



AUTOR: PEDRO QUIRALTE PÉREZ

TUTOR: JOSÉ TRAVER



AGRADECIMIENTO.

*A todos mis compañeros pertenecientes al
Grupo de Mantenimiento de comunicaciones
Castellón que me han aportado documentación
Como conocimientos técnicos.*

INDICE DETALLADO

	PÁGINA
HISTORIA Y EVOLUCIÓN DE LAS TELECOMUNICACIONES	5
1.-INTRODUCCIÓN.....	7
2. PUESTO FIJO.....	12
2.1. GENERALIDADES.....	12
2.2. PRINCIPIOS DE CONMUTACION EN PUESTOS FIJOS.....	16
2.2.1 PUESTO FIJO NORMAL.....	16
2.2.2 PUESTO FIJO CON BIFURCACION.....	16
2.3. SISTEMAS DE EMISION DE LOS PUESTOS FIJOS.....	17
2.3.1 EMISION CUADRIFRECUENCIA O EMISION ALTERNADA.....	17
2.3.2. EMISION ISOFRECUENCIA.....	18
2.3.3.- SISTEMA MIXTO.....	20
2.3.4. PUESTO FIJO EN MODO REPETIDOR.....	21
2.4. SISTEMAS DE SUPERVISIÓN DE LOS PUESTOS FIJOS.....	22
2.4.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES.....	22
2.4.2. IMPLEMENTACIÓN.....	23
2.4.3. ORGANIZACIÓN.....	23
2.4.4. EXPLORACIÓN PERIÓDICA DE PUESTOS FIJOS POR EL PUESTO CENTRAL.....	24
2.4.4.1. TIPOS DE TELEGRAMAS DE COMANDO DEL PUESTO CENTRAL.....	24
2.4.4.2. SECUENCIA BÁSICA DE EXPLORACIÓN.....	24
2.4.4.3. ENVÍO DE COMANDO DE BUCLE.....	25
2.4.4.4. ENVÍO DE TELEGRAMAS DE INTERROGACIÓN.....	26

2.4.4.4.1. SECUENCIA BASICA.....	26
2.4.4.4.2. CARACTERISTICAS GENERALES.....	26
2.4.4.5. FORMATO DE LOS TELEGRAMAS.....	27
2.4.4.6. SIGNIFICADO DE LAS ALARMAS DEL PUESTO FIJO.....	27
2.4.5. PROCESO EN LOS PUESTOS FIJOS.....	28
2.4.5.1. DESCRIPCIÓN GENERAL.....	28
2.4.5.2. DESCRIPCIÓN FUNCIONAL BÁSICA.....	28
2.4.5.3 FORMATO DE LOS TELEGRAMAS.....	29
2.4.5.4. VISUALIZACIÓN EN EL PUESTO FIJO.....	29
2.4.5.5. SUPERVISIÓN DETALLADA.....	30
2.4.5.6. PETICION DE TEST.....	30
2.5. PUESTO FIJO DEL TREN TIERRA.....	31
2.6. TARJETERIA DEL PUESTO FIJO DEL TREN TIERRA.....	35
2.7. FUNCIONES DE LAS DIFERENTES TARJETAS DEL PUESTO FIJO DEL TREN TIERRA.....	37
2.8. DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PUESTO FIJO NORMAL.....	46
2.9.FUTURO DE LAS COMUNICACIONES.....	47
2.10.BIBLIOGRAFÍA.....	49

HISTORIA Y EVOLUCIÓN DE LAS TELECOMUNICACIONES

En el Siglo XIX, las comunicaciones experimentaron un cambio tecnológico de tal naturaleza que fue posible realizar el viejo sueño de establecer una comunicación entre dos personas en tiempo real.

Se puede considerar como su antecedente más antiguo el telégrafo óptico inventado por el físico inglés ROBERT HOOKE en 1664. En 1794 se inaugura la primera línea de telegrafía óptica entre Paris y Lille, con una longitud de 230 Km. En 1838 WHEATSTONE Y COOK, ponen en servicio el primer telégrafo eléctrico para uso ferroviario. En 1845 MORSE transmitió con su código en la línea Washington a Baltimore en 1875 GRAHAN BELL estableció la primera comunicación verbal a traves de un hilo de cobre a tres metros de distancia.

De la inmediatez con que la sociedad Española se hizo receptora de estos inventos da cuenta que en 1831 se instalo un telégrafo óptico entre Madrid y Aranjuez , aunque la primera línea a larga distancia fue en 1846 entre Madrid e Irun , siguiendo en 1849 entre Madrid y Valencia y en 1850 entre Madrid y Cádiz.

Estos sistemas de comunicaciones se fueron incorporando en el ferrocarril, siendo un elemento estratégico, tanto para la seguridad como para la velocidad en la circulación.

En 1848, en la línea Barcelona-Mataró, se utilizo un telégrafo óptico diseñado por JOSE MARIA MATHÉ. Las siguientes líneas fueron dotadas con telégrafos eléctricos (MORSE), este se formaba por un circuito de un solo hilo de hierro y retorno por tierra.

En 1856, se construyeron las primeras grandes líneas telegráficas con postes de maderas, posteriormente se fueron sustituyendo los hilos de hierro por hilos de cobre.

En 1900, se utilizo el teléfono de magneto, alimentado por una batería seca, el teléfono dispone de una manivela que al girar produce una corriente alterna, dicha corriente se desplaza por la línea hasta llegar a la estación colateral, la batería se utilizaba para dar alimentación a la capsula microfónica y de esta manera se podía establecer una conversación.

En 1922 se implanta la telefonía selectiva, uno de los sistemas más usados en las comunicaciones ferroviarias, su funcionamiento consistía en seleccionar desde el puesto

de mando a la estación que se deseaba contactar mediante una serie de códigos, este sistema se sigue utilizando en la actualidad pero con una tecnología digitalizada, A continuación detallamos cronológicamente los avances más significativos en las comunicaciones ferroviarias.

1945.- APLICACIÓN DE LA ALTA FRECUENCIA PARA LA TELEFONÍA MULTIPLE.

1959.- APLICACIÓN DE LA INFORMATICA EN PROCESOS ADMINISTRATIVOS.

1962.- PRIMEROS SISTEMAS DE TRANSMISION DE LARGA DISTANCIA POR CABLE

1969.- IMPLATACION EUIPOS ELECTRONICOA PARA LA VENTA DE BILLETES.

1978.-IMPLATACION DE LA RED AUTOMÁTICA A TRAVES DE CENTRALES
ANALOGICAS POR TODA LA RED FERROVIARIA.

1980.- PRIMER CABLE DE FIBRA OPTICA.

1982.- DESARROLLO DE LA RED DE DATOS Y LA IMPALTACION DEL TRE-TIERRA.

1986.- PRIMEROS ENLACES DIGITALES LARGA DISTANCIA

1989.-SUSTITUCIÓN DE LAS CENTRALES ANALOGICAS POPR DIGITALES.

1998.-IMPLATACIÓN DE LA FIBRA ÓPTICA EN TODA LA RED FERROVIARIA.

2002.- SISTEMAS RADIO DIGITAL GSM-R.

1. INTRODUCCIÓN

El sistema Tren-Tierra es una red de comunicaciones en el ámbito ferroviario, que permite la comunicación tanto de fonía en dúplex, como de datos, entre el Puesto de Mando y los trenes que circulan por las líneas que este P.M. controla, cada línea a controlar se le llama **Banda de Regulación**.

El canal de comunicaciones es un canal telefónico dúplex de 300 - 3400 Hz, apto tanto para la transmisión de fonía como de datos.

La estructura del enlace es la siguiente:

- El **Puesto Central (PC)**, localizado en el puesto de mando, se enlaza por medio de una línea a 4 hilos en frecuencia vocal con una serie de estaciones base escalonadas a lo largo de la Banda de Regulación (BR) llamadas **Puestos Fijos**.
- Desde cada Puesto Fijo el enlace con los equipos instalados en las locomotoras (**Puestos móviles**) y los equipos portátiles para el uso del personal de mantenimiento, se efectúa por radio, en FM, en la banda de UHF, y con una canalización de 25 KHz

El canal dúplex está de esta forma en disposición permanente para el PC y los Puestos móviles que circulan en la BR. El canal, una vez ocupado con un Puesto móvil, deja de estar disponible para cualquiera de los demás Puestos móviles, excepto si uno de estos realiza la llamada de emergencia, lógicamente la de mayor prioridad. Una vez terminada la comunicación en curso, el canal queda de nuevo disponible ("libre").

Por lo tanto el sistema Tren-Tierra está constituido por dos partes bien diferenciadas:

- Red Móvil - Formada por los equipos móviles a bordo de las locomotoras y los equipos portátiles para el uso del personal de mantenimiento.



Equipo Portátil



Equipo Móvil

- Red Fija - Formada por los Puestos Fijos instalados a lo largo de la Banda de Regulación y el Puesto Central ubicado en el P. Mando.

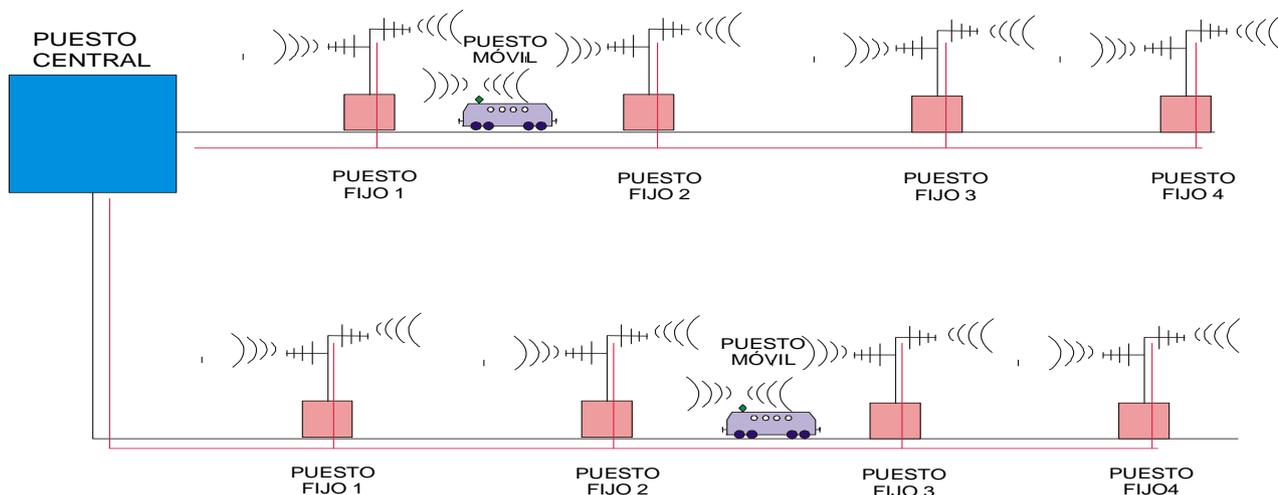


Puesto Fijo



Ordenador puesto Central

El esquema general de este sistema de comunicación es el siguiente:



La red fija está formada por los puestos fijos o estaciones de radio colocados a lo largo de la vía, y que actualmente suman unas 2.400 unidades aproximadamente.

El objetivo final es garantizar la cobertura total en el 95 por ciento del espacio y el tiempo. Por ello, la cifra total viene determinada por las particularidades de la orografía y del terreno que atraviesa la infraestructura ferroviaria, definiéndose mediante análisis radioeléctricos los lugares en los que deben situarse los puestos o estaciones.

Por lo que se refiere a los Puestos Centrales de Radio (PCR), conforman el cerebro del sistema y están situados físicamente en los edificios de los puestos de mando de Circulación, controlando una o varias bandas de regulación independientes.

El establecimiento de la comunicación entre el regulador y el maquinista precisa la existencia de dos tipos de enlace: uno vía radio, entre la locomotora y los puestos fijos, y otro mediante cable físico (línea telefónica) entre estos últimos y PCR, aunque en casos excepcionales también se utilizan radioenlaces.

El Tren-tierra se utiliza tanto para la comunicación de voz entre el puesto de mando y el maquinista como para el envío de mensajes codificados, mediante consolas del sistema o de textos confeccionados, o la transmisión de información para la radiolocalización de trenes.

Actualmente son 7.363 los kilómetros de red ferroviaria dotados de este sistema, al tiempo que están en ejecución otros 618 más. Las últimas inversiones en este ámbito van ligadas a las peticiones concretas de las UN operadoras y a las actuaciones de modernización de infraestructuras del Ministerio de Fomento.

Los responsables de Telecomunicaciones Ferroviarias indican que el desarrollo del Tren-tierra llega a su punto final: ha demostrado ser un sistema ágil, robusto y eficaz, pero con importantes limitaciones sobre todo desde el punto de vista tecnológico, de cara a las nuevas necesidades de la explotación ferroviaria.

La comunicación Tren-tierra se hace por tres tipos: 'A', 'C' y 'D'. La 'A' engloba cuatro modos de transmisión: en dúplex, al maquinista puede hablar y escuchar al Puesto Central de Radio (PCR) previa petición de llamada, de forma selectiva. También puede hacer llamada de emergencia. PCR puede comunicarse con un solo maquinista o con todos a la vez, mediante llamada general. Existe la posibilidad de interconexión con la red de conmutación de Renfe por PCR que permite al maquinista establecer contacto con la base de tracción y al revés, o acceder a la red comercial de telefonía.

El segundo tipo es de mensajes codificados sobreimpresionados en la pantalla de la consola. También es posible enviar y recibir, entre el maquinista y PCR, textos confeccionados y establecer otro tipo de transmisión, como radiolocalización y automatización de Sitra (balizas pasivas), que facilitan al regulador de PCR información sobre la situación de una circulación en un momento, está en desuso. El 'Tipo C', se utiliza en el ámbito de las estaciones para maniobras, tratándose de una comunicación abierta y simplex, semejante a la de 'walkie-talkies'. Por último, el 'Tipo D' permite el uso de las antenas de la red fija como repetidores, lo que permite superar limitaciones de cobertura.

Para la primera fase de instalación del sistema tren-tierra se construyeron dos coches laboratorio –a los que se uniría un tercero para la segunda fase en 1986- con el objetivo de replantear las bandas de regulación del sistema (cobertura de comunicación entre el equipo móvil del tren y los puestos fijos).

La instrumentación de estos vehículos la integraban tres receptores con capacidad de sintonizar cualquiera de las frecuencias del sistema, un tacogenerador, unido a las ruedas de los coches, que genera impulsos cada tres centímetros y un

sistema informático para procesar la información y realizar los informes.

Tomando como referencia los estudios teóricos previos, los coches permitían señalar el punto exacto para la instalación de puestos fijos, así como la orientación y altura de las antenas de estos últimos.

En síntesis, el proceso de la medición consiste en tomar medidas del campo radioeléctrico, a través de los receptores cada tres centímetros, que es cuando se genera la señal del tacogenerador del coche. Estos valores se introducen en el ordenador, que los integra cada cien metros para dar la medida de campo radioeléctrico en el 95, 50 y 5 por ciento del espacio y tiempo transcurrido. Los resultados se reflejan gráficamente.

Estos coches tuvieron un papel fundamental en la extensión de la red de Tren-tierra, hasta que en 1995, concluida la implantación masiva en la geografía ferroviaria, sólo quedó uno de los coches en servicio, que permanece todavía hoy en funcionamiento.

A continuación vamos a entrar de forma más detallada al conocimiento de los equipos que componen la Red Fija y Móvil del Sistema Tren Tierra.

2. EL PUESTO FIJO

2.1. GENERALIDADES

A lo largo de la Banda de Regulación se hallan escalonados los Puestos Fijos. En la vía de línea, hacia los Puestos fijos siguientes, son prácticamente repetidores de frecuencia vocal. En cada Puesto fijo la comunicación es a 4 hilos y se bifurca además hacia un transceptor UHF en FM / 25KHz en dúplex, emitiendo de forma constante a una potencia de 6 watos.

En el par de emisión de señal queda aplicada simultáneamente al tramo de línea siguiente y a la entrada de modulación del transceptor.

En el par de recepción se efectúa una conmutación entre dos vías, que proceden una de la recepción radio del puesto fijo y otra que proviene del par de recepción de los puestos siguientes, la cual sólo prosperará una hacia el Puesto de Mando.

La conmutación se produce cuando la relación Señal / Ruido en una de las vías ha bajado con respecto a un umbral predeterminado y existe a su vez otra señal con mejor S/R.

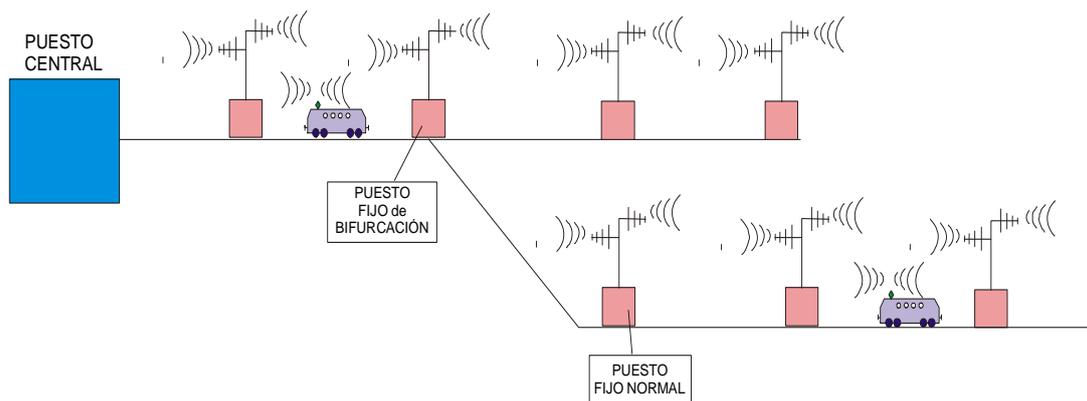
Por tanto podemos apreciar que todo puesto fijo enlace con el siguiente a través de un enlace radio y a través de un cable de tipo cuadrete con sección 0.91cm o cable de pares del tipo 1.3cm, cargado o descargado. La salida hacia la antena es a través de un cable de 1/2" con resistencia de 50 ohm, y la antena puede ser de dos tipos: antenas yagis, las cuales se utilizan en la mayoría de los puestos fijos y las antenas helicoidales, las cuales tienen un lóbulo de radiación mucho más direccional que las anteriores y sirven para dar coberturas a zonas de orografía complicada, ya sea un túnel o una zona de sombra, a continuación os representamos cada una de ellas:





Antena Helicoidal

Existen dos tipos de puestos Fijos que se denominan P.F. Normal y P.F. en Bifurcación ó Y, en el PF Normal la señal de frecuencia vocal recibida del puesto Central (o Mando) o del PF anterior se envía por la línea del Puesto Fijo siguiente, en cambio el del tipo Bifurcador se utiliza cuando una banda de regulación presenta bifurcaciones en su trazado, por tanto la señal procedente del PC o PF anterior se tiene que enviar a los dos PF que se encuentran en cada una de las bifurcaciones.





Puesto Fijo Normal perteneciente a la línea Sagunto-Caudiel (Línea Cercanías Valencia C5)



Puesto Fijo en Bifurcación situado en la entrada de la estación Valencia Norte

2.2 PRINCIPIOS DE CONMUTACION EN PUESTOS FIJOS

2.2.1 PUESTO FIJO NORMAL

La selección del Puesto Fijo hacia el Puesto Central o el Puesto de Mando (ya sea vía radio o vía cable) obedece a los siguientes criterios

- Si una sola de las vías presenta un tono de control **PIL** (Tono Piloto emitido a una frecuencia de 2800Hz) o **AL** (Tono de Emergencia emitido a una frecuencia de 1520 Hz) es prolongada hacia el puesto Central
- Si ambas presentan un tono de control, pero de distinta naturaleza (**PIL / AL**) se prolonga por la vía la que presenta **AL**
- Si ambas vías presentan tono de control de la misma naturaleza, es decir, **PIL/PIL** o **AL/AL** se selecciona la vía que presenta mejor calidad de conmutación. La calidad es evaluada por un circuito detector de microcortes (típicos de las activaciones del Squelch del receptor del Puesto Fijo). La evaluación se hace como sigue:
 - Presencias de señal durante periodos inferiores a 100mseg son calificadas como ausencias.
 - Los períodos de presencia y ausencia de señal son ponderados en un circuito integrador cuyas constantes de tiempo son de 0.22 seg para presencias y 1 seg para ausencias.
 - El umbral de discriminación de ausencias / presencias en cuanto a nivel está situado aproximadamente en 14 dB por debajo del nivel de tono de control.

2.2.2 PUESTO FIJO CON BIFURCACION

Todo lo expuesto para el puesto fijo Normal es aplicable al Puesto Fijo con bifurcación con las siguientes variaciones:

- El puesto Fijo con Bifurcación recibe señales de dos puestos fijos (dos líneas) pero sólo una de ellas serán enviada hacia el Puesto Central

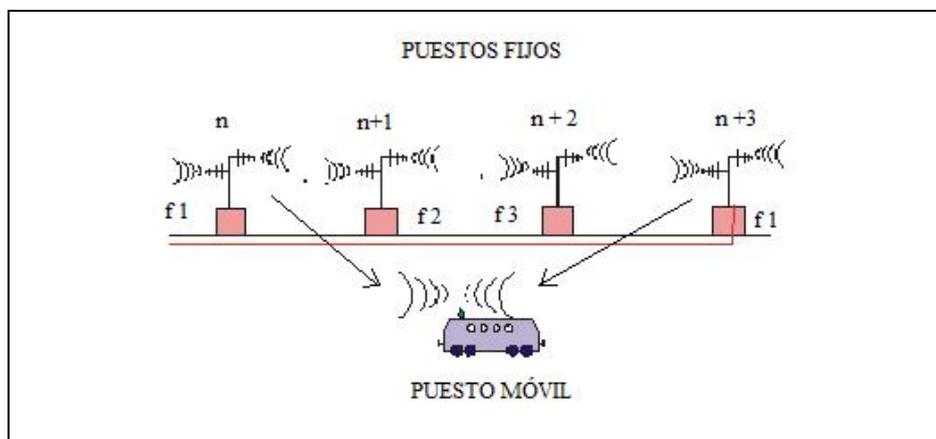
- La señal procedente de recepción se compara con las dos señales procedentes de cada una de las líneas (Principal y Colateral).
- Cuando el sistema está en reposo (no existen tonos de control), los dos ramales de la bifurcación quedan comunicados con la vía común para permitir la supervisión de las ramas que componen la “Y”.

2.3 SISTEMAS DE EMISION DE LOS PUESTOS FIJOS

2.3.1 EMISION CUADRIFRECUENCIA O EMISION ALTERNADA

Este tipo de emisión permite a los puestos fijos trabajar con tres frecuencias posibles de emisión separadas cada una de ellas 50 KHz entre sí y designadas como f_1, f_2 y f_3 , cuyos valores son para f_1 : 448.550 KHz, f_2 :448.600 KHz y f_3 :448.650 KHz.

Cuando a lo largo de la línea se alternan cíclicamente las frecuencias f_1, f_2 y f_3 entre Puestos fijos consecutivos obtienen la configuración cuadrifrecuencia pura.



Dicha configuración es factible cuando la zona de cobertura de todo el Puesto Fijo (n), las emisiones de los puestos fijos (n+3) y (n-3) que trabajan la misma frecuencia que (n) llegan con nivel suficientemente bajo para no producir sensibles intermodulaciones típicas del efecto de sobrealcance (más de 12dB entre radiación deseada (95%) y radiación interferente (5%)).

La gran ventaja de este tipo de configuración es que no necesita estabilidad de frecuencia especial para los transmisores fijos, ni igualaciones de amplitud y fase entre los puestos fijos que trabajen a la misma frecuencia.

2.3.2. EMISION ISOFRECUENCIA

Cuando se admite que en determinados tramos el Puesto Móvil puede recibir señales de dos o más Puestos Fijos que trabajan con la misma frecuencia con niveles relativos lo suficientemente próximos para que no se cumpla el requisito anteriormente mencionado, se obtiene una situación de Emisión en Isofrecuencia, o de sobrealcance.

Dos portadoras con niveles de entrada comparable, con la misma señal moduladora, y con una diferencia de frecuencias $RF - \Delta R$, originan a la salida de un demodulador FM una serie de productos de intermodulación clasificables en dos conjuntos:

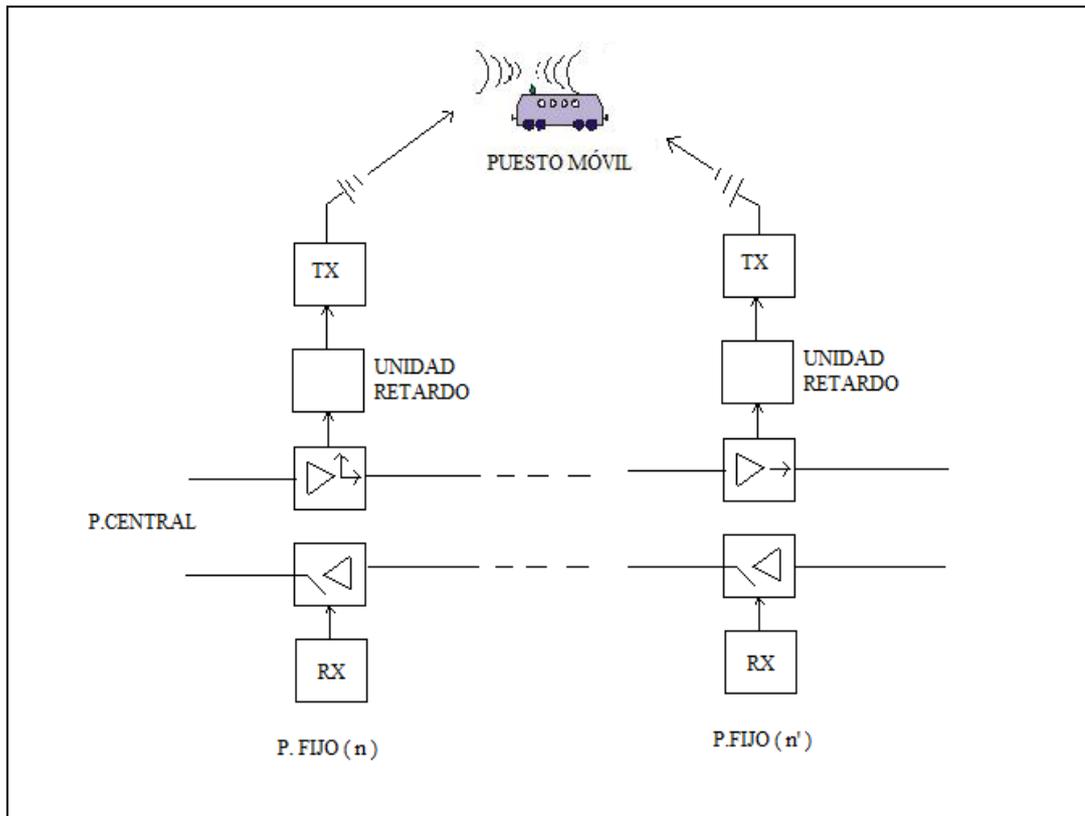
- a) Productos de la forma $n \times \Delta RF$
- b) Productos de la forma $n \times \text{frec. Mod} \pm m \times \Delta RF$

El conjunto de a) se puede optimizar reduciendo la diferencias de frecuencias RF, es decir, en general empleando osciladores de muy alta estabilidad ajustados lo más exactamente posible a la frecuencia nominal.

Los componentes del conjunto b) dependen en amplitud de la diferencia vectorial entre las dos señales moduladoras de los transmisores de los puestos fijos que interfieren. En dicha diferencia vectorial hay que incluir el efecto del tiempo de propagación tanto en el cable como en radiofrecuencia.

Dicho conjunto se anula para una diferencia vectorial cero entre los índices de modulación. Una intermodulación mínima exige, pues, una igualación cuidadosa en amplitud y fase en la línea de baja frecuencia.

La manera de efectuar esta igualación para el caso de 2 puestos fijos interferentes n y n' se indica en el siguiente esquema:



Se realiza mediante la inserción a la entrada del transmisor del Puesto Fijo más próximo al puesto central de una unidad especial llamada unidad de retardo, el cual produce un retardo igual al existente en el tramo de la línea comprendida entre los Puestos Fijos n y n' . el resultado es una señal en fase a las entradas de $Tx(n)$ y $Tx(n')$.

Cuando dos estaciones consecutivas trabajan en la misma frecuencia de emisión se obtiene una diada en isofrecuencia. Cuando son tres las estaciones consecutivas a la misma frecuencia, se tiene una triada en isofrecuencia, en cuyo caso los dos puestos fijos más próximos al puesto central se equipan con una unidad de retardo.

Es también factible la configuración esquemática de la figura 1, donde los puestos fijos n y $n+3$ trabajarían en isofrecuencia, en este caso la unidad de retardo equipada en el puesto fijo (n) habría de compensar un retardo debido a la propagación de los tramos $n / (n+1)$, $(n+1) / (n+2)$ y $(n+2) / (n+3)$, así como el retardo intrínseco de los puestos fijos $n+1$ y $n+2$, y parte de los puestos fijos n y $n+3$.

La unidad de retardo es capaz de compensar los siguientes tipos de retardos:

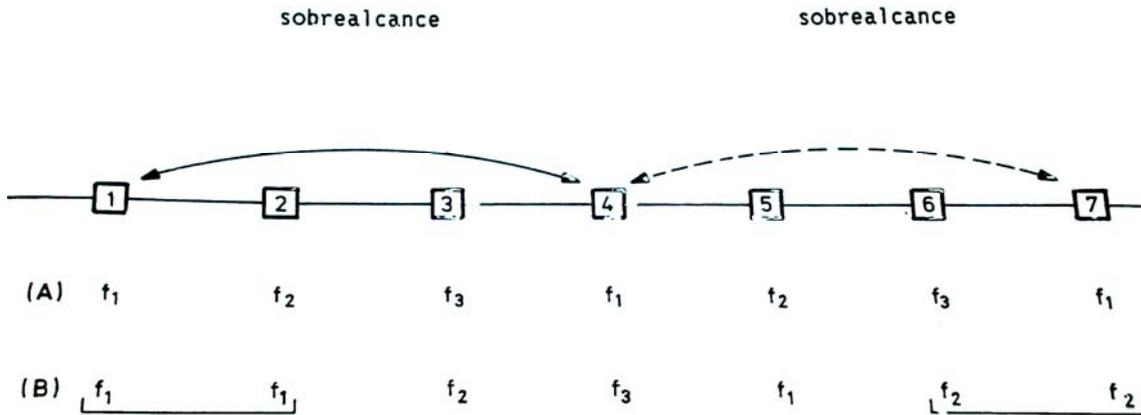
- Distorsión de retardo intrínseco Puesto Fijo de hasta tres puestos fijos.
- Distorsión de retardo de un tramo pupinizado de hasta 11 secciones de pupinización más las dos hemisecciones de terminación.
- Retardo absoluto por propagación de hasta 640 microsegundos, En cable no cargado de sección 0.91 el retardo medio vienen a ser de 5 microsegundos / km aproximadamente.

De ello se deducen las siguientes reglas prácticas de aplicación:

- Es posible utilizar el sistema en isofrecuencia, con cable cargado, pero sólo para dos puestos consecutivos en isofrecuencia, si el cable es de cuadrete con sección de 0.91.
- Es posible utilizar el sistema en isofrecuencia con cable descargado, para diadas y triadas en isofrecuencia y también de sobrealcance entre puestos fijos n y $n+3$.

2.3.3.- SISTEMA MIXTO

Las configuraciones descritas en los apartados 1.3.1 y 1.3.2 son configuraciones ideales no siendo frecuentemente posible mantenerse dentro de la configuración más práctica que es la de cuadrifrecuencia. En realidad el sistema de emisión en isofrecuencia se utiliza para resolver los problemas de sobrealcance que se plantean al intentar aplicar la cuadrifrecuencia aún haciendo uso de las tres frecuencias de emisión del Puesto Fijo del grupo 4-F.



Una asignación de frecuencias como del tipo A puede ser problemática si existen sobrealcances, por ejemplo, del Puesto Fijo nº1 sobre el Puesto Fijo nº4. Ello se puede resolver haciendo trabajar los Puestos Fijos 1 y 4 como pareja en isofrecuencia, para ello es condición necesaria de que el cable en todo el tramo comprendido entre ambos puestos sea un cuadrore descargado.

Sin embargo, se además existe un sobrealcance entre el Puesto Fijo nº4 y el nº7, el problema ya no se puede resolver con la asignación de frecuencias realizada mediante el tipo A. Una asignación como el tipo B si resuelve el problema a condición de que estos sean los únicos sobrealcances detectados. Han aparecido dos diadas en isofrecuencia, una entre los Puestos Fijos nº1 y nº2 y otra independiente entre los puestos Fijos nº6 y nº7. Con esta asignación si es posible utilizar cable cargado (cuadrore del tipo 0.91).

2.3.4. PUESTO FIJO EN MODO REPETIDOR

Por medio de telegramas procedentes del Puesto Central, los puestos Fijos pueden quedar segregados de la red Tren-Tierra, para actuar como repetidores de radio con portátiles que se encuentren dentro de la zona de cobertura. No obstante, al seguir el resto de la Banda de Regulación proporcionando el servicio Tren-Tierra, el Puesto Fijo configurado en modo repetidor permite el paso de las señales en línea tanto en el par de emisión como en el de recepción.

El servicio Tren-Tierra es prioritario frente a este modo de funcionamiento, con lo que el Puesto Fijo volverá a la Red Tren-Tierra ya sea o bien mediante el envío de un

telegrama específico por parte del puesto Central o bien pasará de modo automático en ciertas condiciones tales como:

- Tono Piloto (PIL) en RX
- Tono Emergencia (AL) en RX
- Tono Emergencia (AL) en el Par de Recepción
- Tono Emergencia (AL) en el Par de Emisión
- Tono Llamada general (LIS) en el Par de Emisión, cuya frecuencia es a 1960Hz.
- Reset de la Unidad de Supervisión.

Cuando un Puesto Fijo se encuentra en modo Repetidor, puede visualizarse en el display luminoso del frontal de la unidad de Supervisión.

2.4 SISTEMAS DE SUPERVISIÓN DE LOS PUESTOS FIJOS

2.4.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES

El sistema Tren-Tierra está dotado de un sistema de supervisión que permite la exploración de los Puestos Fijos conectados a las bandas de regulación atendidas por el Puesto Central.

La exploración permite detectar las averías más importantes (alarmas) que se pueden producir en los puestos fijos. Dicha exploración se puede efectuar de dos maneras:

- Periódicamente y sin la intervención del operador.
- De forma detallada a un determinado Puesto Fijo para conocer en el Puesto Central sus alarmas, niveles analógicos, temperatura, etc ... Este modo si necesita la intervención de un operador.

En el puesto Central aparece una indicación de las bandas de regulación que presentan alarmas, las cuales pueden ser visualizadas por el operador. También pueden

solicitarse desde un Puesto Fijo una petición de supervisión al Puesto Central, para labores de mantenimiento (petición de test).

El modo de supervisión esta concebido de forma que no interfiera con el funcionamiento normal del sistema y cualquier operación de supervisión es suspendida de forma automática cuando otro proceso necesite la atención del sistema.

2.4.2 IMPLEMENTACIÓN

La supervisión se realiza bajo el control del programa de la unidad de control de Líneas del Bastidor de Distribución de Líneas del Puesto Central que comanda otro programa situado en cada uno de los Puestos Fijos (Unidad de Supervisión)

La comunicación entre estos dos programas se realiza mediante telegramas, similares a los de comunicación entre el Puesto Central y los Móviles, pero identificados de forma que no pueden ser confundidos con aquellos.

2.4.3 ORGANIZACIÓN

El sistema de supervisión se desarrolla mediante tres funciones básicas:

- Diálogo por medio de telegramas entre el Puesto central y el Puesto Fijo, a través de los cuales el Puesto Central obtiene de los Puestos Fijos la información necesaria.
- Proceso de medida, dentro de cada Puesto Fijo, del estado de las alarmas que se han de enviar al Puesto Central.
- Visualización de la información recogida en la pantalla correspondiente del Puesto Central en el display del Puesto Fijo.

2.4.4 EXPLORACIÓN PERIÓDICA DE PUESTOS FIJOS POR EL PUESTO CENTRAL

2.4.4.1 TIPOS DE TELEGRAMAS DE COMANDO DEL PUESTO CENTRAL

La interrogación a los Puestos Fijos se efectúa mediante telegramas cuya estructura coincide con los que se intercambian el Puesto Central y los móviles pero identificados de forma que no pueda haber confusión posible.

Hay dos tipos de telegramas:

- Telegramas de Bucle: Se envían cuando comienzan a explorar una banda de regulación y son recibidos a la vez por todos los Puestos Fijos de la Banda para realizar una serie de medidas internas.
- Telegramas de Interrogación: Se envían correlativamente a cada uno de los Puestos Fijos de la Banda de regulación para conocer su estado.

2.4.4.2 SECUENCIA BÁSICA DE EXPLORACIÓN

La exploración se realiza mediante sucesivos ciclos de prueba o interrogación. Cada ciclo consta de varios pasos que dependen del telegrama empleado.

Si el telegrama es de bucle el ciclo consta básicamente de:

- Envío de telegrama de bucle.
- Envío de tono de prueba.

Si el telegrama es de interrogación, el ciclo consta básicamente de:

- Envío de telegrama de interrogación.
- Recepción de la contestación del Puesto Fijo interrogado.
- Proceso y almacenamiento de la información recibida.

Cada ciclo de exploración sólo se efectúa cuando el sistema ha estado en estado de reposo, es decir, emitiendo tono de canal libre (FCT) a toda la banda durante 16 segundos consecutivos, entonces se quita el tono de canal libre y se ejecuta un ciclo.

Siempre que se ocupa el sistema para una operación cualquiera que exige quitar el tono de canal libre, y hay un ciclo de supervisión en marcha, se interrumpe el ciclo, que será intentado de nuevo tras un nuevo período de 16 segundos como el descrito anteriormente.

Después de ejecutado un ciclo de exploración se vuelve a dejar el sistema en reposo y se inicia un nuevo período de 16 segundos.

2.4.4.3 ENVÍO DE COMANDO DE BUCLE

Al comenzar a explorar una Banda de Regulación se envía un telegrama de bucle seguido de un tono de bucle (es uno de los tonos generados por el módem) durante 400 milisegundos que es recibido por todos los Puestos Fijos de la Banda de Regulación, los cuales utilizan el tono para realizar simultáneamente una serie de medidas de nivel, al final de estas medidas todo Puesto Fijo que presente avería lo indica en el indicador correspondiente de su unidad de supervisión.

La secuencia detallada del ciclo es:

- Se quita el Tono de Canal Libre en toda la Banda de Regulación.
- Se espera durante 100 milisegundos.
- Generación del telegrama de bucle.
- Envío de los 400 milisegundos de tono.
- Restauración del Tono de Canal Libre en la Banda de Regulación.

Para aumentar la fiabilidad del sistema se realizarán dos ciclos de envío de comando de bucle a la Banda de Regulación, espaciados entre sí 16 segundos antes de pasar a interrogar a cada uno de sus Puestos Fijos.

2.4.4.4. ENVÍO DE TELEGRAMAS DE INTERROGACIÓN

Después de haber enviado los dos comandos de bucle a la Banda de Regulación comienza el ciclo de comandos de interrogación a cada uno de los Puestos Fijos de que consta.

2.4.4.4.1. SECUENCIA BASICA

Cada ciclo de interrogación se realiza mediante los siguientes pasos:

- Se quita el Tono de Canal Libre en la Banda de Regulación.
- Se espera 100 milisegundos.
- Generación del telegrama de interrogación.
- Envío del telegrama de interrogación.
- Recepción de la contestación procedente del Puesto Fijo.
- Proceso de la información recibida y actualización del registro en memoria de averías de Puestos Fijos.
- Reposición del Tono de Canal Libre en la Banda de Regulación.

2.4.4.4.2. CARACTERISTICAS GENERALES

Entre la información que se recibe de cada Puesto Fijo, figura el número total de Puestos Fijos que componen la Banda de Regulación, de tal forma que si difiere del configurado en el Puesto Central se produce alarma de configuración.

La interrogación se hace empezando por el Puesto Fijo número uno e incrementando el número de uno en uno en cada ciclo de interrogación a un nuevo puesto, así hasta llegar al último Puesto Fijo de la Banda de Regulación.

Cuando no se recibe contestación de un Puesto Fijo (tiempo máximo de espera para la contestación y recepción de la respuesta es de 1 segundo), o no este no es inteligible, se hace un nuevo intento al Puesto Fijo en el siguiente ciclo de interrogación. Si tampoco tuviera éxito, se le asignaría a este Puesto Fijo la Alarma de Supervisión (Alarma nº 10).

A medida que se va recibiendo la contestación de cada Puesto Fijo se presenta en pantalla en el puesto Central.

2.4.4.5. FORMATO DE LOS TELEGRAMAS

El formato de los telegramas es, en cuanto a su estructura, el mismo que los de servicio:

- Dos bytes de sincronismo.
- Cuatro bytes de información.
- Un byte de CRC (código de redundancia cíclica) para seguridad de los datos.

2.4.4.6. SIGNIFICADO DE LAS ALARMAS DEL PUESTO FIJO

El Puesto Fijo es capaz de transmitir 10 alarmas que son:

- Alarma nº 1: Potencia de emisión RF.
- Alarma nº2: Reflexión en el cable de Antena (ROE).
- Alarma nº3: Nivel de entrada de línea del Puesto Fijo siguiente (par de recepción).
- Alarma nº4: Nivel de salida de línea del Puesto Fijo siguiente (par de emisión).
- Alarma nº5: Nivel de señal de salida del receptor.
- Alarma nº6: Ruido propio del transceptor.
- Alarma nº7: Alarma de fallo de tensión de alimentación (incluida de batería).
- Alarma nº8: Fallo de suministro de red.
- Alarma nº9: Alarma de contacto exterior (puerta abierta).
- Alarma nº10: Alarma de supervisión (el Puesto Fijo no contesta).
 - Alarma de configuración.
 - Alarma de temperatura.

2.4.5 PROCESO EN LOS PUESTOS FIJOS.

2.4.5.1. DESCRIPCIÓN GENERAL

La supervisión está controlada en el Puesto Fijo por un programa que se encarga de realizar medidas de ciertos parámetros, recibir órdenes procedentes del puesto Central y enviar los resultados.

El proceso se desarrolla de forma que nunca interfiera con la operación propia del Puesto Fijo.

2.4.5.2. DESCRIPCIÓN FUNCIONAL BÁSICA

En su condición de reposo, el programa está atento a la recepción de un telegrama de supervisión procedente del Puesto Central.

Si se recibe un comando de bucle se realizan, utilizando el tono de bucle de 1300 Hz, procedente del Puesto Central y otro de 10 MHz generado internamente, las medidas siguientes:

- Nivel de señal a línea hacia el Puesto Fijo siguiente (par de emisión).
- Nivel de señal de salida del receptor.
- Ruido propio del transceptor.

Si alguna de estas medidas está fuera de los límites establecidos se indica en la memoria de alarmas del Puesto Fijo, además si el Puesto Fijo es de Bifurcación o es el último de la Banda de Regulación (o de un ramal, si hay bifurcación), inyecta por el par de recepción un tono de 1300 Hz durante 400 milisegundos con el fin de que los Puestos Fijos anteriormente midan su par de recepción.

Si el telegrama que se recibe es de interrogación y va dirigido a este Puesto Fijo, se envía un telegrama de respuesta con el estado de las alarmas

Durante el estado de reposo se comprueba continuamente el estado de los otros parámetros, a saber:

- Potencia de emisión RF.
- Reflexión en el cable de antena.
- Alarma de tensión de alimentación (incluida batería).
- Fallo de suministro eléctrico.
- Alarma de contacto exterior (puerta abierta).
- Lectura de la sonda de temperatura.

2.4.5.3 FORMATO DE LOS TELEGRAMAS

El formato de los telegramas es, en cuanto a su estructura, el mismo que los de comunicaciones, es decir:

- Dos bytes de sincronismo.
- Cuatro bytes de información.
- Un byte de CRC (Código de redundancia Cíclica) para seguridad de los datos.

2.4.5.4. VISUALIZACIÓN EN EL PUESTO FIJO

El Puesto Fijo tiene un display luminoso en el frontal de la Unidad de Supervisión que presenta las alarmas y niveles medidos en el último ciclo de supervisión.

La selección se efectúa por medio de un conmutador rotativo frontal, y sus posiciones son:

- Estado de reposo (OFF).
- Lectura de Alarmas (AL).
- Lectura de Nivel de RX (RX).
- Lectura de Nivel de Salida Par Emisión (P.Em).
- Lectura de Nivel de Par recepción Principal (P.Rc).
- Lectura de Nivel Par Recepción Colateral (P.Rc.Colt).

2.4.5.5. SUPERVISIÓN DETALLADA

Este modo de supervisión parte desde el Puesto Central y debe actuar el operador, seleccionando el Puesto Fijo particular al que desea supervisar.

2.4.5.6. PETICION DE TEST

Desde un puesto Fijo puede solicitarse un ciclo de supervisión para actualizar las alarmas y los niveles analógicos, con el fin de facilitar las operaciones de mantenimiento. Para ello, al pulsar el conmutador del frontal de la Unidad de Supervisión, ésta envía un telegrama de petición de test al puesto Central. El puesto Central envía entonces el telegrama de bucle acompañado del tono de 1300 Hz, no produciéndose interrogación a los Puestos Fijos.

En el display del Puesto Fijo que solicitó el test, se producen dos indicaciones luminosas:

- Encendido secuencial de un segmento hacia arriba, al recibir el acuse de recibo del telegrama Puesto Fijo → Puesto Central.
- Encendido de todos los segmentos hacia arriba, apagándose después, al recibir el telegrama de bucle (información actualizada).

La petición de test sólo se puede solicitar cuando el sistema se encuentra en reposo (Tono de Canal Libre en el Par de Emisión.)

2.5 PUESTO FIJO DEL TREN TIERRA

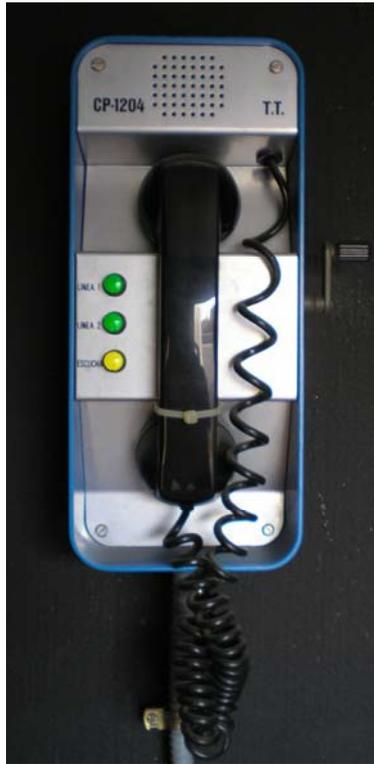
A continuación vamos a presentar los diferentes equipos que componen un Puesto Fijo.



Rack's situados dentro de la caseta de un Puesto Fijo cualquiera

Este sistema utiliza tres cuadros:

- Un cuadro de señales, con un par de emisión y otro de recepción para habilitar una única conversación.
- Un cuadro de reserva.
- Un cuadro de órdenes (para telefonía de mantenimiento, el cual se alimenta a +12V a través de las baterías del Puesto Fijo y permite comunicarnos con cada uno de los puestos fijos consecutivos de ambos sentidos de la Banda así como la escucha de la conversación que se esté efectuando a través de este cuadro (todas estas opciones se pueden elegir pulsando la tecla de Línea 1, Línea 2 o Escucha). Este teléfono se suele encontrar justo encima del rack de tarjetas del Puesto Fijo y para poder hablar hay que apretar un botón).



Teléfonos de Órdenes del Tren Tierra

El funcionamiento es bastante sencillo, justo por detrás de la regleta nos llegan los tres cuadretes, de ahí salen y van a parar a unos fusibles, posteriormente a unos descargadores y finalmente pasan a través de unas bobinas y de ahí se dirigen al bloque de terminales.



Se pueden utilizar tanto cables cargados como descargados, pero los cables cargados tienen limitaciones en caso de isofrecuencias (diadas y triadas). La impedancia característica de un cable cargado es de 965Ω , y la de un cable descargado de 600Ω .

La emisión y la recepción siempre se refieren al P.C., es decir la salida del P.C. a los P.F. es transmisión (o emisión) y la entrada al P.C. desde los P.F. es la recepción.



Armario donde se realiza el filtrado / estabilización de la tensión de 220v.



Armario situado en intemperie donde se produce la transformación de 2200v a 220v a la que se alimenta el Puesto Fijo del Tren Tierra.



Subrack donde se encuentran las diferentes tarjetas que componen el equipo del PF



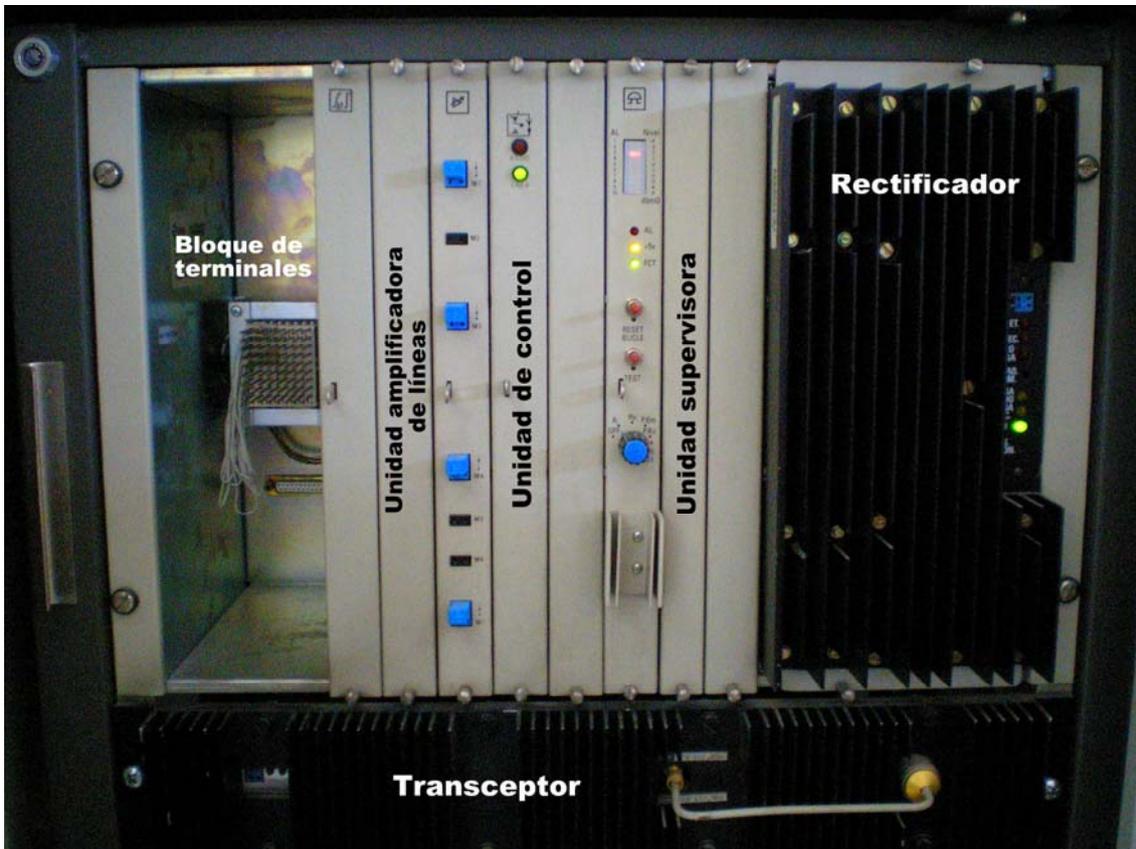
Subrack de Baterías, situado justo debajo del subrack de tarjetas, cuya misión es alimentar el equipo de PF ante una falta de suministro eléctrico, su duración en condiciones óptimas de las baterías y de una temperatura ambiente de 25°C es de 6 horas.

2.6 TARJETERIA DEL PUESTO FIJO DEL TREN TIERRA

TARJETA	CODIGO	TIPO
Unidad de retardo	MUT-0517-205 A MUT-0517-205 B	Normal Gran longitud
Unidad Amplificadora de línea	MUT-028-207 AA MUT-028-207 AB MUT-028-207 BA MUT-028-207 BB	Cuadrete P.Fijo Normal Par P.Fijo Normal Cuadrete P.Fijo Bifurcación Par P.Fijo Bifurcación

Unidad de Control	MUT-04-203 A MUT-04-203 B	P.Fijo Normal P.Fijo Bifurcación
Unidad de Transceptor	MUT-0529-204 AA MUT-0529-205 AA	Estabilidad Normal (EN) Alta Estabilidad (AE)
Unidad de Supervisión	MUT-0520-205 AA	
Unidad Igualadora de Respuesta	MUT-0110-206 A	
Unidad de Rectificación	MUT-9481-218 AA	
Cable coaxial de 50 ohm (enlaza el transceptor con la antena)	RG 213 Y RG 214/U RG 214	Cable flexible Cable rígido de ½’’
Bloque de terminales X1 (Armazón)	MAT-0529-204 XX MAT-0529-205 XX	
Conector Armazón	MAT-0529-204 MAT-0529-205	

2.7 FUNCIONES DE LAS DIFERENTES TARJETAS DEL PUESTO FIJO DEL TREN TIERRA



BLOQUE DE TERMINALES

Simplemente se trata de una regleta donde se interconectan los cables que provienen de la regleta de cuadros con los cables del propio rack del Puesto Fijo.

UNIDAD AMPLIFICADORA DE LÍNEAS

Esta unidad se equipa en los puestos fijos para efectuar la adaptación de impedancias de cables cargados y no cargados, compensar la atenuación en toda la banda de frecuencias y corregir la respuesta a altas frecuencias. También efectúa la igualación de respuesta para cable no cargado. Permite asimismo, realizar la función de Bucle Repetidor del puesto Fijo.

Esta constituida por dos secciones completamente independientes que son tanto la del lado de emisión como el lado recepción, cada una de las cuales contienen los correspondientes circuitos para:

- Adaptación de impedancias.
- Corrección de nivel.
- Corrección de respuesta.
- Igualación de respuesta.

Esta unidad contiene también los circuitos adecuados para poder efectuar la inserción o no inserción (por medios de puentes) de la unidad de igualador de respuesta o de la unidad igualador de retardo, tanto en el par de emisión como en el de recepción y la unidad de retardo en el par de emisión. Contiene además tres detectores de tono para detectar los tonos de Alarma (AL a 1520Hz), Llamada General (LIS a 1960 Hz) y Canal Libre (FCT a 2280Hz). Incluye también los conmutadores adecuados para realizar el modo Bucle Repetidor del PF.

En el **lado de emisión** existen cinco entradas, que son:

- De línea.
- De unidad de Retardo.
- De unidad de Igualador (de respuesta o de retardo).
- De unidad de Supervisión (TX AUX).
- De unidad de Supervisión (CONTROL BUCLE).

Y ocho salidas, además de un punto de prueba, que son:

- A Línea.
- A unidad de Igualador (de respuesta o de retardo).
- A unidad de Supervisión.
- A emisor.
- Al demodulador FSK contenido en la unidad de supervisión.
- Tres correspondientes a las señales lógicas de detección de los tonos AL, LIS y FCT.

En el **lado de recepción** existen nueve entradas, las cuales cinco son de señal, que son:

- De línea.
- De unidad de Igualador (de respuesta o de retardo).
- De receptor.
- Del modulador FSK contenido en la unidad de supervisión.
- De la unidad amplificadora de Línea de Bifurcación (RX AUX).

Y cuatro de control, dos procedentes de la unidad de control, una procedente de la unidad de supervisión (SELEC,FSK) y otra de programación de la unidad para el caso de ser un Puesto Fijo de Bifurcación.

Y siete salidas, que son:

- A Línea.
- A unidad de Igualador (de respuesta o de retardo).
- A unidad de Supervisión.
- Dos de señal de línea a unidad de control.
- Dos de señal de receptor a unidad de control.

Contiene además dos puntos de prueba (de señal de línea y de señal de receptor).

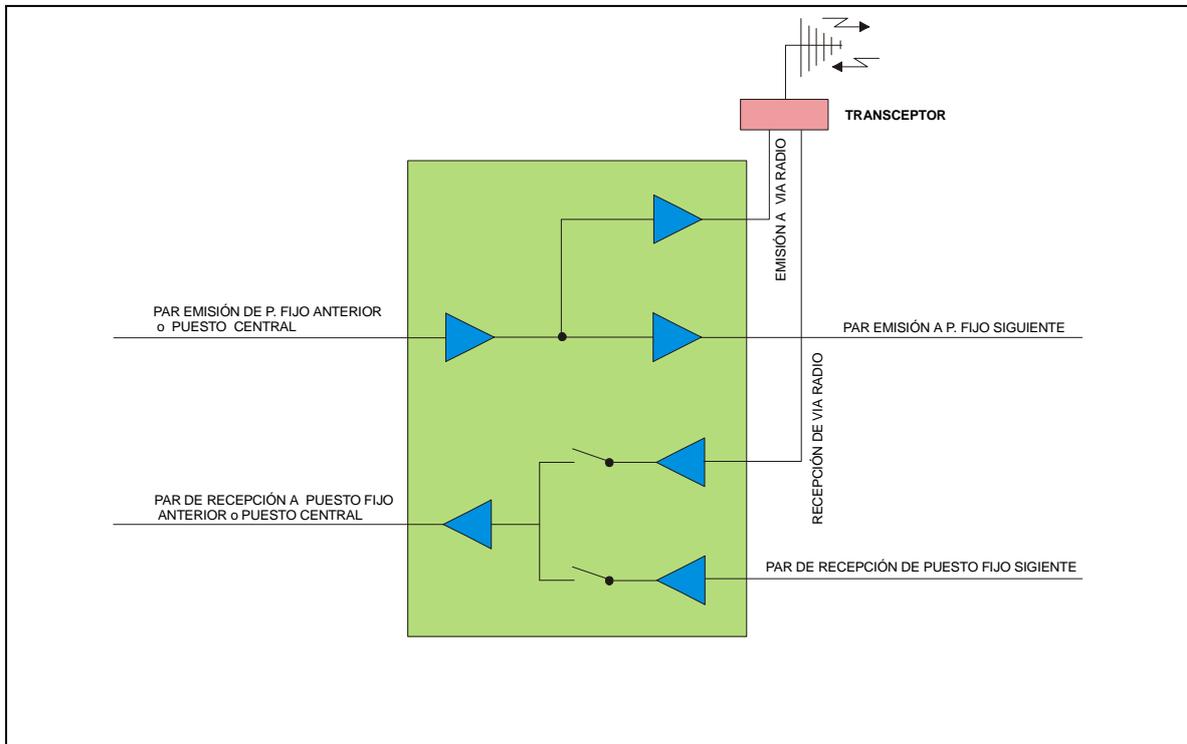
Tanto en el lado de emisión como en el de recepción existen bloques de conexión para poder aislar el equipo de la línea y efectuar medidas aisladas o en paso.

La alimentación de esta tarjeta es de +12V y su consumo aproximado de corriente es de 50mA.

UNIDAD DE CONTROL

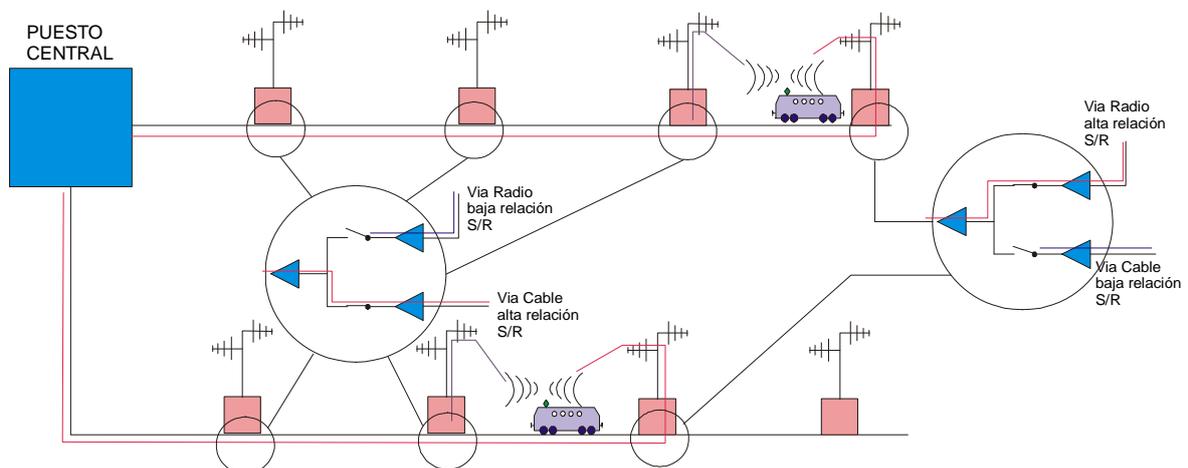
Cuando un P.F. recibe una señal de un P.M., es recibida a la vez por antena y por el cable que viene del P.F. siguiente. La unidad de control se encarga de decidir qué señal es la mejor para enviarla por cable al P.F. anterior. En cambio la señal que recibe del P.C. siempre se emite por radio y por cable al P.F. siguiente.

En condiciones normales tiene encendida la luz verde (línea). Cuando recibe por radio, se enciende el rojo (Rx). Cuando deja de recibir radio, vuelve a encenderse el verde.



Funcionamiento de la unidad de control

La conmutación se produce cuando la relación S/R en una de las vías ha bajado a un determinado umbral de calidad, y existe una señal disponible de alta S/R en la otra.



Esta unidad contiene dos detectores de alerta (1520 Hz), dos detectores de piloto (2800 Hz), dos detectores de banda ancha (para “Rx” y para “Línea”) y los circuitos lógicos necesarios para controlar, de forma óptima, las puertas contenidas en la unidad amplificadora de línea.

Las reglas lógicas, para seleccionar el camino de transmisión, con las que funciona la unidad de control son las siguientes:

- Si no hay un tono de control en ningún sitio, se selecciona el camino LINEA.
- Si hay tono de control (piloto o alerta) en un camino y no en el otro se selecciona el camino donde hay tono.
- Si hay tono de control en ambos caminos (RX y LINEA) pero de distinta clase (piloto-alerta), se selecciona el camino de alerta.
- Si hay, desde un instante llamémosle t_0 , detección de tono de control en ambos caminos y de la misma clase (piloto-piloto o alerta-alerta) actuará de la siguiente forma:
 - a) Primero, hay un intervalo de tiempo de 3 ms aproximadamente en el que el camino seleccionado es el mismo que había antes de t_0 .
 - b) Después de este tiempo de guarda (3 ms), si ambos tonos continúan permanentemente presentes, la selección se efectúa atendiendo el camino que tiene el mejor indicador de calidad enlace.

La alimentación de esta tarjeta es de +12V y su consumo aproximado de corriente es de 33mA.

UNIDAD SUPERVISORA

Su misión principal es efectuar la supervisión del puesto Fijo mediante comandos recibidos desde el Puesto Central. Estableciéndose un intercambio de mensajes, por medio de un módem incluido dentro de la propia unidad, que permite visualizar en el Puesto Central información sobre las alarmas existentes.

La unidad de Supervisión realiza también ciertas operaciones de control sobre otras unidades del Puesto Fijo con el fin de configurarlo como repetidor semidúplex.

Por otra parte y bajo petición del Puesto Central la unidad de Supervisión puede enviar los valores de niveles de audio en el Puesto Fijo así como la temperatura del mismo.

Además la unidad reconoce el tipo de Puesto Fijo en el que se equipa (normal o con bifurcación, local o troncal, diferentes tipos de armazón, transceptor equipado con o sin circuito TX ON/OFF).

Las alarmas que dicha unidad comunica al Puesto Central las hemos definido anteriormente en el punto 1.4.4.6.

Las unidades de Supervisión modelo MUT-0520-205 AA (que son las que se encuentran en la mayoría de Puestos Fijos, aunque todavía quedan algunos modelos antiguos códigos MUT-0529-204 A, B o C) presentan una serie de nuevas prestaciones como son:

- La misma unidad puede ser equipada en cualquier tipo de Puesto Fijo, independientemente de la diferencia de frecuencias de TX / RX del transceptor. El sintetizador de 10 MHz puede ser programado a la frecuencia adecuada.
- Incluye una sonda de temperatura que puede enviar hacia el P. Central la temperatura existente en el interior del equipo. Esta información se envía dentro del telegrama normal de respuesta de supervisión.
- Un software adecuado permite, bajo petición del P. Central, enviar a éste los niveles analógicos del Par de Emisión, del Par de Recepción y de la salida de RX del transceptor.
- Por medio de un display de barras, y de un conmutador rotativo, situados ambos en el frontal de la unidad, pueden visualizarse las alarmas o los niveles analógicos (Par de Emisión, Nivel de salida RX del transceptor, Par de Recepción principal o colateral) del Puesto Fijo. Todo ello puede actualizarse por medio de una petición de test al P. Central a través de un telegrama específico que se envía al accionar el pulsador de “TEST” ubicado asimismo en el frontal de la unidad. Dicho telegrama desencadena una supervisión instantánea (si el sistema lo permite) del Puesto Fijo actualizando niveles y alarmas.
- La programación del número de Puesto Fijo y del número total de Puestos Fijos que hay en la Banda de Regulación se realiza por conmutadores decimales rotativos.

- Bajo comando del P.Central, envía las órdenes oportunas al transceptor a la Unidad Amplificadora de Línea, a fin de conmutar el Puesto Fijo a la función Bucle Repetidor, o restituirlo a la función Tren-Tierra según sea el caso.
- Dentro del ciclo normal de supervisión, la unidad realiza la supervisión del par de recepción, por medio de un tono de 1300 Hz enviado a la unidad de supervisión del último Puesto Fijo, en el caso de línea norma. En el caso de Bifurcación, cada unidad de supervisión de los Puestos fijos de Bifurcación y de los puestos Fijos finales de cada ramal, enviarán un tono de 1300 Hz para supervisar un tramo precedente.
- Hardware y Software adecuados permiten la supervisión de un Equipo Anexo ajeno a la Red Tren-Tierra, siguiendo el protocolo de Supervisión del sistema. A tales efectos, el equipo anexo se comportará como un Puesto Fijo más dentro de la Banda de Regulación.
- Para futuras aplicaciones, la unidad permite la supervisión de Potencia, ROE y SQUELCH de hasta tres transceptores adicionales al del propio Puesto Fijo.
- La CPU de la unidad puede dialogar con un Equipo Terminal de Datos externo (a través del conector RS-232 del armazón), e incluso con el microprocesador de un futuro transceptor (a efectos de programación remota de frecuencia).

La alimentación de esta tarjeta es de +12V y su consumo aproximado de corriente es de 200mA.

UNIDAD RECTIFICADORA DE ALIMENTACIÓN

Esta unidad rectificadora de alimentación se utiliza para suministrar alimentación a los equipos de comunicación Tren-Tierra instalados en los Puestos Fijos, con una determinada autonomía en caso de fallo de red.

El equipo trabaja con una batería de 15 elementos de Ni-Cd, conectada en paralelo con el rectificador de tal forma que, al faltar la red, la batería suministra energía a los diferentes equipos sin que ello conlleve ningún tipo de interrupción el servicio.

La carga de batería se efectúa de modo que se evite una excesiva corriente de carga y una descarga excesiva de la batería.

Las características eléctricas de entrada del rectificador son de una tensión de entrada de 220v monofásica ($\pm 20\%$), frecuencia de red de 50hz ($\pm 5\%$), dispone de un fusible de entrada de tensión y no dispone de un interruptor de encendido. Y sus características eléctricas a su salida son de una tensión de salida (flotación) de 14.1v ($\pm 0.1v$, aunque luego internamente se puede ajustar dentro de un margen de $\pm 0.5v$) y una corriente de utilización de 4 Amperios..

Las baterías de nuestro equipo suelen tener una autonomía (en condiciones óptimas, tanto de temperatura como de estado de conservación) de unas 6 horas, el tiempo de carga para un 70% de capacidad es de 7 horas, la tensión mínima admisible en bornas de la batería es de 10.5v ($\pm 0.1v$) y la tensión de carga máxima admisible en salida de cargador es de 16.5v ($\pm 0.1v$).

La unidad pasa automáticamente a régimen de carga rápida de batería tras producirse un fallo de tensión y volver a restablecerse el suministro eléctrico.

También se puede iniciar el ciclo de carga rápida de forma manual, mediante un pulsador frontal.

Una vez cargada la batería, la unidad pasa automáticamente a régimen de flotación.

La unidad rectificadora posee una serie de señales, alarmas y protecciones:

SEÑALES

- La presencia de tensión de red se encuentra señalizada con una luz verde.
- El estado de carga de la batería se encuentra señalizado con una luz ámbar.
- Dicha unidad dispone de un punto de medida frontal que permite medir la tensión de salida del convertidor y la tensión de batería.

ALARMAS

Se producen por tres motivos:

- a) Cuando la tensión de salida del convertidor cae por debajo de 13v.
- b) Cuando la tensión de batería cae por debajo de los 11v.
- c) Y cuando la tensión de salida del convertidor supera los 16.5v.

PROTECCIONES

- La unidad puede soportar sobrecargas o cortocircuitos permanentes en la salida.
- Cuando la tensión de salida supera los 16.5v se desconecta la utilización.
- Cuando la tensión de batería baja de los 10.5v ($\pm 0.1v$), se desconecta la utilización para proteger la batería.
- En el supuesto anterior, la utilización volverá a conectarse cuando la tensión de la batería supere los 13v.
- La unidad contiene fusibles de protección contra sobrecorrientes tanto en la utilización como en el circuito de carga de baterías.

TRANSCEPTOR

El transceptor es la unidad encargada de la modulación / demodulación de la señal radio de la antena a la señal B.F. de la línea.

La Modulación y Demodulación se realiza por desplazamiento de la frecuencia de una portadora (Modulación en F.M. de banda estrecha) en emisión y mediante un discriminador de bucle de enclavamiento de fase en recepción.

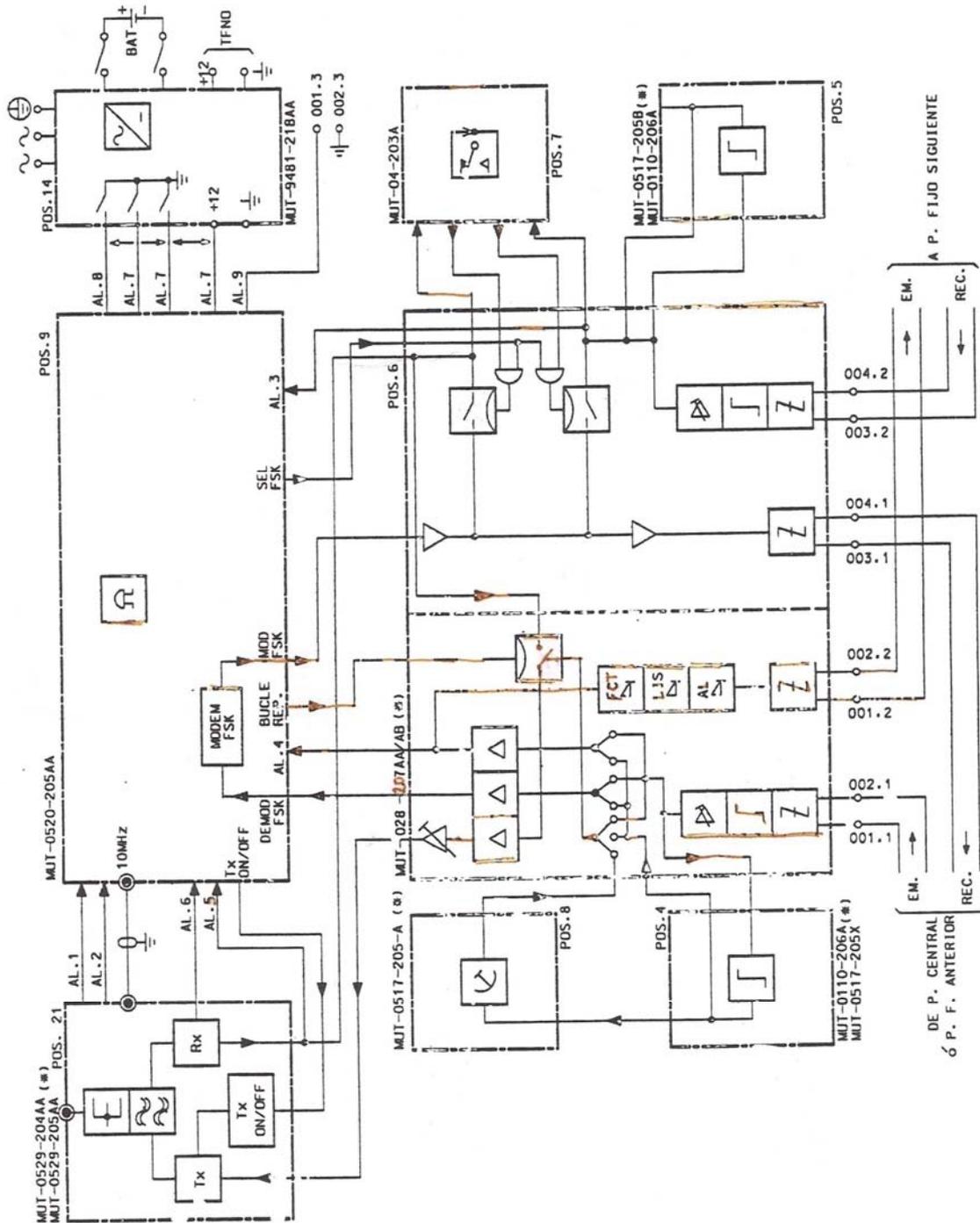
Existen dos tipos de transceptores, el EN (estabilidad normal) cuya radioemisión tiene una tolerancia de ± 900 Hz y el AE (alta estabilidad) cuya tolerancia es de ± 50 Hz. Este transceptor es usado en diadas y triadas. Las mediciones en el transceptor siempre las haremos en alta impedancia.

Un transceptor sin carga (antena o carga) puede llegar a quemarse. Si se quita la antena será necesario colocar una carga. Para el correcto funcionamiento, el transceptor debe “calentarse” estando en funcionamiento un cuarto de hora.

La alimentación de esta tarjeta tiene un valor mínimo de +11V y uno máximo de +17V (aunque el valor típico también es de +12V).

2.8 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PUESTO FIJO NORMAL

NOTA: ESTE DIAGRAMA SERA SUSTITUIDO POR OTRO EN COLOR



2.9 FUTURO DE LAS TELECOMUNICACIONES

El **GSM-R** (de «*GSM-Railway*», *GSM-Ferrocarril*) es un sistema de comunicación digital inalámbrico desarrollado específicamente para la comunicación ferroviaria. Provee a los trenes de radiotelefonía y de una línea de datos.

La mayoría de empresas ferroviarias disponían de sistemas de radiotelefonía analógica de comunicación con sus trenes (sistemas equivalentes al Tren Tierra que hemos visto). La necesidad de mejora, gracias a la tecnología digital, y de establecer sistemas unificados para trenes que circulan a lo largo de la Unión Europea y otros trenes, llevó a la creación del sistema GSM-R. Su desarrollo es paralelo al del sistema de señalización ERTMS, es decir, antes un tren que se desplazaba a lo largo de diferentes países debía de disponer de los sistemas de radio y señalización específico de ese país.

Funcionamiento

El GSM-R se basa en la tecnología GSM, ampliamente desarrollada para la telefonía móvil. No obstante, dispone otra banda de frecuencias separada con respecto al GSM que está entre los 876 MHz y los 880 MHz en enlace ascendente (móvil-BTS) y de 921 MHz a 925 MHz en canal descendente (BTS-Móvil), lo que permite evitar cualquier tipo de interferencia intrabanda con las redes GSM públicas. Su coste es bajo en relación con otros sistemas.

El sistema dispone de varias antenas situadas a lo largo de la vía que se comunican con los trenes, situadas de modo que la cobertura sea total, incluido en los túneles y zonas de sombra. Se garantiza su correcto funcionamiento para trenes que circulan hasta 500 km/h.

Uso

El GSM-R se utiliza para varias cosas:

- A modo de baliza móvil, enviando continuamente la posición del tren al Control de Tráfico Centralizado (CTC). Esta tecnología se usa principalmente en el sistema de señalización ERTMS-ECTS. Gracias a esta tecnología, en el último

de sus niveles de implantación sería posible eliminar todo tipo de señales y balizas, ya que el sistema enviaría constantemente información al tren, los cantones serían dinámicos y los marcaría el tren en función de su velocidad, distancia con el resto de los convoyes, etc., enviando al resto de los trenes la velocidad máxima a la que pueden circular para evitar cualquier colisión.

- Como sistema de radiotelefonía.

La tecnología GSM-R ya está implantada en numerosos países europeos: España, Francia, Reino Unido, Alemania, Países Bajos, Bélgica, Suiza, Suecia, Noruega y Finlandia entre otros. También está introduciéndose igualmente en el resto del mundo, por ejemplo, en China, India o Arabia Saudí.

En el caso de España el GSM-R se utiliza en las líneas de alta velocidad y en las convencionales de nueva creación, mientras que en las líneas más antiguas se utiliza el sistema analógico que acabamos de estudiar TREN-TIERRA.

2.10 BIBLIOGRAFÍA.

- El camino del tren. Por la fundación de los Ferrocarriles de España.
- 150 Años de Infraestructura Ferroviaria. Departamento de Formación Adif.
- Documentación del Departamento de Formación Adif.