

# AITEMIN

ASOCIACION DE INVESTIGACION TECNOLOGICA  
DE  
EQUIPOS MINEROS

## Proyecto

"SISTEMA DE MANDO A DISTANCIA PARA ROZADORAS  
DE CAPAS VERTICALES DE CARBON"

Informe Final

Madrid, Noviembre 1990

11310

**SISTEMA DE MANDO A DISTANCIA PARA ROZADORAS DE CAPAS VERTI-  
CALES DE CARBON****INDICE****1. OBJETIVOS**

- 1.1. Análisis del problema
- 1.2. Objetivos concretos

**2. CARACTERISTICAS GENERALES DEL SISTEMA DE MANDO A DISTANCIA**

- 2.1. Estructura general
- 2.2. Principio de funcionamiento

**3. DESCRIPCION DE LOS EQUIPOS**

- 3.1. Unidad de mando portátil
  - 3.1.1. Descripción general
  - 3.1.2. Circuito codificador/transmisor
  - 3.1.3. Emisor de radio
  - 3.1.4. Batería
- 3.2. Equipos sobre máquina
  - 3.2.1. Descripción general
  - 3.2.2. Cargador de batería
  - 3.2.3. Batería
  - 3.2.4. Antena
  - 3.2.5. Receptor de radio
  - 3.2.6. Unidad transceptora y relés
  - 3.2.7. Barrera

**3.3. Equipos en la galería principal****3.3.1. Descripción general****3.3.2. Caja de acoplamiento a línea****3.3.3. Unidad de control****3.3.3.1. Descripción general****3.3.3.2. Demodulador****3.3.3.3. Tarjeta MP-02****3.3.3.4. Optoacopladores y relés****3.3.3.5. Fuente de alimentación****4. ENSAYOS EN MINA****4.1. Introducción****4.2. Ensayo sobre roñadora K-103****4.3. Ensayo sobre rozadora H-1****5. CONCLUSIONES****5.1. Resultados obtenidos****5.2. Posibles mejoras y futuros desarrollos****5.3. Extensión de los resultados****ANEXOS**

- Fotografías

- Planos

## 1. OBJETIVOS

### 1.1. Análisis del problema

En los últimos años la mecanización de la explotación de las capas de carbón verticales ha tenido un importante desarrollo, gracias a la aparición de nuevas máquinas de arranque y sistemas de sostenimiento. Se intenta así ir equiparando estas explotaciones, en la medida de lo posible, a las condiciones de seguridad, rendimientos y operatividad que son habituales en las capas tumbadas o poco inclinadas.

Un elemento fundamental para la consecución de estos objetivos es el poder disponer de un sistema de mando fiable y seguro que permita al operador de la rozadora tener en su mano un control total de la máquina y sus equipos asociados.

Sin embargo este tipo de sistema no estaba disponible, debido a que este tipo de máquinas y talleres presentan una serie de características especiales que los distinguen de los sistemas normalmente utilizados en las capas tumbadas, desde el punto de vista de la implantación de un sistema de control. Estas diferencias pueden resumirse en los siguientes puntos:

- Las rozadoras normalmente utilizadas no tienen sus órganos principales de mando (maniobra eléctrica, sistema de arrastre) en la propia máquina, sino en la galería, lo que

hace necesario enviar las órdenes de control a este punto, desde el taller.

- Por la misma causa, no existe tensión en la máquina nada más que cuando están girando los motores, lo que crea un problema de alimentación a los equipos de control montados en la rozadora.
- Por otra parte las condiciones del taller hacen muy poco aconsejable tender por el mismo cables de mando, e incluso las comunicaciones habladas son difíciles. Un enlace por radio entre cualquier punto del taller y la galería es también prácticamente imposible en las condiciones habituales.
- Las rozadoras son de tamaño reducido y disponen de muy poco espacio libre para la instalación de equipos suplementarios de control.

Todo ello, unido a la estrechez y localización geográfica del mercado para este tipo de máquinas, hacen que las soluciones estandar disponibles comercialmente no sean de aplicación, o sólo resuelvan parte del problema y no todo el conjunto. Es por ello que resulta necesario el desarrollo de un sistema específico para este tipo de talleres y que contemple el problema globalmente.

Lo anteriormente expuesto es de aplicación igualmente para las rozadoras de capas tumbadas muy estrechas (en torno a 1 m de potencia), cuya tecnología es más similar a las roza-

doras de capas verticales que a las máquinas clásicas para capas horizontales, en cuanto a las diferencias apuntadas.

### 1.2. Objetivos concretos

El sistema a desarrollar debería permitir el control de todas las operaciones y movimientos de máquinas en el taller a la persona encargada de dirigir la operación de arranque, es decir el rozador. Este control debería poder hacerse desde una posición segura, sin necesidad de contacto físico con la máquina, aunque en las proximidades de ella.

En principio, las operaciones que deberían poder controlarse, en el caso más general, serían:

- Macha/parada de motor/es de roza
- Subida/bajada de brazos, independientemente para cada uno
- Avance/parada de traslación de la rozadora, con selección del sentido de marcha
- Regulación de la velocidad de traslación (si el cabrestante lo admite)
- Control individualizado de cabrestantes de arrastre y de seguridad
- Abrir/cerrar el agua de refrigeración y supresión de polvo
- Extensión/retracción de patín de rozadora
- Marcha/parada de transportador de tajo (en el caso de capas tumbadas)

- Alarma pre-arranque
- Parada de emergencia

Asimismo, sería conveniente dotar al sistema de control de cierta "inteligencia" (capacidad de proceso de la información y toma de decisiones) para permitir la implantación de funciones de control más ó menos complejas.

El sistema debería poderse adaptar a los tipos más frecuentes de rozadoras utilizadas en este tipo de talleres, y a los distintos equipos eléctricos e hidráulicos que llevan asociados. Evidentemente, las rozadoras de aire comprimido quedaban excluidas del campo de aplicación por no disponer de tensión eléctrica en la máquina.

La instalación del sistema de control debería suponer el mínimo de modificaciones posible en los equipos, especialmente en la parte eléctrica para reducir todo lo posible los problemas derivados de la certificación de los diferentes componentes.

Resultan evidentes, por otra parte, los requisitos en cuanto a modularidad, robustez, ... etc. que son necesarios para unos equipos que deben trabajar en tan duras condiciones, y para simplificar las tareas de mantenimiento.

## 2. CARACTERISTICAS GENERALES DEL SISTEMA

### 2.1. Estructura general

La solución adoptada finalmente se representa esquemáticamente en la figura 1, y está basada fundamentalmente en la combinación de dos sistemas de transmisión consecutivos.

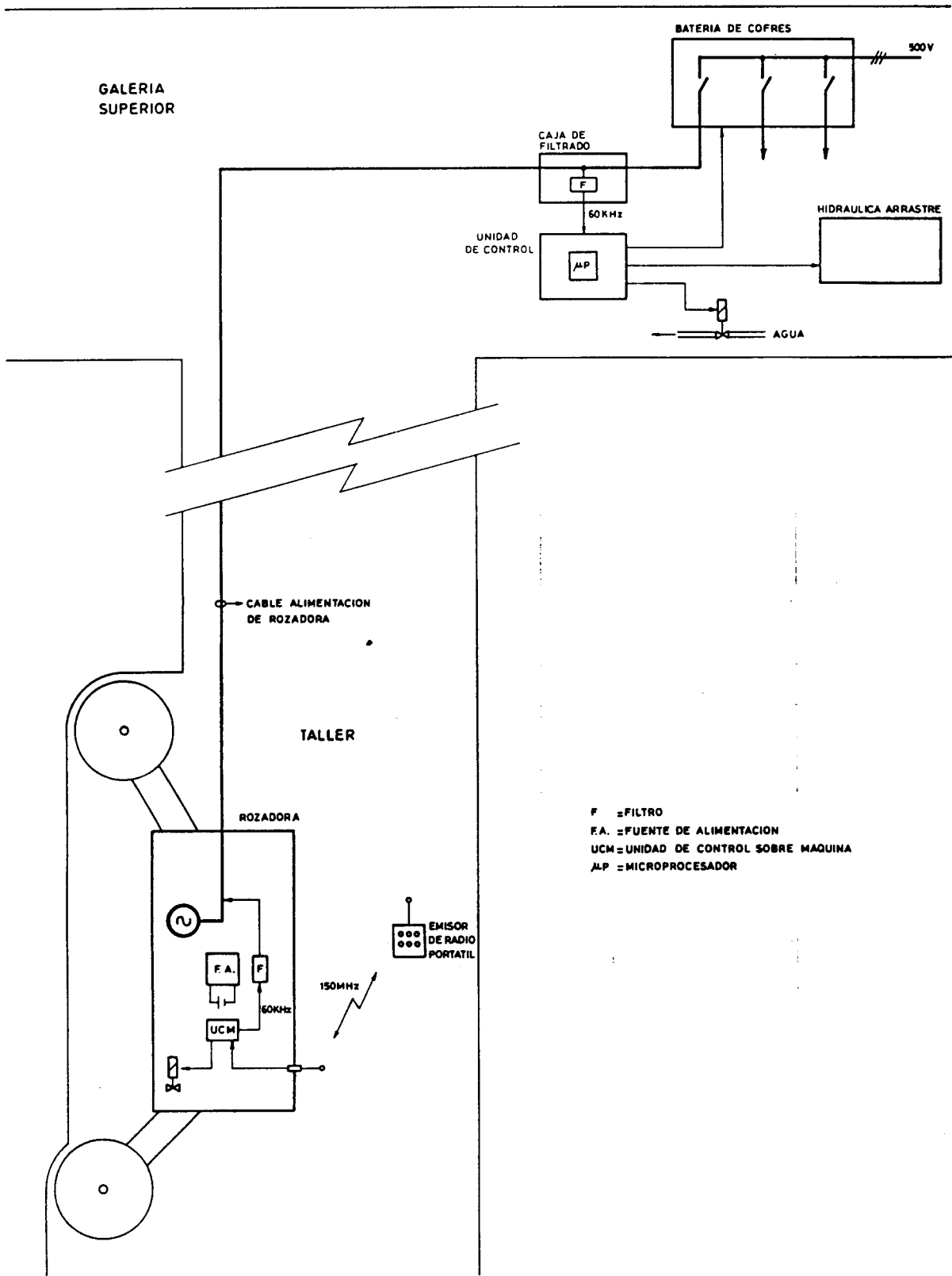
- Un enlace por radiofrecuencia entre un emisor portátil que lleva el rozador, y la máquina.
- Un enlace en alta frecuencia por el cable de alimentación de la rozadora, entre ésta y los equipos de galería, utilizando las propias fases de potencia del cable.

De esta manera, se evitan cables suplementarios por el taller y además no se requieren configuraciones especiales en el cable de alimentación de la rozadora, evitándose la necesidad de pilotos y simplificándose las tareas de mantenimiento, al tiempo que mejora la fiabilidad del cable.

El sistema comprende por tanto, en cuanto a equipos, los siguientes:

- Un emisor portátil de radio
- Una serie de componentes y módulos incorporados en la rozadora
- Unos equipos de control en la galería principal





F = FILTRO  
 F.A. = FUENTE DE ALIMENTACION  
 UCM = UNIDAD DE CONTROL SOBRE MAQUINA  
 MP = MICROPROCESADOR

Figura 1: Estructura del sistema

## 2.2. Principio de funcionamiento

### a) Emisión de órdenes

El emisor portátil permite la transmisión de hasta 18 señales todo/nada a través del enlace de radio en la máquina. Estas señales se asignan a otras tantas órdenes, que varían en función de las características del tajo y las máquinas utilizadas, y normalmente son suficientes para gobernar todo el sistema.

A título de ejemplo se indican a continuación las órdenes asignadas en el caso de la rozadora HU-1:

- 1- Marcha motor de roza
- 2- Parada motor de roza
- 3- Marcha avance
- 4- Parada avance
- 5- Subir (cabrestante de trabajo)
- 6- Bajar (cabrestante de trabajo)
- 7- Subir (cabrestante de seguridad)
- 8- Bajar (cabrestante de seguridad)
- 9- Subir tambor superior
- 10- Bajar tambor superior
- 11- Subir tambor inferior
- 12- Bajar tambor inferior
- 13- Meter patín

14- Sacar patín

15- Parada de emergencia

En este caso, no existía posibilidad de regular la velocidad de los cabrestantes debido al diseño del sistema hidráulico de éstos. En el caso de una máquina que admita esta posibilidad, se emplearían dos señales más para mandar incrementos finitos de aumento o disminución de la velocidad.

El emisor transmite de forma permanente una señal de confirmación del enlace, con objeto de que si se pierde el mismo, por lejanía o por agotamiento de las baterías del emisor, se para automáticamente toda la instalación, al cabo de un cierto tiempo.

b) Enlace por radio

El emisor portátil codifica digitalmente las órdenes y las transmite modulando una portadora de 151,7 MHz. La potencia de emisión se ha reducido mucho (3,5 mW) por cuestiones impuestas por las características de seguridad intrínseca del emisor y para economizar batería, pero el alcance es suficiente para su uso normal. Dicho alcance varía según las condiciones del taller pero es como mínimo de 5-10 m.

La transmisión se efectúa mediante un código digital, a una velocidad de 1.200 bits/s, lo que garantiza un tiempo de respuesta más que suficiente.

c) Ejecución de órdenes sobre máquina

En el compartimento antideflagrante de conexiones eléctricas de la máquina va montado un receptor de radio que recibe las señales enviadas por el emisor portátil. Dichas señales son decodificadas e interpretadas por una unidad de control también instalada en el mismo compartimiento. Esta unidad reconoce las órdenes que deben ser ejecutadas a nivel de máquina (subir/bajar brazos y meter/sacar patín) y activa una serie de relés. Para que esto se traduzca en la actuación de los elementos correspondientes, resulta necesario modificar el circuito hidráulico de la rozadora, instalando electroválvulas para el mando eléctrico de los cilindros de accionamiento de la subida y bajada de tambores y de extensión/retracción del patín.

d) Enlace en alta frecuencia

Las órdenes que afectan a equipos de la galería, son re-dirigidos por la Unidad de Control sobre máquina hacia dicho punto. Para ello se modula una portadora de 60 KHz que posteriormente se inyecta en la línea de alimentación de la rozadora, entre una fase activa y tierra, de manera que se envía superpuesta a la tensión de red. Esta transmisión se efectúa también con una codificación digital a

**AITEMIN**

1.200 bits/s. Las previsiones en cuanto a la atenuación de la señal de 60 kHz indican que puede esperarse un alcance de al menos 200 m, longitud más que suficiente para el tipo de aplicaciones previstas.

e) Alimentación de los equipos sobre máquina

Al no existir tensión en la máquina más que cuando los motores giran, ha sido necesario dotar a los equipos de control montados sobre la rozadora de una alimentación con baterías. Dada la imposibilidad de cambiar esta batería con facilidad, se ha adoptado un sistema de carga a partir de la tensión de red, con lo que las baterías se cargan durante los ciclos de funcionamiento de la rozadora.

f) Ejecución de órdenes en la galería

En la galería se instalada una "caja de filtrado", intercalada en el cable de alimentación de la rozadora, que extrae de nuevo la señal de 60 KHz y se la proporciona a una Unidad de Control (Ver figura 1) que es la encargada de interpretar dichas señales y tomar las decisiones de actuación correspondientes en cada caso. Para la ejecución de estas actuaciones sobre cabrestantes y cofres eléctricos de maniobra resulta necesario modificar los circuitos hidráulicos de aquéllos para permitir el mando a través de electroválvulas, y efectuar ciertos cambios de poca importancia en los circuitos de mando de los cofres.

La Unidad de Control recibe además una serie de señales de confirmación desde los equipos que controla, y otras señales de información que pueden resultar útiles para el establecimiento de funciones de control más complejas.

Dado que la Unidad de Control incorpora un microprocesador, dichas funciones pueden llegar a ser bastante sofisticadas, abriéndose un nuevo campo de posibilidades en cuanto a la optimización del funcionamiento de este tipo de máquinas. En este sentido podemos apuntar las siguientes:

- Regulación de la velocidad de avance de la rozadora en función de la dureza de la capa, medida a través de la intensidad consumida por los motores.
- Detección de enganches/cable suelto, mediante medición de par de los tambores o comparación entre velocidades de giro.

A nivel más sencillo, otras funciones de control son accesibles de manera inmediata:

- Enclavamientos con transportadores, grisuómetros, ventiladores, ... etc.
- Emisión automática de señales de aviso pre-arranque.
- Apertura/cierre automático del agua de refrigeración y supresión de polvo.

Tanto la caja de filtrado como la Unidad de Control se han diseñado para ir montadas en envolventes antideflagrantes comerciales y homologadas, con lo que se simplifican mucho los trámites de homologación

# AITEMIN

## 3. DESCRIPCION DE LOS EQUIPOS

En este apartado se realiza una breve descripción de los equipos desarrollados durante la duración del proyecto.

Para cada parte de la instalación de telemando se dará en primer lugar una descripción de conjunto, y a continuación una explicación detallada de los elementos que la componen. En el Apéndice A pueden encontrarse los diagramas y planos correspondientes a los circuitos descritos a continuación.

### 3.1. Unidad de mando portátil

#### 3.1.1. Descripción general

La unidad de mando portátil o emisor de telemando es el dispositivo, alimentado por baterías NiCd, que permite al rozador enviar vía radio órdenes al resto de los elementos del sistema.

El rozador efectúa el mando mediante una botonera situada en la parte superior de una caja de acero inoxidable (Fotog. 1 y 2), que contiene en su interior los circuitos electrónicos y lleva adosada la batería en su parte inferior. A su vez esta caja se aloja en una funda de cuero con correas que permiten transportarla cómodamente, colgada sobre el torso. Los circuitos electrónicos de que consta la sección de transmisión de la unidad portátil son:



- a.- Un circuito codificador-modulador, encargado de realizar la exploración-codificación de la botonera de mando, de serializar estos datos y de generar una señal modulada FFSK que ataca al transmisor de radio.
  
- b.- Un transmisor de radio diseñado especialmente para transmisión de datos, modificado para reducir su potencia de salida y permitir una alimentación a 5V. Estas modificaciones pretenden limitar el consumo y disminuir el peso de las baterías necesarias para obtener una autonomía de, al menos, un relevo.

La batería se conecta a los circuitos de transmisión mediante un par de conectores enchufables, y contiene en su interior un regulador de tensión de alimentación y un circuito de protección contra descargas excesivas.

La antena del transmisor de radio, por último, está situada en la parte superior de la unidad, en posición vertical y en la parte de la caja más próxima al tórax del operador.

### **3.1.2. Circuito codificador/transmisor**

Es una placa de circuito impreso montada sobre la tapa de la caja de la unidad portátil. Contiene los siguientes circuitos (Fig. 2 y plano 04.14-101).

a) Un Multiplexor: A partir de una señal maestra de 300 Hz, obtenemos dos señales de frecuencia 9,375 Hz y 18,75 Hz. Estas dos señales actuarán como líneas de activación de la botonera, organizada de forma matricial. Las señales de mando, serán tomadas en grupos de 4 ó 6 de cada vez, según sea necesario.

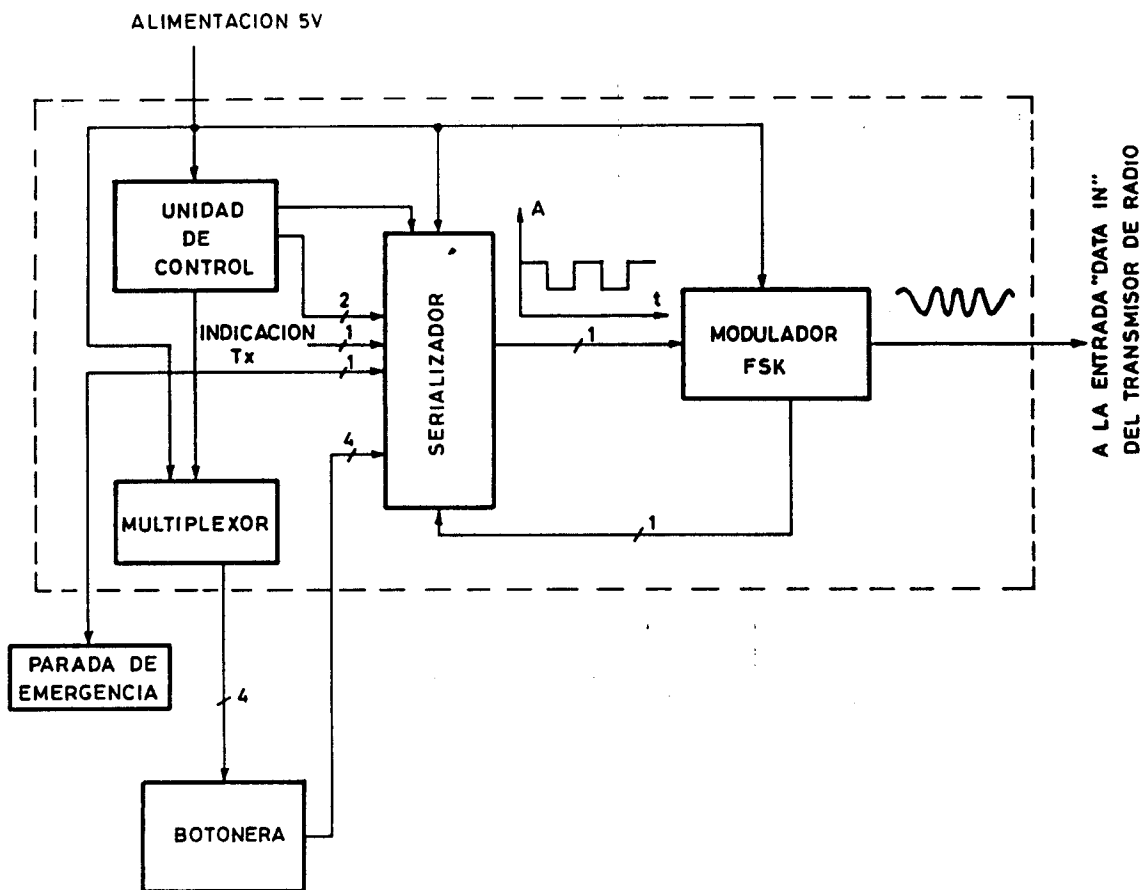


Figura 2: Codificador. Diagrama de bloques

- b) Un Señalizador: Este circuito toma las 4 (6) entradas procedentes de la botonera multiplexada, 1 entrada de la parada de emergencia y 1 entrada de indicación de transmisión, más 2 entradas de control y efectúa una señalización. La trama completa estará formada por 4 bytes de 8 bits cada uno, con una velocidad de transmisión de 1200 Baudios. Al final de la transmisión de cada byte se inserta un espacio en blanco de una duración equivalente al tiempo de transmisión de 16 bits, con el fin de asegurar una correcta sincronización de los deserializadores.
- c) Un Modulador FFSK: A este circuito le llega la secuencia de datos procedente del serializador, modula una portadora en la banda audible, generándose un tono de 1200 Hz si el dato es un "1" ó de 1800 Hz si es un "0".

Esta señal actuará como moduladora de la portadora del transmisor de radio.

### 3.1.3. Emisor de radio

El circuito emisor consta de cuatro partes fundamentales (Fig. 3).

- a) Un Limitador/Amplificador: Compuesto de un circuito integrado (LM 386) y componentes asociados. Recibe la señal

procedente del codificador. Un filtro pasa bajo a la entrada permite una frecuencia máxima de 4800 Hz. Mediante un potenciómetro de ajuste, se varía la desviación de frecuencia.

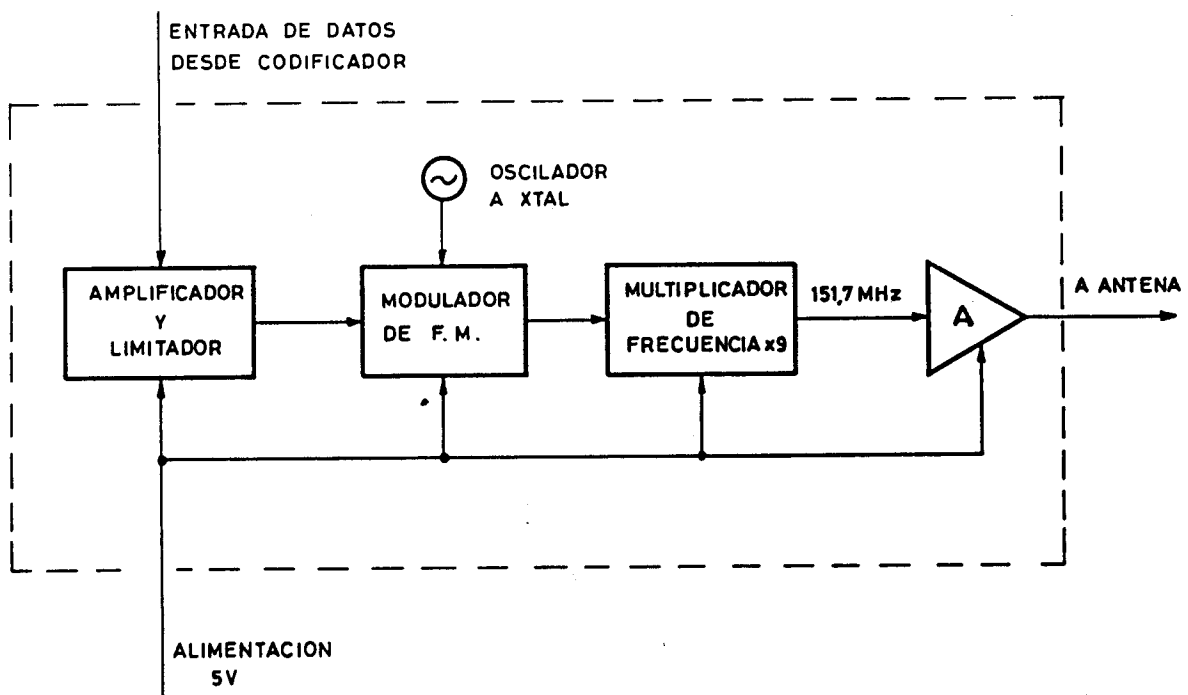


Figura 3: Emisor de radio. Diagrama de bloques

- b) Un Oscilador/Modulador: A partir de un cristal de cuarzo generamos la frecuencia patrón de aproximadamente 16 MHz. Esta portadora es modulada en frecuencia, a través de un varicap, por la señal procedente del limitador.
- c) Multiplicador de frecuencia: Compuesto de dos etapas multiplicadoras, mediante las cuales se consigue multiplicar

la frecuencia patrón por un factor de 9. Para ello cada una de las etapas está a su salida doblemente sintonizada, con acoplo por transformador, a los armónicos correspondientes, eliminando las demás señales indeseadas.

- d) Amplificador: La señal modulada en frecuencia, con frecuencia central de 151,7 MHz, es amplificada antes de ser llevada a antena. El circuito es un amplificador en clase A.

#### Modificaciones realizadas

Para la implementación del módulo emisor, se ha partido del transceptor DM-0515 de Maxon. Este circuito, está especialmente diseñado para trabajar con una portadora de 151,74 MHz modulada en FM por una señal de datos, modulada a su vez en FFSK, con una velocidad máxima de 4800 b.p.s.

La potencia del transmisor, dependerá de la tensión de alimentación, permitiendo una tensión máxima de alimentación de 10,8 voltios de continua, obteniendo en este caso 5 wátios de potencia transmitida.

Las modificaciones realizadas han permitido disminuir el consumo del transmisor, así como su potencia de salida. El objetivo de esta disminución es doble: conseguir incluir el

valor inductivo total del circuito entre los márgenes dictados por las normas de seguridad y disminuir el consumo para obtener una autonomía de funcionamiento suficiente.

Estas modificaciones han consistido en:

1. Anular el circuito de recepción, evitando así que consuma.
2. Eliminar los reguladores de tensión que alimentan al transmisor, ya que el circuito va a ser alimentado a una tensión fija de 5 V. Para ello los cortocircuitamos entre colector y emisor, disminuyendo aún más el consumo del sistema.
3. Para disminuir la potencia de transmisión, tomamos la salida desde el preamplificador en clase A, eliminando por tanto las demás etapas de potencia.

Los resultados obtenidos tras estas modificaciones son:

**AITEMIN**

- Potencia de transmisión: 3,5 mw
- Alimentación: 5 voltios cc
- Consumo:  $I_{cc} \approx 20$  mA

Las características finales del transmisor quedarán así:

- Frecuencia de la portadora: 151,74 MHz
- Potencia de transmisión: 3,5 mw
- $V_{cc} = 5$  v,  $I_{cc} = 20$  mA
- Modulación: FM banda estrecha
- Ancho de banda de la señal moduladora:
  - 1800 Hz con modulación FFSK:
  - 1200 Hz  $\longrightarrow$  se transmite un "1"
  - 1800 Hz  $\longrightarrow$  se transmite un "0"

**3.1.4. Batería**

Es una batería de Ni-Cd, encapsulada en goma de silicona. La caja de batería se conecta a la caja del transmisor por la parte inferior de ésta. El sistema de conexión es por medio de conectores Jacks, 2 conectores hembra en la batería y 2 machos en la caja del transmisor. El cierre se asegura mediante dos prolongaciones móviles situados en los laterales de la caja del transmisor que acoplan en la caja de batería.

La batería está formada por 10 unidades de Ni-Cd de 1'2 V y 1'7 A/h. de capacidad. Esta permite una autonomía aproximada de 30 horas de funcionamiento continuo.

En el circuito de regulación se ha incorporado una resistencia R1 de 150  $\Omega$  que limitará la intensidad a un máximo de 120 mA, incluyendo los factores de seguridad.

La regulación de tensión se hace mediante el circuito integrado LM 2930T que proporciona 5V a su salida.

### 3.2. Sistema sobre máquina

#### 3.2.1. Descripción general

Como ya se ha dicho anteriormente, la parte del sistema de telemando montada sobre la rozadora realiza dos funciones:

- a.- Interpretar y ejecutar (activando los relés correspondientes) las órdenes "locales", como mover brazos y patines.
- b.- Retransmitir a la unidad de control de galería TODAS las órdenes recibidas.

Los elementos necesarios para realizar estas funciones se alojan en el compartimiento Ex "d" de bornas de 500V, situados sobre una placa de montaje o bien en el interior de una caja de acero, según el tipo de máquina. Estos elementos son:



- a.- Fuente de alimentación para carga de batería. Se ha diseñado para realizar una carga rápida de ésta en los periodos en que los motores están arrancados.
- b.- Batería, que proporciona tensión a los circuitos electrónicos cuando los motores están parados.
- c.- Receptor de radio, que recoge la señal proveniente de la antena y la demodula, proporcionando una salida de baja frecuencia (modulada FFSK) idéntica a la que existe a la salida del circuito codificador-modulador del transmisor.
- d.- Un módulo de control y relés, en el que se realiza la demodulación y deserialización de la señal de control y se activan los relés correspondientes a las órdenes locales. En este módulo también se modula la portadora de 60 KHz enviada a través del cable de 500 V (con modulación FSK), mediante la señal de control serie, o sea antes de pasar por el deserializador. La portadora modulada se envía a la barrera, que a su vez la inyectará en el cable de potencia para efectuar la retransmisión de órdenes a los equipos situados en la galería.
- e.- Barrera. Sirve para efectuar la inyección de portadora en el cable de potencia, entre una fase y tierra.

El último elemento situado sobre la rozadora es la antena, ubicada sobre una de las tapas de cierre de la caja de bornas. Está protegida por un bloque de nylon mecanizado a medida. La señal de radio recogida por la antena se lleva hasta el receptor a través de un pasamuros de diseño especial y un cable coaxial de 50  $\Omega$ .

**AITEMIN****3.2.2. Cargador de batería**

Consiste en un módulo encapsulado en resina, con entrada a 500 V ca y salida a 18.5 V cc. Su función es efectuar una carga rápida de la batería en los periodos de tiempo en los que los motores de la rozadora están en marcha. El módulo contiene en su interior un transformador de ejecución especial, 500/24, y un circuito regulador de tensión con limitación de intensidad de salida (ver plano 04.14-201). El ajuste del límite de intensidad se realiza en función de los tiempos típicos de ciclo de la rozadora, es decir, en función del porcentaje de tiempo durante el que están en marcha los motores principales; y, por tanto, puede variar en función del tipo de máquina. Sin embargo, un ajuste a 500 mA da resultados satisfactorios en la mayoría de los casos.

**3.2.3. Batería**

Tiene la misión de alimentar a los circuitos a bordo de la rozadora durante el tiempo que los motores de ésta están parados, en el caso de que no haya una alimentación independiente a través de cables piloto. Cuando esta alimentación no exista el cargador efectúa cargas rápidas de la batería durante el tiempo de marcha de los motores, de forma que compensa en este breve tiempo la descarga producida, mucho más lenta que la carga. La batería consiste en una caja de acero que contiene en su interior los siguientes elementos (ver plano 04.14-202):

- a.- Un paquete de 12 elementos NiCd, con una capacidad de 2,5 Ah y 14,4 V de tensión nominal.
- b.- Resistencias y diodos necesarios para cumplir las normas de seguridad intrínseca.

La autonomía estimada para una batería cargada al 100% es de al menos 48 horas, es decir, que con todos los equipos del telemando a bordo de la rozadora funcionando la batería suministrará corriente durante 2 días, incluso si la rozadora no se pone en marcha durante este periodo de tiempo.

#### 3.2.4. Antena

La antena utilizada en el receptor, es, al igual que en el transmisor, flexible de impedancia 50  $\Omega$ .

Va montada sobre una de las tapas del compartimento de bornas de la máquina, conectada al sistema receptor a través de un conector BNC.

Debido a que, por la misión de la máquina, la antena está expuesta a numerosos golpes, se la protege con una pieza de Nylon, que se atornilla a una tapa de la máquina (Fotog. 3, 4 y 5).

Este bloque protector consta en realidad de tres partes, que quedan totalmente unidas al atornillarse, protegiendo a la antena y a su conexión de cualquier golpe.

La conexión del interior de la máquina a la antena se realiza a través de un pasamuros especial.

El pasamuros está formado por dos condensadores en serie de 1500 V y 1 nF cada uno, que van conectados a un conector BNC acodado macho hacia el exterior, y a un BNC hembra hacia el sistema receptor. El conjunto va encapsulado en resina.

El cuerpo del pasamurós lo constituye un tubo roscado de acero, de métrica 36 x 1'5 con un baño de zinc para evitar la oxidación. Se rosca sobre la tapa, y se ajusta mediante dos tuercas (Fotog. 4).

### 3.2.5. Receptor de radio

Esta constituido por el transceptor DM-0515 de Maxon. Consta de las siguientes partes fundamentales (ver fig 4).

#### a) Amplificador de RF

Formado por un transistor MOSFET, amplifica la señal recibida por la antena.

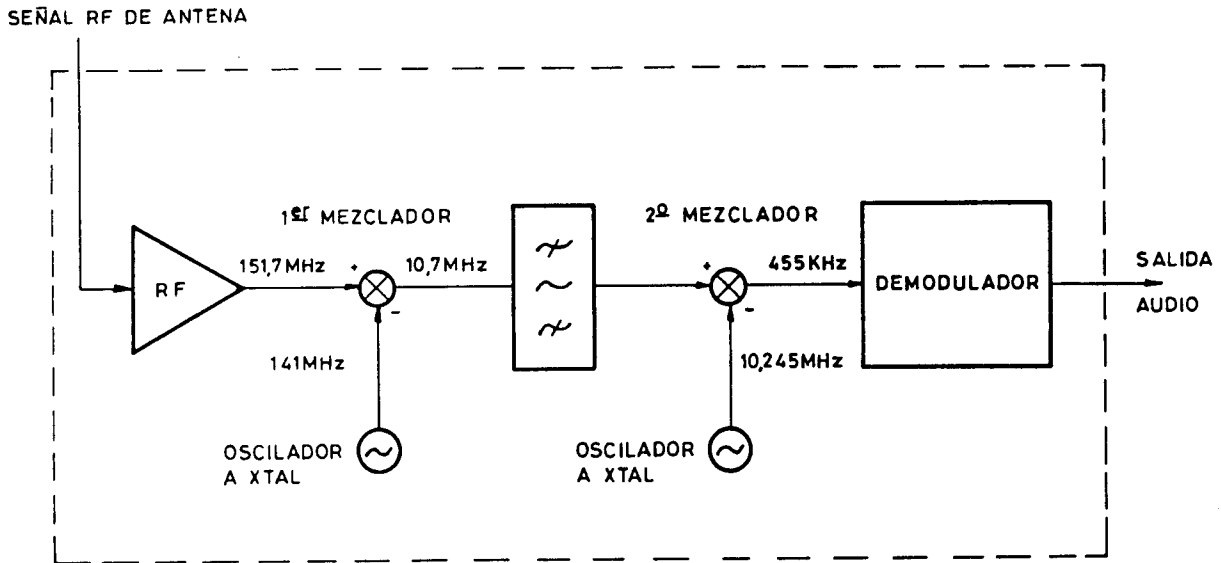


Figura 4: Módulo receptor de radio

b) Mezclador de frecuencia intermedia 10'7 MHz

Formado por un transistor JFET. La salida de la mezcla es filtrada por un filtro de 4 polos.

c) Oscilador y multiplicador

Partiendo de un oscilador a cristal, se filtra su salida en el tercer armónico. Esta señal es inyectada en la fuente del JFET del mezclador 10'7 MHz.

d) 2ª Mezclador de FI.455 KHz y demulador

A través del circuito integrado NC 3359, convertimos la señal de 10'7 MHz en 455 KHz. Este circuito posee además un amplificador, un limitador y un detector, por lo que extrae la señal de datos, que es filtrada para eliminar el ruido.

**AITEMIN****3.2.6. Módulo de control**

La unidad transceptora, está compuesta de 4 tarjetas, montadas verticalmente en una caja Rose, de dimensiones 100 x 60 mm cada una.

Las tarjetas son las siguientes:

**a) Demodulador/Modulador**

Consta de los siguientes circuitos (Vir Fig. 5 y plano 04.14-212.

1. Demodulador FSK. Recibe la señal procedente de la salida DATA OUT del Receptor de Radio, convenientemente filtrada. El circuito elegido para tal fin, es el circuito integrado FX409. Su salida demodulada es llevada a la tarjeta decodificada y al modulador.

2. Modulador/Generador de Portadora. La señal procedente del Demodulador FSK, se toma como moduladora de la portadora generada por el circuito integrado ICL 8038. La salida modulada en FSK, con una frecuencia central de aproximadamente 60 KHz, será inyectada en el cable de alimentación que va a la galería.

3. Un circuito Regulador de tensión. A partir de los 10 voltios de alimentación generados de la batería, se obtiene +5 voltios, -5 voltios y 0 voltios.

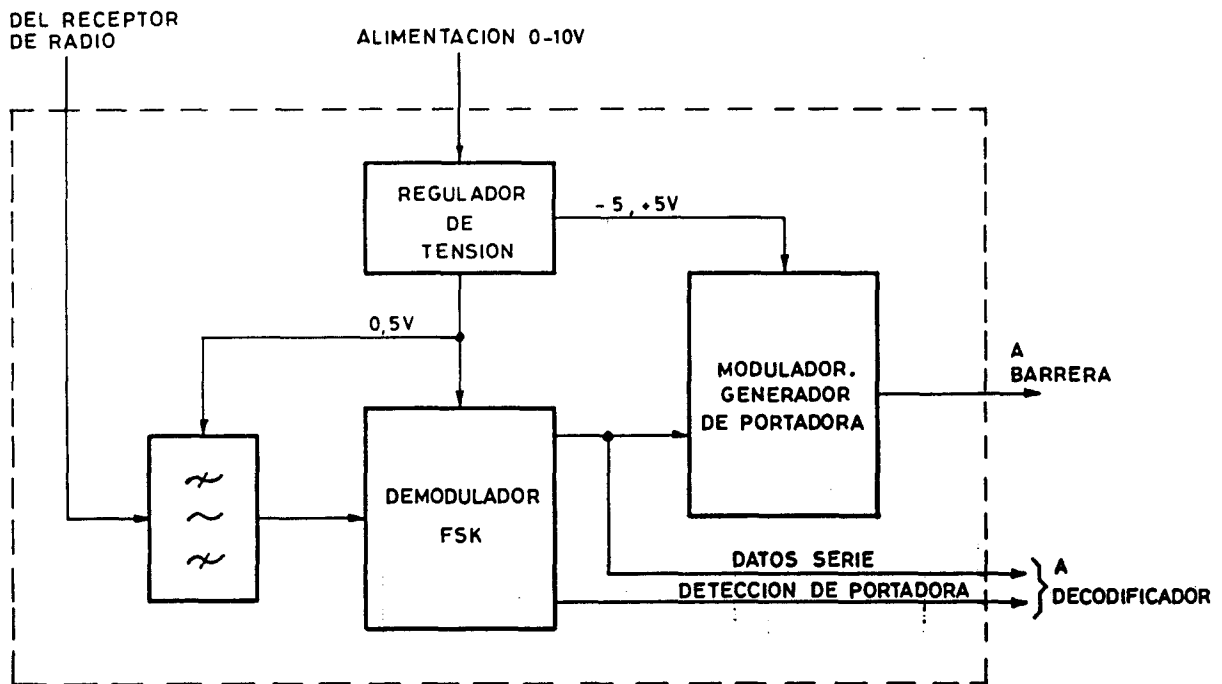


Figura 5: Tarjeta demodulador/modulador

b) Decodificador

Está formado por los circuitos siguientes (Fig. 6 y plano 04.14-213).

1. Un Deserializador: Recibe los datos en serie del Demodulador. Por medio del circuito integrado IM6402, convertimos la secuencia serie en paralela. Los dos bits de control son llevados a un decodificador, que activará en los bytes "00" y "01", los dos circuitos latch.

2. Dos circuitos "latch". A su entrada se conectan los 4 bit dato más el bit de parada de emergencia, procedentes

del deserializador. Las salidas son activadas mediante las señales del decodificador. Estas señales de salida son llevadas a las tarjetas de Relés.

Los "latches" quedarán inactivos, cuando se detecta un fallo de transmisión, mediante un circuito de control.

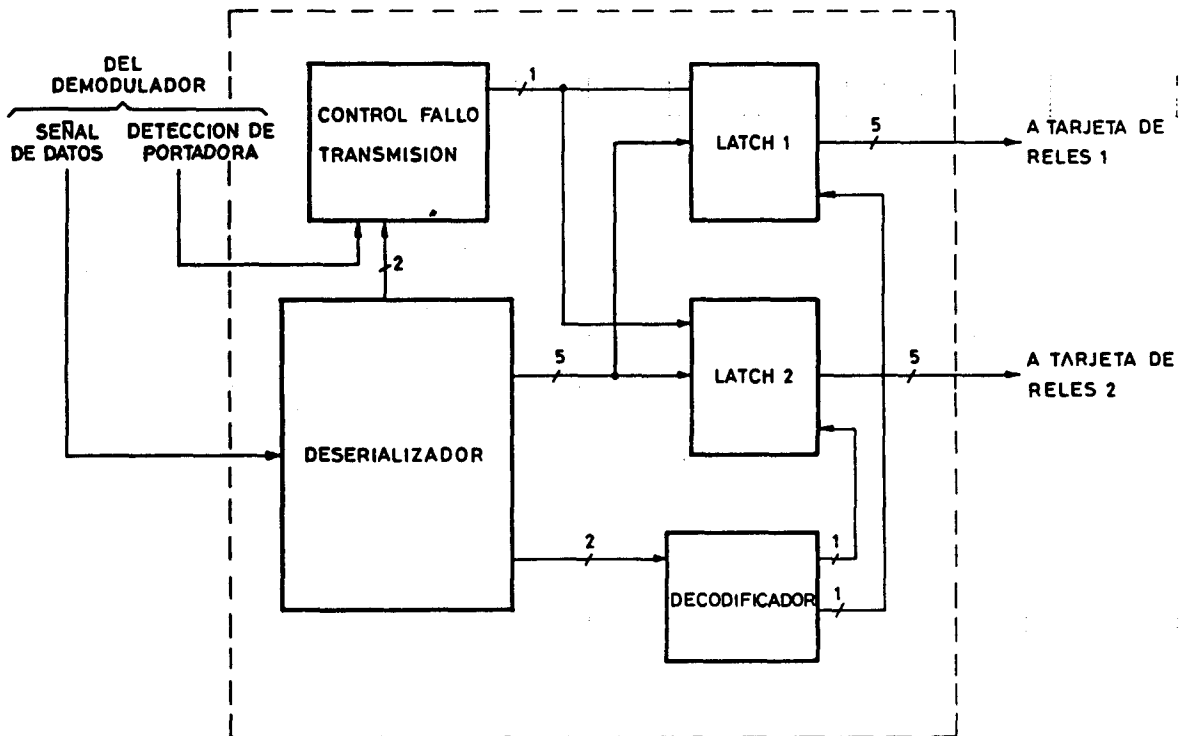


Figura 6: Decodificador. Diagrama de bloques

c) 2 Tarjetas de Relés

Cada una de ellas se conecta a la salida de un latch. Un circuito Trigger-Schmitt se encarga de mejorar las señales de activación de los relés.



# AITEMIN

## 3.2.7. Barrera

Su misión consiste en efectuar la inyección de señal de control en el cable de potencia, entre una fase y tierra. Consiste (ver plano 04.14-207) en un transformador de señal con núcleo de ferrita, bobinados separados y 2500 V de aislamiento, un condensador de baja capacidad y alta tensión y un fusible, estos dos últimos elementos colocados en serie con el devanado conectado al lado de alta tensión. El condensador ofrece una impedancia muy alta de 50 Hz, con lo que no afecta a los controles de aislamiento, y una relativamente baja impedancia para la frecuencia de la señal de control. El diseño de conjunto de la barrera se ha realizado con el criterio de que su impedancia total se adapte a la impedancia característica de la línea de transmisión, en este caso el cable de potencia.

## 3.3. Equipos en la galería principal

### 3.3.1. Descripción general

La parte del sistema de telemando situada en la galería principal consiste básicamente en dos cajas Ex "d" comerciales, y opcionalmente una ó dos cajas de derivación, también Ex "d", más una fuente de alimentación de 12 Vcc si se desea tener medidas de tacómetros.

**AITEMIN**

La primera de las cajas (caja de filtraje) aloja en su interior la barrera de acoplamiento al cable de potencia. La función de esta barrera es recuperar la señal inyectada en el cable por el circuito situado en la rozadora, separándola de la componente alterna de 50 Hz y enviándola a la unidad de control.

La segunda caja (Unidad de control), es una envolvente Ex "d" comercial, igual que en el caso anterior. Contiene un microordenador de control que interpreta, filtra y ejecuta las órdenes del operador, y los elementos periféricos y de acoplamiento necesarios. La envolvente está provista de un visor, a través del cual un visualizador o display presenta información sobre el estado del sistema. También se ha instalado un conmutador local/remoto y un pulsador de parada de emergencia.

Las cajas de derivación citadas al principio de este apartado servirían para contener los conjuntos de diodo/resistencia necesarios para efectuar el mando de los cofres, para contener los elementos de acoplamiento que serían necesarios en algunos casos, para agrupar cables e incluso (se se montan los pulsadores y conmutadores apropiados) para efectuar un mando manual durante las operaciones de mantenimiento o en caso de emergencia.

### 3.3.2. Caja de acoplamiento a línea

Para realizar la recuperación de la señal de control transmitida a través del cable de potencia es necesario cortar el cable de alimentación a la rozadora y conectar, entre la fase correspondiente a tierra, una barrera igual a la empleada para inyectar la señal en dicho cable (ver plano 04.14-410). Se ha elegido una caja de derivación comercial NORTEM tipo CDB-1000 (que se suministra con las bornas necesarias, y en la que se monta una barrera) para efectuar esta conexión. Al situar la barrera en la propia caja de derivación se consigue que exista una segregación galvánica entre los 500 V de alimentación a la rozadora y la unidad de control que se describe en el apartado 3.3.3.

### 3.3.3. Unidad de control

#### 3.3.3.1 Descripción general

Consiste en una caja comercial para aparellaje (NORTEM serie WJ) que ha sido preparada especialmente para esta aplicación. Las modificaciones realizadas han consistido en el montaje de un visor (a través del cual se ve el display), un conmutador local/remoto y un pulsador de parada de emergencia. Contiene en su interior los siguientes elementos (ver plano 04.14-411):

- a.- Un demodulador, que convierte la señal modulada FSK generada por el modulador a bordo de la rozadora (y recuperada por la barrera situada en la caja de acoplamiento a línea) a forma serie y nivel TTL.
- b.- Un microordenador de control MP-02. Se encarga de recibir, interpretar y ejecutar las órdenes recibidas en forma serie. Dado que su lógica de funcionamiento está determinada por el programa contenido en una memoria EPROM resulta fácil efectuar cambios en esta lógica. Por otro lado, la gran potencia de cálculo disponible permite incorporar protecciones y métodos de control bastante sofisticados, como, por ejemplo, la regulación de la tensión en el cable de arrastre de la máquina en función de la intensidad consumida por los motores. Lleva acoplado un visualizador o display de 2 líneas de 16 caracteres, en el que se presenta información sobre el estado de la rozadora.
- c.- Módulos optoacopladores para segregar galvánicamente las entradas, y módulos de relés para actuar sobre los circuitos de mando de cofres y/o electroválvulas.
- d.- Una fuente de alimentación con entrada a 220 V, y salidas de 5 V y  $\pm 12$  V.

A continuación se efectúa una descripción más detallada de cada uno de estos elementos:

### 3.3.3.2. Demodulador

Como ya se ha dicho anteriormente se encarga de demodular la portadora transmitida a través del cable de potencia, o sea, de recuperar la información contenida en ella. La función principal que realiza este elemento consiste en transformar las variaciones de frecuencia de la portadora en variaciones de tensión a la salida del circuito (con referencia al plano 04.14-409 esta función la lleva a cabo CI 2). La forma de onda de la señal de salida es idéntica (aunque con un cierto desfase) a la generada por el serializador de la unidad de mando portátil. El circuito se completa con un filtro paso banda (CI 1 en el mismo plano) sintonizado a la frecuencia portadora (que elimina la mayoría de las posibles señales interferentes), un generador de tensión media (CI 3) y dos diodos limitadores de tensión (D1 y D2) que protegen el circuito de entrada.

### 3.3.3.3. Tarjeta MP-02

Es el elemento de control con que se ha dotado a la estación encargada de las actuaciones en galería. Es un microordenador monoplaqueta basado en el microcontrolador de 16 bit 8097 BH, versión CHMOS de la familia MCS-96 de INTEL, cuyas características, que a continuación se resumen, lo hacen idóneo para tareas de control automático como es nuestro caso:

- Bus de datos y direcciones de 16 bits
- 232 registros internos de RAM
- Conversor A/D de 22  $\mu$ s y 10 bit con sample and hold
- 5 puertas de E/S de 8 bits
- 20 fuentes de interrupción y 8 vectores
- PWM (modulador de ancho de impulsos)
- 1 puerto serie Full Duplex
- Watchdog timer de 16 bits
- 2 temporizadores hardware y 2 software de 16 bits
- Subsistema de alta velocidad de entrada/salida (HSI/HSO)
- Multiplicación y división de 6,25  $\mu$ s
- Reloj de hasta 12 Hhz.

La arquitectura de la tarjeta MP-02 está representada en el diagrama de bloques de la figura número 7. Se ha empleado uno de los ports de E/S de 8 bits (port 1) como bus interno de direccionamiento y de entrada/salida de datos. Dicho bus se conecta al exterior a través de unos registros y buffers de entrada, y de forma directa al display. El direccionamiento de cada una de estos elementos se hace por medio de un decodificador conectado al registro de direccionamiento, el cual almacena el número de periférico que se quiere seleccionar.

El 8097 BH tiene un subsistema de entrada/salida de alta velocidad que puede realizar operaciones de E/S sincronizadas con uno de los temporizadores internos de 16 bits, sin intervención de la CPU y con una resolución de 2.0  $\mu$ seg (con

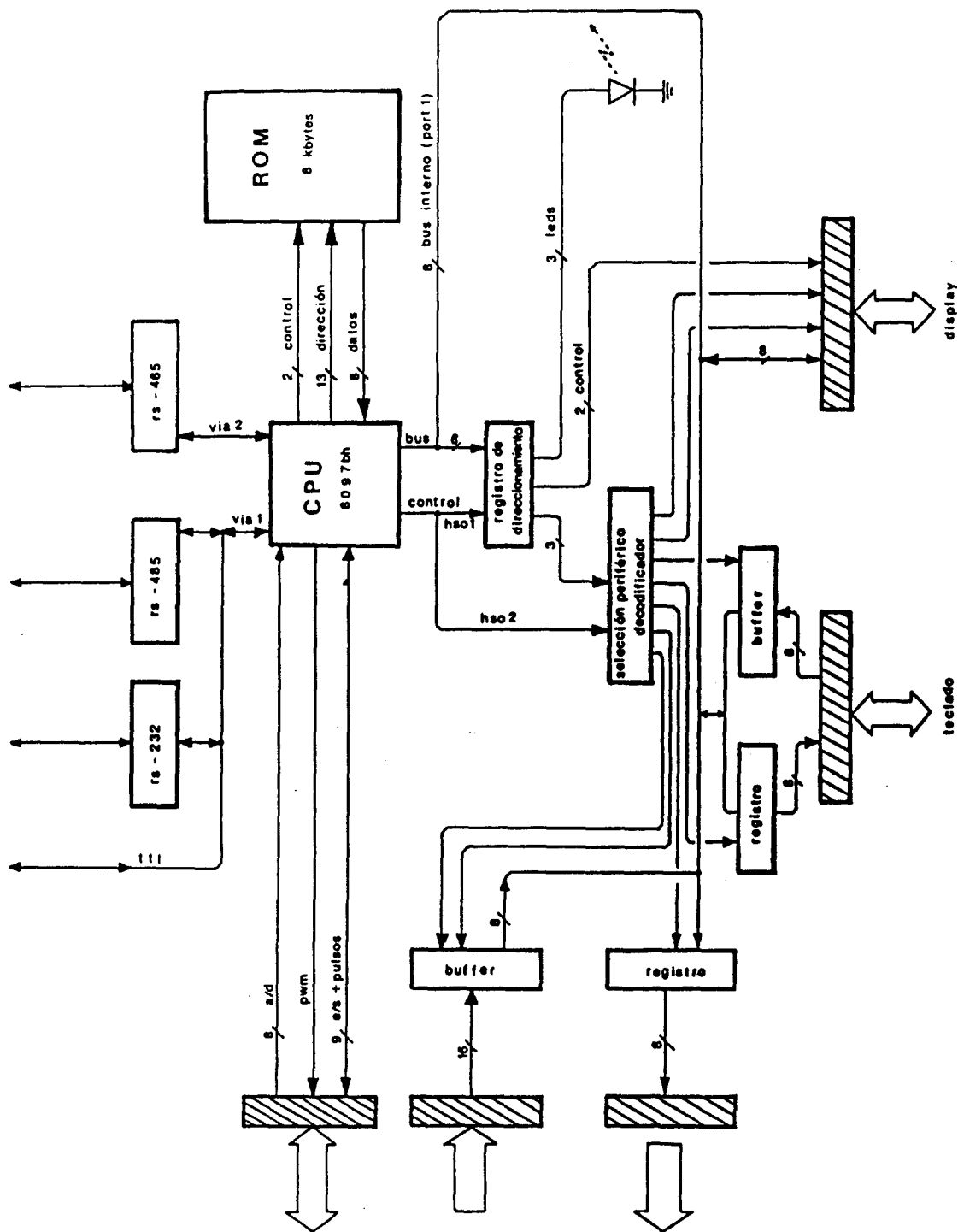


Figura 7: Tarjeta MP-02. Diagrama de bloques

cristal de 12 MHz). Este subsistema está formado por 4 entradas HSI (High speed input) y 5 salidas HSO (High speed output). Las salidas HSO.1 h HSO.2 se usan como señales internas de control. La HSO.1 actúa sobre la señal de carga del registro de direccionamiento, y la HSO.2 está conectada a la patilla de habilitación del decodificador. Las entradas HSI permiten registrar el tiempo en que produce una transición en una de ellos.

La MP-02 lleva dispone de dos vías serie. La número 2 funciona a nivel RS-485 y es de realización software. La primera utiliza el port serie del microprocesador, es configurable como RS-232 ó RS-495. También dispone de una conexión directa TTL, que es la que utilizaremos en nuestro caso al llegar la señal serie desde el demodulador en este nivel.

Las características principales de este microordenador son:

- Microprocesador Intel 8097 BH
- Memoria ROM 87C64 de 8 kbytes
- Cristal de 12 MHz
- 8 salidas digitales (+ 8 salidas de teclado que en esta aplicación pueden utilizarse por no llevarlo)
- 16 entradas digitales
- 8 canales analógicos de entrada
- 1 salida de modulación PWM
- 2 líneas adicionales de E/S a través de port
- 4 entradas de pulsos (HSI)



**AITEMIN**

- 3 salidas de pulsos (HSO)
- 3 conexiones para LEDS
- Conexión para display SEIKO M1632 DE 2 x 16 caracteres o SEIKO DE 4 x 40 caracteres
- Conexión para matriz de 8 x 8 (teclado)
- 2 vías serie:
  - vía serie 1- configurable a niveles RS-232, RS-485 ó TTL
  - vía serie 2- a nivel RS-485
- Alimentación: 5 V
  - Se alimentará además con  $\pm$  12 Vcc cuando se emplee una interfaz RS-232 en la vía serie 1
- Consumo en vacío 150 mA
- Dimensiones: 146 x 204 mm

Como se ha dicho, el MP-02 permite la conexión opcional de un display y/o teclado (en este proyecto solo se utiliza display y la salida de teclado nos sirve para ampliar a 18 el número de salidas).

El display SEIKO M1632 está conectado con cable plano a la tarjeta MP-02. Sus características son:

- Display de cristal líquido
- 2 filas de 16 caracteres
- Caracteres de 5 x 8 puntos
- Control de contraste
- Procesador interno de instrucciones
- Compatible TTL y CMOS de 5 voltios

**SOFTWARE DEL SISTEMA****Sistema de desarrollo:**

Se ha empleado el sistema de desarrollo iSBE 96 de INTEL conectado a la vía serie de un IBM XT. Permite correr programas desarrollados para la familia de microcontroladores 8096-90 y compatibles.

**Software de desarrollo:**

Se ha escrito en C la parte del programa correspondiente a la presentación en display, el resto en ensamblador. Para el desarrollo del software se han empleado los programas:

- C96 compiler, V1.0. Intel corporation
- MCS-96 Macro Assembler, V1.2 Intel corporation 1983
- MCS-96 Relocator and linker, V2.2 Intel corporation

**Estructura general:**

El programa tiene una estructura modular, constituida a base de módulos escritos en C o ensamblador. Funcionalmente se pueden agrupar en 3 clases:

- a.- Funciones elementales para control interno de la MP-02
- b.- Funciones básicas del display
- c.- Software de control propiamente dicho

a.- Rutinas para control interno de la MP-02:

Son cuatro; y constituyen el nivel más bajo de software que actúa directamente sobre hardware:

1. device. Carga el registro de direccionamiento con el valor del bus interno (port 1)
2. enable. Selecciona el dispositivo cuya dirección se cargó previamente en el registro de direccionamiento
3. enableup. Permite hacer una lectura de un dispositivo de entrada a través del ports
4. enabledown. Complementaria a enableup. Termina la lectura del dispositivo de entrada.

b.- Funciones básicas del display

Están desarrolladas para proporcionar facilidades de alto nivel y pensadas para ser llamadas desde un programa en C:

`clr_dsp`. Borra el display y sitúa el cursor en la esquina superior izquierda.

`dprintf`. Produce la salida al display de los argumentos pasados como parámetros, en la posición actual del cursor. haciendo uso de la función `opulchar`.

`dputchar`. Saca al display, en la posición actual del cursor, el carácter pasado como parámetro y actualiza la posición del cursor.

`cursor_on/cursor_off`. El display tiene un cursor que es programable para que aparezca y desaparezca.

gotoxy. Mueve el cursor de la posición actual a la posición (x,y).

inic\_display. Se ejecuta al principio del programa antes de hacer ninguna operación con el display, con objeto de inicializarlo.

scroll. Desplaza una línea hacia arriba el contenido del display.

Software de control:

Está constituido por los siguientes módulos:

a.- Módulos de ejecución síncrona (programa normal):

1.- Módulo principal. Tiene como función realizar la presentación en display de las diferentes pantallas informativas y ejecutar el módulo control.

Está escrito en C. Puede funcionar de dos formas, dependiendo de si detecta que está conectado un teclado o no. Pasa a modo TEST si comprueba que hay teclado; con él se pueden seleccionar dos pantallas informativas con el estado de las entradas, salidas, órdenes recibidas y variables internas más interesantes. Este modo se utiliza en la fase de desarrollo. En modo normal, mantiene en el display una pantalla fija con la situación en que se encuentra la rozadora. Hay dos pantallas adicionales a las

que se pasa cuando hay una parada de emergencia o la ro-  
zador está en modo manual, y que muestran mensajes in-  
formativos de su situación.

2.- Módulo de control. Escrito en ensamblador. Lee el byte  
de entrada, ejecuta las órdenes recibidas y en función  
de esto genera el byte de salida, ejecutando por último  
la actuación física sobre las bornas de salida.

3.- Módulo de inicialización. Escrito en ensamblador. Como  
su nombre indica incializa el registro de configuración,  
registros especiales, variables del programa, comunica-  
ciones y temporización.

b.- Módulos de ejecución asíncrona (servicio de interrupcio-  
nes):

1.- Módulo de temporización. Escrito en ensamblador. Es la  
rutina de atención a las interrupciones de tiempo. Se  
ejecuta 16 veces/segundo. Tiene como funciones tempori-  
zar los contactores de marcha, la alarma prearranque, el  
fallo de comunicación y disparar la conversión A/B de  
modo cíclico.

2.- Módulo de comunicación. Escrito en ensamblador. Es la  
rutina de atención a las interrupciones de la vía serie.  
Su misión es recibir los mensajes e interpretar las ór-  
denes que contiene.

### c.- Módulos de definición de constantes y variables

1.- Módulo de definición de constantes. Definición de las constantes del programa.

2.- Módulo de definición de variables. Definición de las variables del programa.

#### 3.3.3.4. Optoacopladores y relés

Tanto la detección de la situación como la actuación sobre los elementos físicos, tanto eléctricos como hidráulicos, se hace a través de bornas activas.

##### Bornas de entrada

Se colocan entre la salida del sensor o detector de la posición de un contactor o pulsador y la entrada del microprocesador como elementos adaptadores de señal.

Se componen básicamente de un optoacoplador que aísla galvánicamente la tarjeta MP-02 del exterior evitando así los ruidos eléctricos y la ruptura por sobretensiones.

En la rozadora de La Camocha se han instalado tres bornas de entrada, una para cada uno de los detectores de posición de contactor de marcha rozadora, transportador y avance. Además hay un pulsador de parada de emergencia con enclavamiento

**AITEMIN**

mecánico y con selector de dos posiciones manual/automática que van directamente a la entrada del micro.

Así las señales digitales de entrada a la tarjeta MP-02 son, en la aplicación a rozadora H1 en La Camocha:

bit 0-

bit 1- Contactor de marcha de rozadora

bit 2- Contactor de marcha de transportador

bit 3- Contactor de marcha de avance

bit 4-

bit 5-

bit 6- Manual/automática

bit 7- Parada de emergencia

**Bornas de salida**

Se colocan entre la salida de la tarjeta MP-02 y la alimentación de las bobinas de los contactores y electroválvulas. Se componen de un relé que interrumpe o permite el paso de corriente a dichos dispositivos. El pulsador de parada de emergencia corta la alimentación a estas bornas, como medida adicional de seguridad.

En la aplicación a la H1 ya citada se han montado 12 bornas de salida que se corresponden a 12 salidas digitales del microprocesador y cuya misión es:

- bit 0- Alarma prearranque
- bit 1- Marcha rozadora
- bit 2- (Marcha transportador)
- bit 3- Marcha avance (hidráulica)
- bit 4- Parada avance (hidráulica)
- bit 5- Parada rozadora
- bit 6- (Parada transportador)
- bit 7- Agua refrigeración
- bit 8- Subir cabrestante seguridad
- bit 9- Bajar cabrestante seguridad
- bit 10- Subir cabrestante trabajo
- bit 11- Bajar cabrestante trabajo

### 3.3.3.5. Fuente de alimentación

La fuente de alimentación encargada de suministrar corriente a la unidad de control es un modelo PREMIUM SW-40-3031 desarrollada por la casa PREMIUM, S.A. Se conecta a la red de 220 V (50 Hz) y suministra, 12 Vcc para las bornas de entrada, 12 Vcc para el demodulador y 5 Vcc para los relés y la MP-02.



Sus características son:

- Modelo PREMIUM CW-40-3031
- Tensión de red 110/220 V  $\pm$  10% (47/63 Hz)
- Regulación de línea: 0,2 %
- Regulación carga: 0'5 %
- Rizado (p.p.): 50 mV
- Ruido (p.p.): 100 mV
- Temperatura de funcionamiento: 0 - 50°C
- Regulación por conmutación
- 3 salidas independientes, aisladas galvánicamente entre si y conectables con cualquier polaridad.
  - Salida 1: 5 Vcc, 5,0 A
  - Salida 2: 12 Vcc, 1,5 A
  - Salida 3: 12 Vcc, 1,5 A
- Dimensiones: 100 x 160 x 50 m/m

#### 4. ENSAYOS EN MINA

##### 4.1. Introducción

En un proyecto como éste resultaba fundamental el ensayo en condiciones reales de los equipos desarrollados. Uno de los motivos es que cuestiones como el alcance de la señal de radio, el comportamiento de la batería montada en la rozadora y su ciclo de carga, así como las posibles interferencias entre la señal de 60 KHz y la red de 500 V, no son posibles de ser evaluadas más que en la práctica.

Por otra parte, uno de los objetivos del proyecto era que el sistema desarrollado pudiera ser capaz de adaptarse a las diversas marcas y los distintos tipos de máquinas utilizadas en la minería española, por lo que los ensayos deberían realizarse en más de una instalación.

Sin embargo, para la realización de estos ensayos se han encontrado bastantes dificultades, lo que de hecho ha sido la causa del retraso en la finalización del proyecto. Las dificultades han sido no tanto en cuanto a falta de colaboración de las empresas mineras, sino debido a los problemas de disponibilidad de máquinas que éstas tenían, ya que se trataba de máquinas en funcionamiento y no resultaba fácil encontrar el momento adecuado para realizar sobre la máquina las operaciones necesarias para la instalación del sistema de control.

**AITEMIN**

Los ensayos se han orientado en todo caso hacia la comprobación del funcionamiento de los equipos desarrollados, sus prestaciones y limitaciones. No se ha llegado a la transformación total de las máquinas que hubiera sido necesaria para la ejecución real de todas las actuaciones que el sistema de control es capaz de gobernar, debido a los importante costos que estas operaciones suponían y sobre todo a los tiempos de parada de las máquinas que habrían sido necesarios, no justificados por un ensayo de esta naturaleza. Los ensayos se han centrado, como se ha dicho, en comprobar que las órdenes eran emitidas y recibidas en los puntos correspondientes, y cuando era factible de manera sencilla, ejecutadas. Asimismo se han comprobado los problemas de montaje, interferencias, autonomía, alcance, carga de baterías, ... etc., que tal como se indicó anteriormente eran los motivos fundamentales del ensayo.

Se han realizado dos ensayos en mina, el primero sobre una rozadora K-103 de Antracitas Gaiztarro, S.A. y el segundo sobre una HU-1 de La Camocha. A continuación se indican el desarrollo de estos ensayos y los resultados obtenidos.

**4.2. Ensayo sobre rozadora K-103**

La rozadora rusa K-103 es una máquina para capas tumbadas estrechas pero en esencia su tecnología es idéntica a la de las rozadoras para capas verticales, dado su pequeño tamaño

**AITEMIN**

y la necesidad de transmitir órdenes hasta la galería, que es donde están situados los contactos y el sistema de avance.

Sobre esta máquina se ensayó únicamente la parte del sistema que corresponde al enlace en alta frecuencia entre la máquina y la galería a través del cable de alimentación. El sistema se montó en la caja de bornas de mando de la rozadora, y las órdenes se introducían a través de una botonera existente en la propia máquina. Las señales se recibían en la galería, y una vez decodificadas se actuaba sobre los equipos eléctricos, fundamentalmente sobre contactores de motores de roza, del transportador, y del sistema de avance. La regulación de velocidad se efectuaba en escalones (En esta máquina el sistema de arrastre era electromagnético, comandado por señales eléctricas).

El sistema se ensayó en el grupo Escandal de Antracitas Gaiztarro, S.A. entre el 15 de Octubre y 30 de Diciembre de 1988, y resultó plenamente operativo hasta que la rozadora fue sacada al exterior para una reforma en profundidad, no volviendo a ser instalada.

Durante este ensayo se observó la necesidad de mejorar el sistema de sujeción mecánica de los elementos montados en la máquina, así como la presencia de sobretensiones en el cable de potencia, que obligó a introducir elementos de protección contra esta perturbación.

#### 4.3. Ensayo sobre rozadora HU-1

La rozadora HU-1 es una máquina típica de capas verticales y una de las más modernas y extendidas, por lo que hay que suponer que será la base para la producción mecanizada en este tipo de tajos en los próximos años.

Sobre una máquina de este tipo de Mina La Camocha se realizó un ensayo del sistema completo tal como definitivamente ha resultado después de todo el periodo de desarrollo, durante el cual se han efectuado importantes modificaciones en el diseño del sistema.

En la caja de bornas de la rozadora se montaron los equipos de control necesarios, y a través de una de sus tapas se pasó el pasamuros/barrera de la antena, que quedaba de esta manera adosada al cuerpo de la máquina, dentro de un bloque de protección de material plástico.

En la galería se montó la caja de filtrado y la Unidad de Control, conectada ésta última con el cofre de maniobra del motor de roza.

Por las razones indicadas anteriormente no hubo posibilidad de efectuar las modificaciones requeridas en la hidráulica

de la propia máquina y en la del cabrestante, por lo que no se pudieron ejecutar las órdenes que dependían de estos sistemas.

Sin embargo el ensayo, realizado entre el 15 y el 20 de Noviembre de 1990, permitió comprobar el funcionamiento de todo el sistema de control, de forma que las órdenes emitidas por el rozador desde dentro del tajo con el emisor portátil de radio, eran recibidas correctamente en la Unidad de Control de la galería. Como comprobación, se arrancaba y paraba el motor de roza desde el tajo.

El resultado fue muy satisfactorio, aunque también aparecieron ciertos puntos susceptibles de mejorar, como por ejemplo la ergonomía del emisor portátil, y la colocación de los módulos de control en el interior de la rozadora.

## 5. CONCLUSIONES

### 5.1. Resultados obtenidos

Se ha desarrollado un sistema especialmente diseñado para el control de la maquinaria en los tajos mecanizados de capas verticales de carbón, que permite al rozador el mando total de todas las funciones de la máquina de arranque y sus equipos asociados (cabrestantes, ... etc.), desde una distancia prudencial de la rozadora, a través de un emisor de radio portátil. El sistema combina un enlace por radio entre el rozador y la máquina y otro en alta frecuencia por el cable de alimentación de la máquina entre ésta y la galería.

Una de las prestaciones principales del sistema es que no requiere cables adicionales por el taller, y que permite la utilización de los cables normalmente utilizados para la alimentación de la rozadora.

El sistema es adaptable a los tipos principales de máquinas que se utilizan en la minería española en este tipo de tajos, y para su implantación requiere una serie de modificaciones en los equipos, fundamentalmente en lo que se refiere a la hidráulica incorporada en la máquina, y la de su cabrestante de arranque.

La utilización de este tipo de sistema también resulta interesante en capas tumbadas muy estrechas, que presentan esen-

cialmente el mismo tipo de problema que las capas verticales en cuanto al mando de la maquinaria y las características de éstas, además de las funciones básicas de control a distancia de la maquinaria, la utilización de un microprocesador en la Unidad de Control situada en la galería abre un nuevo abanico de posibilidades en cuanto a funciones de control y regulación que ayuden a optimizar la operación de estas máquinas y saturar su capacidad productiva.

El sistema desarrollado se ha ensayado en dos minas, sobre una rozadora rusa K-103 en Antracitas Gaiztarro, y sobre una HU-1 en La Camocha.

## 5.2. Posibles mejoras y futuros desarrollos

En cuanto al diseño del sistema propiamente dicho, se ha observado la necesidad de adaptar las características de algunos de sus módulos al tipo de máquina en concreto a controlar, fundamentalmente por cuestiones de volumen y fijación mecánica. Esto hace que posiblemente la adaptación del sistema a otras máquinas requiera un cierto trabajo de desarrollo complementario, que en todo caso tampoco sería muy importante.

Un detalle observado durante los ensayos en mina ha sido el excesivo peso y volumen de la unidad portátil de radio. AITEMIN tiene previsto mejorar estos aspectos para las primeras instalaciones permanentes previstas.



Por otra parte, también se iniciarán en breve los trámites para la certificación del sistema en el Laboratorio Oficial Madariaga. En cuanto a futuros desarrollos que mejoren o complementen las prestaciones del sistema pueden apuntarse los siguientes:

- Desarrollo de un interface de hardware y software para la conexión de la Unidad de Control de galería a un sistema de transmisión y proceso de datos (por ejemplo un SISCO o equivalente), con objeto de permitir la monitorización de la máquina desde el exterior y el proceso automático de la información disponible.
- Integración de las comunicaciones habladas entre tajo y galería, por el mismo sistema de control (Este punto, no obstante, posiblemente requeriría una reforma en profundidad del sistema o una duplicación del mismo).

### 5.3. Extensión de los resultados

AITEMIN ha establecido contactos con diversas empresas mineras y fabricantes de equipos sobre temas relacionados con este proyecto, encontrándose una actitud muy positiva en cuanto al interés en la realización de instalaciones industriales del sistema desarrollado. Así, se está en conversaciones con La Camocha para implantar el sistema de manera permanente, y se ha conseguido un contrato con TAIM-TFG para la adaptación y montaje del sistema en la rozadora "Aterbi"

**AITEMIN**

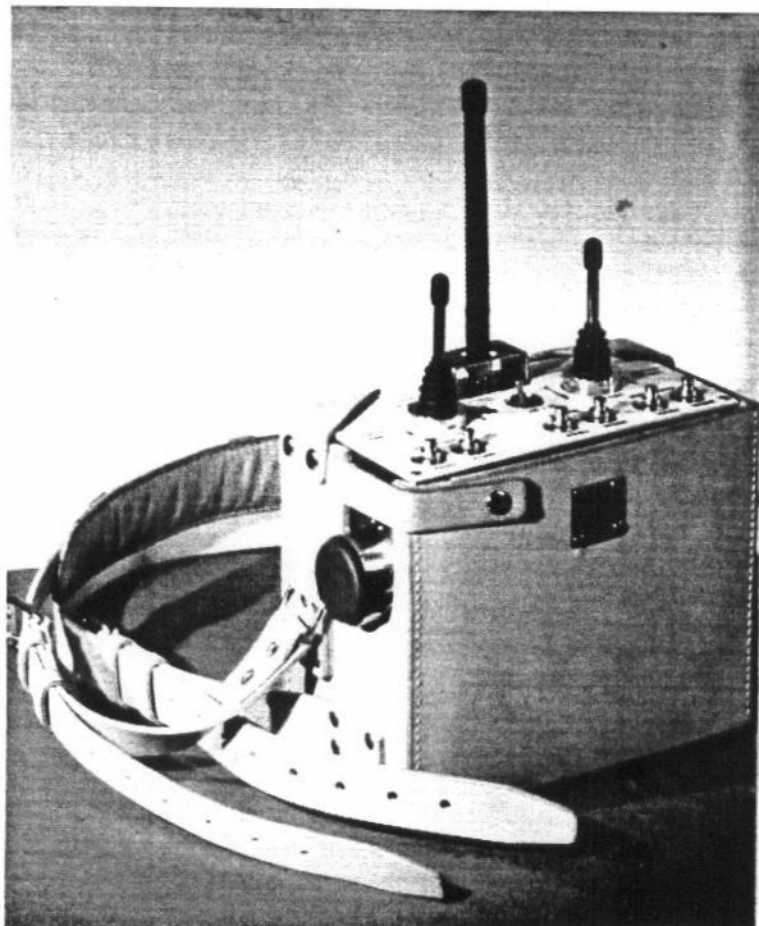
que dicha firma está construyendo. Se está analizando igualmente la posibilidad de utilizar el sistema desarrollado con el minador de TAIM.

Otro contacto que AITEMIN tiene previsto es HUNOSA, con objeto de estudiar las posibilidades de colaboración sobre este tema, dado que esta empresa ha ensayado con éxito un sistema de radio de Siemens que, aunque sólo ofrece una solución parcial al problema porque sólo permite subir y bajar los brazos de la rozadora, podría estudiarse la viabilidad de un sistema mixto utilizando componentes de ambos sistemas.

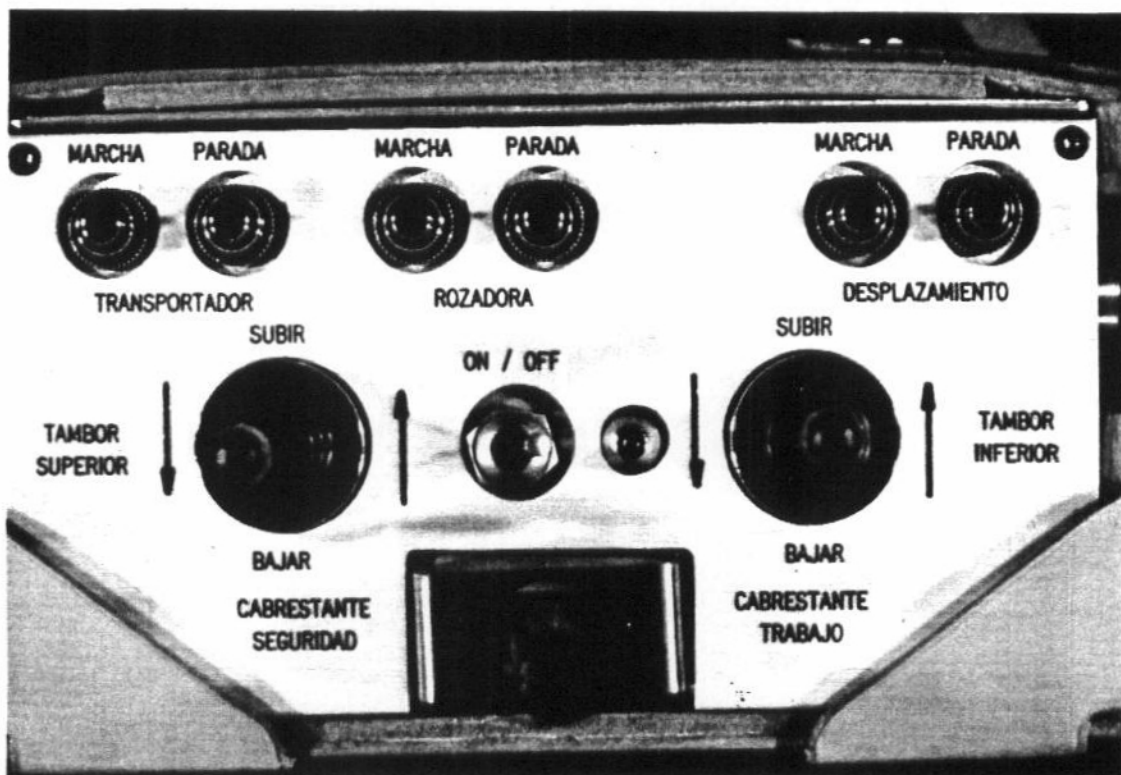
En cuanto a la fabricación e implantación industrial de nuevos equipos, y dado la importante cantidad de ingeniería específica que requiere cada caso concreto, AITEMIN tiene previsto llevar a cabo esa labor directamente, al menos en un estadio inicial. Si el número de instalaciones fuese creciendo, se estudiaría la posibilidad de ceder bajo licencia la fabricación del sistema.

Desde el punto de vista de la difusión de información, se ha presentado un artículo para las Jornadas sobre Explotación Mecanizada de Capas de Carbón Estrechas y en Pendiente, a celebrar en Oviedo los días 17 y 18 de Diciembre de 1990, organizadas por la ETSIMO y OCICARBON. El artículo está previsto que sea publicado también en la revista Canteras y Explotaciones.

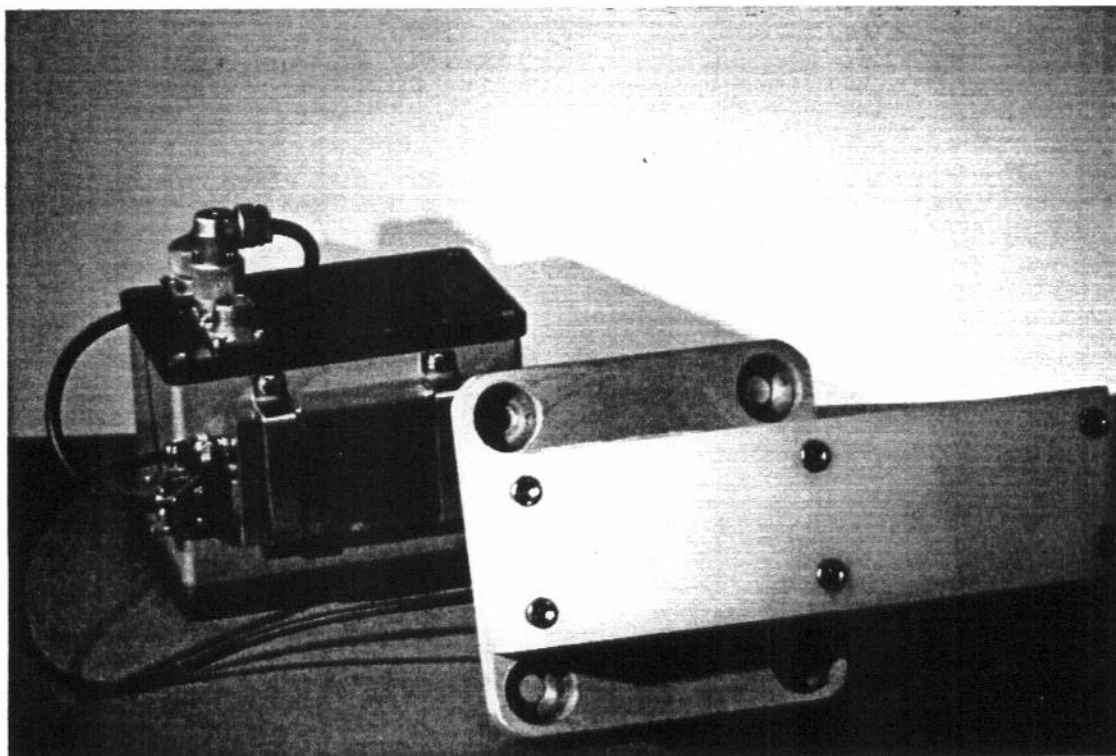
**ANEXO 1**  
**FOTOGRAFIAS**



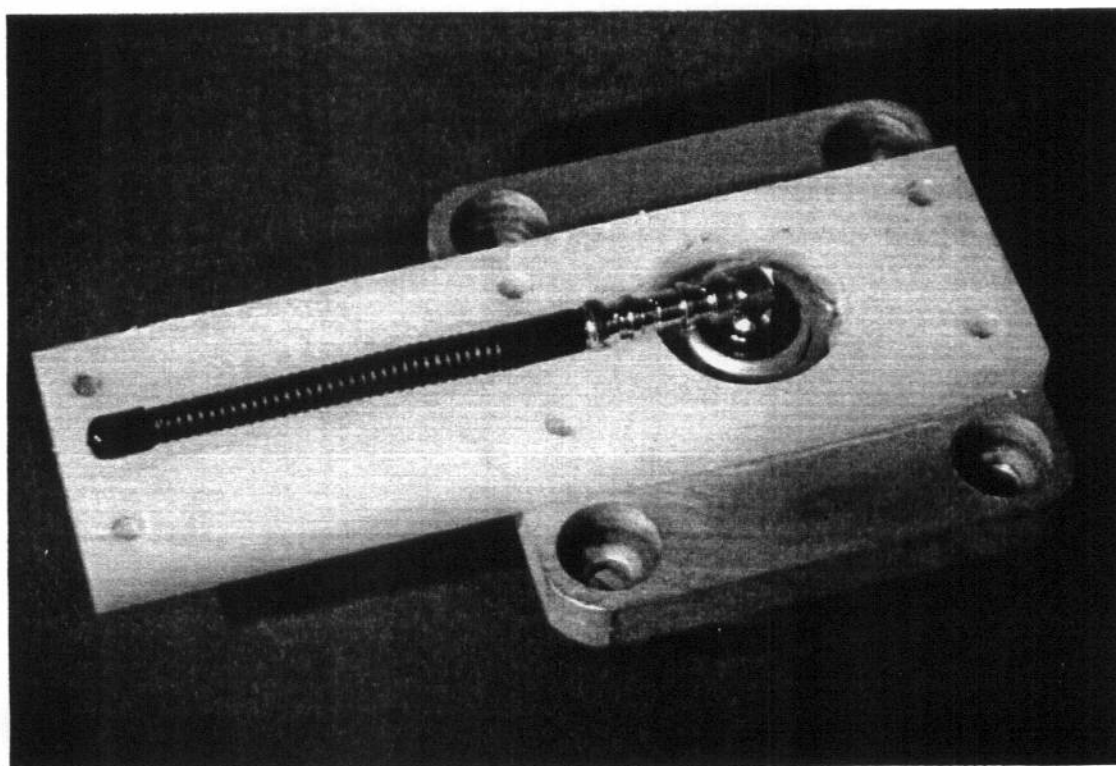
Fotog. 1. Unidad de mando portátil: Vista de conjunto



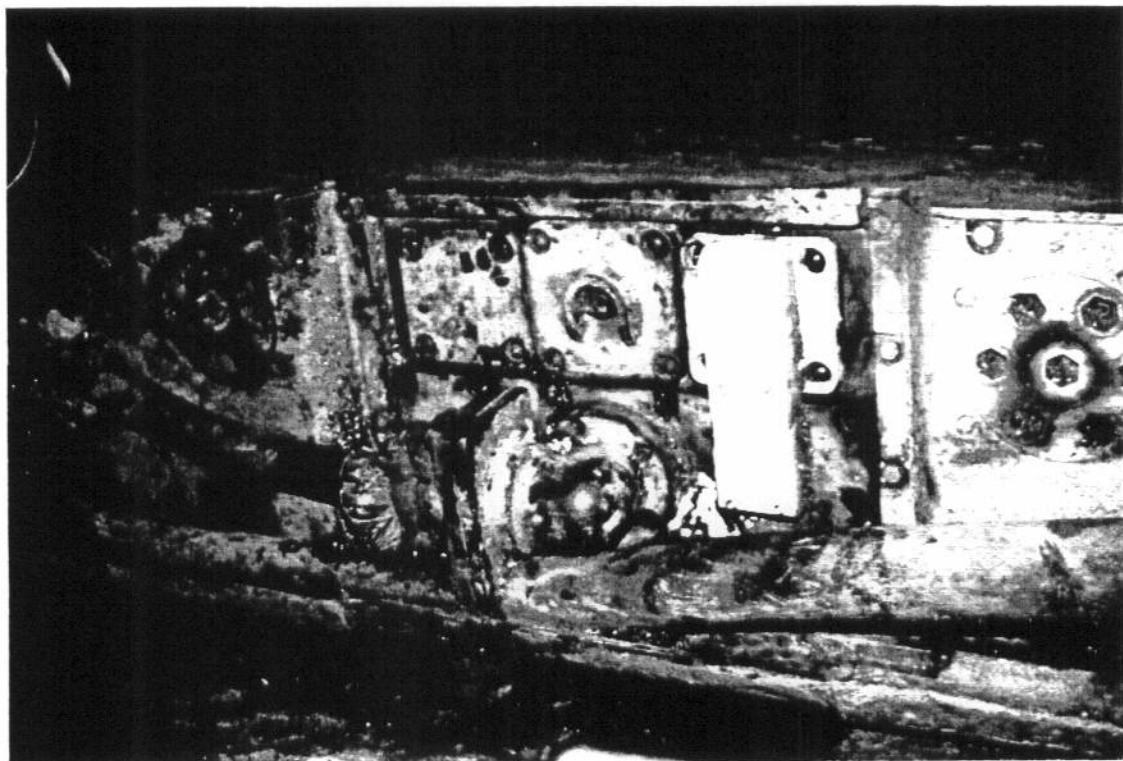
Fotog. 2. Unidad de mando portátil. Detalle de la botonera



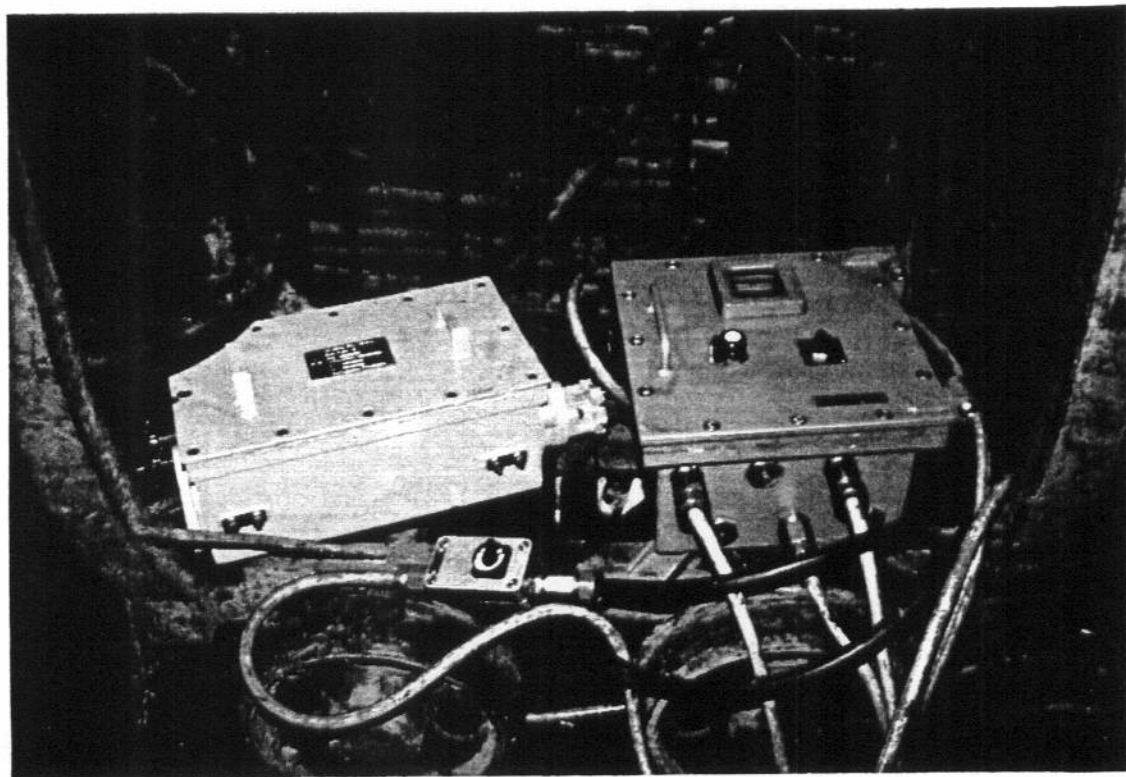
Fotog. 3. Unidad sobre máquina. Receptor de radio, Unidad transceptora y de relés y conjunto de antena



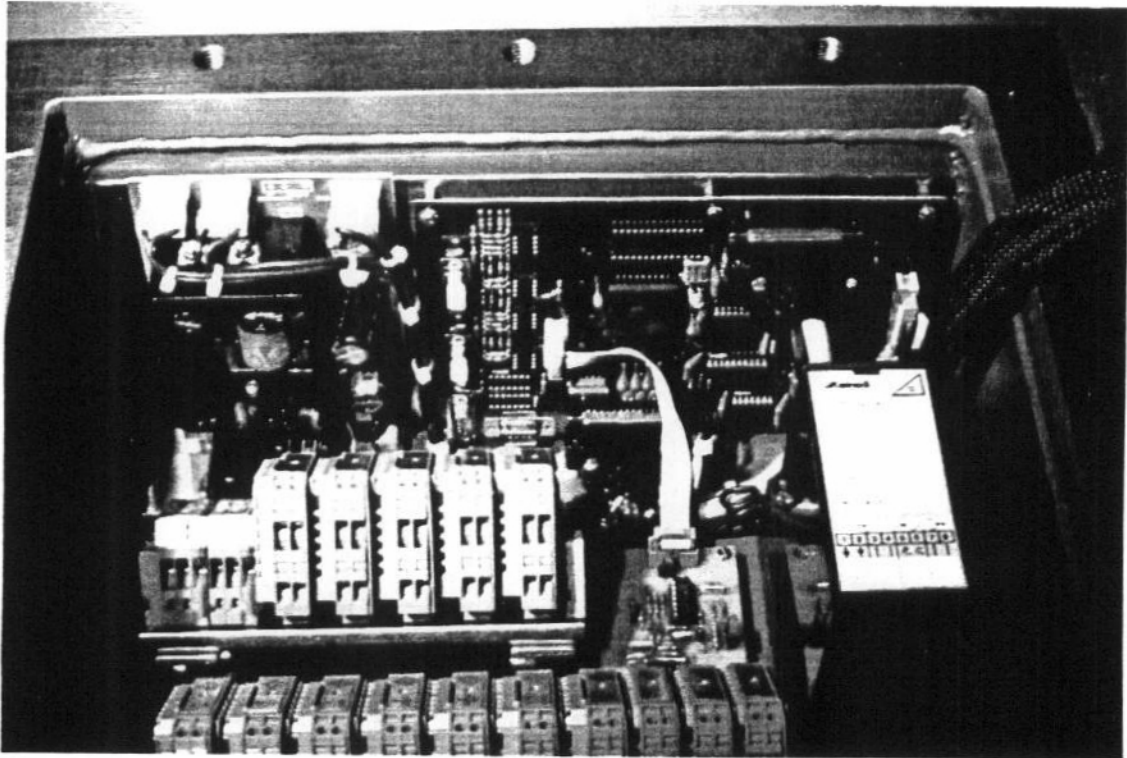
Fotog. 4. Unidad sobre máquina. Antena. Detalle del montaje interno



Fotog. 5. Unidad sobre máquina. Antena. Montaje en la rozadora



Fotog. 6. Equipos en galería. Vista de conjunto

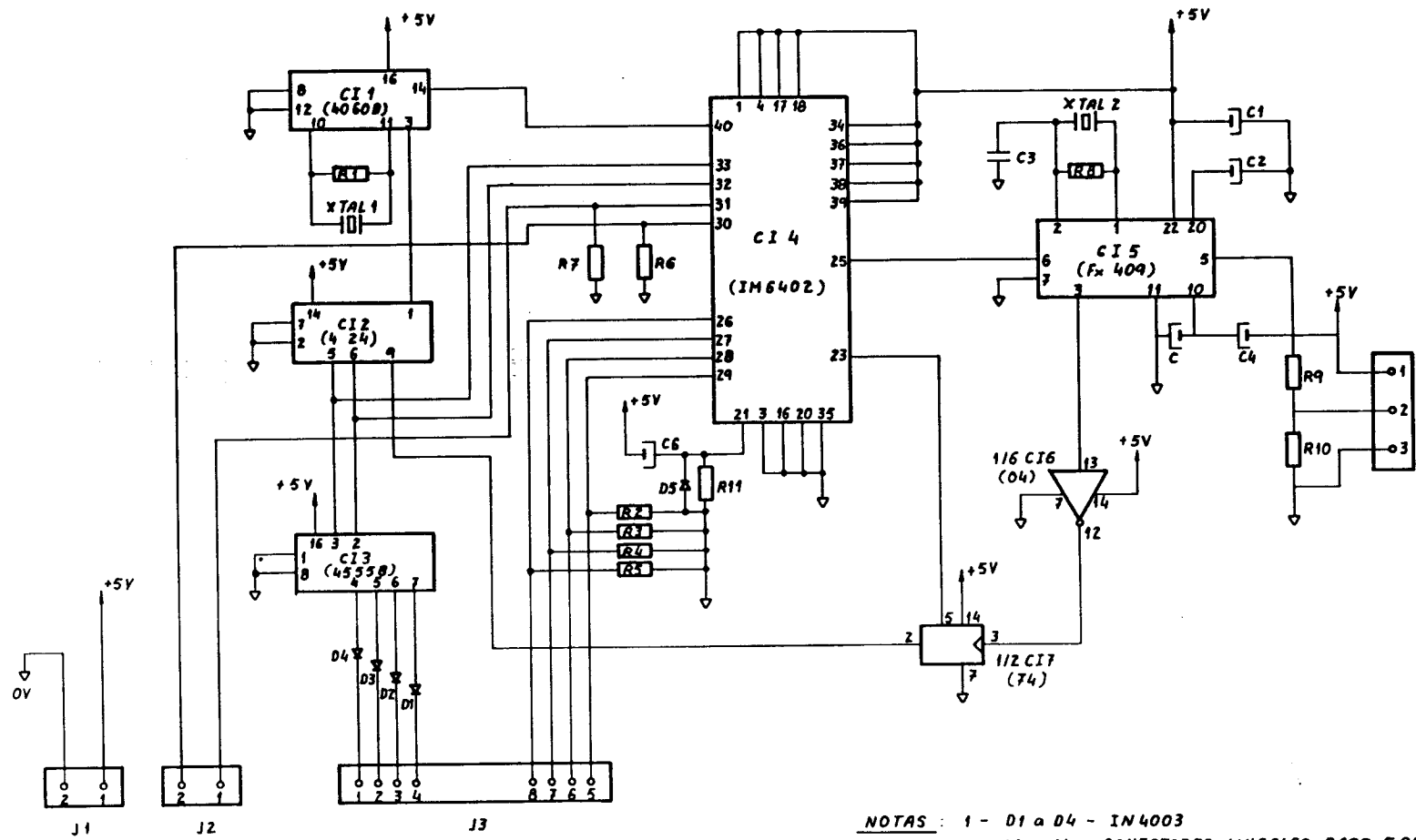


Fotog. 7. Equipos en galería: Unidad de control. Vista interior

**ANEXO 2**

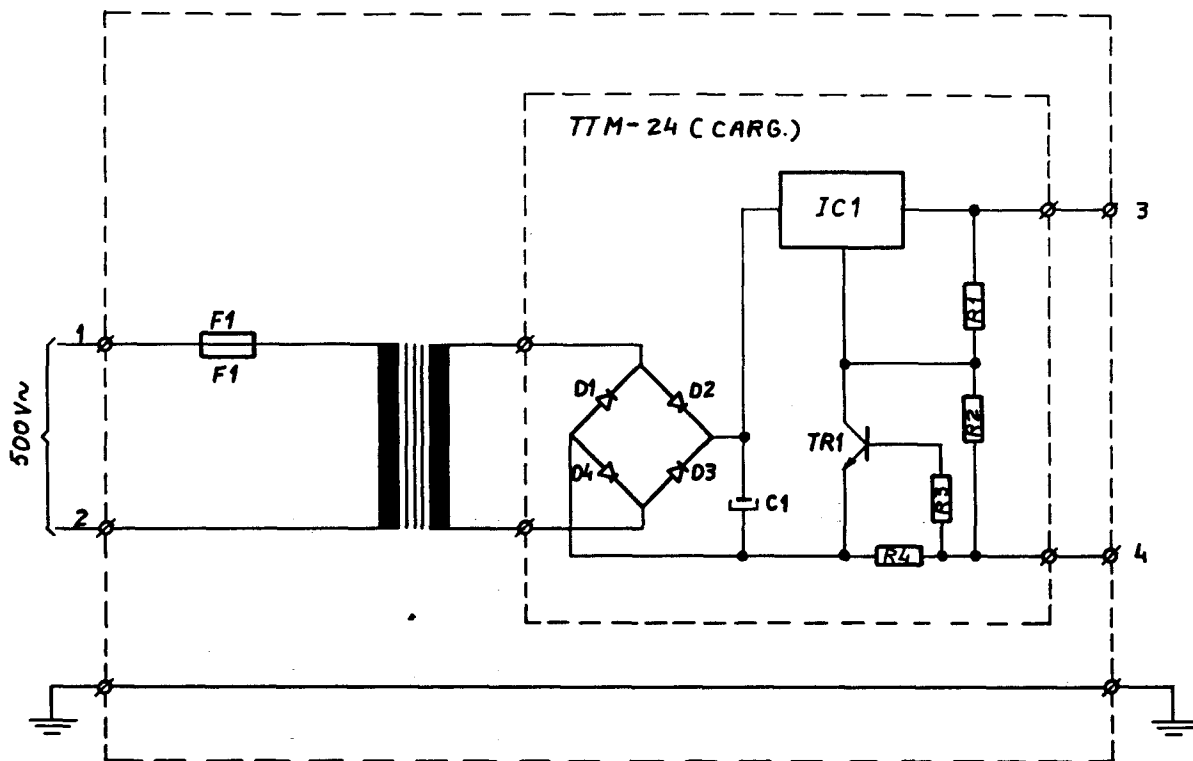
**PLANOS**





NOTAS : 1- D1 a D4 - IN4003  
 2- J1 a J4 - CONECTORES LINEALES PASO 5,08 (MOLEX)

	<b>Asociación de Investigación Tecnológica de Equipos Mineros</b>		Nº: 04.14 - 101
			HOJA: 1 de 2
		REVISIÓN: 2	
		FECHA: 19-12-90	
FORMATO: DIN-A3 ESCALA: DISEÑADO: DIBUJADO: J. MARIA TOLEDO REVISADO:	PROYECTO: MANDO POR RADIO PARA ROZADORA  <b>TARJETA CM-R-01 (Codificador)</b> Diagrama de Circuito.		



**Asociación de  
Investigación Tecnológica de Equipos Mineros**

Nº: 04.14 - 201

HOJA: 1 de 3

REVISION: 2

FECHA: 18-12-90

FORMATO:

DIN-A4

PROYECTO: MANDO POR RADIO PARA ROZADORA

ESCALA:

DISEÑADO:

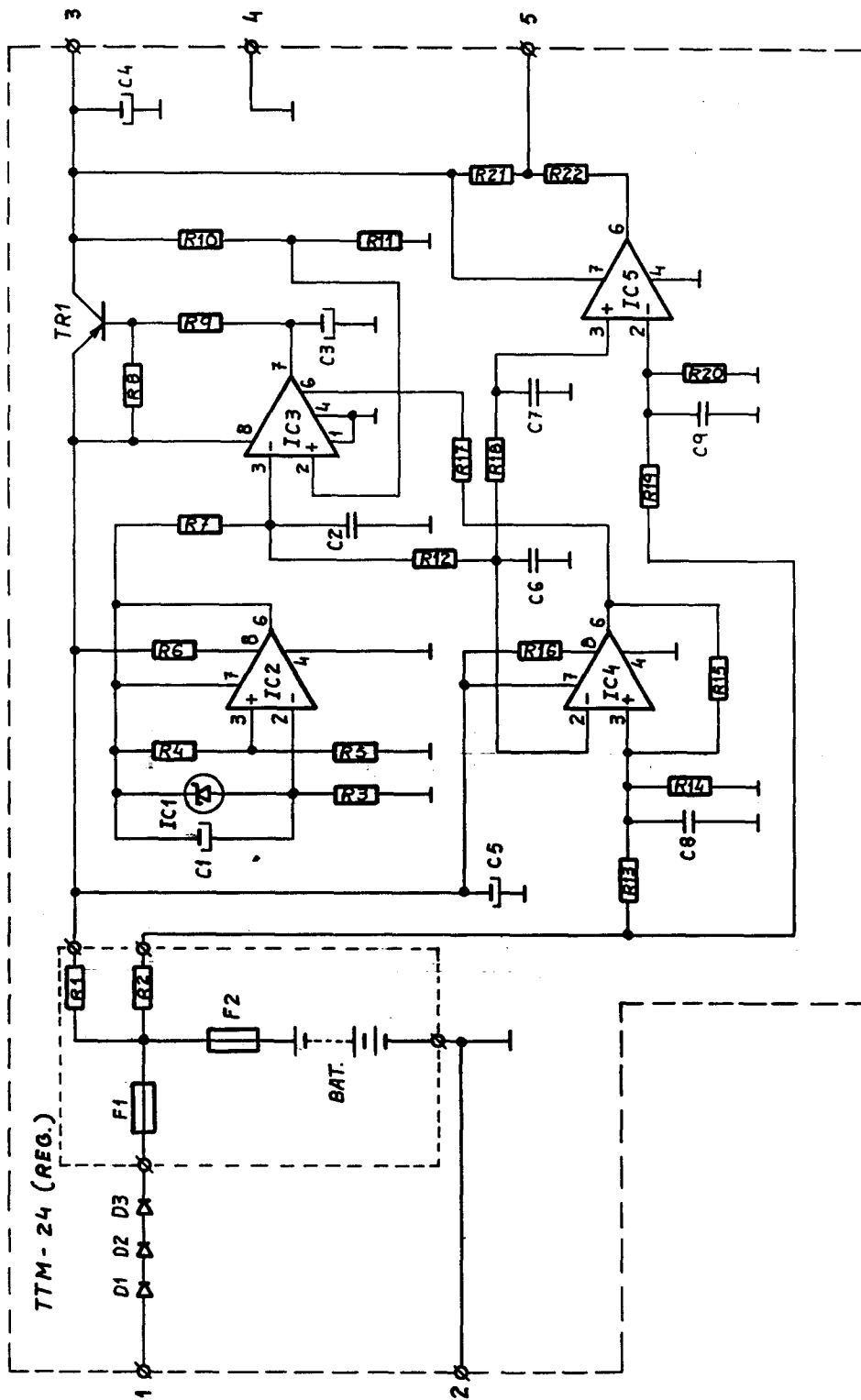
DIBUJADO:

REVISADO:

J. MARIA TOLEDO

Tarjeta TTM-24 (CARG.)

Diagrama de Circuito.



# Asociación de Investigación Tecnológica de Equipos Mineros

Nº: 04.14 - 202

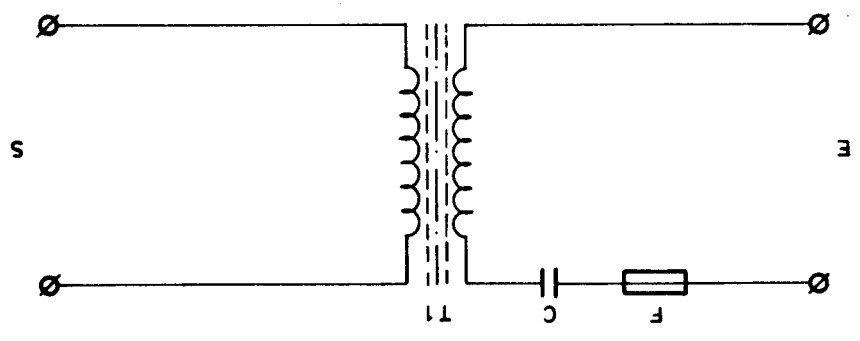
HOJA: 1 de 2

REVISION: 2

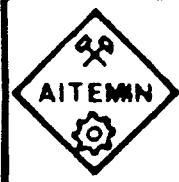
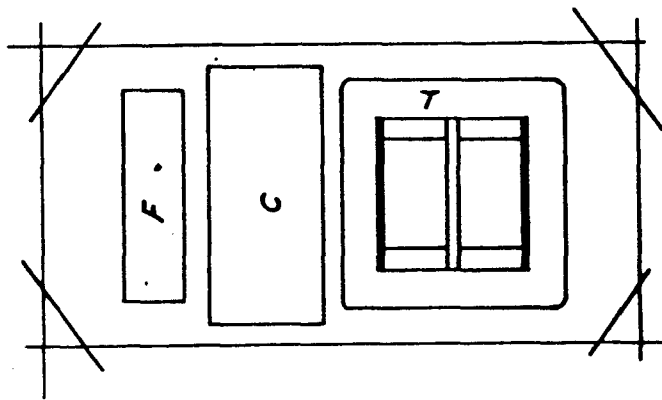
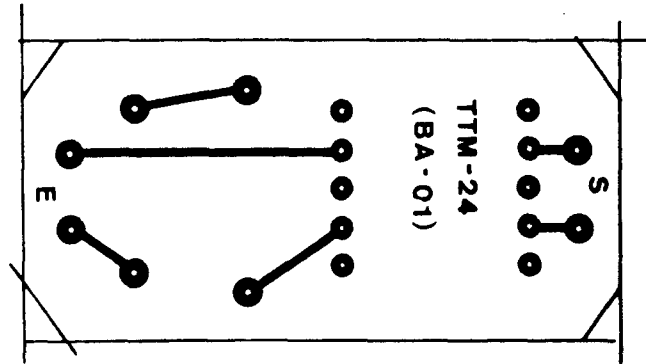
FECHA: 18-12-90

FORMATO:	DIN-A4	PROYECTO: MANDO POR RADIO PARA ROZADORA
ESCALA:		Tarjeta TTM-24 (REG.) Diagrama de Circuito.
DISEÑADO:		
DIBUJADO:	J. MARIA TOLEDO	
REVISADO:		

REVISADO: DISUJADO: J. MARIA TOLEDO DISEÑADO: ESCALA: FORMATO: DIN-A4		BARRERA TIM-24 - BA-01 Diagrama de Circuito.
PROYECTO: MANDO POR RADIO ROZADORA		
Asociação de Investigación Tecnológica de Equipos Menores		
Nº: 04.17-207		
HOJA: 1 de 2		
REVISION:		
FECHA: 18-12-90		



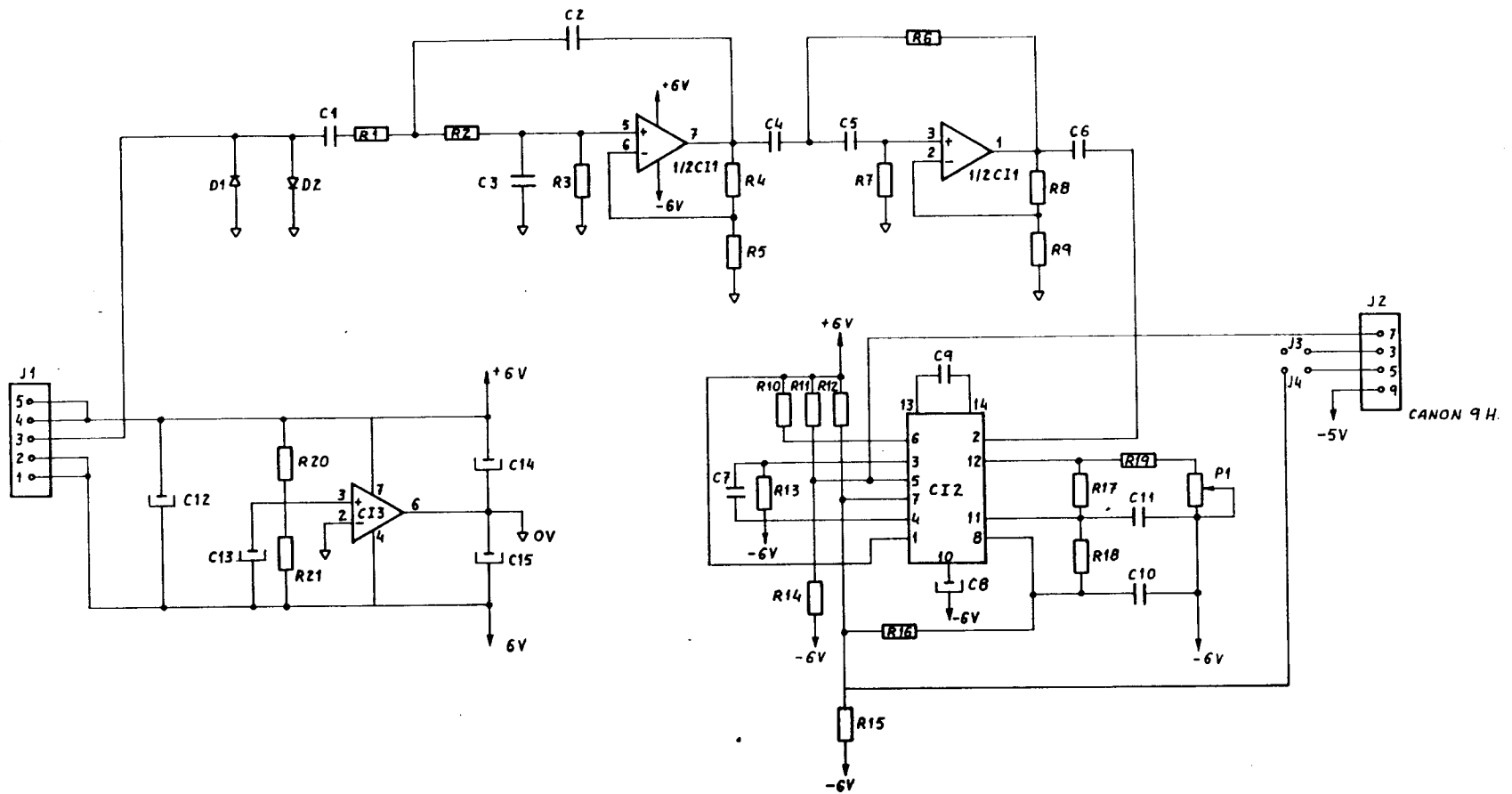
BARRERA TIM-24 - BA-01



**Asociación de Investigación Tecnológica de Equipos Mineros**

Nº: 04.14-207
HOJA: 2 de 2
REVISIÓN:
FECHA: 18-12-90

FORMATO:	DIN-A4	PROYECTO: MANDO POR RADIO ROZADORA
ESCALA:		BARRERA TTM-24-BA-01 Trazado y Posición de Componentes.
DISEÑADO:		
DIBUJADO:	J. MARIA TOLEDO	
REVISADO:		



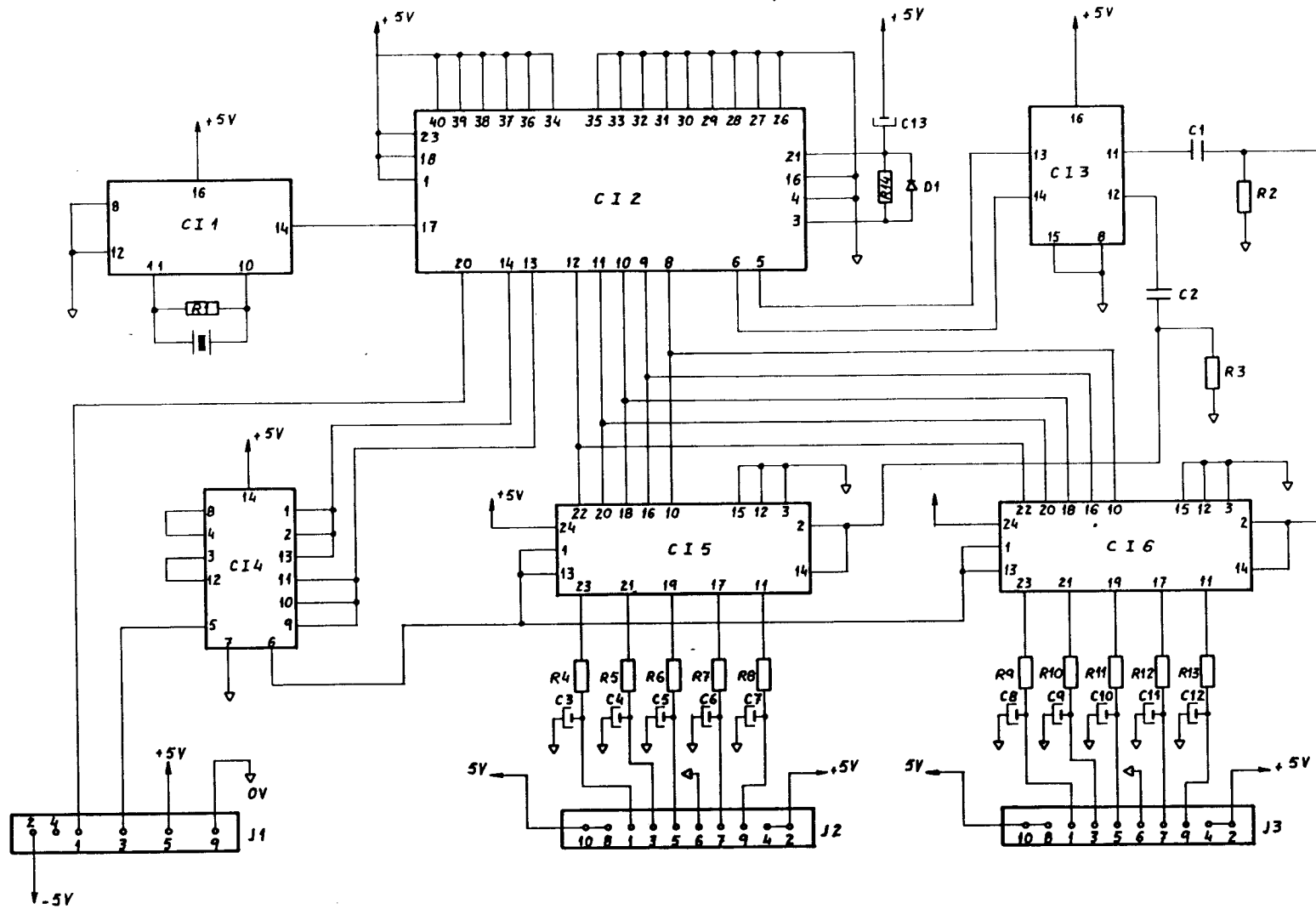
**Asociación de  
Investigación Tecnológica de Equipos Mineros**

Nº: 04.14-212  
HOJA: 1 de 2  
REVISIÓN:  
FECHA: 26-11-90

FORMATO: DIN-A3  
ESCALA:  
DISEÑADO:  
DIBUJADO: J. MARIA TOLEDO  
REVISADO:

PROYECTO: MANDO POR RADIO PARA ROZADORA

TARJETA DM-02  
Diagrama de Circuito

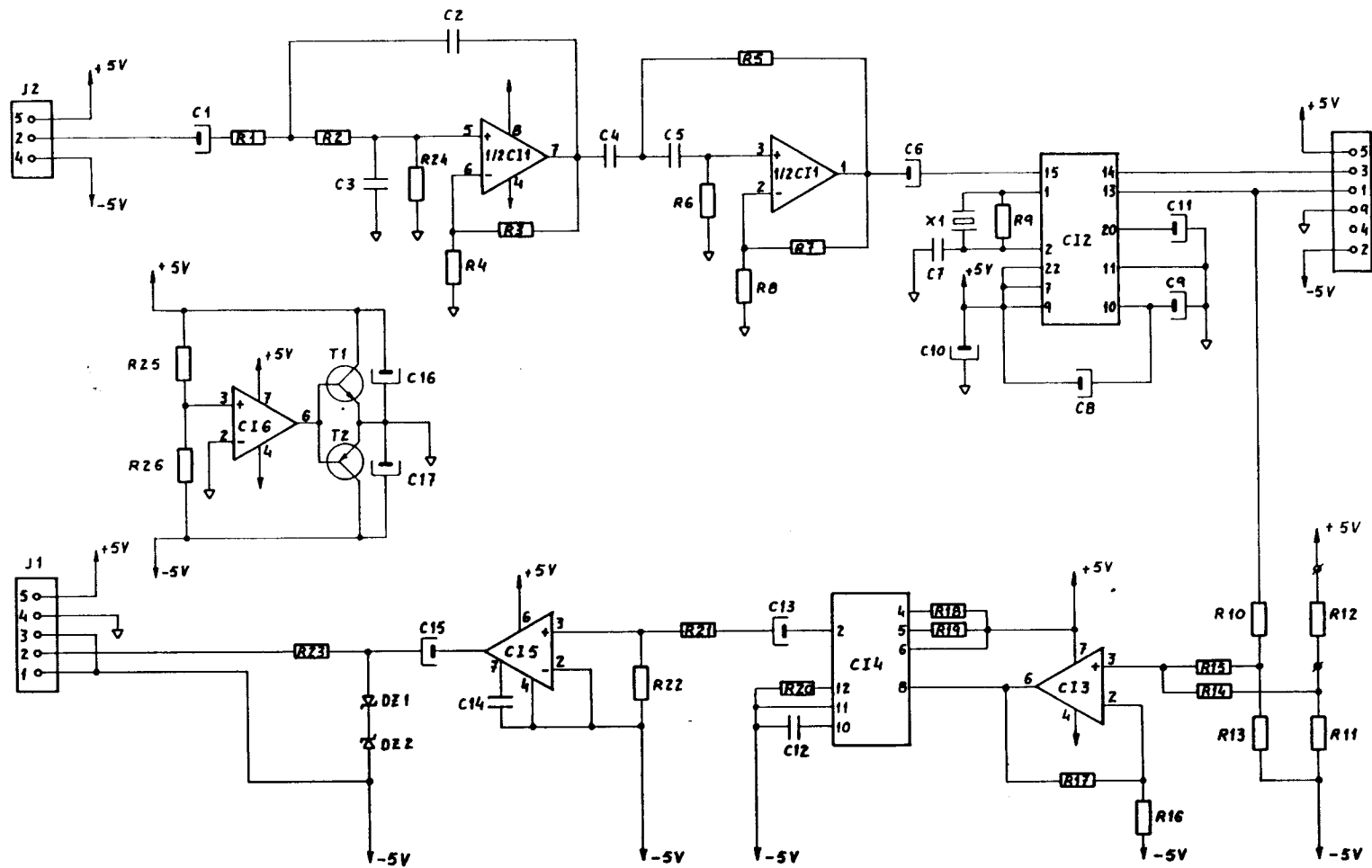


**Asociación de  
Investigación Tecnológica de Equipos Mineros**

Nº: 04.14-213  
HOJA: 1 de 2  
REVISIÓN:  
FECHA: 27-11-90

FORMATO:	DIN-A3	PROYECTO: MANDO POR RADIO PARA ROZADORA
ESCALA:	—	
DISEÑADO:		
DIBUJADO:	J. MARIA TOLEDO	
REVISADO:		

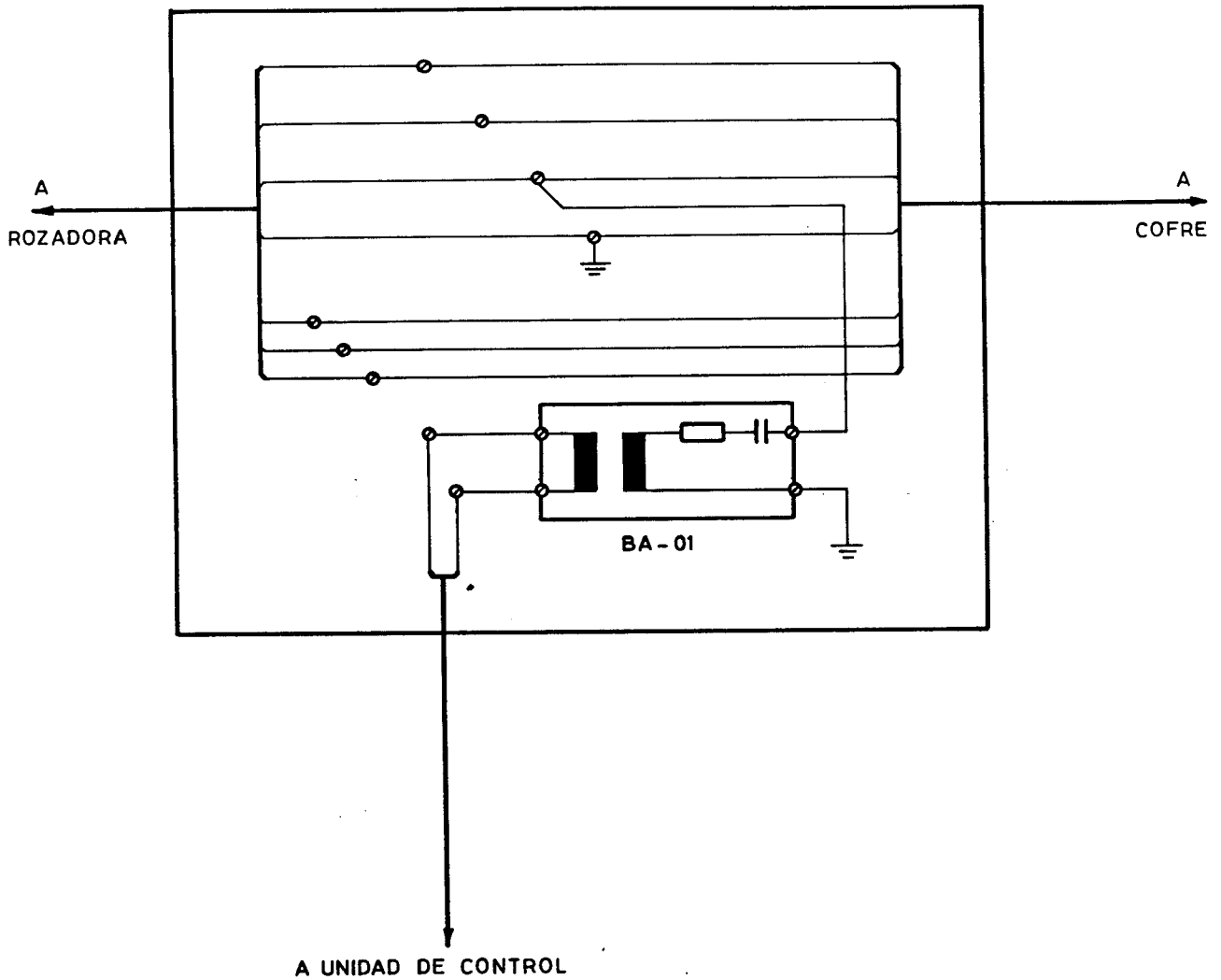
**TARJETA RTM-DC-02**  
Diagrama de Circuito (Decodificador)



	<b>Asociación de Investigación Tecnológica de Equipos Mineros</b>		Nº: 04.14 - 409
			HOJA: 1 de 2
		REVISIÓN:	
		FECHA: 28-11-90	
FORMATO:	DIN-A3	PROYECTO: MANDO POR RADIO PARA ROZADORA	
ESCALA:	—	<b>TARJETA RTM - DM-03</b> Diagrama de Cableado.	
DISEÑADO:			
DIBUJADO:	J. MARIA TOLEDO		
REVISADO:			



CAJA CDB - 1000



**Asociación de  
Investigación Tecnológica de Equipos Mineros**

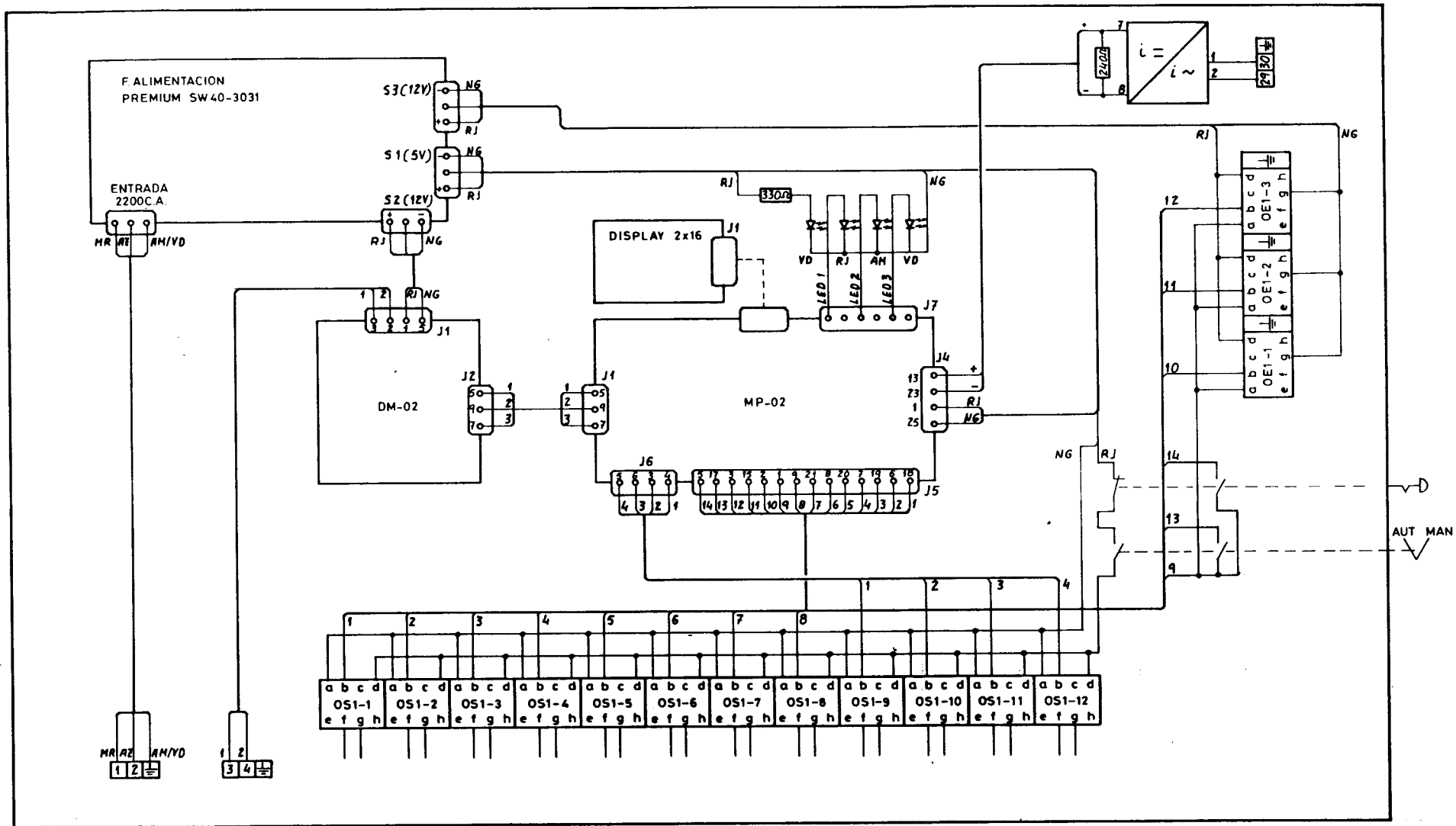
Nº : 04.14 - 410

HOJA: 1 de 1

REVISION:

FECHA: 17-12-90

FORMATO:	DIN - A4	PROYECTO: MANDO POR RADIO ROZADORA
ESCALA:	—	CAJA DE FILTRAJE Diagrama de Cableado.
DISEÑADO:		
DIBUJADO:	J. MARIA TOLEDO	
REVISADO:		



**Asociación de  
Investigación Tecnológica de Equipos Mineros**

Nº: 04.14-411

HOJA: 1 de 1

REVISION:

FECHA: 14-12-90

FORMATO:	DIN - A3	PROYECTO: MANDO POR RADIO ROZADORA
ESCALA:	---	
DISEÑADO:		
DIBUJADO:	J. MARIA TOLEDO	
REVISADO:		

**EQUIPO DE CONTROL EN GALERIA SUPERIOR.**

Diagrama de Conexiones.