



(I.D) INSTITUTO NACIONAL
DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL
PORTUGAL

(11) **Número de Publicação:** PT 85136 B

(51) **Classificação Internacional:** (Ed. 5)

H04Q007/00 A

H04Q001/44 B

(12) FASCÍCULO DE PATENTE DE INVENÇÃO

(22) Data de depósito:	1987.06.22	(73) Titular(es): INTERNATIONAL MOBILE MACHINES CORPORATION 100 N. 20 TH STREET PHILADELPHIA, PA 19103 US
(30) Prioridade:		
(43) Data de publicação do pedido:	1989.06.30	(72) Inventor(es):
(45) Data e BPI da concessão:	09/94 1994.09.12	(74) Mandatário(s): ANTÓNIO LUÍS LOPES VIEIRA DE SAMPAIO RUA DE MIGUEL LUPI 16 R/C 1200 LISBOA PT
(54) Epígrafe: SISTEMA DE COMUNICAÇÕES TELEFÓNICAS		
(57) Resumo:		

[Fig.]

INTERNATIONAL MOBILE MACHINES CORPORATION

"SISTEMA DE COMUNICAÇÕES TELEFÓNICAS"

ANTECEDENTES DA INVENÇÃO:

A presente invenção refere-se em geral a sistemas de comunicações e refere-se mais em especial a um sistema de comunicações telefónicas com utentes para proporcionar simultaneamente sinais de informação múltiplos transmitidos através de um ou mais canais de radio-frequência (RF).

DESCRIÇÃO SUMÁRIA DA INVENÇÃO:

A presente invenção proporciona um sistema para transmissão por rádio de sinais de informação múltiplos utilizando circuitos digitais de divisão de tempo entre um posto de base e uma pluralidade de postos de utente. Os postos de utente podem ser fixos ou móveis. O número de circuitos de divisão de tempo é determinado pela qualidade da transmissão dos sinais. O posto de base está ligado a uma rede externa de informação, que pode ser analógica e/ou digital. Os sinais de informação são seleccionados no grupo que consiste em sinais orais, sinais de dados, de facsimile, de vídeo, de computador e de instrumentação.

Os postos de utente móveis podem ser selectivamente relativamente rápidos ou relativamente lentos de movimento.

O nível de modulação dos sinais e a potência alimentada ao sistema são ajustados de acordo com uma detecção de erros de sinais no sistema.

O sistema é munido de diversidade espacial utilizando uma pluralidade de antenas espaçadas selectivamente umas das outras para proporcionar uma recepção relativamente elevada dos sinais apesar do desvanecimento dos mesmos.

O posto de base funciona através de uma pluralidade de pares de canais de RF. Cada operação de um par de canais consiste na combinação de um circuito do canal de transmissão para processamento de um dado número plural de sinais de informação recebidos ao mesmo tempo através de linhas interurbanas de uma companhia de telefones para transmissão simultânea para diferentes postos de utente através de um dado canal de rádio-frequência (RF), e um circuito do canal de recepção para processamento de uma pluralidade de sinais de informação recebidos ao mesmo tempo através de um dado canal de RF proveniente de diferentes postos de utente a fim de proporcionar sinais de informação para transmissão através das linhas interurbanas.

Dispositivos de conversão separados são ligados respectivamente a cada uma das linhas interurbanas para converter os sinais de informação recebidos através das linhas interurbanas em amostras de sinais digitais.

O circuito do canal de transmissão inclui um número plural dado de dispositivos separados de compressão de sinais para comprimir ao mesmo tempo as amostras de sinais digitais respectivamente derivados de dispositivos de conversão separados a fim de proporcionar o número dado de sinais comprimidos separados; uma unidade de controlo do canal ligada aos dispositivos de compressão a fim de combinar sequencialmente os sinais comprimidos numa única corrente de "bites" no canal de transmissão, e cada um dos

respectivos sinais comprimidos uma posição repetitiva e sequencial de uma fenda na corrente de "bites" no canal de recepção associada com um dispositivo pré-determinado de entre os dispositivos de compressão separados, e uma unidade para proporcionar um sinal no canal de transmissão a ser transmitido através do canal de RF pré-determinado em resposta à corrente de "bites" no canal de transmissão.

Um elemento de permuta acopla os respectivos dispositivos de conversão separados a certos dispositivos indicados de entre os dispositivos de compressão separados.

Uma unidade de processamento com ligação à distância é acoplada às linhas interurbanas e responde a um sinal de entrada de pedido de chamada recebido através de uma das linhas interurbanas proporcionando um sinal de designação de fenda que indica qual dos dispositivos de compressão separados deve ser ligado pelo elemento de troca ao dispositivo de conversão separado que está ligado à referida linha interurbana, designando assim à referida linha interurbana a fenda na corrente de "bites" no canal de transmissão que é associada com o dispositivo de compressão separado que está assim ligado ao elemento de permuta. O elemento de processamento com ligação à distância mantém uma memória de quais as fendas que são assim designadas, e consulta esta memória quando da recepção de um pedido de chamada de entrada e proporciona então o sinal de designação de fenda que efectua a ligação a um dispositivo de compressão associado com uma das fendas que não é designada a uma outra linha interurbana.

Um elemento de processamento de chamada é ligada ao elemento de processamento com ligação à distância e responde ao si-

nal de designação de fenda fazendo com que o elemento de troca complete a ligação indicada pelo sinal de designação de fenda.

O circuito do canal de recepção inclui uma unidade de recepção para receber um sinal do canal de recepção e para processar este sinal para proporcionar uma corrente de "bites" no canal de recepção contendo sinais comprimidos separados em diferentes posições respectivas de fendas sequenciais e repetitivas; um número plural dado de dispositivos separados de síntese de sinal, cada um deles associado com uma posição diferente de fenda na corrente de "bites" no canal de recepção para reconstruir amostras de sinais digitais provenientes de sinais comprimidos separados contidos nas respectivas posições de fenda associadas de corrente de "bites" no canal de recepção; e uma unidade de controlo para segregar os sinais comprimidos separados da corrente de "bites" no canal de recepção e distribuir os sinais segregados para os dispositivos de síntese separados associados com as respectivas fendas de tempo a partir das quais os sinais foram segregados.

Dispositivos de reconversão separados são respectivamente ligados a cada uma das linhas interurbanas para reconverter amostras de sinais digitais em sinais de informação para transmissão através das respectivas linhas interurbanas. Cada um dos elementos de reconversão separados é associado com um dos elementos de conversão separados e é ligado a uma linha interurbana comum com os elementos de conversão separados associados.

O elemento de permuta acopla os respectivos elementos de reconversão separados a certos dispositivos indicados de entre os dispositivos de síntese separados.

A unidade de processamento com ligação à distância responde ao sinal de entrada do pedido de chamada, recebido através da linha interurbana indicada, proporcionando um sinal de designação de fenda para indicar qual dos dispositivos separados de síntese deve ser ligado pelo elemento de troca ao dispositivo de reconversão que está ligado à linha interurbana indicada, designando assim à linha interurbana indicada a fenda formada na corrente de "bites" no canal de reacção que é associada com o dispositivo separado de síntese que foi assim ligado pelo elemento de permuta. A unidade de processamento com ligação à distância mantém uma memória de quais as fendas na corrente de "bites" no canal de recepção que são assim designadas e consulta esta memória quando da recepção do pedido de chamada de entrada e proporciona então ao elemento de processamento da chamada o sinal de designação de fenda para efectuar a ligação a um dispositivo de síntese associado com uma das fendas que não foi designada a uma outra linha interurbana.

O sistema da presente invenção utiliza técnicas avançadas digitais e técnicas electrónicas de integração a uma grande escala a fim de apresentar comunicações de confiança e de alta qualidade a vários segmentos do mercado. Uma forma de execução preferida utiliza uma instalação fixa de um posto de base situado localmente para comunicar com um grande número de postos de utente situados na zona geográfica adjacente. O posto de base central pode ser ligado a um posto central de uma rede pública de uma companhia de telefones (Telco) por intermédio de um posto privado de troca de linhas (Pbx) ligado a linhas telefónicas interurbanas de entrada. Os pontos de utente no sistema podem

ser quer portáteis com uma base fixa ou de uma natureza móvel, e podem funcionar quer com um movimento relativamente lento ou rápido. Os postos de utente comunicam com o posto de base através de canais de rádio de UHF e com o utente através de um equipamento telefónico normal de dois fios DTMF (esquema de sinalização com dois tons de multi-frequência) ou por meio de postos telefónicos não normalizados (por exemplo com 4 fios). O sistema pode ser utilizado para substituir redes de utentes locais com cabos de condução, ou para proporcionar um serviço telefónico de boa qualidade em zonas onde ligações de fio não são adequadas ou económicas.

Uma característica do sistema da presente invenção é a possibilidade de utilizar acesso múltiplo de divisão de tempo (TDMA) e uma codificação digital de sinais orais, para permitir o uso múltiplo e simultâneo de frequências dentro de uma rede dada. Qualquer número adequado de circuitos de alta qualidade para sinais orais pode funcionar num dado canal de frequências (com um espaçamento das frequências entre si dentro do canal de 25 kHz) ao mesmo tempo. Quatro circuitos desta natureza são utilizados para fins ilustrativos. Isto proporciona uma vantagem tanto espectral como económica em comparação com sistemas análogos existentes de rádio-telefonia que podem proporcionar apenas uma conversação ao mesmo tempo através de um dado canal de frequências.

As características que proporcionam o serviço mais económico entre postos fixos, móveis ou portáteis são o de uma codificação digital de sinais orais de baixo grau (inferior a 16 Kbps) em combinação com técnicas digitais de modulação espectral-eficientes. Por exemplo, o uso combinado de uma técnica de codi-

ficação de sinais orais de 14,6 Kbps e uma modulação DPSK de 16 níveis efectuar quatro conversações completamente de duas vias e simultâneas através de um único par de canais de Bw de 20 kHz que são espaçada entre si de 25 kHz em todo o espectro, e particularmente nos segmentos de 400 a 500 MHz e 800-950 MHz. Esta combinação proporciona sinais orais de boa qualidade numa distância de pelo menos 20 km.

A fim de ser competitivo com um serviço com fios, uma população muito maior de utentes deve ser acomodada do que pode ser suportada ao mesmo tempo através de um par de canais de 25 kHz. Por exemplo, um sistema com 12 pares de canais que suportava 47 chamadas simultâneas poderia suportar uma população total (os ligados mais os desligados de 500 utentes (com o máximo limitado pela probabilidade desejada de bloqueio na hora de ponta). Assim, um esquema de controlo de pedidos de chamadas de utentes, que proporciona retardamentos razoáveis entre a chamada e a ligação, constitui também uma característica importante da presente invenção.

Características adicionais da presente invenção são descritas em relação à descrição das formas de execução preferidas, e com referência aos desenhos anexos cujas figuras que representam esquematicamente:

A fig. 1 - um diagrama sinóptico mostrando em geral o sistema de comunicações telefónicas entre utentes por rádio-frequência;

A fig. 2 - um diagrama sinóptico de uma forma de execução preferida e representativa do posto de base no sistema mostrado na fig. 1;

A fig. 3 - um diagrama sinóptico de uma forma de execução

preferida de um posto de utente no sistema mostrado na fig. 1;

A fig. 4 - a sequência de mensagens geradas pelos postos de utente e o posto de base para estabelecer uma ligação entre dois postos de utente;

A fig. 5 - vários módulos de processamento de dados implementados na unidade de processamento com comando à distância (RPU) no posto de base da fig. 2;

A fig. 6 - o processamento de mensagens BBC de entrada e de saída pela unidade RPU no posto de base da fig. 2;

A fig. 7 - o processamento de mensagens PBX de entrada e de saída, no posto de base da fig. 2;

A fig. 8 - o processamento de mensagens "logger" pela RPU no posto de base da fig. 2;

A fig. 9 - um quadro de memória da RPU no posto de base da fig. 2;

A fig. 10 - o processamento de mensagens relacionadas com o estado do RCC pelo módulo de processamento de mensagens (MPM) mostrado na fig. 5;

A fig. 11 - o processamento de mensagens relacionadas com o estado do canal pelo MPM de processamento de mensagens mostrado na fig. 5;

A fig. 12 - um diagrama sinóptico da unidade do terminal "interface" de utente (STU) no posto de utente da fig. 3;

A fig. 13 - a "interface de sinais entre o PBX e a VCU no posto de base da fig. 2;

A fig. 14 - a "interface" de sinais entre a STU e a VCU no posto de utente da fig. 2;

A fig. 15 - os relacionamentos de temporização para os si-

- nais da "interface" PBX-VCU mostrados na fig. 13 e para os sinais da "interface" STU-VCU mostrados na fig. 14;

A fig. 16 - a "interface" de sinais entre a VCU e a CCU tanto no posto de base da fig. 2 como no posto de utente da fig. 3;

A fig. 17 - o relacionamento de temporização para os sinais do canal de transmissão da "interface" de sinais VCU-CCU mostrado na fig. 16;

A fig. 18 - o relacionamento de temporização para os sinais do canal de recepção da "interface" de sinais VCU-CCU mostrado na fig. 16;

A fig. 19A e 19B - os relacionamentos de temporização para os blocos de sinais orais de transmissão e de recepção que são transferidos entre a VCU e a CCU para a modulação PSK de 16 níveis;

A fig. 20A - a temporização e conteúdo de dados de entrada e de saída para o canal de recepção entre a VCU e o PBX (ou STU) para a modulação PSK de 16 níveis;

A fig. 20B - a temporização e conteúdo de dados de entrada e de saída para o canal de transmissão entre a VCU e o PBX (ou STU) para a modulação PSK de 16 níveis;

A fig. 21 - um diagrama sinóptico da CCU de tanto o posto de base da fig. 2 como o posto de utente da fig. 3;

A fig. 22 - a arquitectura funcional implementada com "software" da CCU da fig. 21;

A fig. 23 - um diagrama de temporização para a transferência de dados orais RCC e PSK de 16 níveis no canal comum de transmissão da CCU da fig. 22;

4

A fig. 24 - um diagrama de temporização para a transferência de dados orais RCC e PSK de 16 níveis no canal comum de recepção de CCU da fig. 22;

A fig. 25 - um diagrama sinóptico do "modem" do posto de base da fig. 2 e do posto de utente da fig. 3;

A fig. 26 - a "interface" de sinais entre a CCU, o "modem" e o STIMU no posto de base da fig. 2;

A fig. 27 - a "interface" de sinais entre o "modem" e a RFU no posto de base da fig. 2 e no posto de utente da fig. 3;

A fig. 28 - um diagrama sinóptico do circuito de "interface" de antena para o posto de utente da fig. 3;

A fig. 29 - um diagrama sinóptico do circuito de "interface" de antena para o posto de base da fig. 2.

GLOSSÁRIO DE ABBREVIATURAS E DEFINIÇÕES

Glossário de abreviaturas e definições usadas na Memória Descritiva

ACRÓNIMO DEFINIÇÃO

A/D Conversor analógico-digital

ADPCM modulação adaptiva de código de pulsações diferenciais

AGC controlo automático do ganho

AM modulação de amplitude

BCC Canal de controlo da banda básica

BPSK modulação por tecla de mudança da fase binária

BW largura da banda

CCU unidade de controlo do canal

CODC codificador e descodificador combinados

DMOD desmodulador (parte de recepção do "modem")

D/A	conversor digital para analógico
dB	decíbeis
DID	marcação directa para dentro
DMA	acesso directo à memória
DPSK	modulação por tecla de mudança da fase diferencial
DTMF	esquema de sinalização com dois tons de multi-frequência
ECL	lógica do emissor acoplado
FCC	Comissão Federal de Comunicações nos Estados Unidos
FIFO	memória de primeira entrada primeira saída
FIR	filtro de resposta aos impulsos de duração finita
Hz	Hertz (ciclos por segundo)
I	Fase de entrada
IF	frequência intermédia
Kbps	Quilo-"bites" por segundo
KHz	quilo-hertz
Km	quilometro
LSB	"bit" menos significativo
MDPSK	modulação por tecla de mudança da multi-fase diferencial
MHz	Mega-Hertz
MODEM	modulador e desmodulador combinados
MPM	módulo de processamento de mensagem
ms	milissegundos
OCXO	oscilador de cristal controlado no forno
PBX	troca privada de linhas ou interruptor automático
PCM	modulação por pulsações codificadas
PSN	rede de ligação pública
PSTN	rede de ligação telefónica pública ou outro tipo de interligação (tipicamente Telco)

4.

OPSK	modulação por tecla de mudança da fase de quadratura
RBTG	gerador de som para sinal de resposta
RAM	Memória com acesso aleatório
RCC	canal de controlo de rádio-frequência
RELP	predição linear excitada residualmente
RF	rádio-frequência
RFU	unidade de rádio-frequência
RPU	Unidade de processamento com ligação à distância
ROM	memória só para leitura
RX	recepção
SHF	frequência super-alta (3000 a 30000 MHz)
SIN	Número de identificação do utente
SLIC	Circuito da "interface" do utente
STIMU	unidade de temporização do sistema
STU	unidade de "interface" do posto telefónico do utente
SUBTU	unidade de temporização do utente
TDM	multiplexação com divisão de tempo
TDMA	acesso múltiplo com divisão de tempo
Telco	Companhia de Telefones
TX	transmissão
UHF	frequência ultra-alta
UTX-250	Unidade de ligação que inclui processamento e função de "interface" e que pode ser mas não é necessariamente um PBX
UW	palavra única
VCU	unidade de codificação de sinais orais
VCXO	oscilador de cristal controlado pela voltagem
VHF	Frequências muito altas (30 a 350 MHz)

4.

DESCRICAO DA FORMA DE EXECUCAO PREFERIDA

Na presente memória descritiva é de salientar que, quando uma banda particular (por exemplo 454 a 460 MHz) é utilizada na forma de execução descrita, a invenção é igualmente aplicável a pelo menos as bandas inteiras de VHF, UHF e SHF.

Com referência à fig. 1, o sistema da presente invenção proporciona um serviço telefónico com circuitos locais, usando rádio de UHF entre os postos telefónicos dos utentes (S) e um posto de base 11. O posto de base 11 executa ligações de chamadas directamente entre os postos de utente 10 com base na rádio e está ligado ao posto central 12 de uma companhia de telefones (Telco) para chamadas para ou provenientes de pontos exteriores do sistema.

Por exemplo, o sistema ilustrado funciona com pares de canais comuns com frequência portadora dentro da banda de 454 MHz a 460 MHz. Este conjunto particular de frequências contém 26 canais especificados. Os canais estão espaçados entre si de 25 KHz com uma largura de banda autorizada de 20 KHz. O espaçamento entre os canais de transmissão e de recepção é de 5 MHz sendo a frequência central da mais baixa das duas frequências designada às transmissões do posto de base. Como foi indicado atrás, o sistema pode funcionar também noutros pares de canais UHF.

O modo de transmissão do posto de base para o posto de utente (o canal de transmissão) funciona em multiplex com divisão de tempo (TDM). A transmissão do posto do utente para o ponto de base (o canal de recepção) funciona com acesso múltiplo com

divisão de tempo (TDMA).

Todos os sistemas são configurados de modo a serem compatíveis com as regras 47 CFR FCC partes 21, 22 e 90, assim como com outras regras relevantes.

A comunicação entre o posto de base 11 e os postos de utente 10 é efectuada digitalmente por modulação filtrada por tecla de mudança da multi-fase diferencial (MDPSK) em canais duplex inteiros, espaçados entre si de 25 KHz na banda de 454 a 469 MHz, satisfazendo assim as exigências de uma largura de banda de 20 KHz, tal como são formuladas na Regra FCC partes 21, 22 e 90 (por exemplo, 21.105, 22.105 e 90.209). Este sistema pode também ser usado para outras larguras de banda e espaçamentos dentro de qualquer parte conveniente dos espectros de VHF, UHF e SHF.

O grau de símbolos em cada canal FCC de 25 KHz é de 16 quilo-símbolos/segundo em cada sentido. A transmissão de sinais orais é efectuada usando modulação PSK de 16 níveis e digitalização dos sinais orais com uma velocidade de codificação de 14,6 Kbps. Alternativamente, a modulação pode ser de dois níveis (BPSK) ou de quatro níveis (QPSK). Uma mistura de diferentes níveis de modulação pode ser usada ao mesmo tempo no mesmo canal. Com o multiplex de divisão de tempo, o sistema proporciona uma conversação para cada número de fases que é um múltiplo de dois com a velocidade de 14,6 Kbps (4 fases proporciona duas conversações, 16 fases proporciona quatro conversações, etc.) ou mais como é conveniente para velocidades mais baixas. Isto é, evidentemente, apenas um exemplo visto que, como se vê no Quadro seguinte, podem ser usadas muitas combinações diferentes de "bites" de "modem"/símbolos ou fases e velocidades de "Codec":

4.

Quadro I

Conversações de 2 vias ou
Circuitos Duplex usando velocidades "Codec" de:

Modulação de Fases	14,4 Kbps	6,4 Kbps	2,4 Kbps
4	2	4	8
8	3	6	12
16	4	8	16
32	5	10	20
64	6	12	24
128	7	14	28

O posto de base é capaz de transmitir e receber através de quaisquer ou todos os canais de frequências disponíveis FCC com 25 KHz de separação entre si dentro da banda de 454 a 460 MHz em que os canais são seleccionáveis. A selecção da frequência para cada canal de sinais orais é efectuada automaticamente pelo posto de base, uma frequência de cada vez, mas pode ser corrigida numa "interface" de consola de um operador, proporcionada no posto de base.

O posto de base pode ter uma potência de transmissão de tipicamente, 100 watts para cada canal de frequência.

O posto de base proporciona um controlo da modulação e designações de fendas de tempo e de canais de frequência aos postos de utente. Além disso, um controlo adaptivo da potência dos postos de utente é efectuado pelo posto de base a fim de minimizar diferenças sequenciais de fendas de tempo e interferência entre canais adjacentes.

A ligação entre linhas interurbanas de Telco (companhia de telefones) e as fendas de TDM no canal seleccionado é efectuada pelo posto de base usando preferivelmente um interruptor digital, embora seja possível substituir este último por um interruptor análogo.

O posto de base proporciona uma capacidade tripla de diversidade espacial nos canais de recepção.

O posto de utente é capaz de funcionar com diversidade de três ramos. A potência de transmissão é tipicamente ajustável entre 0,1 e 25 watts, mas pode ser ajustada de modo a abrange outras gamas de potência. Enquanto comunicações de sinais orais através do posto de utente são percebidas como sendo real duplex completo de tempo, o sistema RF funciona em semi-duplex utilizando métodos apropriados de divisão de tempo em multiplex.

O posto de utente tem uma "interface" com qualquer instrumento telefónico para comunicações de sinais orais, ou o telefone pode ser incorporado no sistema. Além disso, uma ligação de dados tal com uma ligação estandardizada RS-232C com 25 cavilhas é proporcionada para transmissão de dados na banda de 9600 entre utentes. O posto de base e o posto de utente podem obter a potência para o funcionamento a partir de qualquer fonte adequada, quer interna ou externa.

A fig. 2 é um diagrama sinóptico de uma forma de execução do posto de base que suporta a operação simultânea de dois pares de canais de frequência para a transmissão e recepção. Cada canal pode processar simultaneamente até quatro ligações telefónicas. Na forma de execução preferida, há muitos pares de canais de transmissão e de recepção. Cada canal contém várias fendas

de tempo.

Uma das várias fendas de tempo disponíveis é necessária para um canal de controlo de rádio (RCC).

As ligações entre a rede TSPN e os postos de utente são estabelecidas e mantidas na troca privada de linhas (PBX) 15 que forma uma parte do posto de base. O PBX 15 é um sistema do modelo UTX-250, um produto pronto a ser entregue desenvolvido pelo Grupo Unido de Tecnologias para a Construção de sistemas (United Technologies Building Systems Group). Muitas das características existentes do sistema genérico de PBX são utilizadas no controlo de "interfaces" de Telco necessárias no sistema de acordo com a presente invenção. O PBX-15 também converte informação na forma de sinais orais para/provenientes do PSTN em amostras digitais com modulação por pulsações codificadas (PCM), comandadas por 64 Kbps "u-law". A partir deste ponto a informação em sinais orais é processada num formato digital através do posto de base e os postos de utente, mesmo até aos circuitos de "interface" que efectuam a ligação ao telefone do utente, ou até ao limite permitido pelo transmissor e o receptor do utente.

A informação de sinais orais, proveniente do PBX-15 é a seguir processada por um sistema de compressão de sinais orais, conhecido por um "codec" 16 que reduz a velocidade dos sinais orais de 64 Kbps a cerca de 14,6 Kbps ou menos. O codec 16 utiliza quer um algarismo de "predição linear excitado residualmente" (RELP) ou um codificador-descodificador SEC para executar este processo de compressão dos sinais orais. Tipicamente, quatro "codecs" 16 estão incorporados numa única unidade de Codificação de Sinais Orais (VCU) para as quatro ou mais fendas de tempo em

cada canal de frequência. Cada VCU 17 num posto de base pode processar quatro ou mais ligações de sinais orais totalmente duplex, tanto para o canal de transmissão como para o canal de recepção de cada par de canais. Ligações pelo PBX 15 determinam a chamada de sinais orais que será processada por aquele dos VCU's 17 e por aquele "codec" 16 no VCU seleccionado. Os circuitos de cada VCU 17 são comandados por "hardware" de tal modo que uma chamada oral com uma frequência e designação de fenda específicas no posto de base seja sempre processada pelo mesmo "codec" 16 da VCU.

Cada VCU 17 está ligada a uma unidade de controlo de canal (CCU) 18. A CCU 18 controla a função TDMA e funciona também como uma unidade de processamento do protocolo de níveis ligados. Cada CCU 18 recebe os sinais de saída do canal de transmissão dos "codec's" 16 na VCU 17 correspondente e transmite os dados na própria fenda de tempo e no próprio formato para uma unidade de "modem". Cada CCU 18 determina os níveis de modulação, como são indicados por uma unidade de processamento com ligação à distância RPU 20, a serem utilizados para a emissão (tais como modulação PSK com 2, 4 ou 16 níveis). Cada CCU 18 também processa informação de controlo para comunicação com postos de utente através da fenda de tempo do canal de controlo da rádio-frequência (RCC) e durante "bites" dominantes de controlo nos canais de sinais orais. Cada par de canais contém uma combinação, ligada em série, de uma VCU 17, uma CCU 18 e um "modem" 19.

Os dados de transmissão, formados no próprio formato e provenientes de cada CCU 18 são transferidos, a uma velocidade de 16 K símbolos/segundo, para o modem 19 correspondente. Cada

modem 19 recebe estes símbolos síncronos e converte-os num formato multi-nível com modulação por tecla de mudança de fase (PSK). O sinal de saída do canal de transmissão do modem 19 é um sinal com modulação IF. Este sinal é alimentado na unidade de processamento RF/IF (RFU) 21 que converte então o sinal IF num sinal RF UHF na gama de 450 MHz. Sinais de controlo para o modem 19 e a unidade RFU 21 são proporcionados pela unidade CCU 18 correspondente, funcionando sob o controlo total da RPU 20. O sinal UHF é amplificado por amplificadores de potência na RFU 21 e transferido através de uma unidade de "interface" de antena 22 para uma antena de transmissão 23 para emissão ao ar livre.

A função de recepção do posto de base é essencialmente inversa da da função de transmissão. Cada RFU 21, modem 19, CCU 18, VCU 17 e o PBX 15 têm uma natureza de duplex total.

A unidade de processamento com controlo à distância (RPU) 20 é a unidade de processamento com controlo central que transfere dados de ligações e mensagens de controlo para a CCU. A RPU 20 inclui um computador para fins gerais baseado numa unidade de micro-processamento Modelo 6800 que efectua as funções de gestão do sistema e os mecanismos de controlo sofisticados para o estabelecimento de uma chamada, o processo de desfazer uma chamada e a manutenção. A RPU 20 comunica também com um processador de chamada 24 no PBX 15 para controlar as interligações entre os "codecs" 16 e as linhas interurbanas da Telco, realizadas por uma matriz de ligação 25 do PBX 15.

Cada posto de utente é uma unidade relativamente pequena que está colocada em cada sítio de utente no sistema. O pos-

6

to de utente liga o aparelho telefónico estandardizado e/ou terminal de dados ou transmissor/receptor acústico integrado do utente ao posto de base por intermédio do canal de rádio UHF. A função do posto de utente é muito semelhante à função do posto de base. No entanto, enquanto o posto de base pode funcionar ao mesmo tempo através de um ou mais canais de frequência, cada um deles oferecendo a capacidade de suportar vários circuitos de sinais orais, o posto de utente funciona normalmente com uma única frequência ao mesmo tempo.

A fig. 3 é um diagrama sinóptico de um posto de utente. A divisão funcional é muito semelhante à do posto de base (fig. 2). A função de "interface" do utente é executada pela unidade de "interface" do posto telefónico do utente (STU) no posto de utente. A função associada no posto de base é executada pelo módulo PBX. A unidade STU no posto de utente executa também todas as funções de controlo do posto de utente, tal como as funções de RPU no posto de base. Os postos de utente funcionam de um modo subordinado ao posto de base principal na arquitectura geral do controlo do sistema. A STU pode ter uma "interface" com um instrumento externo ou pode transmitir e receber acusticamente.

Seguindo o fluxo de dados através do posto de utente, a informação acústica ou em dados do utente é em primeiro lugar processada por uma unidade de "interface" do utente (STU) 27. Os sinais orais provenientes do telefone do utente são recebidos e digitalizados no VCU 28. O formato para os sinais orais digitalizados é idêntico ao formato usado pelo PBX 15 no posto de base. O posto de utente inclui uma VCU 28, CCU 29, modem 30a e uma RFU 31a que executam funções similares às das unida-

des semelhantes atrás indicadas na descrição da arquitectura do posto de base dada com referência à fig. 2. Uma diferença no funcionamento do posto de utente é que normalmente é limitado a um só canal de sinais orais ao mesmo tempo. O posto de utente funciona essencialmente no modo de semi-duplex, transmitindo numa parte do quadro TDMA e recebendo numa parte diferente do quadro TDM. Com um tamanho do quadro de 45 milissegundos, a característica de semi-duplex do posto de utente é transparente ao utente que ouve continuamente sinais orais provenientes do outro utente na outra extremidade da ligação da chamada. A STU 27 e VCU 28 assim como o modem 30a podem ser duplicados a fim de permitir mais do uma conversação de utentes.

O funcionamento em semi-duplex do posto de utente oferece uma oportunidade para aproveitar mais eficientemente o "hardware" do posto de utente disponível. A VCU e a CCU do posto de utente funcionam de um modo essencialmente idêntico como no posto de base, pelo menos quanto ao manuseamento de dados orais. No entanto, o "modem" 30a é adaptado para funcionar num modo semi-duplex de maneira que quer a parte de recepção ou de transmissão do "modem" seja usada, mas não ao mesmo tempo. A economia primária neste caso reside no facto de a RFU 39a dever somente funcionar no modo semi-duplex. Isto proporciona uma economia de potência por o amplificador de potência RF ser activo durante não mais do que metade do tempo. Também, a antena de transmissão RF 32a pode ser posta em funcionamento como uma segunda antena de recepção durante os períodos de recepção do quadro usando uma função de comutação da antena RF. Além

disso, nenhuma unidade é necessária para comutação em duplex.

Cada posto de utente inclui também um circuito de diversidade incluindo três "modems" e um circuito de combinação da diversidade 33. Este circuito de combinação da diversidade 33 recebe informação de recepção desmodulada de cada um dos desmoduladores dos três "modems" 30a, 30b e 30c e combina as três correntes de modo a formar uma única corrente de símbolos de "melhor avaliação" que é então enviada para a CCU 29 a fim de ser processada. Os circuitos de desmodulação ou "demods" nos três "modems" 30a, 30b, 30c são ligados de modo a separarem as RFU's RX 31a, 31b e 31c, separando assim as três antenas 32a, 32b e 32c.

No posto de base, três antenas de recepção 34a, 34b e 34c estão colocadas a distâncias apropriadas entre si para proporcionarem, que sinais espacialmente diversos e não correlacionados sejam processados por um circuito de diversidade. O funcionamento do circuito de diversidade é transparente para a função da CCU e pode portanto ser substituído por uma única função de "modem" em qualquer momento em que a função de diversidade não é necessária.

O posto de base inclui também um circuito de diversidade espacial para cada par de canais de transmissão e de recepção. Embora o circuito de diversidade não seja mostrado, o diagrama do posto de base da fig. 2 é o mesmo que o mostrado no diagrama do posto de utente da fig. 3, que representa a ligação do circuito de diversidade para um único par de canais de transmissão e de recepção. Assim, cada par de canais de transmissão e de recepção no posto de base contém de facto três "demods" e um "modem"

ligados a um circuito de combinação de diversidade como é mostrado na fig. 3.

Uma sincronização exacta de temporização entre o posto de base e os postos de utente é crítica no sistema geral. A base principal de temporização para todo o sistema é proporcionada pelo posto de base. Todas as unidades de utente num sistema dado devem estar em sincronismo com esta base de tempo, quanto à frequência, temporização de símbolos e temporização do quadro.

O posto de base inclui uma unidade de temporização do sistema (STIMU) 35 que fornece um sinal de relógio de temporização de alta exactidão de 80,000 MHz. Este sinal de relógio de referência de 80 MHz é subdividido de modo a produzir um sinal de relógio de 16 KHz e um sinal de sincronização de 22,222 Hz (duração de 45 msec). Toda a temporização de transmissão pelo posto de base é derivada destes três sinais de temporização de referência principais. O sinal de relógio de 80 MHz é usado pelos "modems" 19 e as três unidades RFU 21 para bases exactas das frequências IF e RF. O sinal de relógio de 16 KHz fornece a temporização dos símbolos para transmissões em todas as frequências do posto de base. O sinal de marcação de 45 msec é usado para marcar o primeiro símbolo num novo quadro. Este sinal de marcação é activo durante um intervalo de tempo do símbolo (62,5 microsegundos, igual a 1/16000 Hz). Todos os canais de frequência no posto de base usam a mesma referência de tempo para a transmissão. Os três sinais de temporização (80 MHz, 16 KHz e o sinal de marcação do início do quadro (SOF)) são fornecidos a cada "modem" 19 no posto de base. O "modem" 19 distribui os próprios sinais de relógio para a

CCU 18 e a RFU 21 no mesmo par de canais de transmissão e de recepção ligado em série. Os sinais de marcação de 16 KHz e de SOF são usados pela CCU 18 para temporizar a transmissão de símbolos de sinais orais e de controlo de acordo com a estrutura do quadro presente na frequência em causa.

A temporização de recepção no posto de base é idealmente idêntica à temporização de transmissão para o posto de base. Por outras palavras, os sinais de relógio de SOF e de símbolos devem ser exactamente postos em linha entre os sinais de transmissão e de recepção. No entanto, visto que não é de prever nenhuma sincronização perfeita da temporização na transmissão do posto de utente, a temporização de recepção dos "modems" 19 do posto de base deve coincidir com os símbolos recebidos do posto de utente. Isto é necessário para que o período de amostragem na função de recepção do "modem" 19 do posto de base proporcione a melhor estimação do símbolo recebido do posto de utente. Um pequeno amortecedor elástico na CCU 18 tem uma "interface" com a função de recepção do "modem" 19 e efectua uma compensação para esta pequena diferença de temporização.

Os postos de utente em todo o sistema sincronizam as suas referências de tempo com a base principal de tempo no posto de base. Esta sincronização é efectuada por meio de um processo de etapas múltiplas pelo que o posto de utente obtém inicialmente a referência de tempo do posto de base utilizando as mensagens RCC provenientes do posto de base. Este processo encontra-se descrito a seguir.

Uma vez que o posto de utente tenha obtido inicialmente a referência de tempo do posto de base, um algoritmo copiador

nos "demods" dos "modems" 30a, 30b e 30c do posto de utente man tém o tempo de recepção do posto de utente exacto. O posto de utente avança as suas próprias transmissões novamente para o posto de base por uma pequena quantidade de tempo a fim de compensar o retardamento de transmissão de ida e volta, devido à disposição do posto de utente. Este método tem como resultado que a transmissão proveniente de todos os postos de utente é recebida pelo posto de base numa fase correcta uma em relação à outra.

A unidade de temporização do sistema (STIMU) 35 propor ciona a base de tempo para todas as transmissões no posto de base. A STIMU 35 inclui um oscilador de cristal, controlado no forno, de alta exactidão (3×10^{-9}) funcionando com uma frequência fixa de 80 MHz. Esta frequência básica do relógio é dividida por 5000 na STIMU 35 para formar o sinal de relógio de 16 KHz símbolos e novamente dividida por 720 para formar um sinal de marcação de início de quadro (SOF). Estas três referências de tempo são armazenadas e fornecidas a cada um dos "modems" do posto de base.

A unidade de temporização de utente (SUBTU) (não mostrada na fig. 3) fornece um sinal de relógio de 80 MHz, um sinal de temporização para símbolos de 16 KHz e um sinal de marcação do quadro com uma marcação de 45 msec para os postos de utente. Estes sinais são idênticos aos sinais no posto de base STIMU, com a excepção de que o sinal de relógio de 16 KHz é utilizado como temporização dos sinais de recepção no posto de utente. O sinal de relógio de 16 KHz é utilizado para temporização de transmissão no posto de base. A temporização de transmissão no

posto de base é efectuada por uma versão retardada da temporização de recepção no posto de base. O retardamento é uma quantidade variável determinada pela computação de transformação efectuada entre o posto de base e o posto de utente.

O sinal de referência de temporização para o posto de utente é fornecido por um oscilador de cristal controlado pela voltagem (VCXO) funcionando com uma frequência nominal de 80 MHz. A frequência actual é ajustada pelo "modem" no posto de utente para que a sua frequência seja acoplada à referência de temporização do posto de base tal como esta é recebida na entrada de unidade RF do posto de utente.

Protocolos

Os seguintes protocolos especificam os processos para controlo do sistema, prevenção de colisão e sinalização de chamadas no sistema, assim como a estrutura do quadro transmitida. Relativamente aos componentes do sistema, faz-se referência aos componentes do posto de base atrás descritos com referência à fig. 2, a menos que se indique de outro modo.

O sistema utiliza canais totalmente duplex com largura de banda (BW) de 20 KHz, na região espectral de 450 MHz com centros de 25 KHz e acomoda várias conversações ao mesmo tempo em cada canal. Cada canal totalmente duplex consiste numa frequência de recepção e numa de transmissão, separadas por 5 MHz. A frequência mais baixa de cada canal é designada ao posto de base para transmissão e é chamada a frequência para a frente. A frequência mais alta de cada canal, chamada a frequência inversa, é designada aos pontos de utente para transmissão. Assim, o

o posto de base transmite na frequência para a frente, e recebe na frequência inversa. O contrário é válido para os postos de utente.

A capacidade do sistema para proporcionar um método espectralmente eficiente para transmitir através de vários canais de sinais orais numa única frequência depende principalmente do funcionamento do "modem" 19 deve funcionar de tal modo que tenha uma eficiência de 3,2 "bites"/Hz quando funciona num modo DPSK de 16 fases com uma velocidade de 16 K símbolos por segundo.

O "modem" 19 é, mais precisamente, um mecanismo para converter os 1, 2, 4 ou mais "bites" de símbolos provenientes da CCU 18 numa frequência portadora de IF modulada em fase, para transmissão, e para inverter o processo no lado da recepção. Todo o controlo para temporização do quadro e seleção do modo é executado pela CCU 18. Uma "interface" entre a CCU 18 e o "modem" 19 pode consistir em dois condutores comuns de dados de 4 "bites", unidireccionais e síncronos (16 K símbolos por segundo (Tx e Rx). Além disso, um condutor comum de controlo do estado de 8 "bites" proporciona informação de controlo ao "modem" e informa a CCU 18 acerca do estado do "modem". O "modem" 19 fornece também à CCU 18 o sinal principal do relógio de símbolos de 16 KHz. No posto de base, este sinal de relógio é recebido do oscilador principal na unidade de temporização 35 do sistema, em relação ao qual todo o posto de base (e portanto todo o sistema) é sincronizado. No posto de utente, este relógio é derivado dos sinais de entrada recebidos do posto de base. Portanto, todas as transmissões são referenciadas à base de tempo no posto de base. Uma função maior do funcionamento do "modem" de utente

local à referência de tempo do posto de base, descodificando a temporização proveniente dos símbolos recebidos.

A secção moduladora do lado de transmissão do "modem" usa um filtro digital FIR para criar uma representação digital da forma de onda que é utilizada para modular o portador de RF. A corrente digital resultante é convertida num formato análogo e misturada de modo a obter uma frequência de transmissão IF de 20,2 Mhz. O sinal é então conduzido para a RFU para filtração, mais conversão em RF e amplificação antes da transmissão.

A secção desmoduladora do lado de recepção do "modem" recebe o sinal de recepção de IF da RFU 21 com a frequência de recepção IF de 20 Mhz. Este sinal é convertido para baixo, para a banda de base, e então digitalizado com uma função de conversor A/D. As amostras digitais resultantes são processadas por uma unidade de processamento de sinais baseada numa unidade de micro-processamento. Esta função executa igualização de filtros e algoritmos de sincronização nas amostras de entrada e desmodula então o sinal PSK para produzir a corrente de símbolos a 16 K símbolos por segundo. A unidade de processamento de sinais funciona também num modo de auto-treino que é usado para ensinar à unidade de processamento as imperfeições dos filtros análogos usados na corrente de recepção. Uma vez a unidade de processamento de sinais treinada, o processo de igualização digital do desmodulador compensa as amostras de entrada para estas imperfeições nos componentes do filtro análogos. Esta técnica permite o uso de componentes análogos de baixa tolerância e menos dispendiosos e aumenta a capacidade de todo o sistema para desmodular sinais fracos ou

ruidosos.

Os símbolos desmodulados do "modem" são produzidos, à velocidade dos símbolos à unidade CCU 18 durante a função de recepção. O "modem" 19 proporciona a temporização associada com esta corrente de símbolos. Tanto o posto de base como os postos de utente derivam a temporização da função do sinal de recepção de entrada.

Uma descrição e especificação mais em pormenor das funções e das características de funcionamento será dada mais adiante com referência à fig. 25.

O canal básico TDM/TDMA para cada utente oferece um total de 16 Kbps em cada direcção dedicada a cada conversação. Desta capacidade do canal, são necessários 1,43 Kbps em cada direcção para preâmbulos de controlo total e de desmodulação. A VCU funciona portanto a uma velocidade fixa de 14,57 Kbps. Isto é equivalente a 328 "bites" por período do quadro do "codec", definido como sendo metade do período do quadro do "modem" ou 22,5 msec.

Para acomodar conversações múltiplas em cada canal, este último é devidido em "fendas" por intermédio de um esquema multiplex com divisão de tempo (TDM). Estas fendas definem o formato do quadro do sistema. O comprimento do quadro do sistema consiste num número constante e pré-determinado de símbolos. A duração do quadro do sistema foi optimizada considerando a velocidade da codificação de sinais orais e o número de símbolos de aquisição necessário para o "modem" 19 no início de cada série de símbolos. O número de fendas dentro do quadro do sistema é dependente do nível de modulação do canal. Por exemplo, se o

nível de modulação do canal for QPSP, então o quadro do sistema consiste em duas fendas por cada quadro. Aumentando o nível de modulação do canal, o número de "bites" de informação codificados por cada símbolo aumenta e, portanto, a velocidade de dados do canal aumenta. Com uma DPSK de 16 níveis o quadro do sistema é dividido em quatro fendas, cada uma das quais contém a velocidade de dados de sinais orais para uma conversação. É importante notar que, mesmo com os níveis de modulação mais altos, o número de tempos de símbolo necessário para a sincronização do "modem" permanece constante.

O formato do quadro do sistema assegura que o "modem" 19 nos postos de utente nunca precisa de funcionar num modo totalmente duplex (isto é, transmitindo e recebendo ao mesmo tempo). Consequentemente, as fendas nas frequências inversas e para a frente estão desencontradas em tempo por pelo menos um tempo de fenda.

O quadro para o sistema é fixado em 45 msec de duração. A velocidade de transmissão de símbolos é fixada em 16 K símbolos por segundo. Cada símbolo é transmitido durante uma quantidade igual de tempo, igual a 1/16000 de um segundo (62,5 micros segundos). Isto resulta num número fixo de 720 símbolos por quadro, enumerados de 0 a 719 a partir do início do quadro do sistema. Estes 720 símbolos podem consistir cada um em 1, 2 ou 4 "bites" de informação, correspondendo a velocidades de modulação de 2, 4 ou 16 fases.

O tempo do quadro do sistema (45 msec) é mais subdividido em 2 ou 4 fendas de divisão de tempo, dependendo do formato da modulação para as fendas que compõem o quadro. Cada fenda

podem ser um de três tipos: (1) canal de controlo de rádio (RCC), (2) canal quaternário de sinais orais e (3) um canal 16-fásico de sinais orais. O RCC é sempre transmitido num modo binário de modulação (2-fásico). As fendas para RCC e para o canal 16-fásico de sinais orais precisam, cada uma, de 180 símbolos para transmissão, isto é, uma quarta parte de um período de quadro do sistema. Visto que o canal 16-fásico de sinais orais transmite 4 "bites" de informação por símbolo (isto é $2^2 = 16$ fases), o canal 16-fásico de sinais orais transmite 720 "bites" de informação por quadro. Isto é equivalente a uma velocidade de "bites" de 16 Kbps. Alguns destes "bites" são usados para fins de funcionamento do "modem" e de controlo, resultando numa velocidade de "bites" de sinais orais de 14,57 Kbps. A fenda quaternária do canal de sinais orais precisa de 360 símbolos para transmitir, igual a metade do período do quadro do sistema. Cada símbolo deste tipo de fenda consiste numa de quatro fases diferenciais, de modo que 2 "bites" sejam transmitidos por símbolo ($2^2 = 4$ fases). A velocidade resultante dos "bites" é de 16 Kbps, a mesma que para o canal 16-fásico de sinais orais. O mesmo número de "bites" (não símbolos) é reservado para fins de funcionamento do "modem" e de controlo, de modo que a velocidade de informação de sinais orais é 14,57 Kbps, tal como acontece no tipo de canal 16-fásico para sinais orais.

O quadro do sistema em qualquer canal de frequência dado pode ser composto por qualquer combinação destes três tipos de fenda, com as seguintes 5 limitações:

1. Um número máximo (720) de símbolos são transmitidos em cada quadro do sistema. Combinações dos três tipos de fenda podem

ser combinadas numa frequência dada para efectuar isto.

No caso de nem toda a capacidade do canal ser aproveitada na transmissão do quadro do posto de base (isto é, menos do que 720 símbolos são transmitidos dentro de um quadro), símbolos de zero são intercalados para preencher a capacidade do quadro de 720 símbolos. Um símbolo de zero é um símbolo que não transmite energia.

2. Apenas uma frequência num posto de base com frequências múltiplas inclui um tipo de fenda de RCC. Só um RCC pode funcionar em qualquer momento dado em todo o sistema. A frequência com que o RCC funciona é determinada por um parâmetro de inicialização do sistema e é alterada somente quando o canal de frequência em causa se torna indisponível por qualquer motivo. A fenda do RCC é sempre designada aos primeiros 180 símbolos do quadro do sistema (referenciada como Fenda 0).
3. Uma frequência do posto de base pode somente funcionar num modo de transmissão constante. O posto de utente transmite durante não mais do que metade do tempo total do quadro. O posto de utente, quando emite uma conversação, transmite somente durante 25 % do quadro quando funciona no modo de RCC ou de um canal 16-fásico de sinais orais. O posto de utente transmitirá somente 50 % do quadro quando funciona no modo de canal quaternário de sinais orais. Um posto de utente pode somente transmitir numa fenda durante qualquer quadro dado quando emite uma conversação.
4. Todos os canais quaternários de sinais orais devem começar

a sua transmissão num símbolo 0 ou 360. Isto é, quer a primeira metade ou a segunda metade de um quadro pode conter um canal quaternário de sinais orais.

5. Transmissões entre as frequências para a frente e inversa são designadas de tal maneira que o recado inverso de uma fenda dada comece a transmissão 180 símbolos depois da transmissão do recado com frequência para a frente. Isto impede que o posto de utente tenha necessidade de transmitir com a frequência inversa enquanto recebe ao mesmo tempo na frequência para a frente.

Quadro 1

Estrutura do canal de controle de RF : BPSK

Canal para a frente

<-----Quadro do sistema = 45 ms----->				ms
<-11,25->	.<-11,25->	.<-11,25->.	.<-11,25->.	
0	I	2	3	Fenda nº
180	180			Nº de símbolos
BPSK	16-PSK			Tipo de modulação
Abertura na AM	Início do filtro	"bites" para o padrão de sincronização	RCP	Função
8	8	46	112	Nº de símbolos

Canal inverso

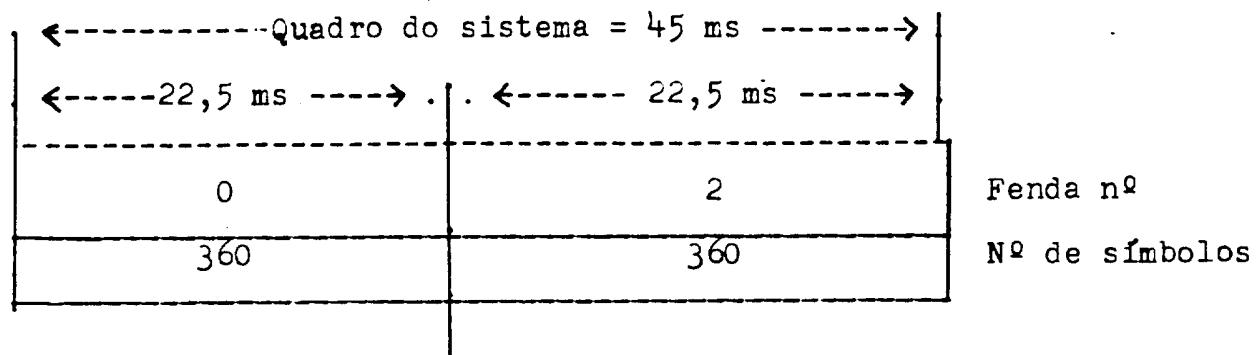
<-11,25-> <-11,25-> <-11,25-> <-11,25->				ms
2	3	0	1	
		180	180	Fenda nº
		BPSK	16-PSK	Tipo de modulação
Gama 1	Início do filtro	"bites" para o padrão de sincronização	UW	Função
XX	8	49	8	Nº de símbolos
			112	
			3-XX	

= 0/1/2/3

Quadro 2

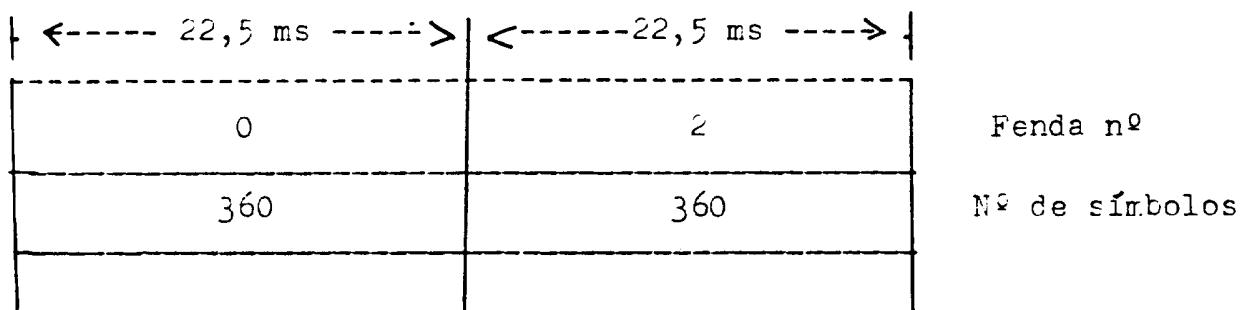
Estrutura do quadro com canal quaternário de sinais orais

Canal para a frente:



Início do filtro	"bites" para o padrão de sincronização	Palavras de código	VCF 0	VCF 1	Função
8	18	6	164	164	Nº de símbolos

Canal inverso:



Início do filtro	"bite" de sincronização para AGC	Palavras de código	VCF 0	VCF 1	Função
8	18	6	164	164	Nº de símbolos

Quadro 3

Estrutura do quadro com canal 16-fásico de sinais orais

Canal para a frente:

<-----Quadro de sistema = 45 ms ----->					
< -11,25- > < -11,25- > < -11,25- > < -11,25- >				ms	
0	1	2	3	Fenda nº	
180	180	180	180	Nº de símbolos	
Início do filtro	"bites" para o padrão de sincronização	Palavras de código	VCF 0	VCF 1	Função
8	5	3	82	82	Nº de símbolos

Canal inverso:

< -11,25- > < -11,25- > < -11,25- > < -11,25- >				ms	
2	3	0	1	Fenda nº	
180	180	180	180	Nº de símbolos	
Início de filtro	"bites" para o padrão de sincronização	Palavras de código	VCF 0	VCF 1	Função
8	5	3	82	82	Nº de símbolos

4

Quadro 4

Estrutura do quadro para modulação mista

Canal para a frente:

<----- Quadro do sistema = 45 ms ----->			ms
< - 11,25 - >	< - 11,25 - >	< ----- 22,5 ----->	
0	1	2	Fenda nº
2/16-PSK	16-PSK	4-PSK	Tipo de modulação
360	180	360	

Canal inverso:

<----- 22,5 ----->	< -11,25- >	< -11,25 >	ms
2	0	1	
4-PSK	2/16-PSK	16-PSK	Fenda nº
360	180	180	Nº de símbolos

Para cada descrição de um símbolo de fenda
ver fig. 2-1 a 6-3.

Quadro 5

Modulação mista : 4-PSK e 16-PSK

Canal para a frente:

<-----22,5----->			<- 11,25 ->	<- 11,25 ->	ms
0	2	3	Fenda nº		
4-PSK	16-PSK	16-PSK	Tipo de modulação		
360	180	180	Nº de símbolos		

Canal inverso:

< 11,25 ->	<- 11,25 ->	<----- 22,5 ----->	ms
2	3	0	Fenda nº
16-PSK	16-PSK	4-PSK	Tipo de modulação
180	180	360	Nº de símbolos

Com referência ao Quadro 3 descreve-se a estrutura do tipo de fenda de canal 16-fásico com 180 símbolos. Os primeiros 8 símbolos deste tipo de fenda são referenciados como "bites" de início do filtro. O período de arranque do filtro, que está incluído no início de cada tipo de fenda, é um intervalo de tempo durante o qual nenhuma energia é transmitida, dando à secção de recepção do "modem" 19 o tempo suficiente para purgar os seus filtros para a nova fenda.

Ao período de arranque do filtro segue-se um período de "bites" de sincronização. Durante este tempo, um padrão 16-fásico degenerado é transmitido que simula um sinal alternante de BPSK. A secção de recepção do "modem" 19 utiliza este campo para estabelecer a referência de fase da secção de transmissão do "modem" 19.

A seguir, uma palavra de código de 12 "bites" é utilizada para determinar a sincronização entre o posto de utente e o posto de base e para trocar informações de controlo e de estado. São usadas palavras de código para trocar o estado momentâneo da ligação, a qualidade da ligação e ajustamentos de temporização. Cada palavra de controlo é codificada em dez "bites" utilizando um código "Hamming" que permite uma correcção simples de um erro e uma detecção dupla de erros. A CCU 18 determina o ganho e a perda de sincronização alinhando o número de palavras consecutivas de código recebidas correcta ou incorrectamente; e a CCU 18 passa as alterações de sincronização para a RPU 20 no posto de base. No posto de utente, a CCU 29 passa alterações de sincronização para a STU 27.

O código "Hamming" acrescenta cinco "bites" de paridade

a cinco "bites" de informação para produzir ~~um~~ ^{um} código de dez "bites". Cada um dos "bites" de paridade é calculado acrescentando-se um módulo-dois de todos os "bites" em posições dentro da palavra de código que contêm o "bite" representado pelo "bite" de paridade. Embora a palavra de código seja enviada com todos os "bites" de dados contíguos, seguidos por todos os "bites" de paridade, dispondo os "bites" de paridade em posições dentro da palavra tendo exactamente um "bite" e posição (a posição representada pelo "bite") e colocando os "bites" de dados nas outras posições, o código pode ser visualizado como segue:

Posição do "bite"	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
-------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Informação: P1 P2 D1 P3 D2 D3 D4 D4 D5 D5

P = "bite" de paridade

D = "bite" de dados

$$P_1 = D_1 + D_2 + D_4 + D_5$$

$$P_2 = D_1 + D_3 + D_4$$

$$P_3 = D_2 + D_3 + D_4$$

$$P_4 = D_5$$

P5 = total.

Quando uma palavra de código é recebida, os "bites" de paridade são calculados a partir dos "bites" de dados recebidos, e são comparados com os "bites" de paridade recebidos. Se o "bite" de paridade calculado é diferente do "bite" total recebido, então o "bite" de paridade calculado é comparado com os "bites" recebidos a fim de indicar o endereço do "bite" errado. Se os "bites" totais calculados e recebidos são o mesmo e os outros

quatro "bites" não o são, dois erros foram detectados. Se todos os "bites" de paridade são o mesmo, os dados foram recebidos correctamente.

A restante parte da fenda contém dois conjuntos de sinais orais do "codec" contendo cada um 328 "bites" de informação.

O quadro 2 mostra a estrutura simbólica para o canal quaternário de sinais orais. A estrutura é muito semelhante à do canal 16-fásico de sinais orais. Há diferenças porque certas posições de símbolos são dependentes de um número fixo de símbolos necessário para cada fenda para fins gerais, enquanto outras posições de "bites" são feitas com base num número fixo de "bites".

O canal de controlo de rádio (RCC) serve um fim duplo, a saber proporcionar uma base para os postos de utente para obter inicialmente a temporização do sistema a partir do posto de base, e proporcionar uma sinalização fora da banda entre o posto de base e os postos de utente.

O formato da fenda do canal RCC é o mesmo para os canais para a frente e os canais inversos, com a excepção dos campos seguintes. Os primeiros oito símbolos de uma fenda de controlo transmitida pelo posto de base (o canal para a frente) contêm um intervalo na modulação de amplitude ("intervalo de AM") que é um período em que nenhuma energia é transmitida. Este intervalo é usado pelos postos de utente para identificar unicamente o canal de controlo. No começo e no fim da fenda de controlo do canal inverso, há alguns símbolos extra a fim de possibilitar o facto de os postos de utente poderem ter uma temporização ligeiramente diferente por alguns símbolos.

Todas as fendas contêm oito símbolos de transmissão "zero", o campo de arranque do filtro, o que permite que o "modem" possa purgar os seus filtros de recepção a fim de se prepararem para a nova fenda. O próximo campo da fenda é um padrão de sincronização de um "bite" fixo. O padrão transmitido é um sinal alternante BPSK. O "modem" de recepção usa este campo para estabelecer uma referência de fase e um bloqueio de frequência para a secção de transmissão do "modem".

A CCU 18 busca constantemente uma palavra única (UW) que é uma sequência de oito símbolos para identificar um recado RCC de entrada. A CCU 18 do posto de base deve buscar constantemente um recado RCC válido em cada fenda do RCC. Executa esta tarefa buscando a palavra única numa janela de \pm 3 símbolos aproximadamente na posição nominal de UW, baseada na temporização principal do sistema. O algoritmo da busca começa com a posição nominal da UW e muda uma posição para a direita e para a esquerda até (1) encontrar o padrão da UW e (2) verificar uma soma correcta de verificação do RCC. A busca termina logo que as condições (1) e (2) sejam satisfeitas ou que todas as possibilidades tenham sido verificadas. A informação da mudança, a mensagem do RCC e a informação de potência são enviadas para a RPU 20 após uma busca com êxito.

A CCU 29 no posto de utente, quando está a receber dados do RCC, pode estar num de dois modos : busca do quadro ou "monitor". O modo da busca do quadro é usado para obter a temporização de recepção do quadro a partir dos dados que entram do RCC e estabelece-se automaticamente quando a sincronização do RCC é perdida. O modo de "monitor" estabelece-se sempre quando a sin-

cronização do quadro foi obtida.

Quando está no modo de busca do quadro, a CCU do posto de utente deve buscar totalmente a presença de uma mensagem válida do RCC imediatamente após uma fenda do RCC ter sido recebida no posto de utente. Tal como a CCU 18 do posto de base, a CCU 29 executa esta tarefa buscando a palavra única numa janela de ± 3 símbolos aproximadamente na posição nominal da UW, baseada na temporização derivada da detecção do intervalo de AM do "modem". O algoritmo de busca começa com a posição nominal da UW e muda uma posição para a direita e para a esquerda até (1) encontrar o padrão da UW e (2) verificar uma soma correcta de verificação do RCC. A busca termina logo que as condições (1) e (2) sejam satisfeitas ou que todas as possibilidades tenham sido verificadas. A informação da mudança proveniente de uma busca com êxito é usada para ajustar as marcações de receção produzidas pela CCU. A aquisição termina quando as condições (1) e (2) mencionadas antes sejam satisfeitas para três quadros consecutivos com a UW na sua posição nominal. A STU 27 é informada da aquisição do quadro quando acontecer. Os recados RCC não são enviados para a STU 27 durante o modo de busca do quadro.

Quando a aquisição do quadro estiver completada, a CCU 29 do posto de utente entra no modo de "monito". Apenas a posição nominal da UW é verificada para evitar a possibilidade de aquisições falsas da UW. Se nenhuma UW for detectada em cinco quadros consecutivos, então o canal é declarado como estando fora de sincronização, entrando-se no modo de busca do quadro (esta transição deve ser muito improvável ou o funcionamento do sis-

tema é inaceitável). A STU 27 é informada desta condição de fora de sincronismo. Durante o modo de "monitor", as mensagens do RCC que têm uma soma total correcta e o número de identificação ID do utente (SIN) são transmitidas para a STU 27.

A restante parte da fenda é usada para trocar informação entre o posto de base e os postos de utente. A secção de dados consiste em doze "bites". Os primeiros oito "bites" de dados contêm um campo de ligação que transmite informação quanto ao estado do sistema, e informação de colisão, detecção e reserva.

A finalidade do protocolo do nível de ligação é detectar mensagens erradas no canal RCC. O protocolo de ligação também resolve contenções na fenda do RCC.

O campo de ligação inclui "bites" para "transmissão nula", "sistema ocupado", "colisão", "transmissão detectada" e "reserva de fenda". Estes "bites" são colocados pela CCU 18 do posto de base e são lidos pela CCU 29 do posto de utente.

O "bite" para transmissão nula é colocado pelo posto de base para indicar que uma mensagem nula foi transmitida. Quando uma unidade de utente recebe uma fenda em que este "bite" estiver colocado, executa as verificações usuais de sincronismo e de erro, mas não transmite a mensagem para a respectiva RPU 20 ou STU 27 se a mensagem foi recebida sem erro.

O "bite" "sistema ocupado" indica que todos os canais de sinais orais estão ocupados e que nenhum pedido de chamada deve ser efectuado (durante um intervalo fixo de tempo).

O "bite" de colisão resolve a situação em que dois ou mais postos de utente tentam transmitir na mesma fenda.

O "bite" de "detecção de transmissão" indica que o posto

de base tem detectado uma transmissão no canal de controlo inverso.

O "bite" de "marcação de fenda" reserva a próxima fenda no canal de controlo inverso.

A restante parte da secção de dados é usada para endereçar e trocar informação durante os processos de realizar e de desmanchar uma chamada. A seguir à secção de dados há um controlo cíclico de 16 "bites" de redundância (CRC) sobre as secções de palavra única e de dados da fenda. O controlo CRC é usado para detectar erros que ocorrem durante a transmissão das mensagens RCC. O algoritmo CRC envolve a divisão de um bloco de dados por uma sequência pré-definida de "bites" e a transmissão da restante parte desta divisão como uma parte do bloco de dados.

O polinómio para gerar o CRC tem a seguinte forma:

$$P(x) = 1 + x^5 + x^{12} + x^{16} \quad (\text{Equação 1})$$

Se o CRC efectua um controlo de uma mensagem recebida, esta não é passada da CCU 18 para a RPU 21 no posto de base nem pela CCU 29 para a STU 27 no posto de utente.

Quando um posto de utente inicialmente desenvolve a sua potência e aparece na linha, o posto de utente deve adquirir a temporização do sistema e a sincronização referenciadas pelo posto de base. Esta aquisição é efectuada através de trocas de transmissão no canal de controlo de rádio (RCC) e uma refinação no canal de sinais orais. As ocorrências que conduzem à aquisição do sistema são as seguintes:

1. Quando a potência é inicialmente aplicada no posto de utente, o sistema inicializa e a CCU 29 do posto de

utente produz uma série de comandos aos "demods" dos "modems" 30a, 30b, 30c que conduzem à aquisição do RCC.

2. O "demod" de cada "modem" 30a, 30b, 30c é inicialmente posto no seu modo de treino. Durante este tempo, o "modem" treina os seus filtros digitais de recepção para as características dos filtros análogos de recepção. Os filtros análogos podem degradar-se devido a flutuações de tempo e de temperatura. Cada "modem" ajusta automaticamente os seus coeficientes do filtro digital durante o modo de treino a fim de compensar para estas degradações. Depois de a CCU 29 receber o estado dos "demods" dos "modem" 30a, 30b, 30c indicando que a sequência de treino está completa, a CCU ajusta a frequência de recepção de acordo com a frequência errada do RCC. A CCU comanda então o "modem" para adquirir a frequência do RCC e para buscar o intervalo característico da modulação de amplitude do RCC já referenciado como o intervalo de AM. O intervalo de AM é um período com uma duração de 16 símbolos, quando nenhuma energia é transmitida durante o começo de transmissão no RCC a partir do posto de base. Todos os outros tipos de fenda transmitidos envolvem somente uma transmissão "nula" de oito símbolos. Os oito símbolos extra de informação nula no início da emissão de uma fenda identificam unicamente esta emissão como o RCC.
3. A primeira acção dos "demods" dos "modems" 30a, 30b, 30c é executar uma aquisição grosseira da frequência. O sinal recebido é processado num laço de bloqueio da fase digital, e o VCXO do posto de utente é ajustado à frequê

cia de transmissão do posto de base. Depois da aquisição da frequência, os "modems" começam a buscar o intervalo de AM. O "modem" busca uma sequência de símbolos com uma pequena ou nenhuma amplitude. Quando esta frequência é detectada para um número de quadros, o "modem" efectua um sinal de "AM strobe" para inicializar o circuito de temporização da CCU do quadro. Se nenhuma sequência de intervalos AM for detectada, o "modem" envia este estado para a CCU implicando que a aquisição no RCC não teve êxito. A CCU começa então a buscar frequências alternativas no RCC, do mesmo modo.

4. Depois da detecção de um intervalo AM, os "demods" dos "modems" 30a, 30b, 30c executam uma aquisição refinada de frequência, e ajustamentos iniciais do "bite" de sincronização. Os primeiros 60 símbolos da fenda de controlo do RCC são um padrão fixo de "bites" de sincronização utilizados pelo "modem" para bloquear a fase ("bite" de temporização) do posto de base. Neste ponto, o relógio de RX no posto de utente é útil como um relógio de símbolos.
5. A CCU 29 do posto de utente tem recebido um ajustamento grosso de temporização de símbolos através do "AM strobe" a partir do "modem". Depois da aquisição de frequência e sincronização dos "bites", a CCU examina dados recebidos pelo "modem" e busca a palavra única no RCC. Esta palavra única fornece a referência absoluta da contagem de símbolos para o quadro. A CCU ajusta então os seus contadores de símbolos a fim de alinhar os contadores com

esta referência. O posto de utente está agora alinhado e blo
queado na temporização do sistema de transmissão do posto de
base (tanto a temporização da frequência como dos símbolos).

6. A restante parte da aquisição da temporização do sistema de
termina o retardamento da gama entre o posto de base e os pos
tos de utente. Este retardamento pode alcançar 0 a 1,2 tempos
de símbolo (numa só direcção) no sistema. Durante o estabe
lecimento de uma chamada, o ponto de utente envia um recado
para o posto de base através do canal RCC.
7. O "modem" 19 do posto de base busca continuamente o apareci
mento de novos utentes. Estes aparecimentos podem ser retar
dados de 0 a 3 tempos de símbolo a partir da referência prin
cipal de início do quadro, dado pelo posto de base. Durante
cada fenda, os "demods" dos "modems" 30a, 30b e 30c do pos
to de base buscam uma transmissão na fenda do RCC inverso. To
das as informações de temporização e de fase devem ser deri
vadas durante a primeira parte (preâmbulo) da fenda senão a
fenda e a sua informação são perdidas. Não há segundas pos
sibilidades quando da recepção de fendas de controlo de en
trada. As fendas de controlo de entrada são recebidas de
acordo com o esquema "Aloha" de alinhamento no RCC, que é
descrito mais adiante, seguindo esta itemização das ocorrên
cias que conduzem à aquisição do sistema.
8. Durante cada fenda, o "modem" 19 do posto de base executa um
ajustamento do AGC e da estimativa da temporização dos "bi
tes" durante os primeiros 60 símbolos da fenda. Os

sinais de relógio da secção de recepção são ajustados de modo a compensar o retardamento alcançado pelo posto de utente. Os dados recebidos são então entregues à CCU 18 do posto de base. Esta CCU 18 detecta o local da palavra única na corrente e termina o retardamento total alcançado entre o posto de base e o posto de utente. O "modem" 19 entrega a informação do AGC à CCU 18 para a determinação dos ajustamentos de energia da TX do posto de utente. O "modem" 19 proporciona também à CCU 18 informações sobre a qualidade da ligação e sobre o tempo fraccional. A qualidade da ligação é usada para determinar se ocorreu alguma colisão. Uma má medição da qualidade da ligação indica que o original não tinha boa qualidade, mas provavelmente devido a uma transmissão simultânea por mais de um utente na fenda do RCC. A estimativa do tempo fraccional é o valor computado pelo "modem" 19 do retardamento fraccional do alcance entre o posto de base e os postos de utente.

9. Estas informações sobre a potência e o retardamento do alcance são processadas pela CCU 18 e transmitidas para a RPU 20. A RPU 20 adapta esta informação ao formato do RCC e transmite esta informação para o posto de utente através da fenda de controlo do RCC. A CCU 18 do posto de utente descodifica esta informação e efectua os ajustamentos necessários nos contadores de transmissão de potência e do retardamento do alcance, tanto ao "modem" 19 como na CCU 18. A CCU 18 acrescenta o seu próprio contador do quadro de símbolos TX inteiros

e acrescenta os contadores do retardamento fraccional do relógio TX do "modem".

10. Durante a ligação da chamada de um posto de utente, a RPU 20 do posto de base efectua a designação da frequência e da fenda para a chamada de sinais orais. Esta informação é transmitida através do RCC e a CCU 29 do posto de utente ajusta a frequência RX e comanda o "modem" para começar a detecção da fenda de sinais orais. As informações de AGC, de temporização e da frequência são transmitidas para a frente a partir da operação no RCC para a operação do canal de sinais orais. Isto é possível porque todas as frequências no sistema são sincronizadas com a mesma referência de temporização do quadro no posto de base.

11. A fim de ajustar com exactidão a temporização do posto de utente, um processo de refinação é implementado no começo de cada ligação de sinais orais. Durante a fase de refinação, a comunicação através do canal de sinais orais é semelhante ao canal de controlo, o nível da modulação é BPSK e as mensagens têm o formato do RCC, mas nenhum intervalo "AM" é produzido no posto de base; estas novas mensagens no RCC são trocadas somente entre a CCU 18 e a CCU 29. O "modem" 19 é colocado no modo de refinação no posto de base e no modo de controlo para fora do posto de utente. Durante a refinação, a CCU 29 do posto de utente emite uma mensagem contendo, na maior parte um padrão fixo de "bites" juntamente com uma parte variável que indica a aceitação ou a rejeição da mensagem ante-

rior recebida do posto de base. O "modem" 19 do posto de base transmite ajustamentos de temporização e de potência para a CCU 18 a partir de cada fenda recebida. Ajustamento de potência são enviados continuamente ao posto de utente. Ajustamentos de temporização e informações de controlo, indicando a continuação ou completação do de refinação, são emitidos depois de um período de cálculos. A CCU 18 do posto de base recolhe os ajustamentos de temporização a partir do "modem" 19 para 30 quadros, calcula uma média e envia então o ajustamento para a CCU 29 do posto de utente. Então uma outra operação de refinação de 30 quadros é executada pela CCU 18 do posto de base, cujos resultados são outra vez enviados para a CCU 29 do posto de utente. A fase de refinação é terminada pela CCU 18 do posto de base, e a ligação dos sinais orais é iniciada, quando as variações dos ajustamentos recebidos do "modem" 19 se encontram dentro de uma gama aceitável, por exemplo de 1 %, ou quando os períodos de refinação têm ocupado uma quantidade máxima de tempo.

Durante o estabelecimento e a supressão de uma chamada, os postos de utente comunicam com o posto de base mediante o envio de recados através da fenda do canal RCC inverso. As características do tráfego dos postos de utente, tentando obter acesso ao canal RCC, podem ser caracterizadas como tendo uma natureza estocástica. Quando um posto de utente deseja transmitir um recado ao posto de base, alguma forma de mecanismo de controlo deve decidir qual dos postos de utente poderá transmitir, visto que múltiplos postos de utente poderiam tentar transmitir na mesma

fenda. O esquema "Aloha" de fendas é adequado para a situação em que há uma grande população de utentes tentando obter acessos aleatórios relativamente não frequentes ao canal RCC.

O esquema "Aloha" de fendas permite que os postos de utentes transmitam mensagens na fenda designada do RCC, completamente independente de outros postos de utente também estarem a tentar transmitir na mesma fenda de controlo. A consequência natural desta independência de acção é que recados provenientes de diferentes postos de utente podem ser transmitidos ao mesmo tempo, e portanto podem colidir. Para resolver estas colisões, este esquema exige que um reconhecimento positivo (ACK) seja enviado pelo posto de base a seguir à recepção correcta da mensagem proveniente do posto de utente. Se o ACK não for recebido dentro do tempo máximo disponível, exigido por retardamentos de transmissão e de processamento em cada direcção (aproximadamente 1-2 tempos do quadro), o posto de utente deve retransmitir o recado. As retransmissões podem ser causadas por um erro na recepção do ACK no posto de utente. Em geral, os postos de utente não podem determinar a causa do problema. Assim, um retardamento aleatório é seleccionado pelos postos de utente, antes da retransmissão do recado, a fim de evitar colisões repetidas com outros emissores que podem ser envolvidos numa colisão prévia.

Uma complicação que se apresenta num esquema "Aloha" reside no facto de o canal poder tornar-se instável, se os retardamentos aleatórios de retransmissões não tiverem uma duração suficiente. Quando isto ocorre, o canal torna-se entupido (saturado) com retransmissões e a quantidade de sinais que passa pelo canal

torna-se nula. Uma técnica de retrocesso reduz este problema a um mínimo, aumentando o retardamento aleatório médio de cada posto de utente com retransmissões sucessivas.

As implicações de retransmissões de colisões e controlo de estabilidade para retardamento de acesso são que os retardamentos tipicamente são distribuídos geometricamente. Para evitar grandes variações de retardamento, é portanto necessário fazer funcionar o canal com um rendimento de utilização consideravelmente menor do que 36 %.

Em particular, uma utilização de 20 % ou menos torna improvável que mais do que uma retransmissão seja necessária devido a colisões. Utilizando um retardamento aleatório de, por exemplo, oito tempos de quadro para quadros de 45 mseg, o retardamento total médio com uma retransmissão é então de 450 mseg (isto é, na média o retardamento inclui: um retardamento de um quadro para a transmissão original, mais um retardamento de um quadro para o reconhecimento, mais o retardamento aleatório de oito quadros).

Para assegurar que a utilização não seja maior do que 20 %, há que considerar o tempo médio T entre os pedidos de chamada por cada utente, o número total N de utentes e o tempo da quadro F para valores inferiores a 36 %; a utilização é então dada por NF/T . Para $F = 45$ mseg, $N = 1000$ utentes e $T = 30$ minutos, a utilização é de 1,5 %.

Assim, para o valor de 20 % de utilização máximo, uma população de 1000 utentes, cada um fazendo um pedido de chamada cada meio minuto como valor médio, pode ser atendida por um tempo de quadro de 45 ms com retardamentos de acesso de cerca de 45 ms quando só uma retransmissão é necessária, e com um tempo médio de

acesso de cerca de 70-80 ms. O preço pago para o retardamento médio muito mais baixo é uma variabilidade aumentada dos retardamentos, que, para uma utilização de 20 % ou menos, deve exceder raramente dois tempos de retransmissão, ou seja um segundo.

A aproximação de acordo com o esquema "Aloha" parece adequada para um sistema tendo uma grande população de utentes que fazem pedidos de acessos aleatórios do canal de controlo com uma frequência relativamente pequena, e deve permitir um resultado obtido de retardamentos da formação da chamada inferiores a um segundo, a serem obtidos para os parâmetros previstos para a população. Contrariamente, técnicas de investigação e de um TDMA fixo produzem retardamentos inaceitáveis.

Todas as fases de processamento de uma chamada, incluindo o estabelecimento da chamada, a desligação da chamada, e a ligação final, requerem trocas de informações através do canal de controlo e/ou da parte de controlo da fenda de sinais orais. (Descrevem-se a seguir as diferentes fases de processamento de uma chamada, em relação tanto ao processamento no posto de utente, como no posto de base.

O número de identificação do utente (SIN) que corresponde ao posto de utente em causa e os dígitos marcados no marcador são dois números de controlo da chamada que devem ser fornecidos numa mensagem de PEDIDO DE CHAMADA ao posto de base, para cada chamada executada por um posto de utente. No caso de chamadas de um posto de utente para um outro posto de utente, o utente marca o número de modo a entrar na memória do posto de utente. O utente inicia a comunicação com o posto de base premindo a tecla de emissão ou permitindo um certo lapso de tempo. Só, quan-

do o número está completamente armazenado no posto de utente, e canal de rádio é utilizado. Assim, o utente pode marcar lentamente o número, sem ocupar a largura de banda ou o tempo valioso do canal de controlo de rádio (RCC).

A sequência de mensagens geradas pelos postos de utente e pelo posto de base para estabelecer uma ligação entre dois postos de utente é mostrada esquematicamente na fig. 4. O protocolo de nível de ligação no canal de controlo é utilizado para controlar as várias condições erradas que podem apresentar-se em consequência de erros no canal. Além disso, as mensagens que são recebidas pelo posto de base na frequência inversa de controlo são reconhecidas automaticamente na próxima fenda de controlo de frequência de controlo para a frente. Os seguintes parágrafos dão uma descrição resumida de uma troca de mensagens para o estabelecimento de uma chamada entre dois postos de utente.

Quando o posto de base recebe uma mensagem de PEDIDO DE CHAMADA no canal de controlo, proveniente de um posto de utente A, controla primeiramente o SIN recebido para verificar a presença de erros. Se o SIN estiver em erro, a mensagem é cancelada. Sem um SIN válido, o posto de base não sabe quem enviou a mensagem. Se os dígitos marcados são incorrectos ou incompletos, o posto de base envia uma mensagem de EMENDAR A INDICAÇÃO na frequência de controlo no canal para a frente, para o posto de utente A que fez o pedido, com uma informação de estado especificando o problema.

Se o pedido original for correcto e permitido (isto é, a unidade de destino não estiver ocupada), o canal de sinais orais é designado para o posto de utente A que fez o pedido de chama

da, e o posto de base envia uma informação "PAGE", na forma de uma mensagem de chamada de entrada, na frequência do canal para a frente para o posto de utente de destino B. Se o posto de utente B de destino não responder à mensagem "PAGE" com uma mensagem de CHAMADA ACEITE, depois de duas tentativas, ou responde com uma indicação de condição ocupada por meio de uma mensagem de EMENDAR PEDIDO, então o posto de base transmite uma mensagem de EMENDAR A INDICAÇÃO para o posto de utente A de origem, com informação de estado ocupado (isto é, a unidade de destino tem o auscultador levantado), ou que o posto de utente de destinação não responde à mensagem "PAGE".

Se o posto de utente B de destino aceitar a chamada de entrada, então uma mensagem de CHAMADA ACEITE é transmitida novamente para o posto de base e o canal de sinais orais é designado. Quando a sincronização do canal de sinais orais é obtida, o posto de utente B de destino produz um sinal acústico ouvido pelo próprio posto de utente B e também produz o sinal acústico de RESPOSTA através do canal de sinais orais para o posto de utente A de origem.

Quando o posto de utente B de destino levanta o auscultador, a parte de controlo da fenda de sinais orais muda de um sinal indicando a sincronização para um sinal indicando a sincronização e o levantamento do auscultador e mensagens de AVANÇAR CHAMADA são enviados através do canal de sinais orais e por intermédio do posto de base, entre os dois postos de utente. O posto de utente B de destino termina o sinal audível e desliga o tom audível pedindo RESPOSTA do canal de sinais orais neste ponto. O circuito está agora completo e a troca de sinais orais ou

de dados pode começar.

A colocação de uma chamada para um telefone externo é executada da mesma maneira que chamar um outro posto de utente. O posto de utente simplesmente marca os dígitos desejados e prima a tecla de emissão ou aguarda um intervalo pré-determinado de tempo. Isto provoca um pedido de ligação de rádio ao posto de base. O posto de base decide ou chamar um outro posto de utente ou utilizar uma linha interurbana externa. Neste caso, uma linha interurbana externa é utilizada, e os dígitos marcados são impulsionados na linha interurbana. Enquanto os dígitos estão a ser impulsionados para fora, determina-se a frequência do sinal oral para o posto de utente de origem. Quando um posto de utente recebe a mensagem de LIGAR CHAMADA, muda de frequência e sincroniza-se com o canal de sinais orais que foi designado. Uma vez o canal de sinais orais pronto, o telefone manual do posto de utente é desligado do silêncio local e é ligado à linha interurbana externa. A partir deste ponto, a central da Telco de destino produz todos os tons audíveis para avanço da chamada.

Uma chamada externa de entrada ocupa uma linha interurbana para dentro do posto de base. A central telefónica de origem introduz 2 a 5 dígitos, identificando os dígitos únicos do SIN do posto de utente do destino, enviando estes dígitos para o posto de base através da linha interurbana com marcação directa para dentro (DID). Se o posto de utente marcado não estiver ocupado, o posto de base envia um RECAPO DE BUSCA através do RCC para o posto de utente apropriado. Podem ocorrer três situações possíveis. Em primeiro lugar, o posto de utente aceita a chamada de entrada

e o processamento avança como será descrito mais adiante. Em segundo lugar, nenhuma resposta é recebida. Neste caso, o posto de base retira duas vezes o processo de busca. Se o posto de base esgotar a contagem de retentativa sem qualquer resposta da unidade de utente, então um tom audível pedindo RESPOSTA é gerado na unidade de origem. A terceira condição é um resultado do facto de o posto de utente estar a marcar um número (com o auscultador levantado), retornando ao canal de controlo uma mensagem de RETIRAR O PEDIDO DE CHAMADA. Neste caso, um tom indicando o estado de ocupado é retornado ao posto do utente de origem.

No caso de um sinal de MENSAGEM DE BUSCA com êxito, o canal de sinais orais é determinado um sinal de campainha exterior é gerado no telefone manual do posto do utente de destino enquanto um tom audível para pedir um SINAL DE PEDIDO DE UM SINAL DE CAMPAINHA DE RESPOSTA é gerado e enviado para o posto de origem, a partir do posto de assinante. Quando o posto de assinante de destino responder à chamada (isto é, o posto de base detecta uma transição de "auscultador em repouso" para "auscultador levantado"), o sinal externo de campainha e o recado pedindo RESPOSTA no canal são ambos removidos. Neste ponto, o canal de sinais orais está pronto para uma conversação.

Uma terminação de uma chamada é iniciada pelo acto de o utente pôr o seu auscultador na posição de repouso no aparelho. O posto de base detecta a transição de "auscultador levantado" para "auscultador em repouso" por intermédio da parte de controlo do canal de sinais orais. Quando da detecção desta transição, o posto de base anula a designação do canal de sinais orais. O canal não pode ser usado novamente até que o posto de base consta-

te que o posto de utente perde a sua sincronização com este canal. Se a chamada desligada for para um outro posto de utente, uma indicação de "auscultador em repouso" é enviada para o segundo posto de utente na parte de controlo do canal de sinais orais. Os postos de utente re-sincronizam-se com as transmissões do RCC e enviam mensagens de REMOVER O PEDIO para o posto de base.

Uma terminação de uma chamada ocorre também cinco segundos depois de o posto de base perder o contacto radiofónico com um posto de utente.

Uma ligação de sinais orais pode ser "perdida" devido a desvanecimento ou interferência de canais no receptor de destinação. As seguintes condições são controladas nos postos de utente e no posto de base para determinar se a ligação está a sofrer problemas: O valor da qualidade da ligação retornada a partir do receptor do utente ou do posto de base está abaixo de um valor limiar determinado previamente para recepções sucessivas; uma perda de sincronização de palavras tem sido detectada para várias transmissões sucessivas.

Recados originados pelo posto de base são emitidos para todos os postos de utente activos. Estes recados são transmitidos pelo posto de base através do canal RCC. A finalidade do recado emitido é notificar todos os postos de utente activos de alterações no funcionamento do sistema (isto é, alteração da frequência do RCC, ou um comando para os "modems" para adoptar o modo de "auto-controlo", etc). Estas mensagens não são reconhecidas pelos postos de utente.

Unidade de processamento com comando à distância (RPU)

A RPU funciona como o computador de controlo dentro da arquitectura do posto de base; forma uma "interface" com as unidades de CCU 18, que estão em comunicação com o equipamento radiofónico, e o PBX 15, como se mostra na fig. 2.

A RPU 20 coordena as funções necessárias para o processamento de uma chamada radiofónica. A RPU 20 troca mensagens com os postos de utente, o PBX 15 e as unidades CCU 15 a fim de fazer ligações e desligações. Incluídas nas funções de processamento de chamadas encontram-se a designação dos canais radiofónicos e a anulação destas designações. A RPU 20 também mantém uma base de dados que reflecte o estado momentâneo do sistema; a base de dados contém informações sobre o estado do equipamento, dos postos de utente, das ligações e dos canais radiofónicos dentro do sistema.

O estabelecimento de uma chamada começa quando a RPU recebe uma mensagem quer do processador de chamadas 24 do PBX para uma chamada recebida de uma linha exterior, ou de um utente (assinante) para uma chamada destinada a um telefone externo ou um outro utente. A comunicação de um utente entra através do canal de controlo de rádio (RCC), através de uma CCU 18 do posto de base. A RPU 20 designa um canal de sinais orais e troca mensagens com o posto do utente, o PBX 15 e a CCU 18 a fim de estabelecer a ligação.

Uma desligação começa por uma mensagem ser recebida do PBX 15 ou de um utente indicando que um auscultador foi posto em repouso ou proveniente da CCU 18 indicando que a sincronização

foi perdida através do canal de rádio. A RPU informa a CCU 18 e o PBX 15 da desligação e a designação do RCC é anulada.

O "software" da RPU executa as seguintes funções:

1. Processar as mensagens provenientes do utente, da CCU e do PBX os quais controlam o estabelecimento da chamada, a desligação da mesma e a designação de um canal;
2. Inicializar e manter uma base de dados com um sistema de leitura-gravação;
3. Suportar uma consola do sistema que permite perguntas do sistema e um controlo manual do mesmo;
4. Manipular as "interfaces" do BCC que suportam o protocolo das comunicações do canal de controlo da banda básica (BCC) através de uma "interface" assíncrona em série de 9.600 "baud";
5. Manipular a "interface" do PBX que suporta o protocolo dos recados do PBX; e
6. Manter um registo de transações que fornece dados diagnósticos e de cálculo grosso.

O "software" da RPU suporta uma "interface" em série para o processador de chamadas 24 do PBX. Suporta também "interfaces" em série para cada uma das CCU's 18 na configuração do posto de base.

O "hardware" da RPU inclui um computador para fins gerais baseado num Modelo 68000 da firma Motorola. Esta máquina é munida de uma memória de acesso aleatório (RAM) de um "Mbyte" e de 10 "Mbytes" de discos duros de armazenamento não-volátil. O "I/O" consiste numa consola do sistema e numa unidade que suporta oito "interfaces" assíncronas em série, para dados.

Como se vê na fig. 5, o conjunto da "software" da RPU simula um sistema que inclui um módulo esquematizador 40, um ou mais módulos de "interface" 41a, 41b, ... 41n do canal BCC, um módulo de "interface" 42 do PBX, um módulo de consola 43, um módulo contador 44, um módulo de processamento de recados (MPM) 45 e um módulo de base de dados 46.

Todos os módulos, com a excepção do módulo de base de dados 46, são comandados para funcionar pelo módulo esquematizador 40. Os módulos comunicam entre si por meio de um sistema de "caixas de correio". O módulo de base de dados 46 baseia-se numa coleção de subrotinas para obter acesso às informações dentro da base de dados.

O módulo esquematizador 40 proporciona um código de linha principal para o "software" da RPU. É responsável pela esquematização e activação de todos os outros módulos. É também responsável pela manutenção dos temporizadores de acontecimentos e "caixas de correio" que permitem uma comunicação dentro dos processos e entre os mesmos.

Os módulos de interface 41a ... 41n do BCC suportam uma "interface" assíncrona em série e um protocolo do nível da ligação. Eles controlam também o estado de comunicação com as CCUs 18.

O módulo de "interface" 42 do PBX suporta uma "interface" assíncrona em série para o processador de chamadas 24 do PBX.

O módulo de consola 43 proporciona uma "interface" operadora do sistema que permite investigações do estado do sistema e de modificações do mesmo, e uma troca de mensagens entre a RPU 20 e a parte restante do sistema.

O módulo contador 44 fornece informações grosseiras de transacções para fins de diagnóstico e de análise do sistema.

O módulo de processamento de mensagens 46 processa todas as mensagens recebidas do RCC, BCC e PBX. Executa todos os comandos para estabelecer e desligar chamadas de utentes que não são executadas pelo PBX 15, e designa os canais radiofónicos.

O módulo de base de dados 46 proporciona uma "interface" consistente para todas as estruturas de dados que são necessárias para o processamento de chamadas. Inclui uma tarefa de designação de frequências e designa os canais radiofónicos.

A base de dados da RPU contém uma estrutura que descreve a configuração do sistema incluindo informação sobre os utentes e o estado de todos os canais radiofónicos. Estas estruturas são descritas como se segue:

A base de dados da RPU contém uma estrutura de dados do canal de controlo da banda básica (BBC) para cada CCU 18 do sistema.

Um quadro de números de identificação de utentes (quadro SIN) contém uma lista variada de todos os utentes válidos. A lista é variada para facilitar a validação dos utentes. O quadro SIN tem uma entrada para cada utente no sistema.

O "software" do RPU executa uma parte do processamento das chamadas de uma unidade de utente. Este processamento é feito no módulo de processamento de mensagens. O processamento de uma chamada é executado por meio de troca de mensagens entre o MPM 45, o módulo 42 do PBX e todos os módulos 41 do BCC.

Iniciar uma chamada telefónica proveniente de um posto de utente

Esta secção descreve resumidamente o processo normal pa-

ra o estabelecimento de uma chamada para uma chamada telefónica iniciada por um utente (assinante). Um utente (o utente de origem) levanta o auscultador, marca um número telefónico válido (o número telefónico de "destinação") e prime o botão de emissão ou aguarda um certo intervalo de tempo. O posto de origem envia uma mensagem de PEDIDO DE CHAMADA através do canal de controlo para o posto de base. O módulo RPU BCC 41 recebe o recado de PEDIDO DE LIGAÇÃO RADIOFÓNICA e transmite-o para o MPM 45. O MPM 45 executa uma validação simples de um dígito marcado e envia uma mensagem de PEDIDO DE LIGAÇÃO RADIOFÓNICA para o módulo 42 do PBX que transmite a mensagem para o processador de controlo 24 do PBX. O processador de chamadas 24 do PBX avalia os dígitos marcados e retorna uma mensagem de COLOCAR CHAMADA para a RPU 20. O MPM 45 designa uma fenda de sinais orais ao posto de utente de origem. O MPM 45 produz um comando de MUDAR CANAL para a CCU 18 que contém a fenda de sinais orais que foi designada ao posto de utente de origem. O MPM produz um comando de LIGAR CHAMADA ao posto de utente de origem, comando este que designa a frequência e a fenda de sinais orais ao posto de utente de origem. O MPM 45 produz um recado de DESIGNAR enviado para o processador de chamadas 24 do PBX que comanda este processador 24 para designar um canal de mensagens. Neste ponto, o posto de utente de origem está completamente estabelecido. Este posto aguarda uma ligação ao posto de destino através da matriz de mudança 25 do PEX. O "destino" pode ser quer um outro posto de utente, ou um aparelho telefónico que é acessível através de uma linha interurbana 14 de Telco, tendo ambos estes casos um processamento igual.

Receber uma Chamada num Posto de Utente.

Esta secção descreve resumidamente o tratamento de uma chamada que entra num posto de utente. O processador de chamadas 24 do PBX determina que uma chamada telefónica é destinada a um posto de utente. O processador de chamadas 24 do PBX produz uma mensagem de CHAMADA DE ENTRADA. Esta mensagem contém informação sobre a natureza da chamada de entrada, especificamente se a chamada provém de uma linha interurbana externa 14 ou de um outro posto de utente. O módulo RPU 42 do PBX recebe a mensagem do PBX do processador de chamadas 24 do PBX e transmite-a para o MPM 45. Se a chamada é proveniente de um outro posto de utente, o MPM determina o índice de utente-para-utente tanto o posto de utente de origem como o posto de utente de destino, e envia um comando para as CCU's 18 envolvidas para assumir o modo interno. O MPM 45 produz uma mensagem de BUSCA para o posto de utente que foi especificado na mensagem de CHAMADA DE ENTRADA. O próprio posto de utente responde com uma mensagem de ACEITAR CHAMADA. O MPM 45 responde à mensagem de ACEITAR CHAMADA produzindo uma mensagem de MUDAR CANAL para CCU 18, apropriada, e uma mensagem de LIGAR CHAMADA para o posto de utente apropriado. O MPM 45 produz então uma mensagem de DESIGNAR ao processador de chamadas 24 do PBX que faz com que a matriz de mudança 25 do PBX efectue a ligação final para a chamada de entrada.

Recuperação de uma Ligação Perdida

Esta secção descreve resumidamente a resposta de uma RPU 20 a um desvanecimento de canal enquanto uma conversação está em progresso. A CCU 18 que trata do canal de sinais orais que tem

desvanecimento constata que o canal perde a sua sincronização. A CCU 18 produz um recado de PERDA DE SINCRONIZAÇÃO. O módulo 41 do BCC recebe a mensagem deste acontecimento e transmite-a para o MPM 45. O MPM 45 envia uma mensagem de AUSCULTADOR EM REPOUSO para o processador de chamadas 24 do PBX e põe o posto de utente no estado "em vazio" e o canal no estado de "auscultador em repouso".

Processamento de uma mensagem de entrada de BCC

Uma mensagem de BCC é enviada a partir da CCU 18, por intermédio de uma "interface" assíncrona de 9600 "baud", para a RPU 20. O módulo 41 do BCC que trata desta "interface" CCU particular, recebe a mensagem para leitura e controla os "bites" de informação do nível da ligação a fim de verificar a integridade da mensagem de entrada. Se o módulo 41 do BBC determinar que a mensagem é aceitável, um reconhecimento apropriado é retornado para a CCU 18 em causa. Caso contrário, é enviada uma mensagem de "tentar novamente" ou reconhecimento negativo. O módulo 41 do BCC envia agora a mensagem para o MPM 45. Esta mensagem é colocada na "caixa de correio" 48 para processamento de mensagens, utilizando as "caixas de correio" proporcionadas pelo módulo esquematizador 40 (Ver fig. 6).

Se não houver mais mensagens de entrada provenientes da CCU 18, e se a "caixa de correio" 49 do BCC, contendo mensagens de saída para a CCU, estiver vazia, o módulo 41 do BCC bloqueia e o controlo passa para o módulo esquematizador 40.

O módulo esquematizador 40 activa o próximo módulo numa sequência cíclica, e este módulo funciona até bloquear. O módulo

esquematizador 40 activa então um outro módulo, e assim por díante. Num ponto mais tarde, o módulo esquematizador activa o MPM 45.

O MPM 45 efectua então a leitura da mensagem BCC, juntamente com quaisquer outras mensagens que foram alinhadas para ela na sua "caixa de correio" 48. A mensagem BCC é identificada e processada. Um tal processamento pode incluir mudança para a base de dados e a geração de novas mensagens. A fig. 6 ilustra o percurso percorrido por uma mensagem de entrada.

Geração de uma mensagem BCC de saída

A fig. 6 ilustra também o percurso percorrido por uma mensagem BCC de saída. Uma mensagem BCC de saída é gerada pelo MPM 45 em resposta a um acontecimento particular. A mensagem é construída dentro do MPM 45 e é enviada para o módulo 41 do BCC que trata da CCU de destino. Depois de esta mensagem e quaisquer outras mensagens necessárias terem sido enviadas, e se não houver mais mensagens na caixa de correio 48 do MPM, o MPM bloqueia e o controlo vai novamente para o módulo esquematizador.

O módulo de BCC efectua a leitura da mensagem proveniente da sua caixa de correio 49 e acrescenta os "bites" apropriados do nível de ligação à mensagem de saída. A seguir transmite a mensagem para fora dos dados de série para a CCU 18.

Processamento de mensagens RCC

Uma mensagem RCC de entrada é tratada exactamente como uma mensagem RCC de entrada visto que uma mensagem RCC é um tipo de mensagem BCC. Por outro lado, uma mensagem RCC de saída é

criada e transmitida da mesma maneira que uma mensagem BCC de saída.

Geração de uma mensagem PBX de entrada

Uma mensagem PBX é recebida do processador de chamadas 24 do PBX. Esta mensagem é conduzida para a RPU 20 por intermédio de uma "interface" assíncrona de 9600 "baud". Como se mostra na fig. 7, o módulo 42 de RPU PBX efectua a leitura da mensagem de PBX e envia-a para a "caixa de correio" 48 do MPM. Quando não há mais caracteres de entrada e a "caixa de correio" 50 do PBX contendo mensagens PBX de saída estiver vazia, o módulo 42 de RPU PBX bloqueia, e o controlo vai novamente para o módulo esquematizador 40.

O MPM 45 efectua a leitura da mensagem PBX, juntamente com outras mensagens que foram alinhadas para ela na sua caixa de correio 48. A mensagem PBX é processada com base no tipo de mensagem e no estado momentâneo do utente especificado na mensagem. O processamento pode incluir mudanças para a base de dados, mudanças no estado do utente e a geração de novas mensagens. A fig. 7 mostra o percurso percorrido pela mensagem PBX de entrada.

Geração de uma mensagem PBX de saída

Novamente com referência à fig. 7, uma mensagem PBX de saída é gerada pelo MPM 45 em resposta a um acontecimento. A mensagem é construída dentro do MPM 45 e é enviada para o módulo 42 do PBX. Depois de esta mensagem e quaisquer outras mensagens necessárias terem sido enviadas, e se não houver mais mensagens na "caixa de correio" 48 do MPM, o MPM 45 bloqueia e o controlo vai novamente para o módulo esquematizador 40.

O módulo esquematizador 40 continua a activar outros módulos numa sequência cíclica até o módulo 42 de RPU PBX ser activado.

O módulo 42 de RPU PBX efectua a leitura da mensagem de PBX proveniente da sua "caixa de correio" 50 e então transmite a mensagem para fora da porta de dados em série para o processador de chamadas 24 do PBX.

Geração de mensagens de contador

Em pontos relevantes em cada um dos módulos no conjunto de "software" da RPU, uma mensagem contendo informação pertinente é enviada para o módulo contador 44. Esta informação tem um sinal do tempo e é enviada para fora para um registo. A fig. 8 mostra esquematicamente os percursos dos dados de contador.

Módulo de Consola para Entrada/Saída

A secção de entrada do módulo de consola 43 proporciona recepção e um reconhecimento juntamente com uma avaliação do comando. Comandos válidos de consola têm a possibilidade de interrogar e actualizar a base de dados RPU e de enviar recados para módulos da RPU. Os sinais de saída que resultam de comandos de apresentação serão enviados para fora, directamente para a porta da consola.

Módulo Esquematizador

O módulo esquematizador 40 é considerado como sendo um módulo especial do sistema e é responsável pela esquematização de todos os outros módulos da RPU. As responsabilidades principais do módulo esquematizador 40 são seleccionar o próximo módulo

lo a ser executado e proporcionar comunicações dentro dos módulos e entre os mesmos.

Embora todos os vários módulos da RPU possam ser considerados como sendo módulos separados, na realidade todos os módulos constituem um só processo de aplicação de um sistema de operação "Regulus". É o módulo esquematizador 40 que executa o funcionamento cíclico dos outros módulos da RPU. O módulo esquematizador 40 efectua o armazenamento para cada um dos chama-dos módulos da RPU, designando uma parte fixa de espaço de armazenamento antes de cada módulo dever começar a funcionar, o ponteiro do armazenamento é mudado pelo módulo esquematizador 40 pa-ra indicar o endereço de armazenamento apropriado para o próprio módulo. Um quadro de memória da RPU 20 é mostrado na fig. 9.

Cada módulo da RPU funciona até ficar bloqueado. Quando um módulo ficar bloqueado, envia o controlo novamente para o esquematizador que comanda um outro módulo para funcionar. Um módulo pode ser bloqueado de várias maneiras: enviando a mensagem OBTER ACONTECIMENTO() que obriga um módulo para bloquear até ocorrer um acontecimento, ou enviando o recado ESPERAR() que blo-queia durante um certo número de segundos, ou enviando o recado BLOQUEAR() que bloqueia durante um ciclo da esquematização cí-clica.

Uma outra função principal que o módulo esquematizador 40 executa é uma comunicação entre módulos. "Caixas de correio" são usadas como o meio para emitir ou receber mensagens para ou-tros módulos ou provenientes dos mesmos. Cada módulo pode veri-ficar a presença de mensagens na sua "caixa de correio", usando a mensagem LEITURA DE MENSAGENS(). De maneira análoga, um módulo

pode enviar mensagens para um outro módulo usando a mensagem ENVIAR MENSAGEM (). O módulo esquematizador mantém uma caixa de correio separada para cada um dos módulos que estão no ciclo de esquematização. Quando um módulo envia uma mensagem para um outro módulo, aquela é copiada para dentro da caixa de correio do módulo de destino. Mais tarde, quando chega a vez do módulo de destino funcionar, o módulo esquematizador controla a sua caixa de correio para determinar se há uma mensagem dentro da caixa de correio. Se houver, o módulo esquematizador 40 gera um acontecimento do tipo MENSAGEM que força o módulo a ser desbloqueado, se estiver bloqueado por uma mensagem OBTER ACONTECIMENTO() e é assim posto a funcionar.

Uma lista de acontecimentos é também mantida pelo módulo esquematizador para cada módulo no ciclo de esquematização. Os acontecimentos podem consistir em mensagens ou acontecimentos de temporização. Acontecimentos de uma mensagem são gerados sempre que o módulo esquematizador determina que há mensagens presentes para o módulo que está a funcionar momentaneamente. Um módulo pode pôr um acontecimento de temporização na lista de acontecimentos enviando uma mensagem COLOCAR ACONTECIMENTO () com o número de segundos de retardamento antes de um acontecimento dever ser gerado. O módulo esquematizador 40 controla a lista de acontecimentos do módulo durante cada ciclo da esquematização cíclica buscando expirações de temporização. Quando uma expiração de temporização é detectada, o módulo apropriado é esquematizado para funcionar e o acontecimento é retornado para o módulo por meio da mensagem OBTER ACONTECIMENTO ().

O módulo esquematizador 40 contém rotinas que são usadas para inicializar "interfaces" RS-232 entre a CCU 18 e a RPU 20 e

entre o PBX 15 e a RPU 20. Estas rotinas, que exercem um controlo exclusivo do "software" das "interfaces" RS-232, desligam o processamento usual de sequências de controlo pelo sistema de funcionamento "Regulus". Outras rotinas são usadas para purgar os amortecedores I/O e para ler e gravar mensagens de entrada e de saída do terminal. O módulo esquematizador 40 controla também a temporização do sistema para todos os módulos da RPU.

Módulo de "Interface" BCC

Cada módulo 41 do BCC proporciona uma "interface" entre um CCU 18 e os outros módulos de "software" na RPU 20. As mensagens trocadas entre a CCU 18 e a RPU 20 consistem em dados binários de comprimento variável que são transmitidos através de uma ligação assíncrona de comunicação. O módulo BCC 41 é responsável por proporcionar a integridade das mensagens através da ligação de comunicações que inclui detecção de erros, colocação das mensagens numa sequência e reconhecimento de mensagens.

A "interface" de "hardware" entre a CCU 18 e a RPU 20 consiste numa "interface" assíncrona RS-232 de 9600 "baud".

Os sinais de entrada deste módulo 41 incluem mensagens recebidas da CCU ou de outros módulos de "software" RPU. As mensagens são emitidas por este módulo para quer a CCU através da "interface" RS-232 ou para outros módulos de "software" da RPU através da "caixa de correio" apropriada.

A finalidade deste módulo 41 é processar o tráfego de mensagens entre a RPU 20 e a CCU 18. Este módulo 41 verifica continuamente as mensagens recebidas da CCU 18 e envia as mesmas para o próprio módulo de "software" da RPU. Semelhantemente, este módulo verifica continuamente se há mensagens provenientes de ou-

etros módulos de "software" da RPU que são destinados para uma CCU 1º. Um protocolo de "bites" alternantes é usado para limitar mensagens ainda não reconhecidas a uma mensagem em cada sentido.

"Bites" de sequência e de reconhecimento servem como o necessário controlo da corrente para executar esta fusão. O protocolo é descrito mais em pormenor nos parágrafos seguintes.

Na discussão seguinte, uma entidade que pode processar mensagens é indicada por "nós", e a outra é indicada por "eles". O protocolo pode ser explicado indicando as acções a serem tomadas quando da recepção de uma mensagem. Há apenas quatro acções básicas que dependem de duas condições. Estas condições são determinadas comparando os "bites" de sequência e de reconhecimento da mensagem recebida com os que são previstos.

Uma mensagem de chegada, o "bite" de reconhecimento (ACK) é como foi previsto quando é o mesmo que o "bite" de sequência (SEQ) da última mensagem transmitida. Semelhantemente, o "bite" SEQ é como foi de esperar se é diferente do "bite" SEQ da última mensagem recebida. Por outras palavras, as condições esperadas são que uma mensagem de entrada reconhece a última mensagem e espera-se também que cada nova mensagem recebida é uma nova mensagem.

As acções tomadas após recepção de uma mensagem serão a seguir classificadas em quatro combinações de acordo com as condições atrás descritas:

1. ACK como foi esperado; SEQ como foi esperado. Marcar a última mensagem transmitida como sendo reconhecida (o que torna possível transmitir uma nova mensagem). Processar a nova mensagem chegada (reconhecê-la na próxima mensagem a ser emitida).
2. ACK como foi esperado; SEQ não como foi esperado.

Marcar a última mensagem transmitida como sendo reconhecida (dando a possibilidade de transmitir uma nova mensagem). Não reconhecer a nova mensagem chegada.

3. ACK não como foi esperado; SEQ como foi esperado.

Se se transmitiu uma mensagem que ainda não foi reconhecida, enviá-la de novo. Se não existir uma tal mensagem, então há uma condição errada no destino e há que Anular como se descreve mais adiante. Processar a nova mensagem chegada.

4. ACK não como foi esperado; SEQ não como foi esperado.

A última mensagem não foi recebida no destino. Transmíti-la de novo. Não reconhecer a nova mensagem chegada.

O "bite" de Anulação é usado para anular os "bites" SEQ e ACK. Quando se recebe uma mensagem munida do "bite" de Anulação, deve ser aceite como uma nova mensagem não considerando o seu "bite" SEQ, e deve ser reconhecida. Além disso, o "bite" ACK na mensagem recebida reflecte o "bite" SEQ que eles receberam. Deve descodificar-se este "bite" antes de se enviar a nova mensagem como exemplo, se se receber uma mensagem cujo dígito ACK/SEQ é "4" (Anulação = 1? ACK = 0, SEQ = 0), então o dígito ACK/SEQ na resposta deve ser "1" (Anulação = 0, ACK = 0, SEQ = 1). Qualquer das partes pode "anular" quando pensa que o protocolo perdeu o seu ritmo de alinhamento.

Quando se recebe um recado deles, e não se dispõe de uma nova mensagem presente ou uma resposta estandardizada não se apresenta rapidamente, reconhecer-se-á a mensagem enviando uma mensagem ACK especial. O "bite" ACK reconhecerá a mensagem (o recado) recebida, mas o "bite" SEQ não se alterará em comparação com o último recado enviado. Isto fará que eles processem o re-

conhecimento e não reconheçam o novo recado chegado. O conteúdo deste recado é um recado de zero. No entanto, visto que este recado não será de qualquer modo reconhecido, o conteúdo do mesmo deve ser irrelevante.

Módulo de "Interface" do PBX

O módulo 42 do PBX proporciona a "interface" entre o processador de chamadas 24 UTX-250 do PBX, e os outros módulos de "software" da RPU 20. Os recados trocados entre as duas unidades devem consistir numa troca de recados orientada por caracteres ASCII. O carácter ASCII é aqui definido como sendo ASCII de 7 ou 8 "bites". Tanto o processador de chamadas 24 do PBX como o RPU 20 devem ser capazes de aceitar caracteres com uma paridade ímpar, par ou nenhuma paridade. O texto dos recados consiste em cadeias de vários comprimentos ou caracteres que podem ser impressos.

A "interface" de "hardware" entre o processador de chamadas 24 do PBX e a RPU consiste numa "interface" assíncrona RS-232 de 9600 "baud".

Os sinais de entrada no módulo 42 do PBX incluem recados recebidos do processador de chamadas 24 do PBX ou provenientes de outros módulos de "software" da RPU. Recados são enviados por este módulo quer para o processador de chamadas 24 do PBX ou para outros módulos de "software" da RPU por intermédio da própria "caixa de correio".

A finalidade do módulo 42 do PBX é processar o tráfego de recados entre a RPU 20 e o processador de chamadas 24 do PBX. Este módulo busca continuamente recados recebidos do processador de chamadas 24 do PBX e conduz os mesmos para o próprio módulo

de "software" da RPU. Semelhantemente, este módulo controla continuamente recados provenientes de outros módulos de "software" da RPU que são destinados ao processador de chamadas 24 do PBX.

Cada carácter recebido do processador de chamadas 24 do PBX é verificado quanto à sua igualdade com o sinal > ("maior do que") que indica o começo de um recado ou um carácter "retorno do carro" que indica o fim de um recado. Este módulo é capaz de tratar o tráfego totalmente duplex de recados.

Módulo de Consola

O módulo de consola 43 é a janela através da qual o operador pode tomar conhecimento do estado momentâneo da RPU 20.

A consola proporciona a possibilidade de mostrar informação quanto ao estado momentâneo dos utentes e dos canais de rádio, modificar estados de ligação e de canal, e enviar recados para o PBX 15 e as CCU's 18. A consola processa a corrente de sinais de entrada proveniente do terminal e executa o comando desejado.

O módulo 43 da consola proporciona a "interface" para o terminal do operador do posto de base. O módulo 43 da consola processa a informação de entrada do terminal e executa o comando. Dados são removidos da base de dados e gravados na mesma, os sinais a serem mostrados visualmente são enviados para o "ecran" do terminal e recados são enviados para outros módulos. As "interfaces" para este módulo incluem:

- (1) Caracteres são introduzidos provenientes do teclado do operador.
- (2) Caracteres são enviados para fora para o "ecran" do operador.
- (3) Dados são recebidos da base de dados e são gravados

na mesma.

(4) Recados são enviados para o PBX, o BCC e módulos de processamento de recados.

Um conjunto de rotina "parser" introduz caracteres provenientes do teclado do operador. Uma entrada pronta de dados é mostrada no começo de cada linha de comando, os dados são armazenados, os caracteres correctivos são processados, os sinais de entrada são enviados para o mostrador e os dados são delimitados em sinais. Proporcionando o "parser" com um conjunto de estruturas de dados descrevendo todos os possíveis comandos e sinais válidos dentro de cada comando, o "parser" executa um reconhecimento dos dados entrados, responde a sinais de interrogação e mostra palavras de guia para entrada de dados. Cada sinal é verificado para ver se o mesmo é do tipo de dados esperado; palavras de chave são comparadas com a lista de entrada aceitáveis e números são convertidos em inteiros. Uma vez a entrada da linha de comando completa, realizam-se mais verificações; são verificados números para ver se os mesmos estão dentro da gama aceitável e, com alguns comandos, o estado do sistema é verificado antes da execução do comando.

Os comandos podem ser divididos em três categorias:

- (1) Comandos que mostram informação proveniente da base de dados.
- (2) comandos que modificam a base de dados, e (3) comandos que enviam recados. Informação pode ser mostrada com referência ao utente, à ligação, à CCU e ao estado do canal. Todos os comandos para mostrar precisam de uma informação recebida da base de dados, e uma saída de dados em formato para o mostrador do operador. Os comandos de modificação incluem a possibilidade de for-

car a ligação de um utente para um canal particular e a possibilidade de pôr canais em condição ou fora de condição. Os comandos de modificação são usados para ensaios do algoritmo de designação de frequência. Todos os comandos de modificação executam uma gravação na base de dados.

Recados do PBX, do BCC e do RCC podem ser enviados a partir do módulo de consola 43 para vários outros módulos no sistema. Um comando SENDMSG indica ao operador para enviar toda a informação necessária para o recado, o recado é posto em formato e enviado para o módulo indicado. Recados de PBX são enviados para o módulo 42 de RPU PBX que envia o recado para o processador de chamadas 42 do PBX. Recados de BCC e de RCC podem ser enviados a partir da RPU 20 para as CCU's 18 através dos módulos 41 do BCC, que juntam os "bites" do protocolo do nível de ligação aos recados de saída. Uma entrada proveniente das CCU's 18 é simulada e recados, incluindo recados de BCC e de RCC, são enviados para o MPM 48.

O módulo registador 44 é responsável pelo registo de acontecimentos ou recados de RPU. O módulo de registo 44 mantém os seguintes três registos de disco: Um registo de transacções com informação semelhante a informação de contagem, um registo de erros consistindo em recados de erro, e um registo de recados que consiste em recados avisadores para o sistema.

O módulo registador 44 consiste num conjunto de subrotinas que são chamadas a partir de outros módulos da RPU. Cada subrotina é responsável pela marcação do tempo do recado e pela gravação do recado no próprio registo de disco. Cada subrotina tem um sinal avisador global que determina se os recados devem ser registados ou não. Os sinais avisadores globais são estabelecidos

e anulados usando comandos de consola.

Módulo de Processamento de Recados (MPM)

O MPM 45 executa as funções de alto nível de processamento de chamadas entre o PBX 15 e os postos de utente. É responsável por funções de processamento de chamadas, tais como a iniciação de uma página, a designação de canais de sinais orais e o controlo de tons de progresso de chamada para tanto telefones de utente como telefones externos. O MPM 45 também processa recados de estado que são recebidos das CCU's 18. Por exemplo, uma informação sobre o estado de um canal consistindo no estado da qualidade da ligação ou o estado do auscultador do utente é processada pelo MPM 45.

O MPM 45 é organizado como uma máquina de estado em que recados de PBX e de BCC são sinais para a máquina de processamento do estado. O MPM 45 processa os sinais actualizando a base de dados, produzindo as respostas necessárias e transmitindo então para o próximo estado.

O MPM 45 usa as "caixas de correio" do sistema, que são mantidas pelo módulo esquematizador 40, para receber e transmitir recados para outros módulos da RPU ou provenientes dos mesmos. O MPM 45 também utiliza subrotinas no módulo da base de dados para receber ou actualizar informação de estado na base de dados.

Como já foi descrito atrás, o MPM 45 é organizado como uma máquina de estado. Os sinais, que causam a execução de algum processamento, consistem em recados ou intervalos de tempo. O MPM 45 determina o tipo do sinal (isto é, intervalo de tempo, recado

de RCC, recado do PBX, etc.) e o posto de utente ou canal que é efectuado pelo sinal. O MPM 45 processa o sinal gerando os próprios recados de resposta e executando uma transição para o próximo estado.

O MPM 45 consiste de facto em dois quadros de estados. O conjunto do estado do RCC, que é mostrado na fig. 10, é usado para processar recados provenientes do processador de chamadas 24 do PBX ou de recados de RCC provenientes de um posto de utente. O conjunto do estado de canais, mostrado na fig. 11, é usado para processar recados recebidos de uma CCU 18.

Inicialmente, todos os utentes estão no estado de RCC vazio, e todos os canais estão no estado de "canal em vazio" o que indica que nenhuma ligação está a ser estabelecidas ou em progresso.

As alterações de estado para uma chamada típica proveniente do exterior e destinada a um utente, são as seguintes. Um recado de chamada externa é recebido pelo processador de chamadas 24 do PBX, recado este que inclui o número de telefone do posto de utente destinatário da chamada. Um recado de BUSCA é enviado para este posto de utente e o estado deste posto de utente é ajustado em BUSCA. Quando um recado de CHAMADA ACEITE é recebido do posto de utente, o estado do posto de utente é ajustado em ACTIVO. Neste ponto, um canal é designado, e o processador de chamadas 24 do PBX, a CCU 18 e o posto de utente são informados da designação do canal. O canal é posto no estado de CAMAINHA SINCRONIZAR ESPERAR (fig. 11). Quando a CCU indica que a sincronização foi obtida, o estado do canal é posto em SINCRONIZAÇÃO CAMAINHA. Finalmente, quando a CCU indica que o utente

levantou o auscultador, o canal é posto no estado de SINCRONIZAÇÃO AUSCULTADOR LEVANTADO. Este estado de SINCRONIZAÇÃO AUSCULTADOR LEVANTADO indica que foi estabelecida uma ligação para signals orais.

Uma chamada de utente para utente começa com um recado PEDIDO DE CHAMADA que é recebido pelo posto de utente de origem. O posto de utente de origem é posto no estado de MARCAÇÃO e um recado de PEDIDO DE RÁDIO é enviado ao processador de chamadas 24 do PBX. O processador de chamadas 24 do PBX responde então com um recado COLOCAR CHAMADA para o posto de utente de origem e com um recado CHAMADA DE ENTRADA para o posto de utente de destino. Em resposta ao recado COLOCAR CHAMADA, um canal é designado, e o processador de chamadas 24 do PBX, a CCU 18 e o posto de utente de origem são informados da designação. O estado de canal do utente de origem é posto em AUSCULTADOR LEVANTADO SINCRONIZAÇÃO ESPECIAL até o canal ficar em sincronização. Quando a CCU 18 do posto de base detecta a transmissão proveniente do posto de utente de origem, gera um recado de SINCRONIZAÇÃO AUSCULTADOR LEVANTADO. A RPU 20 processa o recado do acontecimento no canal alterando o estado do canal para o estado de SINCRONIZAÇÃO LEVANTADO. Um recado de chamada de entrada para o posto de utente de destino é processado da mesma maneira que o recado de chamada externa como foi atrás descrito. Além disso, os canais envolvidos na ligação são posto no modo interno uma vez que ambos os postos de utente estejam em sincronização.

Uma desligação começa quando uma das partes envolvidas numa ligação passa para o estado de AUSCULTADOR EM REPOUSO.

Quando um telefone, que é exterior ao sistema, é posto com o auscultador em repouso, um recado de AUSCULTADOR EM REPOUSO é recebido pelo MPM 45 do processador de chamadas 24 do PBX. Quando um utente põe o auscultador em repouso, a CCU 18 envia um recado que indica que o posto de utente tem o AUSCULTADOR EM REPOUSO. Em qualquer dos casos, a outra parte é informada da desligação, o canal é posto no estado de DESLIGAÇÃO e o posto de utente é posto no estado de TERMINAR. Quando a CCU indica que uma sincronização foi perdida, o canal e o posto de utente são novamente colocados no estado "em vazio".

Tarefas do Segundo Plano

Uma rotina de tarefa de segundo plano é implementada pelo MPM 45. A tarefa do segundo plano comunica inicialmente com as CCU's 18 depois de um re-arranque a frio ou a quente. Além disso, uma vez o sistema em funcionamento, a tarefa do segundo plano controla as CCU's 18 a fim de manter a base de dados "correntes" e um RCC designado.

Recados de RCC, gerados tanto pelas CCU's 18 como pelos módulos 41 do BCC, são recebidos provenientes dos módulos 41 do BCC. Recados são enviados para as CCU's 18 por intermédio dos módulos 41 do BCC.

Dados são gravados na base de dados e extraídos da mesma.

Inicialmente todas as CCU's 18 recebem recados de INVESTIGAÇÃO BANDA DE BASE a fim de que a RPU possa determinar o estado momentâneo do sistema. Toda a informação recebida de acontecimentos na banda básica ou de recados de resposta é armazenada na base de dados da RPU. Quando a RPU 20 recebe um recado sobre

um acontecimento na banda básica, que indica que uma CCU 18 está pronta e não anulada (isto é, a CCU 18 não acaba de receber o início da potência), a frequência designada à CCU 20 é marcada como designada. A CCU 18 recebe então recados de INVESTIGAÇÃO CANAL a fim de actualizar a base de dados de acordo com o estado momentâneo do sistema. A inicialização da CCU é completa uma vez que cada CCU 18 tenha respondido a todos os recados de investigação presentes, ou é determinado que a CCU 18 está em baixo. Neste momento, cada CCU 18 que indicou que estava pronta e anulada (isto é, a CCU acaba de receber o início da potência) é designada a uma frequência. Se nenhum canal de controlo foi designado a uma CCU 18, então a RPU 20 tenta designar o canal de controlo. A primeira escolha é designar o canal de controlo à CCU 18 na primeira frequência, visto que é aqui que o utente começa a investigar se há um RCC. A próxima escolha é qualquer CCU 18 com a fenda 0 não em uso, e a última escolha é uma CCU 18 com uma ligação na fenda 0. Se todas as CCU's 18 operacionais já têm uma ligação na fenda 0, então uma das ligações da fenda 0 é terminada e o canal de controlo é designado àquela fenda.

Uma vez que a RPU 20 tenha comunicado com todas as CCU's 18, o estado das CCU's 18 é controlado por este meio de recados de estado recebidos das CCU's 18 ou dos módulos 41 do ECC. Os módulos 41 do ECC ~~estão continuamente~~ a controlar o percurso de comunicação com cada CCU 18. Uma CCU 18 é considerada como estando fora de funcionamento quando um recado de um acontecimento na banda básica é recebido, indicando que a CCU 18 não está pronta. Neste momento, a CCU 18 é marcada como não estando pronta na base de

dados. Além disso, todas as ligações são desmanchadas, todos os canais são retornados ao estado errado e a frequência designada à CCU 18 é libertada. Se a CCU 18 continha o canal de controlo, então um novo canal de controlo é designado.

Quando é recebido um recado de um acontecimento na banda básica, que indica que uma CCU 18 está pronta e no estado inicial, uma frequência é designada à CCU 18. Se nenhum canal de controlo está neste momento designado a uma CCU 18, então a fenda 0 da CCU anulada (posta a zero) é designada ao canal de controlo.

Quando é recebido um recado de um acontecimento na banda básica, que indica que uma CCU 18 tinha perdido a comunicação com a RPU 20, então recados de INVESTIGAÇÃO CANAL (isto é, um recado para cada um dos canais) são enviados para a CCU 18 a fim de actualizar a base de dados da RPU de acordo com o estado momentâneo de cada um dos canais da CCU. Quando é recebida uma resposta a cada recado de INVESTIGAÇÃO CANAL, o estado momentâneo do canal e a informação da ligação são actualizados na base de dados. Se um canal estiver no estado de SINCRONIZAÇÃO ESPERAR, então considera-se que o utente já não está envolvido na ligação e esta é desmanchada.

Inicialmente, as CCU's 18 são interrogadas pela RPU 20 quanto aos estados inciais delas. As CCU's 18 também enviam recados de acontecimentos sempre que sejam postas sob potência ou mudem de estado. A troca de recados mantém a base de dados da RPU actualizada de acordo com o estado momentâneo do sistema.

Módulo de Base de Dados

O módulo 46 da base de dados contém as rotinas de "interface" da base de dados que são necessárias para o acesso à mesma. As mesmas proporcionam uma "interface" compacta de um só fio pa-

ra dentro da base de dados para qualquer módulo necessitando de acesso à informação no interior. A quantidade total das rotinas de acesso está relacionada com o quadro SIN e o quadro BCC. Acesso a todos os campos dentro destes quadros é proporcionado pelas rotinas de acesso.

O módulo da base de dados é também responsável pela inicialização da base de dados no arranque. Todos os campos significativos são inicializados de acordo com valores apropriados pela parte de inicialização do módulo da base de dados.

O módulo da base de dados também proporciona o seguinte:

- (1) Rotinas para suportar a inicialização de TTY;
- (2) Uma rotina binária de busca para buscas de utentes no quadro SIN;
- (3) Rotinas e quadros para suportar o planeamento das designações de frequências às CCU's;
- (4) Controlo de informação diagnóstica do mostrador; e
- (5) Designação de frequências.

O módulo 46 da base de dados é uma colecção de rotinas que permitem um acesso controlado à base de dados por outros módulos. Conduzindo todos os acessos através das rotinas da base de dados esta é essencialmente escondida de módulos exteriores. Isto permite que a base de dados possa mudar sem a necessidade de modificações de qualquer dos outros módulos. Quando a base de dados muda, só a rotina de "interface" para a parte mudada da base de dados precisa de ser mudada.

Tarefa de Designação de Frequência

A tarefa de designação de frequência executada pela RPU 20 selecciona uma frequência e uma fenda apropriadas para um

posto de utente que precisa de um canal de sinais orais. O algoritmo da selecção toma em consideração o tipo de chamada (isto é, interno ou externo) e o nível da modulação (isto é, 16-fásico ou quaternário). Embora a tarefa de designação de frequência seja funcionalmente independente do módulo 46 da base de dados, está intimamente ligada às estruturas de dados dentro da base de dados. Em virtude deste facto, esta função é descrita separadamente do módulo da base de dados, embora seja tecnicamente uma rotina dentro do módulo 46 da base de dados.

A tarefa de designação de frequência é usada pelo MPM durante o estabelecimento de uma chamada. Utiliza extensivamente as estruturas de dados dentro do módulo da base de dados.

Todos os pedidos de designação de uma frequência ficam dentro de uma de duas categorias. A primeira é de fonte externa e a segunda é a categoria de destinação interna. A categoria de destinação interna cobre a parte de entrada (isto é, a destinação) de uma chamada interna. A categoria de fonte externa cobre todos os outros casos quer sejam de entrada ou de saída ou a origem de uma chamada interna.

A entrada para a tarefa de designação de frequência consiste num índice para dentro do quadro SIN do posto de utente que requer um canal e o índice para dentro do quadro SIN do posto de utente de origem. O índice do posto de utente de origem só é válido quando o canal está a ser estabelecido para uma chamada com destinação interna. Em todos os outros casos, o índice do utente de origem é um índice ilegal pré-determinado definido como DB ZERO. Estes índices proporcionam acesso a toda a informação necessária para designar um canal apropriado (isto é, fre-

quênci a e fenda).

A rotina de designação de uma frequênci a produz um valor de VERDADEIRO se uma combinação de frequênci a e fenda é correc- tamente designada. Em todos os outros casos produz uma indicação de FALSO. Se forem designadas, a frequênci a e a fenda seleccionadas são introduzidas no quadro SIN para o posto de utente que re quer a designação de uma frequênci a.

Cada frequênci a é dividida em quatro fendas TDM. A base de dados da RPU mantém uma contagem de quantas fendas estão dis poníveis em cada posição. Quando um pedido de designação cai den tro da categoria de fonte externa, uma fenda é seleccionada da posição de fenda com a maior contagem de vacânci a. Uma vez selec cionada uma posição de fenda, escolhe-se a primeira frequênci a disponível dentro daquela fenda. De facto, não importa qual a fenda seleccionada quando um pedido cai dentro desta categoria. No entanto, esta técnica tende a distribuir o sistema uniformemen te entre todas as fendas, e, mais importante, aumenta a possibi lidade de uma designação óptima de fenda para ambas as partes de uma chamada interna. Isto é verdade visto que cálculos de tempo rização do sistema mostraram que a designação óptima de uma fen da para uma chamada de utente para utente é obter a fenda de trans missão do posto de base para cada utente na mesma fenda com fre quênci as diferentes. Designando ao utente de origem de uma chama da de utente para utente a posição de fenda mais disponível, a probabilidade é maior do que, quando chega o momento, o posto de utente de destinação será capaz de designar esta mesma posição de fenda a uma outra frequênci a. Por exemplo, se a posição nº 2 for a posição mais disponível, então será seleccionada. Quando o pedi de designação do ponto de utente de destinação for processado, é mais prováve

que uma outra fenda na posição nº 2 fique disponível para ser seleccionada, permitindo assim que ocorra a designação óptima de fenda a fenda.

Quando um pedido de designação cai dentro da categoria de destinação interna, a fenda a ser designada é seleccionada de uma tabela de selecção. Uma tabela de selecção contém listas, ordenadas desde a designação da posição da fenda mais desejável até à designação da posição da fenda menos desejável para o utente de destinação. Esta ordenação baseia-se na designação da fenda do utente de origem. Até este ponto, o tipo da modulação não foi mencionado. Isto sucede porque as regras básicas da designação não se alteram para selecções quaternárias e 16-fásicas de fendas, com uma excepção importante, a saber, apenas a fenda 0 ou a fenda 2 podem ser designadas para uma ligação do tipo quaternário. Como consequência desta excepção, e devido ao facto de os dois utentes poderem ser ajustados para tipos diferentes de modulação, um total de quatro tabelas únicas de selecção são necessárias a fim de cobrir todas as possíveis combinações de chamadas. A referida tabela é como se segue:

Quadro 6

Fenda de origem	1 ^a Escolha	2 ^a Escolha	3 ^a Escolha	4 ^a Escolha
Fenda 0	0	1	3	2
Fenda 1	1	0	2	3
Fenda 2	2	1	3	0
Fenda 3	3	0	2	1
Grau- >	(1)	(2a)	(2b)	(3)
				...

Quadro de selecção de fendas preferidas para uma destinação 16-fásica a partir de uma origem 16-fásica de uma chamada interna.

De salientar que cada coluna de cada tabela tem associado um "grau". Este grau indica a desejabilidade de uma fenda particular. A fenda mais desejável tem um grau 1 e as fendas menos desejáveis têm graus 2, 3, etc. Se duas ou mais colunas de um quadro de selecção tiverem uma desejabilidade igual, as mesmas terão o mesmo número de grau seguido por um carácter alfabético. Por exemplo, se três colunas tiverem respectivamente os graus 2a, 2b e 2c, todas estas três colunas têm uma desejabilidade igual, e a sua ordenação (a, b, c) é arbitrária.

Quadro 7

Fenda de origem	1 ^a Escolha	2 ^a Escolha	3 ^a Escolha	4 ^a Escolha
Fenda 0	0	1	2	3
Fenda 2	2	3	0	1
Grau- >	(1a)	(1b)	(2a)	(2b)

Quadro de selecção de fendas preferidas para uma destinação 16-fásica a partir de uma origem quaternária de uma chamada interna.

Quadro 8

Fenda de origem	1 ^a Escolha	2 ^a Escolha
Fenda 0	0	2
Fenda 1	0	2
Fenda 2	2	0
Fenda 3	2	0
Grau- >	(1)	(2)

Quadro de selecção de fendas preferidas para uma destinação quaternária a partir de uma origem 16-fásica de uma chamada interna.

Quadro 9

Fenda de origem	1 ^a Escolha	2 ^a Escolha
Fenda 0	0	2
Fenda 2	2	0
Grau- >	(1)	(2)

Quadro de selecção de fendas preferidas para uma destinação quaternária a partir de uma origem quaternária de uma chamada interna.

A tarefa de designação de frequência tem duas entradas, que proporcionam acesso a informação crucial necessária para uma selecção própria da frequência e da fenda.

A primeira entrada é o índice para dentro do Quadro SIN

para o posto de utente que requer um canal. Com este índice, a designação de frequência pode determinar o tipo de modulação errada do utente requerente. Também informa a rotina onde colocar os resultados dos seus algoritmos de selecção (isto é, a frequência e os números das fendas).

A segunda entrada na tarefa de designação de frequência indica a categoria do pedido de frequência-fenda. O valor da segunda entrada é quer um índice para dentro do quadro SIN, ou é o valor illegal DB NULO, definido antes. Se for recebido um índice válido, o pedido de designação de frequência é identificado como o lado de destinação de uma chamada de utente para utente, e os Quadros de selecção devem ser utilizados. Se BD NULO for recebido, o pedido é considerado como caindo na categoria de fonte externa, e o algoritmo de "posição de fenda mais disponível" é utilizado.

A tarefa de designação de frequência responde com VERDADEIRO quando uma combinação de frequência e fenda é designada com êxito, noutras casos responde com FALSO. Causa também um efeito lateral desejado. Se a designação tiver êxito, o índice da banda de base e os campos de fendas do quadro SIN são preenchidos para o utente requerente.

O algoritmo de designação de frequência pode ser dividido em duas etapas. A primeira etapa, chamada a etapa de classificação, determina a categoria do pedido de designação. A segunda etapa, chamada a etapa de selecção, encontra e designa uma combinação de frequência-fenda usando o algoritmo apropriado como é determinado pela categoria de pedido de designação.

A etapa de classificação determina em primeiro lugar se

deve ocorrer uma selecção automática de frequência. Se o utente requerente foi posto no modo manual, o nível especificado de modulação manual, os valores da frequência-manual e de fenda-manual especificam a modulação-fenda-frequência a ser designada. Se a combinação especificada de fenda e frequência estiver disponível, a mesma é designada ao utente requerente. Se a referida combinação não estiver disponível, a rotina termina com uma resposta "FALSO". Se o utente requerente tiver sido posto no modo automático, é necessário continuar a classificação.

Depois da determinação que uma selecção automática deve ocorrer, o algoritmo de designação de frequência determina a categoria do pedido. Estas categorias de pedido são as seguintes: "Externo-entrada" é o caso em que um posto de utente de destinação é chamado a partir de um telefone externo; "Externo-saída" é o caso em que um posto de utente de origem chama um telefone exterior; "Inter-saída" é o caso em que um posto de utente de origem chama um outro posto de utente; "Interno-entrada" é o caso em que um posto de utente de destinação é chamado a partir de um outro posto de utente. Se o pedido for do tipo ~~externo-entrada, externo-saída ou interno-saída~~, uma posição de fenda é seleccionada pela busca da posição mais disponível. Uma vez seleccionada a posição, todas as frequências são buscadas em sequência até uma fenda vaga (ou um par de fendas adjacentes no caso de um pedido quaternário) na posição desejada ser encontrada. Neste ponto, a rotina coloca os valores apropriados no quadro SIN e termina com uma resposta "VERDADEIRO": Se o pedido cai na última categoria mencionada (interno-entrada), é necessária mais informação.

Quando é feito um pedido do tipo "interno-entrada" são

necessários dois outros "bites" de informação. A designação da fenda e o tipo de modulação (quaternária ou 16-fásica) do utente de origem devem ser extraídos. Uma vez isso feito, a tabela apropriada de selecção é determinada com base no tipo de modulação do utente de origem e do utente de destinação. Uma vez a tabela seleccionada, a designação da fenda do utente de origem é usada para determinar a linha apropriada da tabela de selecção a ser usada. Cada elemento sequencial da linha seleccionada contém uma designação de fenda igualmente ou menos desejável. Esta lista é atravessada até se encontrar uma fenda disponível, começando com a posição mais desejável e continuando até todas as posições de fenda terem sido esgotadas. Para cada posição de fenda (ou par de fendas para ligações quaternárias), cada frequência é buscada em sequência até a fenda própria (ou par de fendas próprias) ser encontrada. Os valores derivados de frequência e de fenda não são colocados nas entradas apropriadas do quadro SIN, e a rotina termina com uma resposta de "VERDADEIRO".

Uma disposição de "contagem de fenda" regista o número de fendas disponíveis para cada posição de fenda. Estas contagens são mantidas pelo módulo da base de dados e são referenciadas pela tarefa de designação de frequência.

O quadro SIN contém informação directa sobre cada um dos utentes reconhecidos pelo sistema. Os seguintes acessos são feitos ao quadro SIN :

nível de modulação (leitura) : O nível de modulação do utente pendendo uma frequência é extraído deste quadro juntamente com o nível da modulação do utente de ori-

gem durante o estabelecimento da chamada interna.

número da fenda (leitura): A designação da fenda do utente de origem no estabelecimento de uma chamada interna deve ser extraída.

número da fenda (introdução): A designação da fenda do utente pedindo um canal é colocada aqui.

índice da banda de base (introdução): A designação da frequência do utente pedindo um canal é colocada aqui.

O quadro BCC é utilizado nas rotinas de busca da designação de uma frequência para encontrar uma combinação disponível de frequência e fenda. Os seguintes acessos são efectuados ao quadro BCC :

estado do canal (leitura): O estado de um canal é verificado para determinar a disponibilidade.

condição do canal (leitura): A condição de um canal é verificada para determinar que o canal especificado é um canal de sinais orais.

estado do canal (introdução): O estado de um canal é alterado quando o canal especificado é seleccionado para designação.

contrôlo do canal (introdução): O tipo da modulação do utente requerente é introduzido no "Bite" de controlo do canal.

índice-SIN (introdução): Estabelece uma ligação entre o canal seleccionado e o utente requerente.

As rotinas de designação de frequência têm acesso directo à base de dados. Isto é necessário devido a considerações de ve-

locidade e eficiência. Sempre que possível, as rotinas da "interface" da base de dados são usadas para ter acesso à base de dados a partir das rotinas de designação de frequência.

Unidade de "interface" do posto telefónico do utente (STU).

No seu modo básico de funcionamento, a STU actua como uma unidade de "interface" para converter o sinal analógico de dois fios, que entrou através da "interface" de um aparelho telefónico estandardizado, em amostras digitais codificadas em 64 Kbps PCM. Com referência à fig. 12, a STU inclui um circuito de "interface" da linha do utente (SLIC) 53 que liga directamente a um aparelho telefónico toque-tom tipo 500, através das linhas 37. O SLIC 53 proporciona características próprias de voltagem e impedância para o funcionamento telefónico. Além disso, o SLIC 53 permite a aplicação de uma corrente de "campainha" ao aparelho telefónico e efectua também uma detecção de "auscultador em repouso/auscultador levantado". Os sinais de saída do SLIC 53 na linha 54 são sinais analógicos de sinal oral/frequência (VF) para transmissão e recepção. Estes sinais são subsequentemente convertidos em amostras PCM por um codificador PCM 55. O codificador PCM 55 utiliza o algoritmo compensante u-255 para digitalizar os sinais orais em amostras de 8 "bites" a uma velocidade de 8 KHz. O codificador PCM 55 é de uma natureza totalmente duplex. As amostras digitalizadas de sinais orais são então alimentadas, através da linha 56, a um multiplexador de "modo selectivo" (MUX) 57. O modo de funcionamento do MUX é determinado pela unidade de controlo do utente SCU 58 que efectua uma "interface" com o MUX 57 por meio de um FIFO 59 de transmissão e recepção. A SCU 58 inclui essencialmente um micro-controlador Modelo 803. A SCU es-

ta acoplada à CCU 29 através de um circuito 60 de "interface" RS-232 e controla também o funcionamento do SLIC 53.

A STU pode funcionar essencialmente num de três modos distintos. O primeiro modo, o mais básico, é o modo de sinais orais. Neste modo, amostras de sinais orais provenientes do codificador PCM 55 são transferidas, através do selector de modo MUX 57 e do circuito 61 de accionador/receptor da VCU 28, onde estas amostras são mais processadas a fim de reduzir a velocidade de "bites" de 64 Kbps para 14,6 Kbps, e são então enviadas para transmissão para o posto de base.

O segundo modo de funcionamento é o modo de dados. Neste modo, a corrente de 64 Kbps para a VCU 28 ou a partir desta, não envolve informação de sinais orais; em vez disso, a informação conduzida para o posto de base é uma corrente de dados re-formulados a partir de uma fonte externa de dados a uma velocidade até ao valor de 14,6 Kbps de velocidade de transmissão de dados do canal. A STU inclui também uma porta de dados 62 do RS-232 para tornar possível a ligação de um dispositivo de dados (por exemplo um terminal) através de uma linha 63 usando uma "interface" RS-232 assíncrona estandardizada, funcionando até 9600 "baud".

A STU inclui um UART e circuito de temporização 64 para sincronizar os dados provenientes da porta de dados 62 do RS-232. A VCU comprime os dados sincronizados de modo que passem através da limitação de 14,6 Kbps do canal. Neste modo efectua-se uma transmissão de dados em duplex total.

O terceiro modo da STU é o modo de estabelecimento da chamada. Neste modo, nenhum dados são conduzidos a partir da STU 27 para a VCU 28 através do selector de modo MUX 57.

No entanto, um circuito de gerador 65 de um tom para um sinal de campainha está ligado ao selector de modo MUX 57. Este circuito sintetiza digitalmente os tons usados em processos de colocação de uma camada, tais como tons de ocupado e tons de erro. Durante o estabelecimento de uma chamada, dígitos DTMF marcados pelo utente são detectados por um circuito 66 de detecção de DTMF e processados pela SCU 58 para colocar a chamada. O circuito gerador de tons 65 para sinais de campainha envia os tons apropriados para o aparelho do utente. Um gerador 67 de sinais de campainha está ligado ao SLIC 53. Um gerador de temporização 68 envia sinais de temporização para o codificador 55 do PCM, o circuito 61 de accionamento/recepção da VCU e o gerador de tons 65 de sinais de campainha. Uma vez a colocação da chamada completa, a STU comutará quer para o modo de sinais orais ou para o modo de dados, para comunicações com o posto de base.

Uma necessidade adicional da STU é proporcionar a anulação de sinais indesejáveis de eco provenientes das ligações distantes. O retardamento da viagem de ida e volta para os sinais orais entre o posto de base e o posto do utente será bastante superior a 100 msec. Qualquer sinal reflectido devido a uma má combinação de impedâncias em qualquer das extremidades terá como resultado um tom nocivo de eco. Este problema é tratado no posto de base por um sistema de anulação de ecos na função do PBX. A STU deve proporcionar a anulação de ecos no posto de utente. Espera-se que pelo menos 40 dB de atenuação de eco sejam necessários por meio desta anulação. No entanto, o retardamento do eco a ser anulado é muito pequeno, visto a reflexão de interesse esse-

tar compreendida entre o SLIC 53 na STU e o próprio aparelho telefónico local. Esta distância será tipicamente de apenas alguns metros, e o retardamento é essencialmente nulo.

O controlador microprocessador 8031 na SCU 58 executa as funções da RPU 20 e do processador de chamadas 24 do PBX no posto de base. Comunica com o posto de base RPU 20 por meio de recados enviados através do canal de controlo de rádio (RCC) e controla todas as funções individuais da STU 27. A SCTU comunica também com a CCU 29 do posto de utente através do canal de controlo da banda básica (EBC). A "interface" RS-232 para a CCU 29 funciona a 9600 "baud" e é usada para conduzir informação de controlo entre a CCU 29 e a STU 27 no posto de utente.

Unidade de codificação de sinais orais

A unidade de codificação de sinais orais (VCU) implementa quatro sistemas de compressão de sinais orais RELP em duplex total. A configuração da VCU é idêntica para o posto de base e os postos de utente. No posto de utente, apenas uma quarta parte da função total é usada (isto é, só um dos quatro canais). A "interface" para a STU 27 no posto de utente é idêntica à "interface" usada por cada um dos 4 canais de PBX na "interface" VCU 17 do posto de base. A VCU 17, 28 usa um esquema totalmente digital para implementar o algoritmo de sinais orais RELP tal como é descrito no pedido de patente de invenção norte-americana Nº 667.446 intitulado "Codificador RELP de sinais orais Implementado em Processadores Digitais de Sinais", depositado em 2 de Novembro de 1984 por Philip J. Wilson, cuja descri-

ção é incorporada na presente memória descritiva como referência. Alternativamente pode-se utilizar um codificador de sub-banda. Os dados processados são fornecidos à CCU 18, 29 numa "interface" colectiva paralela comum que é controlada pela "software" do CCU. A CCU 18, 29 envia os sinais de controlo VCU 17, 28 para determinar o modo de funcionamento e de configuração na VCU 18, 29. Os modos de funcionamento, a descrição funcional e as considerações de implementação associados com a VCU 17, 28 são descritos a seguir.

As "interfaces" entre o PBX 15 e a VCU 17 são mostradas na fig. 14. As "interfaces" da STU 27 são um sub-conjunto das "interfaces" do PBX 15 por a STU 27 proporcionar apenas o funcionamento de um canal de sinais orais totalmente em duplex. As relações de temporização para as "interfaces" do PBX e da STU são idênticas e estão ilustradas na fig. 15. O quadro 10 descreve as características representadas pelos símbolos usados na fig. 15.

Quadro 10

Símbolo	Parâmetro	Mínimo	Tipo	Máximo	Unidade
tw0	largura da banda do quadro do PBX	---	125	---	μs
tw1	largura da banda do impulso de relógio	1,8	2,0	2,2	μs
tw2	largura da banda da porta 0 inactiva	---	93,75	---	μs
tw3	Porta 0 inactiva - largura da banda da porta 1	5,9	7,8	9,7	μs
tw4	porta 1 inactiva - largura da banda da porta 0	52,8	54,7	56,6	μs
td0	impulso de arranque retardamento do relógio 0	0	250	-800	ns
td1	impulso de arranque retardamento do relógio 1	0	250	-800	ns
td2	relógio 0 - porta 0 retardamento de bordo	100	1000	2000	ns
td3	relógio 1 -porta 1 retardamento de bordo	100	1000	2000	ns
ts0	tempo de formação dados de entrada	20	1500	----	ns
ts1	tempo de formação dados de saída	500	1800	----	ns

Quadro 10 (Continuação)

Símbolo	Parâmetro	Mínimo	Tipo	Máximo	Unidade
th0	tempo de retenção dados de saída	500	2200	-----	ns

Com referência à fig. 13, as linhas 70, 71, 72 e 73 do PBX SDATO 1, 2 e 3 conduzem sinais de dados a partir do PBX 15 para a VCU 17 no posto de base. No posto de utente, o sinal de dados é conduzido na linha 74 do SDATO da STU, a partir da STU 27 para a VCU 28 (fig. 14). Dados comprimidos de série de 8 "bites" μ -255 são enviados para o codificador de sinais orais durante a parte activa da PORTA 0 do PBX S/TU ou das PORTAS 1....3 do PBX a uma velocidade de relógio de 255 KHz. Os dados passam pelo relógio para dentro da VCU 17, 28 no bordo dianteiro do relógio de 256 KHz.

As linhas 75, 76, 77 e 78 do VCU SDATO 1, 2 e 3 conduzem sinais de dados a partir da VCU para o PBX 15 no posto de base. A linha 29 do VCU DATO conduz sinais de dados a partir da VCU 28 no posto de utente. Dados comprimidos de série de 8 "bites" μ -255 são enviados para o PBX 15 ou a STU 27 a partir do codificador de sinais orais durante a parte activa da PORTA 0 do PBX/STU ou das PORTAS 1...3 do PBX com uma velocidade de relógio de 256 KHz. Os dados passam pelo relógio para fora da VCU 17, 28 no bordo dianteiro do relógio de 256 KHz.

As linhas 80, 81, 82 e 83 das PORTAS 1, 2 e 3 do PBX conduzem sinais de porta a partir do PBX 15 para a VCU 18 no

posto de base. A linha 84 da PORTA 0 da STU conduz um sinal de porta a partir da STU 27 para a VCU 28 no posto de utente. O sinal de porta é um sinal activo usado para tornar possível a transferência de PBX/STU SDAT 0, PBX SDAT 1...3 e VCU SDAT 0...3. Este sinal de porta é activo para oito períodos consecutivos do relógio, cada 125 microssegundos.

As linhas 85, 86, 87, 88 do PBX CLK0, 1, 2 e 3 conduzem sinais de relógio de 256 KHz a partir do PBX 15 para a VCU 17 no posto de base. A linha 89 do STU CLK0 conduz um sinal de relógio de 256 KHz a partir da STU 27 para a VCU 28 no posto de utente. Um sinal de relógio de 256 KHz é usado para conduzir, por intermédio do relógio, os sinais PBX/STU SDATO e PBX SDAT 1...3 para dentro da VCU 17, 28 e o sinal VCU SDATO...3 para dentro do PBX 15 ou da STU 27. No entanto, os relógios não são sincronizados com quaisquer relógios gerados dentro da VCU 17, 28, CCU 18, 29 ou "modem" 19, 30.

No posto de base, a "interface" PBX-VCU converte quatro canais de dados de série síncronos de 64 Kbps em dados paralelos de 8 "bites", que se tornam então disponíveis para os quatro codificadores de transmissão 16 de sinais orais a uma velocidade de 8 KHz formando amostras. No posto de utente, apenas um canal (canal 0) é convertido pela "interface" STU-VCU. Os relógios e as portas necessários são fornecidos pelo PBX 15 e a STU 27.

As "interfaces" PBX-VCU e STU-VCU executam também a função complementar para os codificadores de sinais orais. No posto de base, dados paralelos de 8 "bites", recebidos dos quatro canais de codificação, são convertidos em quatro canais síncronos em série de 64 Kbps para transmissão novamente para o

PBX 15 . No posto de utente, um canal de sinais orais é convertido e enviado novamente para a STU 27 .

As "interfaces" de "hardware" entre a VCU 17, 28 e a CCU 18, 29 são mostrados na fig. 16. As relações de temporização para os canais de transmissão e de recepção entre a VCU e a CCU são mostradas respectivamente pelos símbolos usados respectivamente nas fig. 17 e 18. Os quadros 11 e 12 descrevem as características representadas pelos símbolos usados respectivamente nas fig. 17 e 18.

É de salientar que as fig. 17 e 18 mostram em pormenor os acontecimentos que ocorrem durante o VCBTP mostrado nas fig. 19A e 19B. As definições dos sinais individuais de "interface" são descritas nos parágrafos seguintes.



Quadro 11

Símbolo	Características	Mínimo	Máximo	Unidade
td1	Período de transferência do bloco do codificador de sinais orais	---	750	μsec
td2	tempo de resposta do TCVC	1,25	15	μsec
td3	tempo de resposta do DMA da CCU		1,25	μsec
td4	tempo de reconhecimento		15	nsec
td5	retardamento do período bloco VC		150	μsec
th1	retenção de dados de controlo			nsec
th2	retenção de dados de estado			nsec
th3	retenção de dados de TC			nsec
ts1	formação de dados de controlo			nsec
ts2	formação de dados de estado			nsec
ts3	formação de dados de TC			nsec
tw1	largura da banda para gravação			nsec
tw2	largura da banda para leitura			nsec
tw3	largura da banda para pedido de bloco	1,5		nsec

Quadro 12

Símbolo	Características	Mínimo	Máximo	Unidade
td6	Período de transferência de bloco		750	usec
td7	tempo de resposta de dados da CCU		1,25	usec
td8	tempo de resposta de VC	1,25	15	usec
td9	tempo de reconhecimento		15	msec
td10	retardamento do período do bloco VC		150	usec
th4	retenção de dados de controle			nsec
th5	retenção de dados de estado			nsec
th6	retenção de dados RC			nsec
ts4	formação de dados de controle			nsec
ts5	formação de dados de estado			nsec
ts6	formação de dados de TC			nsec
tw4	largura da banda para gravação			nsec
tw5	largura da banda para leitura			nsec
tw6	largura da banda para pedido de bloco	1,5		usec

As fig. 19A e 19B mostram as relações de temporização entre os vários blocos de transmissão e de recepção de sinais orais que são transferidos entre a VCU 17, 28 e a CCU 18, 29 para modulação por tecla de mudança de 16 níveis. Na parte superior da fig. 19A vê-se a temporização do quadro do sistema à qual todas as transferências são referenciadas. Esta temporização do quadro pode também ser aplicada à fig. 19B. Um quadro do "modem" tem um comprimento de 45 mseg e inclui quatro fendas (ou canais) para sinais orais. Cada fenda para sinais orais consiste em dois períodos do bloco de sinais orais do sistema (SVBP) de dados de sinais orais contendo 82 símbolos (necessitando de 5,125 mseg) e uma adição global de 16 símbolos de dados necessitando de 1,0 mseg do tempo do quadro.

Para os canais de transmissão, um bloco de 328 "bites" (41 "bites") de sinais orais processados é transferido da VCU 17, 28 para a CCU 18, 29 antes do início de cada SVBP durante um período de transferência do bloco codificador de sinais orais (VCBTP). A corrente de dados de entrada com 64 Kbps da VCU, que é associada com um bloco de sinais orais processados, é mostrada como sendo dividida em períodos de bloco codificador de sinais orais (VCBPs) que têm um comprimento de 22,5 mseg. Com referência ao canal de transmissão 0 na fig. 19A, dados de entrada não processados do VC nos VCBPs 0A1 e 0B1 são associados com dados nos VCBTPs 0A1 e 0B1. Também é de salientar que os VCBPs para os canais 0 e 2 estão desencontrados por metade de um VCBP (isto é, 11,25 mseg) em relação aos VCBPs para os canais 1 e 8.

Para os canais de recepção (como são mostrados na fig. 19B), um bloco de 328 "bites" (41 "bites") de sinais orais proce-

sados é transferido da CCU 18, 29 para a VCU 17, 28 no fim de cada SVBP durante um VCBTP. Tal como acontece nos canais de transmissão, o esquema de temporização do VCBP em relação ao VCBTP depende da implementação e a fig. 19B mostra um desencontro (máximo) de um VCBP. Para compreender a relação entre os dados de entrada e de saída de um codificador de sinais orais, ver as fig. 19A e 19B. Para o canal de recepção 0, os dados comprimidos de sinais orais, transferidos durante os VCBTPs OA10 e OB10, são associados com a corrente de dados expandidos e processados nos VCBPs OA10 e OB10.

As linhas 90 de TCADDR conduzem sinais de endereço de canal a partir da CCU 18, 29 para a VCU 17, 28. Estas três linhas de endereço são usadas para seleccionar o endereço do canal momentâneo de transmissão.

O condutor comum 91 TCDATA conduz sinais de dados do canal de transmissão entre a VCU 17, 28 e a CCU 18, 29.

A linha TCDAV 92 conduz um sinal de "dados disponíveis no canal de transmissão" (TCDAV) a partir da VCU 17, 28 para a CCU 18, 29. O sinal TSDAV indica à CCU 18, 29 que um "bite" de dados está disponível no registo TCDATA. O sinal TCDAV fica em baixo até um sinal TCDACK ser activado.

A linha 93 conduz um sinal de reconhecimento do canal de transmissão de dados (TCDACK) a partir da CCU 18, 29 para a VCU 17, 28. O sinal TCDACK fornece os dados ao condutor comum TCDATA e anula novamente o TCDAV.

A linha 94 conduz um sinal de gravação de controlo do estado do canal de transmissão (TCSCWR) a partir da CCU 18, 29 para a VCU 17, 28. O sinal TCSCWR escreve a palavra de controlo do codificador de sinais orais no registo apropriado de con-

trôlo do canal de transmissão, determinado pelas linhas TCADDR. Os dados são escritos no registo no bordo saliente do sinal TCSCWR .

A linha 95 conduz um sinal de leitura de contrôlo do estado do canal de transmissão (TCSCRD) a partir da CCU 18, 29 para a VCU 17, 28 . O sinal TCSCRD conduz o "bite" de estado para o condutor comum TCDATA a partir do registo do estado do codificador de sinais orais designado pelas linhas TCDDR .

A linha 96 conduz um sinal de pedido de bloco (BLOCKRQ) a partir da CCU 18, 29 para a VCU 17, 28. O sinal BLOCKRQ é usado para iniciar a transferência de um bloco de dados de 41 "bytes" a partir do codificador de sinais orais (especificado pelas linhas TCADDR) para a CCU 18, 29 por intermédio do condutor comum TCDATA . O sinal BLOCKRQ é usado pelo codificador de sinais orais para iniciar a temporização de VCBP .

A linha 97 conduz um sinal de anulação do codificador de sinais orais do canal de transmissão (TCVCRST) a partir da CCU 18, 29 para a VCU 17, 28. O codificador de transmissão de sinais orais, especificado pelas linhas TCADDR , é anulado.

As linhas 98 conduzem sinais de endereço do canal de recepção (RCADDR) a partir da CCU 18, 29 para a VCU 17, 28. Estas linhas de endereço são usadas para seleccionar o endereço momentâneo do canal de recepção como se segue.

O condutor comum 98 de RCDATA conduz os sinais de dados do canal de recepção entre a CCU 18, 29 e a VCU 17, 28.

A linha 100 conduz um sinal de "dados do canal de recepção disponíveis" (RCDAV) a partir da CCU 18, 29 para a VCU 17, 28. O sinal RCDAV indica ao codificador de sinais orais, especificado pelas linhas RCADDR , que um "bite" de dados está dis-

ponível no registo RCDATA. O sinal RCDAV faz com que os dados sejam conduzidos para o condutor comum RCDATA e para dentro do registo RCDATA, e anula a linha RCDACK.

A linha 101 RCDACK conduz um sinal de reconhecimento de dados do canal de recepção (RCDACK) a partir da VCU 17, 28 para a CCU 18, 29. O sinal RCDACK indica à CCU 18, 29 que os dados foram lidos a partir do registo RCDATA e que um outro "byte" pode ser transferido a partir da CCU 18, 29.

A linha 102 conduz um sinal de gravação de controlo do estado do canal de recepção (RCSCWR) a partir da CCU 18, 29 para a VCU 17, 28. O sinal RCSCWR regista a palavra de controlo no registo apropriado de controlo do codificador de sinais orais, determinado pelas linhas RCDDR. Os dados são introduzidos no registo no bordo saliente do sinal RCSCWR.

A linha 103 conduz um sinal de leitura de controlo do estado do canal (RCDCRD) a partir da VCU 17, 28 para a CCU 18, 29. O sinal RCSCRD faz com que a palavra de estado do codificador de sinais orais seja conduzida para o condutor comum RCDATA a partir do registo de estado designado pelas linhas RCADDR.

A linha 104 conduz um sinal de "bloco pronto" (BLOCKRDY) a partir da CCU 18, 29 para a VCU 17, 28. O sinal BLOCKRDY é usado para iniciar a transferência de um bloco de dados de 41 "bytes" a partir da CCU 18, 29 para o codificador de sinais orais especificado pelas linhas RCADDR. O sinal BLOCKRDY é usado pelo codificador de sinais orais para começar a temporização VCBP. A CCU 18, 29 deve então ter disponível um "byte" de dados no registo RCDATA, antes da passagem do bordo saliente do sinal BLOCKRDY.

A linha 105 conduz um sinal de anulação do codificador

de sinais orais do canal de recepção (RCVCRST) a partir da CCU 18, 29 para a VCU 17, 28. O codificador de sinais orais especificado pelas linhas RCADDR é anulado pelos sinais RCVCRST.

O "hardware" da VCU do canal de recepção recebe blocos de 41 "bytes" de dados de entrada provenientes da CCU 18, 29 durante um VCBTP como se mostra na fig. 20A. Depois do processamento dos dados de acordo com o "modem" momentâneo de funcionamento, os dados comprimidos de 8 "bytes" "μ-law" são transferidos, com uma velocidade de 8 KHz, para o módulo de "interface" STU do PBX. Um armazenamento de dados é executado dentro da VCU 17, 28 para simplificar as necessidades de entrada/saída da CCU 18, 29. Informações de controlo são conduzidas entre a VCU 17, 28 e a CCU 18, 29 através de um conjunto de portas de controlo e de estado para cada canal de recepção no início de um VCBTP como se mostra na fig. 18. Os seguintes modos de funcionamento são suportados pelos codificadores de recepção:

No modo externo a expansão da largura de banda dos sinais orais é executada a uma velocidade dos dados de entrada de 14,6 Mbps (328 "bites" cada 22,5 msec), e uma velocidade de dados de saída de 64 Kbps. Os dados de sinais orais podem também incluir tons de DTMF.

No modo interno, os sinais orais de 14,6 Kbps, comprimidos previamente, são conduzidos a partir da CCU 18, 29 através da VCU 17, 28 para o PBX 15 ou a STU 27. Visto o PBX 15 ou a STU 27 deverem receber dados de 64 Kbps, torna-se necessário um enchimento da corrente de dados. Os dados de saída de 64 Kbps consistem num padrão de "bytes" vazios (FF hex) até

que dados de sinais orais se tornem disponíveis a partir da CCU 18, 29. Sai então um "byte" de sincronização (55 hex), seguido pelos 41 "bytes" de dados processados previamente, depois dos quais continua o padrão de "bytes" vazios. A fig. 20A mostra um exemplo da temporização e do conteúdo de dados de entrada e de saída para uma modulação de 16 PSK.

No modo de silêncio, blocos de entrada de dados de sinais orais provenientes da CCU 18, 29 são consumidos mas não usados. Um padrão de saída (FF hex) de "bytes" vazios é mantido para o PBX 15 ou a STU 27 a fim de assegurar o silêncio da linha.

No modo de espera executam-se rotinas diagnósticas contínuas de "hardware" e o estado resultante é armazenado no registo de estado. Transferências de blocos para a CCU 18, 28 não ocorrerão até que o modo de funcionamento seja alterado por um pedido de bloco que corresponde a VCBTPA. A nova palavra de controlo (e modo de funcionamento) são lidos pelo codificador de sinais orais e a informação diagnóstica do estado é conduzida para a CCU 18, 29.

O "hardware" do canal de transmissão VCU recebe sinais PCM comprimidos de 8 "bytes" "μ-law" (a uma velocidade de amostragem de 8 KHz) provenientes da "interface" PBX/STU. Depois do processamento dos dados de acordo com o modo momentâneo de funcionamento, os dados de saída são transferidos para a CCU 18, 29 em blocos de 41 "bytes" durante um período de transferência do bloco do codificador (VCBTP) como se vê na fig. 19A. Uma armazenagem de dados é executada dentro da VCU 17, 28 a fim de simplificar as necessidades de entrada/saída da CCU 18, 29. Uma infor-

maçã o de contrôlo é conduzida entre a VCU 17, 28 e a CCU 18, 29 através de um conjunto de portas de contrôlo e de estado para cada canal de transmissão no início de um período VCBTP como se vê na fig. 17. Os seguintes modos de funcionamento são aguardados pelos codificadores de transmissão:

No modo externo, uma compressão da largura da banda de sinais orais é executada a uma velocidade de sinais de saída de 14,6 Kbps (328 "bites" cada 22,5 mseg). Dados de sinais orais processados são transferidos em blocos de 41 "bytes" para a CCU 18, 29. Os dados de sinais orais podem também incluir tons de som duplo de multi-frequência (DTMF).

No modo interno, dados de sinais orais processados previamente são conduzidos a partir do PBX 15 ou da STU 27 através da VCU 17, 28 e para dentro da CCU 18, 29. A corrente de dados de entrada de 64 Kbps consiste num padrão de "bytes" vazios (FF hex), num "byte" de sincronização (55 hex), em 41 "bytes" de sinais orais comprimidos e processados previamente, e em "bytes" vazios adicionais até ocorrer o próximo "byte" de sincronização. O codificador de sinais controla os dados de entrada para o "byte" de sincronização, o que ocorre num bordo limitador do "byte", e armazena então os 41 "bytes" de dados de sinais orais. O bloco de sinais orais é então transferido para a CCU 18, 29 durante o próximo período de VCBTP como foi atrás descrito. A fig. 20B mostra um exemplo da temporização e do conteúdo de dados de entrada e de saída para a modulação de 16-PSK. O segmento 1 no canal de saída é um "byte" de sincronização; e o segmento 2 é um "byte" de sinais orais processados. O segmento sombreado representa um padrão de "bytes" vazios. É de salientar que os "bytes" de sincronização e de dados de sinais orais não ocorrerão atra-

vés de bordos limitadores de VBCBP .

No modo de silêncio, os dados de sinais orais de entrada provenientes do PBX ou da STU 27 são consumidos mas não utilizados. Os 41 "bytes" de dados de sinais orais de saída para a CCU contêm um padrão de sinais orais silenciosos.

No modo de espera, rotinas diagnósticas contínuas de "hardware" são executadas e o estado resultante é armazenado no registo de estado. Transferências de blocos para a CCU 18, 29 não ocorrerão até o modo de funcionamento ser alterado por um pedido de bloco correspondendo a VCBTPA . A nova palavra de controlo (e modo de funcionamento) são lidos pela VCU 17, 28 e a informação diagnóstica de estado é conduzida para a CCU 18, 29.

Um quadro de codificador é definido de acordo com as necessidades de implementação do algoritmo RELP , mas o quadro deve ser um sub-múltiplo íntegro do período do bloco dos sinais orais codificados (VBCP), o que corresponde a 22,5 msec.

Devido ao facto de o PBX 15 e a STU 27 funcionarem assincronamente em relação à temporização interna do sistema, um meio de detecção, participando e compensando excessos e falhas de dados, deve ser incorporado no VCU 17, 28. Esta condição ocorre aproximadamente uma vez em cada 5000 períodos VBCP . Enquanto a detecção de excessos/falhas depende da implementação, a participação de erros desta natureza é efectuada pela palavra de estado. Falhas de dados podem ser compensadas repetindo a última amostra de sinais orais tal como é necessária e os excessos podem ser tratados não considerando a amostra ou as amostras de sinais orais tal como são necessárias.

Depois de uma anulação de qualquer (ou todos) os codificadores, o VCBTPA será o primeiro bloco transferido da CCU 18,

29, como se mostra na fig. 19A, por exemplo.

Unidade de Controlo do Canal (CCU)

A unidade de controlo do canal (CCU) executa funções semelhantes tanto nos postos de utente como no posto de base. O "hardware" usado nos dois tipos de posto para a função da CCU é, de facto, idêntico. O "software" no posto de utente difere ligeiramente do no posto de base. A CCU executa muitas funções pertencendo à formatização da informação e à temporização associadas com o funcionamento nos canais de transmissão com divisão do tempo. As entradas básicas para a CCU são provenientes de quatro fontes. Em primeiro lugar, há as amostras digitalizadas actuais que devem ser transmitidas. Estas amostra são transferidas para a CCU 18, 29 a partir da VCU 17, 28. (Fig. 2 e 3.) Estes dados podem ser amostras de sinais orais codificados ou amostras de dados provenientes da porta 10 de dados RS-232 na STU. (fig. 12). Em qualquer caso, os canais digitais funcionam a 16 Kbps. Quatro canais podem ser processados ao mesmo tempo pela CCU 18 quando estão funcionando no posto de base com todos os quatro canais de transmissão PSK de 16 níveis em funcionamento. A CCU 29 do posto de utente funciona apenas numa corrente, mas esta corrente pode ser situada em qualquer das quatro posições de fenda associadas com o esquema de quadros TDMA. A segunda entrada na CCU é conduzida através do canal de controlo da banda básica (BBC) a partir da STU 27 (no posto de utente) ou da RPU 20 (no posto de base). Esta segunda entrada proporciona recados de controlo pertencendo a informações de modos de funcionamento, de estado e de controlo. Muitos dos recados do BBC provenientes da CCU 18, 29 são recados de canal de controlo de rádio (RCC) que foram re-

cebidos pela CCU 18, 29. A CCU 18, 29 envia a informação de controlo a partir dos recados RCC para a STU 27 ou a RPU 20, e em resposta, recebe recados de controlo provenientes da RPU 20 ou da STU 27. Isto determina o que a CCU 18, 29 deve fazer com os dados provenientes da VCU 17, 28. A terceira fonte de entradas proporciona informação de temporização e de estado provenientes do "modem" 19, 30a. O "modem" 19 fornece o sinal do relógio principal usado na cadeia VCU-CCU-"modem". Além disso, o "modem" 19, 30a fornece informação de estado baseada na exactidão da sua sincronização seguindo os "bites" de ajustamentos do nível RF AGC e outros indicadores de "qualidade" que são usados pela CCU 18, 29 para determinar se comunicações adequadas e seguras estão a ocorrer através do canal. A CCU 18, 29 tenta controlar a "afinação fina" da operação do "modem" instantâneo 19, 30a através de comandos para fazer variar os níveis de potência da transmissão, os níveis de ACC e a computação de temporização/alcance. Medições do nível da qualidade de transmissões do "modem" são participadas à RPU 20 ou à STU 27. A quarta fonte de sinais de entrada são os dados do "modem" momentâneo, recebidos como símbolos contendo cada um até quatro "bites" (dependendo dos níveis de modulação). Estes símbolos são armazenados, "desmultiplexados" e conduzidos para fora para os circuitos de recepção da VCU 17, 28 para decodificação.

A fig. 21 representa um diagrama sinóptico da CCU. A arquitectura da CCU é essencialmente igual à dos canais de dados funcionando num só sentido e com acesso directo a uma memória (DMA), com um controlador inteligente do tipo de um micro-procesador. A função dos canais DMA é transferir dados a partir da VCU para o "modem" e vice-versa. A "interface" da CCU para

a VCU inclui dois condutores comuns paralelos DMA, um condutor comum TX 107 para o canal de transmissão (VCU para CCU para "modem") e um condutor comum RX 108 para o canal de recepção ("modem" para CCU para VCU). Os dois processados pelos circuitos de transmissão na VCU são armazenados na memória da VCU até a CCU requerer uma transferência DMA. Uma quantidade de 41 "bytes" é transferida para a CCU durante cada período de transferência de um bloco. Dois destes blocos são transmitidos por cada canal activo de sinais orais (até quatro canais de sinais orais no posto de base) por cada quatro TDMA. A CCU recebe estes "bytes" de transmissão através de um módulo de "interface" 100 para um codificador transmissor de sinais orais (TVCIM) e armazena os mesmos num módulo de memória 110 para transmissão. Dependendo do modo específico de funcionamento para o canal dado, um processador da CCU, incorporado num módulo micro-controlador (MCM) 111 comprehende um emissor controlador/sincronizador para os "bytes" de sinais orais codificados, dando assim forma a um conjunto completo de sinais orais para transmissão para o "modem" através de um módulo de "interface" 112 do "modem" transmissor. A memória MCM 111 mantém informação de temporização do quadro e transfere os dados para o "modem" no momento próprio. Antes de serem transferidos para o "modem" os dados de transmissão são convertidos pela MCM 111, a partir da forma de 8 "bytes" usada pela CCU, para uma forma de símbolos contendo 1, 2 ou 4 "bites" por símbolo, dependendo dos níveis de modulação para a fenda em causa.

O processo inverso é executado para os dados de recepção provenientes do "modem". Dados provenientes do "modem" são recebidos por um módulo de "interface" do módulo de recepção (RMIM)

114 e armazenados num módulo de memória de recepção (RMM) 115. Estes dados são então convertidos a partir do formato de 1, 2 ou 4 "bites" por símbolo, usado pelo "modem", para o formato em "bytes" de oito "bites" usado internamente pela CCU e todo o outro processamento de banda de base. Os "bites" adicionais globais e de controlo são separados da corrente de dados de entrada no condutor comum RX 108 pela memória MCM 111 de acordo com o seu conhecimento da temporização do quadro, que é proporcionado pelo "modem" a um módulo 116 de temporização do quadro (FTM), e com a sua própria identificação de várias palavras de código na corrente de símbolos. Os dados convertidos são fornecidos à VCU por intermédio de um módulo 117 da "interface" para um codificador de sinais orais recebidos (RVCIM).

A CCU proporciona também o controlo do nível da ligação para as transmissões do canal de controlo de rádio (RCC) tanto no posto de base como nos postos de utente. No posto de base, apenas uma CCU é configurada, pela RPU, como processando o canal RCC. A CCU controla a recepção e a formação de recados provenientes da RPU no posto de base para o controlador STU nos postos de utente. Esta função de controlo da CCU envolve a detecção e o controlo de erros nos recados do RCC assim como a formação e aglomeração da informação do RCC para transmissão através da ligação de rádio. A CCU detecta também colisões no canal RCC de entrada no posto de base. A CCU controla a potência e as computações de alcance para postos de utente que executam tentativas iniciais de aquisição. O protocolo para aquisição e outras funções do RCC foram descritos anteriormente.

A fig. 22 mostra a arquitectura funcional da CCU, implementada com "software". A CCU tem três caminhos separados para

dados: o condutor comum de transmissão TX 107, o condutor comum de recepção RX 108, e o condutor comum local de micro-controlador 119. O micro-controlador 111 participa o condutor comum TX 107 com um controlador 120 com acesso à memória (DMA) e mostra o condutor comum RX 108 com um controlador 121 de direcção DMA. O micro-controlador 111 usa estes condutores comuns distantes para controlar os periféricos do controlador DMA, os registos 122 de controlo do estado e para ter acesso tanto à memória 110 de armazenagem de transmissão como à memória 114 de armazenagem de recepção. Os registos 122 de controlo e de estado do condutor local 119 do micro-controlador proporcionam "interfaces" para a RPU, o "modem" e o "hardware" da CCU. Uma ligação 123 RS-232C entre a RPU e a CCU é suportada por um UART no "chip" 111 do micro-controlador. No posto de utente, a RPU é substituída pela STU, mas a "interface" é a mesma.

O micro-controlador 111 tem acesso a três áreas RAM fisicamente separadas: a RAM local, o armazém de transmissão e o armazém de recepção. A RAM local pode ainda ser mais sub-dividida numa RAM no "chip" e numa RAM fora do "chip". O armazém de transmissão e o armazém de recepção têm apenas acesso pelo micro-controlador quando o respectivo controlador DMA está em va-zio.

O armazém de transmissão 110 é dividido num número de segmentos distintos. Cada segmento contém o esqueleto de um conjunto de sinais orais, ou de RCC, pronto para a transmissão através do canal. O preâmbulo e a palavra única (só RCC) são constantes inicializadas pelo micro-controlador 111 depois de uma modulação da CCU. A palavra de código (só sinais orais), os dados de sinais orais e os dados de RCC são colocados no armazém de trans-

missão 110 pelo micro-controlador imediatamente antes da transferência de DMA para o "modem" 19, 30a. Visto que o "ACK nulo" do RCC é um recado fixo enviado com uma frequência elevada, é armazenado como uma entidade separada no armazém de transição 110.

O armazém de recepção 115 é dividido num número de segmentos distintos. Um segmento serve para a armazenagem de dados de sinais orais, que são armazenados e transferidos com base num bloco VCU. Dados de RCC são armazenados separadamente de dados de sinais orais a fim de tornar possível a sua retenção durante um intervalo de tempo mais longo. Se for necessário, o micro-controlador 111 pode manter uma história de dois quadros RCC no armazém de recepção 115, tornando a tarefa de copiar o RCC (desde o armazém até à RAM local) num acontecimento menos crítico quanto ao tempo.

A RAM contém as variáveis de trabalho usadas pelo micro-controlador 111. Uma estrutura importante de dados, nela armazenada, suporta o canal de controlo da banda de base (RCC) entre a CCU e a RPU. Uma série de registos da RAM local serve para formar informações básicas em fila para o processador RS-232C interrompido. Um ponteiro e um campo comprido nesta série definem o bloco activo de transmissão de dados (TXDB), a partir do qual os dados são lidos e transmitidos. O TXDB contém informação de comprimento e de ponteiro para o próximo TXDB na fila, formando assim uma lista ligada. No lado da recepção, um armazém circular é usado para armazenar "bytes" de dados de entrada. Quando foi recebido um recado completo, o processador interrompido coloca um sinal de aviso para interpretar o código de série.

O micro-controlador 111 usa o seu condutor comum local 119 para obter acesso ao "modem", à RPU e aos registos CCU 122 de

contrôlo e de estado, o condutor comum também proporciona acesso, por intermédio dos circuitos lógicos de isolamento 124 e 125, ao condutor comum TX 107 e ao condutor comum RX 108, respectivamente. A fim de evitar colisões, os condutores comuns 107 e 108 têm somente acesso ao micro-controlador 111 quando o controlador DMA 120 ou 121 respectivo estiver no estado vazio.

A CCU e a RPU têm comunicação entre si por intermédio de uma ligação 123 e através de uma "interface" totalmente duplex RS-232C, chamada o canal de controlo da banda básica (BBC). Os caracteres assíncronos são binários de 8 "bites" e são transmitidos a 9600 "baud". Um "bite" de arranque e um "bite" de paragem são usados para a formação de "bytes" de dados. Recados são terminados por um "byte" único com espaçamento para evitar que o "byte" único se encontre dentro de um recado. Um protocolo de "bites" alternados e uma soma de controlo de 8 "bites" são usados para assegurar a integridade da ligação.

Duas interrupções externas são suportadas pelo micro-controlador. Uma é gerada pelo controlador 120 de transmissão DMA e a outra é gerada pelo controlador 121 de recepção DMA. Estas interrupções ocorrem quando o respectivo controlador 120, 121 completa a transferência do seu bloco e, consequentemente, deixando o controlo do seu condutor comum ao micro-controlador 111.

A "interface" ECC é accionada por uma interrupção interna. O "software" é interrompido quando da recepção ou transmissão de um "byte".

No posto de base, o micro-controlador 111 da CCU é responsável pelo controlo total de todo o caminho de dados de 4 canais a ele designado, o que inclui a VCU 17, 28, a CCU 18, 29, o "modem" 10, 30a e a RFU 20, 31a. No posto de utente, o micro-

-controlador 111 controla totalmente o mesmo "hardware", mas suporta somente um caminho de dados. A CCU, por sua vez, é controlada pela RPU (no posto de base) ou pela STU no posto de utente.

A CCU fornece à VCU a informação acerca do modo de funcionamento. As alterações do modo ocorrem somente nos bordos limitadores de fendas. Durante a operação de compressão de sinais orais, a CCU fornece também uma informação sobre a posição do bloco VCU dentro da fenda do sistema (há dois blocos VCU em cada fenda do sistema). O endereçamento da VCU é estabelecido pela CCU antes de uma transferência de dados, que executa a tarefa de MUX/DEMUX. O estado da VCU é lido pela CCU depois de cada transferência de um bloco e estatísticas apropriadas são mantidas pela CCU. A CCU pode também iniciar uma anulação do "hardware" da VCU e/ou uma VCU.

O micro-controlador 111 fornece o nível momentâneo da modulação a um conversor 126 de símbolo em "byte" no condutor comum RX 108 e um conversor 127 de "byte" em símbolo no condutor comum TX 107.

O "modem" é munido de informação acerca do tipo de dados que estão a ser recebidos, RCC ou sinais orais, devido aos diferentes processos de aquisição usados na recepção deles. O "modem" fornece à CCU um desencontro fraccional do relógio, o nível AGC e o valor da qualidade da ligação em cada fenda. A designação da frequência à CCU é executada pela RPU ou STU. A CCU controla a iniciação de uma anulação do "hardware" do "modem", um auto-teste ou modo de treino do lado da recepção.

A CCU trata de uma corrente de dados totalmente duplex através dos condutores comuns de transmissão e de recepção 107 e 108. Durante um intervalo de tempo dado de uma fenda, os dados de

sinais orais de transmissão provenientes da VCU são transferidos em bloco para o armazém de transmissão 110 por intermédio do controlador 121 de transmissão DMA. Cada bloco tem o comprimento de um bloco da VCU; consequentemente, duas destas transferências são necessárias para cada canal de sinais orais. A CCU fornece à VCU o endereço apropriado do canal antes da transferência, efectuando assim a operação multiplex.

Uma palavra de preâmbulo e código, armazenada no armazém de transmissão 110, é enviada à entrada dos dados da VCU no começo de cada fenda. O DMA de transmissão transfere dados provenientes do armazém de transmissão para o FIFO 128 que arranca novamente o relógio, enquanto o "modem" recebe dados do armazém FIFO conforme for requerido. Uma conversão de "byte" para símbolo é efectuada pelo conversor de "byte" para símbolo 127 durante a transferência. O controlo do periférico DMA de transmissão é efectuado pelo micro-controlador, juntamente com a criação e inserção da palavra de código do conjunto de sinais orais.

A corrente de dados de recepção é muito semelhante a uma imagem simetricamente inversa do lado de transmissão. Gravaram-se dados no FIFO 129 que arranca novamente o relógio à medida que os mesmos aparecem provenientes do "modem" 19, 30a. O controlador DMA 121 de recepção esvazia o FIFO 129 para dentro do armazém de recepção 115, consoante as necessidades. A conversão de símbolo-para-"byte" é efectuada pelo conversor de símbolo-para-"byte" 126 e a temporização do quadro é efectuada pelo circuito de relógio 130. Um alinhamento dos bordos limitadores dos "bytes" tem lugar automaticamente uma vez que o canal esteja em sincronização. Uma vez um bloco VCU completo recebido, o mesmo é transferido co-

mo um bloco DMA para a VCU apropriada. O controlo do controlador DMA de recepção é efectuado pelo micro-controlador 111.

A detecção da palavra de código é executada para cada fenda. O micro-controlador 111 executa esta tarefa copiando o "byte" da palavra de código na memória RAM local e comparando-a com uma lista de palavras de código válidas. Durante cada fenda o "modem" 19, 30a proporciona um desencontro fraccional dos símbolos e um valor AGC. Estes são lidos pelo micro-controlador 111 e interpretados apropriadamente. Se houver problemas de potência ou de alcance, o posto de utente é informado deste facto por intermédio da palavra de código de transmissão.

Os dados RCC de transmissão são sintetizados no armazém de transmissão 110 pela CCU, de acordo com os conteúdos da fila de recados RCC. Se a RPU tem enviado um recado RCC para a CCU, este é formatizado no armazém de transmissão 110. Caso contrário, usa-se o recado CONHECIMENTO NULO, armazenado permanentemente no armazém de transmissão 110. Uma vez o conjunto RCC pronto, o preâmbulo RCC, a palavra única e os dados de RCC são transferidos pelo DMA para o "modem" 19, 30a, na medida em que é necessário. A CCU executa uma detecção de colisões e ajusta correctamente o "bite" de detecção de colisão de RCC enviado para fora.

O processador de dados RCC de recepção tem dois modos de funcionamento: "busca de quadro" e "contrôle". No modo de busca de quadro, o canal RCC é considerado como estando fora de sincronização. Cada recado RCC de entrada deve ser sincronizado usando um algoritmo de detecção da palavra única. No modo de "contrôle", o canal RCC está em sincronismo e o algoritmo de detecção da palavra única não é usado. O posto de base está sempre

no modo de "busca de quadro" visto que podem introduzir-se utentes com má temporização em qualquer momento. No posto de utente o processador de dados RCC está no modo de "contrôle" a menos que o posto não tenha adquirido o sincronismo do RCC.

No modo de busca de quadro, a detecção da palavra única (UW) é executada depois de cada fenda no RCC. O micro-controlador lll executa esta tarefa buscando a palavra única numa janela na região do local "nominal" da palavra única. Uma detecção da palavra única com êxito proporciona à CCU uma informação da temporização do símbolo.

Os dados recebidos do RCC são transferidos pelo DMA a partir do "modem" 19, 30a para o armazém de recepção 115. Uma vez a transferência completa, os dados do RCC são copiados para dentro do micro-controlador RAM para processamento. Os conjuntos de dados de RCC de recepção são filtrados pela CCU. Um conjunto do RCC é conduzido para a RPU somente quando a palavra única é detectada e o CRC é correcto.

Durante a operação do RCC, o canal VCU correspondente está à espera. Nenhuma transferência de dados ocorre entre a VCU e a CCU durante este período do canal, tanto nos caminhos de transmissão como nos de recepção 107, 108.

O "software" funciona num micro-controlador lll "Intel" 8031. O armazenamento do programa é executado pelo EPROM externo no condutor comum local do micro-controlador. O "software" é necessário para responder a pedidos de serviço do DMA em tempo real, mantendo uma corrente de dados até 64 Kbps em ambos os sentidos sem perda de dados. O armazenamento em FIFO pelas pilhas 128 e 129 na "interface" do "modem" proporciona o tempo livre ne-

cessário para o micro-controlador 111 a fim de executar as transferências dos blocos de DMA e funções de contrôlo do sistema.

O "software" é dividido em 5 módulos separados: supervisor, transferência de dados, transmissor/receptor BCC, controlo BMM e utilidade. Cada módulo é configurado de modo a ter apenas um ponto de entrada e de saída, com a excepção de interrupções e condições de erro. Ainda uma outra excepção é o módulo de utilidade que contém uma variedade de rotinas de utilidade com acesso directo pelos outros módulos. Em geral, as comunicações inter-modulares ocorrem por intermédio do uso de variáveis globais definidas num segmento separado de dados.

O módulo supervisor inclui uma função de inicialização, mantém um controlo global do programa e executa funções básicas de auto-teste.

O módulo de transferência de dados suporta o controlo de transferência de dados através do condutor comum TX 107 e o condutor comum RX 108 tanto para sinais orais como para RCC, executa uma detecção da palavra de sincronização para todos os níveis de modulação tanto para sinais orais e dados do RCC, e suporta o elo de comunicação 123 de CCU-RPU RS-232.

O módulo de transmissor/receptor BCC executa tarefas de transmissor/receptor, manipula as filas de BCC, formata recados BCC de transmissão, processa dados BCC de recepção e desloca da dos RCC para dentro e para fora da CCU por intermédio do BCC.

O módulo de controlo do BMM controla o "hardware" da RFU, do "modem", da VCU e da CCU através de registos, lê e interpreta informação do estado proveniente destes dispositivos (por ex. ambiguidade de "modem" ACC, qualidade da ligação e de símbolos), descodifica palavras de código embebidas no canal de recep-

ção de sinais orais, formata a palavra de código para o canal de transmissão de sinais orais, mantém um temporizador "software" "hardware" em tempo real, e executa auto-testes em linha.

O módulo de utilidade executa várias rotinas de utilidade às quais os outros módulos têm acesso.

O "hardware" CCU é dividido em 4 processos separados que essencialmente funcionam ao mesmo tempo. Três destes processos de dados BCC, de TX DMA e de RX DMA, que são accionados com interrupções e são envolvidos somente quando um acontecimento específico chama a atenção. Todos os três dos processos accionados por acontecimentos estão situados no módulo de transferência de dados. O restante processo, que é distribuído entre todos os módulos, é um processo antecedente que inicializa, controla e verifica os outros três processos.

Os recados de BCC chegam a partir da RPU (ou da STU no posto de utente) e são recebidos e armazenados pelo processo de dados BCC. Uma vez que um recado completo tenha sido recebido, o processo de dados BCC notifica o processo antecedente por intermédio de uma caixa de correio. O processo antecedente investiga esta caixa de correio durante o seu circuito principal, e detecta assim quaisquer novos recados. Os recados são interpretados pelo processo antecedente e uma acção relevante é exercida. Qualquer resposta é introduzida na fila de recados BCC de transmissão pelo processo antecedente e o processo de dados BCC é devidamente notificado.

Os recados de BCC podem iniciar uma re-configuração dos canais de dados CCU. A necessária informação de controlo é introduzido no modem 19, 30a e na VCU 17, 28 nos momentos oportunos. O modem actua numa nova palavra de controlo nos bordos li-

mitadores de fendas. A VCU aguarda a ocorrência de modificações do modo quando da primeira transferência de um bloco VCU de um bordo limitador de uma fenda. O processo antecedente é responsável pela verificação que a temporização de controlo correcta seja mantida.

A recolha do estado é executada pelo processo antecedente TX DMA e o processo RX DMA. Os últimos dois mencionados recolhem palavras de estado provenientes respectivamente dos lados TX e RX da VCU. Isto é necessário porque estes registo de estado só têm acesso através do condutor comum TX 107 e o condutor comum RX 108, que estão vazios só durante um intervalo de tempo limitado. O processo anterior recolhe a informação de estado directamente do modem 19, 30a através dos registo de estado 122 no condutor comum local 119. Uma vez recolhida, toda a informação de estado é recolhida pelo processo antecedente e armazenada em variáveis específicas de estado. Pedidos de estado recebidos da RPU são manipulados pelo processo anterior, com base nesta história do estado.

Alguma informação de estado, como o valor AGC e o desencontro fraccional de "bites", pode necessitar de uma acção da CCU. Além de ser armazenada como história de estado, uma tal informação é usada para corrigir problemas de utente acerca de potência e alcance. No caso de recados RCC, a informação de potência e de alcance é enviada directamente para a RPU como parte da RCC. O processo anterior executa esta função formatando um recado BCC contendo os dados de RCC, de AGC e de alcance. Uma vez o conjunto pronto, o mesmo é colocado na fila de transferência BCC e o processo dos dados BCC é notificado. Para canais de sinais orais, esta informação de estado é usada para formatar palavras de código que são embebidas em conjuntos de sinais orais dirigidos para fo-

O processo anterior recolhe a informação de estado directamente do modem 19, 30a através dos registos de estado 122 no condutor comum local 119. Uma vez recolhida, toda a informação de estado é recolhida pelo processo antecedente e armazenada em variáveis específicas de estado. Pedidos de estado recebidos da RPU são manipulados pelo processo anterior, com base nesta história do estado.

Alguma informação de estado, como o valor AGC e o desencontro fraccional de "bites", pode necessitar de uma acção da CCU. Além de ser armazenada como história de estado, uma tal informação é usada para corrigir problemas de utente acerca de potência e alcance. No caso de recados RCC, e informação de potência e de alcance é enviada directamente para a RPU como parte da RCC. O processo anterior executa esta função formatando um recado BCC contendo os dados de RCC, e de alcance. Uma vez o conjunto pronto, o mesmo é colocado na fila de transferência BCC e o processo dos dados BCC é notificado. Para canais de sinais orais, esta informação de estado é usada para formatar palavras de código que são embebidas em conjuntos de sinais orais dirigidos para fora. O processo anterior executa esta função de formatação e controla a transmissão da palavra de código através do canal de sinais orais. Todas as palavras de código devem ser transmitidas numa fila de cinco quadros, proporcionando um código de redundância de 5:1. O processo TX DMA transmite automaticamente a palavra de código seleccionada pelo processo anterior.

O processo anterior mantém também um relógio de tempo real de "software"/"hardware". Isto é feito investigando um dos temporizadores do 8031 e contando os excedentes. A função de relógio de tempo real proporciona uma base de tempo para períodos limitados

dos de "software" e outros acontecimentos dependentes do tempo. O processo anterior verifica que a temporização do sistema está a ser mantida, investigando indicadores de erros de "hardware" CCU e verificando que os acontecimentos de transferência de dados ocorrem no momento devido no quadro do sistema. A informação sobre formação de quadros no sistema é proporcionada por meio do arranque da linha de estado dos quadros do sistema e um temporizador ligado ao relógio 130 de 16 KHz. A sincronização dos dados é executada pelo processo anterior.

O processo de dados BCC responde a interrupções de RS-232, que podem ocorrer tanto para o sentido de transmissão como o de recepção da porta. O processo simplesmente faz sair um outro "byte" do lado de transmissão ou faz entrar um outro "byte" no lado de entrada. Um delimitador de fim-de-recado no lado de recepção faz com que a rotina de dados BCC notifique o processo anterior.

O processo TX DMA e o processo RX DMA manipulam os canais DMA de transmissão e de recepção.

Uma descrição passo-a-passo da função de transferência de dados controlada pelo "software" é dada a seguir. Os acontecimentos no processo de transferência de dados são marcados por interrupções no controlador DMA. A interrupção ocorre depois de o controlador DMA ter completado a transferência de bloco designada. Cada travessia tem início no começo de uma transferência de dados de fenda. As fig. 23 e 24 ilustram as descrições dadas nesta secção. A fig. 23 é um diagrama de temporização para a transferência de dados de sinais orais de RCC e de 16 PSK para o condutor comum de transmissão da CCU. A fig. 24 representa um diagrama de temporização para a transferência de dados de RCC e de 16 PSK

para o condutor comum de recepção da CCU. Os Quadros 13 e 14 descrevem as características dos símbolos de tempo mostrados nas fig. 23 e 24 respectivamente.

Quadro 13

Símbolo e tempo	Operação	Máximo (μs)	Mínimo (μs)	Tipo (μs)
t_S	Formação de DMA CCU	150	---	100
t_{VCB}	transferência da VCU para DMA	600	---	100*
t_{RCC}	transferência RCC a partir da CCU	---	---	900
t_{M0}	bloco de "modem" TX de RCC	---	10350	10350
t_{M2}	primeiro bloco do "modem" Tx	---	4300	4300*
t_{M3}	segundo bloco do bloco Rx	---	4225	4825*

Quadro 14

Símbolo e tempo	Operação	Máximo (μs)	Mínimo (μs)	Tipo (μs)
t_S	Formação de DMA CCU	150	---	100
t_{VCB}	transferência da VCU para DMA	600	---	100*
t_{M0}	primeiro bloco de "modem"	---	5225	5825*
t_{M1}	segundo bloco de "modem" Tx	---	4225	4825*
t_{M2}	bloco de "modem" Rx de RCC	---	5600	5800*
t_{RCC}	transferência RCC para CCU	---	---	900

* Baseado em RELP VCU

Função de Transmissão - Sinais de RCC

1. Recepção de uma interrupção "fim de transferência de TX DMA". Isto assinala que o processamento da fenda prévia está completo e que o processamento da próxima fenda pode começar. O processo TX DMA é envolvido.
 - a. Formular informação do canal de controlo e de mudança de modulação. Esta informação é necessária para o "modem" 19, 30a e o convertedor 127 "byte para símbolo"
 - b. Formatar qualquer recado RPU RCC presente no armazém de transmissão 110. Caso contrário, preparar e enviar o recado de "reconhecimento nulo"
 - c. Inicializar e possibilitar uma transferência DMA a partir do armazém de transmissão 110 para o "modem" 19, 30a

indicando o preâmbulo RCC , a palavra única e o bloco de dados RCC .

d. Regresso a partir da interrupção e procedimento com o processamento antecedente.

Função de Transmissão - Sinais Orais

1. Recepção de uma interrupção "fim de transferência de TX DMA".

Isto assinala que o processamento da fenda prévia está completo e que o processamento da próxima fenda pode começar.

O processo TX DMA é envolvido.

a. Formular informação do canal de sinais orais e de mudança de modulação para a próxima fenda. Esta informação é necessária para o "modem" 19, 30a e o convertedor 127 "byte-para-símbolo".

b. Seleccionar um endereço de porta da VCU e possibilitar uma transferência DMA a partir da VCU para o armazém de transmissão 110.

c. Formular a palavra de controlo de VCU.

d. Interromper VCU para iniciar a transferência.

e. Regresso a partir da interrupção e procedimento com o processamento antecedente.

2. Recepção de uma interrupção "fim de transferência de TX DMA".

Isto assinala a transferência da VCU para o armazém de transmissão está completa.

O processo TX DMA é envolvido.

a. Ler a palavra de estado de VCU.

b. Formular a palavra de código para o armazém de transmissão 110.

c. Inicializar e possibilitar uma transferência DMA a

partir do armazém de transmissão 110 para o "modem" 19, 30a indicando o preâmbulo de sinais orais, a palavra úni ca e o bloco de dados de sinais orais.

d. Regresso a partir da interrupção e procedimento com o processamento antecedente.

3. Recepção de uma interrupção "fim de transferência de TX DMA". Isto assinala que a transferência da primeira metade de fenda a partir do armazém de transmissão 110 para o "modem" 19, 30a está completa. O processo TX DMA é envolvido.

a. Seleccionar um endereço de porta de VCU e possibilitar uma transferência DMA a partir da VCU para o armazém de transmissão VCU.

b. Formular a palavra de código para o armazém de transmisão 110.

c. Inicializar e possibilitar uma transferência DMA a partir do armazém de transmissão 110 para o "modem" 19, 30a indicando o preâmbulo de sinais orais, a palavra úni ca e o bloco de dados de sinais orais.

d. Regresso a partir da interrupção e procedimento com o processamento antecedente.

3. Recepção de uma interrupção "fim de transferência de TX DMA". Isto assinala que a transferência da primeira metade de fenda a partir do armazém de transmissão 110 para o "modem" 19, 30a está completa. O processo TX DMA é envolvido.

a. Seleccionar um endereço de porta de VCU e possibilitar uma transferência DMA a partir da VCU para o armazém de transmissão VCU .

b. Formular a palavra de controlo da VCU.

4.

- c. Interromper a VCU para iniciar a transferência.
- d. Regresso a partir da interrupção e procedimento com o processamento antecedente.

4. Recepção de uma interrupção "fim de transferência de TX DMA". Isto assinala que a transferência da VCU para o armazém de transmissão está completa. O processo TX DMA é envolvido.

- a. Ler a palavra de estado de VCU .
- b. Inicializar e possibilitar que o controlador 120 DMA faça uma transferência do armazém de transmissão para o "modem"
- c. Regresso a partir da interrupção e procedimento com o processamento antecedente.

Função de Recepção - RCC

1. Recepção de uma interrupção "fim de transferência de RX DMA". Isto assinala que o processamento da fenda prévia está completo e que o processamento da próxima fenda pode começar. O processo RX DMA é envolvido.

- a. Preparação para modulação BPSK . Esta informação é necessária para o convertedor 126 "símbolo para byte". O "modem" 19, 30a já terá recebido esta informação neste momento.
- b. Inicializar e possibilitar uma transferência DMA a partir do "modem" 19, 30a para o armazém de recepção 115 para o recado RCC .
- c. Regresso a partir da interrupção e procedimento com o processamento antecedente. Um cálculo do ACC e o processamento da ambiguidade do "bite" de sincronização devem ocorrer neste momento.

2. Recepção de um interrupção "fim de transferência de RX DMA".

Isto assinala que a transferência RCC a partir do "modem" 19,30a para o armazém de recepção 115 está completa. O processo RX DMA é envolvido.

- a. Copiar RCC na memória RAM local.
- b. Regresso a partir da interrupção e procedimento com o processamento antecedente. Preparação para enviar o RCC recebido para a RPU quando uma palavra única é detectada e a soma de controlo está correcta.

Função de Recepção - Sinais Orais

1. Recepção de uma interrupção "fim da transferência RX DMA".

Isto assinala que o processamento da fenda prévia está completo e que o processamento da próxima fenda pode começar. O processo RX DMA é envolvido.

- a. Preparação para dados de sinais orais com modulação correcta. Esta informação é necessária para o convertedor 126 de "símbolo para bite". O "modem" já terá recebido esta informação neste momento.
- b. Inicializar e possibilitar uma transferência DMA a partir do "modem" 19, 30a para o armazém de recepção para a primeira metade da fenda de dados de sinais orais.
- c. Regresso a partir da interrupção e procedimento com o processo antecedente. Um cálculo do ACC e o processamento da ambiguidade do "bite" de sincronização devem ocorrer neste momento.

2. Recepção de uma interrupção "fim da transferência RX DMA".

Isto assinala que a transferência da primeira metade de fenda a partir do "modem" 19, 30a para o armazém de recepção 115 está completa. O processo BX DMA é envolvido.

- a. Seleccionar um endereço de uma porta VCU e possibilitar uma transferência DMA a partir do armazém de recepção 115 para a VCU. Interromper a VCU para iniciar a transferência.
- b. Regresso a partir da interrupção e procedimento com o processamento antecedente.

3. Recepção da interrupção "fim da transferência RX DMA". Isto assinala que a transferência da primeira metade de fenda a partir do armazém de recepção 115 para a VCU está completa. O processo RX DMA é envolvido.

- a. Inicializar e possibilitar que o controlador 121 DMA faça uma transferência de "modem" para o armazém de recepção para a segunda metade da fenda.
- b. Regresso a partir da interrupção e procedimento com o processamento antecedente.

4. Recepção de uma interrupção "fim da transferência RX DMA". Isto assinala que a transferência da segunda metade da fenda a partir do "modem" 19, 30a para o armazém de recepção 115 está completa. O processo TX DMA é envolvido.

- a. Seleccionar um endereço de porta VCU e possibilitar uma transferência DMA a partir do armazém de recepção 115 para a VCU .
Interromper VCU para iniciar a transferência.
- b. Regresso a partir da interrupção e procedimento com o processamento antecedente.

Execução do "software" da CCU.

A execução do programa do "software" começa como resul

tado de uma anulação do "hardware" e o fluxo começa no "módulo" supervisor. O módulo supervisor trata de qualquer inicialização de "hardware" e "software" antes de entrar num circuito principal de serviço. O "módulo" supervisor executa algumas funções básicas de auto-teste depois de uma anulação de "hardware" e a pedido da RPU. O circuito principal de serviço tem acesso aos outros módulos em sequência. A configuração do módulo supervisor é tal que as tarefas sejam subdivididas em partes de tempo convenientes, garantindo que o circuito principal de serviço tenha uma periodicidade razoável para o caso pior. Tarefas necessitando de uma resposta de tempo real são tratadas por intermédio de rotinas de serviço de interrupção.

Cada rotina de serviço de interrupção executa o mínimo de processamento para satisfazer o pedido de serviço. Isto é feito para conservar a natureza de série da execução de um programa tanto quanto possível e para minimizar a formação de filas de interrupções. Tipicamente, uma rotina de serviço de interrupção transferirá dados para uma "interface" ou a partir desta, e formulará um sinal de "bite" para indicar que a acção foi executada. O código executado em série, com acesso ao circuito principal de serviço, procede então para processar a informação que é necessária.

O micro-controlador 111 da CCU é um dispositivo de fluxo de dados por os acontecimentos do "software" serem accionados pela chegada e pela saída de dados. Uma temporização exacta do sistema proporciona o quadro para este fluxo de dados; no entanto, acontecimentos do "software" são derivados directamente do fluxo de dados e não a partir de marcadores do quadro do sistema. Esta aproximação permite que o "software" responde a acontecimentos

"reais" (tais como pedidos de dados I/O) e não de acontecimentos artificiais (tais como marcadores de temporização do sistema).

O "software" é suportado pelo "hardware" para converter as acções assíncronas do primeiro em acontecimentos que são síncronos com a temporização dos quadros do sistema. Para que isto funcione é necessário que o "software" garanta ter os acontecimentos iniciados e prontos antes da ocorrência do acontecimento do quadro do sistema.

É, portanto evidente que, enquanto o "software" da CCU não está carregado pesadamente, é procurado para responder a acontecimentos e para completar certas tarefas dentro de uma quantidade limitada de tempo. Este processamento de tempo real é accionado por interrupções e precisa portanto de um cuidado considerável na sua configuração. Há quatro acontecimentos de tempo real que se contrariam potencialmente entre si, que são exigidos do micro-controlador; transmitir serviços de DMA, receber serviços de DMA, transmitir serviços de RS-232 e receber serviços de RS-232. As interrupções de RS-232 têm a prioridade mais baixa, visto que as mesmas ocorrem a uma velocidade máxima de um por cada milissegundo. O "software" é configurado de tal modo que a limitação de tempo a um milissegundo não seja violada. Os tempos de resposta para dados de sinais orais e de RCC serem tratados são mais críticos e uma discussão dos mesmos é dada a seguir.

A temporização relativa para as transferências de dados nos condutores comuns de transmissão e de recepção é mostrada nas fig. 23 e 24. Os diagramas são traçados aproximadamente a uma certa escala e mostram um ambiente de temporização para um caso pior. A natureza de múltiplex no tempo dos condutores comuns de transmis-

são e de recepção é claramente ilustrada pelos diagramas. As cruzes mostradas nos caminhos de transmissão e de recepção correspondem à actividade do micro-controlador no respectivo condutor comum (tS, tRCC). Durante este tempo, o respectivo controlador DMA 120, 121 está ~~em~~ vazio. Os curtos intervalos de tempo entre as preparações do controlador DMA (tVCB) correspondem a transferências de blocos VCU. Durante este tempo, o controlador DMA é dedicado à respectiva VCU. Para a restante parte do tempo (tM0, tM1, tM2, tM3) o controlador DMA 120, 121 é dedicado a serviços à "interface" do "modem".

As pilhas FIFO 128, 129, que ajusta novamente o relógio, na "interface" do "modem" criam a limitação primária da temporização que é implícita nos diagramas de temporização. As pilhas FIFO mantêm 16 símbolos, proporcionando um tempo de armazenamento de 1 milissegundo antes de uma falha (TX) ou um excesso (RX). Durante este milissegundo, a CCU pode usar os condutores comuns 107, 108 de transmissão ou recepção para completar transferências de blocos para a VCU ou a partir da mesma, ou para copiar dados RCC na memória RAM local.

Quando da sua ligação à potência, o "software" da CCU executa um auto-teste interno e coloca a VCU, o "modem" e a RFU nos seus estados de erro. O micro-controlador 111 controla a temporização do quadro do sistema e começa a executar transferências de blocos para tornar possível que a CCU obtenha sincronismo. Uma vez as transferências de dados iniciadas, o micro-controlador 111 usa a extremidade de DMA da interrupção do bloco e fim de reter a temporização do sistema. Esta interrupção está ligada directamente à produção de dados pela CCU e, assim, ao relógio 130 de 16 KHz símbolos. A VCU retém a temporização do sistema

implicitamente por meio de pedidos de transferência DMA gerados pelo micro-controlador 111 como resultado da interrupção do fim do bloco. O micro-controlador 111 continua a controlar a temporização do quadro para assegurar que o próprio funcionamento seja mantido.

No posto de utente, o arranque do sistema causa também uma sincronização de rádio. Isto é executado localizando o RCC e derivando deste a temporização do sistema. Uma vez a temporização do sistema estabelecida, o micro-controlador 111 estabelece a temporização das transmissões de acordo com o posto de base.

O módulo de transferência de dados suporta os acontecimentos de tempo real e de transferências de dados antecedentes na CCU. As transferências de dados recebem serviços para o caminho de dados de recepção, o ECC de transferência e o RCC de recepção. Todas estas tarefas são acontecimentos accionados por interrupções exigindo respostas em tempo real. O módulo também executa a aquisição e o controlo da sincronização como uma tarefa antecedente.

O dispositivo que trata o caminho dos dados de transmissão é envolvido quando o controlador 120 de transmissão DMA necessita de serviço. Isto ocorre tipicamente a seguir a uma transferência DMA de um bloco, momento este em que o periférico DMA envolve uma extremidade de uma interrupção de uma transferência de "fim de bloco". A interrupção é recebida numa das duas linhas externas de interrupção do micro-controlador 111 do tipo Modelo 8031. O serviço exigido pela interrupção depende do tipo de transferência de dados, RCC ou sinais orais, e do tempo de ocorrência dentro da fenda.

A interrupção do caminho de dados de transmissão ocorre

em momentos previstos durante cada período de fenda. Os momentos e as durações das interrupções são mostradas nas fig. 23 e 24. Em cada ocorrência, o micro-controlador 111 deve inicializar o periférico DMA para a próxima transferência de bloco. Esta operação deve ser executada dentro de $150 \mu s$ a partir do pedido de interrupção até à completação da mesma. No caso de dados RCC, o primeiro pedido de serviço exige que o micro-controlador 111 formate o recado RCC no armazém de transmissão 111 antes da transferência DMA. Esta operação deve ser completada dentro de $900 \mu s$. Visto que as operações no caminho são usualmente curtas e exigem uma resposta rápida, a interrupção recebe a prioridade mais elevada.

O único sinal de saída do dispositivo que trata as interrupções do caminho de dados de transmissão é a palavra de estado da VCU recolhida depois da transferência do bloco. Esta palavra de estado é analisada pelo "software" dentro do módulo de controlo BBM.

O dispositivo que trata do caminho de dados de recepção é envolvido quando o controlador 121 de recepção DMA precisa de serviço. Isto ocorre tipicamente a seguir a uma transferência de bloco DMA, momento em que o periférico DMA envolve uma interrupção de transferência de "fim do bloco". A interrupção é recebida numa das duas linhas externas de interrupção do micro-controlador do tipo 8031. O serviço a ser prestado pela interrupção depende do tipo de transferência de dados, RCC ou sinais orais, e do tempo da ocorrência dentro da fenda.

A interrupção do caminho de dados de recepção ocorre em momentos previstos durante cada período de fenda. Os momentos e

as durações das interrupções são mostrados nas fig. 23 e 24.

Em cada ocorrência, o micro-controlador 111 deve inicializar o controlador 121 DMA para a próxima transferência de bloco. Esta operação deve ser executada dentro de 150 μ s a partir do pedido de interrupção até à completação da mesma, se a inicialização do DMA for a única tarefa a ser executada. No caso de dados RCC, o último pedido de serviço exige que o micro-controlador 111 copie o recado RCC desde o armazém de recepção 115 até à memória RAM local depois da transferência DMA. Esta operação deve também ser completada dentro de 900 μ s. Visto que a prestação de serviço a um caminho de transmissão pode ocorrer dentro de este tempo, as interrupções dos caminhos de recepção têm uma prioridade mais baixa do que as do caminho de transmissão. O dispositivo que trata as interrupções do caminho dos dados de recepção torna a palavra de estado da VCU disponível depois de cada transferência de um bloco da VCU. Esta palavra de estado é analisada por "software" no módulo de controle do BBM. O referido dispositivo de tratamento também lê novos recados de RCC provenientes do canal, que são então interpretados no módulo de transmissão/recepção BCC.

O módulo de recepção BCC é implementado por intermédio do circuito integrado de ligação RS-232 UART. O UART é capaz de gerar uma interrupção interna, que é disparada sempre que um "byte" é recebido ou transmitido. O dispositivo de tratamento RCC investiga um "bite" de estado para determinar qual dos dois casos causou a interrupção e passa a prestar serviço à porta de conformidade.

O gerador com velocidade em "bauds" é programado para uma velocidade nominal de 9600 "baus", resultando num máximo de 1920 interrupções por segundo. Cada interrupção deve ser tratada den-

tro de um período de 1 ms para evitar perda de dados. Visto que a frequência típica das interrupções é baixa e o tempo de resposta relativamente longo, as interrupções de transferência de dados BCC têm uma prioridade baixa.

O dispositivo de tratamento das transferências de dados BCC usa ponteiros para pôr dados numa fila ou removê-los da mesma, quando estes dados são recebidos e transmitidos respectivamente. Aqui ocorre apenas processamento de nível de ligação, incluindo armazenagem de "bytes" e inserção de "fim de recado". Estas funções são descritas na especificação das "interfaces" do sistema.

No módulo de transmissão/recepção do BCC ocorre muito pouco processamento de dados. A sua tarefa principal é pôr dados numa fila ou retirá-los da mesma durante o tratamento dos caminhos de dados de transmissão, recepção e de BCC. A aquisição e o controlo da sincronização de dados, descritos a seguir, compreendem as maiores funções de processamento do módulo de transmissão/recepção do BCC.

Uma detecção da palavra de sincronização implica uma operação de sincronização ao nível dos símbolos. O termo "palavra de sincronização" é um termo genérico com aplicação tanto à palavra única no BCC como à palavra de código em canais de sinais orais. A palavra única (UW) é um padrão fixo de 8 "bites" colocado no começo de um recado RCC. Uma palavra de código (CW) é normalmente qualquer de oito padrões possíveis de 8 "bites" colocado no começo de um canal de sinais orais. Além da sua função de sincronização, usam-se palavras de código para indicar o estado de uma ligação, ajustamentos de potência e ajustamentos de alcance. A CCU

do posto de base deve verificar, até ao esgotamento, um recado RCC válido em cada fenda. Executa esta tarefa buscando a palavra única numa janela de ± 3 símbolos à volta do local nominal da UW, com base na temporização principal do sistema. O algoritmo de busca começa na posição nominal da UW e muda de um símbolo para a direita e para a esquerda até (1) encontrar o padrão de UW e (2) verificar uma soma total RCC correcta. A busca termina logo que as condições (1) e (2) sejam satisfeitas ou todas as possibilidades tenham sido esgotadas. A informação da mudança, o recado RCC e a informação de potência são enviados para a RPU a seguir a uma busca com êxito.

Durante cada fenda de sinais orais, a CCU do posto de base verifica os dados de sinais orais recebidos buscando uma palavra de código válida. Só a posição nominal da palavra de código é verificada visto que nenhuma sincronização de símbolos activos é executada durante a operação dos sinais orais. Se nenhuma palavra de código for detectada durante 5 quadros consecutivos, então o canal é declarado como estando fora de sincronismo e a RPU é informada desta condição. A RPU tem então a tarefa de tomar qualquer acção apropriada neste momento. O sincronismo é definido como sendo restabelecido depois de três quadros consecutivos de uma série de cinco terem uma detecção da palavra de código com êxito.

A CCU de um posto de utente, quando recebe dados de RCC, pode estar num de dois modos: "busca de quadros" ou "contrôlo". O modo de busca de quadro é usado para adquirir a temporização do quadro de recepção para os dados RCC de entrada e é envolvido automaticamente quando o sincronismo de recepção de RCC é perdido. O modo de controlo é usado sempre que a sincronização do

quadro tiver sido adquirida.

Quando a CCU do posto de utente estiver no modo de busca do quadro, deve buscar, até ao esgotamento, um recado RCC válido depois de cada fenda do RCC. Tal como a CCU do posto de base, executa esta tarefa buscando a palavra única numa janela que se estende 3 símbolos de ambos os lados do local nominal da UW, com base na temporização derivada da detecção de abertura no "modem" AM. O algoritmo de busca começa com a posição nominal da UW e muda um símbolo para a direita e para a esquerda, até (1) encontrar a padrão da UW e (2) verificar uma soma total correcta do RCC. A busca termina logo que as condições (1) e (2) sejam satisfeitas ou que todas as possibilidades tenham sido esgotadas. A informação de mudança de uma busca com êxito é usada para ajustar os marcadores do quadro de recepção gerados pela CCU. A aquisição termina quando as condições quando (1) e (2) atras mencionadas são satisfeitas para três quadros consecutivos com a UW na sua posição nominal. A STU é informada da aquisição de quadros quando isto ocorre. Os recados do RCC não são transmitidos para a STU durante o modo de busca de quadro.

Quando a aquisição do quadro tiver sido executada, a CCU do posto de utente entra no modo de controlo. Apenas a posição nominal da UW é controlada para evitar a possibilidade de aquisições falsas de UW. Se nenhuma UW for detectada para cinco quadros consecutivos, então o canal é declarado como estando fora de sincronismo e entra-se no modo de busca de quadro. A STU é informada desta condição de fora de sincronismo. Durante o modo de controlo, os recados do RCC que têm uma soma total correcta e um número SIN correcto são transmitidos para a STU.

Durante cada fenda de sinais orais, a CCU do posto de

utente verifica os dados de sinais orais recebidos, para encontrar uma palavra de código correcta. Apenas a posição nominal da palavra de código é controlada, visto que nenhuma sincronização de símbolos activos é executada durante a operação de sinais orais. Todas as palavras de código possíveis são buscadas neste sentido do canal. Palavras de código podem causar alterações incrementais nos valores de potência e de alcance do posto de utente. Alterações incrementais de alcance podem de facto ter o resultado de uma alteração de símbolo assim como valores fracionais de alcance. Se nenhuma palavra de código for detectada para cinco quadros consecutivos, então o canal é declarado como estando fora de sincronismo e a STU é informada desta condição. O sincronismo é definido de modo a ser restabelecido depois de três de cinco quadros consecutivos terem uma detecção de palavra de código com êxito.

Considerações adicionais da CCU

O pedido de transferência de transmissão DMA entre o armazém de transmissão 110 e o "modem" 19, 30a deve ser derivado do "bite" cheio da pilha FIFO 128. Isto implica que a pilha 128 FIFO estará cheia quando uma transferência de um bloco DMA estiver completa.

O pedido de transferência DMA de recepção entre o "modem" 19, 30a e o armazém de recepção 115 deve ser derivado do "bite" vazio da pilha FIFO 129. Isto implica que a pilha 129 FIFO estará sempre vazia quando uma transferência de um bloco DMA estiver completa.

O "software" controlador da CCU proporciona a porta para possibilhar transferências DMA, mas um controlo externo deve pro-

porcionar o reconhecimento mútuo para iniciar e manter a transferência do bloco. Isto é especialmente importante para a "interface" do "modem" quando a temporização do quadro for crítica.

O micro-controlador 111 deve ser capaz de pôr uma transferência DMA na posição de "manutenção". O "software" não tentará usar o condutor comum DMA durante uma transferência de um bloco, a menos que este controlo seja exercido ou o periférico DMA esteja vazio.

As pilhas 128 e 129 do FIFO, restabelecendo o relógio, devem ser anuladas automaticamente (postas no zero) periodicamente.

Informação acerca da temporização do quadro deve ser disponível para o micro-controlador 111. Isto poderia ter a forma de um símbolo de relógio de entrada para um temporizador interno do micro-controlador.

Quando um conjunto de símbolos de RCC ou de sinais orais é recebido pela CCU em sincronismo, nenhuma mudança de símbolo deve ser necessária para colocar o conjunto no bordo limitador de um "byte". Isto deve ser o caso independentemente do nível da modulação.

"Modem"

O "modem" funciona num de três modos de funcionamento. No posto de base, o "modem" executa uma função de transmissão e recepção totalmente duplex. Funcionando no posto de utente, o "modem" funciona num modo semi-duplex, transmitindo durante uma parte do quadro TDMA e recebendo durante uma outra parte do quadro TDMA. O terceiro modo é um modo de treino com auto-adaptação. Uma só configuração do "modem" executa todas estas funções.

O "modem" executa a função apropriada em resposta a sinais de chave provenientes da CCU controladora.

O "modem" 30a do posto de utente e o "modem" 19 do posto de base são idênticos. Um diagrama sinóptico do "modem" encontra-se ilustrado na fig. 25.

As secções de transmissões do "modem" incluem um filtro de símbolos TX 132, um convertedor digital-para-análogo (D/A) 133, um filtro passa-banda 134 de 200 KHz, um misturador 135 e um circuito de controlo 136 de temporização da transmissão (TX). A secção de recepção do "modem" inclui um misturador 138, um convertedor análogo-para-digital (A/D) 139, uma pilha FIFO 140 e um micro-processador 141 do Modelo TMS 320.

A secção de transmissão do "modem" transmite a informação que lhe é fornecida pela CCU com uma modulação de 16 níveis PSK. É a tarefa da CCU no lado de recepção interpretar os dados como DPSK, QPSK ou 16 PSK. O "modem" transmite sem conhecimento do nível de modulação.

A secção de transmissão do "modem" está completamente implementada em "hardware" e não exige qualquer ajustamento. Símbolos recebidos da CCU são codificados e as suas formas de onda correspondentes são configuradas de modo a proporcionarem boas propriedades de interferência e não sofrer de distorção de amplitude ou de retardamento de grupo. A justificação desta configuração é feita assumindo que na banda de frequência adjacente (dentro de 50-100 KHz) a banda usada não há sinais interferentes fortes (densidades de potência de 30-40 dB acima do sinal). A secção de transmissão do "modem" usa uma filtração IF relativamente ampla (100 KHz) de modo que o sinal transmitido não sofre de distorção de am-

plitude ou de retardamento de grupo, e também elimina por filtração quaisquer harmónicas geradas pela filtração digital feita na banda básica.

O filtro de símbolos TX 132 é um Filtro Digital de Coefficiente Fixo FIR (resposta aos impulsos de duração finita).

Este filtro 132 simula um filtro de seis pólos com uma velocidade de amostragem de 50 amostras por símbolo por cada duração de seis símbolos no filtro FIR.

O "modem" recebe símbolos provenientes da sua CCU respectiva com uma velocidade de 16 K símbolos por segundo. Estes símbolos são então convertidos num código DPSK para entrar na linha 143 para o filtro FIR 132. O algoritmo FIR exige que sinais alternados sejam invertidos antes de entrarem no filtro FIR. Um código "Gray" é usado para a codificação DPSK. Isto assegura que, se um símbolo fosse recebido em erro, há uma boa probabilidade que os dois símbolos para o codificador de recepção estejam em erro só por um "bite".

A resposta de impulso de filtro FIR 132 é truncada a $6T$ ($T=1/16$ kHz). O filtro FIR excede a amostragem dos símbolos numa velocidade de 800 kHz de modo que cada símbolo seja amostrado 50 vezes durante a sua permanência de $5T$ no filtro. Isto é equivalente a uma velocidade de amostragem de $3T/25$, enquanto o período de amostragem é $T/25$, de modo que as amostras sejam produzidas cada $3T/25$ período. As amostras são desencontradas de modo que apenas o primeiro e quarto, o segundo e quinto, ou o terceiro e sexto pares de amostras se sobreponham em qualquer momento. Cada uma destas amostras com um comprimento de $T/25$ é ainda dividida em duas partes. Durante a primeira metade do período de amostragem,

a parte I do sinal de saída é computada e durante a segunda metade do período a parte Q do sinal de saída é computada. Assim, a velocidade real é que o filtro FIR 132 produz sinais de saída é $50 \times 16 \text{ KHz} = 800 \text{ KHz}$. A amostragem I e Q é desencontrada de metade de um período de amostragem, mas isto é corrigido pelo filtro FIR 132.

Sinais representando a multiplicação de símbolos e de respostas de impulso no filtro FIR 132 e a adição de duas destas multiplicações são fornecidos por uma memória ROM $8K \times 8$ na linha 144 em resposta aos símbolos que são recebidos na linha 143.

O filtro FIR 132 produz amostras digitais de 10 "bites" na linha 144 à velocidade de 800 KHz. Estes valores são então alimentados no convertedor D/A 133 para criar uma forma de onda análoga na linha 145. Esta forma de onda são as formas de onda de I e Q com divisão de tempo do símbolo a ser transmitido. Esta forma de onda dividida na linha 145 é filtrada pelo filtro passa-banda 134 de 200 KHz, e é a seguir alimentada através da linha 146 para dentro do misturador 135. A entrada do oscilador local do oscilador é um sinal IF de 20 MHz na linha 147. Os componentes I e Q são assim convertidos para cima num sinal de saída IF de 20,2 KHz na linha 148. O sinal de saída na linha 148 é alimentado através de um filtro passa-banda de 20,2 MHz (não mostrado) e fornecido à RPU 21, 31a.

O sinal desejado que sai do convertedor D/A 134 é centrado a 200 KHz com uma largura de banda de cerca de 32 KHz. Multiplicando a forma de onda de 200 KHz por 20 MHz, a forma de onda de saída mistura as amostras I e Q com os componentes SEN e COS da frequência IF. Assim, o sinal de 20 MHz pode multiplicar diretamente a forma de onda de saída e as multiplicações exactas dos

componentes serão tratadas automaticamente. Portanto, não há necessidade de um circuito de geração SIN(IF)/COS(IF) para multiplicar as amostras I/Q provenientes do D/A como acontece no receptor. Isto também elimina alimentação de isolamento através do misturador a partir da banda básica para a saída do misturador.

Os dados de saída armazenados do filtro de transmissão FIR 132 são computados de modo a corrigir quaisquer erros que possam ocorrer devido à diferença de 1/50 T nos valores dos tempos I e Q. Também, o filtro IF na RFU (fig. 28 e 29) soma os dois valores juntamente a fim de formar a forma de onda transmitida correcta visto que a sua largura de banda é relativamente pequena em comparação com a frequência IF.

Na secção de recepção do "modem", o misturador 138 mistura uma forma de onda análoga, recebida da RFU na linha 150 por intermédio de um filtro passa-banda de 20 MHz (não mostrado), com um sinal IF de 20 MHz na linha 151 a fim de converter para baixo o sinal análogo para a banda básica na linha 152. O sinal análogo é então convertido pelo convertedor A/O 139 num sinal digital na linha 153 que é armazenado na pilha FIFO 140 para processamento pelo micro-processador 141. O micro-processador 141 executa uma investigação da frequência e do "bite" do sinal digital recebido e executa também a filtração FIR e a desmodulação do sinal para dentro de uma corrente de sinais binários que é fornecida na linha 154 para a CCU.

Além dos sinais de dados análogos e digitais que são processados pelo "modem", um número de sinais de controlo e de estado são enviados para o "modem" e a partir do mesmo. Estes sinais são geralmente enviados para o "modem" a partir da CCU. O "modem" envia também sinais de controlo para a RFU para controlar

funções tais como o nível da potência da transmissão, a frequência, do ganho AGC e da mudança de antenas para a diversidade.

As "interfaces" do "modem" são mostradas nas fig. 26 e 27. O "modem" recebe a maior parte dos seus sinais de entrada a partir de CCU. Outros sinais de entrada provêm da RFU e das unidades de temporização. Os sinais de entrada do "modem" são os seguintes:

As seguintes linhas conduzem os sinais descritos para o "modem" 19, 30a provenientes da CCU 18, 29:

As linhas 156 de dados de transmissão conduzem um símbolo de 4 "bites" a ser transmitido pelo "modem" (2) "bites" para QPSK, 1 "bite" para BPSK. O condutor comum 157 do "modem" é um condutor comum para duas direcções do micro-processador que fornece informação de controlo e de estado ao "modem" e proveniente do mesmo. A linha MOD/WR 158 conduz um sinal de controlo para o condutor comum de ferrolho MOD BUS para dentro do "modem". A linha MOD RED 159 conduz um sinal de controlo para colocar informação do estado do "modem" e outra informação no condutor comum MOD BUS para transmissão para a CCU 18, 29. A linha MOD RESET 160 conduz um sinal de controlo para anular o "modem". As lirhas MOD ADD 161 conduzem sinais de endereço para locais diferentes para introduzir valores dentro do "modem". A linha TX SOS 162 conduz um sinal para iniciar a transmissão de uma fenda TX. A linha RX SOS 163 conduz um sinal para iniciar a recepção de uma fenda RX.

A linha de recepção IF 165 conduz um sinal de entrada de recepção com frequência IF para o "modem" 19, 30a a partir da RFU 21, 31a.

As seguintes linhas conduzem os sinais descritos para o

"modem" 19 a partir da STIMU 35. A linha 80 MHz 167 conduz um sinal de relógio ECL de 80 MHz. Um sinal semelhante é fornecido ao "modem" 30a por uma unidade de temporização (não mostrada) incorporada no posto de utente. A linha 16 KHz 168 conduz um sinal principal de relógio TX CLK usado no posto de base. A linha SOMF conduz um sinal principal de "início de quadro" para o posto de base, proveniente da STIMU. Este sinal não é usado no "modem", mas é transmitido para a CCU 18, 29.

As seguintes linhas conduzem os sinais descritos a partir do "modem" 19, 30a para a CCU 18, 29. A linha TX CLK 171 conduz um sinal de relógio de 16 KHz que fornece à CCU a temporização da transmissão de símbolos. Os símbolos são introduzidos no "modem" com o bordo saliente deste relógio. No posto de base, todas as fendas têm o mesmo TX CLK principal. Assim, todos os sinais provenientes do posto de base são enviados ao mesmo tempo. No posto de utente, o sinal TX CLK é desencontrado pelo retardamento fraccional causado pelo "modem" na informação fornecida pela CCU. A linha 172 de RX CLK conduz o sinal de relógio de 16 KHz que é derivado do sinal recebido. (Este sinal é sempre fornecido no posto de utente, mas é fornecido apenas durante a aquisição do controlo da fenda no posto de base). Este sinal de relógio envia o sinal recebido para a CCU e fornece a temporização dos símbolos à CCU. As linhas 173 de RX DATA conduzem o símbolo de 4 "bites" recebido, temporizado pelo sinal RX CLK. O condutor comum MOD BUS 157 conduz informação de estado e de dados a partir do "modem". A linha MOD SOMF 175 envia o sinal SOMF a partir da STIMU para a CCU no posto de base. A linha AN STROBE 176 conduz uma transição de alto para baixo para dar à CCU um indicador grosso do quadro durante a aquisição RCC

no posto de utente. Esta é uma linha de um só disparo que é impulsionada quando o micro-processador 141 determina o local a proximado da interrupção AM.

As linhas seguintes conduzem os sinais descritos a partir do "modem" 19, 30a para cada RFU 21, 31a. O condutor comum RFX BUS 178 é um condutor de 8 "bites" entre o "modem" e a secção RFU. Este condutor conduz informação escolhida de AGC e de frequência para a secção RF RX. O "modem" controla os valores de AGC a serem enviados e envia informação sobre a seleção da frequência CCU. A informação escolhida de frequência é alimentada ao "modem" pela CCU através do conduto comum MOD BUS 157. Durante o modo de treino, o "modem" controlará a seleção da frequência RF RX. O condutor comum RF TX BUS 179 é um condutor de 8 "bites" entre o "modem" e a secção RFU TX. Este condutor conduz informação sobre o nível da potência de TX e informação escolhida de frequência para a secção RFU TX. O "modem" não precisa destas informações, de modo que estas somente são enviadas para a secção RFU RX. A linha RX 80 MHz REF 180 conduz um sinal de relógio de referência ECL de 80 MHz para a secção RFU RX. A linha TX EN 182 para a secção RFU TX conduz um sinal para possibilitar uma transmissão RF. A linha RX EN 183 para a secção RFU RX conduz um sinal para possibilitar uma recepção RF. A linha AGC WR 184 conduz um sinal de introdução para introduzir dados AGC para dentro da secção RFU RX. A linha RXFREQ WR 185 conduz um sinal de introdução para dados de frequência introduzidos para a secção RFU TX. A linha PWR WR 186 conduz um sinal de introdução para introduzir informação de potência para dentro da secção RFU TX. A linha PWR RD 187 conduz um sinal de leitura para extrair informação de potência.

cia da secção RFU TX . A linha TXFREQ RD 188 conduz um sinal de leitura para extrair informação sobre a frequência de transmissão a partir da secção RFU TX . A linha TXFREQ WR 189 conduz um sinal de leitura para introduzir a informação correspondente para dentro da secção RFU TX . A linha IF TRANMIT 190 conduz o sinal transmitido com uma frequência IF para a RFU.

As seguintes linhas conduzem os sinais descritos a partir do "modem" 19 para a STIMU 35. O condutor VCXO BUS 192 é um condutor de dados de 20 "bites" para um VCXO na STIMU 135 com informação de controlo acerca da designação de frequências. A linha VCXO WR conduz um impulso de introdução para o circuito VCXO para ligar o condutor VCXO BUS 192 ao VCXO . Sinais semelhantes são conduzidos a partir do "modem" 30a para uma unidade de temporização (não mostrada) no posto de utente.

O funcionamento do "modem" do posto de base é designado a uma frequência FR fixa. A comunicação no posto de base é do tipo totalmente duplex, e portanto o receptor e o transmissor do "modem" funcionarão ao mesmo tempo. Um "modem" é também designado para ser o "modem" do canal de controlo de frequências, transmitindo e recebendo assim apenas informação com o formato do canal de controlo de rádio-frequência (RCC) durante o período designado da fenda de controlo. Todas as transmissões a partir dos "modems" do posto de base são temporizados de acordo com o sinal principal TX CLK de 16 kHz na linha 171. Contrariamente aos "modems" dos postos de utente, os "modems" 19 do posto de base enviam para a CCU 18 a parte fracional do tempo de símbolo entre o sinal principal de temporização TX CLK na linha 171 e o sinal derivado RX CLK na linha 172 no "modem" 19. Esta informação é então enviada para o posto de utente no canal RCC , de modo que o posto

de utente retarde a sua transmissão a fim de que o seu sinal seja recebido no posto de base em sincronismo com todas as outras fendas.

O "modem" 19 do posto de base transmite também um sinal de energia nula na fenda de controlo a fim de proporcionar a interrupção RCC AM (que estabelece uma referência de quadro) quando a RFU transmite um sinal de energia nula. Esta parte não-potadora da transmissão RCC é usada para o início da aquisição RX no posto de utente.

O "modem" 19 não tem conhecimento do facto de haver quatro codificadores de sinais orais no posto de base, estando em contacto multiplex com a CCU 18, para quatro designações de uma fenda de utente de 16 PSK. O "modem" 19 aceita a corrente de "bites" a partir da CCU 18 e trata a transmissão exactamente como um utente com codificador único.

Todas as operações no "modem" 30a do posto de utente são derivadas do sinal RX CLK recebido na linha 172 que está na sua condição normal depois da transmissão recebida. Isto serve como relógio principal do posto de utente. O sinal TX CLK na linha 171 para a CCU 29 não é um relógio principal tal como no posto de base. É derivado do sinal RX CLK na linha 172 e retardado pelo tempo fracional tal como é seleccionado pela CCU 29. A CCU 29 determina o retardamento a partir do RCC. O retardamento é determinado pela distância entre o posto de base e os postos de utente. A CCU 29 do posto de utente alimenta esta informação de tempo fracional ao "modem" 30a através do condutor comum MOD BUS 157. O próprio "modem" 30a toma conhecimento do retardamento fracional. A CCU 29 toma conhecimento do retardamento do símbolo integral por inserção do sinal TX SOS na linha 162 retardado pelo

6.

número correcto de símbolos. Este processo alinha os sinais chegando ao posto de base em relação a variações na gama de todos os postos de utente.

No posto de utente, a comunicação é semi-duplex. Assim, quando o transmissor está em vazio, a comunicação é impossível. O "modem" 30a, quando não está a transmitir activamente, é posto no seu modo de recepção e pode assim controlar os níveis de ganho do sinal recebido a fim de estarem preparados quando um disparo de sinais chega a partir do posto de base.

O "modem" 30a do posto de utente não transmite qualquer banda de guarda da AM para a fenda no RCC. Nenhuma banda de guarda é necessária visto o posto de base definir o quadro. Contrariamente aos "modems" 19 do posto de com frequência fixa, os "modems" 30a dos postos de utente podem também transmitir ou receber dados por intermédio de uma qualquer das 25 frequências seleccionadas na RFU pela RCC 29.

Há muitas fontes de retardamento no "modem" que têm um efeito pronunciado na temporização do sistema. Tais fontes incluem retardamentos de filtros análogos, retardamentos de propagação, retardamentos nos processamentos de filtros FIR, etc. Estes retardamentos desencontram os quadros TX e RX uma em relação aos outros, e estes desencontros devem ser tomados cuidadosamente em consideração.

O retardamento entre o sinal TX SOS na linha 162 no posto de base e a primeira "crista" de símbolos análogos recebida no posto de base é +7,4 símbolos. Há portanto um desencontro entre as fendas TX e RX. Para descodificar correctamente a fase de entrada, o "modem" deve começar com a amostragem de cerca de 3,5 símbolos antes da chegada da "crista". Portanto, o desencontro en-

tre o sinal TX SOS e o início da amostragem RX tem um comprimento de cerca de 4 símbolos.

No posto de base, o início da fenda RX ocorre cerca de 4 T depois do início da fenda TX. O início da fenda RX é definido como o momento em que a primeira amostra análoga é produzida a fim de detectar a primeira "crista" que é recebida.

Os relógios dos postos de utente são derivados completamente de um VCXO principal de 80 MHz na unidade de temporização (não mostrada) nos postos de utente. O VCXO é controlado por uma linha análoga a partir do "modem" 30a. A partir desta linha todos os relógios de recepção e de transmissão são calculados. O "modem" 30a fornece então à CCU 29 o sinal de relógio RX CLK de 16 KHz na linha 172, derivado da corrente de dados de entrada. A própria CCU 29 detecta a palavra única no canal de controlo e pode determinar marcadores de quadro e de fenda a partir da palavra única e o sinal de relógio RX CLK na linha 172. O sinal de interrupção AM derivado do sinal desmodulado pelo "modem" informa a CCU 29 onde a palavra única deve ser buscada.

Durante a recepção de qualquer fenda, o "modem" 19, 30a executa uma sincronização da frequência por aquisição e continua então a busca. No posto de utente, o VCXO está sob controlo directo do micro-processador 141 por intermédio de um convertidor D/A. A aquisição da frequência do micro-processador e os algoritmos de busca computam as alterações no VCXO necessárias para manter o sincronismo.

No posto de base, um OCXO colocado dentro da STIMU 35 é fixado e funciona como o relógio principal do sistema. Portanto, nenhum desvio de frequência ocorrerá durante a recepção.

Durante a recepção de qualquer fenda, o "modem" 19, 30a

4.

também executa uma sincronização de "bites" na mistura de sincronização de "bites" na corrente de dados de recepção. Um algoritmo executa um circuito de busca de "bites" dentro do receptor. O micro-processador 141 tem controlo de um divisor variável de frequências do VCXO ou OCXO de 80 MHz (somente durante o controlo da desmodulação da fenda). Dentro do circuito de busca de "bites", o micro-processador 141 modifica a divisão de frequência a fim de obter o sincronismo dos "bites". Durante a recepção de um canal de sinais orais, os valores da divisão têm incrementos de 0,1 % de 16 KHz, mas durante uma fenda de controlo os valores podem alternar-se mais drasticamente, até +/- 50 %.

A sincronização dos quadros é executada de maneiras completamente diferentes no posto de base e nos postos de utente. No posto de base, o sinal principal SOMF (início do quadro do "modem") é enviado para a CCU 18 na linha 175 a partir da unidade de temporização na linha 169 através do "modem" 19. Este é o sinal SOMF principal usado para todas as transmissões a partir do posto de base. A partir deste sinal e do sinal de relógio principal para os símbolos do sistema (16 KHz), a CCU 18 pode derivar toda a temporização de fendas e quadros.

No posto de utente, toda a sincronização do quadro é executada pela CCU 29 com a detecção da palavra única na corrente de dados recebidos no RCC. Quando da aquisição inicial, o "modem" 30a fornece um marcador aproximado de quadro de um só disparo (AM STROBE) na linha 176. Durante a aquisição, o "modem" 30a busca a interrupção AM HOLE no RCC. A AM HOLE é detectada, o "modem" 30a conta-a para alguns quadros e proporciona então o marcador AM STROBE na linha 176 para a CCU 29 no local do quadro da AM HOLE. A CCU 29 utiliza este marcador para formar con-

tadores marcadores de quadro iniciais (formação de janelas) que podem ser modificados pelo "software" da CCU para um sincronismo exacto dos quadros. Isto significa também que a interrupção AM HOLE foi detectada e que o RCC é adquirido.

A sincronização das fendas é feita sob controlo da CCU 18, 29. Os sinais TX SOS na linha 162 e RX SOS na linha 163 são comandos para o "modem" 19, 30a para iniciar a transmissão ou a recepção de uma fenda. Estes sinais são sincronizados em relação ao sinal de relógio Tx CLK na linha 171 e ao sinal de relógio RX CLK na linha 172, respectivamente.

O modo de adaptação é um estado de circuito de retrocesso que faz com que o "modem" treine os coeficientes digitais do filtro FIR do receptor a fim de corrigir quaisquer degradações do filtro análogo de recepção que podem ocorrer em tempo ou em tempo ou em temperatura. A análise é executada fazendo uma ligação de retrocesso aos dados do transmissor através da unidade RF e recebendo um padrão conhecido no receptor. Os coeficientes são optimizados por meio de um sistema de LaGrange com 5 constricções. Estas constricções são (1) a corrente de dados recebidos; (2) a corrente de dados retardada de 0,05 T; (3) a corrente de dados avançada de 0,05 T; (4) a corrente de dados proveniente do canal superior adjacente; e (5) a corrente de dados proveniente do canal inferior adjacente.

Durante o treino, o micro-processador 141 fornece ao filtro TX FIR 131 na linha 143 uma série de padrões de treino com um comprimento de 32 símbolos. Isto é feito por intermédio de uma pilha FIFO (não mostrada) que é estabelecida durante o modo de treino. Avanços/retardamentos são feitos pelos circuitos de busca de "bites" de recepção que causarão um desencontro de

0,05 T entre as duas correntes.

A CCU 18, 29 coloca o "modem" 19, 30a no modo de treino para permitir que a secção de transmissão do "modem" tome conhecimento de dados de treino especiais provenientes da pilha FIFO incorporada no "modem". A secção de recepção será avançada/retardada para alguns dos testes. Quando o processo está completo, o "modem" envia um recado de estado para a CCU 18, 29 para dizer que os coeficientes são computados. Neste momento, a CCU 18, 29 investiga o "modem" colocando-o em funcionamento normal e enviando um padrão estabelecido, comandando a RFU 21, 31a para retroceder, e lê os dados retornados investigando a validade dos mesmos.

O "modem" é descrito mais em pormenor num pedido de patente de invenção norte-americana intitulado "Modem para um Sistema de Telefones de RF para Utentes" depositado na mesma data que o presente pedido de patente de invenção, por Eric Paneth, David N. Critchlow e Moshe Yehushua, cujo conteúdo é incorporado, por referência, na presente memória descritiva.

"Interface" para Unidade RF/IF (RFU) e Antena

O sub-sistema RFU proporciona o elo de canais de comunicação para o "modem" e a antena, tanto no posto de base como nos postos de utente. A RFU funciona como um transdutor linear de amplitude e frequência e é essencialmente transparente para as características de dados dos canais e de modulação.

O circuito da "interface" de antena para o posto de utente é mostrado na fig. 28. Um circuito lógico 192 de controlo pela RFU é acoplado à antena de transmissão 32 e às antenas de recepção 32a, 32b e 32c pelo circuito de "interface" das ante-

nas. O circuito lógico 192 de controlo pela RFU tem também uma ligação de interface" com a secção de transmissão do "modem" 30a, e com as secções de recepção dos "modems" 30a, 30b e 30c. De facto, 32 e 32a são a mesma antena.

A secção de transmissão da "interface" da antena inclui um circuito de convertedor e amplificador 193, um sintetizador TX 194, um amplificador de potência 196 e um comutador 197 de modo TX / modo RX. Uma primeira secção de receptor RX 1 da "interface" da antena inclui um convertedor e amplificador 198, um sintetizador RX 199 e um pré-amplificador 200 que está ligado ao comutador 197. Cada secção receptora de diversidade adicional, TXn (n = 2,3) inclui um convertedor e amplificador 202, um sintetizador RX 203 e um pré-amplificador 204.

O circuito lógico 192 de controlo RFU fornece os seguintes sinais à secção transmissora do circuito de "interface" da antena em resposta aos sinais recebidos da secção transmissora do "modem" 30a : (1) um sinal de comando Tx na linha 206 para fazer com que o comutador Tx/RX 197 ligue para transmissão pela antena de transmissão 32; (2) um sinal de entrada IF na linha 207 para o convertedor e amplificador 193; (3) um sinal de potência na linha 203, também para o convertedor e amplificador 193; (4) um sinal de referência de relógio na linha 209 para o sintetizador Tx 194; e (5) um sinal de selecção de canal na linha 210, também para o sintetizador Tx 194. O sintetizador Tx 194 responde ao sinal de selecção de canal na linha 210 enviando um sinal de selecção de frequência Tx na linha 211 para o convertedor e amplificador 193 que é igual à diferença entre a frequência de transmissão e a frequência IF do "modem".

O circuito lógico de controlo 192 da RFU fornece os

seguintes sinais a cada uma das secções de recepção do circuito de "interface" de antena em resposta aos sinais recebidos das respectivas secções de recepção dos "modems" 30a, 30b e 30c: (1) um sinal de comando TX nas linhas 213 para fazer com que os circuitos de convertedor e amplificador 198, 202 funcionem nos modos de recepção; (2) um sinal de controlo automático do ganho (AGC) nas linhas 214 para os circuitos 198 e 202 do convertedor de diminuição e amplificador; (3) um sinal de referência de relógio nas linhas 215 para os sintetizadores RX 199 e 203; e (4) um sinal de selecção de canal nas linhas 216 também para os sintetizadores 199 e 203, enviando um sinal de selecção de frequência RX nas linhas 217 para os circuitos 198 e 202, que é igual à diferença entre a frequência de recepção desejada e a frequência IF do "modem". Os circuitos 198 e 202 do convertedor de diminuição e amplificador fornecem sinais IF de saída na linha 218 para o circuito lógico 192 de controlo da RFU para alimentação às secções de recepção dos "modems" respectivos 30a, 30b e 30c.

O circuito 193 de convertedor de aumento e amplificador 193 na secção de transmissão recebe o sinal IF modulado na linha 207, amplifica o mesmo e traduz este sinal para a frequência seleccionada do canal RF. Uma combinação de filtros (não mostrados), amplificadores 196, 197 e circuitos (não mostrados) de controlo do nível é então usada para proporcionar o próprio nível de saída e suprimir sinais indesejados no resultado obtido assim como frequências harmónicas. A frequência de saída do transmissor é igual à soma da frequência IF do "modem" e uma frequência de conversão sintetizada em interrupções de 25 kHz a partir da frequência de referência fornecida pelo "modem".

A RFU do posto de utente funciona como um transmissor/re-

ceptor semi-duplex com os receptores inactivos durante os intervalos de transmissão. A velocidade de disparos de transmissão é suficientemente elevada para simular um funcionamento completamente duplex perante o utente. O canal de frequência que é designado, é o que foi seleccionado pela RPU do posto de base.

O circuito de "interface" de antena para o posto de base é mostrado na fig. 29. Um circuito lógico 219 de controlo da RFU é acoplado à antena de transmissão 23, e as três antenas de recepção 34a, 34b e 34c pelo circuito de "interface" da antena. O circuito lógico 219 de controlo da RFU tem também uma ligação da "interface" com a secção de transmissão do "modem" 19, e as secções de transmissão dos "modems" 19, 19b e 19c. (Os "modems" 19b e 19c são "modems" de diversidade não mostrados na fig. 2.)

A secção de transmissão da "interface" da antena inclui um circuito 220 de convertedor de aumento e amplificador, um sintetizador TX 221, um amplificador de potência 222, um amplificador de alta potência 223, um detector de potência 224 e um filtro passa-banda 225. A primeira secção de recepção RX 1 da "interface" da antena inclui um convertedor de diminuição e amplificador 230, um sintetizador RX 231, um pré-amplificador e um filtro passa-banda 233. Cada secção adicional RXn de receptor de diversidade, inclui um convertedor de diminuição e amplificador 234, um sintetizador RX 235, um pré-amplificador 236, e um filtro passa-banda 237.

O circuito lógico 219 de controlo da RFU fornece os seguintes sinais à secção de transmissão do circuito de "interface" da antena, em resposta aos sinais recebidos da secção de transmissão do "modem" 19: (1) um sinal TX ON na linha 239 para o convertedor de aumento e amplificador 220 para pôr a secção de trans-

missão em funcionamento para possibilitar a transmissão pela antena de transmissão 23; (2) um sinal IF de entrada na linha 240, também para o convertedor de aumento e amplificador 220; (3) um sinal de referência de relógio na linha 24 para o sintetizador TX 221; e (4) um sinal de seleção de canal na linha 242, também para o sintetizador TX 221. O sintetizador TX 221 responde ao sinal de seleção de canal na linha 242 enviando um sinal de seleção de frequência RX na linha 243 para o convertedor de aumento e amplificador 220, sendo este sinal de frequência igual à diferença entre a frequência de transmissão desejada e a frequência IF do "modem". Um sinal de controlo do nível é enviado na linha 244 a partir do detector de potência 224 para o convertedor de aumento e amplificador 220.

O circuito lógico 219 de controlo da RFU fornece os seguintes sinais a cada uma das secções de recepção do circuito de "interface" da antena, em resposta aos sinais recebidos das respectivas secções de recepção dos "modems" 19, 19b, 19c: (1) um sinal de controlo automático do ganho (AGC) nas linhas 245 para os circuitos de convertedor de diminuição e amplificador 230 e 234; (2) um sinal de referência de relógio nas linhas 246 para os sintetizadores RX 231, 235; e (3) um sinal de seleção de canal nas linhas 247 também para os sintetizadores RX 231, 235. Os sintetizadores RX 231, 235 respondem ao sinal de seleção de canal nas linhas 247 enviando um sinal de seleção de frequência RX nas linhas 248 para os circuitos de convertedor de diminuição e amplificador 230, 234, sendo este último sinal mencionado igual à diferença entre a frequência de recepção desejada e a frequência IF do "modem". Os circuitos 230, 231 do convertedor de diminuição e amplificador enviam sinais de saída IF

na linha 249 para o circuito 219 de controlo da RFU para serem fornecidos às secções de recepção dos respectivo "modems" 19, 19b, 19c.

As RFU's no posto de base e nos postos de utente são semelhantes, com a excepção do amplificador de alta potência adicional 223 usado para aumentar a potência da transmissão dos sinais de saída RF do posto de base. A função básica das RFU's em qualquer um dos postos é converter o sinal modulado IF (20,2 MHz) proveniente da secção de transmissão do "modem" na frequência RF de transmissão desejada na gama de UHF de 450 MHz. O lado de recepção da unidade RF executa a acção oposta de diminuir a frequência dos sinais UHF de 450 MHz para um sinal IF a 20 MHz. As funções de transmissão e de recepção estão desencontradas pela função de controlo da CCU de modo a funcionarem com frequências diferentes usadas em todo o sistema. Tipicamente, cada RFU do posto de base será ajustada de modo a funcionar com uma designação de frequências dada quando da inicialização do sistema e não será alterada. O número de RFU's no posto de base corresponde ao número de pares de canais com frequências de transmissão e de recepção suportados no posto de base. As RFU's dos postos de utente alterarão tipicamente a frequência de funcionamento com cada nova ligação telefónica.

Os RFU's incluem ajustamentos variáveis do ganho AGC e do nível da potência de transmissão. O coeficiente do ganho AGC é fornecido pelo "modem" baseado numa computação no processador 141 na secção de recepção do "modem". O nível da potência de transmissão nos postos de utente é computado pela CCU com base em recados recebidos do posto de base e nos parâmetros de con-

trôlo do canal RCC e outros.

Se não forem usadas todas as fendas num canal de frequênci a, a RFU transmitirá um padrão em vazio recebido da CCU. Se um canal de frequênci a completado não for usado, o transmisor para esta frequênci a pode ser utilizado pelo "software" da CCU, por intermédio do "modem".

O tempo de comutação para os comutadores de diversidade deve ser inferior a 50 micro-segundos.

Três antenas e três unidades RF/IF separadas estão disponíveis. (Uma unidade simples para transmissão, e três para recepção).

Muitos componentes da RFU e da "interface" de antena do posto de base são idênticos aos atrás descritos para o posto de utente. Os seguintes parágrafos descrevem as diferenças.

As RFU's e os circuitos de "interface" da antena do posto de base funcionam de um modo completamente duplex. Todos os transmissores e receptores funcionam normalmente com um ciclo de trabalho de 100 %. Além disso, é economicamente vantajoso para o posto de base funcionar com uma potênci a de transmissão mais elevada, e usar receptores com diversidade e com valores de ruído mais baixos. O transmissor destina-se a um funcionamento ao nível de potênci a mais alto permitido sem contrôlo dinâmico. A diversidade de recepção é proporcionada por antenas de recepção múltiplas e "modems" múltiplos.

O posto de base não altera normalmente a sua frequênci a de funcionamento ou o seu nível de potênci a de transmissão durante o funcionamento normal. As secções de transmissão e de recepção podem ser afinadas totalmente a cada um dos 26 canais.

A secção de transmissão da "interface" de antena do posto de base recebe na linha 239 o sinal IF INPUT proveniente do "modem" e processa-o tal como na secção de transmissão atrás descrita para o posto de utente. Este sinal é amplificado até ao nível de potência necessário e filtrado por um filtro passa-banda 225 com pré-selector por cavidade, para reduzir o ruído nas frequências de funcionamento de receptores adjacentes e para reduzir ruídos de fundo na emissão.

A secção de recepção da "interface" de antena do posto de base é semelhante à que foi descrita para o posto de utente, com a excepção de a extremidade frontal ser precedida por filtros passa-banda 233, 237 com pré-selector por cavidade, que ajudam a eliminar a dessensibilização causada por transmissores adjacentes. Também são usados pré-amplificadores com baixo nível de ruído, para reduzir o nível limiar utilizável dos sinais. Todas as antenas 23, 34a, 34b, 34c têm um isolamento de 30 dB de qualquer outra antena. Um isolamento adicional é proporcionado nas secções de transmissão e de recepção para assegurar um isolamento de cerca de 80 dB entre os sinais transmitidos e os sinais recebidos. O filtro passa-banda, os pré-amplificadores e amplificadores estão situados adjacentes à antena de transmissão ou de recepção apropriada.

Processamento de Recepção de Diversidade

A recepção de diversidade é usada para reduzir a probabilidade de um desvanecimento de um canal abaixo de um valor limiar admitido. O sistema de diversidade é capaz de adicionar uma diversidade de três ramos através dos caminhos dos postos de utente para o posto de base e do posto de base para os postos de utente.

O "hardware" de diversidade tanto no posto de base como nos postos de utente inclui um circuito especial de combinação de diversidade, três "modems" e as suas unidades RF e antenas associadas. Apenas uma combinação de "modem"-RFU-antena tem capacidade de transmissão. Embora o circuito de combinação de diversidade 33 seja mostrado somente no diagrama do posto de utente da fig. 2, este circuito está presente e ligado aos "modems" e à CCU no posto de base da mesma maneira que nos postos de utente.

Quando está a funcionar com recepção de diversidade, o posto de base ou o posto de utente usa três antenas de recepção separadas por uma distância suficientemente grande para assegurar que as características de desvanecimento dos sinais recebidos não sejam correlacionadas. Estas três antenas alimentam através de três secções de recepção idênticas na "interface" de antena para o circuito lógico de controlo da RFU cujos sinais de saída IF entram em "modems" separados para desmodulação. Um micro-processador TMS 320 no circuito 33 de combinação de diversidade (processador de diversidade) recebe os sinais de saída dos "modems" e proporciona uma corrente de dados de maior confiança para a res- tante parte do sistema de uma maneira que simula um único "modem". As duas tarefas de executar a combinação de diversidade e de spa- recer como um único "modem" para a CCU são da responsabilidade do "hardware" e do "software" do processador de diversidade.

O processador de diversidade recebe dos três "modems" os seus símbolos de dados, valores de AGC, magnitude de sinal mais ruído e erro de fase (desvio da fase detectada dos vectores de referência ideais de 22,5 graus). O algoritmo usado para determi-nar o símbolo desmodulado envolve o uso de uma maioria e cálculos

de razões de sinal para ruído para cada "modem" para identificar o "modem" com a resposta mais provável.

Os registo da "interface" entre o processador de diversidade e a CCU são quase idênticos aos registo incorporados nos "modems", com a excepção de os três registo adicionais usados para conduzir informação na função do processamento de diversidade não serem necessários, precisando-se portanto apenas de três "bites" de endereço.

Dado que as capacidades I/O do micro-processador TMS 320 são pequenas, e a maior parte do processamento funciona com só um tipo de registo I/O de cada vez, usa-se um registo especial que manterá o endereço de registo que é necessário momentaneamente. Por exemplo, o valor AGC de cada "modem" deve ser lido, o valor mais alto deve ser escolhido, e o resultado deve ser introduzido nos registo I/O do processador de diversidade, onde pode ser lido pela CCU. O endereçamento destes registo é feito mais eficientemente quando o endereço do registo AGC é primeiramente escrito para uma porta onde é colocado nas linhas de endereço do "modem". A seguir, o processador precisa somente de endereçar o "modem" correcto ou o conjunto dos registo do micro-processador, tornando assim as operações I/O mais rápidas.

No sistema de diversidade no posto de utente, cada "modem" tem a sua própria unidade de temporização, e os sinais de temporização usados pelos três "modems" no sistema de diversidade não estão necessariamente na fase. Visto os sinais de relógio de "modem" dos três "modems" não são sincronizados um em relação aos outros, são necessários ferrolhos para reter os símbolos de dados de saída provenientes de cada "modem", até o processador de diversidade.

sidade ler os mesmos.

Uma função importante do processador de diversidade é manter comunicações entre a CCU e os três "modems". Esta comunicação deve ser feita de maneira suficientemente rápida para satisfazer todas as necessidades da CCU mas não tão rapidamente que o processador de diversidade seja sobre carregado.

Reivindicações

1.- Sistema de comunicações telefónicas para a transmissão por rádio de sinais múltiplos de informação, utilizando circuitos digitais de divisão de tempo entre um posto de base e uma pluralidade de postos de utente, sendo estes postos de utente selectivamente fixos ou móveis.

2.- Sistema de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por o número dos referidos circuitos de divisão de tempo ser determinado pela quantidade da transmissão dos referidos sinais.

3.- Sistema de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por o referido posto de base estar interligado a uma rede externa de informações.

4.- Sistema de acordo com a reivindicação 3, caracterizado por a referida rede externa ser uma rede análoga.

5.- Sistema de acordo com a reivindicação 3, caracterizado por a referida rede externa ser uma rede digital.

6.- Sistema de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por todos os referidos postos de utente serem móveis.

7.- Sistema de acordo com a reivindicação 6, caracterizado por os referidos postos de utente serem selectivamente móveis rapidamente e movíveis lentamente.

8.- Sistema de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por os referidos postos de utente incluirem selectivamente postos fixos e postos móveis que são adaptados para serem interligados uns aos outros e ao referido posto de base.

9.- Sistema de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por os referidos sinais de informação serem seleccionados do

4.

grupo consistindo em: voz, dados, facsimile, sinais de vídeo, de computador e de instrumentação.

10.- Sistema de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por o nível de modulação dos sinais e a potência fornecida ao sistema serem ajustados de acordo com a detecção de erros de sinal no sistema.

11.- Sistema de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por ser munido de diversidade espacial, compreendendo esta diversidade espacial uma pluralidade de antenas espaçadas selectivamente umas das outras a fim de proporcionar uma recepção de sinal relativamente elevada apesar de desvanecimento do sinal.

12.- Sistema de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por compreender uma aparente transmissão bilateral simultânea dos referidos sinais.

13.- Sistema de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por compreender um elemento no posto de base para proporcionar um sinal de controlo de ocupação para os postos de utente quando todos os circuitos múltiplos de divisão digital de tempo estão ocupados; e um elemento em cada posto de utente para responder ao sinal de controlo de ocupação, proporcionando uma indicação do estado ocupado no posto de utente quando um pedido de chamada é iniciado no posto de utente.

14.- Sistema para o processamento de um dado número plural de sinais de informação recebidos ao mesmo tempo através de linhas inter-urbanas de uma companhia de telefones para transmissão simultânea por meio de um canal dado de rádio-frequência (RF), sendo este sistema caracterizado por compreender um elemento

separado de conversão para uma ligação respectiva às referidas linhas inter-urbanas para converter os sinais de informação recebidos através das referidas linhas inter-urbanas em amostras digitais de sinal ; um dado número plural de elementos separados de compressão de sinais para comprimir ao mesmo tempo as amostras digitais de sinal derivadas respectivamente de elementos separados de entre os elementos de conversão para proporcionar o referido número dado de sinais comprimidos separados ; um elemento de controlo de canal ligado ao elemento de compressão para combinar sequencialmente os sinais comprimidos numa única corrente de "bites" (dígitos binários) do canal de transmissão, ocupando cada um dos respectivos sinais comprimidos uma posição de "fenda sequencial repetida" na corrente de "bites" do canal de transmissão, associada com um elemento de compressão pré-determinado de entre os elementos de compressão separados ; uma troca para acoplar os respectivos elementos de conversão separados a elementos indicados dos elementos de compressão separados ; um elemento de processamento com ligação à distância para acoplamento às referidas linhas inter-urbanas e em resposta a um sinal de entrada de pedido de chamada, recebido através de uma das referidas linhas inter-urbanas, proporcionando um sinal de assignação a uma fenda indicando qual dos elementos de compressão separados deve ser ligado pelo elemento de troca àquele elemento separado de conversão que está ligado à referida única linha inter-urbana, assignando assim à referida única linha inter-urbana aquela fenda na corrente de "bites" do canal de transmissão que está associada àquele elemento de entre os elementos

de compressão separados que está assim ligado ao elemento de troca, mantendo o elemento de processamento com ligação à distância uma memória daquelas fendas que são assim assignadas, e consultando a referida memória quando da recepção de um referido pedido de chamada de entrada, e produzindo então um referido sinal de assignação de fenda que efectua uma referida ligação a um elemento de compressão associado com uma das fendas que não está designada a uma outra linha inter-urbana; um elemento de processamento de chamada ligado ao elemento de processamento com ligação à distância e respondendo a um referido sinal de designação de fenda, para fazer com que o elemento de troca complete a ligação indicada pelo referido sinal de designação de fenda; e um elemento de transmissão para proporcionar um sinal para o canal de transmissão a ser transmitido ao longo do canal dado de rádio-frequência em resposta à corrente de "bites" no canal de transmissão.

15.- Sistema de acordo com a reivindicação 14, caracterizado por o referido pedido de chamada ser acompanhado por um sinal de identificação do utente identificando um posto de utente ao qual o pedido de chamada é dirigido, por os referidos elementos de processamento com ligação à distância responderem ao referido sinal de identificação do utente proporcionando ao elemento de controlo do canal um sinal de controlo da fenda de transmissão, indicando uma associação entre o posto de utente identificado e a fenda na corrente de "bites" no canal de transmissão que é designada em resposta ao referido pedido de chamada acompanhante; e por os elementos de controlo do canal estarem ligados ao elemento de processamento com ligação à distância em resposta a um referido

sinal de controlo de fenda de transmissão, proporcionando numa fenda separada da corrente de "bites" no canal de transmissão um recado de comando à distância endereçado ao posto de utente identificado pelo sinal de controlo da fenda de transmissão e indicando a fenda que contém o sinal comprimido de dados orais derivado do sinal oral recebido através da linha inter-urbana da qual o pedido de chamada e o sinal acompanhante de identificação do utente foram recebidos.

16.- Sistema de acordo com a reivindicação 15, caracterizado por compreender um posto de utente incluindo um elemento para receber e processar o referido sinal do canal de transmissão a fim de reconstruir o sinal de informação recebido através da linha inter-urbana designada à qual a fenda na corrente de "bites" no canal de transmissão, indicada no recado de comando à distância endereçado ao posto de utente, foi designada.

17.- Sistema de acordo com a reivindicação 16, caracterizado por compreender um elemento de recepção para receber um sinal de um canal de recepção e para processar este sinal do canal de recepção a fim de proporcionar uma corrente de "bites" do canal de recepção contendo sinais comprimidos separados em diferentes posições de respectivas fendas sequenciais repetitivas; um dado número plural de elementos separados de síntese de sinais, dos quais cada um é associado com uma posição de fenda diferente na corrente de "bites" no canal de recepção para reconstruir amostras de sinais digitais provenientes de sinais comprimidos separados contidos nas respectivas posições de fenda associadas da corrente de "bites" no canal de recepção; em que o elemento de controlo do canal segregá os sinais comprimidos separados da corrente

de "bites" no canal de recepção e distribui os sinais segregados para os elementos de síntese separados associados com as respectivas fendas de tempo das quais os sinais são segregados; e elementos separados de reconversão para uma ligação respectiva a cada uma das referidas linhas inter-urbanas para reconversão de amostras de sinais digitais em sinais de informação para transmissão através das respectivas linhas inter-urbanas, em que cada um dos elementos de reconversão separados é associado com um dos elementos de conversão separados e é ligado a uma linha inter-urbana comum com os elementos separados de conversão associados; em que os elementos de troca acoplam os respectivos elementos de reconversão separados a certos elementos separados de síntese indicados; e em que os elementos de processamento com ligação à distância respondem ao referido sinal de entrada do pedido de chamada recebido através da referida linha inter-urbana proporcionando um sinal de designação de fenda para indicar qual dos elementos de síntese separados deve ser ligado pelo elemento de troca àquele elemento separado de reconversão que está ligado à referida linha inter-urbana e assim designando à referida linha inter-urbana a fenda na corrente de "bites" no canal de recepção que é associada com aquele elemento separado de síntese que é assim ligado pelo elemento de troca, em que o elemento de processamento com ligação à distância mantém uma memória da qual certas fendas na corrente de "bites" no canal de recepção são assim designadas, e consulta esta memória quando da recepção de um referido pedido de chamada de entrada, e então proporciona ao elemento de processamento da chamada um referido sinal de designação de fenda para efectuar uma referida ligação a um elemento de síntese associado com uma das fendas que não

é designada a uma outra linha inter-urbana.

18.- Sistema de acordo com a reivindicação 17, caracterizado por o elemento de processamento do canal com ligação à distância também proporcionar ao elemento de controlo do canal um sinal de controlo da fenda de recepção indicando uma associação entre o posto de utente identificado e a fenda na corrente de "bites" no canal de recepção que é designada a sinais recebidos do posto de utente identificado pelo sinal recebido de identificação do utente; e em que o elemento de controlo de canal responde ao referido sinal recebido de controlo de fenda proporcionando numa fenda na corrente de "bites" no canal de transmissão um recado de controlo à distância endereçado ao posto de utente identificado pelo referido sinal de controlo da fenda de recepção e indicando quando o posto de utente endereçado tem de transmitir sinais ao elemento para receber um sinal do canal de recepção de modo que sinais comprimidos derivados da transmissão proveniente do posto de utente endereçado ocupem a fenda designada na corrente de "bites" no canal de recepção

19.- Sistema de acordo com a reivindicação 18, caracterizado por o posto de utente também incluir um elemento para processamento do recado de controlo à distância no sinal recebido do canal de transmissão de modo a causar transmissões do posto de utente a serem transmitidas nos tempos indicados pelo recado de controlo à distância.

20.- Sistema de acordo com a reivindicação 15, caracterizado por também compreender um elemento para receber um sinal do canal de recepção e para processar este sinal para proporcionar

nar uma corrente de "bites" no canal de recepção contendo sinais comprimidos separados em diferentes posições respectivas de fendas sequenciais repetitivos; um número plural dado de elementos separados de síntese de sinais, cada um associado com uma posição de fenda diferente na corrente de "bites" no canal de recepção para reconstruir amostras de sinais digitais provenientes de sinais comprimidos separados contidos nas posições de respectivas fendas associadas na corrente de "bites" no canal de recepção; em que o elemento de controlo segregá os sinais comprimidos separados da corrente de "bites" no canal de recepção e distribui os sinais segregados aos elementos separados de síntese associados com as respectivas fendas de tempo a partir das quais os sinais são segregados; e elementos separados de reconversão para ligação respectiva a cada uma das referidas linhas inter-urbanas para reconverter amostras de sinais digitais para sinais de informação para transmissão através das respectivas linhas inter-urbanas, em que cada um dos elementos separados de reconversão é associado com um dos elementos separados de conversão e é ligado a uma linha inter-urbana comum com os elementos separados de conversão associados; em que os elementos de troca acoplam os respectivos elementos separados de reconversão para certos elementos indicados de entre os elementos separados de síntese; e em que os elementos de processamento com ligação à distância respondem ao referido sinal de pedido de chamada de entrada recebido através da referida linha inter-urbana proporcionando um sinal de designação de fenda para indicar qual dos elementos separados de síntese deve ser ligado pelo elemento de troca àquele elemento separado de reconversão que está ligado à

referida linha inter-urbana e designando assim à referida linha inter-urbana a fenda na corrente de "bites" no canal de recepção associada com o referido elemento separado de síntese que assim está ligado pelo elemento de troca, em que o elemento de processamento com ligação à distância mantém uma memória de quais as fendas na corrente de "bites" no canal de recepção que estão assim designadas e consulta esta memória quando da recepção de um referido pedido de chamada de entrada e então proporciona ao elemento de processamento da chamada um referido sinal de designação de fenda para efectuar a referida ligação a um elemento de síntese associado com uma das fendas que não é designada a uma outra linha inter-urbana.

21.- Sistema de acordo com a reivindicação 20, caracterizado por o elemento de processamento da ligação à distância ao canal também proporcionar ao elemento de controlo do canal um sinal de controlo da fenda de recepção indicando uma associação entre o posto de utente identificado e a fenda na corrente de "bites" no canal de recepção que é designada a sinais recebidos do posto de utente identificado pelo sinal de identificação do utente, que foi recebido; e em que o elemento de controlo do canal responde ao referido sinal de controlo da fenda de recepção proporcionando numa fenda da corrente de "bites" no canal de transmissão um recado de controlo à distância endereçado ao posto de utente identificado pelo referido sinal de controlo da fenda de recepção e indicando quando o posto de utente endereçado deve transmitir sinais para o elemento de recepção de um sinal do canal de recepção de modo que sinais comprimidos derivados da transmissão proveniente do posto de utente endereçado ocupem a fenda designada na corrente de "bites" no canal de recepção.

22.- Sistema de acordo com a reivindicação 21, caracterizado por o posto de utente também compreender um elemento para processamento do recado de controlo à distância no sinal recebido do canal de transmissão de modo a causar transmissões provenientes do posto de utente a serem transmitidas nos tempos indicados pelo recado de controlo à distância.

23.- Sistema para o processamento de um dado número plural de sinais de informação recebidos ao mesmo tempo através das linhas inter-urbanas da companhia de telefones para transmissão simultânea, caracterizado por compreender elementos de conversão separados para uma ligação respectiva às referidas linhas inter-urbanas para converter os sinais de informação recebidos através das referidas linhas inter-urbanas em amostras de sinais digitais; uma pluralidade de circuitos de canais de transmissão, dos quais cada um é designado a um canal diferente de uma dada rádio-frequência (RF) e dos quais cada um inclui um número plural dado de elementos de compressão separados para comprimir ao mesmo tempo as amostras de sinais digitais derivadas respectivamente de elementos de conversão separados a fim de proporcionar o referido número dado de sinais comprimidos separados; elementos de controlo de canais ligados ao elemento de compressão para combinar sequencialmente os sinais comprimidos numa única corrente de "bites" no canal de transmissão, ocupando cada um dos respectivos sinais comprimidos uma posição repetitiva sequencial de fenda na corrente de "bites" no canal de transmissão associada com um elemento pré-determinado de entre os elementos separados de compressão; um elemento de transmissão para proporcionar um sinal no canal

de transmissão para transmissão através do canal dado de rádio-frequência em resposta à corrente de "bites" no canal de transmissão; um elemento de troca para acoplar os respectivos elementos separados de conversão para elementos de compressão separados; elementos de processamento com ligação à distância para ser acoplados às referidas linhas inter-urbanas e podendo responder a um sinal de entrada de pedido de chamada recebido através de uma das referidas linhas inter-urbanas proporcionando um sinal de designação de fenda indicando qual circuito de canal de transmissão e qual dos elementos de compressão separados no circuito indicado do canal de transmissão devem ser ligados pelo elemento de troca àquele elemento de entre os elementos separados de conversão que está ligado à referida linha inter-urbana e designando assim à referida linha inter-urbana o circuito indicado do canal de transmissão e a fenda na corrente de "bites" no canal de transmissão associada com aquele elemento de compressão de entre os elementos de compressão separados que está assim ligado pelo elemento de troca, em que o elemento de processamento com ligação à distância mantém uma memória de quais fendas são assim designadas a cada um da pluralidade dos circuitos do canal de transmissão, e consulta a referida memória quando da recepção de um referido pedido de chamada de entrada e então proporciona um referido sinal de designação de fenda que efectua a referida ligação a um circuito dado do canal de transmissão em que nem todas as fendas de tempo são designadas a uma outra linha inter-urbana e a um elemento de compressão na mesma associado com uma das fendas que não está designada a uma outra linha inter-urbana; e um elemento de proces

samento da chamada ligado ao elemento de processamento com ligação à distância e podendo responder a um referido sinal de designação de fenda para fazer com que o elemento de troca complete a ligação indicada pelo referido sinal de designação de fenda.

24.- Sistema de acordo com a reivindicação 23, caracterizado por o referido pedido de chama ser acompanhado por um sinal de identificação do utente, identificando um posto de utente ao qual o pedido de chamada é endereçado, em que os elementos de processamento com ligação à distância podem responder ao referido sinal de identificação do utente proporcionando ao elemento de controlo do canal, no circuito dado no canal de transmissão designado em resposta ao referido pedido acompanhante de chamada, um sinal de controlo da fenda de transmissão indicando uma associação entre o posto de utente identificado e a fenda na corrente de "bites" no canal de transmissão designada em resposta ao referido pedido acompanhante de chamada, e um sinal de controlo do canal de transmissão indicando uma associação entre o posto do utente identificado e o canal de rádio-frequência designado ao circuito dado do canal de transmissão designado em resposta ao referido pedido acompanhante de chamada; e em que os elementos de controlo dos canais são ligados ao elemento de processamento com ligação à distância e podem responder a um referido sinal de controlo da fenda de transmissão proporcionando, numa fenda separada da corrente de "bites" no canal de transmissão, um recado de controlo à distância endereçado ao posto de utente identificado pelo sinal de controlo da fenda de transmissão e indicando a fenda que contém o sinal comprimido de dado oral, derivado do si-

nal oral recebido através da linha inter-urbana da qual o pedido de chamada e o sinal acompanhante de identificação do utente foram recebidos, e também indicando o canal de RF designado ao circuito dado do canal de transmissão designado em resposta ao referido pedido de chamada.

25.- Sistema de acordo com a reivindicação 24, caracterizado por compreender um posto de utente incluindo um elemento para receber e processar o referido recado de controlo à distância e o referido sinal do canal de transmissão a fim de reconstruir o sinal de informação recebido através da linha inter-urbana à qual foram designados o canal de RF e a fenda na corrente de "bites" no canal de transmissão indicada no recado de controlo à distância endereçado ao posto do utente.

26.- Sistema de acordo com a reivindicação 25, caracterizado por compreender uma pluralidade de circuitos de canais de recepção, cada um dos quais é designado a um dos circuitos de canais de transmissão, cada um dos quais é designado a um diferente canal de RF dado, e cada um dos quais inclui um elemento de recepção para receber um sinal do canal de recepção e para processar este sinal de modo a proporcionar uma corrente de "bites" do canal de recepção contendo sinais comprimidos separados em diferentes respectivas posições de fenda repetitivas e sequenciais; um número plural dado de elementos separados de síntese de sinais, cada um dos quais é associado com uma posição de fenda diferente na corrente de "bites" no canal de recepção para reconstruir amostras de sinais digitais a partir de sinais comprimidos separados contidos nas respectivas posições de fenda

associadas da corrente de "bites" no canal de recepção; um elemento de controlo de canal para segregar os sinais comprimidos separados da corrente de "bites" no canal de recepção e distribuir os sinais segregados aos elementos de síntese separados que são associados com as respectivas fendas de tempo a partir das quais os sinais são segregados; elementos separados de reconversão para ligação respectiva a cada uma das referidas linhas inter-urbanas para reconverter amostras de sinais digitais em sinais de informação para ser transmitidos através das respectivas linhas inter-urbanas, em que cada um dos elementos de reconversão separados é associado com um dos elementos de conversão separados no circuito designado do canal de transmissão e é ligado a uma linha inter-urbana comum com os elementos de conversão separados associados; em que o elemento de troca acopla os respetivos elementos de reconversão separados a certos elementos de síntese indicados de entre os elementos de síntese separados; e em que os elementos de processamento com ligação à distância podem responder ao referido sinal de pedido de chamada de entrada que foi recebido através da referida linha inter-urbana proporcionando um sinal de designação de fenda para indicar qual o circuito do canal de recepção e qual dos elementos de síntese separados no circuito indicado do canal de recepção devem ser ligados pelo elemento de troca àquele dos elementos de reconversão separados que está ligado à referida linha inter-urbana, designando assim a esta linha inter-urbana o circuito do canal de recepção indicado e a fenda na corrente de "bites" no canal de recepção associada com aquele elemento de síntese separado que

está assim ligado pelo elemento de troca, em que o elemento de processamento com ligação à distância mantém uma memória de quais as fendas na corrente de "bites" no canal de recepção são assim designadas a cada um da pluralidade dos circuitos do canal de recepção, e consulta a referida memória quando da recepção de um referido pedido de chamada de entrada e então proporciona ao elemento de processamento da chamada um referido sinal de designação de fenda para efectuar uma referida ligação a um circuito dado do canal de recepção em que nem todas as fendas de tempo são designadas a uma outra linha interurbana e que está associado com um circuito no canal de transmissão em que nem todas as fendas de tempo estão designadas a uma outra linha interurbana e a um elemento de síntese na mesma associado com uma das fendas que não está designada a uma outra linha interurbana.

27.- Sistema de acordo com as reivindicações 26, caracterizado por o elemento de processamento com ligação à distância ao canal também proporcionar ao elemento de controlo do canal no circuito dado do canal de recepção que está designado em resposta ao referido pedido acompanhante de chamada, um sinal de controlo da fenda de recepção indicando uma associação entre o posto de utente identificado e a fenda na corrente de "bites" no canal de recepção que está designada a sinais recebidos do posto de utente identificado pelo sinal recebido de identificação do utente, e um sinal de controlo do canal de recepção indicando uma associação entre o posto de utente identificado e o canal de RF designado ao circuito dado do canal de recepção em resposta ao referido pedido acompanhante de chamada; e em que o elemento de controlo do canal pode responder ao referido sinal

de controlo da fenda de recepção proporcionando numa fenda na corrente de "bites" no canal de transmissão um recado de controlo a distância endereçado ao posto de utente identificado pelo referido sinal de controlo da fenda de recepção e indicando quando o posto de utente endereçado deve transmitir sinais para o elemento de recepção de um sinal do canal de recepção de modo que sinais comprimidos, derivados da transmissão a partir do posto de utente endereçado ocupem a fenda designada na corrente de "bites" no canal de recepção, e também indicando o canal de RF designado ao circuito dado do canal de recepção designado em resposta ao referido pedido de chamada.

28.- Sistema de acordo com a reivindicação 27, caracterizado por o posto de utente também incluir um elemento para processamento do recado de controlo à distância no sinal recebido do canal de transmissão a fim de causar transmissões do posto de utente a serem transmitidas nos tempos indicados pelo recado de controlo à distância e através do canal de RF indicado pelo recado de controlo à distância.

29.- Sistema de acordo com a reivindicação 24, caracterizado por compreender também uma pluralidade de circuitos do canal de recepção, cada um dos quais é associado com um dos circuitos do canal de transmissão, e a cada um dos quais é designado um canal de RF diferente, e incluindo cada um dos quais um elemento de recepção para receber um sinal do canal de recepção e para processar este sinal para proporcionar uma corrente de "bites" no canal de recepção contendo sinais comprimidos separados em diferentes posições respectivas de fendas repetitivas

e sequenciais; um dado número plural de elementos separados de síntese de um sinal, cada um associado com uma diferente posição de fenda na corrente de "bites" no canal de recepção para reconstruir amostras de sinais digitais a partir de sinais comprimidos separados contidos nas respectivas posições de fenda na corrente de "bites" no canal de recepção; um elemento de controlo do canal para segregar os sinais comprimidos separados provenientes da corrente de "bites" no canal de recepção e para distribuir os sinais segregados aos elementos separados de síntese associados com as respectivas fendas de tempo a partir das quais os sinais são segregados; elementos de reconversão separados para ligação respectiva a cada uma das referidas linhas interurbanas para reconverter amostras de sinais digitais em sinais de informação para transmissão através das respectivas linhas interurbanas, em que cada um dos elementos de reconversão separados é associado com um dos elementos de conversão separados no circuito associado no canal de transmissão e é ligado a uma linha interurbana comum com os elementos de conversão separados associados; em que o elemento de troca acopla os respectivos elementos de reconversão separados a elementos indicados de entre os elementos separados de síntese; e em que os elementos de processamento com ligação à distância podem responder ao referido sinal de pedido de chamada de entrada recebido através da referida linha interurbana proporcionando um sinal de designação de fenda para indicar qual circuito do canal de recepção e qual dos elementos de síntese separados no circuito indicado do canal de recepção devem ser ligados pelo elemento de troca àquele dos elementos de reconversão

separados que está ligado à referida linha interurbana e designando a esta linha interurbana o circuito indicado do canal de recepção e a fenda na corrente de "bites" no canal de recepção que está associada com aquele dos elementos de síntese separados que está assim ligado pelo elemento de troca, em que o elemento de processamento com ligação à distância mantém uma memória de quais as fendas na corrente de "bites" no canal de recepção estão assim designadas a cada um da pluralidade de circuitos do canal de recepção, e consulta a referida memória quando da recepção de um referido pedido de chamada de entrada e então proporciona ao elemento de processamento da camada um referido sinal de designação de fenda para efectuar uma referida ligação a um dado circuito do canal de recepção em que nem todas as fendas de tempo estão designadas a uma outra linha interurbana e a um elemento de síntese na mesma associado com uma das fendas que não está designada a uma outra linha interurbana.

30.- Sistema de acordo com a reivindicação 29, caracterizado por o elemento de processamento da ligação do canal à distância também proporcionar, ao elemento de controlo de canal no circuito do canal de recepção designado em resposta ao referido pedido acompanhante de chamada, um sinal de controlo da fenda de recepção indicando uma associação entre o posto de utente identificado e a fenda na corrente de "bites" designada a sinais recebidos do posto de utente identificado pelo sinal de identificação do utente que foi recebido, e um sinal de controlo do canal de recepção indicando uma associação entre o posto do utente identificado e o canal de RF designado ao circuito dado no canal de

U.

recepção em resposta ao referido pedido acompanhante de chamada e em que o elemento de controlo do canal pode responder ao referido sinal de controlo da fenda de recepção proporcionando numa fenda na corrente de "bites" no canal de transmissão um recado de controlo à distância endereçado ao posto de utente identificado pelo referido sinal de controlo da fenda de recepção e indicando quando o posto de utente endereçado deve transmitir sinais ao elemento de recepção que deve receber um sinal do canal de recepção de modo que sinais comprimidos derivados da transmissão a partir do posto de utente endereçado ocupem a fenda designada na corrente de "bites" no canal de recepção, e também indicando o canal de RF designado ao circuito dado do canal de recepção designado em resposta ao referido pedido de chamada.

31.- Sistema de acordo com a reivindicação 30, caracterizado por o posto de utente também incluir um elemento para processar o recado de controlo à distância no sinal recebido do canal de transmissão a fim de fazer com que transmissões provenientes do posto de utente sejam transmitidas em tempos indicados pelo recado de controlo à distância e através do canal de RF indicado pelo recado de controlo à distância.

32.- Sistema digital de transmissão sem fios que comprehende uma estação de base em comunicação com linhas telefónicas e um certo número de postos de assinante para a transmissão simultânea de sinais de informação através de canais de radiofrequência (RF) entre a estação de base e cada um dos postos de

U.

assinante, caracterizado por compreender:

meios de conversão na referida estação de base para ligação respectiva às referidas linhas telefónicas para converter os sinais de informação analógicos recebidos das referidas linhas telefónicas em amostras de sinais digitais e para converter os sinais digitais recebidos dos referidos postos de assinante em ~~sinais analógicos para transmissão para as referidas linhas telefónicas;~~

meios de compressão dos sinais ligados aos referidos meios de conversão para comprimir simultaneamente amostras separadas de sinais digitais derivadas dos referidos meios de conversão para proporcionar sinais comprimidos separados;

meios de controlo dos canais ligados aos referidos meios de compressão dos sinais para combinar sequencialmente os sinais comprimidos para formar uma corrente de bits de transmissão única, ocupando cada um dos sinais comprimidos respectivos uma posição repetitiva sequencial da corrente de bits de transmissão;

meios emissores e receptores tanto na referida estação de base como nos postos de assinante para proporcionar a comunicação directa entre a referida estação de base e os referidos postos de assinante através dos referidos canais de radiofrequência; e

funcionando todos os postos de assinante num modo semi-duplex no interior de uma trama multiplex por divisão do tempo com acesso múltiplo, emitindo cada posto de assinante numa porção da referida trama e recebendo numa outra porção da referida trama.

33.- Sistema de acordo com a reivindicação 32, caracte-

rizado por a referida estação de base funcionar com canais no modo duplex pleno e acomodar um certo número de sinais simultâneos em cada canal, tendo cada um dos canais frequências de recepção e emissão separadas, sendo uma das referidas frequências atribuída à estação de base para emissão para os referidos postos de assinante e para recepção dos referidos postos de assinante quando não emite, e sendo a outra das referidas frequências atribuída aos postos de assinante para emissão para a referida estação de base e para recepção da referida estação de base quando não transmite.

34.- Sistema de acordo com a reivindicação 32, caracterizado por os referidos meios de compressão proporcionarem a digitalização do sinal vocal com uma velocidade de codificação de 14,6 Kbits/s e serem combinados com modulação DPSK ("Differential Phase Shift Keying" - Modulação por deslocamento de fase diferencial) de 16 níveis para proporcionar quatro comunicações vocais duplex plenas simultâneas, num par único de canais de 20KHz.

35.- Sistema de acordo com a reivindicação 32, caracterizado por cada posto de assinante incluir uma rede de diversidade de três ramos compreendendo três "modems" e um circuito combinador de diversidade que reune a informação recebida desmodulada dos desmoduladores de cada um dos três "modems" e combina as três correntes para formar uma corrente de símbolos única que é depois transferida para os referidos meios de controlo dos canais.

36.- Sistema de acordo com a reivindicação 32, caracterizado por os referidos sinais de informação serem escolhidos no grupo formado pelos sinais vocais, de dados, de fascimile, de vídeo, de computador e de instrumentação.

37.- Sistema de acordo com a reivindicação 32, caracterizado por o referido sistema estar dotado de diversidade no espaço, compreendendo a referida diversidade no espaço um certo número de antenas espaçadas selectivamente umas das outras para proporcionar uma recepção dos sinais de elevada qualidade apesar do desvanecimento dos sinais.

38.- Sistema de acordo com a reivindicação 32, caracterizado por nos postos de assinante haver uma emissão simulada simultânea nos dois sentidos de sinais múltiplos num par único de canais.

39.- Sistema de acordo com a reivindicação 32, caracterizado por se proporcionarem meios para modular os referidos sinais de informação por modulação por desvio de fase.

40.- Sistema de acordo com a reivindicação 39, caracterizado por a modulação ser por desvio de fase multifásica.

41.- Sistema de acordo com a reivindicação 39, caracterizado por a modulação ser aplicada em canais duplex plenos afastados de 25KHz na banda dos 454 aos 460 MHz.

42.- Sistema de acordo com a reivindicação 39, caracterizado por a modulação ser por desvio de fase em quadratura (QPSK).

U.

43.- Sistema de acordo com a reivindicação 32, caracterizado por a compressão ser efectuada por um codificador-descodificador ("codec") residual excitado linear preditor.

44.- Sistema de acordo com a reivindicação 32, caracterizado por a compressão ser efectuada por um codificador-descodificador que codifica a sub-banda.

- 45.- Sistema de acordo com a reivindicação 32, caracterizado por a modulação ser por desvio de fase multifásica e por os sinais de informação comprimidos serem comunicações vocais com uma velocidade de codificação de 14,6 Kbits/s.

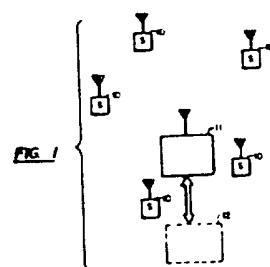
46.- Sistema de acordo com a reivindicação 32, caracterizado por incluir meios para a transmissão de informação de sincronização da referida estação de base para os referidos postos de assinante para alinhar os sinais recebidos na estação de base provenientes dos referidos postos de assinante para compensar variações das distâncias entre os postos de assinante e a estação de base.

R E S U M O

"Sistema de comunicações telefónicas"

Sistema de comunicações telefónicas para a transmissão por rádio de sinais múltiplos de informação, utilizando circuitos digitais de divisão de tempo entre um posto de base e uma pluralidade de postos de utente. Os postos de utente podem ser fixos ou móveis. O número de circuitos de divisão de tempo é determinado pelo qualidade da transmissão dos sinais. O posto de base está interligado a uma rede externa de informações, que pode ser análoga e/ou digital. Os sinais de informação são seleccionados de entre um grupo consistindo em sinais orais, dados, facsimile, vídeo, computador e sinais de instrumentação. O nível de modulação dos sinais e a potência fornecida ao sistema são ajustados de acordo com a detecção de erros de sinal no sistema. O sistema é munido de diversidade espacial utilizando uma pluralidade de antenas espaçadas selectivamente umas das outras a fim de proporcionar uma recepção relativamente elevada do sinal apesar de desvanecimento deste. O posto de base funciona por meio de uma pluralidade de pares de canais de RF. Cada operação de um par de canais é implementada pela combinação de um circuito do canal de transmissão para processar um número plural dado de sinais de informação recebidos ao mesmo tempo através de linhas interurbanas de uma companhia de telefones para transmissão simultânea a diferentes postos de utentes através de

um canal de RF dado, e um circuito do canal de recepção para processar uma pluralidade de sinais recebidos ao mesmo tempo através de um canal de RF dado a partir de diferentes postos de utente a fim de proporcionar sinais de informação para transmissão através das linhas interurbanas.



Lisboa, 22 de Junho de 1987
O Agente Oficial da Propriedade Industrial

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'António Fernandes', is written over a horizontal line.

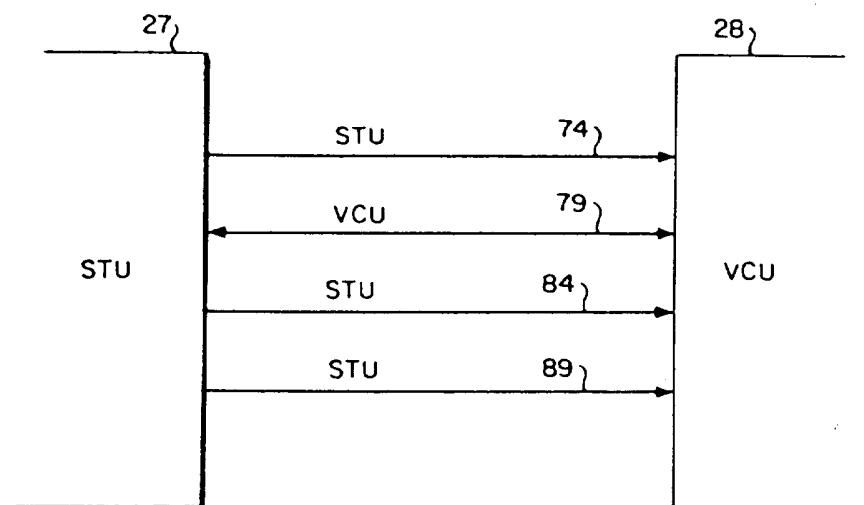
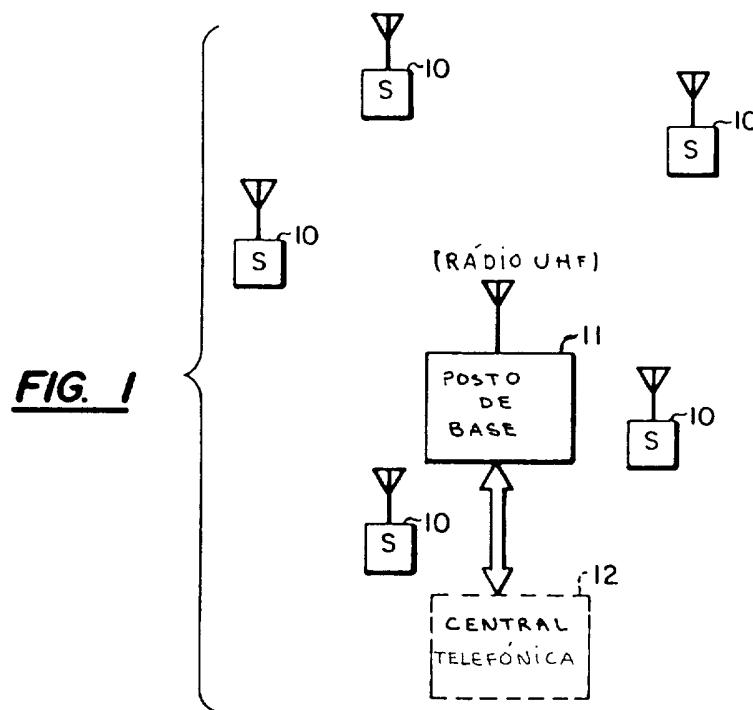


FIG. 14

FIG 2

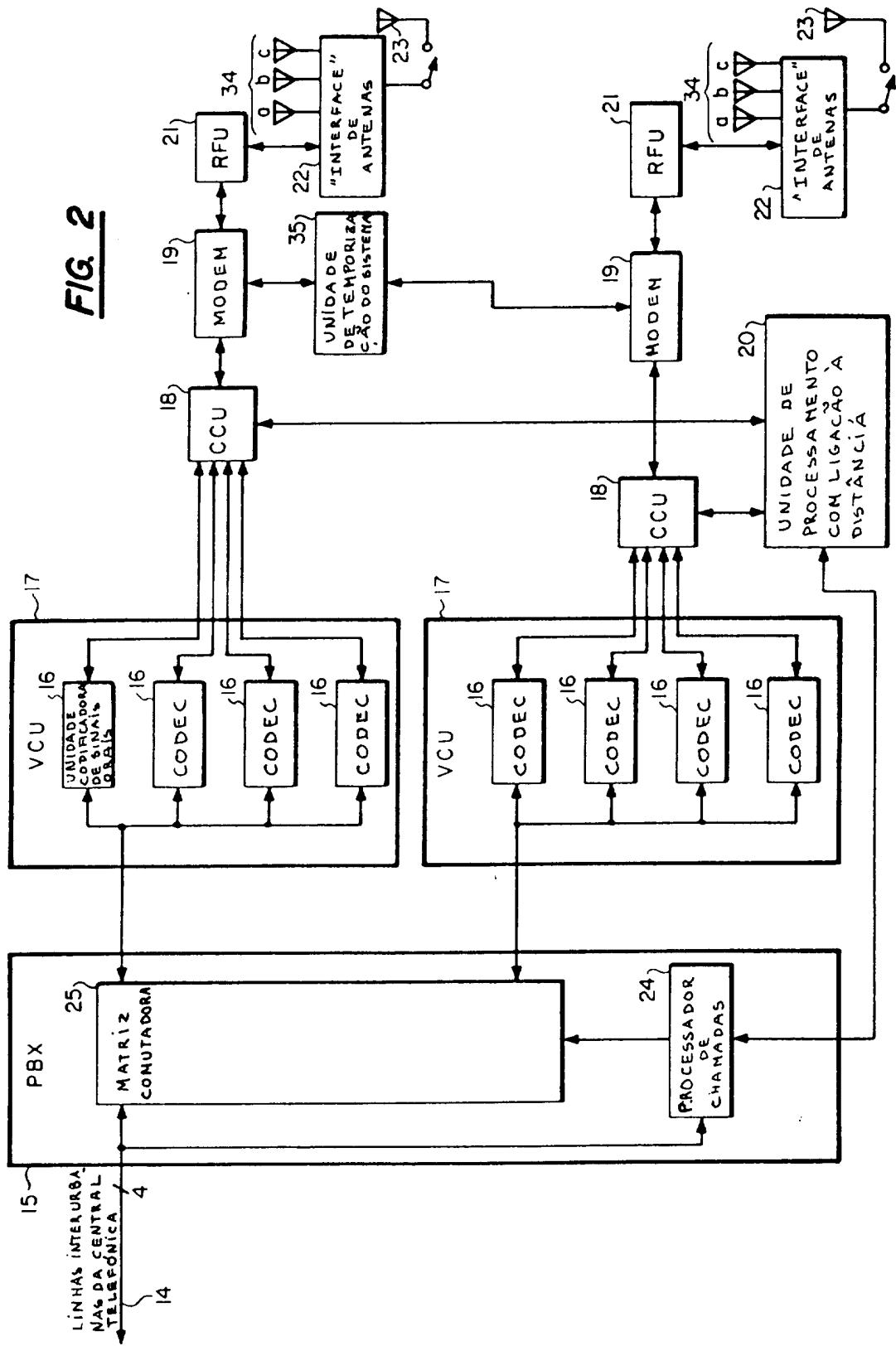


FIG. 3

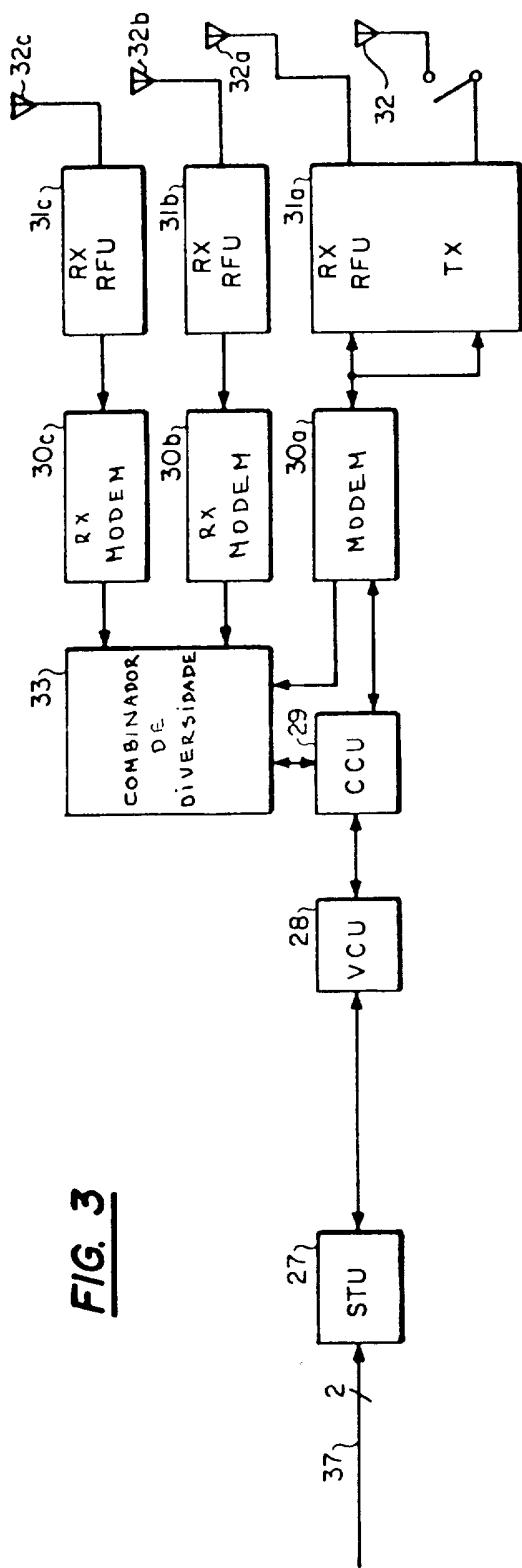


FIG. 25

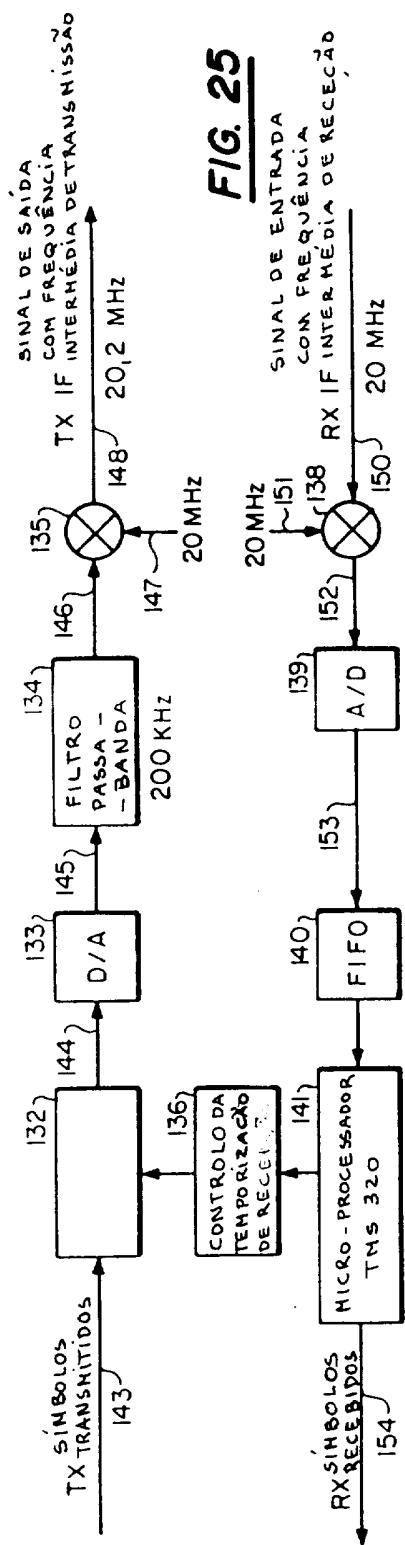
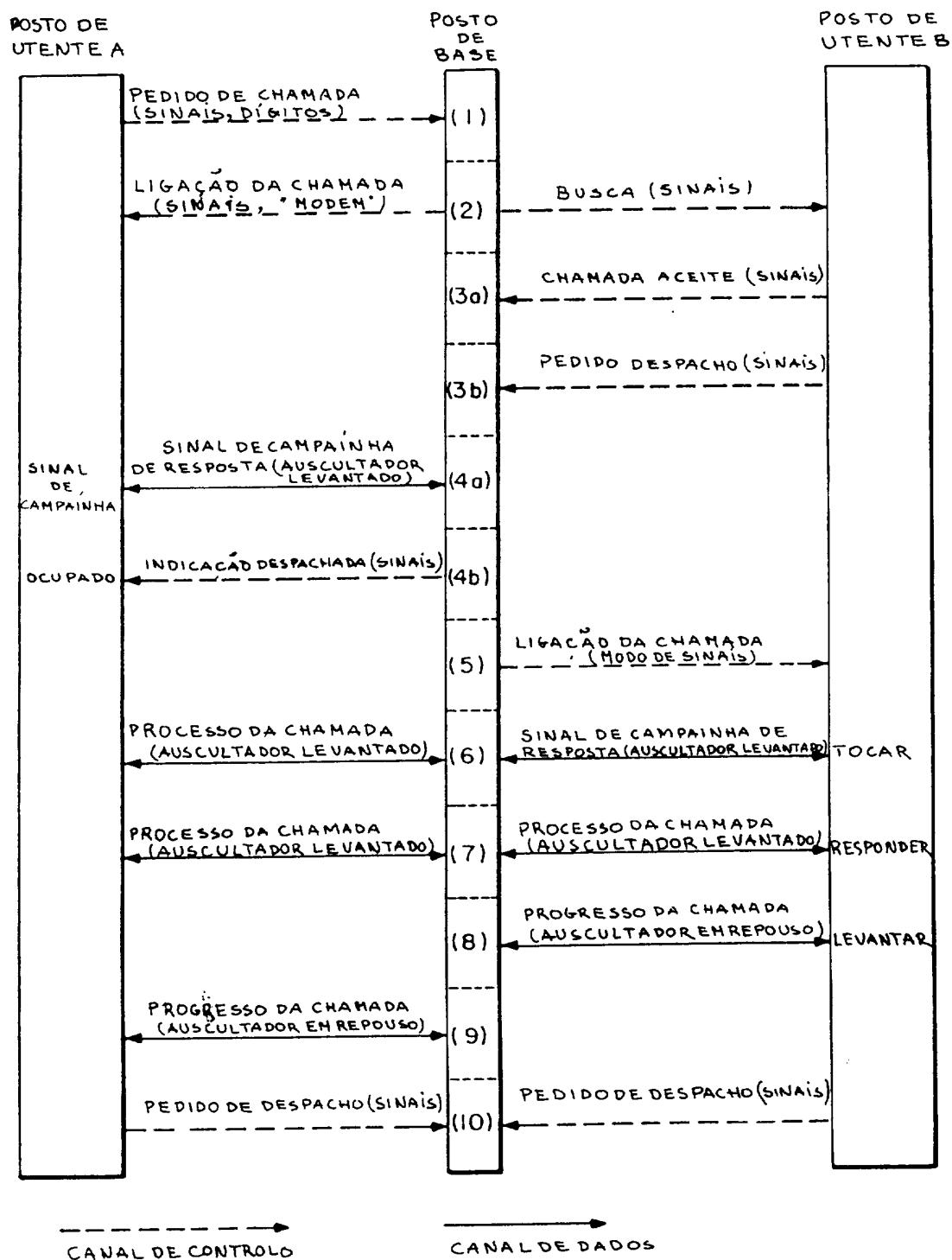


FIG. 4



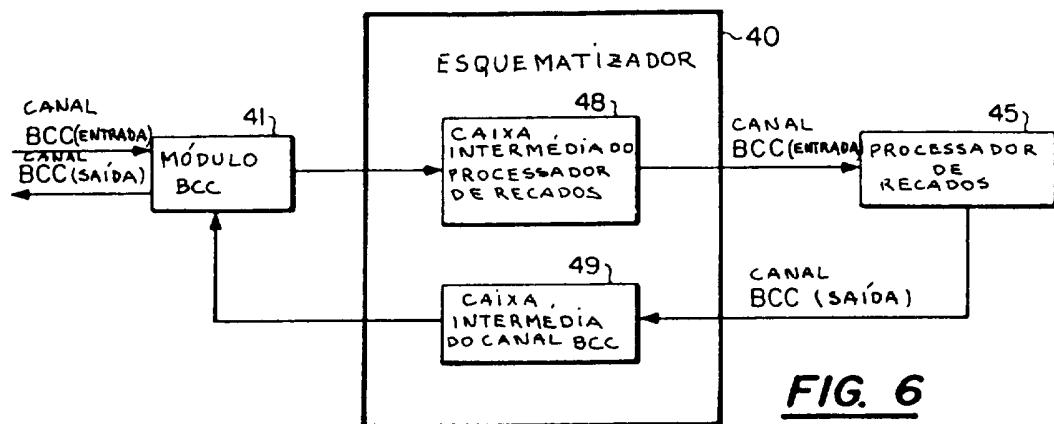


FIG. 6

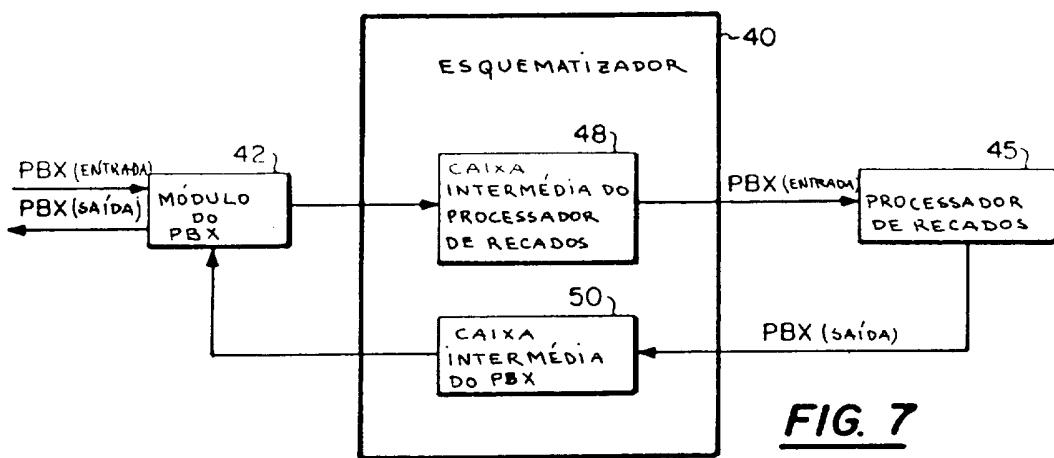


FIG. 7

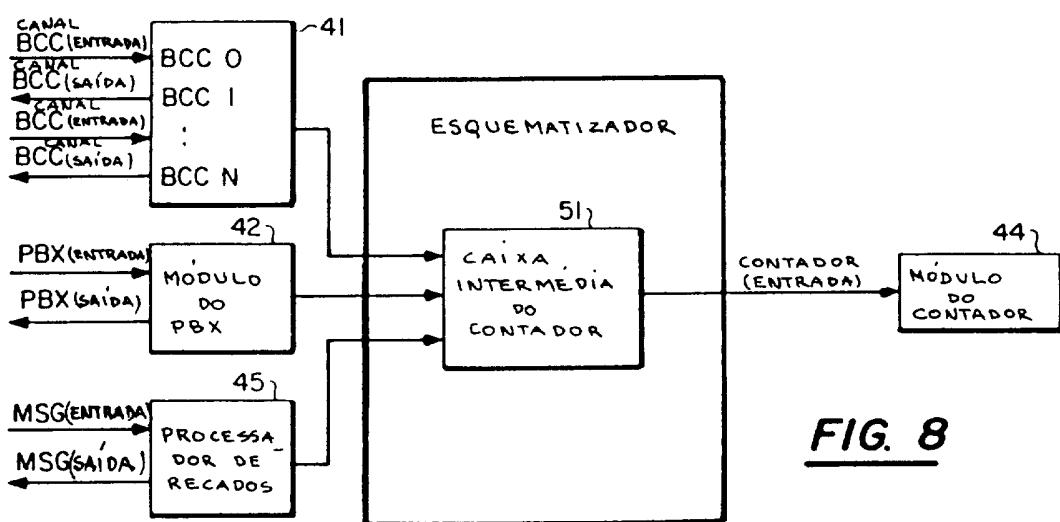


FIG. 8

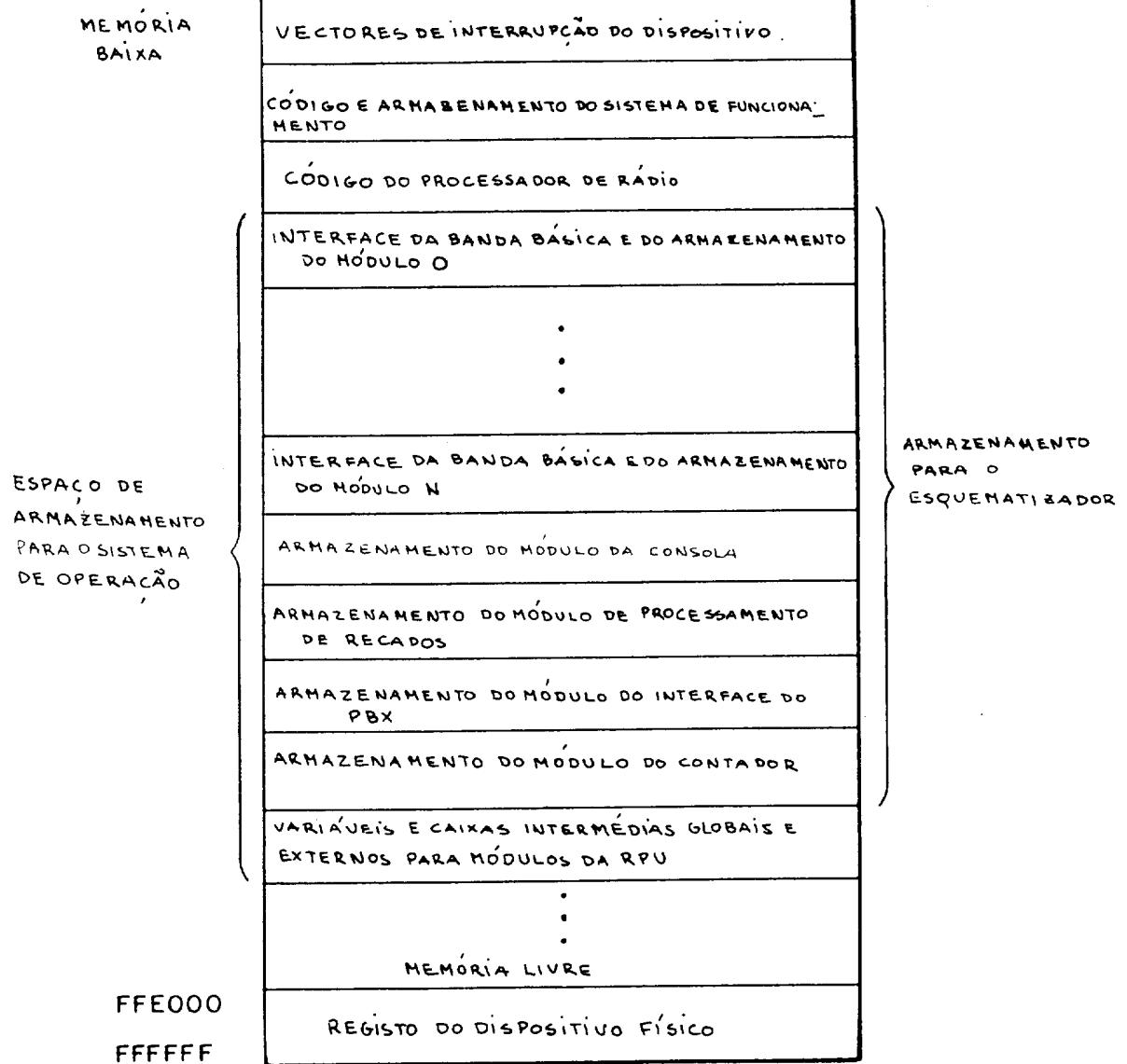


FIG. 9

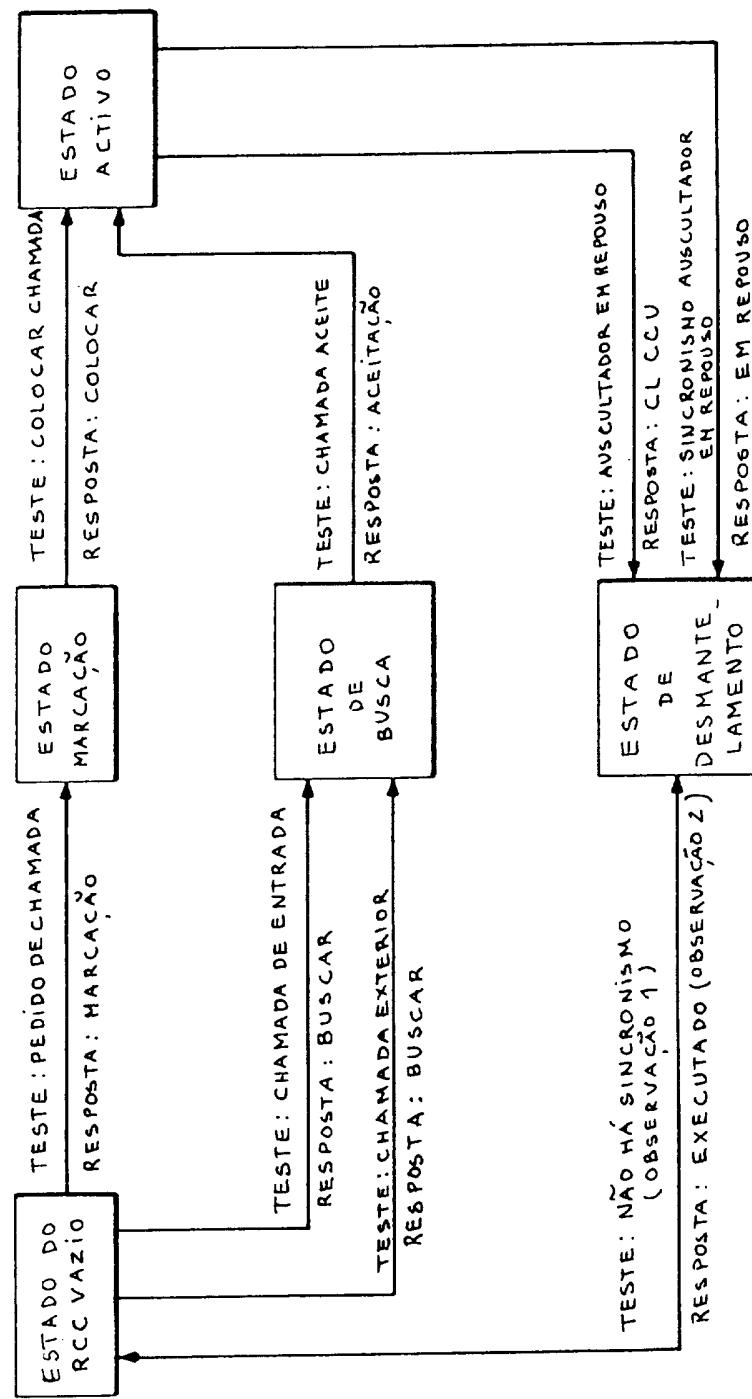


FIG. 10

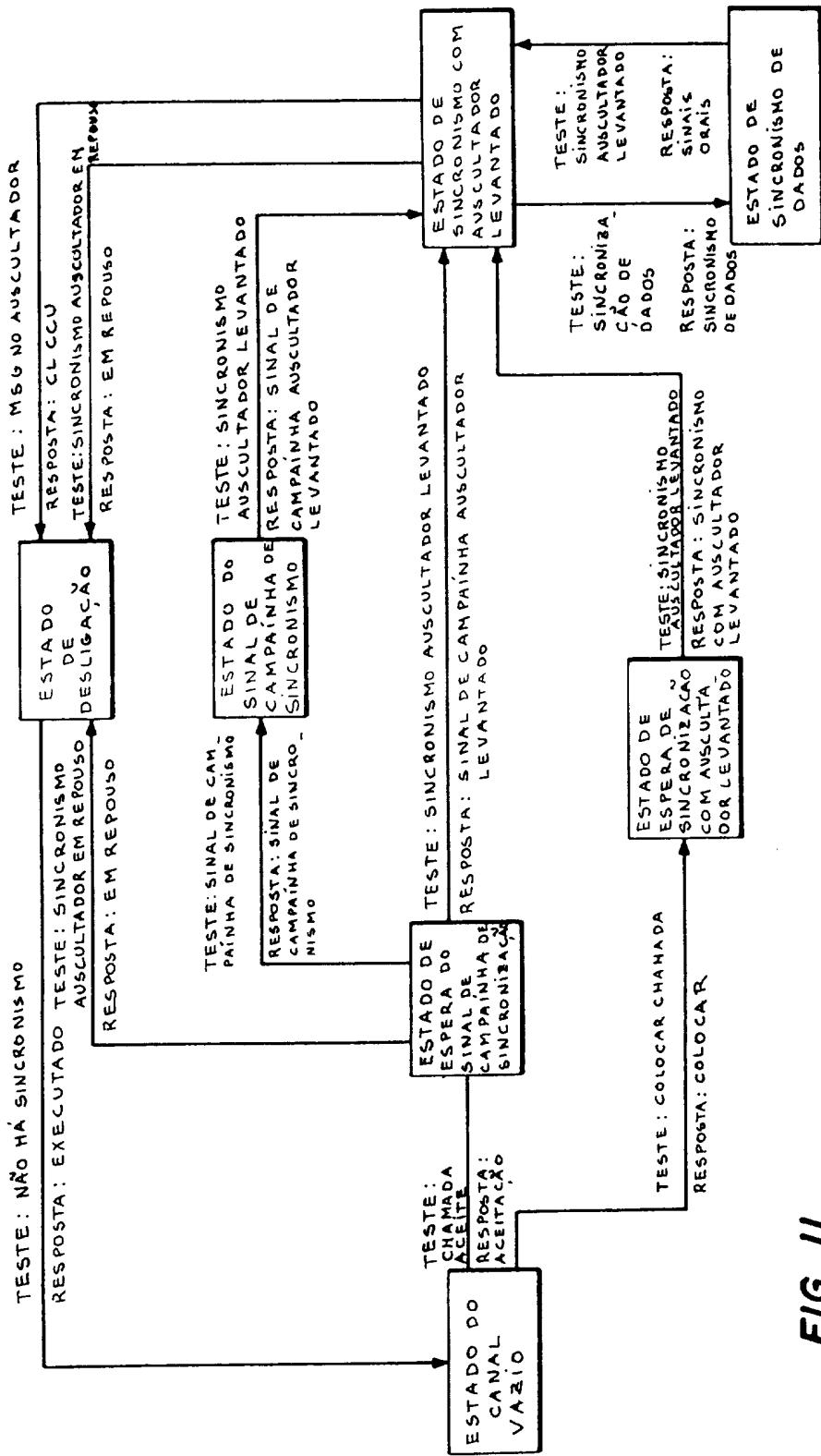
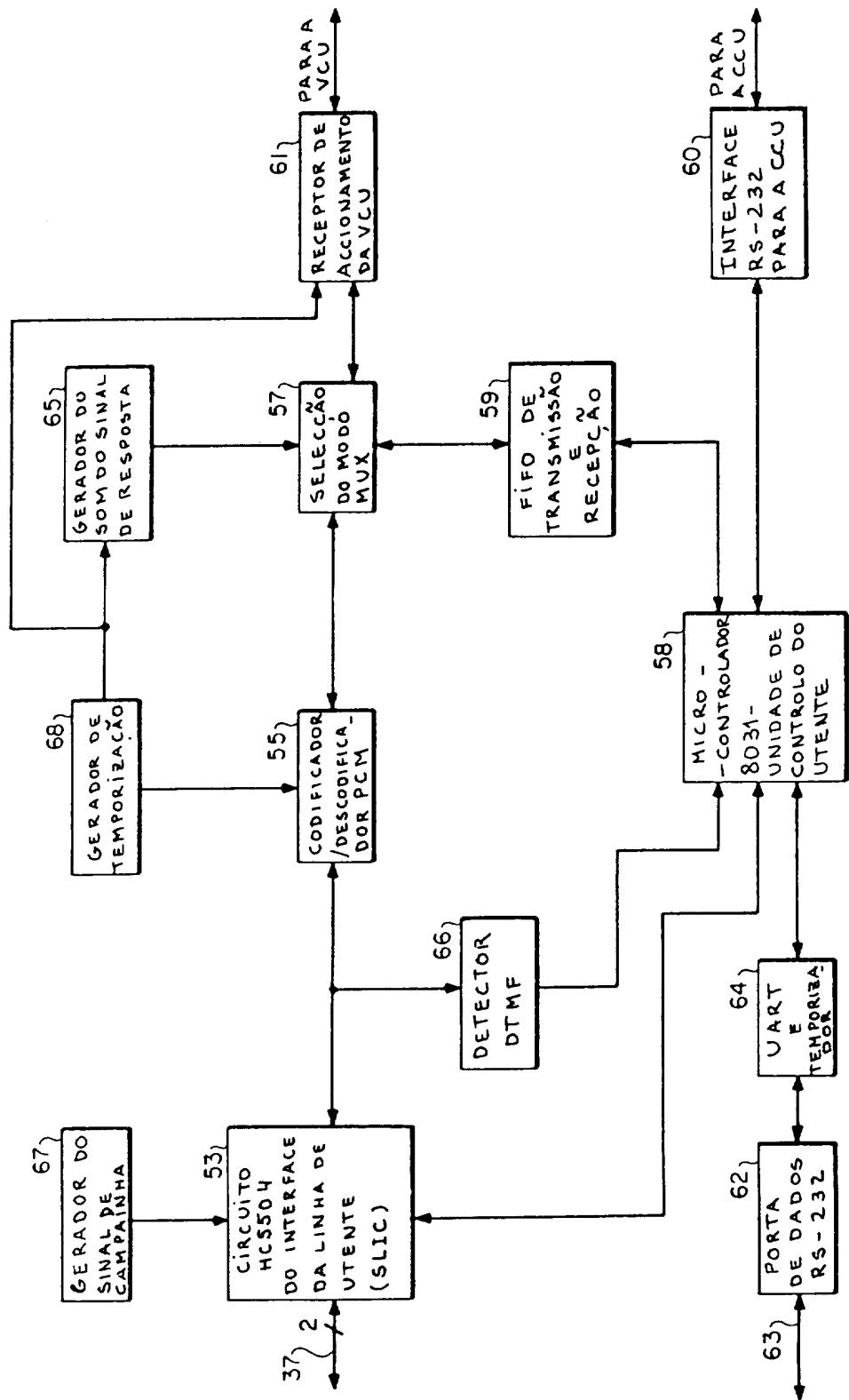


FIG. 1

FIG. 12



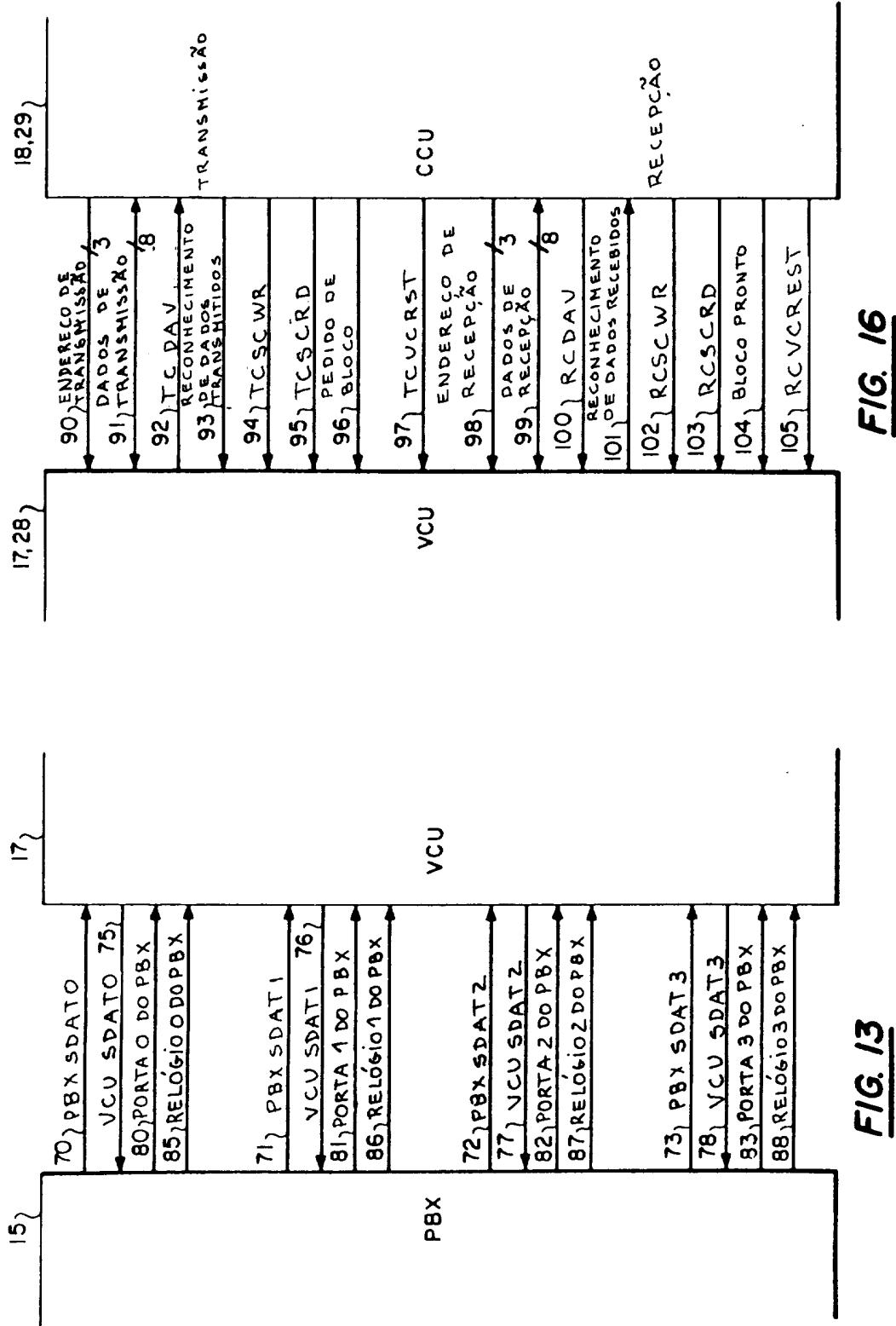


FIG. 13

FIG. 16

FIG. 15

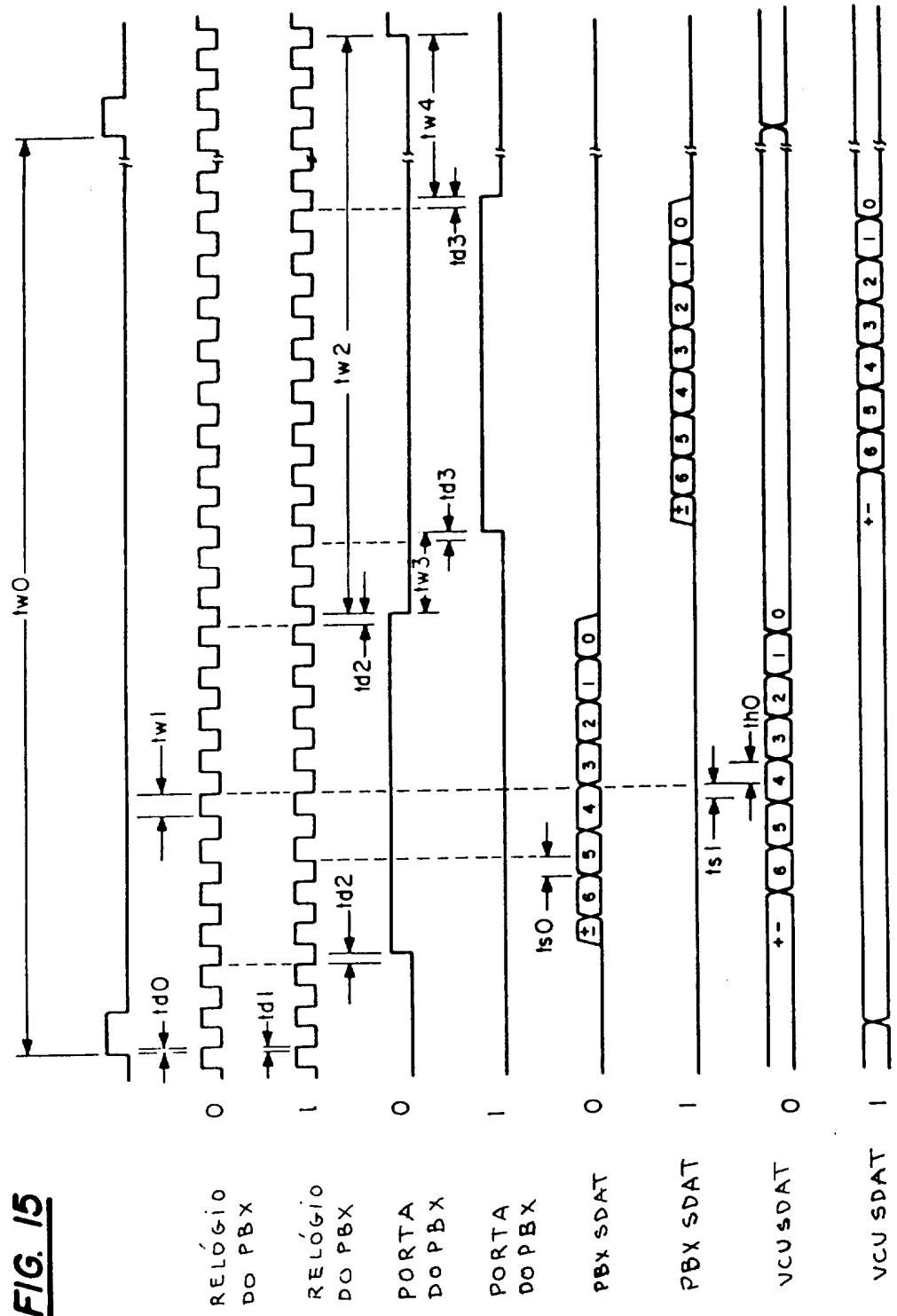


FIG. 17

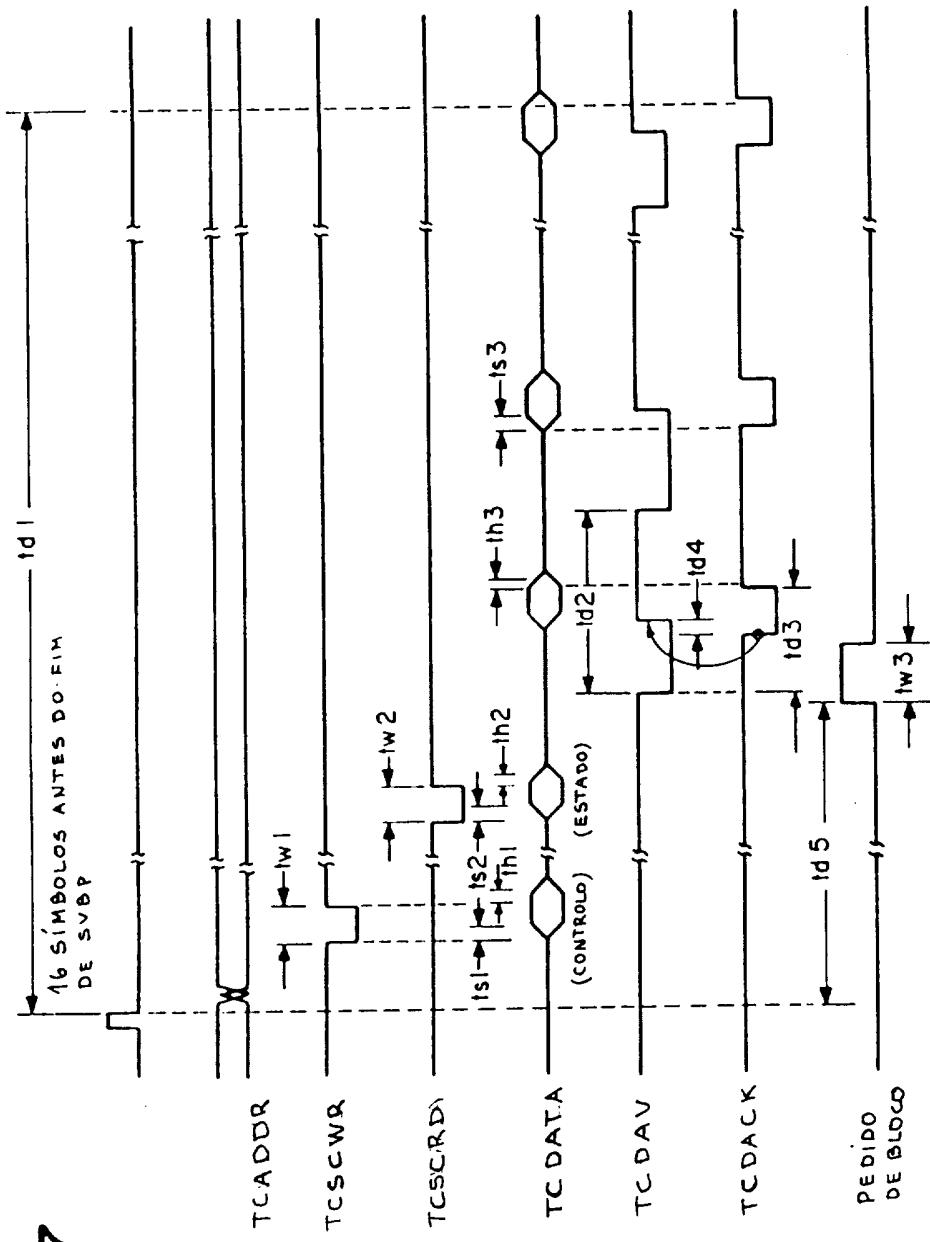
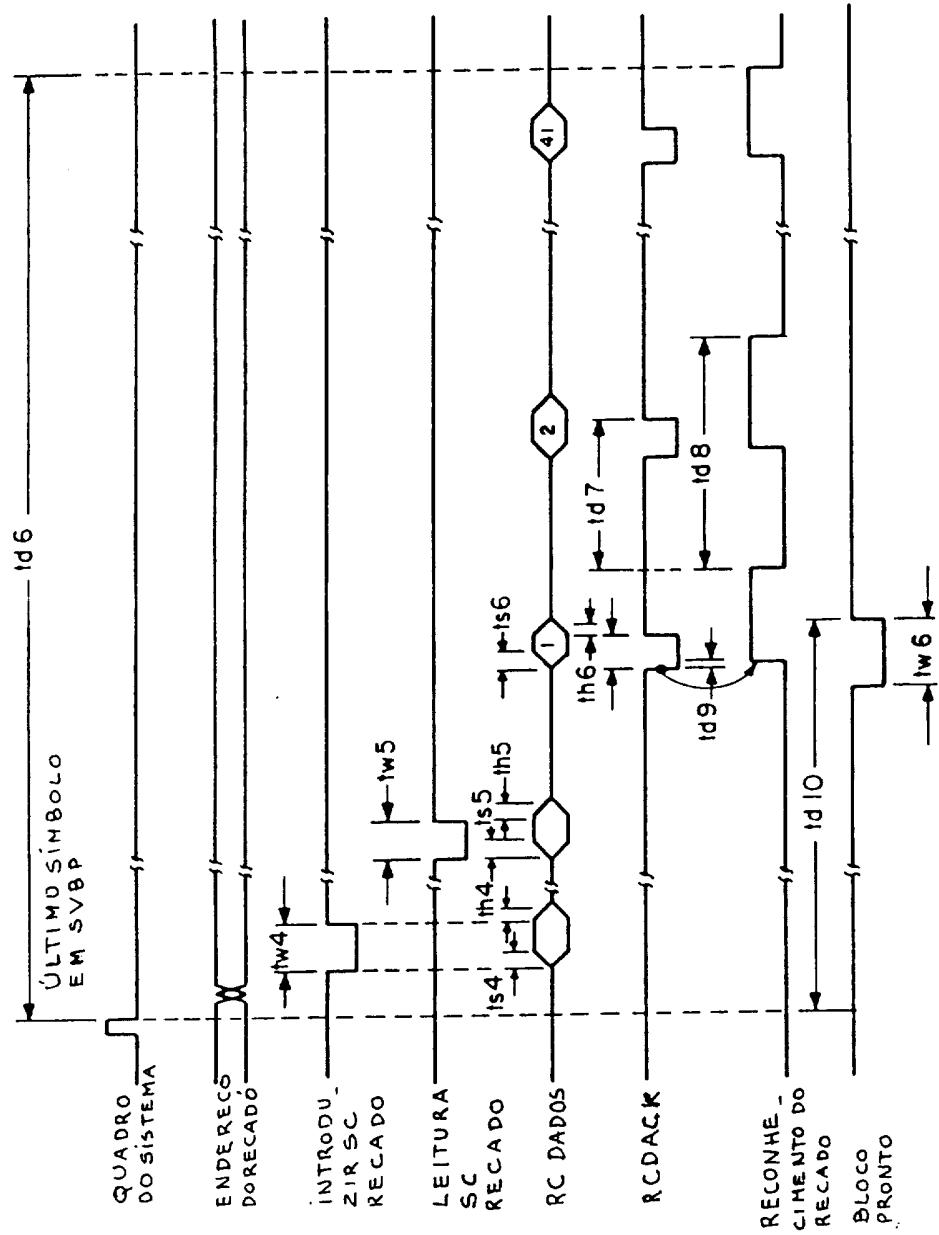


FIG. 18



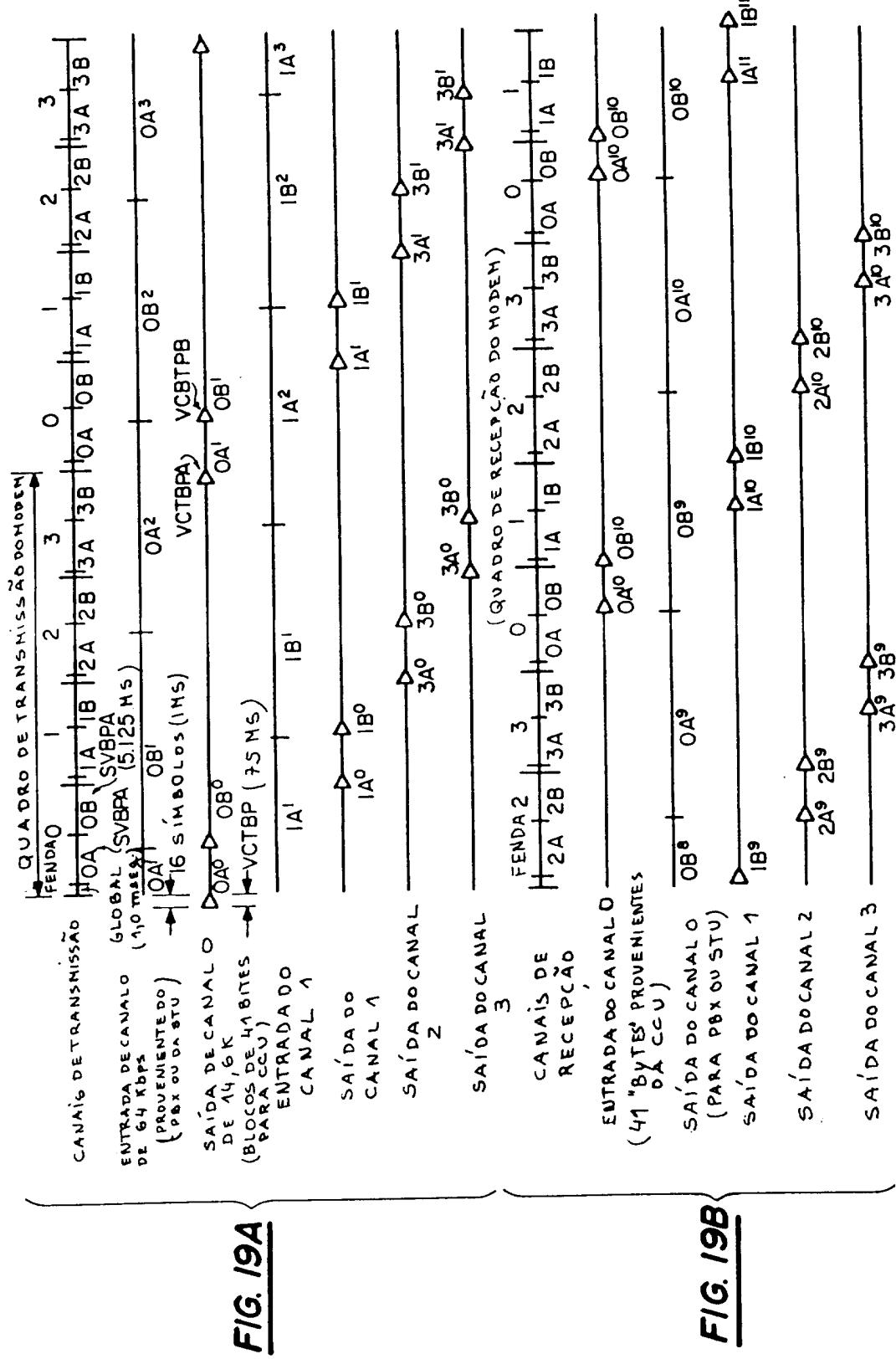


FIG. 20A

 CANAIS DE RECEPÇÃO
 ENTRADA DO CANAL
 2,14,6 Kbps
 (BLOCO DE 41 BYTES)
 PROVENIENTE DA CCU

SAÍDA DE CANAL 2
 COM 64 Kbps
 (PARA PBX)

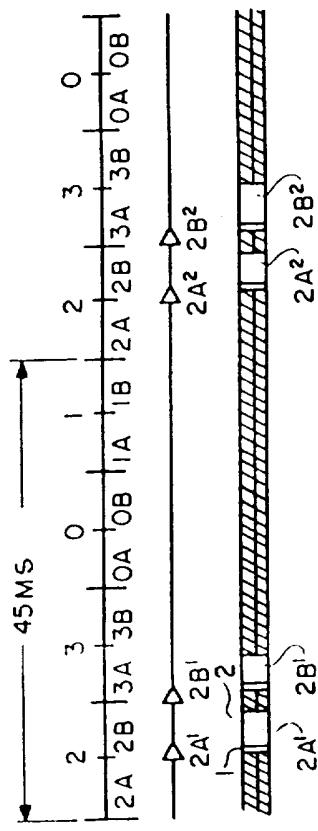


FIG. 20B

 CANAIS DE TRANSMISSÃO
 ENTRADA DE CANAL 2
 COM 64 Kbps
 (PROVENIENTE DO PBX)

SAÍDA DE CANAL 2 COM
 14,6 Kbps
 (BLOCOS DE 41 BYTES "PARA
 A CCU")

2A^2 2B^2

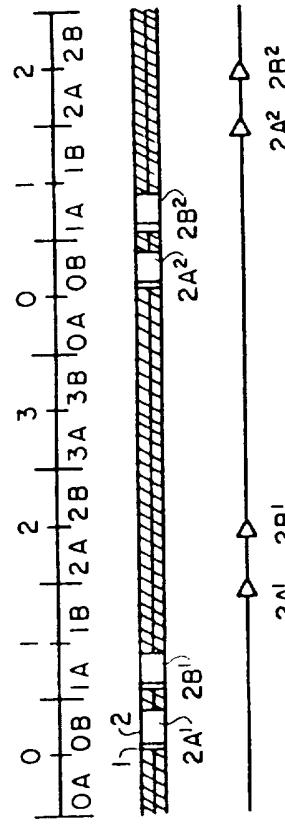


FIG. 21

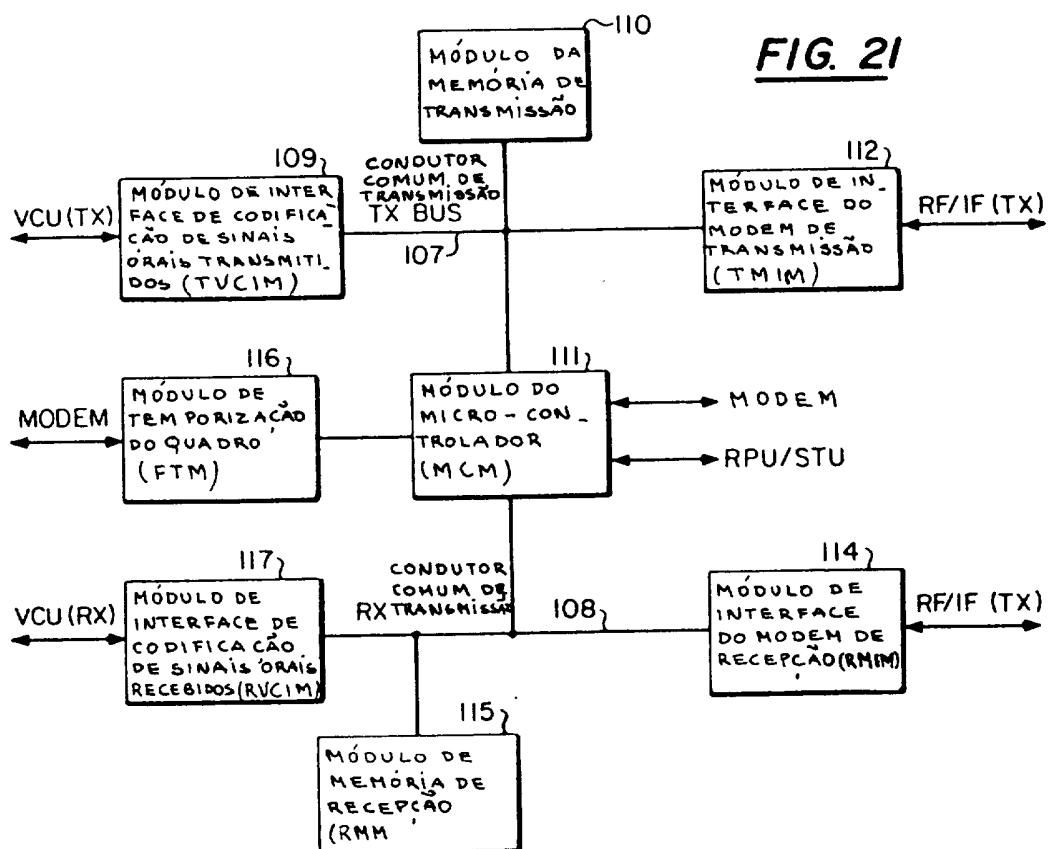
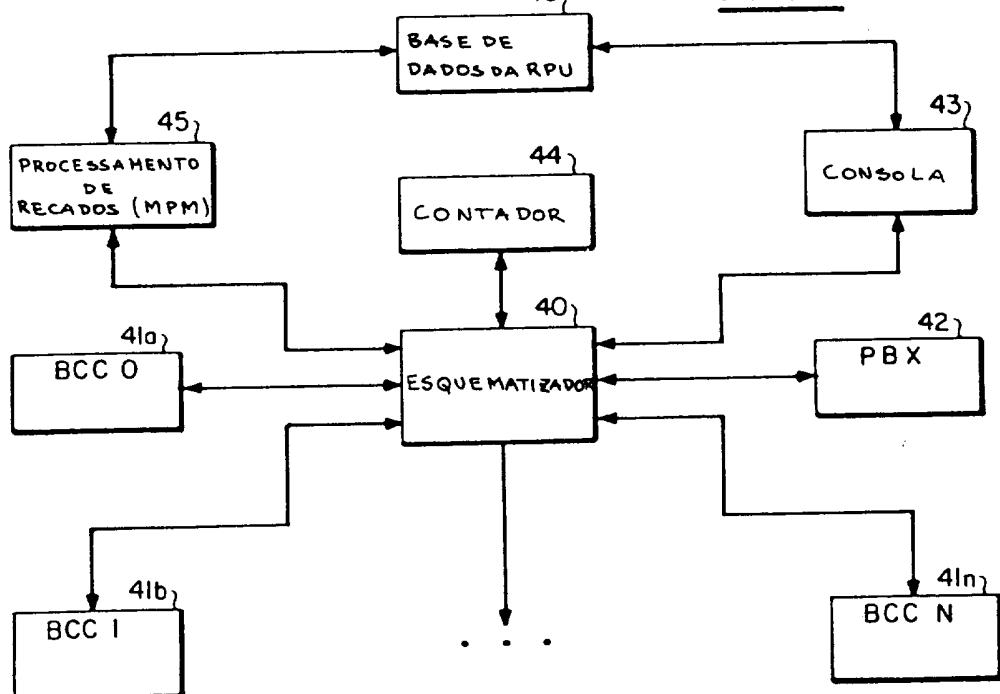


FIG. 5



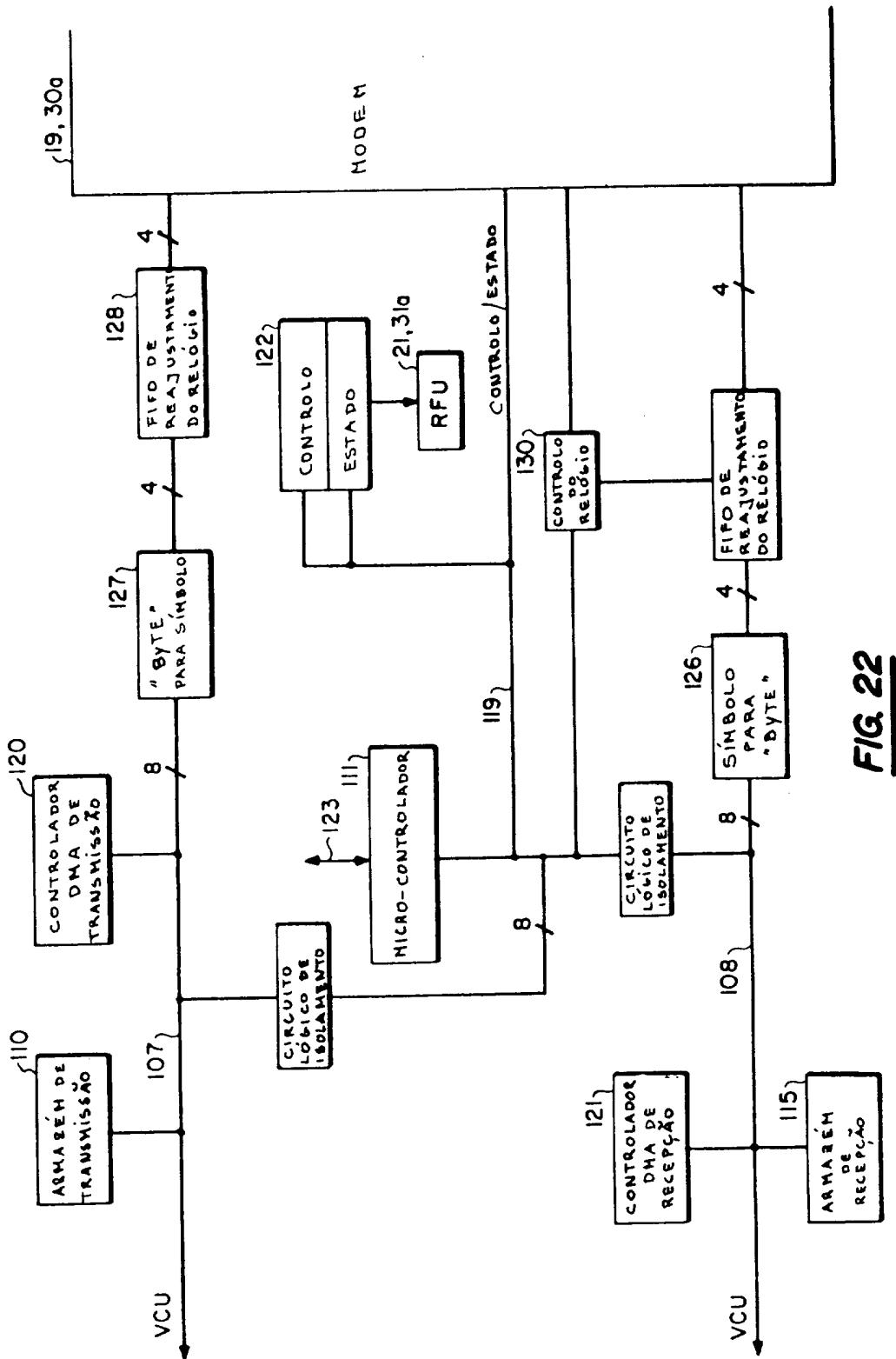
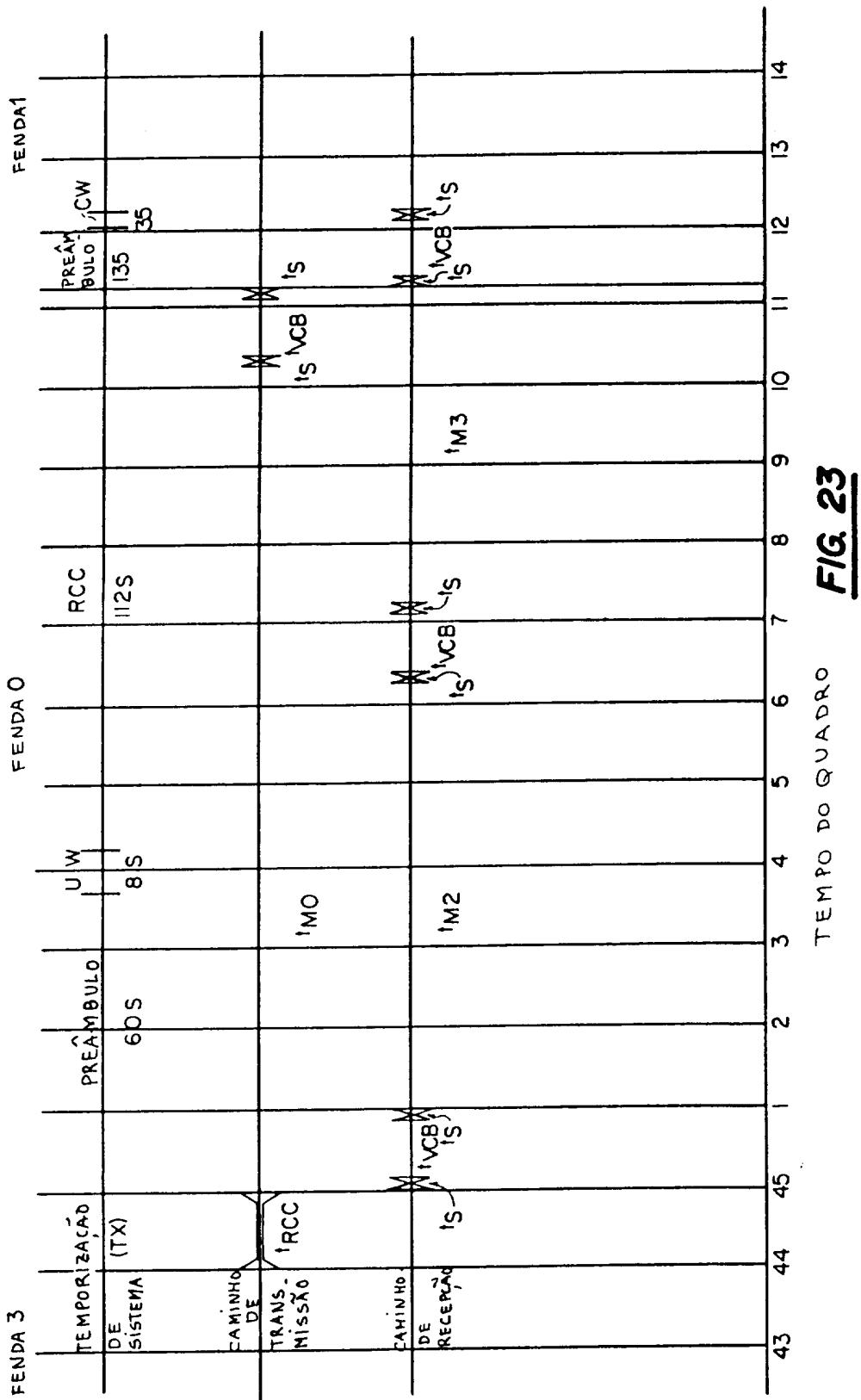


FIG. 22



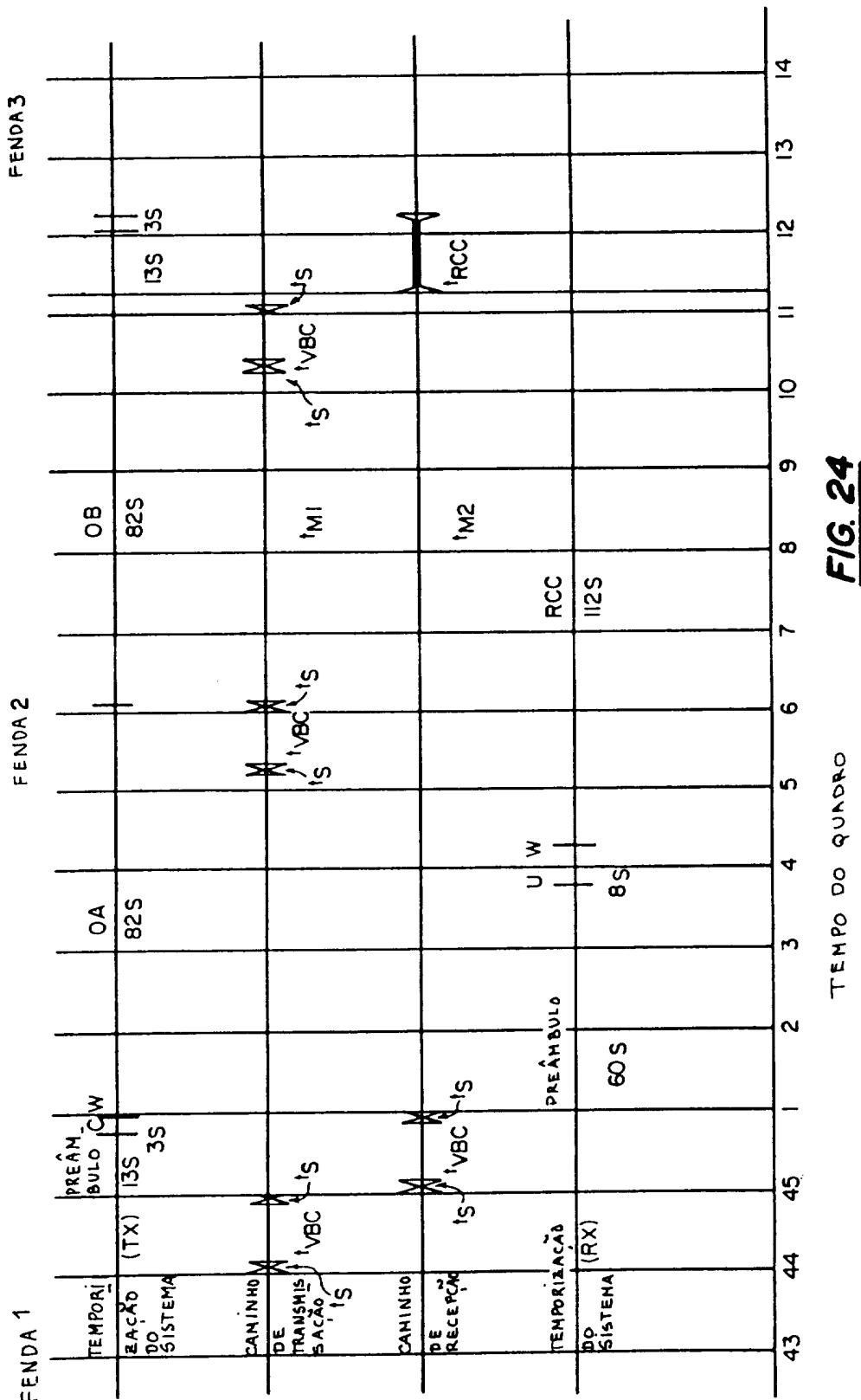


FIG. 24

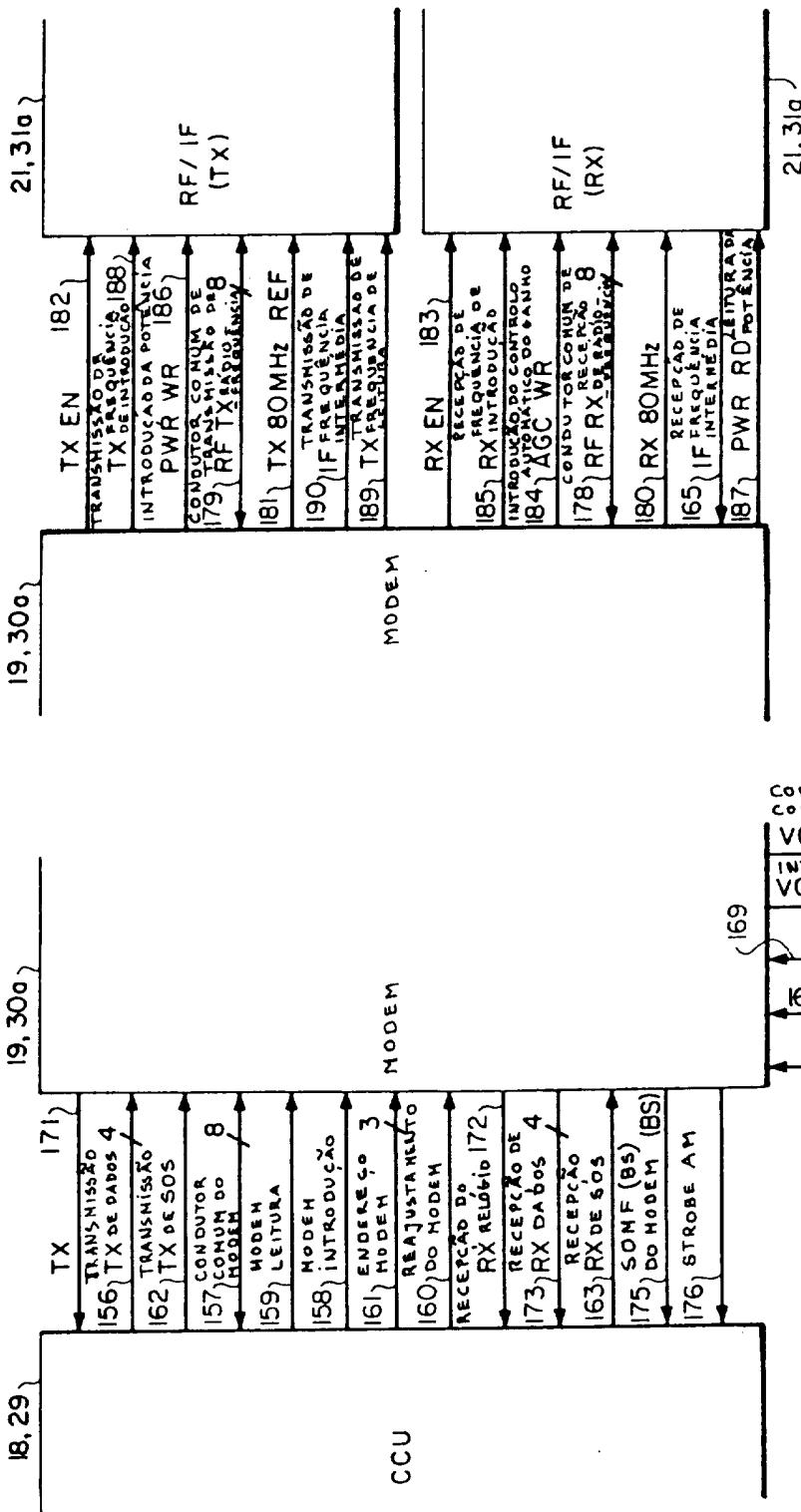


FIG. 27

FIG. 26

CONFIGURAÇÃO NORMAL DOUTENTE

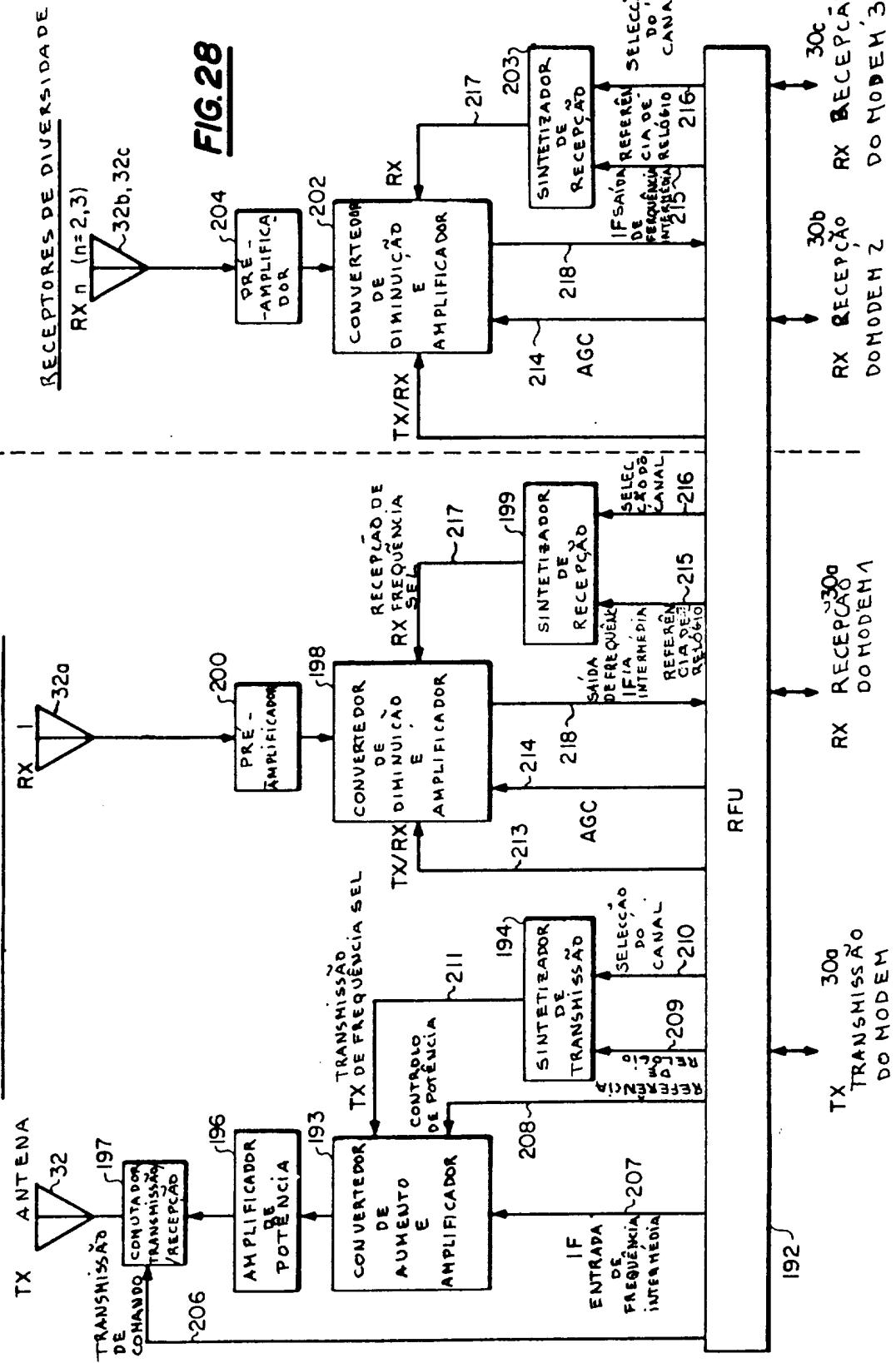


FIG. 28

