



Escola Tècnica Superior d'Enginyeria  
de Telecomunicació de Barcelona

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

## PROJECTE FINAL DE CARRERA

# IMPLEMENTACIÓ D'UN SISTEMA DE SUPERVISIÓ D'UNA XARXA DE DIFUSIÓ DE TDT

(IMPLEMENTATION OF A DTT BROADCAST  
NETWORK MONITORING SYSTEM)

*Estudis: Enginyeria de Telecomunicació*

*Autor: Marta Millán López*

*Director: Josep Rafael Peguerols Vallés*

*Any: 2016*



# ÍNDEX

Col·laboracions.....	1
Agraïments.....	3
Resum del Projecte .....	5
Resumen del Proyecto .....	6
Abstract.....	7
1. Introducció.....	9
1.1. Context del projecte.....	9
1.2. Objectius .....	10
1.3. Estructura de la memòria .....	10
2. Especificacions i dimensionat.....	11
3. Arquitectura d'una xarxa de TDT.....	13
4. Producció i Capçalera .....	13
4.1. Equipament.....	16
5. Transport.....	19
5.1. Estructura de la xarxa de transport.....	19
5.2. Transport satèl·lit .....	19
5.2.1. MTR.....	20
5.3. Transport terrestre.....	21
5.3.1. Backbone.....	21
5.3.1.1. Centre de Control .....	22
5.3.2. Transport IP.....	24
5.3.2.1. Radioenllaços IP.....	25
5.3.2.2. Dispositius d'interconnexió .....	32
5.3.2.3. Codificadors.....	35
5.3.3. Transport ASI.....	36
5.3.3.1. Radioenllaços d'alta capacitat .....	36
5.3.3.2. Equipament .....	37
6. Difusió .....	47
6.1. Xarxes SFN.....	49

6.2.	Xarxes MFN .....	49
6.3.	Equips d'una estació de TDT.....	50
7.	Energia dels centres emissors .....	57
7.1.	Grup electrogen .....	57
7.2.	SAI .....	58
8.	Supervisió d'una xarxa de TDT .....	63
8.1.	Centre de Control .....	65
8.2.	Supervisió de la Capçalera .....	67
8.3.	Supervisió de la xarxa de transport .....	71
8.3.1.	Supervisió del transport satèl•lit .....	71
8.3.2.	Supervisió del transport terrestre .....	75
8.4.	Supervisió de la xarxa de difusió .....	93
8.4.1.	Gestor GEST .....	93
8.4.2.	Remotes SNMP .....	93
8.4.3.	Remotes GSM .....	94
8.4.4.	Supervisió de les emissores de TDT .....	99
8.5.	Supervisió de l'energia dels centres .....	101
9.	Conclusions i línies de futur.....	103
	Abreviacions.....	105
	Llistat de Figures .....	107
	Referències .....	111
	LLIBRES.....	111
	WEBS DE FABRICANTS.....	111
	ALTRES WEBS .....	112
	Annexos .....	115
	ANNEX 1 : Protocol PDH.....	115
	ANNEX 2 : Protocol SDH .....	116
	ANNEX 3 : ATM (Asynchronous Transfer Mode) .....	117
	ANNEX 4 : Protocol IGMP .....	118
	ANNEX 5 : Protocol IGMP Snooping .....	120
	ANNEX 6 : Protocol PIM-SM .....	120
	ANNEX 7 : SCADA .....	121
	ANNEX 8 : Protocol SNMP .....	122
	ANNEX 9 : Protocol Telnet.....	124
	ANNEX 10 : Sistema GSM .....	125





## **Col·laboracions**

Departament de Telemàtica de la ETSETB







## Agraïments

Agraeixo als meus pares el seu suport incondicional i per haver-me recolzat i animat en tot moment.

També a l'Ester Gil i a en Daniel Gabriel pel seu interès, pel seguiment i per la revisió que han anat fent del projecte, i dels consells que m'han anat donant. També els agraeixo, tant a ells dos com a en Carles Criado, a en Deimos Ibáñez, a l'Àngel Fàbregas i a la Vlada Trayno tots aquests anys d'universitat. Per tot el seu suport, tota l'ajuda i tots els moments que hem passat tant d'estudi intensiu a la biblioteca o a la sala d'estudis, com de desconnexió al gimnàs o a la sala de la Wii, que han fet que passés uns grans anys d'universitat.

Gràcies a la Mar Daroca, al Carlos Zarco, a la Georgina Sánchez, a l'Ainhoa Pérez i a en Javier Campos per tot el recolzament que m'han aportat i per l'interès que m'han mostrat sempre.

Gràcies a l'Oriol Ribas per interessar-se pel projecte, animar-me, insistir i ajudar-me a començar-lo, perquè sense el seu suport no hagués estat possible.

Gràcies també a l'Albert González pel seu interès i per la revisió del treball que ha fet.

Agraeixo a tot els meus companys del CCEST que des del moment que vaig entrar m'han ajudat quan ho he necessitat i pel seu interès i suport.

En resum, moltes gràcies a tots els meus amics i familiars que m'han ajudat d'una manera o altra tots aquests anys d'universitat.

Finalment agraeixo al meu director Josep Peguerols haver-se interessat i haver agafat aquest projecte.



## Resum del Projecte

Degut a la gran implantació de la Televisió Digital Terrestre (*TDT*) a la nostra societat avui dia, aquest projecte pretén conèixer el funcionament d'una xarxa de distribució de *TDT* i paral·lelament tot el desplegament que hi ha al darrera per supervisar, monitorar i controlar aquesta xarxa. Es podria dir que aquesta última part és tan important com la pròpia xarxa de servei de televisió ja que, degut a la gran quantitat de serveis i equips que formen part en la distribució del senyal de *TDT*, implica que hi hagi una gran probabilitat de que en falli algun o es produeixi algun tipus de problema en un dels trams de la xarxa.

Així doncs, coneixerem l'arquitectura d'una xarxa de distribució de la *TDT* situada a la Comunitat Autònoma de Catalunya. Veurem quin és el procés que se segueix des de que el client emet el senyal fins que el telespectador el veu i quins equips en formen part. Paral·lelament es tractarà la tecnologia *IP Multicast* que és la que utilitzarem per la distribució del senyal de *TDT* als nostres centres emissors.

Posteriorment implementarem la nostra xarxa de gestió *IP* suposant que disposem d'un Centre de Control centralitzat situat a Barcelona, veurem com es gestionen els equips que hem explicat amb anterioritat, i coneixerem quins equips i gestors formen el nostre sistema de supervisió, basat en el protocol *SNMP*.

## Resumen del Proyecto

A causa de la gran implantación de la Televisión Digital Terrestre (*TDT*) hoy en día en nuestra sociedad, este proyecto pretende conocer el funcionamiento de una red de distribución de *TDT* y paralelamente todo el despliegue que hay detrás para supervisar, monitorear y controlar dicha red. Se podría decir que esta última parte es tan importante como la propia red de servicio de televisión puesto que, debido a la gran cantidad de servicios y equipos que forman parte en la distribución de la señal de *TDT*, implica que haya una gran probabilidad de que falle alguno, o que se produzca algún tipo de problema en uno de los tramos de la red.

Así pues, conoceremos la arquitectura de una red de distribución de la *TDT* situada en la Comunidad Autónoma de Catalunya. Veremos cuál es el proceso que se sigue desde que un cliente emite la señal hasta que el telespectador la ve, y qué equipos forman parte para conseguirlo. Paralelamente se tratará la tecnología *IP Multicast*, que es la que utilizaremos para la distribución de la señal de *TDT* a nuestros centros emisores.

Posteriormente implementaremos nuestra red de gestión *IP* suponiendo que disponemos de un Centro de Control centralizado situado en Barcelona, veremos cómo se gestionan los equipos que hemos explicado anteriormente, y conoceremos qué equipos y gestores forman nuestro sistema de supervisión, basado en el protocolo *SNMP*.

## Abstract

Because of the existing wide Digital Terrestrial Television (*DTT*) implementation in our society, the present project aims to know the *DTT* distribution network operation and, at the same time, the whole unfolding behind to supervise, monitor and control the network. It can be said that this last part is as important as the network *TV* service because, due to the vast number of services and equipment that are part of the *DTT* signal Distribution, it implies that there is a high probability that one could fail, or the possibility of a technical problem in a network section.

Therefore, we will know one of *DTT* distribution network architecture located in the Autonomous Community of Catalonia. We shall see what is the process followed from when the client emits the signal to the *TV* viewer and the equipment of which they are part. At the same time, we shall deal with the *IP Multicast* technology, which is the one we use for the *DTT* signal distribution in our broadcasting centres.

Later we implement our IP network management assuming that we have a centralized Control Centre located in Barcelona, we shall see how the equipment explained above are managed and we shall explain the equipment and managers that make up our monitoring system, based on the *SNMP* protocol.



## 1. Introducció

### 1.1. Context del projecte

El televisor és el dispositiu electrònic amb el grau de penetració més elevat als països de la Unió Europea. Aquest aparell s'ha anat fent indispensable a totes les llars de la nostra societat al llarg dels anys.

Fins a començaments del segle XXI, la televisió va ser totalment analògica, i la seva distribució es feia per l'aire amb ones de ràdio a les bandes *VHF* i *UHF*. Però aquesta tecnologia tenia diversos problemes. En primer lloc, els rebots del senyal i la falta de visió directa entre transmissor i receptor provocaven dobles imatges. En segon lloc les interferències produïdes per emissions d'altres televisions analògiques produïen un efecte persiana. Finalment, la falta de nivell de recepció provocava el conegut efecte neu. A més a més hi havia limitacions en imatge, amb un únic format 4:3; limitacions en so, amb solament dual/estèreo; i una manca de capacitat d'expressió gràfica i per transmissió de dades amb el conegut *Teletext* alfanumèric.



Doble imatge

Efecte persiana

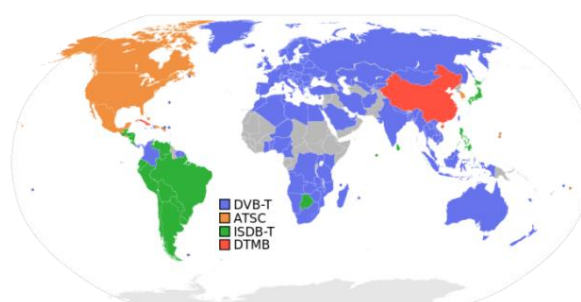
Efecte neu

**Figura 1. 1 Exemples dels problemes de la televisió analògica**

Degut a aquestes limitacions, al 1992 es va crear el *Digital Video Broadcasting (DVB)*, que és l'organisme encarregat de crear i proposar els procediments d'estandardització per una televisió digital compatible.

No va ser però fins al 2010 que, a Espanya, es va passar de la Televisió Analògica a la Televisió Digital Terrestre (*TDT*), que està basada en l'estàndard *DVB-T*. Aquest sistema utilitza una modulació *COFDM*, la qual millora la qualitat i l'eficiència espectral, provocant així l'absència d'interferències i sorolls, i transmet àudio, vídeo i altres dades a través d'un flux *MPEG-2*. Aquesta codificació *MPEG-2* dona la possibilitat d'adaptar la imatge amb format 16:9, Àudio 5.1 i informació *SI*. En definitiva, amb aquest estàndard s'aconsegueix tenir una televisió digital gratuïta amb més canals, més continguts d'entreteniment i informació, i una adaptació més fàcil.

Els estàndards de *TDT* han quedat distribuïts de la següent manera:



**Figura 1. 2 Distribució dels estàndards de TDT arreu del món**

A causa de totes aquestes variacions, al llarg dels anys la xarxa de distribució de Televisió ha anat patint molts canvis en la seva tecnologia, inicialment basada en tecnologia *PDH* i *SDH* – explicades amb detall en els Annexos 1 i 2 respectivament– i posteriorment evolucionant cap a una tecnologia de transport *IP*.

Per al bon funcionament de la xarxa de *TDT* és necessari el manteniment, la supervisió i el telecontrol dels serveis i equips de la *TDT*. És per això que en aquest projecte explicarem com s'implementa i es supervisa una xarxa d'aquestes característiques.

## 1.2. Objectius

L'objectiu d'aquest projecte és conèixer el funcionament d'una xarxa de distribució de *TDT* i tot el desplegament que hi ha al darrere per supervisar, monitorar i controlar la difusió de la *TDT*.

Així doncs l'objectiu inicial és conèixer l'arquitectura d'una xarxa de distribució de *TDT*, quin és el procés que se segueix des de que el client emet el senyal fins que el telespectador el veu i quins equips en formen part.

Un cop vist això, el nostre següent objectiu és entendre el funcionament d'una xarxa de gestió de *TDT*, quins equips es fan servir per supervisar els serveis de *TDT* i aprendre a com s'hauria de realitzar aquesta xarxa.

Finalment, l'objectiu principal del nostre projecte és saber implementar un sistema de supervisió d'una xarxa de difusió de *TDT* a Catalunya, suposant que tenim un Centre de Control a Barcelona, aprofitant l'infraestructura de la nostra xarxa *IP* de distribució de *TDT*.

## 1.3. Estructura de la memòria

Aquesta memòria es divideix en dos grans blocs:

El primer està format pels capítols que van de l'1 al 7, on s'explica amb detall tot el funcionament d'una xarxa de distribució de *TDT*, la seva arquitectura, els equips que en formen part i les tecnologies emprades.

El segon bloc està format pel capítol 8. En aquest gran apartat s'explica la manera de gestionar els serveis i equips explicats en el primer bloc de la memòria, així com les tecnologies, els protocols i els gestors utilitzats per tal d'aconseguir-ho.

Cal comentar que en els Annexos d'aquesta memòria estan descrites detalladament les tecnologies i protocols més importants que utilitzem en el projecte.

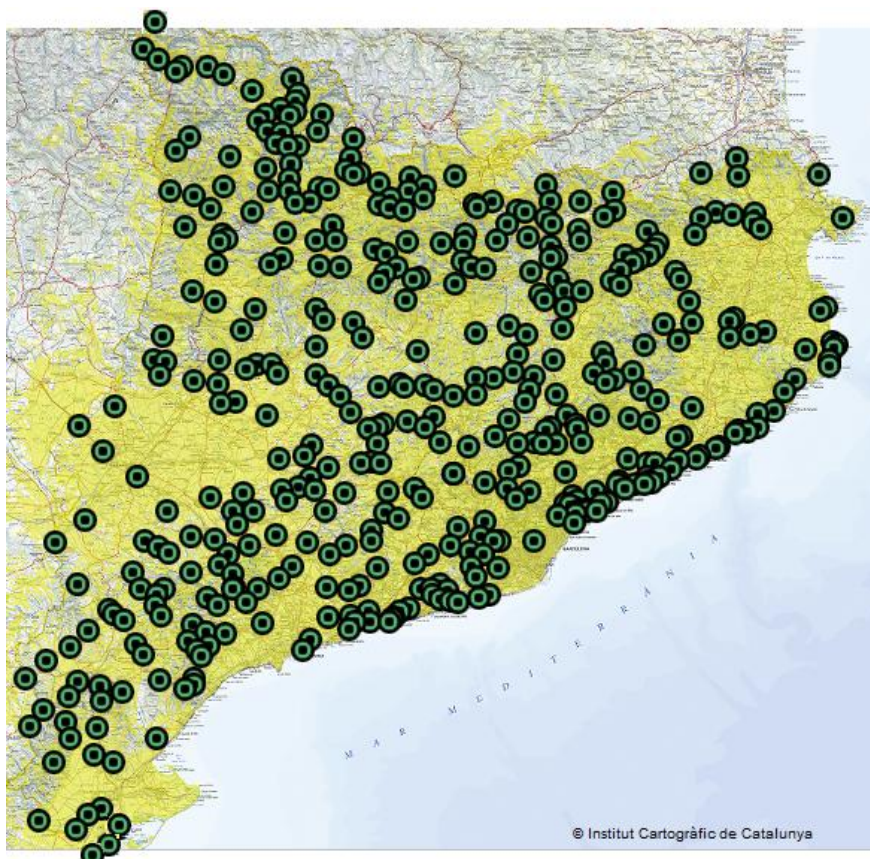


## 2. Especificacions i dimensionat

La xarxa de TDT que volem supervisar és la d'una Comunitat Autònoma com podria ser Catalunya.

Catalunya està formada per un total de 947 municipis distribuïts en 41 comarques. Com que és un territori muntanyós, és necessari un número reduït de centres importants per donar cobertura a les grans ciutats i poblacions. Però també serà necessari un gran nombre de centres petits per donar cobertura d'una manera més focalitzada.

Segons dades publicades pel *gencat* el passat mes d'agost del 2015, hi ha un total de 441 centres distribuïts arreu de tot el territori català per donar cobertura de TDT a la majoria de la població.



**Figura 2. 1 Cobertura dels centres emissors de TDT a la Comunitat Autònoma de Catalunya**

Suposem doncs que en el nostre cas, la xarxa estarà formada per 5 centres troncal importants i 333 centres secundaris. Per últim tindrem 103 centres terminals o de cobertura puntual.

Tot i que els equips finals treballen amb trames ASI, el transport del senyal pot ser ASI o IP degut a l'evolució de la tecnologia.

Per la xarxa de transport als 5 centres nodals tindrem una estructura formada per:

- Radioenllaços d'alta capacitat que unirà a aquests centres, amb configuració 1+1, és a dir, amb un equipament redundat per assegurar el funcionament en cas de fallar un d'ells.
- Radioenllaços IP de mitja capacitat per unir aquests centres amb els secundaris.
- Un router i un codificador D9435 a cada centre per comunicar la nostra xarxa troncal amb la resta de centres secundaris i perifèrics i distribuir el senyal de TDT.

- MTRs per la recepció satèl·lit.

Per la xarxa de transport als centres secundaris i perifèrics tindrem o bé:

- Radioenllaços IP de mitja capacitat amb configuració 1+1, que unirà aquests centres amb d'altres de secundaris o perifèrics i amb els centres nodals.
- Un switch i un descodificador D9402 a cada centre per convertir el senyal provinent dels centres troncal i permetre així la seva posterior difusió a la població.

O en el cas que no arribi la nostra xarxa de transport IP:

- MTRs per la recepció satèl·lit.

Així doncs tindrem un total de 441 centres. Si tenim en compte que hi ha un total de 11 canals de TDT diferents, necessitarem 11 emissores a cadascun d'aquests centres.

Múltiplex	Contingut dels Múltiplex					
Local comarca 1						
Atresmedia						
Mediaset Atresmedia						
TVE						
EDC						
Mediaset						
TVE						
TVC						
MP5						
VEO TV NET TV						
Local comarca 2						

Figura 2. 2 Canals dels serveis de TDT

Com podem veure a la figura 2.2 hem afegit dos Múltiplex on posa Local Comarca 1 i Local Comarca 2. Això és perquè a cada comarca hi ha canals amb locals específics.

Per tal de supervisar tots els elements de la xarxa de TDT disposarem d'una xarxa de gestió IP aprofitant l'infraestructura de la nostra xarxa de transport IP de distribució de TDT. El nucli de la nostra xarxa de supervisió el formarà el Centre de Control, situat a Barcelona en un dels nostres centres nodals. Des d'aquí serà on es monitoraran i es supervisaran remotament tots els serveis i equips de la xarxa de TDT mitjançant diferents sistemes de gestió. Per això necessitarem 4 servidors amb base de dades que continguin tota la informació dels equips més significatius a gestionar així com una gran quantitat de gestors, alguns específics de cada fabricant i d'altres sistemes concentradors d'alarmes, que facilitaran la supervisió dels nostres centres emissors.

### 3. Arquitectura d'una xarxa de TDT

L'arquitectura d'una xarxa de TDT és força complexa, però es podria resumir com:

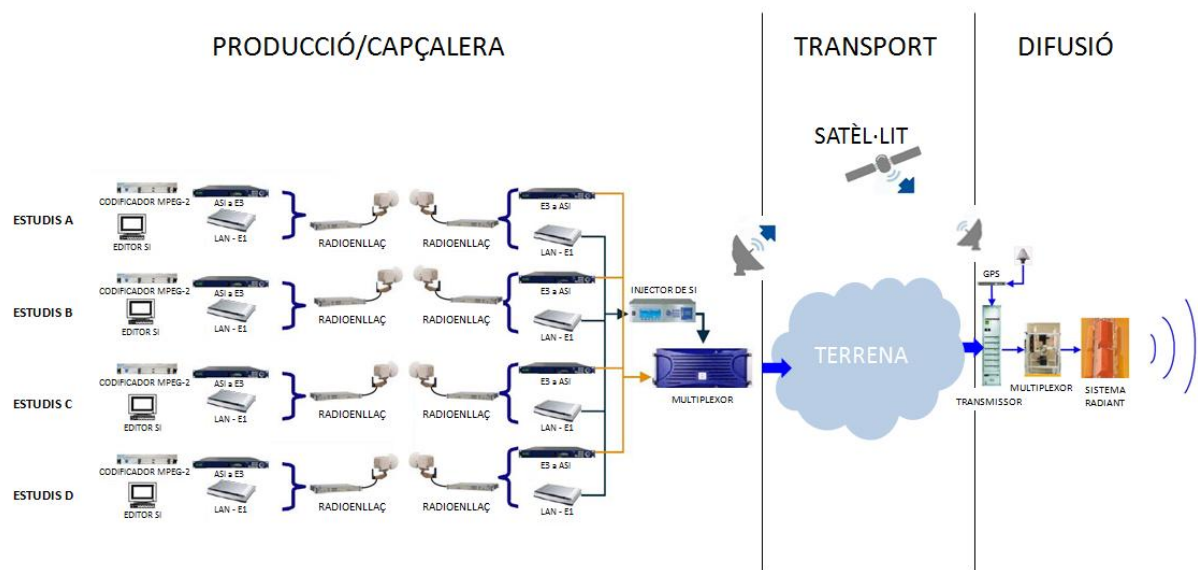


Figura 3. 1 Arquitectura d'una xarxa de TDT

### 4. Producció i Capçalera

Com podem veure a l'esquema de la Figura 3.1, inicialment el senyal de TDT s'ha de generar i multiplexar per a la seva posterior distribució. Aquestes funcions, com explicarem a continuació, correspondran a les etapes de producció i capçalera:

- **Producció**

L'etapa de producció és aquella on es creen els senyals de televisió i d'això s'encarreguen els propis estudis de producció. Després aquest senyal és distribuït entre diferents centres o delegacions del mateix client de TV i també és entregat al Centre de Control per introduir-la a la capçalera.

- **Capçalera**

La capçalera s'encarrega d'empaquetar i identificar, en un mateix canal, els senyals dels diferents clients, i això s'aconsegueix amb un equip multiplexor. S'utilitza el mètode *MPEG2-Transport Stream (MPEG-2 TS)*.

El *MPEG-2* és un estàndard de codificació de vídeo i àudio per a senyals de transmissió (on s'inclou la TDT per satèl·lit o per cable), i publicat com a estàndard *ISO 13818*. El *MPEG-2* introdueix i defineix uns fluxos de transport que són dissenyats per transportar vídeo i àudio en medis impredecibles i inestables. Una trama de *MPEG-2* està formada per dades de vídeo, marques de temps de dades d'àudio i altres marques de temps.

Aquest sistema de compressió d'imatges en moviment es basa en:

- Reducció de la redundància espacial: es redueix el contingut redundant en una única imatge. La codificació de cada imatge per si sola, també denominada (*I*), és la mateixa que la codificació d'un arxíu *jpg*.

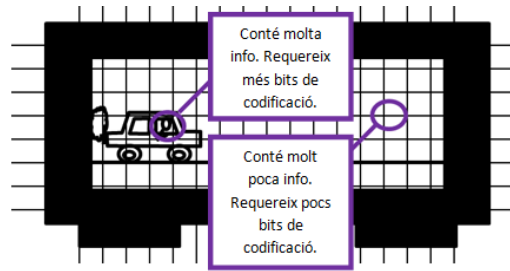


Figura 4. 1 Reducció de la redundància espacial

- Reducció de la redundància temporal endavant: a les imatges amb predicció endavant, també anomenades (*P*), no se'ls hi enviarà la informació que ja s'ha enviat a la imatge anterior.

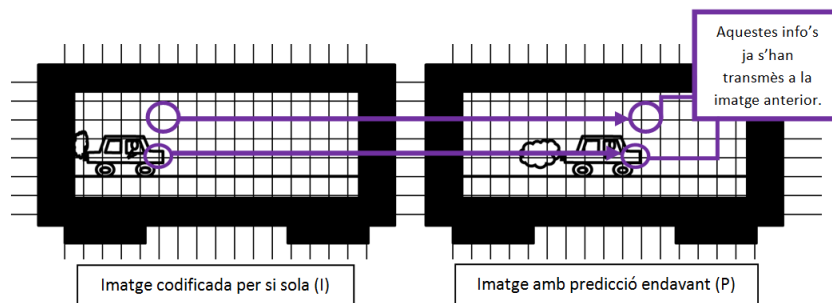


Figura 4. 2 Reducció de la redundància temporal endavant (*P*)

- Reducció de la redundància temporal endarrere: les imatges amb predicció bidireccional, també denominades (*B*), es codifiquen mitjançant les últimes imatges tant del passat com del futur.

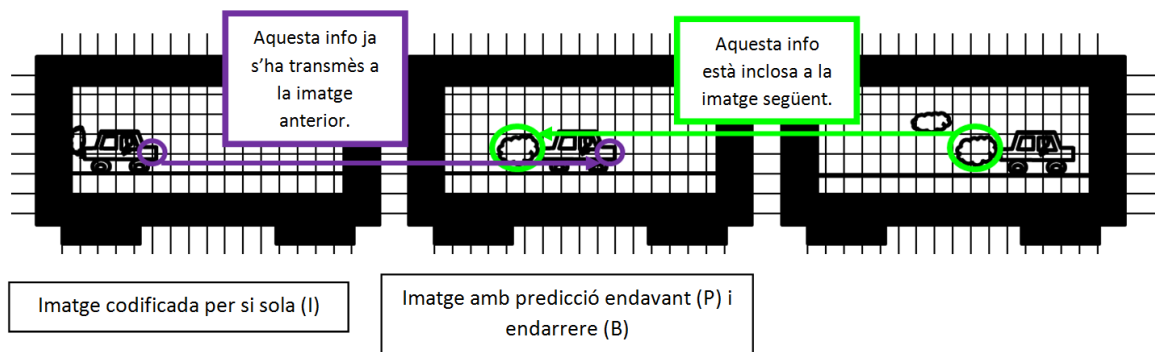


Figura 4. 3 Reducció de la redundància espacial endarrere (*B*)

Així doncs, la codificació MPEG-2 inclou imatges *I*, *P* i *B*, i formen el que s'anomena un *Group Of Pictures (GOP)*. Un *GOP* sempre comença amb una imatge del tipus *I*, després la seguiran varies imatges del tipus *P* i finalment els forats restants els ocuparan imatges del tipus *B*.

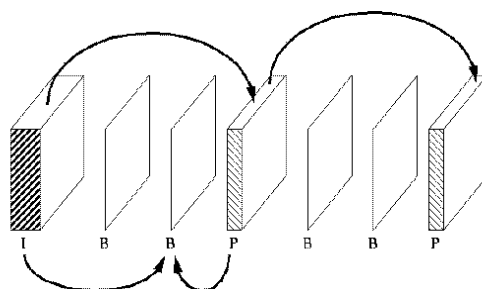


Figura 4. 4 GOP (Group Of Pictures)

El *Transport Stream (TS)* és un protocol de comunicació per la transmissió de vídeo, àudio i dades susceptible a entorns amb soroll, especificat en els estàndards de *MPEG-2*.

El *MPEG-2 TS* permet multiplexar diferents tipus de continguts, sense que aquests hagin de provenir d'una mateixa font, i demultiplexar-los en recepció mantenint-ne la sincronia. Els fluxos binaris de vídeo, àudio i altres dades de cada programa es comprimeixen independentment formant el que s'anomena un *Elementary Stream (ES)*. Cadascun d'aquests *ES* s'estructura en forma de paquets *PES (Packetized Elementary Stream)*. Aquests *PES* passen a ser altres paquets més curts de 188 Bytes de longitud als quals se'ls hi apliquen tècniques de correcció d'errors *FEC*. Finalment aquests paquets van a parar a un multiplexor, del que sortirà una única trama binària *TS*, també coneguda com a trama *ASI (Asynchronous Serial Interface)*.

Així doncs, una trama *TS* pot estar formada per diferents programes de televisió, i cadascun d'ells pot tenir varis *ES*. Els *ES* de cada programa han de ser síncrons, però per contra els programes poden tenir diferents sincronitzacions.

Un exemple seria l'actual *MUX* de la *EDC*. Dins d'aquest *Multiplex* hi ha els programes de *TVC HD*, *8 TV*, *RAC 105* i *Barça TV*. Un cop s'obté aquesta trama *ASI* ja es pot distribuir a la població. Per fer-ho és necessària una xarxa de transport que porti el senyal cap als centres emissors de tot l'estat.

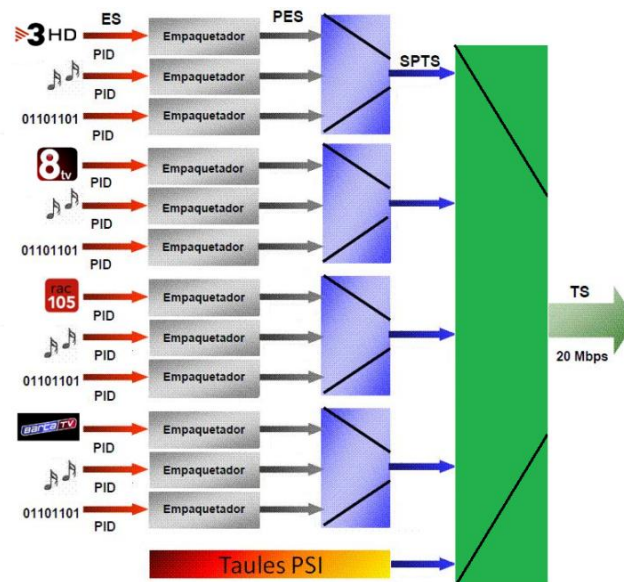


Figura 4. 5 Exemple de multiplexat de diferents serveis en una mateixa trama *TS* de *MPEG-2*

El paquet *TS* té una longitud de 188 bytes, dels quals 4 bytes formen la capçalera i els bytes restants corresponen a la informació útil (també denominada *payload*).

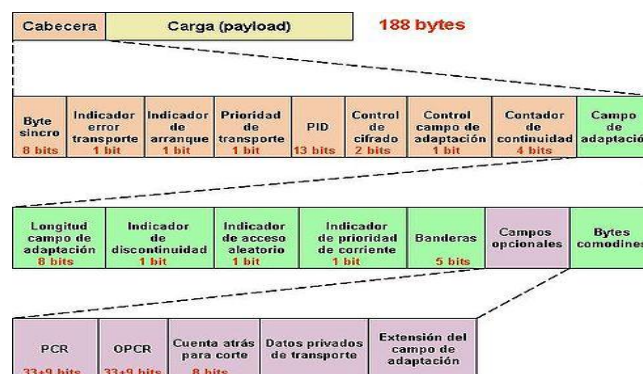


Figura 4. 6 Paquet *MPEG-2 TS*

La capçalera, com es pot veure a l'esquema de la Figura 4.6, es divideix en varies parts. La més important són els 13 bits de *PID* ja que, com els paquets *TS* poden portar informació de diferents programes, aquests 13 bits ens permetran distingir els paquets dels diferents *ES*. Hi ha 17 valors reservats a funcions especials i la resta (8175) es poden assignar a tots els altres *ES* que formen el *TS*. El multiplexor ha de garantir que cada trama *ES* tingui un únic *PID*.

S'ha de remarcar la gran importància del descodificador *MPEG-2* perquè, apart de descodificar cada un dels *ES* que formen un programa, ha de ser capaç de trobar-los dins d'una trama de transport *TS*. Això ho farà mitjançant taules de *PSI* (*Program Specific Information*). Aquestes taules s'introdueixen en seccions *MPEG-2* i dites seccions poden inserir-se directament en un *TS*.

Les quatre taules *PSI* més significatives són:

- La *PMT* (*Program Map Table*) ens dona informació sobre tots els *ES* associats a un programa, com ara el *PID* en el que viatja la trama *ES*, el tipus de trama *ES* -vídeo, àudio o dades- i els descriptors associats al *ES*, de manera que el receptor sigui capaç de localitzar-los i descodificar-los.
- La *PAT* (*Program Association Table*) ens dona informació de tots els programes que hi ha a un *TS*. A través d'ella sabem amb quin *PID* viatgen les taules *PMT*.
- La *CAT* (*Conditional Access Table*) ens dona informació del sistema d'accés condicional present al *TS* i facilita al descodificador tota la informació sobre l'encriptació utilitzada. Només és obligatòria en cas de que algun programa del *TS* estigui codificat.
- La *NIT* (*Network Information Section*) és una taula opcional que transporta informació de xarxa, com per exemple de la transmissió i de la modulació.

## 4.1. Equipament

Els equips més importants que prenen part a la capçalera són:

- *Coder Electra 1000*
- *ProStream 1000*

### A. Coder Electra 1000

El senyal font d'entrada a l'equip anomenat *ProStream* es fa mitjançant uns *coders* del model *Electra 1000*. Aquest *coder* és del fabricant *Harmonic*. L'entrada de senyal als *coders* es fa a través de targetes *V/A*, *ASI*, *SDI* o *IP* i posteriorment el *Coder Electra* fa una codificació a *MPEG-2 TS* sobre *Gigabit* o *ASI*, que són els senyals d'entrada que necessita el *ProStream*. Dins dels senyals d'entrada podem afegir el *Isis* (aplicacions interactives *MHP*, *HBBTV* i informació del *TS* al *Múltiplex*). Per norma general aquests equips normalment estan a casa del client.

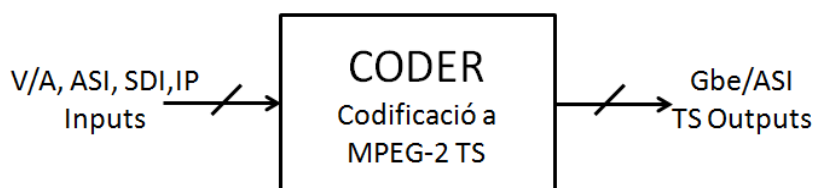


Figura 4. 7 Diagrama de blocs d'un *Coder Electra 1000*

Aquest *Coder* s'alimenta entre -36 V i -72 V *DC* perquè quan hi hagi una fallada de subministrament elèctric funcioni amb bateries i seguim tenint la gestió de l'equip.

Com podem veure a la Figura 4.8 l'equip disposa de:

- Panell frontal:

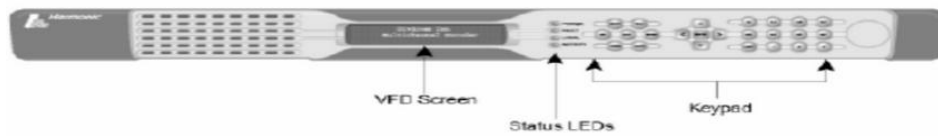


Figura 4. 8 Panell frontal d'un Coder Electra 1000

4 LEDs indicadors de l'estat de l'equip:

- *Power*: indicador de si l'equip està llest per treballar o no.
- *Fault*: indicador de si el software intern detecta un error.
- *Local*: indicador de que l'equip està en mode local.
- *Activity*: indicador de que l'equip està generant un MPEG-2 TS.

- Panell posterior:

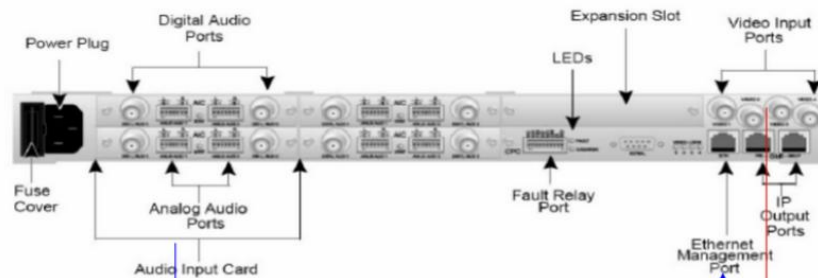


Figura 4. 9 Panell posterior d'un Coder Electra 1000

- Adaptador de corrent i fusible.
- 5 parells de connectors digitals i analògics d'àudio (un parell per cada targeta AIC).
- *Port Fault Relay*.
- Opcionalment 1 targeta ASI amb 2 entrades i 2 sortides.
- Fins a 4 ports d'entrada de vídeo.
- 2 connectors RJ-45 per a sortides de tràfic Ethernet 10/100/1000 Base-T.
- 1 connector RJ-45 per introduir tràfic Ethernet 10/100/1000 Base-T per tal de connectar l'equip a la nostra xarxa de gestió.

## B. ProStream 1000

El *ProStream* és un multiplexor i codificador de vídeo digital del fabricant *Harmonic* que habitualment es troba en el nostre Centre de Control. Rep trames MPEG-2 TS, tant via IP com ASI, i les multiplexa i codifica per a la seva posterior distribució. Aquest equip admet diferents números de TS d'entrada, tant Gigabit com ASI, i té 12 TS de sortida. Depenent les necessitats del servei aquests 12 TS de sortida seran tractats de forma individual o de forma conjunta.

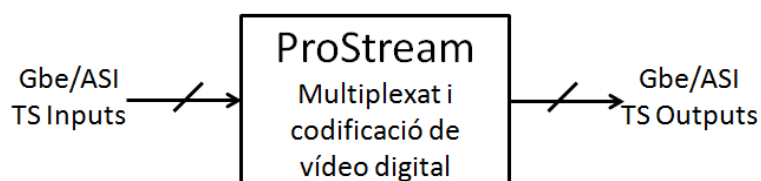


Figura 4. 10 Diagrama de blocs d'un ProStream 1000

Com en el cas del *Coder*, aquest equip també s'alimenta entre -36 V i -72 V DC i consta de:

- Panell frontal:



Figura 4. 11 Panell frontal d'un *ProStream 1000*

4 LEDs indicadors de l'estat de l'equip:

- *Power*: indicador de si l'equip està fent un procés.
  - *Fault*: indicador de si l'equip té alguna alarma activa.
  - *Local*: indicador de que l'equip està en mode local.
  - *Activity*: no s'utilitza.
- Panell posterior:

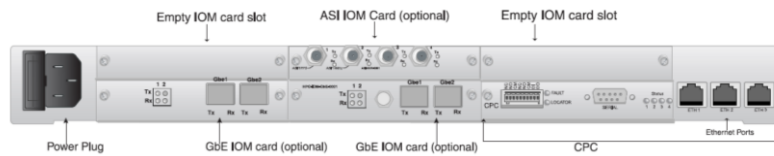


Figura 4. 12 Panell posterior d'un *ProStream 1000*

- Adaptador de corrent.
- 5 mòduls d'entrada/sortida (*IOM*) *IP* i *ASI*.
- Targeta de processament.
- Connectors *RJ-45* per introduir tràfic *Ethernet 100 Base-T* per tal de connectar l'equip a la nostra xarxa de gestió.



## 5. Transport

Per distribuir el senyal *ASI* generat a les capçaleres fins als centres emissors de tot l'àmbit geogràfic on volem difondre la *TDT* és necessària una xarxa de transport punt a multipunt. Aquest senyal pot ser transportat via satèl·lit o via terrena.

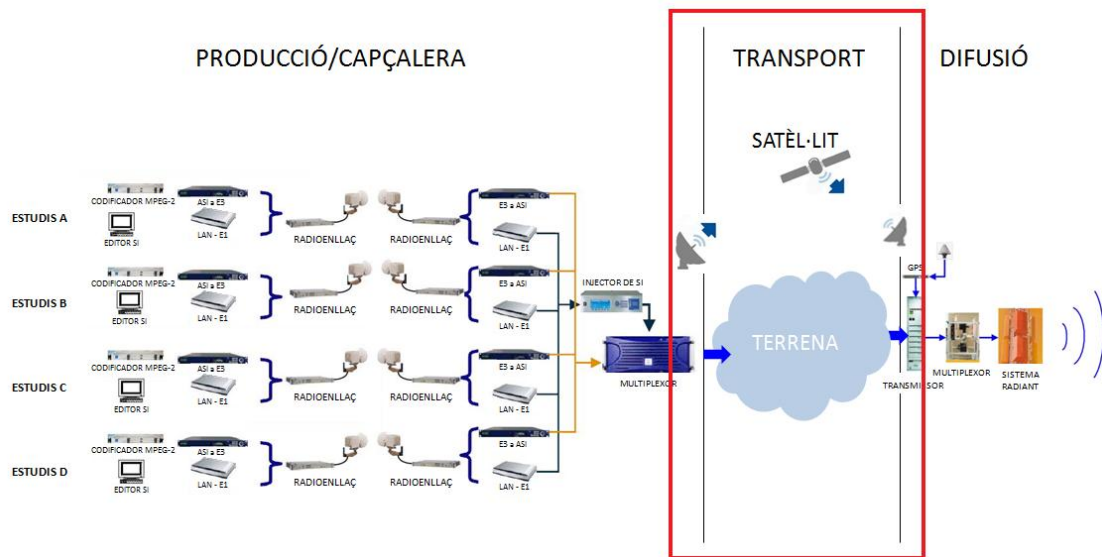


Figura 5. 1 El transport dins d'una xarxa de TDT

### 5.1. Estructura de la xarxa de transport

Per donar cobertura a tota l'àrea geogràfica ha d'haver una xarxa de transport que interconnecti tots els punts.

En els centres més importants tenim dos tipus de transport per aportar redundància: transport satèl·lit i transport terrestre.

Dins del transport terrestre en els centres importants hi ha dues vies, una principal i una de *backup*. La via principal està formada per tecnologia *IP*, mentre que per la secundària s'aprofiten els equips de transport antics per tal de transportar el senyal *ASI*.

A la resta de centres únicament es fa una distribució per via *IP*, perquè la cobertura respecte a la quantitat de població és relativament poca i per tant un tall de servei afecta a poca població.

En tots dos casos, tant si s'ha de transportar senyal *ASI* com si s'ha de transportar senyal *IP*, s'utilitzen radioenllaços *PDH* o *SDH*, segons la seva capacitat.

En el cas on la nostra xarxa de transport terrestre no pugui arribar degut a la situació dels centres emissors, el senyal arribarà per transport satèl·lit.

### 5.2. Transport satèl·lit

La distribució de la *TDT* via satèl·lit es divideix en dues parts:

- L'enllaç ascendent (*uplink*), on el centre de capçaleres envia el senyal cap al satèl·lit utilitzant grans antenes parabòliques (d'entre 9 a 12 m de diàmetre) a la banda de freqüències de 17 GHz en recepció.
- L'enllaç descendent (*downlink*), on el satèl·lit envia el senyal de *TDT* que rep cap a la zona de cobertura corresponent utilitzant la banda de freqüències de 12 GHz (diferent a la de l'*uplink*).

Els centres receptors disposen d'una antena parabòlica, d'1.2 m de diàmetre, degudament orientada cap al satèl·lit corresponent. També serà necessari un *LNB* (dispositiu de selecció de bandes de freqüència i amplificador) i un demodulador, per generar les trames *ASI* i posteriorment inserir-les a les emissores.

L'estàndard utilitzat a Espanya és el *DVB-S2* (*Digital Video Broadcasting by Satellite-Second Generation*), el qual agafa la trama *MPEG-2* que surt del multiplexor i la transmet amb modulació *8PSK*. En el nostre cas el satèl·lit encarregat de transmetre el senyal és del fabricant *Hispasat*.

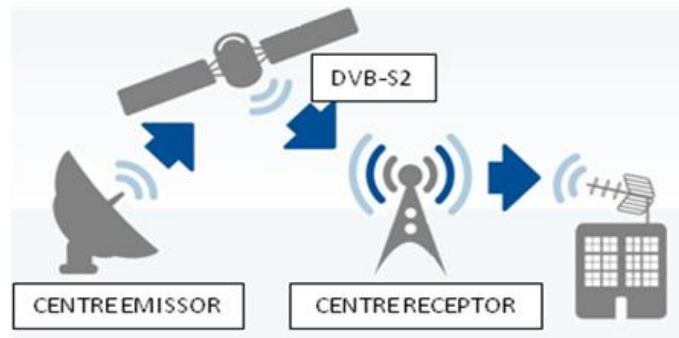


Figura 5. 2 Transport satèl·lit

### 5.2.1. MTR

Per tal de decodificar el senyal de *RF* provinent del satèl·lit a un senyal *ASI*, als centres emissors de *TDT* hi ha instal·lat un equip anomenat *MTR* (*Multiple Transport Receiver*). El *MTR* utilitzat és del model *D9804* del fabricant *Scientific Atlanta*, una marca que pertany a *Cisco Systems*.

Aquest decodificador permet connectar:

- 4 connectors *BNC* per a entrades de *RF*.
- 1 connector *BNC* per una entrada *ASI*.
- 6 connectors *BNC* per a 6 sortides *ASI*.
- 1 connector *Ethernet RJ-45* per introduir-lo a la nostra xarxa i poder-lo gestionar remotament via *Web Browser* o via *SNMP*.
- 1 interfície *RS-232* de control que permet connectar-se localment a l'equip.
- 1 connector d'alarmes externes programables.
- 2 connectors d'alimentació *AC*.

A la Figura 5.3 i Figura 5.4 següents podem observar la part davantera i del darrera de l'equip, amb els connectors que acabem d'esmentar.

- Panell frontal:



Figura 5. 3 Panell frontal d'un MTR

- Panell posterior:

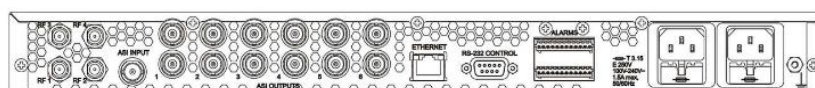


Figura 5. 4 Panell posterior d'un MTR

És compatible tant amb xarxes *SFN* (*Single Frequency Network*) com amb xarxes *MFN* (*Multiple Frequency Network*), explicades en els capítols 6.1 i 6.2 respectivament. A més a més permet combinar els formats *DVB-T*, *DVB-H* o *DVB-C* de senyal de sortida del *MTR* per un senyal d'entrada *DVB-S* i *DVB-S2*.

### 5.3. Transport terrestre

El transport terrestre consisteix a distribuir el senyals *ASI* o *IP* a cadascun dels centres emissors utilitzant radioenllaços *PDH* o *SDH* –tecnologies explicades amb detall en els Annexos 1 i 2 respectivament– que poden ser d'alta capacitat pels centres troncal o de mitja capacitat pels centres perifèrics.

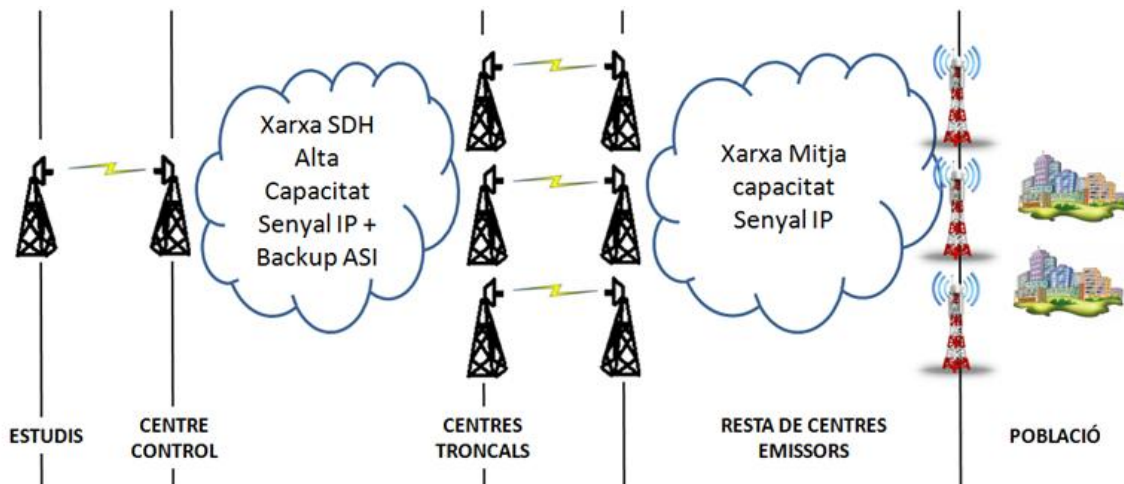


Figura 5. 5 Transport terrestre

#### 5.3.1. Backbone

La nostra xarxa està composta per 5 centres nodals units entre ells per radioenllaços d'alta capacitat, on en un d'ells estarà el Centre de Control.

Aquesta anella serà el *Backbone* de la distribució de la xarxa de *TDT* i d'ell penjaran els centres secundaris i perifèrics.

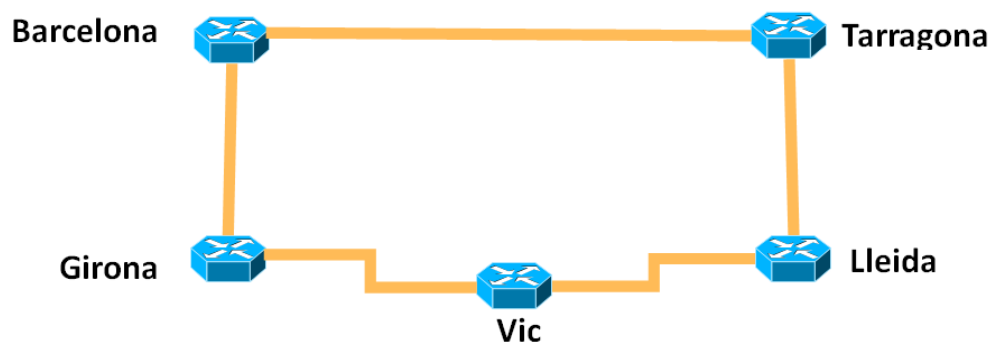


Figura 5. 6 Backbone de la nostra xarxa de distribució de la TDT

Als centres del *Backbone* arribarà el senyal tant a nivell d'*IP* com d'*ASI* per transport terrestre i a part hi haurà recepció via satèl·lit com segon *backup*. El senyal principal sempre serà el de la distribució *IP* perquè és la que té els radioenllaços més nous i per tant, amb menys probabilitat de tallar-se.

### 5.3.1.1. Centre de Control

Perquè el servei tingui les mínimes afectacions possibles, per cada servei de TDT el senyal arriba des d'Estudis al Centre de Control per fibra i per terrena i s'envia als diferents centres nodals del nostre *Backbone* per diverses vies com es mostra a la següent Figura 5.7:

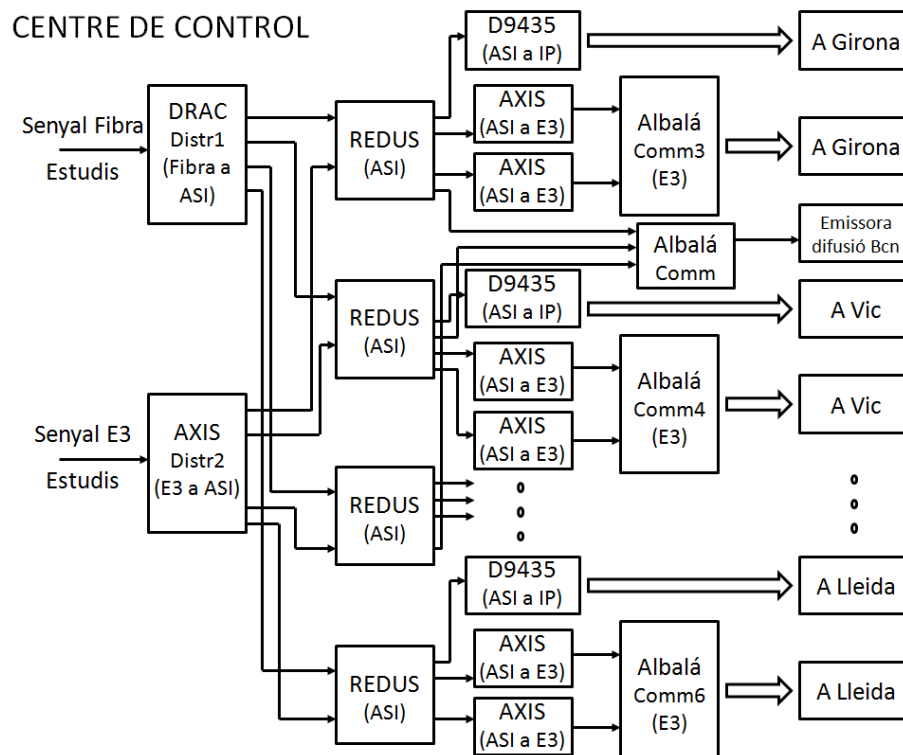


Figura 5. 7 Diagrama de blocs del transport terrestre al Centre de Control

Com podem veure, aquests senyals entren a uns distribuïdors/convertidors de Fibra o 34 Mbps a ASI i es reparteixen entre diferents equips anomenats *REDUS*.

Els *REDUS* (equips commutadors de redundància d'ASI que explicarem a l'apartat 5.3.3.2 B.2) són els encarregats d'escollir de quina via agafem el senyal ASI d'entrada. Cada *REDUS* té 4 sortides i aquestes estan connectades a altres equips per crear diferents vies *backup* i així reduir al màxim possible els talls de servei.

A les sortides del *REDUS* tenim:

- Un codificador *D9435* (equip convertidor d'ASI a IP que veurem de forma detallada al capítol 5.3.2.3) on es genera el senyal IP per a la seva posterior distribució.
- 2 *AXIS* en paral·lel (equip convertidor/distribuïdor d'ASI a 34 Mbps descrit detalladament a l'apartat 5.3.3.2 A) per tenir una via principal i una via de reserva.

El segueix un equip anomenat *Albalá* –explicat al capítol 5.3.3.2 B1– que és l'encarregat de l'elecció de la via.

Per cada *Múltiplex* de TDT es tenen diferents *REDUS* en paral·lel, amb els seus corresponents *AXIS*, per crear diferents *backups*. Aquests senyals es distribuïran a cadascun dels centres nodals per diferents vies mitjançant radioenllaços de mitja i alta capacitat.

- Un *Albalá* commutador d'ASI que decidirà quin senyal agafar per ser introduït a l'emissora de difusió de Barcelona.

Així doncs el senyal arribarà als centres emissors més importants per diferents vies i d'aquests nodes es distribuirà a través d'una xarxa IP en forma d'arbre a la resta de centres de l'àrea geogràfica a la que volem arribar.

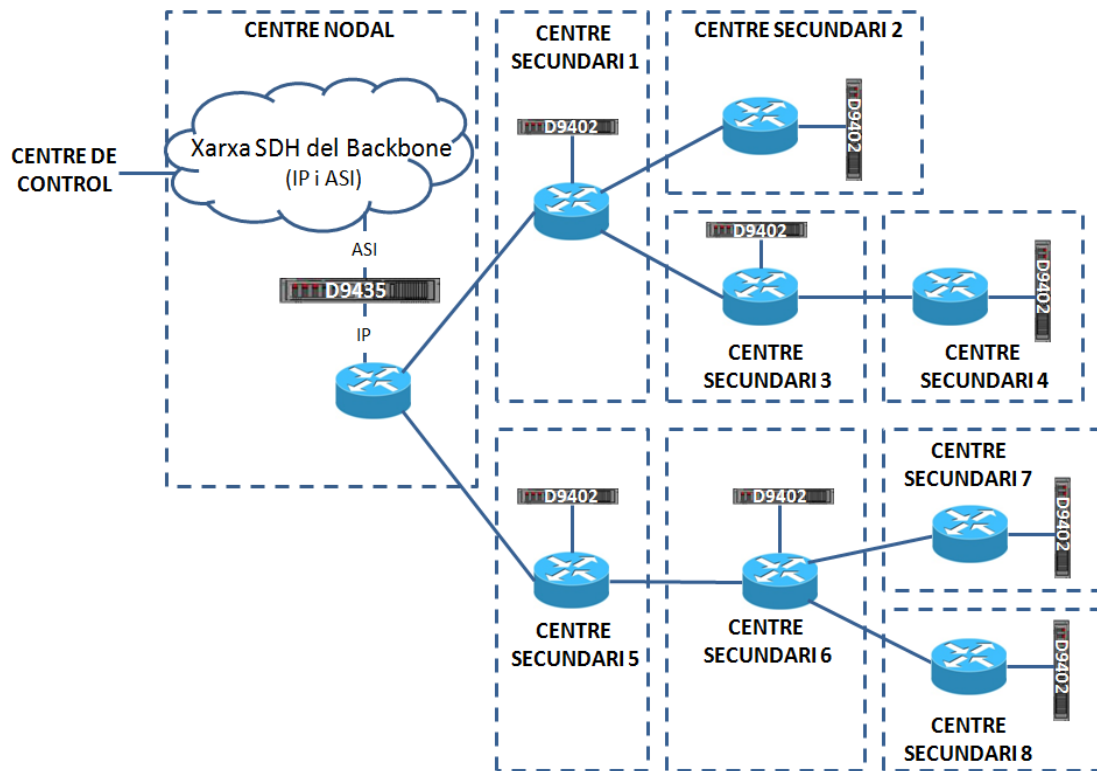


Figura 5. 8 Distribució de la TDT als centres secundaris via IP

### 5.3.2. Transport IP

Per la distribució IP de la TDT, als centres nodals tenim el codificador D9435 –descriu amb detall a l'apartat 5.3.2.3 A– que converteix el senyal ASI a IP, el qual serà transportat per la nostra xarxa IP mitjançant radioenllaços IP cap als centres secundaris o perifèrics. En aquests centres hi ha un decodificador D9402 –explicat detalladament al capítol 5.3.2.3 B– encarregat de convertir el senyal IP a ASI.

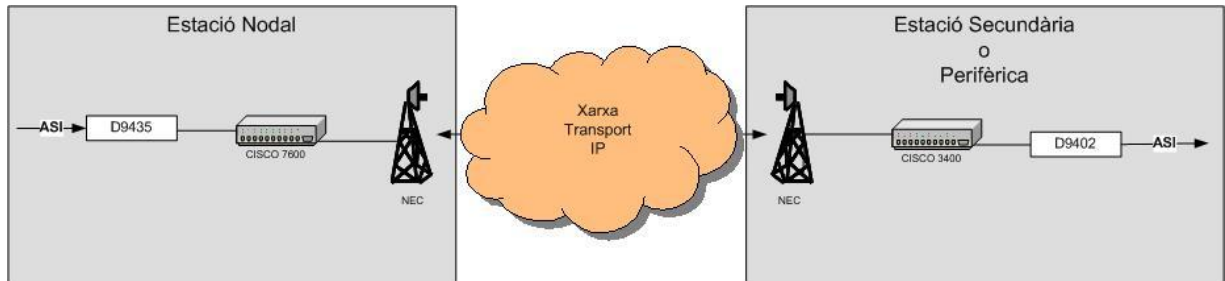


Figura 5. 9 Esquema sintetitzat de la distribució IP de la TDT

Per poder transportar el senyal de TDT per una xarxa de transport IP es fa servir la tecnologia IP Multicast descrit a l'estàndard RFC-1112, el qual és un mètode de transmissió d'informació d'un equip conegut cap a un conjunt de receptors. Així doncs, una direcció Multicast està associada a un grup de receptors interessats en rebre la informació.

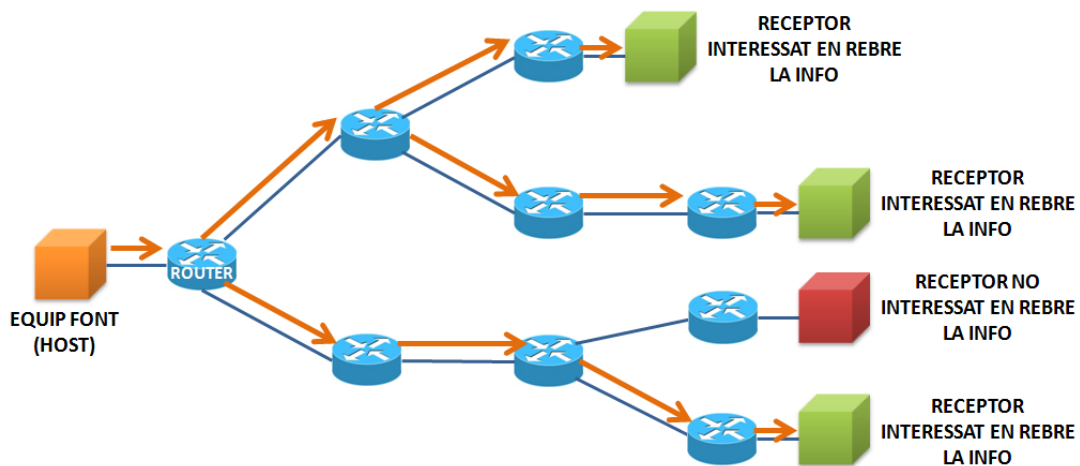


Figura 5. 10 Tecnologia IP Multicast

La Multicast minimitza l'ús d'ample de banda i el processament dels routers ja que un mateix senyal únicament passarà una vegada per cada enllaç i equip, i és ideal quan hi ha molts receptors i es desconeixen les seves direccions IP.

A la nostra xarxa, en ser força gran, tenim el problema de que els serveis i gestions comparteixen equips físicament però tenen diferents rangs IP i van per diferents rutes. Utilitzarem el mètode de la VLAN (Virtual LAN, xarxa d'àrea local virtual) per facilitar la configuració de la xarxa, la seva gestió i la detecció de possibles avaries.

La VLAN és un mètode per crear xarxes lògiques independents en una mateixa xarxa física, on el protocol utilitzat és el IEEE 802.1Q. Com cadascun dels serveis de TDT fan rutes diferents també tindran una VLAN diferent permetent així que, tot i compartir els mateixos equips, es puguin separar les distintes xarxes i diferenciar el tràfic dels diversos serveis per poder treballar amb ells amb una major facilitat i seguretat.

Per tant a la nostra xarxa configurarem una direcció *IP Multicast* per cada servei de *TDT*, una direcció *VLAN* diferent per cada servei *Multicast* i per cada centre una direcció *VLAN* de gestió.

Un exemple més il·lustratiu per entendre el funcionament de la nostra xarxa el podem veure a l'esquema lògic del transport *IP* de la Figura 5.11 que ve a continuació:

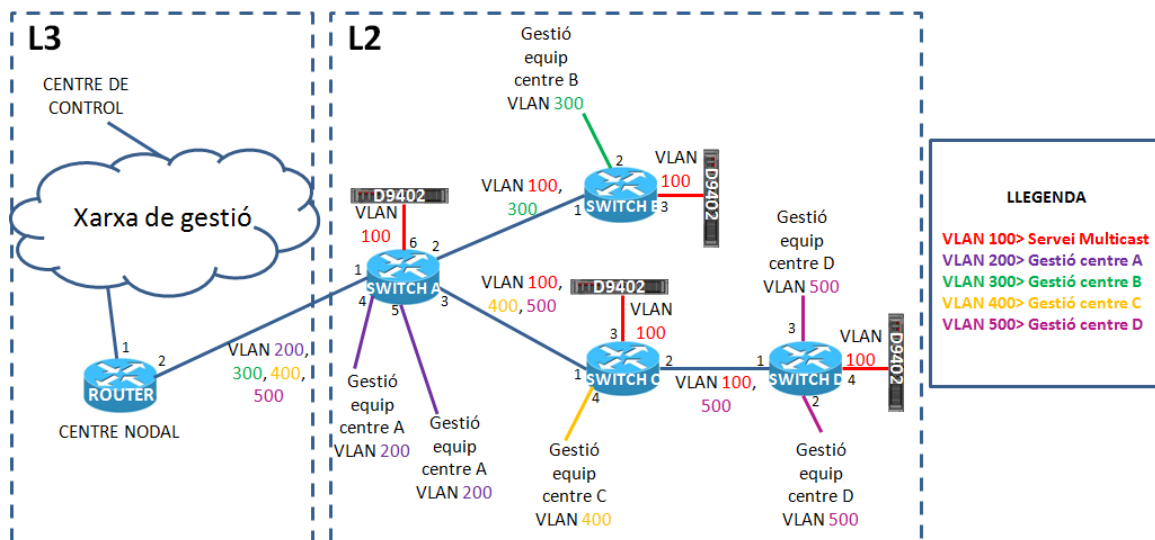


Figura 5. 11 Esquema lògic del transport *IP* de la nostra xarxa amb *VLANs*

Hem de tenir en compte que un *ping* entre equips de *VLANs* diferents sols tindrà resposta si un *router* –explicat detalladament al subapartat 5.3.2.2 A– enruta el tràfic entre les dues xarxes. Les adreces *IP* de producció (les que porten els serveis *Multicast*) no estan connectades al *router* ja que amb el mètode *Multicast* no és necessari que es reenrutin a nivell de *OSPF (Open Shortest Path First)*, protocol d'enrutament per buscar la via més curta entre dos nodes) i per tant no necessitem arribar a *ping* a aquestes adreces *IP*. En canvi a les *IPs* de gestió sí que serà necessari que arribem a *ping* i configurarem les diferents *VLANs* en els ports on estiguin connectades les interfícies de gestió.

Per entendre-ho suposem que volem fer un *ping* des del *switch* del centre B cap al *switch* del centre D. Com acabem d'explicar, en tractar-se de diferents subxarxes (els equips tenen diferents *VLANs* de gestió) el *ping* haurà d'anar del *switch* B fins al *router* i aquest enrutarà el *ping* cap al *switch* D. Posteriorment el *ping* tornarà al *router* i aquest l'enrutarà cap al *switch* B.

- Anada del *ping*: *switch* B > *switch* A > *router* > *switch* A > *switch* C > *switch* D.
- Tornada del *ping*: *switch* D > *switch* C > *switch* A > *router* > *switch* A > *switch* B.

Si per contra, tant el *switch* B com el *switch* D haguessin estat dins de la mateixa subxarxa, amb la mateixa *VLAN 300* de gestió, el *ping* no hauria donat tanta volta ja que el *router* no l'hagués hagut d'enrutar:

- Anada del *ping*: *switch* B > *switch* A > *switch* C > *switch* D.
- Tornada del *ping*: *switch* D > *switch* C > *switch* A > *switch* B.

### 5.3.2.1. Radioenllaços IP

A una xarxa de transport *IP* pot haver dos tipus de radioenllaços:

- Radioenllaços de mitja capacitat
- Radioenllaços d'alta capacitat

## A. Radioenllaços de mitja capacitat

Els radioenllaços de mitja capacitat utilitzen el protocol *PDH* –descrit detalladament a l'Annex 1– i permeten l'ús de circuits de 108 Mbps. Estan compostats per dos equips en cada extrem:

- La *IDU* (*InDoor Unit*) és l'equip que està a l'interior de l'emplaçament i s'instal·la dins d'un *rack*. Per una part li entren els senyals *Ethernet* que es volen transmetre, els multiplexa i els converteix en una sola trama en *Banda Base*. Finalment la modula a un senyal de *FI* (*Freqüència Intermitja*) que està entorn als 700 MHz. La modulació es fa a aquesta freqüència degut a que el cable coaxial que connecta la *IDU* amb la *ODU* (*OutDoor Unit*) no pot suportar freqüències superiors.
- La *ODU* (*OutDoor Unit*) va muntada a l'exterior junt amb l'antena. És l'equip que modula el senyal a la freqüència que es vol transmetre i l'amplifica a la potència adequada per poder arribar a l'altre extrem.

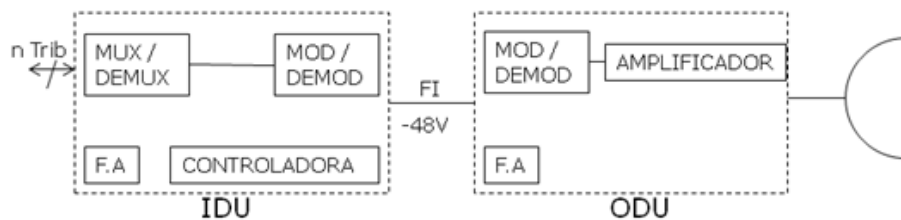


Figura 5. 12 Radioenllaç de mitja capacitat

Un radioenllaç a més a més pot tenir els equips electrònics *IDU* i *ODU* duplicats, d'aquesta manera si falla una *IDU* o una *ODU* el servei no es talla. A aquest tipus de configuració se l'anomena *1+1*.

Encara que estiguin duplicats només fan servir una única freqüència de transmissió ( $f_{Tx}$ ) i una única freqüència en recepció ( $f_{Rx}$ ) per a tots dos canals. Aquest tipus de configuració se l'anomena *1+1 Hot-Stanby*, que vol dir que només surt un canal a l'aire i l'altre transmissor està engegat però va sobre una càrrega. D'aquesta manera el tall per commutació es mínim.

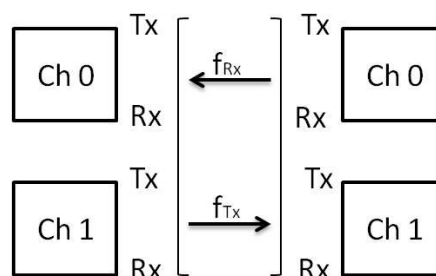


Figura 5. 13 Configuració 1+1 Hot-Stanby

Així doncs, quan la *IDU* i la *ODU* estan duplicades calen dos elements més perquè pugui funcionar el radioenllaç *1+1*:

- Una unitat de control que decideixi quin canal està treballant.
- Un duplexor per dividir el senyal de recepció en dos canals i poder dirigir un dels transmissors a l'antena i l'altre a una càrrega de 50  $\Omega$  per tal de que si es commuta de transmissor pràcticament no hi hagi tall de servei.



Els fabricants més importants són *Alcatel*, *NEC*, *Ericsson*, *Mier* i *Siemens*. A la nostra xarxa suposarem que estarà formada per radioenllaços de la marca *NEC* però podrien ser de qualsevol altre fabricant.

### A.1. Radioenllaços NEC

A la nostra xarxa s'utilitzen ràdios *IP* de mitja capacitat de la marca *NEC* del model *Pasolink NEO* amb protecció *1+1*. Aquests tipus de radioenllaços poden treballar a una banda de freqüències de 6 GHz a 52 GHz amb una modulació *QPSK* o *16/32/128 QAM*.

Els *NEC* de la nostra xarxa tenen una capacitat de tràfic d'entrada de 16 tributaris *E1* de 2 Mbps cadascun i una entrada de *Ethernet 100 Base-T*. De totes formes no s'està ocupant tota aquesta capacitat sinó que només s'utilitza una part, deixant la resta per futures ampliacions de la xarxa.

La *FI* de transmissió que s'utilitza és de 340 MHz i en recepció s'utilitza una *FI* de 140 MHz.

La *IDU* d'un *NEC* ocupa una única unitat en el *rack* i permet visualitzar l'estat de funcionament i detectar possibles errors mitjançant diferents *LEDs*. A més a més proporciona alimentació a les *ODUs*.



Figura 5. 14 *IDU* d'un radioenllaç *NEC*

Com podem veure a la Figura 5.15 següent, la *IDU* es compon per una sèrie de mòduls que explicarem a continuació:

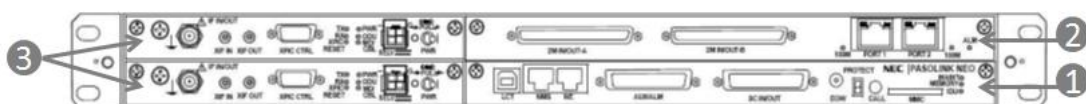


Figura 5. 15 Targetes d'una *IDU 1+1 NEC*

1) Targeta controladora, que s'ocupa de gestionar el correcte funcionament de la *IDU*.

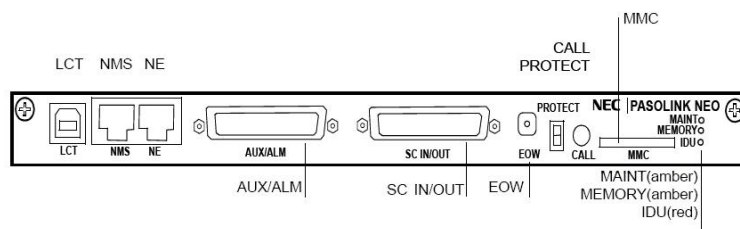


Figura 5. 16 Targeta controladora d'una *IDU NEC*

Els ports més significatius d'aquesta targeta són:

- *LCT (Local Craft Terminal)*: connector que permet connectar un *PC* per poder configurar i manipular el radioenllaç localment.
- *NMS (Network Management System)*: connector de gestió del sistema.
- *AUX/ALM*: connector auxiliar on se li connecten alarmes externes per poder tenir més informació del centre on està l'equip.

- *EOW*: connector per introduir un telèfon i així poder mantenir una conversa amb una persona que estigui a l'altre extrem del radioenllaç.
- 2) Targeta de tràfic, la qual canviarà en funció del tipus de servei que es vulgui proporcionar. Hi ha de 16x2 Mbps + LAN, 48 E1, 2xE3+LAN, STM1/GbLAN. En el nostre cas fem servir una capacitat de 16x2 Mbps + LAN:

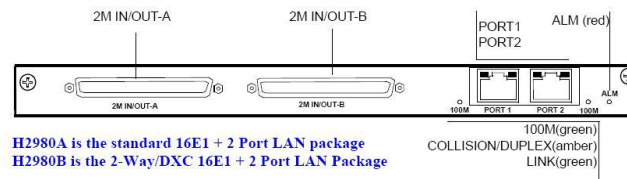


Figura 5. 17 Targeta de tràfic d'una IDU NEC

On podem veure els ports:

- *2M IN/OUT-A/B*: connectors *DB37* per introduir tributaris *E1* de 2Mbps. Cada connector consta de 8 *E1*'s.
  - *Port1/2*: connectors *RJ-45* per introduir tràfic *Ethernet 100 Base-T*.
- 3) Targeta moduladora, que s'ocupa de modular el senyal de *Banda Base* per passar-lo a *Freqüència Intermitja* i també fa la funció inversa.

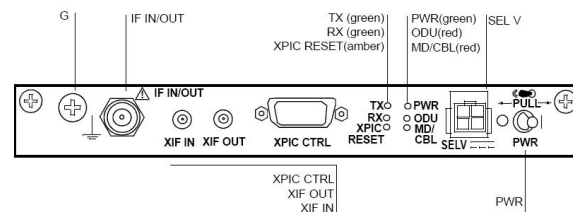


Figura 5. 18 Targeta moduladora d'una IDU NEC

Els connectors més importants d'aquesta targeta són:

- *SELV*: connector d'alimentació.
- *PULL PWR*: interruptor de la IDU.
- *IF IN/OUT*: connector de sortida on s'introdueix el cable de *FI* que va a la *ODU*.

Com hem comentat anteriorment el nostre model de radioenllaç és amb protecció *1+1*. Això significa que hi ha dues *ODUs* integrades a l'antena i estaran unides per un acoblador asimètric de la manera següent:

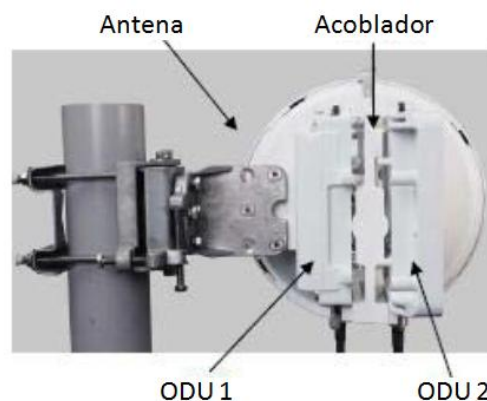


Figura 5. 19 ODU amb configuració 1+1 d'un radioenllaç NEC

## B. Radioenllaços d'alta capacitat

Els radioenllaços *IP* d'alta capacitat utilitzen el protocol *SDH* i els hem d'entendre com si fossin uns nodes i no pas uns enllaços extrem a extrem, ja que poden tenir varies *ODUs* connectades apuntant a diferents centres. Podríem fer una comparació, com si un radioenllaç *IP* d'alta capacitat fos un *switch* on es connecten una sèrie de *ODUs* que apunten a diferents centres o com si fos un multiplexor que treballa a nivell *IP* on poden haver diverses ràdios connectades.

Així doncs un radioenllaç *IP* d'alta capacitat està compost per:

- Un o varis *MPT* (*Microwave Packet Transceiver*) en cada extrem, que com la *ODU* en les ràdios de mitja capacitat, van muntats a l'exterior junt amb l'antena. És l'equip que modula el senyal a la freqüència que es vol transmetre i l'amplifica a la potència adequada per poder arribar a l'altre extrem.
- Un *MSS* (*Multi Service Switch*) que multiplexa els senyals *IP* que li entren a cadascun dels ports *Ethernet* i els distribueix als diferents *MPTs* que té connectats.

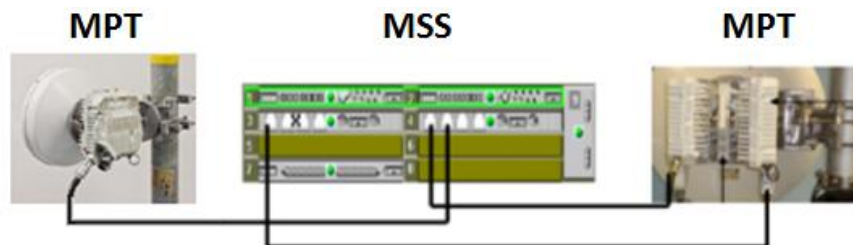


Figura 5. 20 Radioenllaç *IP* d'alta capacitat

Per transmetre el senyal del *MSS* al *MPT* s'utilitza un cable *Ethernet RJ-45*. Les targetes que componen aquest tipus de ràdios en grans blocs són:

- Modulador / demodulador
- Targetes de tràfic *Ethernet*
- Un *CORE* compost per:
  - Una controladora
  - Un *switch Ethernet*
- Un transmissor
- Un receptor
- Una targeta de sincronisme
- Ventilador i fonts d'alimentació

Hi ha un gran número de fabricants però els més importants són *Alcatel*, *NEC*, *Ericsson*, *Mier* i *Siemens*. Inicialment havíem pensat en utilitzar radioenllaços *NEC* a la nostra xarxa de transport *IP* d'alta capacitat, però aquest fabricant no té radioenllaços de tanta capacitat prou fiables així que finalment suposarem que la nostra xarxa estarà formada per radioenllaços del fabricant *Alcatel*.

### B.1. Radioenllaços Alcatel MPR

A la nostra xarxa s'utilitzen radioenllaços *IP* d'alta capacitat de la marca *Alcatel*, en concret del model *MPR* (*Microwave Packet Radio*).

Poden cursar tant tràfic *Ethernet* com *E1* i *STM-1*, tot i que si són *E1* i *STM-1* s'hauran de passar a *IP* per ser processats.

Aquestes ràdios tenen una capacitat de 350 Mbps i treballen a una banda de freqüències de 6 GHz a 38 GHz amb una modulació des de 4 QAM fins a 256 QAM.

La sèrie de radioenllaços escollida té diferents tipus de MSSs que es caracteritzen pel número d'*slots* de que disposen. S'alimenten amb una tensió d'entrada de -24 V a -48 V de DC amb unes bateries perquè si es queda sense energia de la companyia elèctrica pugui seguir funcionant durant més temps.



Figura 5. 21 MSS d'un radioenllaç MPR

Cadascuna de les targetes té una sèrie de LEDs indicadors del seu estat de funcionament i com podem veure a l'esquema de la Figura 5.22 les targetes corresponen a:



Figura 5. 22 Targetes del MSS d'un MPR

- 1) CORE amb 6 ports *Ethernet* (el 4 sempre serà de gestió):
  - Controladora: microprocessador on tenim la *compact Flash*, on està la llicència i la direcció *MAC*.
  - *Switch Ethernet*.
  - Aquí hi ha un port *Ethernet 10/100/1000 Base-T* de consola *RJ-45* per connectar-nos via web de forma local o remotament.
- 2) CORE de reserva.
- 3) al 8) Targetes de tràfic que poden ser:
  - *MPT\_Access*: té dues connexions de *MPT*. Serveix tant per tràfic com per alimentació del *MTP*.



Figura 5. 23 Targeta MPT Access del MSS

- *EAS V1*: 8 ports *Ethernet*.

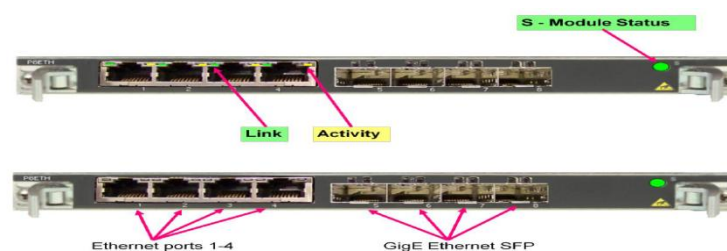


Figura 5. 24 Targeta EAS V1 del MSS

- **AUX CARD:** targeta dedicada a l'alarmística de *housekeeping* amb 6 entrades i 7 sortides d'alarmes d'estat.



Figura 5. 25 Targeta Auxiliar del MSS

9) Ventilador i dues fonts d'alimentació.

Hi ha dues maneres de transmetre dades i alimentar un *MPT* des del *MSS*:

- Pels ports amb *PFoE (Power Feed over Ethernet)*: pel mateix cable *Ethernet* pugen tant les dades com l'alimentació. Aquests ports *Gigabit Ethernet* corresponen a l'1 i el 2 de les targetes *MPT-Access*.



Figura 5. 26 Alimentació del *MPT* amb *PFoE*

- Mitjançant dos cables: es porten les dades des de qualsevol dels ports *Ethernet* i s'alimenta mitjançant un cable coaxial des dels ports *QMA* de les *MPT-Access*.



Figura 5. 27 Alimentació del *MPT* mitjançant 2 cables

Aquest equipos posseeixen la capacitat de que dos enllaços operin en el mateix canal de la ràdio posant un amb polarització vertical i l'altre amb polarització horitzontal. Amb això proporcionarà una millora de 20 dB's en la discriminació de polarització, tot i que realment la millora dependrà de l'alineació de l'antena i dels efectes atmosfèrics.

També permeten augmentar la capacitat de l'enllaç mitjançant un enllaç lògic individual, ja que dos o més connexions físiques actuen com un únic enllaç lògic. Així doncs el tràfic es

repartirà entre totes les vies que el formen balancejant la càrrega. Posem un exemple, si tenim 4 vies de 350 Mbps que formen un enllaç lògic de 1400 Mbps (350 Mbps x 4 vies) i en realitat està passant només 1 Gbps, en el cas de fallar un dels 4 MPTs el tràfic no es veuria afectat ja que tindrem 1050 Mbps que es repartiran entre els altres 3 MPTs actius (1050 Mbps / 3 vies = 333.33 Mbps).

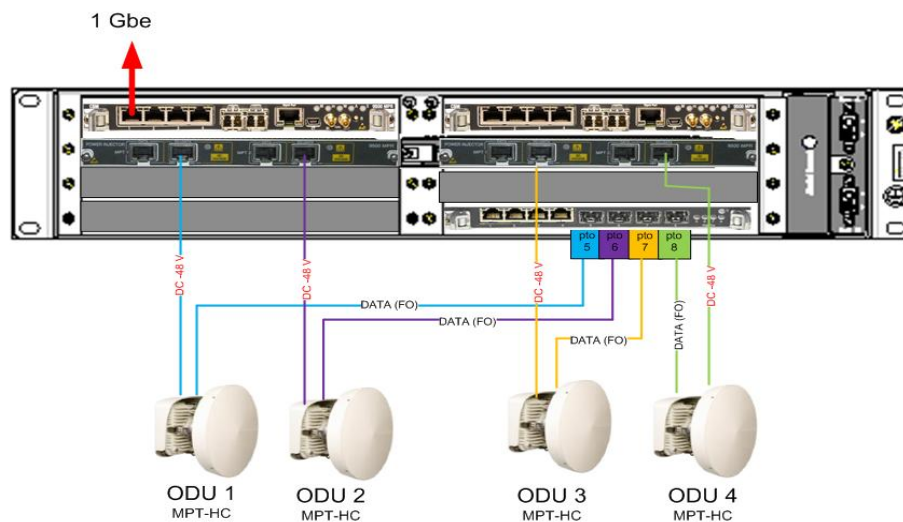


Figura 5. 28 Exemple de l'augment de capacitat d'un radioenllaç MPR

### 5.3.2.2. Dispositius d'interconnexió

Principalment hi ha dos dispositius d'interconnexió a la nostra xarxa:

- Router
- Switch

#### A. Router

En el *Backbone* hi ha cinc routers i estan configurats de la mateixa manera. Amb ells s'enruta tot el tràfic de la xarxa per dirigir-lo a la resta de centres emissors.

El router utilitzat és del fabricant *Cisco Systems* de la sèrie 7600, equips robustos i d'alt rendiment ja que són necessaris per poder treballar en temps real i per aconseguir un sobredimensionat de la xarxa. Així si en un futur hi ha un augment del tràfic el dimensionament que hi haurà serà suficient per poder assolir-ho sense haver de fer cap canvi a la xarxa.

Tots els equips d'aquesta sèrie estan preparats per suportar els serveis *IP triple-play*, amb el que suporten tant veu com vídeo i dades. També afegixen solucions de xarxa WAN (*Wide-Area Network*) i MAN (*Metropolitan-Area Network*).

Aquest tipus de router té diversos mòduls de seguretat oferint solucions *Ipsec*, de *firewall* i *IDS/IPS* (*Intrusion Detection System/Intrusion Prevention System*).

Concretament aquests equips són del model *Cisco System 7606*. Té una capacitat de commutació de 480 Gbps i cada *slot* pot oferir fins a 40 Gbps. Disposa d'un total de 6 *slots* on podem posar targetes amb ports d'accés 10/100 Mbps, Gigabit *Ethernet* i 10 Gigabit *Ethernet*.

S'alimenta entre -48 V i -60 V DC perquè pugui seguir funcionant quan no hi hagi subministrament elèctric de la companyia elèctrica mitjançant bateries i puguem continuar tenint la gestió de l'estació.

Així doncs el *router*, tal i com podem veure a la Figura 5.29, podria disposar de:

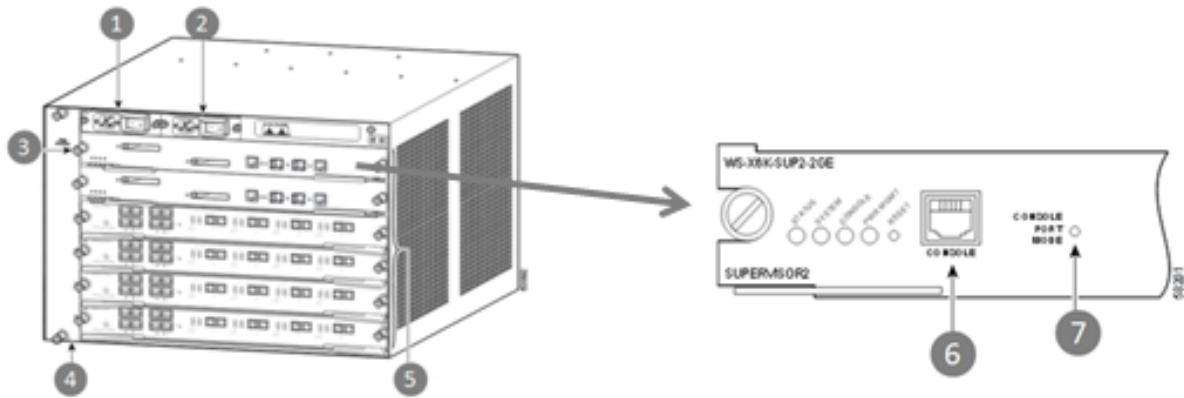


Figura 5. 29 Router Cisco 7606

- 1) Connector d'alimentació de DC.
- 2) Connector redundat d'alimentació de DC.
- 3) Slot de supervisió.
- 4) Ventilador.
- 5) 6 slots on poden haver targetes amb ports d'accés 10/100 Mbps, Gigabit Ethernet Base-T, 10 Gigabit Ethernet Base-T o mòduls òptic OSMs (Optical Services Modules).
- 6) Port Ethernet 10/100 Base-T de consola RJ-45 per connectar-nos via web de forma local o remotament.
- 7) Botó mode port Consola.

Cal destacar que aquests equips són essencials en el mètode de transport IP anomenat *Multicast* que hem comentat anteriorment.

El funcionament del mètode *Multicast* és el següent:

- L'emissor, que correspon a un codificador D9435 explicat en el capítol 5.3.2.3 A, envia un únic paquet des de la direcció *Unicast* (comunicació un a un) de l'emissor cap a la direcció *Multicast*. Aquesta adreça IP representa a un grup d'equips receptors i no pas a un equip receptor individual. A l'estàndard RFC-3171 de la IETF es defineix que el rang d'adreces IP *Multicast* (també anomenat *Classe D*) serà el que va de la 224.0.0.0 a la 239.255.255.255.
- El *router* és l'encarregat de fer còpies de la informació i enviar-les a tots els receptors que hagin informat, mitjançant uns missatges de control amb protocol IGMP (*Internet Group Management Protocol* –explicat detalladament a l'Annex 4), que estan interessats en rebre-la. També reclamarà periòdicament que els *hosts* es presentin per tal de mantenir el grup. Si un grup no té cap membre, els *routers* sol·licitaran que la font pari de transmetre.
- Els equips font enviaran la informació a un grup però no coneixeran els receptors i no hauran de formar part del grup per enviar aquesta informació. Els receptors s'afegiran als grups però mai coneixeran les fonts.

A la nostra xarxa els *routers* treballaran amb el protocol PIM-SM (*Protocol Independent Multicast Sparse Mode*). Aquest protocol –explicat amb detall a l'Annex 6– l'utilitzen els equips que treballen a capa 3 per redirigir el tràfic *Multicast* i es configura a cada port del *router* per on passi aquest tipus de tràfic.

## B. Switch

A cadascun dels centres secundaris i perifèrics hi ha un *switch* de la marca *Cisco Systems* del model *ME 3400-24TS DC*. Aquests equips reben els circuits *IP* de la *TDT* i d'altra banda també el farem servir per portar la gestió dels serveis i equips de les estacions.

Aquest *switch* s'alimenta entre  $-36\text{ V}$  i  $-72\text{ V DC}$  perquè quan no hi hagi subministrament elèctric de la companyia elèctrica funcioni amb bateries i seguim tenint la gestió de l'estació.

El *switch*, tal i com podem veure a la Figura 5.30, disposa de:

- Part frontal:
  -



Figura 5. 30 Part frontal d'un *switch* Cisco 3400

- 1) Connector d'alimentació de *DC*.
- 2) Sistema *LED*.
- 3) Port *Ethernet* 10/100 *Base-T* de consola *RJ-45* per connectar-nos via *web* de forma local o remotament.
- 4) 24 ports *Fast Ethernet* 10/100 *Base-T*.
- 5) 2 ports *Gigabit Ethernet* *Base-T*.
- 6) Connector de terra.
- 7) Cable de bloqueig.

- Part posterior:

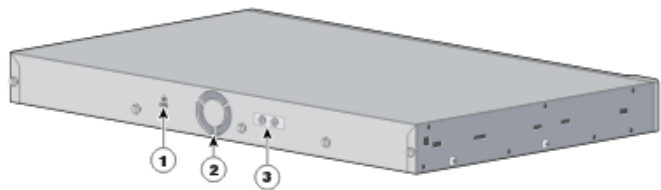


Figura 5. 31 Part posterior d'un *switch* Cisco 3400

- 1) Cable de bloqueig.
- 2) Ventilador.
- 3) Connector de terra.

Aquest tipus de *switch* té una capacitat d'emmagatzemar fins a 8000 direccions *MAC*, 5000 rutes *Unicast* i 1000 grups entre *IGMP* i rutes *Multicast*. Té 128 Mb de memòria *DRAM* i 32 Mb de memòria *Flash*.

Posseeix un tamany de *MTU* (*Maximum Transmission Unit*) configurable de fins a 1998 bytes per ports *Fast Ethernet* i 9000 bytes per ports *Gigabit Ethernet*.

A més a més té 3 possibles sistemes operatius d'interconnexió de xarxes *IOS* de *Cisco* anomenats *MetroBase*, *MetroAccess* i *MetroIPAccess*.



Els *switches* de la nostra xarxa utilitzen el protocol *IGMP Snooping* –explicat de forma detallada a l'Annex 5– el qual permet als equips que treballen a capa 2:

- Escoltar les comunicacions *IGMP* que circulen per la xarxa.
- Crear una taula de commutació per cada grup *Multicast*.

### 5.3.2.3. Codificadors

En tenir una xarxa *IP*, com ja s'ha comentat anteriorment, en ocasions s'haurà de convertir el senyal *ASI* a *IP* i en d'altres s'haurà de passar de senyal *IP* a *ASI*. Els equips encarregats d'aquestes conversions són els codificadors *D9435* i els descodificadors *D9402*. Tots dos equips són del fabricant *Scientific Atlanta*, marca que pertany a *Cisco Systems*. Aquest fet és important ja que s'eviten problemes d'incompatibilitats amb la resta d'equips *IP* utilitzats a la xarxa.

#### A. Coder *D9435*

Aquest equips són generadors de *Multicast* i estaran als centres nodals i a les capçaleres per poder convertir el senyal que arriba d'*ASI* a *IP* i així poder-lo distribuir per la xarxa de transport.

Disposen d'un port *Ethernet 10/100 Base-T* de consola *RJ-45* per tal de gestionar-lo en local o remotament, d'una interfície *RS-232* per connectar-se en local a l'equip, de quatre entrades *ASI* (cada una provinent de serveis diferents) i d'una única sortida *Gigabit Ethernet Base-T*:

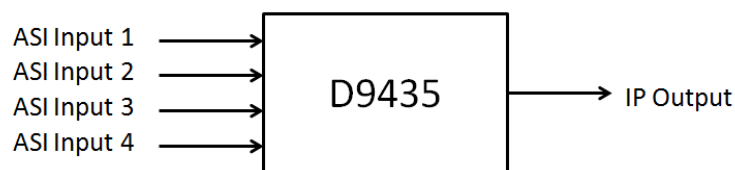


Figura 5. 32 Codificador *D9435*

Un cop convertit el senyal a *IP*, el *D9435* l'entregarà al *router* i aquest últim el distribuirà a qui li faci una petició *Multicast*.

Aquests *D9435* poden convertir fins a quatre senyals i per tant sortiran quatre *Multicast* diferents amb la seva adreça *IP* corresponent.

#### B. Decoder *D9402*

La finalitat d'aquest equip és passar el tràfic *IP* a una trama *ASI* per així poder-la introduir a l'emissora. El *D9402* envia contínuament peticions periòdiques de la *Multicast* configurada i d'aquesta manera rep la informació que li envia el *router 7600*, on hi han les *Multicast* generades pel *D9435*.



Figura 5. 33 Descodificador *D9402*

Aquest equip consta d'un port *Ethernet 10/100 Base-T* de consola *RJ-45* per gestionar-lo remotament o en local, d'una interfície *RS-232* per connectar-nos en local, d'una entrada *Gigabit Ethernet Base-T* i de dues sortides *ASI* (cadascuna d'un servei de *TDT* diferent).

### 5.3.3. Transport ASI

El transport *ASI* es fa per radioenllaços d'alta capacitat principalment perquè cada emissió de *TDT* ocupa un circuit de 34 Mbps i per tant necessitem molt d'espai. Aquests enllaços sols estaran entre els centres nodals i seran el *backup* del nostre *Backbone*.

#### 5.3.3.1. Radioenllaços d'alta capacitat

Els radioenllaços d'alta capacitat utilitzen el protocol *SDH*, explicat a l'Annex 2 de forma detallada. No tenen ni *IDU* ni *ODU* sinó que tot l'equip està a l'estació i el senyal de *RF* surt per una guia d'ona fins la paràbola.

Les targetes que componen una ràdio d'alta capacitat en grans blocs són:

- Modulador / demodulador
- Targetes d'entrada *STM-1*
- Una controladora
- Un transmissor
- Un receptor
- Una targeta de sincronisme

Aquest equip únicament accepten una entrada *STM-1* i per tant necessitem un altre equip que pugui tenir diferents entrades i multiplexi tot el tràfic en una única trama de *STM-1*. Aquest equip s'anomena *ADM (Add and Drop Multiplexer)*.

Per tal d'evitar al màxim els talls de servei produïts per fenòmens meteorològics s'utilitzen diverses configuracions entre el receptor (*Rx*) i el transmissor (*Tx*) de reserva i els de la resta de canals. Amb la diversitat de freqüències es transmet la mateixa informació simultàniament per dos canals (amb dos freqüències diferents). Amb això s'aconseguirà que, com que la pluja afecta de manera diferent a cada freqüència, el servei no es vegi afectat ja que un canal es podrà estar tallant i l'altre no.

Per reduir l'efecte de la pluja també es pot canviar la configuració de tal manera que dos radioenllaços operin a la mateixa freqüència però amb diferents polaritzacions, posant un amb polarització vertical i l'altre amb polarització horitzontal.

A diferència dels radioenllaços de baixa i mitja capacitat, la freqüència de transmissió ( $f_{Tx}$ ) i de recepció ( $f_{Rx}$ ) a cadascun dels canals és diferent, és a dir:

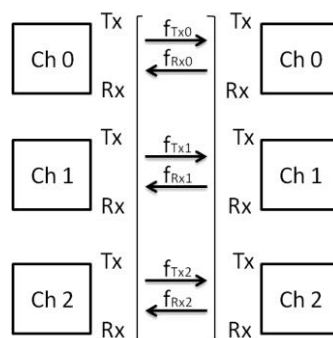


Figura 5. 34 Diagrama de blocs d'un radioenllaç d'alta capacitat

Un *Tx* d'un canal mai s'entendrà amb un *Rx* d'un altre canal diferent. Així que sempre s'haurà de commutar des del *Rx* i quan això es faci també es commutarà el *Tx* de l'extrem oposat, deixant lliures el *Rx* i *Tx* de reserva en l'altre sentit del mateix canal.

Un ADM multiplexa les diferents entrades i treu un senyal de 155 Mbps (*STM-1*, també anomenat agregat). Finalment els *STM-1* de cada canal es transmeten a l'altre extrem de la ràdio.

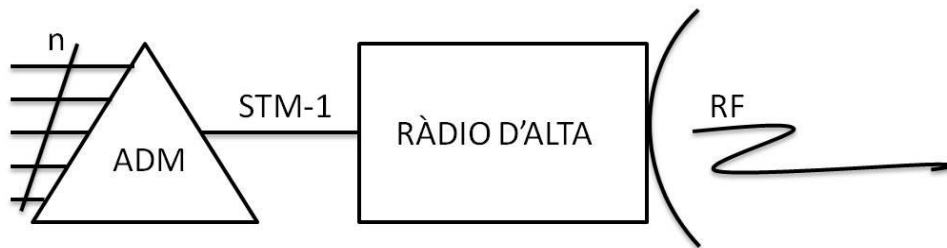


Figura 5. 35 Radioenllaç d'alta capacitat

Com hem comentat anteriorment, avui en dia l'evolució és cap a radioenllaços *IP (switch + ràdio)* que fan d'*ADM + ràdio d'alta*, ja que van connectats directament a un *switch Gigabit* i poden estar redundats per *software*.

Hi ha un gran nombre de fabricants de radioenllaços depenent de si són de baixa, mitja o alta capacitat, però els més importants són *Alcatel, Ericsson* i *Marconi*.

Suposarem que la nostra xarxa està formada per radioenllaços de la marca *Alcatel* però podrien ser de qualsevol altre fabricant.

### 5.3.3.2. Equipament

Per fer possible la correcta distribució del senyal *ASI* als diferents centres troncal i la posterior difusió als diferents centres secundaris o perifèrics en prenen part els equips següents:

- *AXIS ATM Adapter*
- Commutadors automàtics

#### A. *AXIS ATM Adapter*

Aquest equip és un adaptador de xarxa del fabricant *Scientific Atlanta*. En el nostre cas l'utilitzarem per convertir un senyal *ASI* a *E3* (34 Mbps) o un senyal *E3* a *ASI* perquè pugui ser transportat per la nostra xarxa.

Permet tenir com a tributaris senyals *ASI, Ethernet* i 8 *E1s* (2048 kbps). Té la particularitat de ser capaç d'encapsular en *ATM* –tecnologia explicada de forma detallada a l'Annex 3– i, amb adaptadors de xarxa *ATM* de sortida i d'entrada, permet interfícies *STM-1* (155.520 Mbps/òptica) o *E3* (elèctrica).

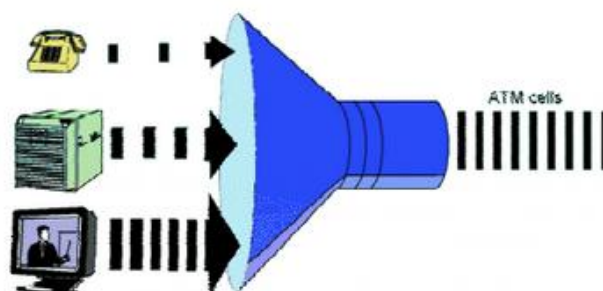


Figura 5. 36 Entrades i sortides d'un *AXIS ATM Adapter*

Aquest equip s'alimenta amb una bateria de -48 V DC i, com es mostra a la Figura 5.37, el panell frontal de l'adaptador *ATM AXIS* consta de diferents *LEDs* indicadors:

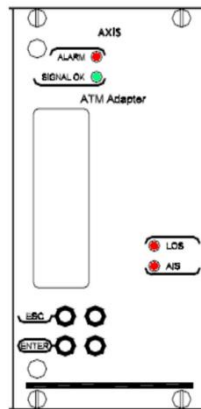


Figura 5. 37 Panell frontal d'un *AXIS ATM Adapter*

- *ALARM*: s'activa si hi ha una alarma a l'equip.
- *SIGNAL OK*: s'activa si el senyal rebut és correcte, està sincronitzat i les cel·les *ATM* estan correctament delimitades.
- *LOS*: s'activa si el nivell del senyal *STM-1* o *E3* rebut és molt baix o no hi ha senyal.
- *AIS*: s'activa si es rep una *AIS* (*Alarm Indication Signal*) com a senyal d'entrada *STM-1* o *E3*.

En el nostre cas cada cofre *AXIS* conté diferents mòduls, els quals els explicarem a continuació:

- Mòdul *Adaptador ATM AXIS 34 Mbps (E3)*.
- Mòdul *Adaptador ATM ASI d'entrada*.
- Mòdul *Adaptador ATM ASI de sortida*.
- Mòdul *Ethernet*.



Figura 5. 38 *AXIS ATM Adapter*

### A.1. Mòdul Adaptador ATM AXIS 34 Mbps (E3)

Aquest mòdul és un adaptador de xarxa *ATM* amb una sortida *E3*. És un dels mòduls de la part del darrere de l'*ATM AXIS* i sempre va a la part esquerra dels dos *slots* que ocupa l'equip.

Com podem veure a la següent Figura 5.39, aquesta targeta té 4 connectors *BNC*:

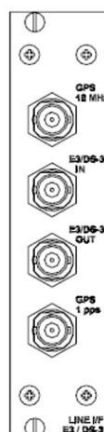


Figura 5. 39 Mòdul *Adaptador ATM AXIS E3*

- Entrada de referència *GPS* de 10 MHz.
- Entrada *E3*.
- Sortida *E3*.
- Entrada de referència *GPS* 1 pps.

## A.2. Mòdul Adaptador ATM ASI d'entrada

Aquest mòdul és un adaptador de xarxa *ATM* de senyal *ASI* d'entrada. Disposa de 2 canals, cadascun d'ells té un connector *BNC* d'entrada *ASI* i un altre connector de bucle de sortida, el qual permet veure el senyal *ASI* que entra a l'equip per així detectar o solucionar una possible avaria.

A la part davantera, com podem veure a la Figura 5.40, consta de 2 *LEDs* indicadors d'alarmes, un per cada canal, que ens indiquen si no hi ha senyal d'entrada, si la trama *TS* no està sincronitzada o si la velocitat d'entrada de la trama *TS* és massa alta.

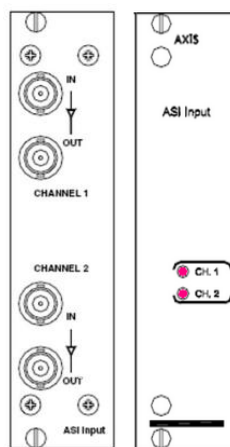


Figura 5. 40 Part posterior i frontal del Mòdul Adaptador ATM ASI d'entrada

## A.3. Mòdul Adaptador ATM ASI de sortida

Aquest mòdul és molt semblant a l'anterior. En aquest cas és un adaptador de xarxa *ATM* de senyal *ASI* de sortida. Consta de 2 canals i cadascun d'ells té 2 connectors *BNCs* de sortida *ASI*.

A la part frontal, com podem veure a la Figura 5.41, disposa de 2 *LEDs* indicadors d'alarmes, un per cada canal, que ens indiquen que les dades *TS* no es poden recuperar, ja sigui per format erroni, cel·les perdudes o un error en el reensamblatge de les dades.

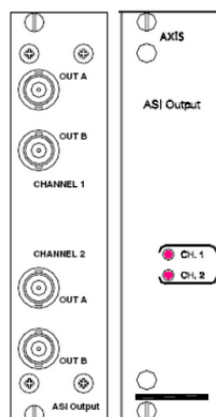


Figura 5. 41 Part posterior i frontal del Mòdul Adaptador ATM ASI de sortida

#### A.4. Mòdul Ethernet

Aquesta targeta permet tant la connexió amb la nostra xarxa de gestió com el control local de l'equip mitjançant un *PC*.

És un dels mòduls de la part posterior de l'*ATM AXIS* i sempre va a la dreta dels dos *slots* que ocupa l'equip.

Com podem veure a la Figura 5.42, aquesta targeta té 2 connectors *RJ-45 10 Base-T*. L'interfície 1 està destinada al control i a la gestió local i remota de les unitats de l'*AXIS ATM Adapter*. L'interfície 2 està destinada principalment a l'intercanvi de dades entre els mòduls del cofre *AXIS*. A cadascun d'aquests connectors *RJ-45* hi ha dos *LEDs* indicadors de tràfic.



Figura 5.42 Mòdul Ethernet d'un *AXIS ATM Adapter*

### B. Commutadors automàtics

A la nostra xarxa s'utilitzen commutadors automàtics de dos fabricants diferents:

- *Albalá*
- *REDUS MKII*

Són equips selectors de senyals *DVB-ASI* o *E3* (34 Mbps) segons la presència de senyal a les entrades, la recepció d'un sincronisme de trama i l'estat de les entrades del connector *GPI* conforme a un criteri de prioritats.

#### B.1. Albalá

Utilitzarem varis tipus de commutadors automàtics del fabricant *Albalá* depenent del tipus de senyal que vulguem seleccionar. Aquests equips són unes targetes que s'allotgen dintre d'un cofre *UR3000* que pot contenir fins a 10 mòduls. Nosaltres utilitzarem 3 tipus de targetes diferents: *SSW3000*, *DSW3000* i *TLE3001C01*.

##### B.1.1. Targeta Albalá SSW3000

El commutador automàtic *SSW3000* és un selector de senyals *DVB-ASI*. Cadascun d'aquests mòduls consta de 3 entrades denominades: principal (*Main*), reserva (*Reserve*) i auxiliar (*Auxiliar*).

Aquest equip disposa de 3 modes de treball. Aquestes seleccions de senyals d'entrada es produiran quan el senyal escollit falli. L'estat de fallada es produeix quan no hi ha suficient nivell de senyal a l'entrada, quan el sincronisme de la trama que es rep no és el correcte o quan l'entrada de fallada del connector *GPI* es troba a massa.

La característica més important d'aquesta targeta és que en el mode *DVB-T* permet commutar de senyal en mode *seamless*. Això significa que quan es produeixi qualsevol commutació de senyal no es provocarà cap tall de servei. Segons el mode en que treballi l'equip s'escollirà un o un altre senyal d'entrada.

Els modes de funcionament són:

- Automàtic: s'estableix un sistema de prioritats en el qual l'entrada principal és la de major prioritat, després ve la reserva i l'entrada auxiliar és la de menor prioritat. L'equip seleccionarà en cada moment l'entrada de major prioritat que no es trobi en estat de fallada.
- Semiautomàtic: aquest mode minimitza les commutacions. Únicament commutarà si l'entrada que té seleccionada falla i alguna de les altres dues no. L'entrada principal és la de major prioritat, després la de reserva i finalment la de menor prioritat és l'auxiliar.
- Manual: en aquest mode el senyal d'entrada és el seleccionat per l'usuari i no es produirà cap commutació tot i que es produeixi alguna fallada en el senyal d'entrada escollit.

La Figura 5.43 correspon al panell frontal de l'equip, i com podem veure consta de:

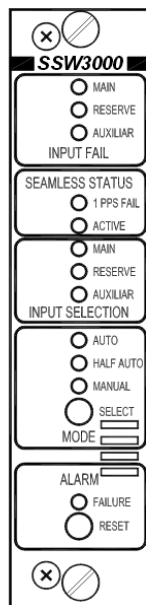


Figura 5. 43 Panell frontal d'una targeta Albalá SSW3000

- 12 LEDs indicadors d'alarmes:
  - *INPUT FAIL*: indicadors de fallada del senyal d'entrada.
  - *SEAMLESS STATUS*: indicador del mode de commutació *seamless* per senyals *DVB-T*.
  - *INPUT SELECTION*: indicadors del senyal seleccionat.
  - *MODE*: indicadors del mode de funcionament (*FULL AUTO/ HALF AUTO/ MANUAL*)

- *ALARM*: indicador d'alarma que s'il·luminarà quan el mòdul realitzi algun tipus de canvi en la selecció de la font que està seleccionada.
- 2 polsadors:
  - *SELECT*: si es fa una pulsació llarga serveix per seleccionar el mode de funcionament en local. Si s'està en mode *Manual* i es fa una breu pulsació permet seleccionar el senyal d'entrada.
  - *RESET*: per fer un *reset* a l'equip en local.

A la Figura 5.44 podem veure que la part posterior del mòdul *SSW3000* disposa de:

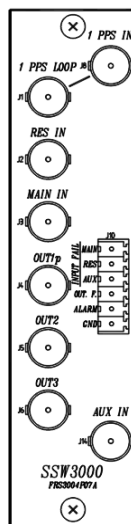


Figura 5. 44 Panell posterior d'una targeta Albalá SSW3000

- 8 connectors *BNC* corresponents a les diferents entrades (*IN*) i sortides (*OUT*) de senyal *DVB-ASI*.
- Connector de 6 potes corresponent a les interfícies *GPI* encarregat d'indicar si hi ha algun tipus de fallada.

A més a més existeix la possibilitat de control i supervisió remota de l'equip a través d'una targeta de comunicacions *TLE3001C01* situada en el mateix xassís.

### B.1.2. Targeta Albalá DSW3000

El commutador automàtic *DSW3000* és un selector de fonts de vídeo digital *DVB-ASI* o trames digitals *G703* (2.048 kbps, 34 Mbps o 155,52 Mbps) que, com el mòdul *SSW3000* descrit a l'apartat anterior, actua segons la presència de senyal de vídeo a les entrades i de l'estat de les entrades del connector *GPI*.

A diferència de la targeta *SSW3000* aquest equip no treballa en mode *seamless*, així que quan es produeixi una commutació es produirà un microtall de servei. Per contra té l'avantatge de que permet seleccionar senyals d'entrada de 34 Mbps, no només de *DVB-ASI*.

El funcionament és exactament el mateix que el del mòdul *SSW3000* i també es podrà controlar i supervisar remotament a través de la targeta de comunicacions *TLE3001C01*.

Com podem veure a la Figura 5.45, l'equip disposa de 9 *LEDs* indicadors d'alarmes i 2 polsadors al panell frontal; i 6 connectors *BNC* corresponents a les diferents entrades (*IN*) i sortides (*OUT*) de senyal al panell posterior, que recorden a la targeta *SSW3000*.



L'única diferència és que no hi ha cap *LED* indicador del mode manual sinó que l'indicatiu d'aquest mode és que tant el *LED* de *FULL AUTO* com el de *HALF AUTO* han d'estar apagats. També podem observar que desapareixen els *LEDs* indicadors de senyal de *seamless*, ja que aquest mòdul no disposa d'aquesta opció.

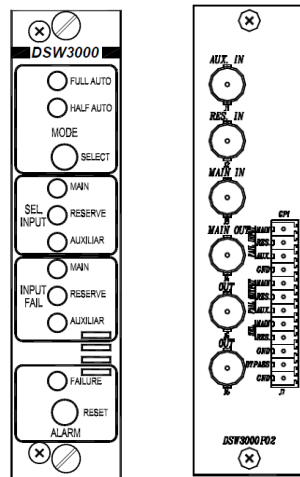


Figura 5. 45 Panell frontal i posterior d'una targeta Albalá DSW3000

### B.1.3. Targeta Albalá TLE3001C01

Aquesta targeta *TLE3001C01* és un mòdul controlador de comunicacions de la família d'equips Albalá *TL3000* dissenyada per controlar i gestionar, a través d'un port sèrie *RS-232* o *RS-485* o d'una xarxa *Ethernet* d'àrea local, tots els mòduls que es trobin als cofres *UR3000*. Així doncs la seva funció principal és fer de pont entre una interfície *Ethernet* 10/100 i/o un port sèrie estàndard *RS-232* o *RS-485*, i el bus intern del xassís. Podrà haver fins a 2 targetes *TLE3001C01* en un mateix cofre.

A més a més aquest equip disposa de 4 entrades d'alarmes optoacoplades i 4 sortides per tancament de contactes a massa on el seu estat es pot controlar des d'un *PC*.

A continuació, a la Figura 5.46 podem observar la part frontal de l'equip i els seus elements:



Figura 5. 46 Panell frontal d'una targeta Albalá TLE3001C01

- 14 *LEDs* indicadors:
  - *ETHERNET*:
    - *LINK/ACT*: indicador de connexió a la xarxa local.
    - *100 M*: indicador de velocitat de comunicació de la xarxa.

- *RED ACT*: indicador de quina targeta *TLE3001C01* està funcionant.
- *PROC. BUS*:
  - *RXD*: s'encén quan l'ordinador connectat a la targeta de control envia dades al microcontrolador.
  - *TXD*: s'encén quan el microcontrolador envia dades a l'ordinador integrat a la targeta de control.
  - *ACTIVE*: indicador de que l'ordinador i el microcontrolador no es comuniquen entre ells.
- *EIA-RS232/RS485*: indicadors del moment en que el mòdul de control rep o transmet una dada pel port sèrie.
- *INT. BUS*: indicadors del moment en que el mòdul de control rep o transmet una dada pel *BUS SPI*.

La Figura 5.47 correspon al panell posterior de l'equip i com podem veure consta de:

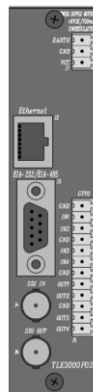


Figura 5. 47 Panell posterior d'una targeta *Albalá TLE3001C01*

- *POWER SUPPLY OUTPUT*: connector que proporciona una sortida de tensió contínua de +6 V sense regular referida a la massa del xassís.
- *Ethernet*: connector que permet la connexió del mòdul a una xarxa d'àrea local *Ethernet*.
- *RS-232/RS-485*: és un port sèrie que permet, mitjançant un *PC*, telecontrolar els mòduls que estan inserits al xassís.
- 4 entrades *GPI* i 4 sortides *GPO* encarregats d'indicar si hi ha algun tipus de fallada.

## B.2. REDUS MKII

Com el *SSW3000* que hem explicat anteriorment, el *REDUS MKII* també és un selector de senyals *DVB-ASI* però sense *seamless*. En aquest cas és del fabricant *Cisco Systems*. A més a més fa funcions de distribuïdor ja que disposa de 4 sortides i permet la selecció d'entre 2 senyals d'entrada.

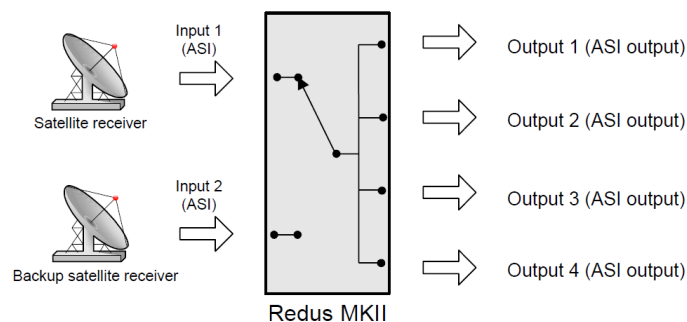


Figura 5. 48 Diagrama d'entrades i sortides d'un *REDUS MKII*

Té 2 modes de funcionament i treballen de la mateixa manera que el SSW3000:

- Automàtic
- Manual

Conté un display on mostra la informació de l'estat de les entrades, quin és el senyal d'entrada seleccionat, mode de funcionament (automàtic o forçat) i les alarmes actuals de l'equip.



Figura 5. 49 REDUS MKII

A més a més disposa d'un connector del tipus RS-485 pel control i la supervisió remota de l'equip.



## 6. Difusió

Els centres emissors s'encarreguen de la difusió del senyal a les cases dels telespectadors. Per tal d'aconseguir-ho és el transmissor el que agafa el senyal de la xarxa de transport i l'envia cap a un multiplexor. Aquest també acceptarà altres senyals d'altres transmissors i, una vegada estiguin multiplexats tots els senyals, es redirigiran cap al sistema radiant, que és l'encarregat de fer la difusió del senyal de TDT a la població corresponent.

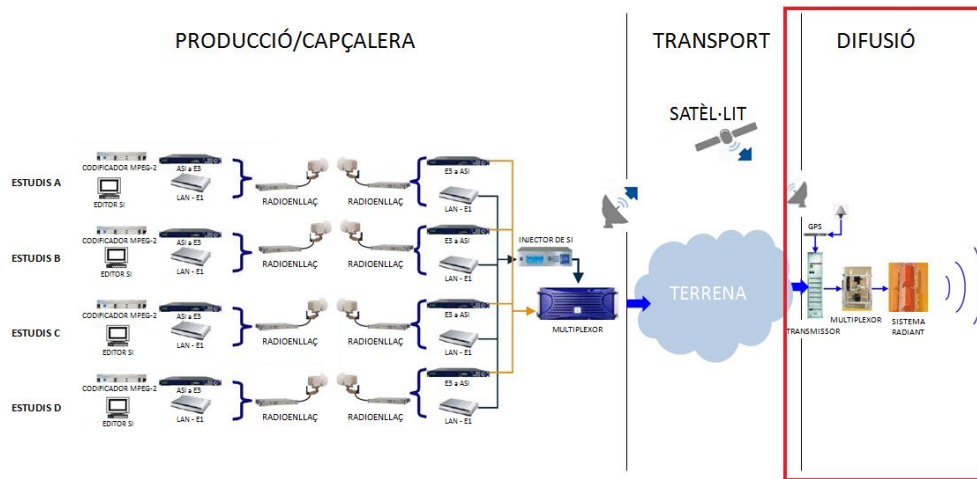


Figura 6. 1 La difusió del senyal dins d'una xarxa de TDT

Això s'aconsegueix mitjançant una xarxa de difusió amb dos possibles arquitectures, *SFN* i *MFN* –que explicarem als apartats 6.1 i 6.2 respectivament– i amb una modulació *COFDM*.

Finalment, a través de l'antena i la xarxa de distribució del senyal, el telespectador podrà veure la TDT a casa seva.

El motiu perquè s'utilitza la modulació *COFDM* a l'estàndard *DVB-T* és degut a que, com el seu nom indica, correspon a una *Coded Orthogonal Frequency Division Multiplexing* i ho veurem a continuació.

Quan es rep un senyal directe més un rebot hi ha variacions entre la fase i l'amplitud del senyal rebut i del senyal transmès, amb lo qual es provoquen dobles imatges, també conegudes com a imatges fantasma. Aquests efectes en comunicacions es tradueixen com a *Interferència Intersimbòlica (ISI)* i provoquen una destrucció d'informació.

Posem un exemple, imaginem que enviem un senyal modulad digitalment amb uns símbols consecutius, cadascun de longitud  $M$  bits, d'una duració de  $T$  i que es propaga al llarg de diferents camins. El senyal arriba al receptor de tres maneres diferents: una de forma directa i les altres per rebots amb uns retards (*Delay Spread*) de  $1T$  i de  $2T$  respectivament. Aquests retards provocaran que al receptor, durant el període de desmodulació on tots aquests components se sumen, estigui present el símbol  $S3$  i simultàniament els símbols  $S2$  i  $S1$  dels rebots, com es mostra a la Figura 6.2. Aquesta serà la interferència entre símbols *ISI*.

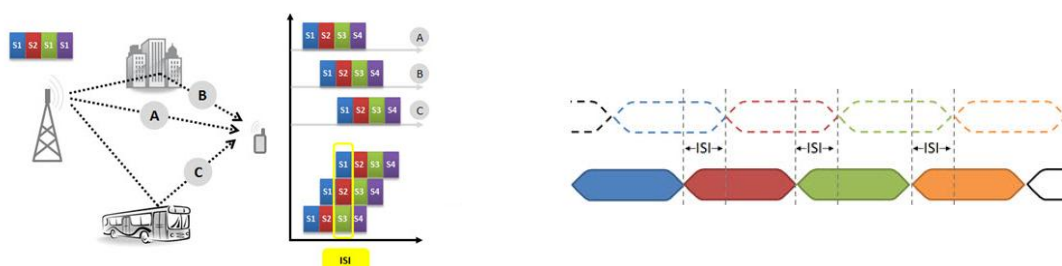


Figura 6. 2 Exemple d'Interferència Intersimbòlica (ISI)

És per això que, tot i que el retard sigui menor a la duració d'un símbol, es mantindrà en major o menor grau la *Interferència Intersimbòlica* degut a la presència del símbol previ.

Així doncs, la solució per evitar aquesta interferència serà utilitzar un interval de guarda que permeti que els símbols no se solapin. Perquè l'interval de guarda sigui l'adequat es considera que ha de ser superior al temps que triga el senyal en recórrer la distància entre els transmissors. Però si dediquem molt de temps del símbol a l'interval de guarda la capacitat de cada portadora serà molt reduïda. La solució a aquest problema és utilitzar una modulació multiportadora: *Frequency Division Multiplexing (FDM)*.

A l'estàndard *DVB-T* s'utilitzen dos esquemes de modulació, un amb 2048 portadores (2K) i l'altre amb 8192 portadores (8K). Perquè l'interval de guarda sigui òptim, existeix una relació entre la modulació i la longitud de símbol:

Duració Interval de Guarda		
Relació Interval de Guarda $\Delta/T_u$	Mode 2K	Mode 8K
	<i>T útil símbol=224 <math>\mu</math>s</i> <i>Núm. portadores: 1705</i> <i>Separació portadores: 4464 Hz</i>	<i>T útil símbol=896 <math>\mu</math>s</i> <i>Núm. portadores: 6817</i> <i>Separació portadores: 1116 Hz</i>
1/4	56 $\mu$ s	224 $\mu$ s
1/8	28 $\mu$ s	112 $\mu$ s
1/16	14 $\mu$ s	56 $\mu$ s

Figura 6. 3 Interval de guarda òptim segons la modulació i la longitud de símbol

També s'ha d'evitar que el valor d'una portadora afecti a la resta de les portadores existents: *Interferència entre Portadores (ICI)*. Això se soluciona fent que hi hagi ortogonalitat entre portadores i consisteix en que una portadora tingui nuls on hi ha el màxim de les altres.

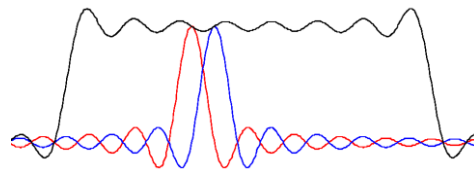


Figura 6. 4 Ortogonalitat entre portadores

Com que el senyal *COFDM* és de banda ampla, els esvaïments (produïts quan es rep el mateix senyal en contrafase) no estan en tot el senyal, només hi seran presents en alguna freqüència. I si a més afegim codis de redundància cíclica *CRC* aconseguirem que tot i perdre algunes portadores puguem recuperar la totalitat del senyal.

Per tal de generar moltes portadores molt juntes entre elles es fa servir la *IFFT (Inverse Fast Fourier Transform)*, algoritme que permet calcular de forma ràpida la *IDFT (Inverse Discrete Fourier Transform)*, ja que per realitzar la *IDFT* de  $N$  coeficients calen  $N^2$  càlculs, i en canvi utilitzant la *IFFT* només es necessiten  $2N$  càlculs.

Per aconseguir la modulació *OFDM* les dades d'entrada s'han de mapejar en símbols *OFDM*, amb la qual cosa modularan a cada una de les subportadores individuals. A l'estàndard *DVB-T* les constel·lacions que s'utilitzen són la 4 *QAM*, la 16 *QAM* i la 64 *QAM*.

Actualment a Espanya, amb l'actual *Pla Tècnic Nacional de TDT*, s'utilitza la banda de freqüències *UHF* (470-862 MHz) amb 8 MHz d'ample de banda, un mode de treball de 8K (amb un total de 6817 portadores), una modulació 64 *QAM*, un interval de guarda de ¼ de longitud

de símbol i un *FEC* de  $\frac{2}{3}$  (2 bits útils + 1 de redundància). Amb aquests paràmetres el *Bitrate* resultant és de 19.91 Mbps.

### 6.1. Xarxes SFN

Les xarxes *SFN* (*Single Frequency Network*) corresponen a xarxes de nivell autonòmic, provincial o local, on els diferents transmissors d'una àrea de cobertura radien el mateix senyal pel mateix canal de freqüències. Això pot provocar interferències ja que en els límits de cobertura un receptor agafarà el senyal dels diferents transmissors propers que emetin el mateix programa a la mateixa freqüència.

Per tal de solucionar aquest problema, a les capçaleres, un cop generada la trama *ASI*, el senyal entra en un adaptador *SFN* on se li afegeix una trama *MIP* (*Paquet d'Inicialització de la Megatrama*) que identifica el programa i garanteix la sincronització amb tots els centres emissors, ja que permet calcular el retard del senyal. Perquè tots els centres emissors estiguin sincronitzats, a cada un d'ells hi ha un *GPS* per obtenir senyals de sincronisme de 10 MHz i 1 pps. Per tant, un cop els arriba el senyal dins de l'interval de guarda corresponent, els moduladors seran capaços de calcular el retard dels senyals introduïts per la xarxa de transport i sincronitzar-los.

El desplegament d'aquest tipus de xarxes és molt senzill i s'aprofiten molt bé els recursos de l'espectre. Per contra no es podran realitzar desconexions –desconnexions territorials que fan alguns canals de *TDT*, com per exemple els informatius autonòmics– ja que el senyal ha de ser el mateix en tots els equips transmissors de l'àrea de cobertura.

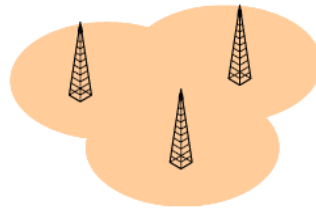


Figura 6. 5 Xarxes SFN

### 6.2. Xarxes MFN

Les xarxes *MFN* (*Multiple Frequency Network*) corresponen a xarxes de nivell nacional on els diferents transmissors d'una mateixa àrea de cobertura radien un mateix senyal a una freqüència diferent. Per tant als centres emissors no cal cap tipus de sincronització, cosa que fa que en el desplegament d'aquestes xarxes s'abarateixin els costos. A més, a diferència de les xarxes *SFN*, es podran realitzar desconexions ja que el senyal serà diferent a cada un dels transmissors d'una mateixa àrea. Així doncs, la raó més important per la qual alguns canals fan servir xarxes *MFN* és perquè a cada província es fan regionalitzacions i necessiten diversificar el contingut de *TDT* depenent de la zona a on s'està fent la difusió. Per contra caldran més recursos de freqüències.

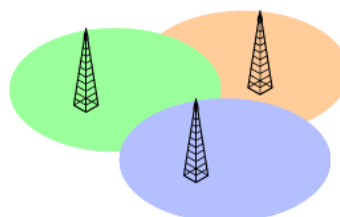


Figura 6. 6 Xarxes MFN

### 6.3. Equips d'una estació de TDT

L'equipament fonamental que hi ha als nostres centres emissors de TDT són les emissores de TDT, encarregades de la difusió dels serveis de televisió a la població. Nosaltres, segons la situació del centre, farem servir 2 tipus d'emissores:

- R&S (Rohde & Schwarz)
- Micro Mier

A continuació descriurem aquestes emissores de forma detallada.

#### A. R&S (Rohde & Schwarz)

Les emissores R&S són equips del fabricant *Rohde & Schwarz*, molt fiables i de llarga durada. En concret utilitzarem emissores de la família *NX8000* de R&S. Estan formades per diferents equips que fan possible la difusió del senyal:

- Transmissor *NV8200*
  - Excitador *SV800*
  - Unitat de control *NetCCU800*
  - Sistema d'amplificació

Aquest transmissor transmet un senyal de *DVB-T* segons la norma *ETSI ETS 300 744*. Les potències de sortida disponibles estan entre els 200 W i els 1,2 kW.

Per entendre millor el seu funcionament podem observar el seu diagrama de blocs a la següent Figura 6.7:

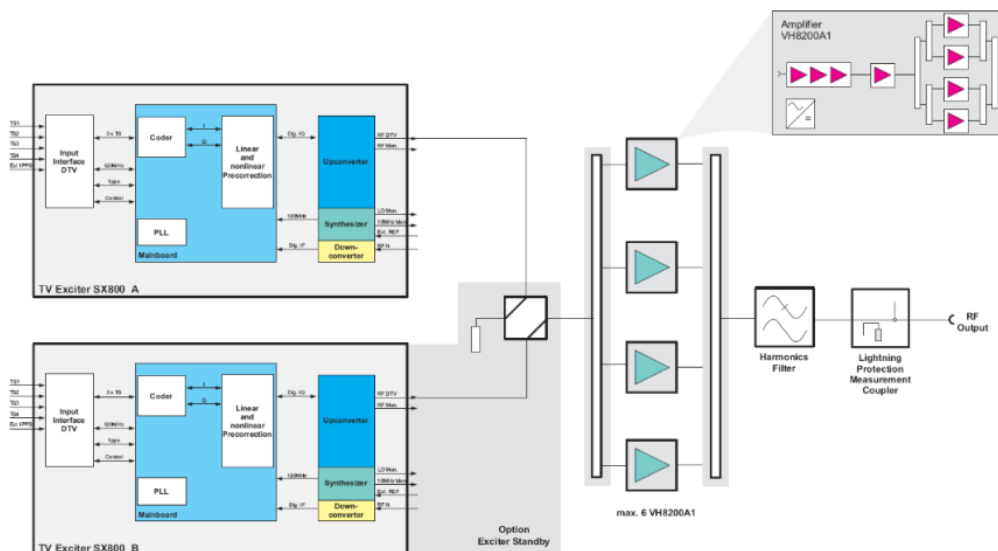


Figura 6. 7 Diagrama de blocs d'un transmissor R&S

El senyal ASI que prové de la nostra xarxa de transport entra als excitadors, tant al principal com al reserva, i aquests equips modulen el senyal a RF. Hi ha un commutador d'excitadors que, si detecta que falla l'equip principal, commutarà sobre el reserva. Aquest senyal de RF entra a uns amplificadors de senyal (de 1 a 6) els quals amplifiquen el senyal a la potència de sortida desitjada.

El senyal passa prèviament a la seva sortida per un filtre d'armònics (passa baix) per ser depurat i finalment es distribueix a tota la població.



A la Figura 6.8 podem veure la vista frontal i posterior del transmissor:



Figura 6. 8 Panell frontal i posterior d'un transmissor R&S

Tindrem un transmissor per a cada *Múltiplex* i disposarem d'un transmissor de reserva perquè si algun d'aquests equips principals falla no hi hagi afectació del servei, ja que commutarà sobre aquest. Aquesta configuració s'anomena *N+1*, on *N* són el número d'equips principals i l'1 correspon a una emissora de reserva. Amb això reduïrem al màxim l'afectació dels serveis.

### A.1. Excitador VS800

L'excitador modula el senyal de *DVB-T* a *RF* per les bandes *III*, *IV* i *V* i el pre-amplifica a la freqüència de canal.

A continuació podem veure el diagrama de blocs de l'excitador:

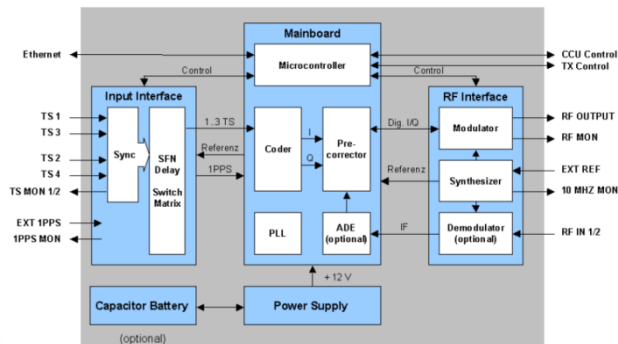


Figura 6. 9 Diagrama de blocs d'un excitador VS800 de R&S

Per tant aquest equip consta de:

- 2 interfícies d'entrada *ASI* i admet un senyal extern de referència de 1 *pps* i 10 MHz. Aquestes interfícies comproven la trama i extreuen la informació de sincronització. També mesuren el *Bitrate* i extreuen les dades de la *MIP* per a xarxes de freqüència única.
- 1 placa base. És el component central de l'excitador i conté diferents submòduls.
  - Microprocessador: controla i monitora tots els aspectes del seu funcionament. És l'encarregat de gestionar les comunicacions amb la resta de mòduls, així com amb la *NetCCU* i amb l'usuari a través del port *Ethernet* del panell frontal.
  - Codificador: genera el senyal *COFDM* en *Banda Base* a partir de la sortida del mòdul d'entrada.

- Pre-corrector: té les funcionalitats de pre-correcció lineal –resposta en freqüència i retard de grup– i pre-correcció no lineal –de fase i d'amplitud. Treballa en *Banda Base*.
- PLL del sistema: genera un rellotge de 120 MHz que sincronitza el funcionament de l'excitador.
- Interfície de RF: converteix el senyal de *Banda Base* a *Freqüència Intermitja* i després a la freqüència del canal.
  - Al modulador els senyals digitals *I* i *Q* es transformen en quadratura amb un oscil·lador de 2 GHz (*FI*). Després amb un segon modulador porta el senyal a la freqüència del canal.
  - El sintetitzador genera totes les freqüències necessàries a partir d'un oscil·lador de 120 MHz enganxat a un *OCXO* –oscil·lador controlat per temperatura– de 10 MHz.
- Font d'alimentació: admet tensions des de 100 V AC a 240 V AC. Aquesta font genera una tensió de 12 V DC per alimentar la placa base.
- 2 ventiladors: es troben a la part externa de l'excitador i extreuen l'aire calent del seu interior.

Tots aquests components van inserits dins d'*1U* (*Unitat de Rack*) d'altura i van alimentats amb una línia monofàsica de 220 V.

A la Figura 6.10 veiem que a la part frontal de l'equip hi ha 10 LEDs indicadors d'estat, un port *Ethernet* i 3 ports *BNC* de sortida pel monitorat del senyal de RF, del de RF àudio i del de freqüència de referència de 10 MHz:



Figura 6. 10 Panell frontal d'un excitador SV800 R&S

Com podem observar a la Figura 6.11, a la part posterior de l'excitador hi ha:

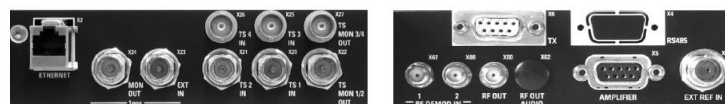


Figura 6. 11 Panell posterior d'un excitador SV800 R&S

Un port *Ethernet* per a la gestió remota o per a sistemes de redundància, 2 connectors *BNC* per a entrades *ASI* (*TS1* i *TS2*), 2 connectors *BNC* pel monitorat d'aquestes entrades, 2 connectors *BNC* d'entrada del senyal RF al demodulador, un connector *BNC* de sortida de senyal RF, 2 ports *RS-485* i un connector *BNC* de senyal d'entrada extern de referència. Les entrades *ASI TS3* i *TS4* són en mode jeràrquic i no s'utilitzen.

## A.2. Unitat de control NetCCU800

Aquest equip és una unitat de control central que serveix per monitorar, operar i controlar sistemes *N+1*, a més de permetre la gestió tant d'aquesta unitat com la de tots els components del sistema que tingui connectats.

Amb la configuració d'emissores *N+1* hi ha una unitat *NetCCU800* integrada addicional com a unitat de control de nivell més alt. Es comunicarà amb les unitats *NetCCU800* dels transmissors

$N+1$  mitjançant el port *Ethernet*. També disposa d'un panell de connexió del transmissor connectat a la unitat de commutació a través del *CAN bus* assignat a cada transmissor principal i al transmissor reserva. A través de la ruta de comunicació la *NetCCU800* podrà configurar i consultar configuracions de commutació.

Per exemple observem la Figura 6.12. Suposem que falla el *Transmissor C*. La *NetCCU800* detectarà la fallada d'aquest transmissor, aleshores el transmissor reserva agafarà el senyal d'entrada *C* i traurà el servei cap al sistema radiant. D'altra banda, el transmissor avariament passarà a estar sobre càrrega.

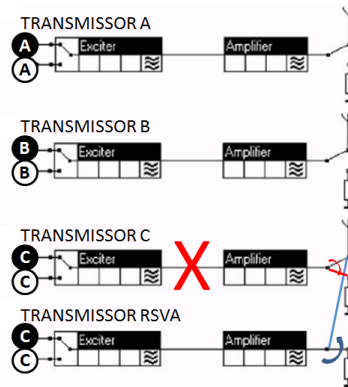


Figura 6. 12 Exemple del funcionament de les emissores *R&S* en configuració  $N+1$

A la Figura 6.13 que ve a continuació podem veure tant la part frontal com la part posterior de l'equip i els diferents connectors que té per permetre el monitorat, el control dels equips del *rack* i la commutació entre transmissors.



Figura 6. 13 Panell frontal i posterior d'una *NetCCU800*

### A.3. Sistema d'amplificació

Els amplificadors subministren 440 W de potència nominal de sortida per un senyal d'entrada d'entre -19 dBm i 0 dBm. A l'amplificador el senyal d'entrada es pre-amplifica i a través d'un *splitter* (equip divisor de *RF*) de 2 vies s'introdueix a 2 branques formades per 2 etapes amplificadores cadascuna que, al mateix temps, es combinen a la sortida en un combinador de sortida de 2 vies.

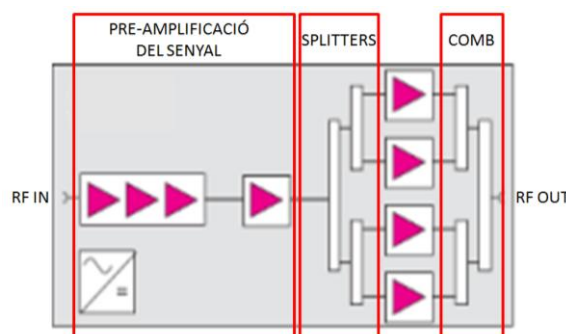


Figura 6. 14 Diagrama del sistema d'amplificació de *R&S*

## B. Micro Mier

Als centres on no pot arribar la nostra xarxa de gestió hi haurà aquest tipus d'emissores i, a diferència de les R&S explicades a l'apartat anterior, la seva configuració i manera de gestionar serà diferent.

Degut a la zona on es troben els centres, no hauran de fer arribar el senyal a tanta població i per tant la potència d'aquests equips serà més baixa. Les emissores *Micro Mier* utilitzades als nostres centres emissors són equips de 5 W de potència del fabricant *Mier Comunicaciones S.A.* i reben únicament el senyal via satèl·lit:

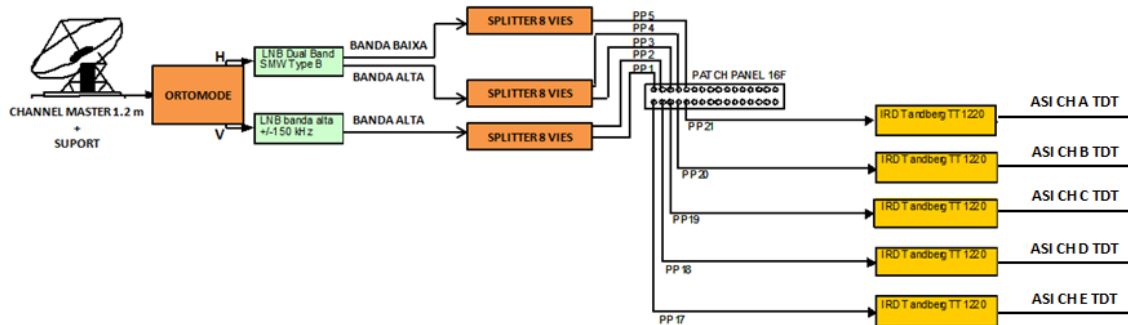


Figura 6. 15 Esquema dels centres on disposen d'emissores *Micro Mier*

Com podem veure a la Figura 6.15, el receptor satèl·lit rep el senyal de *TDT*, aquest passa per uns *splitters* i entra en un *patx* on finalment es distribuïran els senyals a les diferents emissores.

Dins dels *racks* de *TDT* s'integren 2 triplexors de *RF*. Cadascun d'aquests triplexors suma el senyal de *RF* de sortida de les 3 emissores de cada *subrack* i la seva sortida va directament al sistema radiant per difondre'ls a la població.

Aquests transmissors estan formats per un conjunt de *subracks* (de 6 *Us* cadascun) dins dels quals es poden integrar fins a 8 mòduls. Podrem distingir entre:

- *Subrack* de serveis comuns
- *Subracks* de *TDT*

En els apartats que venen a continuació els explicarem de forma detallada.

### B.1. Subrack de Serveis Comuns (USC)

Pot disposar dels següents mòduls:

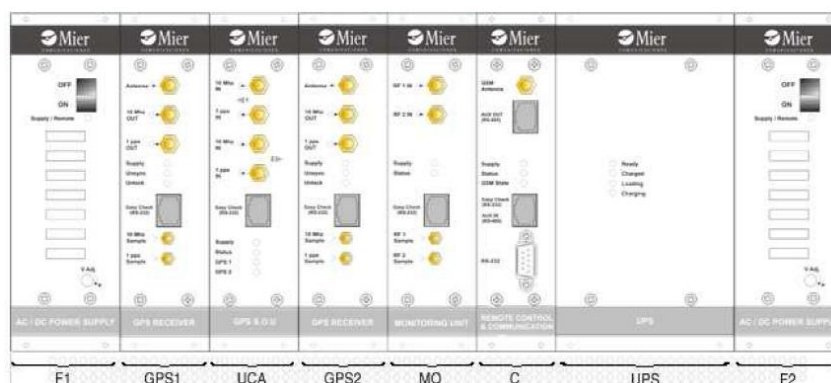


Figura 6. 16 *Subrack de Serveis Comuns* d'una emissora *Micro Mier*

- F1 i F2: fonts d'alimentació del *subrack*.
- GPS1 i GPS 2: mòduls receptors de GPS, per sincronitzar els senyals de TDT i que no es produeixin solapaments en la configuració de xarxa SFN.
- UCA: *Unitat de Commutació Automàtica*. Aquesta targeta detecta la fallada del senyal d'entrada dels GPS i s'encarrega de commutar d'equip automàticament.
- UPS: mòdul d'alimentació ininterrompuda. En els nostres centres no disposarem d'aquest mòdul.
- MO: mòdul de monitorat. És la targeta encarregada del monitorat del nivell de senyal de RF a la sortida de cada triplexor i anirà connectat tal i com es mostra a la Figura 6.17.

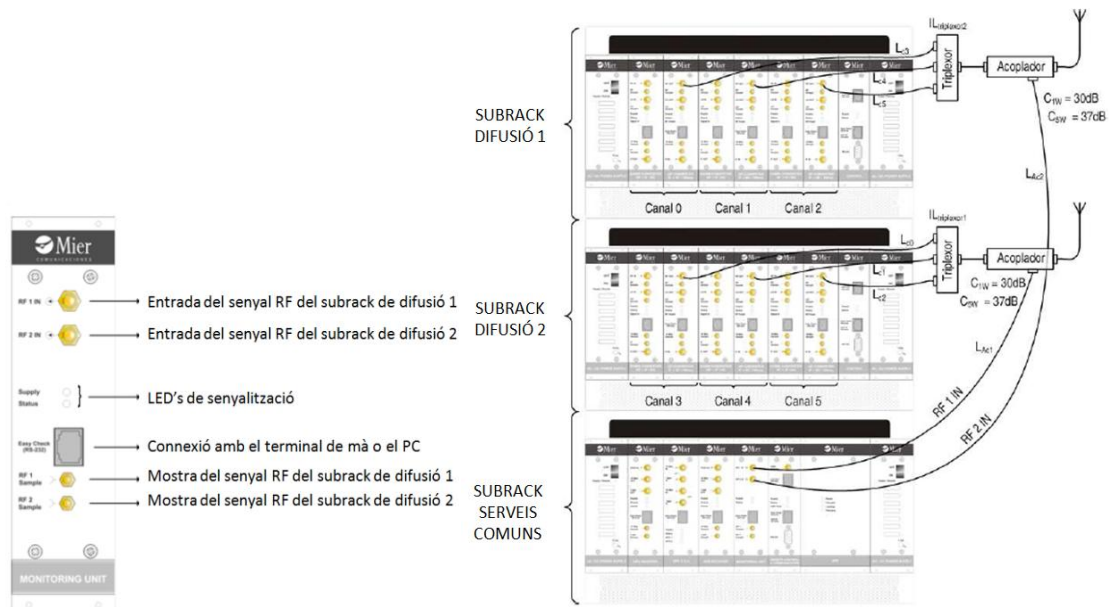


Figura 6. 17 Mòdul de monitorat i connectat amb els mòduls d'una emissora *Micro Mier*

- C: mòdul de control del bastidor. És l'encarregat del control i de les comunicacions de tots els *subracks*. Com podem veure a la Figura 6.18, disposa d'una entrada de senyal GSM. A aquesta entrada se li connectarà una antena GSM i amb això aconseguirem la comunicació amb el nostre Centre de Control.

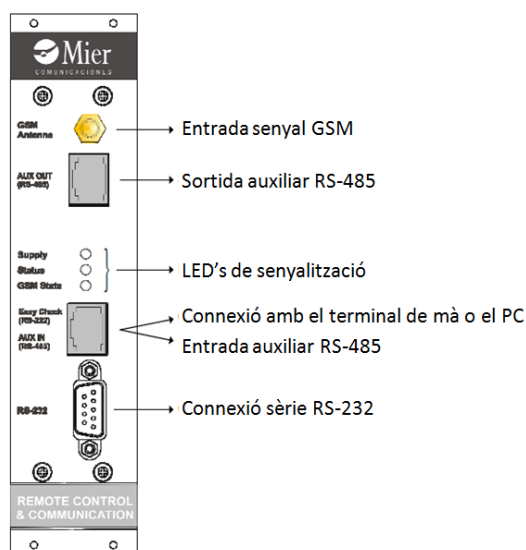


Figura 6. 18 Mòdul de control del bastidor d'una emissora *Micro Mier*

## B.2. Subrack de TDT

Cada *subrack* de TDT té la capacitat d'ubicar 3 *Múltiplex* de potència de sortida de 5 W i la seva distribució al *rack* és mostra a la Figura 6.19.

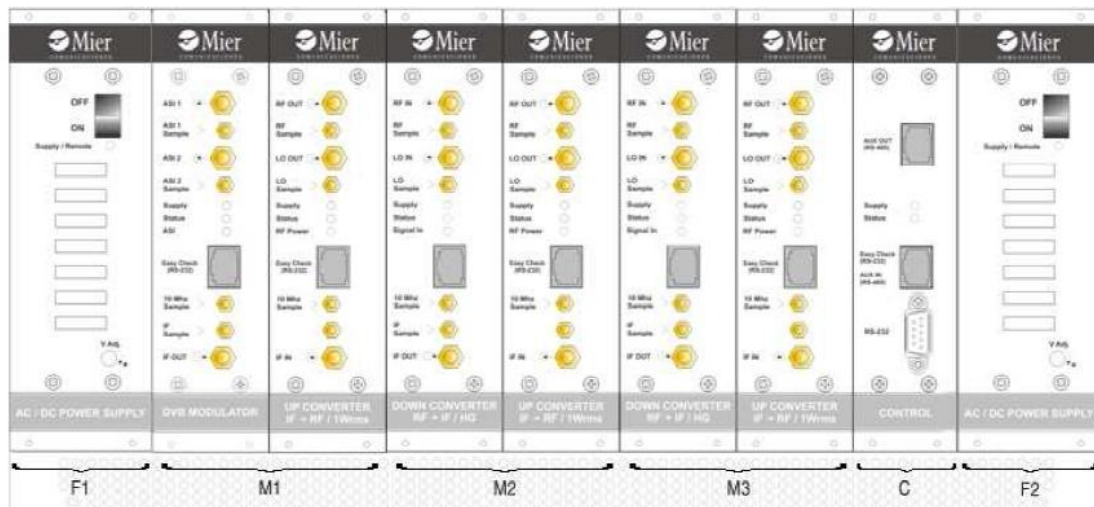


Figura 6. 19 Subrack de TDT d'una emissora Micro Mier

- F1 i F2: fonts d'alimentació del *subrack*.
- C: mòdul de control del bastidor.
- M1, M2 i M3: parells de mòduls de processat de cada *Múltiplex*.
  - Modulador: correspon al primer mòdul. És l'encarregat de modular el senyal de DVB-T a FI. Com podem veure a la Figura 6.20, disposa de 2 entrades ASI, una sortida del senyal de FI, una mostra del senyal de referència i de FI, i LEDs indicadors d'estat.
  - *Up-converter*: correspon al segon mòdul. Aquesta targeta agafa el senyal de FI que surt del modulador i el porta a la freqüència de canal en RF. Posteriorment l'amplifica a la potència que correspongui. Com podem veure a la Figura 6.20, disposa d'1 entrada de FI, una sortida del senyal de RF, una mostra del senyal de referència i de RF, i LEDs indicadors d'estat.

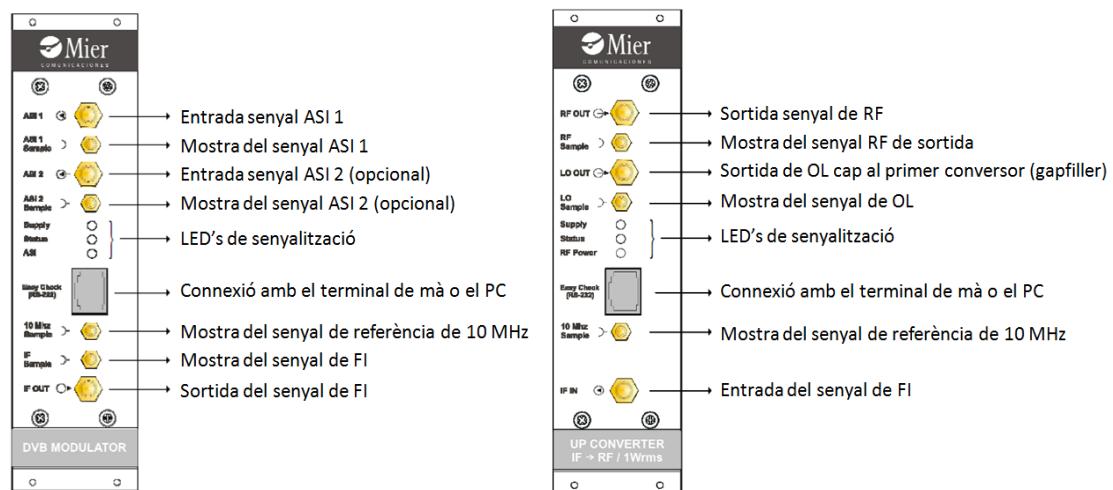


Figura 6. 20 Modulador i *Up-Converter* Micro Mier

## 7. Energia dels centres emissors

En aquest apartat explicarem els elements d'energia més importants que podem trobar a un centre emissor. Cal dir que l'alimentació energètica dels centres és un punt molt important perquè tots els equips tinguin un bon funcionament.

Qualsevol dels centres emissors de la nostra xarxa estan alimentats, com a via principal, per una escomesa de la companyia elèctrica. Aquesta s'encarregarà de proporcionar l'electricitat contractada a cada centre.

Com hem vist en apartats anteriors, a la nostra xarxa hi ha diferents tipus de centres. Depenent de la seva importància tindrem diferents equips d'alimentació per evitar possibles talls del servei deguts a talls elèctrics per falta de subministrament elèctric de la companyia elèctrica.

A tots els centres, ja siguin nodals, secundaris o perifèrics, hi haurà instal·lat:

- *SAI (Sistema d'Alimentació Ininterrompuda)* del que penjaran els equips de transport.

D'altra banda, els centres nodals són els més importants a la nostra xarxa, ja que alguna afectació d'alimentació en qualsevol d'aquests 5 centres podria derivar a una incidència amb afectació de serveis massiva. També hi haurà centres secundaris en que, per la cobertura que tenen, sigui important reduir al màxim els problemes elèctrics. Per tal d'evitar-ho, en aquest tipus de centres els equips de *TDT* penjaran de:

- Grups electrògens.
- *SAI*.

A continuació s'explicarà detalladament cadascun d'aquests equipaments.

### 7.1. Grup electrogen

Els grups electrògens són equips motors que funcionen amb combustible i proporcionen l'energia necessària perquè el centre no es quedi sense alimentació.

El funcionament és el següent: quan es detecta que hi ha una fallada d'energia per part de l'escomesa, automàticament un commutador xarxa/grup s'accionarà posant el centre sobre aquest últim. El grup electrogen s'encendrà i crearà l'energia elèctrica necessària perquè els equips del centre segueixin funcionant amb normalitat.

Als nostres centres hi haurà grups electrògens del model *AS 700 C* del fabricant *Telyme*. Aquest tipus d'equips són molt fiables i robustos i disposen d'unes bateries ja que necessiten una tensió inicial de 24 V *DC* per poder funcionar.

Tenen unes dimensions de 4047 x 1608 x 1942 i un pes quan estan plens de gasoil de 5760 kg. Sent la segona via d'alimentació del centre, tenen un nivell de consum de gasoil com a combustible de 706 kVA a 50 Hz.

A càrrega màxima pot arribar a gastar fins a 154 litres/hora i funcionant a  $\frac{1}{4}$  de la càrrega màxima només consumeix uns 49 litres/hora. Això és molt important tenir-ho present ja que segons la càrrega que comportin tots els equips que volem alimentar tindrem més o menys temps per solucionar l'avaria abans de que el grup electrogen consumeixi tot el gasoil del dipòsit.



Figura 7. 1 Grup electrogen Telyme AS 700 C

Tots els equips d'un centre emissor comporten un consum total de 189 kW així que el grup electrogen treballarà a una càrrega de  $\frac{1}{3}$ , amb el que gastarà uns 58 litres/hora. En tenir un dipòsit de gasoil de 5000 litres els nostres equips de TDT podran estar alimentats amb aquest grup 3 dies i mig abans de que hi hagi una afectació del servei, i per tant tindrem aquest temps per solucionar l'avaria elèctrica.

Però què passa en l'instant que hi ha la commutació entre l'escomesa i el grup electrogen? Aquesta commutació no és instantània sinó que es produeix un pas per zero. Per tant hi haurà un instant en el que tots els equips es queden sense alimentació. Aquests talls no són recomanables pels equips de TDT ja que poden quedar-se bloquejats per aquestes baixades i pujades de tensió. Per evitar aquests microtalls existeix el que es coneix com a SAI.

## 7.2. SAI

El SAI (*Sistema d'Alimentació Ininterrompuda*), com el seu nom indica, es tracta d'un sistema per mantenir l'alimentació dels equips durant un espai de temps determinat, per evitar que talls de xarxa provoquin talls de serveis i avaries en els nostres equips.

En tots els nostres centres disposem de SAIs del fabricant *Benning* per alimentar l'equipament de transport. En els centres més importants també hi ha SAIs del fabricant *APC* del que penja l'equipament de difusió de TDT.

### A. SAI Benning

Aquests equips són de la marca *Benning* i proporcionen alimentació de corrent continu a +48 V DC mitjançant unes bateries de 8 h d'autonomia.

El diagrama de blocs del nostre sistema d'alimentació es mostra a la Figura 7.2:

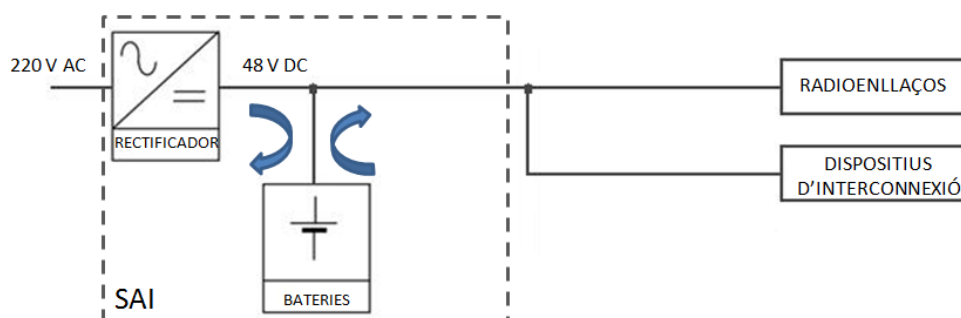


Figura 7. 2 Diagrama de blocs d'un SAI Benning dels equips de transport



Com podem veure aquest sistema el formen un conjunt de mòduls rectificadors que passen dels 220 V AC a 48 V DC. Amb aquests 48 V DC s'alimentaran les bateries, els radioenllaços i els dispositius d'interconnexió, tant els *routers* com els *switches*, ja que interessa que aquests equips segueixin funcionant després d'un tall elèctric per continuar poder transportant el senyal de TDT als altres centres emissors de la nostra xarxa i que així l'afectació de servei sigui mínima.

A continuació explicarem amb detall cada mòdul que intervé en el nostre *Sistema d'Alimentació Ininterrompuda*. Tot l'equipament està dins d'un rack de 600 x 600 x 2100 i consta de:

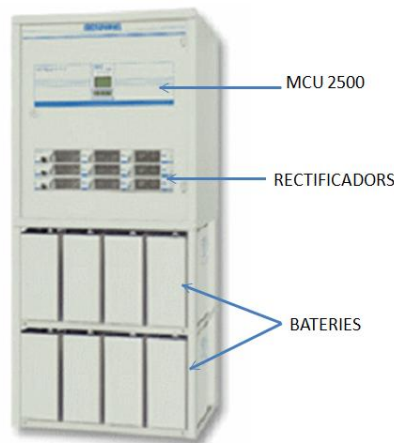


Figura 7. 3 SAI Benning

Com podem veure a la Figura 7.3, el sistema d'alimentació de corrent continu +48 V DC està format per uns rectificadors, unes bateries, i per un mòdul de gestió i control que els governa.

### A.1. Mòdul de gestió i control MCU 2500

El mòdul *MCU 2500* (*Monitoring Control Unit*) utilitza un microprocessador pel sistema de control i monitorat oferint la integració de sistemes de potència d'AC i DC dins de la nostra xarxa de gestió.

Aquest microprocessador també controla els mòduls rectificadors que hi ha instal·lats i la càrrega i descàrrega de les bateries, reparteix la càrrega als rectificadors i limita el corrent que passa per les bateries. A més a més realitza funcions de protecció de les bateries ja que, quan detecta un increment significatiu de temperatura a l'equip, les desconnecta dels rectificadors.

Les característiques principals de la *MCU* són les següents:

- El panell frontal disposa d'un display gràfic i un teclat per configuracions en local.

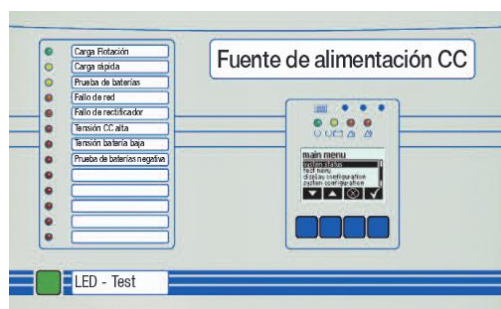


Figura 7. 4 Panell frontal del mòdul *MCU 2500*

- Té una interfície RS-232 per connexions amb un PC.
- Disposa d'una interfície RS-485 perquè es puguin comunicar tots els mòduls a través del SAT-BUS.
- Ofereix un monitorat en remot i un control via mòdem, Ethernet, web o SNMP.

## A.2. Rectificadors

El rack del SAI permet ubicar fins a 3 mòduls rectificadors del fabricant SLIMLINE de 1500 W. Estan preparats per poder connectar-los sense haver de parar els equips, facilitant així la seva extracció per la fallada d'aquests equips i sense comportar cap tipus d'afectació del servei de TDT en la resolució d'una avaria.

Aquests equips agafen la tensió alterna d'entrada al centre de l'escomesa i posteriorment la converteixen en tensió contínua. A més a més aquests equips estan equipats amb un hardware de tall per sobretensió per tal de protegir-los en cas de pics de tensió de l'escomesa elèctrica.

El rectificador, a través de la MCU 2500, reporta diferents tipus d'alarmes. Per fer-ho disposa d'un LED indicador del seu estat que canviarà de color segons la gravetat de l'avaría.

- LED vermell: fa referència a que a l'equip s'ha produït una alarma urgent deguda a diferents causes.
  - S'ha activat la protecció de sobretensió.
  - La temperatura del dispositiu és massa elevada (>85°C).
  - Hi ha un fusible de sortida fos.
  - El regulador o l'etapa de potència són defectuosos.
- LED groc: indica que a l'equip s'ha produït una alarma no urgent, i s'ha produït per diversos motius.
  - La tensió alterna a l'entrada està per sota dels límits.
  - Hi ha una fallada total de la tensió alterna d'entrada.

## A.3. Bateries

Les bateries utilitzades en el nostre SAI per assegurar el servei de +48 V DC són d'electròlit absorbit del tipus *Monolite* i de recombinació de gasos, ja que el seu manteniment és molt més econòmic i presenten una taxa d'auto descàrrega mensual inferior al 2% a 20°C. Per tal d'evitar danys importants d'aquests equips, com els períodes d'emmagatzematge acostumen a ser molt llargs, s'ha de portar un correcte manteniment cada 6 mesos fent una recàrrega de les bateries.

Aquests equips estan dissenyats per suportar el corrent d'un curtcircuit durant 1 minut sense deteriorar-se i tenen una vida de 12 anys. Es regulen amb una vàlvula (VRLA) i es poden carregar de dues maneres diferents:

- En càrrega de flotació: és la situació més habitual. Per mantenir la màxima duració de la possible vida de les bateries la tensió recomanada és de 2.27 V per bateria a 20°C.
- En càrrega ràpida: succeeix quan torna el subministrament elèctric de la companyia elèctrica i les bateries han estat descarregant-se. La tensió recomanada en aquest cas no pot sobrepassar de 2.40 V per bateria a 20°C. Cal destacar la importància de que les bateries es carreguin ràpidament per permetre garantir una màxima autonomia en cas de que hi hagi una altra incidència.

## B. SAI MGE Galaxy PW

Com hem comentant anteriorment, segons la importància del centre, també caldrà alimentar l'equipament de difusió de la TDT amb un SAI.

Quan hi ha una commutació d'energia entre l'escomesa i el grup electrogen aquest SAI s'encarrega d'evitar el pas per zero dels equips continuant-los alimentant i evitant així possibles bloquejos o avaries.

El SAI escollit per fer aquesta funció és del model *MGE Galaxy PW* de 200 kVA del fabricant APC. Té un pes de 1200 kg i està dins d'un rack de dimensions de 1215 x 825 x 1900.

Aquest equip proporciona alimentació de corrent altern a 220 V AC (400 V AC entre fases) mitjançant unes bateries amb recombinació de gasos.

Com podem veure en el diagrama de blocs de la Figura 7.5, disposa dels mateixos mòduls que el SAI *Benning* excepte l'inversor:

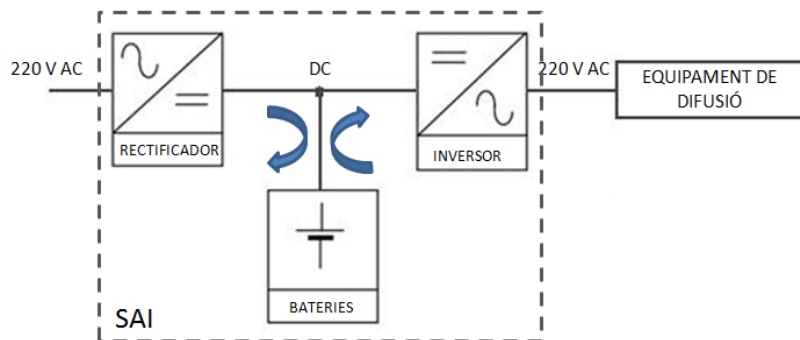


Figura 7. 5 Diagrama de blocs d'un SAI MPE Galaxy PW dels equips de difusió de TDT

Aquest sistema permet connectar diferents mòduls SAI en paral·lel per obtenir redundància o per augmentar la seva capacitat i es pot equipar amb una gran varietat d'interfícies de comunicacions afegint una targeta de xarxa *SNMP* o *XML*, una targeta *USB* o targetes de comunicació serial *RS-232/RS-485*.

Com en el cas del SAI *Benning*, disposa d'una pantalla amb il·luminació de fons, fàcil d'utilitzar pel tècnic en local, que dona informació detallada de:

- L'estat i diagnòstic del SAI i de les bateries.
- Historial d'alarmes que ha anat patint l'equip.
- Estadístiques d'operació de les bateries i del SAI.

### B.1. Inversor

L'inversor converteix una tensió d'entrada de corrent continu en una tensió de sortida de corrent altern, amb una tensió i una freqüència determinades.

Els inversors que es fan servir en el nostre sistema estan basats en *IGBT PWM*:

El *IGBT* (*Insulated Gate Bipolar Transistor*) consisteix en un interruptor semiconductor de potència d'alta velocitat.

La *PWM* (*Pulse Width Modulation*) o modulació per ample de polsos és una tècnica on es modifica el cicle de treball d'un senyal periòdic.

Aquests inversors consisteixen en el següent: els IGBTs es modulen a un ample de pols amb un patró específic de dispsars tallant la tensió de DC i convertint-la així en AC trifàsica amb una freqüència i una tensió pròpies.

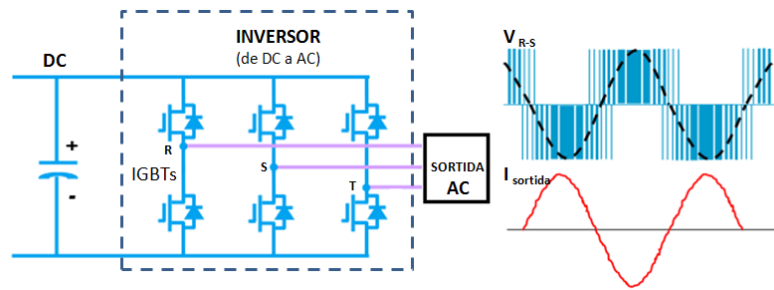


Figura 7. 6 Inversor IGBT PWM

## 8. Supervisió d'una xarxa de TDT

Com hem comentat anteriorment, per coordinar i gestionar amb eficiència tot tipus d'incidències que puguin aparèixer a la nostra xarxa de TDT és molt important disposar d'un Centre de Control centralitzat. A la nostra xarxa aquest centre estarà a Barcelona i és on es supervisaran tots els equips i serveis tant de la nostra xarxa de difusió i de transport, com d'altres infraestructures i equips d'energia.

Perquè la nostra xarxa tingui un bon funcionament caldrà realitzar diferents tipus d'actuacions, unes de preventives i unes de reactives. Les primeres prendran un joc molt important ja que un correcte manteniment preventiu de l'equipament contribuirà a disminuir considerablement el número d'avaries de servei a la nostra xarxa. Aquestes revisions les faran mensualment els tècnics en local a cadascun dels nostres centres. D'altra banda, les actuacions reactives són aquelles que deriven d'una avaria que detectarem al Centre de Control i les farem tant remotament connectant-nos als diversos equips o desplaçant a un tècnic al centre afectat si així fos necessari.

Per tal de supervisar tots els elements de la nostra xarxa disposem de diferents gestors, la majoria d'ells específics per cada equip en concret. Com podem veure a la Figura 8.1, per la gestió de la nostra xarxa de difusió tenim tres concentradors d'alarmes anomenats *SIMET*, *TriskRem* i *GEST*, i a més a més disposem d'un gestor propi de *R&S* per la supervisió directa d'aquests equips. Per la gestió de les capçaleres i de la nostra xarxa de transport tenim gestors propis dels fabricants. Els protocols utilitzats a la nostra xarxa són bàsicament el *SNMP* i els protocols dels diferents fabricants i, al llarg dels següents apartats, els anirem explicant de forma detallada.

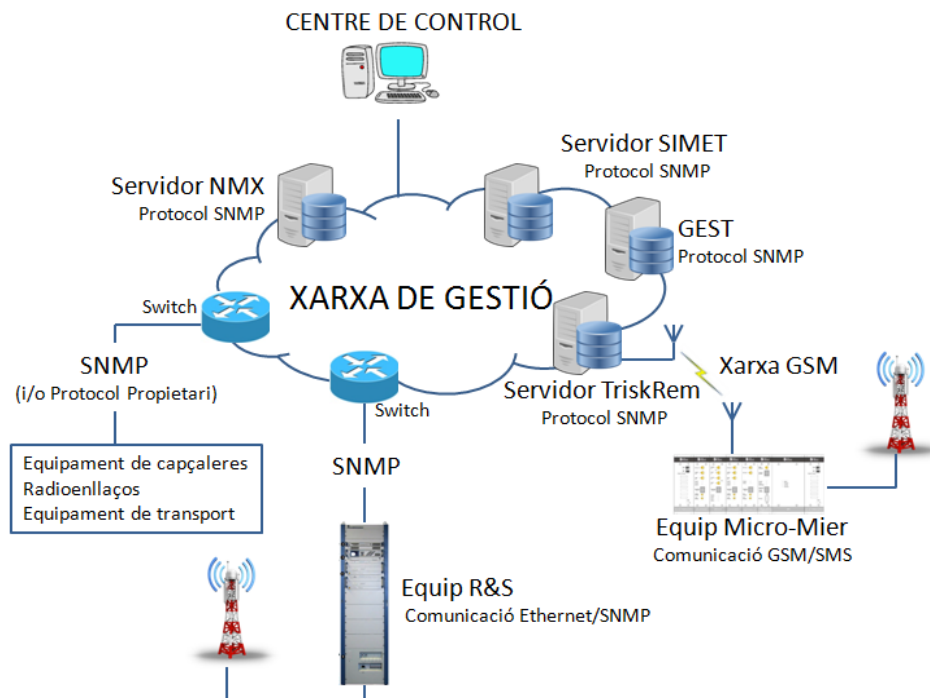


Figura 8. 1 Esquema de la nostra xarxa de gestió

Cal remarcar que tota la gestió, tant dels equips com dels serveis que hi ha en els diferents centres emissors, anirà a través de la nostra xarxa de transport *IP* cap al Centre de Control. Així que a cadascun dels nostres centres emissors on arribi la nostra xarxa de gestió *IP*, com ja hem vist en el capítol de transport *IP* 5.3.2, crearem una xarxa lògica independent configurant una

VLAN de gestió diferent, per tal de facilitar la supervisió de la nostra xarxa i detectar amb més rapidesa les possibles avaries.

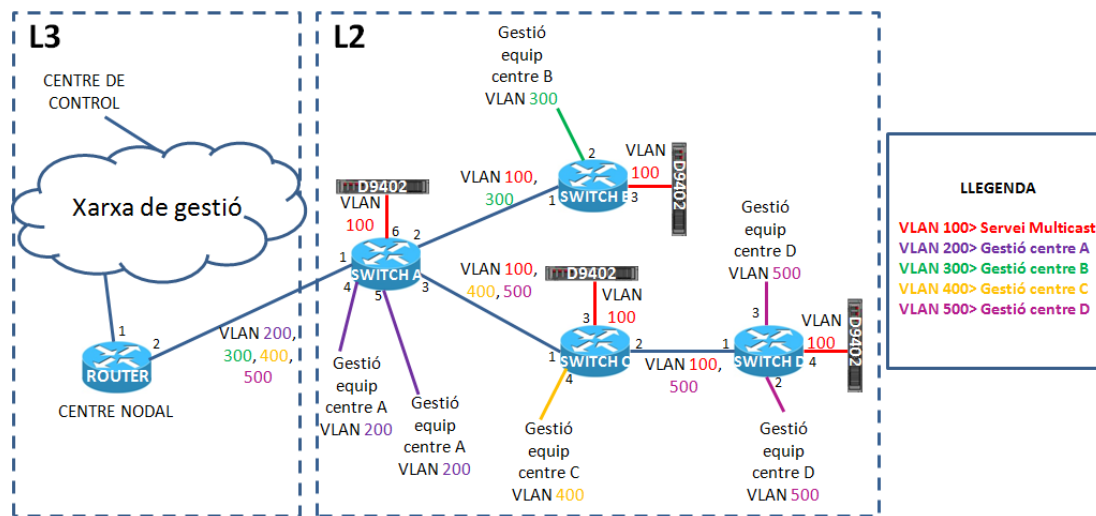


Figura 8. 2 Esquema lògic de distribució de les nostres subxarxes de gestió

Si el centre és molt important aquesta gestió anirà per un camí diferent al que va la resta de tràfic de dades, és a dir, anirà per un altre radioenllaç, i és el que s'anomena gestió fora de banda. Amb això aconseguim que si el radioenllaç per on va tot el servei es talla, nosaltres continuem tenint gestió dels equips que hi ha a tots dos extrems, cosa que ens permet que puguem detectar amb més eficiència on s'ha produït l'avaría. Per contra, també utilitzarem el que es coneix com a gestió a banda. Aquesta gestió va pels mateixos radioenllaços per on es transmeten la resta de dades. En aquest cas, quan es talli el radioenllaç que porta tot el tràfic, també perdrem la gestió de tots els equips que estan a l'extrem oposat del radioenllaç.

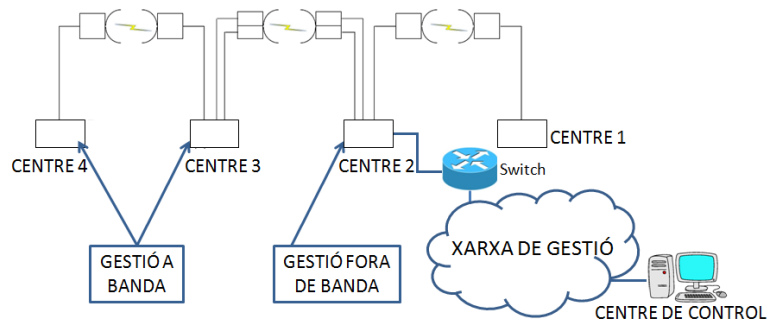


Figura 8. 3 Gestió fora de banda i gestió a banda

Com podem veure a la Figura 8.3, la gestió del radioenllaç del Centre 2 va per un switch i d'aquí a la nostra xarxa de gestió, amb el que si es talla el radioenllaç que va del Centre 1 al Centre 2 continuarem tenint gestió de l'equip en aquest últim centre. En canvi la gestió de l'enllaç que va del Centre 3 al Centre 4 va pel propi radioenllaç per on va el servei, amb el que si es tallés per exemple l'enllaç entre el Centre 2 i el Centre 3 perdríem la gestió dels Centres 3 i 4 en passar per aquí la supervisió.

A continuació veurem el funcionament d'una xarxa de supervisió de TDT, quins gestors i equips en forment part, i definirem uns criteris bàsics de telecontrol i monitorat de tots els serveis i de tot l'equipament implicat a la nostra xarxa de TDT per així tenir una supervisió homogènia, fiable i robusta.

## 8.1. Centre de Control

El Centre de Control, com hem comentat en apartats anteriors, està situat a un dels 5 centres nodals que formen el nostre *Backbone*. A més a més, és el centre que s'encarrega del control de les infraestructures de telecomunicacions i dels serveis de tota la xarxa de *TDT* mitjançant una sèrie de gestors d'alarmes. Quan l'operador detecta una possible avaria en algun dels equips o la fallada d'un servei, ha de localitzar l'origen del problema i intentar solucionar-ho el més aviat possible. Aquesta actuació correctiva la farà a través d'un sistema de gestió i, si no li és possible resoldre-ho, enviarà a un tècnic al centre afectat perquè ho revisi en local.

A part, per acabar de reduir possibles talls de servei procedents dels estudis de producció de *TDT*, hi ha una cinta de programació que podem activar des del Centre de Control per emetre en cas de no tenir senyal d'estudis durant un temps de 3h.

Els elements de la nostra xarxa de *TDT* que considerem imprescindibles gestionar mitjançant un sistema de supervisió són els següents:

- Codificació i multiplexació: són els equips que formen part de la capçalera.
- Equips i serveis de la xarxa de transport.
- Equips i serveis de difusió.
- Infraestructures i energia.

Així doncs el Centre de Control tindrà el control total, tant dels equips que formen la nostra xarxa com del senyal que surt a l'aire des dels diversos centres emissors, i la manera de gestionar cadascun d'ells l'explicarem en els apartats següents.

A més a més el Centre de Control disposa d'un *Videowall*, que consisteix en un sistema de monitorat de tots els senyals de *TDT* que entren i surten del Centre de Control i que, per la seva importància, el veurem a continuació més detalladament.

### A. Videowall

Aquest sistema de monitorat consta d'uns controladors anomenats *Hydres*, d'un sistema de visualització dels senyals que correspon al *Videowall* i d'un software de gestió anomenat *iStudio*.

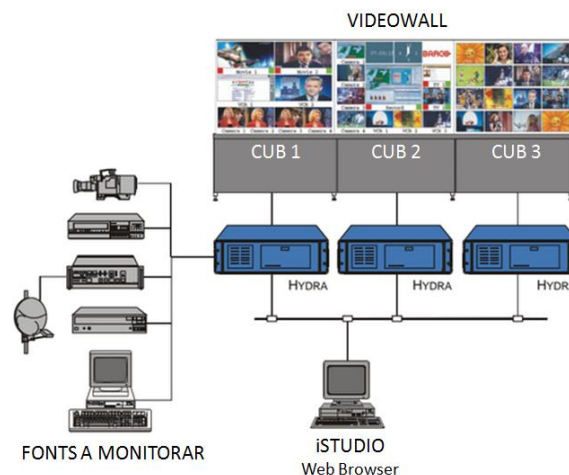


Figura 8. 4 Sistema de monitorat *Hydra/Videowall/iStudio*

L'*Hydra* és un *PC* que té el sistema operatiu dins d'un *CD* d'arrencada de l'*iStudio* junt amb un servidor *web*. Això permet connectar-se de forma ràpida i controlar els *Hydres*, mitjançant un

Web Browser, des de qualsevol equip que estigui dins de la mateixa xarxa de gestió. Com podem veure a la Figura 8.4, cada cub del Videowall està associat a un Hydra. Cadascun d'aquests Hydres és l'encarregat d'introduir els serveis a monitorar que posteriorment veurem en el cub corresponent del Videowall. Aquests equips, segons del tipus de targetes de que disposin, permeten monitorar senyals SDI, HDSDI, analògics, DVI, RGB i streaming de vídeo.

El Videowall és un sistema de monitorat imprescindible en el Centre de Control, ja que se supervisen tots els senyals que es reben i que s'emeten des de les emissores distribuïdes en el Centre de Control. Per tal d'aconseguir-ho, consta de 10 retroprojectors, també anomenats cubs, de la marca BARCO, d'una resolució 1024 x 768. Com hem comentat, cadascun d'aquests cubs pot monitorar senyals SDI, HDSDI, analògics, DVI, RGB i streaming de vídeo. El format dels senyals de vídeo pot ser de 4:3 i de 16:9 i pot arribar a mostrar fins a 60 fonts escalables en una única pantalla. Té doble bombeta amb commutació automàtica, amb el que si es fon una directament commutarà sobre l'altre i no perdrem la imatge.

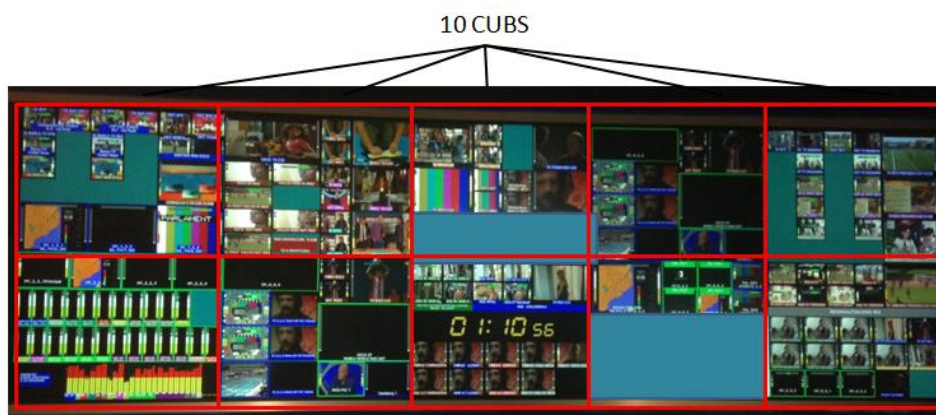


Figura 8. 5 Videowall

La distribució dels senyals dels diferents Hydres en els cubs del Videowall la podem escollir mitjançant un sistema de gestió anomenat iStudio, del propi fabricant BARCO. A més a més ens informarà quan algun mòdul tingui qualsevol tipus de problema. Accedim a aquest gestor per Web Browser, únicament introduint la direcció IP de l'Hydra.

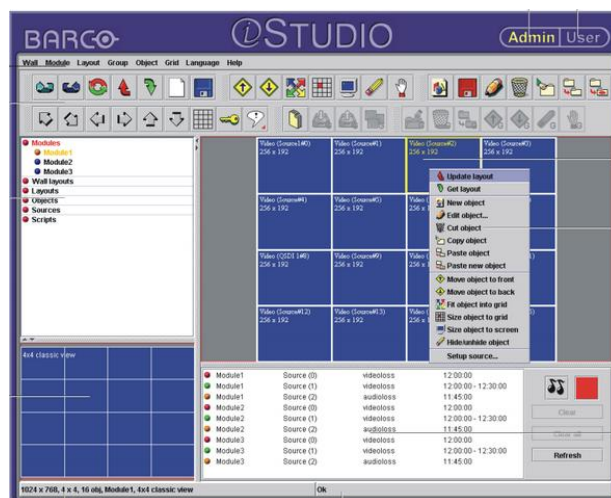


Figura 8. 6 Sistema de gestió iStudio

Tots els senyals que els entren als Hydres estan supervisats per un sistema de monitorat anomenat Zabbix via Web Browser. Un cop el sistema detecta una pèrdua d'un senyal ja sigui



de vídeo o d'àudio a alguna de les seves entrades, apareix una alarma en el *browser* d'alarmes indicant l'hora, el servei afectat i el tipus d'alarma.

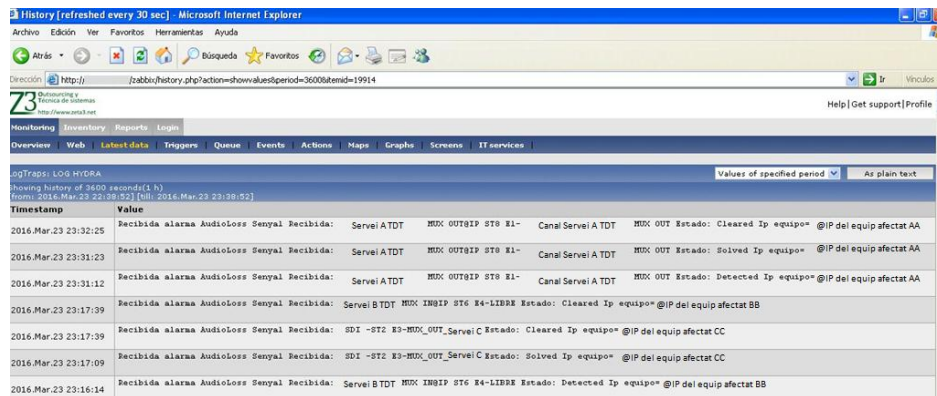


Figura 8. 7 Browser d'alarmes de Zabbix

En el *Videowall* també detectarem aquest tall de servei ja que deixarem de veure la imatge de vídeo o veurem algun tipus de congelació, segons d'on provingui l'avaría.

Amb aquest sistema aconseguirem una detecció ràpida d'avaries massives, amb la qual cosa ens permetrà resoldre-les amb més rapidesa i efectivitat.

## 8.2. Supervisió de la Capçalera

El sistema que tenim per aprovisionar i/o gestionar una capçalera de TDT és el *NMX Service Manager*. Consisteix en un gestor propi del fabricant *Harmonic* el qual ens permetrà enrutar serveis, configurar tot un *Múltiplex* de TDT, el seu contingut, la seva codificació i la seva relació d'aspecte entre d'altres. Val a dir que s'ha d'anar en compte quan s'utilitza aquest gestor, ja que si provoquem qualsevol tall de servei afectarà a tota la seva distribució.

Tots els dispositius *Harmonic* tenen una adreça IP dins de la nostra xarxa de gestió, amb la màscara i *Gateway* corresponents. Al Centre de Control tenim un servidor del *NMX* d'on pegen les diferents capçaleres i podem accedir a elles com a *Client NMX* mitjançant el gestor comentat anteriorment. Totes les ordres arriben als equips a través del *Servidor NMX* que és l'únic que parla directament amb els dispositius.

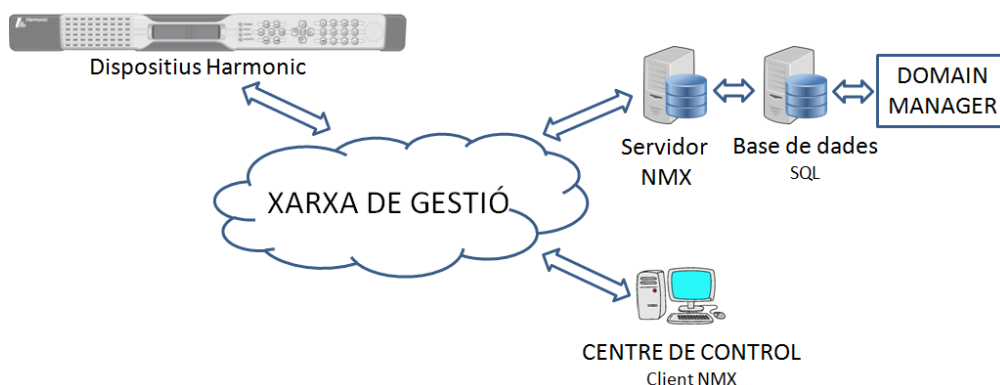


Figura 8. 8 Sistema de supervisió de les capçaleres

### A. Servidor NMX

El *Servidor NMX* és l'encarregat d'entendre com van interconnectats els equips, posar els serveis portadors als dispositius, mantenir el flux de serveis quan detecta una fallada en el sistema i de gestionar els paràmetres generals de l'ample de la banda de la xarxa. A més a més

assigna direccions *IP* a cada dispositiu de la xarxa local, gestiona els protocols *bootp* i *TFTP* i controla els equips *Harmonic* connectats al sistema de codificació.

### A.1. Protocol Bootp (Bootstrap)

Quan un codificador, multiplexor o un altre dispositiu s'encén, s'executen una sèrie de test de posada en marxa anomenats *POST*. Un cop superats, cada dispositiu envia una petició *bootp* a la xarxa amb la seva direcció *MAC*. Aquesta petició es fa al *NMX* perquè reconegui a aquest equip i se li assigni una direcció *IP* en funció de la seva *MAC*. El *NMX* comprova l'adreça *MAC* amb els dispositius que té llistats i si l'identifica correctament se li assigna o manté la *IP*.

### A.2. Protocol TFTP: Trivial File Transfer Protocol

Un cop se li ha assignat una direcció *IP* a un dispositiu, determina si necessita una nova versió de *software*. Si és així envia una petició *TFTP* al *Servidor NMX*. El servidor compara la versió del *software* del dispositiu amb la definida en el mapa del sistema i si les dues coincideixen començarà amb l'anàlisi habitual del sistema. En cas contrari enviarà un missatge a l'usuari dient que ha d'actualitzar la versió del *software*. A l'hora de transferir el *software*, el *NMX* el carrega a la memòria flaix del dispositiu en qüestió.

## B. Domain Manager

El *Domain Manager* coordina els processos relatius del sistema. S'utilitza per arrencar i parar el *Servidor NMX*, proporciona nivells de seguretat per un control ajustat de privilegis d'operació, gestiona les operacions amb les bases de dades com ara els *backups* i la restauració d'algun dels dispositius i configura les propietats del servidor, això inclou les direccions de xarxa per defecte i les propietats *SNMP*.

El nostre sistema de gestió utilitza el protocol *SNMP* –explicat de forma detallada a l'Annex 8– per comprovar l'estat de la xarxa i recollir alarmes. Permet escollir l'interval de consulta, el temps de *timeout* (temps en que el *NMX* espera una resposta *SNMP* abans de reenviar una petició) i de *retry* (número de vegades que el *NMX* reenvia un missatge *SNMP*).

## C. NMX Service Manager

Aquest gestor té una organització tipus arbre, a on podem veure els diferents centres dels clients a on estan situats els *coders* i els nostres propis centres on es generen les capçaleres. Aquí podem fer una prèvia identificació d'alarmes dels equips, ja que apareixen unes boletes de color vermell si hi ha una afectació important del servei, groc si hi ha afectació de servei però de menor grau, verd si tot està correctament i lila si no hi ha comunicació amb l'equip.

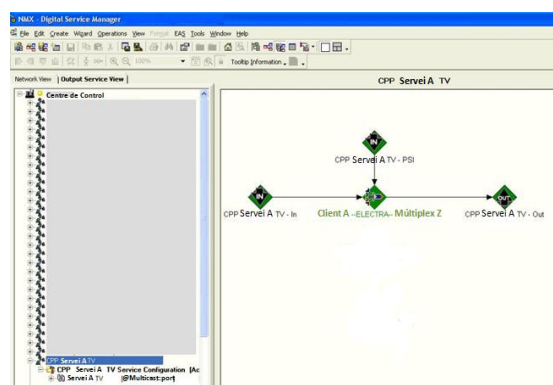


Figura 8. 9 Gestor *NMX Service Manager*

També hi ha integrat un *browser* d'alarmes on ens aniran apareixent a temps real tot tipus d'alarmes dels diferents dispositius *Harmonic* que es vagin produint a la nostra xarxa. Aquest *browser* conté una descripció de l'alarma, la direcció *IP* de l'equip i el nom del centre on es troba situat el dispositiu afectat. Com hem comentat abans, el color vermell indica un tall crític del servei i el groc un *warning* que pot afectar el servei en menor grau.

Description	Fault Object	Platform	IP Address	Group	Severity	Assert Time	Servi
Generic Transport Fault [ Gbe Pro Card - 001[Rx - 001 ] [ Due to: Fault on [ Gbe 1 Rx - 001	CC-PROSTREAM_02--Múltiplex Y	CC-PROSTREAM_02--Múltiplex Y	@IP equip@	Centre de Control Mux	4-Warning	04/25/2016 12:48:50.866	
Gbe Socket Failed [ AccPrnt Múltiplex ] [ @Mult.Servei Q port-Gbe Socket Failed ] [ CPP Servei Q TV	CC-PROSTREAM_02--Múltiplex Y	CC-PROSTREAM_02--Múltiplex Y	@IP equip@	Centre de Control Mux Service Config	6-Critical	04/25/2016 12:48:50.866	
Generic Program Fault [ ASI-SCR - 004[ASI - 001 ] [ Due to: Fault on [Servei Q TV] [ASI - 001	CC-PROSTREAM_02--Múltiplex Y	CC-PROSTREAM_02--Múltiplex Y	@IP equip@	Centre de Control Mux	4-Warning	04/25/2016 12:48:50.866	
Service Failure [ Servei Q TV ] [ Service Failure ]	Servei Q TV	CC-PROSTREAM_02--Múltiplex Y	@IP equip@	Centre de Control Mux Service Config	5-Major	04/25/2016 12:48:50.866	

Figura 8. 10 *Browser* d'alarmes del *NMX Service Manager*

Les alarmes que apareixen en el *log* del *NMX* de la Figura 8.10 corresponen a que en el *ProStream-02* del Centre de Control (*CC*) que porta el *Múltiplex Y* no rep l'adreça *IP Multicast @Mult.Servei Q* correctament, amb la conseqüent afectació del *Servei Q TV*.

A continuació veurem quines opcions ens permet el nostre sistema de gestió sobre els diferents equips de la capçalera:

- *Coder Electra 1000*
- *ProStream 1000*

### C.1. Coder Electra 1000

Com hem comentat a l'apartat 4.1 A, els *coders* acostumen a estar a la seu del client "*CPP*". A la Figura 8.11 podem veure que el *coder* està al mig i ens permet identificar els serveis que hi ha a les seves entrades de vídeo i d'àudio, les taules *PSI* i els serveis de la sortida Gigabit *Ethernet (Gbe)* de l'equip.

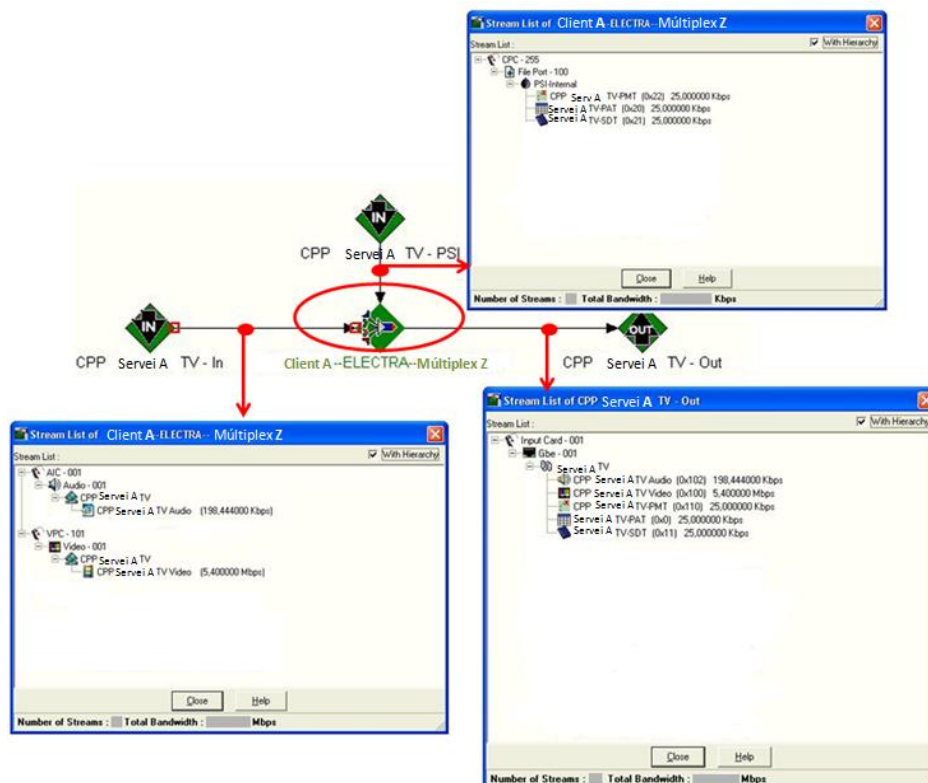


Figura 8. 11 Monitorat dels serveis d'entrada i sortida d'un *Coder Electra 1000*

Cada *coder* ens permet accedir a totes les targetes que tenim aprovisionades i consultar el model de l'equip, la seva *IP*, la configuració de xarxa i el tipus de senyal tant d'entrada com de sortida. En el nostre cas treballarem amb targetes de vídeo analògic (*VPC*) i d'àudio (*AIC*). Les targetes Gigabit (*Gbe*) hauran d'estar definides en el *coder* i en el *Múltiplex*.

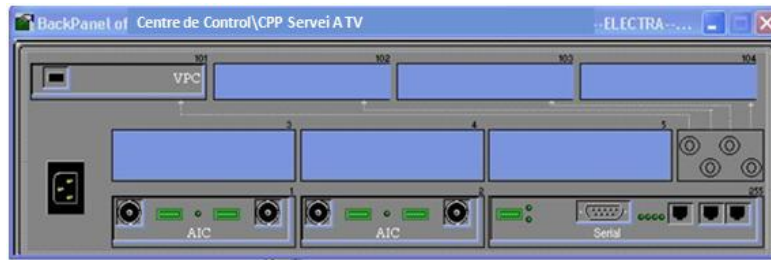


Figura 8. 12 Panell d'un *Coder Electra 1000* en el *NMX Service Manager*

Mitjançant el *NMX Service Manager* podrem configurar tots els paràmetres dels *coders*:

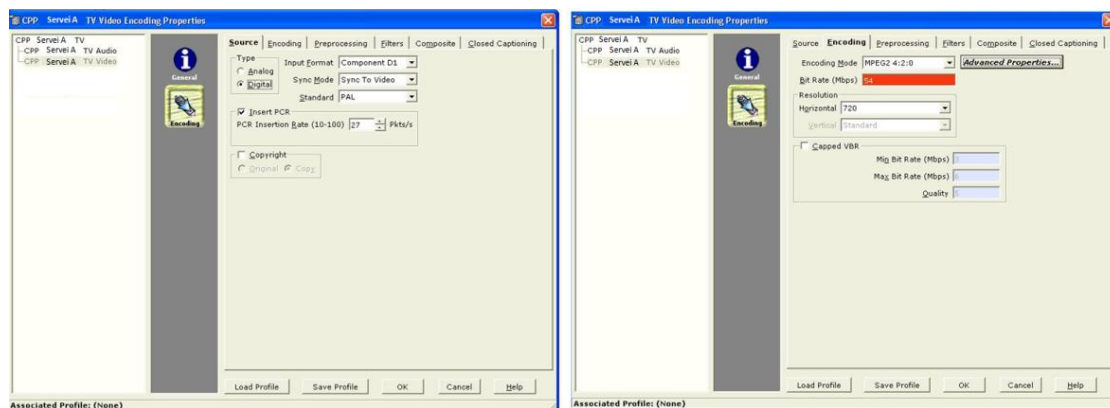


Figura 8. 13 Configuració dels *Coders Electra 1000* en el *NMX Service Manager*

A més a més, en el cas que no funcioni el *gestor NMX*, podrem manipular el *coder* via *web* per tal de veure alarmes, fer històrics, accedir als *logs* actuals i poder actuar sobre els dispositius.

## C.2. ProStream 1000

A diferència dels *coders*, els *ProStreams* es troben als nostres centres. En aquests equips també podem veure les targetes que tenim aprovisionades i el model de l'equip, la seva *IP*, la configuració de xarxa, i el tipus de senyal d'entrada i de sortida.



Figura 8. 14 Panell d'un *ProStream 1000* en el *NMX Service Manager*

A més a més també podem accedir al llistat dels serveis que porta l'equip en qüestió. Al *Múltiplex* apareixeran tots els *TS* de que disposa, amb el seu tractament dins de la capçalera.

En el *Servei A TV* que hem agafat com a exemple tenim el *ProStream 1000* al Centre de Control, i en ser un centre molt important hi haurà un *ProStream 1000* principal i un altre de *backup* per reduir al màxim l'afectació del serveis en una possible avaria.

A la Figura 8.15 podem observar que a l'entrada *Gbe-001* del *ProStream* li entren senyals de diferents serveis de *TDT*, entre ells el nostre. Aquest dispositiu genera la trama *ASI* del *Múltiplex Z* convertint alguns d'aquests serveis que li entren pel *Gbe-001* a *ASI*. En concret el senyal sortirà per la sortida *ASI-004* del *ProStream*. Si ens fixem bé, apart del senyal de vídeo i d'àudio també conté les taules *PSI*.

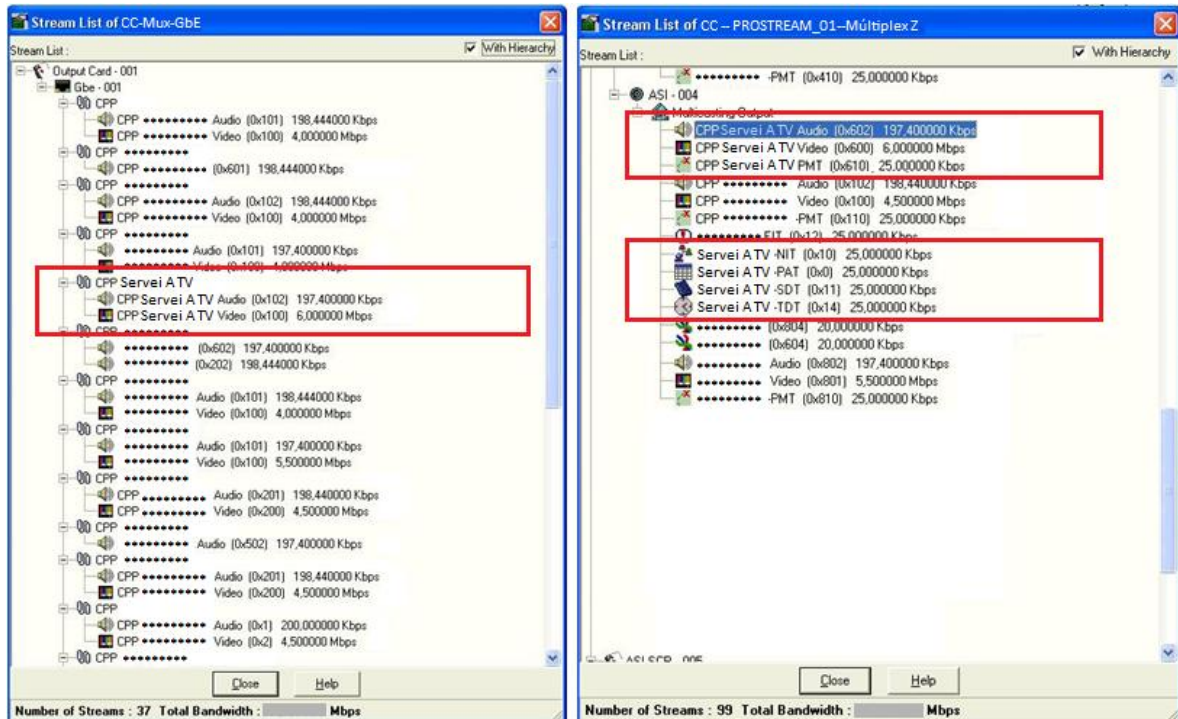


Figura 8. 15 Entrades i sortides del *ProStream 1000* en el *NMX Service Manager*

### 8.3. Supervisió de la xarxa de transport

Cada equip de la nostra xarxa de transport està connectat a un sistema de gestió propi de cadascun dels seus fabricants mitjançant la nostra xarxa de gestió.

Cada sistema de gestió té un *browser* d'alarmes dinàmic on es mostren totes les alarmes que es van produint a la xarxa a temps real. A més a més ens permet actuar en major o menor mesura sobre cadascun d'aquests equips per tal de poder recuperar un servei tallat.

A continuació explicarem detalladament els diferents sistemes de gestió de que disposem.

#### 8.3.1. Supervisió del transport satèl·lit

Com hem comentat en el capítol 5.2.1, en el transport satèl·lit entra en joc el descodificador *MTR* del model *D9804* del fabricant *Scientific Atlanta*, una marca que pertany a *Cisco Systems*.

Per poder supervisar aquest equip inicialment se l'haurà de configurar mitjançant una connexió en local. Se li haurà de posar una direcció *IP* de gestió que estigui dintre de la nostra xarxa de gestió, amb la seva màscara i *Gateway* corresponents. Un cop introduïda ja podrem accedir a l'equip remotament simplement introduint aquesta direcció *IP* a una finestra d'*Internet Explorer*. Des d'aquí podrem supervisar i modificar la configuració de l'equip des del Centre de Control sense necessitat de desplaçar-se al centre.

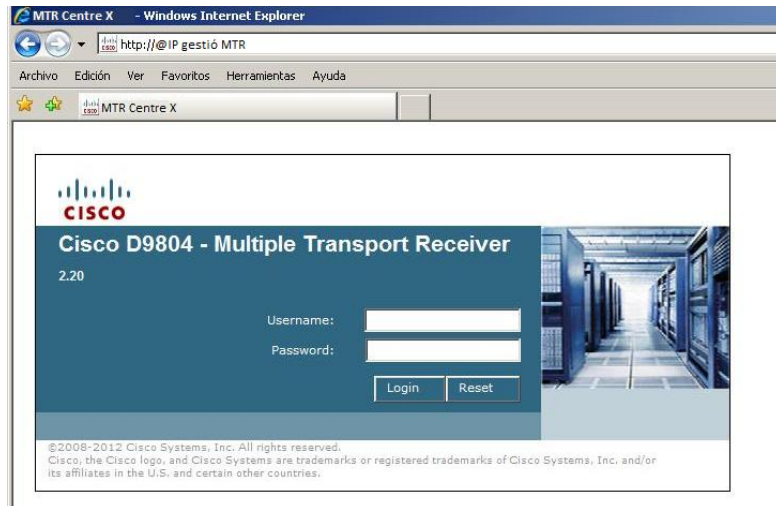


Figura 8. 16 Gestió via Web Browser d'un MTR D9804

Aquest sistema de gestió ens informa de l'estat de cadascuna de les entrades, com ara les seves freqüències, els errors (*FEC*), els identificadors dels senyals i els nivells de senyal de *RF* a les paràboles. També ens mostra informació sobre les sortides com ara a quin *Múltiplex* correspon cada *ASI* i quin *Bitrate* té cadascuna. A més a més ens permet configurar de quin senyal de *RF* s'ha d'extreure cada senyal *ASI*.

En el gestor de *Cisco*, com podem veure a la Figura 8.17, hi ha molta informació del *MTR*. Cada *Múltiplex* de *TDT* té un número identificatiu anomenat *CTID*. Cada servei té assignat un grup del *MTR* anomenat *Carrier ID*.

Versions / Groups		Current App Version	Firmware Version	Group List
		2.20	1.00	17352

RF Input Status		Input Number	L-Band (MHz)	Frequency (GHz)	SymbolRate (MSps)	FEC	Carrier ID (Configured)	Carrier ID (Actual)	Signal Lock	Signal Level (dBm)	C/N Margin (dB)
RF-1	****	RF-1	****	****	30,0	3/4	****	****	Locked	-37	7,6
RF-2	****	RF-2	****	****	19,68	3/4	****	****	Locked	-47	8,8
RF-3	****	RF-3	****	****	29,6	3/4	****	****	Locked	-41	9,1
RF-4	****	RF-4	****	****	30,0	3/4	****	****	Locked	-58	7,9

ASI Input Status		ASI Present	Routing	Sync	Carrier ID	Bit Rate (bps)	Pkt Received	TEI	Packet Size
		No Lock	----X	No Sync	1	0	0	0	188

Output Status		Output Number	Stream Source	Format	Stream Status	Bitrate (bps)	Stream Sync	Source Status	CTID	Com CTID	Reg CTID
ASI-1	RF1	ASI-1	RF1	Decombed	Normal	19905904	OK	OK	****	0	0
ASI-2	RF4	ASI-2	RF4	Decombed	Normal	19905905	OK	OK	****	0	0
ASI-3	RF3	ASI-3	RF3	Decombed	Normal	19905904	OK	OK	****	0	0
ASI-4	RF3	ASI-4	RF3	Decombed	Normal	19905905	OK	OK	****	0	0
ASI-5	RF3	ASI-5	RF3	Decombed	Normal	19905905	OK	OK	****	0	0
ASI-6	None	ASI-6	None	N/A	N/A	0	OK	OK	****	0	0

Alarms / Warnings		Alarms/Warnings	Details	Since

Figura 8. 17 Paràmetres del MTR D9804 en el gestor de Cisco

Existeix una taula amb tots els serveis, els seus *CTIDs* corresponents, els seus grups i un conjunt de dades que ens ajudaran a detectar un possible problema de servei mirant el gestor. Quan tenim algun problema en un servei determinat el primer que hem de fer és identificar quin *CTID* té i de quin grup pertany aquest servei.

Per exemple suposem que hem vist que en el *Centre Emissor X* tenim absència de senyal d'entrada *ASI IN* del *Múltiplex Y*. Mirarem la taula i buscarem el seu *CTID* i el seu *Carrier ID*.

Si mirem la pestanya *Summary* del gestor *Cisco*, a l'apartat de *Output Status*, hem de trobar el nostre *CTID*. Imaginem que el senyal de sortida del *MTR* que correspon al que està el nostre *CTID* és l'*ASI-1* i aleshores el senyal de *RF* que entra al *MTR* correspon a la *RF1* com podem veure a la Figura 8.18.

A la mateixa pestanya, ara que sabem quin és el nostre senyal d'entrada, podem veure tots els paràmetres de la *RF-1*. Observem que els nivells de *Margin* són els correctes (entorn als 8 dB) i el seu nivell de senyal també està correctament (entorn als -40 dBm). A més a més veiem que el senyal està enganxat (*Signal Locked*).

The screenshot shows the Cisco MTR Centre X interface. The 'RF Input Status' table is highlighted with a red box, showing parameters for RF-1. The 'Output Status' table is also highlighted with a red box, showing parameters for ASI-1.

Input Number	L-Band (MHz)	Frequency (GHz)	SymbolRate (MSps)	FEC	Carrier ID (Configured)	Carrier ID (Actual)	Signal Lock	Signal Level (dBm)	C/N Margin (dB)
RF-1	****	****	30.0	3/4	****	****	Locked	-37	7.6
RF-2	****	****	19.68	3/4	****	****	Locked	-47	8.8
RF-3	****	****	29.6	3/4	****	****	Locked	-41	9.1
RF-4	****	****	30.0	3/4	****	****	Locked	-58	7.9

Output Number	Stream Source	Format	Stream Rate	Bitrate (bps)	Stream Sync	Source Status	CTID	Com CTID	Reg CTID
ASI-1	RF1	Decombed	Normal	19905904	OK	OK	****	0	0
ASI-2	RF4	Decombed	Normal	19905905	OK	OK	****	0	0
ASI-3	RF3	Decombed	Normal	19905904	OK	OK	****	0	0
ASI-4	RF3	Decombed	Normal	19905905	OK	OK	****	0	0
ASI-5	RF3	Decombed	Normal	19905905	OK	OK	****	0	0
ASI-6	None	N/A	N/A	0	OK	OK	****	0	0

Figura 8. 18 Exemple de detecció d'avaries en un *MTR D9804*

Si algun d'aquests paràmetres que hem comentat estigués malament entrariem a la pestanya de *Setup* i revisariem tant la *ASI-1* com la *RF-1* com es pot veure a la Figura 8.19:

The figure shows two screenshots of the Cisco MTR Centre X interface. The left screenshot shows the 'Setup' configuration for 'ASI-1 Output Status'. The right screenshot shows the 'Setup' configuration for 'RF-1 Input Status'.

Source	Enabled	Format	Inband
ASI-1	Yes	Decombed	UpLink*
Stream Status	CT PID	CT ID	CT Name
Normal	****	****	HSA-68.3
Com CTID	Com CT PID	Com CT NAME	Com CT Sw Idx
0	814		1
Reg CTID	Reg CT PID	Reg CT NAME	Reg CT Sw Idx
0	815		1
Rate Type	SRC Rate(bps)	Output Rate(bps)	Band Mode
Source Rate	19905204	19905204	Enabled
Stream Sync	Stream Source	Src TEI Cat	Src CC Err Cat
OK	20014	9607	0
Scramble Mode	Even/Odd	Sw Idx	Buffer
Scrambled	Even	0	128
Buf Overflow	Buf Underflow	Buf Max	Buf Min
0	37865721	127	1
Lossy IIR Cat	AF Bitrate	AF Interval	AF Size
0	200004	48	32
LossPKTCatPrev	LossPKTCatCur	Packet Monitor	LossCarDuration
Scrambled	0	841110301	0
LossCarInterval	LossCTStat	LossCorrelation	Source CC
5602	186	Source CC	

Status	Enabled	Routing	Inband
Locked	Yes	1---X	UpLink*
DinkFrg (GHz)	L-Band (MHz)	AFC (MHz)	Sym Rate (MSym/sec)
12.871	****	0.0	20.9
FEC	Modulation	IQ	Input Rate
3/4	DVB-S2 QPSK	Normal	65324756
Pilot	C/N (dB)	C/N Margin(dB)	Slq Lvl (dBm)
Yes	15.9	7.5	-37
LDPCBER	PVBER	PKR	LNB Voltage
3.2e+4	N/A	0.0e+7	18V
Sync	PKTRx	Size	LNB Stat
Normal	84578558	188	Normal
Uncorr Err Cat	Corr Err Cat	TEI Count	
3170	0	239515	
Configured Carrier ID	Actual Carrier ID	Carrier Name	
****	****	HSA-68	

Figura 8. 19 Configuració d'un *MTR D9804*

També podem veure les alarmes actives i un històric d'alarmes com es mostra a la Figura 8.20:

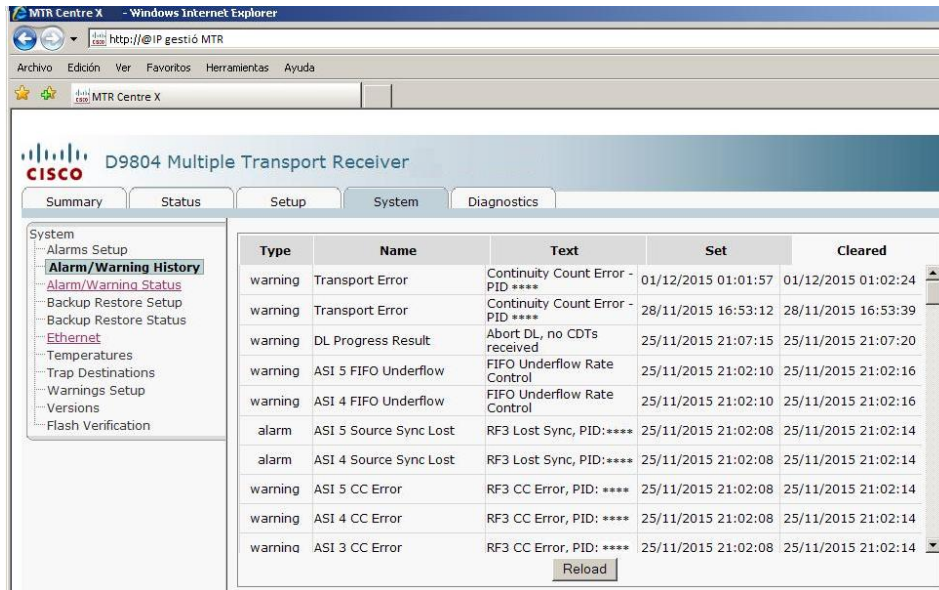


Figura 8. 20 Històric d'alarmes d'un MTR D9804 en el gestor de Cisco

A vegades el senyal de RF es desenganxa. Per solucionar-ho es pot modificar la freqüència d'oscil·lació *LO frequency* i tornar-la a normalitzar. Amb aquest canvi moltes vegades aconseguim que enganxi el senyal de RF un altre cop:

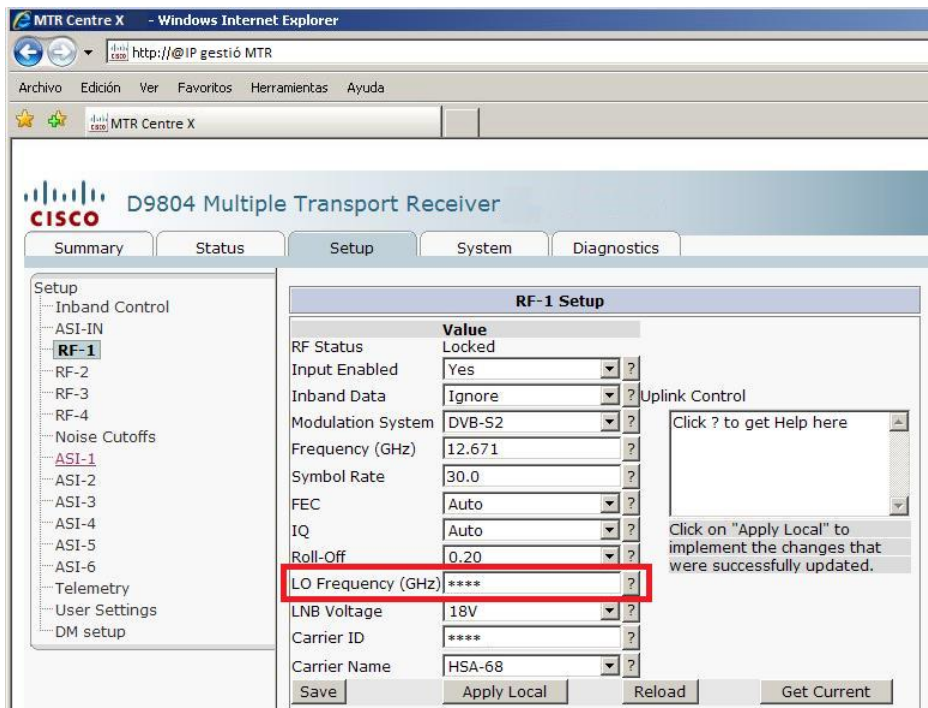


Figura 8. 21 Modificació de la freqüència d'oscil·lació d'un senyal de RF en un MTR D9804

També tenim la possibilitat de modificar alguns dels paràmetres de les ASIs per si per algun motiu s'haguessin desconfigurat, com podem veure a la Figura 8.22 que ve a continuació.



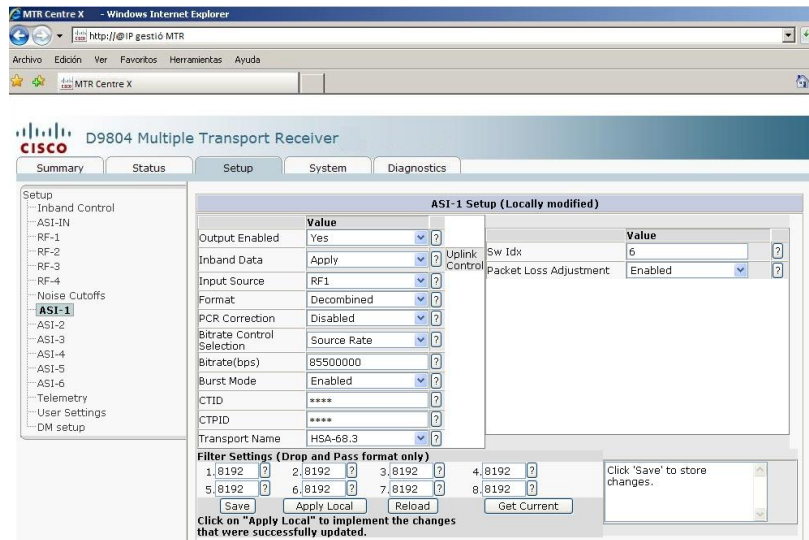


Figura 8. 22 Configuració d'un senyal ASI en un MTR D9804

En el cas de no poder-ho solucionar remotament haurem de trucar a un tècnic perquè ho revisi en local.

### 8.3.2. Supervisió del transport terrestre

En el nostre sistema de transport terrestre podem diferenciar el transport *IP*, format per radioenllaços *Pasolink NEO* i *MPR Alcatel*, dispositius d'interconnexió i codificadors; i el transport *ASI*, format per radioenllaços *Alcatel*, adaptadors de xarxa i commutadors automàtics. Tots ells es gestionen mitjançant gestors propis dels fabricants de cada equip exceptuant els adaptadors de xarxa i els codificadors, que es supervisen a través d'un *Web Browser*.

#### A. Supervisió del transport IP

Per tal de supervisar a cadascun dels els equips que formen part de la nostra xarxa *IP* hem de tenir en compte que, abans de res, per configurar-los per primera vegada, ens haurem de connectar mitjançant una connexió en local i els haurem de donar una direcció *IP* de gestió que estigui dins de la nostra xarxa de gestió, amb la seva màscara i *Gateway* corresponents, a cadascun d'ells. Un cop fet això ja podrem accedir al dispositiu remotament a través del seu sistema de gestió.

#### A.1. Supervisió de radioenllaços IP

En disposar de dos tipus de radioenllaços *IP* utilitzarem dos gestors diferents que ens proporcionen els fabricants *NEC* i *Alcatel*. A tots dos hi ha un *browser* d'alarmes dinàmic on van apareixent a temps real totes les alarmes que es van produint en els equips i ens permet actuar sobre ells, configurar-los i veure alguns dels seus paràmetres.

##### A.1.1. Supervisió de radioenllaços Pasolink NEO

El *PNMS (Pasolink Network Management System)* és el sistema de gestió que utilitzem per supervisar els radioenllaços *Pasolink NEO* del fabricant *NEC* de la nostra xarxa de transport. Tots aquests radioenllaços estan connectats, mitjançant la nostra xarxa de gestió, a aquest sistema de supervisió, que està basat en l'estàndard *SNMP* (explicat amb detall a l'Annex 8).

Com acabem de comentar, aquest gestor conté un *browser* d'alarmes on aniran apareixent i desapareixent les alarmes que es van produint a la nostra xarxa, les quals indiquen l'hora en

que s'han produït, l'extrem del radioenllaç on han aparegut, el nom del radioenllaç, l'equip alarmat i el descriptiu i severitat de l'alarma, tal i com es mostra a la Figura 8.23. Les alarmes que apareixen en el *browser* de l'aplicació es configuren amb diferents tipus de prioritats segons el nivell d'afectació del servei. Nosaltres el tenim configurat perquè únicament apareguin les alarmes de criticitat elevada.

Ack	Date/Time	Network Element	Location	Item	Severity	Comment
<input type="checkbox"/>	02/17/2016 08:05:35	CENTRE C-91023-CENTRE V	IDU Main Board - CH01 -	E1 LOS	Major	
<input type="checkbox"/>	02/16/2016 18:02:12*	CENTRE Z-91526-CENTRE M	IDU Main Board - Port3 -	LAN Link	Major	
<input type="checkbox"/>	02/16/2016 18:02:12*	CENTRE Z-91526-CENTRE M	IDU Main Board - Port4 -	LAN Link	Major	
<input type="checkbox"/>	02/16/2016 18:02:12*	CENTRE Z-91526-CENTRE M	IDU + + -	License Mismatch	Major	

Figura 8. 23 Browser d'alarmes del PNMS

Quan veiem una alarma en el *browser* o si després d'investigar un tall de servei creiem que hi ha algun tipus de problema en un dels radioenllaços, el busquem pel seu nom, que correspon a un número de 5 xifres, o per la seva direcció IP de gestió, com veiem a la Figura 8.24, i podrem entrar al sinòptic de l'equip, que conté els dos extrems del radioenllaç.

Network Element Name	Equipment Type	Opposite Network Element	IP Address
CENTRE-TR-90016-CENTRE-TP	PASOLINK NEO 1+1 Hot Standby	CENTRE-TP-90016-CENTRE-TR	@IP gestió radioenllaç_TR
CENTRE-TP-90016-CENTRE-TR	PASOLINK NEO 1+1 Hot Standby	CENTRE-TR-90016-CENTRE-TP	@IP gestió radioenllaç_TP

Figura 8. 24 Forma de buscar un radioenllaç Pasolink NEO en el PNMS

Dins del sinòptic de l'equip en qüestió podrem realitzar un conjunt d'operacions que ens permetran solucionar avaries remotament.

Selected Network Element: CENTRE-TR-90016-CENTRE-TP [ PASOLINK NEO ]

Configuration | NE Stored Log | PerformanceMonitor

Diagram showing ODU No.1 and ODU No.2 connected to MODEM No.1 (MAIN(WORK)) and MODEM No.2 (CTRL).

AUX I/O | MAINT | LPM | Inventory

Category	Item	Status
Common	TX RF Frequency	freq_TR [MHz]
Common	RX RF Frequency	freq_TP [MHz]
Common	TX Power Control	MTPC
Common	MTPC TX Power	0[dB]
Common	Frame ID	1
Common	Main(Work) - INTFC(1)	16xE1 Standard PKG(EMW LAN)
Common	Transmission Capacity	100[MB]
Common	Modulation Scheme	32QAM
Common	TX SW Status	No.1
Common	RX SW Status	No.1

Opposite Network Element: CENTRE-TP-90016-CENTRE-TR [ PASOLINK NEO ]

Configuration | NE Stored Log | PerformanceMonitor

Diagram showing ODU No.1 and ODU No.2 connected to MODEM No.1 (MAIN(WORK)) and MODEM No.2 (CTRL).

AUX I/O | MAINT | LPM | Inventory

Category	Item	Status
Common	TX RF Frequency	freq_TP [MHz]
Common	RX RF Frequency	freq_TR [MHz]
Common	TX Power Control	MTPC
Common	MTPC TX Power	0[dB]
Common	Frame ID	1
Common	Main(Work) - INTFC(1)	16xE1 Standard PKG(EMW LAN)
Common	Transmission Capacity	100[MB]
Common	Modulation Scheme	32QAM
Common	TX SW Status	No.2
Common	RX SW Status	No.1

Figura 8. 25 Sinòptic d'un radioenllaç Pasolink NEO en el PNMS

Com podem veure en el sinòptic de la Figura 8.25, l'equip que hem seleccionat consisteix en un radioenllaç 1+1 i apareixen els dos extrems de la ràdio. En aquesta pantalla també observem que ens aporta una gran quantitat d'informació de la configuració del radioenllaç, que podem modificar en el cas que convingui.

De cara a la supervisió del radioenllaç, aquest sistema de gestió ens permet realitzar varis tipus de consultes:

- Podem accedir a un registre de les últimes 1000 alarmes que s'han produït a l'equip mitjançant l'opció *NE Stored Log*. Això es molt útil ja que si hi ha talls intermitents en el radioenllaç és possible que no ho detectem en el *browser* d'alarmes.
- Ens permet visualitzar els nivells de transmissió (*Tx*) i de recepció (*Rx*) de potència a cada extrem i la tensió que alimenta les *ODUs*, com podem veure a la Figura 8.26.

No.	Category	Item	Status
No.1		TX Power	+21.0[dBm]
No.2		TX Power	***
No.1		RX Level	-48.2[dBm]
No.2		RX Level	-54.8[dBm]
No.1		ODU Power Supply	-52[V]
No.2		ODU Power Supply	-53[V]
Common		BER	0.0E-8

Figura 8. 26 Nivells de potència en *Tx* i *Rx* en un extrem d'un radioenllaç *Pasolink NEO*

- Ens permet visualitzar les estadístiques dels ports *LAN* de les *IDUs*.

	Detail		Threshold			
	Latest		15 min		1 day	
	15 min	1 day	Occur	Recover	Occur	Recover
OFS	0	0	900	90	65534	650
SEP	0	0	900	90	65534	650
BBE	0	0	10980	1100	1054080	105410
ES	0	0	900	90	65534	650
SES	0	0	900	90	65534	650
UAS	0	0	900	90	65534	650
RX LEV1(MIN)	-48.5[dBm]	-50.8[dBm]				
RX LEV1(MAX)	-47.8[dBm]	-47.2[dBm]				
RX LEV2(MIN)	-55.1[dBm]	-57.3[dBm]				
RX LEV2(MAX)	-54.4[dBm]	-53.8[dBm]				

Figura 8. 27 Estadístiques dels ports *LAN* en un extrem d'un radioenllaç *Pasolink NEO*

A més a més també permet fer varies operacions sobre l'equip:

- Podem realitzar commutacions de *IDU* i *ODU* en configuracions 1+1.
- Permet reiniciar les targetes controladores, les *ODUs* i les interfícies *LAN* en el cas que sospitem que es poden haver quedat bloquejades.
- Podem apagar el transmissor si sospitem que hi ha algun tipus d'interferència sobre el radioenllaç. Un cop el transmissor està apagat, si la lectura de nivell de potència en recepció a l'altre extrem de la ràdio no és nul·la indicarà que un altre equip està interferint el nostre radioenllaç.
- Permet realitzar bucles a nivell de *FI* i de *RF*. Això ens ajudarà a detectar a quin extrem del radioenllaç està el problema. Si fem un bucle cap al nostre extrem de la ràdio i

desapareixen les alarmes indicarà que l'avaría està a l'altre extrem. Per contra, si no desapareixen, voldrà dir que l'avaría està al costat on s'està realitzant el bucle.

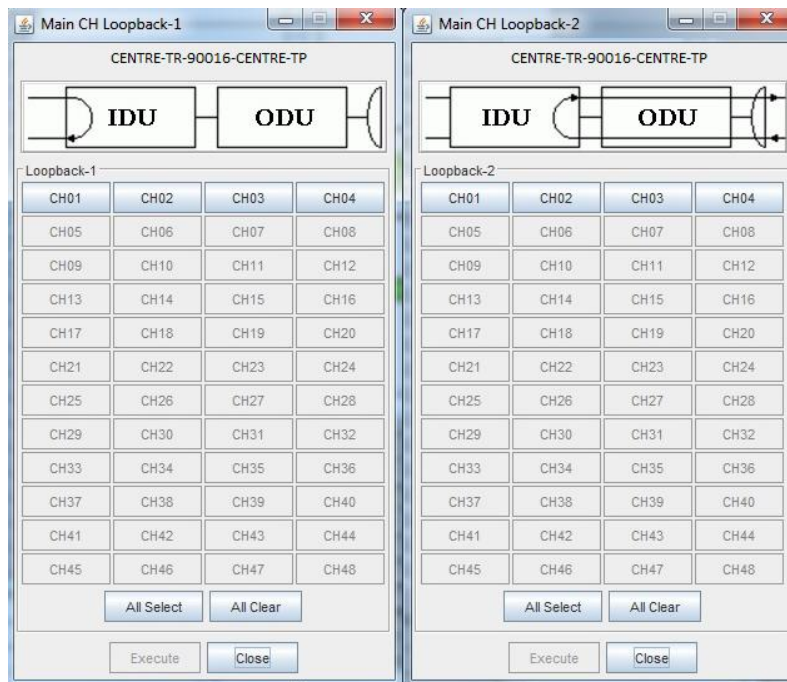


Figura 8. 28 Bucles de FI en un radioenllaç Pasolink NEO

### A.1.2. Supervisió de radioenllaços MPR

Com en el cas dels radioenllaços *Pasolink NEO*, els radioenllaços *MPR* estan connectats, mitjançant la nostra xarxa de gestió, a un sistema de supervisió propi del fabricant *Alcatel* anomenat *NM1*, i també està basat en l'estàndard *SNMP* (explicat detalladament a l'Annex 8).

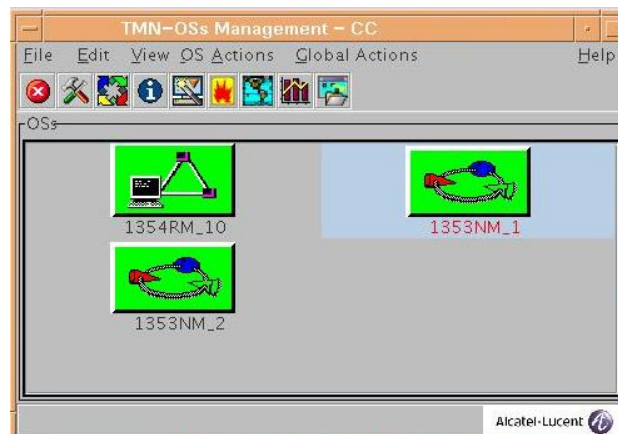


Figura 8. 29 Sistema de supervisió NM1

Aquest sistema de gestió té les mateixes característiques que el *PNMS* tot i que el seu entorn és totalment diferent. Així doncs disposa d'un *browser* d'alarmes dinàmic a partir del qual ens permet accedir directament a l'equip en qüestió. Aquest *browser*, com mostra la Figura 8.30, indica el tipus de severitat de l'alarma, la data i l'hora en que s'ha produït, la targeta o l'equip on ha aparegut l'alarma i el seu descriptiu.

1353NM_1-7.4.5: AS Current USM : Alarm Sublist : CC									
Sublist Action Display Navigation									
Name	COUNTERS					Total			
CC						9			
	2	5	0	2	0	0	9	0	
	Critical	Major	Minor	Warning	Indet.	Clear	NACK	ACK	
Perceived Severity	Event Date & Time	Friendly Name			Probable Cause (name)		Additional Text		
WARNING	2016/02/19 07:57:54	GI_0940_04_0092			Inside Failure		TM00002000RM00000000TS0000		
WARNING	2016/02/19 07:50:03	TX_0930_04_0106			Inside Failure		TM00002000RM00000000TS0000		
MAJOR	2016/02/19 01:44:01	LX_0052_04_0103#01sr1s113/port#05-#1-e1MonCTP			AIS		R'x		
MAJOR	2016/02/19 01:44:01	LX_0052_04_0103#01sr1s113/port#04-#1-e1MonCTP			AIS		R'x		
CRITICAL	2016/02/17 13:09:05	MPR-01-CENTRE-AF			Node Isolation				
CRITICAL	2016/02/16 17:33:45	MPR-01-CENTRE-JG			Node Isolation				
MAJOR	2016/02/16 13:55:57	MPR-02-CENTRE-RA#Radio/Dir#3.5/Slot#7/Port#1/Ch#1			Rx Fail				
MAJOR	2016/02/16 08:48:01	LX_0066_04_0063#01sr2#board#03			Cooling Fan Failure				
MAJOR	2016/02/15 09:34:09	MPR-02-CENTRE-DA#Radio/Dir#7.5/Slot#7/Port#5/Ch#1			Demodulator Fail				

Figura 8. 30 Browser d'alarmes del NM1

Aquest sistema de supervisió presenta un desplegable en forma d'arbre on es troben tots els nostres centres emissors que disposen d'algun radioenllaç MPR. Així doncs, únicament buscant a l'arbre la província on es troba el centre afectat i el propi centre podem accedir al MPR que ens interressi.

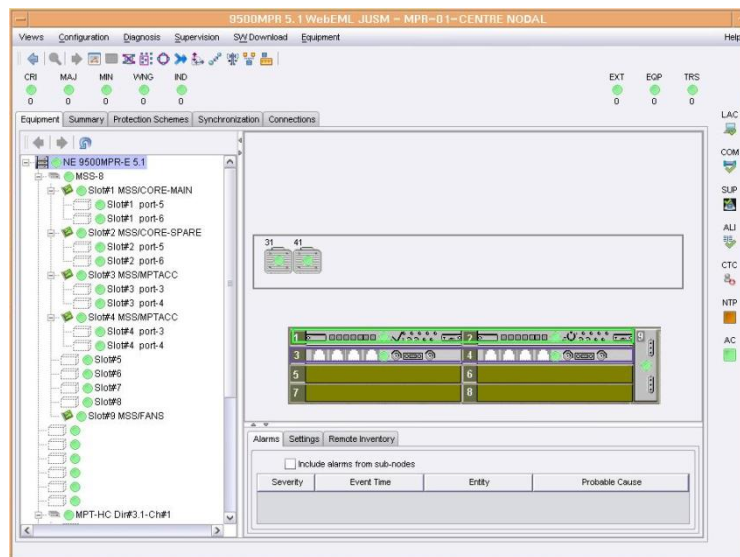


Figura 8. 31 Radioenllaç MPR en el NM1

Un cop dins de l'equip podem fer consultes i modificacions de la seva configuració, com ara la freqüència de transmissió i de recepció de cada canal, l'amplada de banda del canal, la seva modulació, la capacitat i la negociació de cada port Ethernet del radioenllaç entre d'altres com es veu a la Figura 8.32.

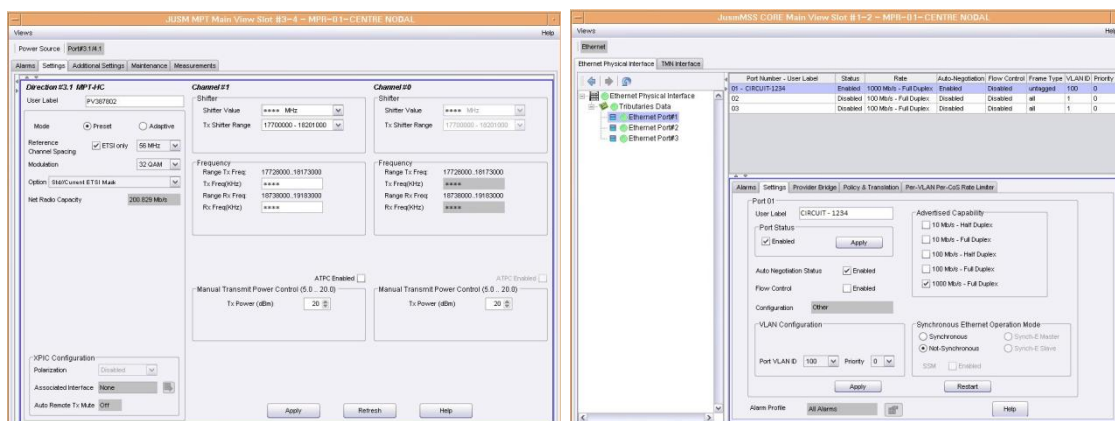


Figura 8. 32 Configuració d'un radioenllaç MPR en el NM1

En el NM1 també podem consultar els nivells de RF en Tx i Rx a temps real en els dos extrems de la ràdio:

MPR-01-CENTRE NODAL			
		dBm	Time
Tx Local End	Max	20.0	2016/02/19 10:50:38
	Curr	20.0	2016/02/19 11:03:10
	Min	20.0	2016/02/19 10:50:38
Tx Far End	Max	20.0	2016/02/19 10:50:38
	Curr	20.0	2016/02/19 11:03:10
	Min	20.0	2016/02/19 10:50:38
Rx Local End	Max	-38.0	2016/02/19 10:56:27
	Curr	-38.2	2016/02/19 11:03:10
	Min	-38.3	2016/02/19 10:50:48
Rx Far End	Max	-39.7	2016/02/19 10:55:07
	Curr	-39.9	2016/02/19 11:03:10
	Min	-40.0	2016/02/19 10:50:46

Figura 8. 33 Nivells de potència en Tx i Rx en els dos extrems d'un MPR

D'altra banda també ens permet, com en el cas del sistema de gestió PNMS, realitzar:

- Commutacions de MSS i de MPT.
- Bucles tant de tributari com de RF.
- Resets a les diferents targetes, a la MMS i a la MPT.

## A.2. Supervisió dels dispositius d'interconnexió

Tots els dispositius d'interconnexió que hi ha a la nostra xarxa són del fabricant Cisco, i tenen l'avantatge de que són compatibles amb la major part dels sistemes de gestió que hi ha en el mercat en aquests moments. Tot i això HP té un sistema de supervisió molt complet anomenat *Network Node Manager (NNM)*, i és el que utilitzem al Centre de Control.

Aquest gestor s'accedeix via *Web Browser* i disposa d'un *browser* d'alarmes dinàmic on van apareixent i desapareixent les alarmes a temps real. A cada alarma s'indica la seva severitat, l'hora en que s'ha produït, quin és l'equip afectat i el tipus d'alarma, com es mostra a la Figura 8.34.

The screenshot shows the HP Network Node Manager (NNM) web interface. The browser address bar displays 'http://nnmi-temp.sdg.centre.local/nnm/'. The interface includes a navigation menu on the left with options like Dashboards, Incident Management, Topology Maps, Monitoring, Troubleshooting, Inventory, Management Mode, and Incident Browsing. The main content area is titled 'Open Key Incidents' and shows a table of incidents. The table has columns for Severity, Priority, Life, Last Occurrence, Assigned, Source Node, Source Object, Cat Family, Oriç Cor, Message, and Notes. There are 5 incidents listed, all with a severity of 5 (High) and a priority of 1 (Low). The messages include 'DISABLED Vlan100\_\_null', 'Ventilador averiado', 'DOWN Interface FastEthernet0/2\_\_servei', 'DISABLED Interface Vlan1\_\_null', and 'DOWN Interface FastEthernet0/11\_\_gestio'. The interface also shows 'Updated: 3/23/16 11:47:41 PM', 'Total: 5', 'Selected: 0', 'Filter: ON', and 'Auto rel'.

Figura 8. 34 Browser d'alarmes del NNM

A més a més ens podrem connectar amb el protocol *Telnet* –descriu amb detall a l'Annex 9– des de qualsevol *PC* que estigui connectat a la nostra xarxa de gestió per tal de configurar-los i consultar qualsevol tipus de paràmetres.

Les accions més significatives que podem fer via *Telnet* són les següents:

- Configurar el dispositiu i els seus ports.
- Consultar la seva configuració general i la dels seus ports.
- Fer un històric d'alarmes de l'equip.
- Visualitzar el tràfic que transita a temps real per cadascun dels ports.
- Consultar l'estat a temps real de cada port i el seu mode de negociació amb l'equip que està connectat a ell.
- Veure quins grups de tràfic *Multicast* estan funcionant, quines peticions *Multicast* rep el dispositiu i per quins ports ho fa.
- Accedir a les estadístiques de tràfic i d'errors associats a cada port.

Així doncs, tant quan detectem una alarma com quan tinguem constància d'algun tall de servei, podrem fer un gran nombre d'operacions i consultes en aquests equips, utilitzant el llenguatge de *Cisco*, per tal de localitzar el problema i resoldre'l amb més rapidesa.

### A.3. Supervisió dels codificadors

Aquest tipus de dispositius consten d'un port 10/100 *Base-T* de gestió i es supervisen mitjançant uns *Web Browsers* creats per *Scientific Atlanta* simplement introduint la direcció *IP* de gestió de l'equip en una finestra d'*Internet Explorer*.

#### A.3.1. Coder *D9435*

Com hem comentat a l'apartat 5.3.2.3 A, aquest codificador *D9435* disposa de 4 entrades *ASI* i una única sortida de senyal *IP*. Aquest sistema de gestió permet configurar i supervisar gran part dels paràmetres necessaris pel correcte funcionament de l'equip.

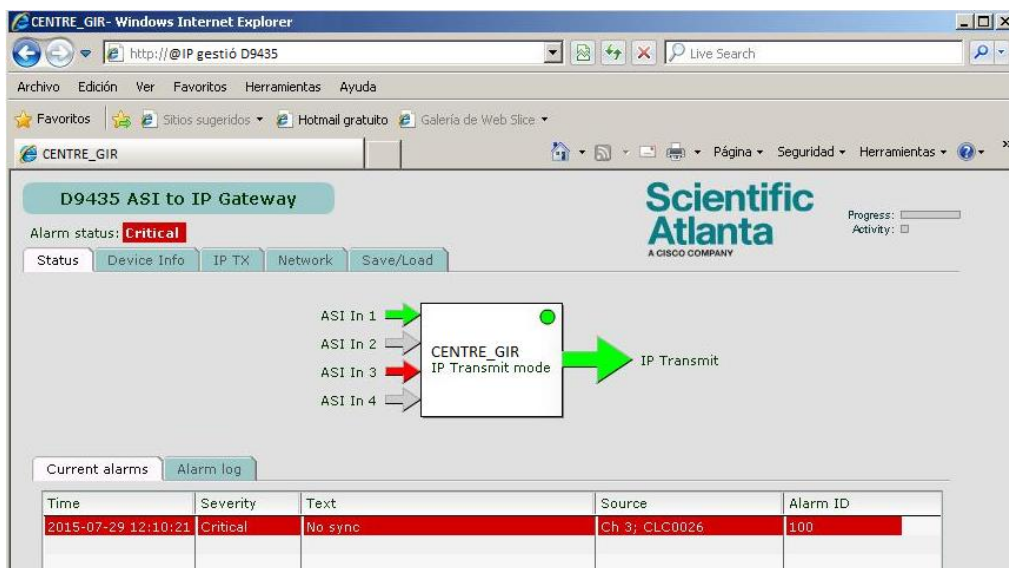


Figura 8. 35 Estat de les entrades i de la sortida en un *D9435*

A l'exemple de la Figura 8.35 observem que en aquest *D9435* es fa servir l'*ASI IN 1* i l'*ASI IN 3*, i que aquesta última entrada té alarma de sincronisme.

Per al correcte funcionament del codificador, a cada senyal d'entrada ASI que utilitzem se li ha de configurar la direcció IP Multicast del servei que entra al dispositiu per, un cop codificats en un únic senyal IP, poder-lo identificar.

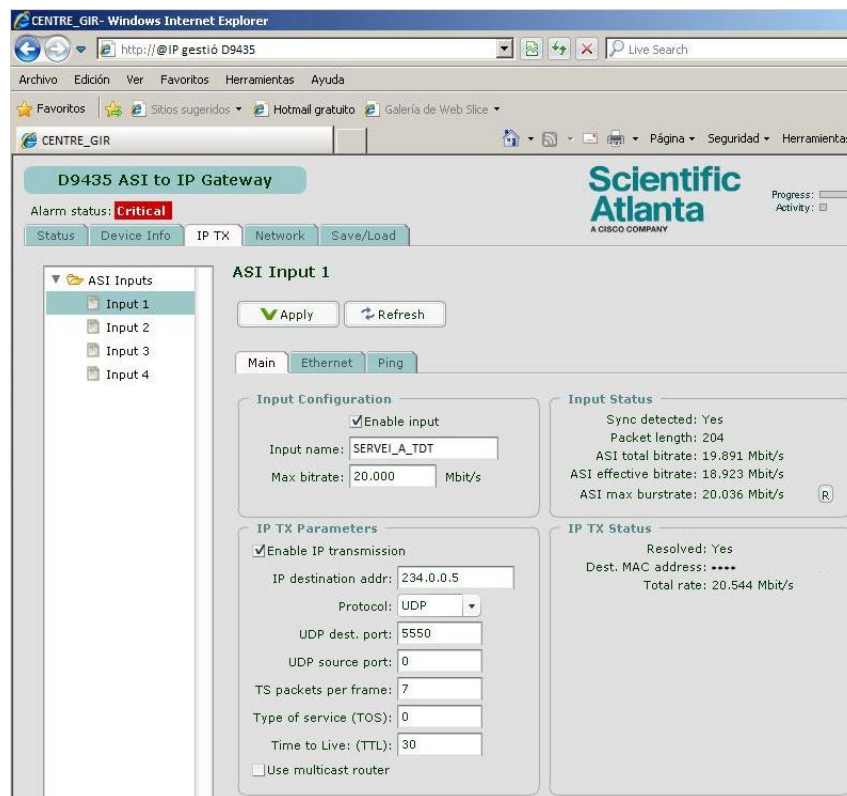


Figura 8. 36 Configuració de les entrades ASI d'un D9435 en el Web Browser

D'altra banda, al port Gigabit Ethernet de sortida del dispositiu per on transmetrem el senyal IP li hauréem de configurar la direcció IP de servei.

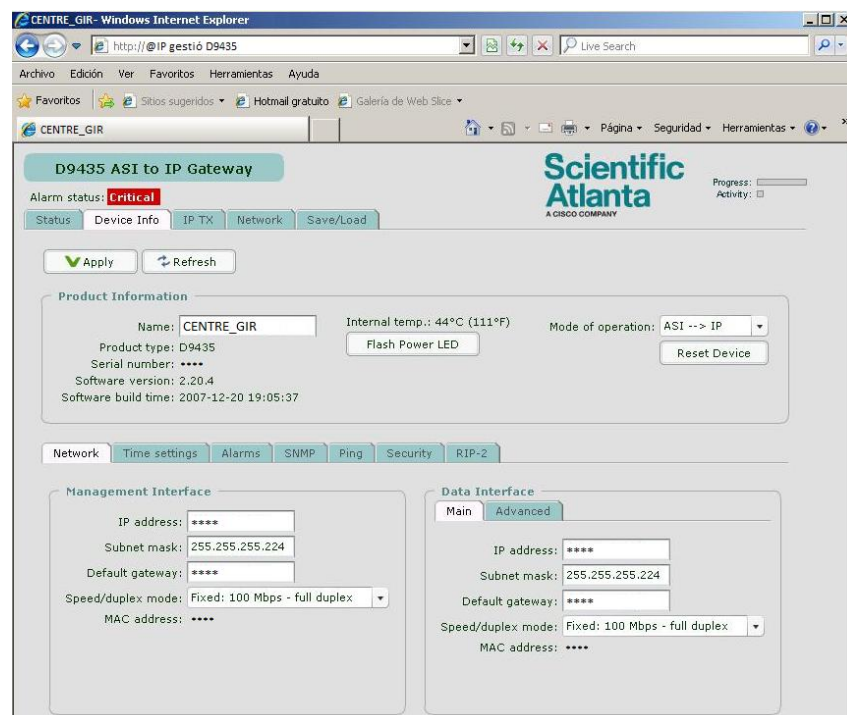


Figura 8. 37 Configuració de la sortida Gigabit Ethernet d'un D9435 en el Web Browser



També ens indica quin *Bitrate* té cada entrada de forma que podrem veure si els serveis estan entrant al dispositiu correctament.

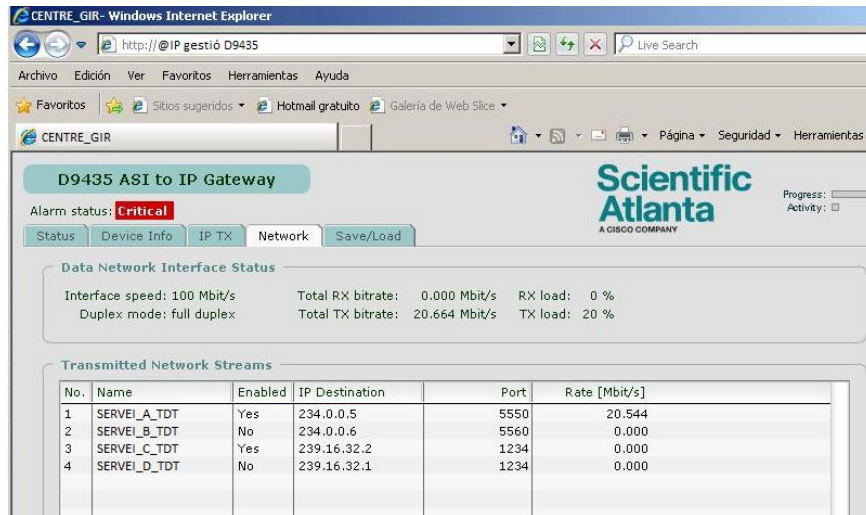


Figura 8. 38 Bitrate de les entrades ASI d'un D9435

A més a més aquest sistema de supervisió, apart de mostrar les alarmes actives que té l'equip a temps real, permet accedir a un històric de les últimes 100 alarmes registrades. Aquest *log* d'alarmes, com podem veure a la Figura 8.39, ens informa de quin tipus d'alarma es tracta, la severitat que té, a quina hora s'ha produït , a quina hora s'ha recuperat l'alarma i a quin servei ha afectat. Això ens podrà ajudar a detectar una possible avaria en el cas que sigui un tall intermitent del servei.

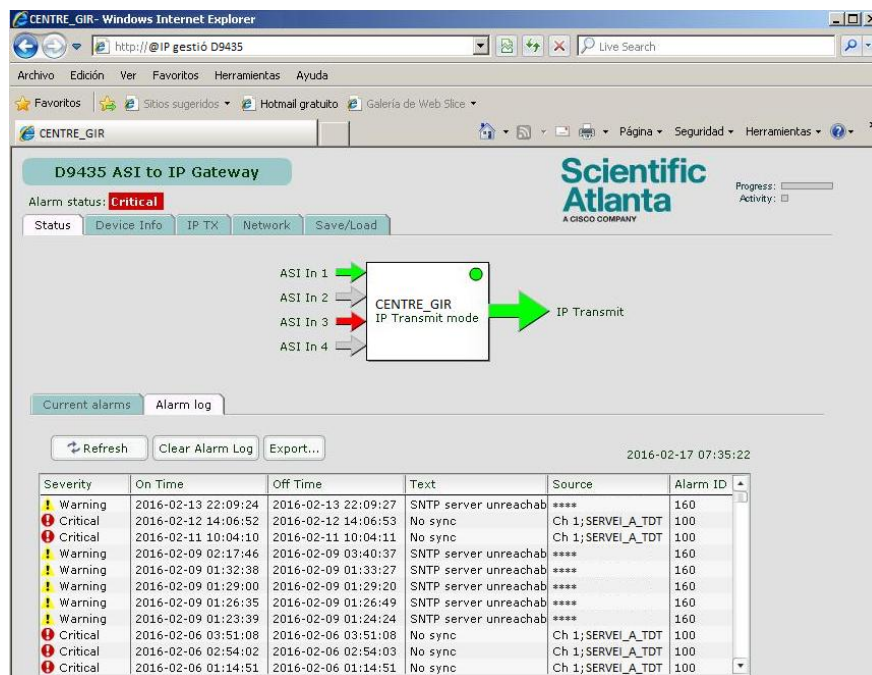


Figura 8. 39 Log d'alarmes d'un D9435 en el Web Browser

### A.3.2. Deco D9402

Aquest descodificador D9402 –com hem explicat a l'apartat 5.3.2.3 B– rep el tràfic *Multicast* mitjançant una entrada Gigabit *Ethernet (Gbe)* i extreu dos senyals ASI corresponents a diferents serveis de TDT. Com en el codificador D9435, aquest dispositiu es supervisa introduint la seva direcció IP de gestió a una finestra d'*Internet Explorer*.

Un cop dins, aquest sistema de gestió permet configurar el port Gigabit Ethernet d'entrada i els ports de sortida ASI.

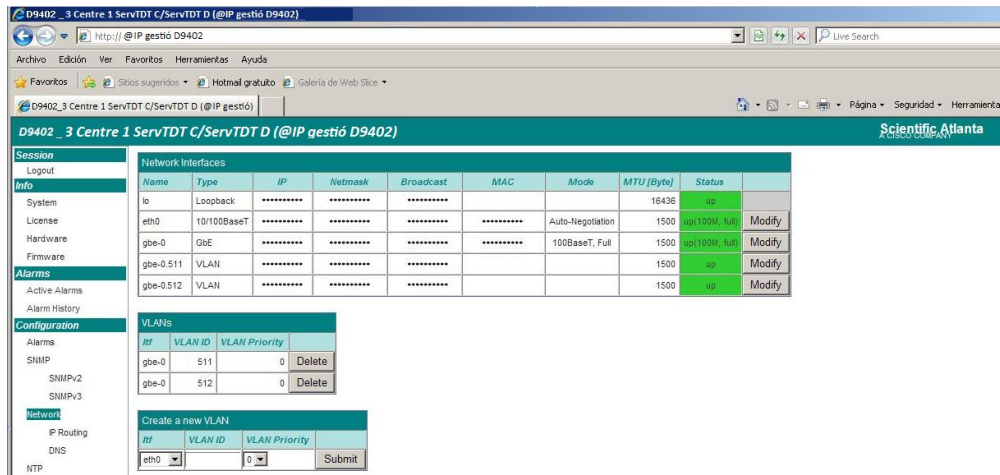


Figura 8. 40 Configuració de l'entrada Gigabit Ethernet d'un D9402

A la Figura 8.40 podem veure que hi ha l'entrada Gigabit Ethernet gbe-0 i en aquesta dos serveis diferents de TDT (amb diferents VLANs).

Als ports ASI se li han de configurar la direcció IP Multicast de cada servei que volem descodificar i la VLAN que té associada com es mostra a la Figura 8.41.

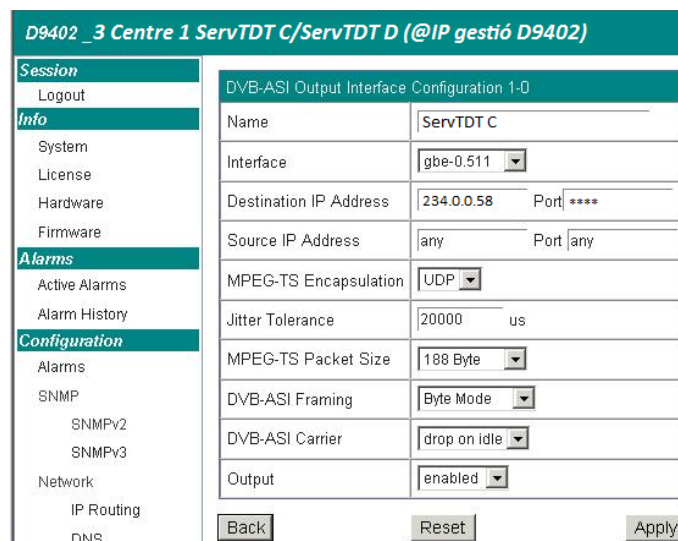


Figura 8. 41 Configuració de les sortides ASI d'un D9402

Entre altres coses, el gestor permet consultar l'estat de les sortides ASI del dispositiu i així identificar una possible fallada d'un servei de TDT de manera ràpida.



Figura 8. 42 Estat de les sortides ASI d'un D9402

A més a més, com en el cas del codificador *D9435*, podem accedir a un històric de les alarmes més recents per facilitar la detecció de possibles avaries intermitents, tal i com es veu a la Figura 8.43.

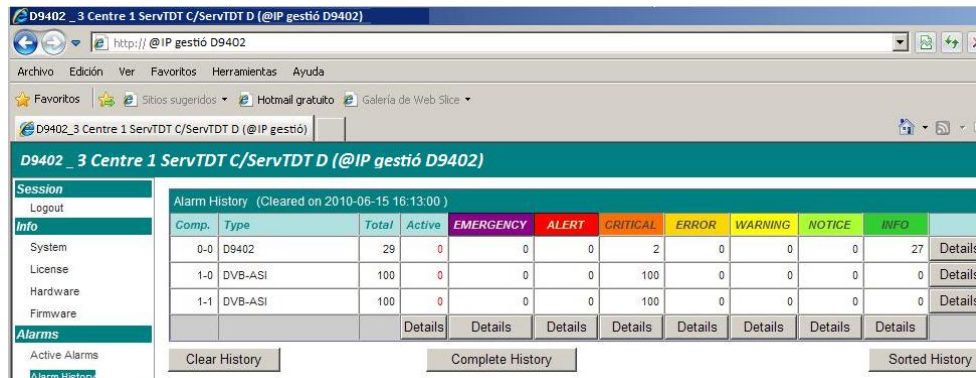


Figura 8. 43 Històric d'alarmes d'un *D9402* en el *Web Browser*

En cas d'avaría, si al descodificador *D9402* no apareixen alarmes, una molt bona manera de saber si l'equip està treballant correctament és entrar via *Telnet* –explicat detalladament a l'Annex 9– al *switch 3400* on va connectat el *D9402* i comprovar si fa les peticions de les *IPs Multicast* correctament.

Continuem amb el descodificador *D9402* de les figures anteriors. Podem observar que tenim dos serveis, un va per la *VLAN 511* i un altre per la *VLAN 512*, corresponents als serveis *ServTDT C* i el *ServTDT D*, amb les *IPs Multicast 234.0.0.58* i *234.0.0.59* respectivament. Si ens connectem al *switch 3400* del centre podem veure que el descodificador *D9402* està connectat al port *Fas0/7*:

```
switch3400_centre1#sh int desc
Interface          Status      Protocol Description
VX                 admin down down
VXX                up          up      gestion
Fa0/1              up          up      servicio
Fa0/2              up          up      gestion
Fa0/3              up          up      servicio
Fa0/4              up          up      servicio
Fa0/5              admin down down
Fa0/6              up          up      servicio D9402_1 ServTDT A/Serv TDT B
Fa0/7              up          up      servicio D9402_3 ServTDT C/Serv TDT D
Fa0/8              up          up      servicio
Fa0/9              admin down down
Fa0/10             up          up      servicio D9402_4 ServTDT E/ServTDT F
Fa0/11             up          up      servicio
Fa0/12             up          up      servicio
Fa0/13             admin down down
Fa0/14             admin down down
Fa0/15             up          up      gestion
Fa0/16             up          up      gestion Rectificador
Fa0/17             admin down down
Fa0/18             admin down down
Fa0/19             admin down down
Fa0/20             admin down down
Fa0/21             admin down down
Fa0/22             admin down down
Fa0/23             admin down down
Fa0/24             admin down down
Gi0/1              up          up      servicio
Gi0/2              admin down down
```

Figura 8. 44 Descripció de les interfícies connectades al *switch 3400* via *Telnet*

En haver dos serveis, pel port *Fas0/7* hauria de passar un tràfic d'uns 40 Mbps. Efectivament, si mirem la Figura 8.45 podem veure que realment és així:

```
switch3400_centre1#sh int sum
*: interface is up
IHQ: pkts in input hold queue      IQD: pkts dropped from input queue
OHQ: pkts in output hold queue     OQD: pkts dropped from output queue
RXBS: tx rate (bits/sec)           RXPS: tx rate (pkts/sec)
TXBS: tx rate (bits/sec)           TXPS: tx rate (pkts/sec)
TRTL: throttle count

Interface-----IHQ  IQD  OHQ  OQD  RXBS  RXPS  TXBS  TXPS  TRTL
-----
VlanX              0  0  0  0  0  0  0  0  0
VlanXX             0  0  0  0  3000  3  3000  3  0
* FastEthernet0/1  0  0  0  0  83455000  7738  3897000  457  0
* FastEthernet0/2  0  0  0  0  31000  34  30000  33  0
* FastEthernet0/3  0  0  0  0  41000  48  64330000  5962  0
* FastEthernet0/4  0  0  0  0  13000  14  62449000  5747  0
* FastEthernet0/5  0  0  0  0  0  0  0  0  0
* FastEthernet0/6  0  0  0  0  0  0  41491000  3800  0
* FastEthernet0/7  0  0  0  0  0  0  41493000  3800  0
* FastEthernet0/8  0  0  0  0  9000  10  62448000  5745  0
FastEthernet0/9    0  0  0  0  0  0  0  0  0
* FastEthernet0/10 0  0  0  0  0  0  41491000  3800  0
* FastEthernet0/11 0  0  0  0  1842000  169  0  0  0
* FastEthernet0/12 0  0  0  0  1947000  178  0  0  0
FastEthernet0/13  0  0  0  0  0  0  0  0  0
FastEthernet0/14  0  0  0  0  0  0  0  0  0
* FastEthernet0/15 0  0  0  0  0  0  0  0  0
* FastEthernet0/16 0  0  0  0  0  0  0  0  0
FastEthernet0/17  0  0  0  0  0  0  0  0  0
FastEthernet0/18  0  0  0  0  0  0  0  0  0
FastEthernet0/19  0  0  0  0  0  0  0  0  0
FastEthernet0/20  0  0  0  0  0  0  0  0  0
FastEthernet0/21  0  0  0  0  0  0  0  0  0
FastEthernet0/22  0  0  0  0  0  0  0  0  0
FastEthernet0/23  0  0  0  0  0  0  0  0  0
FastEthernet0/24  0  0  0  0  0  0  0  0  0
* GigabitEthernet0/1 0  0  0  0  103350000  9491  1000  1  0
GigabitEthernet0/2 0  0  0  0  0  0  0  0  0
```

Figura 8. 45 Tràfic a cada interfície del switch 3400 via Telnet

Així doncs hem comprovat que el tràfic que rep el descodificador D9402 és correcte. Però fa correctament les peticions?

El funcionament és el següent: el router que anuncia per quin port transmet una IP Multicast en concret, s'anomena Querier. Cada switch gravarà per quin dels seus ports ha de demanar la IP Multicast, és a dir, gravarà el port per on veu al Querier. Com sense aquest no poden haver peticions de la IP Multicast, en primer lloc haurem d'analitzar si hi ha Querier o no:

```
switch3400_centre1#sh ip igmp snooping querier
Vlan  IP Address  IGMP Version  Port
-----
***  *****  v2  Fa0/1
XX   *****  v2  Fa0/1
***  *****  v2  Fa0/1
***  *****  v2  Fa0/1
***  *****  v2  Fa0/1
***  *****  v2  Fa0/1
***  *****  v2  Fa0/1
***  *****  v2  Fa0/1
***  *****  v2  Fa0/1
***  *****  v2  Fa0/1
***  *****  v2  Fa0/1
***  *****  v2  Fa0/1
***  *****  v2  Fa0/1
S11  *****  v2  Gi0/1
S12  *****  v2  Gi0/1
***  *****  v2  Gi0/1
***  *****  v2  Gi0/1
***  *****  v2  Gi0/1
```

Figura 8. 46 Detecció dels Queriers en un switch 3400

A la Figura 8.46 veiem que, efectivament, aquestes dues VLANs veuen els seus respectius Queriers pel port Gi0/1 del switch 3400.

Ara haurem de comprovar si realment el descodificador D9402 fa les peticions correctament. Si ens fixem en la Figura 8.47, la resposta és afirmativa ja que les IPs Multicast en qüestió tenen associades les VLANs dels serveis correctament, entren pel port Gi0/1 i surten pel port Fas0/7 que és on està connectat el D9402.

```
switch3400_centre1#sh ip igmp snooping groups
Vlan  Group  Type  Version  Port List
-----
***  *****  igmp  v2  Fa0/1, Fa0/3,
Fa0/4, Fa0/8
***  *****  igmp  v2  Fa0/1, Fa0/3,
Fa0/4, Fa0/8
***  *****  igmp  v2  Fa0/1, Fa0/6
***  *****  igmp  v2  Fa0/1, Fa0/3,
Fa0/4, Fa0/8
S11  234.0.0.58  igmp  v2  Gi0/1, Fa0/7
S12  234.0.0.59  igmp  v2  Gi0/1, Fa0/7
***  *****  igmp  v2  Gi0/1, Fa0/10
***  *****  igmp  v2  Gi0/1, Fa0/10
***  *****  igmp  v2  Gi0/1, Fa0/6
```

Figura 8. 47 Consulta de les peticions d'IPs Multicast d'un D9402 en un switch 3400

Amb aquestes proves acabem de comprovar el bon funcionament del nostre descodificador *D9402* en qüestió.

## B. Supervisió del transport ASI

La nostra xarxa de transport *ASI* –com hem vist en el capítol 5.3.3– està composta per radioenllaços *ASI* d'alta capacitat que formen el *backup* del *Backbone*, per adaptadors de xarxa i per commutadors automàtics. Els radioenllaços, en ser del fabricant *Alcatel*, es supervisen amb el mateix tipus de sistema de gestió que els *MPRs*, però en aquest cas s'anomena *NM2* i té exactament les mateixes característiques i el mateix entorn que el *NM1*, el qual l'hem explicat a l'apartat 8.3.2 A.1.2. La gestió de la resta d'equips la veurem a continuació.

### B.1. AXIS ATM Adapter

Recordem que aquests equips eren els encarregats de convertir el senyal de *E3* (34 Mbps) a senyal *ASI* i a la inversa, per finalment ser distribuït per la nostra xarxa de transport.

Per tal de supervisar els equips *AXIS*, un cop introduïts tots els seus mòduls al cofre, ens hem de connectar localment al *port 1* de la targeta *Ethernet* mitjançant un *PC*, com hem explicat a l'apartat 5.3.3.2 A.4.

La direcció *IP* del *PC* ha d'estar en el mateix domini que la de l'*AXIS*. Tant la connexió local com la connexió remota es faran a través del *Web Browser*, és a dir, haurem de posar la direcció *IP* de gestió de l'*AXIS* a una finestra d'*Internet Explorer* i podrem entrar dins l'equip. Un cop dintre li haurem de configurar una direcció *IP* que estigui dins de la nostra xarxa de gestió, amb la seva màscara i *Gateway* corresponents, per a poder-lo gestionar remotament.

El gestor ens proporciona una sèrie d'informació i control de:

- La versió del *firmware* de les targetes reconegudes i posició de l'*slot*.
- Els serveis que passen per l'equip i la seva configuració.

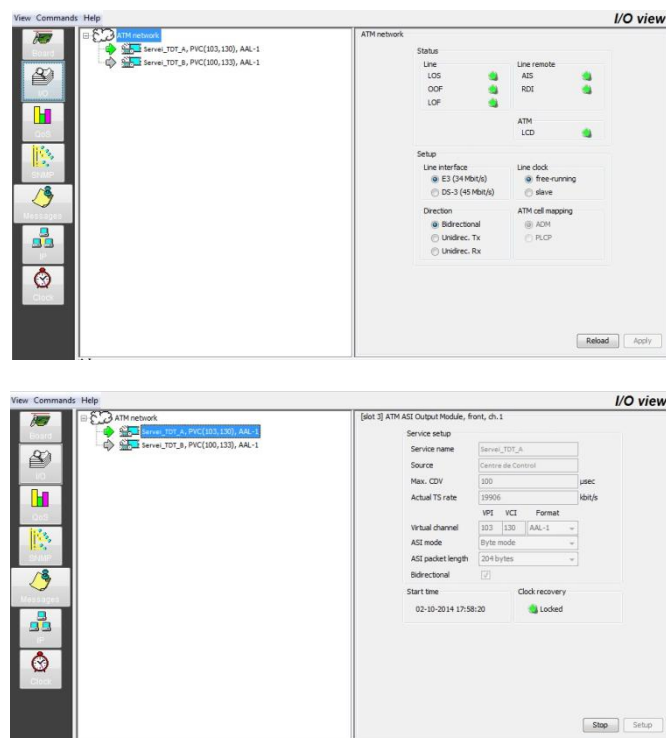


Figura 8. 48 Configuració dels serveis d'un *AXIS ATM Adapter* en el *Web Browser*

- La qualitat dels serveis (QoS) ATM en temps real.

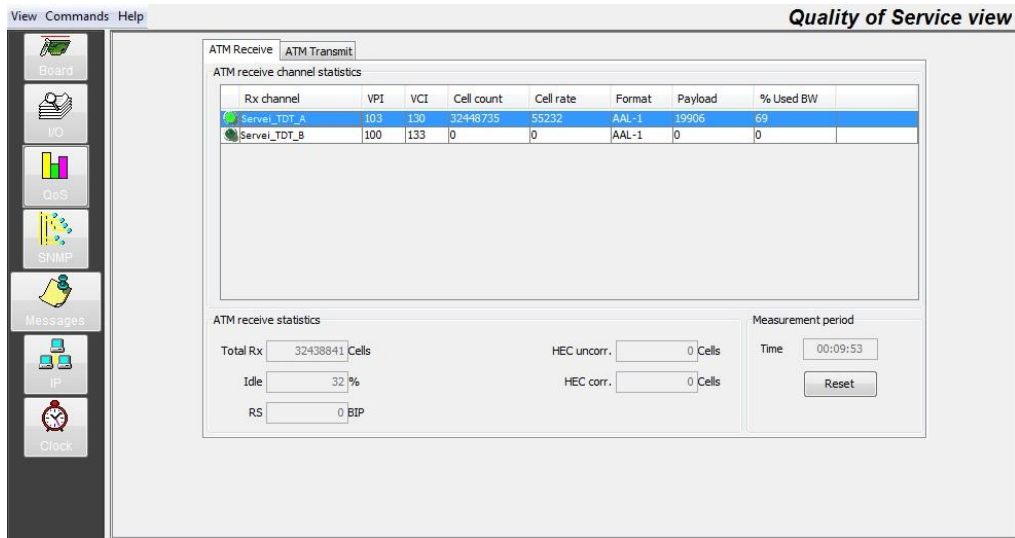


Figura 8. 49 QoS dels serveis ATM d'un AXIS ATM Adapter en el Web Browser

- Consideracions prèvies abans de gestionar l'equip.
- La configuració de les possibles alarmes.
- La configuració del direccionament IP.

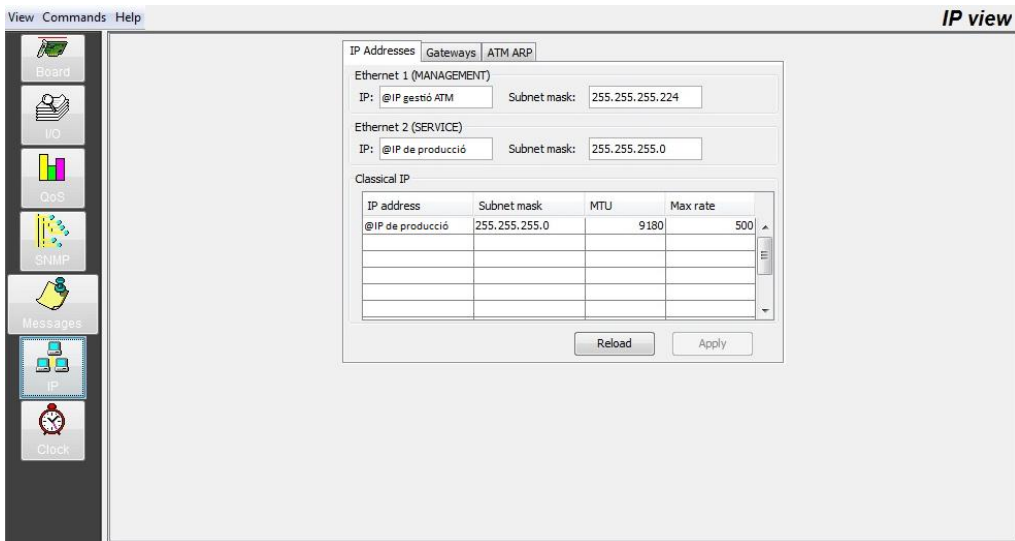


Figura 8. 50 Direccionament IP dels serveis d'un AXIS ATM Adapter en el Web Browser

- Opcions de sincronisme.

## B.2. Commutadors automàtics

Com ja hem vist a l'apartat 5.3.3.2 B, aquests equips són selectores dels senyals *DVB-ASI* o *E3* (34 Mbps) que tenen a les seves entrades. Cadascun d'ells, en ser de diferents fabricants, es gestiona de diferent manera.

### B.2.1. Albalá

En aquests equips la targeta encarregada de la supervisió de tots els mòduls dintre del cofre *UR3000* és la *TLE3001C01*.

Aquest mòdul de control en sortir de fàbrica té la següent configuració:

- Direcció *IP*: 172.16.17 (número de sèrie % 256)
- Màscara de xarxa: 255.255.0.0
- *IP* del *Gateway*: 172.16.0.1
- *Baudrate* del port sèrie: 38400 baudis
- Direcció del xassís: 1

Per tal d'introduir aquest equip al nostre sistema de gestió, un cop inserida la targeta de control al xassís, el primer pas serà connectar-la a un *PC* en local i assignar-li una direcció *IP* de la nostra xarxa, amb la seva màscara i la *Gateway* corresponents.

Per permetre la gestió remota de tots els mòduls *TL3000* que es troben dins del mateix xassís s'utilitza el protocol *SNMP* –explicat de forma detallada a l'Annex 8– concretament la versió *SNMPv2*. L'agent *SNMP* implementat inclou tots els paràmetres definits a la *MIB-2* i correspon a l'agent estàndard *NET-SNMP*, al qual se li ha afegit un mòdul dinàmic per l'ampliació de la *MIB* dels mòduls *TL3000*. Per notificar a un *PC* els canvis d'estat que es produeixen en els mòduls inserits en un cofre *UR3000* s'utilitza el protocol *UDP*.

Els mòduls *TL3000* compten amb un conjunt de paràmetres, alguns dels quals són únicament de lectura i d'altres de lectura i escriptura. Tots ells s'agrupen en 2 tipus: els que generen *traps* i els que no ho fan. Els paràmetres que generen *traps* coincideixen amb els que es registren en un fitxer o s'envien a través d'*UDP* a una aplicació *log* d'events. Aquesta serà l'aplicació encarregada d'informar a l'agent *SNMP* de l'estat que tenen en cada moment. L'agent es comunicarà de forma periòdica amb aquesta aplicació per anar actualitzant l'estat de les variables de la *MIB*.

Existeixen 2 tipus de *traps*:

- Els genèrics: es produeixen quan l'estat del mòdul canvia o quan es produeix un canvi d'estat de les comunicacions de l'agent *SNMP* que executa el mòdul *TLC3001C01* amb la resta de mòduls del cofre.
- Les alarmes: existirà un *trap* per cada paràmetre.

L'estructura de la *MIB* és la següent:

- A l'arbre hi ha una branca anomenada xassís on hi ha una taula on estan tots el mòduls que hi ha al xassís. Mitjançant aquesta taula és possible supervisar els mòduls que es troben al xassís i generar *traps* que indiquen si s'ha extret o s'ha introduït algun mòdul al cofre.

- A l'arbre hi ha una branca per a cada versió de *software* de cadascun dels mòduls. Dins d'aquesta branca hi ha una taula, on les seves columnes corresponen a tots els paràmetres del mòdul que es poden supervisar i on cada fila farà referència a cadascun dels mòduls presents en el xassís, seguint l'ordre de situació al cofre.

Com hem comentat a l'apartat 5.3.3.2 B.1.3, la principal funció del mòdul *TLE3001C01* és fer de pont entre una interfície *Ethernet* (10/100) o un port sèrie estàndard *RS-232* o *RS-485* i un *bus* intern dels xassís. A la Figura 8.51 podem veure una possible mostra de les situacions que ens trobarem als centres emissors:

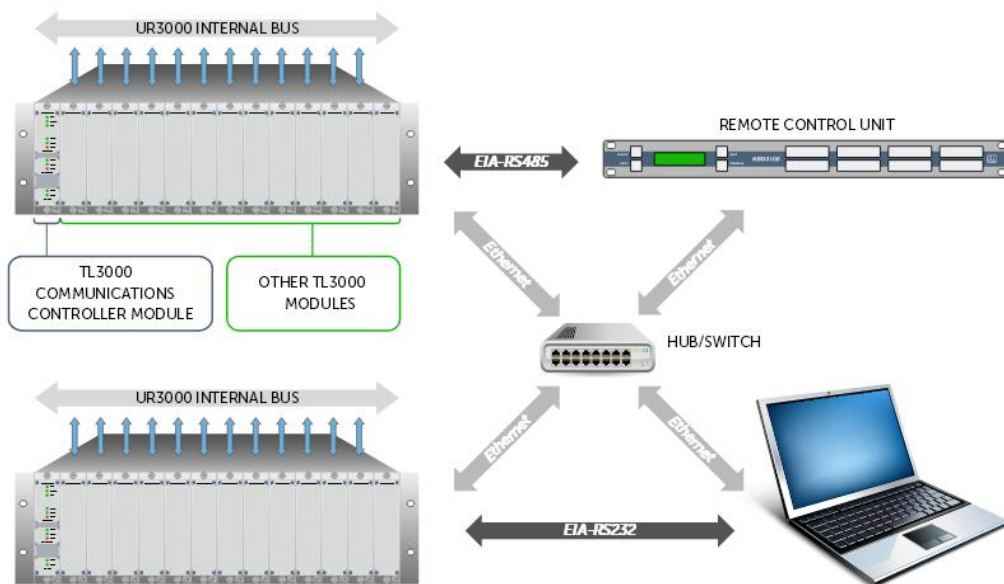


Figura 8. 51 Esquema de la gestió d'uns cofres Albalá

Els mòduls *TLE3001C01* disposen de registres de control i estat que permeten configurar i supervisar els mòduls remotament des del Centre de Control mitjançant el protocol *TL3000*. Aquest protocol és propietat del fabricant *Albalá* i està basat en un conjunt de comandaments de control que permeten modificar i consultar els registres dels diferents mòduls controladors de comunicacions. Aquests mòduls accepten les dades amb aquest protocol a través d'un port sèrie i a través dels ports 3000 de *TCP* i *UDP*.

El protocol *TL3000* consisteix en l'intercanvi de missatges entre una màquina que actua com a client (un *PC*) i demana informació al mòdul *TLE3001C01*, que actua com a servidor.

Al Centre de Control la manera que tindrem de detectar un possible problema en un equip i actuar sobre ell serà mitjançant l'aplicació *Albalá TL3000*. Aquesta aplicació és molt senzilla d'utilitzar:



Figura 8. 52 Aplicació Albalá TL3000

- Primer hauré d'introduir la *IP* de gestió del cofre *Albalá*.
- Ens apareixeran totes del targetes que hi ha dins del cofre, com podem veure a la Figura 8.53.



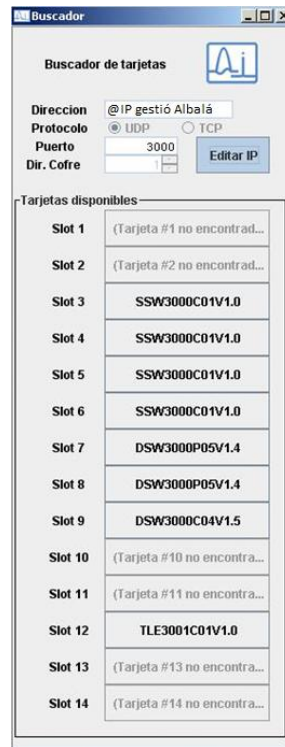


Figura 8. 53 Visualització d'un cofre Albalá dins de l'aplicació Albalá TL3000

- Farem doble *click* a la targeta que ens interessi supervisar i podrem veure si hi ha absència d'algun dels senyals d'entrada i si hi ha el *seamless* activat si es tracta d'una targeta SSW3000, com mostra la Figura 8.54.
- Aquí nosaltres podrem commutar de via d'entrada i canviar el mode de funcionament de la targeta.

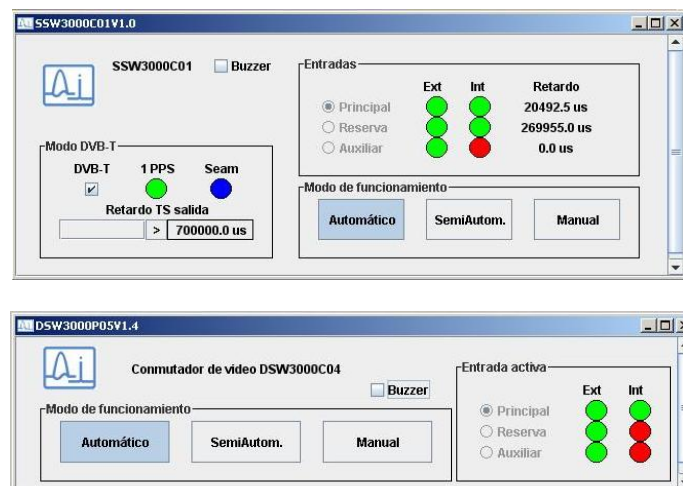


Figura 8. 54 Supervisió de les targetes del cofre Albalá

### B.2.2. REDUS MKII

El sistema de supervisió encarregat de gestionar l'equip *Redus MKII* s'anomena *Hermes*. Consisteix en un sistema basat en el protocol SNMP –explicat amb detall a l'Annex 8– que ens dóna una gran quantitat d'informació de l'equip i ens permet fer una sèrie d'actuacions sobre aquest:

- Ens mostra quin és el senyal d'entrada que surt a les sortides.
- El *Bitrate* de cadascuna de les dues entrades:

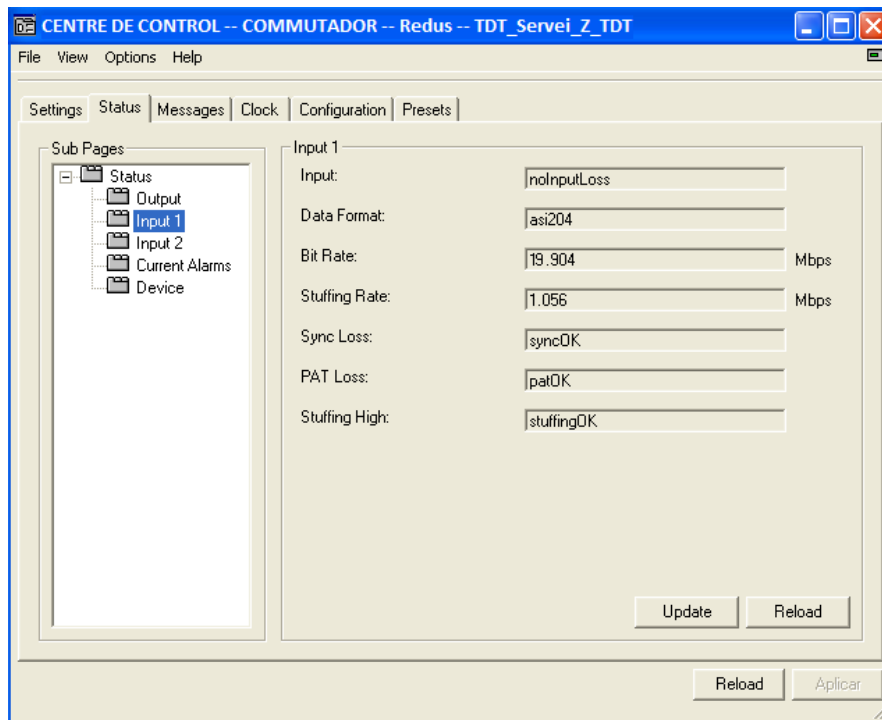


Figura 8. 55 Visualització del *Bitrate* de les entrades del REDUS MKII en el Hermes

- Disposa d'un *browser* dinàmic d'alarmes on apareixen les alarmes que hi ha actives a temps real.
- Podem configurar l'equip.
- Ens permet seleccionar el senyal d'entrada, és a dir, podem forçar el senyal d'entrada que agafen les sortides. També ho podem posar en automàtic de manera que si falla la *input 1* agafi la *input 2* i a la inversa.

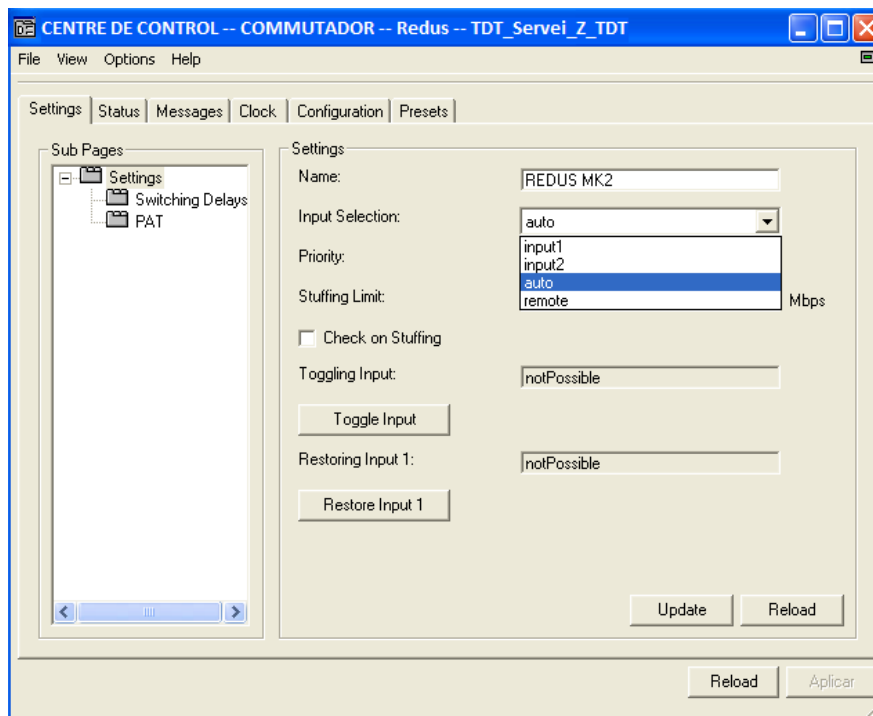


Figura 8. 56 Selecció de les entrades d'un REDUS MKII en el Hermes

## 8.4. Supervisió de la xarxa de difusió

Per realitzar la part de supervisió i telecontrol dels serveis i equips de la *TDT* es capten senyals i mesures mitjançant contactes o bé a través de remotes *SNMP* o *GSM*, explicades als Annexos 8 i 10 respectivament. Aquesta informació s'envia de manera detallada a un mediador o concentrador, el qual agrupa i sintetitza els senyals en alarmes calculades, per així enviar-les finalment al nostre gestor d'alarmes. Quan enviem un ordre seguirà el procés invers.

Aquest procés correspondria a la part de difusió però, tota aquesta informació que acabem d'esmentar, va per la nostra xarxa de transport *IP* a través de radioenllaços de baixa, mitja i alta capacitat, i on entren en joc diferents equips de la xarxa.

Nosaltres disposem de tres concentradors d'alarmes, un específic per remotes *SNMP* anomenat *SIMET*, un per remotes *GSM* anomenat *TriskRem* i un altre, i potser el més important pel Centre de Control, integrador dels dos anteriors, anomenat *GEST*.

### 8.4.1. Gestor GEST

Aquest gestor és el principal sistema d'alarmes que es fa servir al Centre de Control i és un sistema integrador de la supervisió de la xarxa d'infraestructures i difusió de *TDT*. Està basat en el sistema *SCADA*, explicat detalladament a l'Annex 7.

Agafa les alarmes més importants d'equips i serveis tant de *SIMET* com de *TriskRem* i les integra en un *browser* d'alarmes. També disposa d'un sinòptic per cada centre emissor, al que podem accedir posant el nom en un buscador, que ens permet fer actuacions bàsiques a les emissores de *TDT*. Per tant tenim un gestor molt complet ja que consultant-lo només a ell podrem controlar tota la nostra xarxa de difusió de *TDT*.

Quan apareix una alarma en el *browser* de *GEST* podem accedir directament al centre afectat i actuar sobre els equips més importants. A més a més tenim un enllaç directe als altres gestors per si necessitem aprofundir més en l'equip: *SIMET*, *TriskRem* o el propi de *R&S*.

### 8.4.2. Remotes SNMP

La majoria dels elements de la nostra xarxa que hem de supervisar utilitzen el protocol *SNMP* (*Simple Network Management Protocol*) per enviar les seves alarmes als gestors.

El *SNMP* és un protocol de la capa d'aplicació que permet l'intercanvi d'informació entre els diferents dispositius d'una xarxa i està explicat amb detall a l'Annex 8. Aquest protocol de gestió de xarxes va per *Internet*, a través d'una xarxa privada, cap a un mediador i aquest, com acabem d'esmentar, li passa a un gestor d'alarmes. La majoria de centres utilitzen aquesta remota per ser la més fiable i efectiva.

## A. Sistema de gestió SIMET

El *SIMET* és un sistema mediador que serveix per monitorar els equips de la *TDT* dels centres gestionats. *SIMET* rep la informació d'aquests equips mitjançant el protocol *SNMP* i li envia totes aquestes dades a *GEST* amb aquest mateix protocol.

### A.1. Gestor SIMET

Aquest gestor conté totes les emissores *R&S* dels nostres centres i ens permet accedir a elles d'una manera fàcil i centralitzada. Amb això podrem consultar i actuar sobre qualsevol emissora *R&S* únicament buscant el nom del centre.

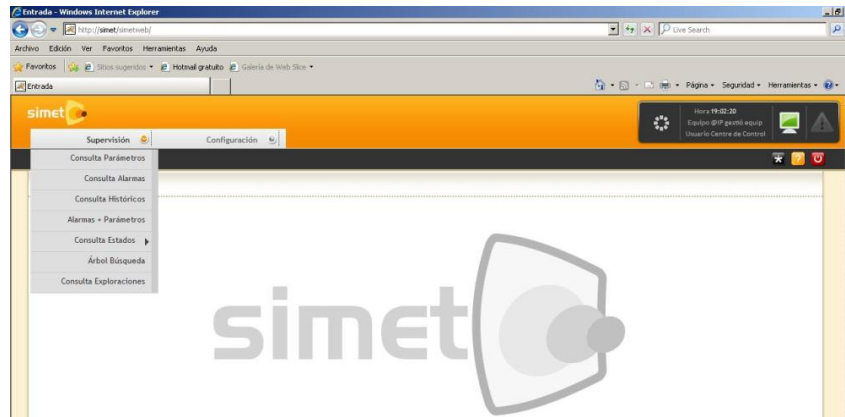


Figura 8. 57 Gestor SIMET

A SIMET apareixen tots els centres amb equips R&S de la nostra xarxa en un arbre. Simplement haurem de seleccionar el centre que ens interessa i podrem consultar paràmetres i configurar cadascun dels equips.

### 8.4.3. Remotes GSM

La remota GSM es gestiona a través de la telefonia mòbil, així que el mòdul de telecontrol consta d'una targeta SIM que envia i rep SMS per anunciar les alarmes. Aquests SMS s'envien a un servidor concentrador de totes les remotes GSM i finalment aquest li passa al gestor d'alarmes GEST amb protocol SNMP. Aquest tipus de remotes, en estar condicionades a la cobertura i a l'efectivitat de l'arribada dels SMS, no acostumen a ser tant fiables ja que s'ha de tenir en compte que molts dels centres estan situats a zones de muntanya on la cobertura és escassa o les condicions meteorològiques no són les adequades per aquesta comunicació. Tot i així les remotes GSM estan en bastants dels nostres centres degut a la seva ubicació.

## A. Sistema de gestió TriskRem

TriskRem és un sistema intermig del fabricant Triskel que està basat principalment en la tecnologia GSM, explicada a l'Annex 10. Fa de concentrador entre el sistema de supervisió GEST i les remotes i equips on no arriba la nostra xarxa de gestió mitjançant el protocol SNMP, explicat a l'Annex 8.

### A.1. Arquitectura de xarxa

L'arquitectura del sistema TriskRem està formada per una sèrie d'equips encarregats de la comunicació i gestió entre clients i diferents plataformes, com es mostra a la Figura 8.58.

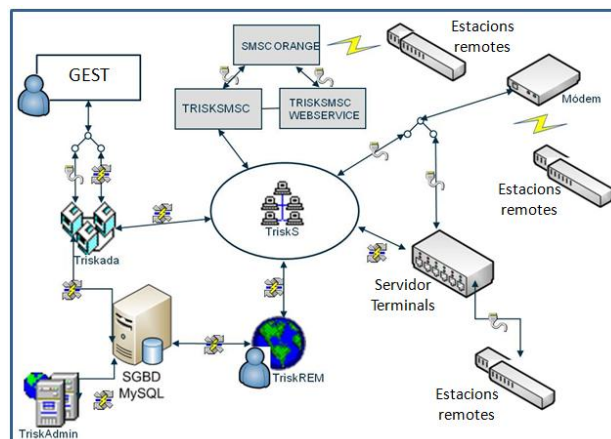


Figura 8. 58 Arquitectura del sistema TriskRem

- *TriskS* és un servidor que permet la comunicació entre diferents clients. També gestiona totes les comunicacions cap a l'exterior. Es pot dir que és el nucli principal de *TriskRem*.
- *TriskRem* és l'aplicació de control de les estacions amb remota GSM.
- Les *Triskades* són les encarregades de transmetre la informació que tenim en el sistema *TriskRem* cap a *GEST*. És a dir, són les encarregades d'integrar el sistema de *TriskRem* a *GEST*.
- *TriskSMSC* és un servei de *Windows* dedicat a la gestió entre el sistema *TriskRem* i el *SMSC d'Orange* (o altres operadors).
- *TriskSMSCWebService* és un servei *web* encarregat d'escoltar el *SMSC d'Orange* i resta a l'espera de rebre una notificació de missatges pendents.
- *TriskAdmin* és l'aplicació que permet gestionar les n-aplicacions *Triskada* i *TriskRem*.

## A.2. Funcionament

L'intercanvi d'informació es produeix mitjançant missatges curts entre una estació base i un conjunt d'estacions remotes. Aquest intercanvi està basat en una estructura *Master-Slave*, on l'estació base actua com a màster i les estacions remotes com a *slaves*. D'aquesta manera, cap esclau enviarà un missatge sense la prèvia interrogació de l'estació màster (exceptuant els missatges espontanis).

L'estructura dels missatges està composta per Capçalera (1 byte) + Cos del missatge (el tamany dependrà del missatge que s'envia).

El sistema de comunicacions funciona mitjançant una sèrie de *pollings*. L'objectiu del *polling* és interrogar a l'estació preguntant quins canvis ha tingut per veure si està funcionant correctament. El *polling* està programat perquè una vegada al dia es faci un escombrat de totes les estacions de forma esglaonada i en grups d'estacions remotes (aproximadament cada 30 minuts interroga a 10 estacions). Però si nosaltres volem saber específicament l'estat d'una estació remota també es podran fer *pollings* manualment a aquesta estació, tant via *TriskRem* com en el gestor *GEST*.

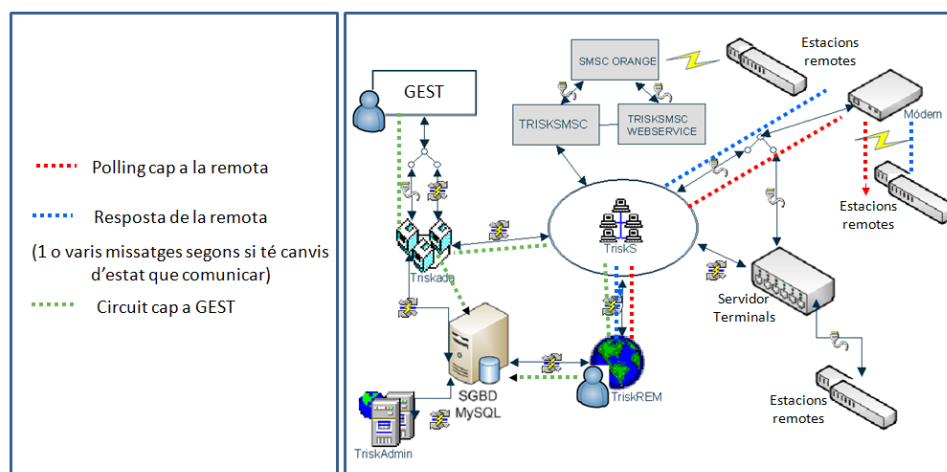


Figura 8. 59 Sistema d'interrogació del sistema *TriskRem*

A aquesta interrogació existeixen dos possibles respostes:

- 1) Si no hi ha hagut cap canvi (l'històric d'esdeveniments estarà buit). L'estació remota respondrà dient que no hi ha hagut cap canvi, per tant no té res a enviar.

- 2) En el cas de tenir l'històric d'esdeveniments amb contingut, l'estació remota l'enviarà, mitjançant missatges, dient els estats que han canviat.

Si no s'obté cap resposta, després dels reintents que estiguin configurats, el sistema posa el senyal d'estat de comunicació alarmat.

Hi ha alarmes dels equips remots considerades més importants, com ara una fallada de xarxa o de font, que estan configurades perquè l'equip les envii de forma espontània sense que el sistema hagi fet cap petició. Aquests missatges espontanis també ens mostraran l'estat de comunicacions com a OK i actualitzaran la data i l'hora.

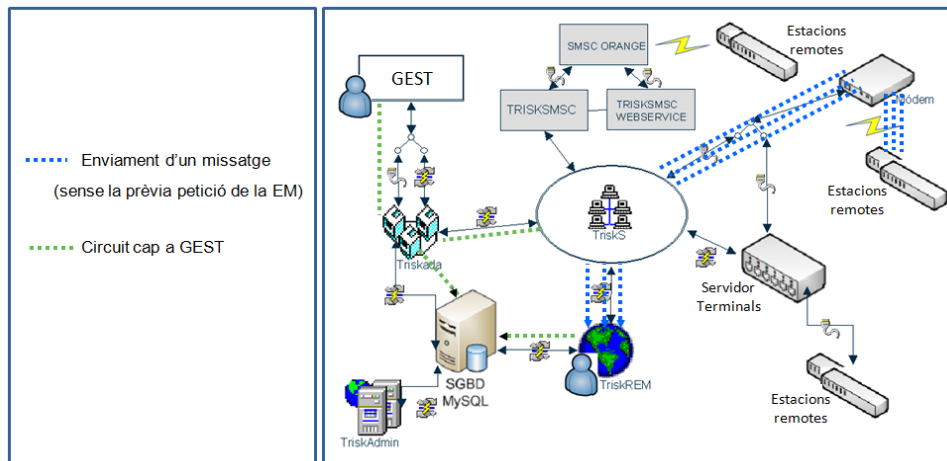


Figura 8. 60 Enviament de missatges espontanis del sistema TriskRem

### A.3. Integració del sistema TriskRem a GEST

Com s'ha esmentat anteriorment, les *Triskades* són les encarregades d'integrar el sistema de *TriskRem* a *GEST*.

Els equips que actualment van a través de *TriskRem* són la remota *Triskel* i els equips *Micro Mier*.

Perquè els dos sistemes s'entenguin, la comunicació de mòduls i canals haurà de ser la mateixa entre *GEST* i *TriskRem* ja que sinó tots els senyals dels mòduls que estiguin a *GEST* però no a *TriskRem* no donarien cap valor.

A l'estructura de mòduls d'una estació remota que vagi a través de *TriskRem* es diferencien dues parts: una part lògica –que s'encarrega de gestionar i controlar la remota i, per tant, permet conèixer l'hora de l'últim *polling*, l'estat de comunicació de la remota, confirmar l'enviament dels missatges a la remota, enviar *pollings*, obtenir informació de l'estat dels canals de l'estació, fer *reset* als històrics, sincronitzar i autoritzar o prohibir missatges espontanis. Aquests mòduls es creen per defecte a *TriskRem* i sempre es pugen a *GEST* per poder gestionar correctament una remota– i una part física, on estan tots els mòduls que permeten poder realitzar la supervisió dels equips reals.

Així doncs s'ha generat una remota lògica a *GEST* encarregada de representar l'estat del client *TriskRem*, i donar una informació molt important a nivell de funcionament.

Cada *Triskada* representa una línia de comunicació a *GEST*. Hi ha tantes *Triskades* com àrees de gestió. Si per alguna raó una *Triskada* es tanca o bé el funcionament no és l'esperat totes les

alarmes de comunicació de les remotes d'aquesta línia de comunicació (*Triskada*) saltarien al *browser* d'alarmes de *GEST*.

#### A.4. Gestor TriskRem

Dins d'una finestra d'*Internet Explorer* introduïrem l'adreça del gestor *TriskRem* ([www.triskel-telecom.com](http://www.triskel-telecom.com)). Un cop hem accedit posant l'*user* i *password* corresponent ja podrem monitorar tots els centres on tenim equips gestionats per remotes *GSM*, és a dir, on tinguem emissores de *TDT Micro Mier*.

Introduïnt el nom de l'estació veurem l'estat de comunicació amb el centre, el número de telèfon de la remota, i si hi ha alguna alarma activa. A la Figura 8.61 veiem que hi ha comunicació amb el centre (si no fos així podria haver un tall elèctric i que estigués tot caigut) i que hi ha algun tipus d'alarma.



Figura 8. 61 Gestor TriskRem

Seleccionant l'estació que ens interessa ens apareixeran tots els *subracks* i elements dintre dels *subracks* que podem gestionar, com ara el *subrack* de *Serveis Comuns* (SC), els *GPS* i les emissores de *TDT*. Si l'equip està correctament el seu estat d'alarma estarà inactiu (0), però si té algun tipus de problema el seu estat d'alarma estarà actiu (1).

A la Figura 8.62 observem que en el *subrack* de *Serveis Comuns* no hi ha res alarmat. Les dues fonts que alimenten el bastidor estan correctament i l'entrada d'energia al centre és correcta.

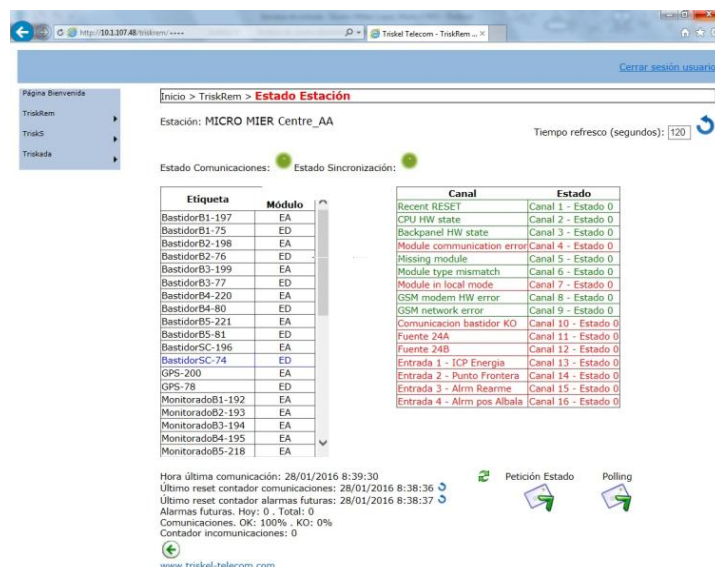


Figura 8. 62 Supervisió del SC d'una emissora Micro Mier a TriskRem

Si escollim el GPS podem observar que té alguna avaria, ja que té un *warning* actiu. En concret té el *warning* de desincronització activat. Així doncs és possible que a les zones de solapament no es vegin correctament els serveis de TDT amb xarxa SFN. Haurem d'intentar commutar de GPS remotament, i si no ho aconseguim, haurem d'enviar a un tècnic perquè ho revisi en local.

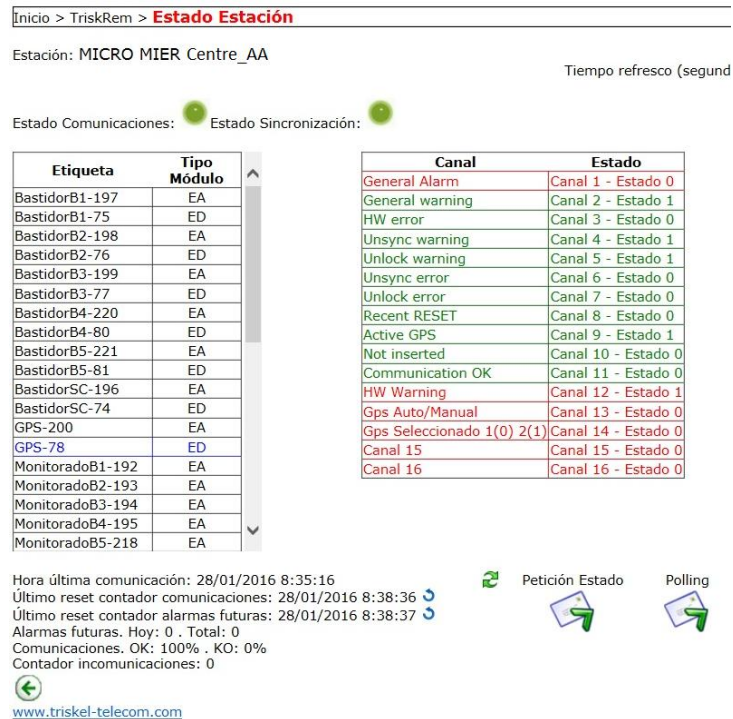


Figura 8. 63 Supervisió dels GPS d'una emissora Micro Mier a TriskRem

Com hem comentat també tenim la possibilitat de monitorar cada *Múltiplex* de TDT. A la Figura 8.64 podem observar que l'emissora que hem seleccionat no està traient potència. Intentarem resetejar aquest equip, i apagar-lo i encendre'l, a veure si per algun motiu s'ha quedat bloquejat. Si no recupera haurem d'enviar a un tècnic perquè ho revisi en local.

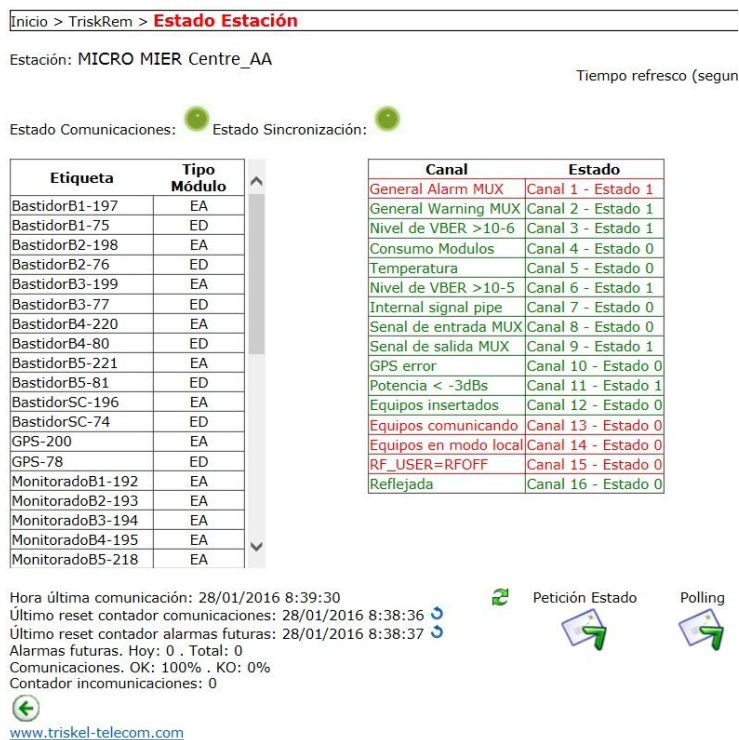


Figura 8. 64 Supervisió d'un Múltiplex d'una emissora Micro Mier a TriskRem



### 8.4.4. Supervisió de les emissores de TDT

Com ja hem vist en el capítol 6.3, a la nostra xarxa de difusió hi ha dos tipus d'emissores de TDT. Totes dues les tindrem gestionades al nostre gestor principal *GEST* però a més a més com les *R&S* estan situades als centres on arriba la nostra xarxa de transport *IP*, estaran integrades a *SIMET* i paral·lelament també podrem entrar a cadascuna d'elles per *Web Browser*. En canvi les emissores *Micro Mier*, en estar situades en centres on no arriba la nostra xarxa de gestió, estaran integrades al mediador *TriskRem*.

#### A. Supervisió de R&S

Pel control remot i monitorat d'aquests equips, inicialment se li ha d'assignar a la *NetCCU800* una direcció *IP* en local que estigui dins de la nostra xarxa de gestió. Un cop introduïda la direcció *IP* hem de connectar l'equip a la nostra xarxa, mitjançant el connector *RJ-45*, ja podrem gestionar l'equip via *Web Browser* introduint l'adreça *IP* de gestió de la *NetCCU800* a una finestra d'*Internet Explorer*.



Figura 8. 65 Web Browser de R&S

Des d'aquí ens permet actuar sobre les emissores principals i l'emissora de la reserva i podrem resetejar-les, commutar-les, mirar els nivells de potència, les alarmes actives que hi ha i fer històrics d'alarmes.



Figura 8. 66 Supervisió d'una emissora R&S per Web Browser

A la Figura 8.66 observem que hi ha quatre transmissors principals i un de reserva, el qual està sobre càrrega en aquests moments.

D'altra banda, per tal de monitorar i controlar aquests equips des de *SIMET* i *GEST* s'utilitza el protocol *SNMP*, amb versions *SNMPv1* i *SNMPv2c*. Inicialment s'ha de carregar una descripció de la unitat –la *MIB (Management Information Base)*– a la unitat central *Manager* des de la que es monitoren els transmissors.

Una unitat monitorada conté un programa *agent* que és capaç de respondre a consultes des del *gerent* i executar ordres. A més a més l'*agent* també pot generar un missatge i enviar-se'l al *gerent*. D'aquesta manera la unitat central pot estar informada de qualsevol fallada.

## B. Supervisió de Micro Mier

La supervisió remota d'aquests equips es fa a través de la interfície *GSM* de les targetes de control i comunicacions que es troben al *USC*. A aquesta targeta prèviament se li ha de configurar el número de telèfon del centre emissor, així com el *PIN* de la targeta *SIM* corresponent.

Pel tal d'obtenir la gestió remota entre els bastidors d'un *rack* de *TDT* s'implementarà mitjançant els connectors *RJ45 AUX IN* i *RJ45 AUX OUT* de la manera següent:

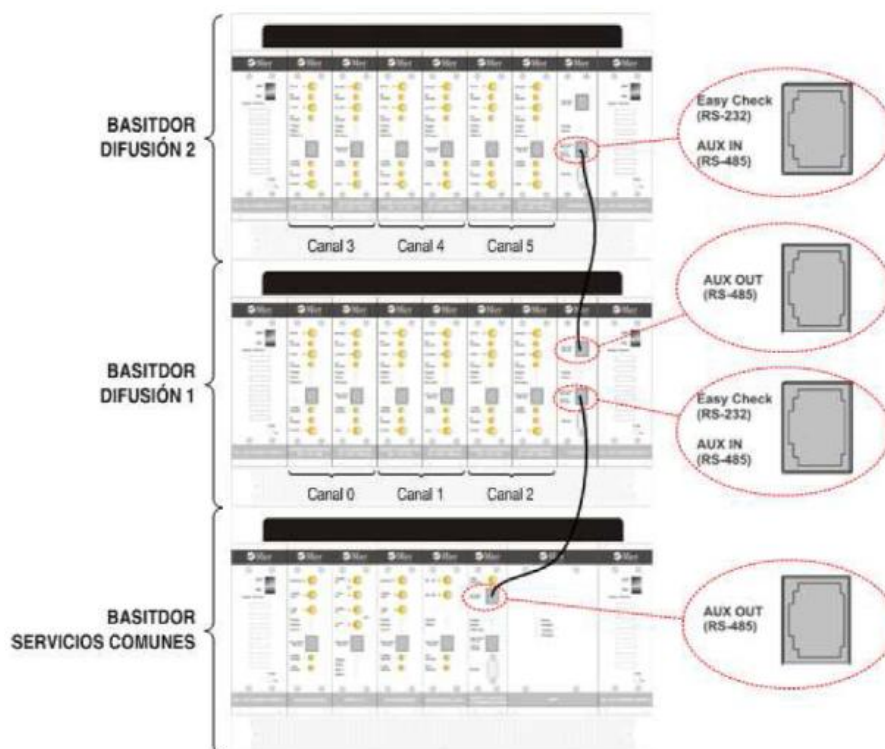


Figura 8. 67 Connexionat per la supervisió d'una emissora *Micro Mier*

Així doncs, mitjançant els connectors *RJ45* s'estableix un *bus RS-485* de comunicació externa entre el mòdul de control i comunicacions del *USC* i els mòduls de control dels altres *subracks*. Aquí el microprocessador del *USC* actua com a màster i s'encarrega d'interrogar l'estat als microcontroladors, a través del *bus RS-485*, dels mòduls de control de cada bastidor que treballen com a *slave*. També s'estableix un *bus* de comunicació interna, a nivell de *subrack*, controlat pel mòdul de control del bastidor. Per tant cada microprocessador dels mòduls de control de cada *subrack* actua com a màster de tal manera que a través del *bus RS-485* intern interrogarà a cada mòdul del propi bastidor el seu estat i les seves alarmes.

Un cop configurat ja es podran enviar i rebre missatges d'alarmes per així gestionar el centre remotament.

Per aquesta gestió farem servir el gestor d'alarmes *TriskRem* que, com acabem de veure a l'apartat 8.4.3, permet gestionar remotament tots aquests equips des del Centre de Control.

## 8.5. Supervisió de l'energia dels centres

La manera que tenim de gestionar els equips d'energia dels centres emissors és o bé a través del nostre gestor *GEST* o bé via *web* o a través dels nostres radioenllaços.

En el cas que ens aparegui algun tipus d'alarma en aquests equips haurem d'enviar a un tècnic de camp amb recanvis perquè ho revisi en local i ho pugui reparar. Segons la prioritat i del grau de criticitat de l'avaria l'enviarem també fora de l'horari laboral.

### A. Supervisió del grup electrogen

Aquest equip es supervisa mitjançant el nostre gestor *GEST*. A cada sinòptic de cadascun dels centres hi ha una pestanya d'energia, on podem enviar ordres via *SNMP* i rebre alarmes de l'equip. A més a més, per tenir un millor control dels emplaçaments, les alarmes també ens apareixeran al *browser* d'alarmes de *GEST*. A la Figura 8.68 es mostra un exemple d'un sinòptic de la part del grup electrogen a la pestanya d'energia de *GEST*.

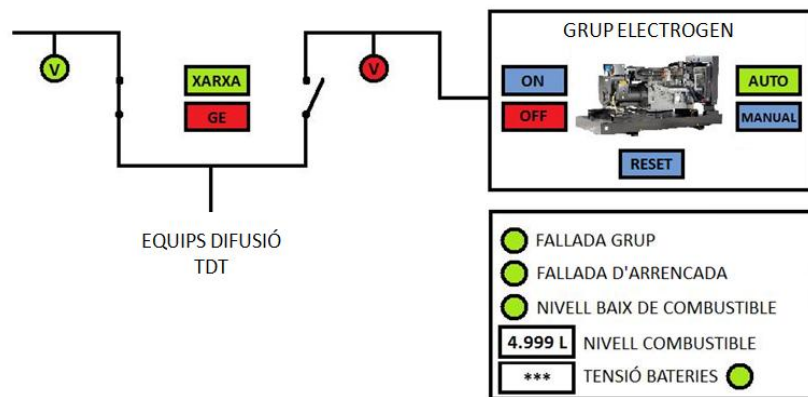


Figura 8. 68 Sinòptic del grup electrogen

Des d'aquest sinòptic podem encendre i apagar el grup. Per fer-ho primer haurem de posar l'equip en *manual* i després donar-li l'ordre d'encesa. També podem fer-li un *reset* per si s'ha quedat bloquejat, commutar el centre sobre el grup electrogen i visualitzar el nivell de combustible, la tensió de les bateries quan l'equip està encès i una sèrie d'alarmes que ens permetran saber de manera ràpida i visual si està patint algun tipus d'avaria.

Per fer qualsevol tipus d'actuació sobre l'equip haurem d'assegurar-nos que no hi hagi ningú manipulant l'equip en local ja que podríem provocar un greu accident. Tot i així aquesta màquina té un mode de treball en local que els tècnics han de posar quan la manipulen ja que anul·la totes les ordres que puguin fer-se en remot evitant així possibles accidents.

### B. Supervisió del SAI Benning

Com hem comentat a l'apartat 7.2 A.1, les alarmes en aquest tipus de *SAI* es processen a la *MCU 2500*. Mitjançant la interfície de sortida d'aquest mòdul, les alarmes es connecten al port auxiliar de la targeta controladora del radioenllaç *Pasalink NEO* o bé a la del radioenllaç *Alcatel*. Amb això les alarmes arribaran al Centre de Control a través dels gestors *PNMS*, *NM1* o *NM2* de transport.

Hi ha cablejades un total de tres alarmes externes corresponents a la *Descàrrega de bateries*, *Fallada de xarxa* de part de companyia elèctrica i *Fallada del rectificador*.

Aquestes alarmes les veurem tant en els *browsers* d'alarmes dels diferents gestors com revisant les alarmes auxiliars del radioenllaç. Per exemple, en el cas del gestor *PNMS* es veurà com es mostra a la Figura 8.69:

Category	Item	Status
Common	DESCARREGA DE BATERIES	Normal
Common	FALLA DE XARXA	Alarm
Common	FALLADA DEL RECTIFICADOR	Normal
Common	Input-4(Input-4)	Normal
Common	Input-5(Input-5)	Normal
Common	Input-6(Input-6)	Normal

Figura 8. 69 Alarmes externes en el gestor *PNMS*

D'aquesta manera podrem detectar si en algun dels nostres emplaçaments estan fallant les bateries, els rectificadors o la xarxa per part de la companyia elèctrica.

### C. Supervisió del SAI MGE Galaxy PW

Aquest equip disposa d'una targeta *SNMP* i una altra *USB*. A l'hora d'instal·lar el *SAI* el tècnic s'haurà de connectar en local i li haurà de configurar una direcció *IP* que estigui dins de la nostra xarxa de gestió, amb la seva màscara i *Gateway* corresponents, per a poder-lo gestionar remotament.

Està supervisat en el gestor *GEST* utilitzant el protocol *SNMP* –explicat detalladament a l'Annex 8– on apareixeran les alarmes al *browser* d'alarmes i al sinòptic d'energia de cada centre. En el sinòptic únicament hi ha una alarma general del *SAI*, que s'activarà quan l'equip tingui algun tipus de problema, i un enllaç directe per entrar per *Web Browser* a la màquina. D'aquesta manera o introduint la seva direcció *IP* de gestió en una finestra d'*Internet Explorer* podrem veure el seu estat i el seu *log* d'alarmes via *web* com podem veure a la Figura 8.70.

**MGE UPS SYSTEMS**

**Propiedades SAI**

SAI [Ayuda](#)  
*Galaxy PW Single//*  
 CENTRE EMISSOR M

**Estado SAI**

Comunicación : OK  
 Alimentación : Alimentación AC  
 Batería : En carga  
 Nivel de carga de salida : 28 %  
 Salida principal : Master : Encendido

**Estado baterías**

Nivel de carga de la batería : 99 %  
 Tiempo restante de autonomía : 26 min 0 sec  
 Ultimo test periodico : OK

Ultima actualización : 22/04/2016 11:32:03 [Acerca del SAI](#)

Figura 8. 70 SAI MGE Galaxy PW

## 9. Conclusions i línies de futur

En els primers apartats hem analitzat el funcionament d'una xarxa de distribució *IP*, hem vist la complexitat de tota ella, i hem conegut el funcionament dels equips que en formen part i de les tecnologies emprades per al bon funcionament i optimització de la xarxa.

Degut als avantatges que comporta la tecnologia *IP*, la distribució del senyal de *TDT* tendeix clarament cap a aquesta nova tecnologia, deixant enrere les tecnologies *PDH* i *SDH*. Així que la configuració de la nostra xarxa de distribució de senyal de *TDT* es basa en aquesta tecnologia *IP*, i en concret en la tecnologia de distribució *IP Multicast* per optimitzar-la al màxim, ja que caldrà que els nostres transmissors només enviïn la informació una sola vegada i els nostres equips emissors rebran la seva còpia de dades evitant duplicacions innecessàries, millorant així la capacitat de la xarxa. A més a més aquesta configuració ens permetrà realitzar qualsevol modificació, ampliació o adaptació d'una part de la xarxa sense que es vegi afectada tota ella.

Els elements d'interconnexió i els radioenllaços utilitzats han estat escollits per aconseguir un sobredimensionat de la xarxa i així, si en un futur hi ha un augment del tràfic degut a altres projectes, el dimensionament que hi haurà serà suficient per poder-lo assolir sense haver de fer cap canvi a la nostra xarxa de transport, sense necessitat d'aportar una gran inversió.

En ser una xarxa tant gran hem dividit els nostres serveis i les nostres supervisions per *VLANs* (*Virtual LANs*) facilitant d'aquesta manera la configuració de la xarxa, la seva gestió i la detecció de possibles avaries.

Hem conegut els diferents protocols utilitzats pels nostres equips de la xarxa de transport: el *IGMP*, el *IGMP Snooping* i el *PIM SM* per a la transmissió de serveis *Multicast*.

A curt termini l'equipament a les capçaleres s'anirà actualitzant passant-se a la tecnologia *IP*. En tenir una xarxa basada en aquesta tecnologia no tindrem cap problema per adaptar-la, tot el contrari, d'aquesta manera reduïrem el nombre de dispositius necessaris que intervenen en el transport del senyal i això implica que també reduïrem el nombre d'equips susceptibles de produir possibles avaries.

A nivell de la supervisió de tota la xarxa de *TDT* hem proposat un sistema de gestió *IP* aprofitant la nostra xarxa de transport *IP* per a la distribució de la *TDT*. Hem utilitzat també el mètode de les *VLANs* per separar les supervisions dels equips de cadascun dels centres per tots els avantatges a l'hora de configurar i supervisar la xarxa que això comporta.

Hem vist la gran importància de disposar d'un Centre de Control centralitzat per gestionar i supervisar els serveis i equips, i coordinar la resolució de possibles avaries en una àrea tant gran com seria la Comunitat Autònoma de Catalunya.

Les remotes emprades en els centres on arriba la nostra xarxa de transport *IP* són les basades en el protocol *SNMP* i estan a la majoria dels nostres centres emissors per ser les més fiables i efectives. En els centres on no arriba la nostra xarxa de transport hem introduït remotes *GSM*, basades en la tecnologia *GSM*, per tal de poder controlar i monitorar el centre remotament mitjançant l'enviament de missatges *SMS*.

Per últim, hem conegut els diferents tipus de gestors que necessitem per monitorar i operar sobre els diferents equips, tant dels propis fabricants dels diferents dispositius com sistemes mediadors concentradors d'alarmes, que faciliten la supervisió de cadascun dels centres, així com les seves configuracions i el seu funcionament.



## Abreviacions

### A

AC: Alternating Current  
 ADM: Add and Drop Multiplexer  
 AIC: Audio Input Card  
 AIS: Alarm Indication Signal  
 ASCII: American Standard Code for Information Interchange  
 ASI: Asynchronous Serial Interface  
 ASN-1: Abstract Syntax Notation One  
 ATM: Asynchronous Transfer Mode  
 AU: Unitat Administrativa  
 AUC: Centre d'autenticació

### B

Bootp: Bootstrap  
 BSS: Subsistema d'Estacions Base  
 BSC: Controladors d'Estacions Base  
 BTS: Estació Base

### C

CAM: Content Addressable Memory  
 CAN: Controller Area Network  
 CAT: Conditional Access Table  
 CC: Centre de Control  
 CLP: Cell Loss Priority  
 COFDM: Coded Orthogonal Frequency-Division Multiplexing  
 CRC: Cyclic Redundancy Check  
 CTID: Combined Transport ID

### D

DC: Direct Current  
 DRAM: Dynamic Random Access Memory  
 DTT: Digital Terrestrial Television  
 DVB: Digital Video Broadcasting  
 DVB-C: DVB-Cable  
 DVB-H: DVB-Handheld  
 DVB-S: DVB by Satellite  
 DVB-S2: DVB by Satellite-Second Generation  
 DVB-SI: DVB-Service Information  
 DVB-T: DVB-Terrestrial

### E

EIR: Registre d'identificació de l'equip  
 ES: Elementary Stream  
 ETSI: Telecommunications Standards Institute

### F

FEC: Forward Error Correction  
 FDM: Frequency Division Multiplexing  
 FDMA: Frequency Division Multiple Access  
 FHMA: Frequency Hops Multiple Access  
 FI: Freqüència Intermitja

### G

GFC: Generic Flow Control  
 GOP: Group Of Pictures  
 GPI: General Purpose Input  
 GPO: General Purpose Output  
 GPS: Global Positioning System  
 GSM: Global System for Mobile Communications

### H

HBBTV: Hybrid Broadcast Broadband TV  
 HEC: Header Error Check  
 HLR: Registre d'ubicació d'origen  
 HMI: Human Machine Interface

### I

ICI: Inter Carrier Interference  
 ICMP: Internet Control Message Protocol  
 IDFT: Inverse Discrete Fourier Transform  
 IDS: Intrusion Detection System  
 IDU: InDoor Unit  
 IEEE: Institute of Electrical and Electronic Engineers  
 IETF: Internet Engineering Task Force  
 IFFT: Inverse Fast Fourier Transform  
 IGMP: Internet Group Management Protocol  
 IGBT: Insulated Gate Bipolar Transistor  
 IMEI: International Mobile Equipment Identity  
 IMSI: International Mobile Subscriber Identity  
 IOM: Input Output Module  
 IOS (de Cisco): Internetwork Operating System  
 IP: Internet Protocol  
 IPS: Intrusion Prevention System  
 ISI: Intersymbol Interference  
 ISO: International Organization for Standardization  
 ITU: International Telecommunication Union

### L

LAN: Local Area Network  
 LED: Light Emitting Diode  
 LNB: Low Noise Block down-converter  
 LO (freqüència): Local Oscillator

### M

MAC: Media Access Control address  
 MAN: Metropolitan-Area Network  
 MCU: Monitoring Control Unit  
 MFN: Multiple Frequency Network  
 MHP: Multimedia Home Platform  
 MIB: Management Information Base  
 MIP: Paquet d'Iniciació de la Megatrama  
 MMS: Multimedia Messaging Service

MPEG: Moving Picture Experts Group  
 MPR: Microwave Packet Radio  
 MPT: Microwave Packet Transceiver  
 MSC: Centre de Commutacions Mòbils  
 MSS: Multi Service Switch  
 MTR: Multiple Transport Receiver  
 MTU: Maximum Transmission Unit

## N

NIT: Network Information Section  
 NNM: Network Node Manager  
 NSS: Network and Switching Subsystem  
 NVT: Terminal Virtual de Xarxa

## O

OCXO: Oven Controlled Crystal Oscillator  
 ODU: OutDoor Unit  
 OFDM: Orthogonal Frequency-Division Multiplexing  
 OID: Object Identifier  
 OSI: Open Systems Interconnection  
 OSM: Optical Services Module  
 OSPF: Open Shortest Path First

## P

PAT: Program Association Table  
 PDH: Plesiochronous Digital Hierarchy  
 PDU: Protocol Data Unit  
 PES: Packetized Elementary Stream  
 PIM: Protocol Independent Multicast  
 PIM-SM: PIM-Sparse Mode  
 PID: Packet Identification  
 PLL: Phase Locked-Loop  
 PMT: Program Map Table  
 PPS: Pulse Per Second  
 PSI: Program Specific Information  
 PSK: Phase Shift Keying  
 PTI: Payload Type Identifier  
 PWM: Pulse Width Modulation

## Q

QAM: Quadrature Amplitude Modulation  
 QoS: Quality of Service  
 QPSK: Quadrature-PSK

## R

RF: Senyal de radiofreqüència  
 RFC: Request for Comments  
 RJ: Registered Jack  
 RP: Rendezvous Point  
 RS: Recommended Standard  
 RTU: Unitats de Terminals Remotes  
 R&S: Rode & Schwarz

## S

SAI: Sistema d'Alimentació Ininterrompuda  
 SCADA: Supervisory Control And Data  
 SDH: Synchronous Digital Hierarchy  
 SDI: Serial Digital Interface  
 SDMA: Space Division Multiple Access  
 SFN: Single Frequency Network  
 SI: Service Information  
 SIM: Subscriber Identity Module  
 SM: Sparse Mode  
 SMS: Short Messaging Service  
 SNMP: Simple Network Management Protocol  
 SOH: Section OverHead  
 STM-1: Synchronous Transport Module level-1

## T

TCP: Transmission Control Protocol  
 TDT: Televisió Digital Terrestre  
 TDM: Time Division Multiplexing  
 TDMA: Time Division Multiple Access  
 TFTP: Trivial File Transfer Protocol  
 TS: Transport Stream  
 TU: Unitat Tributària

## U

U: Unitat de rack  
 UCA: Unitat de Commutació Automàtica  
 UDP: User Datagram Protocol  
 UHF: Ultra High Frequency  
 USC: Subrack de Serveis Comuns  
 USM: User-based Security Model

## V

V/A: Vídeo/Àudio  
 VACM: View-based Access Control Model  
 VC: Contenedor Virtual  
 VCI: Virtual Channel Identifier  
 VHF: Very High Frequency  
 VPC: Vídeo Analògic  
 VLAN: Virtual LAN  
 VLR: Registre d'ubicació de visitant  
 VPI: Virtual Path Identifier

## W

WAN: Wide-Area Network



## Llistat de Figures

Figura 1. 1 Exemples dels problemes de la televisió analògica .....	9
Figura 1. 2 Distribució dels estàndards de <i>TDT</i> arreu del món .....	9
Figura 2. 1 Cobertura dels centres emissors de <i>TDT</i> a la Comunitat Autònoma de Catalunya	11
Figura 2. 2 Canals dels serveis de <i>TDT</i> .....	12
Figura 3. 1 Arquitectura d'una xarxa de <i>TDT</i> .....	13
Figura 4. 1 Reducció de la redundància espacial .....	14
Figura 4. 2 Reducció de la redundància temporal endavant ( <i>P</i> ) .....	14
Figura 4. 3 Reducció de la redundància espacial endarrere ( <i>B</i> ) .....	14
Figura 4. 4 <i>GOP</i> ( <i>Group Of Pictures</i> ) .....	14
Figura 4. 5 Exemple de multiplexat de diferents serveis en una mateixa trama <i>TS</i> de <i>MPEG-2</i> .	15
Figura 4. 6 Paquet <i>MPEG-2 TS</i> .....	15
Figura 4. 7 Diagrama de blocs d'un <i>Coder Electra 1000</i> .....	16
Figura 4. 8 Panell frontal d'un <i>Coder Electra 1000</i> .....	17
Figura 4. 9 Panell posterior d'un <i>Coder Electra 1000</i> .....	17
Figura 4. 10 Diagrama de blocs d'un <i>ProStream 1000</i> .....	17
Figura 4. 11 Panell frontal d'un <i>ProStream 1000</i> .....	18
Figura 4. 12 Panell posterior d'un <i>ProStream 1000</i> .....	18
Figura 5. 1 El transport dins d'una xarxa de <i>TDT</i> .....	19
Figura 5. 2 Transport satèl·lit .....	20
Figura 5. 3 Panell frontal d'un <i>MTR</i> .....	20
Figura 5. 4 Panell posterior d'un <i>MTR</i> .....	20
Figura 5. 5 Transport terrestre .....	21
Figura 5. 6 <i>Backbone</i> de la nostra xarxa de distribució de la <i>TDT</i> .....	21
Figura 5. 7 Diagrama de blocs del transport terrestre al Centre de Control .....	22
Figura 5. 8 Distribució de la <i>TDT</i> als centres secundaris via <i>IP</i> .....	23
Figura 5. 9 Esquema sintetitzat de la distribució <i>IP</i> de la <i>TDT</i> .....	24
Figura 5. 10 Tecnologia <i>IP Multicast</i> .....	24
Figura 5. 11 Esquema lògic del transport <i>IP</i> de la nostra xarxa amb <i>VLANs</i> .....	25
Figura 5. 12 Radioenllaç de mitja capacitat .....	26
Figura 5. 13 Configuració <i>1+1 Hot-Stanby</i> .....	26
Figura 5. 14 <i>IDU</i> d'un radioenllaç <i>NEC</i> .....	27
Figura 5. 15 Targetes d'una <i>IDU 1+1 NEC</i> .....	27
Figura 5. 16 Targeta controladora d'una <i>IDU NEC</i> .....	27
Figura 5. 17 Targeta de tràfic d'una <i>IDU NEC</i> .....	28
Figura 5. 18 Targeta moduladora d'una <i>IDU NEC</i> .....	28
Figura 5. 19 <i>ODU</i> amb configuració <i>1+1</i> d'un radioenllaç <i>NEC</i> .....	28
Figura 5. 20 Radioenllaç <i>IP</i> d'alta capacitat .....	29
Figura 5. 21 <i>MSS</i> d'un radioenllaç <i>MPR</i> .....	30
Figura 5. 22 Targetes del <i>MSS</i> d'un <i>MPR</i> .....	30
Figura 5. 23 Targeta <i>MPT Access</i> del <i>MSS</i> .....	30
Figura 5. 24 Targeta <i>EAS V1</i> del <i>MSS</i> .....	30
Figura 5. 25 Targeta Auxiliar del <i>MSS</i> .....	31

Figura 5. 26 Alimentació del <i>MPT</i> amb <i>PFoE</i> .....	31
Figura 5. 27 Alimentació del <i>MPT</i> mitjançant 2 cables .....	31
Figura 5. 28 Exemple de l'augment de capacitat d'un radioenllaç <i>MPR</i> .....	32
Figura 5. 29 Router <i>Cisco 7606</i> .....	33
Figura 5. 30 Part frontal d'un <i>switch Cisco 3400</i> .....	34
Figura 5. 31 Part posterior d'un <i>switch Cisco 3400</i> .....	34
Figura 5. 32 Codificador <i>D9435</i> .....	35
Figura 5. 33 Descodificador <i>D9402</i> .....	35
Figura 5. 34 Diagrama de blocs d'un radioenllaç d'alta capacitat .....	36
Figura 5. 35 Radioenllaç d'alta capacitat .....	37
Figura 5. 36 Entrades i sortides d'un <i>AXIS ATM Adapter</i> .....	37
Figura 5. 37 Panell frontal d'un <i>AXIS ATM Adapter</i> .....	38
Figura 5. 38 <i>AXIS ATM Adapter</i> .....	38
Figura 5. 39 Mòdul <i>Adaptador ATM AXIS E3</i> .....	38
Figura 5. 40 Part posterior i frontal del Mòdul <i>Adaptador ATM ASI</i> d'entrada .....	39
Figura 5. 41 Part posterior i frontal del Mòdul <i>Adaptador ATM ASI</i> de sortida .....	39
Figura 5. 42 Mòdul <i>Ethernet</i> d'un <i>AXIS ATM Adapter</i> .....	40
Figura 5. 43 Panell frontal d'una targeta <i>Albalá SSW3000</i> .....	41
Figura 5. 44 Panell posterior d'una targeta <i>Albalá SSW3000</i> .....	42
Figura 5. 45 Panell frontal i posterior d'una targeta <i>Albalá DSW3000</i> .....	43
Figura 5. 46 Panell frontal d'una targeta <i>Albalá TLE3001C01</i> .....	43
Figura 5. 47 Panell posterior d'una targeta <i>Albalá TLE3001C01</i> .....	44
Figura 5. 48 Diagrama d'entrades i sortides d'un <i>REDUS MKII</i> .....	44
Figura 5. 49 <i>REDUS MKII</i> .....	45
Figura 6. 1 La difusió del senyal dins d'una xarxa de <i>TDT</i> .....	47
Figura 6. 2 Exemple d' <i>Interferència Intersimbòlica (ISI)</i> .....	47
Figura 6. 3 Interval de guarda òptim segons la modulació i la longitud de símbol .....	48
Figura 6. 4 Ortogonalitat entre portadores .....	48
Figura 6. 5 Xarxes <i>SFN</i> .....	49
Figura 6. 6 Xarxes <i>MFN</i> .....	49
Figura 6. 7 Diagrama de blocs d'un transmissor <i>R&amp;S</i> .....	50
Figura 6. 8 Panell frontal i posterior d'un transmissor <i>R&amp;S</i> .....	51
Figura 6. 9 Diagrama de blocs d'un excitador <i>VS800</i> de <i>R&amp;S</i> .....	51
Figura 6. 10 Panell frontal d'un excitador <i>SV800 R&amp;S</i> .....	52
Figura 6. 11 Panell posterior d'un excitador <i>SV800 R&amp;S</i> .....	52
Figura 6. 12 Exemple del funcionament de les emissores <i>R&amp;S</i> en configuració <i>N+1</i> .....	53
Figura 6. 13 Panell frontal i posterior d'una <i>NetCCU800</i> .....	53
Figura 6. 14 Diagrama del sistema d'amplificació de <i>R&amp;S</i> .....	53
Figura 6. 15 Esquema dels centres on disposen d'emissores <i>Micro Mier</i> .....	54
Figura 6. 16 <i>Subrack de Serveis Comuns</i> d'una emissora <i>Micro Mier</i> .....	54
Figura 6. 17 Mòdul de monitorat i connexionat amb els mòduls d'una emissora <i>Micro Mier</i> ...	55
Figura 6. 18 Mòdul de control del bastidor d'una emissora <i>Micro Mier</i> .....	55
Figura 6. 19 <i>Subrack</i> de <i>TDT</i> d'una emissora <i>Micro Mier</i> .....	56
Figura 6. 20 Modulador i <i>Up-Converter</i> <i>Micro Mier</i> .....	56

Figura 7. 1 Grup electrogen <i>Telyme AS 700 C</i> .....	58
Figura 7. 2 Diagrama de blocs d'un <i>SAI Benning</i> dels equips de transport.....	58
Figura 7. 3 <i>SAI Benning</i> .....	59
Figura 7. 4 Panell frontal del mòdul <i>MCU 2500</i> .....	59
Figura 7. 5 Diagrama de blocs d'un <i>SAI MPE Galaxy PW</i> dels equips de difusió de <i>TDT</i> .....	61
Figura 7. 6 Inversor <i>IGBT PWM</i> .....	62
Figura 8. 1 Esquema de la nostra xarxa de gestió .....	63
Figura 8. 2 Esquema lògic de distribució de les nostres subxarxes de gestió .....	64
Figura 8. 3 Gestió fora de banda i gestió a banda .....	64
Figura 8. 4 Sistema de monitorat <i>Hydra/Videowall/iStudio</i> .....	65
Figura 8. 5 <i>Videowall</i> .....	66
Figura 8. 6 Sistema de gestió <i>iStudio</i> .....	66
Figura 8. 7 <i>Browser</i> d'alarmes de <i>Zabbix</i> .....	67
Figura 8. 8 Sistema de supervisió de les capçaleres .....	67
Figura 8. 9 Gestor <i>NMX Service Manager</i> .....	68
Figura 8. 10 <i>Browser</i> d'alarmes del <i>NMX Service Manager</i> .....	69
Figura 8. 11 Monitorat dels serveis d'entrada i sortida d'un <i>Coder Electra 1000</i> .....	69
Figura 8. 12 Panell d'un <i>Coder Electra 1000</i> en el <i>NMX Service Manager</i> .....	70
Figura 8. 13 Configuració dels <i>Coders Electra 1000</i> en el <i>NMX Service Manager</i> .....	70
Figura 8. 14 Panell d'un <i>ProStream 1000</i> en el <i>NMX Service Manager</i> .....	70
Figura 8. 15 Entrades i sortides del <i>ProStream 1000</i> en el <i>NMX Service Manager</i> .....	71
Figura 8. 16 Gestió via <i>Web Browser</i> d'un <i>MTR D9804</i> .....	72
Figura 8. 17 Paràmetres del <i>MTR D9804</i> en el gestor de <i>Cisco</i> .....	72
Figura 8. 18 Exemple de detecció d'avaries en un <i>MTR D9804</i> .....	73
Figura 8. 19 Configuració d'un <i>MTR D9804</i> .....	73
Figura 8. 20 Històric d'alarmes d'un <i>MTR D9804</i> en el gestor de <i>Cisco</i> .....	74
Figura 8. 21 Modificació de la freqüència d'oscil·lació d'un senyal de <i>RF</i> en un <i>MTR D9804</i> ....	74
Figura 8. 22 Configuració d'un senyal <i>ASI</i> en un <i>MTR D9804</i> .....	75
Figura 8. 23 <i>Browser</i> d'alarmes del <i>PNMS</i> .....	76
Figura 8. 24 Forma de buscar un radioenllaç <i>Pasolink NEO</i> en el <i>PNMS</i> .....	76
Figura 8. 25 Sinòptic d'un radioenllaç <i>Pasolink NEO</i> en el <i>PNMS</i> .....	76
Figura 8. 26 Nivells de potència en <i>Tx</i> i <i>Rx</i> en un extrem d'un radioenllaç <i>Pasolink NEO</i> .....	77
Figura 8. 27 Estadístiques dels ports <i>LAN</i> en un extrem d'un radioenllaç <i>Pasolink NEO</i> .....	77
Figura 8. 28 Bucles de <i>FI</i> en un radioenllaç <i>Pasolink NEO</i> .....	78
Figura 8. 29 Sistema de supervisió <i>NM1</i> .....	78
Figura 8. 30 <i>Browser</i> d'alarmes del <i>NM1</i> .....	79
Figura 8. 31 Radioenllaç <i>MPR</i> en el <i>NM1</i> .....	79
Figura 8. 32 Configuració d'un radioenllaç <i>MPR</i> en el <i>NM1</i> .....	79
Figura 8. 33 Nivells de potència en <i>Tx</i> i <i>Rx</i> en els dos extrems d'un <i>MPR</i> .....	80
Figura 8. 34 <i>Browser</i> d'alarmes del <i>NNM</i> .....	80
Figura 8. 35 Estat de les entrades i de la sortida en un <i>D9435</i> .....	81
Figura 8. 36 Configuració de les entrades <i>ASI</i> d'un <i>D9435</i> en el <i>Web Browser</i> .....	82
Figura 8. 37 Configuració de la sortida Gigabit <i>Ethernet</i> d'un <i>D9435</i> en el <i>Web Browser</i> .....	82
Figura 8. 38 <i>Bitrate</i> de les entrades <i>ASI</i> d'un <i>D9435</i> .....	83
Figura 8. 39 <i>Log</i> d'alarmes d'un <i>D9435</i> en el <i>Web Browser</i> .....	83
Figura 8. 40 Configuració de l'entrada Gigabit <i>Ethernet</i> d'un <i>D9402</i> .....	84
Figura 8. 41 Configuració de les sortides <i>ASI</i> d'un <i>D9402</i> .....	84

Figura 8. 42 Estat de les sortides ASI d'un <i>D9402</i> .....	84
Figura 8. 43 Històric d'alarmes d'un <i>D9402</i> en el <i>Web Browser</i> .....	85
Figura 8. 44 Descripció de les interfícies connectades al <i>switch 3400</i> via <i>Telnet</i> .....	85
Figura 8. 45 Tràfic a cada interfície del <i>switch 3400</i> via <i>Telnet</i> .....	86
Figura 8. 46 Detecció dels <i>Queriers</i> en un <i>switch 3400</i> .....	86
Figura 8. 47 Consulta de les peticions d' <i>IPs Multicast</i> d'un <i>D9402</i> en un <i>switch 3400</i> .....	86
Figura 8. 48 Configuració dels serveis d'un <i>AXIS ATM Adapter</i> en el <i>Web Browser</i> .....	87
Figura 8. 49 QoS dels serveis <i>ATM</i> d'un <i>AXIS ATM Adapter</i> en el <i>Web Browser</i> .....	88
Figura 8. 50 <i>Direccionament IP</i> dels serveis d'un <i>AXIS ATM Adapter</i> en el <i>Web Browser</i> .....	88
Figura 8. 51 Esquema de la gestió d'uns cofres <i>Albalá</i> .....	90
Figura 8. 52 Aplicació <i>Albalá TL3000</i> .....	90
Figura 8. 53 Visualització d'un cofre <i>Albalá</i> dins de l'aplicació <i>Albalá TL3000</i> .....	91
Figura 8. 54 Supervisió de les targetes del cofre <i>Albalá</i> .....	91
Figura 8. 55 Visualització del <i>Bitrate</i> de les entrades del <i>REDUS MKII</i> en el <i>Hermes</i> .....	92
Figura 8. 56 Selecció de les entrades d'un <i>REDUS MKII</i> en el <i>Hermes</i> .....	92
Figura 8. 57 Gestor <i>SIMET</i> .....	94
Figura 8. 58 Arquitectura del sistema <i>TriskRem</i> .....	94
Figura 8. 59 Sistema d'interrogació del sistema <i>TriskRem</i> .....	95
Figura 8. 60 Enviament de missatges espontanis del sistema <i>TriskRem</i> .....	96
Figura 8. 61 Gestor <i>TriskRem</i> .....	97
Figura 8. 62 Supervisió del <i>SC</i> d'una emissora <i>Micro Mier</i> a <i>TriskRem</i> .....	97
Figura 8. 63 Supervisió dels <i>GPS</i> d'una emissora <i>Micro Mier</i> a <i>TriskRem</i> .....	98
Figura 8. 64 Supervisió d'un <i>Múltiplex</i> d'una emissora <i>Micro Mier</i> a <i>TriskRem</i> .....	98
Figura 8. 65 <i>Web Browser</i> de <i>R&amp;S</i> .....	99
Figura 8. 66 Supervisió d'una emissora <i>R&amp;S</i> per <i>Web Browser</i> .....	99
Figura 8. 67 Connexionat per la supervisió d'una emissora <i>Micro Mier</i> .....	100
Figura 8. 68 Sinòptic del grup electrogen.....	101
Figura 8. 69 Alarmes externes en el gestor <i>PNMS</i> .....	102
Figura 8. 70 <i>SAI MGE Galaxy PW</i> .....	102
Annex 1 Taula 1 Taula de capacitats de radioenllaços <i>PDH</i> .....	115
Annex 1 Figura 1 Multiplexat <i>PDH</i> .....	115
Annex 2 Figura 1 Multiplexat <i>SDH</i> .....	116
Annex 2 Figura 2 Trama <i>STM-1</i> .....	117
Annex 3 Figura 1 Entrades i sortides d'un Adaptador <i>ATM</i> .....	117
Annex 3 Figura 2 Capçalera <i>ATM UNI</i> Annex 3 Figura 3 Capçalera <i>ATM NNI</i> .....	118
Annex 8 Figura 1 Sistema de gestió amb protocol <i>SNMP</i> .....	123
Annex 10 Figura 1 Divisió en cel•les .....	125
Annex 10 Figura 2 Arquitectura d'una xarxa <i>GSM</i> .....	126

## Referències

### LLIBRES

Ariganello, E. (2014). Redes CISCO: guía de estudio para la certificación CCNA Routing y Switching. Ra-Ma Editorial, S.A.

Lammle, T. (2011). CCNA Cisco Certified Network Associate Study Guide. John Wiley & Sons.

Optimización del transporte de servicios audiovisuales sobre redes PDH y SDH. (2006).

Penin, A. R. (2012). Sistemas SCADA. Marcombo.

Siegmund M. Redl, S. H. (1995). An Introduction to GSM. Artech House.

### WEBS DE FABRICANTS

Totes les webs dels fabricants s'han provat d'entrar per última vegada el 12/05/2016.

- *Albalá SSW3000:*

<http://www.albalaing.es/catalogo.php>

- *D9402:*

[http://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/video/video-network-adapters/data\\_sheet\\_c78-728259.html](http://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/video/video-network-adapters/data_sheet_c78-728259.html)

- Grup electrogen *Telyme:*

<http://www.telyme.es/cumminspowergeneration.html>

<http://www.telyme.es/C700D5.pdf>

- *MTR D9804:*

[http://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/video/digital-encoders/data\\_sheet\\_c78-727756.pdf](http://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/video/digital-encoders/data_sheet_c78-727756.pdf)

- *MCU 2500:*

<http://es.benning.de/es/corporate/productos-y-servicios/sistemas-alimentacion-industriales/mcu-2500.html>

[http://es.benning.de/fileadmin/content/pdf/10012212\\_mcu\\_2500\\_es.pdf](http://es.benning.de/fileadmin/content/pdf/10012212_mcu_2500_es.pdf)

- *NEC:*

[http://es.nec.com/es\\_ES/global/prod/nw/pasolink/products/pasoneoip.html](http://es.nec.com/es_ES/global/prod/nw/pasolink/products/pasoneoip.html)

[http://www.t-akaba.com/en/DOWNLOAD\\_files/Broadband/NEC\\_Pasolink\\_NEO.pdf](http://www.t-akaba.com/en/DOWNLOAD_files/Broadband/NEC_Pasolink_NEO.pdf)

[http://www.univers-spb.ru/products/nec/nec\\_pasolink\\_neo.php?print=Y](http://www.univers-spb.ru/products/nec/nec_pasolink_neo.php?print=Y)

[www.nec.com/en/global/prod/nw/pasolink/products/pnms.html](http://www.nec.com/en/global/prod/nw/pasolink/products/pnms.html)

- *ProStream 1000:*

<http://www.harmonicinc.com/es/product/encoding-transcoding-distribution/prostream-1000-ace>

- *REDUS:*

[http://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/video/galaxy-content-acquisition-transmission-system/data\\_sheet\\_c78-727764.html](http://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/video/galaxy-content-acquisition-transmission-system/data_sheet_c78-727764.html)

- *Router ME 7606:*

[http://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/routers/7600/Hardware/Module\\_and\\_Line\\_Card\\_Installation\\_Guides/7600\\_Series\\_Router\\_Module\\_Installation\\_Guide/osmodule.pdf](http://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/routers/7600/Hardware/Module_and_Line_Card_Installation_Guides/7600_Series_Router_Module_Installation_Guide/osmodule.pdf)

[http://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/routers/7606-router/product\\_data\\_sheet09186a0080088773.html](http://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/routers/7606-router/product_data_sheet09186a0080088773.html)

- *SAI Benning:*

<http://de.benning.de/en/local/france/new-products/telecom/slimline/application-industriel.html>

[http://de.benning.de/fileadmin/content/pdf/784441\\_telecom\\_gb.pdf](http://de.benning.de/fileadmin/content/pdf/784441_telecom_gb.pdf)

- *SAI MPE Galaxy PW:*

[ftp://ftp.lanit.ru/Technical/Apc/Incoming/12\\_08\\_2008/Galaxy%20PW/IM%20G\\_PW.pdf](ftp://ftp.lanit.ru/Technical/Apc/Incoming/12_08_2008/Galaxy%20PW/IM%20G_PW.pdf)

[http://www.schneider-electric.com.co/documents/productos-servicios/servicios/GALAXY\\_PW\\_SE\\_08\\_ESP.pdf](http://www.schneider-electric.com.co/documents/productos-servicios/servicios/GALAXY_PW_SE_08_ESP.pdf)

- *Switch 3400:*

[http://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/switches/me-3400-series-ethernet-access-switches/product\\_data\\_sheet0900aecd8034fef3.html](http://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/switches/me-3400-series-ethernet-access-switches/product_data_sheet0900aecd8034fef3.html)

[http://www.manualsbase.com/es/manual/437602/switch/cisco\\_systems/cisco\\_systems\\_switch\\_me\\_3400/](http://www.manualsbase.com/es/manual/437602/switch/cisco_systems/cisco_systems_switch_me_3400/)

- *TrikRem:*

<http://www.triskel-telecom.com/esp/software.asp?prod=TriskRem&ap=escritorio>

## ALTRES WEBS

Totes les *webs* s'han provat d'entrar per última vegada el 12/05/2016.

- *ATM:*

<http://www.ramonmillan.com/tutoriales/atm.php>

- *Capçalera:*

<http://personales.unican.es/perezvr/pdf/Compresion%20de%20video.pdf>

<http://downloads.bbc.co.uk/rd/pubs/reports/1996-02.pdf>

- *Contingut del Múltiplex de TDT:*

[http://mitjansdecomunicacio.gencat.cat/ca/temes/televisio/tot\\_sobre\\_la\\_TDT/](http://mitjansdecomunicacio.gencat.cat/ca/temes/televisio/tot_sobre_la_TDT/)

- *Diversitat:*

<http://www.qsl.net/lu9aum/diversidad.htm>

- *DVB:*

[https://www.dvb.org/resources/public/standards/a38\\_dvb-si\\_specification.pdf](https://www.dvb.org/resources/public/standards/a38_dvb-si_specification.pdf)

- *GOP:*

[http://www1.icsi.berkeley.edu/PET/GIFS/MPEG\\_gop.gif](http://www1.icsi.berkeley.edu/PET/GIFS/MPEG_gop.gif)

- *GSM:*

<http://es.ccm.net/contents/681-estandar-gsm-sistema-global-de-comunicaciones-moviles>

- Informació de la *TDT* a Catalunya:

[http://cercador.ctti.gencat.cat/cercador/statics/llicitat\\_tdt.pdf](http://cercador.ctti.gencat.cat/cercador/statics/llicitat_tdt.pdf)

[http://empresaiocupacio.gencat.cat/ca/treb\\_ambits\\_actuacio/emo\\_telecomunicacions\\_i\\_si/emo\\_telecomunicacions/emo\\_destacats\\_canal\\_intern/emo\\_ict/emo\\_cobertura/emo\\_serveis\\_d\\_e\\_telecomunicacions/canals\\_interns/cercador\\_cobertura/](http://empresaiocupacio.gencat.cat/ca/treb_ambits_actuacio/emo_telecomunicacions_i_si/emo_telecomunicacions/emo_destacats_canal_intern/emo_ict/emo_cobertura/emo_serveis_d_e_telecomunicacions/canals_interns/cercador_cobertura/)

<http://www.idescat.cat/pub/?id=aec&n=205>

- *IP:*

<http://rfc-es.org/rfc/rfc0791-es.txt>

- *IP Multicast:*

<http://www.faqs.org/rfcs/rfc3170.html>

<http://tools.ietf.org/html/rfc3171>

<http://web.archive.org/web/20090710130653/http://www.ietf.org/html.charters/pim-charter.html>

- *ISI:*

<http://www.telecomhall.com/es/que-es-isi-interferencia-entre-simbolos-en-lte.aspx>

- Modulació *COFDM:*

<http://personales.unican.es/perezvr/pdf/Modulacion%20COFDM.pdf>

- *PDH / SDH:*

<http://www.ramonmillan.com/tutoriales/sdh.php#conceptopdh>

<http://www.oocities.org/fhgmbb/Tesis-Postgrado-FH/Jerarquia-PDH-2.gif>

[https://es.wikipedia.org/wiki/Jerarqu%C3%ADa\\_digital\\_s%C3%ADncrona#/media/File:Sdh2.jpg](https://es.wikipedia.org/wiki/Jerarqu%C3%ADa_digital_s%C3%ADncrona#/media/File:Sdh2.jpg)

- Protocol *SNMP:*

[http://www.snmp.com/protocol/snmp\\_rfcs.shtml](http://www.snmp.com/protocol/snmp_rfcs.shtml)

[http://www.personales.ulpgc.es/nramos.dit/?q=system/files/Tutorial\\_de\\_NET-SNMP.pdf](http://www.personales.ulpgc.es/nramos.dit/?q=system/files/Tutorial_de_NET-SNMP.pdf)

<https://tools.ietf.org/html/rfc1157>

- *Telnet:*

<https://tools.ietf.org/html/rfc854>

- *TDT:*

[http://www.televisiodigital.gob.es/TDT/ForoTecnico/GrupoCalidad/Manual\\_Buenas\\_Practicasv32.pdf](http://www.televisiodigital.gob.es/TDT/ForoTecnico/GrupoCalidad/Manual_Buenas_Practicasv32.pdf)

<http://www.ramonmillan.com/tutoriales/TDT.php>

- *TDT Satèl·lit:*

<http://www.televisiodigital.gob.es/TelevisionDigital/formas-acceso/Paginas/TV-satelite.aspx>

- *UDP/TCP:*

<https://www.rfc-es.org/rfc/rfc1180-es.txt>

<https://www.ietf.org/rfc/rfc793.txt>

<http://www.ietf.org/rfc/rfc768.txt>



## Annexos

### ANNEX 1 : Protocol PDH

El PDH (*Plesiochronous Digital Hierarchy*) és un protocol que utilitza tècniques de multiplexació en temps. Permet enviar diferents canals per un mateix medi (ja sigui per cable coaxial, radio o microones). Aquesta tecnologia per cada entrada agafa com a referència diferents senyals de rellotge, això provoca una falta en el sincronisme total que s'haurà d'ajustar afegint uns bits.

La trama bàsica utilitzada en els sistemes europeus està estructurada en 32 intervals de temps (*time slots*), cada un d'ells amb 8 bits (256 bits totals) i una freqüència de repetició de 8000 vegades per segon (125  $\mu$ s), obtenint així un flux de 2048 kbps (*E1*). A partir d'aquesta trama de  $\sim 2$  Mbps hi haurà 3 nivells de multiplexació: 8448 kbps (*E2*), 34368 kbps (*E3*) i 139264 Mbps (*E4*) successivament.

Les capacitats són superiors al producte de la capacitat del tributari pel número de tributaris degut a que les trames no es repeteixen 8000 vegades per segon com passa amb la trama bàsica sinó que, a mesura que l'ordre de jerarquia augmenta, també augmentarà l'ordre de repetició, essent diferents la longitud i la duració de les trames.

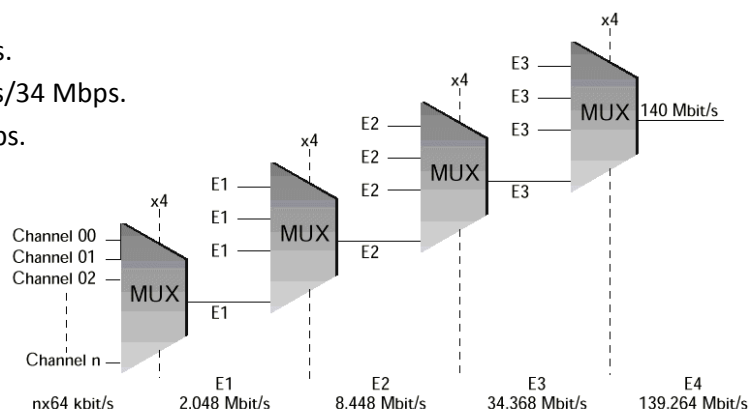
Jerarquia	Canals	Bits	Freqüència	Capacitat
E1	30	256 bits	125 $\mu$ s (8000)	2048 kbps
E2	30 canals x 4 trib = 120 canals	848 bits	100.38 $\mu$ s (9962)	8448 kbps
E3	120 canals x 4 trib = 480 canals	1536 bits	44.7 $\mu$ s (22371)	34368 kbps
E4	480 canals x 4 trib = 1920 canals	2904 bits	20.85 $\mu$ s (47962)	139264 kbps

Annex 1 Taula 1 Taula de capacitats de radioenllaços PDH

Mai es podrà formar directament un senyal de  $\sim 140$  Mbps amb tributaris de 2 Mbps, sinó que abans haurà de passar per senyals de  $\sim 8$  Mbps i  $\sim 34$  Mbps.

Així doncs, els radioenllaços PDH podran ser de baixa, mitja o alta capacitat, ja que tenen una capacitat  $N \times 2$  Mbps o  $30 + 2$ . Aquesta  $N$  variarà segons la xarxa de transport:

- Baixa capacitat: 2 Mbps.
- Mitja capacitat: 8 Mbps/34 Mbps.
- Alta capacitat: 140 Mbps.



Annex 1 Figura 1 Multiplexat PDH

Les bandes de freqüències de treball són bandes amb llicència: 6 GHz, 13 GHz, 15 GHz, 18 GHz, 23 GHz, 26 GHz, 38 GHz; i amb amples de banda coherents amb les canalitzacions utilitzades.

## ANNEX 2 : Protocol SDH

El *SDH* (*Synchronous Digital Hierarchy*) és un protocol que simplifica el procés de multiplexat enfront el protocol *PDH*, ja que hi ha una menor quantitat de passos de multiplexat.

La *ITU-T* especifica una trama bàsica *STM-1* (*Synchronous Transport Module-1*) de 155.520 Mbps fent possible transportar i barrejar senyals de diferents jerarquies *PDH* en un únic *STM-1*.

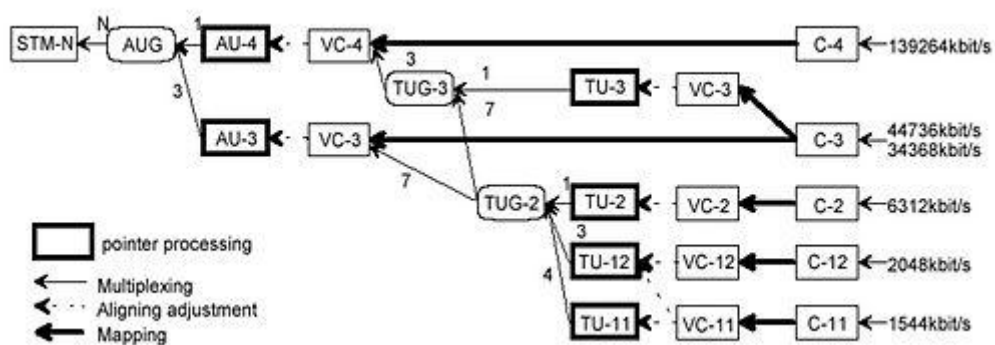
Tot el processat de tributaris es realitza a nivell de *STM-1* (tributari únic estandarditzat per a qualsevol velocitat).

Tots els nivells multiplexats en el *SDH* són múltiples enters positius d'aquest senyal *STM-1* i la multiplexació, sempre a nivell de byte, de 4 tributaris síncrons del mateix ordre donarà lloc a un agregat d'ordre superior.

Cada trama va encapsulada al que s'anomena *Contenedor Virtual (VC)*, que és el nom que rep un tributari *SDH* transportat en una trama *STM-1*. Els *Contenedors Virtuals* son transportats en àrees de càrrega anomenades:

- *Unitat Administrativa (AU)*: conjunt de bytes en posicions fixes dins d'una trama *STM-N*. És una subdivisió de la trama *STM-N*.
- *Unitat Tributària (TU)*: conjunt de bytes en posicions fixes dins d'un *VC*. Correspon a una subdivisió d'un *VC* d'alt ordre.

Un cop encapsulats s'afegeixen punters (números binaris) per permetre trobar la posició dins d'un *AU* o d'un *TU* a la que es troba l'inici d'un *VC* transportat.



Annex 2 Figura 1 Multiplexat SDH

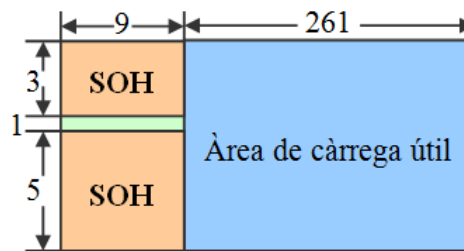
La trama *STM-1* està formada per 9 files de 270 octets cada una (9 files x 270 columnes) i es transmet a 125  $\mu$ s uniformement –la freqüència de repetició és de 8000 vegades per segon independentment de l'ordre de jerarquia– bit a bit en el sentit d'esquerra a dreta i de dalt a baix.

Així doncs els radioenllaços *SDH* seran d'alta capacitat:

- *STM-1*:  $8000 \cdot (270 \text{ columnes} \cdot 9 \text{ files} \cdot 8 \text{ bits}) = 155,520 \text{ Mbps} \sim 155 \text{ Mbps}$
- *STM-4*:  $4 \cdot 8000 \cdot (270 \text{ columnes} \cdot 9 \text{ files} \cdot 8 \text{ bits}) = 622,080 \text{ Mbps} \sim 622 \text{ Mbps}$
- *STM-16*:  $16 \cdot 8000 \cdot (270 \text{ columnes} \cdot 9 \text{ files} \cdot 8 \text{ bits}) = 2,488 \text{ Gbits/s} \sim 2,5 \text{ Gbps}$
- *STM-64*:  $64 \cdot 8000 \cdot (270 \text{ columnes} \cdot 9 \text{ files} \cdot 8 \text{ bits}) = 9,953 \text{ Gbits/s} \sim 10 \text{ Gbps}$

La trama *STM-1* consta de 3 blocs diferenciats:

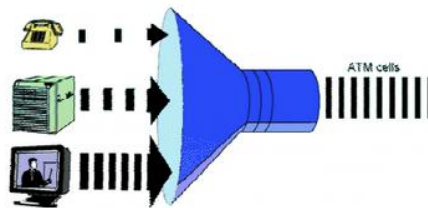
- Capçalera de secció (*SOH, Section OverHead*).
- Àrea de punters.
- Àrea de càrrega útil (*Payload*).



Annex 2 Figura 2 Trama *STM-1*

## ANNEX 3 : ATM (Asynchronous Transfer Mode)

L'*ATM* és una tecnologia asíncrona basada en la multiplexació i commutació de paquets d'alta velocitat que ofereix un transport multiservei.



Annex 3 Figura 1 Entrades i sortides d'un Adaptador *ATM*

L'*ATM* té les característiques següents:

- Tecnologia orientada a connexió, però permet la integració de serveis orientats i no orientats a connexió. D'aquesta manera es redueixen els costos en infraestructura i en personal de manteniment.
- Envia paquets anomenats cel·les, de tamany constant de 53 bytes. Això provoca que es garanteixi una certa capacitat i tinguem un retard de transmissió constant poc elevat.

La capçalera *ATM* té dos formats, el *UNI* i el *NNI*. El *UNI* s'utilitza per la comunicació entre els punts finals *ATM* i els commutadors *ATM*. El *NNI* s'utilitza per la comunicació entre commutadors *ATM*. Aquestes capçaleres ocupen un total de 5 bytes. Els altres 48 bytes porten les dades a transmetre.

La capçalera conté la següent informació:

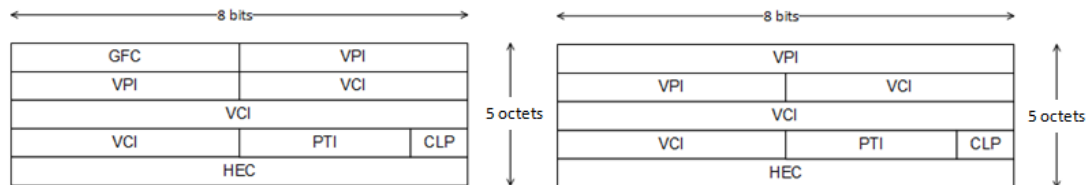
- *Virtual Channel Identifier (VCI)*: identificador de canal virtual.
- *Virtual Path Identifier (VPI)*: identificador de camí virtual.

Aquests dos paràmetres identifiquen el destí següent de la cel·la quan passa a través de diferents commutadors *ATM*.

- *Payload Type Identifier (PTI)*: identificador del tipus de càrrega. Aquest paràmetre indica en el primer bit si la cel·la conté informació d'usuari o dades

de control. Si conté informació d'usuari el segon bit indica congestió i el tercer bit indicarà si la cel·la és la última en una sèrie de cel·les.

- *Cell Loss Priority (CLP)*: indicador de prioritat de pèrdua de cel·la. Indica si la cel·la s'ha de descartar en cas que hi hagi congestió a la xarxa.
- *Header Error Check (HEC)*: camp de control d'errors. S'utilitza per detectar errors a la capçalera i corregir-los.
- *Generic Flow Control (GFC)*: camp de control de flux. Únicament el té la capçalera de format *UNI*.



Annex 3 Figura 2 Capçalera ATM UNI

Annex 3 Figura 3 Capçalera ATM NNI

- Increment de l'*overhead* ja que en enviar-se paquets tant petits hi ha una proporció més gran de capçaleres i més pèrdua de l'ample de banda.
- Els nodes de la xarxa no disposen de control d'errors ni de flux.
- Més eficient que les tecnologies síncrones en que es basen les tecnologies *SDH* i *PDH*, com ara la multiplexació per divisió en temps *TDM*.
- Quan s'estableix un circuit a través d'un sistema *ATM* totes les cel·les que estiguin relacionades per portar un flux de dades en concret aniran pel mateix camí i per tant les cel·les arribaran en ordre. En canvi en una commutació de paquets, els paquets s'encaminaran dinàmicament a cada node.

## ANNEX 4 : Protocol IGMP

El protocol *IGMP (Internet Group Management Protocol)* gestiona els grups *Multicast* i permet que els *routers* coneguin a on estan els receptors de *Multicast* per tal de reenviar el tràfic. Així doncs, utilitzant *IGMP* els receptors podran reclamar un servei *Multicast* al *router* que tinguin més proper.

A continuació explicarem les 3 versions que hi ha d'aquest protocol:

### A. Versió IGMPv1

Aquesta versió està descrita a l'estàndard *RFC-1112* de la *IETF*. En aquesta versió els receptors s'afegeixen a un grup *Multicast* enviant una petició *IGMP* a la direcció *IP Multicast* corresponent.

En aquesta versió *IGMPv1* els *routers* i els receptors de *Multicast* només intercanvien dos tipus de paquets *IGMP*, els *Queries* i els *Reports*.

El *router* reclamarà als receptors que refresquin la seva petició *Multicast* enviant un *Query* cada 60-120 segons. Aquest paquet del tipus *Query* s'envia a tots els receptors *Multicast* de la xarxa, a la direcció 224.0.0.1, amb un temps de vida *TTL (Time To Live)* d'1. El *router* continuarà emetent el servei *Multicast* si rep com a mínim una resposta.

En cas de que hi hagi més d'un *router* en una mateixa xarxa *LAN*, únicament un d'ells serà el que llenci els paquets tipus *Queries* i habitualment serà el *router* que tingui la direcció *IP* major.

Els paquets *IGMP* del tipus *Reports* són els que envien els receptors *Multicast* per indicar que estan interessats en rebre el tràfic *Multicast* d'un grup en concret. Aquests paquets són els que envien els receptors de forma espontània quan es connecten per primera vegada a una xarxa i també són els que envien per respondre a un paquet tipus *Query* procedent del *router*.

Si hi ha més d'un receptor *Multicast* en una mateixa xarxa *LAN* únicament un d'ells contestarà al *Query*, ja que el *router* només necessita saber si algun receptor d'un grup *Multicast* en concret està interessat en rebre el tràfic *Multicast* per poder enviar-lo. Els altres equips receptors, en escoltar que ja s'ha contestat al *Query*, cancel·laran els seus paquets tipus *Report*.

En aquesta versió no existeixen els missatges d'abandó del grup sinó que quan un receptor *Multicast* vol marxar simplement deixarà de processar el tràfic *Multicast* i deixarà de contestar als *Queries* dels *routers*. D'altra banda, els *routers* processen les baixes del grup utilitzant el mecanisme de *Time Out*: esperen 3 minuts com a màxim sense rebre cap resposta per descobrir que els receptors ja no estan interessats en rebre tràfic *Multicast* i el deixen d'enviar.

## B. Versió IGMPv2

Aquesta segona versió està descrita a l'estàndard *RFC-2236* de la *IETF* i incorpora diverses millores respecte a la primera versió, com ara que els receptors *Multicast* abandonen un grup *Multicast* dinàmicament, és a dir, avisant al *router* mitjançant un missatge específic.

El funcionament és el següent, el *router*, en rebre aquest missatge d'abandó de grup compararà la direcció *IP* de l'equip amb el seu llistat. En cas de que la direcció *IP* sigui diferent a les que té continuarà enviant tràfic *Multicast* al grup. Si l'adreça *IP* coincideix amb alguna que té llistada, el *router* enviarà un paquet del tipus *Query* al grup *Multicast* d'on pertany l'equip receptor. Si algun equip contesta amb un paquet del tipus *Report* l'equip anotarà la seva adreça *IP* i continuarà enviant tràfic *Multicast*. Per contra, en cas que no obtingui resposta considerarà que aquest equip era l'últim receptor *Multicast* del grup i el *router* eliminarà el grup.

A més a més, com hem pogut comprovar a l'explicació anterior, en aquesta nova versió el *router* és capaç d'enviar missatges tipus *Query* per una direcció de grup *Multicast* en concret, cosa que la versió 1 no ho permetia.

Les versions *IGMPv1* i *IGMPv2* són compatibles amb el que podem tenir, amb una sèrie de restriccions, una xarxa amb *routers* de diferents versions *IGMP* connectats entre sí. Els equips amb versió inferior són els que restringiran les diferents millores de la versió *IGMPv2*.

## C. Versió IGMPv3

Aquesta tercera i última versió està descrita a l'estàndard *RFC-3376* de la *IETF* i inclou varies millores respecte les primeres versions. La més significativa és que permet a un receptor *Multicast* unir-se a un grup *Multicast* especificant la font dins del grup.

A més a més existeix un missatge específic d'abandó que permet bloquejar una font en concret. El tràfic que ve d'aquesta font és bloquejat de tal manera que els receptors queden protegits de possibles sabotejadors que envien tràfic no desitjat o atacs al servei *Multicast*.

## ANNEX 5 : Protocol IGMP Snooping

Com hem vist a l'Annex 4, el protocol *IGMP* s'encarrega de gestionar els grups *Multicast*, però els *switches*, en ser de capa 2, no entenen aquest tràfic *Multicast*. Per tal de solucionar-ho els *switches* fan servir internament la tècnica *IGMP Snooping*, definida a la *RFC-4541* de la *IETF*, que els permet accedir a part de la informació emmagatzemada a capa 3 per entendre els paquets *IGMP*.

Així doncs, el *IGMP Snooping* permet als *switches* escoltar les comunicacions *IGMP* que circulen per la xarxa, identificar els receptors *Multicast* que estan interessats en rebre tràfic *Multicast* i crear-se una taula de commutació per cadascun dels grups *Multicast*.

La manera que té un *switch*, funcionant amb aquesta tècnica, en processar els paquets *IGMP* és la següent:

- Paquets *IGMP* del tipus *Query*: quan rebi aquest tipus de paquets el *switch* reenviarà el paquet per tots els seus ports, cap a tots els punts de la nostra xarxa on puguin haver connectats receptors *Multicast*.
- Paquets *IGMP* del tipus *Report*: quan al *switch* li arribi aquest tipus de paquet el reenviarà cap al port a on està connectat el *router*.
- Un cop processat un paquet *IGMP* el *switch* generarà una entrada a la seva taula de commutació anomenada *CAM* (*Content Adressable Memory*) on especificarà a quin grup *Multicast* pertany l'equip que està connectat a la interfície que estigui. En el moment en que un grup *Multicast* està registrat a aquesta taula *CAM* tot el tràfic *Multicast* que arribi al *switch* i que pertanyi a aquest grup *Multicast* únicament el reenviarà cap a les interfícies que tingui introduïdes a la taula de commutació.
- En el cas de rebre un paquet d'abandó de grup el *switch* esborrarà de la seva taula de commutació la interfície corresponent a l'equip receptor *Multicast* que abandona el grup. De la mateixa manera, també esborrarà la interfície de la seva taula si no rep un missatge tipus *Report* per part d'un receptor *Multicast*.

## ANNEX 6 : Protocol PIM-SM

El protocol *PIM* (*Protocol Independent Multicast*) és un protocol de commutació per redirigir el tràfic *Multicast* dins d'un únic domini que utilitzen els equips de capa 3. Pot treballar en dos modes:

- *Dense mode*: es considera que tots els enllaços contenen clients del grup i inunda de tràfic tots els enllaços cada dos o tres minuts. S'espera a que els clients no interessats explicitin que no volen rebre tràfic. Així doncs podem intuir que aquest mode no és gaire pràctic ja que ocupa molt ample de banda i fa treballar a tots els equips de la xarxa.
- *Sparse Mode (SM)*: considera que ningú vol el servei fins que no l'exigeixi. Quan el *router* rep un missatge d'un equip receptor interessat en el servei *Multicast* començarà a transmetre tràfic *Multicast* tan sols a aquest equip. Amb això les

branques del seu arbre de distribució que no continguin equips receptors interessats en aquest tipus de tràfic mai el rebran.

El protocol de commutació *PIM-SM*, que pertany a aquest mode *Sparse Mode*, l'explicarem a continuació.

El protocol *PIM Sparse Mode (PIM-SM)* és un protocol de commutació que està descrit a l'estàndard *RFC-4601* de la *IETF* i les seves característiques principals són:

- Pot treballar a la vegada amb pràcticament qualsevol protocol de commutació *Unicast*.
- *PIM* construeix un arbre cap als clients que ho sol·licitin explícitament.
- L'arbre es crea a l'inrevés, des dels clients cap a un punt central (*RP*) fins arribar al *server*.
- L'arrel de l'arbre està al *RP*.
- EL *RP (Rendezvous Point)* és el *router* central que gestiona l'arbre *Multicast*.
- Quan un client s'afegeix a un grup, el *router* local envia la sol·licitud *IGMP* cap al *RP*.
- Tots els *routers* que formen el camí, des del *router* local fins al *RP*, s'afegeixen a l'arbre.

## ANNEX 7 : SCADA

El software *SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition)* permet gestionar i supervisar dispositius de forma remota mitjançant un *PC*. Un sistema *SCADA* inclou un *hardware* de senyal d'entrada i sortida, xarxes de transport, controladors, un sistema *HMI (Human Machine Interface)* com ara un *PC*, un conjunt de bases de dades i un *software*. És un sistema que facilita la retroalimentació o també anomenat sistema de llaç tancat, és a dir, hi ha un bucle que fa que el senyal de la sortida torni a l'inici del sistema perquè pugui ser analitzat.

El sistema *SCADA* representa la informació de manera gràfica mitjançant un diagrama o esquema dels equips a supervisar i gestionar, amb la possibilitat d'actuar sobre cadascun d'ells simplement pitjant un botó.

En el paquet de *HMI* també s'inclou un programa de dibuix que permet canviar l'aparença de la interfície de treball. Amb això es poden crear diferents sinòptics on hi hagi una representació esquemàtica de cada centre a gestionar.

Aquest sistema es basa en tres elements:

- *Unitats de Terminals Remotes (RTU)*: aquestes unitats es connecten físicament a l'equip a gestionar i llegeixen les dades d'estat dels dispositius. Una *RTU* podrà enviar un senyal a l'equip per controlar-lo. També pot llegir l'estat de les dades digitals o mesures analògiques i enviar ordres digitals de sortida.  
La característica més important dels sistemes *SCADA* són les alarmes. Es poden crear alarmes en cada punt on es necessitin i el sistema ens avisarà en el cas que alguna d'elles estigui activa mitjançant un *e-mail* o un missatge de text.
- Estació màster: en aquesta estació s'inclou a tots els servidors i al *software* emprat per comunicar-se amb l'equip a controlar i/o supervisar (*RTU*).
- Infraestructura de comunicacions: es refereix a la xarxa de transport que fa possible la comunicació remota entre el nostre *PC* i l'equip a gestionar.

## ANNEX 8 : Protocol SNMP

El protocol *SNMP* (*Simple Network Management Protocol*) és un protocol que treballa en el nivell d'aplicació del model *OSI* que permet intercanviar informació de gestió entre els diferents dispositius d'una xarxa. Mitjançant aquest protocol podrem realitzar tasques com ara la configuració de dispositius, el monitorat o la detecció de diversos problemes a la xarxa.

Per tal de gestionar un dispositiu és necessari tenir un agent que gestioni la informació continguda a la *MIB-2* (*Management Information Base*).

Una *MIB* és un conjunt d'informació de gestió organitzada jeràrquicament. Aquesta jerarquia es pot representar com un arbre amb una arrel anònima i amb els nivells assignats per organitzacions diferents.

L'estructura de la *MIB* es descriu mitjançant l'estàndard *ASN-1* (*Abstract Syntax Notation One*), que correspon a un protocol de nivell de presentació del model *OSI* que serveix per representar dades independentment de la màquina que s'estigui emprant i de les formes de representació internes d'aquesta.

El nucli de l'arbre la *MIB* està format per diferents grups d'objectes. Aquest conjunt s'anomena *MIB-2* i corresponen als següents grups:

- Sistema/Interfícies/AT/IP/ICMP/TCP/UDP/EGP/Transmissió/SNMP

El funcionament del protocol *SNMP* és el següent: utilitza un mecanisme de petició/resposta. Això significa que enviem una ordre o petició a l'agent que gestiona el dispositiu. Aquest agent *SNMP* rebrà les sol·licituds pel port *UDP 161* i contestarà amb el resultat de l'ordre que hem enviat, la informació que s'ha demanat o amb un missatge d'error si hi ha algun tipus de problema. Nosaltres rebrem aquestes notificacions pel port *UDP 162*.

Com acabem de veure, per enviar un petit grup de missatges (*PDUs*) entre administradors i agents, el protocol *SNMP* utilitza un servei no orientat a la connexió (*UDP*). Amb això s'aconsegueix que les tasques d'administració de xarxa no afecti al seu rendiment global ja que no existiran mecanismes de control i recuperació com als serveis orientats a connexió (*TCP*).

En aquests moments existeixen diferents versions: *SNMPv1*, *SNMPv2* i *SNMPv3*. Cadascuna d'aquestes versions disposa d'unes característiques diferents. Nosaltres utilitzarem una versió o altra del protocol depenent de la versió que admetin els equips a supervisar.

### A. Versió *SNMPv1*

Aquesta primera versió està definida a l'estàndard *RFC-1157* de la *IETF* i el seu agent utilitza un sistema d'autenticació força senzill per tal de determinar quin gestor pot accedir a una determinada variable de la *MIB*. Per tal de fer-ho cal especificar unes determinades polítiques d'accés relacionades amb la comunitat –que correspon al conjunt de hosts relacionats amb un nom de comunitat concret– amb el mode d'accés –que fa referència als accessos permesos per una determinada comunitat com ara *read-write*, *read-only*, *write-only* o *none*– i amb la vista de la *MIB* –que correspon als sub-arbres de la *MIB* als que pot accedir una determinada comunitat.

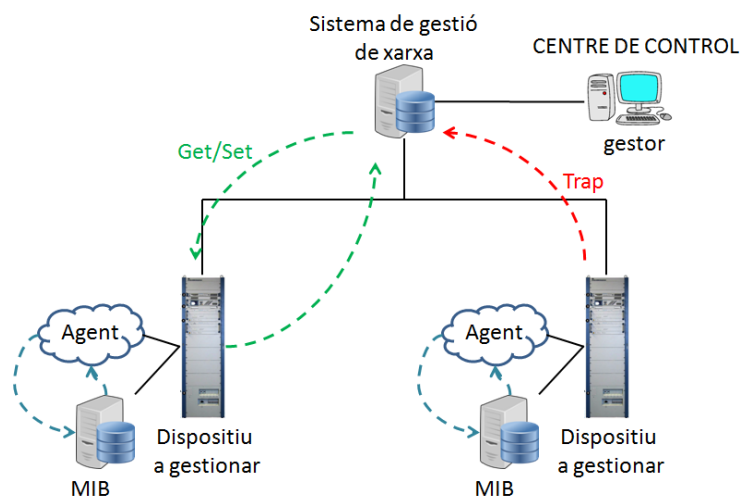
La manera de funcionar és la següent. Quan l'agent rep una petició, verifica el nom de la comunitat i la direcció *IP* del *host* des del que s'ha fet aquesta petició. Amb això determina si el



*host* pertany realment a aquesta comunitat. Si pertany aleshores comprova que la comunitat tingui accés a les variables de la *MIB* que s'han demanat en la petició. Si té accés contestarà la petició, per contra, si no en té tornarà un missatge d'error al *host* que ha fet la petició.

Un altre aspecte important d'aquest primer protocol és que defineix l'estructura bàsica que ha de tenir la *MIB*, i on estan inclosos els identificadors d'objecte dels objectes i les taules d'ús més comuns.

A més a més es defineixen 3 operacions bàsiques per l'accés a la informació de gestió que conté en la *MIB*: *Get* (missatge per demanar a l'agent que torni el valor d'un objecte en concret), *GetNext* (missatge per recórrer una taula d'objectes) i *Set* (missatge que enviem per sol·licitar a un agent modificar alguns valors dels objectes). També es defineix l'operació *Trap* (missatge que envia l'agent per reportar algun canvi d'estat de l'equip gestionat) per l'enviament de notificacions.



Annex 8 Figura 1 Sistema de gestió amb protocol SNMP

## B. Versió SNMPv2

La versió *SNMPv2* és una extensió de la *SNMPv1* descrita a l'estàndard *RFC-1441* de la *IETF*. Dins d'aquesta nova versió n'hi ha una altra anomenada *SNMPv2c* (*Community-based SNMPv2*), descrit a l'estàndard *RFC-1901* de la *IETF*, que permet l'ús dels elements que acabem d'explicar anteriorment: comunitat, vista de la *MIB* i mode d'accés.

El format de la *PDU* (missatge) és el mateix i l'únic que canvia és el seu número de versió. A més a més a la *MIB* es defineixen nous tipus d'objectes.

Aquesta versió, apart de contenir les 3 operacions bàsiques d'accés a la *MIB* de la versió *SNMPv1* també disposarà de 2 noves: *GetBulk* (utilitzada per obtenir grans quantitats de dades de forma eficient) i *Inform* (emprada per enviar notificacions amb confirmació del receptor).

Per implementar el protocol *SNMP* fent servir *IPv4* i *IPv6* s'utilitza un conjunt d'aplicacions anomenades *NET-SNMP*. El seu agent implementa la versió *SNMPv2c*. Aquestes aplicacions són les següents:

- Aplicacions de línia de programació per obtenir i aconseguir informació de dispositius capaços d'utilitzar el protocol *SNMP*.

- Aplicacions de línia de programació per manipular informació sobre la configuració de dispositius capaços d'utilitzar el protocol *SNMP*.
- Aplicacions de línia de programació per traduir entre *OIDs* numèrics i textuais dels objectes de la *MIB* i ensenyar l'estructura i el contingut de la *MIB*.
- Conté un navegador gràfic de la *MIB*, utilitzant *Tk/Perl*.
- Permet rebre notificacions *SNMP* i guardar-les en un *log*, reenviar-les a un altre sistema de gestió de *SNMP* o passar-les a una aplicació externa.
- Disposa d'un agent configurable per contestar a peticions *SNMP* d'informació de gestió.
- Té una biblioteca per fer noves aplicacions *SNMP* mitjançant *C* i *Perl*.

### C. Versió *SNMPv3*

La característica més important del la versió *SNMPv3* és que afegeix capacitats de seguretat i configuració remota de tal manera que introdueix una arquitectura de model de seguretat basat en usuaris *USM* (*User-based Security Model*) per tal de donar seguretat als missatges, i un model de control d'accés basat en vistes *VACM* (*View-based Access Control Model*) pel control d'accés.

Aquesta nova versió està descrita a l'estàndard *RFC-3410* de la *IETF* i ofereix la possibilitat de configurar remotament el seu agent donant diferents valors als seus objectes de configuració. A més a més pot utilitzar simultàniament diferents models de control d'accés, seguretat i processament de missatges.

## ANNEX 9 : Protocol *Telnet*

El protocol *Telnet* és un protocol del nivell d'aplicació del model *OSI*, que permet operar i manipular un equip remotament com si estiguéssim connectats físicament a aquest i es defineix a l'estàndard *RFC-854* de la *IETF*.

Aquest protocol utilitza una connexió *TCP* per enviar dades en format *ASCII* codificades en 8 bits on estan incloses seqüències de verificació *Telnet*. Així doncs proporciona un sistema de comunicació bidireccional fàcil d'implementar.

Quan s'inicia una connexió *Telnet*, aquest protocol crea una interfície estàndard anomenada *NVT* (*Terminal Virtual de Xarxa*). El *NVT* és un dispositiu virtual bidireccional que proporciona una representació intermitja d'un terminal. Això permet que qualsevol client o servidor es pugui connectar a un altre *host* sense haver de conèixer les característiques de l'equip al que es connecta.

Per tal d'iniciar una sessió en un altre equip de forma remota hem d'accedir en mode *Terminal* introduint la comana *telnet* seguit de la direcció *IP* de gestió de l'equip al que volem entrar. Per poder entrar remotament, tant el *PC* amb el que volem accedir com el propi dispositiu han d'estar dins de la mateixa xarxa de gestió.

Hem de tenir en compte que *Telnet* no és un protocol de transferència de dades segur ja que el tràfic circula per la xarxa com a text sense codificar, però com la nostra xarxa de gestió és segura, no tindrem cap tipus de problemes en aquest aspecte. De totes maneres, per evitar un mal ús en algun dels nostres dispositius, un cop fet el *telnet* ens haurem d'identificar amb el nostre usuari i contrasenya per poder accedir dins de l'equip.

Un cop estiguem dins, mitjançant diverses ordres, podrem actuar i consultar una gran sèrie de paràmetres de l'equip.

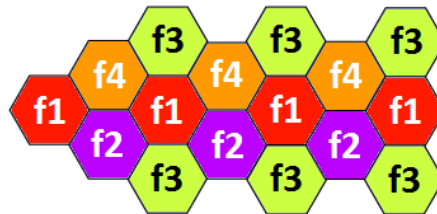
## ANNEX 10 : Sistema GSM

El *GSM (Global System for Mobile Communications)* és un sistema estàndard de telefonia mòbil digital i utilitza les bandes de freqüència de 900 MHz i 1800 MHz. Permet un rendiment màxim de 9,6 kbps i transmissions de dades digitals com ara *SMS* (missatges de text curts) i *MMS* (missatges multimèdia) i de veu.

Aquest estàndard es va començar a desenvolupar a partir del 1982 i a començament del segle XXI va ser el més utilitzat a Europa.

El sistema *GSM* es caracteritza per basar la seva divisió d'accés al canal combinant diferents tècniques pel repartiment de l'espectre disponible. Així doncs aquest sistema utilitza:

- Cel·les adjacents a diferents freqüències per evitar interferències, també anomenat *SDMA (Space Division Multiple Access)*.



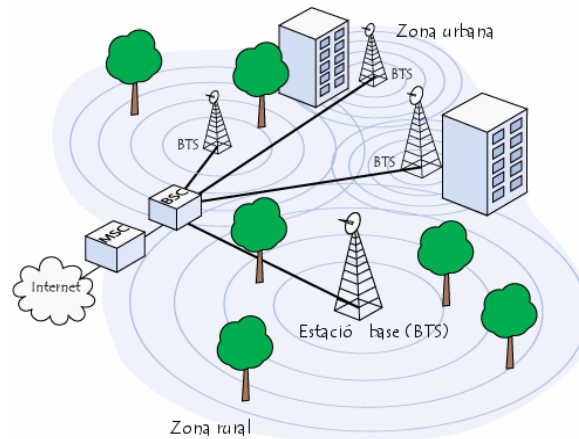
Annex 10 Figura 1 Divisió en cel·les

- Divisió del temps d'emissió i recepció mitjançant la tècnica *TDMA (Time Division Multiple Access)*.
- Separació de bandes de freqüència tant per emissió com per recepció i subdivisió en canals radioelèctrics mitjançant el *FDMA (Frequency Division Multiple Access)*.
- Variació pseudo-aleatòria de la freqüència portadora d'enviament de terminal de xarxa mitjançant la tècnica *FHMA (Frequency Hops Multiple Access)*.

L'arquitectura d'una xarxa *GSM*, com podem veure a la Figura 2 de l'Annex 10, està constituïda per:

- Estacions mòbils: corresponen als terminals d'usuari i disposen d'una targeta *SIM* que permet identificar a cada usuari independentment del terminal que utilitzi durant la comunicació amb una *Estació Base (BTS)*. Cada targeta *SIM* té un número únic identificador anomenat *IMSI* i cadascun dels terminals mòbils s'identifiquen mitjançant un número únic d'identificació de 15 dígits anomenat *IMEI*.
- *Estacions Base (BTS)*: són el conjunt transmissor i receptor central de cada cel·la (l'antena i el seu enllaç amb la resta de la xarxa).
- *Controladors d'Estacions Base (BSC)*: totes les *Estacions Base (BTS)* d'una xarxa cel·lular estan connectades a un *Controlador d'Estacions Base (BSC)* que és l'encarregat d'administrar la distribució dels recursos. Aquests controladors s'encarreguen del repartiment de freqüències i del control de potència dels terminals i de les estacions base.

- *Subsistema d'Estacions Base (BSS)*: és el sistema format pel *Controlador d'Estacions Base (BSC)* i per les *Estacions Base* que té connectades (*BTS*).
- *Centre de Commutacions Mòbils (MSC)*: els *Controladors d'Estacions Base (BSC)* estan físicament connectats amb el *Centre de Commutacions Mòbils (MSC)* el qual els connecta amb la xarxa de telefonia pública i amb *Internet*.



**Annex 10 Figura 2 Arquitectura d'una xarxa GSM**

El *MSC* es connecta a un conjunt de bases de dades relacionades amb els usuaris i els terminals mòbils:

- *Registre d'ubicació d'origen (HLR)*: correspon a una base de dades amb informació dels abonats registrats dins de la zona del commutador *MSC*.
- *Registre d'ubicació de visitant (VLR)*: és una base de dades que conté informació d'usuaris que no són abonats locals. El que fa és recuperar les dades d'un nou usuari registrat en el *HLR*. Les dades es conservaran mentre l'usuari estigui dins de la zona i s'esborraran un cop l'abandoni o després d'un període llarg d'inactivitat.
- *Registre d'identificació de l'equip (EIR)*: correspon a una base de dades que conté una llista de terminals mòbils.
- *Centre d'autenticació (AUC)*: verifica les identitats dels usuaris.
- *Subsistema de commutació de xarxa (NSS)*: s'encarrega de l'enrutament del *MSC* i de la identificació de l'usuari, de la tarificació i del control d'accés (*HLR, VLR*).
- Les comunicacions entre una estació mòbil i una *Estació Base* es fan via ràdio.

Una xarxa *GSM* està dissenyada per admetre mobilitat, de tal manera que l'usuari es pugui desplaçar sense que la comunicació s'interrompi quan surti de la zona de cobertura d'una *Estació Base (BTS)*. Normalment varies *Estacions Base* poden rebre el senyal d'un terminal al mateix temps. El *Controlador d'Estacions Base (BSC)* detectarà si un usuari està apunt de sortir d'una de les cel·les i entrar en una altra, i en aquest moment informará al *Centre de Commutacions Mòbils (MSC)* i al terminal per iniciar el procés de canvi d'*Estació Base (BTS)*. Aquest procés s'anomena *Handover*.