



MANUAL TÉCNICO

PR-216 DCS

ÍNDICE:

1. APRESENTAÇÃO DO EQUIPAMENTO.....	4
1.1.- FUNÇÕES BÁSICAS E CARACTERÍSTICAS GERAIS.....	4
1.1.1.- FUNÇÕES BÁSICAS.....	4
1.1.2.- FUNÇÕES DE SINALIZAÇÃO DIGITAL (5 TONS).....	5
1.1.3.- CONFIGURAÇÕES.....	6
1.2.- NORMAS.....	6
1.3.- CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS.....	7
1.4.- CARACTERÍSTICAS MECÂNICAS.....	7
ANEXO I. CÓDIGOS CTCSS.....	8
ANEXO II. CÓDIGOS DCS.....	9
ANEXO III: FREQUÊNCIA DOS TONS CONFORME NORMA.....	10
2. DESCRIÇÃO DOS CIRCUITOS.....	11
2.1.- RÁDIO.....	11
2.1.1.- FILTRO DE HARMÔNICOS.....	12
2.1.2.- CIRCUITO DE ENTRADA.....	12
2.1.3.- MISTURADOR.....	13
2.1.4.- AMPLIFICADOR DE FI.....	13
2.1.5.- DEMODULADOR.....	14
2.1.6.- SINTETIZADOR (PLL).....	15
2.1.7.- OSCILADOR CONTROLADO POR TENSÃO (VCO RX/TX).....	16
2.1.8.- AMPLIFICADOR EXCITADOR DE TX.....	16
2.1.9.- ESTÁGIO FINAL DE TRANSMISSÃO.....	17
2.1.10.- CONTROLE DE POTÊNCIA.....	17
2.1.11.- ALIMENTAÇÃO.....	17
2.2.- CONTROLE.....	18
2.2.1.- MICROCONTROLADOR.....	19
2.2.2.- RESET.....	200
2.2.3.- EEPROM.....	200
2.2.4.- AMPLIFICADOR DE ÁUDIO.....	21
2.2.5.- SOMA DE SINAIS DE ÁUDIO.....	21
2.2.6.- PREAMPLIFICADOR DE MICROFONE.....	211
2.2.7.- PROCESSAMENTO DE TX.....	211
2.2.8.- SOMADOR DE MODULAÇÃO.....	211
2.2.9.- GERADOR DE SUBTONS.....	22
2.2.10.- GERADOR DE TONS-SINALIZAÇÃO DIGITAL/DTMF.....	222
2.2.11.- DETECTOR DE BATERIA FRACA.....	222
2.2.12.- ILUMINAÇÃO DO DISPLAY.....	222
2.3.- ENTRADAS/SAÍDAS.....	233
2.3.1.- CONECTOR DE PROGRAMAÇÃO.....	233

3. AJUSTES	24
3.1.- AJUSTE DE MÓDULOS.....	24
3.1.1.- MÓDULO FI.....	25
3.1.2.- MÓDULO VCO-PLL.....	25
3.1.3.- MÓDULO BF (baixa frequência).....	26
3.2.- AJUSTE COMPLETO DO EQUIPAMENTO.....	27
3.2.1.- PROGRAMAÇÃO.....	27
3.2.2.- AJUSTE DE RECEPÇÃO.....	28
3.2.2.1.- Ajuste do nível de portadora	28
3.2.3.- AJUSTE DE TRANSMISSÃO.....	28
3.2.3.1.- Ajuste do nível de modulação.....	28
3.2.3.2.- Ajuste de modulação de subtom.	28
3.2.3.3.- Ajuste de modulação DCS.....	28
3.2.3.4.- Ajuste de modulação -Sinalização Digital/DTMF.	29
3.2.3.5.- Ajuste de potência baixa/alta.....	29
3.3.- TABELAS DE AJUSTES.....	29
4. Esquemas Elétricos, Disposição de Componentes e Listas de Materiais.....	30

1.- APRESENTAÇÃO DO EQUIPAMENTO.

1.1.- FUNÇÕES BÁSICAS E CARACTERÍSTICAS GERAIS.

O equipamento TELTRONIC, modelo PR-216 DCS é um transceptor portátil para uso em comunicações profissionais no Serviço Móvel Terrestre - PMR (Private Mobile Radio).

O equipamento cobre diferentes faixas de frequências e canalizações em suas distintas configurações.

O controle central do equipamento é efetuado através de um microprocessador.

As funções são programáveis através de um software específico utilizando um microcomputador padrão IBM-PC compatível.

Utiliza sinalização digital (5 tons) e por sub-tons CTCSS e DCS.

1.1.1.- FUNÇÕES BÁSICAS.

- 100 canais
- Scanner de uma lista de até 10 canais juntamente com o canal selecionado pelo usuário.
- Canal prioritário.
- Subtons CTCSS e DCS (independente por canal).
- Potência alta/baixa por canal
- Limitação do tempo de transmissão (por canal).
- Inibição de TX na presença de portadora (por canal).
- Codificação e decodificação de tons.
- Abertura do silenciador, através de tecla, em canais abertos .
- Ativação manual do módulo opcional de scrambler (somente para F1).
- Ativação/desativação de avisos sonoros por teclado (somente para F1).
- Programável através de microcomputador IBM-PC.
- Geração de seqüências de tons variáveis pelo usuário (somente para F1).
- Geração de chamadas de grupo (somente para F1).
- Memória de recepção de chamadas; até 5 chamadas máx. (somente para F1).

1.1.2.- FUNÇÕES DE SINALIZAÇÃO DIGITAL.

O equipamento suporta as seguintes funções de sinalização digital:

- Normas CCIR, ZVEI, ZVEI-S, EEA.
- 4 (quatro) códigos de recepção de chamada individual.
- 1 código de TX (5 a 7 tons).
 - até 3 dígitos variáveis no código de TX (somente para F1).
- Declaração da seqüência do repetidor de 5 tons.
- Declaração de até 15 seqüências especiais de 5 tons para serem utilizadas como códigos por canal.
- Identificação por PTT (no início ou no final da transmissão).
- Processo automático de tomada do repetidor. Para os envios de chamada via tecla AUX ou tecla PTT. Se o canal estiver declarado com repetidor comandado por seqüência de tons, o equipamento gera a seqüência do repetidor previamente a geração das seqüências de chamada.
- Geração de tom de parada de scanner por canal.
- Temporizações:
 - Duração de cada tom.
 - Tempo do início de transmissão até a geração do primeiro tom.
 - Tempo entre seqüências.
 - Tempo do último tom até o corte da transmissão.
 - Tempo entre a seqüência de identificação e a de chamada.
 - Tempo de retardo do transponder.
- Possibilidade do envio de chamadas de grupo (somente para F1).
- Recepção de chamadas do tipo:
 - Normal individual.
 - Normal de grupo.
 - Urgente individual.
 - Urgente de grupo.
 - Interrogação.
 - Fechamento individual.
 - Fechamento de grupo.
 - Bloqueio.
 - Desbloqueio.
 - Desprogramação.
- Transponder de confirmação de recepção de chamada. Possibilidade de programar um segundo transponder por um canal diferente daquele que recebeu a chamada.
- Avisos sonoros à recepção de chamadas, específico para o tipo de chamada ou de duplo tom comum para todos os tipos de chamada.

- Seletividade aberta ou fechada programável por canal e modificável pelo usuário se dispor de permissão correspondente (este último somente para F1).
- Monitoração de seqüências de tons pertencentes à rede.
- Ordem de seqüências (tanto para recepção como para transmissão) de chamada configurável (Identificação + Destino ou Destino + Identificação).
- Memória de recepção de até 5 (cinco) chamadas.

1.1.3.- CONFIGURAÇÕES

- Faixas de Operação: D329X20
 - 138 - 156 MHz D329220
 - 145 - 174 MHz D329320
 - 400 - 420 MHz D329620
 - 410 - 430 MHz D329720
 - 440 - 460 MHz D329820
 - 450 - 470 MHz D329920
- Canalizações: D3290X3
 - 12,5 kHz D329013
 - 25 kHz D329023
- Painéis Frontais: O equipamento pode ser fornecido com dois painéis frontais: F1 ou F3. O painel F1 dispõe de mais funcionalidade seletiva. O painel F3 dispõe de uma maior robustez mecânica com uma menor funcionalidade seletiva.

1.2.- NORMAS

O equipamento atende as seguintes normas:

- NT001/89 e NT002/89 (de acordo com EIA 603).
- ETS 300 279, compatibilidade eletromagnética para equipamentos de rádio
- EN 60950, segurança em equipamentos de tratamento da informação.

1.3.- CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS.

- Gerais.

Tipo de modulação	freqüência
Transmissão.	através de tecla PTT
Impedância de antena:	50 Ohms

- Transmissor.

	138 - 174	400 - 470
Potência de saída.	5 W. Máx.	4. W. máx.
Estabilidade de freqüência.	± 3 ppm.	

- Receptor

Tipo de conversor	Super-heteródino de dupla conversão
Sensibilidade útil	0,25 μ V para 12 dB SINAD
Freqüência Intermediária	21,4 MHz / 455 kHz

1.4.- CARACTERÍSTICAS MECÂNICAS

- Chassi de alumínio injetado.
- Tampa frontal em policarbonato injetado e reforçado com 10% de fibra.
- Tampa traseira injetada em alumínio.
- Chassi e tampas com pintura metalizada cinza escuro.
- Dimensões com bateria de 7,2 V: 134 x 55 x 32 mm.
- Peso com antena e bateria de 7,2 V: 420 g.

Nota:

O equipamento é identificado com uma etiqueta na parte frontal e uma etiqueta de homologação na tampa traseira.

O manual do usuário é fornecido junto com o equipamento.

ANEXO I. CÓDIGOS CTCSS

FREQÜÊNCIA CTCSS (Hz)	FREQÜÊNCIA CTCSS (Hz)	FREQÜÊNCIA CTCSS (Hz)
67	123	225.7
71.9	127.3	233.6
74.4	131.8	241.8
77	136.5	250.3
79.7	141.3	69.4
82.5	146.2	159.8
85.4	151.4	165.5
88.5	156.7	171.3
91.5	162.2	177.3
94.8	167.9	183.5
97.4	173.8	189.9
100	179.9	196.6
103.5	186.2	199.5
107.2	192.8	206.5
110.9	203.5	229.1
114.8	210.5	254.1
118.8	218.1	259.1

ANEXO II. CÓDIGOS DCS

CODIGO	CODIGO	CODIGO
023	251	631
025	261	632
026	263	654
031	265	662
032	271	664
043	306	703
047	311	712
051	315	723
054	331	731
065	343	732
071	346	734
072	351	743
073	364	754
074	365	036
114	371	053
115	411	122
116	412	145
125	413	212
131	423	225
132	431	246
134	432	252
143	445	255
152	464	266
155	465	274
156	466	325
162	503	332
165	506	356
172	516	446
174	532	452
205	546	454
223	565	455
226	606	462
243	612	523
244	624	526
245	627	

ANEXO III: FREQUÊNCIA DOS TONS CONFORME NORMA

TOM	CCIR	ZVEI	ZVEI-S	EIA
0	1981	2400	2400	1981
1	1124	1060	1060	1124
2	1197	1160	1160	1197
3	1275	1270	1270	1275
4	1358	1400	1400	1358
5	1446	1530	1530	1446
6	1540	1670	1670	1540
7	1640	1830	1830	1640
8	1747	2000	2000	1747
9	1860	2200	2200	1860
A	2400	2800	886	1055
B	930	810	810	930
C	2247	970	740	2247
D	991	886	680	991
E	2110	2600	970	2110

2. DESCRIÇÃO DOS CIRCUITOS

Este capítulo descreve os circuitos do equipamento a partir dos esquemas elétricos e diagrama de blocos.

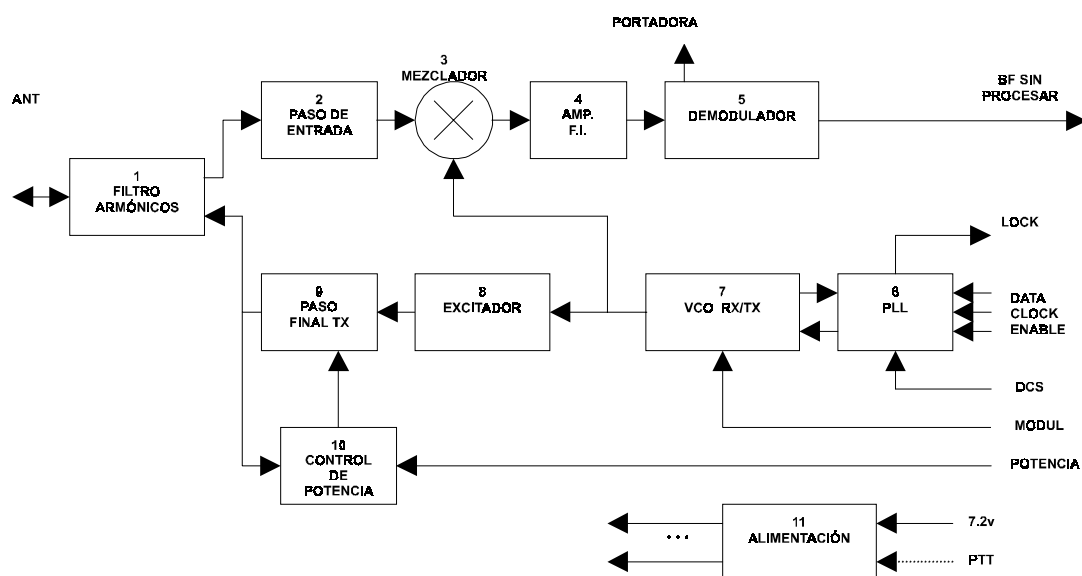
Os circuitos estão divididos em duas partes: rádio e controle. A primeira inclui todo o processamento de sinal da antena até os circuitos de áudio. A segunda inclui o processamento de áudio e os elementos de controle necessários para o controle de ambas as seções.

Este capítulo inclui, também, uma descrição dos pinos dos conectores, indicando sua correspondência no diagrama de blocos.

2.1.- RÁDIO.

O PR-216 é um equipamento semi-duplex sintetizado operando em FM. O receptor é do tipo super-heteródino de dupla conversão. Quanto ao transmissor, o sinal é produzido por síntese direta; na opção com DCS utiliza-se modulação em dois pontos (VCO e referência).

É apresentado, em seguida, o diagrama de blocos dos circuitos de rádio. Nas descrições posteriores serão apresentados, em detalhes, a função de cada um dos blocos.



2.1.1.- FILTRO DE HARMÔNICOS.

Este bloco tem como função:

1. Efetuar uma filtragem passa-baixa para eliminar os harmônicos do sinal de TX e contribuir para a filtragem do sinal em recepção.
2. Comutar o sinal de antena para os circuitos de RX ou TX.

A filtragem passa-baixa é efetuada através de um filtro passivo L-C tipo Chevyshev passa-baixa com frequência de corte ligeiramente superior à frequência de operação mais alta. Foi projetado com componentes que suportam as correntes e tensões da potência de saída do equipamento reduzindo a um nível inferior a -36 dBm todos os componentes harmônicos. Esse filtro passa-baixa é aplicado também ao sinal de RX, proporcionando uma seletividade adicional à do circuito de entrada.

A comutação de antena é efetuada através de dois diodos PIN e uma linha de $\frac{1}{4}$ de onda implementada com componentes discretos. Seu princípio de funcionamento é:

- RX: Não circula corrente pelos diodos, portanto, estão abertos. O sinal da antena não passa para o transmissor e a linha de $\frac{1}{4}$ de onda está em série com o caminho para o receptor. A amplitude deste sinal não é modificada.
- TX: Ambos os diodos estão em condução por estar ativada a tensão VTX. O sinal do estágio de RF é transmitido para a antena. A linha de $\frac{1}{4}$ de onda curtocircuitada no lado do circuito de entrada apresenta um circuito aberto do lado da antena, impedindo o caminho do sinal até o receptor.

2.1.2.- CIRCUITO DE ENTRADA.

Este bloco tem como finalidade:

1. Filtrar o sinal proveniente da comutação de antena a fim de eliminar os sinais que não pertençam a faixa de operação..
2. Amplificar o sinal com um dispositivo de baixo fator de ruído.

O circuito de entrada está configurado em três partes: uma secção de filtro passa-faixa, um amplificador de baixo ruído e uma segunda secção de filtro passa-faixa. O amplificador situa-se entre as duas secções para evitar, por um lado, sua saturação com sinais de outras frequências e por outro lado, para filtrar os harmônicos gerados na amplificação.

As secções do filtro passa-faixa estão constituídas por bobinas ajustáveis sintonizadas (filtros helicoidais no caso de UHF). Os filtros apresentam uma impedância de entrada e de saída de 50 Ohms.

A sintonia dos filtros é controlada por uma tensão contínua (T_ERROR) proveniente do PLL que polariza inversamente os diferentes varicaps dispostos em paralelo com as bobinas.

O amplificador é formado por um transistor MOSFET polarizado em um ponto de mínima intermodulação.

2.1.3.- MISTURADOR

Esta parte do circuito recebe os sinais provenientes do circuito de entrada e do oscilador local e proporciona a saída da frequência intermediária. É utilizado um transistor MOSFET.

Este transistor recebe em sua porta (gate) o sinal de entrada e no "source" o sinal proveniente do oscilador local, obtendo no "dreno" o sinal resultante da mistura de ambos os sinais.

A frequência intermediária utilizada é de 21,4 MHz.

2.1.4.- AMPLIFICADOR DE FI.

Este bloco possui dupla função:

1. obter grande amplificação do sinal de FI.
2. Conseguir boa parte da seletividade frente ao canal adjacente.

A amplificação é obtida mediante dois transistores bipolares conectados em cascata, com ganho em torno de 20 dB. O fato de amplificar muito o sinal de FI garante que a sensibilidade do equipamento estará unicamente condicionada pelo fator de ruído do circuito de entrada e do misturador e não pelo ganho na rede de RX.

A seletividade frente ao canal adjacente é obtida por meio de filtros a cristal antes da amplificação.

A primeira secção passa-faixa consta de um par de cristais formando um filtro de 4 polos, com as seguintes características:

	CANALIZAÇÃO	
	12.5 kHz	20 k / 25 kHz
Frequência central	21.4 MHz	21.4 MHz
largura de faixa a 3dB	± 3.75 kHz	± 7.5 kHz
Atenuação	30 dB a ± 12.5 kHz	35 dB a ± 25 kHz
Perdas por inserção	4 dB	4 dB

2.1.5.- DEMODULADOR

O demodulador recebe o sinal de FI amplificado proporcionando em sua saída o sinal em banda base. Reúne várias funções:

1. Geração do 2º oscilador local.
2. Misturador para obtenção da 2ª FI.
3. Filtro da 2ª FI.
4. Amplificação da 2ª FI.
5. Detecção do sinal de banda base.
6. Geração do sinal lógico de portadora.
7. Medidor do nível de portadora.

Esta funcionalidade é obtida através de um circuito integrado específico e componentes externos.

1. O 2º oscilador local é formado mediante um inversor interno, um cristal externo de 3º. overtone e componentes externos.
2. O misturador está incorporado totalmente no circuito integrado. Recebe o sinal de 21.4 MHz do amplificador de FI combinando-o com o 2º oscilador local (21,855 MHz) para se obter a 2ª FI (455 kHz).
3. O filtro de 2ª FI é formado com um filtro ressonante cerâmico de 6 polos. Depende da canalização. Suas características são:

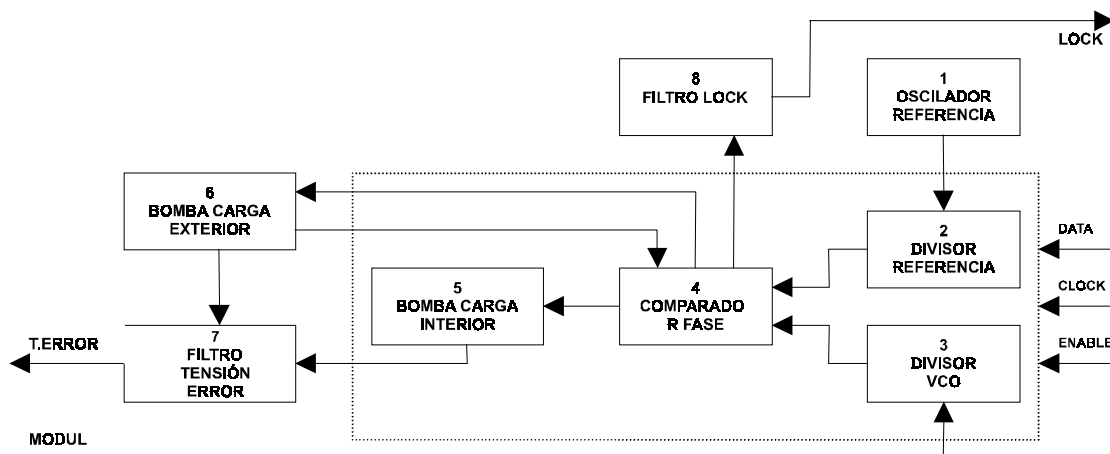
	CANALIZAÇÃO	
	12.5 kHz	20 k / 25 kHz
Frequência central	455 kHz	455 kHz
Largura de faixa a 6dB	± 4.5 kHz	± 7.5 kHz
Atenuação	35 dB a ± 10 kHz	35 dB a ± 15 kHz
Perdas por inserção	6 dB	6 dB

Através deste circuito é obtida a seletividade necessária frente ao canal adjacente.

4. O amplificador de 2ª FI é totalmente integrado.
5. O detector necessita de uma rede de de-ênfase externa composta por um capacitor e um ressonador cerâmico. Esta secção transforma as variações de frequência em variações de amplitude obtendo-se, assim, o sinal demodulado. A este sinal é aplicado posteriormente uma filtragem, amplificando-o com o objetivo de se obter um de-ênfase de 6dB/oitava para compensar a pré-ênfase de transmissão (linha BF SEM PROCESS.).
6. O sinal demodulado é aplicado a um filtro passa-faixa com frequência central de 8 kHz, constituído por um amplificador operacional interno e componentes associados. A finalidade deste filtro é de selecionar e amplificar o ruído no canal. A saída é retificada e integrada para se obter uma tensão contínua proporcional ao ruído. Esta tensão é aplicada a um comparador interno (com histerese regulável) que fornece um nível zero na saída de portadora quando a tensão de ruído ultrapassar um certo nível.. Este nível de detecção de portadora é controlado mediante um trimpot que regula a quantidade de sinal aplicado ao filtro passa-faixa. A detecção de portadora (linha PORTADORA) é também utilizada para o silenciamento do receptor.
7. O circuito integrado inclui uma saída analógica cuja tensão é proporcional ao nível do sinal recebido (linha NIVEL PORTADORA).

2.1.6.- SINTETIZADOR (PLL).

A finalidade desta parte do circuito é de comandar o VCO para conseguir a oscilação na frequência definida pelo microcontrolador (através das linhas DATA, ENABLE e CLOCK). O elemento chave é um circuito integrado que desempenha boa parte das funções necessárias. A seguir, é apresentado um diagrama de blocos do PLL, no qual é visualizada uma linha pontilhada indicando a parte pertencente ao CI.



1. **Oscilador de referência:** Gera um sinal com frequência precisa e estável, utilizada como padrão para sintetizar as frequências de recepção e de transmissão. Consta de um oscilador a cristal com transistor bipolar, um circuito de compensação térmica e uma entrada de modulação.

O oscilador utiliza como circuito ressonante um cristal de precisão (3 ppm) em série com uma capacidade composta por um capacitor variável para ajuste da frequência e um varicap no qual se aplica a tensão de modulação (opção DCS -ADCS).

2. **Divisor de referência:** É um divisor programável que converte a frequência de referência na frequência de comparação. A programação é efetuada pelo microcontrolador via serial mediante as linhas de dados (DATA), clock (CLOCK) e habilitação (ENABLE).
3. **Divisor VCO:** Consta de um divisor programável precedido de um prescaler. A programação é efetuada de igual modo através do microcontrolador. Quando a frequência do VCO for a correta, a saída do divisor terá a frequência de comparação. A frequência a sintetizar deverá ser múltiplo da frequência de comparação.
4. **Comparador de fase:** Sua função é de comparar os sinais provenientes dos divisores e proporcionar um sinal de erro em sua saída proporcional a diferença de fase entre ambos. Este sinal é aplicado através do circuito de carga e do filtro ao VCO para corrigir sua frequência até que a diferença de fase (e portanto, de frequência) entre os sinais dos divisores for zero. Nestas condições, o comparador proporciona um sinal lógico que indica que o PLL está sintetizando (LOCK).
5. **Circuito de carga interno:** Transforma o sinal de erro do comparador de fase em pulsos de corrente positivos ou negativos que são aplicados ao filtro de tensão de erro.
6. **Circuito de carga externa:** Este circuito de carga é utilizado para acelerar o processo de mudança de frequência de sintetização, já que unicamente com o circuito de carga interno não se consegue transições rápidas de canal. Sua saída é, também, aplicada ao filtro de tensão de erro.

7. **Filtro da tensão de erro:** Consta de uma rede passiva de avanço–retardo e de uma rede R-C passa-baixa para fornecer uma atenuação adicional a frequência de comparação. Os valores do filtro condicionam a dinâmica da mudança de frequência. Ao utilizar o sistema de dupla modulação, a resposta de frequência de modulação não depende da frequência de corte do filtro, podendo-se usar um valor ótimo para maior rapidez de mudança. Isto elimina a necessidade da utilização de um circuito auxiliar de comutação. A saída deste bloco (T.ERROR) é aplicado ao VCO.
8. **Filtro do sinal de LOCK:** O sinal lógico produzido pelo comparador de fase possui pulsos espúrios filtrados por este circuito, produzindo um sinal limpo para o microcontrolador (LOCK DET). Este sinal indica, com nível alto, que o PLL está sintetizando.

2.1.7.- OSCILADOR CONTROLADO POR TENSÃO (VCO RX/TX).

Este bloco estabelece os sinais do oscilador local (OL) em recepção e de TX em transmissão.

É formado por um oscilador que funciona de forma distinta para recepção e para transmissão.

A ativação do oscilador no modo de transmissão ou de recepção é efetuado variando a capacidade do oscilador em recepção com relação a do oscilador em transmissão.

O oscilador em modo RX é uma variante do tipo Colpitts. Possui em seu circuito ressonante um diodo varicap inversamente polarizado pela tensão de erro do PLL. Deste modo, quando a tensão de erro aumentar, a capacidade do varicap diminui, aumentando a frequência de oscilação do sistema. A tensão VRX polariza um diodo que habilitará capacidades que não estão presentes no oscilador em transmissão.

O oscilador em modo TX é similar ao de RX. Diferencia-se na faixa de frequências e na inclusão de uma capacidade auxiliar formada por um capacitor em série com um varicap. Sobre este varicap é aplicada a tensão de modulação (MODUL), traduzindo, assim, as variações de tensão em variações de frequência (FM).

Uma amostra do sinal do oscilador é aplicada como realimentação ao PLL.

A saída do oscilador é aplicada a um amplificador separador e sua saída, ao amplificador do Oscilador local em RX e ao amplificador excitador, em TX. É utilizado, como elemento ativo, um transistor bipolar.

Este módulo possui uma blindagem própria, com o objetivo de manter uma pureza espectral em sua saída.

2.1.8.- AMPLIFICADOR EXCITADOR DE TX.

Sua finalidade é de aumentar o nível do sinal produzido pelo VCO até o valor necessário para excitar o estágio final.

Consta de dois transistores bipolares conectados em cascata ligeiramente sintonizados na faixa de operação. Os transistores trabalham em classe A uma vez que o nível de potência não é muito elevado.

As alimentações de parte destes transistores a VTX e VTX_LOCK, permitem sua conexão e desconexão em tempo diferente à do estágio final. Esta condição é utilizada para melhorar o comportamento do equipamento nos transitórios de ativação da transmissão e retorno à recepção.

2.1.9.- ESTÁGIO FINAL DE TRANSMISSÃO.

Este bloco recebe o sinal do excitador, elevando seu nível até o valor requerido para a saída.

A configuração depende da faixa de operação do equipamento.

FAIXA DE UHF

É utilizado para esta função um módulo de potência integrado. Possui internamente duas etapas de amplificação em classe C com alimentações independentes. A última é alimentada com a tensão direta da bateria para evitar a comutação elevada de corrente. A alimentação da primeira etapa é efetuada pelo módulo de controle de potência; variando sua tensão varia-se a potência de saída.

FAIXA DE VHF

Nesta faixa são utilizados dois transistores bipolares em cascata como elemento amplificador de potência. Ambos os transistores estão polarizados em classe C para um bom rendimento. Estas etapas são alimentadas diretamente pela tensão da bateria.

Da saída é retirada uma amostra da tensão de RF. Esta amostra é retificada mediante um diodo Schottky e filtrada obtendo-se uma tensão contínua cujo valor aumenta ao se incrementar a potência. Este sinal é aplicado ao controle de potência.

2.1.10.- CONTROLE DE POTÊNCIA.

O equipamento possui um circuito de controle de potência que é ativado por programação.

Possibilita duas formas de trabalho em transmissão, de acordo com a programação: "potência alta" ou "potência baixa". Esta programação é independente para cada canal.

Se foi programado com "potência alta", o controle de potência não estará ativado. Nesta condição o equipamento fornecerá a máxima potência.

Se foi programado "potência baixa", passará a funcionar o controle de potência. O nível de potência que o equipamento fornecerá será ajustado através de um trimpot.

O controle de potência gerará uma tensão contínua em função da qual se emitirá mais ou menos potência. Em VHF, esta tensão contínua será VTX_REG sendo aplicada aos transistores que compõe o excitador. Em UHF esta tensão continua alimentará a primeira etapa de amplificação do módulo de potência.

2.1.11.- ALIMENTAÇÃO.

O equipamento PR-216 é alimentado com baterias de 7,2 V com negativo a massa. O modelo PR-216 em VHF pode também ser alimentado com baterias de 9,6 V.

Um circuito constituído por um fusível rápido protege o equipamento contra possíveis curto-circuitos que poderiam danificar o equipamento e sua bateria.

A tensão de 7,2 V comutada alimenta o circuito regulador de tensão que gera o sinal de +5V para os amplificadores de áudio, ao circuito de reset e ao circuito de avisos sonoros.

O circuito de comutação transmissão-recepção proporciona, a partir da tensão de 7,2 V comutada, toda a gama de tensões necessárias para o correto funcionamento do transceptor, tanto em transmissão como em recepção.

Estas tensões são:

VTX lock: 7 V aprox. para alimentar os coletores dos transistores driver de RF, assim como o circuito de controle de potência.

Será ativada exclusivamente se o PTT for pressionado e o VCO travado na frequência exata programada.

VTX: 5 V aprox. em transmissão, 0 V em recepção. Alimenta o circuito de comutação de antena, as bases dos amplificadores de RF, o circuito do modulador, assim como o circuito amplificador de microfone.

VRX: 5 V aprox. em recepção, 0 V em transmissão. Alimenta toda a etapa de RF e FI em recepção.

5 VE: Tensão de modo econômico: 5 V aprox. em recepção e em transmissão.

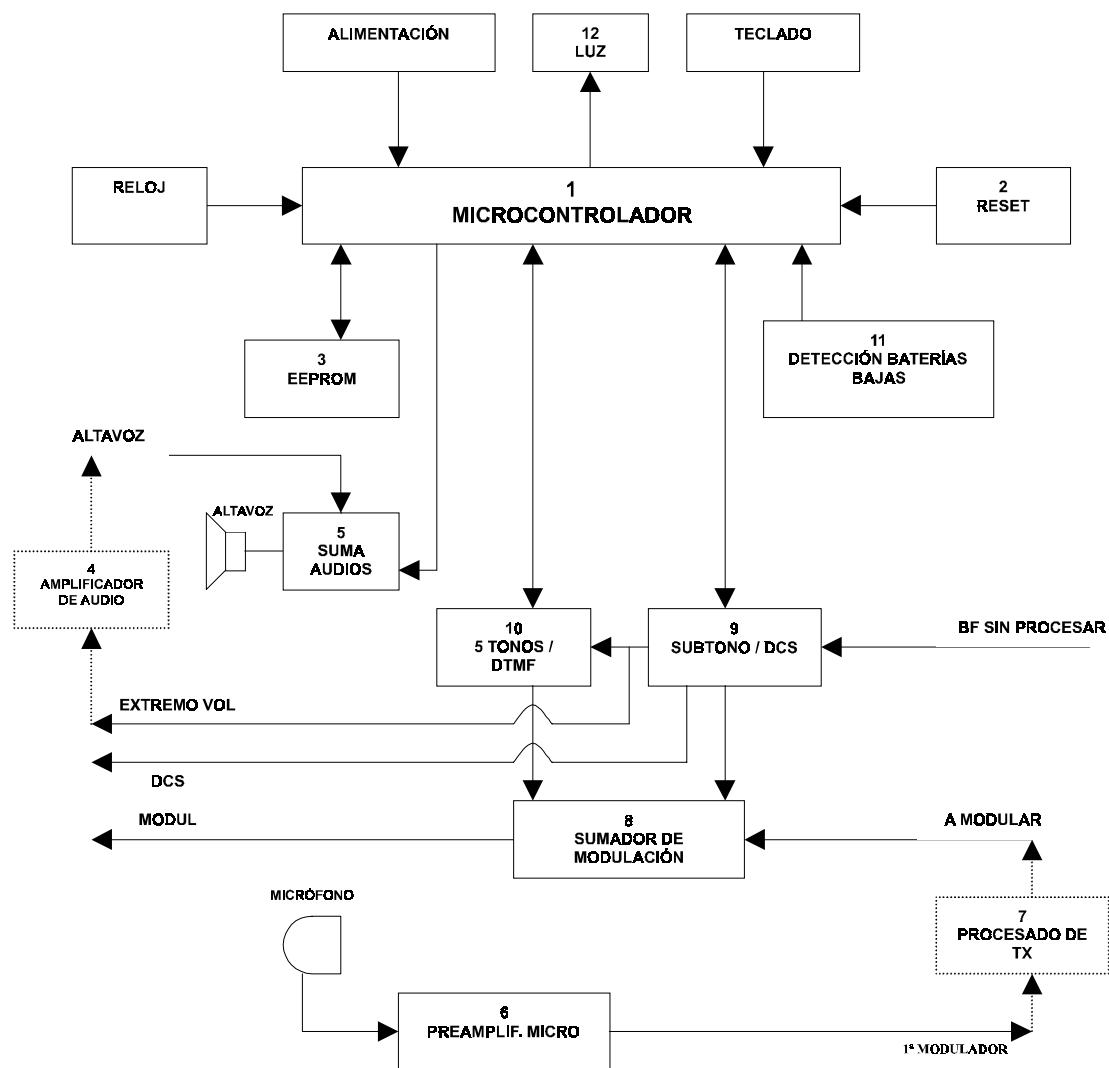
Em recepção, se não for detectada portadora, será um sinal pulsado de 0 - 5 V.

5 VE VCO: Tensão de modo econômico encarregada de alimentar o VCO e o PLL.

2.2.- CONTROLE.

A parte de controle do circuito se encarrega de parte do processamento de baixa frequência do sinal em RX e TX, assim como da sinalização digital e de subtom. Inclui, também, um microcontrolador que gerencia o funcionamento do equipamento e dos circuitos de áudio, e controla a comunicação com os circuitos externos.

A seguir é apresentado o diagrama de blocos e nos itens seguintes explica-se a função de cada parte.



2.2.1.- MICROCONTROLADOR.

O microcontrolador incorpora em um só circuito integrado a CPU, ROM, RAM, portas e HW auxiliar; economizando espaço e evitando ruídos produzidos pelo “bus” de dados e controle.

O sinal de clock é gerado mediante um cristal externo de 4 MHz. A frequência de oscilação pode ser alterada ligeiramente utilizando uma linha auxiliar. Esta característica é utilizada para evitar respostas parasitas produzidas pelo clock do microcontrolador.

As linhas de controle que comandam a parte de rádio são listadas a seguir. Seu funcionamento está descrito nos itens correspondentes.

- CONTROL SECR.: Controle do scrambler.
- TX/RX, VTX LOCK μ P: Discriminação entre transmissão ou recepção.
- CORTE BF: Corte da baixa frequência em recepção.
- CLOCK, ENABLE, DATA: Controle do PLL.
- POTENCIA: Potência baixa ou alta.
- LED SCN/PRI: Controle led aceso.

- Comunicação FX: 5 linhas de comunicação com as FX que geram a sinalização digital e o subtom.
- Substituição xtal: Substituição do cristal de 4 MHz.
- Iluminação: Ligação da lâmpada do display.
- Display: 16 linhas para controlar o display.
- Avisos: geração dos avisos sonoros.

O microcontrolador dispõe de outras linhas de comunicação com os circuitos externos descritas no item 4.3, e que são:

- TXD μ P e RXD μ P: Comunicação com o programador e tecla de função.
- PESO 1/INT.CONM, PESO 2/SIGNO: Comutador de canais.
- PT, AUX: Transmissão.
- P.LUZ: acionamento da tecla de iluminação do display.
- Sinais do teclado.

Além disto, recebe os seguintes sinais:

- NO RESET: Proveniente do circuito de Reset.
- LOCK DET: Indicação de PLL em "lock".
- PORTADORA: Indicação de detecção de portadora.
- Bateria fraca: Controle de bateria fraca.

O microcontrolador se comunica com a memória EEPROM através das linhas SDA e SCL.

As linhas que chegam ao exterior e as que acessam os estágios da parte de rádio com tensões distintas de alimentação estão protegidas por transistores.

2.2.2.- RESET.

Este circuito gerencia o sinal de reset do microcontrolador e possui duas funções:

- Proporcionar um pulso de reset ao ligar o equipamento.
- Supervisionar a tensão de alimentação do microcontrolador (+5V) e ativar a linha de reset quando a tensão começa a baixar.

Estas funções são realizadas por um circuito específico.

2.2.3.- EEPROM.

Nesta memória não volátil são armazenados todos os dados programáveis do equipamento: canais, códigos, etc.

É acessada pelo microcontrolador, via serial, mediante as linhas SDA e SCL sendo alimentada com +5V.

2.2.4.- AMPLIFICADOR DE ÁUDIO.

Inicialmente, retira-se no PCI de Controle o sinal de BF SEM PROCESS. proveniente do PCI de Rádio e uma vez convenientemente amplificado e filtrado, detecta-se o subtom e a sinalização digital, mediante circuitos integrados específicos.

No PCI de Rádio, o amplificador de áudio, com controle de volume com acesso externo, proporciona a saída para o alto-falante de 0,5 W (8 Ohm), ou para um alto-falante externo. Emprega-se um circuito integrado para esta função.

2.2.5.- SOMA DE SINAIS DE ÁUDIO.

No PCI de Controle, soma-se o sinal de AVISOS, o qual é uma onda quadrada gerada pelo microcontrolador para informação sonora ao usuário, e o sinal de áudio proveniente do amplificador de áudio do PCI de Rádio.

O sinal resultante é aplicado diretamente ao alto-falante.

2.2.6.- PREAMPLIFICADOR DE MICROFONE.

O sinal proveniente do microfone é aplicado a um trimpot que ajusta a sensibilidade do microfone.

Em seguida, é aplicado a um preamplificador constituído por um transistor bipolar em emissor comum. Utiliza-se um amplificador operacional convencional por ter um menor ruído.

Este circuito é alimentado pela tensão VTX, obtida a partir de 5VE comutada pela linha RX/TX, de forma que ao selecionar a transmissão (TX/RX = nível alto) ativa-se VTX.

Posteriormente é efetuada uma pré-ênfase de 6 dB/oitava. Este processo é empregado em transmissões de voz via rádio para melhorar a relação sinal / ruído.

2.2.7.- PROCESSAMENTO DE TX.

O processamento de TX é efetuado no PCI de Rádio e inclui as seguintes funções:

- Limitador: A norma estabelece um limite para a variação de frequência. Este circuito recorta os sinais excessivamente fortes para evitar que ultrapasse este limite.
- Filtro passa-baixa: possui tripla função: conseguir a atenuação exigida pela norma para frequências altas de modulação, eliminar sinais acima da faixa de áudio (400 a 3000 Hz) e reduzir a distorção harmônica produzida pelo limitador.

Ambas funções são efetuadas com dois amplificadores operacionais.

2.2.8.- SOMADOR DE MODULAÇÃO.

A tarefa deste bloco é de somar os sinais de voz, subtons CTCSS e sinalização digital (5 tons ou DTMF) e proporcionar as saídas de modulação do VCO (MODUL).

Os sinais são aplicados em um trimpot para ajustar a variação máxima de frequência. Em sua entrada soma-se o sinal de áudio e a sinalização digital e na saída acrescenta-se o subtom CTCSS.

2.2.9.- GERADOR DE SUBTOMS.

A geração de subtons é feita por um integrado específico (FX828). O subtom pode ser de dois tipos: analógico (CTCSS) ou digital (DCS).

O microcontrolador informa ao integrado FX, através do “bus” CML, qual o subtom a ser gerado.

Dependendo do tipo de subtom que foi programado no canal ativo, o integrado FX o encaminhará a um local ou outro. Se o subtom selecionado for CTCSS, este subtom será modulado juntamente com áudio e a sinalização digital no VCO. Se o subtom selecionado for DCS, será modulado no cristal de referência do PLL.

Existem dois trimpots independentes para ajustar os níveis CTCSS e DCS, respectivamente.

2.2.10.- GERADOR DE TONS - SINALIZAÇÃO DIGITAL / DTMF.

A geração da sinalização digital (5 tons) e do par de tons DTMF é efetuado em um integrado específico FX803.

O microcontrolador informa ao integrado FX através do “bus” CML a seqüência de tons a ser gerada.

Esta seqüência de tons é aplicada à rede somadora de modulações, onde se acrescentam o sinal de áudio e o subtom.

Um trimpot ajusta o nível dos tons gerados.

2.2.11.- DETECTOR DE BATERIA FRACA.

Este circuito informa ao microcontrolador o momento em que a bateria está abaixo de uma determinada tensão. Neste instante, será visualizado no display a indicação BAT.

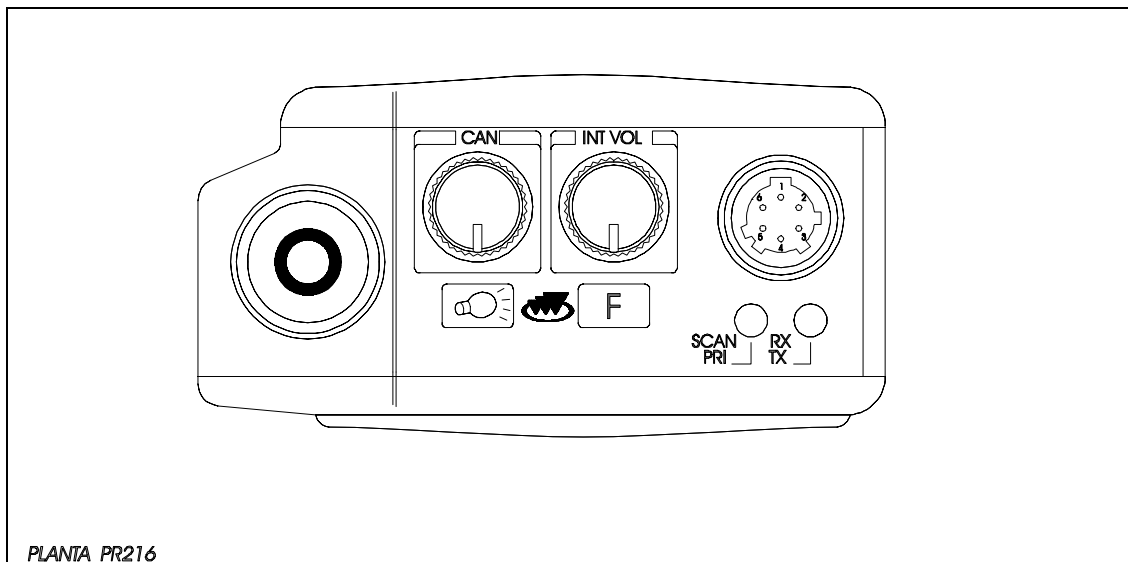
Desta forma, o usuário é informado de que a descarga da bateria está próxima.

2.2.12.- ILUMINAÇÃO DO DISPLAY.

Este circuito alimenta a lâmpada do display quando a tecla de iluminação for pressionada, deixando de alimentá-la após um tempo do desacionamento da tecla.

2.3.- ENTRADAS / SAÍDAS.

Descrição dos sinais presentes nos conectores de entrada/saída externos.



2.3.1.- CONECTOR DE PROGRAMAÇÃO.

Nº	E/S	DESCRIÇÃO	SÍMBOLO
1	E	Entrada de PTT+Microfone externo	PTT+MICRO
2	S	Saída de dados serial	TXD
3	E	Entrada dados serial	RXD
4	S	Massa	MASSA
5	S	Ativação do alto-falante externo	ATIVAÇÃO
6	S	Saída para alto-falante externo	ALTO-FALANTE

3. AJUSTES.



Na manutenção, por parte do pessoal qualificado, devem ser retiradas as tampas interiores de proteção, tendo-se o cuidado de evitar queimaduras de radiofrequência por contato com partes do circuito de potência.

Nas reparações devem ser utilizados os componentes indicados nas listas de componentes deste manual e as possíveis equivalências serão determinadas pelo fabricante do transceptor.

As blindagens eletromagnéticas internas e externas atuam como envoltórios contra fogo, os materiais plásticos empregados nos conectores possuem inflamabilidade segundo norma UL 94 HB, ou melhor. Além disso, em nenhum ponto no interior do equipamento existem tensões que podem ser qualificadas como perigosas. A tensão de operação máxima é de 15,6 Volts, em condições extremas.

Os componentes que sofrem maior aquecimento estão sobre-dimensionados para evitar chama.

Com respeito à possíveis problemas de sobre-corrente, o equipamento está protegido por um fusível situado no interior do equipamento com indicação de seu valor, para sua substituição em caso de necessidade.

Os circuitos impressos utilizados possuem grau de inflamabilidade V-0 segundo UL94 e em seu projeto foi levado em conta as distâncias de segurança e linhas de fuga adequadas. São utilizados vernizes isolantes para evitar curtos-circuitos.

Para que um equipamento cumpra os parâmetros radioelétricos indicados em sua especificação, é necessário que se efetue um processo de ajuste. Este processo consiste primeiramente em ajustar alguns componentes para após passar a um ajuste automático de todos os parâmetros controláveis por programação.

No projeto do equipamento, foram minimizados todos os possíveis ajustes manuais, sendo a maior parte de parâmetros ajustáveis via software. Este modo automático de ajuste confere uma maior confiabilidade dos equipamentos.

3.1.- AJUSTE DE MÓDULOS.

Em primeiro lugar devem ser verificados e ajustados, os seguintes módulos do equipamento.

- FI (Módulo de frequência intermediária)
- VCO (Módulo PLL e oscilador local)
- BF (Módulo de baixa frequência e modulação)

3.1.1.- MÓDULO FI.

Inserindo o módulo em sua placa de testes correspondente, verifica-se que:

- A sensibilidade do módulo deverá estar entre 0,7 μ V e 1,2 μ V na frequência intermediária de trabalho.
- O nível de áudio de saída deverá estar em torno de 0,9 V (\pm 0,1 Vpp) em 1 kHz e com desvio de 60%. Caso contrário, o módulo não estará preparado para a canalização esperada.
- Verificar que ajustando o trimpot de squelch, o silenciador fecha com o SINAD indicado na folha de Ajuste.
- Verificar a sinalização de indicação de portadora na saída do Indicador de portadora.

portadora = + Vcc (5 V)

sem portadora = 0 Vcc

3.1.2.- MÓDULO VCO-PLL.

Neste módulo será ajustado o oscilador local e o de referência para as frequências a serem utilizadas. Existem diferentes módulos de VCO, um para cada faixa de trabalho, mas o ajuste é similar.

- Ajuste do Cristal de Referência

Ajuste o trimmer C180 para a frequência de 12,8 MHz.

Uma forma mais precisa é de verificar a frequência do Oscilador Local (fundamental) e ajustar o trimmer até a frequência exata.

- Ajuste dos Osciladores:

O VCO possui dois ajustes, um dependente do outro:

1. Deve ser ajustada a frequência TX para a frequência mais alta, com uma tensão V.error máxima de 4,2 V. Este ajuste é efetuado através da bobina L160.
2. Deve ser ajustada a frequência RX para a frequência mais baixa observando que a tensão **V.error** não esteja abaixo de 0,3 V.

Tabela de ajustes **V.error** para as distintas freqüências:

	freqüência Tx		freqüência Rx	
	Verificar Min.	Ajustar Max.	Ajustar Min.	Verificar Máx.
138 – 156	> 0.4 V.	< 4.2 V	> 0.4 V.	< 4.5 V
145 – 174	> 0.4 V.	< 4.2 V	> 0.4 V.	< 4.5 V
400 – 420	> 0.4 V.	< 4.2 V	> 0.4 V.	< 4.5 V
420 – 440	> 0.4 V.	< 4.2 V	> 0.4 V.	< 4.5 V
450 – 470	> 0.4 V.	< 4.2 V	> 0.4 V.	< 4.5 V
410 – 430	> 0.4 V.	< 4.2 V	> 0.4 V.	< 4.5 V
440 – 460	> 0.4 V.	< 4.2 V	> 0.4 V.	< 4.5 V

3.1.3.- MÓDULO BF (Baixa Freqüência)

Não possui ajuste. Efetua-se a verificação correta de funcionamento, inserindo-o na placa de testes e certificando que com o controle de volume regula-se o áudio do transceptor.

Além disso, verifica-se que com o silenciador ajustado no limiar de silenciamento, indicado na Folha de Ajuste, o módulo BF abre e fecha a baixa freqüência até o alto-falante, dependendo se o valor SINAD for maior ou menor.

Para comprovar a desconexão automática do alto-falante interno, conectar um microfone/alto-falante no conector de microfone do equipamento e verificar que o áudio será monitorado somente no alto-falante externo, cortando-se o alto-falante interno.

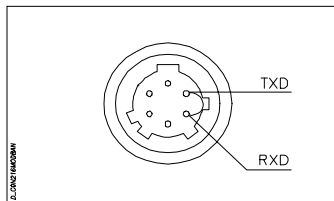
No módulo de baixa freqüência está incluso o circuito modulador. Para verificar seu funcionamento, deve-se aplicar um nível de 100 mVpp na linha PTT + micro do conector de microfone, colocar o transceptor em transmissão com a tecla PTT verificando que o equipamento modula mais de 60% com relação à modulação nominal.

3.2.- AJUSTE COMPLETO DO EQUIPAMENTO.

Uma vez ajustados todos os módulos em separado e verificado seu correto funcionamento, efetuar o ajuste no equipamento completo.

Modo Banda:

É um modo especial de funcionamento do equipamento para ajuste de fábrica. Neste modo de trabalho têm-se 3 canais situados no início, no centro e no final da faixa de operação do equipamento.



Para entrar neste modo de trabalho deve-se efetuar um “jumper” entre os pinos de programação do equipamento TXD e RXD (vide figura ao lado) e ligar o equipamento.

No display do equipamento surgirá um canal de banda:

- b1 → Corresponderá a frequência que se queira dar como centro de banda do equipamento (RX e TX).
- b0 → Normalmente corresponderá à frequência inferior da faixa de operação do equipamento.
- b2 → Normalmente corresponderá à frequência superior da faixa de operação do equipamento.

Esta programação é efetuada de acordo com a frequência de operação do equipamento juntamente com sua especificação técnica.

Modo Canais do Usuário:

Este modo de funcionamento corresponde aos canais programados com as frequências solicitadas pelo usuário.

Neste modo de trabalho se comprovará que as frequências de funcionamento do equipamento correspondem com as frequências escritas no Pedido.

- Verificar a recepção dos canais segundo especificação técnica, com ou sem subtom.
- Verificar a transmissão dos canais com a potência especificada Alta / Baixa.

3.2.1.- PROGRAMAÇÃO.

O equipamento deve ser programado com um arquivo em função do pedido do cliente, programando-se uma banda que esteja de acordo com as características da banda selecionada.

3.2.2.- AJUSTE DE RECEPÇÃO.

Conectar o equipamento em modo banda. Através de um cabo RG223 ligar o conector de antena a um gerador de RF. Ligar, também, a saída de áudio do equipamento a um medidor SINAD.

Devem ser ajustadas todas as bobinas do receptor até se conseguir a sensibilidade indicada na Folha de Ajuste.

O ajuste deverá ser feito para se obter a sensibilidade nos 3 (três) canais da banda.

3.2.2.1.- Ajuste do Nível de Portadora.

Conectar o equipamento no gerador de RF na frequência do canal de banda 1, com uma amplitude de 5 μ V. Ajustar o trimpot para que o display indique o valor de 150.

3.2.3.- AJUSTE DE TRANSMISSÃO.

3.2.3.1.- Ajuste do Nível de Modulação.

Inserir o equipamento na Caixa de Pressão Sonora (Cód. D032000). Deverá ser aplicado na C.P.S. o nível de ajuste de sensibilidade de microfone e ajustar o trimpot correspondente (Sensibilidade de Modulação) de acordo com o indicado na Folha de Ajuste. Em seguida, aplicar o nível de variação máxima e ajustar o trimpot de desvio máximo correspondente, de acordo com o indicado na Folha de Ajuste. Estas operações são efetuadas no canal de banda B1.

3.2.3.2.- Ajuste de Modulação de Subtom.

No canal de banda B1, conectar o equipamento a um analisador de modulação e por meio do trimpot correspondente de Subtom, ajustar o nível indicado na Folha de Ajuste.

3.2.3.3.- Ajuste de Modulação DCS.

Deve-se programar um canal de trabalho com o código DCS 023 tanto em RX como em TX e com a frequência central da banda definida para o equipamento. Para mudar os canais de banda para os canais de operação, pressionar a tecla SC, nos equipamentos com frontal F1, ou pressionar FUN + AUX nos equipamentos com frontal F3.

Conectar o equipamento a um analisador de modulação e por meio do trimpot de DCS correspondente, ajustar o nível indicado na Folha de Ajuste.

3.2.3.4.- Ajuste de Modulação –Sinalização Digital / DTMF.

Conectar o equipamento em modo banda, acionar a tecla SC e colocar o equipamento em um canal previamente programado com sinalização digital. Acionar a tecla AUX e no mesmo analisador de modulação utilizado para subtom, ajustar o tom no nível indicado na Folha de Ajuste.

Uma vez ajustada a sinalização digital (5 tons), pode-se verificar que o sinal DTMF será também ajustado no nível indicado na Folha de Ajuste.

3.2.3.5.- Ajuste de Potência Baixa/Alta.

O equipamento será ajustado para se obter a máxima potência de RF de acordo com o nível indicado na Folha de Ajuste Eletrônico. Se o equipamento operar no modo de baixa potência, deve-se passar para este modo e ajustar, através do trimpot correspondente, para que a potência de RF seja a especificada como potencia baixa de acordo com o nível indicado na Folha de Ajustes. Também deve ser verificado, com o auxílio de um analisador de espectro, que em potência baixa não deverá apresentar nenhuma emissão espúrea e o consumo do equipo seja reduzido.

3.3.- TABELAS DE AJUSTES.

\Faixa Receptor\	138 – 174 MHz	400 – 470 MHz
Sensibilidade	L1, L2, L3, L4, L5, L6	L1, L2, L3
Silenciador	P100	P100
Tensão de Erro	C168, L160	C168, L160
Cristal de referência	C180	C180

\ Faixa Transmissor\	138 – 174 MHz	400 – 470 MHz
Sensibilidade de microfone	P-200	P-200
Desvio Máximo	P-201	P-201
Subtom	P-231	P-231
DCS	P-232	P-232
5 tons/DTMF	P-203	P-203
Potência	P-001	P-001

4. ESQUEMAS, DISPOSIÇÃO DE COMPONENTES E LISTAS DE MATERIAIS