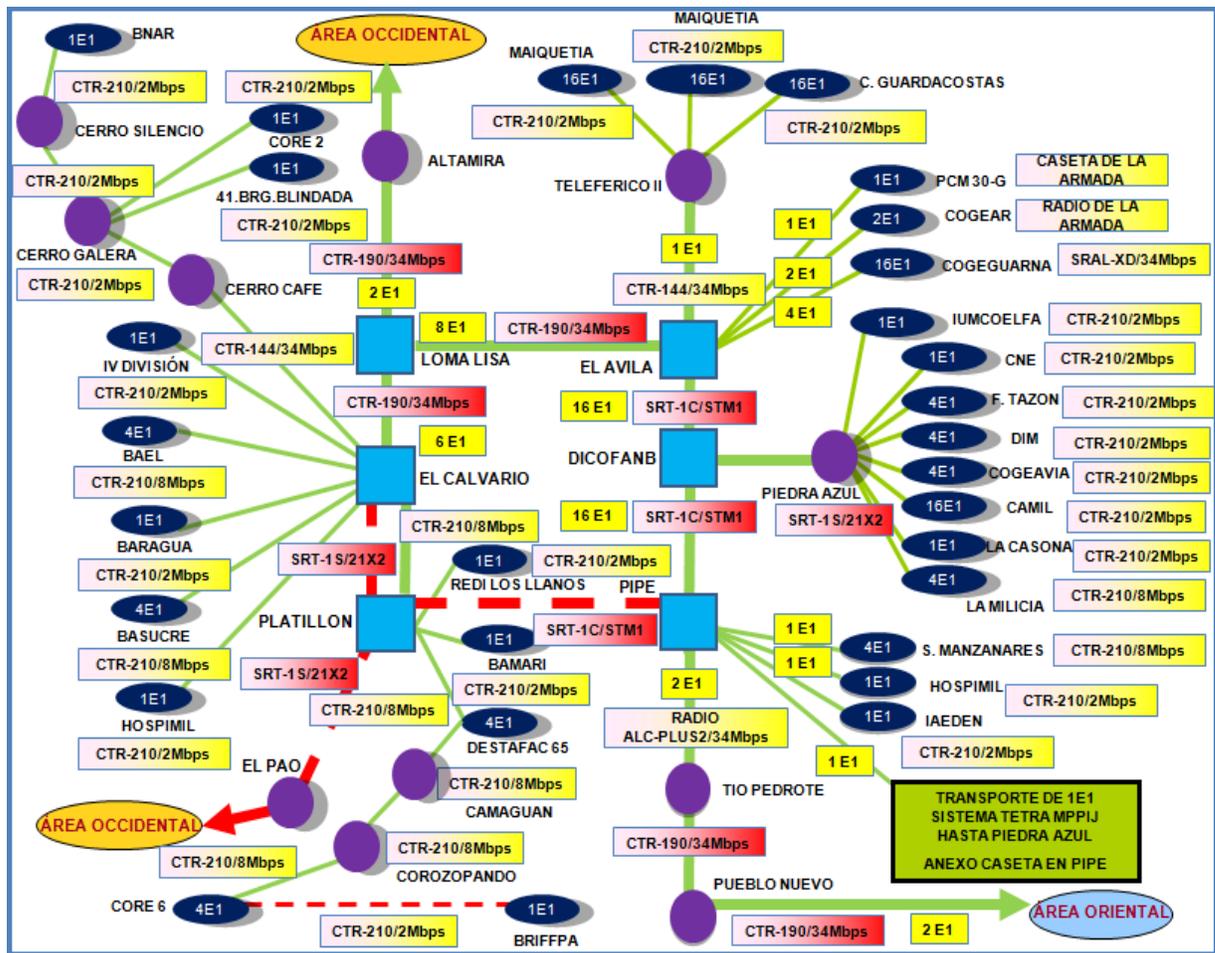


Figura 4: Diagrama red de SICODENA – Área Central.

Fuente: SICODENA área central.

Los rectángulos amarillos con blanco y rojos con blanco que se observan en el diagrama de la figura 4, representan los equipos de radio de las estaciones terminales y repetidoras que se encuentran señalizadas en el diagrama con los cuadrados azul claro y círculos color morado respectivamente, tanto receptores como transmisores, predominando en la red los equipos marca Siemens, modelos SRT-1C/STM1, CTR-190, CTR-210 y CTR-190. Son estaciones terminales, debido a que se encuentran conectados con otros equipos, como la central de conmutación o PBX, y el armario de distribución; con el fin de llevar el servicio de voz a los equipos terminales o usuarios que se encuentran conectados en esa región. Las estaciones

repetidoras poseen la función de recibir y retransmitir la información en la dirección que sea necesaria, debido a que para realizar un enlace digital utilizando microondas entre dos estaciones terminales que se encuentren muy distantes se necesitan repetidores, ya que la señal se atenuaría por aspectos como pérdidas en el espacio libre y obstrucciones por parte de regiones montañosas o edificaciones, donde una de las características principales de los radio enlaces en las frecuencias de las microondas es que las antenas de las estaciones deben mantener línea de vista, es decir que no existan obstáculos entre ellas que impliquen la pérdida de las señales. Las líneas verdes representan los enlaces digitales operativos, los cuales son establecidos mediante el estándar de transmisión PDH con la jerarquía digital E1, con una velocidad de transferencia de 2048 kbps, el cual se explicará brevemente en el capítulo 3. Los recuadros amarillos representan la cantidad asignada de canales a través de enlaces digitales E1 para cada ruta en la red y en los óvalos azules se señala la cantidad de estos canales referentes a cada unidad, usando el mismo estándar. De acuerdo a los requerimientos, como la cantidad de extensiones o abonados que tengan las unidades o estaciones terminales, el ancho de banda y el servicio que se desea proveer, varía la cantidad de E1s que se transmitirá a través de los caminos de la red. También se puede observar que las líneas punteadas de color rojo indican los enlaces inoperativos de la red de SICODENA, causado por aspectos como falta de mantenimiento en los equipos o incompatibilidad entre otros.

El Sistema de Comunicaciones para la Defensa Nacional SICODENA está llevando a cabo proyectos para restablecer los enlaces y estructurar su red a nivel nacional, con seis (6) anillos los cuales darán servicio a cada una de las Regiones Estratégicas de Defensa Integral y por consiguiente a las unidades militares que forman parte de ellas.

3.2 Situación Actual de la red de sistema de comunicaciones para la defensa nacional

Actualmente, usando el concepto de la división estratégico militar que refiere la reciente ley orgánica de la FANB del 2011, donde la distribución que se plantea para el funcionamiento de sus componentes se rige por una estructura conformada por seis REDI (Regiones Estratégicas de Defensa Integral), las cuales son uniones de varios estados establecidos y a su vez estos se dividen en ZODI (Zonas de Defensa Integral) y ADI (Áreas de Defensa Integral), siendo estos estados y municipios o conjuntos de municipios respectivamente; se plantea la necesidad de modificar la estructura y topología de la red de comunicaciones, y de este modo cubrir la creciente demanda del servicio a causa del establecimiento y organización que representa estas regiones.

Por lo tanto se trabaja en una serie de proyectos, entre estos el “Proyecto Mufla”, el “Proyecto Rayo”, entre otros; con la finalidad realizar aportes en la red para la estructuración de las redes de voz y datos de la FANB en 6 anillos, uno por cada REDI, los cuales den servicio de transmisión de voz y datos a sus respectiva región y que cada uno mantenga la interconexión, a través de enlaces digitales, utilizando la tecnología PDH pero teniendo como meta la migración a la tecnología SDH que es la aplicada al medio de tx de fibra óptica, de tal forma de obtener varios rutas para las señales de voz y datos y al momento de que un enlace presente fallas en el canal o en el medio, las señales de voz puedan tomar otro camino para llegar a la estación receptora que se requiera y así la comunicación se mantenga. También existen proyectos, los cuales se están llevando a cabo actualmente, para utilizar como red de transporte las redes del estado, las cuales son redes compuestas en principio por medios de transmisión de última tecnología como la fibra óptica y los equipos que conforman las redes de este tipo, que pertenecen a empresas del estado como CORPOELEC y PDVSA, con el fin de, como fue mencionado anteriormente, obtener redundancia en el transporte de estas señales, es decir que las señales de voz dispongan de varias rutas físicas para el direccionamiento, y de esta forma mejorar la calidad de servicio (QoS) de una forma notable

3.3 Regiones militares, Regiones Estratégicas de Defensa Integral (REDI) y aspectos legales

Uno de los aspectos principales que llevó a realizar la propuesta del plan único de numeración de la red telefónica de la FANB, es la reciente división territorial estratégica y operacional en el país, para las funciones militares de dicho ente, la cual se plantea de manera siguiente en el artículo 24 de la nueva Ley Orgánica de la FANB del 2011:

“Región Estratégica de Defensa Integral:

Es un espacio del territorio nacional con características geoestratégicas, establecido por el Presidente o Presidenta de la República y Comandante en Jefe de la Fuerza Armada Nacional Bolivariana sobre la base de la concepción estratégica defensiva nacional para planificar, conducir y ejecutar operaciones de defensa integral, a fin de garantizar la independencia, la soberanía, la seguridad, la integridad del espacio geográfico y el desarrollo nacional”. [3]

Estas REDI poseen una división interna la cual se establece en el artículo 23 de la Ley Orgánica de la FANB el cual plantea: “...Las Regiones Estratégicas de Defensa Integral estarán organizadas en Zonas Operativas de Defensa Integral con su Comando y Estado Mayor y éstas a su vez, en Áreas de Defensa Integral con su Comando y Plana Mayor...” [2]. De manera resumida, en la FANB se establecen regiones para realizar labores militares operacionales, relacionado con los aspectos de seguridad nacional con el fin de mantener una organización estable en la integración de los componentes, conocidas como REDI, están conformadas por un grupo de estados pertenecientes a la división política territorial del país y a su vez éstas se ramificarían en ZODI (Zonas de Defensa Integral) conformado en principio por un estado que pertenezca a la región, el cual estaría formado por un conjunto de ADI (Áreas de Defensa Integral) las cuales pudiesen ser uno o varios municipios ubicados en dicha zona. [3]

El máximo órgano o ente militar encargado de velar por el cumplimiento de las funciones o labores militares dentro de una REDI es denominado CEO (Comando Estratégico Operacional) y su autoridad militar, el Comandante Estratégico Operacional, depende directamente del Presidente de la República y del Ministro del Poder Popular para la Defensa. Cada REDI posee un CEO y a su vez existen Comandos estratégicos encargados de velar por las ZODI Y las ADI pertenecientes a cada región.

El 13 de Septiembre del 2008, se realiza la primera asignación de las REDI a lo largo del territorio nacional, pero en ese momento se contaba con cinco (5) regiones a las cuales finalmente en la última reforma de la Ley Orgánica de la FANB del 2011 se incluye la Región Marítima Insular para dar cabida a la organización actual. En la figura 5 se presenta un mapa con la división en REDI establecidas en la FANB y una breve descripción de que estados componen cada REDI:

- 3.1.1 **REDI Central:** comprende los estados Vargas, Miranda, Aragua, Carabobo, Yaracuy, y el Distrito Capital.
- 3.1.2 **REDI Occidental:** comprende los estados Falcón, Lara, Trujillo, Mérida, Táchira y Zulia.
- 3.1.3 **REDI Los Llanos:** comprende los estados Apure, Portuguesa, Barinas, Cojedes y Guárico.
- 3.1.4 **REDI Oriental:** comprende los estados Anzoátegui, Monagas, y Sucre.
- 3.1.5 **REDI Guayana:** comprende los estados Bolívar y Amazonas.
- 3.1.6 **REDI Marítima e Insular:** comprende todas las Dependencias Federales, Mar territorial y Zona Económica Exclusiva de la República, más los Estados Nueva Esparta y Delta Amacuro.



Figura 5: Mapa de Venezuela dividido en seis (6) REDI.

Fuente: SICODENA

Esta reciente estructura estratégica operacional del territorio nacional establece una mejor organización para la realización de labores de cada uno de los componentes que conforma la Fuerza Armada Nacional Bolivariana de forma integral, en relación con lo expresado en el artículo N° 328 de la Carta Magna:

“La FANB constituye una institución esencialmente profesional, sin militancia política, organizada por el Estado para garantizar la independencia y soberanía de la Nación y asegurar la integridad del espacio geográfico, mediante la defensa militar, la cooperación en el mantenimiento del orden interno y la participación activa en el desarrollo nacional, de acuerdo con la constitución y con la ley. En el cumplimiento de sus funciones, está al servicio exclusivo de la nación y en ningún caso al de persona o parcialidad política alguna, sus pilares fundamentales son la disciplina, la obediencia y la subordinación. La FANB está integrada por el Ejército, la Armada, la Aviación y la Guardia Nacional, que funcionan de manera integral dentro del marco de su competencia para el cumplimiento de su misión, con un régimen de seguridad social integral propio, según lo establezca su respectiva ley orgánica”. [5]

3.4 Antecedentes históricos de la telefonía

Desde inicios de la humanidad, el hombre se ha visto urgido de utilizar métodos para transmitir cierta información o mensajes a lugares remotos. En principio, antes del siglo 19, se utilizaban mensajeros que llevaban esta información, los cuales caminando o usando un medio de transporte como caballos y embarcaciones arribaban a estas zonas lejanas y transmitían el mensaje, haciendo uso de la voz o un documento como una carta, la cual era entregada hacia la persona o grupo de personas que se requería que recibieran el mensaje. Posteriormente, a partir de la tercera década del siglo 19, con la creación de dispositivos como el telégrafo electromagnético por W. Weber y el Teléfono por Antonio Meucci, se implementan las líneas de transmisión como el cable par de cobre, haciendo uso de la transmisión de señales electromagnéticas, utilizando códigos específicos para transmitir las señales y de esta forma llevar la información de manera inmediata, en tiempo real y evitando la pérdida de ésta. Con el desarrollo de los dispositivos para llevar a cabo la comunicación, en sus inicios la telefonía buscaba interconectar dos dispositivos terminales a través de una línea de transmisión, para lograr en tiempo real o inmediato la transmisión de voz de forma semejante a una conversación cara a cara, que en sus inicios, con los aportes tecnológicos en este ámbito por parte de Alexander Graham Bell, estos dispositivos terminales fueron creados para usarse en pares, y la comunicación se podía llevar a cabo cuando uno de los dos dispositivos era descolgado, con la desventaja de que solo esos dos dispositivos terminales podían comunicarse. Para solucionar este inconveniente se llevaron esas líneas de transmisión hacia una central, denominada central de conmutación (switching), donde un grupo de operadores escuchaban con que persona se quería comunicar el usuario y manualmente conectaban el cable físico para lograr dicha solicitud.

Con el crecimiento rápido de la cantidad de usuarios para este tipo de servicio, nacen nuevas estrategias para la transmisión y recepción de voz, ahí es donde entran los conceptos de “llamada telefónica” y “conmutador telefónico”, donde se introducen los dígitos del identificador numérico y se envía la voz a una central de

conmutación (switching), que de forma automática hace la conexión del bucle entre estos equipos terminales (teléfonos). Con lo cual surge el problema de cómo asignar un código o serie de números a la cantidad de abonados o usuarios que se encontrarían conectados a una determinada red telefónica, que a su vez dependería de la región en que se encontrase y la compañía telefónica que le estuviese prestando el servicio, de esta forma en un futuro se lograría interconectar todas las redes telefónicas y cualquier individuo podría llevar a cabo una conversación o transferencia de información hacia el dispositivo terminal que se requiriera con tan solo obtener el número de dicho usuario, a esto se le conoce como “Plan de Numeración Telefónica”.

Las redes de telecomunicaciones, en menos de dos siglos, han alcanzado un alto desarrollo en base a las necesidades que tenían los usuarios o las organizaciones que utilizaban estos servicios, un buen ejemplo sobre esto son los altos avances que se obtuvieron en los organismos militares de países que participaron en la Segunda Guerra Mundial (1939-1945) ya que estos tenían la necesidad de detectar aviones y embarcaciones para evadir ataques y así, evitar la mayor cantidad de daños posibles con el fin de velar por su seguridad, se crearon sistemas de rastreo como el RADAR, los sistemas de comunicaciones por Microondas, la Modulación en Frecuencia para radiocomunicaciones, entre otros. Referente a la telefonía como servicio, en principio se basaba en la conmutación de circuitos, donde se establecía físicamente el camino o la ruta que recorría la voz para comunicarse con el usuario terminal requerido debido a las centrales de conmutación y las líneas de conmutación establecidas en la red (este proceso se profundizará mas adelante), el cual es usado principalmente en la Red Telefónica Pública Conmutada (RTPC). La evolución de la RTPC se basa en adaptarse a la red NGN la cual se basa en los protocolos TCP/IP y en el proceso de conmutación de paquetes, donde se puede transmitir también datos y videos a través del mismo medio, obteniéndose por consiguiente nuevos servicios de telecomunicaciones y una mejor calidad de los mismos. Es importante entender que para poder llevar los servicios de video, datos y telefonía a una población determinada de usuarios, es imprescindible establecer un plan de identificación, ya

que existe información que se destinará a un usuario en específico como en el caso de una conversación telefónica entre dos personas, video-llamada o chat en línea entre las mismas, siendo el punto principal de este proyecto el primer ejemplo, donde se identifica a cada uno de los usuarios de una red telefónica de manera estandarizada u organizada a través de un plan de numeración para lograr el enrutamiento de las señales de voz de manera efectiva y privada.

3.5 Red Telefónica Pública Conmutada o RTPC

Conocida también por sus siglas PSTN, las cuales significan “Public Switching Telephone Network”. Sus inicios se remontan con la creación de las centrales de conmutación telefónica, las cuales tenían como fin la integración o unión de las líneas de transmisión que correspondían a los dispositivos terminales o teléfonos en una determinada zona, a través de una red para satisfacer necesidades de comunicación entre lugares lejanos. Inicialmente las centrales de conmutación estaban conformadas por un grupo de operadores, los cuales realizaban manualmente el proceso de “switchero” para establecer el camino físico que tomarían las señales de voz para llegar hasta un usuario determinado, petición que era realizada por el usuario que se comunicaba con el operador. Posteriormente gracias a los aportes tecnológicos y al desarrollo de dispositivos electrónicos como el transistor, se crean las centrales automáticas de conmutación telefónica como las CPA (Centrales Privadas Automáticas) o PBX en inglés (Private Branch Exchange) las cuales sustituyeron las centrales automáticas electromecánicas de gran tamaño, modificando el control de éstas por una matriz de conmutación, para establecer el enrutamiento de forma automática de acuerdo a como esté programada y satisfacer los requerimientos del usuario, el cual en este caso enviaría la solicitud de con quién desea comunicarse, pulsando una serie de dígitos que identifican al usuario destino, para esto debe establecerse un Plan de Numeración el cual identifique de forma estandarizada y coherente la distribución de los dispositivos terminales de una zona y que reciben

servicio de telefonía a través de una empresa telefónica o Telco. Una RTPC está basada en el proceso de conmutación de circuitos y consta de cuatro elementos principales para su funcionamiento:

3.3.1 El teléfono o dispositivo terminal: Es un equipo transductor de señales que se encarga de convertir la voz en señales eléctricas para ser enviadas a través de una línea de transmisión o un medio, hasta llegar a la central de conmutación más cercana. Inicialmente, el proceso de señalización en conjunto con los pulsos o señales que son generadas con la marcación en el teclado (o en el disco) del teléfono, localizan el equipo terminal del usuario destino para establecer el camino que tomarán las señales de voz y llevar a cabo la comunicación una vez que el otro equipo terminal es descolgado, el cual realiza el proceso de transducción en sentido contrario, es decir, convierte las señales eléctricas en señales analógicas de voz. Este dispositivo usado comúnmente en la actualidad, contiene una circuitería interna que se puede dividir en seis secciones importantes, como se muestra en la figura 6:

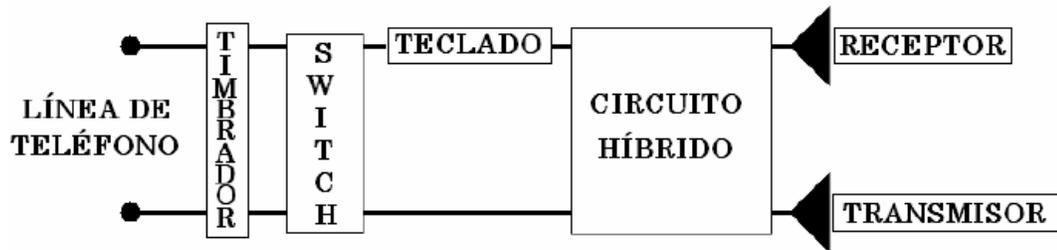


Figura 6: Diagrama interno de un aparato telefónico.

Fuente:http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lem/mendez_e_c/capítulo1.pdf

-**El timbrador o Ringer:** Encargado de generar un sonido de nivel de decibeles altos para hacer saber al usuario que “esta entrando una llamada”.

-**El switch de colgado y descolgado (Switch Hook):** encargado de establecer un cambio en la impedancia, la cual es observada por la central de conmutación que se encuentra ligada al teléfono. Tiene el fin de hacer saber a la central de conmutación cuando enviar las señales de repique “ocupado” y “desocupado”.

-**El teclado o Dialer:** Para realizar el proceso de marcación y comunicar a la central de conmutación con que usuario o equipo terminal se desea establecer la conversación. Antiguamente, para transmitir las señales de marcación, se utilizaba un proceso denominado “Marcación por Pulsos” donde cada número del teclado o disco simbolizaba una serie de pequeños pulsos eléctricos los cuales eran captados por la central y analizados por la matriz de conmutación para establecer el camino. En la actualidad este proceso ha cambiado al DTMF “Dual Tone Multifrequency” o Marcación de Multifrecuencia Dual, donde el teclado está representado por una matriz cuatro por cuatro, en las columnas se encuentran cuatro señales comprendidas en un rango de frecuencias entre 1209 Hz y 1633 Hz o frecuencias altas y las filas que poseen cuatro señales de frecuencias entre 697 y 971 Hz o frecuencias bajas, las cuales al digitar o marcar un dígito del teclado envían un par de señales con las dos frecuencias que corresponden a dicho número. Como se observa en la figura 7.

-**El transmisor:** Encargado de enviar las señales de voz producidas por el usuario y las de marcación generadas, hacia la línea de transmisión que se encuentra ligada al teléfono.

-**El receptor:** Recibe las señales provenientes de la línea de transmisión para ser transformadas en señales analógicas y finalmente ser captada por el usuario.

-**El circuito Híbrido:** Circuito que permite el ingreso de señales de audio en la línea telefónica, o de transmisión y al mismo tiempo lo extrae para colocarlo en el auricular y de esta forma el usuario se pueda escuchar.

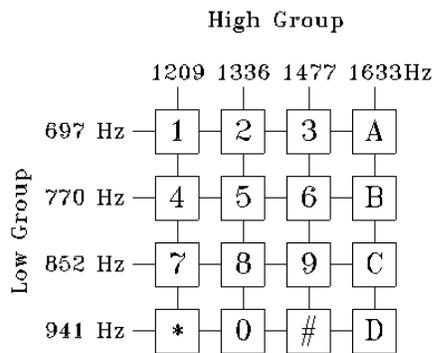


Figura 7: Combinación de frecuencias para DTMF.

Fuente: <http://wordiac.wordpress.com/2010/02/23/home-automation-through-cellphone-keying-h-a-c-k>

El teléfono contiene otro elemento no menos importante que los mencionados anteriormente, a este se le denomina “Supresor de Eco”, el cual es un circuito destinado a solucionar los retardos en la transmisión de la señales de voz, principalmente en las llamadas internacionales, que involucran un mayor recorrido en los medios de transmisión.

3.3.2 La transmisión: Relacionada con las distintas formas y métodos para enviar las señales y obtener una recepción lo mas fiel y eficiente posible. Así como también refiere a los elementos y equipos, como las líneas de transmisión, que tienen como fin ser el camino para el envío y recepción de las señales de voz y también datos en la red. Para la transmisión de voz y datos a través de una RTPC se utilizan distintos métodos de modulación y multiplexación, los primeros métodos tienen como finalidad modificar la señal para enviarla usando una señal portadora, para obtener un mejor aprovechamiento del canal de comunicación y así poder transmitir más información en forma simultánea y aumentar la resistencia contra ruidos e interferencias. Un método de modulación comúnmente usado es el PCM (Pulse Code Modulation) o Modulación por Codificación de Pulsos, que se explicará detalladamente mas adelante en este capítulo. En cuanto a las técnicas de multiplexación, su función principal es la “multicanalización” que se basa en dividir

de forma lógica un canal de transmisión en varios canales y poder así, transmitir varias conversaciones simultáneamente en el mismo canal, los métodos mas usados en la telefonía son la Multiplexación por Division en Frecuencia o FDM (Frequency Division Multiplexing) y Multiplexación por Division en Tiempo o TDM (Time Division Multiplexing), los cuales se detallarán mas adelante en éste capítulo.

3.3.3 La conmutación: Referente a la forma como están conectados los enlaces para llevar a cabo el enrutamiento de las señales y en consecuencia la comunicación. Por lo tanto, la conmutación telefónica es el proceso donde se envía la información referente a las señales de voz de un usuario hacia el medio de transmisión que relaciona al usuario con quien se desea comunicarse, denominado usuario destino. El elemento fundamental es el Conmutador el cual posee conectadas las líneas de abonado o líneas de cada uno de los dispositivos terminales provenientes de un ADS o Armario de Distribución Secundario, quien concentra de forma organizada dichas líneas pertenecientes a una urbanización, zona residencial o empresa, y posee una circuitería interna para ser programada y establecer el “switchero”, con el fin de enviar las señales de voz al bucle local donde se encuentra el usuario requerido o hacia líneas troncales que son los enlaces con los otros conmutadores que dan servicio a otra gama de usuarios.

3.3.4 La señalización: Es el conjunto de información que dos puntos en la red telefónica intercambian con el fin de realizar operaciones de supervisión, direccionamiento y gestión, relacionadas con las señales de voz que son intercambiadas en una comunicación entre dichos puntos y para también obtener el estado de tráfico y físico en el que se encuentra la red. Por lo tanto, un sistema de comunicación debe producir, transmitir, recibir, reconocer e interpretar señales en un proceso cuyo resultado será una conexión específica a través del sistema de conmutación, ahí es donde entra la labor de la señalización. La UIT-T realizó recomendaciones a nivel internacional, relacionadas con los sistemas de señalización a fin de ser usados en las redes y equipos de todo el mundo. [6]

En un aspecto general, la señalización se ha dividido en dos tipos: **Señalización de abonado**, la cual es la que se genera entre un equipo terminal del usuario (teléfono) y la central local (Figura 8). Y, **la Señalización intercentrales**, es decir, entre centrales de conmutación. Esta última, también presenta una clasificación, en la que se pueden encontrar los siguientes tipos:

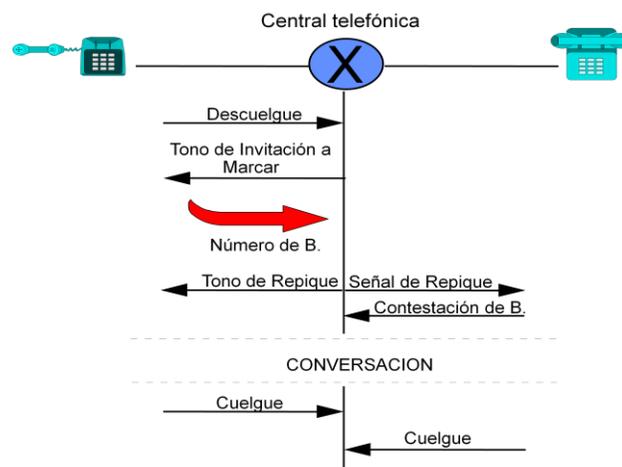


Figura 8: Diagrama de señalización entre el abonado y la central de conmutación.

Fuente: jaibana.udea.edu.co/CURSOS/IEO-614/Com_Senal.ppt

- **Señalización Por Canal Asociado o CAS:** Señalización dentro del canal de voz o en un canal estrechamente relacionado con el canal de voz. En pocas palabras, La voz y la señalización viajan por el mismo camino a través de la red telefónica. La CAS posee dos aspectos importantes para cumplir con su función de manera eficiente; **la señalización de la línea**, la cual es usada para monitorear la línea, antes, durante y después del establecimiento de la llamada y **la señalización de registro:** que es referente a señales para transmitir la información numérica, que sólo se transfiere una vez; la información numérica se almacena en registros, por lo tanto, involucra los registros de varias centrales. Entre los sistemas de señalización de

registro, es importante mencionar el MFC (Multifrequency code) o sistema de señalización multifrecuencial de secuencia forzada, el cual se ha usado desde 1957. Diseñado por Ericsson y lo aplicó en Holanda, posteriormente en 1962 la CCITT (UIT en la actualidad) la estandarizó y le dio el nombre de “**sistema regional No.2**” ó **R2**. Este sistema de señalización transmite sus señales de forma continua en ambas direcciones y permite que se puedan mandar señales simultáneamente en ambas direcciones. Las señales de este sistema consisten en una combinación de 2 frecuencias o dos conjuntos de frecuencias, uno para cada sentido de transmisión (emisor a receptor, y receptor a emisor), cada uno formado por 6 diferentes frecuencias.

El proceso de señalización en multifrecuencia, se distinguió entre los procedimientos de código de impulsos como el SS5 (Sistema de señalización N° 5) y los multifrecuenciales forzados como el MFC-R2 (Sistema de Señalización R2), donde el primer caso la señal tiene un período de duración fijo y determinado, mientras que en el segundo a cada paso de mensaje se espera la respuesta de confirmación por el canal de retorno para cortar la señal de ida. Esto implica que la señalización por secuencia obligada requiere de mayor tiempo y una duración no determinada. [7]

- **Señalización por Canal Común o CCS:** Esta se realiza en un canal separado totalmente de los canales de habla, es decir, el canal de señalización es común para un gran número de estos. El CCS usa enlaces de señalización o ES, con el fin de transportar los mensajes de señalización entre dos puntos. Físicamente, un enlace de señalización consiste de un terminal de señalización en cada terminal de la línea y alguna clase de medio de transmisión (generalmente una ranura de tiempo de un enlace PCM) interconectando los dos terminales de señalización, esta señalización posee a su vez una serie de elementos denominados puntos de señalización o PS, los cuales son nodos de conmutación o procesamiento en una red de señalización, un ejemplo de estos son las centrales de conmutación. Un ejemplo de este tipo de

señalización, mayormente usada a nivel mundial es el **sistema de señalización por canal común número 7 o SS7**, que posee como función el establecimiento y finalización de llamadas principalmente, así como también traducción de números, mecanismos de tarificación pre-pago y envío de mensajes cortos. SS7 se califica como un sistema de señalización “fuera de banda” porque usa un canal de señalización separado de los canales de señales de voz o de datos. Esto soluciona los problemas de seguridad que tenían los sistemas anteriormente ya que los usuarios finales no tienen acceso a estos canales. Fue desarrollado por AT&T a partir de 1975 y estandarizado por la UIT-T en 1981 en la serie de Recomendaciones Q.7XX. El SS7 presenta como característica principal, el requerimiento de un canal separado dedicado solamente a señalización, el cual no presentó una mayor dificultad debido al rápido aumento de la disponibilidad de canales en las redes de comunicaciones de la actualidad. [8]

La RTPC en cuanto a su arquitectura posee dos principales secciones, entre las cuales están: El lazo local o local loop; nombre con que se define a la sección que contiene la línea o medio de transmisión, que comprende desde la casa u oficina donde se encuentra el equipo terminal, hasta la primera central telefónica. Por lo tanto, cuando la comunicación se realiza entre dos usuarios que están enlazados a la misma central ocurre un enrutamiento de las señales de voz a través del lazo local de cada uno de ellos, siendo éste el proceso de comunicación (Señalización) más sencillo ya que la central telefónica analizará solo los dígitos que identifica al usuario destino. Las líneas troncales: Son los medios de tx y los equipos que se utilizan en el caso en que la comunicación se realice entre usuarios que no pertenecen a una misma central, donde se necesitarían de dos o mas saltos, por así decir, para poder establecer la ruta del envío y recepción de las señales de voz, aquí entran en funcionamiento las conexiones físicas entre las centrales, las cuales servirán como “autopista” para el transporte de una serie de señales que principalmente fueron analizadas por la central enlazada al usuario que realiza la llamada, el cual marcó los dígitos relacionados con el abonado Rx, para determinar hacia que central se realiza el envío de estas señales

que luego serán analizadas por esta segunda central de conmutación y de esta forma establecer cuál será el lazo local o la línea de abonado que está relacionada con dicho usuario receptor. Es importante acotar que las Redes Telefónicas Conmutadas o RTC se basan en el principio fundamental de la conmutación de circuitos, donde cada circuito simboliza una ruta para las señales de voz que finalizarían en un dispositivo terminal perteneciente a un usuario. Este principio se detallará en la siguiente sección. [9]

3.6 Conmutación de circuitos

"Una red de circuitos conmutados se encuentra geográficamente distribuida y contiene una serie de líneas de transmisión interconectadas mediante conmutadores, estos últimos pueden ser vistos como nodos ya que concentran una cantidad de usuarios pertenecientes a una región. La función principal de un conmutador de circuitos es transferir la señal que llega a una determinada entrada a la salida correspondiente. Los primeros conmutadores telefónicos eran de este tipo e implicaban el establecimiento de un enlace físico a través del conmutador que permitiese el flujo de corriente desde la línea de entrada hacia la línea de salida." [10]

El funcionamiento de las redes telefónicas esta basado en este tipo de conmutación. La cual, en principio, implicaba el establecimiento de un camino físico a través de la red desde un dispositivo terminal al otro, por otro lado, las redes telefónicas modernas combinan esta aproximación de conmutación de circuitos para la operación de la red con la transmisión y conmutación digital. [11]

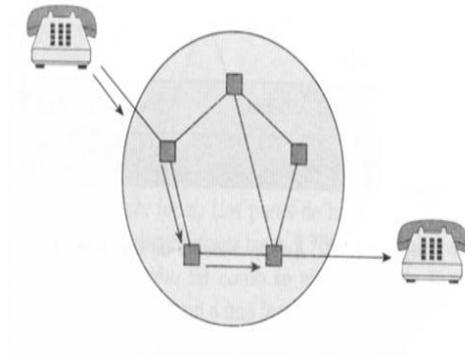


Figura 9: Conmutación de Circuitos.

Fuente: “Redes de Comunicación”. León García, A. y Widjaja, I. 2002.

La figura 9 muestra una imagen o diagrama del proceso de conmutación de circuitos, donde se encuentran dos dispositivos terminales y las centrales telefónicas representadas por unos pequeños cuadros, las señales de voz recorren los respectivos medios de transmisión pasando por varias centrales hasta llegar al usuario requerido.

3.7 Central de Conmutación Telefónica ó Conmutador Telefónico

Las centrales de conmutación automática o conmutadores telefónicos son equipos que conforman una red de Tx de voz y datos, y poseen conectadas todas las líneas que corresponden a los abonados o usuarios terminales, con el fin de realizar la señalización o establecer el camino de las señales de voz y datos entre dichos usuarios. Pueden también presentar conexión con otras centrales de conmutación, a través de líneas troncales, que posean otra serie de abonados o dispositivos terminales, ubicados en otros sectores donde una sola central no pueda cubrir la demanda del servicio, ya sea por la distancia remota a la que se encuentra o debido a que supera la máxima cantidad de extensiones o líneas de dicha central. Estas se pueden conectar usando distintos medios: Par de cobre, Cable coaxial, Fibra Óptica y

haciendo uso de microondas, utilizando por supuesto los dispositivos y herramientas para poder transmitir y recibir las señales relacionadas con la técnica correspondiente. Los conmutadores, siguiendo la estructura general de la red PSTN o RTPC, pueden presentar un tipo de clasificación, siendo el principal o central tándem el que se encarga del enrutamiento hacia la mayor cantidad de zonas de cierta región, es decir, que cubre una cantidad superior de usuarios terminales en una determinada red telefónica en comparación a los otros conmutadores que componen la red. Los conmutadores que presentan un grado menor, están conectados al principal para poder dirigir las señales hacia los otros conmutadores que realizan esta función de enrutamiento, ubicados por supuesto en zonas distantes. Es importante mencionar también que pueden existir centrales tándem superiores, las cuales serían los enlaces por medio de líneas troncales de las centrales tándem mencionadas anteriormente. Las señales de voz viajan a través de las líneas de transmisión en un periodo de tiempo sumamente corto, una vez que las de señalización y control han determinado el camino, desde el usuario que inicia la comunicación hacia el abonado que él desea, pasando por una o varias centrales, y así finalmente establecer la conversación en un tiempo corto con un retraso imperceptible para el oído humano.

Existen centrales que realizan la función del enrutamiento de las señales de voz dentro de la empresa o ente donde estén ubicadas sus extensiones para así enlazarlas y establecer la comunicación requerida, pero al momento de realizar una llamada externa, es decir, hacia fuera de dicha empresa utilizan el recurso de interconectar el dispositivo terminal con una línea convencional de la compañía de teléfono. Estas se conocen como “Centrales Híbridas” ya que no gestionarían llamadas hacia las centrales de conmutación regionales de las compañías que presten el servicio de telefonía en la ciudad. A diferencia, de una PBX (Private branch Exchange) en español, Central Privada de Conmutación, la cual posee “líneas troncales” para enlazarse con las centrales telefónicas de las compañías que prestan dicho servicio, de tal forma que un usuario de la red privada pueda realizar llamadas hacia cualquier otro dispositivo terminal que pertenezca a la red telefónica pública conmutada.

3.7.1 PBX (Private Branch Exchange) o Central Privada Automática

La PBX, también denominada CPA (Central Privada Automática) o PABX, actúa entonces como una ramificación de la red primaria pública de teléfonos, por lo que los usuarios no se comunican directamente al exterior mediante líneas telefónicas convencionales, sino que al estar la PBX directamente conectado a la RTPC, será esta misma la que enrute la llamada hasta su destino final mediante líneas troncales.

Actualmente, éstas se programan de forma sencilla haciendo uso de un software o programa para que la matriz de conmutación de dicha central realice la función de encaminamiento de las señales de voz hacia el destino o usuario terminal requerido, haciendo prácticamente obsoletas las centrales utilizadas décadas atrás. [12]

La figura 10 muestra una imagen de cómo están estructuradas y clasificadas las centrales de conmutación telefónica en una RTPC la cual da servicio a de transmisión de voz en varias ciudades de un país determinado:

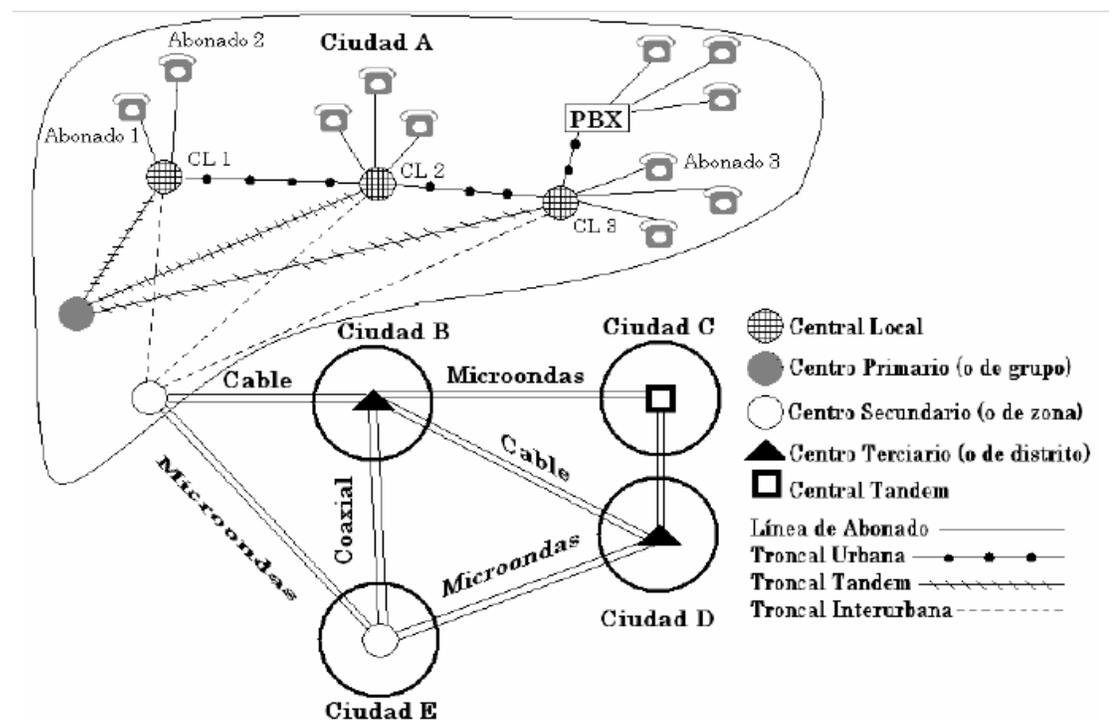


Figura 10: Clasificación de centrales de conmutación en una RTPC.

Fuente:

http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lem/mendez_e_c/capitulo1.pdf

Como se puede observar las centrales locales, se encuentran enlazadas directamente con el usuario terminal a través de las líneas de los abonados respectivos, a esto se le llama también bucle local. Las centrales locales se conectan entre sí en determinadas regiones en la red telefónica pública a través de las troncales urbanas, las troncales tándem.

3.8 Jerarquías en los Sistemas de Transmisión de Datos

Una Jerarquía Digital, es una secuencia ordenada de velocidades de información (en bps) que constituye, cada una, un nivel jerárquico dado, la cual es digital ya que utiliza la modulación PCM o Modulación por Codificación de Pulsos, con el fin de muestrear y codificar las señales de voz transmitidas.

La Jerarquía Digital Plesiócrona, conocida como PDH (Plesiochronous Digital Hierarchy), es una tecnología utilizada para transportar grandes cantidades de información mediante equipos digitales de transmisión que funcionan sobre fibra óptica, cable coaxial o radio de microondas. Las redes PDH funcionan en un estado donde las diferentes partes de la red están casi, pero no completamente sincronizadas. Por lo tanto, permite la transmisión de flujos de datos que nominalmente están funcionando a la misma velocidad (bit rate), pero permitiendo una cierta variación alrededor de la velocidad nominal. [13]

La tecnología PDH se define en el estándar G.703 de la UIT-T y posee la ventaja de que aprovecha la infraestructura de comunicaciones existente. En esta jerarquía se encuentran dos clasificaciones importantes y estándares utilizados actualmente para la transmitir varios canales de voz a través de un medio de transmisión: El estándar utilizado en Europa y Latinoamérica conocido como jerarquía E1, que posee una tasa de transmisión de 2048 kbps y este a su vez puede ser multiplexado por cuatro para obtener una jerarquía mayor como el E2 con una velocidad de 8448 kbps, con el fin de transmitir mayor cantidad de canales. Respecto al estándar usado en Norteamérica denominado T1, posee una velocidad de transmisión de 1544 kbps y a diferencia del E1 que contiene 30 canales para

transmitir las señales de voz, y dos canales para señalización y control, contiene una trama de 24 canales en total.

Con el desarrollo de las comunicaciones, la necesidad de obtener mayor cantidad de canales para transmitir señales de voz y datos, surge la Jerarquía Digital Síncrona o SDH, el cual presenta una buena adaptación o mejor aprovechamiento de los medios de transmisión como fibra óptica y posee una velocidad de 155 Mbps. La finalidad principal del SDH es lograr estandarizar la tecnología de transmisión a diferencia del PDH que contiene clasificaciones distintas, dependiendo del país en que se utilice. La jerarquía SDH está basada en mecanismos de multiplexación completamente síncronos o sincronizados que permitan insertar y extraer canales sin la necesidad de demultiplexar tramas completas. Su estructura esta relacionada con tramas que se encuentran dentro de cápsulas denominadas contenedores y a su vez estos contenedores poseen cabeceras de control, que identifican el contenido.

La unidad de transmisión básica de la jerarquía SDH es llamada STM-1 (Módulo de Transporte Síncrono 1), la cual contiene una trama de 2430 bytes, distribuidos en 9 filas y 270 columnas, la cual se transmite a razón de 8.000 veces por segundo, es decir cada trama se transmite en $125 \mu s = 1/8000Hz$. La tasa de transferencia de bits en el STM-1 equivale a 155,52 Mbps, existen unidades de con mayor cantidad de tramas como el STM-4 y STM-16, los cuales equivalen a multiplexar por cuatro a la unidad anterior: $STM-4 = 4 \times STM-1$. Los estándares de la UIT-T que refieren a esta tecnología son G.707, G.708 y G.709. [14]

En la figura 11 se puede observar la estructura de la trama para la unidad de transmisión STM-1 de SDH.

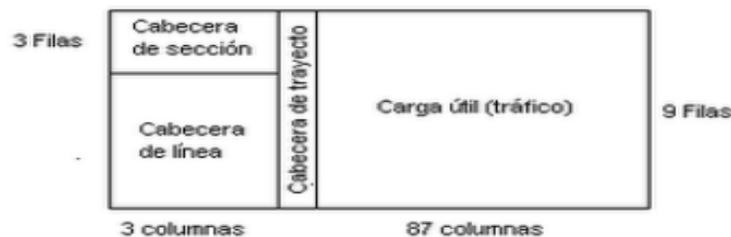


Figura 11: Estructura de la trama STM-1.

Fuente: conocimientoswdmtechnology.blogspot.com

3.8.1 La jerarquía digital E1

“El sistema E1, denominado también CEPT-1 PCM-30, como un estándar para transmitir varias conversaciones a través de la misma línea, el cual está formado por 32 canales, con 8 dígitos por canal para un total de 256 dígitos por trama. Como la frecuencia de muestreo es de 8000 muestras por segundo, la velocidad de la trama E1 es de 2048 kbps. La duración de cada trama es de 125 microsegundos, el período de cada ranura es de 3906 nanosegundos, siendo 488 nanosegundos la duración de cada dígito. La trama contiene 32 ranuras de tiempo RT de las cuales dos son para señalización y alineación, y treinta para los canales de Voz/Datos; la multitrama, formada por 16 tramas, tiene una duración de 2 ms.” [15]

Existen varios niveles en la jerarquía PDH, específicamente la estandarización europea E1, esto se puede observar en la figura 12, donde el E2 se genera por la mutiplexación por cuatro del E1, es decir contienen cuatro veces mas la cantidad de tramas. Y de la misma forma ocurre con E3, E4 y E5.

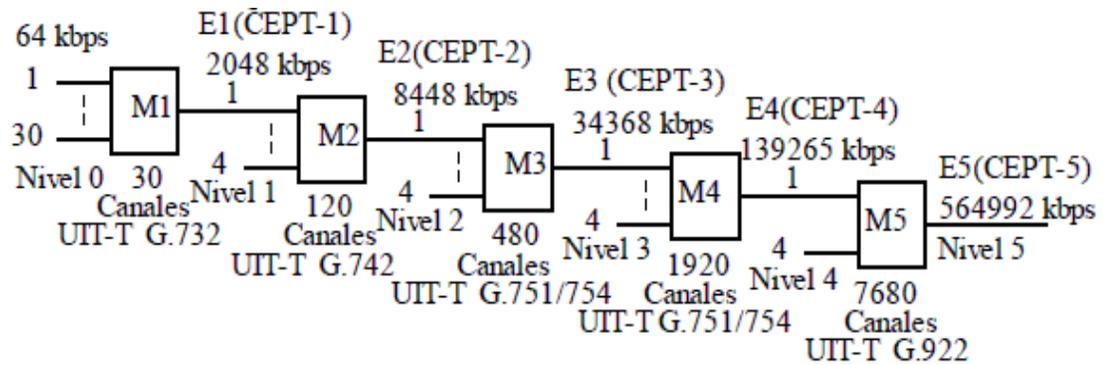


Figura 12: Jerarquía de transmisión digital E1.

Fuente: “Transmisión de Datos”. Briceño, J. (2005).

3.9 La Red Digital de Servicios Integrados O RDSI

Conocida también como ISDN por sus siglas en inglés (Integrated Service Digital Network), es una red que permite la integración de servicios de comunicación

diferentes (voz, texto, video y datos) en una sola red de comunicación. El desarrollo de la RDSI o ISDN se realiza en varias fases hasta lograr la red global de comunicaciones. La primera fase, refiere a la digitalización de la red telefónica analógica. En la segunda fase, la red digital telefónica se desarrolla en una red de banda angosta (N-ISDN) para la integración de todos los servicios de comunicación que operan hasta 64 kbps (telefonía, texto y datos). En la tercera fase, se busca desarrollar la red de banda ancha (B-ISDN) para servicios de comunicación que operan sobre 64 kbps (videoconferencia, TV, etc).

El Plan de Numeración Internacional sugerido por el UIT-T en las recomendaciones de la Serie E.164, describe de nuevo en la Recomendación I.331 donde también se establece la identificación para equipos terminales de transmisión de datos.

En la ISDN o RDSI la dirección no solamente contiene el número de usuario sino también información adicional de direccionamiento. Esta dirección adicional se puede utilizar en los sistemas privados (LAN, PBX, etc.) o también para distinguir varios servicios OSI dentro de un gran sistema de procesamiento de información.

La RDSI puede ser vista también como un conjunto de interfaces usuario-red compatibles, que tienen la finalidad de soportar económicamente una gran gama de aplicaciones de usuario, equipos y configuraciones. No obstante, se requiere diferentes interfaces para aplicaciones con velocidades de transmisión y aplicaciones en la etapa evolutiva. El crecimiento del internet y las redes de datos ha estimulado la implementación de esta tecnología como alternativa para la satisfacción de las necesidades de comunicación, aunque en el mercado existe mayormente la tecnología ADSL que proporciona mayor velocidad usando el bucle local, por lo que están siendo usadas para satisfacer la demanda de acceso. Estas técnicas coexisten con la señal analógica telefónica normal y no interaccionan con la red telefónica. [16]

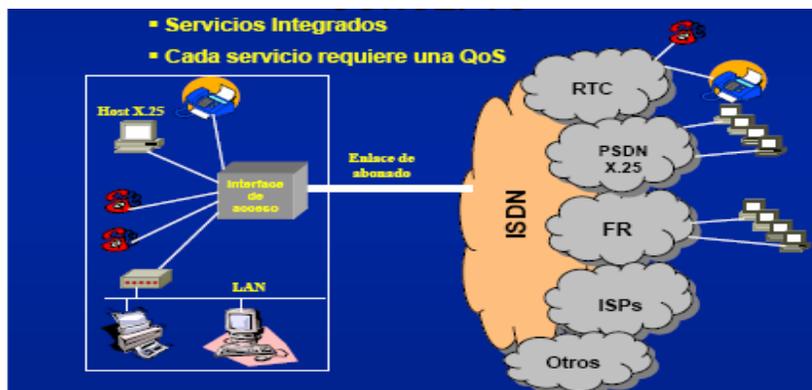


Figura 13: Red Digital de Servicios Integrados RDSI o ISDN

Fuente: “Redes de Comunicación” León García, A y Widjaja, I. (2002).

3.9.1 El SS7 o Sistema de Señalización por Canal Común Número 7

La Señalización por Canal Común (CCS) es un método donde las señales de control no van por los mismos canales o circuitos controlados (como es el caso de la telefonía), sino por un canal separado común compartido. En sí misma, la señalización es un sistema completo de transmisión de datos de propósito especial que puede utilizar los mismos protocolos y tecnología de las redes existentes. En la figura 14 se puede observar una representación de este tipo de señalización.

Los objetivos generales del SS7 son los de lograr un sistema CCS normalizado internacionalmente, que sea optimizado para operación en las redes digitales de telecomunicaciones, en conjunto con centrales controladas por programas, y que pueda aportar los requerimientos presentes y futuros de transferencia de información sin pérdidas ni duplicación de información.

SS7 provee una estructura universal para señalización de redes de telefonía, mensajería, interconexión, y mantenimiento de redes. Se ocupa del establecimiento de una llamada, intercambio de información de usuario, enrutamiento de llamada, estructuras de abonado diferentes, y soporta servicios de Redes Inteligentes (IN). SS7 es además importante al enlazar tráfico VoIP a la red PSTN. También es usado en las redes de telefonía móvil celular como GSM y UMTS para aplicaciones de voz (Conmutación de Circuitos) y datos (Conmutación de paquetes). [17]



Figura 14: Diagrama de señalización por canal común.

Fuente: “Redes de Comunicación” León García, A y Widjaja, I. (2002).

3.10 VoIP o Voice over Internet Protocol

Consiste en aprovechar la infraestructura desplegada para la transmisión de datos para transmitir voz, utilizando el protocolo IP que se ha convertido en el más utilizado en todo el mundo. La voz se digitaliza y viaja en paquetes de datos utilizando el protocolo IP, donde la infraestructura de paquetes sustituye la conmutación de circuitos de una RTPC. Los dispositivos de digitalización se llaman DSP (Digital Signal Processor). La tecnología VoIP tiene como principal objetivo asegurar la interoperabilidad entre equipos de diferentes fabricantes, fijando aspectos tales como la supresión de silencios, codificación de la voz y direccionamiento, y estableciendo nuevos elementos para permitir la conectividad con la infraestructura telefónica tradicional. Estos elementos se refieren básicamente a los servicios de directorio y a la transmisión de señalización por tonos multifrecuencial (DTMF).

3.10.1 Funciones que debe realizar un sistema VoIP:

- Digitalización de la voz.
- Paquetización de la voz.
- Enrutamiento de los paquetes.

- Conversión de números telefónicos a direcciones IP y viceversa.
- Generación de la señalización requerida por la red telefónica.

3.10.2 Ventajas

- Ahorro de ancho de banda y aprovechamiento de los intervalos entre ráfagas de datos haciendo un uso más efectivo de canales costosos.
- Convergencia de las comunicaciones de datos y voz en una plataforma única, facilitando la gestión, el mantenimiento y el entrenamiento del personal.
- Facilidad de incorporar servicios especiales.

3.10.3 Características principales

- Se utiliza y administra una única red. Si dos empresas están unidas a través de internet.
- Inter-operatividad, estándares abiertos e internacionales.
- Disminución de precios en proveedores y fabricantes de hardware para VoIP.
- Con respecto a la calidad es posible conseguir la misma calidad de una PSTN, de hecho hoy el 40% de las llamadas de las grandes operadoras se encaminan por VoIP.
- La fiabilidad en LAN, se puede lograr a gran escala. En Internet también, pero intervienen demasiados factores.

3.10.4 Limitaciones

- Las redes IP generalmente no permiten garantizar un tiempo mínimo para atravesarlas.
- Las redes IP están diseñadas para descartar paquetes en caso de congestión y retransmitirlos en caso de error. Esto no es adecuado para la voz.

- Los retardos de cientos de ms, comunes en redes de datos, son inaceptables en una conversación telefónica.

3.10.5 Problemas de la VoIP

Problemas que no existían o estaban solucionados con la telefonía tradicional y que afectan la calidad del servicio (QoS), como los siguientes: (a) requerimiento de ancho de banda, (b) funciones de control, (c) latencia o retardo (>300 mili segundos impracticable), (d) jitter: variación de latencia.

3.10.6 Factores que afectan la calidad de la voz

- Retardo (Latency).
- Fluctuación de retardo (jitter).
- Pérdidas de paquetes.
- Paquetes aislados.
- Ráfagas de paquetes.
- Compresión de Voz.
- Eco.
- Distorsión de digitalización.
- Todas las anteriores se encuentran presentes en las redes inalámbricas.

3.10.7 Protocolos y estándares utilizados en VoIP

Direccionamiento:

RAS (Registration, Admission and Status): Protocolo que permite a una estación H.323 localizar otra estación H.323 a través de el Gatekeeper.

DNS (Domain Name Service): Servicio de resolución de nombres en direcciones IP con el mismo fin que el protocolo RAS pero a través de un servidor DNS

Señalización:

Q.931: Señalización inicial de llamada

H.225: Control de llamada; señalización, registro y admisión, paquetización.

H.245: Protocolo de control para especificar mensajes de apertura y cierre de canales.

Compresión de voz:

Requeridos: G.711 y G.723

Opcionales: G.728, G.729 y G.722

Transmisión de voz:

UDP: La transmisión se realiza sobre paquetes UDP, pues aunque UDP no ofrece integridad en los datos, el aprovechamiento del ancho de banda es mayor que con TCP.

RTP (Real Time Protocol): Maneja los aspectos relativos a la temporización, marcando los paquetes UDP con la información necesaria para la correcta entrega de los mismos en recepción.

Control de la transmisión:

RTCP (Real Time Control Protocol): utilizado para detectar situaciones de congestión de la red y tomar, en su caso, acciones correctoras. [18]

La figura 15 muestra un diagrama que representa una estructura para la tecnología VoIP y como puede fusionarse con la otras redes.

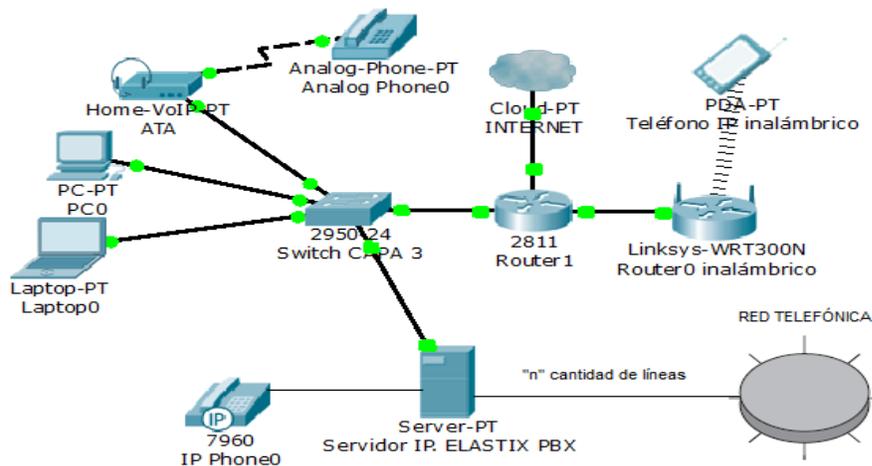


Figura 15: Ejemplo de un sistema híbrido de telefonía, IP y RTPC.

3.11 El Modo de Transferencia Asíncrona o ATM

El Modo de Transferencia Asíncrona es una tecnología de conmutación y multiplexación de alta velocidad orientada a conexión. Se utiliza en aplicaciones de alta velocidad en telecomunicaciones, tales como telemedicina, educación a distancia, transmisión de grandes volúmenes de datos, videoconferencia, televisión, multimedia, etc. Una red basada en ATM permite que los proveedores de servicios de telecomunicación ofrezcan múltiples servicios sobre una sola red ATM y bajo un solo sistema de gestión de red. Como resultado, sobre la misma red se puede transportar voz, datos, imágenes, video y multimedia en una forma sencilla y económica.

Las principales características de ATM son:

- 1.** La transmisión se efectúa mediante células de longitud fija (53 octetos) con identificación de canal en el encabezado de la célula.
- 2.** Combina las ventajas de la TDM y de la Transmisión por Conmutación de Paquetes.
- 3.** Mediante acuerdo entre el UIT-T y la ANSI T1S1 se utilizará la transmisión ATM para el transporte de todos los servicios de la Red ISDN de Banda Ancha.
- 4.** Las formas sencillas de Multiplexación y Conmutación conducen a: (a) una arquitectura muy sencilla para todo tipo de tráfico, (b) integración de los servicios de Transmisión de Información, (c) operaciones consistentes para servicios múltiples diferentes, (d) mayor disponibilidad de la red. Los conmutadores ATM son muy veloces porque la conmutación se hace con dispositivos físicos (hardware) y no mediante programas (software). El procesamiento y retardo en cada conmutador es mínimo, lo que aumenta la velocidad de transferencia, (e) ancho de Banda flexible (según demanda) y escalable, y altas velocidades de transferencia.
- 5.** Mayores beneficios en costo debido a: una relación costo/prestaciones mejorada, consolidación de aplicaciones, mejor utilización de las facilidades debido a

la combinación de todos los servicios en una sola red, compatibilidad con los sistemas de comunicación actuales, costo de la gestión de red más simple y económico, una tecnología sencilla y uniforme, y un ciclo de vida que se espera sea alto. [19]

3.12 Términos Utilizados en los Distintos Tipos de Planes de Numeración

Tomado de la Recomendación UIT-T E.101. A continuación se presentan los términos y diagramas utilizados en un Plan de Numeración para redes de voz y datos a nivel nacional:

La figura 16 muestra el esquema de recomendaciones de la UIT-T para la identificación de equipos terminales en las redes de voz y de datos.

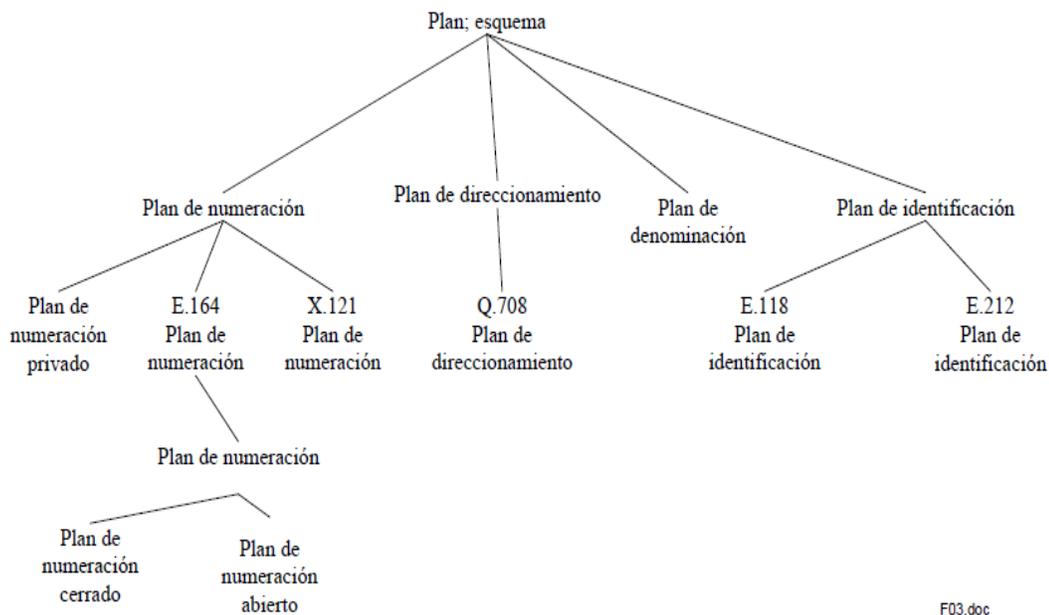


Figura 16: Esquema de recomendaciones de la UIT-T para planes de numeración.

Fuente: Recomendación UIT-T E.101.

En el plan de numeración para una red telefónica siguiendo la recomendación E164 de la UIT-T se deben manejar las siguientes definiciones:

Plan de numeración: Plan que especifica el formato y la estructura de los números utilizados en las redes de telecomunicaciones. Los números del plan pueden tener longitud fija o variable, o bien incluir números de longitud tanto fija como variable.

Plan de numeración E.164: Tipo de plan de numeración que especifica el formato y la estructura de los números utilizados en el mismo. Suele consistir en cifras decimales separadas en grupos de tal forma que permite determinar elementos específicos utilizados para la identificación, el encaminamiento y las capacidades de tarificación, por ejemplo, para identificar países, destinos nacionales y abonados.

Plan de marcación [UIT-T E.164]: Una cadena o combinación de cifras decimales, símbolos e información adicional que definen el método según el cual se utiliza el plan de numeración. El plan de marcación consta de prefijos, sufijos y otra información complementaria al plan de numeración que resulta necesaria para completar la llamada.

Plan de numeración cerrado: Se caracteriza por tener prefijos telefónicos y números de usuario de una longitud fija.

Plan de marcación cerrado: Plan de marcación en el que se utilizan los números (significativos) nacionales [N(S)N] al marcar los números geográficos. Es decir, los usuarios siempre deben marcar las 9 cifras del número completo, independientemente del lugar donde se encuentren. No existe, por tanto, prefijo nacional, que en los planes de numeración abiertos se utilice.

Plan de numeración abierto: Los prefijos telefónicos o los números de usuario tienen una longitud variable, debido a que no han sido estandarizados.

Plan de marcación abierto: Para hacer una llamada local no es necesario marcar el prefijo telefónico, mientras que sí se necesita para llamadas afuera del área del prefijo.

Plan de identificación: Plan que especifica el formato y la estructura de identificadores, no sujetos a marcación, en redes de telecomunicaciones utilizados para funciones/elementos/equipos de la red o para otros aspectos administrativos de la red.

Plan de numeración privado (PNP): Plan de numeración que especifica el formato y estructura de los números utilizados dentro de una red de telecomunicaciones de una entidad privada o empresa. El PNP puede estar totalmente separado del plan de numeración E.164 o puede solaparse con el mismo.

En la figura 17 se muestra un diagrama de identificación de equipos terminales en una red de voz y datos, con sus respectivas recomendaciones de la UIT-T.

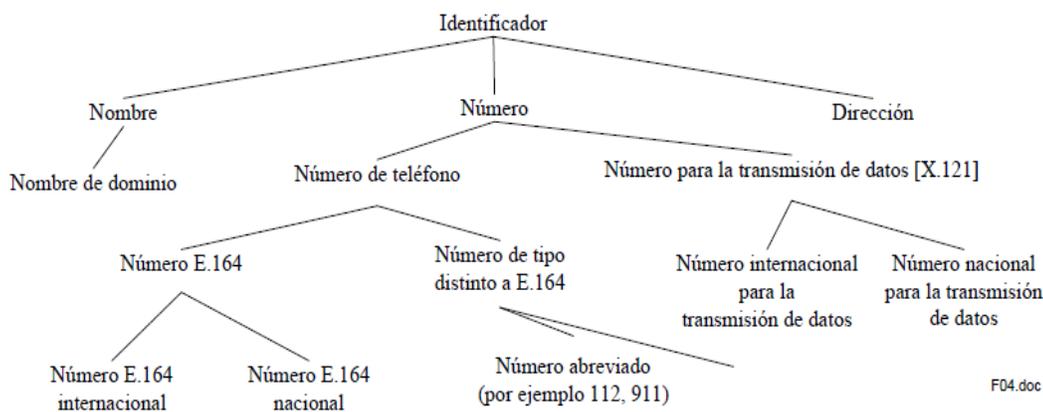


Figura 17: Estructura del identificador.

Fuente: Recomendación UIT-T E.101

Número E.164: Cadena de cifras decimales que cumple las tres características (a saber, estructura, longitud del número y singularidad) especificadas en [UIT-T

E.164]. El número contiene la información necesaria para cursar la llamada hasta el usuario o el punto desde el que se presta el servicio.

Número geográfico (GN) [UIT-T E.164-Sup.2]: Número E.164 que corresponde a una zona geográfica concreta.

Nombre: Combinación de caracteres utilizada para identificar entidades (por ejemplo, un abonado o un elemento de red) a partir del cual es posible determinar/traducir su dirección. Los caracteres posibles son cifras, letras y símbolos.

Número E.164 nacional: El administrador del plan de numeración define el plan nacional de marcación y el plan nacional de numeración. Estos planes se basan en [UIT-T E.164] y son compatibles con esa recomendación. En ellos se definen los prefijos, los números exclusivamente nacionales y la estructura y atribución de los formatos nacionales (a escala local y nacional) de los números E.164 internacionales. En el plano nacional, la estructura del número E.164 se basa en el formato de número (significativo) nacional [N(S)N], es decir, el indicativo nacional de destino (NDC) seguido del número de abonado (SN), sin incluir el prefijo (interurbano) nacional (si lo hubiere). En algunos casos el NDC puede omitirse o formar parte del SN, en cuyo caso el N(S)N y el SN son idénticos.

Número no geográfico sin significado geográfico.

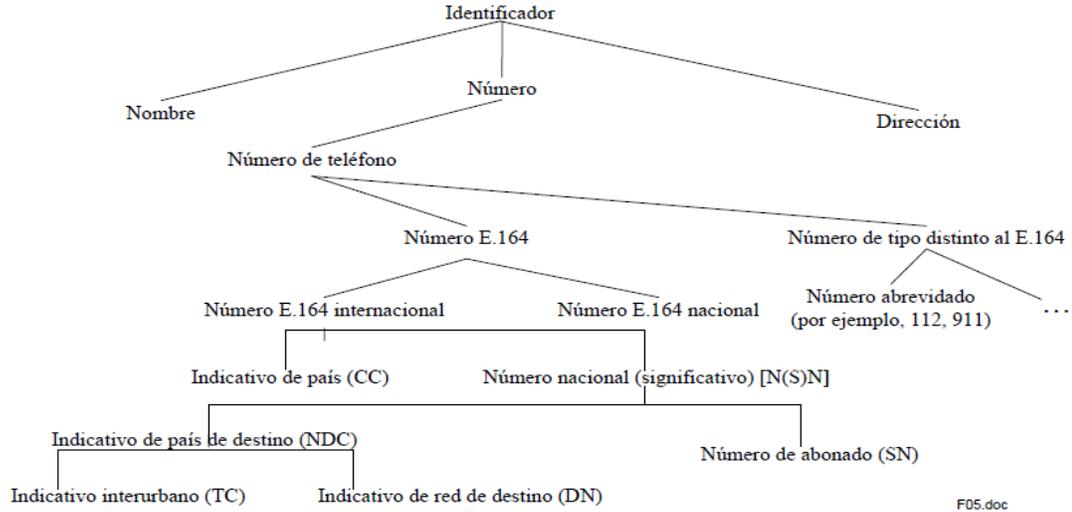


Figura 18: Identificador de número.

Fuente: Recomendación UIT-T E.101

El esquema de la figura 18, muestra cómo puede estar estructurada la cadena de cifras decimales que conforman el número identificador de un dispositivo terminal en una red telefónica pública conmutada o RTPC, con un indicativo de país (CC) que servirá para ser reconocido en la red o servicios mundiales sin inconvenientes; a su vez está compuesta por los indicativos de país para zonas geográficas, que se encuentran definidos en los planes nacionales de numeración. El número nacional (significativo) consta del indicativo nacional de destino (NDC) y el número de abonado (SN). Puede suceder que el NDC no se incluya o que éste forme parte del SN, en cuyo caso el N(S)N y el SN son idénticos. En éste caso el formato del N(S)N se determina en función de las REDI.

[20] [21]

CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA

En éste capítulo se describen todos lo procedimientos realizados para la elaboración de la propuesta y el estudio de las características importantes para la evaluación y descripción de la red telefónica de la FANB.

El concepto de metodología refiere a una etapa en la elaboración de un determinado proyecto, que se crea a partir de posiciones o bases teóricas y posee un conjunto de procedimientos o fases que determinan cómo se van a realizar las tareas asociadas con la investigación y elaboración de dicho proyecto. Por lo tanto el marco metodológico está relacionado con el momento en el que se realizan los procedimientos lógicos, tecno-operacionales implícitos con el fin de analizar el objeto de estudio y estructurar los datos obtenidos, siguiendo por supuesto, los conceptos teóricos establecidos para el desarrollo de un trabajo o proyecto en específico.

En relación a la elaboración de este proyecto, la propuesta para el plan de numeración se basó en dos tipos de estrategias metodológicas: la investigación documental, que permitió obtener un conocimiento previo y un soporte bibliográfico ligado con el tema objeto de estudio, indagando en bibliografías como libros, revistas y otros proyectos, elementos importantes como los antecedentes de las redes de voz, los antecedentes de la red de la FANB, el desarrollo de dicha red, aspectos relacionados con la conmutación telefónica, las tecnologías usadas actualmente en la telefonía, proyectos realizados anteriormente con el mismo fin o con objetivos similares, recomendaciones nacionales e internacionales entre otros. La segunda estrategia concierne a la investigación de campo, basada en la recolección de datos directamente de la realidad donde ocurren los hechos, sin controlar variable alguna. Se utilizó la herramienta de entrevistas hacia el personal militar y civil que se encontraba plenamente ligado con las redes telefónicas de los componentes de la FANB, así como también al personal perteneciente a SICODENA, con el fin de obtener una

documentación precisa y actual acerca de la situación la red para la transmisión de voz perteneciente la FANB, también se realizaron visitas a estaciones repetidoras y terminales para el envío y transmisión de las señales de voz y algunas de las centrales telefónicas que dan servicio a dicha red, se observó y tomó notas acerca de estos equipos que conforman la red, los cuales serán detallados en el capítulo siguiente.

Por lo tanto, para la realización de dicho trabajo, denominado “Propuesta para el Plan de Numeración de la Red Telefónica Pública de la FANB” se llevaron a cabo cinco fases, las cuales permitieron una organización en la elaboración y el cumplimiento de los objetivos eficientemente. Estas fases serán descritas de forma detallada en el aparte **4.2** de este capítulo.

4.1 Nivel de Investigación

Debido a las herramientas metodológicas utilizadas en la elaboración del proyecto, las cuales se mencionaron anteriormente, se puede entender que el nivel investigativo es plenamente de carácter descriptivo, donde se evaluó la condición actual de la red de voz de la FANB y se tomaron en cuenta aspectos importantes como: Equipos utilizados en la red, cantidad de usuarios de la misma, división territorial estratégica de la FANB, estructura y tecnología de las redes de cada uno de los componentes así como su desarrollo en los últimos años; y de esta forma, tomando en cuenta múltiples variables, se logró realizar una evaluación exhaustiva de cual sería el plan de numeración mas conveniente para identificar a sus usuarios de forma organizada y coherente, y así lograr el cometido de mejorar la calidad del servicio (QoS) y de esta forma lograr el incentivo del uso de la red y disminuir el uso de los servicios de telefonía móvil o fija de otras empresas proveedoras para labores de la FANB, lo que implica vulnerabilidad en la información.

4.2 Fases del proyecto

4.2.1 Fase 1: Estudio Documental.

En esta fase se realizó una documentación y recopilación de información en materia referente a las redes para transmisión y recepción de voz como: tipos de redes que existen, tecnologías que manejan, procedimiento de transmisión y recepción, la migración futura de este tipo de redes, planes utilizados para identificar a los usuarios, las recomendaciones internacionales para establecer estos planes y los protocolos que se utilizan para este tipo de comunicación, entre otros; utilizándose recursos como bibliografías, proyectos elaborados y fuentes de internet. Los aspectos que se consideraron relevantes para la elaboración de la propuesta fueron plasmados en el capítulo 3 o Marco Teórico. Esto con el fin de obtener una mayor profundidad en los conocimientos que se requerían para la elaboración del levantamiento de información referente a la red telefónica pública de la FANB, que involucró entrevistas a personas encargadas de la gestión y el mantenimiento de la red y obtención de información digital como tablas y bases de datos de los componentes de la FANB para el establecimiento ideal del plan de numeración.

Para la obtención de información acerca de la situación actual de la red telefónica, se tomó como criterio inicial la situación de las centrales automáticas de conmutación o CPA que posee cada uno de los componentes y entes adjuntos a la FANB, los elementos que se tomaron en cuenta fueron los siguientes:

- Especificaciones como marca, modelo y versión.
- Lugar o Región donde se encuentra.
- Que tecnología utilizan.
- Cuantos abonados y líneas telefónicas contienen.
- Si usa protocolos de VoIP o funciona como Red Telefónica de Conmutación RTC solamente.

Para la obtención de los datos se enviaron oficios por parte de DICOFANB, ente donde se realizó el proyecto, haciendo la solicitud de la información a tres de los

componentes de la FANB: Ejército, Armada y Guardia Nacional y a entes adjuntos a esta como: el MPPD o Ministerio de Poder Militar para la Defensa, La DGCIM o Dirección General de Contrainteligencia Militar y Hospital Militar principalmente.

Para requerir la información del componente de la Aviación, se tuvo el apoyo de dos oficiales de la Dirección de Telemática de la Aviación, encargados como personal militar del proyecto de numeración de la red de la FANB, el Cap. Iván Hernández y el Cap. Contreras, quienes poseen el contacto directo con dicha información y la transfirieron en digital, en tablas, gráficos de la red y oficios respondidos. También se contó con el apoyo de personal militar de SICODENA área central, quienes favorecieron esta documentación a través de entrevistas e información facilitada, entre estos oficiales se encuentran: Cnel. Barreto, Tte. de Navío Yonel González, Cap. Rondón y Tte. de Fragata Torrealba. A su vez se contó con la ayuda del Tte. De fragata Alex Zambrano, el Alférez de navío y el Cap. De navío René Ortega, para la obtención de la información del componente de la Armada que se realizó en una investigación de campo el viernes 16 de marzo, en la central telefónica de la Comandancia General de la Armada Nacional Bolivariana ubicada en San Bernardino-Caracas.

A su vez, en la visita realizada el 6 de marzo del 2012, se contó con el apoyo del personal que labora en la Central Telefónica del Fuerte, que da el servicio a las unidades del Ejército ubicadas en el Fuerte Tiuna-Caracas, ya que se realizaron entrevistas y se obtuvo información de alta importancia para el proyecto. De la misma forma, se realizó una visita al departamento de Telefonía de la Comandancia General del Ejército donde también se realizó una entrevista el día 20 de marzo del mismo año. Entre estos oficiales se encuentran: Cap. Kimbel Brito, encargado de la Central Telefónica del Fuerte; Sgto. Salas, sargento técnico de comunicaciones telefónicas del ejército y el Sgto. Bazán, sargento técnico del departamento de telefonía en la Comandancia General del Ejército. Se realizó una reunión con el Cap. Roberto Urbina, oficial perteneciente a la Dirección de Contrainteligencia Militar de la FANB, quién también facilitó los datos de las necesidades de extensiones para esta dirección.

Se contó también con el asesoramiento durante las actividades realizadas a lo largo del proyecto del tutor industrial, Cnel. Antonio Gutiérrez C. la Ingeniero Charaí y el Coronel Wong, en las diversas reuniones que se realizaron con ellos en DICOFANB.

Los datos obtenidos se colocaron en tablas de tal forma de poder analizar de manera detallada cuál era la situación actual, éstas se presentan en el capítulo 5 de resultados. Dicho proceso comprende la siguiente fase donde se analiza la información obtenida.

4.2.2 Fase 2: Análisis de la información recopilada.

En esta fase se estudió la información obtenida de manera específica y se determinaron los aspectos importantes a tomar en cuenta para la realización de la propuesta, como: qué medio de transmisión usa cada central para recibir y transmitir la información, cuales centrales pudiesen trabajar con telefonía IP y cuál es la máxima cantidad de líneas telefónicas y extensiones que soportan dichas centrales, entre otros. Con esto se logró caracterizar la red de forma detallada y se obtuvo el mejor diagnóstico acerca de la red, para de esa forma, relacionarla con la nueva división estratégica territorial por REDI, la cual fue una de las variables principales de esta propuesta.

Los datos fueron obtenidos en tablas realizadas con el programa Excel y en formato PDF, guías telefónicas como es el caso del componente de la Armada, que facilitó su Instructivo de Comunicaciones “INS-CO CGA”. Inicialmente se tomó en cuenta la población de usuarios que comprendía cada componente y se clasificó por estados del país, para luego llevarse a una tabla, la cual se explicará en el capítulo siguiente, que posee la clasificación de las REDI en la cual se plasmó: qué estados la comprende, cuál es la cantidad de usuarios por componentes, de la misma se incluyó un 20% a la cantidad de usuarios determinada, denominado porcentaje de escalabilidad para establecer un margen de crecimiento de la cantidad de usuarios en un máximo de 15 años, y también un borrador de propuesta para identificar las regiones y sus abonados.

Para la identificación de las regiones se establecieron varias posibilidades, donde se buscaba tener la menor cantidad de dígitos posibles para que fuese práctico para el usuario y no hacer de la marcación un proceso tedioso, un aspecto importante tomado en cuenta fue la cantidad de usuarios por región que se tenían en ese momento, ya que el número de abonado comprendería los pre-dígitos regionales y el número de extensión, y debía evitarse que el recurso numérico por cada REDI se agotara según el criterio que se estaba estableciendo para identificar a las extensiones. Con la cantidad de usuarios obtenidas se entendió que la REDI Central era la que poseía mayor población, la cual era extremadamente superior que la población de las otras Regiones Estratégicas de Defensa Integral, por consiguiente el caso con el que se fue más estricto en el proceso de numeración fue esta región, es decir, al satisfacer la necesidad de identificación de cada uno de los abonados inequívocamente en la REDI central, también se cumpliría en las demás REDI que presentan una menor cantidad de usuarios. Se realizó también la asignación de dígitos para identificar a las extensiones por región, y a su vez se seleccionaron los dígitos de prefijo que iban a identificar las regiones o REDI correspondientes, proceso que corresponde a la siguiente fase.

En la fase anterior, se realizó también una modificación de título en el proyecto el cual era “Diseño e implementación del plan único de numeración de la red telefónica pública de la FANB”, se sustituyeron las palabras “diseño e implementación” por “propuesta”, esto debido a que se determinó que para implementar el plan, el proceso que se debe llevar a cabo es la programación de cada una de las centrales que componen la red de la FANB, y como es una red para la seguridad nacional la programación es realizada por personal militar especializado de cada uno de los componentes, siendo esto de carácter confidencial y conjuntamente el tiempo destinado para la implementación sería extremadamente mayor al destinado para la realización de dicho proyecto.

La obtención de la información necesaria requirió una cantidad amplia de tiempo, ya que involucraba el sondeo en las redes de cada uno de los componentes,

por lo tanto, al inicio del proyecto en las entrevistas realizadas al personal militar de SICODENA área central, se contó con el apoyo del Tte. De Navío. Yonel Gonzales, quien facilitó valores estimados de la cantidad de usuarios por componentes y entes que pertenecen a la FANB, estos se encuentran en la tabla 1 en el capítulo 6.

4.2.3 Fase 3: Estudio numérico y diseño del Plan de Numeración de la Red.

Se realizaron una serie de cálculos pertinentes para obtener la cantidad de dígitos relacionada con las combinaciones convenientes para identificar inequívocamente a cada línea telefónica y usuario de la red de forma organizada, evaluando el crecimiento de la demanda de dicho servicio y de usuarios a futuro, tomando el porcentaje para el crecimiento que mas se adaptó a la demanda y la situación actual de la red. Se tuvo la intención de realizar un estudio estadístico para determinar cómo fue el crecimiento de la red de voz de la FANB en referencia a la población de usuarios en los últimos 15 años, la cual ha mantenido su situación estable de servicios de voz a los componentes satisfaciendo la necesidad a las unidades importantes y a sus correspondientes entes, utilizando los recursos de la red de SICODENA o contratando a empresas proveedoras del servicio de telefonía como CANTV. Para dicho estudio se buscó considerar también, la creación de nuevas unidades pertenecientes a la FANB, en que estado y la cantidad de puestos de trabajo que dispondrían, pero los datos no pudieron ser obtenidos debido a que la información es clasificada o de carácter confidencial ya que tiene como fin la seguridad nacional. Por lo tanto, este tipo de estudio no se realizó, ya que no se contaba con la información suficiente para respaldarlo.

Para la identificación de las extensiones, la propuesta se basó en la recomendación de la UIT-T E.164, utilizada también por CONATEL ente regulador de las comunicaciones en el país, donde se plantea que el número para identificar la extensión es de cuatro (4) dígitos, de tal forma de mantener una estandarización para las llamadas entrantes desde redes de públicas que se encuentran a nivel nacional,

perteneciente a empresas como CANTV. Dónde se realizará convenios una vez implementado el proyecto, para identificar en las centrales de conmutación de estas empresas las rutas de las líneas troncales relacionadas con las centrales de conmutación que pertenecen a la FANB, con tres (3) dígitos como prefijo numérico, esto con el fin de mantener una regulación en las llamadas entrantes para que se realicen de la misma manera que en las redes públicas del país. Dicho estándar se puede ver en la figura 19 donde se muestra la estructura del número de abonado, según la recomendación E.164 de la UIT-T.

Para la asignación del prefijo numérico de las REDI, se establecieron dos propuestas: una que constaba en identificar a cada región haciendo el uso de tres (3) dígitos, uno de acceso, el segundo que identificaba la REDI y el último el estado, aspecto que fue analizado en profundidad y no era la mas eficiente, ya que no se contaba con centrales telefónicas en todos los estados del país y se involucraba un gasto innecesario del recurso numérico, dando cabida a la segunda propuesta y mas factible donde se planteó como prefijo un solo dígito que identifique a la región y antes el dígito de acceso que fuese igual para todas, que funcionaría para identificar cuándo la llamada tiene como destino un usuario de otra región. De igual se evaluó la situación de los servicios especiales, donde se propuso que la longitud numérica era de tres dígitos al igual que para las redes publicas nacionales, pero en este caso con el prefijo asterisco (*), buscando agotar lo menos posible el recurso numérico para identificar a las extensiones.

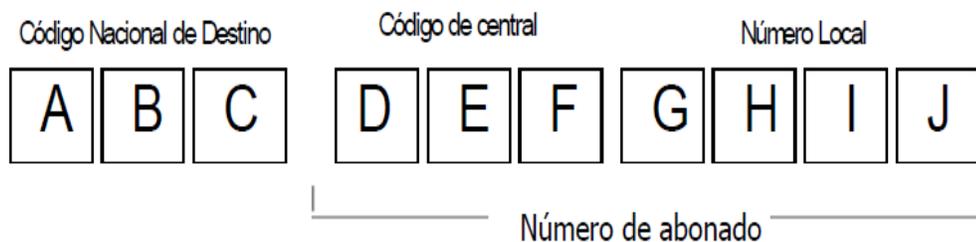


Figura 19: Diagrama de identificación numérica de un abonado según la recomendación E.164 de la UIT-T para planes de numeración.

Fuente: Resolución N° 220. CONATEL. Caracas, 2003. Años 192° y 144°

Posteriormente al análisis, se realizó la división de la REDI central en dos regiones conformadas por tres estados cada uno, debido a la cantidad de usuarios que contenía, esto se explicará de manera detallada en el capítulo 6, análisis de resultados.

4.2.4 Fase 4: Elaboración de la propuesta para la Implementación del Plan de Numérico de la Red Telefónica.

Se estableció la propuesta más factible para el Plan de Numeración para integrar la Red Telefónica Pública de la FANB, se compararon los resultados obtenidos por cada REDI con la cantidad de usuarios que podían identificarse con los dígitos planteados, debido a esto se separó a la REDI central en dos regiones: Este y Oeste; ya que se contaba con una cantidad que sobrepasaba el límite de abonados del que se disponía. Se realizaron reuniones en las instalaciones de DICOFANB con los oficiales encargados del proyecto, con el fin de corroborar los datos que ya se había analizado en tablas y obtener observaciones acerca de la propuesta, hasta llegar a la opción más eficiente.

A las REDI que poseen poca cantidad de usuarios, ya fuere por la condición geográfica, poca extensión territorial o ubicación remota, como lo son la REDI Guayana y la REDI Marítima Insular, se le asignó un solo dígito que identificara a ambas, ya que para las evaluaciones de crecimiento y demanda, un aumento en estas regiones no agotaría el recurso numérico en varias décadas.

Con el porcentaje de escalabilidad, se determinó el grado de factibilidad de la propuesta para ser utilizada en un periodo de tiempo mínimo de 10 años y máximo de 15 años. Se consideró el 20% una cantidad adecuada para cubrir el crecimiento de la red y la demanda, ya que la organización de los componentes y entes de la FANB generalmente es sólida o rígida, donde no aumenta la población de manera notable y el factor fundamental refiere a la estructura rotativa de los cargos. El porcentaje también se basó en las entrevistas realizadas a lo largo de todo el proyecto.

4.2.5 Fase 5: Elaboración del informe Final.

En esta fase se realizó la organización de los temas abordados en el proyecto, el análisis de los resultados obtenidos para la elaboración de la propuesta, se plasmaron las actividades que se hicieron para el desenvolvimiento efectivo de los objetivos y, finalmente con la información y propuesta elaborada, se elaboró el informe final, que contenía todos los aspectos relevantes del proyecto.

CAPÍTULO V

RESULTADOS

Este capítulo refleja los datos o resultados obtenidos de la situación actual de las redes telefónicas de los componentes y entes que pertenecen a la FANB. Los cuales fueron tomados como variables principales para la elaboración del plan único de numeración. Los aspectos tomados en cuenta fueron: Cantidad de usuario por REDI, características de las centrales de de la red de la FANB y diagramas de red.

5.1 Cantidad de usuarios

En esta sección se muestran los resultados referentes a la cantidad de usuarios que pertenecen a la red telefónica de la FANB, clasificados por componentes y entes.

5.1.1 Datos estimados de usuarios

Datos obtenidos de cantidad de usuarios por componente, antes de la recolección de información fidedigna.

Tabla 1: Cantidad estimada de usuarios por componente de la FANB, a inicios del proyecto.

Descripción	Cantidad de abonados
Ministerio del Poder Popular para la Defensa	2000
DICOFANB	160
Ejercito	1000
Armada	4000
Aviación	3000
Guardia Nacional	1000
Hospital Militar	2000
Comando Estratégico Operacional	150
Comandancias	800
Milicia	200
Casa Militar	1000
Total de abonados	15.310

Fuente: SICODENA área central.

5.1.2 Datos de usuarios por REDI

Una vez obtenida la información de la situación actual de usuarios por componentes se organizó y colocó en tablas clasificándose por REDI y componentes, como se muestra en la tabla 2, que refleja la situación de la REDI central: Los estados que la comprenden, su cantidad de usuarios incluyendo el porcentaje de escalabilidad, y la asignación de dígitos por región. Igualmente se muestra la situación de las otras REDI en las tablas 3, 4, 5, 6 y 7.

Tabla 2: Cantidad de usuarios en la REDI Central, estados y dígitos de identificación.

REDI	ESTADOS O DEPENDENCIAS	CANTIDAD DE USUARIOS O EXTENSIONES	CANTIDAD + ESCALABILIDAD (20%)	MARCACIÓN DE ACCESO	DÍGITOS DE EXTENSIÓN
CENTRAL ESTE	- Distrito Capital - Edo. Miranda - Edo. Vargas	EJNB: 760 ARNB: 2572 AVMB: 819 GNB: 435 MPPD: 2834 TOTAL: 7420	7420 + 1484 = 8904	-Acceso red FANB: 0 -Acceso Red Pública Nacional CANTV: 09 - CÓDIGO DE REGIÓN: 1	XXXX (4 Dígitos) Asignación: Forma Aleatoria
CENTRAL OESTE	- Edo. Carabobo - Edo. Aragua - Edo. Yaracuy	EJNB: 250 ARNB: 772 AVMB: 1440 GNB: 100 MPPD: 420 TOTAL: 2982	2982 + 597 = 3579	Acceso red FANB: 0 -Acceso Red Pública Nacional CANTV: 09 - CÓDIGO DE REGIÓN: 2	XXXX (4 Dígitos) Asignación: Forma Aleatoria
CENTRAL	TOTAL:	10402	12483		

Fuente: Red telefónica pública de la FANB.

En la tabla 2, los valores de extensiones del Ministerio de Poder Popular para la Defensa (MPPD) están conformados también por los datos obtenidos de entes administrativos que pertenecen a la FANB y nuevos componentes, entre ellos están:

$$\text{MPPD} = 844 \left\{ \begin{array}{l} \text{DIM: 200 (Dirección de Contrainteligencia Militar)} \\ \text{DICOFANB: 90} \\ \text{IPSFA: 300 (Instituto de Previsión Social de la Fuerza Armada)} \\ \text{CAMIL: 500 (Casa Militar)} \\ \text{CAVIM: 100 (Compañía Anónima de Industrias Militares)} \\ \text{HOSPIMIL: 600 (Hospital Militar)} \\ \text{MILICIA: 200} \end{array} \right.$$

Para la cantidad de usuarios se consideraron los componentes principales de la FANB, como son la AVMB (Aviación Militar Bolivariana), la ARNB (Armada Nacional Bolivariana, El EJNB (Ejército Nacional Bolivariano) y la GNB (Guardia Nacional Bolivariana)

Tabla 3: Cantidad de usuarios en la REDI Occidental, estados y dígitos de identificación.

REDI	ESTADOS O DEPENDENCIAS	CANTIDAD DE USUARIOS O EXTENSIONES	CANTIDAD + ESCALABILIDAD (20%)	MARCACIÓN DE ACCESO	DÍGITOS DE EXTENSIÓN
OCCIDENTAL	- Edo. Zulia - Edo. Falcón - Edo. Lara - Edo. Mérida - Edo. Táchira - Edo. Trujillo	EJNB: 425 ARNB: 402 AVMB: 275 GNB: 201 MPPD: 155 TOTAL: 1458	1458 + 292= 1750	-Acceso red FANB: 0 -Acceso Red Pública Nacional CANTV: 09 -CÓDIGO DE REGIÓN: 3	XXXX (4 Dígitos) Asignación: Forma Aleatoria

Fuente: Red telefónica pública de la FANB

Tabla 4: Cantidad de usuarios en la REDI Oriental, estados y dígitos de identificación.

REDI	ESTADOS O DEPENDENCIAS	CANTIDAD DE USUARIOS O EXTENSIONES	CANTIDAD + ESCALABILIDAD (20%)	MARCACIÓN DE ACCESO	DÍGITOS DE EXTENSIÓN
ORIENTAL	- Edo. Anzoátegui - Edo. Monagas - Edo. Sucre	EJNB: 125 ARNB: 115 AVMB: 170 GNB: 50 MPPD: 90 TOTAL: 505	505 + 101 = 606	-Acceso red FANB: 0 -Acceso Red Pública Nacional CANTV: 09 -CÓDIGO DE REGIÓN: 4	XXXX (4 Dígitos) Asignación: Forma Aleatoria

Fuente: Red telefónica pública de la FANB.

Tabla 5: Cantidad de usuarios en la REDI Los llanos, estados y dígitos de identificación.

REDI	ESTADOS O DEPENDENCIAS	CANTIDAD DE USUARIOS O EXTENSIONES	CANTIDAD + ESCALABILIDAD (20%)	MARCACIÓN DE ACCESO	DÍGITOS DE EXTENSIÓN
LOS LLANOS	- Edo. Apure - Edo. Barinas - Edo. Portuguesa - Edo. Cojedes - Edo. Guárico	EJNB: 180 ARNB: 65 AVMB: 40 GNB: 84 MPPD: 30 TOTAL: 389	389 + 78 = 467	- Acceso red FANB: 0 - Acceso Red Pública Nacional CANTV: 09 - CÓDIGO DE REGIÓN: 5	XXXX (4 Dígitos) Asignación: Forma Aleatoria

Fuente: Red telefónica pública de la FANB.

Tabla 6: Cantidad de usuarios en la REDI Guayana, estados y dígitos de identificación.

REDI	ESTADOS O DEPENDENCIAS	CANTIDAD DE USUARIOS O EXTENSIONES	CANTIDAD + ESCALABILIDAD (20%)	MARCACIÓN DE ACCESO	DÍGITOS DE EXTENSIÓN
GUAYANA	- Edo. Bolívar - Edo. Amazonas	EJNB: 120 ARNB: 153 AVMB: 28 GNB: 39 MPPD: 15 TOTAL: 355	355 + 71 = 426	- Acceso red FANB: 0 - Acceso Red Pública Nacional CANTV: 09 - CÓDIGO DE REGIÓN: 6	XXXX (4 Dígitos) Asignación: Forma Aleatoria

Fuente: Red telefónica pública de la FANB.

Tabla 7: Cantidad de usuarios en la REDI Marítima Insular, estados y dígitos de identificación.

REDI	ESTADOS O DEPENDENCIAS	CANTIDAD DE USUARIOS O EXTENSIONES	CANTIDAD + ESCALABILIDAD (20%)	MARCACIÓN DE ACCESO	DÍGITOS DE EXTENSIÓN
MARÍTIMA INSULAR	<ul style="list-style-type: none"> - Edo. Delta Amacuro - Edo. Nueva Esparta - Isla Coche - Isla Cubagua - Arch. Los Testigos - Arch. Los Frailes - Arch. Los Hermanos - Isla La Orchila - Arch. Los Roques - Arch. Las Aves - Arch. Los Monjes 	EJNB:50 ARNB: 51 AVMB: 10 GNB: 32 MPPD: 8 TOTAL: 151	$151 + 30 =$ 181	<ul style="list-style-type: none"> - Acceso red FANB: 0 - Acceso Red Pública Nacional CANTV: 09 - CÓDIGO DE REGIÓN: 6 	XXXX (4 Dígitos) Asignación: Forma Aleatoria

Fuente: Red telefónica pública de la FANB.

Resultados obtenidos a nivel nacional:

-Cantidad de extensiones total a nivel nacional = 13.260

-Cantidad del Porcentaje de escalabilidad (20%) = 2.652

-Cantidad total mas escalabilidad = 15.912

5.1.3 Análisis de resultados de la Cantidad de Extensiones de la Red Telefónica de la FANB

Los datos obtenidos sirvieron para comprobar la suposición realizada a inicios del proyecto, la cual se basaba en que la REDI Central posee la mayor cantidad de abonados telefónicos, esto se debe a que las comandancias generales de los principales componentes de la FANB se encuentran ubicadas en la región central, siendo estas, edificaciones de gran tamaño donde se encuentra un gran número de puestos de trabajo para el desenvolvimiento de sus funciones, lo que implicaría también un alto número de líneas telefónicas dentro de estos grandes organismos. En el caso del Ejército, su Comandancia General se encuentra dentro de las instalaciones del Fuerte Tiuna en el Distrito Capital, La Guardia Nacional y la Armada también poseen su comandancia en la región capital del país, pero fuera de las instalaciones del fuerte. Y finalmente la de la Aviación (COGEAVIA) que se ubica en el estado Aragua, que pertenece también a la REDI central. Las comandancias son organismos encargados del alto mando militar, y deben estar ubicadas en zonas cercanas a la capital del país, debido a que concentra la mayor cantidad de población y a su vez es donde se encuentran los ministerios y organismos que poseen una primordial relación con la FANB. A su vez es importante tomar en cuenta, los entes adjuntos a la FANB como el MPPD, ISPFA y Hospital Militar que también poseen una cantidad considerable de abonados y se encuentran también en dicha región.

Comparando la REDI central con las otras REDI, la diferencia fue por miles de extensiones, por lo tanto se fue bastante estricto con la evaluación de la propuesta en esta región, ya que si es factible la cantidad de dígitos asignada para identificar a todos sus abonados, esto también aplicaría en las distintas REDI. La tabla 2 muestra que se hizo una división de la REDI central en dos regiones, central-este y central-oeste, compuestas cada una por tres estados geográficamente próximos, esto debido a que se quería mantener una cantidad de cuatro dígitos que identificaran a cada extensión, de tal forma de seguir el mismo estándar para las redes públicas del estado y hacer el proceso de marcación práctico; los valores estimados obtenidos en

SICODENA planteaban 15.310 abonados a nivel nacional (Tabla 1), donde un 70% pertenece a la REDI Central. Con cuatro dígitos la capacidad máxima de extensiones es de 10.000 al igual que la cantidad estimada en la región central y por consiguiente no se podía dejar para la asignación un margen de escalabilidad en caso de que la cantidad de usuarios aumentara. Es por eso que se considera esta REDI como el caso crítico del proyecto y se división para poder sacar el máximo provecho al recurso numérico.

En las tablas 2, 3, 4, 5, 6 y 7 se puede observar que se realizó una previa asignación de los dígitos que iban a identificar cada región, ya que el análisis previo planteaba que un dígito era suficiente, lo que implica diez (10) posibilidades diferentes y la cantidad de regiones es seis (6), que se transformó en siete (7) por la división de la Central.

Se puede observar que en las tablas 6 y 7, referentes a las REDI Guayana y Marítima Insular, la cantidad de extensiones de ambas no sobrepasaba de mil (1000), esto debido a la pocas unidades que contienen por su condición geográfica y poca extensión de terreno (en el caso de las islas y dependencias que componen la segunda región), sirviendo esto como base para unificar ambas regiones y de esta forma utilizar un solo dígito que identificara a las dos. De esta forma la propuesta de un (1) dígito de prefijo por región se mantenía, quedando así el recurso numérico de tres dígitos para identificar nuevas regiones o de acceso para salida hacia las redes públicas y un dígito de acceso que indicaría que la llamada es hacia otra región, para el último caso fue tomado el número cero (0).

La escalabilidad, aspecto fundamental en el proyecto, se tomó para todos los resultados de abonados en cada REDI. Se consideró como cantidad suficiente un 20% ya que la estructura de la FANB generalmente es estable, es decir que no crece de forma descontrolada y contiene una organización rotativa o de remplazo. La cantidad tomada para la escalabilidad se basa también en las entrevistas realizadas a los oficiales encargados de las redes de telefonía de la FANB, los cuales plantearon que un 20% era una cantidad certera para considerar el crecimiento de los abonados totales en la red. A nivel nacional, este porcentaje equivale a 2.652 extensiones una

cantidad bastante amplia para el crecimiento en un tiempo de 15 años, donde los entes administrativos como el MPPD no implicarán un aumento de la cantidad de usuarios ya que son estructuras sólidas preestablecidas para cumplir su función. Los aspectos principales tomados en la escalabilidad, fueron la demanda insatisfecha en el caso de componentes con menor despliegue en su red como el EJNB (poca cantidad de abonados en comparación a la AVMB y la ARNB) y la creación de nuevas unidades las cuales necesitarían un promedio de 10 extensiones cada una, ya que son unidades de combate o de defensa como un pelotón o una brigada, las cuales necesitan pocas líneas telefónicas, para el comandante o jefe de dicha unidad y secretaría para las labores administrativas en principio.

Otro aspecto importante observado es la cantidad de abonados que contiene la GNB, la cual es notablemente menor que en los otros componentes, esto se debe a las labores que posee dicho componente que se expresa en el artículo 329 de la carta magna: “....La Guardia Nacional cooperará en el desarrollo de dichas operaciones y tendrá como responsabilidad básica la conducción de las operaciones exigidas para el mantenimiento del orden interno del país.”[22]. Las unidades que poseen son pequeñas en comparación a una base aérea o naval, ya que son puestos de guardia, comandos regionales, entre otros; lo que implica menos cantidad líneas telefónicas.

5.2 Situación actual de las centrales de conmutación

En la tabla 8, se muestran las características principales que manejan las centrales de conmutación automática de la red telefónica de la FANB.

En la tabla 9 se observa la clasificación de los dígitos para discado directo entrante (DDE). Los cuales son tres dígitos de prefijo que se han obtenido por convenios con empresas proveedoras de servicios de telefonía como CANTV, para las llamadas desde la red telefónica pública conmutada o RTPC hacia las redes telefónicas de cada uno de los componentes y entes de la FANB.

Tabla 8: Situación de las centrales telefónicas de los componentes de la FANB.

COMPONENTE	CENTRALES	CANTIDAD	CAPACIDAD DE EXT	Medios de TX	TECNOLOGÍA
SICODENA	• Siemens, HiPath 4000.	1	160	Microondas Par de cobre	PDH
	• Ericsson BP-250	13	250		
MPPD	• Ericsson MD 110 - BC 10.	1	2000	Microondas Fibra Óptica Par de cobre	PDH
Ejército	• Ericsson MD 110 - BC 7.	1	1000	Fibra Óptica Par de cobre	PDH
	• Siemens HICOM: 110, 118E, 120, 130,150.	70 Centralitas	Desde 4x8 hasta 8x150		
Armada	• Ericsson MX 1.	1	1000	Microondas Par de cobre	PDH ISDN
	• Ericsson MD 110 - BC 9.	6	500		
	• Ericsson BP 250.	13	250		
	• Panasonic 616	1	6x16		
Aviación	• Siemens, HiPath 4000 - 2.0.	7	600 Central de máx. Cap (24 ext cada módulo) 200	Microondas Par de cobre	PDH
	• Siemens, HICOM 300.	1			
Guardia Nacional	• Siemens, HiPath 4000 - 2.0	1	218x744	Microondas Par de cobre	IP (PSI : CANTV)
	• Siemens, HiPath 3800 - 5.0	4	16x80 (2) 16x56 (2)		
	• Siemens, HiPath 3550 - 5.0	1	12x34		
Hospital Militar	• Ericsson MD 110 - BC 12.	1	2000	Microondas Par de cobre	PDH

Fuente: Red telefónica pública de la FANB.

-Cantidad total de centrales con capacidad alta = 33 centrales.

-Cantidad total de centrales de menor capacidad = 86 centrales.

Tabla 9: Códigos de Discado Directo Entrante (DDE) por componente desde la red pública de CANTV y códigos nacionales de destino (CND).

COMPONENTE	CND (CANTV)	DDE (FANB)
EJNB	212	605
ARNB	212	555 (CGA)
	212	350 (CANES)
	242	360 (BNAR)
	269	250 (BNFA)
AVMB	243	267 (BAEL)
GNB	212	406 (COGEGNB)
MPPD	212	607

Fuente: Red telefónica pública de la FANB.

5.2.1 Análisis de Resultados de la Situación Actual de las Centrales de Conmutación

Como se observó en la tabla 8, la cantidad de centrales de conmutación privadas que dan servicio de voz a cada uno de los componentes varía, sirviendo esto para comprender que cada componente desarrolló su red en base a su conveniencia y labores que les compete. En el caso de la Armada y la Aviación, su red debe estar estrictamente desarrollada ya que sus unidades como bases aéreas y navales que contienen una gran cantidad de embarcaciones y aviones, necesitan más que una

comunicación eficiente para el control de sus labores estratégicas. En el caso del ejército, que presenta una mayor cantidad de unidades dentro de las instalaciones del Fuerte Tiuna, poseen una central telefónica principal que sirve para dar servicio en esas instalaciones, pero también contienen unidades en las otras regiones utilizándose “centralitas” de conmutación o centrales con poca cantidad de extensiones lo cual no es lo mas conveniente ya que son centrales antiguas las cuales requerirán en un futuro ser cambiadas a unas mas modernas que contengan mayor capacidad.

Respecto a los medios o canales de transmisión, el principal utilizado para comunicar los diferentes componentes y entes a través de la red de SICODENA es el aire, donde a través de enlaces de microondas digitales en la gama de frecuencias de 2.5 a 5 GHz se envían las señales correspondientes a los canales de voz. La causa de esto es la gran distancia que existe entre las unidades de los componentes, y la seguridad que implica la propagación de microondas que es bastante alta, en el aspecto monetario implementar un medio de tx confinado como cable multipar de cobre, cable coaxial o fibra óptica implicaría un enorme gasto, y un arduo proceso de implementación en un tiempo extenso. Actualmente se trabaja en proyectos para obtener redundancia en la comunicación, utilizando las redes de transporte de empresas del estado como CORPOELEC y PDVSA, que poseen un alto despliegue de fibra óptica en todo el país.

Haciendo referencia a las tecnologías que usa cada componente se comprueba lo mencionado anteriormente; que existe la diversidad en cada una de sus redes de acuerdo a que fueron creadas de forma individual para satisfacer sus necesidades de comunicación. En el caso del Ejército y la Aviación su tecnología esta basada en una RTC o Red Telefónica Conmutada y para la transmisión y recepción la jerarquía es la PDH o Jerarquía Digital Plesiócrona, usando el estándar internacional (Europa y Latinoamérica) E1, SICODENA maneja también estas tecnologías para funcionar como red de transporte, e integrar las distintas redes de los componentes de manera compatible.

El Ejército posee el medio de transmisión de fibra óptica utilizado para enlazarse digitalmente con el MPPD, que posee equipos radio para unirse a la red de

transporte de SICODENA, ya que la distancia que existe entre ellos no es tan amplia y es factible utilizar este medio. Es importante aclarar que desde las centrales de conmutación hacia los equipos terminales o teléfonos que pertenecen a cada uno de los componentes se usan líneas de transmisión de cobre o par de cobre, conocido esto como última milla.

La armada posee la tecnología RDSI o Red Digital de Servicios Integrados para proveer servicios de voz y datos a través de la misma red. A diferencia de la GNB la cual posee servicio de voz usando los protocolos IP, logrando sus enlaces a través de la nube de internet de uno de los principales proveedores de este servicio en el país: CANTV, con convenios realizados con esta empresa.

La mayor cantidad de centrales que comprenden la red de la FANB son marca Ericsson modelos MD 110 en sus diferentes versiones (BC 7, BC 9, BC 10 y BC 12), siendo los dos últimos compatibles con los protocolos IP, y el modelo MD 250. De las marca Siemens se encuentran los modelos Hipath 4000 versión 2.0, Hipath 3800 versión 5.0 y Hipath 3550 versión 5.0, siendo estas compatibles con el protocolos IP con licencias que se obtienen directamente del fabricante. También están la centrales de pequeña capacidad como las Siemens Hicom en varias de sus versiones, utilizándose en pequeñas unidades.

La señalización utilizada principalmente entre estas centrales es la CAS o señalización por canal asociado, usada por el estándar de transmisión E1, que comprende en 30 canales para la voz un canal para la señalización y otro para control. El tipo de señalización usado en la red de SICODENA es el R2 también conocido como MFC-R2; Exceptuando la red de la GNB que trabaja con los protocolos IP. En la red telefónica del componente de la Armada el tipo de señalización CCS, ya que maneja la tecnología RDSI acceso primario (PRI), donde las señales de control no van por los mismos canales de la voz, si no en uno aparte denominado canal D el cual contiene la señalización o señales de control de varios canales de voz.

5.3 Resultados obtenidos de los Diagramas de Red

En esta sección se representan los diagramas de red referentes a la situación de las redes de cada uno de los componentes de la FANB (Figuras 20, 21, 22, 23 y 24), y a su vez cómo se encuentran conectadas dichas redes a la red de SICODENA y cuáles son los dígitos de prefijo que se utilizan para realizar las llamadas de un componente a otro. (figura 25).

5.3.1 Red perteneciente a la ARNB (Armada Nacional Bolivariana)

En la figura 20 se presenta el diagrama de interconexión de las centrales en la red telefónica de la ARNB. La figura 21 muestra cómo es la estructura de la red y datos de del componente de la Armada.

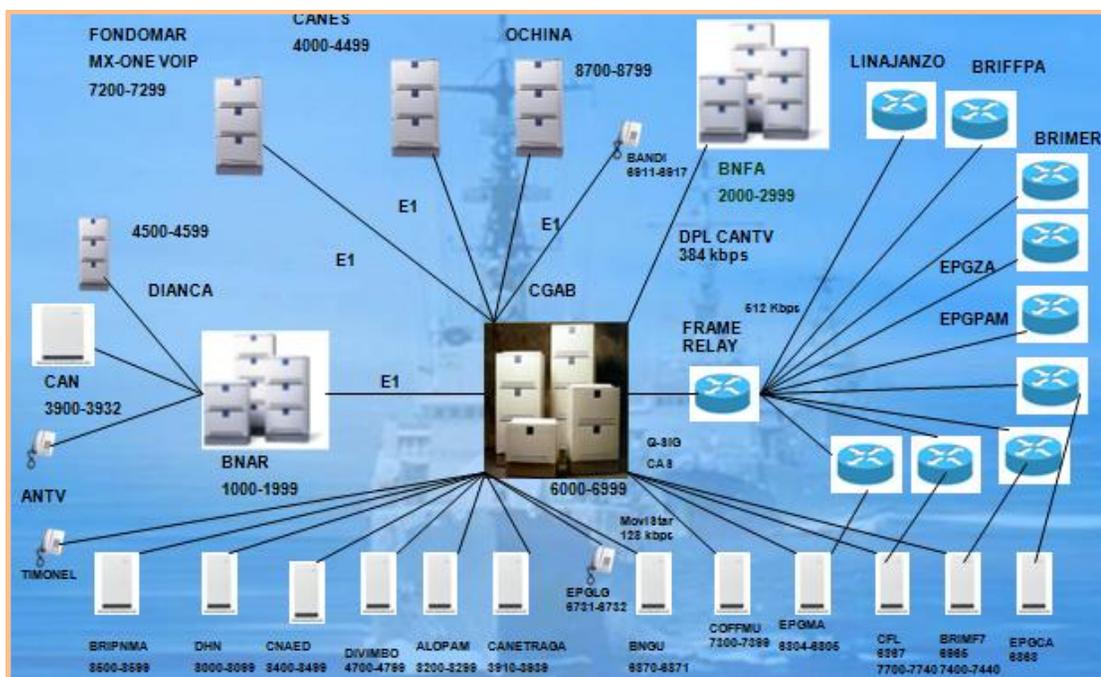


Figura 20: Diagrama de la red telefónica del componente de la Armada ARNB.

Fuente: Departamento de telefonía de la Comandancia General de la Armada

5.3.3 Red perteneciente a la GNB (Guardia Nacional Bolivariana).

En la Figura 23 se observa cómo se encuentra estructurada la red telefónica de la GNB y como son los enlaces entre sus centrales de conmutación.

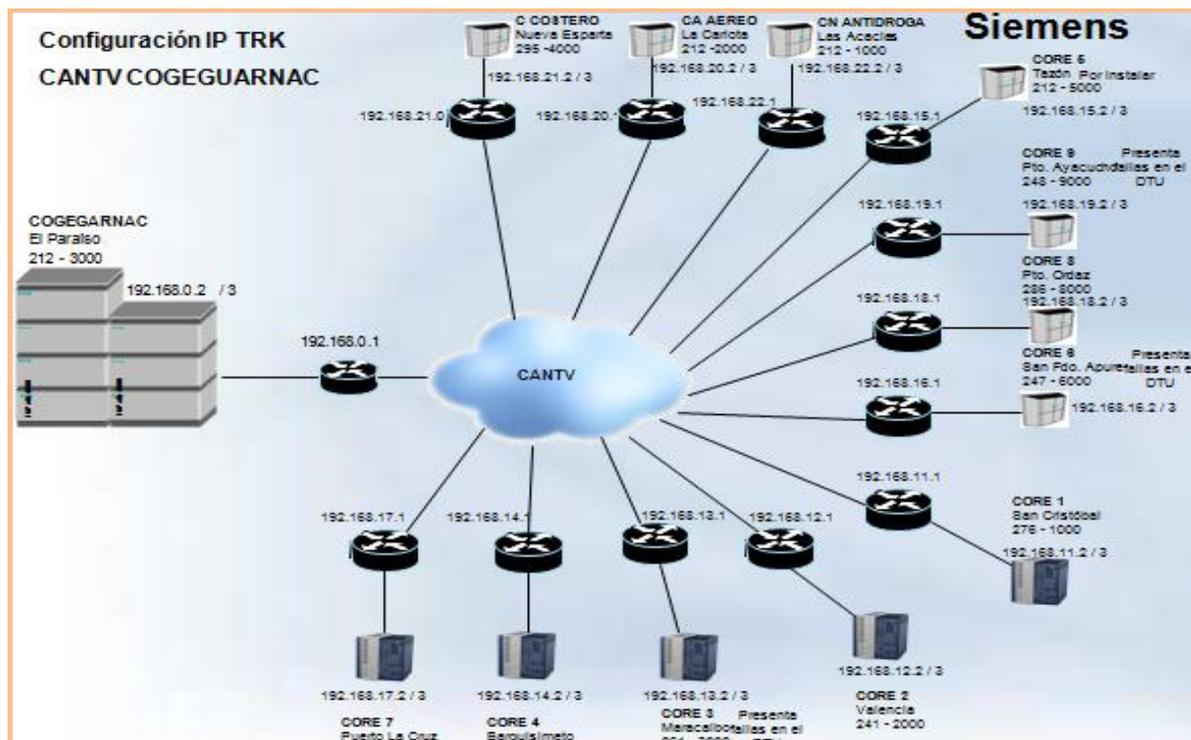


Figura 23: Diagrama de la red telefónica del componente Guardia Nacional Bolivariana GNB.

Fuente: Comandancia General de La Guardia Nacional Bolivariana.

5.3.4 Red perteneciente al EJNB (Ejército Nacional Bolivariano).

En la figura 24 se refleja la situación de la red telefónica del Ejército dentro de las instalaciones del Fuerte Tiuna-Caracas y cómo se encuentra estructurada.

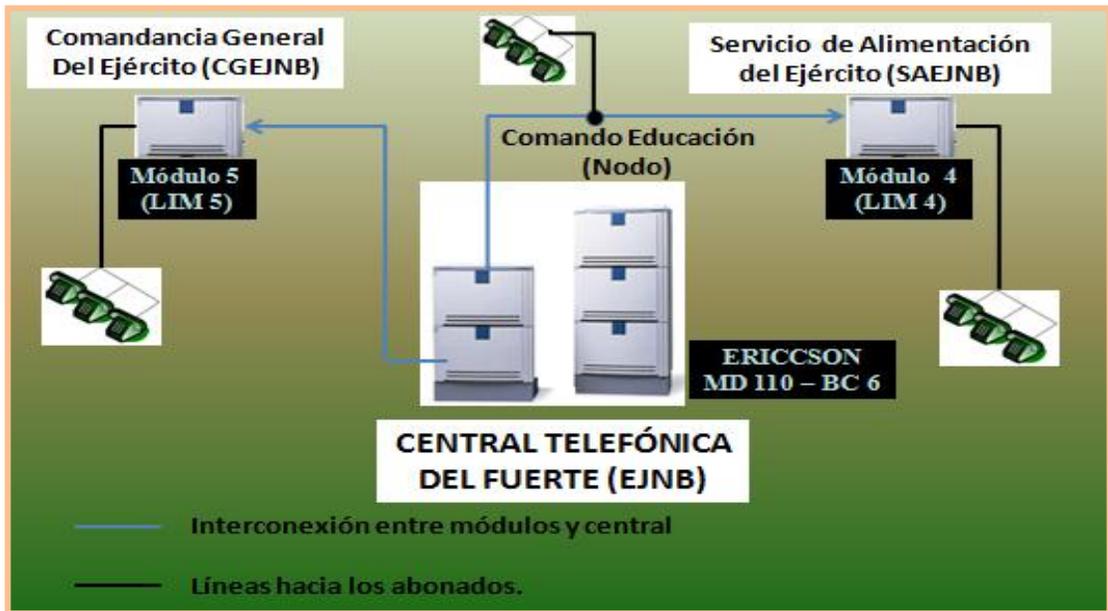


Figura 24: Diagrama de la red telefónica del componente del Ejército EJNB.

Fuente: Central telefónica del Fuerte Tiuna.

5.3.5 Enlaces de redes telefónicas de los componentes de la FANB.

La fig. 25 muestra cómo son los enlaces entre las centrales de los diferentes componentes de la FANB y cuáles son los dígitos usados para llamadas salientes.



Figure 25: Diagrama de la interconexión de las centrales telefónicas de los componentes de la FANB y dígitos de identificación por componente.

Fuente: SICODENA área Central.

5.3.6 Análisis de Resultados de Diagramas de Red

En las figuras 20, 21, 22, 23 y 24 se puede observar la diversidad de estructura y tecnologías de red en cada uno de los componentes como fue mencionado anteriormente. Siendo las mas desarrolladas las redes que comprenden a la Aviación y la Armada, debido a sus necesidades de comunicación.

La Armada, posee la tecnología RDSI lo cual se puede observar en las figuras 20 y 21, donde se transmite la información en señales de voz y datos de forma integrada, utilizando el acceso primario o PRI con el estándar europeo, que comprende 30 canales B de 64 kbps cada uno mas 1 canal D de 64 kbps y un canal de señalización y control de 64 kbps también, lo que equivale a una transmisión de 2 048 kbps.

Para satisfacer las necesidades de comunicaciones, la ARNB ha conectado a sus principales dependencias a través de varios medios, como son:

-Enlaces Dedicados CANTV: a 384 kbps y 612 kbps (Frame Relay), permiten la interconexión a doce canales de voz simultáneos entre la central de la CGA y BNFA para que se comporten como una sola central.

-Enlaces Dedicados SICODENA: a 2 Mbps, permiten la interconexión a treinta canales de voz simultáneos.

-Enlaces de telefonía rural: enlaces analógicos propios de la Armada circunscritos a una zona geográfica remota, mediante el uso de equipos radio o microondas.

-Enlaces Dedicados con CANTV: comunican unidades que se encuentran aisladas o que no estén en la cobertura de las centrales telefónicas de la Armada, con la Comandancia General de la Armada (CGA). Paralelamente se utilizan también líneas pertenecientes a la red pública de CANTV. [23]

Los otros componentes, de igual forma, utilizan la jerarquía de transmisión E1 para comunicarse con otras centrales de conmutación a través de SICODENA, a su vez poseen enlaces digitales frame relay de 384 o 612 kbps, de acuerdo a cual sea la necesidad, con el proveedor de servicio de telefonía CANTV y líneas de la red

telefónica pública de CANTV, exceptuando la GNB que utiliza los protocolos de internet IP a través de la red de datos que prosee al proveedor de servicios de internet o PSI CANTV.

Estas cinco respaldan la caracterización que se ha dado a la red de la FANB a lo largo de este capítulo, que implica diferentes estructuras y tecnologías en la red pero que presentan compatibilidad. Lo que implica establecer una organización del recurso numérico que identificará cada uno de los abonados.

En relación a la figura 25 se puede observar que existe divergencia en los dígitos de marcación para comunicarse de un componente a otro, demostrando esto, que no existe una organización conveniente para la integración de todas las redes. Obteniéndose como resultado el aprovechamiento no conveniente del recurso numérico para identificar a los usuarios o abonados. Esto es debido a que cada componente posee organización en su plan de numeración y una vez que se realiza la integración de las redes por parte de SICODENA, se establece un par de dígitos para establecer el enrutamiento de las señales de voz, hacia el componente o ente que se requiera. En el caso de realizar una llamada desde SICODENA área central a la Aviación debe marcarse el prefijo “66” y luego el número de extensión, es decir, la central telefónica Hipath 4000 de SICODENA, posee la programación para direccionar una llamada como saliente cuando se marca el dígito 6, por lo tanto no pueden existir números de extensiones de esta central que inicien por 6. Ya que se reservó ese dígito para llamadas hacia otras centrales. Con respecto a los demás componentes cada uno posee su prefijo para llamadas hacia sus centrales: La Armada 67, MPPD 64, Guardia Nacional 61, entre otros.

CAPÍTULO VI

PROPUESTA

En este capítulo se realiza la propuesta considerada la mas conveniente para el plan único de numeración de la red telefónica de la FANB, la cual comprende elementos importantes como: la asignación de dígitos para las regiones, asignación de dígitos para identificar al usuario o equipo terminal, asignación de dígitos para servicios especiales, llamadas DDE o discado directo entrante, y los rangos de extensiones destinados para cada componente por región.

6.1 Propuesta para regiones

En la figura 25 se muestra el mapa de la República Bolivariana de Venezuela dividido en Regiones Estratégicas de Defensa Integral con la asignación de sus dígitos por regiones, la cual se basó en los resultados de las tablas 2, 3, 4, 5, 6 y 7 que se consideró la forma óptima para identificarlas:

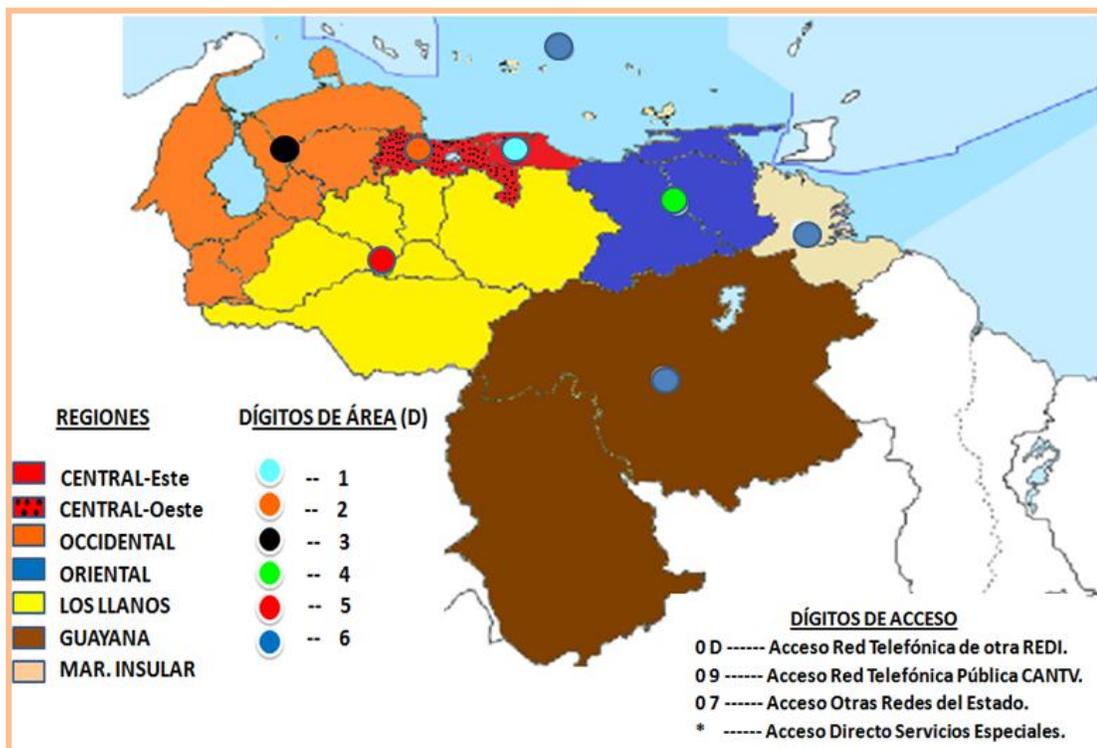


Figura 26: División del territorio nacional en REDI y su asignación de dígitos.

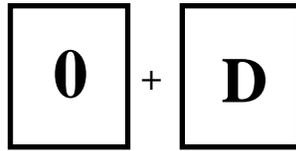
Se asignaron 2 de los dígitos de prefijo sobrantes, para discado directo saliente (DDS) a redes públicas como la de CANTV, principal proveedor de servicios de voz y datos en el país; y a redes pertenecientes a empresas del estado como PDVSA Y CORPOELEC. Se reserva un dígito en caso de agotamiento del recurso numérico en una región o para llamadas salientes a otra empresa. El dígito asterisco (*) se asignó para llamadas a los servicios especiales como emergencias, bomberos, policía militar, entre otros.

En la tabla 10 se observa como será la asignación de dígitos para realizar llamadas hacia las Regiones Estratégicas de Defensa Integral, a redes públicas y del estado, manteniéndose el número cero (0) como dígito de acceso para llamadas salientes, hacia otra red u otra REDI.

Tabla 10: Dígitos para llamadas salientes (hacia otras REDI) en la red telefónica de la FANB y hacia las públicas o del estado (CANTV, CORPOELEC).

REDI	NÚMERO DE IDENTIFICACIÓN POR REGIONES (D)
CENTRAL	1 (Este) 2 (Oeste)
OCCIDENTAL	3
ORIENTAL	4
LOS LLANOS	5
GUAYANA	6
MARÍTIMA E INSULAR	6
RED PDVSA RED CORPOELEC	7
DÍGITO DE RESERVA	8
RED CANTV	9
DÍGITO DE ACCESO (DDS)	0
SERVICIOS ESPECIALES	*

-Marcación hacia otras regiones y redes externas o Discado Directo Saliente:



D: Dígito para DDS o llamadas a otras regiones.

6.2 Asignación de cantidad de dígitos para extensiones

Para la numeración de las extensiones telefónicas se siguió la recomendación E.164 de la UIT-T, planteada también por el ente regulador de las redes de telecomunicaciones de la República Bolivariana de Venezuela CONATEL en su resolución “Reforma Parcial del Plan Nacional de Numeración para los Servicios de Telefonía y Servicios de Radiocomunicaciones Móviles Terrestres” en el mes de Marzo del 2003, en la cual se plantea que el número de extensión o número local debe estar compuesto por el cuatro (4) dígitos. Lo cual establece 10.000 posibilidades diferentes para identificar de manera inequívoca a un equipo terminal o teléfono, desde el 0000 al 9999.

El dígito 0 se utiliza exclusivamente para llamadas salientes hacia otras regiones o redes externas, por lo tanto la asignación de número de extensiones es a partir del 1000, obteniéndose 9000 posibilidades distintas de identificación de identificación.

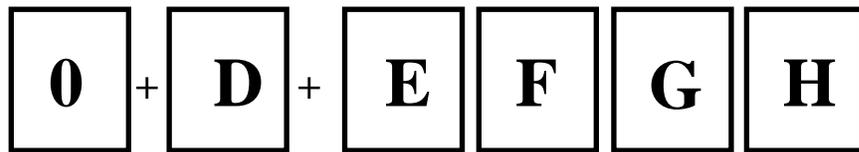
Para llamadas a servicios especiales la cantidad de dígitos para identificar a cada servicio será de tres (3) unidades, utilizándose el prefijo de marcación asterisco (*).

-Números para identificar abonados en una REDI:

Tabla 11: “Dígitos que identifican al usuario inicial y final en una REDI”

N° INICIAL DE IDENTIFICACIÓN	N° FINAL DE IDENTIFICACIÓN
1000	9999

-Estructura del número de abonado para usuarios de la red telefónica de la FANB:



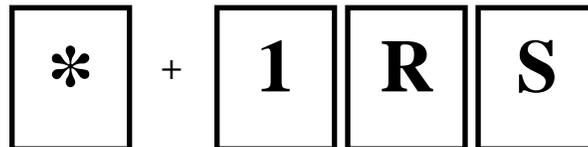
Numero de abonado

0: Dígito de acceso para discado directo saliente DDS.

D: Dígito de prefijo regional u otras redes.

EFGH: Número de extensión o número local.

-Estructura del número para servicios especiales:



*****: Prefijo para llamadas a servicios especiales.

1RS: Número del servicio especial respectivo.

Tabla 11: Códigos para llamadas a servicios especiales

DÍGITO DE PREFIJO	CÓDIGO	SERVICIO
*	115	Atención al usuario
*	117	Policía Militar
*	199	Emergencias para miembros de la FANB. (Bomberos, Ambulancia, etc.)

Fuente: El autor

6.3 Proceso de marcación

El número de identificación para el abonado estará conformado por seis (6) dígitos como se observó en el aparte, este incluye el dígito de acceso y el dígito de prefijo por REDI, en el caso que el usuario realice una llamada dentro de la misma región solo deberá marcar los dígitos que corresponda a la extensión requerida. A continuación se presentan los pasos para la marcación en cada tipo de llamada:

a. Llamada interna o dentro de la misma REDI: Marcar el número que corresponda con la extensión requerida **“EFGH”**. (Desde el 1000 al 9999).

“EFGH”

Ejemplo: **“1010”**

b. Llamada hacia la Red Pública de CANTV o otras empresas proveedoras de servicios de telefonía: marcar el dígito de acceso o de discado directo saliente **“0”** posteriormente el dígito de prefijo **“9”** y marcación tradicional CANTV **“PPP-XXXX”**. “P” representa los dígitos de prefijo que identifican a la central de conmutación y “X” los dígitos que componen el número de extensión.

“0” + “9” + “PPP XXXX”

Nota: Si es hacia un estado diferente; marcar código de área.

Ejemplo: “0” + “9” + (0274) PPP XXXX.

Para llamadas a telefonía móvil se usa la red pública de CANTV y el procedimiento de marcación es similar, exceptuando el número de usuario que es distinto.

Ejemplo: “0” + “9” + (0416) 723-1422.

c. **Llamada hacia REDI diferente (red de la FANB):** Marcar el dígito de discado directo saliente “0”, posteriormente el dígito que corresponda con la REDI que se desea llamar “D”, y finalmente el número de extensión requerido. “EFGH”. (Desde 1000 hasta 9999).

“0”+ “3” + “EFGH”

Ejemplo: “0”+ “3” + “1010” (Llamada hacia la extensión 1010 en la REDI Occidente).

d. **Llamada hacia otras redes del estado (CORPOELEC y PDVSA):** Marcar el dígito de acceso o discado directo saliente “0”, Luego el dígito de prefijo “7”, el dígito que define la red y finalmente marcar según la numeración que tenga la red de la empresa correspondiente “CCCC”.

“0” + “7” + “CCCC”

e. **Llamada a servicios especiales:** Marcar el dígito de acceso para servicios especiales “*” y finalmente ingresar los tres dígitos “1RS” que identifican el servicio.

“*” + 199

(Llamada para servicios de emergencia de la FANB)

6.4 Códigos para llamadas entrantes

Para llamadas entrantes o discado directo entrante de las redes públicas nacionales e internacionales, desde empresas proveedoras de servicio de telefonía, existen centrales de conmutación telefónica de los componentes las cuales presentan código asignado de tres (3) dígitos, dicho código seguirá utilizándose por efecto de que ya las centrales que pertenecen a las redes públicas están programadas para direccionar las señales de voz hacia el componente. En el caso de los componentes que no posean dígito para discado directo entrante (DDE) la FANB realizará convenios con las empresas, y dependiendo de la disponibilidad de códigos se le asignarán los que sean necesarios.

Tabla 12: Códigos de Discado Directo Entrante (DDD) por componente desde la red pública de CANTV y códigos nacionales de destino.

COMPONENTE	CND (CANTV)	DDE (FANB)
EJNB	212	605
ARNB	212	555 (CGA)
	212	350 (CANES)
	242	360 (BNAR)
	269	250 (BNFA)
AVMB	243	267 (BAEL)
GNB	212	406 (COGEGNB)
MPPD	212	607

Fuente: Red telefónica de la FANB.

En la tabla 13 se muestran los códigos para identificación de centrales o prefijos de centrales disponibles de las redes públicas en la zona metropolitana del país. En caso una zona diferente, existirá mayor cantidad de códigos debido a que la cantidad de centrales y usuarios es menor. El código de área o nacional de destino en esta zona es el “212”.

Tabla 13: Códigos disponibles para discado directo entrante (DDE) desde la red pública, en la zona metropolitana.

100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	850	900	950
101	151	201	251	301	351	401	451	501	551	601	651	701	751	801	851	901	951
102	152	202	252	302	352	402	452	502	552	602	652	702	752	802	852	902	952
103	153	203	253	303	353	403	453	503	553	603	653	703	753	803	853	903	953
104	154	204	254	304	354	404	454	504	554	604	654	704	754	804	854	904	954
105	155	205	255	305	355	405	455	505	555	605	655	705	755	805	855	905	955
106	156	206	256	306	356	406	456	506	556	606	656	706	756	806	856	906	956
107	157	207	257	307	357	407	457	507	557	607	657	707	757	807	857	907	957
108	158	208	258	308	358	408	458	508	558	608	658	708	758	808	858	908	958
109	159	209	259	309	359	409	459	509	559	609	659	709	759	809	859	909	959
110	160	210	260	310	360	410	460	510	560	610	660	710	760	810	860	910	960
111	161	211	261	311	361	411	461	511	561	611	661	711	761	811	861	911	961
112	162	212	262	312	362	412	462	512	562	612	662	712	762	812	862	912	962
113	163	213	263	313	363	413	463	513	563	613	663	713	763	813	863	913	963
114	164	214	264	314	364	414	464	514	564	614	664	714	764	814	864	914	964
115	165	215	265	315	365	415	465	515	565	615	665	715	765	815	865	915	965
116	166	216	266	316	366	416	466	516	566	616	666	716	766	816	866	916	966
117	167	217	267	317	367	417	467	517	567	617	667	717	767	817	867	917	967
118	168	218	268	318	368	418	468	518	568	618	668	718	768	818	868	918	968
119	169	219	269	319	369	419	469	519	569	619	669	719	769	819	869	919	969
120	170	220	270	320	370	420	470	520	570	620	670	720	770	820	870	920	970
121	171	221	271	321	371	421	471	521	571	621	671	721	771	821	871	921	971
122	172	222	272	322	372	422	472	522	572	622	672	722	772	822	872	922	972
123	173	223	273	323	373	423	473	523	573	623	673	723	773	823	873	923	973
124	174	224	274	324	374	424	474	524	574	624	674	724	774	824	874	924	974
125	175	225	275	325	375	425	475	525	575	625	675	725	775	825	875	925	975
126	176	226	276	326	376	426	476	526	576	626	676	726	776	826	876	926	976
127	177	227	277	327	377	427	477	527	577	627	677	727	777	827	877	927	977
128	178	228	278	328	378	428	478	528	578	628	678	728	778	828	878	928	978
129	179	229	279	329	379	429	479	529	579	629	679	729	779	829	879	929	979
130	180	230	280	330	380	430	480	530	580	630	680	730	780	830	880	930	980
131	181	231	281	331	381	431	481	531	581	631	681	731	781	831	881	931	981
132	182	232	282	332	382	432	482	532	582	632	682	732	782	832	882	932	982
133	183	233	283	333	383	433	483	533	583	633	683	733	783	833	883	933	983
134	184	234	284	334	384	434	484	534	584	634	684	734	784	834	884	934	984
135	185	235	285	335	385	435	485	535	585	635	685	735	785	835	885	935	985
136	186	236	286	336	386	436	486	536	586	636	686	736	786	836	886	936	986
137	187	237	287	337	387	437	487	537	587	637	687	737	787	837	887	937	987
138	188	238	288	338	388	438	488	538	588	638	688	738	788	838	888	938	988
139	189	239	289	339	389	439	489	539	589	639	689	739	789	839	889	939	989
140	190	240	290	340	390	440	490	540	590	640	690	740	790	840	890	940	990
141	191	241	291	341	391	441	491	541	591	641	691	741	791	841	891	941	991
142	192	242	292	342	392	442	492	542	592	642	692	742	792	842	892	942	992
143	193	243	293	343	393	443	493	543	593	643	693	743	793	843	893	943	993
144	194	244	294	344	394	444	494	544	594	644	694	744	794	844	894	944	994
145	195	245	295	345	395	445	495	545	595	645	695	745	795	845	895	945	995
146	196	246	296	346	396	446	496	546	596	646	696	746	796	846	896	946	996
147	197	247	297	347	397	447	497	547	597	647	697	747	797	847	897	947	997
148	198	248	298	348	398	448	498	548	598	648	698	748	798	848	898	948	998
149	199	249	299	349	399	449	499	549	599	649	699	749	799	849	899	949	999

1XX	: reservados serv especiales)
	: Códigos de Centrales utilizados por los Operadores
	: Códigos de centrales disponibles

Fuente: www.conatel.com.ve. Numeración, documento en línea “Región 1 27.04.11”.

6.5 Asignación de rango de números para cada componente

Para efectos de programación de las centrales de conmutación que componen la red telefónica pública de la FANB se establece una estandarización para cada REDI para los códigos que identificarán a las extensiones de cada componente o ente de la FANB. Las tablas 14, 15 y 16 muestran esta organización.

-REDI Central este:

Tabla 14: Organización por componente de los códigos que identifican sus extensiones, REDI central este.

COMPONENTE	CANTIDAD DE EXT. + ESCALABILIDAD (20%)	NECESIDAD DE EXTENSIONES	NUMERACIÓN ASIGNADA
EJNB	912	1300	1000 – 2299
ARMB	3000	3000	2300 – 5299
AVMB	983	1000	5300 – 6299
GNB	500	500	6300 – 6899
MPPD	2800	2800	6900 – 9699
DICOFANB	100	100	9700 – 9799
MILICIA	-----	200	9800 – 9999

Fuente: El autor.

En las tablas referentes a la asignación de dígitos de extensiones por componentes, se encuentran representadas cuatro columnas: la primera contiene el componente al cual se le asigna la cantidad determinada de dígitos, luego la cantidad

de usuarios que contiene en la región determinada con su respectivo margen de crecimiento o escalabilidad del 20%, la necesidad máxima de extensiones de los componentes y finalmente los dígitos que se asignan para la programación de las centrales.

-REDI Central oeste:

Tabla 15: Organización por componente de los códigos que identifican sus extensiones, REDI central oeste.

COMPONENTE	CANTIDAD DE EXT. + ESCALABILIDAD (20%)	NECESIDAD DE EXTENSIONES	NUMERACIÓN ASIGNADA
EJNB	300	2000	1000- 2999
ARMB	926	2000	3000 - 4999
AVMB	1728	3000	5000 - 7999
GNB	120	500	8000 – 8499
MPPD	504	1000	8500 – 9499
MILICIA	-----	500	9500 - 9999

Fuente: El autor.

-REDI Occidente, Oriente, los llanos, Guayana-Marítima Insular:

Tabla 16: Organización por componente de los códigos que identifican sus extensiones, REDI Occidente, Oriente, los llanos, Guayana-Marítima Insular.

COMPONENTE	CANTIDAD DE EXT. + ESCALABILIDAD (20%)	NECESIDAD DE EXTENSIONES	NUMERACIÓN ASIGNADA
EJNB	-----	1000	1000- 1999
ARMB	-----	1000	2000 - 2999
AVMB	-----	1000	3000 - 3999
GNB	-----	1000	4000 – 4999
MPPD	-----	1000	5000 – 5999
MILICIA	-----	1000	6000 - 6999
Reservas de ext. REDI	-----	3000	7000 - 9999

Como se muestra en la tabla 16, no se toma en cuenta los valores de extensiones más la escalabilidad, esto es debido a la pocas unidades que se encuentran ubicadas en esas distintas regiones que equivalen a una cantidad pequeña de usuario que no sobrepasará la necesidad máxima de extensiones.

- La organización está plenamente relacionada con la división por regiones que su utilizó para la asignación de los dígitos de prefijo, para facilitar el aspecto de programación y obtener de forma ordenada y coherente los códigos que identifiquen a cada usuario de su respectivo componente.

- Haciendo referencia a la programación de las centrales, debe existir prioridad para que el direccionamiento de las señales tome como opción principal la red de SICODENA, y de esta forma también realice la menor cantidad de saltos posibles o pase por la menor cantidad de centrales de conmutación (Locales o tándem, las últimas denominadas también interruptores de dos secciones). La otra posibilidad, la menos prioritaria es que las señales de voz se transmitan a través de las redes públicas nacionales o del estado, de empresas como CANTV, ya que esta involucraría una vulnerabilidad en la información que se trasmite. En el diagrama de la figura 27 se muestra un ejemplo de esto.

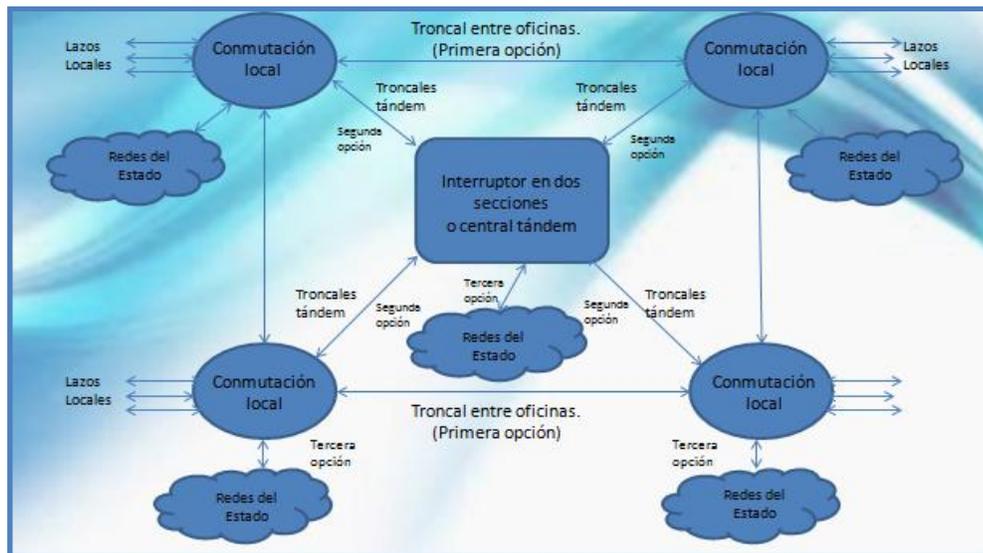


Figura 27. Diagrama de centrales y prioridad para el enrutamiento de las señales de voz. Fuente: El Autor.

- Finalmente las figuras 28 y 29 muestran, la estructura de servicio de voz del Sistema de Comunicaciones para la Defensa de la Nación, atendiendo la división estratégica de las seis (6) REDI referente a la nueva ley orgánica de la FANB del 2011 y a su vez este servicio se llevará a las unidades de la FANB que pertenecen a las ramificaciones de las REDI: ZODI y ADI.

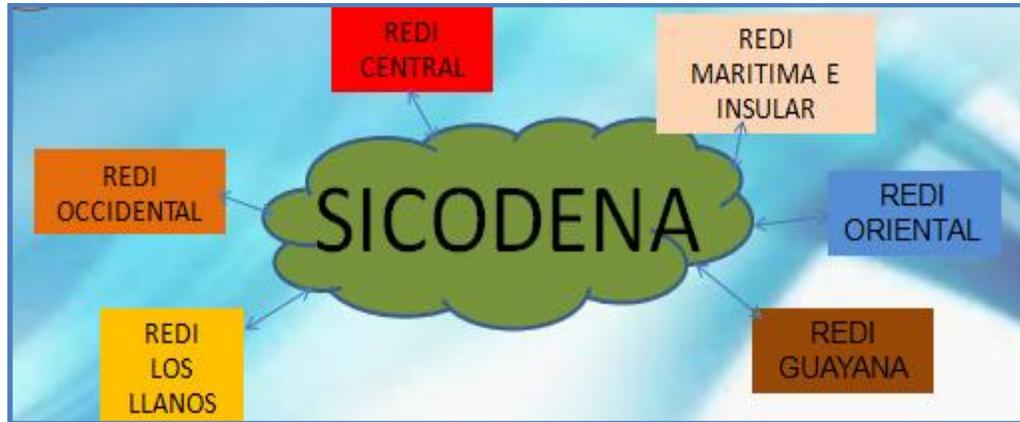


Figura 28. Diagrama de servicios de voz de SICODENA a las REDI.

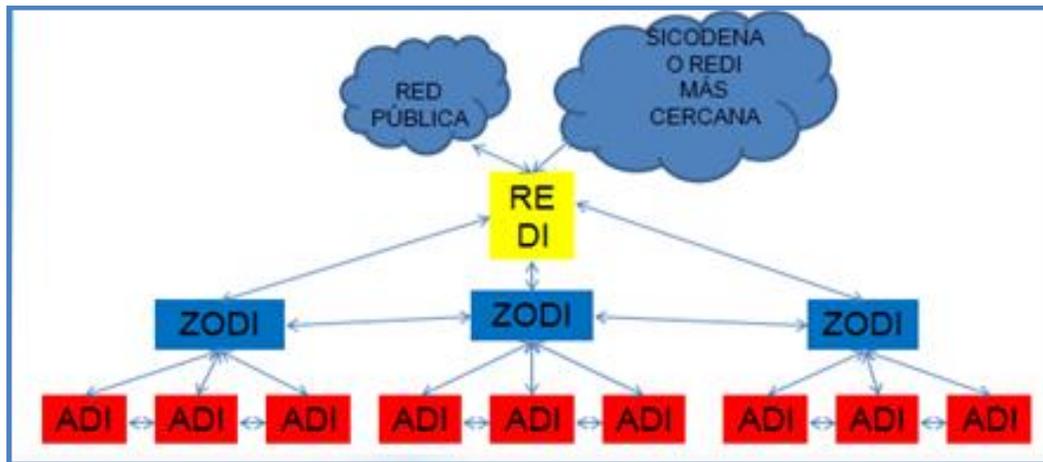


Figura 29. Diagrama de interconexión de SICODENA para servicios de voz hacia REDI, ZODI y ADI.

CONCLUSIONES

Con el desarrollo de este proyecto, se afianzaron los conocimientos acerca de las redes para transmisión de señales de voz o redes de telefonía, sus tecnologías, topologías, tipos y la relevancia que han alcanzado para satisfacer las necesidades de comunicación de la sociedad. Los aspectos que fueron considerados relevantes una vez hecha la propuesta del plan de numeración de la red telefónica de la FANB fueron los siguientes:

- Una red de comunicaciones contiene una cantidad de usuarios los cuales reciben servicio de voz, datos o video, dichos usuarios deben disponer de los equipos terminales necesarios. Dependiendo de cual sea el servicio, cada equipo terminal debe estar identificado de forma inequívoca para que se logre eficientemente el direccionamiento de las señales. A esto se le conoce como plan de identificación, numeración o direccionamiento, dependiendo de cual sea el caso.

- Los equipos terminales en una red de voz o de telefonía son conocidos como abonados o extensiones, y deben estar identificados a través de un plan de numeración para establecer el enrutamiento de las señales de voz.

- Un plan de numeración de una red telefónica consiste en identificar a través de un conjunto de dígitos los equipos terminales que pertenecen a una red, para esto se deben realizar una serie de técnicas con el fin de calcular cuantos dígitos se necesitarían para identificar a cada usuario de forma no repetitiva.

- Una vez desarrollado el plan de numeración que se adapte de mejor forma a la red, se lleva a cabo la implementación, que refiere a la programación de las centrales de conmutación automática que dan servicio a cada usuario que forma parte de la red.

- Las centrales poseen una matriz de conmutación que se encarga de establecer el camino o la ruta que esta relacionada con el usuario con que se desea comunicarse, entendiendo la solicitud que realiza el usuario que realiza la llamada, a

través del proceso de marcación donde se envían señales relacionadas con el número o dígito que se está introduciendo.

- El camino que recorrerán las señales de voz en la red, es establecido por el proceso de señalización, el cual es el intercambio de información entre dos puntos de la red, a través de señales de control los cuales determinarán la ruta a seguir antes de la transmisión de las señales de voz en un intervalo de tiempo muy pequeño.

- En la red telefónica de la FANB según el estudio realizado, se notó que existen dos señalizaciones principales para llevar a cabo el intercambio de las señales de voz: la señalización entre el equipo terminal y la central de conmutación local, donde se puede encontrar el proceso de DMTF o marcación dual multifrecuencia, relacionado con las señales que se envían para que la central telefónica analice cual es la ruta que se debe establecer. También se encuentra la señalización entre centrales de conmutación, entre las cuales se utiliza la señalización R2, en la red de SICODENA y para la red del componente de la Armada se utiliza la señalización por canal común número 7 o SS7.

- La diversidad de tecnología y de estructuras de red puede estar presente el cualquier red de telefonía o datos, presentándose compatibilidad en ésta, debido a que las necesidades de comunicaciones, no tienen que ser iguales. Esto se evidencia en los gráficos de los diagramas de red telefónica de los distintos componentes pertenecientes a la FANB, como la Armada y la Aviación, que poseen mayor despliegue de la red, debido a que poseen grandes unidades como bases aéreas y bases navales entre otras; el Ejército, que en este caso las unidades que poseen servicio de telefonía están ubicadas dentro de las instalaciones del Fuerte Tiuna, y la Guardia Nacional, la cual hace uso de los protocolos IP para llevar a cabo la transmisión de las señales de voz.

- En la REDI Central, como era de esperarse, se contó con la mayor cantidad de usuarios en comparación a las otras REDI, con total de 10.402 extensiones. Debido a esto se realizó una división de la REDI central en dos regiones (Este y Oeste), con el fin de hacer conveniente la identificación de cada usuario con cuatro (4) dígitos, los cuales sirven para identificar de forma inequívoca a 10.000 usuarios.

- Para la asignación de dígitos de las extensiones que pertenecen a las otras REDI se utilizaron cuatro (4) dígitos igualmente, ya que se contaba con una menor cantidad de usuarios.

- Para la asignación de dígitos prefijos que identifican las REDI se utilizó solamente un dígito ya que se contaba con seis (6) regiones: Central Este, Central Oeste, Occidental, Oriental, Los llanos y la fusión entre las REDI Marítima Insular y Guayana, las cuales cuentan con una menor cantidad de unidades, debido a su condición geográfica y a su espacio territorial. Esto permitirá utilizar los dígitos sobrantes para servicios especiales u otras instituciones del estado, tal como se muestra en la propuesta.

- Para llamadas entrantes desde la RTPC hacia la red telefónica de la FANB, se usarán combinaciones de tres dígitos disponibles que relacionen a las centrales de conmutación de dicho ente, en acuerdos con empresas proveedoras de servicios de telefonía como CANTV y el ente de regulación de las telecomunicaciones en el país CONATEL.

RECOMENDACIONES

Para darle la máxima efectividad al desarrollo del proyecto se realizaron las siguientes recomendaciones:

- Antes de llevar al cabo el proceso de implementación del plan de numeración, se debe establecer una base de datos que contenga la información referente a la asignación de dígitos para cada componente o ente de la FANB, haciendo una clasificación de cuales son las combinaciones que ya han sido asignadas por cada región y a cada componente y cuales son las que se encuentran disponibles para una futura asignación, de tal forma de llevar un registro actualizado de la condición del recurso numérico que se está utilizando en dicho plan. A su vez es importante transmitir a través de folletos, trípticos o algún material semejante, la información hacia todos los usuarios que pertenecen a la red de la FANB, acerca del plan de numeración que se implementará con el fin de integrar de manera organizada las redes de voz, para expresar el fin de éste, previamente a su implantación.

- Para lograr una mejor eficiencia en la red de la FANB, la asignación de las centrales de gran capacidad o centrales tándem que den servicio de telefonía a las unidades que pertenecen a cada una de las regiones estratégicas, sería una opción conveniente.

- Realizar en la medida de lo posible los ajustes técnicos, físicos y lógicos necesarios para migrar de la jerarquía digital PDH a la jerarquía digital síncrona SDH para utilizar al máximo las redes de transporte de fibra óptica pertenecientes a las empresas del estado, una vez realizado la implementación pertinente para obtener una redundancia eficiente en el transporte de las señales y una buena utilización de dicho recurso.

- Antes de implementar la tecnología de protocolos IP o VoIP, se recomienda abordar el tema de la vulnerabilidad de la seguridad que esto implica por estar conectada a la red, al igual que los problemas nativos como la latencia, jitter y ancho de banda requeridos. Se plantea también la migración de la tecnología de transmisión

de ATM o modo de transferencia asíncrona para obtener un mejor desempeño en la red de transporte de datos, la cual se utilizará para servicios de voz, datos y video.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Constitución de La República Bolivariana de Venezuela. Capítulo 3. Artículo 329.
[Consulta 2011]

[2] DICOFANB. <http://www.dicofan.mil.ve/> [Consulta 2011]

[3] Ley Orgánica de la Fuerza Armada Nacional Bolivariana 2011. Sección tercera.
Artículo 24. [Consulta 2011]

[4] Ley Orgánica de la Fuerza Armada Nacional Bolivariana 2011. Sección tercera.
Artículo 24. [Consulta 2011]

[5] Constitución de La República Bolivariana de Venezuela. Capítulo 3. Artículo 328.
[Consulta 2011]

[6] León García, Alberto y Widjaja, Indra. Redes de Comunicación 2002.
[Consulta: 2012]

[7] Señalización. jaibana.udea.edu.co/CURSOS/IEO-614/Com_Senal.ppt
[Consulta: 2012]

[8] Señalización. jaibana.udea.edu.co/CURSOS/IEO-614/Com_Senal.ppt
[Consulta: 2012]

[9] La red PSTN.
http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lem/mendez_e_c/capitulo1.pdf
[Consulta: 2011]

[10][11] León García, Alberto y Widjaja, Indra. “Redes de Comunicación” 2002. [Consulta: 2012]

[12] La red PSTN.

http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lem/mendez_e_c/capitulo1.pdf

[Consulta: 2011].

[13] www.diclib.com/cgi-bin/d1.cgi?l=es

[14] http://es.scribd.com/israel_t_32/d/57784126/49-Jerarquia-digital-plesiocrona-PDH [Consulta: 2012]

[15] Briceño Márquez, José. “Transmisión de Datos”. 2005 [Consulta: 2012]

[16] León García, Alberto y Widjaja, Indra. “Redes de Comunicación”. 2002. [Consulta: 2012]

[17] León García, Alberto y Widjaja, Indra. “Redes de Comunicación” 2002. [Consulta: 2012] [Consulta: 2011]

[18] Tanenbaum, Andrew. “Redes de Computadoras” 2003. [Consulta: 2012]

[19] http://trevinca.ei.uvigo.es/~mdiaz/rdo01_02/tema13.pdf [Consulta: 2012]

[20] Sector de Normalización de la Unión Internacional de las Telecomunicaciones UIT-T. Recomendación E.101.

[21] Resolución N° 220. CONATEL. Caracas, 18 de marzo de 2003. Años 192° y 144° [Consulta: 2011]

[22] Constitución de La República Bolivariana de Venezuela. Capítulo 3. Artículo 329. [Consulta 2011]

[23] Comandancia General de la Armada. “INS-CO CGA Instructivo telefónico, Abreviaturas navales y direcciones de correo electrónico de la Armada”. 2003. [Consulta: 2012]

BIBLIOGRAFÍA

Briceño Márquez, José. “Transmisión de Datos”. 2005

Constitución de La República Bolivariana de Venezuela. Capítulo 3. [Consulta 2011]

DICOFANB. <http://www.dicofan.mil.ve/> [Consulta 2011]

León García, Alberto y Widjaja, Indra. “Redes de Comunicación”. 2002.

Ley Orgánica de la Fuerza Armada Nacional Bolivariana 2011. Sección tercera.. [Consulta 2011]

ORTEGA ARTEAGA, René. “Propuesta de un plan nacional de numeración para el sistema telefónico de la Fuerza Armada Nacional”. 2006.

Resolución N° 220. CONATEL. Caracas, 18 de marzo de 2003. Años 192° y 144° [Consulta: 2011]

Sector de Normalización de la Unión Internacional de las Telecomunicaciones UIT-T. Recomendación E.101. [Consulta: 2011]

Tanenbaum, Andrew S, “Redes de Computadoras”, Editorial Pearson prentice hall. 4ta Edición. 2003

Tomasi, Wayne. “Sistemas de Comunicaciones Electrónicas”. 4ta edición. 2003

UPEL “Manual de Trabajos de Grado de Especialización y Maestría y Tesis Doctorales” Universidad Pedagógica Experimental Libertador”. Cuarta Edición. Caracas-Venezuela. 2006.

La red PSTN.

http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lem/mendez_e_c/capitulo1.pdf

<http://www.pablin.com.ar/electron/circuito/telefon/hibrido/index.htm>

<http://tecnomaestros.awardspace.com/multicanalizacion.php>

ingenieria.udea.edu.co/CURSOS/IEO-614/Com_Senal.ppt

www.tsj.gov.ve/legislacion/crv.htm. Consulta 05/11/2011.

GLOSARIO

Abonado: Persona que ha suscrito un contrato de prestación de servicios telefónicos con un determinado operador.

Bucle de Abonado o Bucle Local: Es la línea telefónica del abonado, es decir, el par de cobre que conecta la central de conmutación con el domicilio del usuario.

Canal: Ruta realizada a través de cualquier medio de transmisión: cable conductor, radio o fibra óptica.

CORPOELEC: (Corporación Eléctrica Nacional) es una sociedad anónima gubernamental encargada del sector eléctrico de la República Bolivariana de Venezuela. Forma parte del Ministerio del Poder Popular para la Energía y Petróleo. Originalmente estaba dividida en empresas regionales unificadas, posteriormente, a partir de la entrada en vigencia del Decreto-Ley N° 5.330.

Dirección IP: Código numérico que indica a una red y un servidor en internet. Esta dirección es única para cada ordenador conectado a internet. La dirección IP consta de cuatro números, separados entre sí por puntos.

Indicativo de país (CC): Se utiliza para identificar un determinado país, países en un plan de numeración integrado, una determinada zona geográfica, un grupo de países, una Red o servicios mundiales.

Indicativo de país de destino (NDC): Campo opcional a nivel nacional, dentro del plan internacional de numeración de las telecomunicaciones públicas (en adelante, "plan internacional de numeración E.164 ") que, junto con el número de abonado (SN) – constituye el número nacional (significativo) del número E.164 internacional para zonas geográficas. El NDC puede estar formado por una o varias cifras

decimales (sin incluir prefijo alguno) que identifican una zona de numeración dentro de un país (o grupo de países de un plan de numeración o una determinada zona geográfica) y/o redes/servicio.

Número de abonado (SN): Parte del número E.164 que identifica a un abonado en una red o zona de numeración.

Número nacional (significativo) [N(S)N]: Parte del número E.164 internacional que figura después del indicativo de país para zonas geográficas y que se define en los planes nacionales de numeración. El número nacional (significativo) consta del indicativo nacional de destino (NDC), si lo hubiere, y el número de abonado (SN). Puede suceder que el NDC no se incluya o que éste forme parte integrante del SN, en cuyo caso el N(S)N y el SN son idénticos. La función y el formato del N(S)N se determinan en el plano nacional.

Prefijo internacional [UIT-T E.164]: Cifra o combinación de cifras utilizadas para indicar que el número que sigue es un número E.164 internacional.

Prefijo nacional (interurbano): Una o varias cifras definidas en un plan de marcación y que utiliza un abonado para llamar a otro que se encuentra dentro de su propio país pero fuera de su zona de numeración.

Prefijo: Indicador formado por una o varias cifras que permite la selección de distintos tipos de formato de número, redes y/o servicios. Los prefijos forman parte del plan de marcación, no forman parte del plan de numeración.

Red pública de telecomunicaciones: conjunto de equipos, sistemas e infraestructuras y las conexiones entre éstos, utilizados para la transmisión de información entre puntos de terminación de la red, destinados a la prestación de

servicios de telecomunicaciones al público en general, haciendo uso del recurso limitado de numeración.

SIP, H323, IAX2, MGCP: son los protocolos más importantes que se utilizan para negociar y establecer las comunicaciones de voz sobre IP.

Tándem: en centrales telefónicas la función del tándem es comparada a la de un interruptor del interruptor, es decir sirve de pasarela para establecer las comunicaciones cuando se envía una señal de una central a otras centrales.

Troncales tándem: son los circuitos troncales que terminan en los interruptores de dos secciones.

ANEXOS

A1

Canal de voz

El canal de voz se determina primordialmente de acuerdo con las características de la voz y oído humanos. Por lo tanto, es el ancho de banda que se utiliza para transmitir el espectro de frecuencias en el cual está comprendida la voz humana, para ser recibida en el equipo terminal destino de la forma mas fiel o semejante a la enviada por el usuario origen.

Se ha establecido que un canal debe tener aproximadamente 3 kHz de ancho. Por lo general, la banda de transmisión del canal de voz abarca aproximadamente de 300 a 3300 Hz. Esto se debe a que la voz humana se encuentra comprendida entre las frecuencias 400 y 4000 Hz. En la transmisión de datos a alta velocidad puede ocuparse un ancho de banda equivalente a muchos canales de voz; de hecho, el canal para transmitir la voz digitalizada (a 64 Kbps) es el canal de base de todos los sistemas digitales de alta velocidad modernos.

En la mayoría de los casos, los teléfonos se encuentran conectados a sus centrales locales mediante un par trenzado de cobre denominado bucle local y para realizar una conexión de extremo a extremo la señal de voz circula en forma analógica desde el teléfono a la central a través de pares de hilos que son reunidos en grupos y, a la vez los grupos son combinados en cables, que pueden contener muchos pares de hilos, y esta señal es convertida en digital mediante PCM o modulación por pulsos codificados, en la interfaz utilizada para conectar los pares de cobre a la central local. La señal de voz digitalizada circula, a partir de ese punto, por el camino establecido por intermedio de la red como una secuencia de muestras PCM. Este camino consiste en ranuras temporales reservadas en los enlaces de transmisión, que utilizan TDM (multiplexación por división de tiempo). A su vez, los enlaces de transmisión conectan conmutadores digitales convenientemente configurados durante el establecimiento de llamada. Finalmente, esta señal recibida

es convertida de nuevo a su forma analógica en el conmutador de destino y transmitida al teléfono de destino a través del cable de cobre. El par de cobre que conecta los teléfonos de los usuarios a sus respectivas centrales telefónicas es denominado “última milla”, y constituye la última limitación para proporcionar conectividad digital de extremo a extremo.

A2

Canal digital

La comunicación digital es una expresión general que puede cubrir cualquier intercambio de información la cual es codificada. Se puede definir como “la transmisión de datos entre dos o más dispositivos terminales”. Esta definición restringida hace aparecer el importante concepto de interfaz entre la fuente generadora de datos y el canal digital propiamente dicho.

Un sistema de comunicación digital se puede representar en la forma mostrada en la figura A2.

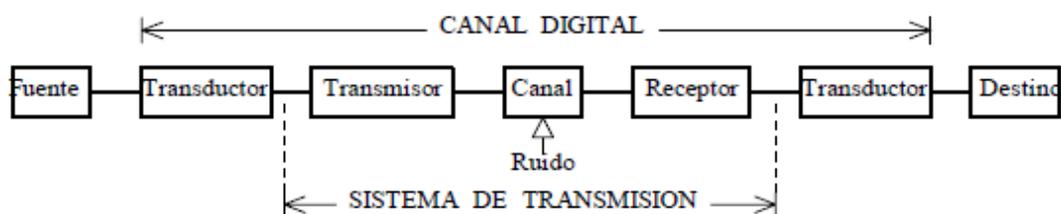


Figura A2: Diagrama de Bloques de un Sistema de Comunicación Digital.

Fuente: “Transmisión de Datos”. Briceño, J. 2005.

1. La fuente de información representa la entrada de datos a transmitir.
2. El transductor convierte la información de la fuente en una señal eléctrica de naturaleza digital, le agrega cualquiera redundancia necesaria y la correspondiente información de control y supervisión.

3. El transmisor es la interfaz entre el transductor y el canal de transmisión. Su objetivo principal es el de transformar las señales digitales en formas compatibles con el canal de transmisión; por ejemplo, se puede utilizar diferentes técnicas de modulación mediante un dispositivo denominado “MODEM (modulador-demodulador)” que puede ser una unidad separada o formar parte del transmisor.

4. El canal de transmisión puede ser un canal telefónico, conductores metálicos (par trenzado o coaxial), fibra óptica, un canal de radio, rayos infrarrojos o cualquier otro medio de transmisión. A menudo en un sistema de comunicación dado se utilizan diferentes combinaciones de estos medios de transmisión.

5. El receptor complementa al transmisor restaurando la señal recibida a su forma original y entregándola al transductor para su decodificación y utilización final en el extremo receptor de la información.

A3

Técnicas de Multicanalización

El proceso de operación multicanal permite, mediante las técnicas llamadas de “multiplicidad”, “multiplex” o “multicanal”, combinar en el extremo transmisor los mensajes de varias fuentes de información, transmitirlos como un solo bloque y luego separarlos en el extremo receptor. La banda de frecuencias o intervalo de tiempo que es asignado a cada mensaje, se le denomina canal.

Entre las formas de multicanalización o multiplexación más usadas se encuentran:

1. La “Multiplexación por División de Tiempo (Time Division Multiplex, TDM)”
2. La “Multiplexación por División de Frecuencia (Frequency Division Multiplex, FDM)”

El sistema FDM en esencia consiste en colocar lado a lado, mediante modulación y sin solapamiento, los espectros de las señales mensajes individuales y formar así un espectro compuesto o señal de banda de base compuesta que se transmite; las señales se reparten el ancho de banda disponible del canal de transmisión y se transmiten simultáneamente. Este esquema se utiliza en la multicanalización de canales telefónicos.

El sistema TDM combina, en el tiempo y sin solapamiento, los mensajes individuales, codificados o no. El tiempo es compartido por las señales individuales, pero cada señal dispone para su transmisión de todo el ancho de banda del canal. Este esquema es el más utilizado en las redes de transmisión de datos.

Fuente:

- León García, Alberto y Widjaja, Indra. “Redes de Comunicación”. 2002. [Consulta: 2012]
- Briceño Márquez, José. “Transmisión de Datos”. 2005 [Consulta: 2012]

A4

Comandos para programar centrales Siemens-HIPATH 4000

Comando para Programar una Extensión IP: por medio de este comando se podrán crear las extensiones IP, está se va realizando por paso, por medio de lo cuales se podrá mostrar (DIS) y crear (ADD) un plan de discado (WABE), en este sentido por medio del DIS se visualiza la disponibilidad tanto del espacio en la tarjeta (Modulo STMI4), como los números para la creación de extensiones. A continuación se presenta el comando requerido para una extensión IP:

1° Paso: DIS_WABEe = ⏏ (Enter)

TYPE = GFN

CD;

2° Paso: ADD_WABE = ⏏

CD = Extensión a crear

DPLN = ⏏

CPS = ⏏

DAR = STN

CHECK = N;

3° Paso: DIS_BCSU = ⏏

TYPE=PFN;

4° Paso: ADD_BCSU = ⏏

MTYPE = IPGW

5° Paso: ADD_HFAB = ↵

MTYPE = STMIHFA2

LTU = 1

SLOT = 12

SMODE = Normal

IPADDR = 172. 16. 40. 44

NETMASK = 255. 255. 255. 0

PATTERN = ↵

VLAN =

DEFRT = 172. 16. 40. 1 (Dirección IP del router, para salir a otra red se le pregunta la dirección IP del router, al administrador de la red) ;

6° Paso: ADD_SBCSU = ↵

STND = ? (Para ver opciones)

DPT = DPTI

CONN = IP2

PEN = 1 - 1 - 12 - 0

DVCFIG = DPTIIP

TSI = ↵

COS1 = 1

COS2 = 2

LCOSV1 = 32

LCOSV2 = 32

DPLN = ; ↵

Comando para Crear Nombre de la Extensión: por medio de este comando se crea el nombre de la extensión, de manera de poder facilitar tanto al usuario como al

servidor, la ubicación del destino de la llamada, es decir, saber a quien pertenece cada extensión. Esto se logra por medio del comando que se presenta a continuación:

```
1° Paso: ADD_PERSI = ↵
          TYPE = STN
          STND = Número de extensión creado
          NAME = Nombre de la extensión
          ORG = Departamento/Dependencia
          PINC = ; ↵
```

Comando para Guardar Programación en Disco Duro: Una vez creado una extensión, nombre o realizado algún cambio a algo ya existente, se debe guardar la información en disco duro, de manera tal de que si se desea observar algo referido a lo creado se pueda encontrar en el software. A continuación el comando para guardar en disco duro:

```
1° Paso: EXE_UPDAT = ↵
          UNIT = ? (Para ver opciones)
          SUSY = ALL ; ↵
```

Fuente: División de Telemática de la Aviación

A5

Resumen de características o Data Sheet de la Central de Conmutación Siemens-Hipath 4000.

La central telefónica **HiPath** incorpora una arquitectura de comunicaciones que engloba redes dispares. En una plataforma convergente con una arquitectura distribuida y en red, como HiPath 4000, puede utilizar:

- Aplicaciones móviles y multimedia.
- Puntos de trabajos flexibles y de alto rendimiento como la familia optiPoint.
- Soluciones innovadoras para el establecimiento y gestión de la red y acelerar así los procesos de negocio.

HiPath 4000 combina los beneficios de la innovadora comunicación basada en IP con la fiabilidad y la seguridad de los sistemas de comunicaciones de voz, también incorpora sistemas existentes como Hicom 300 E / H. la plataforma de convergencia **HiPath 4000 IP** también ofrece aplicaciones y soluciones para la comunicación multimedia de estación de trabajo a estación de trabajo. En la familia optipoint, puede encontrarse el terminal adecuado para cada estación de trabajo.

HiPath 4000 trabaja sobre el principio de arquitectura distribuida. Todas las aplicaciones y soluciones se instalan una única vez y se controlan y administran desde un sistema de gestión central. Se asegura una alta disponibilidad. El sistema trabaja sobre estándares abiertos.

Software Operativo HiPath 4000

El software se utiliza para ofrecer un rico conjunto de prestaciones y para arrancar el sistema HiPath 4000. El set de prestaciones incluye:

- Grabación de detalles de llamada para tráfico saliente, entrante, interno y cross-network.
- Registro de llamadas para la revista de entrada y salida de llamadas.
- Selección de operación de la estación de tecla de función.
- Selección directa de estación.
- liberación/bloqueo de llamada en espera.
- Timbre paralelo.
- Desvío de llamadas flexible y mejorado con p.e. diferentes destinos de desvío para llamadas internas o externas.
- Captura un grupo de llamadas
- Seguridad de datos para menús optiPoint 500.
- HiPath 4000 Asistencia para una cómoda administración del sistema HiPath 4000.
- Soporte de interfaz inherente para un acceso remoto rápido e innovador, como TCP/IP, HTTP, FTP, y PPP (V.24 asinc).

A6

Imágenes de centrales de la Red Telefónica de la FANB.



**Imagen 1: Central Siemens-Hipath 4000.
SICODENA área central**



**Imagen 2: Módulos central Siemens-Hipath 4000 y equipos de transmisión.
SICODENA área central**



**Imagen 3: Módulos de equipos de radio enlaces y circuito híbrido
SICODENA área central.**



**Imagen 4: Equipo de radio enlaces Siemens- CTR 190/X.
SICODENA área central.**



Imagen 5: Central telefónica Siemens-Hipath 4000. Tarjetas Digitales E1. SICODENA área central.



Imagen 6: Armario de Distribución Secundario, explicación de tono de prueba del Sargento técnico Bazán. Central telefónica Comandancia General del Ejército.



Imagen 7: Sección del módulo 5 central Ericsson MD-110 BC del EJNB. Central telefónica Comandancia General del Ejército.