

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA – CAMPUS II
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
COORDENAÇÃO DE ENGENHARIA ELÉTRICA

RELATÓRIO DE ESTÁGIO

WUPIHAM J. P. FAHNING JÚNIOR

Relatório apresentado à
Coordenação de Estágios em
Engenharia Elétrica da UFPB
como parte dos requisitos
necessários à obtenção do título
de Engenheiro Eletricista.

Campina Grande, 10 de Setembro de 1999



Biblioteca Setorial do CDSA. Fevereiro de 2021.

Sumé - PB

ESTAGIÁRIO: Wupiham José Palma Fahning Júnior

MATRÍCULA: 9411022

EMPRESA: Telecomunicações da Paraíba S.A. – TELPA

LOCAIS: João Pessoa e Campina Grande - PB

**SUPERVISORES: Dário Alves da Silva
Emílio Honório de Melo**

TIPO DE ESTÁGIO: Supervisionado

PERÍODO DO ESTÁGIO: 12/01/98 à 11/07/98

PROFESSOR ORIENTADOR: Bruno Barbosa Albert

COORDENADOR DE ESTÁGIO: João de França Barbosa

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus por ter concedido mais uma vitória na minha vida.

Aos meus pais por tudo aquilo que sempre fizeram para eu pudesse alcançar mais essa conquista.

Aos meus irmão, minha noiva e amigos que sempre me ajudaram e me deram força nos momentos difíceis.

Ao professor Bruno Albert pela orientação no estágio.

A todos os funcionários da TELPA, em especial a Márcio Antônio, Ronaldo de Castro, Robério, e aos meus supervisores Dário e Emílio Honório, que nunca pouparam esforços para me ajudar em tudo que precisei dentro da empresa.

APRESENTAÇÃO

Este relatório tem como objetivo descrever as atividades desenvolvidas pelo aluno Wupiham José Palma Fahning Júnior no decorrer do estágio integrado de final de curso, junto à empresa TELPA – Telecomunicações da Paraíba S.A..

O estágio teve início no dia 12 de janeiro de 1998 e duração de 6 meses. As atividades foram divididas em duas etapas: a primeira, na cidade de João Pessoa no Departamento da Planta Interna (especificamente na Divisão de Implantação da Planta Interna – DPI-2), num período de dois meses, abrangendo as áreas de comutação e transmissão; a segunda, na cidade de Campina Grande no Departamento de Comunicações Móveis Celulares (DCC), na área de operação e manutenção do sistema móvel celular (quatro meses) e na Divisão de Manutenção de Equipamentos (DPI-4), na área de comutação (dois meses extracurriculares, como voluntário).

Nos próximos tópicos serão mostrados uma introdução teórica e as atividades desenvolvidas de cada área de atuação do estágio.

1. INTRODUÇÃO HISTÓRICA	4
2. ÁREAS DE REALIZAÇÃO DO ESTÁGIO	6
3. FUNDAMENTOS DE TELEFONIA MÓVEL CELULAR.....	6
3.1. TELEFONIA MÓVEL CELULAR	6
3.1.1. <i>Termos Básicos</i>	6
3.1.2. <i>Células</i>	8
3.1.3. <i>Canais de Rádio</i>	9
3.1.4. <i>Alocação de Freqüência</i>	10
3.1.5. <i>Casos de Tráfego</i>	12
3.1.5.1. <i>Supervisão de Chamadas</i>	12
3.1.5.2. <i>Chamada De/Para um Assinante Móvel</i>	14
3.1.5.3. <i>Roaming</i>	15
3.1.5.4. <i>Localização e Handoff</i>	16
3.1.5.5. <i>Flexibilidade</i>	17
3.1.5.6. <i>Planejamento Celular</i>	18
3.1.5.7. <i>Registro</i>	20
3.1.6. <i>Transmissão</i>	20
3.1.7. <i>ERB's e EM's</i>	21
3.1.8. <i>Tarifação</i>	23
3.2. <i>ESTRUTURA DO SISTEMA</i>	23
3.2.1. <i>Sistema de Comutação APT</i>	23
3.2.2. <i>Sistemas de Processamento de Dados APZ</i>	24
3.3. <i>EVOLUÇÃO TECNOLÓGICA</i>	25
3.4. <i>ATIVIDADES DESENVOLVIDAS NA ÁREA DE TELEFONIA CELULAR</i>	26
4. CENTRAIS TELEFÔNICAS CONVENCIONAIS.....	28
4.1. <i>CENTRAIS ANALÓGICAS</i>	28
4.2. <i>CENTRAIS DIGITAIS</i>	29
4.3. <i>"SISTEMA WLL"</i>	30
4.4. <i>ATIVIDADES DESENVOLVIDAS NA ÁREA DE COMUTAÇÃO</i>	31
4.4.1. <i>Aceitação de Centrais</i>	31
4.4.1.1. <i>Os Testes de Sistema</i>	31
5. TRANSMISSÃO.....	32
5.1. <i>INTRODUÇÃO SOBRE SDH (HIERARQUIA DIGITAL SÍNCRONA)</i>	32
5.2. <i>ATIVIDADES DESENVOLVIDAS NA ÁREA DE TRANSMISSÃO</i>	35
5.2.1. <i>Testes de Aceitação do STM-N</i>	36
6. CONCLUSÃO	38
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:	39
ANEXOS.....	40

1. INTRODUÇÃO HISTÓRICA

Em 1905, foram instalados os dois primeiros telefones da Paraíba, um na residência do Sr. Henrique Sá, na rua Duque de Caxias, e o outro na residência do seu pai, localizada na mesma rua, na cidade de João Pessoa. Este fato marcou a história da telefonia na Paraíba, pois foram instalados mais dez terminais neste estado.

Em 1932 mais dois telefones passariam a funcionar no Estado, porém na cidade de Campina Grande, que pertenciam ao Departamento Nacional de Obras Contra as Secas - DNOCS, ligando a sede do órgão, na avenida Floriano Peixoto, à sua garagem, na atual praça Félix Araújo.

Somente em 1936 foi que surgiu em João Pessoa o primeiro sistema telefônico comercial, com 300 terminais. No ano seguinte, Campina Grande, também instalava o seu sistema telefônico comercial, com igual número de terminais telefônicos.

A partir da década de 50, o telefone era utilizado nas comunicações em várias cidades da Paraíba. Até 1972, devido a precariedade do sistema, a população, principalmente em João Pessoa, não ficava satisfeita com o serviço, já que o equipamento de comutação tinha sido fabricado em 1926.

Com a chegada da TELEBRÁS à Paraíba, no dia 26 de janeiro de 1973, assumindo o controle acionário da Telecomunicações de Campina Grande S/A - TELINGRA - iniciou-se um novo período nas telecomunicações no Estado, com a incorporação dos vários sistemas existentes.

A Cia. Telefônica de Catolé do Rocha, foi o primeiro sistema telefônico a ser incorporado pela TELINGRA, dando abertura para inclusão de vários sistemas de diversos municípios, sendo estes administrados por prefeituras ou empresas particulares. O último sistema a ser incorporado foi o de João Pessoa, denominado Empresa Telefônica da Paraíba.

Ao longo da história das telecomunicações na Paraíba, o sistema telefônico da capital contou com três nomes, inicialmente Empresa Sul Americana de Telefones, seguindo-se a Empresa de Telecomunicações da Paraíba Ltda e, por fim, antes da incorporação, Empresa Telefônica da Paraíba, que teve como presidente o conhecido empresário Aluísio José de Oliveira Monteiro.

A TELINGRA, que representava a TELEBRÁS no estado da Paraíba, em 13 de Dezembro de 1973 passou a ser denominada de Telecomunicações da Paraíba S.A - TELPA.

Em 13 de Dezembro de 1974, em Assembléia Geral, com a conclusão do trabalho de incorporação, era mudada a denominação TELINGRA, que representava a TELEBRÁS em nosso Estado, para atual Telecomunicações da Paraíba S.A. - TELPA.

Desde 1987 a TELPA vem realizando um programa da maior importância para as comunidades rurais do Estado. Trata-se do Programa de Interiorização da TELPA, que tem

recebido elogios, e os frutos desse trabalho podem ser vistos por quem adentra pelos mais distantes rincões da Paraíba. Não são apenas as sedes municipais que têm o privilégio de se comunicar facilmente. O homem do campo conta, também, com essa facilidade, ou seja, através do sistema de Discagem Direta à Distância ele mudou seu ritmo de vida e, através do telefone, evitando longas viagens, resolve todos os seus negócios e escoar mais facilmente a sua produção.

Foi também em 1987, que a TELPA iniciou uma nova etapa no seu sistema de operação, com a ativação de modernas centrais digitais TRÓPICO-R, sendo João Pessoa a primeira cidade do Brasil a experimentar esse avanço da tecnologia no setor das telecomunicações, com algumas de suas centrais interligadas através de sistemas PCM via cabo óptico.

A visão futurista da TELPA com relação ao Estado foi também demonstrada no ano de 1989, quando foram implantadas, paralelamente às centrais TRÓPICO-R, duas centrais NEAX, também de tecnologia DIGITAL, uma em João Pessoa e outra em Campina Grande, ambas de grande porte, com capacidade final para atender 100 mil assinantes cada uma.

Outro dado significativo da TELPA é o número de telefones públicos em operação no Estado. São mais de 4 mil terminais públicos espalhados em todas as cidades paraibanas, colocando a Paraíba numa posição de destaque entre as empresas do sistema TELEBRÁS.

Entre os anos de 1993 e 1994 a implantação da Telefonia Móvel Celular torna-se realidade para duas maiores cidades do Estado, João Pessoa e Campina Grande, com um número inicial de 1700 terminais, sendo 500 em Campina Grande e 1200 em João Pessoa.

Em 1997, a TELPA já atendia todos os 233 municípios da Paraíba com um número, aproximadamente de 250.000 terminais fixos convencionais e móveis celular. Com o objetivo de aumentar e modernizar a qualidade dos serviços, iniciou-se o processo de instalação de anéis SDH nas cidades de João Pessoa e Campina Grande.

Com o processo de privatização do Sistema TELEBRÁS, em 1998, a TELPA S/A, foi desmembrada em dois novos setores: telefonia celular e convencional. Estes dois setores foram leiloados separadamente constituindo-se hoje de duas novas empresas: a TELEMAR (convencional), que abrange todos os estados da região Nordeste, Norte (exceto Acre, Rondônia e Tocantins), parte de Minas Gerais, Espírito Santo e Rio de Janeiro e a TIM - Telenordeste Participações (celular), que envolve todos os estados da região Nordeste com exceção de Sergipe e Bahia.

A partir deste processo, as telecomunicações, seja ela convencional ou celular, tem crescido muito, melhorando seu serviço junto à população. Com a concessão do Governo para a exploração da telefonia por novas empresas, além das existentes, cria-se uma situação de concorrência que resultará em uma melhora dos serviços prestados.

2. ÁREAS DE REALIZAÇÃO DO ESTÁGIO

O estágio foi realizado no Departamento de Comunicações Móveis e no Departamento da Planta Interna, na Divisão de Implantação da Planta Interna (DPI-2) e na Divisão de Manutenção de Equipamentos – CGE (DPI-4).

O Departamento da Planta Interna objetiva a especificação e elaboração, supervisão e implantação dos projetos e a manutenção dos sistemas de comutação, transmissão e infraestrutura do plano de telecomunicações do Estado.

A DPI-2 tem a missão de implantar, ampliar e implementar melhorias em prédios, torres e equipamentos de transmissão e comutação, visando oferecer, para os segmentos internos da Empresa, acessos e serviços de telecomunicações que tenham os requisitos de prazo, quantidade e qualidade exigidos pelos clientes, sempre procurando o desenvolvimento e a eficiência da planta.

A DPI-4 tem o objetivo de elaborar, supervisionar e implantar os projetos referentes à expansão e modernização do sistema Estadual de telecomunicações relativos à comutação, transmissão e infra-estrutura.

O Departamento de Comunicações Móveis Celulares tem como objetivo o desenvolvimento e avaliação da oferta, planejamento, a especificação, a elaboração, a supervisão e implantação de projetos e a manutenção do sistema de comunicação móveis celulares.

3. FUNDAMENTOS DE TELEFONIA MÓVEL CELULAR

3.1. Telefonia Móvel Celular

Dentre as aplicações telefônicas existentes hoje em dia, a de maior demanda e de maior crescimento é a telefonia móvel celular. Nos dias atuais, o maior número de aquisições de linhas telefônicas ocorrem nesta área, tanto é que, no final desta década, espera-se que em grandes centros comerciais e urbanos, praticamente metade dos assinantes de linhas telefônicas sejam de telefonia celular.

3.1.1. Termos Básicos

Os sistemas de telefonia móvel celular (CMS) necessitam dos seguintes componentes básicos para seu funcionamento:

- Central de Comutação de Serviços Móveis (MSC);
- Estação Rádio Base (ERB);
- Estação Móvel (EM).

A ERB é o componente capaz de estabelecer comunicação com qualquer Estação Móvel do sistema (qualquer telefone celular). Quando ocorre uma chamada entre um assinante móvel e um assinante comum, a conversação entre os dois assinantes será transmitida via rádio, por um canal de voz, do assinante móvel até a ERB mais próxima da EM do assinante. Em seguida, a chamada seguirá por uma linha física comum (cabo ou fibra) até a Central de Comutação e Controle (CCC), e à partir daí, para a Rede Pública de Telecomunicações onde está situado o assinante fixo (comum).

Como a potência de transmissão da ERB não é muito elevada, pode acontecer que a qualidade de transmissão da chamada sofra um processo de degradação devido ao distanciamento da EM da ERB. Quando isto acontece, a chamada é transferida para uma outra ERB que tenha condições de manter a chamada em andamento. A este processo de troca de ERB (veremos mais adiante que se trata de uma troca de célula) dá-se o nome de HANDOFF. Esta troca implica em uma troca de canal de voz e à uma re-seleção de um novo circuito de comunicação na CCC.

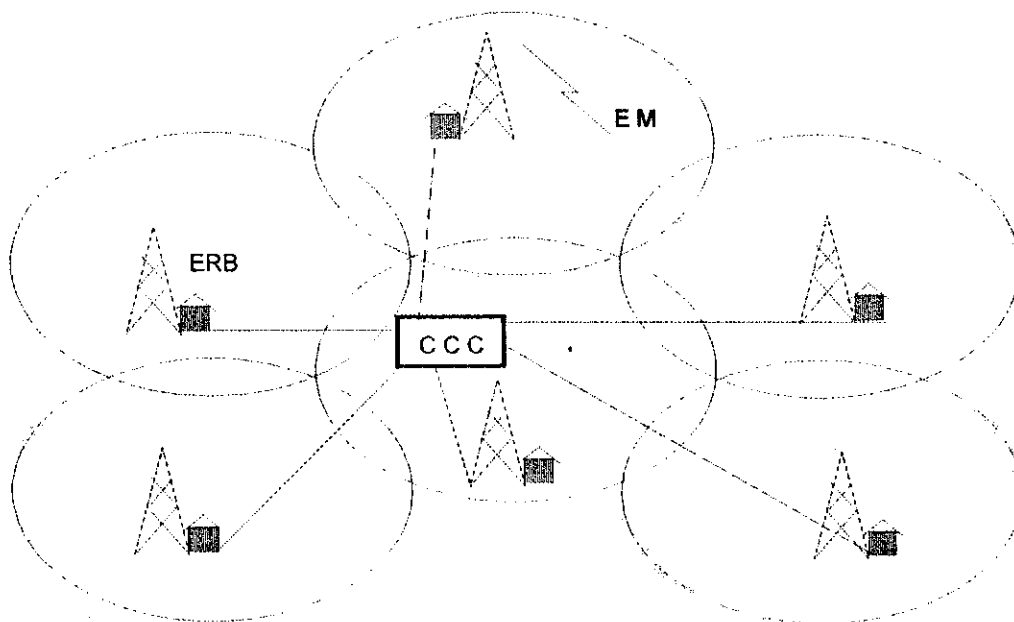


Figura 1 – Sistema Móvel Celular

3.1.2. Células

As ERB's, dependendo do tipo de antena utilizadas, podem transmitir o sinal para as ERB's em todas as direções ou para áreas específicas. De acordo com estas antenas e com estas áreas de transmissão é que surgiu o conceito de "célula". Logo, célula é não somente a área ou região de cobertura de uma ERB. Voltando ao que foi dito anteriormente, de acordo com a antena (ou conjunto de antenas) utilizada pela ERB, podemos ter dois tipos de células:

- Células Omnidirecionais;
- Células Setorizadas.

Células Omnidirecionais são equipadas com antenas omnidirecionais, fazendo com que seu sinal seja transmitido em todas as direções igualmente. Células Setorizadas são equipadas com antenas que transmitem em regiões de até 120°. Geralmente são em grupos de 3 (três) antenas para darem uma cobertura total de 360°, mas podem ser usadas em número menor.

ERB	Nº de setores	Nº de canais de voz
Bodocongó	1	15
Catolé	3	19 – 15 – 15
Ceasa	2	18 – 15
Centro	3	19 – 19 – 19
Cuités de Cima	3	19 – 18 – 18
Sul	3	19 – 11 – 18
Areia	1	12
Araruna	1	7
Cajazeiras	1	15
Cuité	1	7
Patos	1	30
Pico do Jabre	2	15 – 15
Pombal	1	15
São Bentinho	1	15
Souza	1	23

Tabela 1 – Número de canais de voz em cada célula em maio de 1998.

3.1.3. Canais de Rádio

O canal de rádio é o caminho de transmissão entre a ERB e EM. São utilizados dois canais de rádio diferentes para a comunicação entre as estações, um no sentido ERB \Rightarrow EM e outro no sentido EM \Rightarrow ERB, separados por uma distância duplex de 45 Mhz. Estas frequências são pré-selecionadas e fixas, uma para a transmissão (TX) e outra para a recepção (Rx). Cada canal de rádio é alocado na ERB, de acordo com o projeto da operadora.

Os canais de rádio de uma célula trabalham com frequências diferentes, bem como as frequências dos canais das células vizinhas. Isto ocorre porque as células vizinhas se sobrepõem e pode ocorrer interferência entre estes canais. Por isto é que os canais são alocados em células pré-determinadas, utilizando-se ainda o conceito de reutilização de frequência em células regularmente espaçadas para aumentar a capacidade do sistema.

A EM apresenta um único circuito para a transmissão e recepção do sinal chamado transceptor, que sintoniza um único canal por vez, sendo que a EM pode trocar de canais de rádio (dentro de espectro de frequência determinado para Telefonia Móvel Celular) quando necessário.

Existem dois tipos de canais de rádio:

- Canais de Voz;
- Canais de Controle.

O Canal de Voz (CV) é o responsável pela transmissão da voz entre a ERB e a EM. Durante o estabelecimento de uma chamada, a CCC seleciona um CV livre (de uma lista que contem todos os CV'S livres de todas as ERB's) por onde passará a conversação. Depois da desconexão da chamada, o transmissor deste canal será desligado pela CCC, voltando à ser ligado somente quando o canal for capturado por uma EM. Como foi visto anteriormente, podem existir vários CV'S numa célula, variando entre 5 (cinco) e 30 (trinta).

Além da conversação, trafegam pelo CV outras informações, como:

- Tom de Áudio de Supervisão (TAS)- Tom responsável pela supervisão da qualidade da transmissão. O tom TAS é enviado sempre que um canal de voz é selecionado, sendo continuamente transmitido durante a realização da chamada nos dois sentidos (ERB \Rightarrow EM e EM \Rightarrow ERB, de modo duplex). Como o tom TAS está muito acima da frequência de voz (+/- 6 KHz, enquanto a faixa de voz é de 300 hz à 3.400 hz, dando uma banda de 3.100 hz), não há perigo de interferência deste com a voz do canal.

- Dados - Situações como Handoff exigem que dados sejam enviados no meio da conversação sem que o usuário perceba. Estes dados podem ser enviados por:
 - estação móvel (EM);
 - CCC, através da estação rádio-base via unidade de canal;
 - unidade de canal da estação rádio-base (ERB).
- Tom de Sinalização (TS)- Tom enviado à partir da EM com a função de servir como "sinalização de linha" no estabelecimento de uma chamada ou Handoff.

Normalmente existe apenas um Canal de Controle (CC) em cada célula. Assim sendo, uma célula omnidirecional apresentará um único CC, enquanto uma célula setorizada apresentará 3 (três) CC's diferentes, um para cada setor. O Canal de Controle é utilizado para:

- Dados - Responsável pela troca de informações entre a CCC e a EM quando esta não está em conversação, fazendo a supervisão contínua do fluxo de informação presente no canal da célula em que a EM está sintonizada.
- Busca - A Busca é uma função de localização de EM's. A função Busca do Canal de Controle (PC) é responsável pela localização da EM dentro do sistema quando é efetuada uma chamada para esta EM (sentido ERB \Rightarrow EM). A função Acesso no Canal de Controle (AC) é responsável pela designação de um Canal de Voz para a EM quando esta vai originar uma chamada (sentido EM \Rightarrow ERB). Como as funções PC e AC são utilizadas em direções opostas, podemos dizer que o Canal de Controle é um Canal de Busca e Acesso Combinados (PAC).

A EM, quando em movimento de uma célula para outra, deixa de sintonizar o CC da primeira para sintonizar o CC da nova célula. Para que esta mudança ocorra é realizada uma varredura automática de todos os CC's em operação no sistema. Após encontrar um CC com um bom sinal, a EM se sintoniza nele para o andamento da chamada, e continua nele até que o sinal se degrade o bastante para o estabelecimento de um novo pedido de Handoff.

3.1.4. Alocação de Frequência

Dentre os vários sistemas celulares existentes no mundo, indicaremos aqui os mais importantes:

- AMPS: utilizado nos EUA, Canadá, México e América do Sul.

- TACS: utilizado no Reino Unido e alguns países europeus e asiáticos.
- NMT: utilizado nos países Nórdicos.
- NTT: utilizado no Japão.

A faixa de frequência especificada para o sistema AMPS adotado no Brasil está representada abaixo:

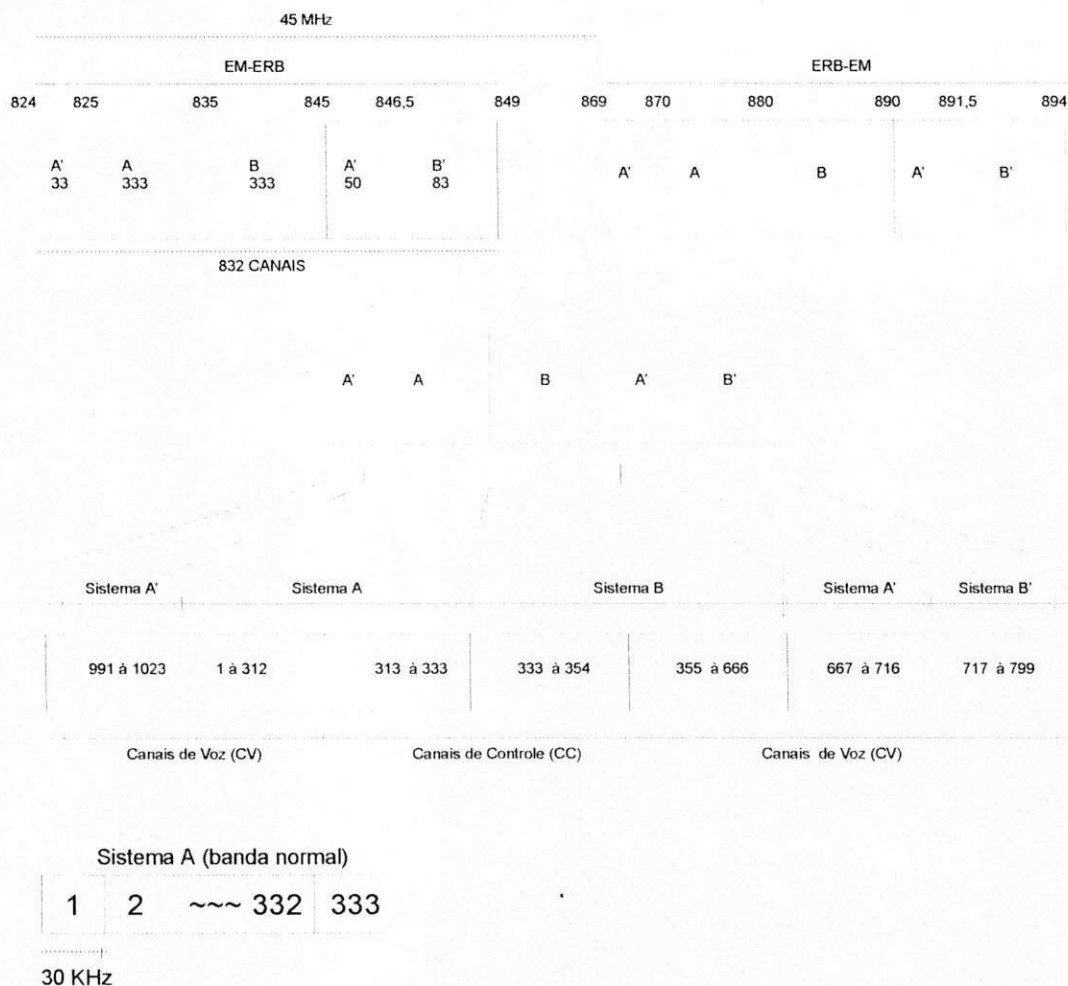


Figura 2 - Alocação de canais no sistema AMPS

Este diagrama está dividido em duas bandas de frequências denominadas de Banda A e Banda B, cada qual podendo ser operacionalizada por companhias operadoras diferentes, portanto, cada operadora pode utilizar até 333 canais de voz e 21 canais de controle. Normalmente os canais de voz são numerados de 1 a 312 para Banda A e de 355 a 666 para a Banda B.

3.1.5. Casos de Tráfego

Alguns acontecimentos interessantes relacionados ao tráfego em sistemas móveis celulares ocorrem com uma certa frequência. Os mais importantes serão mencionados abaixo.

3.1.5.1. Supervisão de Chamadas

Durante a realização de uma chamada, a unidade de controle e o receptor do canal de voz estão em contínua supervisão da qualidade da transmissão de rádio para evitar uma degradação de sinal acima de valores toleráveis. Dois testes são continuamente realizados, o teste de relação de sinal/ruído no tom TAS e o teste de intensidade do sinal de RF.

O teste de relação sinal/ruído é realizado pelo tom TAS, que é continuamente transmitido pelo canal de voz, acrescentado à conversação numa frequência em torno de 6 kHz para não interferir na conversação.

Quando uma ERB é posta em serviço, a cada canal de voz é atribuído um dos três tom TAS existentes. Este tom é transmitido continuamente pela ERB através do canal de voz. A EM recebe o tom e o retransmite de volta para a ERB, onde este é avaliado quanto à quantidade de ruído agregado pelo meio de transmissão.

A unidade de controle do canal de voz determina se a qualidade da conversação é aceitável ou não, tomando-se por base a comparação dos valores medidos com os valores limites gravados na CCC através de comandos na forma de parâmetros. Estes parâmetros são os seguintes:

- SNH- Relação Sinal-Ruído para pedido de Handoff;
- SNR- Relação Sinal-Ruído para desconexão da chamada.

Quando o sinal estiver abaixo do SNH, um pedido de Handoff é requisitado. Haverá situações em que este pedido não será atendido, levando a uma degradação ainda maior do sinal até alcançar o SNR. Quando este valor estiver abaixo do SNR a chamada será desconectada automaticamente.

A intensidade do sinal de rádio frequência é constantemente medida pela unidade de canal de voz, sintonizada na frequência do canal em uso. A unidade de controle avalia os resultados destas medidas de acordo com os seguintes valores limites dos parâmetros armazenados em cada canal de voz. Os parâmetros são os seguintes:

- SSD- Valor da intensidade do sinal para pedido de decréscimo de potência;
- SSI- Valor da intensidade do sinal para pedido de acréscimo de potência;
- SSH- Valor da intensidade do sinal para pedido Handoff;

- SSB- Valor da intensidade do sinal para bloqueio.

Se a intensidade do sinal recebido excede o nível SSD, a EM recebe uma ordem para diminuir a potência do seu CV para que ela não cause distúrbios em outras células. Caso ocorra o contrário, quando a EM estiver transmitindo numa potência abaixo do SSI, uma ordem de acréscimo de potência é enviado para a EM para que ela aumente a potência do seu canal de voz para que a conversação fique num nível ideal de transmissão. Se a EM estiver transmitindo com sua máxima potência e o seu sinal ainda estiver num nível abaixo do seu SSH, um pedido de Handoff é enviado à CCC. Só haverá desconexão da chamada caso o nível do sinal estiver abaixo do limite SNR, como foi visto anteriormente.

O nível SSB só é levado em conta quando o canal de voz não está sendo usado para a conversação, ou seja, quando o CV estiver livre. Quando o sinal estiver abaixo do limite SSB, este será entendido como uma perturbação na frequência do CV que pode ter sido causada por uma fonte externa ou por outra EM que esteja utilizando este mesmo canal em outra célula (interferência co-canal).

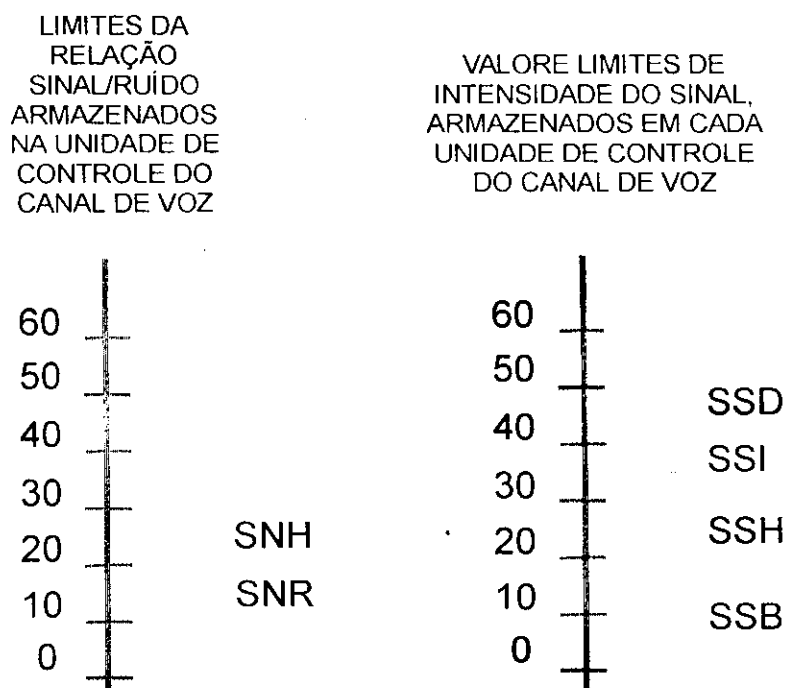


Figura 3 – Limites de Relação Sinal/Ruído e de Intensidade de Sinal

Os valores acima mencionados na figura 02 acima são estabelecidos para cada célula, logo, todos os canais de voz pertencentes à uma célula apresentarão os mesmos valores dos parâmetros.

Caso uma célula esteja com um tráfego muito alto, com células vizinhas com tráfego muito baixo, pode-se forçar o tráfego da primeira para a segunda variando-se os

parâmetros acima, em particular, o SSH. Variando-se os níveis de SSH, pode-se fazer com que chamadas realizadas na célula congestionada escoem com facilidade para as células mais livres. O contrário também pode ser feito, ou seja, chamadas realizadas na célula com pouco tráfego pode ser mantida nesta célula, mesmo que a EM esteja na área de cobertura da célula congestionada. Este procedimento é chamado de "Histerese de Handoff", e deve ser utilizado com muito cuidado para se evitar a interferência co-canal com outras células mais distantes e com a baixa qualidade do sinal.

3.1.5.2. Chamada De/Para um Assinante Móvel

Quando um assinante qualquer (assinante móvel ou fixo) faz uma chamada para um assinante móvel, as seguintes etapas são realizadas:

- A CCC, ao receber o número do assinante móvel, envia, através do canal de controle (CC), uma mensagem de busca da EM;
- Após ser localizada, a EM envia uma resposta à busca para a CCC informando em qual célula ela se encontra;
- Após feita a localização, a CCC envia uma mensagem através do CC para a EM informando qual canal de voz (CV) livre a EM deve sintonizar. Ao mesmo tempo, ela ativa o transmissor deste canal na ERB;
- Quando a EM sabe qual CV ela deve sintonizar, ela começa à receber o tom TAS. Se a EM demorar mais que 100 ms para responder, é sinal que a chamada foi perdida;
- Após a resposta da EM, a CCC verifica a qualidade do tom TAS recebido. Se o tom TAS for bom, a CCC envia uma ordem de alerta para a EM;
- Ao receber a ordem de alerta, a EM aciona o tom de sinalização (TS, que é enviado continuamente para a CCC) e gera o tom de campainha para avisar ao assinante que uma chamada está à espera de atendimento;
- A CCC recebe o TS e espera a resposta do assinante;
- Após o assinante atender a chamada, a EM cessa o envio do TS;
- A CCC percebe o término do envio do TS e conecta a chamada. Durante a chamada, a CCC fica supervisionando-a até seu término.

Quando ocorre o contrário, ou seja, o assinante móvel faz uma chamada, as seguintes etapas são seguidas:

- A EM está em "*stand-by*" no CC. O assinante digita o número desejado e pressiona a tecla "*send*", enviando, através do CC, uma mensagem de

"*origination*" (número de série da EM + número do assinante) e o número do assinante desejado para a CCC;

- A CCC testa a validade do assinante móvel chamador. Após verificada a validade do assinante chamador, a CCC seleciona um CV para a chamada e inicializa o transmissor do CV na ERB, enviando o tom TAS, direcionando a EM para o CV selecionado;
- Através do CC a EM é informada qual CV ela irá utilizar na chamada e começa a receber o tom TAS continuamente. Após verificado o CV, a EM devolve o tom TAS para CCC;
- A CCC recebe o tom TAS e, caso ele esteja num nível razoável, a CCC recebe, através do CC, o número do assinante chamado. A CCC analisa os dígitos enviados e seleciona uma rota para o estabelecimento da chamada. Após a escolha da rota, a CCC envia o TS para a EM;
- assinante móvel ouve o tom de chamada e, ao atender a chamada, pára de receber o TS;
- A CCC continua à enviar o tom TAS continuamente, durante toda a chamada e passa a fazer uma supervisão desta até seu término.

Quando a chamada termina, os seguintes passas são seguidas:

- assinante móvel desliga a EM. A EM passa então à transmitir o TS por 1,8 s;
- A CCC percebe o envio do TS, desconecta a chamada e envia uma mensagem para a EM desligar o transmissor do CV;
- A EM, ao perceber que o CV foi liberado, desliga também seu transmissor e re-sintoniza no CC da célula onde ela se encontra.

Caso outro assinante esteja no estado de espera, querendo falar com o assinante móvel em conversação, este será conectado ao segundo, após a primeira chamada acabar, da mesma maneira descrita acima.

3.1.5.3. *Roaming*

O *Roaming* é uma função que envolve duas áreas de controle de uma mesma área de serviço, cada uma gerenciada por um CCC diferente. Isto acontece quando a estação móvel se desloca de sua região de habilitação, como por exemplo do Campina Grande para João Pessoa. Esta função permite ao usuário filiado a uma área de controle a passagem para outra, na condição de visitante, sem a necessidade de notificar manualmente sua localização

ao sistema. As informações do usuário são enviadas pelo CCC de origem ao CCC visitado através da interligação existente entre estas unidades.

Para o encaminhamento das chamadas (dentro da rede celular e algumas vezes dentro da rede pública de telefonia) para um assinante *Roaming*, um número *Roaming* é utilizado. Uma série de números *Roaming* é inicialmente especificado na CCC como série numérica. Quando um visitante aparece, um número *Roaming* é associado ao número da estação móvel do visitante (durante sua presença). Chamadas originadas pelo visitante são tratadas pela CCC visitada da mesma maneira que aquelas originadas pelos seus próprios assinantes.

Quando o usuário tiver no seu aparelho a luz de *Roaming* acesa não significa que ele realmente esteja fazendo *Roaming*. A luz de *Roaming* significa apenas que o usuário está numa área com o SID diferente da armazenada no aparelho.

Devido a reclamações dos usuários, a TELEBRÁS solicitou a todas suas holdings que todo o usuário que estivesse em *Roaming* ao estabelecer uma ligação obrigatoriamente tivesse que discar antes o prefixo de sua CCC de origem. Isso ocorreu porque, mesmo dentro de seu estado, assinantes recebiam sinal da EM de outro estado. Assim quando discava o número, a ligação caía numa localidade do outro estado. Isso acontecia, por exemplo, em Boqueirão, onde os assinantes recebiam o sinal de uma EM localizada em Taquaruna-Pernambuco e não da EM de Cuités de Cima. Assim, se eles discassem para um assinante no estado da Paraíba, a ligação ia para uma localidade no estado de Pernambuco.

3.1.5.4. Localização e Handoff

Anteriormente foram vistos os conceitos básicos de supervisão da qualidade de sinal de uma chamada. Foram vistos os conceitos de SNH e SSH para pedidos de Handoff. Agora serão vistos com mais detalhes os conceitos de localização de EM em células e Handoff.

Para entendermos como ocorre a localização, é preciso entender como funciona a unidade responsável pela recepção da intensidade de sinal (SSR). Este receptor é utilizado exclusivamente na localização de EM's que estão em conversação em outras células.

Cada célula possui um receptor de intensidade de sinal e uma unidade de controle que compõem um SSR. Esta unidade é igual a uma unidade de canal sem o transmissor. Este receptor (SSR) faz uma varredura cíclica de todo o espectro de frequência do sistema, ou seja, faz uma medição de sinal de todos os canais, sendo que, só leva em conta para o Handoff as medições dos canais das células vizinhas. Estas medições são armazenadas (como a média delas com os valores anteriores) na unidade de controle. Com estas

medições, a célula sabe qual a qualidade de transmissão das células vizinhas, caso estas venham à controlar a transmissão.

Se um pedido de Handoff for enviado de uma célula, a CCC pedirá que as células vizinhas enviem os resultados das medições do sinal da EM em questão. Como estão sempre disponíveis, estes valores são entregues à CCC que escolhe imediatamente em qual célula prosseguirá a chamada. Deve-se ressaltar que nem sempre o Handoff é feito para uma célula que tenha um sinal melhor que o da célula atual (Handoff normal: célula de baixo sinal para célula de sinal ótimo; Handoff inverso: célula de sinal ótimo para célula de sinal menor, mas de boa intensidade). Caso a célula atual tenha um tráfego muito alto, pode-se forçar o Handoff para uma célula com menor tráfego através da variação do parâmetro SSH (na verdade, SSH possui dois sub-parâmetros, SSHYP, para a Histerese positiva ou Handoff normal e SSHYN, para Histerese negativa ou Handoff inverso).

Após a localização de uma nova célula para Handoff, a CCC irá procurar um CV livre dentro desta célula para a troca. Caso não encontre, a CCC deverá procurar um canal na segunda melhor célula, desde que esta esteja dentro dos limites necessários.

Se a CCC encontrou um CV livre, ela envia uma mensagem para a EM da nova célula para que esta ative o transmissor do CV selecionado. Após a inicialização do transmissor da nova célula, na célula antiga, através do CV, é enviada uma mensagem para a EM informando qual é o novo canal que ela deverá sintonizar, juntamente com a informação de qual tom TAS será utilizado no prosseguimento da chamada.

Quando a mudança ocorrer, o TS será enviado pela EM permitindo que ocorra a sincronização da comutação do novo caminho da chamada, ou seja, a transmissão do TS informa para a CCC que a EM sintonizará o novo CV escolhido.

Ocorrido este fato, a EM devolve o tom TAS para ser confirmado, o que significa para a CCC que o Handoff foi bem sucedido. O CV da célula antiga é marcado como livre pela CCC e seu transmissor é desligado.

3.1.5.5. Flexibilidade

Devido a grande flexibilidade do sistema celular, a expansão do sistema não é uma tarefa complicada. Quando a demanda em uma determinada célula cresce, o problema pode ser contornado das seguintes maneiras:

. Adição de novas células;

No caso da adição de novas células, duas filosofias podem ser adotadas:

- Baixar a potência dos transmissores das células existentes para cobrir metade da área original, fazendo uma reordenação do plano de frequências. Assim a distância de reuso

das frequências diminuí, possibilitando que na mesma área anterior ocorra um número muito maior de ligações simultâneas.

- Criação de células menores dentro de uma determinada célula já congestionada, utilizando alguns canais da célula hospedeira (que continua a cobrir a mesma área de antes) até que toda a região tenha sido coberta pelas células menores.

Qualquer dos dois modelos é válido, sendo que no primeiro caso (baixar a potência do transmissor e incluir novas células) o custo é muito elevado, pois é necessário a reordenação total de todo o sistema de uma só vez, o que nem sempre é possível. Já na segunda hipótese (criação de células menores dentro das antigas) o custo é menos elevado, já que o aumento de células pode ser programado, criando pequenas células nos locais de maior tráfego.

Setorização das células existentes.

No caso da setorização da célula o custo é bem menos expressivo, pois não há necessidade de criação de novas células. A setorização se dá da seguinte forma:

Inicialmente a célula possui uma antena omnidirecional posicionada em seu centro, e à medida que o tráfego cresce a célula é dividida em setores usando antenas direcionais de 120 ou 60 graus. Esta configuração permite o melhor uso dos canais de frequência em uma determinada área, aumentando também a sensibilidade da EM, permitindo uso de terminais de menor potência. Esse é o caso das ERBS de Campina Grande, pois todas são setorizadas devido ao aumento da demanda.

3.1.5.6. Planejamento Celular

Um dos principais objetivos do planejamento celular é a obtenção de uma alta densidade de tráfego, ou seja, um maior número de assinantes em uma determinada área geográfica utilizando o mesmo sistema com um bom grau de serviço e uma aceitável qualidade de conversação.

Termos comuns em planejamento celular como tamanho de célula, reuso de frequência, divisão celular, "*cluster*", padrão celular e células sobrepostas serão mais discutidos aqui.

O tamanho da célula depende da cobertura da Em. Esta cobertura depende da:

- potência de saída do rádio transmissor;
- banda de frequência utilizada;

- altura e localização da antena;
- tipo da antena;
- topografia da área;
- sensibilidade do receptor.

Nos sistemas convencionais, quanto maior a potência, maior a área de cobertura. Isto não é interessante para os sistemas celulares, pois, várias áreas de cobertura pequena geram um tráfego maior que uma grande área de cobertura.

Como as ondas de rádio propagam-se em linha reta (linha de visada), pode ser que um EM não receba sinal caso haja um obstáculo entre ela e a ERB. Em grandes centros urbanos isto é mais difícil de ocorrer, pois os sinais de rádio sofrem reflexão em prédios e outros obstáculos, alcançando assim a EM (ou a ERB no sentido inverso).

Como foi visto anteriormente, cada sistema possui 416 canais, sendo 21 CC's e 395 CV's. Como é limitado o espectro de frequência, costuma-se colocar apenas cerca de 10 à 30 CV's em uma célula, com seu CC. Foi visto também que costuma-se alocar grupos diferentes de frequência à células vizinhas para evitar interferência entre elas.

Como pode-se perceber, é necessário o reuso destes grupos de frequência para se obter uma área maior, com maior possibilidade de tráfego (maior número de assinantes falando, além dos 395, sem congestionamento) e melhor qualidade do sinal (sem interferência co-canal). O reuso de frequência é utilizado em células não adjacentes, e a distância entre as células de mesmo grupo de frequências é chamada de 'distância de repetição'. Esta técnica possibilita o aumento de canais à um número múltiplo de 416, de acordo com o número de reutilizações.

Um grupo de células vizinhas, utilizando toda a banda de frequência (416 canais) é chamado de "*cluster* de células". O número de células que formam este *cluster* depende da técnica utilizada. Pode-se utilizar a técnica 7/7, ou seja 7 (sete) ERB's com 7 (sete) células omnidirecionais ou a técnica 7/21, 7 (sete) ERB's com 21 células setorizadas.

Em um *cluster* com 7 (sete) células existirão sete grupos diferentes de frequência, denominados: A; B; C; D; E; F e G. Para o *cluster* com 21 células, teremos os seguintes grupos: A1; A2; A3; B4; B5; B6; C7; C8; C9; D10; D11; D12; E13; E14; E15; F16; F17; F18; G19; G20 e G21.

No *cluster* de 21 células, os canais da mesma célula (grupo) estão espaçados de uma distância de 21 canais (por exemplo, na célula A1, o primeiro canal é o de número 01, o segundo, de número 22, o terceiro, de número 43, ..., o último, de número 316), contendo 16 canais em cada grupo. Os canais de células (grupos) adjacentes pertencentes ao mesmo *cluster* estão espaçados à uma distância de 7 canais (por exemplo, A1 e A2, o primeiro canal de A1 é o de número 01, enquanto o primeiro de A2 é o 08). Os canais de conjuntos de grupos de frequência diferentes têm uma distância de 1 (um) canal (por exemplo, A1 e B4, o primeiro canal de A1 é o 01, enquanto o primeiro de B4 é o 02).

3.1.5.7. Registro

Uma EM realiza seu registro num MSC (CCC) através de um acesso ao canal de controle (CC). No registro periódico, o acesso para registro é utilizado pela CCC para determinar se a EM está ativa ou não. A vantagem desta técnica é que, caso a EM esteja desligada ou fora da área de cobertura, a CCC pode conectar ao assinante chamador uma máquina anunciadora informando que o assinante chamado não pode ser atingido. A maioria das operadoras têm escolhido um período de 15 à 25 minutos. Na CCC o registro é feito a cada 15 minutos.

3.1.6. Transmissão

A ERB pode se comunicar com a CCC de forma analógica ou digital. No caso da ligação analógica, os dados são transmitidos via modem à velocidade de até 9600 bps e a voz por FDM. Esse é o caso da ERB localizada em Cuité. Devido a transmissão modem analógico a transmissão de dados causa uma alta taxa de bloqueio nos canais de voz dessa ERB. Por isso, com a transmissão de dados se fazendo de forma lenta se dá preferência a canais digitais de 64 Kbps.

ERB	Link
Bodocongó	SDH – Fibra Óptica
Catolé	SDH – Fibra Óptica
Ceasa	Mini-Link
Centro	Cabo Coaxial
Cuités de Cima	SDH – Fibra Óptica
Sul	PCM - Fibra Óptica
Areia	PCM – Rádio Digital
Araruna	PCM – Rádio Digital
Cajazeiras	PCM – Rádio Digital
Cuité	FDM – Rádio analógico
Patos	PCM – Rádio Digital
Pico do Jabre	PCM – Rádio Digital
Pombal	PCM – Rádio Digital
São Bentinho	PCM – Rádio Digital
Souza	PCM – Rádio Digital

Tabela 2 – Meio de Transmissão entre ERB's e CCC.

3.1.7. ERB's e EM's

As ERB's são conectadas as CCC's por circuitos ponto a ponto. Esta estação tem como atividade principal trabalhar como repetidora da informação de voz e de dados, bem como supervisionar a qualidade do enlace de transmissão durante a conversação. Esta supervisão é feita através da recepção do tom TAS e pela medida do nível de intensidade dos sinais recebidos das EM's.

As ERB's possuem equipamentos para equipar uma célula omnidirecional ou até 3 (três) células setorizadas, e podem ser acomodadas em prédios comuns ou em "containers".

As ERB's são compostas pelas seguintes unidades funcionais:

- Fonte de Alimentação - A voltagem utilizada é de 26,4 Volts, fornecida por um conversor AC/DC. Caso haja interrupção de energia, a alimentação é fornecida por baterias.
- Interface Rádio-Central (ERI) - É um adaptador dos sinais entre a CCC e a ERB. A ERI recebe os dados das unidades de canais e envia-os para a CCC através do enlace de controle dedicado. A comunicação inversa ocorre da mesma forma.
- Grupo de Canais de Rádio (RCG) - Contém todas as unidades necessárias para realizar a comunicação com as EM's. Entre estas unidades, podemos citar:
 - Unidade de Canal: idêntica para os CC'S e CV'S, podendo ser de 10, 25 ou 50 W;
 - Multiacoplador: capaz de acoplar até 48 CV'S e dois receptores de intensidade de sinal;
 - Combinador de transmissão;
 - Oscilador de Frequência;
 - Comutador de CC redundante;
 - Unidade de Supervisão de Potência;
 - Sistema de Antenas: são utilizados antenas de acordo com o tipo de célula.

Células omnidirecionais utilizam antenas omnidirecionais, e células setorizadas, antenas diretivas. Cada célula possui um sistema irradiante composto por 3 (três) antenas, uma para a transmissão (TX) e duas para a recepção (RX). São utilizadas duas antenas na recepção para melhorar o nível de sinal recebido, já que, devido ao "fading", o sinal percorrido por caminhos múltiplos chega degradado nas antenas. Logo, com duas antenas espaçadas de 3 a 5 metros, pode-se escolher qual dos dois sinais será utilizado ou até fazer uma combinação destes sinais, gerando um sinal melhorado. À esta técnica dá-se o nome de "Diversidade em Espaço".

Como as EM's são fabricadas por uma quantidade enorme de fabricantes, elas apresentam características e facilidades diferentes, de acordo com o fabricante. Estas EM's podem ser usadas de várias formas diferentes, tais como: instaladas em carros; transportáveis; portáteis; substitutos de telefones comuns; telefones públicos em trens, navios, aviões etc.

De acordo com sua potência, as EM's podem ser classificadas da seguinte forma:

- Classe I - EM's veiculares, com potência superior a 3 W;
- Classe II - EM's transportáveis, com potência entre 1 e 3 W;
- Classe III - EM's portáteis, com potência de 0,6 W (600 mW).

Durante a conversação, as EM's são constantemente comunicadas para diminuir ou aumentarem seus níveis de potência. Os níveis de potência estão limitadas em 8 (oito) passos:

PASSO	NÍVEL DE ATENUAÇÃO (dB's)
0	sem atenuação
1	4
2	8
3	12
4	16
5	20
6	24
7	28

Tabela 3 – Passos de atenuação.

Um microprocessador existente no interior da EM é responsável por todas as operações desta. Dentre elas estão a sinalização do caminho de rádio, seleção de um CV ou CC, inicialização do transmissor, abertura do caminho de voz, decisão de qual TAS deve devolver, etc. Um filtro duplex é utilizado para que a EM possa transmitir e receber sinal com uma só antena.

Para sintonizar um CC a EM faz uma varredura de todos os canais existentes, busca esta denominada de "scanning". Dentre os CC'S encontrados, a EM sintoniza-se no que tiver melhor sinal. O tempo de comutação de um canal para outro é de apenas 20 ms. para canais adjacentes e de 40 ms para não adjacentes.

Existem algumas informações pré-programadas na EM, tais como:

- Número da EM (NEM);
- Número de Série da EM;
- Identidade do Sistema e do Operador Celular;

- Classe da EM;

A EM também possui uma memória dinâmica que é sempre atualizada pela CCC. Nesta memória estão guardados dados como qual sistema é utilizado, o nível inicial de potência utilizado para acessar o sistema, pedido dos números de assinante e de série da EM, etc.

3.1.8. Tarifação

A tarifação do Serviço Móvel Celular é feita através de Bilhetagem Automática na própria CCC. O assinante será tarifado no MSC em cuja área de controle ele origina ou recebe a chamada. Os dados da chamada são gravados num dispositivo que contém os números do assinante chamado e do chamador, hora, dia e duração da chamada. Este dispositivo será futuramente comparado com outros (todo fim de mês) para então gerar as faturas mensais dos assinantes.

3.2. Estrutura do Sistema

O sistema AXE 10 é um sistema CPA. O AXE 10 consiste de subsistemas, que executam funções específicas na central telefônica. Cada subsistema é projetado com um alto grau de autonomia e é conectado a outros subsistemas via interface padrão. Esta arquitetura de sistema significa que vários subsistemas podem ser combinados de diferentes maneiras para satisfazer as necessidades dos diversos tipos de tamanhos de centrais telefônicas.

O AXE 10 é dividido em dois sistemas:

- Sistema de Comutação APT;
- Sistema de Processamento de Dados APZ

3.2.1. Sistema de Comutação APT

O sistema de comutação atualmente implementado é o sistema APT 211.12. na CCC de Campina Grande. O APT possui vários subsistemas, onde alguns deles são implementados tanto em hardware como em software e outros somente em software.

Os subsistemas do APT são:

- Subsistema de Troncos e Sinalização (TSS);
- Subsistema de Sinalização por Canal Comum (CCS);
- Subsistema de Seleção de Grupo (GSS);
- Subsistema de Telefonia Móvel (MTS);
- Subsistema de Serviços de Assinantes (SUS);
- Subsistema de Controle de Tráfego (TCS);
- Subsistema de Tarifação (CHS);
- Subsistema de Operação e Manutenção (OMS);
- Subsistema de Comutação de Assinante (SSS);
- Subsistema de Operadora (OPS);
- Subsistema de Gerenciamento de Rede (NMS).

3.2.2. Sistemas de Processamento de Dados APZ

O processador central da CCC inicialmente oferecido pela Ericsson foi o APZ 211, substituído posteriormente pelo APZ 212 durante a época de realização do estágio. O cadastro com as informações de todos os assinantes da telefonia móvel da TELPA está armazenado na central de João Pessoa no HLR (Home Locator Register). O sistema funciona da seguinte forma: toda vez que um assinante quiser ligar de sua estação móvel (EM), dentro da área de serviço de Campina Grande, a central de Campina Grande usa um de seus dois links de SS#7 (canal comum) com a central de João Pessoa para interrogar informações sobre aquele assinante (classe, restrições, etc.).

O sistema APZ pode ser dividido nos seguintes subsistemas:

. Subsistema de Processamento Central (CPS) : O CPS é constituído de *software* e hardware. O hardware consiste de um par de processadores centrais. O CPS armazena e executa o software do processador central para o sistema de comunicação controlando as funções mais complexas. Também executa funções como administrações de trabalho, controle de trabalho, controle de memória, carga e mudança de programas, etc.

. Subsistema de Processamento Regional (RPS) : O RPS consiste de hardware e software. O hardware localizado na CCC está na forma de processadores regionais e terminais de sinalização. O hardware localizado nas Estações Rádio Base está na forma de processadores regionais de módulo de extensão e terminais de sinalização. O software do processador regional e os processadores regionais de módulo de extensão armazena e executa o software

regional para o sistema de comutação realizando tarefas simples de alta capacidade e rotineiras.

. Subsistema de Manutenção (MAS) : O MAS supervisiona a operação cometa do sistema de processamento de dados. Localiza falhas de hardware e erros de software e toma decisões apropriadas para minimizar os efeitos de tais falhas/erros.

. Subsistema de Entrada/Saída (IOS) : Este subsistema controla a comunicação homem-máquina através de comandos e *printouts* assim como entrada e saída de dados nas fitas magnéticas, enlaces de dados, fitas cassetes e a distribuição de alarmes para os painéis de alarme visual.

3.3. Evolução Tecnológica

O sistema adquirido pela TELPA CELULAR foi o de tecnologia analógica, mas hoje boa parte de sua planta se encontra digitalizada. Isso foi facilitado devido ao fato de que o sistema já incorpora todas as condições de upgrade, ou seja, para a digitalização, bastando apenas a inclusão de algumas unidades de software e hardware na CCC e nas ERB's. Não implicando em mudanças consideráveis no sistema original.

Na ERB é possível substituir um transceptor analógico por 3 (três) transceptores digitais ocupando o mesmo espectro de frequência. Isto pode ser feito facilmente já que a interface física no gabinete é idêntica tanto para o transceptor analógico como para o digital. Os filtros combinadores e os sistemas irradiantes são os mesmos para os dois sistemas.

Abaixo esta relacionada a situação atual das ERB's ligadas a CCC de Campina Grande:

ERB	Nº de setores	Nº de canais de voz analógicos	Nº de canais de voz digitais	Link
Bodocongó	1	16	11	SDH – Fibra Óptica
Catolé	3	15 – 15 – 14	11 – 11 – 11	SDH – Fibra Óptica
Ceasa	2	15 – 15	11 – 11	Mini-Link
Centro	3	27 – 27 - 27	11 – 11 – 11	Cabo Coaxial
Cuités de Cima	3	15 – 15 - 14	11 – 11 – 11	SDH – Fibra Óptica
Sul	3	15 – 17 – 14	11 – 11 – 11	PCM - Fibra Óptica
Arcia	1	15	-	PCM – Rádio Digital
Araruna	1	7	-	PCM – Rádio Digital
Cajazeiras	1	23	-	PCM – Rádio Digital

ERB	Nº de setores	Nº de canais de voz analógicos	Nº de canais de voz digitais	Link
Cuité	1	7	-	SDH e PCM-R Digital
Patos	1	23	20	PCM – Rádio Digital
Pico do Jabre	1	15	15	PCM – Rádio Digital
Pombal	1	15	-	PCM – Rádio Digital
São Bentinho	1	15	-	PCM – Rádio Digital
Souza	1	18	14	PCM – Rádio Digital
São Bento	1	11	-	PCM – Rádio Digital
Esperança	1	15	-	PCM – Rádio Digital
Solânea	1	15	-	PCM – Rádio Digital

3.4. Atividades Desenvolvidas na Área de Telefonia Celular

Esta parte do estágio foi desenvolvida em Campina Grande no Departamento de Comunicações Móveis Celulares – DCC, onde o estagiário teve contato diário com a central celular realizando atividades de supervisão do sistema, participando de manutenção preventiva e corretiva.

Dentre as atividades diárias pode-se citar a verificação de alarmes que estão interligados a diversos órgãos, monitorando-os. A ativação desses alarmes pode se dar devido a várias causas, entre elas: quando o número de órgãos de canais de voz bloqueados excede um limite determinado; quando o meio de comunicação entre a ERB e a CCC apresenta problemas; quando os canais de controle são bloqueados. Esses e outros problemas geram o bloqueio automático dos seus respectivos órgãos e é ativado um alarme, o tipo de alarme é verificado e são tomadas as devidas providências para solucioná-los.

A condição de ativação desses alarmes é definida pelo operador no momento de configuração do sistema; por exemplo, um alarme pode ser ativado quando a central chegar a 80% de sua capacidade máxima, ou quando o número de juntores bloqueados chega a um certo valor.

Arquivos de tráfego gerados pela central eram colhidos diariamente e enviados à João Pessoa para monitoramento das condições de performance do sistema, para possíveis redimensionamentos.

Para manter um *feedback* entre usuário e corpo técnico há o Centro de Atendimento ao Serviço Celular (CASC), que repassava os problemas para que fossem tomadas as devidas providências.

Fora das atividades rotineiras foi acompanhada a troca do meio de transmissão que interligavam a ERB de Bodocongó à CCC. O link de comunicação era feito via par metálico e foi substituído por um de fibra ótica, com equipamentos SDH. Por necessitar de

uma parada temporária da ERB, a troca foi realizada num horário de baixo tráfego, a fim de não causar muitos transtornos aos assinantes.

Uma atividade que mereceu um destaque foi a mudança do processador central da CCC (APZ 211). Esta mudança foi necessária devido ao aumento da necessidade de processamento da central e foi realizada juntamente com a equipe da Ericsson. Primeiramente, foram feitos os teste de aceitação do novo processador, onde foi utilizado um equipamento chamado de IOG-11, que faz a comunicação de entrada e saída dos dados da central (este equipamento foi trazido pelo pessoal da Ericsson, já que o existente na central estava sendo utilizado para o funcionamento da CCC).

Depois da realização dos testes deu-se início ao procedimento de carga dos lados A e B do processador (estes sistemas trabalham paralelamente, com uma pequena defasagem, se os resultados de suas operações forem diferentes é indicado um alarme de erro no processador). A denominação para os estados de funcionamento dos dois lados do processador é a seguinte: *executive* (para o lado que está assumindo a central) e *working* (para o lado que está defasado).

Feita a carga do sistema, iniciou-se o ajuste dos dados (encaminhamentos, rotas, etc.) do antigo AS (*software* do APZ) para que esses fossem transferidos para o novo AS. Após esses procedimentos o processador estava pronto para substituir o que estava em operação.

Então deu-se início a “virada” da central, cujos procedimentos foram os seguintes:

- Verificou-se o estado dos dois APZ's. Eles deviam estar no estado *Working*.
- Desconectou-se os *buses* de APT do APZ 212 deixando somente o *bus* 0 do IOG-11 temporário conectado.
- O lado A do APZ 211 foi colocado em *executive* e o lado B em estado SE (desconectado).
- O lado A do APZ 212 foi colocado no estado SE e o lado B em *executive*.
- Os cabos do lado B do APZ 211 foram conectados no lado A do APZ 212.
- Através do acionamento de uma chave de controle da MAU (unidade de comunicação entre os lados A e B do APZ) fez-se a mudança de estado dos lados do APZ 211, passando o lado B a ser o *executive*.
- Conectou-se os cabos de APT do lado B do APZ 211 no lado A do APZ 212 e foi dado um *restart*.
- Após o *restart* o novo processador entrou em operação.

Já com o novo APZ em operação foram feitos alguns testes de chamada para verificar se o sistema celular estava funcionando normalmente. Depois de confirmada a normalidade do sistema, efetuou-se a troca do IOG-11 temporário, utilizado para o carregamento dos dados, pelo já existente na CCC.

Todo procedimento de “virada” do processador foi feito durante a madrugada, num horário de menor tráfego possível.

A troca do processador de uma central é um processo muito delicado, onde cada passo deve ser feito com muita cautela, pois qualquer comando realizado indevidamente pode comprometer todo o procedimento e a central pode ficar várias horas fora de funcionamento até que se consiga reinicializá-la novamente.

4. CENTRAIS TELEFÔNICAS CONVENCIONAIS

4.1. Centrais Analógicas

Podemos encontrar na planta telefônica da TELPA (atualmente Telemar) vários equipamentos ou centrais de comutação, as quais podemos dividi-las em dois grandes grupos:

- centrais telefônicas analógicas;
- centrais telefônicas digitais (ou centrais CPA).

As centrais analógicas compreendem as do tipo NC-40R, NC-230 e NC-400; todos de tecnologia NEC (NIPON EQUIPMENT CORPORATION) além de centrais analógicas UDK, de tecnologia PHILIPS.

Estes equipamentos vêm sendo substituídos ao longo do tempo por necessidades técnicas de se acompanhar o surgimento de novas tecnologias e em se procurar atender a um mercado cada vez mais exigente, o que se traduz em normas TELEBRÁS (hoje ANATEL).

Os equipamentos de comutação acima descritos diferem entre si pela quantidade de terminais, sendo NC-40R, NC-230 e UDK ditas centrais de pequeno porte e a NC-400 como sendo uma central telefônica de grande porte.

Estes equipamentos apresentam inúmeras desvantagens em diversos aspectos, quando comparadas com as centrais digitais, tais como:

- funcionalidade;
- tamanho físico;
- capacidade de ampliação;
- manutenção;
- custo.

A funcionalidade destes equipamentos de comutação mencionados anteriormente diferencia-se por dois parâmetros importantes de engenharia: hardware e software.

A interfuncionalidade do software de centrais como Batik, Zetax e SPX-2000 é tal que os dados relativos aos demais elementos do sistema: assinante e tarifação, por exemplo, são compartilhados por um ou todos os processadores da central. Já no caso das centrais Trópico-R e Trópico-Ra, o software que gerencia assinante (BI CASAN) e o de tarifação (BI SUTAM) por exemplo, não estão residentes em todos os processadores do sistema.

Este interfuncionamento define, por exemplo, como uma central telefônica é reinicializada após uma interrupção do seu funcionamento por falha técnica ou outro motivo.

A central Zetax, por exemplo, uma vez desligada reinicializar-se-á sozinha quando a religarmos novamente. O mesmo não acontece com centrais como a Trópico-R e Trópico-Ra.

Os equipamentos de comutação hoje fabricados no Brasil, a exemplo da Batik, Zetax e as do sistema trópico (Trópico-R e Trópico-Ra) todos têm como berço o CPqD do antigo sistema TELEBRAS.

A TELPA fez parte recentemente de um “Projeto piloto” tendo base os testes de campo de um sistema WLL – “Wireless Local Loop”; sistema dedicado do fabricante Zetax em parceria com a ArrayCom Inc..

4.3. “Sistema WLL”

A perspectivas das redes telefônicas convencionais fixas de atenderem à crescente demanda são muito pequenas. Além da demora de implantação, há também a questão dos custos da construção da rede que interliga a central a seus assinantes, chegando a significar 60% do custo do projeto.

Visando solucionar estes problemas foi desenvolvido o Sistema WLL que permite a substituição dos pares de fio de cobre por acessos sem fio.

No sistema celular convencional, para se conseguir atingir grandes distâncias (grandes áreas de cobertura) utiliza-se de torres e equipamentos de transmissão de grande capacidade (transmissores de potência elevada), exigindo fontes cada vez mais potentes para alimentá-los.

Além das imposições de natureza técnica e estrutural, trona-se relevante a questão de que os sinais precisam ser amplificados para potências elevadas para serem transmitidos, amplificando-se também o ruído. Juntamente a isso temos o fato de dispormos de apenas uma amostra do sinal de cada estação rádio-base degradado pelas à condições atmosféricas aleatórias, por fatores de RF e por obstáculos físicos do local.

No sistema *wireless* local loop desenvolvido pela Zetax, ou simplesmente, “WLL”, utiliza-se de transmissores de baixa potência, comparada às utilizadas no sistema celular, e

de um conjunto de 12 antenas que irradiam o mesmo sinal no tempo a assinantes fixos, com o objetivo de fornecer um maior número de amostras do sinal irradiado e menor probabilidade de serem ruidosas. Como temos várias amostras, podemos compará-las e fazer um tratamento mais refinado deste sinal, obtendo uma maior inteligibilidade. Além disso, o sistema caracteriza o ambiente de RF em tempo real, extraindo informações de múltiplas fontes de sinais e determina instantaneamente o modo mais eficiente de transmitir os sinais para os usuários pretendidos.

Como o sistema “WLL” utiliza-se de transmissores de baixa potência, isso limita o raio de abrangência de cada estação rádio base (ERB); fato este que restringe o uso deste sistema celular à pequenos quarteirões de um bairro residencial, por exemplo.

O sistema “WLL” pode ser encarado como se fosse um sistema celular fixo, onde o sinal de cada assinante fixo é irradiado à frente para a ERB mais próxima.

4.4. Atividades Desenvolvidas na Área de Comutação

4.4.1. Aceitação de Centrais

Na área de comutação foram acompanhados alguns testes de aceitação de centrais Zetax na cidade de João Pessoa, especificamente nas centrais de Tibiri e Poço. Estes testes têm como objetivo verificar o funcionamento e as instalações do equipamento, bem como se este está dentro das especificações do projeto.

Estes testes são feitos pelo fornecedor do equipamento e acompanhados pelos técnicos da TELPA. É observada a instalação e acabamento das calhas e esteiras, dos bastidores e sub-bastidores da central e do cabeamento, para permitir o bom funcionamento dos equipamentos e futura expansão. Depois de feitos todos os testes são colocadas as placas e seu programa controlador. Por fim o último passo é verificar se a central obedece as especificações da TELEBRÁS. As referências de sincronismo, a funcionalidade das junções e rotas, os dados e parâmetros de encaminhamento e tarifação, a originação e a recepção de chamadas, os serviços suplementares e a supervisão remota também são verificadas. Além disso, são realizados testes de sistema, os quais serão visto mais a fundo no próximo tópico.

Caso haja falha em algum destes testes a empresa fornecedora é informada e as devidas correções são feitas.

4.4.1.1. Os Testes de Sistema

Para realização dos testes de sistema é preciso que a EMBRATEL disponibilize um equipamento de bilhetagem automática para registro das chamadas. Depois de feitos estes

testes pelo operador da central, este envia os dados obtidos para a EMBRATEL a fim de que esta compare-os com os registrados pela mesma. Caso o resultado esteja dentro do níveis aceitáveis, ou seja, 97% das chamadas completadas, a central é dada como aceita e pode entrar em operação.

Os Teste de Sistema são:

- Teste de Identificação de "A" (080 182): verifica se as informações configuradas na central sobre a identificação do assinante chamador conferem com os dados colhidos pelos registradores da EMBRATEL. Devem ser usados no mínimo dois terminais por placa de assinantes criada ou ampliada;
- Teste DDDY (080 XYZ MCDU): verifica as condições reais de tráfego e comutação telefônica que a central local apresenta para o assinante. O número de chamadas deve ser no mínimo 10% do número total de terminais criados ou ampliados;
- Teste DDI (000 422 11111111 / 000 522 22222222): verifica as condições de acesso dos terminais criados ou ampliados na central telefônica à códigos internacionais. O número de chamadas deve ser no mínimo 10% do número total de terminais criados ou ampliados.

5. TRANSMISSÃO

5.1. Introdução sobre SDH (Hierarquia Digital Síncrona)

Antes de se falar de SDH, é bom lembrar os princípios básico de PDH (Hierarquia Digital Plesiócrina), tecnologia que antecedeu ao SDH.

PDH e SDH são tecnologias desenvolvidas para o transporte de dados em altas taxas e com um certo grau de confiabilidade. A tecnologia PDH foi primeiramente utilizada e foi desenvolvida simultaneamente em três países gerando três tecnologias ou padrões diferentes. Nos Estados Unidos, na Europa e no Japão a PDH apresenta níveis hierárquicos diferentes.

A PDH européia é formada por quatro níveis diferentes. O primeiro reúne 30 ou 31 tributários de 64 Kbps gerando um sinal de 2 Mbps, como foi visto anteriormente. O segundo nível apresenta a reunião de quatro tributário de 2 Mbps para formar um de 8.448 Kbps (8 Mbps), o terceiro reúne quatro de 8 Mbps para formar um de 34.368 Kbps (34 Mbps) e o quarto reúne quatro de 34 Mbps para formar um de 139.264 Kbps (140 Mbps). O sistema implantado pela TELEBRÁS segue este padrão e utiliza ainda um quinto nível formado por quatro de 140 Mbps gerando um de 565 Mbps.

VC possa ser derivado de um sinal da SDH e que possa ser inserido em outro, mesmo que entre os sinais haja uma diferença limitada de frequência. Um sinal STM-1 pode transportar 63 tributários de 2 Mbps, três tributários de 34 Mbps ou um tributário de 140 Mbps ou até mesmo uma mistura entre eles. Os sinais STM-4/16 podem transmitir 4/16 vezes a capacidade do STM-1. O STM-0 transporta 21 tributários de 2 m ou um tributário de 34 Mbps.

Outra vantagem da SDH é que as interfaces de 2 Mbps, 34 Mbps e 140 Mbps estão padronizadas com a PDH. Existe uma padronização também da SDH com os feixes de células ATM (Asynchronous Transfer Mode). A rede SDH pode ser utilizada em formato de anel ou linear, com diversas formas de proteção.

A SDH possui também a facilidade de derivação e inserção de tributários, fazendo com que as redes SDH sejam altamente flexíveis, sem a necessidade de vários equipamentos para a inserção/derivação destes. Esta facilidade de derivação/inserção de tributários se dá devido à existência de dois novos equipamentos utilizado pela SDH, sendo eles o ADM (Add-Drop Multiplexer) o SDXC (SDH Digital Cross-Connect). Estes equipamentos permitem que os tributários existentes nos VC's possam ser retirados ou inseridos devido à existência de matrizes internas que possuem internamente todo o mapa de conexões programáveis que roteiam os VC's, possibilitando encaminhá-los para o SIM-N de saída ou derivá-los localmente. Isto faz com que os usuários da SDH seja atendidos mais rapidamente, com maior segurança e menor custo.

Outros fatos que marcam as vantagens da SDH são: duração do quadro de apenas 125 μ s para qualquer nível da hierarquia; entrelaçamento de bytes, ao invés de bits, como era na PDH.

Por fim, a grande vantagem da SDH é a alta capacidade de gerência, onde cerca de 5% da capacidade de transporte é reservada para o transporte dos bytes de overhead. A rede SDH é vista pela gerência de rede como uma superposição de três camadas de gerência, sendo que para cada camada está disponível um overhead específico. O POH (Overhead de via) está associado à camada de Via, o MSOH (Overhead de Seção de Multiplexação) à camada de seção de Multiplexação e o RSOH (Overhead de Seção de Regeneração), à camada de Seção de Regeneração.

Uma Via é definida entre os pontos onde é montado e desmontado um VC. Para a gerência de Via não importa qual o caminho físico percorrido pelo VC, mas sim os pontos onde o VC é montado (onde POH é inserido) e desmontado (onde o POH é retirado).

Uma seção de Multiplexação é definida como o enlace entre dois equipamentos SDH adjacentes, excetuando-se os regeneradores. Os regeneradores e o meio físico estão incluídos na Seção de Multiplexação. No equipamento onde é originado o sinal SIM-N é inserido um MSOH que passa transparentemente pelos regeneradores e é lido no equipamento ao qual o sinal se destina. Para a gerência de Seção de Multiplexação, não importa qual o caminho físico percorrido pelo sinal da SDH, mas sim os pontos onde o MSOH é inserido e retirado.

Verificação de Roteamento - É associada uma porta tributária a uma TU-12. Os lados receptor e transmissor do Gerador/Analisador de Sinal PDH são conectados, respectivamente, às portas TX e RX da porta tributária. Em seguida, os lados RX e TX do Analisador SDH (ANT-20, "*Advanced Network Tester*") são conectados aos lados TX e RX da Unidade Óptica/Mux do Oeste e é feito um "loop" na Unidade Óptica/Mux do Leste. É gerado um sinal de 2Mbps pelo Gerador PDH. Deve-se observar que não houve taxa de erro nesta porta.

Correspondência de Tributários - Com o equipamento roteado, através do computador, o gerador PDH, configurado para gerar 2Mbps, é conectado a cada porta tributária do DID para avaliar se há correspondência com as tributárias programadas pelo operador.

Potência do Laser - Um medidor óptico de radio é conectado à saída TX da linha Oeste de fibra óptica por meio de um cabo monomodo óptico. Em seguida, o teste laser é reinicializado, através do botão no painel frontal da unidade. Os valores de atenuação medidos devem estar de acordo com os valores presentes na Tabela de Desempenho Óptico do Manual de Sistema do MSH-11. O teste deve ser repetido para a linha Leste.

Sensibilidade de Recepção - Um atenuador é conectado à saída TX na linha Oeste de fibra óptica por meio de um cabo monomodo óptico. Em seguida, o teste laser é reinicializado, através do botão no painel frontal da unidade. A atenuação é aumentada até que se atinja -34dBm no medidor de potência. O medidor de potência é desconectado e a saída do atenuador é conectada ao conector RX da Unidade Oeste. Não devem ser observados erros na recepção do sinal. O teste deve ser repetido para a linha Leste.

Verificação de Alarmes - São simuladas, no Analisador SDH, várias situações que geram alarmes. Todos os alarmes são monitorados tanto no Analisador SDH, quanto Analisador PDH, e os resultados são comparados com os alarmes esperados mostrados na Tabela de Alarmes da Planilha de Teste de Aceitação do STM-N.

6. Conclusão

O fato de que o estágio foi realizado em diversos setores da empresa possibilitou ao aluno uma visão bastante ampla do que seja, na prática, um sistema de comunicações.

Vale ressaltar que o estágio foi a primeira experiência profissional do aluno, na qual percebeu-se que não só a parte técnica é importante para um sucesso profissional, mas também o lado humano que torna a convivência diária dentro de uma empresa agradável.

Por tudo isso, o estágio realizado foi de grande importância, consolidando alguns conhecimentos vistos em sala de aula e acrescentando uma visão da realidade profissional do Engenheiro de Telecomunicações.

7. Referências Bibliográficas:

- “Introdução ao Sistema AXE 10”. Apostila, Centro de Treinamento Técnico, ERICSSON, 1996.
- “CMS 8800 Introdução ao Sistema”. Apostila, Centro de Treinamento Técnico, ERICSSON, 1996.
- “ERB Básico”. Apostila, Centro de Treinamento Técnico, ERICSSON, 1996.
- “Básico de Centrais Digitais”. Apostila, Centro Nacional de Treinamento da TELEBRÁS, CNRt, 1996.
- “Básico de Transmissão”. Apostila, Centro Nacional de Treinamento da TELEBRÁS, CNRt, 1995.
- “Manual de Operação e Manutenção ZTX-610”, Zetax Tecnologia, 19 de dezembro de 1996.
- “Especificação Técnica - Central ZTX-610”, Zetax Tecnologia, 27 de fevereiro de 1995.
- “SDH (Hierarquia Digital Síncrona) - Conceito, aplicação e futuro”, Revista Nacional de Telecomunicações. Ano 19 - No. 213A - maio/1997.
- “Caderno de Textos de Curso: SDH”, Centro Nacional de Capacitação - TELEBRÁS. Out. 1995.
- “Manual de Operação, Instalação e Sistema do MSH-11: Multiplexador ADD/DROP Digital de 155 Mbps”, SPLICE, 1996.
- “Prática N° 225 100 509 - Procedimento de Testes de Qualificação e Aceitação em Campo de Equipamentos SDH”, TELEBRÁS, Out. 1995.

ANEXOS

COMUTAÇÃO	TRONCOS	ASSINANTES
LOCAL	40.000	700.000
TRÂNSITO	130.000	-

Principais Características do Sistema:

- interfaces padronizadas para interconexão de equipamentos.
- células de alta velocidade para comunicação entre equipamentos (ATM).
- máximo de 64 enlaces (16 enlaces/hub).
- flexibilidade para expansão da capacidade do sistema.
- processador com arquitetura risc.
- sistema de rede “non-blocking”.
- software estruturado na base unix.
- documentação on-line.
- interface homem-máquina:
 - CUI (Interface de Usuário de Caractere)
 - GUI (Interface de Usuário Gráfica)
- alta confiabilidade proporcionada por:
 - configuração redundante (duplicação de vários órgãos)
 - detecção e isolamento automática de falhas
 - teste de diagnóstico automático

Configuração do Sistema

Como o NEAX61BR/Σ é um sistema digital de comutação que possui uma arquitetura a nível de blocos, qualquer configuração ou capacidade requerida pode ser estabelecida para combinar os requisitos de versatilidade associados aos serviços que podem ser oferecidos.

Comunicações Internas

O sistema NEAX61BR/Σ utiliza a tecnologia ATM (Asynchronous Transfer Mode) na transferência de informações entre processadores e redes de comutação. Este equipamento processa as mensagens acomodando-as em células de 53 bytes para transferência a uma taxa de 100 Mbps por enlace.

Distribuição de Cargas de Processamento de Chamadas

A estratégia utilizada para este sistema de comutação digital não é a designação de um processador específico a uma rede particular, mas permitir livres combinações entre processadores e linhas. Através dos enlaces de comunicação de dados de alta velocidade (enlaces da hub), a carga dos processadores pode ser adequada conforme o tráfego das redes. Portanto, se houver necessidade de expansão de processadores e combinação de linhas e troncos para adequar mudanças a nível de tráfego, arranjos de software podem ser realizados de maneira fácil e flexível.

Estágio de Linha Remoto (ELR)

O Estágio de Linha Remoto (ELR) acomoda assinantes em uma área distante da Central Principal. É conectado a ela via Interface de Junção Digital (DTI), onde os sinais de voz e controle são transmitidos e recebidos.

O ELR é composto pelo Controlador Local Remoto (RLOC), conectado ao Controlador de Interface de Unidade de Linha Remota (RLUIC), acomodado na Central Principal, podendo acomodar um máximo de 3.328 assinantes.

O processamento das chamadas é realizado pelo Processador de Chamadas (CLP) da Central Principal, podendo esta controlar um total de 64 ELR's. A figura apresenta um diagrama em blocos funcionais do ELR conectado à Central Principal.

Unidade de Linha Estendida (ELU)

A Unidade de Linha Estendida (ELU) é um equipamento de pequeno porte para extensão de linhas de assinantes, conectado a central mãe por meio de enlaces digitais PCM, por metálico ou fibra ótica utilizando Interface de Junção Digital (DTI).

O sistema pode acomodar até 473 assinantes conectados em até 4 Módulos de Assinantes (ELM) e controlados pelo Controlador de ELM (ELMC).

Os módulos do ELU são controlados na Central Principal pelo Controlador de Linha de Transmissão Digital (DLTC) acomodado no Bastidor de Linha e Tronco (LTF).

Subsistema Processador

O Subsistema Processador é o núcleo de administração e controle de todo o Sistema de Comutação. Este subsistema é composto por até 48 processadores duplicados que utilizam um HUB para realização das comunicações internas.



COBERTURA DO SISTEMA MÓVEL CELULAR DO ESTADO DA PARAÍBA



SITUAÇÃO DO SMC EM CAMPINA GRANDE

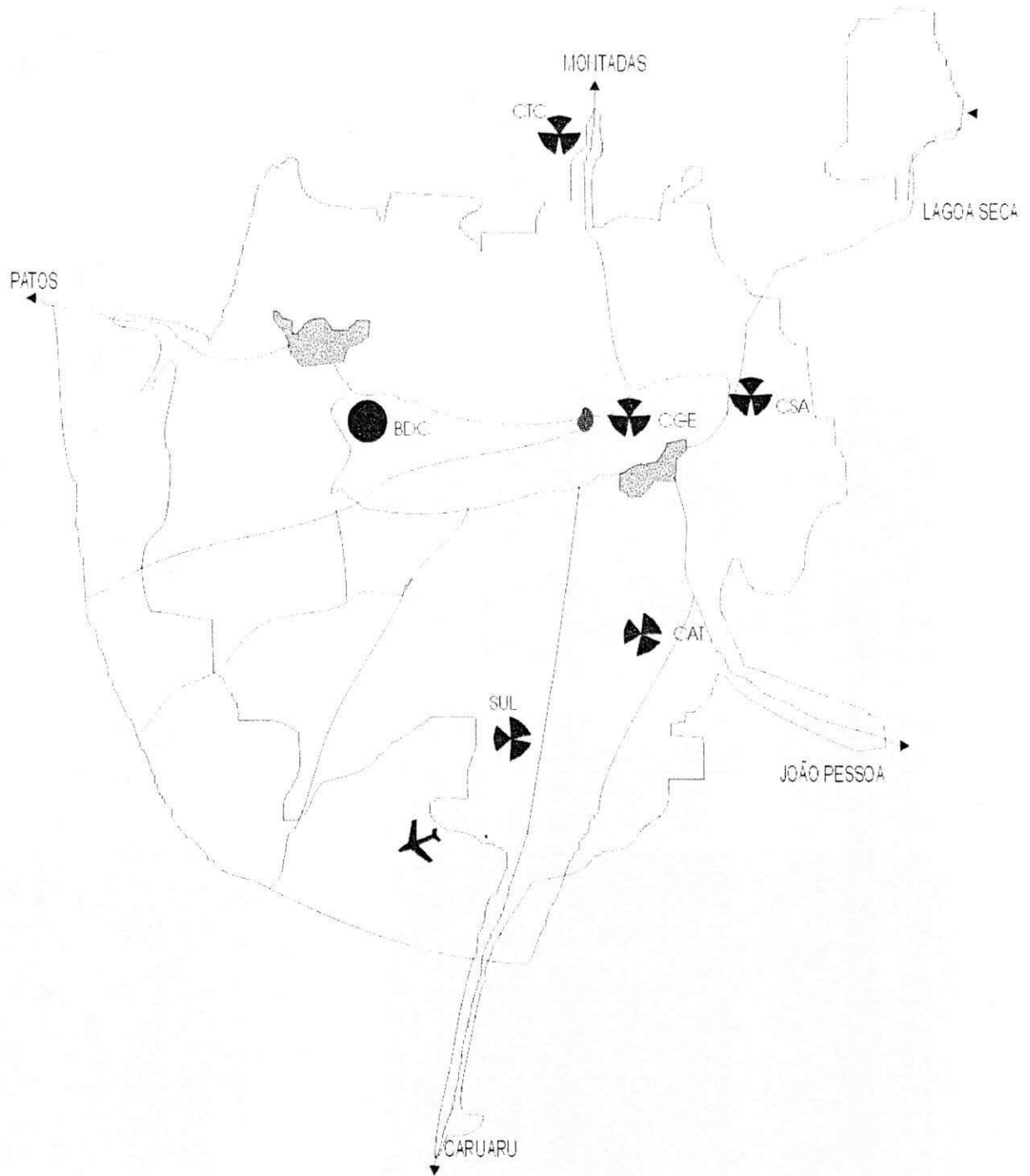
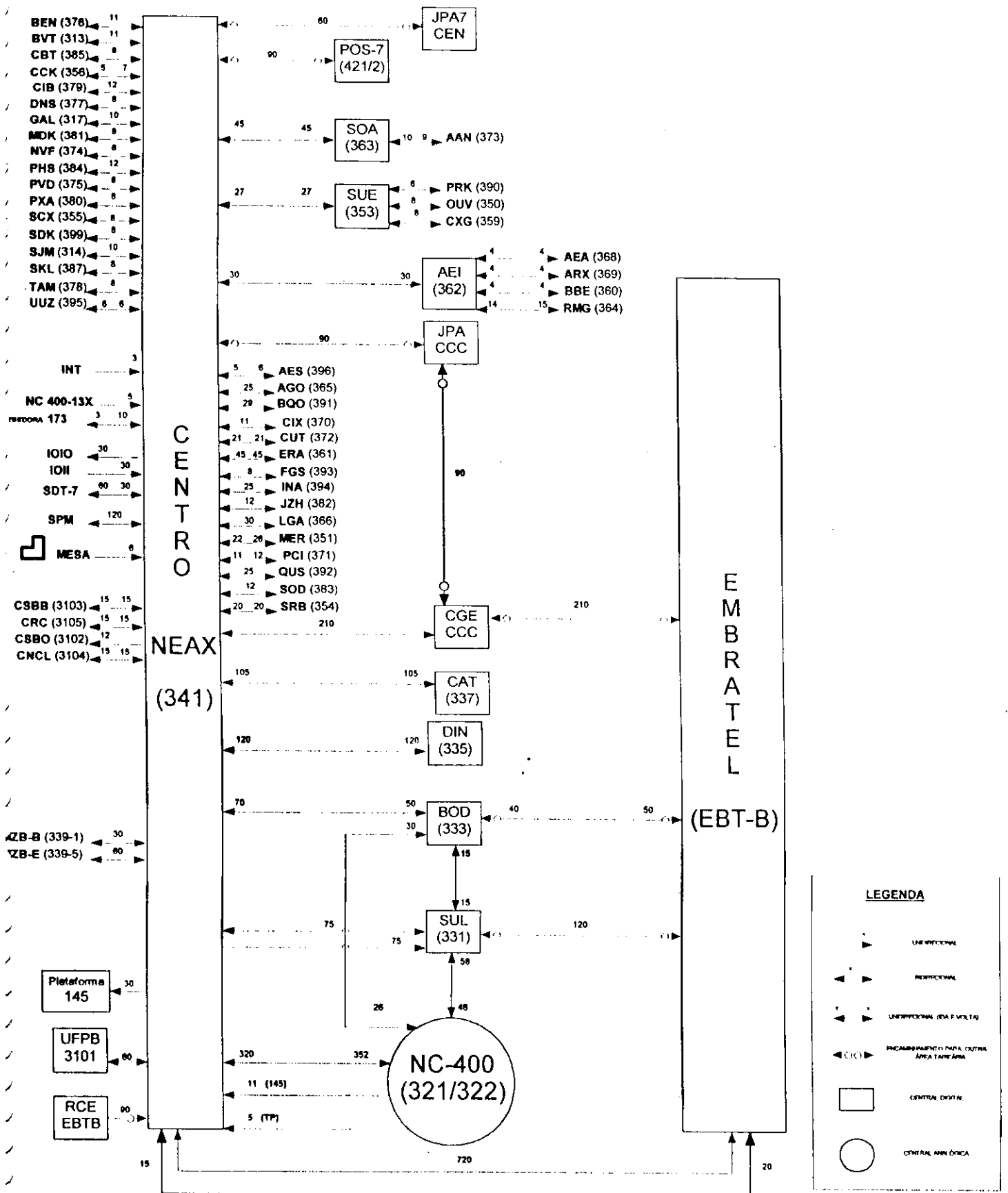


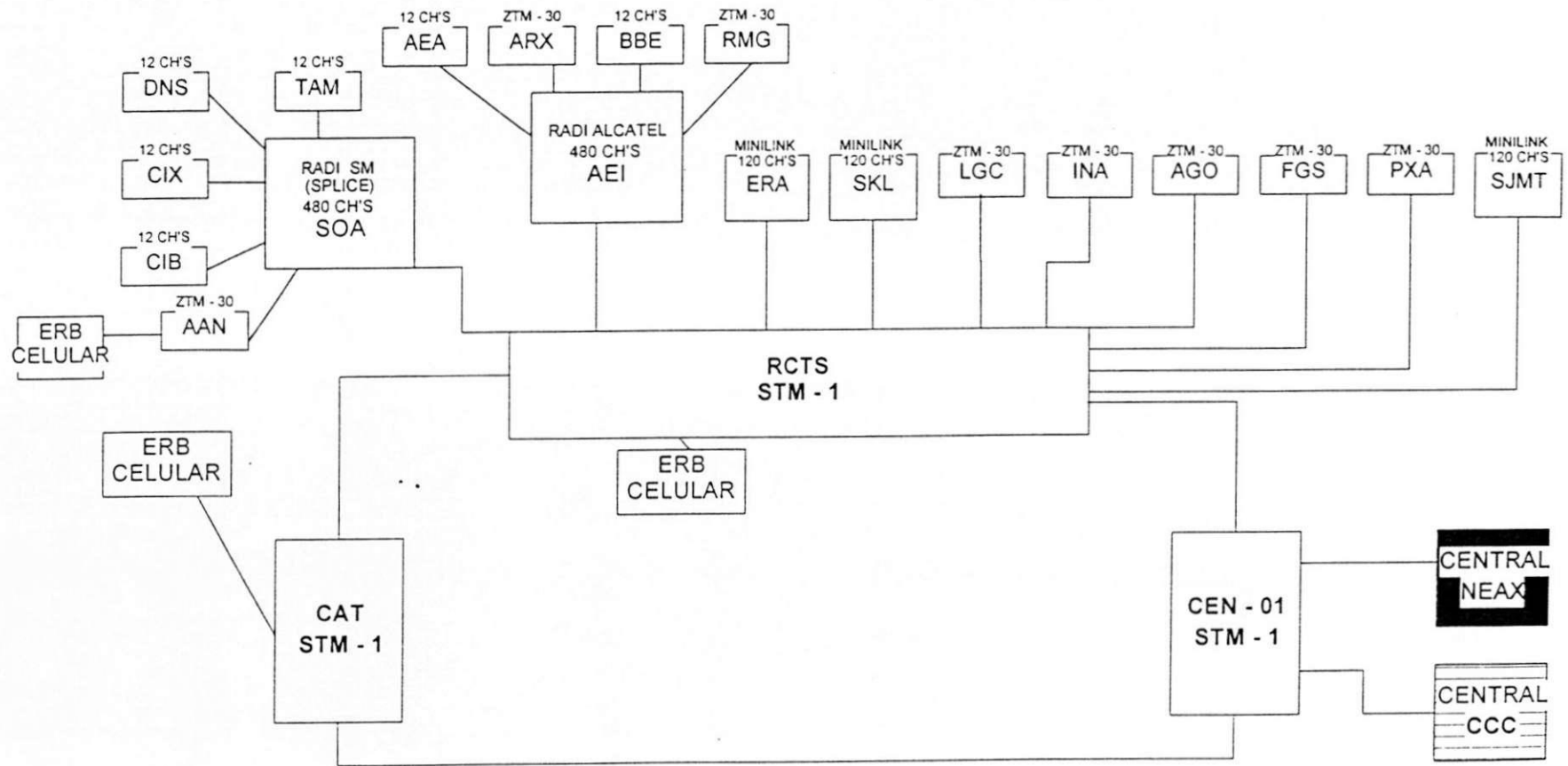
DIAGRAMA DE ENTROCAMENTO DE CENTRAIS - DCG -



CGE ODD

Atualizado em
17/02/98

ENTRONCAMENTO VIA SDH - ANEL 01 / CGE



ENTRONCAMENTO VIA SDH - ANEL 02 / CGE

