

REPARAÇÃO GERAL EM ELETRÔNICA



- SECRETÁRIA ELETRÔNICA
- TELEFONE SEM FIO
- RÁDIO-RELÓGIO DIGITAL
- CONJUNTO DE SOM 3 EM 1
- FORNO DE MICROONDAS



**TEORIA DE APOIO
DIAGRAMA EM BLOCOS
DEFEITOS MAIS COMUNS
AJUSTES**

Sérgio R. ANTUNES

Sérgio R. ANTUNES

REPARAÇÃO GERAL EM ELETRÔNICA



REPARAÇÃO GERAL EM ELETRÔNICA

Direitos reservados da presente edição.
Reprodução total ou parcial é expressamente
proibida, sem a prévia autorização por escrito.

Printed in Brazil
Impresso no Brasil

W. BOTT S.A. Indústria Gráfica

COPYRIGHT BY
EDITORA FITTIPALDI LTDA

© 1994

Introdução

Ao olharmos ao nosso redor, dentro de nossas casas ou no local de trabalho, encontraremos uma grande quantidade de aparelhos eletrônicos que foram criados para simplificar nosso dia a dia. Dentre todos estes aparelhos eletro-eletrônicos que nos cercam, encontraremos alguns deles que comumente apresentam algum defeito e que quase não há técnicas especializadas neles.

Estou falando de aparelhos tais como a secretária eletrônica, o telefone sem fio, o forno de microondas, o rádio relógio e os conjuntos de som tipo 3 em 1.

De fato, os técnicos eletrônicos voltados à reparação, costumam se especializar em determinadas áreas mais comuns. Por exemplo: TV, Vídeo cassete, som de potência, rádio e RF, informática, etc.

Considerando que um técnico eletrônico deva, além de sua especialização, ser versátil, desenvolvemos este livro, que ensinará como fazer reparações nestes aparelhos especiais.

Se você já é técnico de som, TV ou Vídeo cassete, estes conhecimentos serão somados à sua experiência e o tornará um técnico "polivalente".

No entanto, se você ainda não é um técnico especializado em Som, TV ou Vídeo, este livro será um perfeito início de carreira, pois você iniciará seus estudos tendo como exemplos, aparelhos de uso comum que poucos técnicos tem se especializado.

Com a finalidade de tornar este trabalho um trabalho teórico, porém, com aplicações na prática, todos os circuitos utilizados foram baseados em circuitos reais, de equipamentos comercializados no Brasil.

Esperamos que nossos leitores possam tirar o máximo proveito deste material.

Sérgio R. Antunes

CAPÍTULO - 1

APRENDA A REPARAR SECRETÁRIA ELETRÔNICA

A secretária eletrônica tem por função principal fornecer aos chamados recebidos, uma mensagem de atendimento e depois gravar os recados.

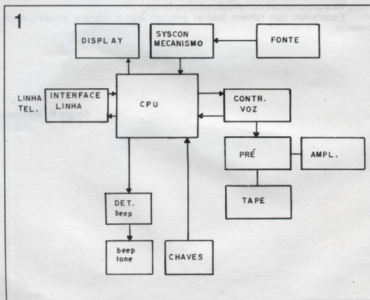
Como serviço específico, cumpre as seguintes funções:

- atende ao chamado
- fornece a mensagem
- grava recados
- para

Para fins didáticos, dividimos o circuito de uma secretária eletrônica em vários blocos, os quais passaremos a descrever.

DIAGRAMA EM BLOCOS

Na **figura 1** vemos o diagrama em blocos de uma secretária eletrônica com controle por microprocessador.

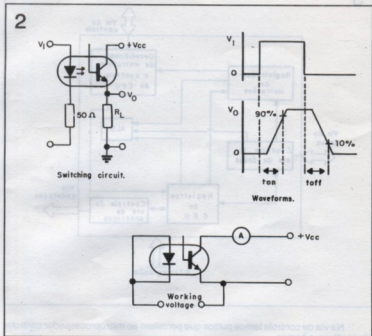


Descreveremos cada bloco funcional.

INTERFACE DE LINHA

Através de bornes apropriados, é feito o acoplamento da secretária eletrônica à linha telefônica. Para evitar que a impedância do aparelho interfira na linha telefônica é utilizado um fotoacoplador.

O fotoacoplador (figura 2) efetua um acoplamento óptico entre o sinal da linha telefônica e o circuito da secretária.



O fotoacoplador é formado por um diodo led e um foto transistor, reunidos em um único invólucro. Ele é dimensionado de acordo com a faixa de frequência da linha (300 a 3000 Hz).

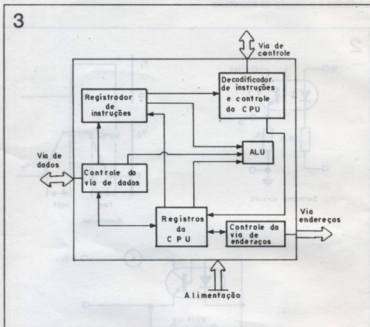
Seu funcionamento consiste em que as variações do sinal elétrico provocam variações na corrente do led e, conseqüentemente, na sua luminosidade. Esta variação de luz é detectada pelo fototransistor que converte novamente o sinal luminoso em pulsos elétricos e envia para o circuito de amplificação.

CPU

A Unidade Central de Processamento (CPU) é o coração do circuito. Cabe a ele os comandos e controles de todos os estágios.

Normalmente, os microprocessadores ou CPUs usados em secretárias eletrônicas são circuitos integrados dedicados, feitos especialmente para esta aplicação.

Na figura 3 temos as linhas nas quais temos presente os bits de comando. Estas vias são bidirecionais, isto é, temos sinais unidirecionais que endereçam outros componentes do circuito.



Na via de controle temos pulsos que permitem ao microprocessador controlar dispositivos externos.

A ALU - Unidade Lógica e Aritmética efetua as operações lógicas (e, ou, nand, nor, ou exclusivo, e coincidência, não) e aritméticas (soma, subtração, etc.). Evidentemente que a soma, subtração, etc., não é numérica neste caso e sim refere-se ao processamento de sinais (pulsos, voltagem, corrente, etc.).

O bloco decodificador de instrução é um circuito digital que, ao receber o código de instrução, gera os sinais de controle para que o microprocessador execute a função desejada.

Os registradores são memórias internas, onde são armazenadas as instruções, códigos, controles, etc...

DISPLAY

Algumas secretárias eletrônicas dispõem de um display que cumpre as

funções de indicador de segundos na gravação de mensagem, indicador de recados e indicador de funções. Ele é comandado pela CPU.

SYSCON

O Syscon (sistema de controle) envolve a fonte de alimentação e todo complexo mecânico. Também está conectada a CPU.

O mecanismo básico consiste de um motor de tração, dois conjuntos capstran, dois porta cabeçotes, roletes, correias e solenóides.

Os solenóides fazem o acionamento do mecanismo e são controlados pela CPU.

CHAVES E CONTROLES

Através de chaves, o usuário se comunica com o circuito da CPU.

As funções principais e mais comuns são: REC/PLAY, gravar recados, gravar conversação, gravar mensagem, reprodução de recados, reprodução de mensagem, avanço da fita, retrocesso da fita, limitador do controle da voz, ajuste de toque da campainha de chave liga/desliga.

TAPE

Este estágio envolve a seção de Deck, tanto para gravar como para reproduzir. Inclui também o oscilador Bias para polarizar a fita.

PRÉ-AMPLIFICADOR E AMPLIFICADOR

O pré-amplificador tem por função reforçar o sinal de áudio proveniente do microfone e proveniente da linha telefônica.

Inclui no pré um ALC - controle automático de nível.

O amplificador tem a função de produzir um nível de corrente suficiente para excitar o alto-falante.

CONTROLADOR DE VOZ

O controlador da voz é formado por um amplificador operacional de alto ganho que, enquanto houver áudio na saída do pré-amplificador ele conduz e faz com que o microprocessador (CPU) fique operando. A ausência de áudio fará com que a gravação seja interrompida.

DETECTOR BEEP

O oscilador de beep trabalha a frequência de 1,7 KHz e é utilizado para receber recados a distância.

BEEP TONE

O Beep Tone é constituído por um decodificador (diapasão).

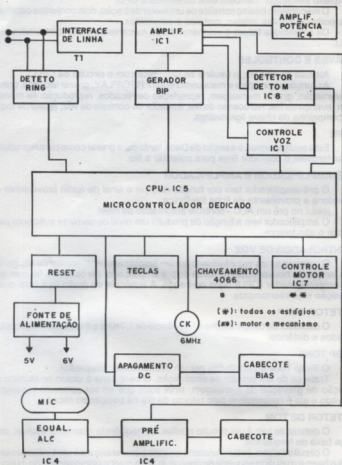
Trata-se de um circuito de sinalização. O beep tone é usado no término da locução da gravação da mensagem, sinal esse que ao ser acionado também é gravado e ele é responsável pelo retorno da fita na posição do recado.

DETECTOR DE TOM

O detetor de tom é um circuito auxiliar, de frequência altamente estável, com larga faixa de frequência.

O circuito detetor de tom funciona quando a secretária está em funcionamento com o beep e o usuário esquece de desligá-lo após ouvir o último recado ou, quando houver uma eventual queda de linha, por falta de fichas num telefone público, ou por qualquer outro motivo.

Quando o circuito entra em funcionamento, ele retrocede a fita, deixando-a no início.



Na **figura 4** vemos o diagrama em blocos de uma secretária eletrônica que utiliza uma única fita e é controlada por microprocessador.

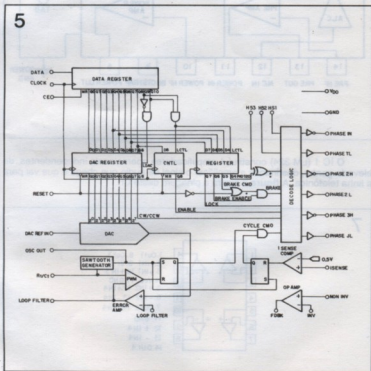
O IC 5 é o microcontrolador de 8 bits que incorpora uma memória ROM e uma memória RAM. Este CI controla totalmente a secretária eletrônica.

O IC 8 (LM 567) é um decodificador de Tom, o qual pode ter sua frequência ajustada entre 1 Hz e 500 KHz.

A frequência aplicada a entrada (pino 3) atinge os detetores de fase internos, comparando com o VCO (oscilador controlado por tensão) internamente aos pinos 5 e 6.

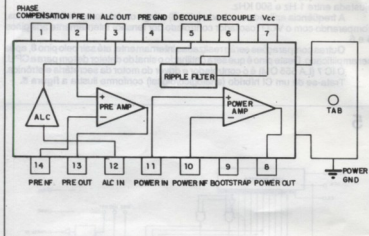
Outras comparações serão realizadas internamente, até sair pelo pino 8, após ser amplificado. Deste pino é que será gatilhado o sinal do detetor de tom para a CPU.

O IC 7 (LA 555 OM) é o controlador e driver do motor da secretária eletrônica. Trata-se de um CI híbrido (analógico/digital) conforme ilustra a **figura 5**.



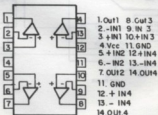
O IC 4 é um integrado constituído como pré-amplificador, circuito ALC - Controle Automático de Nível filtro RIPPLE e amplificador de áudio. Na **figura 6** temos a pinagem e o diagrama em blocos interno deste CI (KA 2213).

6



O IC 1 (LM 324) constitui 4 amplificadores operacionais independentes, de elevado ganho, destinados a amplificar o sinal de áudio que chega e que vai para a linha telefônica. A figura 7 ilustra a pinagem deste CI.

7

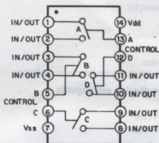


O IC 2 (4066) é composto por 4 chaves bidirecionais, as quais são acionadas ao receberem tensão positiva nas respectivas entradas de controle.

Na figura 8 vemos a configuração interna deste CI.

O IC 3 também é um 4066, com as mesmas funções do IC 2, ou seja, chavear os diversos circuitos a partir do comando da CPU.

8



O IC 6 (7806) é um regulador de tensão que cuida do fornecimento e regulagem da tensão da secretária eletrônica.

DEFEITOS MAIS COMUNS EM SECRETÁRIAS ELETRÔNICAS

1 - Secretária Inoperante

Diagnóstico:

- fusíveis
- retificador de ponte
- regulagem da ponte (transistor e zener)

2 - Excesso de ruídos na linha

Diagnóstico:

- filtragem da fonte
- filtragem da interface de linha
- transistores ou CI do amplificador de linha

3 - Atende chamado mas não fornece mensagem e nem grava recados

Diagnóstico:

- tudo indica que a seção de controle feita pelo microprocessador está defeituosa.

Verifique:

- microprocessador .
- circuitos integrados de chaveamento.
- transistores de chaveamento.
- circuito que faz a comutação do motor e do mecanismo.

4 - Atende chamado, fornece mensagem, mas não grava recado

Diagnóstico:

- equalizador e pré do Deck de gravação.
- ALC - Controle automático de nível.
- Amplificador de gravação.

5 - Não atende chamado

Diagnóstico:

- fotoacoplador.
- detetor de campainha.
- algum componente em curto na interface da linha.

6 - Atende chamado, mas desliga em seguida

Diagnóstico:

- circuito detetor de Tom.
- circuitos de chaveamento.

7 - Não retorna no início dos recados

Diagnóstico:

- IC HALL (quando utiliza fita sem fim).
- circuitos que fazem a comutação do motor e do mecanismo.
- circuitos de chaveamento (transistores ou CIs 4066 ou 4053).

8 - Atende chamado, grava recado porém não fornece mensagem

Diagnóstico:

- amplificador de reprodução do Tape Deck da fita de mensagem.
- defeito da fita de mensagem.
- amplificador de áudio.

9 - Não grava conversação

Diagnóstico:

- oscilador Bias (ele pode estar desativado durante a conversação).
- circuitos integrados de chaveamento com defeito, impedindo a presença do sinal de áudio na seção de gravação.
- pré e equalizador de Deck de gravação.

10 - Não reproduz recados

Diagnósticos:

- circuito integrado de chaveamento com defeito, impedindo a presença do sinal de áudio na seção de reprodução do Deck.
- amplificador de reprodução.

11 - VOX CONTROL inoperante

Quando o Vox Control (Controlador de Voz) fica inoperante, ele não desliga a linha quando a pessoa do outro lado fica muda por mais de 10 segundos.

Com isto, perde-se espaço (tempo) na fita de recados verifique os capacitores da seção Vox Control.

12 - Nível de gravação e reprodução muito baixo

Lembre-se que a secretária eletrônica é um gravador, e pode ter portanto os mesmos problemas de um gravador.

Verifique:

- ajuste de azimute.
- limpeza do cabeçote com álcool isopropílico.
- equalizador do Deck que seja comum a REC/PLAY.
- amplificador do Deck que seja comum a REC/PLAY.

13 - Mastiga fita

Verifique:

- correia frouxa.
- tração do motor defeituoso.
- polia patinando.
- rolo pressor sujo ou gasto.

14 - Flutuação do som

Verifique:

- correias frouxas.
- polias sujas que ficam patinando.
- rolo pressor sujo.

CAPÍTULO - 2

APRENDA A REPARAR TELEFONE SEM FIO

TEORIA DE APOIO

LINHA DE ASSINANTE

Por linha de assinante entende-se a ligação de um telefone até a conexão, no distribuidor principal da central. Os valores de resistência ôhmica permitida na linha de assinantes são:

- para instalações de 24V.: 2 X 200 Ohms
- para instalações de 48V.: 2 X 400 Ohms
- para instalações de 60V.: 2 X 500 Ohms

TELEFONE

O telefone (aparelho telefônico) é composto de vários elementos, cujas funções são combinadas entre si para estabelecerem comunicação de um assinante a outro através de uma central. Opera no sistema Full Duplex, o que forma uma linha bi-direcional.

FUNCIONAMENTO

1. Levantar o fone: ocorre o fechamento do loop até a central.
2. Seleção do número: designar o assinante desejado pelo processo de acionar o disco e soldá-lo. Isto irá produzir interrupções do loop através de contato NSI.
3. Campanha soa para assinante chamado. É um sinal de 25 Hz.
4. O assinante chamado levanta o fone e atende. Ele também fecha o loop.
5. Conversação: Eletricamente está havendo um sinal bitonal, dimensionado na faixa da voz humana (de 200 a 3000 Hz).
6. A central telefônica está sempre presente neste loop, razão pela qual ela está apta a controlar e cobrar os impulsos que serão pagos pelo assinante transmissor.

Como no tráfego telefônico sempre ocorrerão estes seis processos, deve-se partir sempre desses seis pontos para se interpretar circuitos de telefonia.

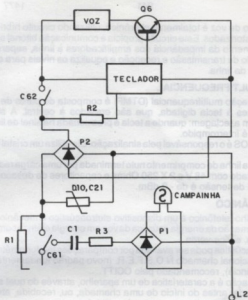
Descreveremos a seguir o sistema eletrônico.

TELEFONE ELETRÔNICO

O telefone é composto basicamente pelos circuitos de chamada, sinalização e conversação. O circuito de chamada é separado do resto pela chave de gancho que é acionada pela retirada do monofone. A **figura 9** ilustra o diagrama em blocos.

A função do circuito de sinalização é enviar à central sinais elétricos que caracterizam o número do assinante que se quer chamar.

No sistema eletrônico, a sinalização é decádica: ao pressionarmos uma tecla, pulsos são enviados à linha. Quando nenhuma tecla está sendo pressionada e o monofone está fora do gancho, o transistor de chaveamento Q6 da **figura 1** se



encontra saturado, colocando o circuito da voz à linha. Quando uma tecla é pressionada, o IC 2 emite pulsos que irão cortar e saturar o transistor Q 6, um número de vezes correspondente à tecla pressionada.

Cada tecla, através do circuito integrado, emite duas frequências, uma baixa e outra alta, conforme especificações do CCITT. Estas frequências são chamadas de DTMF - duplo tom multi frequência.

DTMF

TECLA	FREQUÊNCIA BAIXA	FREQUÊNCIA ALTA
1	697	1209
2	697	1336
3	697	1477
4	770	1209
5	770	1336
6	770	1477
7	852	1209
8	852	1336
9	852	1477

*	941	1209
0	941	1336
#	941	1477

O circuito da voz é totalmente eletrônico, utilizando circuito híbrido e amplificadores transistorizados. Este circuito propicia a comunicação bitonal com dois fios, efetua o casamento da impedância dos amplificadores à linha, separa eletronicamente o sentido de transmissão e recepção e equaliza os níveis para os diferentes comprimentos de linha.

TECLADO MULTIFREQUENCIAL

A sinalização multifrequencial (DTMF) é composta de pares de frequências correspondentes à tecla digitada, que são enviados à central. A sinalização é simultânea com a teclagem: quando a tecla é pressionada há sinal de linha, quando é solta o sinal é interrompido.

Um IC MOS é o responsável pela sinalização. Ele utiliza um cristal de 3,579545 MHz.

Para uma linha de comprimento nulo terminada por uma carga resistiva de 600 Ohms, alimentado com 48 V e 2 X 250 Ohms e capacitores de desacoplamento de 2,2 μ F, o nível de tensão é de - 9 dBm.

ELETROMECAÂNICO

O aparelho telefônico é um dispositivo eletroacústico e mecânico que possibilita a transformação da energia acústica da voz em energia elétrica com as mesmas características, e vice-versa.

A eletroacústica pode ser avaliada por comparações telefonométricas com um padrão internacional chamado N.O.S.F.E.R. (novo padrão fundamental de equivalente de referência), recomendado pelo CCITT.

A sinalização é a característica de um aparelho, através do qual a informação pode ser enviada, antes do início de uma chamada, ou, recebida, através de um alarme sonoro que nos alerta para atender o telefone.

O monofone reúne as cápsulas transmissoras e receptoras. É feito de material leve e resistente e é dimensionado para uma medida facial média.

A cápsula transmissora ou microfônica tem a finalidade de converter energia acústica em energia elétrica.

A voz do operador provoca variações nas moléculas de ar que atuam sobre uma membrana de alumínio. Esta membrana transmite pressão variável sobre grânulos de carvão no interior da cápsula. Esta pressão variável modifica a resistência ôhmica entre os pontos de contato da cápsula, tendo em vista a variação da superfície de contato entre os grânulos. A corrente de alimentação da cápsula sofrerá modificações de acordo com as variações de resistência, possuindo um componente contínuo e outro variável. O componente variável, através de indução, é conduzido ao secundário do transformador. A figura 10 ilustra a cápsula transmissora.

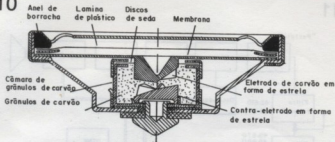
A cápsula receptora tem a finalidade de transformar a energia elétrica em energia acústica, obtida através da vibração de um diafragma que provoca uma onda, a qual se propaga pelo AR.

TELEFONE SEM FIO

Para estudarmos o funcionamento do telefone sem fio, devemos dividi-lo em duas partes, unidade portátil e unidade base.

Cada unidade será analisada separadamente nos modos recepção e transmissão.

10



UNIDADE PORTÁTIL

* Recepção

A frequência de recepção vai de 2560 MHz a 2740 MHz.

O sinal proveniente da base é irradiado com uma modulação de 2,7 MHz e recebido pela antena de ferrite que está na unidade portátil.

Em seguida, o sinal passa por um amplificador sintonizado em 2,7 MHz. Conforme diagrama em blocos da **figura 11** o sinal passa pelo amplificador de RF, misturador, oscilador local do tipo VXO (controlado a cristal), amplificador de FI e detetor de quadratura, o qual, após passar por ele, obtém o sinal de áudio na faixa telefônica (300 a 3000 Hz). A seção do amplificador envolve uma filtragem e uma de-ênfase do sinal, equalizando-o.

* Transmissão

A frequência de transmissão da unidade portátil é de 49.600 MHz, com um sinal piloto de 4,4 KHz.

Ao posicionar (chavear) a unidade para o modo USE (uso), a seção transmissora é alimentada. Com isto, entra em funcionamento o oscilador para que no modulador saia uma portadora de 49,6 MHz (frequência central, com um desvio de 3 KHz).

Tão logo é acionada a chave para o modo USE, é enviado o sinal piloto de 4,4 KHz. Só então inicia-se o processo de teclagem.

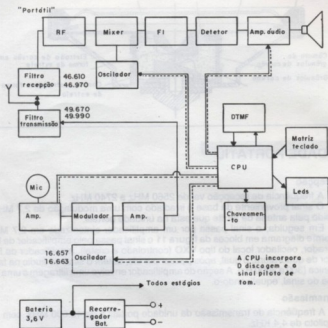
A CPU libera um trem de pulsos que obrigam o oscilador de 4,4 KHz a acompanhar os pulsos de teclagem e modulando o oscilador.

Finalmente, o sinal da voz proveniente do microfone de eletreto passa por um filtro rejeita banda sintonizado em 4,4 KHz, a fim de evitar que as frequências de voz nesta faixa sejam interpretadas como sinais de teclagem.

O amplificador, além de amplificar em ganho, equaliza o sinal, num processo de pré-ênfase. Este sinal, já modulado, segue até o filtro e é emitido pela antena a unidade base.

CPU

A Unidade Central de Processamento é um microcontrolador do tipo LSI (larga escala de integração), onde internamente é feito todo processamento, tais como, matriz de teclado, leds, chaveamentos, sinais de comando do duplo tom (DTMF) e sinais de controle.



UNIDADE BASE

A figura 12 apresenta o diagrama em blocos da unidade base.

* Recepção

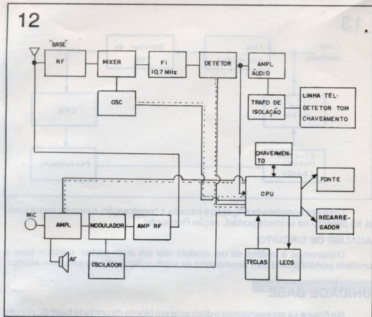
A frequência de recepção da unidade base é de 49.600 MHz a 49.780 MHz (um canal dentro desta faixa).

Quando a chave livre/uso da unidade portátil for colocada na posição USO, a mesma transmite o código modulado em 49 MHz, como já foi descrito anteriormente. Este sinal atinge a antena da unidade base.

Este sinal passa pelo amplificador de RF, passando pelo mixer que, com o batimento do oscilador local, gera a frequência intermediária de 10,7 MHz.

O sinal de FI 10,7 MHz é amplificado e depois injetado no detetor de quadratura, onde se obtém o sinal de áudio.

O sinal piloto de 4,4 KHz é também retirado desta portadora.



O amplificador de áudio, além da amplificação, sofre uma equalização do tipo de-ênfase. A CPU recebe a decodificação de sinal piloto de 4,4 KHz. Só então a CPU libera, através do circuito de chaveamento, o amplificador de áudio, que excitará o primário do transformador de isolação e conectando a base à linha telefônica.

Logo após a transmissão do código pela unidade portátil e a identificação do mesmo pela base, a linha está à disposição do usuário para a teclagem. Os pulsos de teclagem são transmitidos pela unidade portátil e detectados por ela.

Uma vez completada a ligação, dá-se início a conversação obtendo-se assim o sinal da voz demodulado. Neste caso, o amplificador de áudio efetua uma de-ênfase.

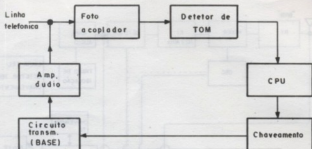
* Transmissão

A frequência de transmissão da unidade base é de 2.560 MHz a 2.740 MHz (um canal dentro desta faixa).

Ao receber uma chamada telefônica externa, o sinal da campainha é recebido e amplificado (é utilizado um foto acoplador para detectar este sinal).

O sinal detectado pelo tom da campainha gatilha o modulador de 2,7 MHz que irá modular o sinal de áudio. O sinal é amplificado e encaminhado a linha telefônica.

A figura 13 ilustra um diagrama em blocos mais simplificado. Ali vemos o loop que é formado: soa a campainha, o detetor de tom retifica o sinal e envia pulsos a CPU. A CPU efetua os chaveamentos liberando o circuito de transmissão e liberando o amplificador de áudio para conexão com a linha telefônica.



Uma vez completada a ligação e iniciada a conversação, o circuito opera como já foi descrito na unidade portátil, seção Recepção.

ANÁLISE DE CIRCUITO

Dividiremos a análise de um modelo real em duas partes: unidade base e unidade portátil (Hand Set) acompanhe as explicações junto ao esquema elétrico.

UNIDADE BASE

Na **figura 14** apresentamos o diagrama em blocos da unidade base do circuito do telefone sem fio.

A unidade base funciona como um telefone eletrônico normal, somente que a comunicação entre a unidade base e a remota é feita por radiofrequência. A unidade base é interligada a uma tomada de telefone comum (lembramos que o sistema telefônico opera no modo Full Duplex - duas vias bi-direcionais, enquanto que o circuito do aparelho opera no modo Half Duplex - uma via unifilar; a conversação é feita pelo transformador T 102 (transformador hídrico).

Descreveremos cada estágio da unidade base.

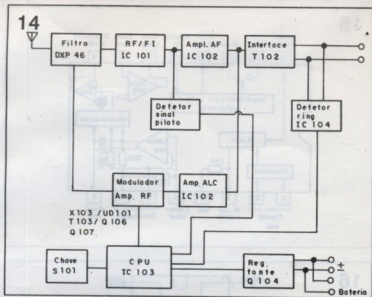
FILTRO

O filtro passivo formado pela unidade CDX-46/DPX-101 tem a função de filtrar o sinal proveniente da antena durante a recepção e proveniente do modulador de RF durante a transmissão da unidade base. É formado por um circuito ressonante série para a passagem do sinal principal e um circuito ressonante paralelo conectado ao terra para desacoplar os sinais espúrios (de outras frequências).

O sinal é conectado a antena telescópica pelo pino 3 do filtro e conectado ao circuito pelo pino 1.

O sinal sai pelo pino 1 e é injetado na base transistor Q 101 (amplificador de RF), saindo com ganho elevado pelo coletor, onde encontra-se um circuito tanque formado por T-101.

Do circuito tanque, que deve ser ajustado para a faixa de 49,60 a 49,78 MHz, o sinal é injetado no buffer Q 102 cuja função é adaptar a impedância para o máximo estágio, a saber, seção FI.



RF/FI

A seção de RF/FI é formada pelo IC 101 (MC 3361) e seus componentes adjacentes.

Na figura 15 temos o diagrama em blocos interno do IC 101 (MC 3361).

O sinal da antena prossegue entrando no pino 16, onde será mixado com o circuito local (interno aos pinos 1 e 2 e externo formado pelo cristal X 101 de 10,245 MHz). O batimento é feito pelo processo super heteródino, saindo pelo pino 3. Em seguida, é acoplado pelo filtro CF 101 ao pino 5, que é um amplificador limitador e internamente há um demodulador de FM. O filtro CF 101 é dimensionado para 10,7 MHz.

Internamente ao IC 101 será feita a demodulação em quadratura, saindo na forma de áudio, já amplificado, pelo pino 9.

No pino 8 teremos a bobina BYPASS L 104 para o demodulador de quadratura de FM.

O filtro ativo (pinos 10 e 11) não foi conectado no circuito.

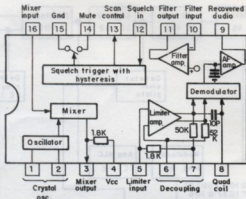
Do pino 9 o sinal segue até o emissor de Q 103 que atua como chaveamento, cujo sinal de controle recebido na base é proveniente do microcontrolador (pino 14 - IC 103).

Do coletor o sinal de áudio (compreendido na faixa da frequência da voz humana, de 300 a 3000 Hz) segue até o pino 12 do IC 102 (LM 324), onde será pré-amplificado e equalizado.

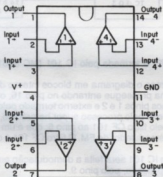
C 117 e R 118 são responsáveis pela realimentação e equalização.

Na figura 16 vemos a pinagem e o circuito equivalente do IC 102 - LM 324.

15



16



Do pino 14 do IC 102 o sinal de áudio já amplificado e equalizado sai em direção ao transformador híbrido T 102, cuja função é interfacear o circuito do telefone sem fio com a linha de telefone.

Z 101 é o varistor que protege o transformador e circuito do seu primário contra tensões transientes ou descargas eletrostáticas presentes na linha de telefone. O VDR (resistor dependente de tensão) é constituído com carbono e grãos de índio, o que torna sua resistência dependente de tensão. Seu valor ôhmico diminui rapidamente com o aumento da tensão.

Na posição que ele se encontra nos dois extremos de T 102, qualquer valor excedente de tensão curto-circuitará os terminais de T 102, impedindo danos ao mesmo.

RL 101-A é o relé responsável pelo processo de discagem, controlado pelo microcontrolador IC 103.

DETETOR CAMPAINHA

Para melhor compreendermos o funcionamento do detetor de campainha, vamos comentar o sistema de alimentação de uma linha de telefone.

A central telefônica gera uma tensão de 48 VDC. Esta tensão é encontrada na linha quando o telefone está em repouso (similar ao fone no gancho).

Quando outro assinante deseja chamar, a central gera uma tensão AC que somada a tensão DC produz um valor em torno de 90 V. Esta é chamada de tensão do toque da campainha, ou tensão Ring.

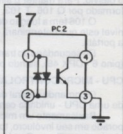
Quando o assinante conecta a linha (telefone em uso, fone fora do gancho), a tensão cai para 12 V., podendo variar de 6 a 14 V., variação esta devido ao fato de a linha telefônica oferecer uma resistência de 280 Ohms por Km. Logo, quanto mais próximo o aparelho estiver da central, maior será a tensão nele aplicada. Em geral, a corrente varia de 20 a 70 mA.

No circuito deste telefone sem fio, o detetor da campainha é formado pelos diodos zeners ZD 102 e ZD 103, capacitor C 122 e R 126. A condução dos diodos zeners somente ocorrerá com uma tensão acima de 54 V. Conforme vimos, a tensão de ring fornecida pela central é de 90 V.

Ao conduzir ambos diodos, ativará o fotoacoplador IC 104 que pelo pino 4 fornecerá o sinal Ring para o micro IC 103.

Veja na figura 17 o esquema interno do IC 104 (PC 817).

Na figura 18 vemos as formas de ondas para o sinal de entrada e de saída do fotoacoplador (informação útil para testes durante a reparação).



18

BELL SIGNAL

• T - R

• PC 2 - ①

• PC 2 - ④

AMPLIFICADOR ALC

O amplificador ALC - controle automático de nível, é formado pelo IC 103, um dos quatro operacionais internos (pinos 1, 2 e 3).

O sinal de áudio recebido por T 102, proveniente da linha telefônica, é injetado no pino 3 do IC 102 e sai pelo pino 1. C 151 e R 166 formam o circuito RC de equalização.

Este sinal de áudio irá ser o índice de modulação para o modulador de RF.

MODULADOR DE RF

O modulador de RF tem duas funções básicas: uma é gerar a frequência da portadora e a outra é fazer a modulação dentro da faixa de 2.560 a 2.740 MHz.

O sinal de áudio modulante é aplicado sobre o diodo varicap VD 101, fazendo variar a capacitância do varicap e, por isso, faz variar a frequência de ressonância do oscilador formado por X 103, L 110, Q 107 e componentes adjacentes.

No modulador é aplicado o sinal da portadora gerado pelo oscilador e o sinal de áudio modulante, proveniente da linha telefônica.

O desvio da portadora modulada em frequência é diretamente proporcional à amplitude do sinal modulante, ou seja, quanto maior a amplitude do sinal, maior será o desvio. Para manter o sinal constante, foi utilizado um amplificador sintonizado, formado por Q 106, T 103, T 104 e o próprio transistor do oscilador, Q 107.

Q 106 tem a função de aumentar a potência de saída para um nível desejado, nível este que determinará a distância máxima de alcance entre a unidade base e a portátil.

Do secundário do transformador T 103, o sinal de RF segue até o filtro passivo (pino 6 - DPX 46), saindo pelo pino 3 em direção à antena telescópica.

CPU - MICROCONTROLADOR

O comando central da unidade base é feito pelo IC 103 (L 9021 B). Trata-se de uma CPU - unidade central de processamento do tipo microcontrolador.

Basicamente um microcontrolador é um microprocessador que já tem incorporado em seu invólucro, todos os blocos lógicos destinados ao processamento de sinais específicos. Sendo assim, este IC contém, internamente, todo software (conjunto de programas, instruções e códigos) armazenados em sua memória ROM interna.

Através dos registradores internos desta CPU, é definido o conjunto de tarefas que a unidade base do telefone sem fio deve executar, tais como efetuar os chaveamentos, decodificar o sinal piloto, e comandar todas as demais operações.

Veja diagrama em blocos desta CPU na **figura 19**.

SINAL PILOTO

O sinal piloto tem por função garantir a "amarração da linha" entre base e portátil.

Quando acionada a chave uso do portátil, transmitimos o código de acesso, que após o demodulador (pino 9 do IC 101), segue até os pinos 5 e 6 do IC 102 que está configurado como comparador. Sai pelo pino 7 e é injetado na CPU (pino 13).

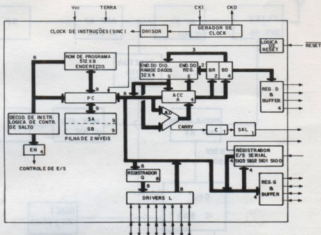
Enquanto não teclamos nenhum número, o nível do piloto permanece alto. A partir do momento que teclamos o primeiro número, o nível cai para zero, prevalece a frequência de teclagem.

DETETOR DE CARGA

Através do pino 21 do micro, recebe referência de tensão para recarga da bateria.

REGULADOR DA FONTE

A regulação e estabilização de tensão é feita pelo par Q 104 e ZD 101. Os componentes adjacentes são responsáveis pela filtragem ripple e ruídos AC.



UNIDADE PORTÁTIL

Na **figura 20** apresentamos o diagrama em blocos simplificado da unidade portátil (Hand Set).

O sinal proveniente da base é irradiado pela antena modulado em 2,7 MHz, e é captado pela antena do portátil. Em seguida, o sinal passa pelo filtro passivo DPX 46 sintonizado em 2,7 MHz (entra pelo pino 3 e sai pelo pino 1).

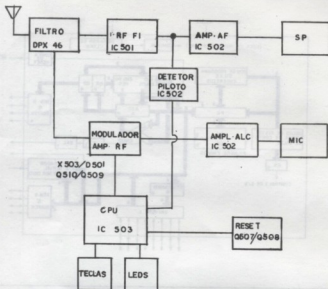
É aplicado à base de Q 501 que junto com T 501 forma um circuito ressonante ativo. Em seguida, é aplicado ao buffer Q 502 e é injetado no pino 16 do IC 501. Este CI foi descrito na explanação da unidade base.

RF/FI/DEMODULADOR

O sinal de RF entra no pino 16, onde será misturado com o oscilador local, cujo oscilador é formado pelo cristal X 501.

No pino 3 temos a saída da frequência de FI, passando pelo filtro cerâmico CF 501, retornando ao CI no pino 5, onde temos o limitador e detetor de quadratura, saindo na forma de áudio, já amplificado, pelo pino 9. L 503 é a bobina BYPASS.

Do pino 9 o sinal prossegue até o amplificador operacional (pino 2 do IC 502) que elevará o ganho do sinal de áudio o suficiente para excitar o alto-falante do Hand Set. O volume do nível do sinal e a equalização respeitam as normas da Telebrás. Q 503 faz o chaveamento comandado pelo micro para o alto-falante.



CPU

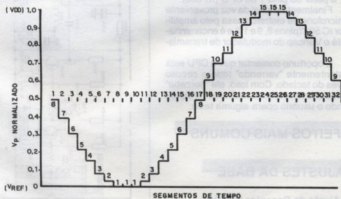
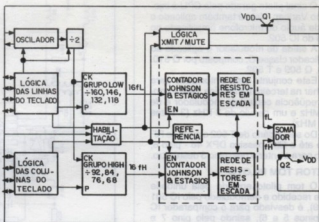
O comando central da unidade portátil é processado pela CPU IC 503 (CL 8867 H).

As explicações teóricas da CPU (microcontrolador) foram dadas durante a explanação da unidade base.

A **figura 21** ilustra um diagrama em blocos didáticos da seção deste microcontrolador que gera o tom de discagem telefônica. Todas as frequências necessárias à geração dos tons derivam do cristal X 502. A forma de onda senoidal da geração de um tom é digitalmente sintetizada pela própria CPU. Essa forma de onda (**figura 22**) possui uma distorção harmônica muito baixa. Uma tensão de referência é gerada no chip a fim de estabilizar sua operação na faixa de tensão e temperatura especificadas e, regula os níveis do sinal dos dois tons para seguir a especificação recomendada pelas companhias telefônicas.

MODULADOR/TRANSMISSOR

Ao fazer o chaveamento da unidade portátil, a seção transmissora passará a ser alimentada via Q 505. Neste instante, entra em operação o modulador de 16,53 MHz composto por VD 501, X 503, L 505 e Q 510.



Os resistores R 539, R 540 e R 541 determinam o ponto de operação do diodo Varicap.

O sinal piloto gerado pela CPU é injetado no Varicap. Nele é também aplicado o sinal de áudio do microfone amplificado no pino 8 do IC 502.

A saída do modulador é aplicada ao amplificador classe C, composto por Q 510. T 503, Q 509 e T 502.

Este conjunto está sintonizado para trabalhar na terceira harmônica. Neste ponto a frequência central do modulador é de 49,6 MHz e um desvio de 3 KHz (3 vezes 16,53 MHz).

Do secundário de T 502 o sinal de RF segue até o filtro passivo DPX 46 - pino 6, saindo para a antena pelo pino 3 deste filtro.

DETETOR TOM PILOTO

O tom piloto enviado pela unidade base é recebido e demodulado pelo IC 501 (pino 9), é desviado para o comparador IC 502 (pinos 5 e 6), saindo pelo pino 7 e injetado na CPU (pino 6).

Após o envio do piloto de 4,4 KHz é feita a teclagem. A CPU é o responsável pela geração dos pulsos de teclagem.

Estes pulsos (DP ou DTMF) farão com que o oscilador interno da CPU que gera o piloto de 4,4 KHz, acompanhe os pulsos de teclagem e module o oscilador/modulador D 501, a partir do pino 1 da CPU (IC 503).

Finalmente o sinal da voz proveniente do microfone de eletreto passa pelo amplificador IC 502 (pinos 8, 9 e 10) e é encaminhado até o Varicap do modulador de transmissão.

É oportuno comentar que a CPU está constantemente "varrendo" todo o circuito através do teclado. Com isso, ele "percebe" quando a unidade base está chamando ou quando o usuário opera alguma tecla.

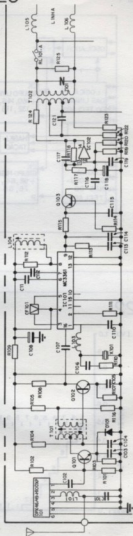
DEFEITOS MAIS COMUNS

1. AJUSTES DA BASE

1.1. Ajuste do Receptor (49 MHz)

Ajustar L 104 para se obter a maior

23



amplitude de sinal no pino 9 IC 101 (em torno de 200 mV).

1.2. Ajuste do Transmissor

Ajustar T 104, T 103 e L 110 para obter a leitura no frequencímetro de 2.560 a 2.740 KHz (uma destas três frequências).

1.3. Sinal Piloto

O sinal piloto é gerado digitalmente pela CPU, não necessitando de ajustes.

2. AJUSTES DO HAND-SET

2.1 Ajuste do Receptor (2,7 MHz)

Injetar através da antena loop, sinal de 2,7 MHz (modulado em 3 KHz com desvio de 1 KHz). Retificar sinal na saída do alto-falante com osciloscópio e milivoltímetro (coloque resistor de 8 Ohms no lugar do falante). Colocar no gerador um nível de 1 mV e ajustar L 503 para o maior nível de sinal (cerca de 180 mV).

2.2. Ajuste do Transmissor

Ajustar L 505, T 503 e T 502 para melhor ganho.

2.3. Sinal Piloto

O sinal piloto é gerado digitalmente pela CPU, não necessitando de ajustes.

2.4. Teste de Alcance

O teste de alcance deverá ser efetuado em local ao ar livre, conectando-se o mesmo a uma linha telefônica, efetuando-se a ligação e verificando-se qual a distância conseguida entre a unidade base e a unidade portátil (deve ser de 80 metros).

2.5. Teste na Linha

Conectar o aparelho na linha telefônica ou num simulador de linha e efetuar uma ligação, verificando o funcionamento.

DEFEITOS E SOLUÇÕES

O ponto de partida para um diagnóstico em telefone sem fio é determinar se o defeito está na unidade base ou na unidade portátil. Uma vez diagnosticado qual a unidade defeituosa, determina-se se o problema está na seção de recepção ou de transmissão.

ALGUNS DEFEITOS COMUNS

1. Campainha não Toca (base)

Diagnóstico:

- fotoacoplador
- ZD 102
- ZD 103
- C 140

2. Unidade Portátil Não Funciona

Diagnóstico:

- bateria danificada

- Q 105
- D 501

3. Portátil Toca a Campainha, Porém Voz Não se Ouve

Diagnóstico:

- IC 502
- Q 503

4. Campanha Não Toca (portátil)

Diagnóstico:

- Q 506
- Campanha

5. Não Disca (portátil)

Diagnóstico:

- IC 503
- Q 507
- Q 508

6. Base só Recebe (não transmite)

Diagnóstico:

- IC 102
- Q 107
- Q 106

7. Base só Transmite (não recebe)

Diagnóstico:

- IC 101
- Q 101
- Q 102
- Q 103

8. Não Disca (base)

Diagnóstico:

- relé RL 101
- D 118
- Q 108
- ZD 104

9. Base Inoperante (não há tom piloto)

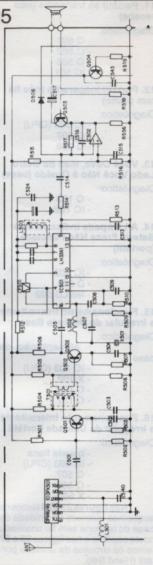
Diagnóstico:

- IC 503 (CPU)
- C 139
- Q 104

10. Portátil só Recebe (não transmite)

Diagnóstico:

- IC 502
- Q 510
- Q 509
- Q 506 (TX)



11. Portátil só transmite (não recebe)

Diagnóstico:

- Q 501
- Q 502
- Q 503
- IC 501

12. Portátil Inoperante (não há tom piloto)

Diagnóstico:

- IC 503 (CPU)
- Q 507
- Q 508

13. Você Ouve, mas do Outro Lado Você Não é Ouvido (base)

Diagnóstico:

- Q 103
- IC 102

14. A Lâmpada Indicadora de Bateria Fraca Não Funciona (portátil)

Diagnóstico:

- IC 502
- D 504
- led LD 502

15. Funcionamento Intermitente e Irregular da Unidade Base

Diagnóstico:

- alimentação da base
- IC 103 (CPU)
- X 102
- C 139
- C 137

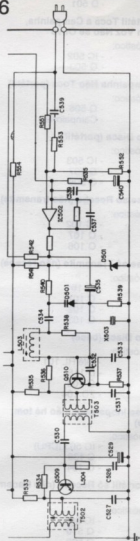
16. Funcionamento Intermitente e Irregular da Unidade Portátil

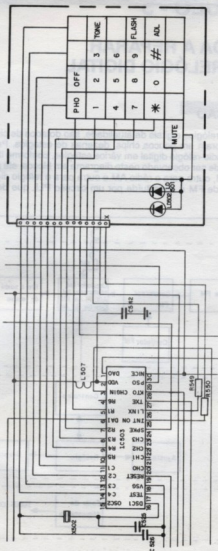
Diagnóstico:

- bateria fraca
- IC 503 (CPU)
- Q 507
- Q 508
- X 502

Nas figuras 23 e 24 temos os esquemas elétricos da unidade de base do telefone sem fio analisado neste capítulo e nas figuras 25 a 27 temos os circuitos da unidade portátil (Hand Set).

26





CAPÍTULO - 3

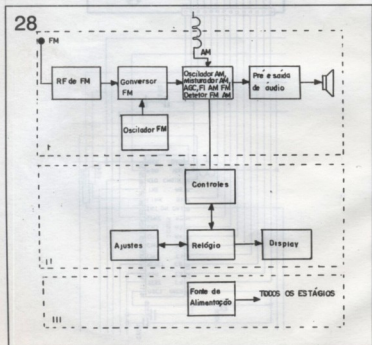
APRENDA A REPARAR RÁDIO-RELÓGIO DIGITAL

INTRODUÇÃO

Os rádio-relógios digitais da atualidade, são dotados de circuitos integrados LSI que incorporam em poucos chips, dezenas de estágios. Para fins didáticos, dividimos um rádio-relógio digital em vários estágios, conforme ilustra a **figura 28**.

Como pode ser observado neste diagrama em blocos, ele possui uma seção para o rádio FM, outra para o rádio AM e outra para o relógio digital.

A seção de FM é constituída por um circuito PLL que descreveremos em seguida.



TEORIA DO PLL

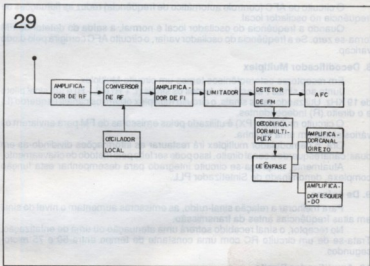
O circuito PLL (Phase Locked Loop) é na atualidade o sistema mais difundido e com melhores resultados finais, devido a sua precisão, muito utilizado em receptores de FM.

Para que possamos compreender claramente como este circuito funciona, vamos revisar a teoria da recepção em FM estéreo.

RECEPTOR FM

Na figura 29 apresentamos o diagrama em blocos do receptor de FM estéreo.

1. Amplificador de RF



Amplifica e seleciona uma frequência desejada.

2. Oscilador Local

Gera uma frequência, semelhante ao oscilador local de AM, sendo que a principal diferença é o valor a FI, que é igual a 10,7 MHz, sendo que todas as explicações dadas para o oscilador e misturador AM são válidas para FM.

3. Misturador

Efetua o batimento dos sinais e produz a frequência de FI de 10,7 MHz.

4. Amplificador FI

O circuito amplificador de FI para FM é idêntico ao de FM, sendo que em FM necessitamos de um nível maior de seletividade e qualidade tinal maior. isto requer um ganho de 100 dB no amplificador de FI.

5. Limitador

A principal função do limitador é de suprimir a variação em amplitude do sinal recebido. Isto se explica pelo fato de que em FM a informação recebida está contida na variação de frequência e não na amplitude.

6. Detetor de FM

O detetor de FM é bem diferente do detetor de AM. Como as ondas FM tem amplitudes constantes e variações na frequência, não é possível demodular-se o sinal de FM usando o diodo detetor, como em AM.

O detetor de FM deve ter uma banda larga e não pode distorcer o sinal recebido durante o processo de demodulação. Para isso, combinamos um circuito detetor com um circuito conversor F/A (Frequência/Amplitude).

7. AFC

O circuito de AFC (controle automático de frequência) reduz as flutuações de frequência no oscilador local.

Quando a frequência do oscilador local é normal, a saída do detetor de FM torna-se zero. Se a frequência do oscilador variar, o circuito AFC corrigirá pelo diodo varicap.

8. Decodificador Multiplex

Em receptores estereofônicos temos um circuito Multiplex.

Junto aos sinais FM estéreo, temos os sinais $(L + R)$ e $(L - R)$ e um sinal piloto de 19 KHz. Utilizando estes sinais, o circuito multiplex obtém os canais esquerdo (L) e o direito (R) independentes.

O circuito multiplex (PX) é utilizado pelas emissoras de FM para enviarem os vários sinais em uma só linha.

Ora, o demodulador multiplex irá restaurar as informações dividindo-as em duas: canal esquerdo e canal direito. Isso pode ser feito pelo método de chaveamento.

Atualmente, emprega-se circuito integrado para desempenhar esta função complexa, denominado de Sintetizador PLL.

9. De ênfase

Para melhorar a relação sinal-ruído, as emissoras aumentam o nível do sinal em altas frequências antes da transmissão.

No receptor, o sinal recebido sofrerá uma atenuação ou uma de ênfatização. Trata-se de um circuito RC com uma constante de tempo entre 50 e 75 microssegundos.

10. Amplificador Direito

Amplifica os sinais do canal direito.

11. Amplificador Esquerdo

Amplifica os sinais do canal esquerdo.

SINAL MPX

Em meio aos sinais FM estéreo, temos um sinal de soma $(L + R)$, um sinal de diferença $(L - R)$ e um sinal piloto de 19 KHz. Utilizando esses sinais, o circuito Multiplex, conforme já vimos, obtém os canais L e R independentes.

Para realizar a decodificação do sinal, podemos usar o método de chaveamento ou o método de matriz.

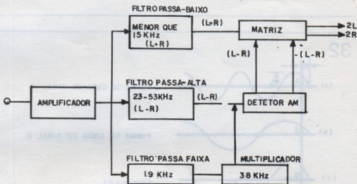
Atualmente, utiliza-se o sistema de transmissão denominado FCC, que envia em uma única portadora quatro sinais:

1. $L + R$
2. $L - R$
3. 19 KHz
4. Sinal SCA (autorização para comunicações secundárias).

O sinal $L + R$ é modulado em frequência. Já o sinal $L - R$ é modulado em AM, sendo transportado pela sub-portadora de 38 KHz.

Na figura 30 vemos um diagrama em blocos do decodificador tipo matriz.

30



Neste método, são utilizados diversos tipos de filtros para a separação dos sinais. Após essa separação, o sinal de 19 KHz é multiplicado por 2 e através desse sinal de 38 KHz o sinal $L - R$ é dividido em dois.

Os dois sinais resultantes da divisão do sinal $L - R$ são aplicados a uma matriz, onde esses sinais são somados com o sinal $L + R$, obtendo-se o sinal de áudio.

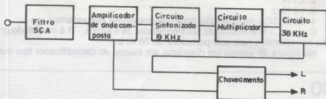
O objetivo do sinal piloto é acertar as fases da portadora que foi suprimida e da portadora que será criada no receptor.

Na figura 31 vemos o diagrama em blocos do método de chaveamento. Este, ao invés de usar uma matriz para a obtenção dos sinais de áudio, utiliza um circuito chaveador para obter o áudio dos canais esquerdo e direito.

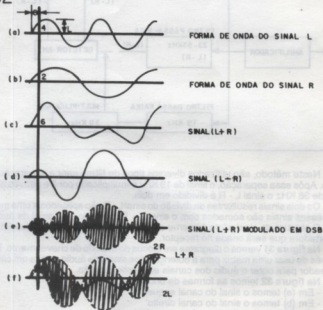
Na figura 32 temos as formas de ondas:

- Em (a) temos o sinal do canal esquerdo
- Em (b) temos o sinal do canal direito
- Em (c) temos o sinal que é a soma de $a + b$
- Em (d) temos o sinal que é a diferença entre $a - b$
- Em (e) temos o sinal DSB que corresponde ao sinal $L - R$ com a portadora de 38 KHz suprimida.
- Em (f) temos o sinal composto de FM, onde está incluído o sinal $L + R$, sinal $L - R$ com portadora suprimida, e os sinais $2L$ e $2R$.

31



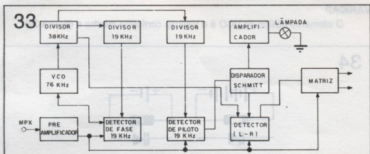
32



PLL

Este decodificador veio substituir com vantagens os métodos de decodificação por matriz e por chaveamento.

Na figura 33 vemos o diagrama em blocos de um decodificador PLL. Contém um VCO (oscilador controlado por tensão), cuja frequência é de 76 KHz. A precisão desta frequência é fator determinante para a qualidade final do áudio (permite-se uma variação de até 10 Hz).



Mediante uma tensão de erro (DC) obriga-se o VCO a oscilar em uma frequência quatro vezes maior que a do sinal piloto da emissora (19 KHz).

O sinal proveniente do detetor de FM é aplicado a um pré-amplificador de baixa distorção, o qual está encarregado de separar os circuitos internos do decodificador referente ao detetor. Além disso, eleva o ganho do sinal.

O sinal MPX amplificado é aplicado simultaneamente a um detetor de fase de 19 KHz, ao detetor de R - L e à matriz que efetuará a decodificação.

O sinal de 76 KHz do VCO é aplicado a um divisor de frequência, cuja saída de 38 KHz corresponde a sub-portadora suprimida do sinal L - R e aplicada ao detetor L - R.

Paralelamente, outro divisor de frequência proporciona o sinal de 19 KHz, o qual se aplica ao detetor de fase, a fim de ser comparado com o sinal piloto.

A comparação de ambos os sinais, sendo eles diferentes, proporciona uma tensão de erro que se aplica ao VCO para que corrija sua frequência de oscilação.

O detetor L - R se mistura ao sinal de 38 KHz com o sinal MPX procedente da saída do pré-amplificador.

Deste modo, a saída do detetor L - R aparece o sinal diferença L - R que se aplica a matriz.

Na matriz são aplicados dois sinais, um procedente do detetor L - R e outra MPX procedente do pré e que contém o sinal soma L + R. Na matriz é produzida a soma e a diferença dos sinais, a saber:

$$(L + R) + (L - R) = 2L$$

$$(L + R) - (L - R) = 2R$$

SINAL PILOTO

O sinal de 38 KHz procedente do primeiro divisor se aplica a um segundo divisor de frequência que se divide por dois.

O sinal de saída deste segundo divisor de frequência se aplica a um detetor do sinal piloto. Este detetor compara o sinal interno de 19 KHz, de amplitude constante, com a amplitude do sinal piloto procedente do pré-amplificador.

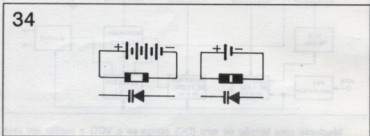
Se o sinal piloto supera um nível determinado, se obtém um sinal de saída no circuito que aciona o disparador Schmitt.

Este disparador Schmitt aciona o detetor do sinal diferença L - R e o amplificador da lâmpada indicadora de estéreo.

Se o nível do sinal piloto está abaixo de um determinado nível, ou não existir, a saída do detetor piloto não será suficiente para disparar o circuito Schmitt, fazendo o led ou a lâmpada de estéreo se apagar. Neste caso, funciona em mono.

VARICAP

O elemento básico do VCO é o Varicap conforme mostra a (figura 34).



O diodo Varicap tem a propriedade de mudar sua capacitância no instante em que mudamos a tensão sobre ele. Quando a tensão aumenta, a capacitância diminui e a frequência aumenta.

Quando a tensão diminui, a capacitância aumenta e a frequência diminui.

SINTETIZADOR PLL

O demodulador PLL descrito anteriormente, pode ser encontrado na forma de microcontrolador, conhecido como sintetizador PLL (sintonia digital que utiliza o PLL para travar a frequência do oscilador local).

No sintetizador PLL, as frequências são todas armazenadas nas memórias internas do dispositivo. Com isso, cada emissora sintonizada terá um divisor programável que dividirá por "n" vezes a frequência antes de enviá-las ao PLL. A figura 35 ilustra este conceito. Este divisor programável é denominado de pré-escala.

O motivo pelo qual utiliza-se o divisor pré-escala é que se a frequência do VCO exceder a faixa operacional do TTL ou CMOS, sua confiabilidade cai.

Dividindo-se digitalmente a frequência, permite que o PLL opere dentro da faixa nominal e, portanto, opere eficazmente.

MICROPROCESSADOR DE CONTROLE PLL

O componente principal do circuito de sintonia digital é o microprocessador dedicado, de tecnologia LSI - larga escala de integração.

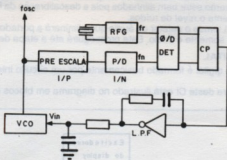
A título de exemplo, comentaremos o micro UPD 1723 GF-013.

Na figura 36 vemos o diagrama interno deste CI.

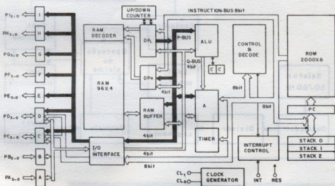
Este CI é constituído de divisores, comparadores de fase, entradas para a matriz de chaves, saídas para acionar o display, saída para muting, memórias ROM e RAM e uma unidade lógica (ALU).

Conforme já foi descrito, o método de sintonia digital consiste em tomar uma amostra do oscilador local (VCO), dividi-la e aplicá-la a um comparador de fase, onde a frequência do VCO será comparada com a frequência de referência proveniente

35



36



do oscilador a quartzo. O sinal de correção de fase da saída do comparador é convertido em tensão e aplicado ao oscilador local, para corrigir qualquer diferença de frequência que possa existir.

SEÇÃO AM

A seção do receptor AM é formada por um amplificador de RF, um oscilador local e um misturador, que através de um batimento superheteródino, vai gerar a FI (frequência intermediária de 455 KHz).

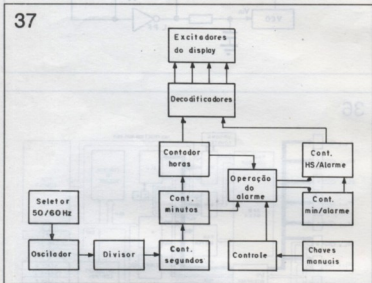
A mais importante característica do amplificador de FI é a sua seletividade. Ele deverá amplificar uma estreita faixa de frequência. Por esta razão, os transformadores de FI deverão estar bem alinhados pois a descalibração da FI reduz o ganho do sinal e aumenta o nível de ruídos.

Após a FI temos o detetor de áudio que eliminará a portadora de 455 KHz e deixará passar somente o áudio. Este prosseguirá até a etapa de amplificação.

RELÓGIO DIGITAL

O relógio digital é formado basicamente por um circuito integrado LSI e um display.

A estrutura deste CI está ilustrado no diagrama em blocos da **figura 37**.



DESCRIÇÃO DO DIAGRAMA EM BLOCOS

Seletor 50/60 Hz:

É formado por um circuito Schmitt Trigger.

O disparador Schmitt consegue "quadrar" a forma do sinal permitindo apenas a passagem de pulsos de ondas quadradas, impossibilitando a presença de tensões transitientes indesejáveis no circuito. Esta filtragem é feita internamente por um simples filtro RC.

Através da seleção 50 ou 60 Hz, os divisores e contadores binários irão dividir e contar por 50 ou por 60 Hz, já que a frequência base é de 1 Hz. No nosso caso, deve estar selecionado para 60 Hz.

Para 60 Hz, este pino deve estar desligado do VSS. O aterramento do VDD é feito por meio de um resistor interno.

Entrada oscilador

Os valores de RC determinam a frequência do oscilador de Clock.

Externamente a este bloco do IC 101 temos VR 101 que é o ajuste do oscilador 900 Hz, que é o sinal que será amplificado pelo amplificador do rádio e chegará até o alto-falante.

Divisor e contadores:

Internamente ao IC LSI temos vários blocos formados por um conjunto de flip flop e registradores de deslocamento.

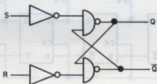
Os flip flops dada suas características de memorizar sempre a última saída, são utilizados para armar ou desarmar a memória do alarme e para formar o bloco registrador de deslocamento.

De uma forma muito simples, poderíamos definir um flip flop como um circuito onde a condição de saída depende não só das entradas, mas também da condição que havia na saída anterior. O flip flop tem memória, ele sempre guarda o valor da última saída apresentada, mesmo que a entrada já tenha mudado de valor.

Podemos representar o flip flop como um bloco onde temos duas saídas, entradas para as variáveis e uma entrada de clock.

Vamos analisar o circuito flip flop tipo RS básico. Observe a **figura 38**.

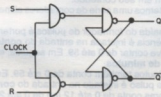
38



Através dos elos de realimentação temos as saídas injetadas com as variáveis de entrada.

Para que o flip flop RS básico seja controlado por uma sequência de pulsos de clock, montamos o seguinte circuito como mostra a **(figura 39)**.

39



Quando o clock for igual a zero, o flip flop irá permanecer no seu estado, mesmo que variem as entradas R e S.

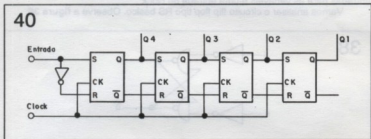
Quando a entrada clock assumir valor um, o circuito irá comportar-se como um flip flop RS. Então, teremos a seguinte tabela verdade:

S	R	Saída
0	0	Estado atual da saída Q
0	1	0
1	0	1
1	1	Não permitido

Este circuito irá mudar de estado apenas quando o clock for igual a 1, ou seja, somente na chegada de um pulso de clock.

Se associarmos um certo número de flip flop ligados de forma que as saídas de um flip flop (Q e $\bar{Q}$) alimentem as entradas (S e R), respectivamente, do flip flop seguinte, formamos um registrador de deslocamento (SHIFT REGISTER).

Um **registrador de deslocamento** é formado por um grupo de flip flop ligados em cascata, conforme ilustra a **figura 40**. A única entrada de controle é a que alimenta o primeiro flip flop.



Cada flip flop armazena um bit de informação. No caso de ligarmos 4 flip flop em cascata, como na figura acima, teremos 4 bits que se deslocarão de uma para outra, realizando infinitas combinações numéricas.

Associando dois ou mais registradores em cascata, obtemos 8 ou mais bits. Esta combinação de dois ou mais registradores formam os circuitos **contadores**.

O circuito contador é um registrador que, com a chegada de um pulso de controle, incrementa um em seu conteúdo.

No relógio digital temos uma série de contadores alimentados por um clock de período de 1 segundo.

A frequência de saída do formador de pulsos é portanto de 1 Hz (período de 1 segundo). Esta frequência é injetada na entrada do **contador de segundos**.

Este contador deve contar de 0 até 59. Em seguida, ele fornece um pulso de clock para o **contador de minutos**.

O contador de minutos também conta de 0 até 59. Em seguida, ele fornece um pulso de clock. Este pulso é injetado na entrada do **contador de horas**.

O contador de horas conta de 0 até 12 (ou de 0 até 24, dependendo do tipo de relógio). Depois, reinicia a contagem a partir do zero.

Decodificadores e Drivers:

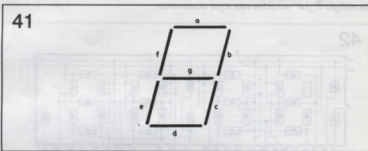
Os três contadores (segundo, minutos e horas) enviam referências para o bloco decodificador.

O decodificador transforma os níveis de tensão da contagem em uma série de níveis que irão fazer com que os segmentos do display se acendam, formando o algarismo correspondente ao número de pulsos que entraram nos contadores.

Os Drivers são circuitos que tem por finalidade aumentar a potência dos sinais elétricos pulsados, diminuindo sua impedância de saída ou aumentando a tensão.

Display:

O display é uma arrumação conveniente de diodos emissores de luz de modo a formar sete segmentos (A - G). Observe o desenho da figura 41.



Cada segmento pode ser aceso independentemente dos outros. Com a combinação desses sete segmentos pode-se formar qualquer número de 0 a 9, além de algumas letras e símbolos. Para os números em cada caso, esses são os segmentos que devem ser excitados:

Número 0: A, B, C, D, E, F.

Número 1: B, C

Número 2: A, B, D, E, G

Número 3: A, B, C, D, G

Número 4: B, C, F, G

Número 5: A, C, D, F, G

Número 6: A, C, D, E, F, G

Número 7: A, B, C

Número 8: A, B, C, D, E, F, G

Número 9: A, B, C, D, F, G

FORMA DE DISPLAY

Entrada/controles	Dígito 1	Dígito 2	Dígito 3	Dígito 4
Norma 1 (N.C.)	Décimos	Décimos	Décimos	minutos
Modo display: Time	de horas	Horas	de minutos	
	e AM/PM			
Chave alarme pressionada	Décimos	Décimos	Décimos	minutos
	de horas	Horas	de minuto	

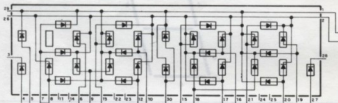
Modo display: alarme	e AM/PM			
Chave Sleep pressionada.	Em	Horas	Décimos de minutos	minutos
Modo do display: Sleep.	branco			
Chaves alarme e Sleep pressionadas ao mesmo tempo. Modo display: segundos.	Em	minutos	Décimos de segundos	segundos
	branco			

* AM é a abreviatura de "ante meridiem" e

PM "Post meridiem" significando, respectivamente, antes do meio dia (até 12 horas) e após o meio dia (até 24 horas).

Na **figura 42** vemos a disposição do circuito do display utilizado nos aparelhos de relógio digital vendidos nas lojas atualmente.

42



Operação do alarme:

O circuito "operação de alarme" é um comparador cuja função é permitir a saída do sinal de alarme ou desligá-lo. Isto dependerá da coincidência que será percebida pelo comparador entre o contador de alarme.

A saída do sinal de alarme é provida por uma fonte de sinal de 900 Hz, regulado por VR 101 (pino 27).

A saída do sinal de alarme durará por 59 minutos ou 1 hora e 59 minutos (depende da seleção), a menos que aperte a tecla Snooze ou desligue manualmente a entrada do sinal de alarme.

Snooze

Conectando momentaneamente Snooze para VSS inibe-se a saída do alarme para 8 ou 9 minutos, depois do qual o sinal de alarme é reabilitado novamente.

Esta entrada é desaterrada ao VDD por meio de um resistor interno.

Conectando momentaneamente alarm off ao VSS, temos o sinal de alarme na saída. Esta entrada é novamente retornada para VDD por meio do resistor interno.

Sleep timer:

O sleep timer é o temporizador do rádio.

A saída Sleep pode ser usada para desligar o rádio após ter terminado o intervalo de tempo de 59 minutos ou 1 hora e 59 minutos.

Todo esse processo é controlado pelos contadores digitais.

Logo que o contador do temporizador, o qual conta regressivamente (do maior até atingir 00), atingir 00 minutos, a corrente de excitação de saída para o rádio é removida e o rádio é desligado.

Este sinal para desligar o rádio também pode ser controlado manualmente através da chave externa S5.

Indicador de falta de energia:

Ao falhar o fornecimento da energia elétrica, o circuito indicador de falta de energia (interno ao integrado) está provido por uma centelha na saída para todos os segmentos do display. Esta centelha que é alimentada pela bateria de 9 V irá suprir o integrado com a tensão da bateria e o display retornará ao normal. Na ausência de energia, o rádio não funcionará mas o relógio funcionará normalmente.

A bateria não é consumida quando existir alimentação da rede elétrica.

Permite um reajuste da hora quando pressionada em conjunto com a tecla "horas" e permite acertar os minutos quando pressionada em conjunto com a tecla "minuto".

Ao pressionarmos a chave "Set" estamos provendo o controle dos contadores do integrado de VSS.

Na tabela que veremos a seguir, encontramos os controles de ajustes.

CONTROLE DE AJUSTES

Seleção do display	Ajuste	Função
Time	Horas	Contador de horas + 1 imediatamente, e depois 1/4 - 3/4 seg. A hora avança na frequência de 2 hz.
	Minuto	Contador de minuto + 1 imediatamente e depois 1/4 - 3/4 seg. Avança na frequência de 2HZ.
	Horas e minutos	Tem ambos as mesmas funções.
Alarme	Horas	O contador de alarme-horas avança na frequência de 2 Hz.
	Minuto	O contador de alarme-min. avança na frequência de 2 Hz.
Sleep	Horas	Contador para 1:59
	Minuto	Contador avança na frequência de 2 Hz.
	Hora/minuto	Contadores avançam na frequência de 2 Hz.

Seleção 12 ou 24 horas:

Se este pino estiver desconectado (desligado) do VSS, a saída estará programada para 12 horas no display. Se esta saída estiver conectada a VSS, o display funcionará para o formato 24 horas.

Internamente, temos um resistor de desacoplamento para VDD.

Segundos:

Para a seleção de segundos no display, pressione as chaves alarme e Sleep ao mesmo tempo.

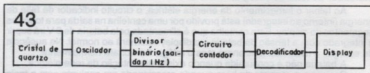
Bright:

É o controle da luminosidade do display: High (alta luminosidade) ou Low (baixa luminosidade).

Vamos aprender a arquitetura e funcionamento de um relógio digital, que utiliza outro tipo de configuração.

A **figura 43** nos mostra o diagrama em blocos básico de um relógio digital.*

Vamos analisar cada um dos circuitos básicos do relógio digital, do ponto de vista didático.

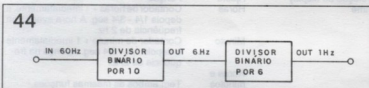


Cristal de quartzo e oscilador:

Normalmente, o cristal de quartzo já vem integrado no C.I., porém pode-se utilizar a própria frequência da rede para fornecer a oscilação (60 Hz).

Divisor binário (1 Hz):

Através do divisor binário, dividimos os 60 Hz da rede elétrica em pulsos fixos de 1 Hz conforme mostra a (**figura 44**).



Para isso, utiliza-se um integrado que é um contador em série de dez (por exemplo, 7490).

Conforme seu esquema interno, ele consta de 4 classes duplas de flip flops mestre-auxiliar, interconectadas diretamente para proporcionar um contador divisor por 10 conforme mostra a (**figura 45**).

Para obtermos o sinal de frequência fixa igual a 1 Hz, dividimos novamente o sinal de saída por 6, já que na primeira vez os 60 Hz foram divididos por 10.

Então:

1º divisor: $60 : 10 = 6 \text{ Hz}$

2º divisor: $6 : 6 = 1 \text{ Hz}$

Este pulso de 1 Hz é aplicado ao bloco contador.

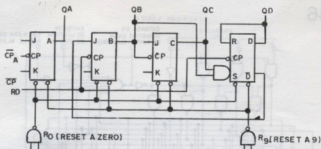
Contador

Tanto o contador de segundos como o de minutos devem contar até 59. Já o contador de horas deve contar de 0 a 12 ou de 0 a 24.

Contador segundos:

São dois contadores ligados em cascata. A tabela da verdade mostra o funcionamento da contagem, já que o código que ele trabalha é o BCD.

O primeiro contador é ligado ao segundo. Quando o primeiro contador apresentar a saída 0101 (decimal 5) e o segundo, 1001 (decimal 9) será emitido o pulso de clock para o contador de minutos.



Número decimal	Saídas dos flip flops			
	D	C	B	A
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	0	1	0	1
6	0	1	1	0
7	0	1	1	1
8	1	0	0	0
9	1	0	0	1

Contador de minutos:

Tem o mesmo funcionamento que o contador de segundos.

Ao término da contagem (59), enviará um pulso de clock para o contador de horas.

Contador de horas:

O princípio de funcionamento do contador de horas é idêntico aos demais contadores. Porém, ele deve contar de 0 até 12 (ou de 0 até 24).

Decodificador:

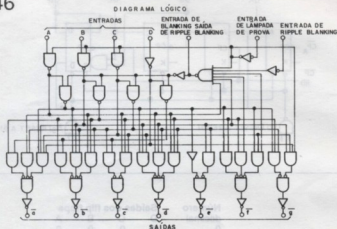
O decodificador recebe a informação binária vinda do contador e a distribui em níveis de "0" e "1" nas suas saídas, que correspondem, no display, ao valor decimal do número binário enviado. Decodifica estes dados para um indicador de 7 segmentos.

Os níveis lógicos são indicados na tabela verdade. Abaixo, o diagrama do bloco decodificador.

Estas saídas deverão ser conectadas ao display conforme mostra a figura a seguir.

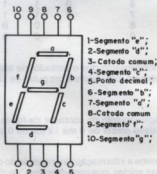
Veja tabela verdade e diagrama nas figuras 46 e 47.

46



47

PINO FND 560



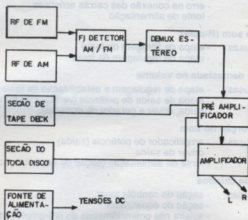
CAPÍTULO - 4

APRENDA A REPARAR CONJUNTOS DE SOM 3 EM 1

A tendência do mercado de som é a de construir aparelhos de som compactos, leves, reunindo em um só conjunto, várias unidades. Os mais comuns são os conjuntos de som 3 em 1 (Receiver, Tape Deck e toca discos).

A figura 48 ilustra um diagrama em blocos de um conjunto de som 3 em 1.

48



Temos uma seção específica de RF de FM (1), outra seção para RF de AM (2) um circuito de FI e detetor para FM e AM, que normalmente são fabricados em um único CI (3), e para completar o sintonizador temos o demultiplex estéreo PLL, que já foi descrito no capítulo 3 (bloco 4).

Um pré-amplificador e um amplificador de áudio são comuns para todas as unidades (AM/FM/DECK/TOCA DISCOS).

A seção 7 constitui do tap deck com os circuitos destinados a gravação e reprodução, além da seção mecânica do deck.

A seção 8 constitui do toca-discos com os circuitos de equalização e pré para o toca-discos. A atual tendência é de substituir os toca-discos convencionais por reprodutores de CDs com leitura óptica (RAIO LASER).

DEFEITOS E DIAGNÓSTICOS

A fim de tornar este trabalho de cunho prático, relacionamos neste capítulo os defeitos mais comuns e as possíveis causas, em um sistema de som.

GERAL

1. Nada funciona

Possíveis causas:

- fonte de alimentação
- curto na saída de som, ocasionando queima do fusível

2. Após alguns minutos de ligado, para o som

Possíveis causas:

- superaquecimento na etapa de saída
- erro na conexão das caixas acústicas
- fonte de alimentação

3. Ruídos no som (Ripple)

Possíveis causas:

- etapa de filtragem da fonte
- etapa de regulação da fonte

4. Flutuação demasiada no volume

Possíveis causas:

- etapa de regulação e estabilização da fonte
- etapa de saída de potência (verifique os transistores de saída, driver e gerador de corrente).

5. Muita distorção no som

Possíveis causas:

- amplificador de potência (saída)
- driver de saída
- fonte de alimentação (seção de estabilização)

6. Excesso de chiados

Possíveis causas:

- seção do controle tonal
- seção do equalizador
- sujeira nos potenciômetros do pré-amplificador

7. Volume no máximo e o som fica baixo, com zumbidos

Possíveis causas:

- driver de saída
- amplificador de potência (saída)
- pré amplificador
- controle de volume defeituoso
- fuga em capacitores na seção de saída

8. Som abafado

Possíveis causas:

- seção do pré-tonal
- seção do equalizador

9. Não se consegue um equilíbrio no balanço do estéreo

Possíveis causas:

- pré-amplificador
- potenciômetro do balanço defeituoso
- um dos canais está consumindo mais corrente que o outro

10. Zumbidos

- Possíveis causas:
- etapa de filtragem da fonte
 - etapa de saída de potência
 - driver da saída

SINTONIZADOR

1. Não funciona

- Possíveis causas:
- chave seletora de entradas do pré
 - seção de RF
 - oscilador local
 - FI/detector
 - pré-amplificador do sintonizador

Nota: válido para AM e FM

2. Pouca sensibilidade na faixa de frequências baixas

- Possíveis causas:
- amplificador de RF
 - conversor/oscilador

3. Pouca sensibilidade na faixa de frequências altas

- Possíveis causas:
- oscilador
 - conversor
 - FI

Nota: nos defeitos 2 e 3, proceda a uma recalibração.

4. Ruído em todas as estações

- Possíveis causas:
- etapa de entrada de antena
 - FI

5. Recepção de uma única estação em toda faixa

- Possíveis causas:
- FI defeituoso
 - alinhamento da FI e RF

6. Assovio quando sintoniza

- Possíveis causas:
- bobina de antena
 - desajuste da FI
 - fonte de alimentação fornecendo tensão abaixo do normal

7. Distorções e ruídos

- Possíveis causas:
- tensão do CAG incorreta
 - FI defeituosa
 - detector com componentes de filtragem abertos

8. Sinal fraco

- Possíveis causas:
- seção do CAG
 - FI defeituoso ou descalibrado
 - fonte de alimentação com tensão abaixo do normal

9. Som fraco do sintonizador

- Possíveis causas:
- pré-amplificador do sintonizador
 - mau contacto na chave seletora do pré

SEÇÃO DO TOCA-DISCO

1. Não funciona

- Possíveis causas:
- chave seletora de entrada do pré
 - seção do pré-amplificador do phono (toca-disco)

2. Prato não gira

- Possíveis causas:
- fonte de alimentação - tensão de alimentação do motor
 - motor danificado
 - mecanismo do prato

3. Excesso de chiados e volume baixo

- Possíveis causas:
- cápsula do toca-disco
 - agulha
 - seção do pré-amplificador do phono

SEÇÃO DO TAPE DECK

1. Não funciona em PLAY

- Possíveis causas:
- chave seletora de entrada do pré
 - seção do pré do deck
 - alimentação que não chega nos circuitos do deck
 - seção de reprodução do deck

2. Não funciona em REC

- Possíveis causas:
- saída linha do pré-amplificador
 - seção de gravação do deck
 - oscilador bias do deck

Para ambos os defeitos, verifique:

- estado físico da cabeça REC/PLAY
- estado do mecanismo
- ajustes dos trimpots: PB Level e REC Level
- seção do ALC e equalização REC
- seção da equalização PLAY

COMO TESTAR OS ESTÁGIOS

Uma das mais eficientes técnicas na busca de defeitos em receptores de rádio e aparelho de som é a que tem por base o emprego do pesquisador de sinais de som.

Esta técnica de pesquisa de defeito baseia-se no acompanhamento do sinal no circuito por meio de um instrumento apropriado, que não exerça nenhuma influência no circuito, mas que seja suficientemente sensível para poder captar todos os sinais.

A ligação do pesquisador de som é feita conectando-se a garra jacaré ao terra do aparelho sob prova e a ponta viva nos componentes do circuito (entradas e saídas dos estágios).

Inicie sempre com o controle de volume do pesquisador no máximo, pois em certos pontos o ganho do receptor em prova é muito débil. Assim, abaixe o volume

de tal forma a ter um nível suportável.

Na análise de cada ponto o técnico utilizando o pesquisador de som deve ter em mente o seguinte:

a) Se o sinal sonoro estiver presente na entrada da etapa analisada, mas não está na saída desta etapa, o defeito provavelmente encontra-se no componente responsável pelo processamento deste estágio. Verifique transistores, diodos e componentes de polarização. Medições de tensão em seus elementos revelarão a anormalidade.

b) Se não houver sinal na entrada da etapa analisada, a deficiência estará para trás, provavelmente em algum componente de acoplamento.

c) Se na saída da etapa o sinal estiver presente, mas na entrada da seguinte não, novamente a falha pode estar no componente de acoplamento.

De qualquer maneira, na sequência indicada deve haver algum ponto em que alguma espécie de anormalidade seja detectada e a etapa que não funciona corretamente separada para análise.

Quando estiver pesquisando sinais em amplificadores, a presença ou ausência do ruído também será acompanhada e ouvida no alto falante.

Sempre que localizar uma interrupção, zumbido, distorção, etc, no som, em determinada parte do circuito, proceda à medição dos componentes nessa mesma etapa. Não esqueça de verificar também os componentes adjacentes à etapa supostamente defeituosa.

A seguir, exemplos de aplicação do pesquisador de sinais. Os números indicam a ordem da sequência e as letras indicam a tecla do instrumento, que deve ficar preparado para captar o som naquele determinado circuito.

Legenda

A - tecla 8 - áudio

B - tecla 7 - 455 KHz

C - tecla 6 - 4,5 MHz

D - tecla 5 - 10,7 MHz

E - tecla 4 - injetor de sinais

RÁDIO AM

Orientar-se pela **figura 49**.

Ajuste o pesquisador para a máxima sensibilidade na seção de RF, procure sintonizar uma emissora. Ela deve ser ouvida claramente no alto falante do pesquisador de sinais.

À medida que você se aproxima do alto-falante do aparelho em prova, vá diminuindo a sensibilidade do pesquisador de sinais, pois a amplificação do próprio aparelho fará o volume aumentar.

RÁDIO FM

Orientar-se pela **figura 50**.

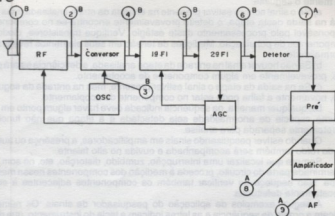
No ponto em que houver alguma interrupção, estará a anormalidade.

TÉCNICAS DE REPARAÇÃO

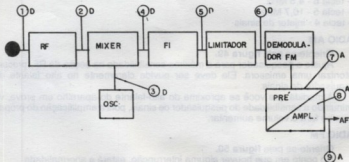
Não existe nenhuma atividade profissional que esteja livre de uma metodologia de trabalho. O técnico de reparações de aparelhos eletrônicos precisa adotar um método de trabalho durante as reparações. O técnico que é criterioso no seu trabalho, evita ser confundido com o "trocador de peças", que geralmente, não sabe o que está fazendo, mas efetua o conserto por tentativas, trocando essa e aquela peça, etc..

Adotar um método de trabalho somente trará vantagens e satisfação.

49



50



Um multímetro é indispensável. Conforme vimos até agora, todos os testes de componentes foram feitos com o auxílio do multímetro.

Um injetor de sinais será também muito útil nas reparações de rádio (sobre ele abordaremos nos próximos parágrafos).

Outros instrumentos, tais como gerador de áudio, gerador de RF, osciloscópio, voltímetro eletrônico, etc., poderão ser adquiridos no futuro, e espera-se, com os lucros das próprias reparações.

Reconhecemos que aos principiantes, a persistência é um meio de aprendizagem. Contudo, ela deve ser levada a efeito racionalmente, procurando-se uma maneira de obter resultados positivos. Com este raciocínio é que alertamos aos iniciantes que comecem do modo certo, tendo um multímetro, um bom ferro de solda (50 watts), um jogo de ferramentas e uma bancada com tomadas para você fazer suas reparações (no caso do hobbysta, montagens de kits, etc.).

KIT INJETOR DE SINAIS

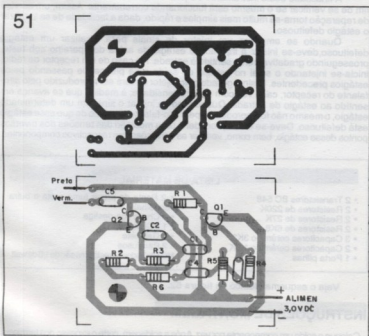
Especificação técnica:

- Alimentação: 3 VDC
- Frequência de operação: 1,5 KHz

DESCRIÇÃO DO CIRCUITO DA FIGURA 51

Este circuito é um multivibrador estável e tem como função básica, gerar uma frequência (sinal de áudio) que deverá ser utilizada para testes em rádios, amplificadores de áudio, etc.

Seu funcionamento é o seguinte: quando ligamos a alimentação (3,0 VDC), os capacitores C1, C2, C3 e C4, que estavam descarregados, começam a se carregar através de R1 e R6.



O que vai acontecer é que um dos transistores vai entrar em saturação e, automaticamente, colocar o outro em corte.

Vale lembrar que quando o transistor está saturado a tensão de coletor é de 0,3 V. (VCE de saturação) e, no estado de corte esta tensão é igual a VCC (3,0 VDC). Imaginemos que Q1 esteja na condição de saturação e Q2 em corte.

Dessa forma, Q1 comporta-se como se fosse uma chave fechada e coloca C1 e C2 em paralelo com a junção base-emissor de Q2, polarizando-o reversamente, com uma tensão igual a VCC (VC1 + VC2), garantindo seu estado de corte.

Nesse instante, C1 e C2 começam a se descarregar por Q1 e quando a tensão chegar a zero volts, eles começarão a se carregar, agora em sentido contrário, através de R2.

Quando esta tensão chegar a 0,7 V., Q2 satura, uma vez que sua junção base-emissor ficou diretamente polarizada.

Assim sendo, C3 e C4 irão polarizar reversamente a junção base emissor de Q1, fazendo-o entrar em corte.

Posteriormente, C3 e C4 vão se descarregar através de Q2 e quando esta tensão chegar a zero volts, eles começarão a se carregar, agora em sentido contrário, através de R5.

Enquanto houver tensão de alimentação, o circuito permanecerá oscilando.

APLICAÇÃO

A finalidade deste instrumento é injetar um sinal num determinado circuito, a fim de se verificar se o mesmo está funcionando corretamente. Assim, um serviço de reparação torna-se muito mais simples e rápido, dada a facilidade de se localizar o estágio defeituoso.

Quando se emprega um injetor de sinais para localizar um estágio defeituoso, deve-se iniciar a injeção no estágio de saída do aparelho sob teste, prosseguindo gradativamente sentido à entrada. No caso de um receptor de rádio, inicia-se injetando o sinal no estágio de saída e se prossegue passando pelos estágios precedentes. O sinal gerado pelo injetor deverá ser reproduzido pelo alto-falante do receptor, cada vez com maior intensidade, à medida que se avança em sentido ao estágio de entrada. Quando, ao se injetar o sinal em um determinado estágio, o mesmo não for reproduzido pelo alto-falante, é indicio de que esse estágio está defeituoso. Deve-se então proceder a uma medição das tensões dos diversos pontos desse estágio, bem como, verificar as condições dos respectivos componentes.

LISTA DE MATERIAL

- 2 Transistores BC 548
- 2 Resistores de 220K
- 2 Resistores de 27K
- 2 Resistores de 6K8
- 3 Capacitores cerâmico 3K3
- 2 Capacitores cerâmico 1,0K
- 1 Porta pilhas

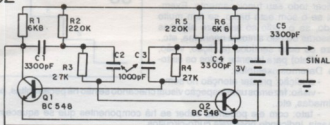
- 2 Ponta de prova (uma preta e outra vermelha)
- 1 Chave liga-desliga
- 1 PCI padrão
- 1 Gabinete
- 2 Parafusos

NOTA: Todos os resistores são de 1/8 de watt.

Veja o esquema elétrico na **figura 52**.

INSTRUÇÕES DE MONTAGEM

- Coloque e solda um componente por vez. Após a soldagem, corte o excesso dos terminais



- Siga corretamente o procedimento abaixo:

Procedimento

1. Coloque e solde o transistor Q1 (BC 548), respeitando o posicionamento dos terminais.
2. Faça o mesmo com Q2 (BC 548)
3. Resistor (R1) 6K8 (azul, cinza, vermelho)
4. Resistor (R2) 220K (vermelho, vermelho, amarelo)
5. Resistor (R3) 27K (vermelho, violeta, laranja)
6. Resistor (R4) 27K (vermelho, violeta, laranja)
7. Resistor (R5) 220K (vermelho, vermelho, amarelo)
8. Resistor (R6) 6K8 (azul, cinza, vermelho)
9. Capacitor cerâmico (C1) 3K3 (332)
10. Capacitor cerâmico (C2) 1,0K (102)
11. Capacitor cerâmico (C3) 1,0K (102)
12. Capacitor cerâmico (C4) 3K3 (332)
13. Capacitor cerâmico (C5) 3K3 (332)

14. Solde as pontas de prova no local indicado na **figura 51**

OBS.: Passe-as primeiro pelo furo existente no gabinete.

15. Solde o porta pilhas.

OBS.: O fio positivo do porta pilhas deverá passar pela chave liga-desliga, que deverá ser instalada em um dos furos existentes no gabinete.

16. Parafuse a placa montada no gabinete.

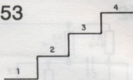
REVISÃO DE MONTAGEM

- Reveja toda montagem, checando os 16 itens.
- Verifique se as soldas estão bem feitas, de maneira a não colocar em curto circuito partes da fiação impressa (solda entre filetes).

MÉTODO DE REPARAÇÃO

Agora que já nos entendemos quanto ao equipamento e ferramental necessário e já conhecemos os procedimentos de medições dos componentes eletrônicos, vamos estudar um método de reparação que serve para qualquer aparelho eletrônico. Contudo, direcionaremos este método para amplificadores de áudio e receptores AM e FM.

Nosso método é dividido em quatro passos, ilustrados pela **figura 53**.



No primeiro passo, devemos analisar os sintomas. Ligamos o aparelho e vamos verificar todo seu funcionamento. Exemplos: se o som está baixo, se tem muito chiado, se o rádio só sintoniza algumas emissoras ou não sintoniza nenhuma, etc.. Utilize os seus sentidos (audição, visão, tato e olfato) para levantar todos os sintomas. Daremos exemplos:

- audição: prestar atenção no som.
- visão: fazemos uma inspeção visual checando se não há peças soltas, peças queimadas, etc..

- tato: com ele podemos saber se há componentes que se aquecem em demasia, indicando possíveis curto-circuitos.

- olfato: cheiro de queimado nos leva a suspeitar de transformadores de força e válvulas (no caso de aparelhos antigos).

É neste primeiro passo que o técnico discerne exatamente qual é o defeito do aparelho. O método de reparação começa aqui.

No segundo passo, fazemos o diagnóstico.

Diagnosticar significa raciocinar teoricamente, relacionando os sintomas com os estágios prováveis do aparelho. O diagnóstico envolve o uso extenso de diagramas e esquemas elétricos. Nesta etapa, o técnico faz uso de seus conhecimentos teóricos, pois necessita saber qual a função de cada circuito.

Deve-se correlacionar todos os sintomas com as funções de cada estágio. Por exemplo, se você está reparando um amplificador, correlacione o sintoma com um componente que poderia apresentar aquele defeito.

O terceiro passo consiste em isolar o estágio defeituoso. Nesta etapa, passa-se a usar os instrumentos de medição, em especial, o multímetro.

A etapa de isolar o estágio defeituoso envolve o uso de instrumentos de medição. Assim, seleciona-se uma parte do aparelho, a que chamamos de estágio.

Uma vez separado ou isolado um estágio, passamos para o quarto passo que consiste em isolar um componente defeituoso. Dos vários componentes do estágio, testamos os mais suspeitos (testar com o ohmímetro) na seguinte ordem:

- Transistores ou circuito integrado
- Diodos
- Capacitores
- Transformadores
- Indutores
- Resistores

Ao constatar um componente defeituoso, substitua-o por outro de igual valor. Na medida do possível, a troca de um componente deve ser feita sempre pelo original. Evite usar equivalentes.

Se não houver possibilidade de utilizar um do mesmo tipo, certifique-se de que o equivalente escolhido tenha características iguais ou melhores que o original.

Quando trocar resistores, utilize outro de mesma dissipação, ou na sua falta, um pouco maior — **nunca menor**.

Para os capacitores, além do valor em micro ou pico farads, esteja atento ao valor da tensão de isolamento. Nunca substitua um capacitor por outro com tensão de isolamento menor.

Evite mudar de tipo de capacitor, ou seja, substituindo um de poliéster por um cerâmico, ou vice-versa, pois isso pode causar problemas de ganho em altas frequências, ruídos, etc..

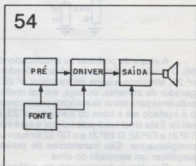
Ao substituir transistores, tome os seguintes cuidados:

1. Nunca aqueça-o em demasia. Ao soldar os terminais do transistor use a menor quantidade de solda possível. Usando pouca solda, esfria-se mais rápido, diminuindo a possibilidade de transmitir calor para o transistor. Segure o terminal do transistor com um alicate de bico para servir de dissipador.
2. Nunca tire ou coloque o transistor no circuito quando este estiver ligado.
3. Não dobre muito, nem flexione mais do que necessário os terminais do transistor durante a montagem.
4. Cuidado com a polaridade: a inversão entre emissor e coletor pode danificar o transistor.

REPARAÇÃO EM ÁUDIO

AMPLIFICADORES TRANSISTORIZADOS

Na figura 54 temos o diagrama em blocos de um amplificador. O primeiro estágio é o pré-amplificador, cuja função é preparar o sinal, dando um ganho para o sinal. O próximo estágio é o driver. O driver é um excitador, cuja função é aumentar o ganho do sinal produzido pelo pré-amplificador para que este possa ser suficiente para excitar os estágios posteriores. Finalmente, a etapa de amplificação de potência ou também chamada de etapa de saída, cuja função é excitar a bobina móvel do alto-falante, este por sua vez reproduzirá os sons. A fonte de alimentação tem por função fornecer as tensões necessárias para o funcionamento de todas as etapas.



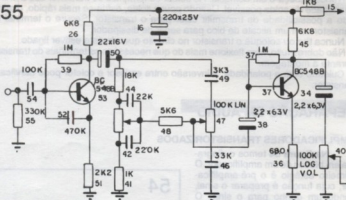
Observando o esquema elétrico da figura 55 temos a primeira etapa que é o pré-amplificador. O sinal proveniente de um receptor de AM ou FM ou proveniente de um toca-disco ou de um gravador cassete é acoplado até a base do transistor de nº 53 via capacitor 54 de 100K. Este transistor nº 53 é o primeiro pré-amplificador. O sinal sai pelo coletor, passa pelo capacitor de acoplamento nº 50 de 2,2 microfarad e é desenvolvido através de dois componentes: o resistor de 18K e o capacitor nº 49 3K3.

Através deste dois caminhos que o sinal pode percorrer será feita a separação entre graves e agudos. O potenciômetro de nº 43 de 100K é o potenciômetro de graves e o potenciômetro nº 47 também de 100K é o controle de agudos.

Através dos capacitores nº 44, nº 42 e através do resistor nº 48 é feita a separação entre graves e agudos. Todos esses sinais são desenvolvidos a partir do resistor nº 48 e serão acoplados até a base do transistor nº 37 via capacitor nº 38.

Este transistor nº 37 é o segundo pré-amplificador e é através dele que efetua-se o controle de volume. O sinal entra pela base e sai pelo coletor, sendo acoplado através do capacitor eletrolítico nº 34 ao potenciômetro nº 40, que é o controle de volume. A partir daí o sinal é injetado até o amplificador de potência. As componentes adjacentes a estes dois transistores tem as seguintes funções: os resistores de polarização nº 51, 41, 36 e 55; resistores de alimentação nº 15, nº 26; capacitores de filtragem nº 16, 46.

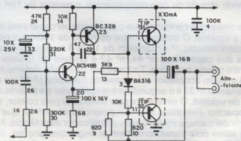
55



A etapa de potência ou amplificador de saída está esquematizado na **figura 56**. O sinal proveniente do pré-amplificador é injetado ao resistor nº 28 e capacitor nº 26, atingindo a base do transistor nº 22. Este transistor nº 22 tem a função de gerador de corrente, ou seja, ele vai melhorar o ganho produzindo uma corrente suficiente para ativar os estágios posteriores. O sinal sai pelo coletor desse transistor e é injetado até a base do transistor nº 23, cuja função é de excitador da etapa de saída. Este sinal sairá pelo coletor e será injetado respectivamente nos transistores TIP 31 e TIP 32. O TIP 31 e o TIP 32 formam uma etapa de saída em classe B, simetria complementar. São transistores de potência e cada um deles tem por função amplificar um semiciclo do sinal.

Por serem transistores de potência, eles devem ser colocados em um dissipador térmico. São os transistores que podem gerar defeitos. A máxima potência que um transistor pode dissipar depende da máxima temperatura que ele pode alcançar sem se danificar e do seu encapsulamento, sendo que os mais comuns são o tipo T05, T066 e T03.

56



CAPÍTULO - 5

APRENDA A REPARAR FORNO DE MICROONDAS

INTRODUÇÃO

As ondas de rádio - eletromagnéticas - transportam energia que pode ser reaproveitada para aquecimento. De fato, um toque acidental em um circuito de RF que trabalha com potência causa queimaduras graves, diferente de um choque (inclusive os efeitos colaterais são piores).

Estudos feitos com seres vivos revelam que certas frequências de RF podem penetrar profundamente nos tecidos vivos e provocar um aquecimento. Este aquecimento é perigoso, pois destrói tecidos vivos.

No entanto, se o tecido já estiver morto, o efeito do aquecimento provocado pelas ondas de RF poderá ter utilização prática no lar. Aplicando uma potência apropriada na radiação de alta frequência nos alimentos, podemos cozinhá-los ou aquecê-los com muita facilidade e eficiência.

Vejamos uma teoria de apoio sobre estas frequências de RF, denominadas por "microondas".

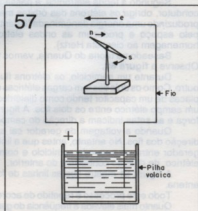
TEORIA DAS MICROONDAS

As ondas eletromagnéticas são oscilações de campos elétricos e magnéticos, devidamente associados, sendo que estas oscilações se propagam pelo espaço.

Em 1819 o físico dinamarquês, Christian Oersted, aproximou uma agulha de um fio alimentado por corrente elétrica. Veja a figura 57.

A agulha era uma barra de ferro magnetizada e pousada sobre um eixo vertical e livre para girar. Ao aproximar a agulha do fio, Oersted notou que ela era defletida. Esta descoberta precipitou uma cadeia de acontecimentos que contribuiu para muitas invenções, entre elas, o aquecimento pelas microondas.

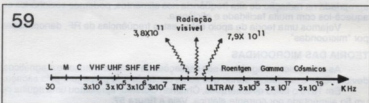
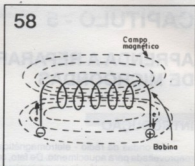
Vejamos o que provocou a deflexão da agulha. Como sabemos, quando os elétrons se movem dentro de um campo de força, produzem um campo magnético. Como a corrente elétrica não é nada mais do que um deslocamento de elétrons, é de se esperar que apareça um campo magnético em volta do condutor. É este campo magnético, que reagindo com o campo magnético da agulha, faz ela defletir.



A **figura 58** ilustra o campo magnético que se forma em torno do fio. As linhas magnéticas de força na forma de círculos concêntricos tendo o fio por centro, dispõem-se segundo planos perpendiculares ao condutor. O campo magnético só existe enquanto há corrente no condutor. Quando a corrente entra no fio, cria-se o campo magnético e este se irradia. Cessada a corrente, o campo desaparece.

ONDA ELETROMAGNÉTICA

O termo onda eletromagnética abrange muitas espécies de ondas, como por exemplo, a onda hertziana, a onda de calor, a onda luminosa, os raios X, os raios gama e os raios cósmicos. Essas ondas ou radiações são formas de energia radiante e parecem diferir umas das outras em seus comprimentos de ondas e nas frequências. Veja o espectro das ondas eletromagnéticas na **figura 59**.



Segundo a teoria eletrônica, a passagem de uma corrente alternada por um condutor, obriga os elétrons das órbitas mais externas do átomo a se libertarem, produzindo uma energia denominada "Quanta". São esses "Quanta" que se irradiam pelo espaço e produzem as ondas eletromagnéticas (ondas Hertzianas em homenagem ao cientista Hertz).

Baseado na teoria do Quanta, vamos ver o que se passa numa fonte de RF. Observe a **figura 60**.

Durante um semicírculo, os elétrons fluem para um dos fios e abandonam o outro. Como os dois fios tem cargas elétricas opostas, podemos considerá-los como placas de um capacitor tendo como dielétrico o ar. Em consequência disso, cria-se um campo elétrico entre os dois fios. A **figura 4** mostra a disposição das linhas de força e as setas indicam a direção do campo, negativo ou positivo.

Quando a voltagem do gerador cai a zero, o campo elétrico se contrai na direção dos fios. No entanto, antes que a linha de força exterior chegue a esses, o gerador entra no segundo semicírculo e começa-se a formar um segundo campo elétrico, de direção contrária à do anterior.

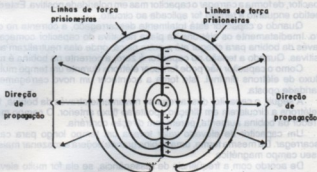
A **figura 61** mostra que as linhas de força são impedidas de retornar para a antena.

Todo este processo é repetido de acordo com a frequência do gerador de RF. Quanto mais elevada a frequência do gerador, mais forte é o campo de radiação.

60



61



O campo de radiação se propaga em todas as direções, tal como os anéis circulares que se formam na superfície de um lago quando se atira uma pedra na água.

Ao estudarmos as ondas eletromagnéticas, consideramos todo circuito contendo indutância e capacitância. Para se irradiar essas ondas, utiliza-se uma antena, que é um circuito de indutância e capacitância fixa.

A função de uma antena transmissora é irradiar a onda eletromagnética mais forte possível. Sintoniza-se a antena ajustando o seu comprimento de maneira a fazê-lo corresponder ao comprimento da onda (que é função da frequência).

A antena é acoplada na saída do transmissor por meio de uma linha de transmissão. A linha de transmissão é percorrida pelas ondas e deve ser dimensionada para a frequência de ressonância.

A geração de um campo elétrico alternado com uma frequência específica é chamada de "circuito ressonante". Um circuito ressonante consiste de uma bobina e um capacitor como mostra a (figura 62)

Uma corrente elétrica circulando por uma bobina irá gerar um campo magnético ao seu redor.

Um capacitor conectado a uma fonte de tensão, ficará carregado, uma das placas com elétrons e outra com lacunas (prótons). Quando a tensão aplicada ao capacitor é invertida, os elétrons fluirão através do circuito externo enquanto a polaridade permanecer invertida. Esta corrente através do circuito externo é utilizada para gerar uma CA.

Associando uma bobina e um capacitor em paralelo, a energia é armazenada durante um tempo no capacitor e depois circula através da bobina.

Conforme observamos, a corrente passa a ser armazenada na bobina como um campo magnético, iniciando um fluxo de elétrons para o outro terminal do capacitor, de forma a carregar o capacitor mas em polaridade positiva. Este ciclo será repetido enquanto a tensão for aplicada ao circuito.

Quando o capacitor está totalmente descarregado, a corrente no circuito é zero. Imediatamente os elétrons da placa negativa do capacitor começam a fluir através da bobina para chegar até a outra placa, onde elas neutralizam as cargas positivas. Quando a tensão no capacitor é zero, a corrente na bobina é máxima.

Como o capacitor não pode fornecer elétrons durante um tempo muito longo, o fluxo de elétrons diminui. Isto força a acontecer um novo carregamento com polaridade oposta.

A seguir, o capacitor descarrega-se novamente através da bobina, forçando os elétrons a circular em direção oposta ao fluxo anterior. O campo magnético ao redor da bobina aumenta, porém, em direção contrária.

Um capacitor de elevado valor levaria um tempo longo para carregar e descarregar. Da mesma forma, uma bobina grande poderá armazenar mais energia no seu campo magnético.

De acordo com a frequência de ressonância, se ela for muito elevada, um circuito com apenas capacitor e bobina não funciona. Torna-se necessário utilizar um ressonador dinâmico (válvula, transistor, FET ou circuito integrado). Em microondas, emprega-se uma válvula especial denominada de Magnetron. Estudaremos o Magnetron nos próximos parágrafos.

CARACTERÍSTICAS DAS MICROONDAS

Denominam-se microondas as ondas eletromagnéticas cujo comprimento é da ordem de milímetros.

As microondas, graças ao seu pequeno comprimento, podem ser propagadas por antenas e guias de ondas de dimensões pequenas.

As microondas são utilizadas nas comunicações de RF por satélite, devido a facilidade que elas tem de atravessar a ionosfera.

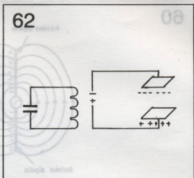
Neste tratado, destacaremos as aplicações das microondas em aquecimento.

As microondas, em vez de correntes elétricas em fios, se propagam em canos denominados dutos.

O duto, também chamado de guia de ondas, é um tubo metálico.

A onda eletromagnética caminha por dentro do duto, refletindo-se em suas

62



paredes, percorrendo um caminho em zigue-zague (não é uma onda plana). A velocidade de uma onda de microondas está em torno de três vezes 10 elevado a potência de 8 metros por segundo (3×10^8 m/s).

CAVIDADE RESSONANTE

Quando o comprimento de um duto é igual a meia onda ou múltiplo, ocorre a ressonância. Por esta razão, a válvula geradora é do tipo "Cavidade Ressonante". A cavidade está ligada ao duto principal, por onde saem as ondas.

ISOLANTE DE MICROONDAS

O ferrite é um isolador de microondas. Na prática, consegue-se atenuar cerca de 40 dB da intensidade das microondas.

A lâmina de ferrite é submetida a um campo magnético. Este campo magnético provoca a interação entre as ondas, atenuando-as.

TESTE DE MICROONDAS

O teste de microondas é feito por um instrumento, cujo componente básico é o diodo Gunn.

O diodo Gunn é um diodo de arseniato de gálio, que devido a espessura de sua junção, gera microondas.

AQUECIMENTO POR MICROONDAS

Uma das aplicações de microondas é o aquecimento rápido de alimentos. O forno possui uma válvula magnetron com potência em torno de 2 KW.

A frequência das microondas para utilização em aquecimento de alimentos é de 2.450 MHz.

MAGNETRON

O magnetron é uma válvula osciladora para gerar microondas. A construção de cada magnetron varia por modelo, contudo, a estrutura básica é a mesma, conforme veremos a seguir.

O magnetron é um diodo que possui intensas forças magnéticas exercidas sobre os elétrons que se desprendem desde o catodo até o anodo. O campo magnético está provido por um forte imã permanente montado ao redor do magnetron, como ilustra a **figura 63**.

O magnetron produz em sua saída uma frequência de microondas dentro da sua envolvente sem o uso de circuitos ressonantes externos.

O funcionamento do magnetron está baseado no movimento dos elétrons dentro do seu campo magnético. No campo elétrico a força exercida sobre o elétron é proporcional a intensidade do campo e os elétrons tendem a mover-se do potencial negativo até o positivo conforme ilustra a (**figura 64**).

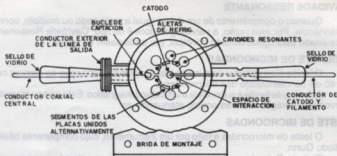
A força exercida sobre um elétron em um campo magnético é perpendicular ao campo e sua trajetória é circular conforme ilustra a (**figura 65**).

A **figura 66** mostra um desenho básico de um magnetron. O dispositivo consiste em uma peça cilíndrica com um catodo colocado coaxialmente dentro dela. O circuito sintonizado tem cavidades na região da placa. Por isto, esta válvula é também conhecida por válvula de cavidade ressonante. As cavidades ressonantes desempenham o papel de uma bobina.

A antena é conectada às aletas do anodo (placa).

Quando a cavidade conduz uma corrente, a parede da cavidade comporta-se como uma bobina gerando a indutância e a abertura da cavidade comporta-se como um capacitor, gerando um circuito ressonante. O magnetron, em outras palavras, é um circuito tanque.

As cavidades são escavadas em um bloco de cobre. A energia é trazida para



fora de uma das cavidades por meio de guia de ondas.

O catodo é localizado no centro do magnetron. Este catodo é conectado ao polo negativo da fonte (cerca de 4.000 Volts abaixo do anodo).

Ao alimentar a válvula, produz-se um movimento circular dos elétrons, que se concentram ao redor das aletas. Como a parede da cavidade da válvula e as aberturas da cavidade comportam-se, respectivamente, como indutor e capacitor, a concentração dos elétrons gera uma constante oscilação deste circuito ressonante na frequência de 2.450 MHz.

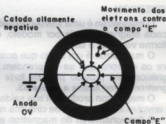
Esta oscilação produzida nas cavidades (circuito ressonante da válvula) é retirada pela antena e enviada para o compartimento do forno através do duto (guia de onda).

ALTA TENSÃO

Para operar o magnetron é preciso conectar uma fonte de alta tensão, em torno de 4.500 Volts. O pólo positivo vai ao anodo e o negativo ao catodo.

A alta tensão é produzida por um transformador e por um capacitor (sistema dobrador de tensão). O secundário do transformador gera uma tensão de 2.000 Volts, potência de 1.000 Watts e corrente de 500 mA.

A alta tensão, apesar de ter uma corrente baixa, é perigosa, e por isso é recomendado descarregar sempre o capacitor antes de trabalhar no forno, principalmente no magnetron.



COZIMENTO PELAS MICROONDAS

No cozimento comum, o alimento é aquecido por convecção - o calor é gerado de fora para dentro do alimento.

No cozimento por microondas, o calor é gerado de dentro para fora.

O princípio do aquecimento ou cozimento por microondas é que estas ondas causam a vibração muito rápida e o atrito das moléculas. O atrito das moléculas que compõem o alimento geram um calor.

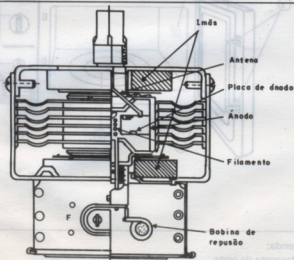
Aplicando uma boa potência de radiação de alta frequência (2450 MHz) nos alimentos, podemos cozinhá-los com muita facilidade e eficiência, baseado no princípio de fricção das moléculas. Ao penetrar estas ondas no alimento, elas produzem o efeito de fricção das moléculas, produzindo calor de dentro para fora, da mesma forma que o calor é gerado quando ambas as mãos são esfregadas uma na outra.

Todo alimento possui moléculas e estas estão polarizadas (alinhas). Quando submetemos estas moléculas a uma frequência de 2.450 MHz, fazemos com que o campo eletrostático destas moléculas sejam invertidos dois bilhões, quatrocentos e cinquenta milhões de vezes por segundo. Esta é a explicação para um aquecimento muito rápido.

65



66



Exemplos deste aquecimento rápido são citados abaixo:

- batata assada: 5 minutos (forno convencional: 45 minutos)
- meio Kg. carne: 6 minutos (forno convencional: 25 minutos)

Pesquisa realizada constatou que o cozimento pelas microondas preserva mais a nutrição do alimento do que pelos processos de frituras ou cozimento em forno convencional. O resultado da pesquisa, em termos de nutrição, foi:

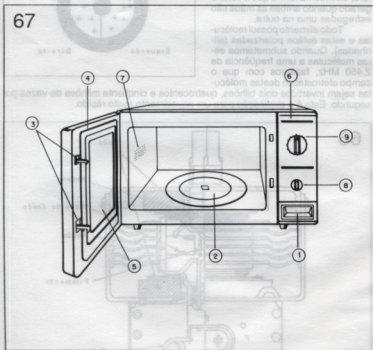
- alimento cru: 100% - frituras: 71%
- microondas: 80% - forno convencional 48%

A maior vantagem do forno de microondas é que o aumento da temperatura ocorre no interior do alimento e não no forno.

CONSTRUÇÃO DO FORNO

O material interno do forno de microondas é feito de aço inoxidável, alumínio ou aço pintado. Seja qual for a escolha acima, as paredes internas do forno foram dimensionadas para refletir as microondas.

A figura 67 ilustra um forno de microondas:



Legenda:

1. Maçaneta da porta

2. Bandeja de vidro com suporte rotativo
3. Micro interruptores do trinco
4. Painei de acrílico com protetor dielétrico
5. Chapa perfurada
6. Painei de controle
7. Lâmpada interior (gabinete)
8. Chave Power (controle de potência)
9. Temporizador

Conforme já foi explicado, as microondas são emitidas pela antena do magnetron e são transferidas para a cavidade do forno através do duto (guia de onda). Quando as microondas são aplicadas ao forno, são absorvidas pelo alimento.

A fim de espalhar mais uniformemente as microondas para dentro do compartimento do forno, alguns aparelhos utilizam uma ventoinha chamada de lâmina de agitação na parte superior do forno.

Outra opção é colocar um prato giratório. Ambos dispositivos evitam cozimento desigual do alimento.

A energia de microondas poderá ser refletida ou absorvida, dependendo do utensílio utilizado para o cozimento.

A **figura 68** ilustra três tipos de utensílios:

- metal: reflete microondas
- vidro: não afetam as micro-

ondas

Quem deve absorver as microondas é o alimento e não o utensílio utilizado. Por isso, não devem ser usados utensílios metálicos e utensílios opacos (aqueles que possuem plástico de alto fator de isolamento, que podem até ser deformados).

Tecnicamente, classificamos os utensílios em três tipos: corpos transparentes, corpos translúcidos e corpos opacos.

Os corpos transparentes (vidro, papel, louça, plástico, etc.) não afetam a propagação das microondas.

Os corpos translúcidos (vidro leitoso) permitem a penetração das microondas, porém, desvia e espelha elas no interior dos alimentos. Isto retarda o aquecimento do alimento.

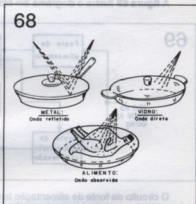
Os corpos opacos (metais) impedem a penetração das microondas.

Há um grau de penetração das microondas dentro do alimento (em torno de 8 cm). Por isso, pedaços de alimentos com espessura acima disso requer um tempo maior de aquecimento.

SISTEMA DE SEGURANÇA

Como sabemos, as microondas são perigosas para os tecidos vivos de nosso corpo. Elas queimam o tecido de dentro para fora, matando o tecido.

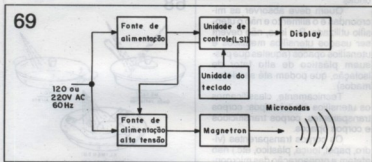
Um sistema de múltipla segurança, elimina completamente o perigo do usuário ser atingido pelas microondas. Todo forno deve estar enquadrado dentro dos padrões internacionais de segurança.



1. Sistema de trinco: quando a alavanca da maçaneta é apertada, a micro chave do trinco desliga o forno antes que a porta se abra.
2. Interruptor da porta: quando a porta é aberta, o micro interruptor da porta desliga automaticamente o forno.
3. Interruptor monitor: trata-se da segurança máxima - se o interruptor do trinco falhar, este interruptor é ativado para cessar a emissão de microondas, desligando o sistema por queimar o fusível principal.
4. Sistema de vedação: a vedação especial ao redor da porta evita qualquer vazamento fora do forno.
5. Borracha de ferrite: no interior da porta existe um absorvente de microondas, feito de borracha de ferrite que impede escapes de microondas.
6. Termistor: um sensor de temperatura contra superaquecimento do magnetron que corta a alimentação do magnetron quando exceder a 109°C.

DIAGRAMA EM BLOCOS

A figura 69 ilustra o diagrama em blocos de um forno de microondas.



O circuito da fonte de alimentação tem por função operar a partir da rede de 110 ou 220V., produzir valores de tensões retificadas e filtradas.

O circuito de alta tensão é responsável pelo funcionamento do magnetron. Ele é formado por um transformador de alta tensão, um capacitor de alta tensão e um retificador semicondutor especial. A tensão final que chega no magnetron pode atingir 4,5KV.

O magnetron conforme mostra a (figura 70) é o responsável pela emissão das microondas. É a válvula osciladora que recebe 4,5 KV. e opera na frequência de 2.450 MHz.

A unidade de controle é um circuito LSI (larga escala de integração) e é responsável pela decodificação do painel e acionamento do Display.

É nesta unidade que ajustamos o tempo de cozimento e a potência.

Há no mercado, dois tipos de unidades de controle: analógico e digital.

O sistema analógico possui temporizador do tipo rotativo, sendo o timer eletromecânico.

O sistema digital possui um temporizador digital e a unidade de controle é um microprocessador dedicado. Não resta dúvida que este sistema é mais sofisticado e permite melhores combinações de tempo e potência de cozimento.

Passaremos a analisar vários circuitos de distintas marcas.

ANÁLISE DE CIRCUITOS

1. Circuito da figura 71

Trata-se de um forno de microondas com timer rotativo.

A potência é de 500 W, com consumo máximo de 7,9 A em 110 V e 4,3 A em 220 V. A temporização máxima é de 35 minutos com dois níveis de variação de microondas: descongelar/alto. A frequência é de 2.450 MHz.

O temporizador possui duas velocidades. Selecionando a potência de saída e posicionando o temporizador, já está pronto para funcionar. Quando a porta está aberta, a chave do temporizador está desligada.

Os componentes deste circuito são:

- Termostato: sensor de temperatura contra super aquecimento do magnetron. Quando a temperatura do magnetron exceder 109°C, esse dispositivo é ativado para desligar a válvula, abrindo o circuito.

- A chave do temporizador liga e desliga o timer.

- As chaves primária e secundária de travamento interno são as microchaves da porta, fazendo parte do sistema de segurança.

- A chave monitora de travamento interno é a chave de segurança, que na falha das microchaves da porta, impede o funcionamento, pois queimará o fusível de 15A (110V.).

- As bobinas A e B fazem parte do conjunto de acionamento dos motores. São eles: motor do temporizador, motor de ventilação e motor do prato giratório.

- A chave variável controla a potência do magnetron. Ela é controlada pelo temporizador. Cada vez que a porta é aberta cessa a contagem do temporizador.

- O transformador de alta tensão gera cerca de 2.000 Volts que será dobrado pelo capacitor de alta tensão e retificado pelo retificador D.

Foi adicionado um resistor de 10 M ohm em paralelo ao capacitor com a função de drenar a alta tensão do capacitor após desligar o forno. Esta drenagem leva pelo menos 30 segundos.

MANUTENÇÃO DE FORNO MICROONDAS

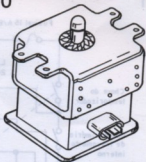
O forno de microondas opera com alta voltagem e alta corrente. Por isso, é extremamente perigoso trabalhar nos circuitos com o forno ligado.

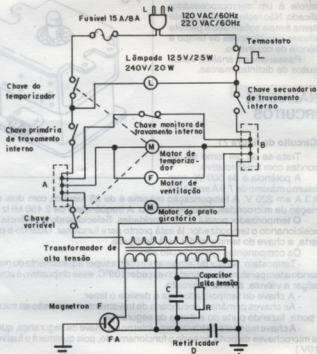
Quando tiver que substituir peças, remova o plugue da tomada e descarregue o capacitor de A.T.

Os técnicos devem tirar seus relógios quando trabalharem no forno.

Para proteção contra perigo de radiação, somente reponha peças com substituição idêntica, se possível, pelas originais.

70





MEDIÇÃO DA POTÊNCIA

A potência de saída do magnetron pode ser medida pela observação do aumento da temperatura em um litro de água.

Equipamento necessário:

- 2 bequers de um litro (ou vasilhames de vidro)
- 1 termômetro de vidro

Procedimento:

Encha os dois bequers com água.

Agite a água de ambos os bequers com o termômetro e marque a temperatura conforme indicamos a seguir:

- temperatura da água do bequer A = $T1A$
- temperatura da água do bequer B = $T1B$

Tire o valor médio: $T1 = (T1A + T1B)/2$

Coloque os dois bequers dentro do forno, ajuste o forno para a potência

máxima e aqueça-o exatamente por dois minutos.

Imediatamente após esse período ter acabado, agite a água com o termômetro e meça a temperatura final. Chamaremos de T2A e T2B. Tire a média: $T2 = T2A + T2B/2$.

Calcule a diferença de temperatura: $T = T2 - T1$

O resultado, multiplique por 70. Este resultado é o valor em potência (Watts) que deverá ser comparado com as especificações do fabricante.

Exemplo:

$T1 = 32^{\circ}\text{C}$

$T2 = 42^{\circ}\text{C}$

$T = T2 - T1 = 10^{\circ}\text{C}$

$P = 10^{\circ}\text{C} \times 70 = 700 \text{ W}$.

Uma variação de 10% acima ou abaixo é aceitável.

MEDIÇÃO DE VAZAMENTO

Utiliza o detector de microondas modelo MLD II.

Para verificar se o forno apresenta vazamento de radiação, coloque um litro de água em um bequer dentro do forno e regule-o para a potência máxima.

Após um minuto de funcionamento, passe lentamente o detector de vazamento ao longo de todo o contorno da porta. Depois, retire o gabinete superior e meça o vazamento por cima.

Os valores abaixo são permitidos, sem risco de radiação:

- interno: até 2 mW por cm^2 .

- externo: até 1 mW por cm^2 .

O U.S. Bureau Of Radiological Health determina como norma que o maior nível de radiação aceitável é de 1 mW/ cm^2 .

NOTA: Há um equivalente deste medidor, nacional, de fabricação da ICEL, à venda nas lojas de equipamentos e instrumentos de medições.

VERIFICAÇÕES GERAIS

Verifique o prato giratório, se o motor está girando 3 RPM.

Verifique se o ventilador está funcionando.

Verifique se a lâmpada acende.

Verifique se há emissão de microondas, utilizando uma neon. Coloque um copo com água e ligue na potência mínima (descongelar).

Coloque a neon ao lado do copo com seus terminais desencapados.

Ligue o forno por alguns segundos.

Haverá emissão de microondas se a neon acender. Deve ser um teste bem rápido.

TESTES

1. Capacitor A.T.

Meça a resistência na escala mais alta entre os terminais.

O ponteiro deve defletir, mas logo retorna ao infinito.

2. Magnetron

Meça a resistência dos terminais do filamento. Deve ser, aproximadamente, zero Ohms.

Verifique a isolamento entre o filamento e a carcaça do magnetron. Deve ser acima de 100 mega.

Verifique a existência da rachadura nas partes mecânicas do magnetron.

3. Diodo retificador de A.T.

Meça com um megômetro. Na polarização direta, alguns Ohms.
Na polarização inversa, infinito.

4. A.T.

Só poderá ser medida com um voltímetro de alta tensão. Caso o faça, tome as seguintes precauções:

- fique a uma distância segura do aparelho
- assegure-se de que suas mãos, roupas, sapatos, a bancada e o piso, estejam limpos e secos.

- efetue a medição da A.T. estando em pé sobre algum material isolante.

- quando for efetuar a medição, segure o instrumento apenas com uma das mãos. A mão que ficar livre deverá ser posicionada junto ao corpo e não apoiada em nenhum lugar.

Este procedimento é recomendado para evitar que no caso de um choque elétrico, a corrente passe pelo tórax da pessoa.

- só meça pontos de A.T. que sejam DC (contínuos).

Quanto aos resultados da medição da A.T. (cerca de 4000 V), temos os seguintes diagnósticos:

a) alta demais: indica válvula fraca

b) baixa demais: capacitor com fuga e válvula com semicurto.

c) nula: capacitor, diodo retificador ou transformador defeituosos.

DEFEITOS E CAUSAS

1. Falta de cozimento:

Causas:

- magnetron
- capacitor A.T.
- diodo A.T.
- fonte de alimentação

2. Cozimento intermitente

Causas:

- magnetron fraco
- interruptor térmico
- contatos deficientes das chaves
- conector da válvula com mau contato

3. Forno acusa funcionamento mas não cozinha

Causas:

- magnetron
- microprocessador
- transistores que ativam o relé
- relé de potência

4. Queima fusível

Causas:

- capacitor A.T.
- diodo A.T.
- magnetron acima de 109°C
- Triac (se tiver)
- interruptores de segurança da porta

5. Demora para cozinhar

Causas:

- magnetron

- tensão da rede baixa (menor que 98 V).
- retificador com escape (diodo de A.T.)

6. Transformador enfumaçando

- Causas:
- transformador A.T.
 - magnetron em curto
 - diodo A.T. com fuga

7. Torra alimentos

- Causas:
- magnetron
 - microprocessador
 - relé de potência
 - transistores drivers do relé

8. Display intermitente

- Causas:
- display
 - microprocessador
 - fonte de alimentação

9. Assim que fecha a porta, queima fusível

- Causas:
- chaves da porta (segurança)
 - diodo A.T.
 - Triac (se tiver)
 - motor do timer

10. Funcionamento ruidoso

- Causas:
- palheta da hélice da ventoinha
 - diodo de A.T. carbonizando-se

11. Temporizador e relógio não funcionam

- Causas:
- microprocessador
 - circuito base de tempo do micro
 - motor do timer (no caso, válido para o sistema eletromecânico)

12. Nem lâmpada, nem forno funcionam

- Causas:
- fusível
 - interruptores
 - fonte de baixa tensão

13. Sonda não funciona

- Causas:
- sonda defeituosa
 - circuito elétrico do sensor
 - microprocessador

14. Forno não funciona com potência no máximo

- Causas:
- termostato do magnetron
 - transformador de A.T.
 - capacitor de A.T. com fuga
 - magnetron cansado

15. Intermitência na potência

- Causas:
- irregularidade nos interruptores (no caso, se for eletromecânico)
 - irregularidade no relé de potência

16. Vazamento de microondas

- Causas:
- ajuste da porta
 - vedação da porta
 - tela (1/4 de onda) danificada
 - evidência de queda do aparelho

17. Teclado não funciona corretamente

- Causas:
- teclado de membrana
 - microprocessador

18. Funcionamento incoerente com o que mostra o display

- Causas:
- microprocessador
 - circuitos adjacentes ao micro

PROCEDIMENTOS PARA VERIFICAÇÃO DO TECLADO DE MEMBRANA

Para determinar se o teclado de membrana está defeituoso ou não, verifique cada tecla usando o multímetro na escala de Ohms X 1K. Verifique se nenhuma tecla faz contato com outra.

Se você achar qualquer tecla da qual a matriz tenha contato com a outra em condição normal, o teclado de membrana está com defeito. Substitua-o.

Limpe cada contato utilizando produto apropriado.

PROCEDIMENTOS PARA TESTE DE SONDA

Encha um recipiente com água morna e coloque o termômetro dentro. Depois tire a temperatura, prove fora do forno e coloque nele o recipiente próximo ao termômetro. Então, ambos terão a mesma temperatura.

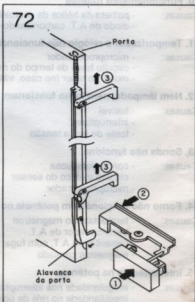
Agora pegue outro recipiente com água fervendo e gradualmente derrame-a no primeiro recipiente para efetuar os passos da temperatura graduada. A cada passo da temperatura marcada no quadro, deverá ler a resistência correspondente com um ohmímetro.

A seguir, alguns valores que servirão de parâmetro:

°C	Ohms (K)
37,8	29,2
43	23,4
51,7	17
62,8	11,4
73,9	7,6
90,5	4,4

AJUSTES MECÂNICOS

A porta do forno deve ser ajustada sempre que constatar vazamento das microondas. Ajuste o suporte das chaves de proteção conforme ilustra a (figura 72 e 73) de

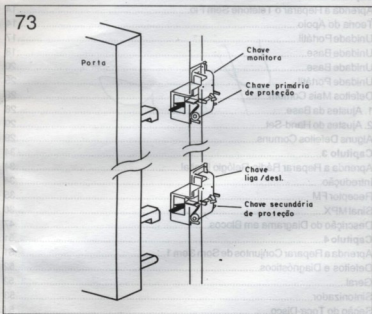


modo que todas as chaves sejam acionadas simultaneamente pelos trincos da porta.

Aperte os parafusos das dobradiças, alinhando a porta com o painel e as paredes do forno.

Verificar se todas as chaves são acionadas ao fechar a porta, observando que apenas a chave monitora permaneça aberta.

A folga da porta (entre a porta e o forno) deve ser no mínimo 0,5 mm. e no máximo 0,8 mm. Utilize uma chapa tipo calibre. Uma distância diferente destas pode permitir vazamento de microondas.



Índice

Introdução	3
Capítulo 1	4
Aprenda a Reparar Secretária Eletrônica.....	4
Diagrama em Blocos.....	4
Defeitos Mais Comuns em Secretárias Eletrônicas.....	9
Capítulo 2	14
Aprenda a Reparar o Telefone Sem Fio.....	14
Teoria do Apoio.....	14
Unidade Portátil.....	17
Unidade Base.....	18
Unidade Base.....	20
Unidade Portátil.....	25
Defeitos Mais Comum.....	28
1. Ajustes da Base.....	28
2. Ajustes do Hand-Set.....	29
Alguns Defeitos Comuns.....	29
Capítulo 3	34
Aprenda a Reparar Rádio-Relógio Digital.....	34
Introdução.....	34
Receptor FM.....	35
Sinal MPX.....	36
Descrição do Diagrama em Blocos.....	47
Capítulo 4	51
Aprenda a Reparar Conjuntos de Som 3 em 1.....	51
Defeitos e Diagnósticos.....	52
Geral.....	52
Sintonizador.....	53
Seção do Toca-Disco.....	54
Como Testar os Estágios.....	54
Descrição do Circuito da Figura 51.....	57
Instruções de Montagem.....	58
Reparação em Áudio.....	61
Capítulo 5	63
Aprenda a Reparar Forno de Microondas.....	63
Introdução.....	63
Análise de Circuitos.....	73
Testes.....	75
Defeitos e Causas.....	76

editore
FITTIPALDI