



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica

**PROCEDIMIENTO DE DETECCIÓN, SEGUIMIENTO Y SOLUCIÓN
DE ALARMAS EN LA BSS DE UNA RED DE TELEFONÍA MÓVIL
DE TECNOLOGÍA GSM**

Miguel Ángel Álvarez Ibáñez

Asesorado por el Ing. Harold Eduardo Letona Cardona

Guatemala, noviembre de 2006

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROCEDIMIENTO DE DETECCIÓN, SEGUIMIENTO Y SOLUCIÓN
DE ALARMAS EN LA BSS DE UNA RED DE TELEFONÍA MÓVIL
DE TECNOLOGÍA GSM**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

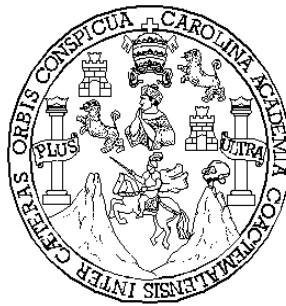
PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

MIGUEL ÁNGEL ÁLVAREZ IBÁÑEZ

ASESORADO POR EL ING. HAROLD EDUARDO LETONA CARDONA
AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO ELECTRÓNICO

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2006

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Lic. Amahán Sánchez Alvarez
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Kenneth Issur Estrada Ruíz
EXAMINADOR	Ing. Julio César Solares Peñate
EXAMINADOR	Ing. Byron Odilio Arrivillaga
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

PROCEDIMIENTO DE DETECCIÓN, SEGUIMIENTO Y SOLUCIÓN DE ALARMAS EN LA BSS DE UNA RED DE TELEFONÍA MÓVIL DE TECNOLOGÍA GSM,

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, con fecha 12 de agosto de 2005.

Miguel Ángel Álvarez Ibáñez

SERVICIO DE COMUNICACIONES PERSONALES INALÁMBRICAS, S. A.
GERENCIA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
GOM-PCS-09-2006

Guatemala 7 de Septiembre, 2006

Ing. Ángel Roberto Sic
Coordinar de EPS
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala

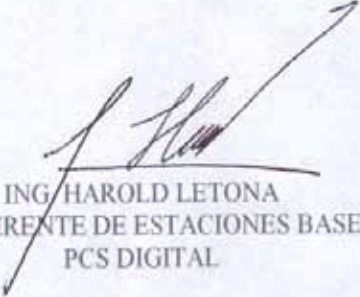
Por este medio le informo que doy por finalizada y aprobada la revisión del trabajo de EPS realizado por el estudiante de la carrera de Ingeniería Electrónica **MIGUEL ANGEL ALVAREZ IBAÑEZ**, EPS titulado, PROCEDIMIENTO DE DETECCIÓN, SEGUIMIENTO Y SOLUCIÓN DE ALARMAS EN LA BSS DE UNA RED DE TELEFONÍA MÓVIL DE TECNOLOGÍA GSM, en las instalaciones de la empresa PCS Digital.

Esperando que se le de el tramite correspondiente,

Sin nada más que agregar,

Atentamente,

SERVICIOS DE COMUNICACIONES
PERSONALES INALÁMBRICAS, S.A.
CENTRO NACIONAL DE SUPERVISIÓN PCS
GERENCIA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PCS
COORDINADOR


ING. HAROLD LETONA
SUB-GERENTE DE ESTACIONES BASE
PCS DIGITAL

Harold Eduardo Letona Cardona
INGENIERO ELECTRONICO
COL. 5775

C.C.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIDAD DE EPS
Tel. 24423509

"Todo por ti Carolingia Mía"
Dr. Carlos Martínez Durán
2006: Centenario de su Nacimiento

Guatemala, 19 de septiembre de 2006

Ref. EPS. C. 511.09.06

Ing. Angel Roberto Sic García
Coordinador Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Sic García.

Por este medio atentamente le informo que como Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) del estudiante universitario de la Escuela de Ingeniería Eléctrica, MIGUEL ANGEL ALVAREZ IBAÑEZ, procedí a revisar el informe final de la práctica de EPS, cuyo título es titulado **"PROCEDIMIENTO DE DETECCIÓN, SEGUIMIENTO Y SOLUCIÓN DE ALARMAS EN LA BSS DE UNA RED DE TELEFONÍA MÓVIL DE TECNOLOGÍA GSM"**.

Cabe mencionar que las soluciones planteadas en este trabajo, constituyen un valioso aporte de nuestra Universidad.

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Dá y Enseñad a Todos"

Ing. Kenneth Issur Estrada Ruiz
Colegado 6271



Ing. Kenneth Issur Estrada Ruiz
Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Mecánica – Eléctrica



KIER/jm

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIDAD DE EPS
Tel. 24423509

"Judo por la Conciencia Núa"
Dr. Carlos Martínez Durán
2006: Centenario de su Nacimiento

Guatemala, 19 de septiembre de 2006
Ref. EPS. C. 511.09.06

Ing. Renato Escobedo
Director Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Escobedo,

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"PROCEDIMIENTO DE DETECCIÓN, SEGUIMIENTO Y SOLUCIÓN DE ALARMAS EN LA BSS DE UNA RED DE TELEFONÍA MÓVIL DE TECNOLOGÍA GSM"**.

Este trabajo lo desarrolló el estudiante universitario, **MIGUEL ANGEL ALVAREZ IBÁÑEZ**, quien fue asesorado por el Ing. Harold Eduardo Letona Cardona y supervisado por el Ing. Kenneth Issur Estrada Ruiz.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte del asesor y supervisor, **ESTA COORDINACION TAMBIEN APRUEBA SU CONTENIDO**; solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"D y Enseñad a Todos"

Ing. Ángel Roberto Sic García
Coordinador Unidad de EPS



ARSG/jm

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, después de conocer el dictamen del Asesor, con el Visto Bueno del Coordinador de Area, al trabajo de Graduación del estudiante; Miguel Angel Alvarez Ibañez titulado: **PROCEDIMIENTO DE DETECCIÓN, SEGUIMIENTO Y SOLUCIÓN DE ALARMAS EN LA BSS DE UNA RED DE TELEFONIA MÓVIL DE TECNOLOGÍA GSM**, procede a la autorización del mismo.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Mario Renato Escobedo Martínez', written over a circular stamp.

Ing. Mario Renato Escobedo Martínez

DIRECTOR



GUATEMALA, 9 DE NOVIEMBRE 2,006.

Universidad de San Carlos
de Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

Ref. DTG. 506.2006

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, al trabajo de graduación titulado: **PROCEDIMIENTO DE DETECCIÓN, SEGUIMIENTO Y SOLUCIÓN DE ALARMAS EN LA BSS DE UNA RED DE TELEFONÍA MÓVIL DE TECNOLOGÍA GSM**, presentado por el estudiante universitario Miguel Ángel Álvarez Ibáñez, procede a la autorización para la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.



Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
DECANO

Guatemala, noviembre de 2006

/gdech

Fondo por la Calidad de la Educación
Dr. Carlos Martínez Durán
2006: Centenario de su Nacimiento

ACTO QUE DEDICO A:

DIOS

Por ser la fuente de sabiduría.

María Santísima

Madre, intercesora y guía que me conduce hacia DIOS.

Mis padres

Por ser mi fuente de inspiración.

Mis hermanos

Como muestra de que los objetivos propuestos son alcanzables.

Mi tía, prima y sobrinas

Por su apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTOS A:

- Mis padres:** Por el apoyo moral y sentimental brindado para poder culminar mis estudios.
- Mis hermanos:** Gracias por su apoyo incondicional.
- Mis abuelitos:** Tránsito (QEPD), Taca (QEPD) y Tona (QEPD) por su muestra de afecto y comprensión.
- Mi tía, prima y sobrinas** Chaíto, Sandra, Adrianita y Alejandrita por su apoyo en todo lo que me he propuesto.
- Ing. Harold Letona Cardona** Por su asesoría en la elaboración y desarrollo de éste trabajo de graduación.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	IX
GLOSARIO	XIII
RESUMEN	XXIII
OBJETIVOS	XXV
INTRODUCCIÓN	XXVII
1. ENTORNO A LA TECNOLOGÍA GSM	1
1.1. Tecnología GSM	1
1.1.1. Descripción	1
1.1.2. Funcionamiento	1
1.1.3. Canales lógicos GSM	5
1.2. Conformación de la red GSM en la empresa	7
1.2.1. Estructura de operación y mantenimiento de la red	8
1.2.1.1. Sub-área de Conmutación	8
1.2.1.2. Sub-área de Estaciones Base	8
1.2.1.2.1. Personal de BSC – OMC-R	9
1.2.1.2.2. Personal de campo BTS	9
1.2.1.2.3. Personal de energía y antenas	10
1.2.1.3. Sub-área de optimización	10
1.2.2. Área de cobertura	11
2. PARTES QUE CONFORMAN UNA RED GSM	13
2.1. Arquitectura de la red GSM	13
2.1.1. Sub-sistema de Conmutación y Red (<i>Network and Switching Subsystem, NSS</i>)	14

2.1.1.1.	Centro de Conmutación de Servicios Móviles (<i>Mobile Services Switching Center, MSC</i>)	14
2.1.1.2.	Centro de Conmutación de Servicios Vía Gateway (<i>Gateway Mobile Services Switching Center, GMSC</i>)	14
2.1.1.3.	Registro de Ubicación Local (<i>Home Location Register, HLR</i>)	15
2.1.1.4.	Registro de Ubicación del Visitante (<i>Visitor Location Register, VLR</i>)	15
2.1.1.5.	Centro de Autenticación (<i>Authentication Center, AuC</i>)	15
2.1.1.6.	Registro de Identidad del Equipo (<i>Equipment Identy Register, EIR</i>)	16
2.1.1.7.	Unidad de Intertrabajo GSM (<i>GSM Interworking Unit, GIWU</i>)	16
2.1.2.	Sub-sistema de Estaciones Base (<i>Base Station Subsystem, BSS</i>)	17
2.1.2.1.	Radio bases o Células (<i>Cells</i>)	18
2.1.2.1.1.	Radio bases Macro-células (<i>Macrocells</i>)	18
2.1.2.1.2.	Radio bases Micro-células (<i>Microcells</i>)	19
2.1.2.1.3.	Radio bases Células Selectivas (<i>Selectived Cells</i>)	19
2.1.2.1.4.	Radio bases Células Sombrilla (<i>Umbrella Cells</i>)	19
2.1.2.2.	Controlador de Estaciones Base (<i>Base Station Controller, BSC</i>)	20
2.1.3.	Sub-sistema de Operación (<i>Operation Subsystem, OSS</i>)	22

3. GESTIÓN DE LA RED GSM	23
3.1. Propósitos del OMC-R	23
3.2. Localización del OMC-R	24
3.3. Arquitectura física del OMC-R	27
3.3.1. Principios	27
3.3.1.1. Servidores	28
3.3.1.2. Estaciones de trabajo (<i>Workstations</i>)	29
3.3.1.3. Comunicación servidores/estaciones de trabajo	30
3.4. Introducción a las entidades físicas del OMC-R	34
3.4.1. Especificaciones	35
3.5. Forma de monitoreo del OMC-R	36
3.5.1. Abriendo una sesión de trabajo	37
3.5.1.1. Procedimiento de apertura	37
3.5.1.2. Descripción de las ventanas que abren automáticamente	41
3.5.2. Requerimientos	43
3.6. Acceso a las aplicaciones desde menú de la ventana <i>OMC-R Browser</i>	44
3.6.1. Menú <i>Objects</i>	45
3.6.2. Menú <i>Fault</i>	46
3.6.2.1. Manejo de alarmas entrantes	46
3.6.2.2. Registros de consulta	48
3.6.2.3. Accesando manejadores	48
3.6.3. Menú <i>Configuration</i>	49
3.6.4. Menú <i>Performance</i>	49
3.6.5. Menú <i>Maintenance</i>	50
3.6.6. Menú <i>Security</i>	53
3.6.7. Menú <i>Administration</i>	53
3.6.8. Menú <i>SMS-CB</i>	55

3.6.9. Menú <i>Help</i>	55
3.7. Cerrando una sesión de trabajo	55
3.7.1. Cierre manual por el usuario	55
3.7.2. Cierre automático por el sistema	56
3.7.3. Conexión fuera del tiempo autorizado	56
3.8. Interfase MMI (<i>Man-Machine Interfase</i>)	56
3.8.1. Ventana <i>OMC-R Browser</i>	57
3.8.2. Ventanas <i>OMC-R Browser</i>	58
3.8.2.1. Ventana <i>OMC-R Browser</i> modo lógico	59
3.8.2.2. Ventana <i>OMC-R Browser</i> modo físico	62
4. TIPO DE FALLAS	65
4.1. Fallas remotas	66
4.1.1. Medio de transmisión	66
4.1.1.1. Definición	67
4.1.1.2. Clasificación de los medios de transmisión	67
4.1.1.2.1. Cable de cobre	69
4.1.1.2.1.1. Par físico	69
4.1.1.2.1.2. Cable coaxial	70
4.1.1.2.2. Fibra óptica	70
4.1.1.2.2.1. Ventajas de la fibra óptica	71
4.1.1.2.2.2. Desventajas de la fibra óptica	72
4.1.1.2.2.3. Características de la fibra óptica	73
4.1.1.2.3. Radio enlaces	74
4.1.1.2.3.1. Elementos del radio enlace	75
4.1.1.2.3.2. Línea de vista	77
4.1.2. Modelo de referencia OSI (<i>Open System Interconnection</i>)	77
4.1.2.1. Descripción	78
4.1.2.1.1. Capas inferiores	79

4.1.3.	Sistema de transmisión digital	80
4.1.3.1.	Modulación por pulsos de codificación (PCM)	80
4.1.3.1.1.	Estructura de tramas PCM	80
4.1.3.2.	Estándar europeo (E1)	80
4.1.3.3.	Interfase de transferencia de datos G703	82
4.1.3.4.	Jerarquía digital PDH estándar europeo	83
4.1.3.5.	Jerarquía digital SDH	85
4.1.3.5.1.	Principios básicos	86
4.1.3.5.2.	Problemas de la jerarquía digital sincrónica	88
4.1.3.5.3.	Formación y estructuras múltiplex	90
4.1.3.5.4.	Posibilidades de mapeado para el sistema Europeo	94
4.1.3.5.5.	Estructura de la trama sincrónica	96
4.1.3.5.6.	Encabezado global	98
4.1.3.5.7.	Sincronización de tramas SDH	100
4.1.3.5.8.	Señales de mantenimiento en servicio	101
4.1.4.	Fallas remotas producidas en la radio base	109
4.2.	Fallas locales	109
5.	MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DE ALARMAS LOCALES	111
5.1.	Mantenimiento preventivo	111
5.1.1.	Descripción del gabinete BSC 3G	113
5.1.1.1.	Descripción del conjunto bastidor	113
5.1.1.2.	Descripción del montaje SAI	115
5.1.1.3.	Descripción del <i>shelf</i> nodo de control	116
5.1.1.4.	Descripción del <i>shelf</i> del nodo de interfase	116
5.1.2.	Procedimientos de mantenimiento preventivo	119
5.1.2.1.	Consistencia de datos	120

5.1.2.2.	Chequeo de notificaciones	121
5.1.2.3.	Chequeo de alarmas	123
5.1.2.4.	Observación de chequeo de tráfico	126
5.1.2.5.	Chequeo de la fuente de alimentación	128
5.1.3.	Procedimientos de reemplazo de módulos BSC 3G	130
5.1.3.1.	Operaciones preliminares	132
5.1.3.1.1.	Mantenimiento de módulo CEM	132
5.1.3.2.	Herramientas	137
5.1.4.	Procedimientos para mantenimiento avanzado	137
5.1.4.1.	Operaciones preliminares	137
5.1.4.2.	Herramientas	138
5.1.4.3.	Procedimientos de localización de fallas	138
5.1.4.3.1.	Procedimiento de paro de la BSC 3G	138
5.1.4.3.2.	Comandos OMU	140
5.1.4.3.3.	Requerimientos de sincronización de reloj para BSC 3G	141
5.1.4.4.	Plan enfriamiento redundancia/calamidad	142
5.1.4.4.1.	Requisitos previos	143
5.2.	Mantenimiento correctivo	144
6.	RECOPIACIÓN DE ALARMAS SURGIDAS EN LA BSS DE TECNOLOGÍA GSM	147
6.1.	Principios básicos de manejo de fallas en una BSS con BSC 3G	147
6.2.	Manejo de eventos ocasionales	150
6.2.1.	Tipos de mensajes	150
6.2.2.	Archivo circular	152
6.3.	Ventana de alarmas activas	153
6.4.	Estados de las alarmas	156

6.5.	Supervisión gráfica de las alarmas	158
6.6.	<i>OMC-R Browser</i> . Representación de alarmas	160
6.7.	Panorama de alarmas	162
6.8.	Cuadro gráfico de alarmas	164
6.9.	Procedimiento para supervisión de alarmas	166
6.10.	Criterio de alarmas	168
6.11.	Administrador de criterio de alarmas	169
6.12.	Configuración de alarmas externas	170
6.13.	Procedimiento de detección, seguimiento y solución de fallas de desempeño de una BTS	171
6.13.1.	Determinando el TRX que maneja el BCCH	173
6.13.2.	Abriendo un <i>Performance monitor</i>	176
CONCLUSIONES		181
RECOMENDACIONES		183
BIBLIOGRAFÍA		185

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1	Espectro de familias de bandas de radio GSM	2
2	Arquitectura de la red GSM	13
3	Localización del OMC-R en la red GSM	25
4	Arquitectura física del OMC-R (servidor E4XXX y A5XXX)	32
5	Arquitectura física del OMC-R (modo de línea vía servidor Terminal)	33
6	Ventana <i>OMC-R Browser</i>	38
7	Ventana <i>Login</i>	38
8	Menús en la ventana <i>OMC-R Browser</i>	45
9	Ventana <i>OMC-R Browser</i> en modo lógico	59
10	Nivel principal modo lógico	60
11	BSC modo lógico	61
12	TCU modo lógico	61
13	Sitio de celda modo lógico	62
14	Ventana <i>OMC-R Browser</i> en modo físico	62
15	Nivel principal modo físico	63
16	Vista sub-red modo físico	63
17	BSS modo físico	64
18	Elementos de un radio enlace	75
19	Capas inferiores modelo OSI	79
20	Estructura de la trama europea de PCM	82

21	Jerarquía digital plesiócrona	83
22	Algunas velocidades de transferencia de datos con la interfase G703 (<i>Plesiochronous Digital Hierarchy</i> – PDH – o sea jerarquía digital casi sincrónica)	85
23	Formación de la señal sincrónica	87
24	Proceso de obtención de señal tributaria TU	92
25	Alternativas de obtención de un módulo STM-1 a partir de señales tributarias de jerarquías plesiócronas CEPT y US	93
26	Trama de flujo de señales serie	96
27	Estructura de la trama STM-1	97
28	Segmentos de una red SDH	99
29	Intercalación de <i>bytes</i>	100
30	Sincronización de la trama	101
31	Guía para mantenimientos preventivo y correctivo	112
32	Gabinete BSC 3G. Vista frontal	115
33	Módulos BSC 3G. Nodo de control y nodo de interfase. Vista frontal	118
34	Menú de alarmas	124
35	Tabla de alarmas	125
36	Interfase de usuario TML	139
37	Pasos para un mantenimiento correctivo de BSC 3G	146
38	Principios básicos de manejo de fallas en una BSS con BSC 3G	149
39	Manejo de eventos ocasionales en la BSS. Tipos de mensajes	151
40	Archivos circulares	153
41	Ventana de alarmas activas	155
42	Estado de las alarmas	158
43	Supervisión gráfica de las alarmas	160
44	<i>OMC-R Browser</i> . Representación de la alarma	161
45	Panorama de las alarmas	162

46	Descripción de la alarma al desplegar <i>Show alarms...</i> del menú del objeto	164
47	Cuadro gráfico de las alarmas	165
48	Procedimiento para supervisión de alarmas	167
49	Criterio de alarma	168
50	Pantalla en el objeto OMC para configuración de las alarmas	169
51	Administración de criterio de alarma	170
52	Configuración de alarmas externas	171
53	Procedimiento para determinar TRX que maneja BCCH. Paso 1	173
54	Procedimiento para determinar TRX que maneja BCCH. Paso 2	174
55	Procedimiento para determinar TRX que maneja BCCH. Paso 3	174
56	Procedimiento para determinar TRX que maneja BCCH. Paso 4	175
57	Procedimiento para determinar TRX que maneja BCCH. Paso 5	176
58	Procedimiento para abrir una ventana de monitoreo de <i>performance</i> . Pasos 1 y 2	177
59	Procedimiento para abrir una ventana de monitoreo de <i>performance</i> . Paso 3	178
60	Procedimiento para abrir una ventana de monitoreo de <i>performance</i> . Paso 4	178
61	Procedimiento para abrir una ventana de monitoreo de <i>performance</i> . Paso 5	179
62	Procedimiento para abrir una ventana de monitoreo de <i>performance</i> . Paso 6	180

TABLAS

I	Abreviaturas utilizadas para reconocer los sub-sistemas en la arquitectura del OMC-R	27
II	Familia de entidades funcionales	58
III	Clasificación del medio de transmisión	68
IV	Parámetros de las fibras ópticas	74
V	Elementos y su función en un radio enlace	76
VI	Modelo OSI	78
VII	Calendarización de mantenimientos preventivos para la BSC 3G	119
VIII	Notificaciones obligatoriamente a chequear al presentarse en una BSC 3G	122
IX	Significado de los posibles estados de LED indicador módulo de alimentación	129

GLOSARIO

A	Interfase entre el MSC y la TCU.
Abis	Interfase entre la BTS y la BSC.
ACCH	<i>Associated Control CHannel.</i> Canal de señalización de radio dedicado lento (SACCH) o rápido (FACCH).
AGCH	<i>Access Grant CHannel:</i> Canal de radio común del móvil usado exclusivamente para comandos de asignación enviados por la red en respuesta a requerimientos de acceso del móvil.
AIS	<i>Alarm Indication Signal:</i> Señal indicadora de alarma.
ANSI	<i>American National Standards Institute.</i>
Ater	Interfase entre la BSC y el TCU.
ATM	<i>Asynchronous Transfer Mode:</i> Célula basada en la técnica de transferencia de datos usando modo de conmutación.

ATM-SW	Módulo ATM SWitch en el nodo de control de la BSC 3G.
BCCH	<i>Broadcast Control CHannel</i> : Canal lógico común del móvil usado para información de sistema de localización en la interfase de radio.
BDE	<i>Exploitation Data Base</i> (OMC-R): Contiene toda la información de objetos describiendo la BSS bajo las funciones de control de manejo del OMC-R.
BSS	<i>Base Station Subsystem</i> : Sub-sistema de la red de radio celular formada de controladores de estación base y una o más estaciones transreceptoras base.
BTS	<i>Base Transceiver Station</i> : Estación transreceptora base. Estación de radio base manejando una o más celdas.
CBCH	<i>Cell Broadcast CHannel</i> : Canal lógico usado en una celda como mensaje corto comercial en modo no reconocido.
CCCH	<i>Common Control CHannel</i> : Canal de Control Común. Canal de control del móvil

bidireccional, usado para transmitir señal de información en la interfase de radio.

CCH	<i>Control CHannel: common or dedicated control channel.</i> Canal de Control. Canal de control común o dedicado.
CCS7	<i>Common Channel Signaling CCITT No. 7.</i> Canal común de señalización CCITT No. 7. Canal común de la BSC de señalización No. 7 de la tarjeta de interfase (Interfase A).
C-Node	<i>Control Node.</i> Nodo de control (BSC 3G).
DCCH	<i>Dedicated Control CHannel.</i> Canal de control dedicado. Canal de señalización de radio dedicado con un canal SDCCH y uno SACCH.
Erlang	Unidad de intensidad de tráfico de telecomunicaciones representando el promedio del número de recursos o circuitos ocupados durante la hora pico de tráfico.
ETSI	<i>European Telecommunication Standards Institute:</i> Instituto de Normalización de Telecomunicaciones Europeo. Organización europea responsable de la normalización en Europa. Surgió de la CEPT en 1988.

FACCH	<i>Fast Associated Control Channel:</i> Canal de control asociado rápido. Canal de señalización dedicado.
FCCH	<i>Frequency Correction CHannel:</i> Canal de corrección de frecuencia. Canal de sincronización de frecuencia común.
FCH	<i>Frequency CHannel:</i> Canal común de sincronización de frecuencia.
GSM	<i>Global System for Mobile communications.</i> Sistema global de comunicaciones móviles.
IMSI	<i>International Mobile Subscriber Identity:</i> Identidad del suscriptor de móvil internacional. Identificación primaria del suscriptor.
Kb	<i>Kilobyte</i> (1024 bytes).
KHz	<i>KiloHertz.</i>
LAN	<i>Local Area Network.</i> Red de área local.
LAPD	<i>Link Access Protocol on D channel:</i> Protocolo de Acceso de enlace sobre canal D. Protocolo de señalización usado sobre la interfase Abis entre la BTS y la BSC y sobre la interfase Ater entre la BSC y el TCU.

LFA	<i>Loss of Frame Alignment.</i> Pérdida de alineamiento de trama.
LOS	<i>Loss of Signal.</i> Pérdida de señal de alineamiento de trama de PCM.
Mb	<i>Megabyte</i> (1024 kb).
MD-R	<i>Mediation Device OMC-Radio.</i> Dispositivo mediador del OMC-R radio.
MHz	MegaHertz.
MIB	<i>Management Information Base:</i> Administrador de información base. Base de datos que contiene objetos manejados en formato Q3.
MLC	<i>Mobile Location Center.</i> Centro de localización móvil.
MS	<i>Mobile Station:</i> Estación móvil. Terminal de voz o datos movable.
MSC	<i>Mobile Services Switching Center.</i> Centro de conmutación de servicios móviles. Equipo de conmutación GSM (NSS).

OAM	<i>OMN Access Management</i> : Administrador de acceso OMN. Habilitado como funcional por el OMC-R.
O&M	<i>Operation and Maintenance</i> . Operación y mantenimiento.
OMC	<i>Operation and Maintenance Center</i> . Centro de operación y mantenimiento.
OMC-R	<i>Operation and Maintenance Center – Radio</i> : Centro de operación y mantenimiento vía radio: para la BSS.
OMC-S	<i>Operation and Maintenance Center – Switching</i> : Centro de operación y mantenimiento vía conmutación: para la NSS.
OML	<i>Operation and Maintenance Link</i> : Enlace de operación y mantenimiento. Enlace LAPD soporta funciones de operación y mantenimiento de la BSS.
OMN	<i>Operation and Maintenance Network</i> : Red de operación y mantenimiento. Interfase usado para transferir mensajes entre el OMC-R y la BSC conectada.

OMS	<i>Operation and Maintenance Subsystem.</i> Sub-sistema de operación y mantenimiento.
OMU	<i>Operations & Maintenance Unit.</i> Unidad de operación y mantenimiento. Módulo de operación y mantenimiento de la BSC 3G.
OSI	<i>Open System Interconnection:</i> Interconexión de sistema abierto. Modelo de normalización para comunicación de computadoras, organizado en siete capas, cada una conteniendo varios protocolos.
OSS	<i>Operation SubSystem:</i> Sub-sistema de operación. Sub-sistema de operaciones incluye el OMC-R y el OMC-S.
PCH	<i>Paging CHannel:</i> Canal de paging. Canal común de paging de suscriptores de radio.
PCM	<i>Pulse Code Modulation:</i> Modulación por codificación de pulsos. Enlace PCM conectando, ya sea, la BSC a la BTS (interfase Abis), o la BSC al TCU (interfase Ater). E1: 2.048 Mbit/s (2 Mbit/s enlace físico soporta 32 x 64 kbit/s time slots (TS)). T1: 1.544 Mbit/s (1.5 Mbit/s enlace físico soporta 24 x 64 kbit/s time slots (TS)).

Q3	Interfase de comunicación standard entre un administrador y un agente en la arquitectura de la red de administrador de telecomunicación (TMN).
RACE	<i>Remote ACcess Equipment</i> : Equipo de acceso remoto. Terminal de operaciones remotas del OMC-R.
RACH	<i>Random Access CHannel</i> : Canal de acceso aleatorio. Canal común lógico del móvil, reservado para accesos aleatorios que requieren ser transmitidos por las estaciones móviles en la interfase de radio.
Radio interfase	Interfase entre la estación móvil (MS) y la BTS.
RAM	<i>Random Access Memory</i> : Memoria de acceso aleatorio. Memoria de lectura o escritura.
SACCH	<i>Slow Associated Control CHannel</i> : Canal de control asociado lento. Canal de control lógico lento asociado con un canal de tráfico durante una comunicación.
SDCCH	<i>Stand alone Dedicated Control CHannel</i> : Canal de control dedicado. Canal de señalización de radio temporalmente ubicado

durante una llamada. Hay dos tipos de SDCCH = SDCCH/8 y SDCCH/4, en cuyos canales lógicos son agrupados en 4 y 8 respectivamente y combinados con CCH.

SIM *Subscriber Identity Module*: Módulo de identidad de suscriptor. Tarjeta inteligente que contiene información de los suscriptores.

SMS *Short Messages Service*: Servicio de mensajes cortos. Servicio para envío y recepción de mensajes cortos entre la red celular de radio de estaciones móviles. *SMS-CB Short Message Service-Cell Broadcast*.

SS7 *Signaling System 7*: Sistema de señalización 7. Unidad funcional manejando el sistema de señalización No. 7 (Interfase A).

TCH *Traffic CHannel*: Canal de tráfico. Canal de tráfico de radio.

TCP *Transmission Control Protocol*: Protocolo de control de transmisión. Protocolo nivel 4 usualmente usado para IP.

TCP/IP *Transmission Control Protocol/Internet Protocol*: Protocolo de control de transmisión

protocolo/internet. Niveles 4 y 3 del modelo de referencia OSI.

TDMA

Time Division Multiple Access: Acceso múltiple por división de tiempo. Trama de transmisión en la interfase de radio, dividido en ocho time slots (TS) o canales.

TML

Local Maintenance Terminal: Terminal de mantenimiento local. Programa especializado para correr en una PC, usado para prueba de diferentes entidades de la BSC y la BTS.

TRX

Sub-sistema de transmisión/recepción de una BTS.

TS

Time Slot: Una trama de radio TDMA conteniendo ocho time slots contiguos.

WS

WorkStation: Estación de trabajo. Estaciones OMC enlazadas al servidor vía una LAN *Ethernet*.

X.25

Recomendación ITU para terminales usando paquete de transmisión sobre PSPDN.

RESUMEN

El presente trabajo es una documentación de los procedimientos de detección, seguimiento y solución de alarmas en el sub-sistema de radio de una red de telefonía móvil de tecnología GSM.

En los capítulos se detallan generalidades de la tecnología GSM, en cuanto al funcionamiento del sistema, arquitectura de la red y la forma en que se realiza la supervisión de alarmas en el sub-sistema de radio de la misma.

En cuanto a los procedimientos empleados para la prevención o corrección de alarmas remotas o locales, se explica la diferencia entre cada una y la forma correcta de evitar o solucionar un posible evento que se presente en los equipos, bajo la responsabilidad del personal encargado de la supervisión de ésta parte de la red.

OBJETIVOS

- **General**

Documentar los procedimientos de detección, seguimiento y solución de alarmas surgidas en la BSS de una red de telefonía móvil de tecnología GSM, dirigido al personal encargado de la supervisión de la red.

- **Específicos**

1. Describir el entorno de una red de telefonía móvil de tecnología GSM.
2. Describir las partes que conforman una red de telefonía móvil de tecnología GSM, así como su funcionamiento y operación.
3. Describir el equipo con el cual se realiza la supervisión de alarmas en la BSS de tecnología GSM.
4. Conocer el tipo de fallas que se presentan en una BSS de tecnología GSM.
5. Recopilar las alarmas surgidas en la BSS de tecnología GSM.

INTRODUCCIÓN

En Guatemala, la tecnología denominada GSM de telefonía móvil, se ha convertido en la más utilizada por los usuarios de servicio celular.

Debido a ésta demanda, las empresas de telecomunicaciones móviles, han tenido que ampliar su red de cobertura para aumentar la penetración de productos y servicios que ofrecen a sus suscriptores.

Dentro de la estructura de la Empresa PCS Digital, S. A. (Sercom), el personal que tiene bajo su responsabilidad la gestión del estado de la red de telefonía móvil GSM, le corresponde informar a las demás áreas de operación y mantenimiento de la red, sobre el comportamiento de la misma.

En el presente proyecto titulado “Procedimiento de Detección, Seguimiento y Solución de Alarmas en la BSS de una Red de Telefonía Móvil de Tecnología GSM”, se documenta las tareas que debe seguir el personal de supervisión de la red. Se encontrará generalidades del entorno de la red para conocer como trabaja la tecnología GSM y las partes que la conforman.

Mas adelante se introducirá al lector sobre la forma de gestión de la red, el mantenimiento preventivo, para evitar alarmas dentro de los equipos de la central, así como la interpretación y manejo de las alarmas surgidas de manera

local y remota que se visualizan en la estación de trabajo donde se supervisa la red.

Los capítulos se han estructurado de tal forma que se pretende que conforme el lector avance en su lectura, se lleve a cabo el conocimiento o si fuera el caso, aplicación de los procedimientos de cada uno de los temas a tratar, con la idea de aportar una herramienta al interesado.

1. ENTORNO A LA TECNOLOGÍA GSM

1.1. Tecnología GSM

1.1.1. Descripción

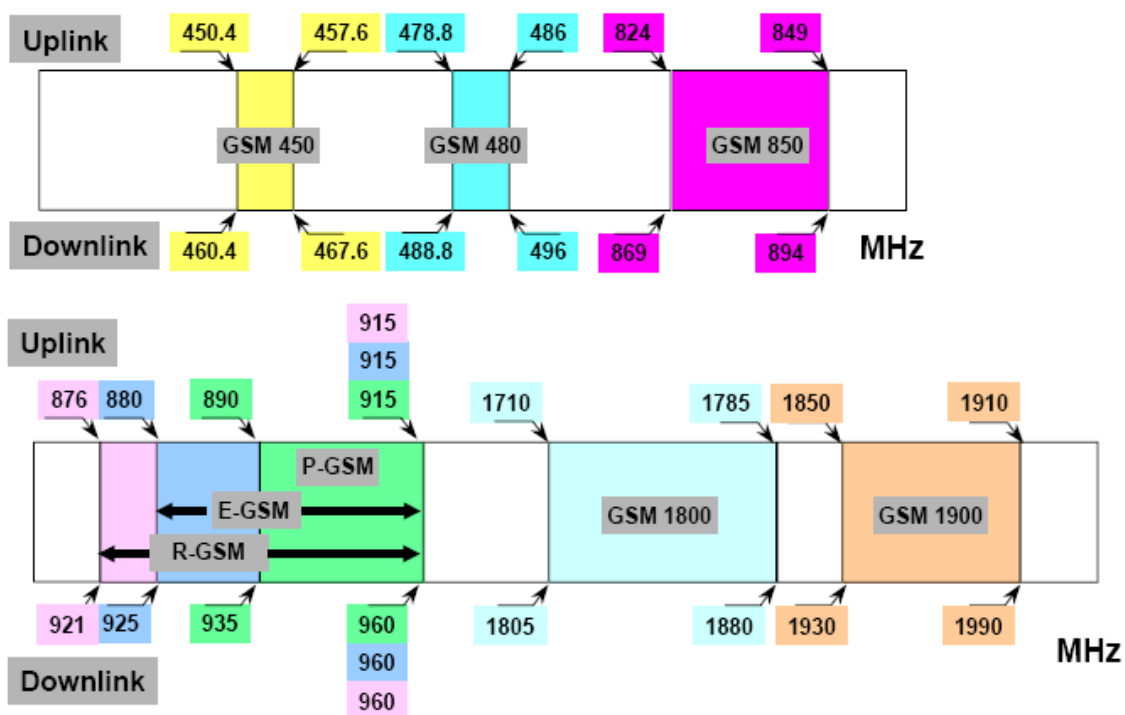
Global System for Mobile Communications (Sistema Global para las Comunicaciones Móviles), formalmente conocida como **Group Special Mobile** (GSM, Grupo Especial Móvil) es un estándar mundial para teléfonos móviles digitales. El estándar fue creado por la CEPT y posteriormente desarrollado por ETSI como un estándar para los teléfonos móviles europeos, con la intención de desarrollar una normativa que fuera adoptada mundialmente. El estándar es abierto, no propietario y evolutivo. Es el estándar predominante en Europa, así como el mayoritario en el resto del mundo.

1.1.2. Funcionamiento

GSM difiere de sus antecesores principalmente en que, tanto los canales de voz como las señales son digitales. Se ha diseñado así para un moderado nivel de seguridad.

GSM emplea TDMA (Acceso Múltiple por División de Tiempo, *Time Division Multiple Access*) entre estaciones en un par de canales de radio de frecuencia duplex, con saltos de frecuencia (*frequency hopping*) entre canales.

Figura 1. Espectro de familias de bandas de radio GSM.



GSM tiene cuatro versiones principales basadas en la banda: GSM-850, GSM-900, GSM-1800 y GSM-1900. GSM-900 (900 MHz) y GSM-1800 (1.8 GHz) son utilizadas en la mayor parte del mundo, salvo en Estados Unidos, Canadá y el resto de América latina, lugares en los que se utilizan las bandas de GSM-850 y GSM-1900 (1.9 GHz), ya que en EE.UU. las bandas de 900 y 1800 MHz están ya ocupadas (por los militares).

De acuerdo con la resolución de la Conferencia de Radiocomunicación Mundial en 1978, las autoridades de Telecom Europa principalmente reservaron dos bandas de frecuencia, ambas de 25 Mhz:

- 890 Mhz. hacia 915 Mhz. De la estación móvil hacia la red.
- 935 Mhz. hacia 960 Mhz. De las estaciones base hacia las estaciones móviles, para uso de sistemas celulares.

En 1990, una nueva banda dual de 75 Mhz (1710 Mhz hacia 1785 Mhz para el *up link* y 1805 Mhz a 1880 Mhz para el *down link*) fue especificada por el Sistema de Comunicación Digital la cual está localizada en la banda de frecuencia de 1800 MHz.

La FCC extendió aun más la banda a 60 MHz dual (1850 Mhz a 1910 Mhz para el *up link* y 1930 Mhz a 1990 Mhz para el *down link*) dedicada a redes GSM.

Otras dos bandas de frecuencia están establecidas:

- a) La banda 900 GSM Extendida (Extended GSM 900 band o E-GSM) =
P - GSM + 2x10 MHz.

b) La banda 900 GSM para compañías de Tren (Railway GSM 900 band)
o R - GSM= E-GSM + 2x4 Mhz.

Otras bandas de frecuencia disponibles son:

- GSM 450 y 480 Mhz.

- 11 66 850

Las implementaciones más veloces de GSM se denominan GPRS y EDGE, también denominadas generaciones intermedias o 2.5G, que conducen hacia la tercera generación 3G o UMTS.

1.1.3. Canales lógicos GSM

Para establecer y mantener las comunicaciones entre las terminales móviles y las estaciones bases (BTS) de la red, GSM utiliza un sistema TDMA para cada una de las frecuencias de que dispone. La comunicación en una determinada frecuencia se realiza a través de tramas temporales de 4.615 ms, divididas en 8 *slots* cada una. En esos *slots* se alojan los canales lógicos de GSM, que agrupan la información a transmitir entre la estación base y el móvil de la siguiente manera:

- a) Canales de tráfico (*Traffic Channels*, TCH): albergan las llamadas en proceso que soporta la estación base.
- b) Canales de control.
- c) Canales de difusión (*Broadcast Channels*, BCH).
- d) Canal de control *broadcast* (*Broadcast Control Channel*, BCCH): comunica desde la estación base al móvil la información básica y los parámetros del sistema.

- e) Canal de control de frecuencia (*Frequency Control Channel*, FCCH): comunica al móvil (desde la BTS) la frecuencia portadora de la BTS.
- f) Canal de control de sincronismo (*Synchronization Control Channel*, SCCH). Informa al móvil sobre la secuencia de entrenamiento (*training*) vigente en la BS, para que el móvil la incorpore a sus ráfagas.
- g) Canales de control dedicado (*Dedicated Control Channels*, DCCH).
- h) Canal de control asociado lento (*Slow Associated Control Channel*, SACCH).
- i) Canal de control asociado rápido (*Fast Associated Control Channel*, FACCH).
- j) Canal de control dedicado entre BS y móvil (*Stand-Alone Dedicated Control Channel*, SDCCH).
- k) Canales de control común (*Common Control Channels*, CCCH).
- l) Canal de aviso de llamadas (*Paging Channel*, PCH): permite a la BS avisar al móvil de que hay una llamada entrante hacia el terminal.
- m) Canal de acceso aleatorio (*Random Access Channel*, RACH): alberga las peticiones de acceso a la red del móvil a la BS.
- n) Canal de reconocimiento de acceso (*Access-Grant Channel*, AGCH): procesa la aceptación, o no, de la BS de la petición de acceso del móvil.

1.2. Conformación de la red GSM en la empresa

La empresa PCS Digital, (Sercom) se encuentra conformada de acuerdo a dos aspectos a cumplir:

- **Misión**

Proporcionar el servicio de telefonía móvil de mejor calidad, rapidez y eficiencia con los mejores productos y planes en el ámbito empresarial de las telecomunicaciones en Guatemala.

- **Visión**

Ser la empresa líder en telecomunicaciones móviles en el mercado guatemalteco, aumentando su penetración de productos, cobertura y servicios en todas las áreas y zonas del país donde se necesiten servicios de telecomunicaciones.

El área de operación y mantenimiento de la red es la responsable de velar por el debido funcionamiento del sistema de tecnología GSM en cuanto a la operación de los equipos que permiten llevar los servicios telefónicos al usuario.

1.2.1. Estructura de operación y mantenimiento de la red

El área de operación y mantenimiento de PCS Digital, es la encargada de velar por el debido desempeño de las partes que conforman la red GSM. Se encuentra sub-dividida en tres áreas:

1.2.1.1. Sub-área de conmutación

Es el área encargada de realizar las funciones correspondientes al sub-sistema de conmutación y red NSS (*Network and Switching Subsystem*). El personal que se desempeña en ésta área realiza diferentes actividades tales como la gestión de alarmas de las centrales así como mantenimiento de las mismas, tareas específicas del sistema de mensajería, sistema de correo de voz, verificación de transmisión de datos vía GPRS. Éstas actividades se realizan en dos centrales de conmutación las cuales se encuentran una en Edificio Central de Telgua cuarto nivel zona 1 y en central Guarda Viejo.

1.2.1.2. Sub-área de estaciones base

Es el área encargada de realizar las funciones correspondientes al sub-sistema de radio, BSS (*Base Station SubSystem*). El personal que se desempeña en ésta área, se encuentra subdividido en tres ramas:

1.2.1.2.1. Personal de BSC – OMC-R

Es el personal responsable de la detección, seguimiento y solución de alarmas en la BSS de una red de telefonía móvil de tecnología GSM, lo que implica el mantenimiento preventivo y correctivo de las BSC, gestión de alarmas de la BSS y todo lo relacionado a la transmisión de las BTS. Estas actividades se realizan en dos centrales una en Edificio Central de Telgua cuarto nivel zona 1, en donde se atiende la parte Centro-Oriente (Región I) y en central Guarda Viejo donde se atiende la parte Centro-Occidente (Región II).

1.2.1.2.2. Personal de campo BTS

Es el personal responsable del mantenimiento preventivo y correctivo de las radio bases (BTS), lo cual implica velar porque las mismas se encuentren trabajando sin ningún problema y mayor rendimiento.

Para cubrir la parte Centro-Oriente (Región I), se encuentra dividido en área Metropolitana y área Zacapa. El área Metropolitana lo conforman dos grupos con sede en la capital y alrededores y un grupo con sede en Jutiapa. El área Zacapa, lo conforman tres grupos cuyas sedes son Peten, Coban y Zacapa.

Para cubrir la parte Centro-Occidente (Región II), se encuentra dividido en área Metropolitana, área Quetzaltenango y área Coatepeque. El área

Metropolitana la conforman tres grupos con sede en la capital y alrededores y para las áreas de Quetzaltenango y Coatepeque dos grupos en cada sede.

1.2.1.2.3. Personal de energía y antenas

Es el personal responsable de los factores externos por los cuales las radio bases llegan a presentar algún problema y dejen de prestar servicio. En el caso del responsable de la energía, velará porque el sitio que tiene corte de energía comercial vuelva a reestablecer el servicio en el menor tiempo posible, realizando las gestiones pertinentes con la Empresa Eléctrica o personal de la empresa encargada del mantenimiento de los motogeneradores. El personal de antenas es el responsable del sistema radiante de las radio bases, y realizará mediciones y pruebas de cobertura, en caso de ocurrir problemas que ameriten realizar dicha acción. El personal que se desempeña en ésta actividad se encuentra apoyando tanto a la parte Centro-Oriente (Región I), como a la parte Centro-Occidente (Región II).

1.2.1.3. Sub-área de optimización

La función de la sub-área de optimización es la de llevar el control de calidad de servicio de los recursos de la red. En cuanto a la BSS le corresponde el monitoreo y evaluación estadística del desempeño de las BSC, así como de las radio bases. La actividad que realizan la desempeñan en el área de operación y mantenimiento, Edificio Novatex tercer nivel, zona 10.

1.2.2. Área de cobertura

La cobertura de señal de tecnología GSM, cubre el territorio de la República de Guatemala, en sus veintidós departamentos. En la página Web www.pcsdigital.com.gt hallaremos un mapa de la cobertura, clasificada por departamentos. Al momento de realizar éste trabajo, el número total de radio bases superaban las 580, divididos en dos regiones:

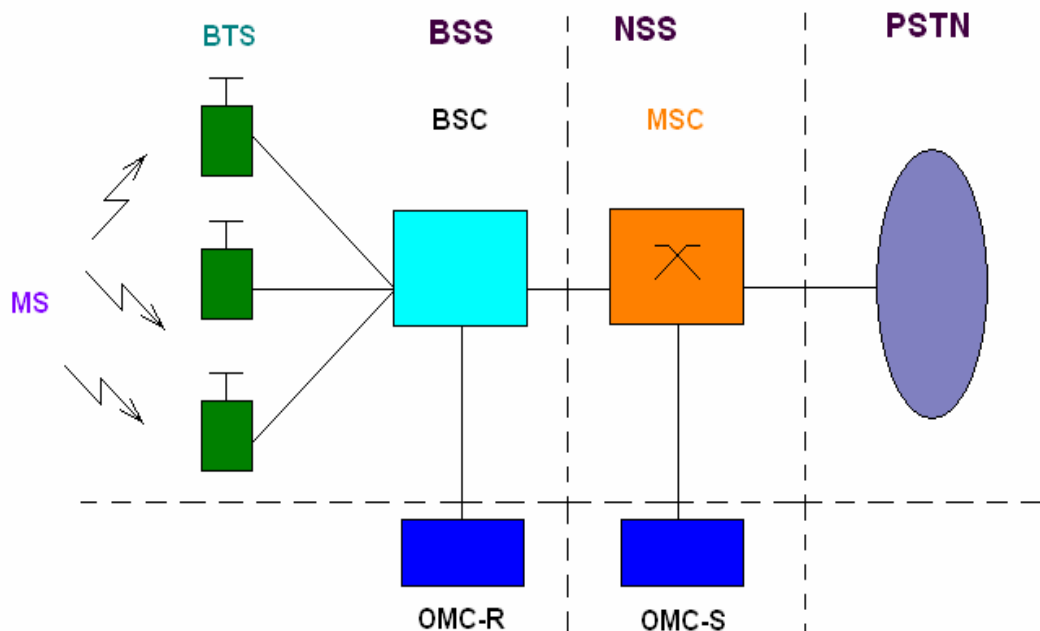
- a) Región I. Radio bases ubicadas en área Centro-Oriente.

- b) Región II. Radio bases ubicadas en área Centro-Occidente.

2. PARTES QUE CONFORMAN UNA RED GSM

2.1. Arquitectura de la red GSM

Figura 2. Arquitectura de la red GSM.



El sistema GSM está básicamente dividido en tres sub-sistemas: NSS (*Network and Switching SubSystem*) que es el Sub-sistema de Conmutación y Red, el sub-sistema de radio llamado BSS (*Base Station SubSystem*) que es el Sub-sistema de Estaciones Base, y la OSS (*Operation SubSystem*) que es el Sub-sistema de Operación.

2.1.1. Sub-sistema de Conmutación y Red (*Network and Switching Subsystem, NSS*)

El Sub-sistema de Conmutación y Red (NSS), es el encargado de administrar las comunicaciones que se realizan entre los diferentes usuarios de la red; para poder hacer este trabajo la NSS se divide en siete sistemas diferentes, cada uno con una misión dentro de la red:

2.1.1.1. Centro de Conmutación de Servicio Móviles (*Mobile Services Switching Center, MSC*)

Es el componente central del NSS y se encarga de realizar las labores de conmutación dentro de la red, así como de proporcionar conexión con otras redes.

2.1.1.2. Centro de Conmutación de Servicios Vía Gateway (*Gateway Mobile Services Switching Center, GMSC*)

Un *gateway* es un dispositivo traductor (puede ser software o hardware) que se encarga de interconectar dos redes haciendo que los protocolos de comunicaciones que existen en ambas redes se entiendan bien. La misión del GMSC es esta misma, servir de mediador entre las redes de telefonía fijas y la red GSM.

2.1.1.3. Registro de Ubicación Local (*Home Location Register, HLR*)

El HLR es una base de datos que contiene información sobre los usuarios conectados a un determinado MSC. Entre la información que almacena el HLR tenemos fundamentalmente la localización del usuario y los servicios a los que tiene acceso. El HLR funciona en unión con en VLR.

2.1.1.4. Registro de Ubicación del Visitante (*Visitor Location Register, VLR*)

Contiene toda la información sobre un usuario, necesaria para que dicho usuario acceda a los servicios de red. Forma parte del HLR con quien comparte funcionalidad.

2.1.1.5. Centro de Autenticación (*Authentication Center, AuC*)

Proporciona los parámetros necesarios para la autenticación de usuarios dentro de la red; también se encarga de soportar funciones de encriptación (codificación y descodificación de códigos).

2.1.1.6. Registro de Identidad del Equipo (*Equipment Identity Register, EIR*)

También se utiliza para proporcionar seguridad en las redes GSM pero a nivel de equipos válidos. La EIR contiene una base de datos con todos los terminales que son válidos para ser usados en la red. Esta base de datos contiene las Identidades de Equipo Móvil Internacional conocido como IMEI (*International Mobile Equipment Identity*) de cada terminal, de manera que si un determinado móvil trata de hacer uso de la red y su IMEI no se encuentra localizado en la base de datos del EIR no puede hacer uso de la red.

2.1.1.7. Unidad de Intertrabajo GSM (*GSM Interworking Unit, GIWU*)

Sirve como interfaz de comunicación entre diferentes redes para comunicación de datos.

2.1.2. Sub-sistema de Estaciones Base (*Base Station Subsystem, BSS*)

El Sub-sistema de Estaciones Base (*Base Station SubSystem, BSS*), sirve para conectar a las estaciones móviles con los NSS, además de ser los encargados de la transmisión y recepción. Constan de dos elementos diferenciados: Radio Bases también llamadas Células (*cells*) que a su vez están conformadas de Estaciones Base Transmisora y Receptora (*Base Transceiver Station, BTS*) y el Controlador de Estaciones Base (*Base Station Controller, BSC*).

2.1.2.1. Radio bases o Células (Cells)

GSM es un sistema basado en células de radio. Los sistemas celulares se basan en la división del área de cobertura de un operador en lo que se denomina radio bases o células (*cells*), éstas se caracterizan por su tamaño que viene determinado por la potencia del transmisor ya que lo que se persigue siempre en los sistemas celulares es que la potencia de transmisión sea lo más baja posible a fin de poder reutilizar el mayor número de frecuencias. El por qué de tener el mayor número de frecuencias disponibles tiene que ver con que a mayor número de frecuencias libres mayor es el número de usuarios que pueden hacer uso del sistema ya que cada uno puede usar una frecuencia sin interferir en la de otro usuario (realmente no se utiliza una frecuencia por usuario pero la idea general es ésta). De este modo todas las bandas de frecuencias se distribuyen sobre las células a lo largo del área de cobertura del operador de manera que todos los canales de radio se encuentran disponibles para ser usados en cada grupo de células (*clusters*) lo cual no sucedería si se produjese una emisión de la señal con una potencia superior ya que se podría interferir en otras células adyacentes interfiriendo en las frecuencias disponibles. La distancia que debe existir entre dos células debe ser lo suficientemente grande como para que no se produzca interferencia entre ellas, además determinados canales se reservan para labores de señalización y control de toda la red.

Todo lo explicado anteriormente se resume en dos condiciones que las células (*cells*) deben de verificar para que éste sistema funcione:

1.- Por un lado el nivel de potencia del transmisor debe de ser el mínimo para reducir las interferencias con los transmisores de las células vecinas.

2.- Las células vecinas (*neighbor cells*) no pueden compartir los mismos canales, el motivo es similar al anterior, reducir el nivel de interferencias.

El siguiente nivel de organización que existe en GSM es el de *cluster*, que no es más que un conjunto de células agrupadas entre sí, estos clústeres suelen agrupar conjuntos de 4, 7, 12 ó 21 células (*cells*) distintas que se distribuyen por todo el área de cobertura del operador.

En GSM se distinguen cuatro tipos diferentes de radio bases, son las siguientes:

2.1.2.1.1. Radio bases Macro-células (*Macrocells*)

Son células de gran tamaño utilizadas en áreas de terreno muy grandes y donde la distancia entre áreas pobladas es muy distante entre sí.

2.1.2.1.2. Radio bases Micro-células (*Microcells*)

Se utilizan por el contrario en áreas donde hay una gran densidad de población, el objetivo al hacer esto es debido a que a mayor número de células, mayor número de canales disponibles pueden ser utilizados por más usuarios simultáneamente.

2.1.2.1.3. Radio bases Células Selectivas (*Selectived Cells*)

En muchas ocasiones no interesa que una célula tenga una cobertura de 360 grados sino que interesa que tenga un alcance y un radio de acción determinado, en éste caso es donde aparecen las células selectivas, un ejemplo típico de células de éste tipo son aquellas que se disponen en las entradas de los túneles en los cuales no tiene sentido que la célula tenga un radio de acción total (360 grados) sino un radio de acción que vaya a lo largo del túnel.

2.1.2.1.4. Radio bases Células Sombrilla (*Umbrella Cells*)

Éste tipo de células se utilizan en aquellos casos en los que tenemos un elevado número de células de tamaño pequeño y continuamente se están produciendo cambios llamados *handovers* (transición que se produce cuando pasamos del rango de acción de una célula al rango de acción de otra) del terminal de una célula a otra, para evitar que suceda esto lo que hacemos es

agrupar conjuntos de micro-células de modo que aumentamos la potencia de la nueva célula formada y podemos reducir el número de handovers que se producen.

2.1.2.2. Controlador de Estaciones Base (*Base Station Controller, BSC*)

Gobierna los recursos de radio para una o más BTS, controlando la conexión entre las BTS y las MSC y además gestionando los canales radio, la señal, el *frequency hopping* y los *handover*. Las funciones básicas de la BSC son:

1) Procesamiento de las llamadas de radio:

- a) Establecer/*Release* de enlaces de radio y terrestres.
- b) Conmutación de canales entre la MSC y la BTS.

2) Manejo de Recursos de Radio:

- a) Procesamiento de acceso a radio.
- b) Ubicación de canales de radio (tráfico y señalización).

c) Monitoreo del estado operacional del canal de radio.

3) Manejo de concentración de tráfico para reducir costos de transmisión lo cual permite la concentración y reducción del número de enlaces, usando el *chain (drop insert)* o configuración en "lazo".

4) Servicio de Mensajes Cortos – Manejo Comercial de la Celda.

a) Mensaje corto comercial definido en el OMC-R.

5) Gestión de secuencias de salto de frecuencia (BSC, OMC) estas secuencias son enviadas por el BSC hacia el BTS.

6) Selección de canal, supervisión del enlace y liberación de canal.

7) Control de potencia en el móvil. Determinación del nivel de potencia necesario en el móvil.

8) Control de potencia en la BSS.

9) Determinación de la necesidad de realizar cambio de canal.

En particular permite:

La gestión y configuración del canal radio: para cada llamada tiene que elegir la celda correcta y una vez en su interior seleccionar el canal radio más apto para efectuar la conexión.

La gestión de los handover: sobre la base de las medidas recibidas por la BTS, decide cuando efectuar el handover, es decir el cambio de celda cuando el usuario se desplaza durante una conversación dentro del área de cobertura de su competencia.

Funciones de transcodificación de los canales radio *Full Rate* (16 kbps) o *Half Rate* (8 kbps) en canales a 64 kbps.

2.1.3. Sub-sistema de Operación (*Operation Subsystem, OSS*)

El sub-sistema de operación es el centro de operación y mantenimiento, tanto para la NSS, llamado en éste caso OMC-S, como para la BSS, llamado OMC-R. Está conectada a todos los equipos en el sistema de conmutación y a la BSC.

3. GESTIÓN DE LA RED GSM

La gestión del Sub-sistema de Estación Base (BSS) de la red de tecnología GSM, se realiza por medio de un equipo denominado OMC-R (siglas en inglés para *Operations & Maintenance Center for Radio*), el cual es el centro de operación y mantenimiento para el sub-sistema de radio de la red.

3.1. Propósitos del OMC-R

El OMC-R centraliza los sub-sistemas de operación y mantenimiento (BSS) que están conectados a él. Cada BSS consiste de un controlador de estaciones base (*base station controller, BSC*), una unidad de transcodificación (*transcoding units, TCU*) y varias estaciones de transreceptores base (*base transceiver stations, BTS*).

El mantenimiento y operación de la BSS y del OMC-R están basados en las siguientes funciones generales:

- a) Configuración, desde el OMC-R, de las entidades que conforman la BSS.
- b) Observación de las operaciones de las BSS y del OMC-R, en orden de analizar el desempeño del sistema y detectar alguna anomalía operacional.

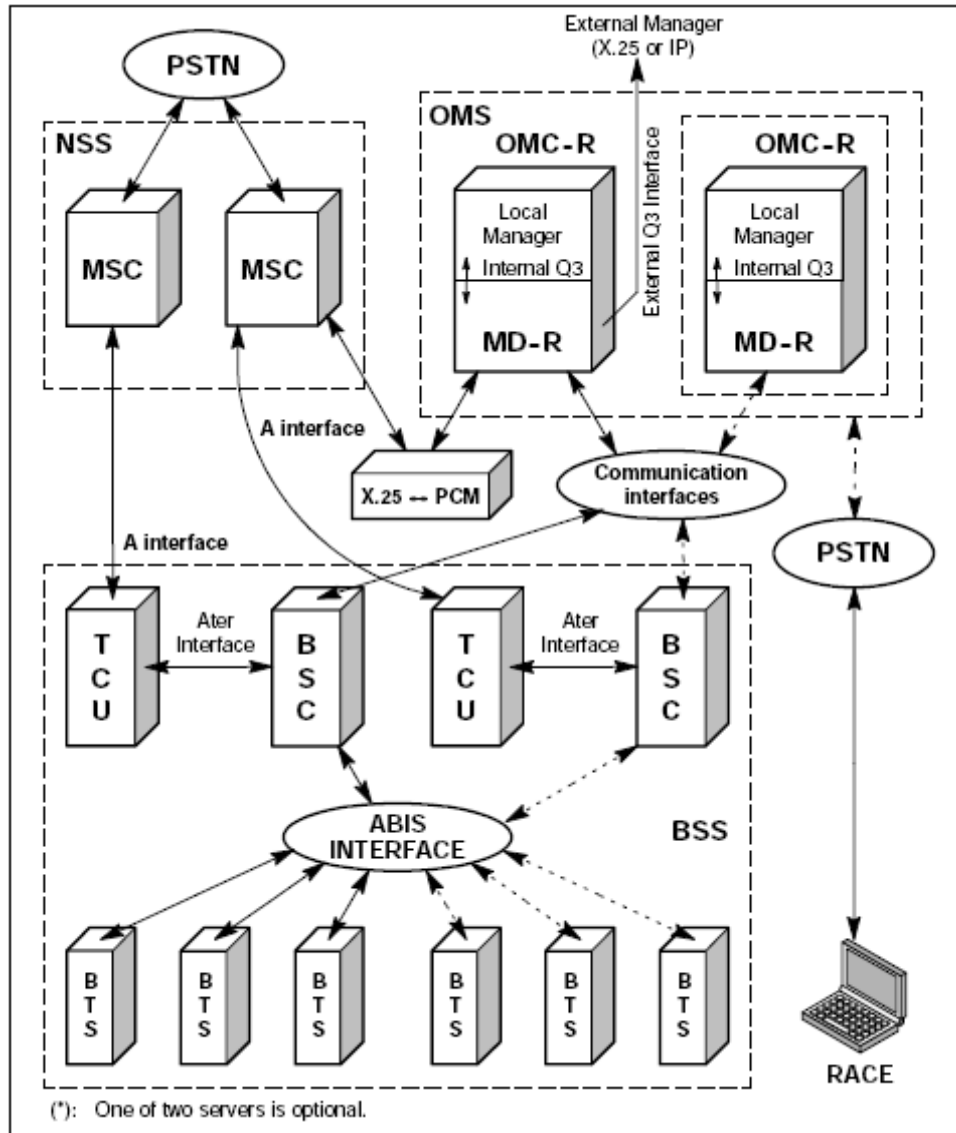
Estas funciones son provistas por el personal operador, usando una aplicación interactiva de software.

3.2. Localización del OMC-R

El OMC-R está conectado a la BSS establecida.

La figura 3 muestra la posición del OMC-R en la red.

Figura 3. Localización del OMC-R en la red GSM.



Físicamente, el OMC-R está en una sala que contiene el equipo que se describirá posteriormente en la arquitectura física del OMC-R.

Adentrándonos un poco más, varios equipos interactivos del OMC-R (estaciones remotas, *RACE*) pueden ser localizados y usados remotamente para encontrar requerimientos de operación específicos tales como operación y mantenimiento desde los sitios BSS.

El equipo de acceso remoto (*Remote Access Equipments, RACE*) es portable en una computadora con buscador *web*, (*web browsers*), conectada a la red de telefonía pública (PSTN) o a la red de área local (*local area network, LAN*).

El OMC-R está creado de dos entidades lógicas: un manejador local y un agente (MD-R). Las dos comunicadas vía una interfase interna Q3, excepto para el manejador de notificación.

Sin embargo, el Q3 puede estar externo y habilitar el MD-R para comunicarse con un manejador remoto.

Adentrándonos un poco más y en base opcional, es posible tener el OMC-R comunicado con la BSS sin usar el protocolo X25 PSTN vía la MSC y una unidad de *hardware* la cual transcriba el protocolo X25 en unos enlaces PCM (DPN 100).

Ésta posibilidad puede ser usada cuando una red X25 no está disponible.

3.3. Arquitectura física del OMC-R

3.3.1. Principios

El OMC-R está basado en una arquitectura de servidor–cliente que consiste de tres sub-sistemas:

- a) Servidor.
- b) Estaciones de trabajo cliente (*client Workstation*).
- c) Red de comunicación que enlaza al servidor y las estaciones de trabajo.

La tabla I muestra las abreviaturas utilizadas para reconocer los tres sub-sistemas:

Tabla I. Abreviaturas utilizadas para reconocer los sub-sistemas en la arquitectura del OMC-R.

E4XXX:	Sun Ultra Enterprise series E4500 or E4000
A5XXX:	Sun redundant StorEdge Disk array device: the A5000-22 slots is referenced A5200
T3:	Sun Disk Storage Array (disk array device)
Sun Blade:	Sun workstation
SC:	Standard capacity
HC:	High capacity

3.3.1.1. Servidores

La configuración del servidor puede ser:

- El servidor E4XXX está conectado a un A5XXX como propósito de espejo.
- El servidor E4XXX está conectado a dos T3 para propósitos de espejo.
- Los servidores de OMC-R activo y pasivo E4XXX están conectados a un A5XXX, el dato será escrito en dos discos internos A5XXX.

El servidor es un equipo que contiene la función de mediador y la función de manejador a la vez.

En una configuración de servidor dual, el servidor está configurado como un sistema de redundancia dual con dos máquinas distintas. En cualquier momento, un servidor está activo y el otro pasivo, y el dato está actualizado en ambos servidores.

Hay un tipo de servidor *Ultra Enterprise* E4XXX.

Para servidores *Ultra Enterprise* E4XXX, el dato está almacenado y actualizado en una unidad de almacenamiento A5XXX. Un A5XXX está conectado a cada servidor por canales ópticos.

3.3.1.2. Estaciones de trabajo (*Workstation*)

Las estaciones de trabajo, también llamadas *Workstation*, están instaladas ya sea en el sitio OMC-R (estaciones locales) o en un sitio remoto (*remote stations*). Las estaciones remotas están dedicadas a un OMC-R o multi OMC-R.

En el segundo caso, las estaciones remotas pueden ser enlazadas para diferentes OMC-R predeterminados (pero únicamente uno a la vez en un momento dado).

El MMI puede también ser operado en una Terminal X (X Terminal) conectada a una estación de trabajo.

El cliente *RACE* se comunica con el servidor *RACE* (ubicado en una estación OMC-R) a través del PSTN. Ésta estación OMC-R (*RACE Server*) está conectada a una LAN OMC-R.

3.3.1.3. Comunicación Servidores/Estaciones de trabajo

La comunicación servidores y estaciones de trabajo se realiza de dos formas:

- a) Estaciones de trabajo local, las cuales están enlazadas al servidor o servidores por medio de una red local *Ethernet*.

- b) Estaciones de trabajo remotas, las cuales enlazan cada sitio a la red de área local (LAN) usando *Ethernet*. Los sitios LAN y los servidores LAN están interconectados por medio de una red X25 y Gateways (o *routers*) usando TCP/IP – X25.

Las características del DNS permiten a un operador PLMN manejar dinámicamente todas las direcciones IP de su intranet incluyendo aquellas adjuntas a las maquinas OMC-R.

Las características NIS permiten al operador manejar dinámicamente todos los usuarios UNIX y grupos de usuario de su *intranet* incluyendo aquellos adjuntos a las maquinas OMC-R.

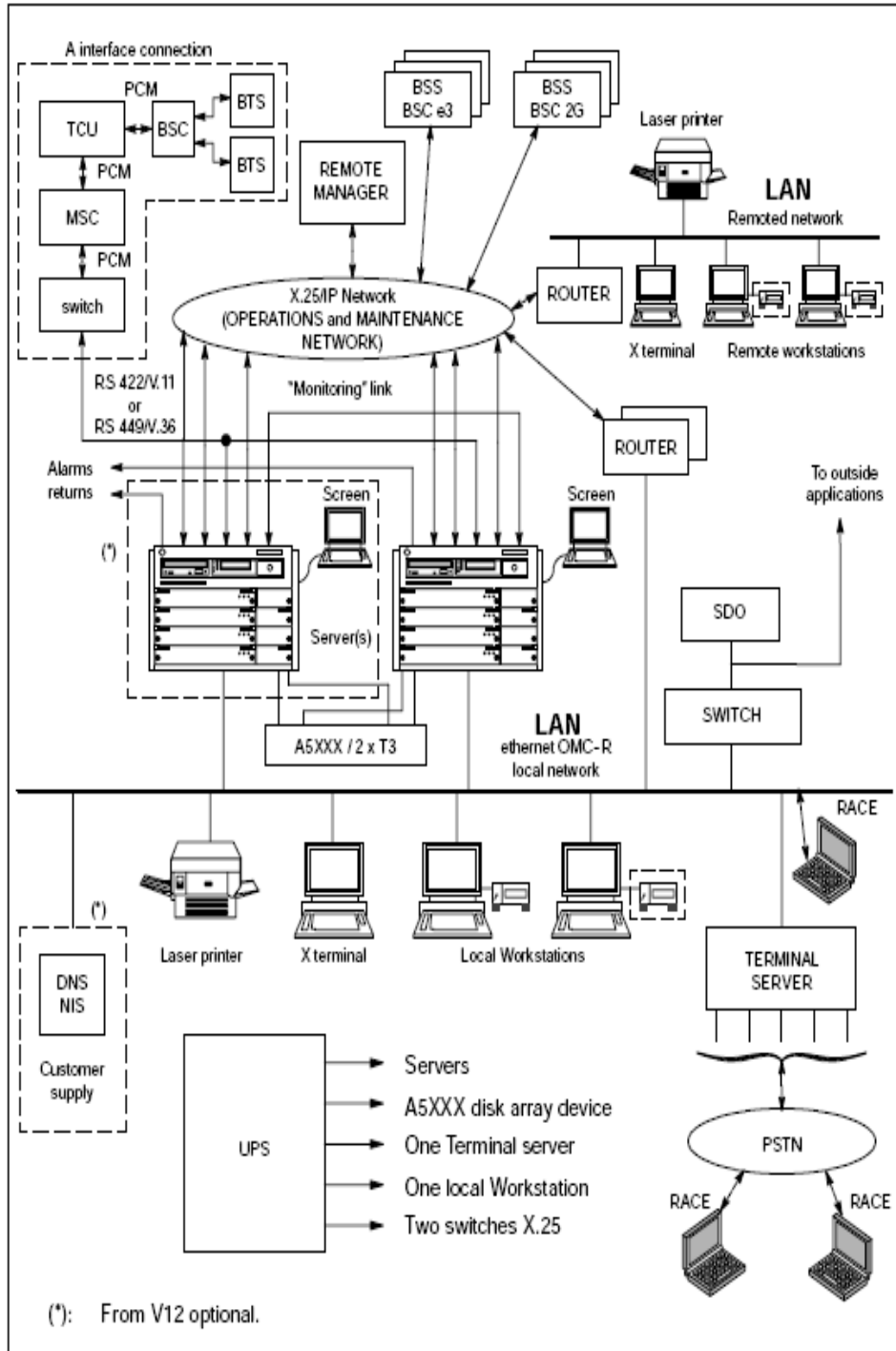
Un servidor de terminal asíncrona hacia la red local, completa la arquitectura del sistema. Estos módems permiten la comunicación con el *RACE* por medio del PSTN.

Con el OMC-R, una estación de trabajo ubicada en una estación *RACE*, puede estar lógicamente conectada hacia un cliente *RACE*, después de establecerse una comunicación por medio del PSTN usando un modem y un servidor Terminal.

Un servidor *RACE* puede únicamente correr en una estación OMC-R la cual no corre ninguna otra aplicación (PCUSN, *software* SDO) ubicada en la aplicación OMC-R.

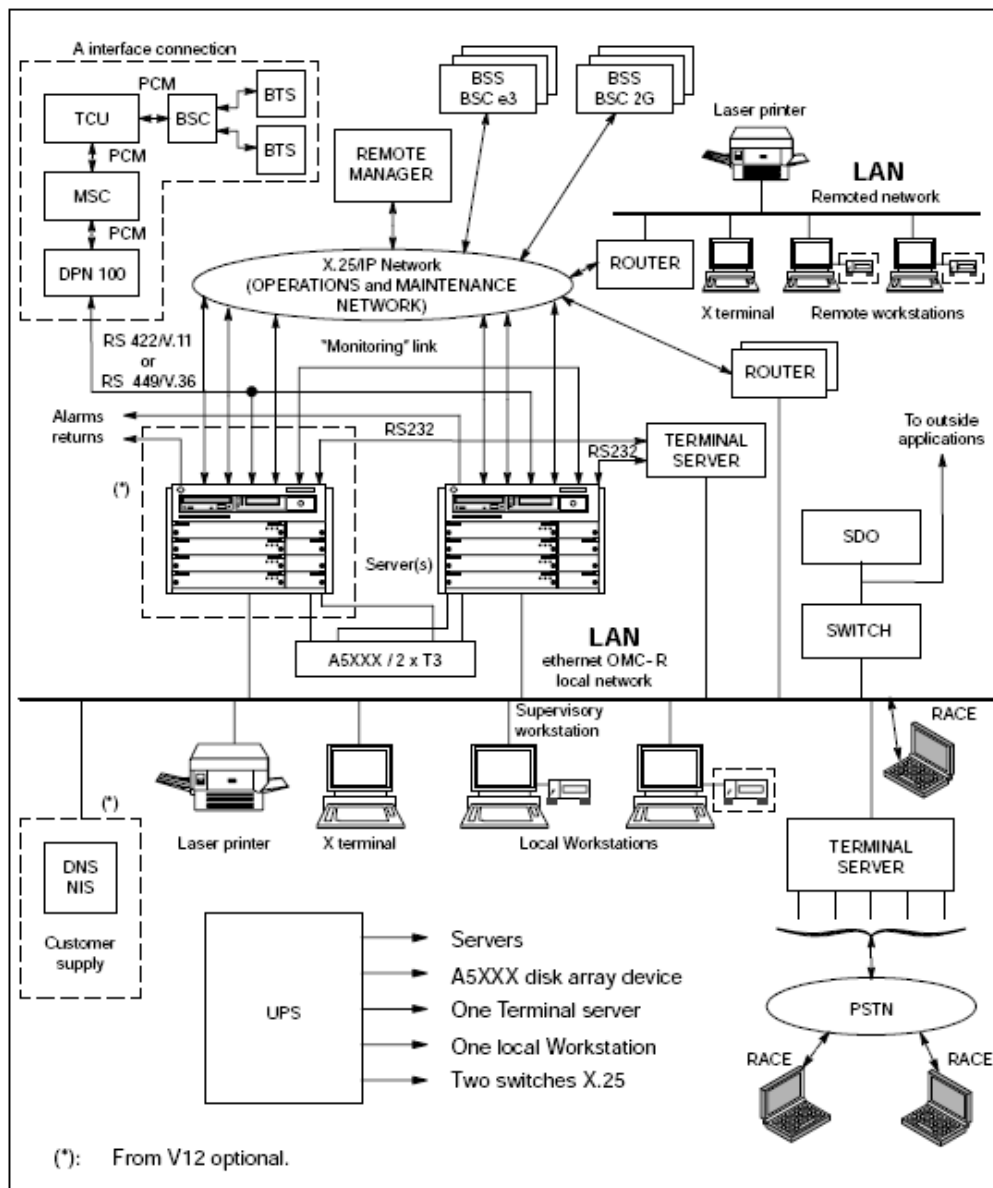
La arquitectura del OMC-R es mostrada en la figura 4 (servidor E4XXX y A5XXX).

Figura 4. Arquitectura física del OMC-R (servidor E4XXX y A5XXX).



La arquitectura del OMC-R es mostrada en la figura 5 (modo de línea vía servidor terminal).

Figura 5. Arquitectura física del OMC-R (modo de línea vía servidor terminal).



3.4. Introducción a las entidades físicas del OMC-R

El OMC-R contiene los siguientes componentes:

- a) Un servidor (versión 12) o dos servidor (versión 15).
- b) De dos a 16 estaciones de trabajo o X terminales (máximo de 14 estaciones remotas).
- c) De cero a un servidor de terminal asíncrona.
- d) De cero a cinco módems.
- e) *Routers*, el número de éstos depende del número de estaciones remotas y sus configuraciones.
- f) Una o más impresoras OMC-R.
- g) De cero a dos cajas de supervisión de alarmas.
- h) De cero a cinco conexiones cliente *RACE* (PC).
- i) De cero a un *Firewall* PC (seguridad PC).
- j) Un *hub* 10 Base T o 100 Base T.
- k) Uno o más conmutadores X25.

l) De cero a un almacenamiento de potencia no interrumpible (UPS).

m) Un conmutador *Ethernet*.

n) De cero a un *rack* de equipo OMC-R.

3.4.1. Especificaciones

- **Condiciones nominales**

- Temperatura: +15°C a +35°C.
- Humedad: 20% a 80%.
- Gradiente de temperatura: 10°C/Hr.

- **Condiciones excepcionales**

- Temperatura: +10°C a +40°C.
- Humedad: 5% a 80%.

- **Almacenamiento**

- Temperatura: +10°C a +40°C.
- Humedad: 5% a 95%.

- **Suministro de potencia**

- GSM 900/1800: 220 V ac - 240 V ac.
- GSM 1900: 120 V ac - 240 V ac.

3.5. Forma de monitoreo del OMC-R

Inicialmente se explicará cómo abrir y cerrar una sesión de trabajo en el OMC-R desde una estación de trabajo local, y como acceder a los servicios OMC-R a través de sus aplicaciones.

El OMC-R debe ser entendido como un sub-sistema propio y no como una plataforma abierta de UNIX. Por medio de software el sistema puede ser provisto de seguridad, integridad y rendimiento.

Las acciones siguientes son recomendadas para mantener el sistema con buena seguridad y rendimiento:

- a) El OMC-R esta desarrollada como una plataforma en tiempo real que no debe ser usada como una estación de trabajo.
- b) No es recomendado crear escrituras en el sistema.
- c) Limitar el número de usuarios que pueden acceder a la plataforma.
- d) Debe existir control de las cuentas de usuarios con sus contraseñas.
- e) Nuevas cuentas UNIX deben ser creadas por el sistema. Únicamente cuentas provistas en UNIX deben ser usadas en el sistema.

3.5.1. Abriendo una sesión de trabajo

3.5.1.1. Procedimiento de apertura

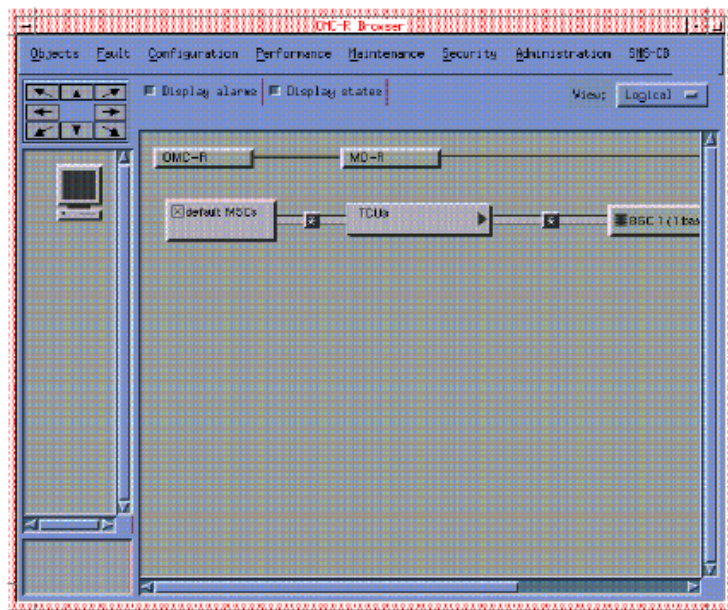
Para abrir una sesión de trabajo en el OMC-R desde una estación de trabajo local, se debe realizar el siguiente procedimiento:

1. Arrancar el OMC-R.

2. Cuando se inicie el OMC-R, la pantalla principal de la terminal se encuentra fuera de línea (*off line*) y despliega una o dos ventanas:

2.1. La ventana principal *OMC-R Browser* (figura 6).

Figura 6. Ventana *OMC-R Browser*.



2.2. Posiblemente aparecerá la ventana *Login* (ver figura 7).

Figura 7. Ventana *Login*.

The screenshot shows a 'Login (Guyancourt)' window. It has a title bar with the text 'Login (Guyancourt)'. Inside the window, there are two input fields: 'Username' and 'Password'. Below these fields, there are two buttons: 'Login' and 'Cancel'.

2.3. La ventana principal *OMC-R Browser* es la que será desplegada y es a la cual se accesa para la llamada MMI que es la interfase hombre-máquina (siglas en inglés para *Man-Machine Interfase*) del OMC-R:

- Permanentemente despliega una representación gráfica de la red a nivel OMC-R.
- Permite al usuario acceder a servicios OMC-R fuera de la sesión de trabajo, desde una barra de menú desplegada bajo el encabezado de la ventana.
- Si el dominio de salida definido en el perfil de la terminal no permite acceder al servicio, éste servicio no será desplegado.

2.4. Si la clase de salida de la ventana *Login* está definida en el perfil de la terminal, la ventana *Login* permite al usuario conectarse al sistema automáticamente.

2.5. Si la clase de salida de la ventana *Login* no está definida en el perfil de la terminal, la ventana *Login* no será desplegada. Para abrirla se debe:

- Llevar el cursor del *mouse* hacia el MENÚ *Security*.
- Seleccionar la opción *OMC-R Login* con el botón izquierdo del *mouse*.

- Se abrirá la ventana *Login*.
3. Llevar el cursor hacia el campo deseado y presionar el botón izquierdo del *mouse*.
 4. Introducir la información requerida: Nombre de usuario (*username*) y Contraseña (*password*). El *password* no es mostrado en la pantalla. Cada caracter asterisco (*) en el campo de la contraseña, representa un caracter escrito por el usuario.
 5. Presionar la tecla *Enter* (↵), o presionar el botón *Login* con el botón izquierdo del *mouse* para validar la entrada requerida.
 6. Cuando un requerimiento de *Login*, es aceptada, la sesión de trabajo es aperturada:
 - 6.1. El sistema actualiza la barra de menú en la ventana principal *OMC-R Browser* de acuerdo al acceso definido en el dominio de salida del perfil de la terminal del usuario actualmente logueado.
 - 6.2. Otras ventanas son también abiertas automáticamente.
 7. Cuando el usuario selecciona una opción desde la barra *MENÚ* de la ventana principal *OMC-R Browser*, la correspondiente ventana de manejo de servicio abre en la pantalla terminal.

Nota: El sistema rechaza abrir una sesión si uno algo de lo siguiente ocurre:

- El perfil del usuario no ha sido creado.
- La contraseña ingresada por el usuario no concuerda con la contraseña grabada en el perfil del usuario actualmente logueado (el nombre de usuario y contraseña forman un único par en el OMC-R).
- El usuario intenta abrir una sesión fuera de la hora de trabajo definida en el perfil de usuario.

Nota: La opción *Login to the OMC-R* en el *MENÚ Security* es renombrado *Logout from the OMC-R* y permite al usuario terminar una sesión de trabajo. Acceder a estas opciones no depende de la clase de salida.

3.5.1.2. Descripción de las ventanas que abren automáticamente

Cuando se abre una sesión de trabajo, dependiendo del perfil del usuario, la pantalla terminal estándar mostrará varias o todas de las siguientes ventanas:

- a) La ventana *OMC-R Browser* de modo lógico o físico a nivel OMC-R en la cual la red está representada por medio de elementos gráficos.
- b) La ventana *Alarm Banner* la cual despliega un sumario de las alarmas actuales en la red.

c) La ventana *Commands in progress*:

- Ésta ventana despliega los títulos de los comandos MMI que se están actualmente corriendo.
- Comandos tales como para correr un archivo de comando y procesamiento de trazo de datos que pueden ser cancelados presionando el botón *Abort*.
- Ésta es una ventana del sistema cuyo acceso no depende de una clase de salida.
- Ésta es automáticamente desplegada cuando una sesión de trabajo es iniciada.
- Ésta no puede ser cerrada o borrada.

d) Otras ventanas pueden ser desplegadas en la pantalla si el contexto de la sesión en modo de salvado está activado en el perfil del usuario.

- Registros del sistema, que pueden ser consultados por usuarios autorizados únicamente:
 - a) Registro de alarmas limpias.
 - b) Registro de notificaciones del sistema.
 - c) Registro de sesión del sistema.

- Registros del usuario:
 - a) Registro de notificaciones del usuario.
 - b) Registro de cambio de estado del usuario.
 - c) Registro de sesión del usuario.

Los registros dedicados de un usuario durante una sesión de trabajo dada una vista cronológica de eventos ocurridos y acciones tomadas por el usuario durante la sesión de trabajo.

Los registros son circulares, lo cual significa que los mensajes más antiguos son sobrescritos por los mensajes más recientes para prevenir sobrellenado.

Los registros dedicados del usuario se suprimen automáticamente en el final de la sesión de trabajo de usuario.

3.5.2. Requerimientos

El acceso del usuario a las aplicaciones del OMC-R está determinado en los accesos definidos en el perfil del usuario:

1. El acceso a los comandos está determinado por el dominio del comando:

- El acceso a los comandos depende de las clases de comando definido en el perfil del usuario y en los derechos definidos en archivo de configuración de diseño *MmiCommandClasses.cfg* de la estación de trabajo donde la interfase grafica del usuario da el turno a cada uno de sus clases de comando.
- Si el usuario selecciona un comando no autorizado, un mensaje especial sale el cual indica que el usuario debe estar reconocido.

2. El acceso a los objetos de configuración está determinado por la zona de interés.

3. El acceso a los datos está determinado por la salida del dominio.

- Si el dominio de salida definido en un perfil del usuario conectado no permite acceder al menú, éste menú no es desplegado en la ventana *OMC-R Browser*.
- Si el acceso al menú *Option* no está permitido, se encontrará sombreada y no podrá ser seleccionada.

3.6. Acceso a las aplicaciones desde menú de la ventana *OMC-R Browser*

La barra menú que se encuentra en el *OMC-R Browser* provee acceso a los servicios OMC-R al cual el usuario conectado tiene derecho al acceso.

Seleccionando una opción desde uno de los menús con el *mouse* se abrirá la ventana del servicio asociado el cual permite al usuario acceder al servicio correspondiente.

Un menú que no es desplegado en la barra del menú significa que el dominio de salida del usuario que tuvo acceso no está autorizado al servicio asociado.

Una opción sombreada en el menú significa que el servicio asociado no puede ser accesado por el usuario en el contexto actual.

Figura 8. Menús en la ventana *OMC-R Browser*.



3.6.1. Menú *Objects*

Las opciones en el menú *Objects* permiten al usuario abrir una nueva ventana de *OMC-R Browser*, a nivel OMC y además ejecutar comandos de configuración de objetos tales como crear, setear, desplegar, deletar, encontrar, y clonar comandos.

Seleccionando una opción desde su menú con el *mouse* se abre una ventana de manejo tal como una ventana de descripción (*description window*), una ventana de acción (*action window*), una ventana de filtro (*window filter & scope*), etc.

La opción *Close* permite al usuario cerrar la ventana a la cual le fue efectuada la acción.

La opción *Exit* OMC-R está únicamente disponible desde una *X terminal* y permite al usuario parar la aplicación MMI para la terminal.

3.6.2. Menú *Fault*

Las opciones del menú *Fault* permiten al usuario manejar la lista de alarmas entrantes en el OMC-R en una sesión de trabajo o para desplegarla fuera de la sesión, para consulta de alarmas, notificaciones o registros de cambios de estado, y para acceder al criterio de alarma y manejadores de retardo BSS. Las siguientes opciones están disponibles:

3.6.2.1. Manejo de alarmas entrantes

- Seleccionando la opción *Show new alarms* abrirá una ventana enlistando las alarmas actuales visualizadas en la ventana *OMC-R*

Browser que en tiempo real, despliega los mensajes de alarma no reconocidas relativas a los ítems seleccionados de la red conectada a la ventana *OMC-R Browser*.

- Seleccionando la opción *Show alarms* abrirá una ventana que enlista las alarmas actuales conectadas a la ventana *OMC-R Browser*, la cual en tiempo real, despliega todos los mensajes de alarma relativos a los ítems de la red seleccionado en la ventana *OMC-R Browser*.
- Seleccionando la opción *Show alarms for all network elements* abrirá una ventana que enlista las alarmas actuales conectadas al *OMC-R Browser*, que en tiempo real, despliega todos los mensajes de alarmas relacionados a todos los ítems de la red relativos a la ventana *OMC-R Browser*.
- Seleccionando la opción *Acknowledge alarms* abrirá una ventana *Action window* conectada a la ventana *OMC-R Browser*, que en tiempo real, despliega todos los mensajes de alarma relativos a los ítems previamente escogidos representados en la ventana *OMC-R*.
- Seleccionando la opción *Clear Alarms* abrirá una ventana *Action window* conectada a la ventana *OMC-R Browser*, la cual limpiará alarmas relativas a los ítems previamente escogidos representados en la ventana *OMC-R Browser* consultando registros.

3.6.2.2. Registros de consulta

- Seleccionando la opción *Notifications Monitor* con el *mouse* abrirá una ventana de notificación del usuario, que en tiempo real, despliega todas las notificaciones relativas a los filtros aplicados a una sesión de trabajo.
- Seleccionando la opción *Notification log* con el *mouse* abrirá una ventana de consulta del registro de notificación del sistema en una sesión de trabajo.
- Seleccionando la opción *Alarm log* con el *mouse* abrirá una ventana de consulta de registro de alarmas limpias en una sesión de trabajo.
- Seleccionando la opción *State change monitor* con el *mouse* abrirá una ventana de consulta de registros de cambios de estado del usuario en una sesión de trabajo.

3.6.2.3. Accesando manejadores

- Seleccionando la opción *Relay manager* con el *mouse* abrirá la ventana *Relay manager* que maneja los retardos de alarmas de la BSS en una sesión de trabajo.
- Seleccionando la opción *Alarm Criteria Manager* con el *mouse* abrirá la ventana *Alarmcriteriamanager* que maneja las configuraciones de criterio de alarmas en una sesión de trabajo.

3.6.3. Menú *Configuration*

La opción de menú *Configuration* permite al usuario obtener acciones especiales en los objetos configurados.

- Seleccionando una opción desde éste MENÚ con el *mouse* abrirá una ventana que es específica a la acción seleccionada.

3.6.4. Menú *Performance*

Las opciones del menú *Performance* permiten al usuario consultar los resultados del panel de observación en una sesión de trabajo o fuera de ésta, y para consultar los resultados de todas las otras observaciones, incluyendo el trazo de datos, en una sesión de trabajo:

- Seleccionando la opción *Open a performance monitor* con el *mouse* abrirá la ventana *Performance Monitor (Real Time Observation (ORT))* conectada a la ventana *OMC-R Browser*.
- Seleccionando una de las opciones de *List* con el *mouse* permite al usuario identificar las observaciones cuyos mensajes son disponibles en el OMC-R.
- Seleccionando una de las opciones *Display* con el *mouse* permite al usuario editar un reporte de observación.

- Seleccionando la opción *Call tracing* con el *mouse* abrirá la ventana *Call trace display* para desplegar el dato trazado captado por una función de patrón de trazado de una llamada BSS.
- Seleccionando la opción *Call path tracing* con el *mouse* abrirá una ventana *Call trace display* para desplegar el dato trazado captado por una función de patrón de trazado en una llamada BSS.
- Seleccionando la opción *Load Formula* con el *mouse* permite al usuario cargar a la memoria el archivo que contiene la fórmula usada para calcular los contadores sintéticos de la BSC permanente o instrumentos del panel de observación.

3.6.5. Menú *Maintenance*

Las opciones del menú *Maintenance* permiten al usuario correr varias pruebas en los objetos configurados.

Seleccionando una opción desde éste menú con el *mouse* abrirá una ventana que es específica para la acción seleccionada.

- Seleccionando la opción *Execute Test* permite al usuario ejecutar una prueba de mantenimiento preventivo. El usuario debe seleccionar un nombre de prueba y los parámetros apropiados.
- Seleccionando la opción *Abort Test* permite al usuario abortar la prueba actual. Si el parámetro de activación del objeto está seteado a *all*, la

prueba será interrumpida para todas las pruebas programadas para la activación del objeto. Si ambos nombres de prueba y parámetros de activación de objeto están seteados a *all*, la prueba entera será interrumpida.

- Seleccionando la opción *Suspend* permite al usuario suspender pruebas a ser corridas. El usuario debe ingresar una lista de activación de objetos. Únicamente las pruebas a ser corridas pueden ser suspendidas. Las pruebas que se encuentran corriendo no pueden ser suspendidas. Si los parámetros de activación de objeto están seteados a *all*, las pruebas serán suspendidas para todos los objetos de activación.
- Seleccionando la opción *Continue* permite al usuario establecer pruebas que fueron previamente instigados. El usuario debe ingresar una lista de activación de objetos. La ejecución de la prueba continúa para los equipos permitidos. Si el parámetro de activación del objeto está seteado a *all*, continuará para todas las activaciones de objeto.
- Seleccionando *Monitor Window* permite al usuario desplegar los resultados de la prueba en *PreventiveMonitorWindow* como una lista. Los elementos están organizados ya sea por equipo específico o por pruebas de mantenimiento preventivo. Cada elemento en ésta lista está asociado a un acople. Únicamente la última ocurrencia de acople es desplegado. El resultado de las pruebas previas está disponible desde el reporte del historial.
- Seleccionando la opción *Scheduler Window* permite al usuario calendarizar pruebas. Las pruebas de mantenimiento preventivo pueden ser calendarizadas de la siguiente forma:

1. En una fecha permita (por ejemplo 13/07/2002).
 2. Un día de una semana dada (por ejemplo, Enero, semana 19).
 3. Periódicamente.
 4. Cada día.
 5. Cada semana en un día dado (por ejemplo cada martes).
 6. Cada mes en un día dado (por ejemplo día 5 del mes).
 7. Para un periodo dado (del 12/06/2006 al 25/06/2006).
- Seleccionando la opción *Reports* permitirá al usuario acceder a varios tipos de reportes:
 1. *Historic*: Éste reporte permite al usuario conocer el resultado o resultados de las últimas ejecuciones de una prueba dada para un equipo particular. El contenido del reporte puede ser impreso o salvado en un archivo temporal (directorio */CMN/tmp* de una estación de trabajo del usuario) usando formato ASCII.
 2. *Result*: Éste reporte permite al usuario conocer el resultado o resultados de la última ejecución de:
 - Filtrado o no para una prueba dada.
 - Filtrado o no para un equipo particular.

3. *Especific*: Este reporte permite al usuario escoger una cantidad de reporte de prueba específico del reporte provisto por las pruebas instaladas.

3.6.6. Menú *Security*

Las opciones del menú *Security* permiten a los usuarios del OMC-R iniciar y terminar una sesión de trabajo, y permiten acceso de usuarios a cambio de contraseñas y acceso al manejo de seguridad en la ventana *Security manager*.

3.6.7. Menú *Administration*

Las opciones del menú *Administration* permiten al usuario acceder a los siguientes servicios de administración del OMC-R:

- Seleccionando la opción *User Session Log* con el *mouse* abrirá una ventana de consulta de registro de sesión del usuario en una sesión de trabajo, donde todos los comandos ingresados por el usuario logueado son grabados.
- Seleccionando la opción *Inter-User Message Manager* con el *mouse* abrirá la ventana manejadora de correo en una sesión de trabajo, que provee facilidad de acceso a correo de inter-usuarios.

- Seleccionando la opción *Session information* con el *mouse* abrirá la ventana *Session information* en una sesión de trabajo.
- Seleccionando la opción *Job scheduler* con el *mouse* abrirá la ventana *Job scheduler* para manejo y resultado de tareas en una estación de trabajo.
- Seleccionado la opción *Command file manager* con el *mouse* abrirá la ventana *Command file manager* para manejo de archivos de comando en una sesión de trabajo (crear, copiar, mover, setear, deletear, editar, ejecutar).
- Seleccionando la opción *System session log* con el *mouse* abrirá una ventana de consulta de registro de sesión de trabajo, donde todos los comandos ingresados por todos los usuarios OMC-R son grabados.
- Seleccionando la opción *Unix tool* con el *mouse* abrirá una ventana *Unix* desde la cual el usuario puede ingresar comandos UNIX a la sesión de trabajo.
- Seleccionando la opción *Archiving* con el *mouse* permite a los usuarios archivar y restaurar grupos de manejadores OMC-R o agentes de datos en una estación de trabajo.

3.6.8. Menú *SMS-CB*

Las opciones del menú *SMS-CB* permiten al usuario controlar los mensajes cortos comerciales en las celdas de la red en modo no reconocido y acceder al manejador SMS-CB.

3.6.9. Menú *Help*

Las opciones del menú *Help* provee la información en línea de la pantalla de sesión principal y las facilidades MMI.

3.7. Cerrando una sesión de trabajo

3.7.1 Cierre manual por el usuario

Para terminar una sesión de trabajo manualmente:

- Desde una ventana *OMC-R Browser* en la pantalla Terminal, seleccione la opción *Logout From the OMC-R* con el *mouse* en el menú *Security*.

- Por razones de seguridad, el usuario debe confirmar los requerimientos de cierre de sesión. El usuario puede escoger continuar la sesión de trabajo o confirmar el requerimiento de cierre.
- Si el usuario confirma el requerimiento, la pantalla terminal se actualiza: todas las ventanas e íconos desplegados en la pantalla son borrados excepto la ventana principal *OMC-R Browser*.

3.7.2 Cierre automático por el sistema

El OMC-R puede terminar una sesión de trabajo si el tiempo en estado inactivo definido en el perfil del usuario concluye. El tiempo en inactividad es el máximo autorizado entre dos comandos MMI.

Justamente antes de que el contador lleve al estado inactivo, un mensaje aparecerá en la pantalla terminal.

Si el usuario no ingresa un comando cuando el tiempo expira, el sistema termina la sesión sin anunciarlo.

El tiempo de estado inactivo por *default* es fijado en cinco minutos. Moviendo el cursor del *mouse* en una ventana de trabajo abierta resetea el contador a cero (ejecutar un comando no es necesario).

3.7.3. Conexión fuera del tiempo autorizado

El usuario está automáticamente fuera de la sesión después de que pasó el tiempo de acceso autorizado en el perfil del usuario. Un mensaje de advertencia aparece en la pantalla terminal y el evento es almacenado en el registro de sesión del sistema.

3.8. Interfase MMI (*Man-Machine Interface*)

La MMI del OMC-R es una interfase gráfica estáticamente configurada.

Todas las ventanas MMI son accedidas por medio de una barra de MENÚ en una ventana *OMC-R Browser* la cual provee acceso a todos los servicios OMC-R.

3.8.1. Ventana *OMC-R Browser*

La ventana *OMC-R Browser* permite a los usuarios moverse fácilmente a través de un gran número de ítems que describen varias funciones manejadas en la red. Los usuarios tienen permitido realizar lo siguiente:

- Supervisar los ítems allí representados.

Por ejemplo, en una ventana *OMC-R Browser*, cada ítem muestra un objeto gráfico cuyo logo es una representación pictórica del componente funcional, y cuyo color indica el estado.

- Ejecutar una acción relativa a los ítems allí representados.

Siete grandes familias o entidades funcionales se encuentran agrupadas. Y estas familias están representadas por las siguientes ventanas:

Tabla II. Familia de entidades funcionales.

Window	Family
OMC-R Browser	radio network elements and equipment
Relay manager	BSS alarm relays
Alarm criteria manager	alarm criteria
Security manager	user and terminal profiles
Command file manager	user command files for network configuration and monitoring needs
Job scheduler	user jobs
SMS-CB manager	short messages to be broadcast in unacknowledged mode over radio cells

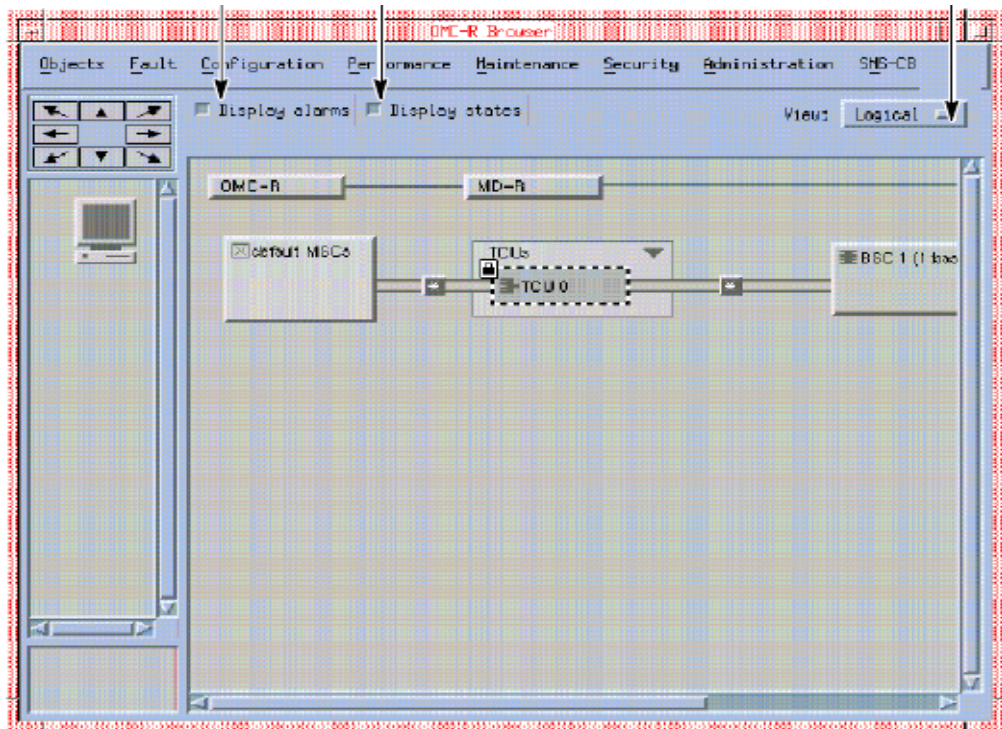
3.8.2. Ventanas *OMC-R Browser*

Las ventanas *OMC-R Browser* presentan elementos de la red. Hay dos tipos de forma de despliegue:

- Ventana OMC-R modo lógico.
- Ventana OMC-R modo físico.

3.8.2.1. Ventana *OMC-R Browser* modo lógico

Figura 9. Ventana *OMC-R Browser* en modo lógico.



Desde la ventana *OMC-R Browser*, el usuario puede configurar los elementos de la red, chequear la configuración, monitorear desempeños, manejar fallas, y acceder a muchos otros servicios del OMC-R.

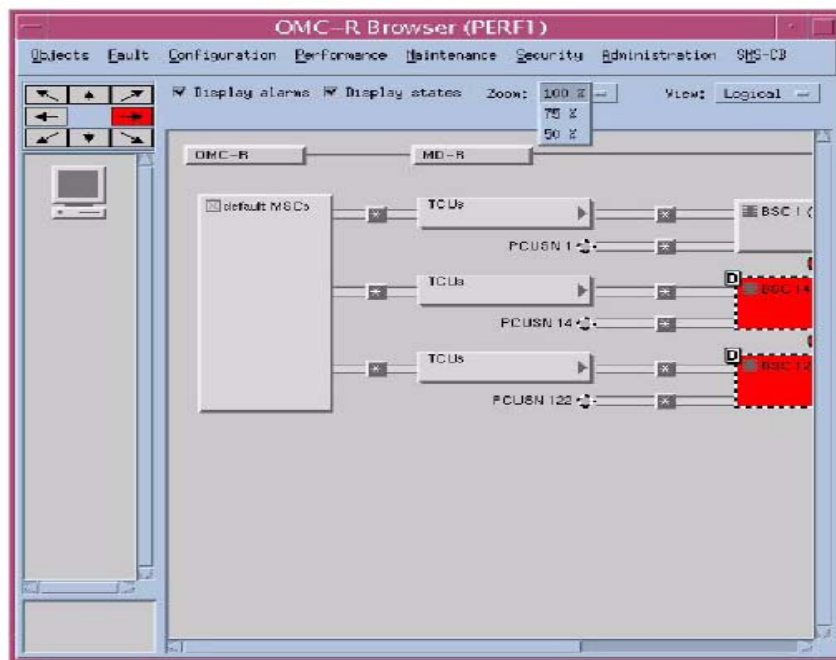
La entidad que aparece en estas ventanas es determinada por la zona de interés definido en el perfil del usuario o de la terminal.

El dominio de salida definido en el perfil del usuario o de la terminal determina las acciones que pueden ser realizadas en los elementos desplegados en las ventanas. Por ejemplo, para el correcto manejo o consulta de alarmas desplegadas en la red depende de la clase de salida.

A continuación se presentan ejemplos de como se visualizan los objetos en modo lógico:

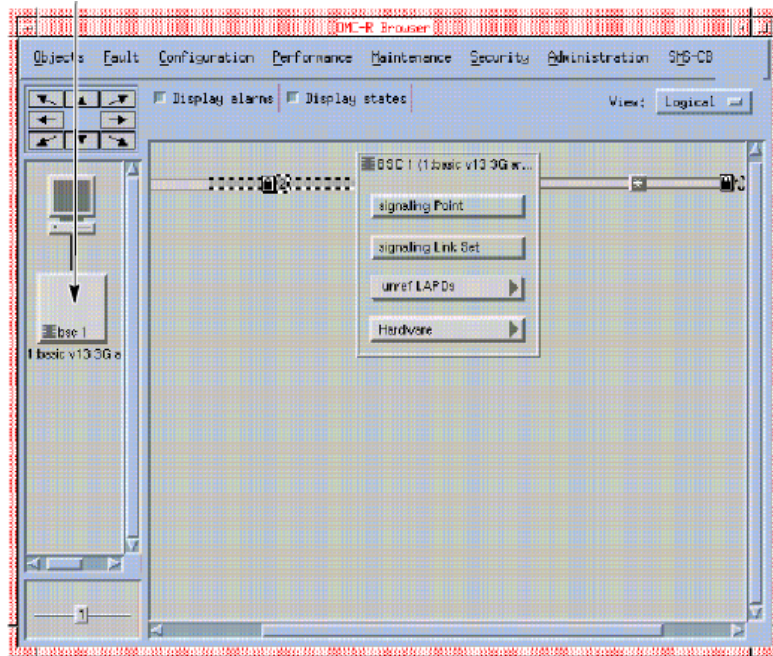
- **Nivel principal.**

Figura 10. Nivel principal modo lógico.



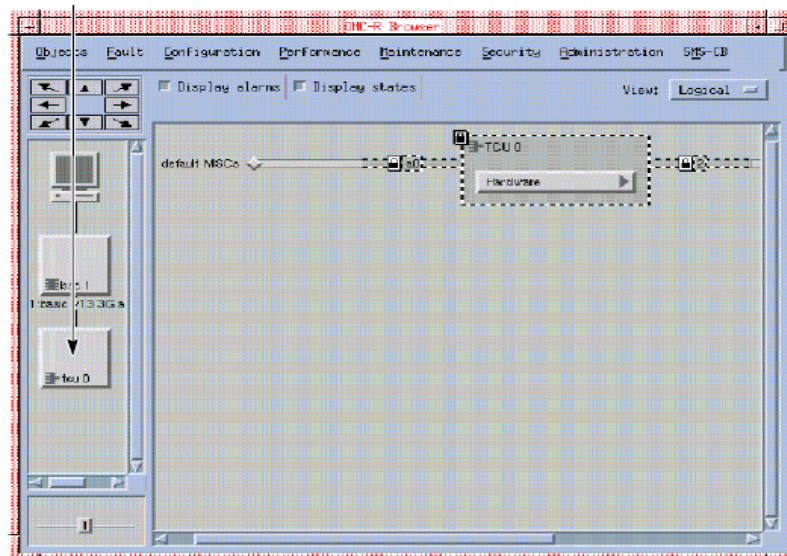
- BSC.

Figura 11. BSC modo lógico.



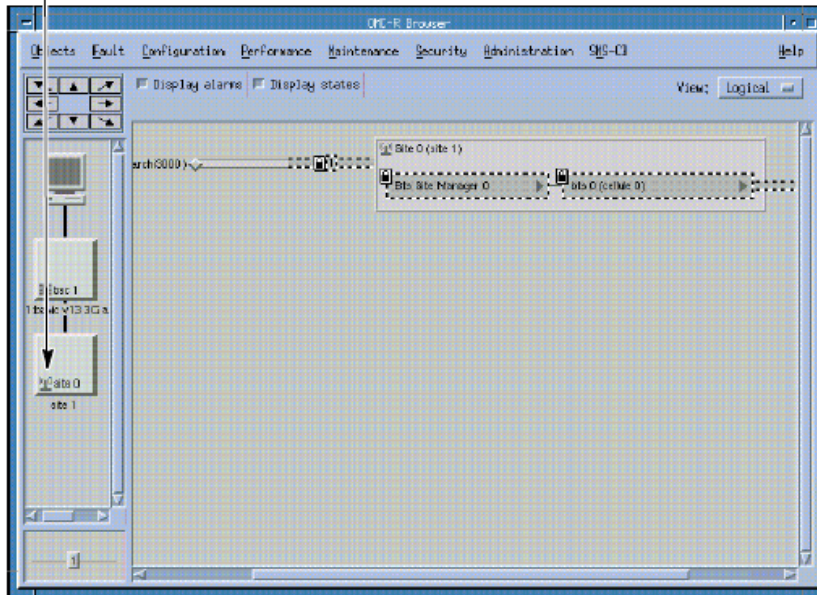
- TCU.

Figura 12. TCU modo lógico.



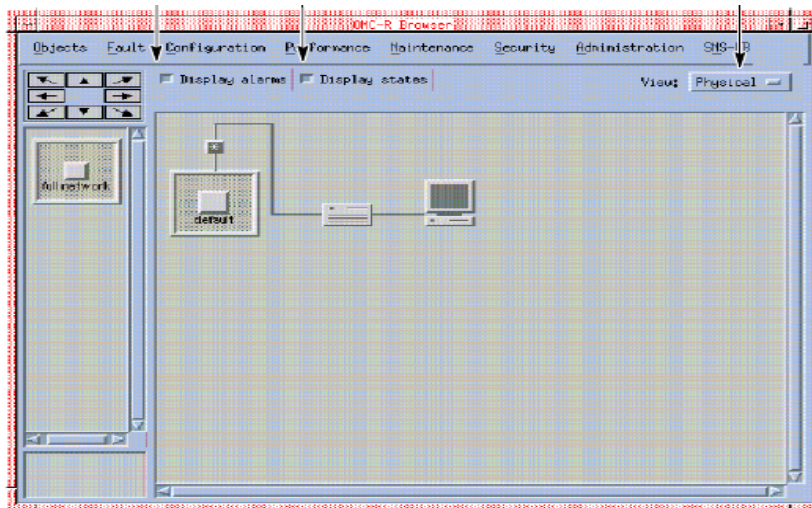
- Sitio de celda.

Figura 13. Sitio de celda modo lógico.



3.8.2.2. Ventana OMC-R Browser modo físico

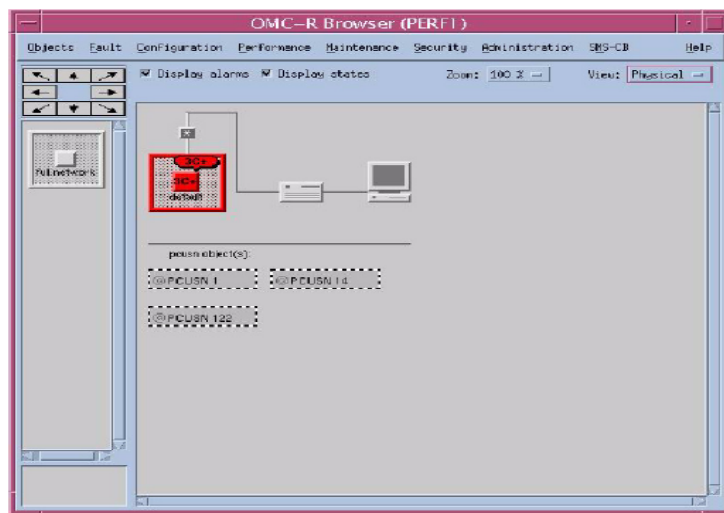
Figura 14. Ventana OMC-R Browser en modo físico.



A continuación se presentan ejemplos de como se visualizan los objetos en modo físico:

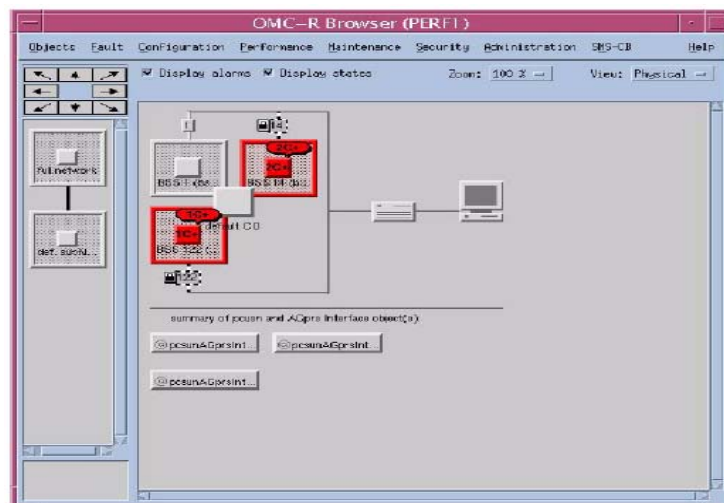
- Nivel principal (vista total de la red).

Figura 15. Nivel Principal modo físico.



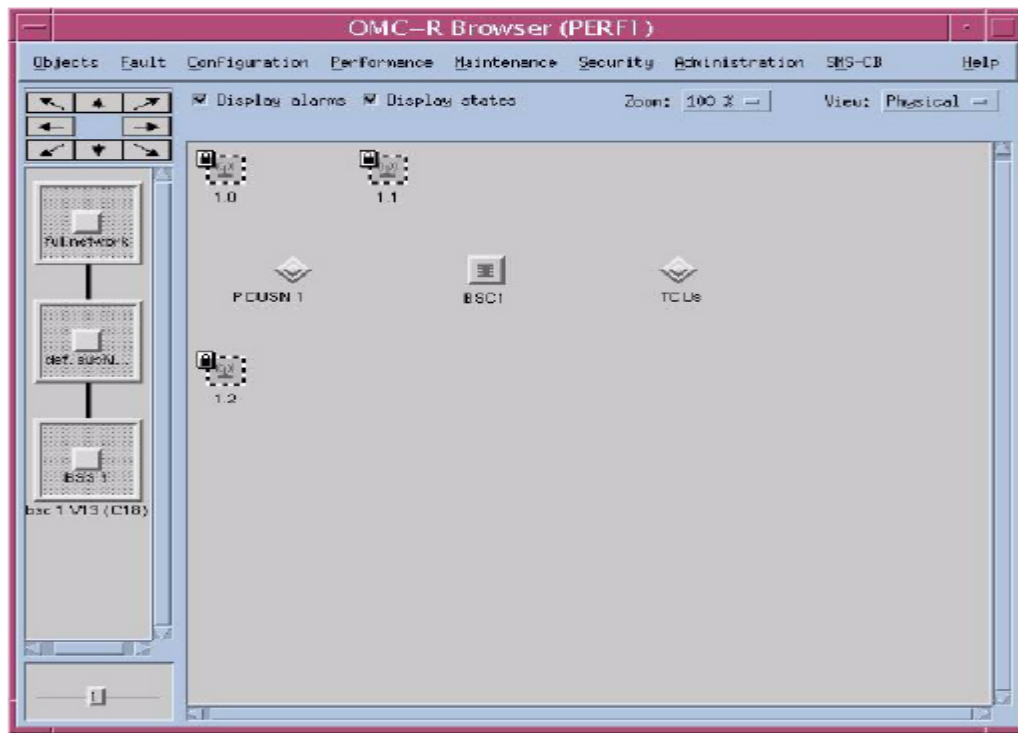
- Vista Sub-red.

Figura 16. Vista Sub-red modo físico.



- **BSS.**

Figura 17. BSS modo físico.



4. TIPO DE FALLAS

Llamaremos falla a un evento que provoca que los elementos que conforman la BSS (equipos dentro de la central, medio de transmisión o la radio base), pierdan la capacidad de comunicarse entre sí, y ocurra pérdida de servicio parcial o total en la red de tecnología GSM.

Nuestro interés se centrará en las fallas que ocurren en un sistema BSS de tecnología GSM, por lo que para comprender mejor el tipo de falla que puede ocurrir es preciso conocer como trabajan sus componentes.

Un estudio más detallado de funcionamiento de la BSC y la BTS se describió en los capítulos anteriores. En éste capítulo nos centraremos al estudio del funcionamiento del medio de transmisión que comunica la BSC con la BTS, para así detallar las alarmas o fallas que ocurren en un enlace, cuando una radio base sale de servicio por transmisión (lo que llamaremos "*fuera de servicio por E1*").

Dos tipos de falla ocurren en una BSS dependiendo de la ubicación donde ésta ocurra:

- Fallas remotas.
- Fallas locales.

4.1. Fallas remotas

Se definirá como falla remota a aquellas que ocurren en la BSS y que no involucran a los equipos que se encuentran en la central de gestión de la red GSM. Éstas se pueden producir en el medio de transmisión, puntos intermedios y en las radio bases. Básicamente nos enfocaremos en el medio de transmisión.

4.1.1. Medio de transmisión

Los sistemas de telecomunicaciones tienen que ver con la transmisión de información, o mensajes, de un punto a otro. Los mensajes se representan por medio de una señal que toma la forma de un voltaje que varía con el tiempo.

La transmisión de información utiliza señales eléctricas para el intercambio de voz o datos a través de las redes de comunicación modernas.

En general transmisión significa transporte de energía que contiene información.

Se revisarán algunos conceptos relacionados con las características de las señales eléctricas, y las degradaciones que sufren al pasar por los diversos medios de transmisión utilizados actualmente en los sistemas de comunicaciones.

4.1.1.1. Definición

Un medio de transmisión sirve para llevar información de un lugar a otro. Un buen sistema de comunicación será aquel que logre llevar la información lo más fiel posible desde el transmisor al receptor.

El modelo de telecomunicaciones consta de una fuente donde se genera la información, un medio de transmisión y un receptor que recibe e interpreta la información.

Los medios de transmisión que se utilizan son cables de cobre, fibra óptica y espacio libre; proporcionando las conexiones entre la fuente y el receptor, formando lo que también se conoce como redes de telecomunicaciones.

4.1.1.2. Clasificación de los medios de transmisión

Los medios de transmisión pueden clasificarse de la forma descrita en la tabla III:

Tabla III. Clasificación del medio de transmisión.

Naturaleza Física	Tipos
Medios materiales	Sólidos (cables) Líquidos (agua) Gaseosos (atmósfera)
Medios no materiales	Vacío

En el proceso de la transmisión se deteriora la señal ya sea por fenómenos internos al sistema o por fenómenos externos. Se denomina genéricamente perturbación a ésta degradación, la cual se manifiesta como distorsión, interferencia y ruido en el mensaje.

El efecto de perturbación se traduce en una degradación de calidad de la información obtenida en la recepción manifestada como ruido y errores en la información.

De los elementos que integran las redes de telecomunicaciones el medio de transmisión es el que más contribuye en la degradación del mensaje, muy superior a la contribución de los equipos de la red.

4.1.1.2.1. Cable de cobre

4.1.1.2.1.1. Par físico

Se forma de dos hilos conductores de cobre sólido aislados entre sí por papel o plástico.

Los pares físicos se agrupan en conjunto para formar un cable multipar que puede tener una capacidad de 10 a 2400 pares y se envuelven con una o varias cubiertas protectoras, instalándose ya sea sobre apoyos o en canalización subterránea.

Estos cables están constituidos por parejas de conductores trenzados independientemente y dispuestos en capas.

Los cables de pares se utilizan típicamente en aplicaciones de baja frecuencia (canales telefónicos) y en transmisión digital a nivel PCM (2.048 Mbit/s).

4.1.1.2.1.2. Cable coaxial

El cable coaxial está constituido por un conductor cilíndrico insertado concéntricamente en otro conductor de forma tubular separados por un material aislante.

Actualmente los cables coaxiales se utilizan en las interfases entre los multiplexores digitales, en las interfases de las centrales digitales con el equipo múltiplex, entre el equipo múltiplex y los terminales de línea, en general en las interfases eléctricas a 75 Ω .

También se utilizan en las líneas de transmisión utilizadas para enlazar el equipo de radio de telefonía rural con la antena, cuando se usan frecuencias debajo de 2.5 Ghz, ya que a frecuencias más altas la atenuación es muy alta.

4.1.1.2.2. Fibra óptica

La fibra óptica es actualmente el medio de transmisión más utilizado en las redes de telecomunicaciones, su aplicación va desde los enlaces de alta velocidad en la red de larga distancia hasta enlaces de baja velocidad en las redes de acceso y en enlaces de red local en edificios corporativos.

La fibra óptica es la solución desde el punto de vista tecnológico como económico.

4.1.1.2.2.1. Ventajas de la fibra óptica

Las principales ventajas en el uso de la fibra óptica como medio de transmisión son las siguientes:

- No existe diafonía.
- No puede ser interferida.
- Tiene ancho de banda amplio.
- Capacidad de múltiplex amplio.
- Tamaño pequeño, poco peso, soporta grandes tensiones mecánicas y tiene mucha flexibilidad.
- Inmune a la corrosión.

4.1.1.2.2. Desventajas de la fibra óptica

Las principales desventajas de las fibras ópticas como medio de transmisión son:

- Puede resultar más caro si sus ventajas no son correctamente evaluadas en los proyectos de red.
- Las pérdidas de acoplamiento y la dificultad al realizar el empalme, debido al pequeño diámetro de las fibras, limitan sus aplicaciones en campo, ya que se requieren empalmadoras de muy alta tecnología y alto costo.
- Algunas fuentes luminosas tienen una vida útil muy limitada, como por ejemplo el láser.

Actualmente se utilizan sistemas de fibra óptica con capacidad práctica para transportar hasta 30,720 conversaciones telefónicas simultáneas.

La capacidad de transmisión de información que tiene una fibra óptica depende de tres características fundamentales:

- Del diseño geométrico de la fibra.

- De las propiedades de los materiales empleados en su elaboración (diseño óptico).
- De la anchura espectral de la fuente de luz utilizada. Cuanto mayor sea esa anchura, menor será la capacidad de transmisión de información de esa fibra. Los sistemas que utilizan una longitud de onda de 1550 nanómetros pueden transportar mayor información y a mayores distancias que los sistemas de 1300 nanómetros.

4.1.1.2.2.3. Características de la fibra óptica

En la tabla IV se resumen los diversos parámetros que caracterizan a las fibras ópticas:

Tabla IV. Parámetros de las fibras ópticas.

PARAMETROS ESTATICOS		PARAMETROS DINAMICOS	
OPTICOS	GEOMETRICOS	ATENUACION	DISPERSION TEMPORAL
<ul style="list-style-type: none"> • Apertura numérica. • Perfil del índice de refracción. 	<ul style="list-style-type: none"> • Diámetro del núcleo. • Diámetro del revestimiento. • Excentricidad. • No circularidad del núcleo. • No circularidad del revestimiento. 	<ul style="list-style-type: none"> • Intrínseca a la fibra. • Por causas extrínsecas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Dispersión modal. • Dispersión del material. • Dispersión por efecto guías de onda.
<p>Son constantes a lo largo de la fibra dentro de las tolerancias propias de fabricación, y se refieren a las características ópticas y geométricas de las mismas.</p>		<p>Son características de la fibra que afectan la progresión de la señal a lo largo de la misma.</p>	

4.1.1.2.3. Radio enlaces

Los sistemas de radio (radio enlaces) fueron por muchos años la solución a los enlaces de larga distancia, sobre todo cuando la geografía accidentada del

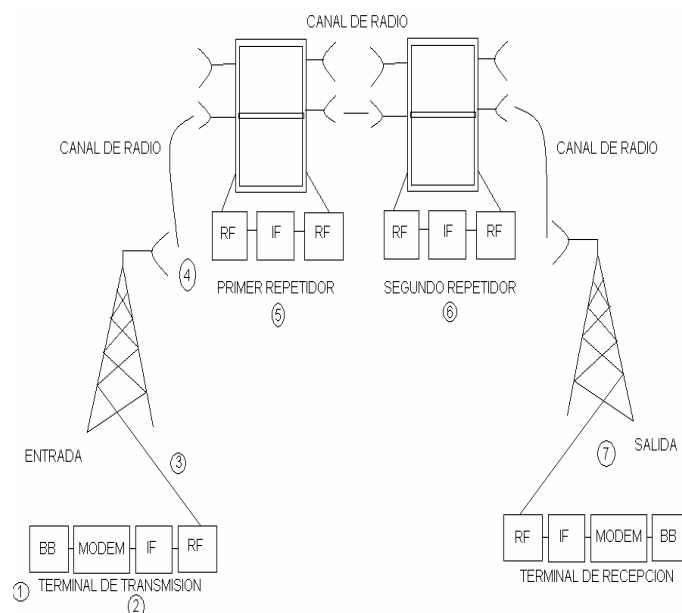
terreno no permitía el uso de otro medio de transmisión. La principal desventaja es que el radio utiliza un medio de transmisión abierto, muy susceptible a las condiciones atmosféricas.

Un radio enlace analógico es un conjunto de dispositivos electrónicos, diseñados para transmitir por medio de ondas electromagnéticas, señales moduladas en frecuencia o en fase.

4.1.1.2.3.1. Elementos del radio enlace

En la figura 18 se muestran los elementos de un sistema de radio enlace.

Figura 18. Elementos de un radio enlace.



En la tabla V se explica cada uno de los elementos mostrados en la figura 18.

Tabla V. Elementos y su función en un radio enlace.

No.	ELEMENTO	FUNCION
1	Bloque de banda base	Nos indica que se debe conectar la señal procedente del equipo múltiplex (B.B.).
2	Bloque MODEM y transmisor de RF	La señal es modulada y mezclada con una señal de radiofrecuencia (RF), para poder transmitirse como una onda electromagnética.
3	Línea de Transmisión	La RF es transportada hacia la antena utilizando cables coaxiales o guías de onda.
4	Antena	La señal RF es radiada por la antena al extremo distante que en este caso es un repetidor (repetidor de microondas) el cual se instala cuando el salto de radio es mayor a 50 Kms. O la geografía del terreno nos obliga a desviar la señal.
5 Y 6	Repetidores	En el repetidor la señal es retransmitida nuevamente hacia otro repetidor donde nuevamente será retransmitida hacia el Terminal de recepción.
7	Terminal de recepción	La señal llega al Terminal de recepción donde debe recuperarse la señal original (B.B.) por un procedimiento inverso al utilizado en transmisión.

Nota: Hay que observar que hay 3 enlaces de RF (3 saltos de radio), es decir utilizamos el espacio libre para transmitir la información, por lo tanto estos tramos son susceptibles a las perturbaciones atmosféricas y a las condiciones del terreno.

4.1.1.2.3.2. Línea de vista

Es importante que el espacio en los saltos de radio deba estar libre de obstáculos, se considera la curvatura de la tierra y la refracción de las ondas electromagnéticas debida a la diferencia de densidades de la atmósfera.

4.1.2. Modelo de referencia OSI (*Open System Interconnection*)

El aumento del número de redes y su tamaño, que empleaban especificaciones diferentes, hacían las comunicaciones difíciles.

En 1984 la Organización Internacional de Normalización (*ISO*) lanzó el modelo OSI, es cual describe como se desplaza la información desde los programas de aplicación de distintos ordenadores en un medio de la red. Cada capa utiliza su propio protocolo de capa para comunicarse con su capa de igual del otro sistema.

4.1.2.1. Descripción

El modelo OSI posee las siguientes características:

- Modelo universal que permite definir una red genérica.
- 7 niveles (A-P-S-T-R-E-F).

En contraposición tiene las siguientes desventajas:

- A-P-S: demasiado complejo para muchas aplicaciones típicas.
- Proceso de estandarización demasiado largo.

El modelo OSI es el siguiente:

Tabla VI. Modelo OSI.

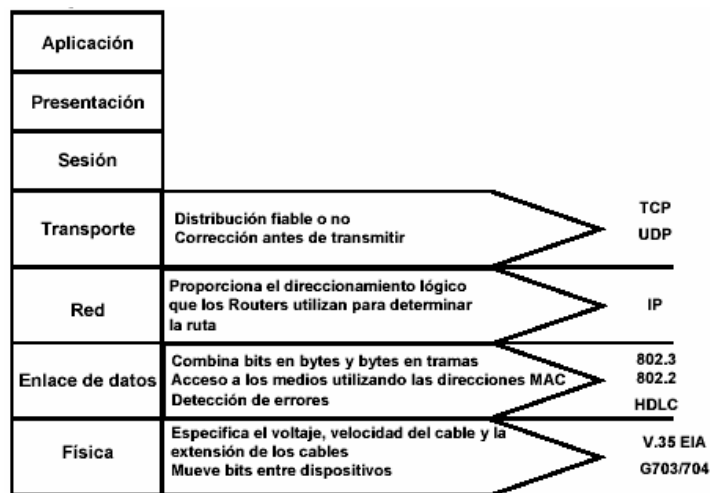
7	Aplicación	Procesos de la red a la aplicación
6	Presentación	Representación de datos
5	Sesión	Comunicación entre host
4	Transporte	Conexiones extremo a extremo
3	Red	Direcciones y mejor ruta
2	Enlace de datos	Acceso a los medios
1	Física	Transmisión binaria

4.1.2.1.1. Capas inferiores

Nuestro interés se centrará en las capas inferiores (niveles F-E-R), ya que son las que norma el modelo OSI para la transmisión de datos a nivel físico, enlace de datos y red.

En la figura 19 se describen las capas inferiores de los niveles OSI y la descripción de cada nivel.

Figura 19. Capas inferiores modelo OSI.



4.1.3. Sistema de transmisión digital

4.1.3.1. Modulación por pulsos de codificación (PCM)

La modulación por pulsos codificados (*PCM*), por sus siglas en inglés, es un método de conversión de la información de forma analógica a forma digital y viceversa, multiplexado señales de canales telefónicos, en tiempo compartido (TDM).

4.1.3.1.1. Estructura de tramas PCM

Un sistema de PCM acomoda las señales de sus canales y agrega palabras de sincronía, señalización y alarmas, obedeciendo el orden de una estructura de acuerdo con la norma americana o la norma europea, (en PCS Digital y Telgua S.A. se trabaja con norma Europea).

4.1.3.2. Estándar europeo (E1)

La Estructura de trama de acuerdo a la norma europea está formada por 32 canales, teniendo 30 canales destinados para información, 1 canal de sincronía y 1 canal para señalización.

Sabiendo que la velocidad de muestreo es de 8000 hz. y el número de bits con que se codifica un canal telefónico es de 8 bits entonces tenemos que la velocidad de transmisión de un canal telefónico es de:

$$8000 \text{ Hz} \times 8 \text{ bits} = 64000 \text{ bits/s} = 64 \text{ Kbits/s.}$$

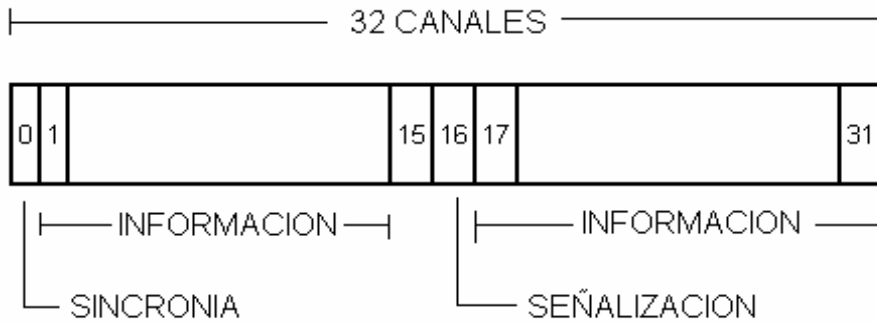
Sabiendo que la velocidad de un canal de transmisión es de 64 Kbits/s, y que la estructura de trama está conformada de 32 intervalos de tiempo, se tiene que la velocidad de transmisión de un sistema PCM es de:

$$64 \text{ kbits/s} \times 32 \text{ canales} = 2048 \text{ Kbits/s.}$$

Esta es la velocidad de transmisión para un sistema PCM o sistema de primer orden. En forma redondeada es de 2Mbit/s.

En la figura 20 se muestra la estructura de trama de una señal PCM según la norma europea, observar que el intervalo de tiempo 0 lleva la información de sincronía de la trama, el intervalo de tiempo 16 contiene la información de señalización y los intervalos de tiempo 1 al 15 y 17 al 31 contiene la información de los 30 canales.

Figura 20. Estructura de la trama europea de PCM.



4.1.3.3. Interfase de transferencia de datos G703

La interfase G703 nació para transferir mas flujos de datos de 64Kbit/s cada uno (recordemos que un canal de 64Kbit/s es un canal telefónico estándar). Las velocidades posibles para la transferencia de datos (en las interfases o en los enlaces “telefónicos”) están definidas por los estándares; los principales dentro del ámbito de nuestro interés, son:

- **E1**, con *bit-rate* de 2.048Mbit/s (30 canales telefónicos de 64Kbit/s cada uno + 128Kbit/s no utilizables para los datos, pero empleados para trama, sincronización, etc. – bit-rate neto, utilizable para los datos: 1.920Mbit/s).
- **E2**, con *bit-rate* de 8.448Mbit/s (4 veces E1 + ulterior bit-rate no utilizable para los datos pero empleados para trama, sincronización, etc. – bit-rate neto, utilizable para los datos: 7.680Mbit/s). Debe ser señalado que, en la

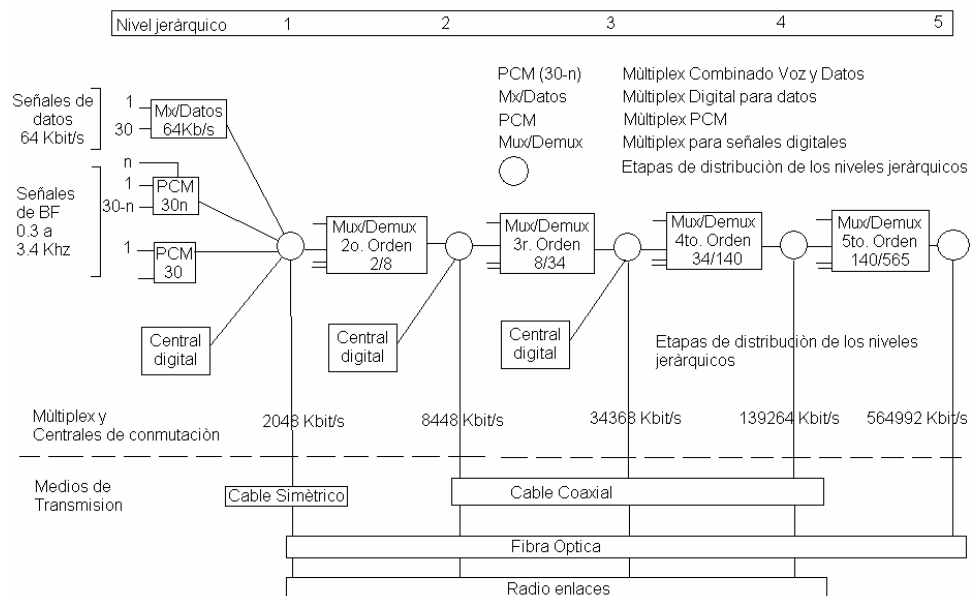
practica, esta velocidad de interfase esta en desuso y es difícil encontrar los equipos relativos.

- **E3**, con *bit-rate* de 34.368Mbit/s (4 veces E2 + *ulterior bit-rate* no utilizables para los datos, pero empleados para trama, sincronización, etc. – *bit-rate* neto, utilizable para los datos: 30.720Mbit/s).

4.1.3.4. Jerarquía digital PDH estándar europeo

La jerarquía digital PDH (Jerarquía digital Plesiócrona), consiste en multiplexar 4 señales de orden jerárquico en una señal digital de orden jerárquico en una señal digital de orden jerárquico superior, como se muestra en la figura 21.

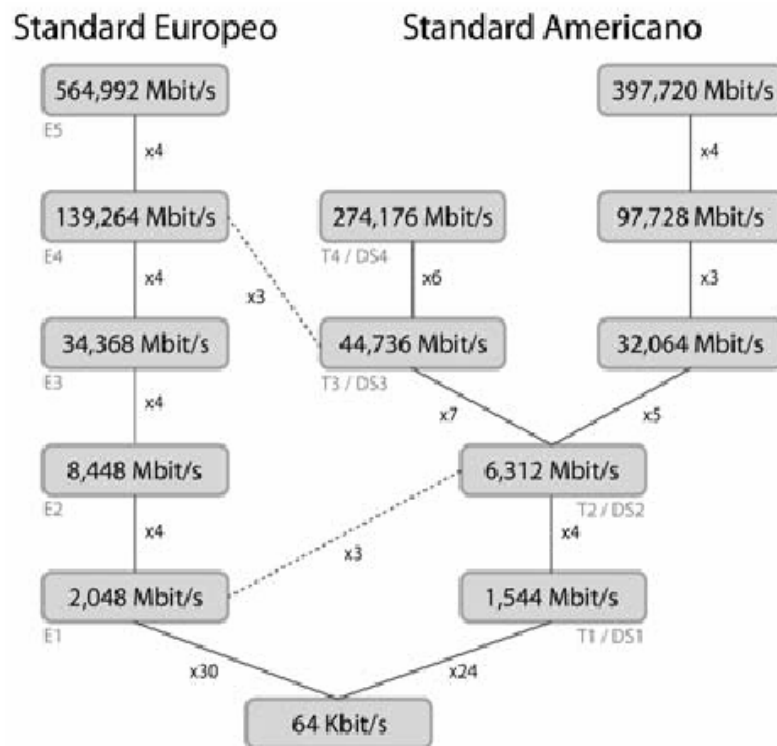
Figura 21. Jerarquía digital plesiócrona.



- Observar que se consideran 5 órdenes jerárquicos.
- Observar que se pueden multiplexar señales de datos y canales telefónicos.
- Observar que el segundo orden requiere 4 sistemas de 2.048 Mb/s (tributarios de 2Mb/s), y así sucesivamente en las órdenes superiores.
- Observar que la central telefónica puede entregar tramas digitales de 2,8 o 34 Mb/s.
- Observar que solo los sistemas de PCM (2.048 Mb/s) pueden utilizar como medio de transmisión par físico.
- Observar que la fibra óptica es el único medio de transmisión que se puede utilizar para transmitir todas las velocidades de la jerarquía PDH.

En la figura 22 se muestra los tributarios necesarios para cada uno de los órdenes en la jerarquía digital plesiócrona y las velocidades establecidas para cada orden jerárquico.

Figura 22. Algunas velocidades de transferencia de datos con la interfase G703 (*Plesiochronous Digital Hierarchy* – PDH – o sea jerarquía digital casi sincrónica).



4.1.3.5. Jerarquía digital SDH

Podemos definir una jerarquía digital sincrónica SDH, como:

- Un estándar internacional para redes ópticas de telecomunicaciones de alta capacidad.

- Un sistema de transporte digital sincrónico diseñado para proveer una infraestructura más sencilla, económica y flexible para redes de telecomunicaciones.

En los últimos años los desarrollos realizados en fibras ópticas y semiconductores que se han aplicado a la transmisión de señales, han provocado por un lado una notable evolución técnica y económica y por otro la transición de analógica a digital.

La clave para satisfacer los requerimientos crecientes de flexibilidad en las redes de comunicaciones es la utilización de la técnica de multiplexado sincrónico, a diferencia del asincrónico (o plesiócrono) actual.

4.1.3.5.1. Principios básicos

En 1988, el CCITT, basado en la primera parte de la norma SONET, elaboró la llamada SDH (*Synchronous Digital Hierarchy*, Jerarquía Digital Sincrónica) con el mismo principio de multiplexado sincrónico y capacidad de reserva.

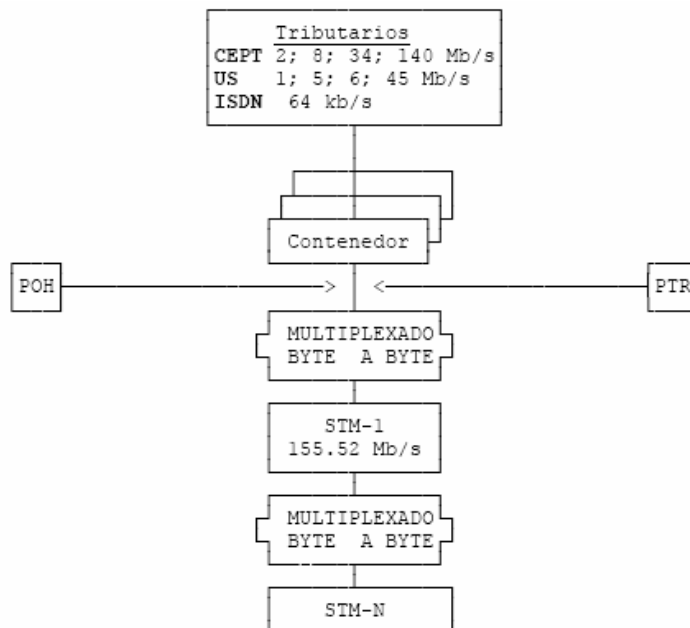
La primera jerarquía de velocidad sincrónica fue definida como STM-1 (*Synchronous Transport Module*, Módulo de Transporte Sincrónico) de 155.520 Mb/s. Este valor coincide con el triple de STS-1 de la red SONET (3 x 51.84 Mb/s = 155.52 Mb/s).

Los siguientes niveles se obtienen como $N \times \text{STM-1}$, habiendo definido el CCITT el $4 \times \text{STM-1} = 622.08 \text{ Mb/s}$ y $16 \times \text{STM-1} = 2488.32 \text{ Mb/s}$ (aproximadamente 2.5 Gb/s), encontrándose en discusión sistemas STM-8, STM-12 y STM-64 (10 Gbits/s).

Todas las señales tributarias, de cualquier jerarquía y origen, deben poder acomodarse a la estructura sincrónica del STM-1.

Básicamente la formación de la señal sincrónica es la que se muestra en la figura 23:

Figura 23. Formación de la señal sincrónica.



Los tributarios (sincrónicos o plesiócronicos) se acomodan en un contenedor C (Container) que será distinto para cada velocidad. A cada contenedor se le agrega un encabezado o sobrecapacidad de reserva llamada tara de trayecto (TTY) o POH (*Path Overhead*) para operación, administración y mantenimiento, y un puntero, PTR, formándose lo que se conoce como unidad tributaria TU (*Tributary Unit*). Finalmente las TU son multiplexados byte a byte (cada uno equivale a 64kb/s) y con el agregado de información adicional de administración de la red, se forma el módulo STM-1.

Si se desea niveles superiores, basta con volver a multiplexar byte a byte (por simple intercalación) N módulos STM-1, para obtener STM-N.

4.1.3.5.2. Problemas de la jerarquía digital sincrónica

El principal problema a resolver es la necesidad de sincronizar todos los nodos de la red. La idea del desarrollo de la SDH es una extensión de la trama síncrona de 2Mbit/s del sistema PDH hacia velocidades superiores.

La trama de 2Mb/s es síncrona. Lo que esto significa es que los intervalos de tiempo son sincrónicos al encabezamiento de la trama: una vez sincronizado a la trama, un receptor puede extraer la información contenida en la trama sencillamente contando bytes hasta llegar a la posición deseada y copiando los bytes allí contenidos en una memoria. Para insertar información en un intervalo de tiempo, el procedimiento sería igualmente sencillo: una vez alineado a la trama, el transmisor puede transferir los datos de su memoria al intervalo de

tiempo adecuado, el cual encuentra contando los bytes desde la palabra de alineación de trama.

La trama de 2Mb/s es sincrónica con sus tributarios de 64kb/s (cosa que no sucede con las tramas de 8, 34, 140 ó 565 Mb/s). En la práctica ocurre que estos tributarios no siempre son sincrónicos y las centrales de conmutación y los cross-connects tienen que periódicamente introducir deslizamientos o *slips* cada vez que haya un desfase grande entre carga que ingresa a la memoria elástica a la entrada del MUX y la señal multiplexada de 2Mb/s.

La velocidad con que llegan y se escriben en las memorias elásticas los datos de cada canal es determinada por la velocidad de línea de la trama recibida. La velocidad con que se leen los datos se encuentra condicionada por el reloj interno de la central o *cross-connect*, con el cual generan las tramas que transmiten. Si la información a la entrada llega más rápidamente de lo que puede ser leída, la memoria elástica se llena hasta desbordar. Para evitar el desborde, el nodo de la red tira uno o varios octetos de información a la basura, vaciando la memoria elástica y permitiendo que de nuevo se vaya llenando lentamente (según la diferencia entre los relojes de escritura y lectura) hasta que sea necesario un nuevo vaciado. Esta acción corta un trozo de la secuencia de *bytes* transmitidos, constituyendo un *slip* negativo.

Puede darse el caso contrario. Si el reloj de escritura es más lento que el de lectura, la tendencia de la memoria elástica es a vaciarse. Cuando esto ocurre el nodo de la red deja de leer información reciente, transmitiendo uno o

varios octetos viejos sin borrar el contenido de la memoria elástica, que de esta forma se vuelve a llenar. Estas repeticiones se llaman *slips* positivos.

Los deslizamientos normalmente no son perjudiciales para las señales de voz, sin embargo pueden traer problemas en la transmisión de datos.

Aplicar este concepto a la SDH sería inadmisibles, ya que si los nodos introdujeran *slips*, los receptores perderían el sincronismo al perder o ver repetidos trozos de secuencia.

4.1.3.5.3. Formación y estructuras múltiplex

En SDH la carga se acomoda en contenedores. Cuando esta carga es plesiócrona, es necesario adaptar el reloj de la carga al reloj de los contenedores. El procedimiento es similar al utilizado en los MUX PDH. La capacidad de carga es ligeramente superior a la necesaria. Estos contenedores disponen de bits adicionales que pueden o no contener información, así como bits que indican si en esas posiciones va o no información, es decir se utiliza justificación por bits (relleno adaptativo). Una vez creado el contenedor en los multiplexores de frontera, la red ya no tiene que mirar dentro del mismo hasta el punto en el cual el contenido es devuelto a un elemento de la red. Como ya se dijo, el ajuste de velocidades de los contenedores entre nodos se hace a través de los punteros.

Cada uno de los contenedores creado recibe un encabezamiento, llamado tara de trayecto (TTY o POH). El POH contiene información para uso en los extremos del trayecto (canales de servicio, información para verificación de errores, alarmas, etc.). Los punteros apuntan al primer byte del encabezamiento de trayecto. Los contenedores a los cuales se ha agregado su POH se llaman contenedores virtuales VC (*Virtual Container*). Cada uno de los VC es transportado en un espacio al cual está asignado un puntero, que indica el primer byte del VC respectivo. Las señales tributarias (como puede ser una de 140 Mb/s) se disponen en el VC para su transmisión extremo a extremo a través de la red SDH. El VC se ensambla y desensambla una sola vez, aunque puede atravesar muchos nodos mientras circula por la red.

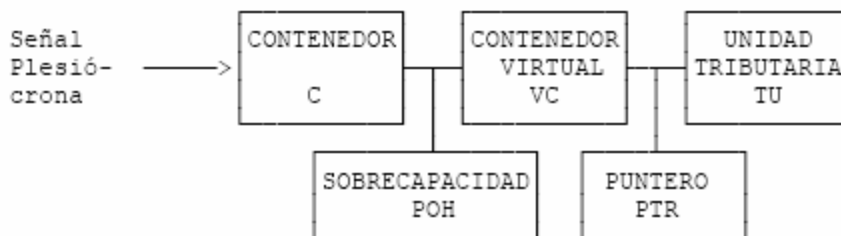
Los punteros correspondientes a cada contenedor se encuentran en posiciones fijos respecto al elemento de multiplexación en el cual los contenedores son mapeados. Los VC bajos son mapeados en relación a contenedores más altos.

Los VC altos son mapeados en relación a la trama STM-n. Por lo tanto los contenedores altos contienen también un área de punteros para los VC bajos (llamados unidades tributarias). Está claro que si en lugar de tributarios bajos los VC reciben señales digitales SDH, ellos no contienen ningún área de punteros, porque no hay unidades tributarias a localizar dentro de los mismos, sino que su área de carga está ocupada por una gran señal sincrónica. Los VC altos que son mapeados en relación a la trama STM-n son llamados unidades administrativas (AU).

Por lo tanto, la trama STM-n siempre contendrá un área de punteros para las unidades administrativas.

El contenedor define la capacidad de transmisión sincrónica del tributario. La frecuencia de éste se incrementa mediante justificación positiva para acomodarla y sincronizarla con STM-1. Al agregar la información adicional POH se forma lo que se denomina contenedor virtual VC (*Virtual Container*). Posteriormente se agrega el puntero PTR, que es el direccionamiento de cada VC dentro de la estructura, obteniéndose la unidad tributaria TU. El proceso puede observarse en la figura 24:

Figura 24. Proceso de obtención de señal tributaria TU.



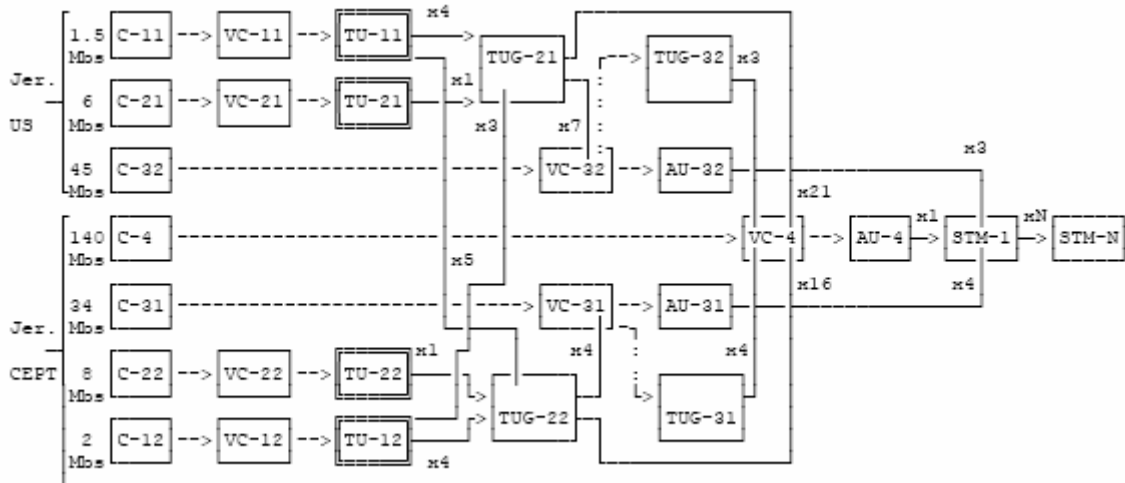
Este conjunto constituye una unidad interna de la estructura. En caso que pueda ser transferida entre distintos STM-1, se denomina unidad administrativa AU (*Administrative Unit*).

Varias TU idénticas, forman un grupo de unidades TUG (*Tributary Unit Group*).

Varios TUG idénticos forman nuevamente una AU, la que con el agregado de un encabezado de sección SOH (*Section Overhead*) con la información de operación, administración de la red, completa el STM-1.

En la figura 25 se grafican las distintas alternativas para obtener un módulo STM-1, a partir de las señales tributarias de ambas jerarquías plesiócronicas (CEPT y US) tal como lo indicaba la recomendación hasta 1992.

Figura 25. Alternativas de obtención de un módulo STM-1 a partir de señales tributarias de jerarquías plesiócronicas CEPT y US.



4.1.3.5.4. Posibilidades de mapeado para el sistema europeo

El siguiente es un breve resumen del procedimiento adoptado en Europa para transmisión SDH:

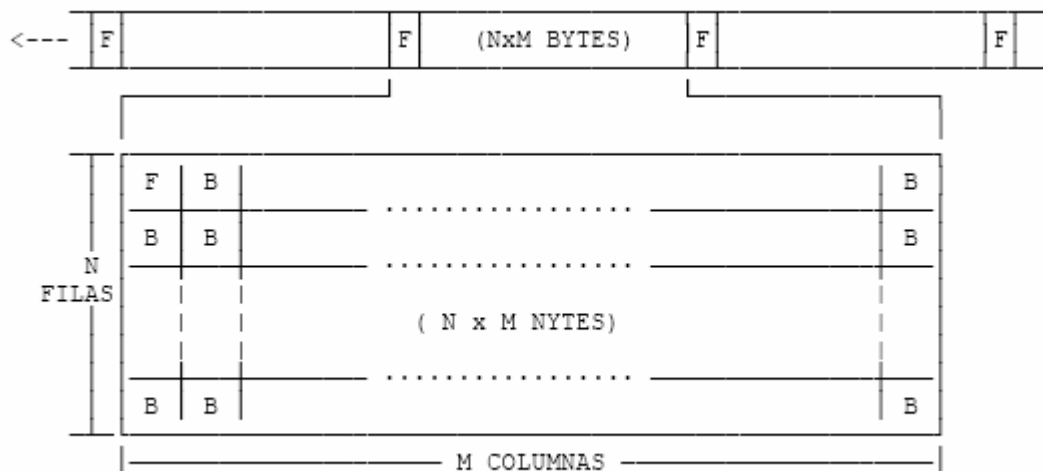
- a) Las tramas síncronas son creadas en cada nodo de la red, que transmite señales SDH según su reloj propio.
- b) Cuando el nodo recibe una señal de la red plesiócrona (PDH) para transmitirla en una trama SDH, lo primero que hace es acomodarla en un contenedor. El reloj de ese contenedor es propio del nodo de la red, por lo tanto es necesario adaptar el reloj de la señal externa al reloj de ese contenedor, lo que se hace a través de un proceso de justificación positiva.
- c) El contenedor creado en este nodo nunca es abierto por la red de transporte, excepto en el nodo terminal en el cual la señal plesiócrona debe ser recuperada para ser entregada a la red PDH (o una central o un *cross-connect* plesiócronicos).
- d) La red transporta contenedores, a los cuales se les agrega un encabezamiento llamado *tara de trayecto*, sin examinar el contenido salvo en los extremos.
- e) Los contenedores son mapeados en espacios síncronos a un elemento de multiplexación superior o la propia trama SDH (STM-n).

- f) Como los VC, en el caso general, al ser transferidos de un flujo de línea a otro, en un nodo de la red, no son síncronos a los espacios reservados para ellos, puede ser necesario ajustarlos a esos espacios a través de un proceso de justificación que permite ajustes positivos y negativos.
- g) El proceso de ajuste emplea punteros, y también una posición en que puede ser transportada información excedente y una posición en la cual se puede dejar de enviar carga útil.
- h) Cuando el VC tiene mayor velocidad que la del espacio reservado, un decremento del puntero indica que se estará enviando uno o tres *bytes* de información en el área extra siempre que el desfase entre escritura y lectura lo exija.
- i) Cuando el VC es más lento que el espacio a él reservado, un incremento del puntero indica que se está dejando de enviar información (uno o tres bytes) en el área especificada para tal fin, siempre que el desfase acumulado entre la información que llega y la que sale lo exigiera.
- j) Las tramas STM-n contienen un área de carga útil síncrona a la trama. Además, poseen un área de punteros de unidad administrativa que es síncrona a la trama STM-n (los punteros respectivos se encuentran siempre en la misma posición dentro de la trama, llamado encabezado de sección).
- k) Los punteros indican la posición del primer *byte* del encabezamiento del VC (POH). Cuando hay necesidad de mandar menos o más información en una trama para corregir el nivel de llenado de la memoria elástica de entrada, en los punteros va codificado un incremento o un decremento.

4.1.3.5.5. Estructura de la trama sincrónica

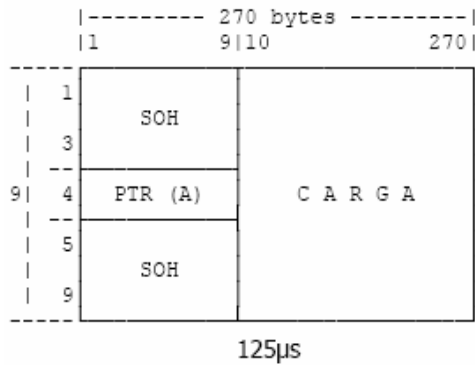
Por razones de claridad, una trama de flujo de señales serie puede representarse mediante un mapa bidimensional, que consta de N filas y M columnas. Cada celda representa un *byte* de 8 bits de la señal sincrónica. El *byte* que aparece en la casilla superior izquierda (F) actúa como marcador y sirve para localizar el comienzo de la trama.

Figura 26. Trama de flujo de señales serie.



La estructura de la trama del módulo de transporte sincrónico STM-1 es la que puede observarse en la figura 27:

Figura 27. Estructura de la trama STM-1.



En un caso general, la carga transportada no es sincrónica a la trama, para eso existe un puntero como medio de ubicar dentro del espacio de carga sincrónico, la posición donde comienza la información útil, que es transportada dentro del VC. El espacio de carga.

El espacio de carga sincrónico (ya sea que lleve un VC ocupándolo o no) se llama TU ó AU.

Se denomina AU cuando la zona de carga es sincrónica con la trama (fig. anterior).

Un ejemplo sería una señal PDH de 140Mb/s transportada en un VC-4 que alineado usando punteros en la AU-4.

Se dice TU cuando el espacio de carga es sincrónico a un VC de orden superior (VC-3 o VC 4). Por ejemplo, 63 señales de 2Mb/s mapeadas en contenedores VC-12 alineadas en TU-12 (los que a su vez se agruparán en un VC-4).

La trama la forman 9 líneas (o secuencias) de 270 bytes cada una. La secuencia de transmisión se inicia en el *byte* 1 de la línea 1 hasta el *byte* 270 de la misma línea, luego el *byte* 1 de la línea 2 y así sucesivamente hasta el *byte* 270 de la línea 9. La duración total (período de la trama) es de 125µs (o sea una velocidad de 155.52Mb/s). Este período es equivalente al de la trama de una canal PCM de 8 bits. O sea que un byte de STM-1 podría ser una canal PCM (64kb/s). Como para componer la jerarquía sincrónica se realiza

intercalación de *bytes*, siempre es posible extraer en cualquier nivel el *byte* completo (por ejemplo un canal PCM).

4.1.3.5.6. Encabezado global

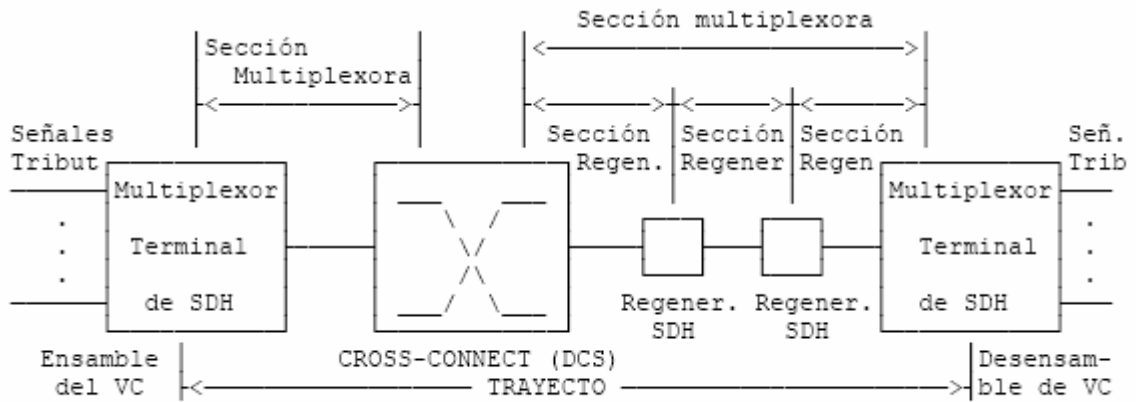
La trama SDH transporta dos tipos de datos: las señales tributarias y las señales auxiliares de la red, denominados encabezado global. El encabezado global aportan las funciones que precisa la red para transportar eficazmente las señales tributarias a través de la red SDH.

Se dividen en tres categorías:

- Encabezado trayecto.
- Encabezado de sección multiplexora.
- Encabezado de sección regeneradora.

Para entender por que existen tres categorías de encabezados, veremos primero los distintos segmentos de una red SDH (figura 28):

Figura 28. Segmentos de una red SDH.

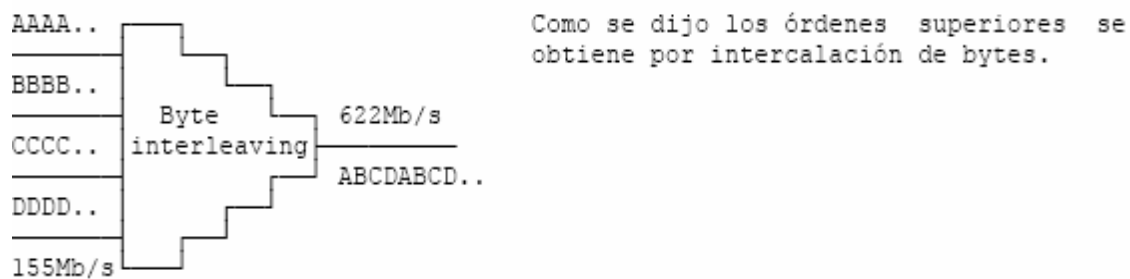


La ruta de transmisión consta de tres segmentos el trayecto, la sección multiplexor y la sección regeneradora. Cada segmento aporta su propio encabezado que incluye las señales de soporte y mantenimiento asociadas a la transmisión a través de dicho segmento.

El trayecto de una red SDH es la conexión lógica entre el punto en el que se ensambla en su contenedor virtual y el punto en el que se desensambla desde el contenedor virtual.

4.1.3.5.7. Sincronización de tramas SDH

Figura 29. Intercalación de *bytes*.



Antes de que pueda realizarse cualquier multiplexación en los equipos de la red SDH, deben sincronizarse primero las distintas señales de transporte SDH con los equipos de la red.

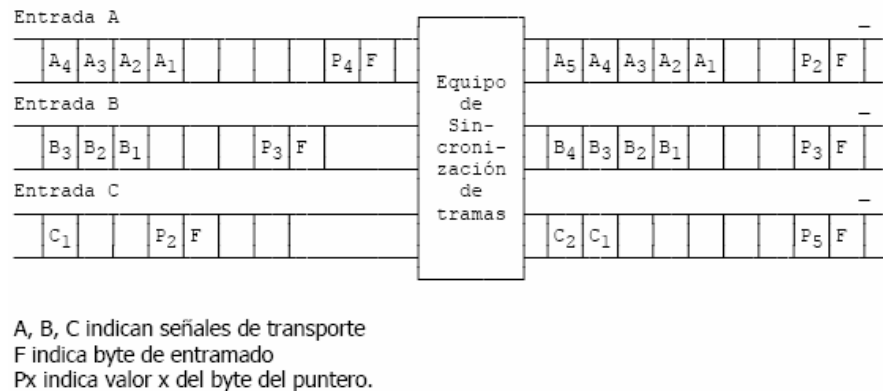
En el lado de entrada de los equipos SDH, las distintas señales de transporte pueden estar desalineadas en lo que respecta tanto a la fase de temporización como a la tasa de bits.

En el proceso de sincronización de trama, el encabezado (SOH) y el VC se gestionan de manera distinta.

Los *bytes* del SOH para cada una de las señales de transporte se sincronizan con la trama, para lo cual el SOH incluye 6 o más *bytes* de entramado (*bytes F*).

Los *bytes* del VC, por otra parte, mantienen la misma relación de fase de temporización. Esto se logra volviendo a calcular el valor del puntero asociado a cada VC con el fin de dar cabida a cualquier ajuste en la fase del SOH debido a la sincronización de la trama.

Figura 30. Sincronización de la trama.



4.1.3.5.8. Señales de mantenimiento en servicio

La extensa gama de señales de alarma y comprobación de paridad incorporadas en la estructura de señales SDH permite realizar con eficacia

pruebas en servicio. Las principales condiciones de alarma, tales como pérdidas de señal (LOS), pérdidas de trama (LOF) y pérdida de puntero (LOP), provocan la transmisión de señales de indicación de alarma (AIS) a la siguiente etapa de proceso.

Se generan distintas AIS, dependiendo del nivel de la jerarquía de mantenimiento que se ve afectada. En respuesta a las diferentes señales AIS y a la detección de graves condiciones de alarma de receptor, se envían otras señales de alarma a las anteriores etapas del proceso para advertir de los problemas detectados en las siguientes etapas.

Esta señal se llama fallo de recepción en extremo remoto (FERF) se envía a etapas anteriores en el SOH de la sección multiplexora que haya detectado una condición de alarma AIS, LOS o LOF; una condición de alarma remota (RAI) para un trayecto de orden superior se eleva después de que un equipo que termina un trayecto haya detectado una condición AIS o LOP de trayecto; de forma similar, una condición de alarma remota (RAI) para un trayecto de orden inferior se eleva después de que un equipo que termina un trayecto de orden inferior haya detectado una condición AIS o LOP de trayecto de orden inferior.

El monitoreo del rendimiento en cada nivel de la jerarquía de mantenimiento se basa en comprobaciones de paridad mediante entrelazado de bits (BIP) calculadas en cada trama. Estas comprobaciones BIP se insertan en los SOHs asociados a la sección de regeneración, la sección multiplexora y los tramos de mantenimiento de trayecto. Asimismo, los equipos que terminan

tramos de trayecto HO (orden superior) y LO (orden inferior) producen señales de error en bloque en extremo remoto (FEBE) en función de errores detectados en los BIPs de trayecto HO y LO, respectivamente, Las señales FEBE se elevan hasta el extremo de origen del trayecto.

El siguiente es un resumen de las señales de alarmas en una red SDH:

a) Pérdida de señal (LOS)

Se accede al estado LOS cuando el nivel de la señal recibida desciende por debajo del valor al que se prevé una BER = 10^{-3} .

Se abandona el estado LOS cuando se reciben dos patrones de trama válidos consecutivos (y durante ese tiempo no se detecta una nueva condición LOS).

b) Fuera de trama (OOF)

Se accede al estado OOF cuando se reciben 4 tramas SDH consecutivas no válidas (es decir que contienen errores). El tiempo máximo de detección de OOF es, por lo tanto, de 625 segundos.

Se abandona el estado OOF cuando se reciben dos SDH consecutivas validas.

c) Pérdida de trama (LOF)

Se accede al estado LOF cuando existe un estado OOF durante XXXX ms. Si los OOF son intermitentes, el temporizador no se restaura a cero hasta que un estado de “en trama” persista durante XXXX ms.

Se abandona el estado LOF cuando un estado de “en trama” existe continuamente durante XXXX ms.

Nota: Se han propuesto valores comprendidos entre 0 y 3 ms. Para los intervalos de tiempo especificados como XXXX.

d) Pérdida de puntero (LOP)

Se accede al estado LOP cuando se reciben N punteros no válidos consecutivos (excepto en un indicador de concatenación), donde N = 8, 9 o 10.

Se abandona el estado LOP cuando se reciben 3 punteros válidos iguales o 3 indicadores AIS consecutivas.

Nota: La indicación AIS consiste en una secuencia de “unos (1)” en los *bytes* del puntero. El indicador de concatenación consiste en los *bytes* del puntero ajustados a “1001xx1111111111”, es decir, NDF activado. (Bytes H1 H2 para LOP AU; *bytes* V1 V2 para LOP TU).

e) AIS de la sección del multiplexor (MS-AIS)

Enviado por el equipo de terminación de sección de multiplexación (RSTE) para alertar al MSTE en las etapas siguientes que se han detectado estados LOS o LOF). Viene indicado por una señal STM-N que contiene la RSOH válida y una configuración formada exclusivamente por “unos (1)”.

La generación debe producirse en un plazo de XXXX μ S. a partir del momento en que se detecta la condición. El RSTE desactiva MS-AIS en un plazo de XXXX μ S. A partir del momento en que se elimine la condición de anomalía.

Detectado por el MSTE cuando los bits 6 a 8 del *byte* K2 recibido están a “111” para 3 tramas consecutivas. El MSTE detecta la eliminación cuando se reciben 3 tramas consecutivas con una configuración distinta de “111” en los bits 6 a 8 de K2.

f) Fallo de recepción en extremo remoto (FER-F o MS-FERF)

Enviado a las etapas anteriores del proceso por el de la sección multiplexora (MSTE) en un plazo de 250s a partir del momento en que se detecta un estado LOS, LOF o MS-AIS en la señal entrante. Opcionalmente, se transmite al detectarse un defecto de BER excesivo (el BER equivalente, basado en los BITS de los *bytes* B2, excede el umbral de 10^{-3} . Viene indicado por el ajuste de los bits 6 al 8 del *byte* K2 transmitido a “110”.

Detectado por el MSTE cuando los bits 6 a 8 del *byte* K2 recibido están ajustados a “110” durante 3 tramas consecutivas con una configuración distinta de “110” en los bits 6 a 8 de K2.

La transmisión de MS-AIS invalida MS-FERF.

g) AIS de ruta AU

Enviado por el MSTE para avisar a los equipos de terminación de trayecto de orden superior (HO PTE) situados en las siguientes etapas del proceso que se ha detectado un estado LOP o se ha recibido un AIS de trayecto AU. Viene indicado por la transmisión de una configuración formada exclusivamente por “unos (1)” en toda la AU – 3/4 (es decir, una configuración formada exclusivamente por “unos (1)” en los bytes de puntero H1, H2 y H3, así como todos los bytes del VC – 3/4 asociado).

Detectado por el HO PTE cuando se recibe la configuración formada exclusivamente por “unos (1)” en los *bytes* H1 y H2 durante 3 tramas consecutivas. La eliminación se detecta cuando se reciben tres punteros AU válidos consecutivos con NDF normales (0110) o se recibe un único puntero AU válido con NDF activado (1001).

h) Indicación de alarma remota en trayecto de orden superior (RAI de trayecto HO – Denominado así mismo – FERF de trayecto HO)

Generado por el equipo de terminación de trayecto de orden superior (HO PTE) en respuesta a la recepción de un AIS de trayecto AU. Se envía a otros HO PTE situados en etapas anteriores al proceso. Viene indicado por el ajuste del bit 5 del *byte* G1 de POH a “1”.

Detectado por otro HO PTE cuando el bit 5 del G1 recibido está ajustado a “1” durante 10 tramas consecutivas. Se detecta la eliminación cuando el otro HO PTE recibe 10 tramas consecutivas con el bit 5 del *byte* G1 ajustado a “0”.

i) AIS de trayecto TU

Enviado a las siguientes etapas del proceso para avisar a los equipos LO PTE que se ha detectado un estado TU LOP o se ha recibido un AIS de trayecto TU. Viene indicado por la transmisión de una configuración formada exclusivamente por “unos (1)” en toda TU – 1/2/3 (es decir, los *bytes* de puntero

V1 – V3, el *byte* V4 así como todos los *bytes* del VC – 1/2/3 asociados con una configuración formada exclusivamente del “unos (1)”.

Detectado por otro LO PTE cuando se recibe la configuración formada exclusivamente por “unos (1)” en los *bytes* V1 y V2 durante 3 multitramas consecutivas.

La eliminación se detecta cuando se reciben 3 punteros TU válidos consecutivos con NDFs normales (0110) o se recibe un único puntero TU válido con NDF activado (1001).

Nota: AIS de trayecto TU sólo está disponible cuando se generan/reciben estructuras de carga de tráfico en “modo flotante”.

j) Indicación de alarma remota en trayecto de orden inferior (RAI de trayecto LO – denominado también – FERF en trayecto LO)

Generado por el equipo LO PTE en respuesta a la recepción de un AIS de trayecto TU. Se envía a otros LO PTE situados en etapas anteriores del proceso. Viene indicado por el ajuste del bit 8 del *byte* V5 de la POH LO a “1”.

Detectado por otro LO PTE cuando el bit 8 del *byte* V5 recibido está ajustado a “1” durante 10 multitramas consecutivas. Se detecta la eliminación

cuando el otro LO PTE recibe 10 multitramas consecutivas con el bit 8 del byte V5 ajustado a "0".

Nota: RAI de trayecto LO sólo está disponible cuando se generan/recibe estructuras de carga de tráfico en "modo flotante".

4.1.4. Fallas remotas producidas en la radio base

Las fallas producidas en la radio base es el siguiente caso de una falla remota. Este tipo de falla de produce debido a que algún componente de la radio base a dejado de funcionar parcial o totalmente, lo cual produce que la misma trabaje de forma degradada o provoque una condición de pérdida de servicio total.

En el OMC-R se refleja la alarma que el componente afectado presenta, siendo el punto de arranque para la solución del problema a tratar para poder prevenir afectación y si ya ocurrió esto, corregirlo.

4.2. Fallas locales

Se definirá como falla local a aquellas que ocurren en la BSS y que involucran a los equipos que se encuentran en la central de gestión de la red GSM. Éstas se producen en el controlador de estación base (BSC), el servidor

del OMC-R o en los equipos de transmisión de E1 que se encuentran en la central.

Este tipo de falla se produce debido a que algún componente del controlador de estación base se dejó de funcionar parcial o totalmente, lo cual produce que la misma trabaje de forma degradada o provoque una condición de pérdida de servicio total. En el OMC-R se refleja la alarma que el componente afectado presenta, siendo el punto de arranque para la solución del problema a tratar para poder prevenir afectación y si ya ocurrió esto, corregirlo.

Así mismo, también puede ocurrir en algún componente que involucre al servidor del OMC-R, lo que provocaría, dependiendo del tipo de problema, la pérdida de la gestión del sistema de alarmas en la BSS de tecnología GSM, pérdida de archivos del sistema, pérdida de contadores para datos estadísticos, etc.

En el caso de que ocurra una falla en los equipos de transmisión de E1, la BSC está en capacidad de informarnos si el tipo de afectación se encuentra en la central, ya que indicaría el tipo de alarma en la tarjeta IEMP.

5. MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DE ALARMAS LOCALES

5.1. Mantenimiento preventivo

El seguimiento de las alarmas locales surgidas en la BSS es responsabilidad del técnico de OMC-R.

La implementación de los procedimientos de mantenimiento preventivo es responsabilidad de cada fabricante.

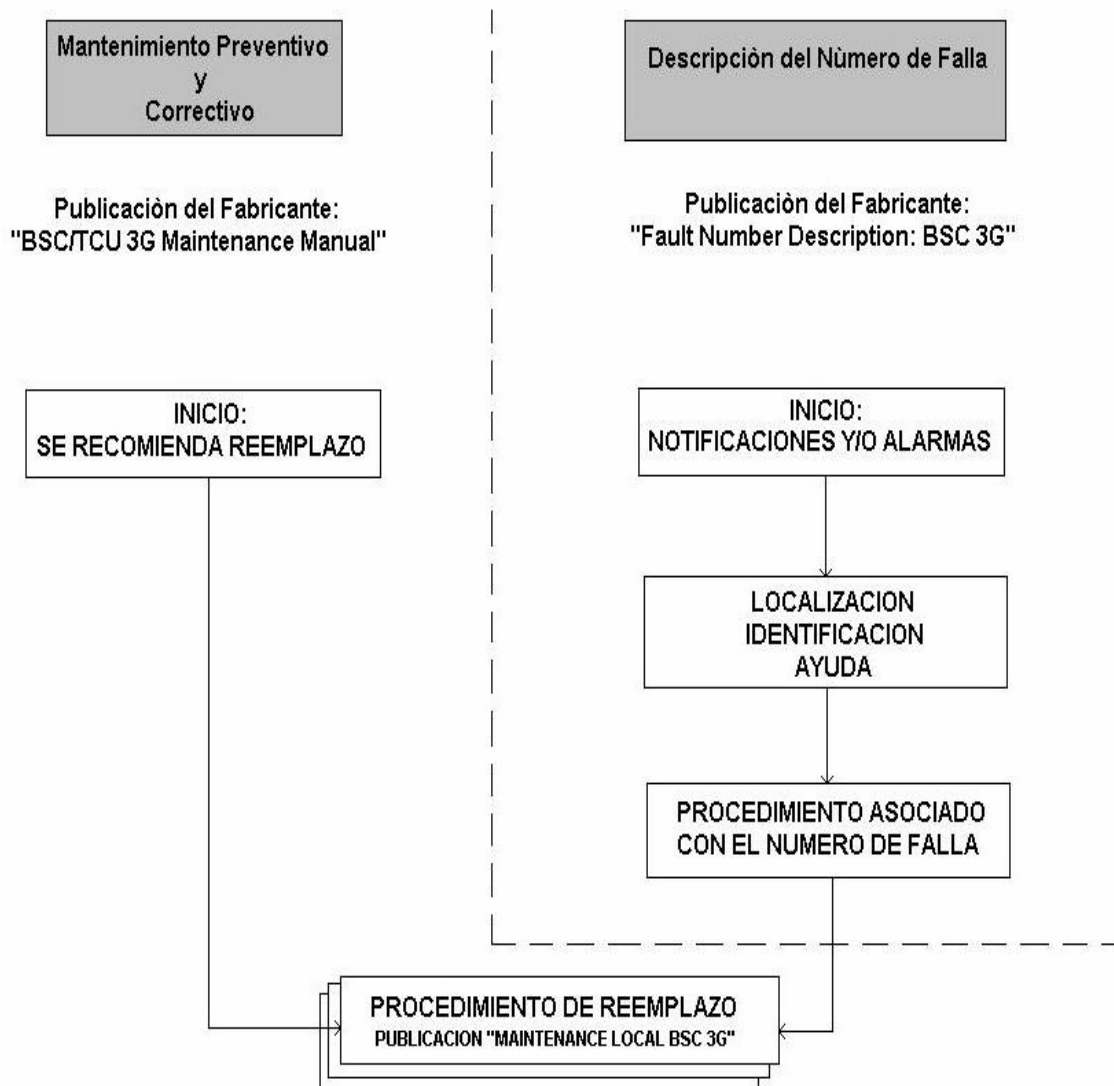
El mantenimiento preventivo se utiliza para probar periódicamente los equipos que no accionan alarmas directamente en el OMC-R.

Sin embargo, la ejecución de estos procedimientos puede accionar alarmas en el OMC-R. Este proceso se divide en dos partes (véase la figura 31):

- Los procedimientos de reemplazo de los componentes que fallan en el equipo.

- Los procedimientos de reemplazo programados de los componentes que no pueden ser probados.

Figura 31. Guía para mantenimientos preventivo y correctivo.



5.1.1. Descripción del gabinete BSC 3G

Una BSC 3G (es decir de tercera generación) contiene los siguientes sub-bastidores (figura 32):

- Un conjunto bastidor (lado derecho).
- Un bastidor SAI (Service Area Interfase) (lado izquierdo).

5.1.1.1. Descripción del conjunto bastidor

El conjunto bastidor incluye:

- Un *shelf* dual dedicado al nodo de control, instalado en la parte superior del bastidor.
- Un *shelf* dual dedicado al nodo de interfase, instalado en la parte inferior del bastidor.

El conjunto bastidor contiene los siguientes elementos (figura 32):

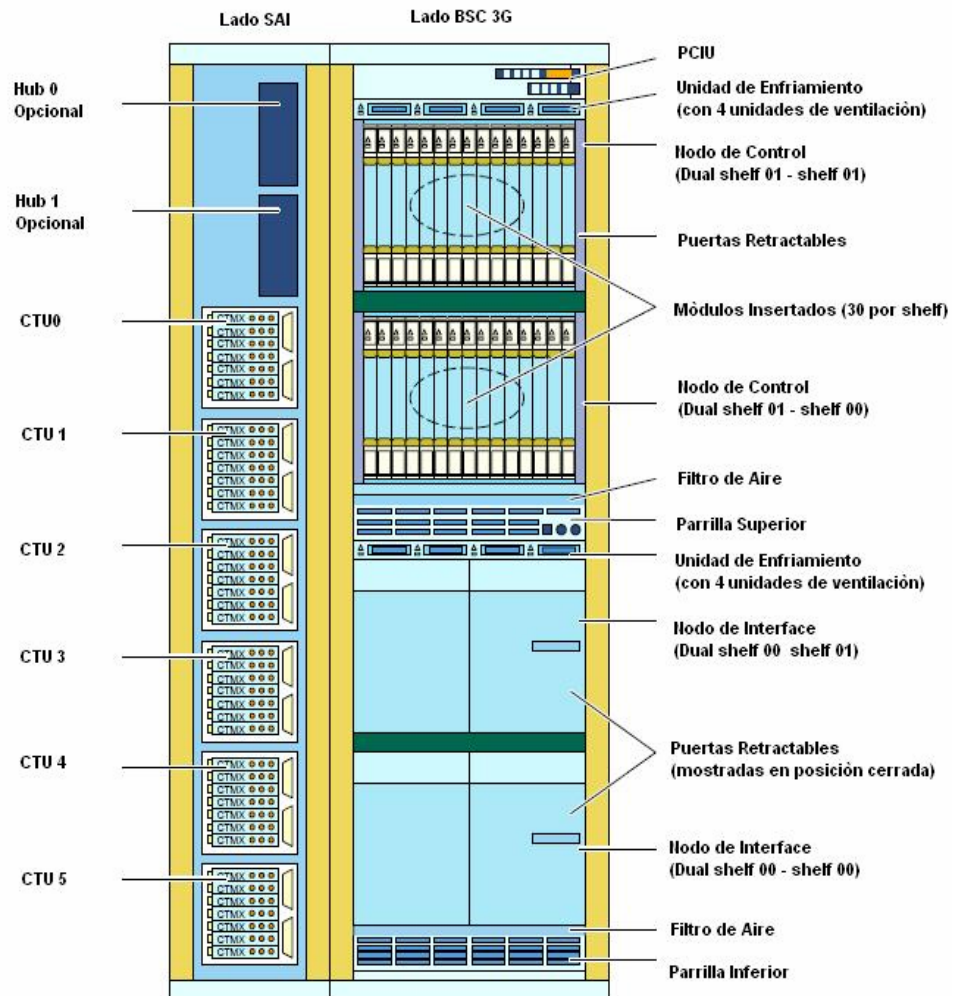
- Un montaje de parrilla inferior.

- Un montaje de filtro de aire.
- Un montaje de *shelf* dual incluyendo dos estantes:
 - Nodo de interfase *shelf* 0 (parte inferior).
 - Nodo de interfase *shelf* 1 (parte superior).
- Una unidad de enfriamiento (cuatro unidades de ventiladores).
- Un montaje de parrilla superior.
- Un montaje de filtro de aire.
- Un montaje de *shelf* dual incluyendo dos estantes:
 - Nodo de control *shelf* 0 (parte inferior).
 - Nodo de control *shelf* 1 (parte superior).
- Una unidad de enfriamiento (cuatro unidades de ventiladores).
- Un montaje PCIU (*Power Control Interfase Unit*) el cual recolecta alarmas y distribuye las fuentes de alimentación para el nodo de interfase y nodo de control.

5.1.1.2. Descripción del montaje SAI

El montaje SAI contiene seis CTU (*Cable Transition Unit*). Cada CTU contiene siete tarjetas CTM (CTMP, CTMC, o tarjetas CTMD), como se muestra en la figura 32.

Figura 32. Gabinete BSC 3G. Vista frontal.



5.1.1.3. Descripción del *shelf* nodo de control

El *shelf* dual del nodo de control está localizado en la parte superior del gabinete BSC 3G y contiene los siguientes módulos (Figura 33):

- Módulos OMU (*Operation and Maintenance Unit*).
- Módulos TMU (*Traffic Management Unit*).
- Módulos MMS (*Mass Memory Storage*).
- Módulos ATM-SW (*ATM-SWitch*) (*CC1, Communication Controller 1*).
- SIMs (*Shelf Interface Module*).
- Módulos *Filler*.

5.1.1.4. Descripción del *shelf* del nodo de interfase

El *shelf* dual del nodo de interfase, está localizado en la parte inferior del gabinete BSC 3G que contiene los siguientes módulos (Figura 33):

- CEM (*Common Equipment Module*).

- ATM-RM (*ATM Resource Module*).

- Módulos LSA-RC (*Low Speed Access Resource Complex*), cada uno contiene:
 - Un TIM (*Termination Interfase Module*).

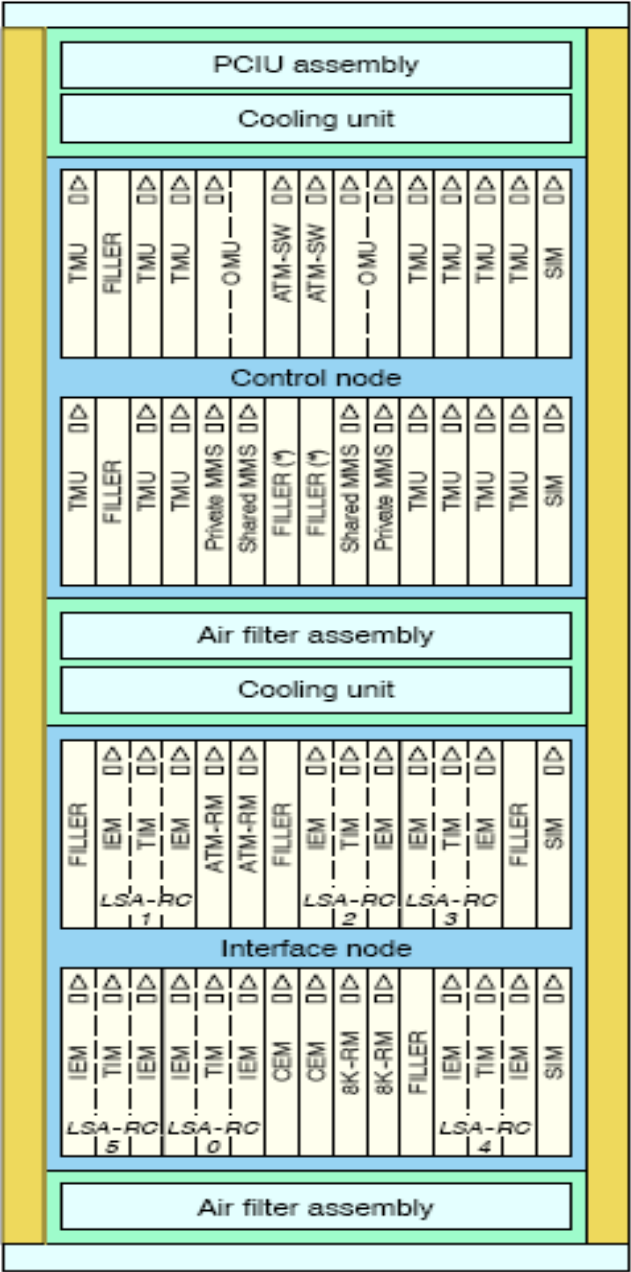
 - Dos IEM (*Interfase Electronic Module*).

- 8K-RM (*SRT-RM, Circuit Switching Matrix Resource Module*).

- SIMs (*Shelf Interfase Module*).

- Módulos *Filler*.

Figura 33. Módulos BSC 3G. Nodo de control y nodo de interfase. Vista frontal.



5.1.2. Procedimientos de mantenimiento preventivo

A continuación se provee una lista de recomendaciones para mantenimiento preventivo básico para una BSC. La implementación de los procedimientos de mantenimiento preventivo es responsabilidad del diseñador.

La tabla VII resume la calendarización de mantenimientos preventivos para la BSC 3G.

Tabla VII. Calendarización de mantenimientos preventivos para la BSC 3G.

EQUIPO	CALENDARIZACIÓN DE PRUEBA REQUERIDA	CALENDARIZACIÓN DE REEMPLAZO RECOMENDADO
Módulo de filtro de aire	-	Aproximadamente cada tres meses
Chequeo de Alarmas	Diario	Aproximadamente cada tres meses
Chequeo de notificaciones	Diario	-
Chequeo de observación de tráfico	Semanal	-
Chequeo de la fuente de alimentación	Anual	-
Consistencia de datos	Semanal	-
Conexión Ethernet OMU pasiva	Diario	

5.1.2.1. Consistencia de datos

El propósito de los siguientes pasos es detectar una inconsistencia entre la BDE (base de datos OMC-R) y la BDA (MIB) de la BSC 3G, realizando primero un AUDIT BDA.

El OMC-R debe estar en servicio y la MMI accesible en la maquina local. El objeto dedicado *bscMdInterfase* debe estar operacional para los procesos BSC. Los pasos necesarios son:

1. De no estarlo, loguearse a la MMI del OMC-R bajo el usuario *administrator*.
2. Para cada BSC al cual *bscnumber* está en *bscList*.

Remotamente loguearse al servidor activo de no estarlo.

3. Al mismo tiempo a cada *bscNumber* en *bscList*.

En la ventana dedicada a la BSC *bscNumber*, ejecute la herramienta:

Bajo *login omc*:

```
...(omc)%/usr/local/oam/bin/ds_auditBDA.sh -BbscNumber.
```

La herramienta realiza una auditoria BDA y despliega el mensaje OK si no hay diferencia. De lo contrario KO es desplegado. Este paso toma algún tiempo, dependiendo del tamaño de lo auditado.

5.1.2.2. Chequeo de notificaciones

Las notificaciones obligatoriamente a chequear son:

Tabla VIII. Notificaciones obligatoriamente a chequear al presentarse en una BSC 3G.

NOTIFICACIÓN	No. De NOTIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN
Falla del Módulo de potencia	2000	Cada módulo BSC 3G puede estar implicado.
Balanceo de carga representada	2004	Incremento de capacidad o problema de hardware (falla TMU o recién agregada).
Sobrecarga que ha cruzado el umbral	2007	Alto nivel de capacidad de software alcanzado en módulo OMU o TMU.
Falla de hardware	2008	Cada módulo BSC 3G puede estar implicado.
Falla del módulo SIM	2010/2011	Pérdida del módulo de potencia en CN.
Indicación de un error de protocolo SCCP	2012	Impacta SS7.
Falla de patrón ATM	2015/2017	Enlace editado entre dos módulos CN.
Indicación sincronizando PCM	2019	Cambio de reloj; estar seguro que es debido a un evento normal.
Falla IN Access Contexto Restart	2021	El enlace entre la IN y la CN se ha perdido.
Alarma miscelánea SPM	2032	Reinicia BSC 3G, puede ser debido a un aborto anormal de un programa.
Falla de aplicación	2033	Trampa de espectro, analizado por el diseñador.
Requerimiento de Upgrade	2034	Un cambio a un nivel de versión ha finalizado. Chequear estatus.
Reinicio de tarjeta CN	2037	Tarjeta reinicia, puede ser debido a una mal función interna o defensa normal.

5.1.2.3. Chequeo de alarmas

El propósito de los siguientes pasos es para chequear alarmas activas de la BSS. Estas pueden ser ejecutadas periódicamente en orden para detectar alarmas pendientes, pero especialmente apuntadas a verificar alguna alarma que deba ser levantada justamente después de que la red entre a operación (upgrade, reconfiguración...). En tal caso una operación de retroceso es necesaria.

El OMC-R debe estar operando y la MMI accesible a la máquina local. El objeto dedicado *bscMdlInterfase* debe estar operacional para la BSC a procesar. Vea la figura 34 para el menú de alarmas. Los pasos necesarios para éste chequeo son:

- 1.) Si no lo está, loguearse a OMC-R MMI bajo el usuario *administrator*.
- 2.) Para cada BSC al cual *bscNumber* está en *bscList*:

Registrarse remotamente en el servidor activo si no lo ha hecho.

- 3.) Al mismo tiempo, para cada *bscNumber* en *bscList*:

En la ventana dedicada a la BSC *bscNumber*, ejecute la herramienta:

Bajo omc login:

... (omc) % /usr/local/oam/bin/ds/ds_checkAlarm.sh -BbscNumber.

La herramienta realizará las siguientes tareas: Desplegará una tabla sintética de todas las alarmas que se encuentran actualmente en la BSS.

4.) Para cada BSC 3G el cual *bscNumber* está en *bscList*:

Chequear la falla ITM LED TROUBLE desde *Fault – Notification log...*

Desde el lado OMC

OMC-R Browser, seleccionar *FAULT*, seleccionar *NOTIFICATION LOG*.

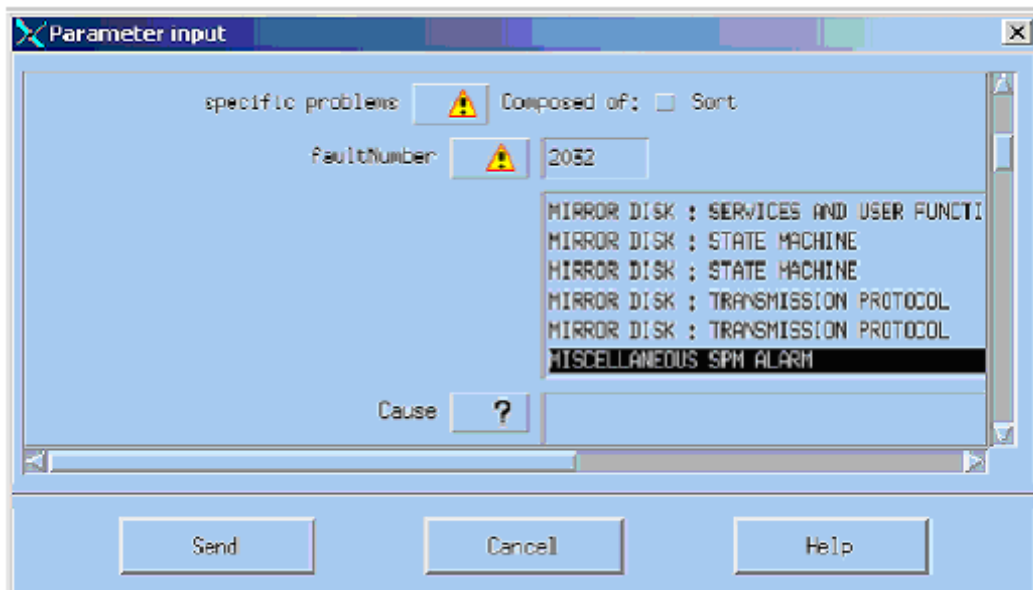
Figura 34. Menú de alarmas.



Cuando el software reporta un problema con el led ITM, éste generalmente indica una falla de comunicación hacia la ITM de las IEM que están previas a actual versión (el bus SPI está bloqueado desde el procesador IEM hacia la ITM). Debido a éste, en el reseteo de la tarjeta, la IEM no es capaz de leerla desde el backplane, y subsecuentemente no es capaz de comunicarse hacia la CEM.

Chequear en el registro de notificaciones si varias de las tarjetas de la BSC tiene la notificación (2032) *MISCELLANEOUS SPM ALARM* con la información del fabricante correspondiendo a *ITM LED TROUBLE*. Vea la figura 35 para un ejemplo en una tabla de alarmas. Si este es el caso, remover la tarjeta que tiene la falla, esperando 30 segundos e insertar la tarjeta de nuevo. Repetir el paso si se tienen varias tarjetas que presentan la misma notificación.

Figura 35. Tabla de alarmas.



Para localizar fallas se deben seguir éstos pasos:

- Ver el registro del archivo:

/var/local/oam/nscNumber.ds_checkAlarm.log para detalle de las alarmas.

- Investigar y fijar equipo en el sitio en caso de alarmas activas en estado crítico o mayor.
- Si hay nuevas alarmas después de una operación en la red (*upgrade*, reconfiguración,...), examine el equipo de falla correspondiente y la operación completa.

5.1.2.4. Observación de chequeo de tráfico

El propósito de los siguientes pasos es el de chequear la observación de tráfico a nivel de celda, usando un contador de observación llamado C1611 (*TCH allocation*). El principio que usa es el de comparar dos observaciones sucesivas (por ejemplo entre dos resultados de chequeo de mantenimiento) en orden de detectar algún cambio inesperado a nivel de tráfico en la radio base.

En OMC-R debe estar activo y tener acceso a la MMI en la máquina local. El objeto dedicado *bscMdInterfase* debe estar en estado operacional para la BSC a procesar. Un objeto mdScanner debe estar creado en el objeto dedicado BSC.

Se debe tomar en cuenta que tanto el tráfico y el *mdScanner* deben estar activos para al menos un período *mdGranularityPeriod*.

Los pasos necesarios son:

1. Si no lo ésta, loguearse al OMC-R con el usuario *administrator*.

2. Para cada *bscNumber* en *bscList*:

2.1. Loguearse remotamente en un servidor activo si no lo estuviera.

2.2. Ejecutar la herramienta:

Bajo *omc login*:

```
... (omc) % /usr/local/oam/bin/ds_cellObservation.sh -BbscNumber  
param
```

(Donde *-param* = -OFS).

3. Anote o salve en un archivo, cuando todos los contadores C1611 se encuentren en valor cero, y compárelos con los últimos resultados (salvados durante el último chequeo de mantenimiento).

Para localización de fallas es necesario seguir éstos pasos:

- Si la herramienta *ejecution* falla, verifique que:

- El objeto *mdScannerType* ya sea en *fast Statistic*, *Real time* o *general Statistic* esté presente (dependiendo del tipo de observación).
 - La longitud del período de observación *mdGranularityPeriod* no esté interfiriendo con la herramienta *execution*.
-
- Si varias celdas no se encuentran cursando tráfico, posiblemente esté sucediendo algún problema en varias partes del equipo.

5.1.2.5. Chequeo de la fuente de alimentación

Sin abrir las puertas, verifique el estado de los LED localizados en la parte superior del panel frontal del módulo.

En la tabla IX se encuentra el significado de los posibles estados a presentar por el LED indicador.

Tabla IX. Significado de los posibles estados de LED indicador módulo de alimentación.

ESTADO LED VERDE	ESTADO LED ROJO	SIGNIFICADO
Off	Off	La SIM no está energizada o el módulo tiene falla.
On	On	Espera mientras concluye la auto-prueba (si la hubiera), la BIST está activa o termina no exitosamente. (Si ambos LED regresan a ON, el módulo tiene falla).
Parpadeando	Off	La SIM está pasiva; el módulo no tiene falla.
On	Off	La SIM está operando; el módulo no tiene falla.
Off	On	La SIM tiene estado de alarma; el módulo tiene falla.

5.1.3. Procedimientos de reemplazo de módulos BSC 3G

Toda empresa que provea equipos que conforman la BSC 3G, cualquiera que sea, debe informar a su cliente de los procedimientos de reemplazo de los módulos que conforman la BSS en general, con documentos que son utilizados ya sea por el personal de PCS Digital S. A. o un ingeniero de soporte de la empresa proveedora.

En el caso de los procedimientos de reemplazo de módulos para la BSC 3G, existe el documento llamado *Maintenance Local BSC/TCU 3G: Replacement Procedures*, en el cual se describen éstos procedimientos.

A continuación se presenta la forma en que aparece la información en el citado documento, debido a que no es objetivo de éste trabajo detallar cada uno de los procedimientos de reemplazo, para su correcto entendimiento en el momento de utilización del mismo.

Cada procedimiento contiene los siguientes pasos:

- Referencia del producto

Este paso contiene el código PEC y el código CPC del módulo:

- El código PEC de un módulo está escrito en su etiqueta; éste código es usado para ordenar una parte adicional.
- El código CPC es un código del fabricante.

- Tiempo de intervención

Indica el tiempo necesario para realizar el procedimiento de reemplazo (el cual no está incluido en el tiempo de localización de fallas).

- Herramientas requeridas

Indica la herramienta estándar o específica que es requerida para realizar el procedimiento.

- Impacto del reemplazo en el servicio

El impacto del reemplazo en el servicio está dado cuando hay únicamente una falla en el gabinete (y el módulo redundante no tiene falla).

- Localización

Una figura es usada para localizar el módulo que tiene la falla en el gabinete.

- Procedimiento

El detalle del procedimiento en los pasos anteriores.

5.1.3.1. Operaciones preliminares

Los procedimientos de reemplazo que se presentarán no requieren que se apague el equipo.

5.1.3.1.1. Mantenimiento de módulo CEM

Debido a que varios procedimientos de mantenimiento requieren una conmutación de actividad en la CEM en el nodo de interfase, es obligatorio verificar el estado del módulo CEM pasiva. El nodo de interfase en la BSC 3G puede experimentar una caída, si la CEM pasiva no está habilitada (lista) cuando una conmutación de actividad (*Switch of ACTivity, SWACT*) de la CEM activa es manualmente realizado.

Requisitos previos:

- El personal que debe realizar ésta actividad, debe tener acceso a los documentos y debe asegurarse que la dirección IP de la CEM ya no se encuentre disponible en el OMC.

Procedimiento:

1.)

Verificar el estado de la CEM en la MMI del OMC.

Desde la estación de trabajo OMC (se requiere conexión IP para ambas CEM), realizar un display/set en cada CEM. Luego *display dynamic data*. El estado de la CEM activa debe ser *enabled* y *providing service*. La CEM pasiva debe estar *enabled* y *hotStandby*.

Reseteo de la CEM pasiva.

En una ventana Unix, conectarse vía telnet a la CEM pasiva. Ejecute el comando de reinicio o reinicie manualmente y verifique que todas las siguientes notificaciones y alarmas ocurren en la OMC para la CEM pasiva:

- Alarma: *State Change – Disabled failed*.
- Notificación 2032 alarma SPM misceláneo – mal funcionamiento del equipo.
- Alarma Limpia.
- *State change – unlocked enabled hot* (estado final).

Si la CEM pasiva no regresa a éste estado, el personal reemplazará el módulo. De regresar a éste estado, continúe con la conmutación y reseteo de la CEM activa.

Reseteo de la CEM activa.

En una ventana Unix, conectarse vía telnet a la CEM activa. Ejecute el comando de reinicio o reinicie manualmente. La CEM activa es reseteada y la pasiva pasará a ser activa. Espere aproximadamente 10 minutos para tener el estado nominal.

En la MMI del OMC, verificar que ambas CEM estén en estado enabled, y que la nueva CEM activa esté en estado providing service.

Ir a paso 3) Chequeo de procesamiento de llamada.

2)

Reseteo de CEM por TML e3 (requiere conexión IP para ambas CEM)

- a) Usando un cable cruzado RJ45, conectarse la tarjeta *Ethernet* de una PC *laptop* hacia (conexión directa) el módulo CEM activo (LED verde fijo).
- b) Inicie una aplicación TML e3. El dato de diseño (tal como una dirección IP y un usuario) puede ser encontrado en *Memory-Get Data –Customization*.
- c) Ejecute el comando *Test – Module – Module Status* para verificar el estado de la CEM (*active*). Si la conexión TML trabaja, la CEM *active* está *enabled*. La CEM pasiva debe estar *Online – Hot Standby* y la CEM activa debe estar *Online – Providing Service*.

- d) Si se visualiza la CEM pasiva en color rojo indica que se encuentra con fallo, o si se visualiza en color naranja indica que se encuentra degradada en la MMI, entonces se deberá reemplazar la tarjeta. De lo contrario, ambas CEM pueden ser reseteadas.

Reseteo de la CEM pasiva

- a) Presionar botón derecho del *mouse* en el objeto y ejecute el comando *Reset*.
- b) Confirme el requerimiento cuando la ventana de advertencia aparece. Luego de realizado, una ventana *Process in Progress*, aparecerá hasta que concluya.
- c) La CEM pasiva debe regresar a estado *Online – Hot Standby*. De lo contrario, reemplazar la tarjeta.

Reseteo de la CEM activa

- a) Presionar botón derecho en el objeto CEM activa y ejecutar el comando *Reset*. Esto causará pérdida de la conexión TML (éste es un comportamiento normal).
- b) Conectarse a TML para actualizar la CEM activa. Esto significa que el *SWACT* fue exitoso. Pasados diez minutos del estado final lo hará visible.
- c) Pregunte al operador del OMC para verificar que el estado final es consistente con el estado especificado en la opción 1).

Ir a paso 3) Chequeo de procesamiento de llamada.

3)

Chequeo de procesamiento de llamada

Éste paso verificará que se completen las llamadas con la nueva CEM activa después de la operación *SWACT*.

En la OMC, verifique que CIC esté trabajando.

- Seleccione un objeto pcm A.
- Realice el comando *display all*, en cada objeto *xtp*.
- Realizarlo para cada objeto pcm A.

En el OMC, verifique que TDMA esté trabajando.

- Seleccione un objeto TDMA.
- Realice el comando *display channel state*.
- Lea el resultado en el registro de sesión (*Sesion Log*) para verificar si están trabajando.

5.1.3.2. Herramientas

Un destornillador es la única herramienta requerida.

5.1.4. Procedimientos para mantenimiento avanzado

Se describirán los procedimientos de mantenimiento avanzado para los equipos BSC 3G. Varios procedimientos de mantenimiento avanzado pueden requerir ingresar comandos en los equipos de la BSC 3G que pueden requerir remover la energía de los equipos.

5.1.4.1. Operaciones preliminares

Observe los siguientes mensajes cuando realice los procedimientos de mantenimiento avanzado.

- **Peligro (*Caution*)**

Personal debe seguir las reglas

El personal que se encuentre trabajando en los gabinetes debe estar autorizado para trabajar de acuerdo a las reglas de seguridad aplicables.

- **Precaución (*Caution*)**

Dispositivos ESDS

Durante cada acción del mantenimiento, y especialmente cuando maneje los módulos, el operador debe portar la muñequera de banda antiestática.

5.1.4.2. Herramientas

El destornillador es la única herramienta requerida.

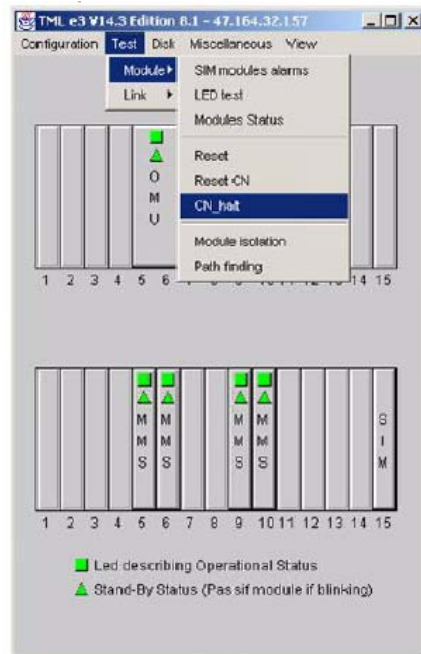
5.1.4.3. Procedimientos de localización de fallas

5.1.4.3.1. Procedimiento de paro de la BSC 3G

- **Explicación**

1. Procedimiento *CN_halt*.
2. Desde la interfase de usuario TML seleccionar: *Test/Module/Cn_halt*
(Ver figura 36).

Figura 36. Interfase de usuario TML.



3. Aparecerá la siguiente ventana.

4. Presione OK para iniciar el comando *CN_Halt*.

Nota: El comando de procesamiento de *CN_Halt* puede tomar alrededor de 2 minutos para completar. Espere mientras completa antes conmute a OFF las tarjetas SIM del nodo de control y nodo de interfase.

5. Tenga cuidado, éste comando tiene un gran impacto para el nodo de control.

6. La sesión TML es automáticamente cerrada.

7. Cuando la BSC esté apagada, espere cerca de un minuto antes de conmutar a ON las tarjetas SIM de la BSC.

5.1.4.3.2. Comandos OMU

- **Explicación**

1. Vía telnet loguearse con la tarjeta OMU activa.
2. Ejecute el comando *cn_halt*:

```
BSC9-0:/OMU (omu) $ cn_halt
```

3. Espere a que su conexión UNIX se cierre tal como se muestra:

```
Control Node halt from BSC100965-1 . . .  
+ [ ! -z omu_5_eth ]  
+ rsh omu_5_eth wall Control Node halt from BSC100965-1 . . .  
+ [-x /OMU/local/usr/sbin/bos_halt ]  
+ /OMU/local/usr/sbin/bos_halt -b  
Running a remote bos_halt on omu_5_eth  
+ sleep 40  
Broadcast message from root@BSC100965-1 (tty) at 14:10:44 . . .  
bosinitd is halting the module . . .  
+ sleep 60  
Killed  
< Your .TELNET. connection has terminated >
```

4. Espere un minuto, para permitir que UNIX finalice la última acción.
5. Conmute a OFF ambas SIM en el nodo de interfase y nodo de control.
6. Si se requiere, cuando la BSC se apague, esperar cerca de un minuto antes de conmutar a ON las tarjetas SIM de la BSC.
7. El procedimiento está completo.

5.1.4.3.3. Requerimientos de sincronización de reloj para BSC 3G

- **Problema**

La BSC 3G se comporta de acuerdo a lo esperado, en un ambiente donde no está la calidad (estabilidad) del reloj de entrada esperada. La BSC 3G procura reaccionar a la entrada transitoria desechando la referencia actual del reloj PCM y busca un reloj mejor para conmutarla como referencia. La notificación enviada al OMC-R puede ser interpretada como informativa mientras una nueva referencia del MSC es seleccionada.

- **Impacto**

No hay ninguna degradación de la calidad de los servicios de *CallP* ligada a la referencia del reloj de BSC 3G.

- **Proceso de detección**

El resultado se puede identificar en el OMC-R basado en la notificación enviada por los equipos de BSC 3G. En el MMI, los registros de la notificación relacionados con la sincronización del PCM pueden ser identificados fácilmente. Los criterios de alarma se pueden modificar para requisitos particulares para la identificación apropiada.

- **Solución**

La solución consiste en reconfigurar puertos de los DACS para propagar bits de reloj desde una interfase externa. En muchos casos, hay una cantidad significativa de medida de ruido en la salida de la tarjeta de los puertos DACS cuando es comparado con la entrada. Esto ocurre cuando el puerto es provisto para tiempo real. Mientras es provisto para tiempo real, el puerto no es remarcado para T1 o será remarcado basado en la señal de entrada al transitar a través de los DACS.

5.1.4.4. Plan enfriamiento redundancia/calamidad

Si una calamidad ocurre en un OMC-R, toda la supervisión es pérdida en éste OMC-R. El plan de calamidad describe como reconfigurar un OMC-R en caso de que otro OMC-R tenga problema. Se pierde supervisión al poco tiempo de producirse.

Un operador tiene varios sitios protegidos donde todos los servidores OMC-R integrados están localizados.

En cada sitio protegido, hay varios servidores integrados que pueden ser usados como recuperadores OMC-R para reemplazar algún OMC-R localizado en otro sitio.

5.1.4.4.1. Requisitos previos

Los OMC-R integrados están instalados correctamente en cada sitio protegido.

El OMC-R de repuesto y operativo que se utiliza para sustituir al que presentó problema, debe tener la misma versión, edición, parche, *software* de MDM, y parche de MDM.

- La aplicación del OMC-R debe ser instalada correctamente y funcionar en los servidores integrados de OMC-R de repuesto.
- Por lo menos una estación de trabajo se predefine en *omc_system.cfg* para cada OMC-R integrado. Esta estación de trabajo pertenece a un OMC-R operacional en la misma versión.

- Cada OMC-R operativo debe tener un nombre único definido en el parámetro del OMC-R *cfInitOMCName*.
- El servidor del NFS debe ser accesible para cualquier sitio de OMC-R por una etiqueta configurada.
- Todos los repuestos deben tener acceso a la red.

5.2. Mantenimiento Correctivo

El mantenimiento de la red está basado en la supervisión gráfica de la red.

El mantenimiento de la red está también basado en la identificación y reemplazo del equipo específico, usando las alarmas y notificaciones que se describirán más tarde.

Este proceso está dividido en tres procedimientos:

- Identificación de la falla en el componente, usando la información dada en la publicación del proveedor *Fault Number Description: BSC 3G* (figura 37).

- Localización de la falla en el componente, usando la información dada en la sección 5.1.1 de éste capítulo.
- Reemplazo del componente con falla, usando los procedimientos de reemplazo dados en la publicación del proveedor *Maintenance Local BSC/TCU 3G. Replacement procedures.*

Cuando un componente del equipo envía una alarma al OMC-R, ésta alarma es acompañada por un número de falla. La publicación del proveedor *Fault Number Description: BSC 3G*, da los procedimientos asociados con los diferentes números de falla.

Figura 37. Pasos para un mantenimiento correctivo de BSC 3G.



6. RECOPIACIÓN DE ALARMAS SURGIDAS EN LA BSS DE TECNOLOGÍA GSM

En el centro de gestión de la red, en donde se encuentra el OMC-R, se realiza la supervisión de alarmas surgidas en la BSS de tecnología GSM. El área responsable de realizar los procedimientos de detección, seguimiento y solución de alarmas, para PCS Digital S. A. (Sercom), es el personal de BSC – OMC-R, sub-área de estaciones base (inciso 1.2.1.2.1).

El personal de BSC – OMC-R, tiene como función:

- Entender las acciones de mantenimiento para evitar mal funcionamiento o fallas en el sistema.
- Tener el criterio de manejo de alarmas por medio de la creación y uso de configuraciones específicas de alarma.

6.1. Principios básicos de manejo de fallas en una BSS con BSC 3G

Dos módulos realizan un papel importante en el proceso de manejo de fallas:

1. La OMU, la cual es la tarjeta maestra para el nodo de control y para cualquier BSC 3G. Realiza las siguientes funciones:

- Almacena los eventos de falla en archivos circulares y los envía hacia el OMC-R.
- Almacena las fallas en discos para propósitos de eliminación de errores. Permite enterar al operador sobre un problema rápidamente, cinco niveles de prioridad para notificaciones han sido definidos. Ésto significa que cinco archivos circulares existen en el disco de la BSC para almacenar las notificaciones antes de ser enviadas hacia el OMC-R.

2. La CEM, la cual es la tarjeta maestra para el nodo de interfase. La CEM reporta a la OMU las fallas relacionadas al nodo de interfase.

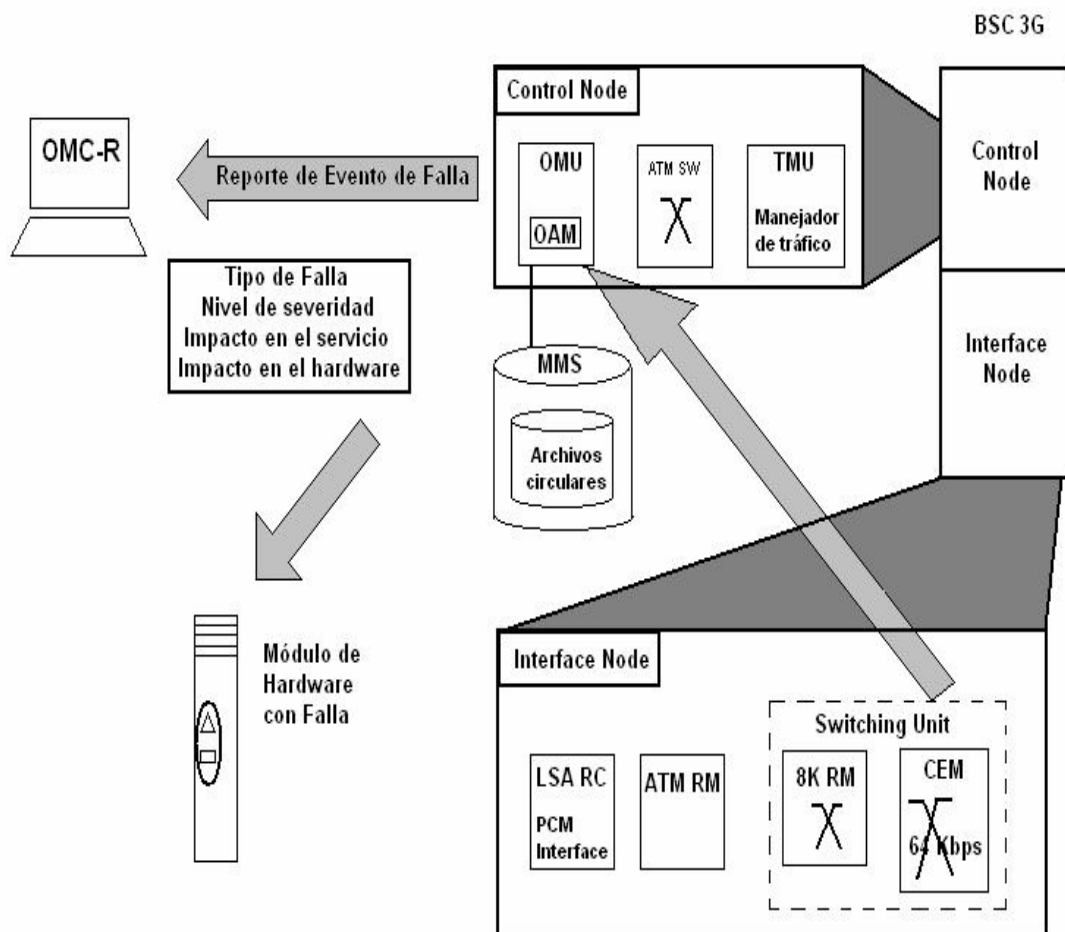
Los eventos de falla son enviados al OMC-R y contiene la información completa para las tareas de supervisión y mantenimiento:

- Tipo de falla.
- Severidad de la falla.
- Nivel de severidad.
- Impacto en el servicio.

- Impacto en los equipos físicos (*Hardware*).

Las fallas de *hardware* son directamente notificadas a los módulos físicos, y son visibles por medio del estado de los LED.

Figura 38. Principios básicos de manejo de fallas en una BSS con BSC 3G.



6.2. Manejo de eventos ocasionales

6.2.1. Tipos de mensajes

Se pueden presentar diversos tipos de mensajes no solicitados desde las aplicaciones de la BSS:

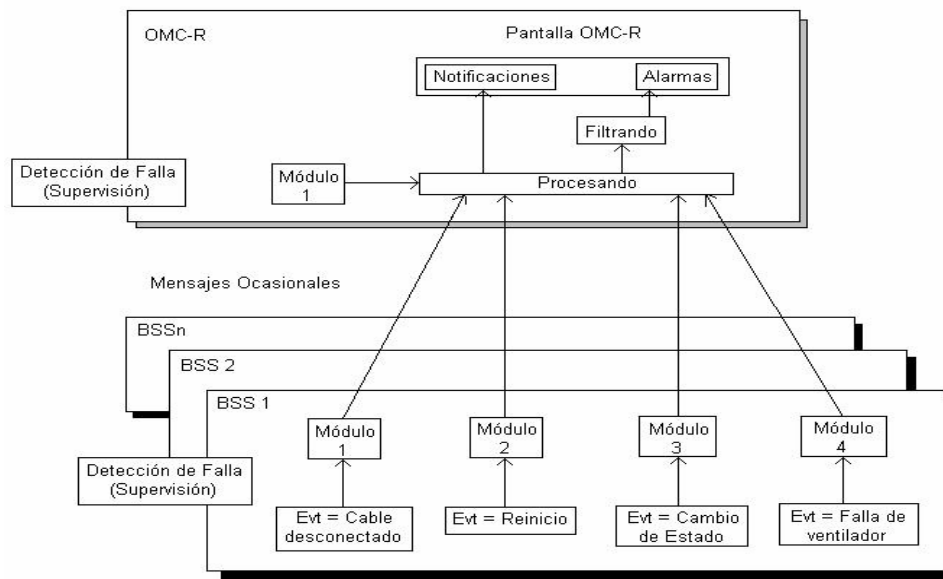
- Anomalías en *software* (*Software anomalies*).
- Fallas de *hardware* (*Hardware faults*).
- Precauciones (*Warnings*).
- Cambios de estado operativo (*Operational state changes*).
- Reinicio (*Restart*).
- Resultado de prueba (*Test result*).

Mensajes no solicitados enviados por el OMC-R incluyen mensajes de:

- Manejo de configuración cuando objetos son borrados, regresando a servicio.

- Manejo de desempeño cuando la observación de contadores es procesado.
- Manejo de fallas para alto porcentaje anormal de fallas en la aplicación de software de la BSS.
- Manejo de seguridad durante el monitoreo de la sesión de trabajo del usuario.
- Administración del OMC-R que involucra el mal funcionamiento de la entidad OMC-R.
- Manejo del acceso a OMN de acuerdo al cambio de estado del enlace BSS/OMC-R.

Figura 39. Manejo de eventos ocasionales en la BSS. Tipos de mensajes.



6.2.2. Archivo circular

Las acciones de archivos circulares en el objeto *bscMdInterfase* describe los archivos de disco de la BSC donde los mensajes no solicitados son almacenados.

Cuando se pierde comunicación de un enlace BSS/OMC-R o si la información transferida es suspendida (el archivo circular es cerrado), el archivo circular almacenará todos los mensajes recibidos en un período de tiempo de tres días.

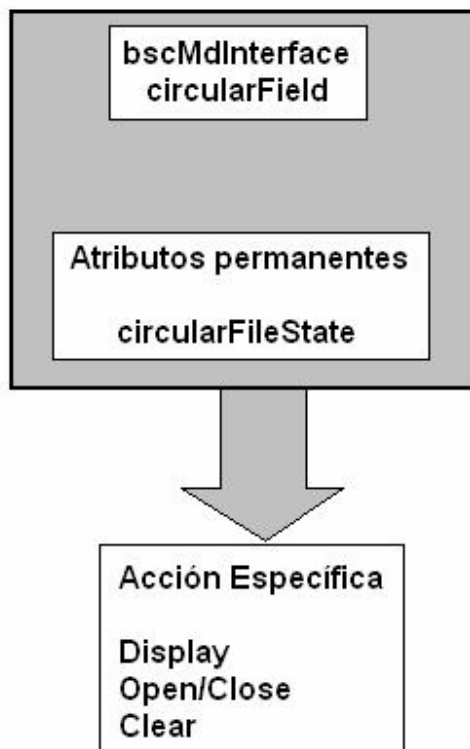
Cuando el enlace es restaurado o la transferencia rehabilitada, el contenido del archivo se remite una vez más al OMC-R.

Los diferentes tipos de archivo circular son:

- Falla mayor (*major fault*).
- Falla menor (*minor fault*).
- Observación (*observation*).
- Mensajes de falla mayor (*major fault messages*).

- Mensajes de falla menor (*minor fault messages*).
- Observaciones permanentes/temporales (*permanent/temporary observations*).

Figura 40. Archivos circulares.



6.3. Ventana de alarmas activas

El monitor de alarmas tiene las siguientes características:

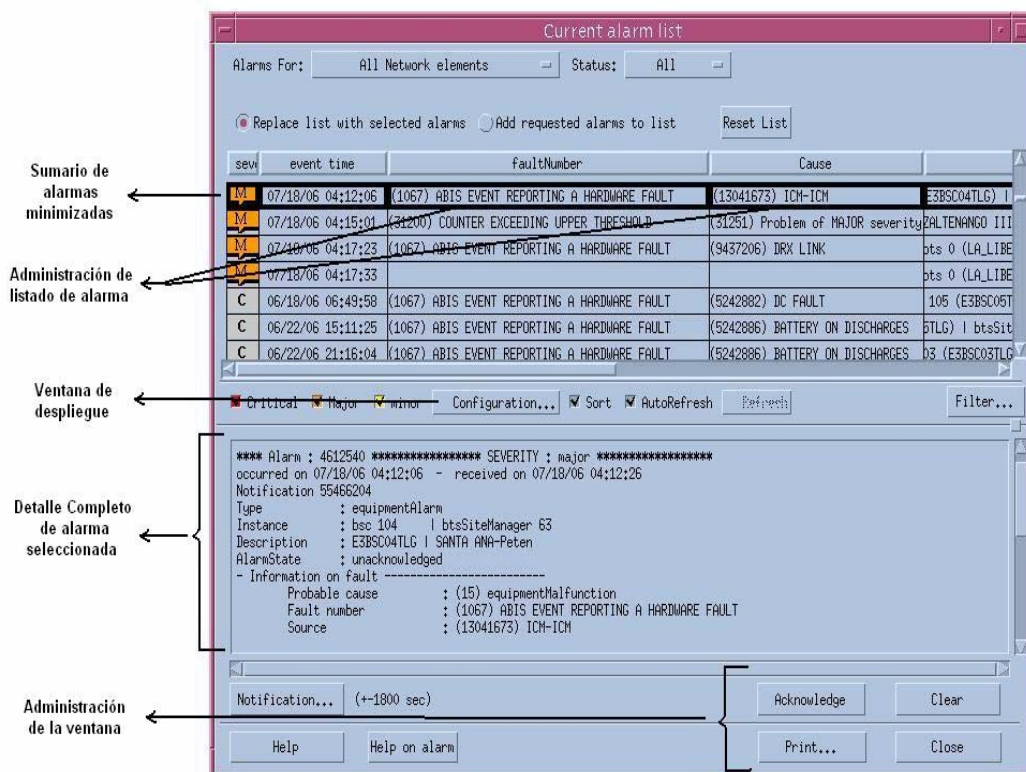
- Las alarmas enlistadas están ordenadas de acuerdo al orden de la columna, la cual puede ser modificada por el usuario.
- El usuario puede seleccionar el tipo de las columnas (información), que desea que sea desplegado en el sumario de alarmas.
- Más de treinta criterios están disponibles para filtrar la lista de las alarmas.

Una alarma activa despliega la siguiente información:

- Número grabado del serial para la identificación del mensaje de alarma.
- Número grabado del serial de la notificación de la alarma generada y su respectivo mensaje de alarma.
- Día y hora a la cual la notificación fue enviada.
- Tipo de evento ocasional.
- Número de falla, la cual identifica el tipo y motivo de la causa.
- Prioridad de la alarma: inmediata (IM), aplazada (ID), no acción (SI).
- Título de la alarma.

- Identidad y la localización del objeto y/o equipo desde la cual la alarma es originada.
- El estado de alarma reconocida, si la alarma está reconocida y la identidad del usuario o del OMC-R.
- Si la alarma está limpia, el día y hora en que la notificación original fue enviada y la identidad del usuario.
- La notificación es también incluida aparte de la información adicional.

Figura 41. Ventana de alarmas activas.



6.4. Estados de las alarmas

Los mensajes de alarma son almacenados en orden cronológico en los archivos de disco del servidor OMC-R. Una notificación disparará una alarma únicamente en recepción de un evento que debe cumplir con la condición del estado en el criterio de alarma. Hay dos tipos de registros de alarma:

1. Lista de activas:
 - Éste listado es desplegado por requerimiento del usuario. Únicamente mensajes basados en notificaciones usadas por las entidades de la red que están definidos en la zona de interés del usuario son desplegadas.

2. Archivo del historial de alarmas borradas:
 - Cuando se borra una alarma, el correspondiente mensaje desaparece de la lista de alarmas en curso y es almacenado en el archivo del historial de alarmas borradas.

 - Únicamente mensajes relacionados a entidades definidas en la zona de interés del usuario son desplegados o impresos.

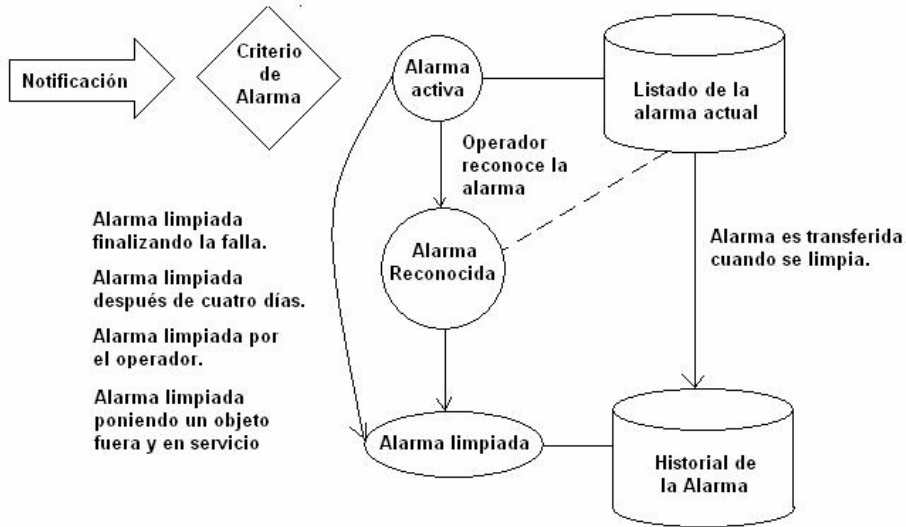
Tipos de eventos que pueden generar una alarma:

- Fallas de *hardware*.
- Precauciones.
- Cambios de estado operativo.
- Cambio de valor en el atributo.
- Resultado de auto prueba (*Built-in self test*, BIST).
- Contador observador permanente de la BSS cruzando el umbral.
- Tasa anormalmente alta de fallas de aplicación de *software* de la BSS.
- Supervisión de recursos de radio.

Tipos de eventos que cierran una alarma:

- Limpieza automática por el sistema es generado por alguno de los eventos.
- Limpieza manual es generada por requerimiento del usuario.

Figura 42. Estado de las alarmas.



6.5. Supervisión gráfica de las alarmas

La ventana de supervisión gráfica de las alarmas es una ventana específica, abre automáticamente en la pantalla de la estación de trabajo y describe la red como un conjunto de objetos gráficos conectados a través de enlaces inter-objetos.

Éste conjunto de objetos gráficos está limitado por el usuario o la terminal de la zona de interés.

Hay dos tipos de objetos gráficos:

1. Objetos manejados visualizados por medio del manejador de configuración.
2. Objeto sumario el cual sintetiza un sub-conjunto de objetos manejados, tales como un conjunto de objetos controlados por el sitio.

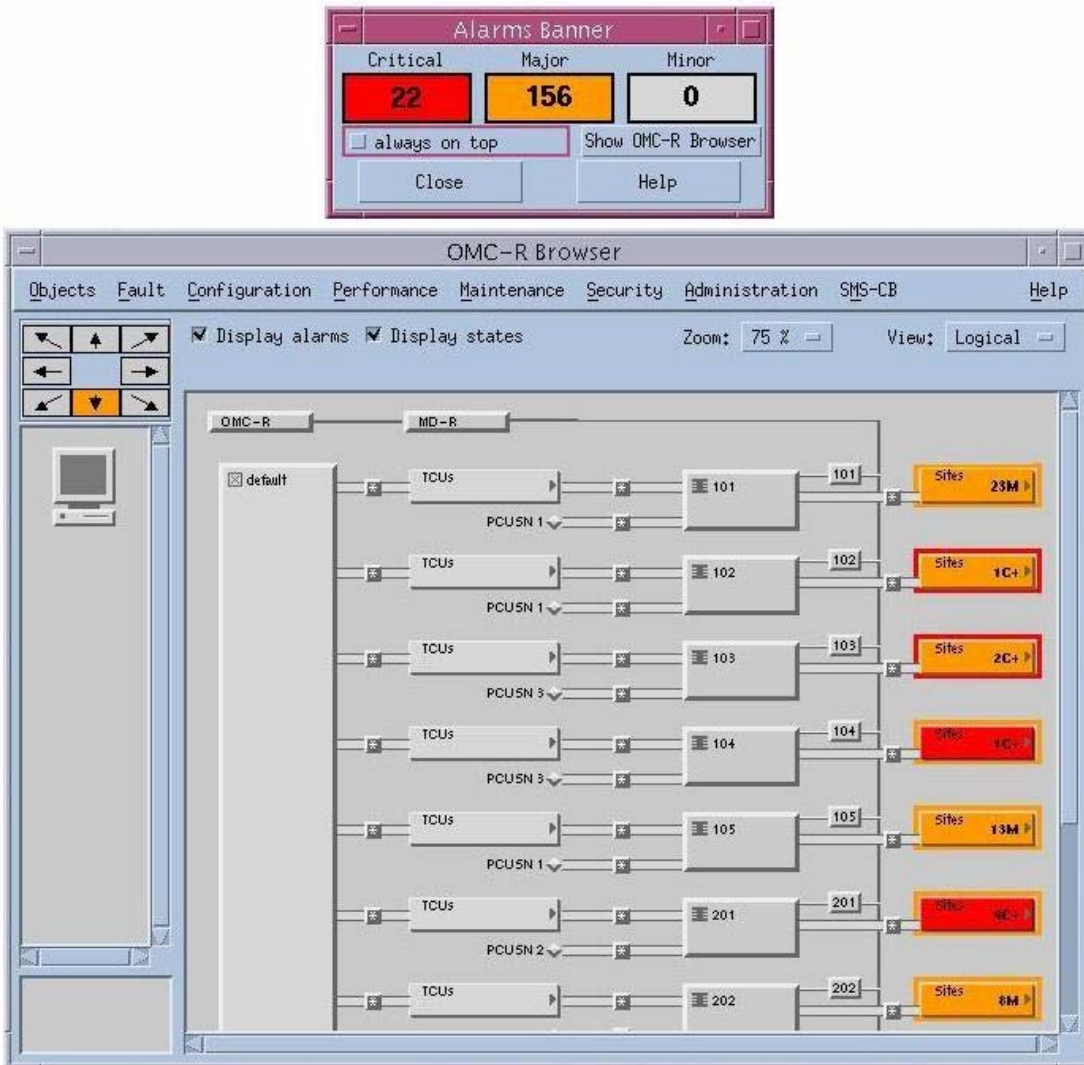
Cinco niveles de supervisión gráfica están disponibles:

- Nivel OMC (red).
- Nivel BSS (sub-sistema de radio).
- Nivel Sitio (celdas y PCM).
- Nivel BTS (TRX y TDMA).
- Nivel TCU (interfase A, Ater y TCU).

Los elementos gráficos despliegan todas las alarmas activas en estados.

Cada color usado para la supervisión de alarmas gráficas tiene un significado especial.

Figura 43. Supervisión gráfica de las alarmas.



6.6. OMC-R BROWSER: Representación de alarmas

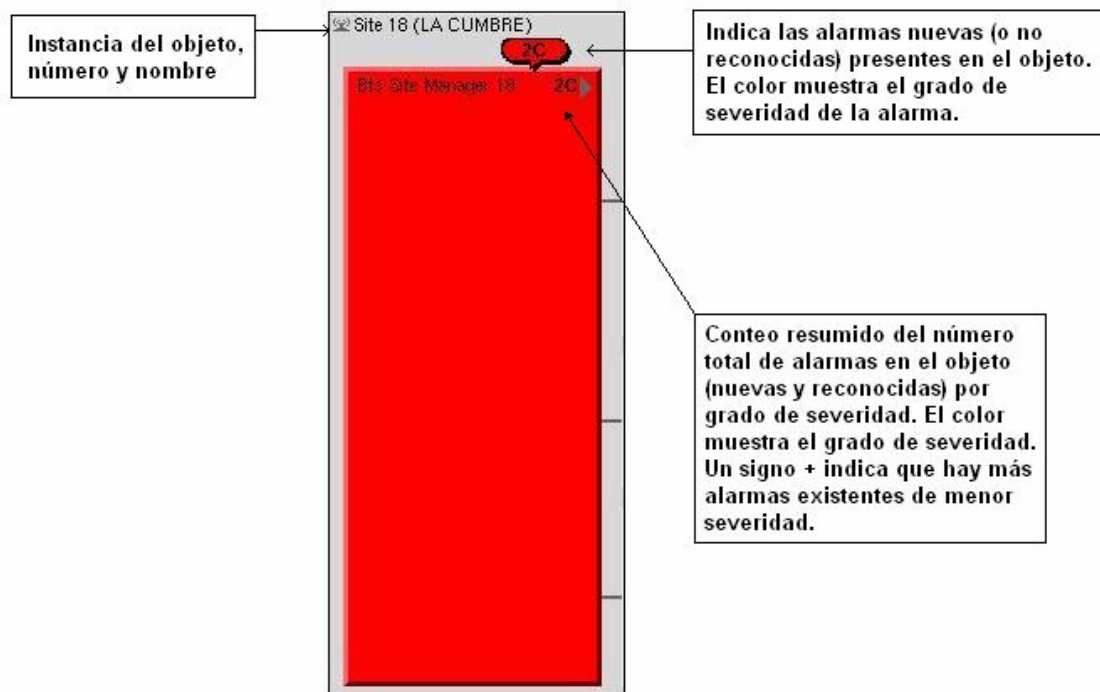
El aspecto, el color, la forma de un objeto cambia de acuerdo al estado de alarmas del cambio de objeto.

Una indicación de alarma es desplegada cuando una alarma no reconocida ocurre.

Alarmas reconocidas y no reconocidas pueden ser desplegadas simultáneamente.

El color gris (color neutral) es usado cuando todo funciona adecuadamente.

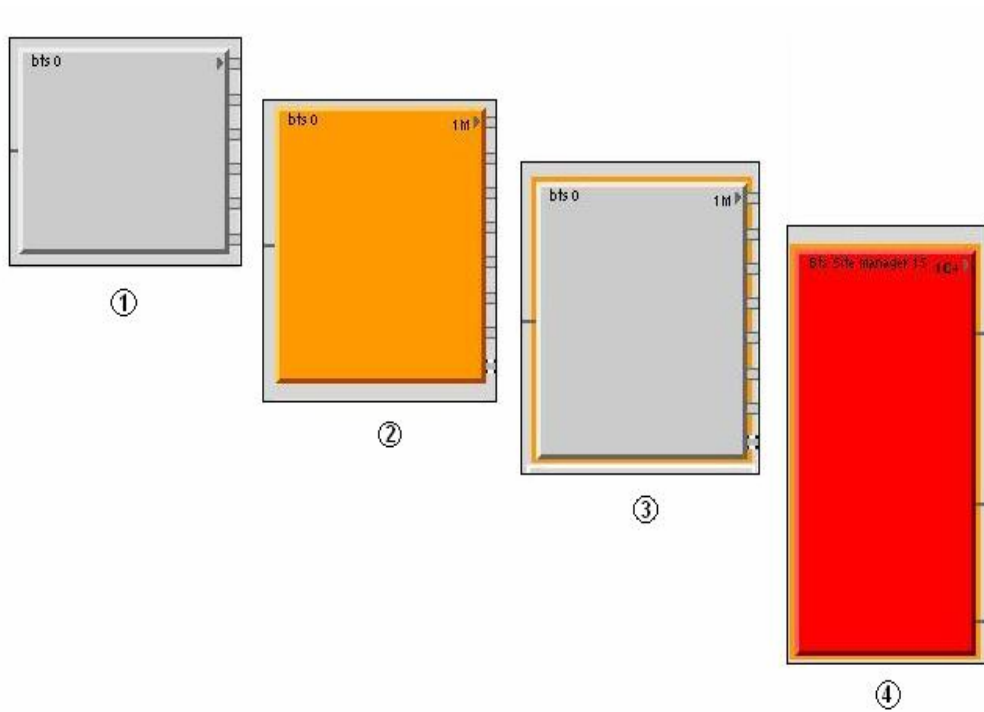
Figura 44. OMC-R Browser. Representación de la alarma.



6.7. Panorama de alarmas

- Principio

Figura 45. Panorama de las alarmas.



1. Sin alarma.
2. Ocurre una nueva alarma de severidad mayor (M).
3. La alarma mayor (M) es reconocida.
4. Ocurre una nueva alarma crítica (C).

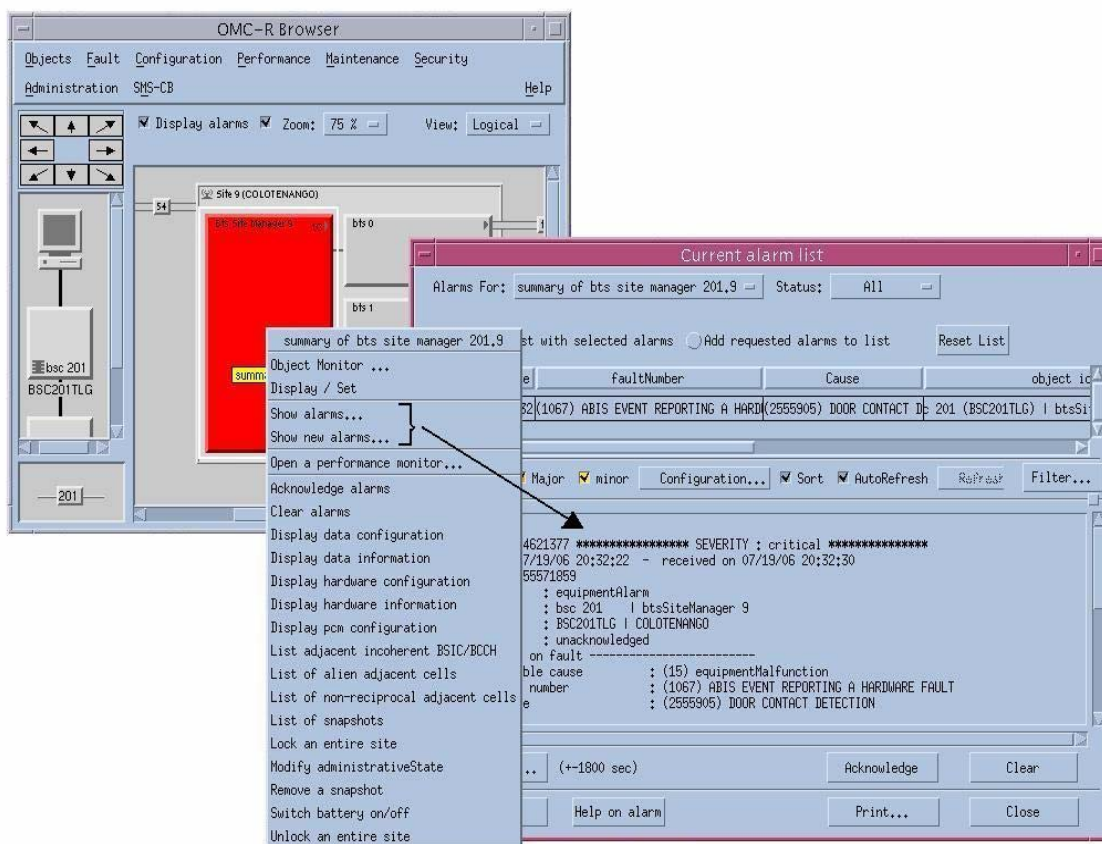
La BSC 3G debe notificar al OMC-R del estado de todos los objetos lógicos y sus dependencias.

Cuando ocurre un problema, una notificación es enviada espontáneamente por el objeto involucrado. Ésta notificación es almacenada en el registro del archivo y enviada al OMC-R el cual actualiza el estado del objeto en la MMI.

Definiciones:

- Un mensaje no solicitado es un mensaje enviado espontáneamente por las aplicaciones OMC o BSS tales como fallas de *software* y *hardware*, cambios de valor del atributo y estado, contador cruzando el umbral, tasa de error excesiva, reinicio, precauciones y resultados BIST.
- Una notificación Q3 es un mensaje enviado al manejador OMC-R por el agente OMC-R, siguiendo un mensaje no solicitado.
- Una notificación de usuario es una notificación Q3 trasladada al lenguaje plano por el administrador OMC-R para propósitos del usuario.
- Una alarma es un mensaje generado por el administrador OMC-R para indicar que una notificación que ha ocurrido y requiere una acción del usuario.

Figura 46. Descripción de la alarma al desplegar *Show alarms...* del menú del objeto.



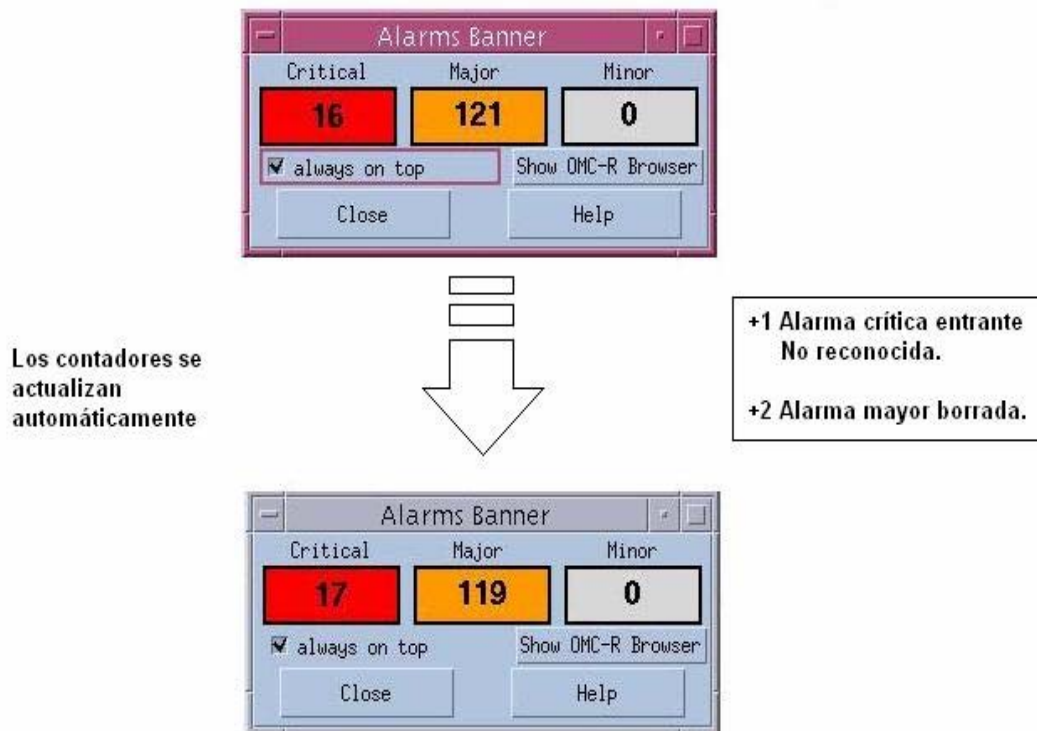
6.8. Cuadro gráfico de alarmas

El cuadro gráfico de alarma es automáticamente desplegado cuando el usuario está logueado, y presionando en *alarm banner* en el menú *fault* cuando no lo está.

Tres contadores de alarma son desplegados en la ventana del cuadro gráfico de alarmas en la pantalla de la estación de trabajo:

- Cuando el usuario está logueado en la estación de trabajo, indica el número total de alarmas activas inmediatas, aplazadas, y sin acción, requerida para el conjunto BSS + OMC-R definido en su zona de interés.
- Cuando el usuario no está logueado, indica el número total de alarmas activas inmediatas, aplazadas, y sin acción, requerida para el conjunto BSS + OMC-R definido en la zona Terminal de interés.

Figura 47. Cuadro gráfico de las alarmas.



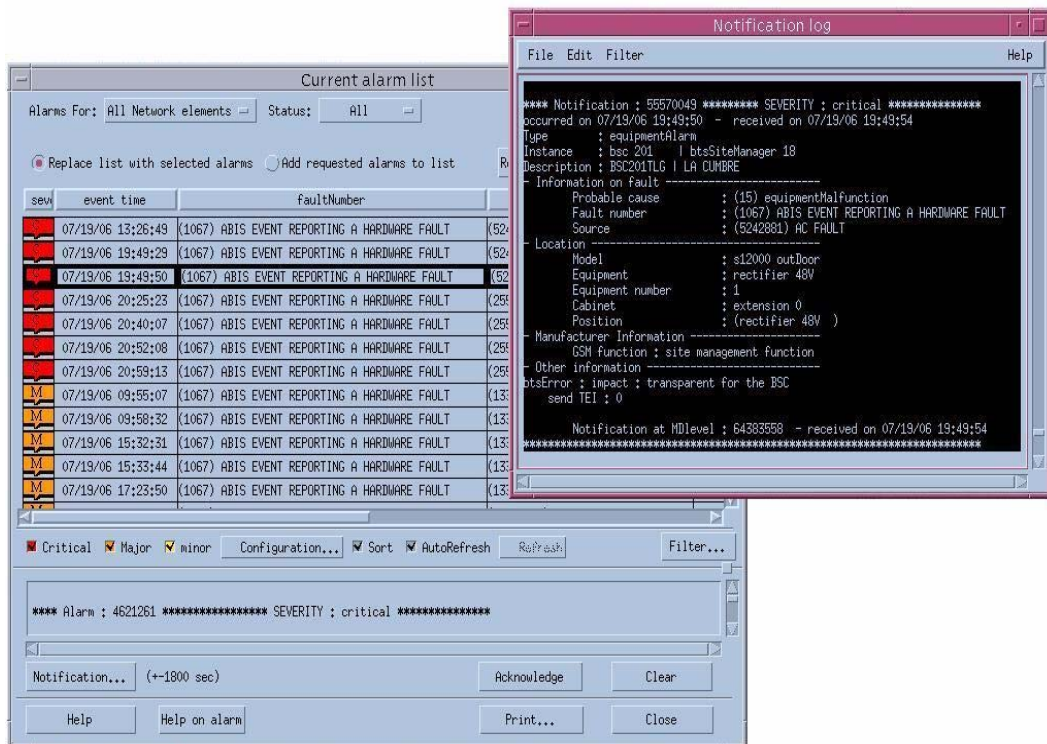
6.9. Procedimiento para supervisión de alarmas

El procedimiento para la supervisión de alarmas se realiza de la siguiente forma:

1. Leer la alarma.
2. Leer la notificación correspondiente.
3. Investigar con los diferentes medios, la obtención del *dynamic data*:
 - En el objeto BSC:
 - *Display chain information.*
 - *Display dynamic data.*
 - En el objeto *BtsSiteManager*.
 - *Display hardware configuration.*
 - *Display data information.*
 - *Display dynamic data.*
 - En el objeto *TransceiverEquipment*.

- *Display hardware configuration.*
- En el objeto *PcmCircuit*:
- *Display dynamic data.*

Figura 48. Procedimiento para supervisión de alarmas.



6.10. Criterio de alarmas

Muchas notificaciones llegan a la parte administradora del OMC, solamente una avanza a través del filtro del criterio de alarma para llegar a ser una alarma. Las otras son almacenadas en el registro de notificaciones.

Figura 49. Criterio de alarma.



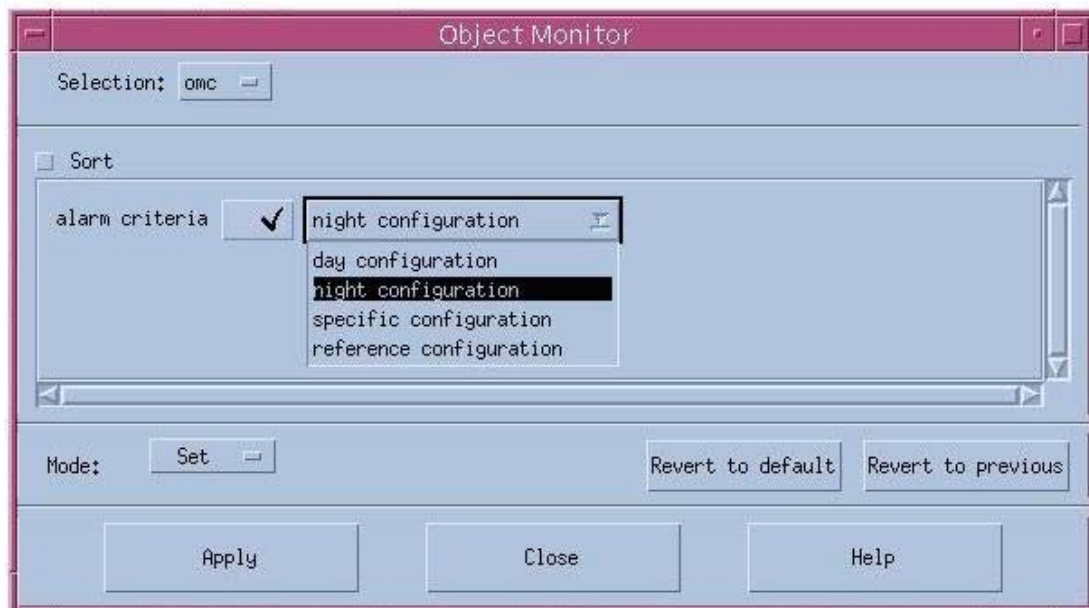
Para abrir una ventana de descripción en el objeto OMC (administrador), el usuario OMC puede seleccionar una configuración de alarma.

Hay cuatro configuraciones:

1. Referenciado, por el fabricante.
2. Día, por el operador.
3. Noche, por el operador.

4. Específico, por el operador.

Figura 50. Pantalla en el objeto OMC para configuración de las alarmas.

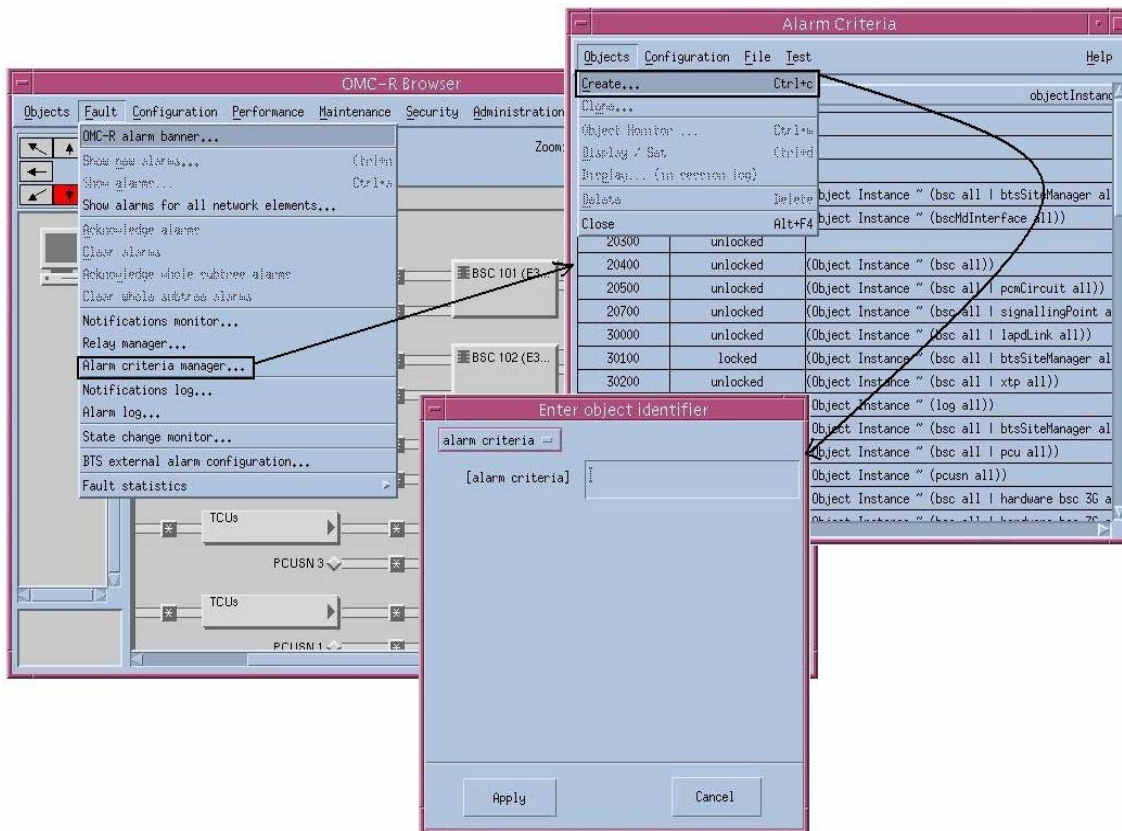


6.11. Administrador de criterio de alarmas

Del MENÚ *Fault*, en el *OMC-R Browser*, accionar el comando *Alarm Criteria Manager* para acceder a los dos tipos de criterio de alarma:

1. Del fabricante (ya definido y no modificado por el operador).
2. Operador (creado por el usuario).

Figura 51. Administración de criterio de alarma.



6.12. Configuración de alarmas externas

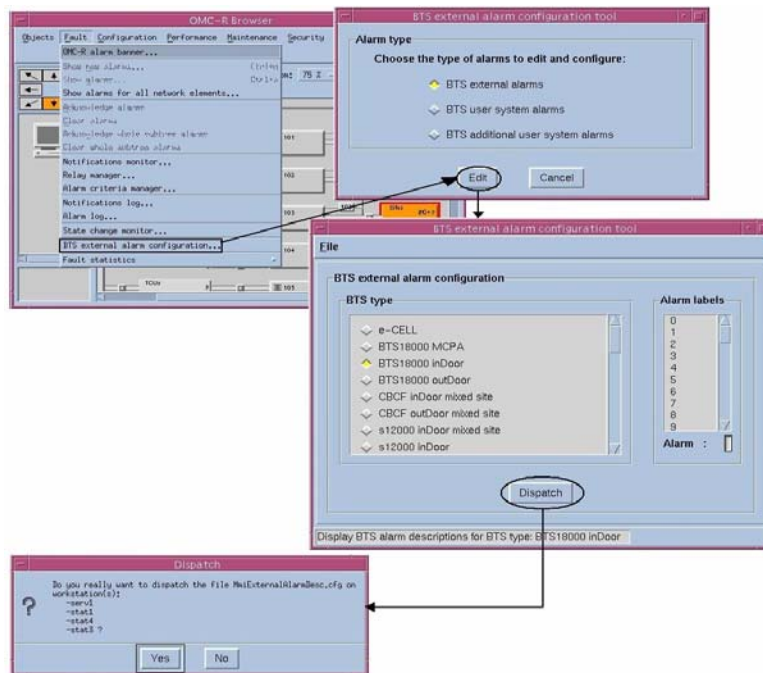
El AIM de la configuración externa de alarmas de la BTS modifica fácilmente los archivos para la configuración de:

- Alarmas externas a la BTS.
- Etiquetas de alarmas del sistema de usuario BTS.

- Alarmas del sistema de usuario adicional a la BTS.

El usuario tiene la habilidad de agregar etiquetas a éstas alarmas, las cuales aparecen en las notificaciones.

Figura 52. Configuración de alarmas externas.



6.13. Procedimiento de detección, seguimiento y solución de fallas de desempeño de una BTS

Como se indicó en el capítulo 1.2 acerca de la misión de la empresa PCS Digital, S. A. (Sercom), en cuanto a proporcionar el servicio de telefonía móvil

con la mejor calidad y eficiencia de señal de las telecomunicaciones en Guatemala, la sub-área de optimización, realiza la labor de monitoreo del desempeño o *performance* de la red.

El personal de optimización al detectar comportamientos anormales en las radio bases, lo cual realizan mediante cuadros estadísticos, informa al personal de BSC – OMC-R, del sitio que presenta algún tipo de problema.

Aunque el OMC-R no reporte alarmas activas en alguna radio base que presente problemas de *performance*, puede haber algún componente físico de la BTS o del sistema radiante, que puede producir:

- Fallas de acceso o proceso de llamada.
- Fallas de bloqueo de llamadas.
- Fallas de caída de llamadas, conocido como *drops*.

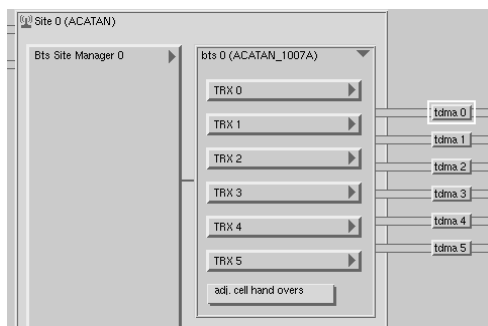
Se realizará el seguimiento correspondiente al tipo de falla. En el OMC-R existen parámetros y herramientas que ayudarán a proporcionar información para la detección y solución de problemas de *performance*.

6.13.1. Determinando el TRX que maneja el BCCH

El canal BCCH de un equipo transreceptor, el cual se encuentra en el elemento lógico llamado *TDMA0* correspondiente a un sector o BTS que nos interesa analizar, es el que comunica al móvil la información básica y los parámetros del sistema desde la estación base (como lo vimos en el inciso 1.1.3 -d), por eso se iniciará por conocer en que radio (transreceptor, TRX), se encuentra éste canal. El procedimiento es el siguiente:

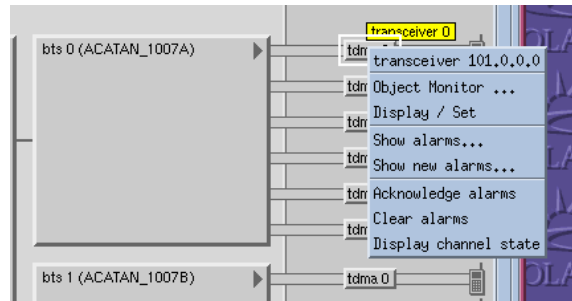
1. Seleccionar la celda o BTS de interés.

Figura 53. Procedimiento para determinar TRX que maneja BCCH. Paso 1.



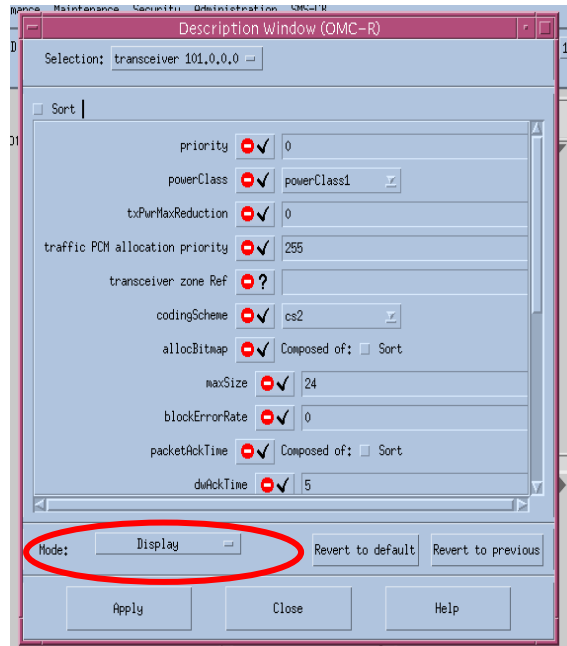
2. Seleccionar el TDMA0 de la BTS y hacer click derecho.

Figura 54. Procedimiento para determinar TRX que maneja BCCH. Paso 2.



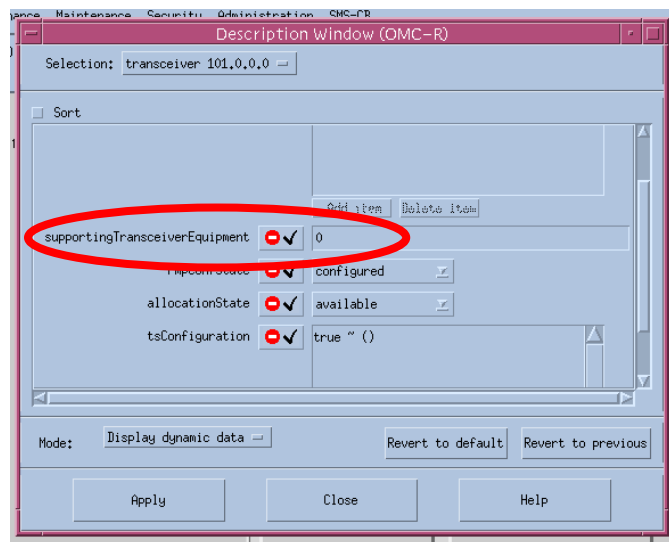
3. Seleccionar *Display/Set*. Se debe observar la siguiente ventana.

Figura 55. Procedimiento para determinar TRX que maneja BCCH. Paso 3.



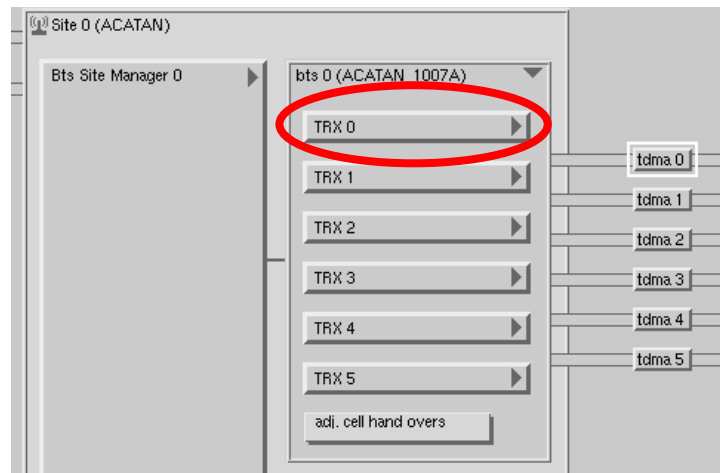
4. Seleccionar *Display dynamic data* en la opción *Mode* de la ventana anterior. Observar la siguiente ventana.

Figura 56. Procedimiento para determinar TRX que maneja BCCH. Paso 4.



5. Observar el valor del parámetro *supportingTransceiverEquipment*. Éste valor determina el TRX que maneja el TDMA0 que es el que tiene definido el BCCH.

Figura 57. Procedimiento para determinar TRX que maneja BCCH. Paso 5.



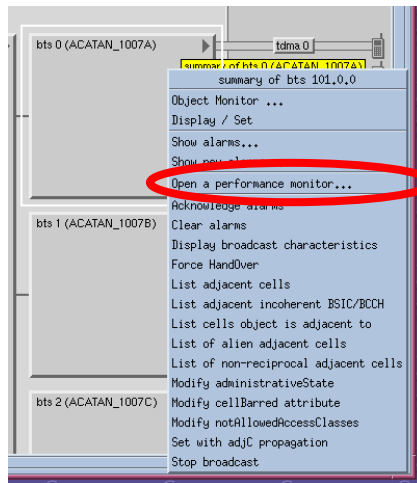
En éste ejemplo se observa que TRX0 es el que maneja el TDMA0. Una vez ubicado el equipo transreceptor se procede a bloquearlo (cambiarle estado operativo de *unlock* a *lock*). Esto se realiza para forzar al canal BCCH a cambiar de transreceptor, ya que es un canal dinámico.

6.13.2. Abriendo un *Performance monitor*

Realizado el inciso 6.13.1, el OMC-R posee una herramienta que permite observar el desempeño (*performance*) de la BTS que se desea analizar, para determinar si se produjo una mejoría en los intentos y completación de llamadas de la BTS. El procedimiento para abrir la ventana de monitoreo del *performance* es el siguiente:

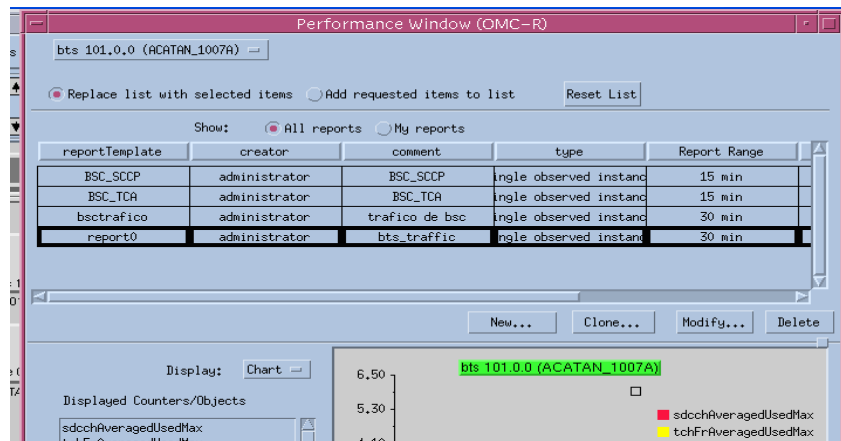
1. Seleccionar la BTS de interés.
2. Hacer click derecho y sin soltarlo seleccionar *Open a performance monitor*.

Figura 58. Procedimiento para abrir una ventana de monitoreo de performance. Pasos 1 y 2.



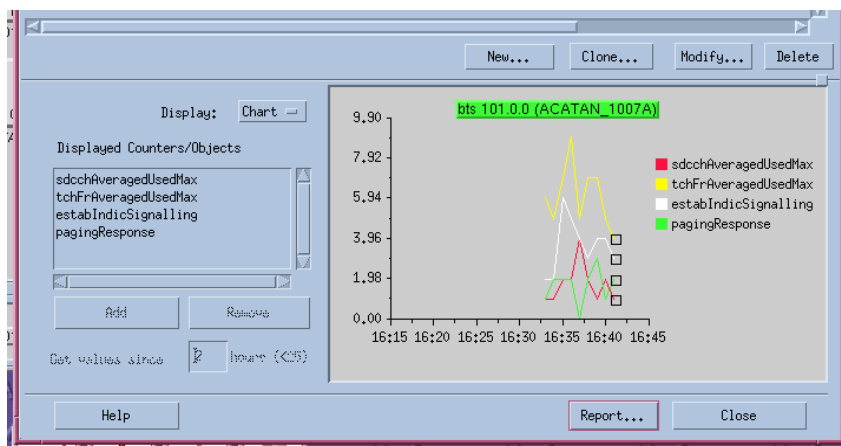
3. En la ventana siguiente seleccionar la línea *report0*.

Figura 59. Procedimiento para abrir una ventana de monitoreo de performance. Paso 3.



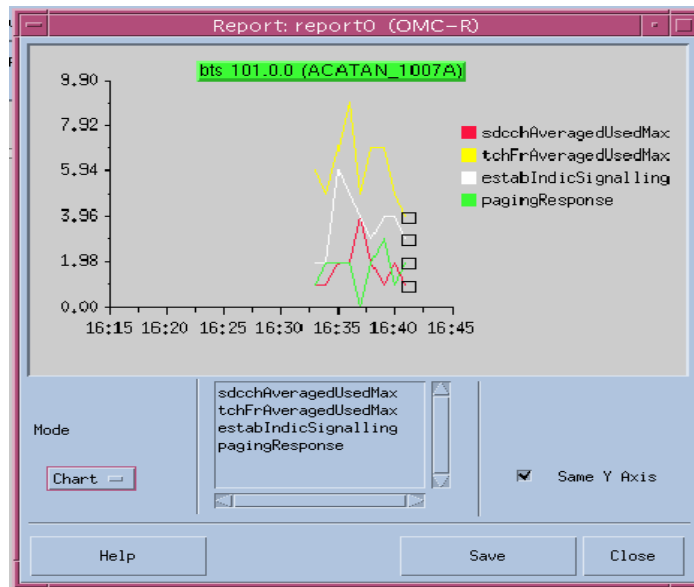
4. Hacer *click* en el botón *Report* de la ventana anterior. De éste modo se puede seleccionar otra BTS en la ventana anterior. Se pueden abrir hasta 7 ventanas de monitoreo.

Figura 60. Procedimiento para abrir una ventana de monitoreo de performance. Paso 4.



5. La siguiente ventana muestra cuatro indicadores.

Figura 61. Procedimiento para abrir una ventana de monitoreo de performance. Paso 5.

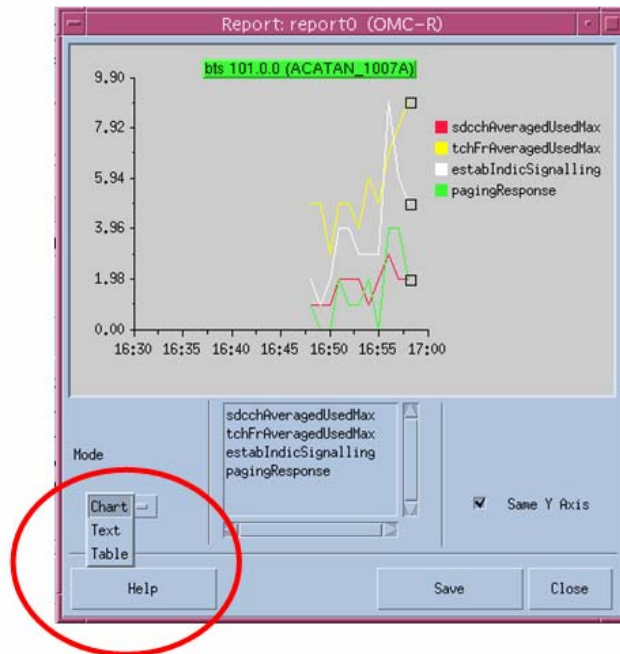


- La línea amarilla (parámetro *tchFrAverageUsedMax*), indica el número de canales TCH utilizados al momento.
- La línea roja (parámetro *sdcchAveragedUsedMax*), indica el número de canales SDCCH utilizados al momento.
- La línea verde (parámetro *pagingResponse*), indica el número de respuestas al *paging*.

Éstos indicadores se muestrean a intervalos de 1 min.

6. Se puede seleccionar el formato de la presentación de los datos en la opción *mode*.

Figura 62. Procedimiento para abrir una ventana de monitoreo de *performance*. Paso 6.



Sí vemos mejoría en el desempeño de la BTS, es que el transreceptor que bloqueamos y que soportaba el canal BCCH estaba produciendo problemas y que amerita que se revise tanto el TRX, el equipo físico que tiene relación con éste radio en la BTS, interconexión con el sistema radiante o éste último (prueba de *sweep test*).

De no mejorar, se puede realizar el mismo procedimiento del inciso 6.13.1 con otros TRX, lo cual dependerá del número que posea la BTS. De continuar el problema, el caso amerita un estudio de configuración de vecinos, potencia de la BTS en un análisis llamado de *drive test*.

CONCLUSIONES

1. La tecnología GSM (*Global System for Mobile Communications*, Sistema Global para las Comunicaciones Móviles), es un estándar mundial para teléfonos móviles digitales. El estándar fue creado por la CEPT y posteriormente desarrollado por ETSI como un estándar para los teléfonos móviles europeos, con la intención de desarrollar una normativa que fuera adoptada mundialmente. El estándar es abierto, no propietario y evolutivo. Es el estándar mayoritario en el mundo. GSM difiere de sus antecesores principalmente en que, tanto los canales de voz como las señales son digitales. Se ha diseñado así para un moderado nivel de seguridad.
2. El sistema GSM está básicamente dividido en tres sub-sistemas: NSS (*Network and Switching SubSystem*) que es el sub-sistema de conmutación y red, el sub-sistema de radio llamado BSS (*Base Station SubSystem*) que es el sub-sistema de estaciones base, y la OSS (*Operation SubSystem*) que es el sub-sistema de operación.
3. El sub-sistema de estaciones base (*Base Station SubSystem*, BSS), sirve para conectar a las estaciones móviles con los NSS, además de ser los encargados de la transmisión y recepción. Constan de dos elementos diferenciados: Radio Bases también llamadas Células (*cells*) que a su vez están conformadas de Estaciones Base Transmisora y Receptora

(*Base Transceiver Station, BTS*) y el Controlador de Estaciones Base (*Base Station Controller, BSC*).

4. La gestión del sub-sistema de estación base (BSS) de la red de tecnología GSM, se realiza por medio de un equipo denominado OMC-R (siglas en inglés para *Operations & Maintenance Center for Radio*), el cual es el centro de operación y mantenimiento para el sub-sistema de radio de la red.

5. Una falla es un evento que provoca que los elementos que conforman la BSS (equipos dentro de la Central, medio de transmisión o la radio base), pierdan la capacidad de comunicarse entre sí, y ocurra pérdida de servicio parcial o total en la red de tecnología GSM. Dos tipos de falla ocurren en una BSS dependiendo de la ubicación donde ésta ocurra: fallas remotas y fallas locales.

6. Un aspecto importante para evitar el surgimiento de fallas a nivel local, es la realización de mantenimientos preventivos, los cuales se utilizan para probar periódicamente los equipos que no accionan alarmas directamente en el OMC-R.

RECOMENDACIONES

1. Capacitar y suministrar documentación actualizada al personal responsable de la supervisión de la BSS, con el fin de que realice los procedimientos de mantenimiento preventivo o correctivo con total seguridad y conocimiento. De igual forma al personal de las demás áreas de operación y mantenimiento de la red GSM.
2. Programar la realización de mantenimientos preventivos en los equipos de la BSS conforme lo indica el fabricante, reduciendo el margen de falla en los mismos. Las fallas remotas, provocadas por los equipos de transmisión, pueden ser reducidas coordinando trabajos de mantenimiento o reemplazo de equipo o del medio de transmisión, con las entidades internas o externas al área de operación y mantenimiento de la red de tecnología GSM de la empresa PCS Digital (Sercom).
3. Llevar un control de alarmas surgidas en la BSS, de tal forma que se lleve un historial del comportamiento de la red, en cuanto a afectación de radiobases, BSC, el servidor del OMC-R, el cual será de utilidad en el caso de necesitar referencia de una alarma que surja y que ya se haya presentado anteriormente.
4. Debido a la diversidad de tareas que ejecuta el personal de BSC OMC-R, que es el personal responsable de la detección, seguimiento y solución

de alarmas en la BSS de tecnología GSM, es recomendable tener a una persona, dentro de ésta misma área, enfocado exclusivamente al desempeño (*performance*) de las radiobases para detección y solución de problema de ésta índole.

BIBLIOGRAFÍA

1. **Tecnología GSM.** <http://es.wikipedia.org/wiki/GSM>. s.a.
2. **GSM system and product overview. Course 0SY1.** Nortel Networks. Agosto 2002. 508 pp. s.l. s.e.
3. **Fundamentos de la telefonía móvil GSM.**
<http://www.wmlclub.com/articulos/fundamentosgsm.htm>. s.a.
4. **OMC-R user's manual. Volume 1 of 3: objects and faults menus.** Nortel Networks. Septiembre 2004. 920 pp. s.l. s.e.
5. **Fundamentos de transmisión.** INTTELGUA. Junio 1998. 90 pp. s.l. s.e.
6. **Conceptos de la jerarquía digital.**
www.monografias.com/trabajos15/jerarquia-digital/jerarquia-digital.shtml. s.a.
7. **Interfases de transferencia de datos G703.** www.abe.it. s.a.
8. **STD-T1 Sistema de transporte de datos.**
www.personals.ac.upc.edu/jsunyol. s.a.
9. **E1 pocket guide - the world of E1 – Wavetek Wandel Goltermann.** 50 pp. s.a. s.l. s.e.
10. **BSC/TCU e3 maintenance manual.** Nortel Networks. Noviembre 2004. 196 pp. s.l. s.e.

11. **BSS operations and maintenance course OM1**. Nortel Networks.
Noviembre 2004. 318 pp. s.l. s.e.