



IP
Assinado
Digitalmente

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
MINISTÉRIO DA INDÚSTRIA, COMÉRCIO EXTERIOR E SERVIÇOS
INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

CARTA PATENTE Nº PI 0520163-2

O INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL concede a presente PATENTE DE INVENÇÃO, que outorga ao seu titular a propriedade da invenção caracterizada neste título, em todo o território nacional, garantindo os direitos dela decorrentes, previstos na legislação em vigor.

(21) Número do Depósito: PI 0520163-2

(22) Data do Depósito: 31/03/2005

(43) Data da Publicação do Pedido: 05/10/2006

(51) Classificação Internacional: H01Q 3/26.

(54) Título: MÉTODO PARA CONTROLAR A OPERAÇÃO DE PELO MENOS UMA ESTAÇÃO RÁDIO BASE EM UMA REDE DE RÁDIO MÓVEL, ESTAÇÃO RÁDIO BASE PARA UMA REDE DE RÁDIO MÓVEL, E, SISTEMA QUE COMPREENDE A RESPECTIVA ESTAÇÃO RÁDIO BASE

(73) Titular: TELECOM ITALIA S.P.A., Companhia Italiana. Endereço: PIAZZA DEGLI AFFARI, 2, I-20123, MILÃO, ITALIA, MILÃO, ITÁLIA(IT)

(72) Inventor: MAURO BOLDI; PAOLO GIANOLA; ROBERTO QUASSO.

Prazo de Validade: 10 (dez) anos contados a partir de 27/11/2018, observadas as condições legais

Expedida em: 27/11/2018

Assinado digitalmente por:
Alexandre Gomes Ciancio

Diretor Substituto de Patentes, Programas de Computador e Topografias de Circuitos Integrados

“MÉTODO PARA CONTROLAR A OPERAÇÃO DE PELO MENOS UMA ESTAÇÃO RÁDIO BASE EM UMA REDE DE RÁDIO MÓVEL, ESTAÇÃO RÁDIO BASE PARA UMA REDE DE RÁDIO MÓVEL, E, SISTEMA QUE COMPREENDE A RESPECTIVA ESTAÇÃO RÁDIO BASE”

5 Campo da invenção

A presente invenção diz a respeito de técnicas para acesso por rádio em redes de rádio móvel.

A presente invenção foi desenvolvida prestando uma particular atenção a seu possível uso em redes que empregam estações distribuídas rádio base.

10 Descrição da técnica conhecida

Aqueles sistemas de rádio móvel devem garantir um serviço de comunicação entre uma rede fixa de telecomunicações e terminais móveis (ou terminais de usuário) aleatoriamente distribuídos sobre uma determinada área de serviço. A cobertura de rádio de dita área é obtida mediante a instalação de uma pluralidade de estações rádio base, cada uma das quais tendo a tarefa de cobrir uma determinada porção da área, referida como uma célula, a partir da qual se deriva o nome de “sistemas celulares”. O terminal móvel genérico pode se comunicar com tal rede de comunicações através de uma das estações rádio base do sistema, por exemplo, aquela a partir da qual recebe o sinal de rádio com a melhor qualidade. Os procedimentos através dos quais o terminal, uma vez que ele esteja ligado, escolhe a estação rádio base a partir da qual recebe a informação de sistema são designados pelo termo “seleção de célula”. Alguns sistemas (como, por exemplo, UMTS, Sistema de Telecomunicações Móveis Universal) consideram a possibilidade de que um terminal de usuário poderia ser servido simultaneamente por uma pluralidade de estações rádio base; essa condição é designada pelo termo assim-conhecido como “macro-diversidade”. As referidas características de mobilidade daqueles usuários tornam necessária

a presença procedimentos de transferência de passagem (ou transferência de controle) apropriados projetados para garantir a continuidade da comunicação na passagem entre uma célula e outra. Cada estação base de rádio transmite sobre a ligação descendente uma pluralidade de canais de comunicação, correspondendo a diferentes fluxos de dados específicos de sinalização ou serviço. O termo “canal piloto” ou “canal de baliza” designa um canal de comunicação particular correspondendo a uma seqüência conhecida de bits (cujas características diferem de sistema para sistema). O terminal de usuário mede a qualidade de rádio dos canais de baliza que ele gerencia para receber e, com base nas medições, seleciona a célula servidora na etapa de “seleção de célula” ou na etapa de “transferência de passagem”.

As exigências de capacidade e cobertura em áreas densamente urbanizadas conduzem, em muitos casos, à necessidade de prover redes de células com uma alta densidade de local. Nesse contexto, o uso de micro-células proporciona vantagens significativas em termos de simplicidade de aquisição dos locais, de aumento na capacidade de interface de rádio e de maior eficácia em termos de penetração em ambiente fechado, como documentado em: J. Laiho et al., “Radio Network Planning and Optimisation for UMTS”, Wiley, 2001.

Quando comparadas a células convencionais (freqüentemente indicadas como macro-células), as micro-células têm as seguintes características distintivas:

- raio limitado de célula (tipicamente menos de 400 – 500m);
- posicionamento do aparelho irradiador a uma altura mais baixa do que a altura média dos edifícios circundantes; e
- potência transmitida limitada (tipicamente menos de 5W).

Um problema técnico associado ao uso difuso de micro-células está ligado ao serviço suprido a usuários de alta mobilidade. Um usuário que está se movendo a alta velocidade em um contexto de micro-célula, na

verdade, executa um número muito grande de procedimentos de transferência de passagem entre as células, o que causa uma sobrecarga de sinalização tanto sobre a ligação ascendente quanto sobre a ligação descendente. Em adição à sobrecarga de sinalização, deve ser recordado que, associados às operações de medição e às conseqüentes operações para suporte de mobilidade, estão os atrasos de processamento, que, no caso de pequenas dimensões de célula, podem se revelar críticos para a execução dos procedimentos de transferência de controle, com a conseqüente possível subtração da célula.

10 Uma possível solução para esse problema é o uso contextual de micro-células e macro-células. As macro-células são usadas para garantir um serviço a usuários de alta mobilidade, enquanto as micro-células são usadas para oferecer um serviço de alta capacidade para usuários de baixa mobilidade (por exemplo, para prover serviços de pacote de alta taxa de bit).

15 Para o propósito de otimização (também no nível de planejamento de rede) a cobertura de rádio entre as camadas de macro-célula e micro-célula é vantajosa de usar, em particular em antenas re-configuráveis de macro-locais. Essas antenas (freqüentemente referidas como antenas “inteligentes”) são capazes de modificar o diagrama de irradiação de modo a otimizar a cobertura de rádio, minimizando a interferência sobre as células adjacentes.

20 No caso do UMTS, com referência particular ao componente de FDD (Duplex de Divisão de Freqüência), o nível de cobertura de macro-célula e o nível de cobertura de micro-célula podem usar o mesmo portador de rádio de W-CDMA (Acesso Múltiplo de Divisão de Código de Banda

25 ampla) ou outros portadores distintos.

Como realçado em: T. Ojampera, R. Prasad, “Wideband CDMA for Third Generation Mobile Communications”, Artech House, 1998, o uso de um sistema com macro-células e micro-células sobre o mesmo portador de W-CDMA apresenta numerosos problemas de projeto e operação.

Um dos problemas mais importantes, referido pelo termo “próximo-distante”, é representado pela seguinte condição: um terminal móvel, embora localizado na proximidade de uma micro-célula, é servido por uma macro-célula. Essa condição pode ser causada, por exemplo, por um atraso nos procedimentos de transferência de passagem, como referido anteriormente, e causa um aumento na interferência sofrida pela micro-célula e, conseqüentemente, uma deterioração no desempenho para todos os usuários servidos pela própria micro-célula.

Tipicamente, desse modo, diferentes portadores de W-CDMA são usados para o nível de micro-célula e para o nível de macro-célula. Frequentemente, entretanto, os operadores de UMTS têm um número muito limitado de portadores disponíveis. A necessidade de usar portadores diferentes para as duas camadas constitui uma restrição maior na organização das redes de UMTS. No caso onde o operador tem somente dois portadores disponíveis, por exemplo, essa restrição resulta em uma escolha obrigada e impedir soluções alternativas como, em particular, o uso de ambos os portadores no nível de micro-célula, o que maximiza a capacidade total do acesso por rádio de W-CDMA.

Uma solução conhecida na técnica provê associar com a estação base de rádio uma pluralidade de pontos/elementos de antena, por exemplo, através de um sistema de comunicação de Rádio Sobre Fibra (ROF). Uma quantidade de documentos trata o problema da flexibilidade e capacidade de re-configuração das estações base de rádio. Por exemplo, o WO-A-2004/047472 descreve um sistema principal de estação base de rádio remota incluindo unidades de rádio remotas (RRUs) plurais. Os custos de fibra são significativamente reduzidos usando uma fibra óptica unitária que comunica informação entre a unidade principal e as unidades remotas conectadas em uma configuração em série. A informação proveniente da unidade principal é enviada sobre um primeiro trajeto de fibra para as

unidades remotas, de modo que a mesma informação seja transmitida sobre a interface de rádio pelas unidades remotas substancialmente ao mesmo tempo. A unidade principal recebe a mesma informação a partir de cada uma das unidades remotas sobre um segundo trajeto de fibra substancialmente ao mesmo tempo. O atraso associado a cada unidade remota é compensado avançando-se o tempo quando a informação é enviada para cada unidade remota. Uma abordagem de distribuição de dados sobre uma fibra unitária evita o gasto de acoplamentos de fibra separados entre a unidade principal e cada unidade de rádio remota ou RRU. Essa abordagem também evita o gasto de tecnologia de WDM, incluindo lasers, filtros, OADMs, bem como as despesas gerais logísticas necessárias para manter o rastro dos diferentes dispositivos dependentes de comprimento de onda.

Também aqueles arranjos que miram somente a capacidade de re-configuração da antena podem representar um papel nesse contexto. Por exemplo, a US-B 6.621.469 revela um dispositivo de antena distribuída incluindo uma pluralidade de elementos de antena de transmissão, uma pluralidade de elementos de antena de recepção e uma pluralidade de amplificadores. Um dos amplificadores é um amplificador de potência acoplado de modo operacional a cada um dos elementos de antena de transmissão e montado proximalmente adjacente ao elemento de antena de transmissão associado, de modo que nenhuma perda de potência apreciável ocorra entre o amplificador de potência e o elemento de antena associado. Pelo menos um dos amplificadores é um amplificador de baixo ruído e é construído dentro do dispositivo de antena distribuída para receber e amplificar sinais provenientes de pelo menos um dos elementos de antena de recepção. Cada amplificador de potência é um chip de amplificador linear de potência relativamente baixa e custo por watt relativamente baixo.

Soluções como aquela descrita em US-B 6.621.469 apresentam o limite de propor a re-configuração somente do elemento de

irradiação, e não de qualquer função da unidade remota.

Objetivo e sumário da invenção

O requerente identificou uma necessidade de definir arranjos onde o gerenciamento dinâmico dos recursos de rádio pode ser tratado de uma maneira mais satisfatória do que na técnica anterior considerada no texto anterior.

Mais especificamente, é sentida a necessidade por arranjos aperfeiçoados, onde:

- determinadas limitações básicas, como com relação à flexibilidade nas estações remotas (por exemplo, capacitando o alinhamento de tempo dos quadros somente como uma opção avançada), são dispensadas, aperfeiçoando, desse modo, o grau de capacidade de re-configuração da rede, incluindo a capacidade de re-configuração de antena,

- o grau geral de flexibilidade do sistema é aumentado, sem ficar restrito somente a empregar um número maior ou menor de recursos de rádio sobre a rede óptica, e também pode ser estendido às estações remotas,

- o aumento da flexibilidade é conseguido em termos do uso e do número de canais de baliza que podem ser monitorados (como um todo, em termos de processamento de sinal) quando comparado a arranjos convencionais.

O objetivo da presente invenção é enfrentar satisfatoriamente as necessidades delineadas no texto anterior.

De acordo com a presente invenção, o objetivo acima é conseguido por meio de um método tendo as características relacionadas nas reivindicações que seguem.

A presente invenção refere-se também a uma estação base de rádio correspondente, uma rede correspondente, bem como um produto de programa de computador, capaz de ser carregado na memória de pelo menos um computador e compreender porções de código de software para

implementar o método da invenção. Como usada aqui, a referência a esse “produto de programa de computador” é entendida como sendo equivalente à referência a um meio que possa ser lido por um computador e conter instruções para controlar um sistema de computador para o propósito de coordenar o desempenho do processo de acordo com a invenção. A referência ao “pelo menos um computador” é mirada para realçar a possibilidade de que a presente invenção possa ser implementada de uma maneira distribuída e/ou de uma maneira modular.

10 As reivindicações formam uma parte integral da revelação da invenção provida aqui.

Um modo de realização preferido da invenção provê o controle da operação de pelo menos uma estação base de rádio em uma rede de rádio móvel por meio de:

15 - conectar com a estação base de rádio um conjunto de unidades remotas, cada unidade remota adaptada para prover cobertura de célula de rádio por meio de um conjunto de canais de comunicação, e sendo equipada com um respectivo conjunto de elementos de antena por meio do quais os canais de comunicação são distribuídos sobre os elementos de antena de acordo com um esquema de designação, e

20 - variar dinamicamente o esquema de designação.

Um modo de realização preferido do arranjo descrito aqui compreende uma arquitetura com base em um sistema de antenas distribuídas conectado através de uma conexão digital a uma ou mais estações base de rádio e que capacita um gerenciamento dinâmico dos recursos de rádio. Em uma configuração preferida cada antena (ou unidade remota) pode ser reconfigurada em termos de recursos de rádio (tipo e número de células designadas) e de diagrama de antena.

As vantagens principais do arranjo descrito aqui na comparação direta com os arranjos da técnica anterior convencionais são:

a) a possibilidade de – dinamicamente – monitorar e controlar, entre outras coisas:

- os recursos de rádio designados para cada unidade remota;
- o diagrama de irradiação de cada antena; e

5 - a arquitetura dos níveis hierárquicos entre os locais de macro-célula e os locais de micro-célula;

b) todas as operações de gerenciamento e controle realizadas sobre as antenas são levadas a cabo através das funções de O&M (Operação e Manutenção) normais sem interagir diretamente com as re-configurações de hardware ou software sobre a estação base de rádio.

10

Nesse arranjo preferido, os critérios de designação, ou, mais em geral, os métodos de designação, normalmente dependem:

- dos dados de cobertura obtidos no procedimento de planejamento;
- 15 - dos dados do tráfego de voz e do tráfego de dados medido pela rede;
- dos dados da localização de tráfego obtidos pela aplicação de algoritmos dedicados; e
- dos dados de medições de ponto da cobertura e interferência.

15

20

Uma implementação preferida da arquitetura descrita aqui usa tecnologia digital de ROF na configuração de anel, e os diagramas relacionados se referem significativamente a antenas distribuídas conectadas a uma ou mais estações base de rádio por meio de anéis ópticos.

25

Um modo de realização particularmente preferido do arranjo descrito aqui envolve a disponibilidade das estações base de rádio com interface digital.

O exemplo de arranjo descrito aqui é, desse modo, uma arquitetura incluindo estações remotas completamente re-configuráveis, capacitando uma completa funcionalidade do processamento do sinal recebido

e transmitido (nas duas ligações de recepção e transmissão do sinal de rádio).

Breve descrição dos desenhos

A invenção será agora descrita, a título de exemplo não limitativo, com referência às figuras do clichê anexo dos desenhos, onde:

5 - as Figuras 1 e 2 mostram exemplos das arquiteturas de rede descritas aqui;

 - a Figura 3 mostra um exemplo de um quadro digital adaptado para ser usado no trajeto de ligação descendente da arquitetura da Figura 1;

● 10 - a Figura 4 mostra um exemplo de um quadro digital adaptado para ser usado no trajeto de ligação ascendente da arquitetura da Figura 1;

 - a Figura 5 mostra um exemplo de gerenciamento da reconfiguração das estações remotas na arquitetura da Figura 1;

 - as Figuras 6 e 7 são diagramas de bloco dos exemplos de modo de realização das seções a jusante e a montante do arranjo descrito aqui;

15 - a Figura 8 mostra um exemplo de configuração de repetidor de célula com apenas um elemento de irradiação; e

 - a Figura 9 mostra um exemplo adicional da configuração de acordo com o descrito aqui.

Descrição detalhada dos exemplos de modos de realização da invenção

● 20 A Figura 1 provê um exemplo de representação esquemática da arquitetura da estação base de rádio (BTS ou Nó B) em uma rede de rádio móvel (não mostrada como um todo). Especificamente, é considerada uma estação base de rádio 10, que tem uma interface óptico-para-digital com três fluxos de dados na ligação descendente e, conseqüentemente, três fluxos de

25 dados na ligação ascendente.

 A estação base de rádio 10 (que pode ser na forma de uma BTS convencional) compreende um sub-sistema 10a que monitora a transmissão dos sinais na ligação descendente para os três fluxos de dados, e um sub-sistema 10b, que compreende o aparelho dedicado à recepção dos

sinais na ligação ascendente.

T_1 representa o primeiro dos três fluxos na ligação descendente e T_2 o primeiro dos três fluxos na ligação ascendente. No exemplo considerado, cada fluxo é roteado por cima de um anel de fibra óptica 15a e 15b por meio de um transmissor óptico, no caso da ligação descendente, ou receptor óptico, no caso de ligação ascendente. Os fluxos podem ser roteados sobre a mesma fibra óptica 15a ou 15b por meio de um multiplexador/demultiplexador 20 explorando diferentes comprimentos de onda em um arranjo de Multiplexação de Divisão de Comprimento de onda (WDM) típico.

O exemplo de solução mostrado na Figura 1 trata a necessidade de ter simetria dos atrasos entre a ligação de transmissão a partir da estação base de rádio 10 (Nó B) para uma unidade de rádio remota capaz de ser re-configurada 25 e vice versa (os trajetos de ligação descendente e de ligação ascendente com atrasos e comprimento comparáveis).

Isso não pode ser obtido usando arquiteturas com apenas uma fibra óptica 15 por fluxo T_i , como aquela que aparece na Figura 2. Nesse caso, na verdade, o trajeto seria simétrico somente para uma unidade remota individual ajustada exatamente a meio trajeto ao longo do anel.

Ao invés disso, na arquitetura mostrada na Figura 1, os dois trajetos de transmissão em direções opostas sobre as duas fibras 15a e 15b sempre apresentam o mesmo atraso de propagação. Na verdade, para cada unidade remota 25, o fluxo de ligação descendente viaja sobre uma primeira fibra óptica (15a ou, respectivamente, 15b) em um primeiro sentido, e o fluxo ascendente viaja sobre uma segunda fibra óptica (15b ou, respectivamente, 15a), procedendo ao longo do mesmo trajeto que o primeiro, mas no sentido oposto.

Nas Figuras 1 e 2, as unidades remotas 25 são mostradas acopladas aos respectivos conjuntos dos elementos de antena 32. Como mais

H2.

bem detalhado a seguir, esses elementos de antena são adaptados para servir (ou seja, prover cobertura de rádio a) um conjunto de células 30, geralmente incluindo N células, ou seja, célula1, célula2, ..., célulaN.

5 Do ponto de vista tecnológico e do ponto de vista da implementação prática, a arquitetura ilustrada na Figura 2 pode não ser compatível com determinados tipos de lançamento de Nó-B comercialmente disponível hoje. Entretanto, quando quer que adaptado para ser integrado com a configuração de uma estação base de rádio, o modo de realização da Figura 2 pode ser vantajoso em termos de economia da fibra quando comparado ao caso da Figura 1. Adicionalmente, a arquitetura da Figura 2 limita o recurso a esquemas de redundância e é, desse modo, arriscado no caso de falhas em um ponto do anel óptico 15.

15 À parte essas diferenças, as duas arquiteturas mostradas nas Figuras 1 e 2 coincidem funcionalmente. Adicionalmente, aqueles experientes na técnica apreciarão prontamente que, recorrendo a um arranjo de WDM (Multiplexação de Divisão de Comprimento de onda), os dois canais de fibra óptica exemplificados aqui na forma de duas fibras ópticas distintas 15a e 15b podem, de fato, ser portados sobre uma fibra óptica unitária.

20 A Figura 3 é uma ilustração esquemática de um exemplo de estrutura de quadro correspondendo ao fluxo de dados de ligação descendente T_1 . No esquema da Figura 3, é presumido que, no fluxo T_1 , os dados de usuário e os sinais de controle correspondendo a dois portadores de rádio, por exemplo, aqueles de W-CDMA, estarão presentes.

25 O número de referência 40 da Figura 3 indica os sinais de dados de usuário designados ao portador 1, enquanto o número de referência 45 indica como um todo os sinais de controle correspondendo ao portador 1. De modo semelhante, o número de referência 50 indica os sinais úteis designados ao portador 2, enquanto o número de referência 55 indica como um todo os sinais de controle correspondendo ao portador 2.

A referência aos dois portadores é, claro, somente de natureza exemplar.

Alguns espaços 60 são intencionalmente deixados livres. Esses espaços são pretendidos para hospedar os dados úteis de ligação ascendente que são carregados no quadro quando este alcança as M estações remotas presentes sobre o anel.

As seguintes quantidades são definidas:

- N = número de células pertencendo ao mesmo portador e ao mesmo quadro digital;
- 10 - M = número de unidades remotas;
- K = número máximo de elementos de irradiação por unidade remota;
- C_i^y = sinal de dados da célula i correspondendo ao portador y; i fica compreendido entre 1 e N, e y fica compreendido entre 1 e o número de portadores físicos (aqui, por exemplo, igual a dois);
- 15 - A_j^y representa um sinal de controle (expresso na forma de uma matriz) da unidade remota j correspondendo ao portador y para monitorar o fluxo de ligação descendente; j fica compreendido entre 1 e M; y fica compreendido entre 1 e o número de portadores físicos (aqui, por exemplo, igual a dois); especificamente, A_{1i}^j representa a 1ª fileira e o i-ésimo valor de coluna da matriz A_j^y na forma de um coeficiente (em geral um número complexo) para o elemento 1 da unidade remota j correspondendo à célula i para monitorar o fluxo de ligação descendente.
- 20

No arranjo descrito aqui, a unidade de rádio remota genérica j
25 realizará, para cada portador de rádio até o número máximo de portadores para os quais ela foi dimensionada, um processamento numérico do fluxo de dados, identificado pelo quadro ilustrado esquematicamente na Figura 3, do tipo:

$$\begin{bmatrix} D_1^j \\ D_2^j \\ \vdots \\ D_K^j \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_{11}^j & A_{12}^j & A & A & A_{L1}^j \\ A_{21}^j & O & & & \\ M & & A_{L1}^j & & \\ M & & & O & \\ A_{K1}^j & & & & A_{KL}^j \end{bmatrix} \begin{bmatrix} C_1^j \\ C_2^j \\ \vdots \\ C_H^j \end{bmatrix} \quad (1)$$

onde D_1^j representa o sinal resultante que supre a cadeia de rádio correspondendo ao elemento 1 da unidade remota j , como realçado nas Figuras 1 e 2. Deve ser notado que o coeficiente C_1^j aqui tem um sobrescrito j para indicar que eles se referem à unidade remota j , mesmo que esses coeficientes, nesse caso de transmissão de ligação descendente, não mudem de estação para estação. Também pode ser notado que a Equação (1) ainda se mantém no caso de portador múltiplo.

Nesse caso, a solução descrita aqui considera a possibilidade de realizar separadamente tanto o produto de matriz, portador por portador, quanto o produto de todos os portadores com apenas uma matriz na qual todos os parâmetros são englobados (é suficiente incluir os coeficientes A e C para o portador 2 em fila para aqueles do portador 1, e assim por diante para quaisquer outros possíveis portadores).

De modo semelhante, a Figura 4 é uma ilustração esquemática de um exemplo da estrutura do quadro correspondendo ao fluxo de dados de ligação ascendente de T_2 para os dois portadores, por exemplo, aqueles de W-CDMA.

Na Figura 4, o número de referência 40 indica os sinais úteis designados ao portador 1, enquanto o número de referência 45 indica como um todo os sinais de controle correspondendo ao portador 1. De modo semelhante, o número de referência 50 indica os sinais úteis designados ao portador 2, enquanto o número de referência 55 indica como um todo os sinais de controle correspondendo ao portador 2. Nesse caso, o número de referência 65 indica o sinal de ligação ascendente útil.

Os parâmetros N , M e K assumem os mesmo significados que

para o esquema de ligação descendente, enquanto as seguintes quantidades são adicionalmente definidas:

- $U_i^{j,y}$ = sinal útil designado para a célula i correspondendo à unidade remota j e ao portador y ;

5 - E_1^j = sinal recebido no elemento 1 da unidade remota j (que não viaja sobre o anel);

- B_j^y representa um sinal de controle (expresso na forma de uma matriz) da unidade remota j correspondendo ao portador y para monitorar o fluxo de ligação ascendente; j fica compreendido entre 1 e M ; y fica compreendido entre 1 e o número de portadores físicos (aqui, por exemplo, igual a dois); especificamente, B_{i1}^j representa a i -ésima fileira e o 1º valor de coluna da matriz B_j^y na forma de um coeficiente (em geral um número complexo) do elemento 1 da unidade remota j correspondendo à célula i para monitorar o fluxo de dados de ligação ascendente.

15 De acordo com o esquema descrito aqui, a unidade de rádio remota genérica j executará um processamento numérico do fluxo de dados, identificado pelo quadro representado esquematicamente na Figura 4, do tipo:

$$\begin{bmatrix} U_1^j \\ U_2^j \\ \vdots \\ U_y^j \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} U_1^{j-1} \\ U_2^{j-1} \\ \vdots \\ U_y^{j-1} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} B_{11}^j & B_{12}^j & \Lambda & \Lambda & B_{1K}^j \\ B_{21}^j & O & & & \\ M & & B_{ii}^j & & \\ M & & & O & \\ B_{N1}^j & & & & B_{NK}^j \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} E_1^j \\ E_2^j \\ \vdots \\ E_K^j \end{bmatrix} \quad (2)$$

Será apreciado que a informação relacionada à matriz B é transmitida (ver, por exemplo, os arranjos de quadro mostrados nas Figuras 3 e 4 e, especificamente, os espaços 60 deixados vazios no arranjo de quadro da Figura 3 e subseqüentemente carregados com o sinal de dados de ligação ascendente útil mostrado em 65 na Figura 4) para os terminais de usuário para o uso no processamento de ligação ascendente (ou seja, transmissão de ligação ascendente).

25 O caso descrito pela Equação (2) difere substancialmente da Equação (1) pelo fato de que no fluxo de dados de ligação ascendente é

realizada uma soma da contribuição que flui para dentro da estação de rádio remota j a partir da estação de rádio remota $j - 1$ e da contribuição da própria estação de rádio remota j , para cada uma das N células possíveis consideradas.

5 Nas operações consideradas para a ligação descendente e descritas pela Equação (1), essa soma não é considerada. A fim de entender essa diferença, deve ser levado em conta que os fluxos numéricos correspondendo às N células (C_i e U_i) são distribuídos no quadro numérico que viaja sobre o anel óptico de acordo com as metodologias do tipo TDM
10 (Multiplexação de Divisão de Tempo).

O Nó B central deve transmitir os fluxos C_i separadamente e, ao mesmo tempo, deve receber os fluxos U_i que associam cada um deles à célula correspondente monitorada por ele. Conseqüentemente, no caso dos fluxos de ligação ascendente, os fluxos U_i devem ser somados juntos, visto
15 que eles são interpretados pelo Nó B como fluxos de uma mesma célula, que, na arquitetura descrita, é distribuída em unidades remotas, possivelmente distintas e separadas umas das outras.

Em outras palavras, a operação de adição presente na Equação (2) descreve a possibilidade de que as estações remotas sejam capazes de
20 funcionar como repetidores de célula (se o sinal que entra U_i^{j-1} for zero, a estação de rádio remota j adiciona ao mesmo sua própria contribuição; se o U_i^{j-1} não for zero, a estação de rádio remota j re-utiliza a mesma célula e adiciona suas próprias contribuições sobre o mesmo U_i^{j-1} gerando U_i^j).

O Nó B, na arquitetura descrita aqui, torna disponíveis para o sistema seus recursos de transceptor, mas presentes de outro modo de uma
25 maneira conjuntamente transparente quando as novas funções descritas são introduzidas (possível arquitetura do Nó B já pré-arranjada para ROF em um ajuste preferencial).

Os sinais de controle de ligação descendente A_i e os sinais de

controle de ligação ascendente B_i são ajustados em um nível hierárquico de topo da rede móvel e viajam através do Nó B de uma maneira transparente, terminando no fluxo numérico que se ramifica para fora a partir dos mesmos em direção às várias estações remotas. Em detalhe, a arquitetura considerada para o gerenciamento da re-configuração das estações remotas é representada na Figura 5. Em um bloco 70, a matriz de configuração das estações remotamente situadas é preparada, e o fluxo de dados correspondente viaja de uma maneira transparente através de um controlador de rede de rádio 75 para as várias estações base de rádio 10 que chegam ao seu conhecimento e são controladas pelo mesmo. Por sua vez, o controlador de rede 75 é conectado de uma maneira tradicional à rede de núcleo 80 (nesse exemplo de caso, é a Rede de Núcleo de UMTS, mas a extensão a outros sistemas de rádio é direcionada e incluída no escopo da invenção).

A seguir, será feita a hipótese (de uma maneira não limitativa) de uma situação onde o fluxo numérico é realizado pela fibra óptica em uma configuração de anel organizada de acordo com as especificações providas pelos corpos internacionais como CPRI (Interface de Rádio Pública Comum) ou OBSAI (Iniciativa de Arquitetura de Estação base Aberta). A informação acerca dessas especificações pode ser encontrada nos sites da web <http://www.cpri.info/> e <http://www.obsai.org/>.

Essas especificações consideram, no quadro digital de transporte do nível físico, espaço para informação de gerenciamento e controle, que difere de vendedor para vendedor. Esses bytes reservados poderiam vantajosamente ser usados para o trânsito da informação de re-configuração e processamento de sinal remoto, como os parâmetros A_i e B_i descritos anteriormente. Esse é um fluxo de dados de baixa taxa de bits tanto por conta da escassez da informação transmitida (muitas das matrizes descritas pelas Equações (1) e (2) são esparsas) quanto porque essa informação, provavelmente, deve ser transmitida com uma periodicidade de

alguma forma longa.

O processamento de sinal remoto, de acordo com a presente invenção, permite variar dinamicamente o esquema de designação da distribuição dos canais de comunicação sobre os elementos de antena 32, variando, desse modo, a capacidade ou cobertura na área servida pela estação de rádio remota individual. Essas variações de planejamento respondem, por sua vez, a critérios de variação do tráfego ou o equivalente, que são razoavelmente não afetados pelas variações rápidas.

A seguir, será provido um exemplo de descrição de hardware da estação de rádio remota genérica.

Em particular, uma primeira descrição do esquema de corrente descendente é provida com referência à Figura 6.

Um sinal óptico 90 recebido pelo Nó B designado para um estágio de conversão óptico-para-elétrico 95, que o converte em um sinal elétrico serial, que vai na entrada para um bloco lógico 100 dedicado às funções de quadro de acordo com o padrão de CPRI.

O bloco 100 é capaz de identificar e separar os fluxos de informação diferentes portados nos quadros de CPRI, em particular, a função 105 extrai um fluxo numérico que representa o sinal útil das várias células no formato numérico complexo, e a função 110 extrai um fluxo numérico referido como "específico de vendedor", os conteúdos do qual são deixados à discricção das várias implementações (e que, no caso descrito, porta os coeficientes complexos de corrente descendente).

Além disso, são realçadas as funções de cronometragem 115 que travam a frequência de um oscilador local, que pode ser ajustado para a frequência dos bits 90 que vêm a partir da fibra óptica. Dado que as amostras numéricas complexas C_i foram geradas e introduzidas nos quadros de CPRI em um modo síncrono (em outras palavras, o relógio dos valores C_i e o relógio dos bits 90 sobre a fibra óptica são sintetizados via multiplicação e

divisão das frequências por inteiros iniciando a partir de um relógio de base unitária) é possível, por meio de cadeias de divisão apropriadas (não mostradas na Figura 6) reconstruir seu sinal de relógio (CKS) 120 na antena, e um múltiplo 125 dos mesmos obtido pela multiplicação por um fator K inteiro (igual ao número de fileiras da matriz).

Um relógio 130, acompanhado por sinais de capacitação apropriados, é usado para armazenar os valores complexos C_i nos registros 135, à medida que eles aparecem nos quadros de CPRI. A frequência do relógio 130 é maior do que aquela do sinal de relógio 120, mas os sinais de capacitação, direcionados para as entradas E dos vários registros, fazem a frequência efetiva de meio das operações de escrita ser a mesma daquela do sinal de relógio 120.

O resto do diagrama da Figura 6 representa um modo de realização possível, que leva em conta os valores efetivos possíveis do sinal de relógio 120 (na UMTS, 3,84MHz ou outros múltiplos inteiros do mesmo) e, desse modo, a possibilidade de usar de uma maneira eficaz os circuitos de multiplicador 145, que são capazes de multiplicar dois números complexos a frequências consideravelmente mais altas (centenas de MHz).

Todas as memórias de um tipo de porta dupla 140 são pré-carregadas com os valores dos coeficientes complexos, de acordo com o exemplo indicado na tabela no topo à direita na Figura 6. Especificamente, o exemplo de tabela mostrado se refere aos conteúdos da memória associada ao C_i^j .

Em outras palavras, a i -ésima memória contém os valores dos coeficientes de uma coluna da matriz e é dedicada, com um registro 135 e um multiplicador 145 associados à mesma, ao processamento do sinal útil da i -ésima célula C_i .

Na verdade, os registros 135 são registros de troca tendo uma profundidade igual a dois. O conjunto completo de registros 135 pode ser

visto como uma coluna de registro de dois estágios. O primeiro estágio armazena as amostras à medida que elas aparecem seqüencialmente no quadro de CPRI corrente. Quando o primeiro estágio contém um arranjo completo e estável de amostras, um pulso de sincronização único (não mostrado na

5 Figura 6 em nome da simplicidade) a partir das funções de cronometragem

115 troca simultaneamente todas as amostras para o segundo estágio, cujas saídas são conectadas aos multiplicadores 145.

O sinal de relógio 125 é, por construção, K vezes mais rápido e é usado para tratar as memórias de porta dupla 140 de tal modo que, no

10 intervalo de tempo durante o qual os valores C_i armazenados no segundo estágio da coluna dos registros 135 não mudarem, os coeficientes das fileiras de K da matriz aparecerão seqüencialmente nas entradas dos multiplicadores 145, serão multiplicados com os vários C_i , e todos os produtos obtidos serão somados pelo bloco 150.

Esse processo gera seqüencialmente valores complexos de K

15 D_1, D_2, \dots, D_K que são armazenados em um registro de mudança para a direita 155 conectado às saídas do bloco 150 e, então, apresentados nas entradas dos blocos de conversão 160. Esses blocos os adquirem sempre usando o sinal de relógio 120 e regeneram os sinais em um formato analógico usando um

20 esquema de conversão convencional.

O esquema de corrente ascendente é, ao invés disso, descrito com referência à Figura 7.

No topo à esquerda na Figura 7, há alguns dos blocos envolvidos no caso de corrente descendente, onde blocos idênticos ou

25 correspondendo àqueles já introduzidos na Figura 6 são indicados pelos mesmos números de referência. Especificamente, enquanto o bloco 95 e parte do bloco 115 são comuns aos circuitos de ambas as Figuras, 6 e 7, os registros 135, os multiplicadores 145 e as memórias de porta dupla 140 têm, de fato, as mesmas características, mas são providos distintamente para o circuito da

Figura 6 – para implementar a fórmula (1) -- e para o circuito da g 7 – para implementar a fórmula (2). O bloco indicado 110 extrai os campos de informação que são análogos, mas, de fato, diferentes (ou seja, os coeficientes “B” no lugar dos coeficientes “A”). Visto que as amostras são geradas simultaneamente, no caso do circuito de ligação ascendente os registros 135 podem ficar na forma de registros unitários.

No caso do circuito da Figura 7, o bloco 105 provê os sinais úteis U_1^{j-1} , ..., U_N^{j-1} a partir da (j-1)-ésima estação assegurando-se que esses sinais sejam alimentados para um bloco de adicionador 170 na ordem correta e sincronicamente com o sinal 165 considerado a seguir.

Com relação a isso será apreciado que o circuito de ligação descendente também suporta a operação de ligação ascendente, pelo fato de que o circuito de ligação descendente provê os sinais de relógio e os coeficientes “B” a partir do quadro de ligação descendente.

O sinal óptico 90 recebido pelo Nó B é designado para um estágio de conversão óptico-para-elétrico 95, que o converte em um sinal elétrico serial, que vai na entrada para um bloco lógico 100 dedicado às funções de quadro de acordo com o padrão de CPRI.

O bloco 100 é capaz de identificar e separar os vários fluxos de informação portados nos quadros de CPRI, em particular, a função 110 extrai um fluxo numérico referido como “específico de vendedor”, cujos conteúdos são deixados à discricção das várias implementações (e que, no caso considerado, portam os coeficientes de corrente ascendente). São, além disso, realçadas as funções de cronometragem 115 que travam a frequência de um oscilador local que pode ser ajustado para a frequência dos bits 90 que vêm a partir da fibra óptica. Dado que as amostras numéricas E_i devem ser geradas sincronicamente, é possível, por meio de cadeias de divisão apropriadas (não mostradas na figura), sintetizar na antena um sinal de relógio 120 e um múltiplo 165 do mesmo obtido pela multiplicação por um fator N inteiro

36
1

(igual ao número de fileiras da matriz). O sinal de relógio 120 aciona os blocos 162, que geram as amostras E_i na forma dos números complexos usando um esquema de conversão convencional.

5 O resto do diagrama representa um modo de realização possível, que leva em conta os valores efetivos possíveis do sinal de relógio 120 (na UMTS, 3,84MHz ou outros múltiplos inteiros do mesmo) e, desse modo, a possibilidade de usar de maneira eficaz os circuitos de multiplicador 145, que são capazes de operar a frequências consideravelmente mais altas (centenas de MHz).

10 Todas as memórias de um tipo de porta dupla 140 são pré-carregadas com os valores dos coeficientes complexos, de acordo com o exemplo indicado na tabela no topo à direita na Figura 6. Especificamente, o exemplo de tabela mostrado se refere aos conteúdos da memória mais superior, ou seja, aquela para E_1^j .

15 Exposto de outro modo, a i -ésima memória 140 contém os valores dos coeficientes de uma coluna da matriz e é dedicada, com o registro 135 e o multiplicador 145 associados à mesma, ao processamento do sinal E_i que vem do i -ésimo elemento de antena 32.

20 O relógio 165 é, por construção, N vezes mais rápido e é usado para tratar as memórias de porta dupla 140 de tal modo que, no intervalo de tempo durante o qual os valores E_i armazenados nos registros não mudarem, os coeficientes das fileiras de N da matriz aparecerão seqüencialmente nas entradas dos multiplicadores 145, serão multiplicados com os vários E_i , e todos os produtos obtidos serão somados pelo bloco 170.

25 Os valores de N U_1, U_2, \dots, U_M gerados seqüencialmente são apresentados para a entrada de um bloco 175, que os introduz nos quadros de CPRI, que são, então, enviados para dentro da fibra óptica por meio de um estágio de conversão elétrico-para-óptico 96.

Será proposto agora um número de configurações possíveis da

arquitetura proposta aqui.

A vantagem da solução descrita aqui consiste em prover a máxima flexibilidade na configuração de uma estação de rádio situada remotamente. Especificamente, são analisadas aqui algumas configurações possíveis de acordo com a complexidade do processamento pedido em remoto (a partir de matrizes muito esparsas para matrizes crescentemente mais completas). A seguir, será feita referência a um anel, mas as considerações já expressas com relação às diferenças entre os esquemas da Figura 1 e Figura 2, e arquiteturas correspondentes, se aplicam.

10 A primeira configuração possível consiste em um mero repetidor de célula com apenas um elemento de irradiação, caso no qual as matrizes das Equações (1) e (2) terão apenas um coeficiente diferente de zero, e C_i e U_i serão compartilhados com outras estações de rádio remotas.

15 A Figura 8 representa um diagrama esquemático dessa solução no caso das duas unidades remotas 25a e 25b ($M = 2$), cada uma das quais tem apenas um elemento de antena 180a e 180b ($K=1$), sem qualquer possibilidade de re-configuração de antena. O número de células servidas por cada unidade remota 25a, 25b é, desse modo, igual a um ($N=1$) quando as duas unidades remotas/elementos de antena servem a mesma célula atuando
20 como repetidores.

As Equações (1) e (2) são transformadas na Equação (3):

$$\begin{aligned} [D_1^j] &= A_1^j \cdot [C_1^j] \\ U_1^j &= U_1^{j-1} + B_{11}^j \cdot E_1^j \end{aligned} \quad (3)$$

No caso onde as duas unidades remotas 25a e 25b do exemplo são duas células distintas, nós não teríamos mais a configuração de repetidor de célula, mas as duas unidades remotas usariam, cada uma, um C_i e U_i diferentes. Deve ser especificado que a célula individual, identificada pelos
25 coeficientes C_i e U_i , pode ser da mesma maneira uma micro-célula ou uma macro-célula, de acordo com as exigências da capacidade e da cobertura

local.

Uma segunda implementação possível é representada esquematicamente na Figura 9. Nesse novo caso, é ajustado um número genérico de estações situadas remotamente igual a M (25a, 25b, ..., 25M), cada uma das quais poderia ser provida potencialmente com 1 a N células, indicadas como um todo por 30. Cada estação remota 25 é provida com apenas um elemento de irradiação 180, de modo que $K=1$.

É, desse modo, um caso intermediário entre aquele mais geral representado esquematicamente na Figura 1 e aquele do repetidor unitário da Figura 8.

Com essa configuração, o processamento remoto do sinal é limitado ao gerenciamento das células e portadores, mas o elemento de antena é deixado fixo, ou seja, ele não pode ser re-configurado.

É, desse modo, uma organização de células múltiplas, de um tipo macro-célula ou micro-célula, como representado na figura, com possíveis configurações hierárquicas para um gerenciamento de planejamento melhor.

Nessa situação, descrita com referência à Figura 9, as Equações (1) e (2) anteriores são transformadas nas novas Equações (4) e (5), respectivamente:

$$D_1^j = \begin{bmatrix} A_{11}^j & A_{12}^j & \Lambda & A_{1N}^j \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} C_1^j \\ C_2^j \\ \vdots \\ C_N^j \end{bmatrix} \quad (4)$$

$$\begin{bmatrix} U_1^j \\ U_2^j \\ \vdots \\ U_N^j \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} U_1^{j-1} \\ U_2^{j-1} \\ \vdots \\ U_N^{j-1} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} B_{11}^j \\ B_{21}^j \\ M \\ M \\ B_{N1}^j \end{bmatrix} \cdot E_1^j \quad (5)$$

Uma solução "dupla" com relação à última é aquela por meio

da qual é possível ter de 1 a M estações remotas capazes de serem re-
configuradas (K genérico diferente de 1), cada uma com apenas uma célula
(N = 1). Essa solução é tal que estações remotas diferentes equipadas com
antenas capazes de serem re-configuradas são situadas remotamente, sem re-
5 configuração de célula e sem a possibilidade de hierarquização das células.
Nesse caso, as Equações (1) e (2) são modificadas de um modo que pode ser
inferido prontamente.

A solução mais geral e, desse modo, aquela mais completa, é,
portanto, representada na Figura 1 ou na Figura 2. Nesse caso, uma re-
10 configuração tanto de um tipo "celular" quanto de um tipo de "antena" se
torna possível e é possível determinar as repetições do sinal dentro da
arquitetura de transporte, de acordo com apenas com os limites do tipo do
transporte físico adotado.

Sem prejuízo dos princípios da invenção, os detalhes da
15 implementação e modos de realização podem variar, mesmo
significativamente, com relação ao que é descrito e ilustrado aqui, puramente
a título de exemplo não limitativo, sem se afastar por meio do mesmo do
escopo da invenção, como definida nas reivindicações anexas.

REIVINDICAÇÕES

1. Método para controlar a operação de pelo menos uma estação rádio base (10) em uma rede de rádio móvel, o método incluindo as etapas de:

5 - conectar com aquela estação rádio base (10) um conjunto (M) de unidades remotas (25) via uma conexão digital portando sinais em fluxos de dados, cada uma daquela unidade remota (25) adaptada para prover cobertura de célula de rádio por meio de um conjunto (N) de canais de comunicação, e sendo equipada com um respectivo conjunto (K) de elementos de antena (32), por meio do qual os referidos canais de comunicação são distribuídos sobre os
10 ditos elementos de antena (32) de acordo com um esquema de designação,

o método sendo caracterizado pelo fato de:

- arranjar os sinais que passam através de tais unidades remotas (25) em quadros (40, 45, 50, 55, 60, 65), tais unidades remotas (25) efetuando um processamento numérico do fluxo de dados (40, 45, 50, 55, 60, 65), e
15 - variar dinamicamente o dito esquema de designação ao variar dinamicamente o arranjo dos mencionados sinais nos referidos quadros.

2. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a mencionada etapa de variar dinamicamente o dito esquema de designação inclui a operação de variar dinamicamente pelo menos um dentre:

20 - os recursos de rádio designados a tais unidades remotas (25);
- o diagrama de irradiação de ditos elementos de antena (32); e
- a cobertura de célula de rádio fornecida por aquelas unidades remotas (25).

3. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que os ditos canais de comunicação (N) são transmitidos sobre células referentes a um dado portador.
25

4. Método de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de que os ditos canais de comunicação (N) são transmitidos sobre células referentes a um dado portador e um dado quadro digital.

5. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de incluir, na provisão de transmissão de ligação descendente, as etapas de:

- gerar um sinal útil (C_i^y) para uma dada célula (i) numa cobertura de rádio para um dado portador (y);

5 - submeter o referido sinal útil (C_i^y) a processamento de ligação descendente em função de um sinal de controle de ligação descendente (A_j^y) para uma respectiva unidade remota (j) para o dito portador (y); tal processamento de ligação descendente dando origem a um sinal resultante (D_i^j) a ser suprido aos elementos de antena (32) do conjunto equipando a respectiva unidade remota (j).

10 6. Método de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato de que inclui a etapa de realizar tal processamento de ligação descendente como um produto de matriz, em que o mencionado sinal de controle de ligação descendente (A_j^y) é uma matriz de coeficientes do processamento de ligação descendente (A_{ji}^j) para um dado elemento de antena (l) de uma dada unidade remota (j) correspondendo a uma dada célula (i) para operar o fluxo de dados de ligação descendente.

7. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de incluir, na provisão de transmissão de ligação ascendente, as etapas de:

20 - receber um respectivo sinal (E_i^j) num dado elemento de antena (l) de uma dada unidade remota (j);

- submeter o respectivo sinal recebido (E_i^j) a processamento de ligação ascendente em função de um sinal de controle de ligação ascendente (B_j^y) para a dada unidade remota (j) para um dado portador (y); o mencionado processamento de ligação ascendente dando origem a um sinal resultante ($U_i^{j,y}$) designado a uma dada célula (i) na cobertura de rádio para um dado portador (y) para uma dada unidade remota (j).

8. Método de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de que inclui a etapa de realizar tal processamento de ligação ascendente como um produto de matriz, em que o mencionado sinal de controle de ligação

ascendente (B_j^y) é uma matriz de coeficientes de processamento de ligação ascendente (B_{i1}^j) para um dado elemento de antena (1) de uma dada unidade remota (j) correspondendo a uma dada célula (i) para operar o fluxo de dados de ligação ascendente.

5 9. Método de acordo com a reivindicação 7 ou 8, caracterizado pelo fato de que o referido processamento de ligação ascendente inclui realizar, para cada dada célula (i) de uma pluralidade (N) de células provendo cobertura de rádio de uma dada unidade remota (j), uma soma da contribuição daquele sinal resultante (U_i^{j-1}) que flui como um sinal que entra para dentro daquela dada unidade remota (j) e a contribuição daquela dada unidade de rádio remota (j) propriamente dita, por meio da qual aquela dada unidade remota (j) é capaz de:

- se o mencionado sinal que entra (U_i^{j-1}) for zero, adicionar ao mesmo a sua própria contribuição;

15 - se o mencionado sinal que entra (U_i^{j-1}) não for zero, reutilizar aquela dada célula (i) e adicionar a sua própria contribuição, operando, assim, como um repetidor de célula.

20 10. Método de acordo com a reivindicação 6 ou 8, caracterizado pelo fato de que inclui a etapa de realizar o mencionado produto de matriz em uma base de portador por portador.

11. Método de acordo com a reivindicação 6 ou 8, caracterizado pelo fato de que inclui a etapa de realizar o mencionado produto de matriz como o produto com uma matriz incluindo parâmetros englobados para uma pluralidade de portadores.

25 12. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 11, caracterizado pelo fato de que inclui as etapas de:

- conectar aquela pelo menos uma estação rádio base (10) ao dito conjunto de unidades remotas (25) via uma configuração de anel óptico de Rádio Sobre Fibra (ROF),

- incluir na mencionada configuração de anel óptico pelo menos um primeiro canal de fibra óptica (15a, 15b) e pelo menos um segundo canal de fibra óptica (15b, 15a),

5 - propagar fluxos dos sinais de ligação ascendente e de ligação descendente relacionados a cada unidade remota (25) no referido conjunto de unidades remotas (25) em sentidos opostos sobre o dito pelo menos um primeiro canal de fibra óptica (15a, 15b) e o dito pelo menos um segundo canal de fibra óptica (15b, 15a), respectivamente.

10 13. Estação rádio base (10) para uma rede de rádio móvel, a qual inclui um conjunto (M) de unidades remotas (25) conectado com aquela estação rádio base (10) via uma conexão digital portando sinais em fluxos de dados, cada uma da referida unidade remota (25) adaptada para prover cobertura de célula de rádio por meio de um conjunto (N) de canais de comunicação, e sendo equipada com um respectivo conjunto (K) de elementos de antena (32), por meio do qual
15 aqueles canais de comunicação são distribuídos sobre ditos elementos de antena (32) de acordo com um esquema de designação, caracterizada pelo fato de que:

os ditos sinais que passam através de tais unidades remotas (25) são arranjados em quadros (40, 45, 50, 55, 60, 65), ditas unidades remotas (25) efetuando um processamento numérico do fluxo de dados (40, 45, 50, 55, 60,
20 65), e

o dito esquema de designação é feito dinamicamente variável ao variar dinamicamente o arranjo dos mencionados sinais nos referidos quadros.

25 14. Estação de acordo com a reivindicação 13, caracterizada pelo fato de que o dito esquema de designação é dinamicamente variável para variar dinamicamente pelo menos um dentre:

- os recursos de rádio designados a tais unidades remotas (25);
- o diagrama de irradiação de ditos elementos de antena (32); e
- a cobertura de célula de rádio fornecida por aquelas unidades remotas (25).

15. Estação de acordo com a reivindicação 13, caracterizada pelo fato de que os mencionados canais de comunicação (N) são constituídos pelas células que pertencem a um dado portador.

5 16. Estação de acordo com a reivindicação 13, caracterizada pelo fato de incluir um trajeto de transmissão de ligação descendente configurado para:

- gerar um sinal útil (C_i^y) para uma dada célula (i) numa cobertura de rádio para um dado portador (y);

10 - submeter o referido sinal útil (C_i^y) a processamento de ligação descendente em função de um sinal de controle de ligação descendente (A_j^y) para uma respectiva unidade remota (j) para o dito portador (y); tal processamento de ligação descendente dando origem a um sinal resultante (D_i^j) a ser suprido aos elementos de antena (32) do conjunto equipando a respectiva unidade remota (j).

15 17. Estação de acordo com a reivindicação 13, caracterizada pelo fato de que o dito trajeto de transmissão de ligação descendente é configurado para realizar o referido processamento de ligação descendente como um produto de matriz, em que o mencionado sinal de controle de ligação descendente (A_j^y) é uma matriz de coeficientes de processamento de ligação descendente (A_{li}^j) para um dado elemento de antena (l) de uma dada unidade remota (j) correspondendo a uma dada célula (i) para operar o fluxo de dados de ligação descendente.

20 18. Estação de acordo com a reivindicação 13, caracterizada pelo fato de incluir um trajeto de transmissão de ligação ascendente configurado para:

- receber um respectivo sinal (E_i^j) num dado elemento de antena (l) de uma dada unidade remota (j);

25 - submeter o respectivo sinal recebido (E_i^j) a processamento de ligação ascendente em função de um sinal de controle de ligação ascendente (B_j^y) para a dada unidade remota (j) para um dado portador (y); o mencionado processamento de ligação ascendente dando origem a um sinal resultante ($U_i^{j,y}$) designado a uma dada célula (i) na cobertura de rádio para um dado portador (y) para uma dada unidade remota (j).

19. Estação de acordo com a reivindicação 16, caracterizada pelo fato de que o dito trajeto de transmissão de ligação ascendente é configurado para realizar o referido processamento de ligação ascendente como um produto de matriz, em que o mencionado sinal de controle de ligação ascendente (B_j^y) é
5 uma matriz de coeficientes de processamento de ligação ascendente (B_{il}^j) para um dado elemento de antena (l) de uma dada unidade remota (j) correspondendo a uma dada célula (i) para operar o fluxo de dados de ligação ascendente.

20. Estação de acordo com a reivindicação 18 ou reivindicação 19, caracterizada pelo fato de dito trajeto de transmissão de ligação ascendente
10 ser configurado para realizar, para cada dada célula (i) de uma pluralidade (N) de células provendo cobertura de rádio de uma dada unidade remota (j), uma soma da contribuição do mencionado sinal resultante (U_i^{j-1}) que flui como um sinal que entra para dentro daquela dada unidade remota (j) e a contribuição da dada unidade de rádio remota (j) propriamente dita, por meio da qual aquela
15 dada unidade remota (j) é capaz de:

- se o mencionado sinal que entra (U_i^{j-1}) for zero, adicionar ao mesmo a sua própria contribuição;
- se o mencionado sinal que entra (U_i^{j-1}) não for zero, reutilizar aquela dada célula (i) e adicionar a sua própria contribuição, operando, assim,
20 como um repetidor de célula.

21. Sistema que compreende a estação rádio base como definida na reivindicação 13, caracterizado pelo fato de que a estação rádio base (10) é conectada ao dito conjunto de unidades remotas (25) via uma configuração de
anel óptico de Rádio Sobre Fibra (ROF) e em que a configuração de anel óptico
25 inclui pelo menos um primeiro canal de fibra óptica (15a, 15b) e pelo menos um segundo canal de fibra óptica (15b, 15a), para propagar tais fluxos de sinais de ligação ascendente e de ligação descendente relacionados a cada unidade remota (25) em tal conjunto de unidades remotas (25) em sentidos opostos sobre o dito pelo menos um primeiro canal de fibra óptica (15a, 15b) e o dito pelo menos um

segundo canal de fibra óptica (15b, 15a), respectivamente.

FIG. 1

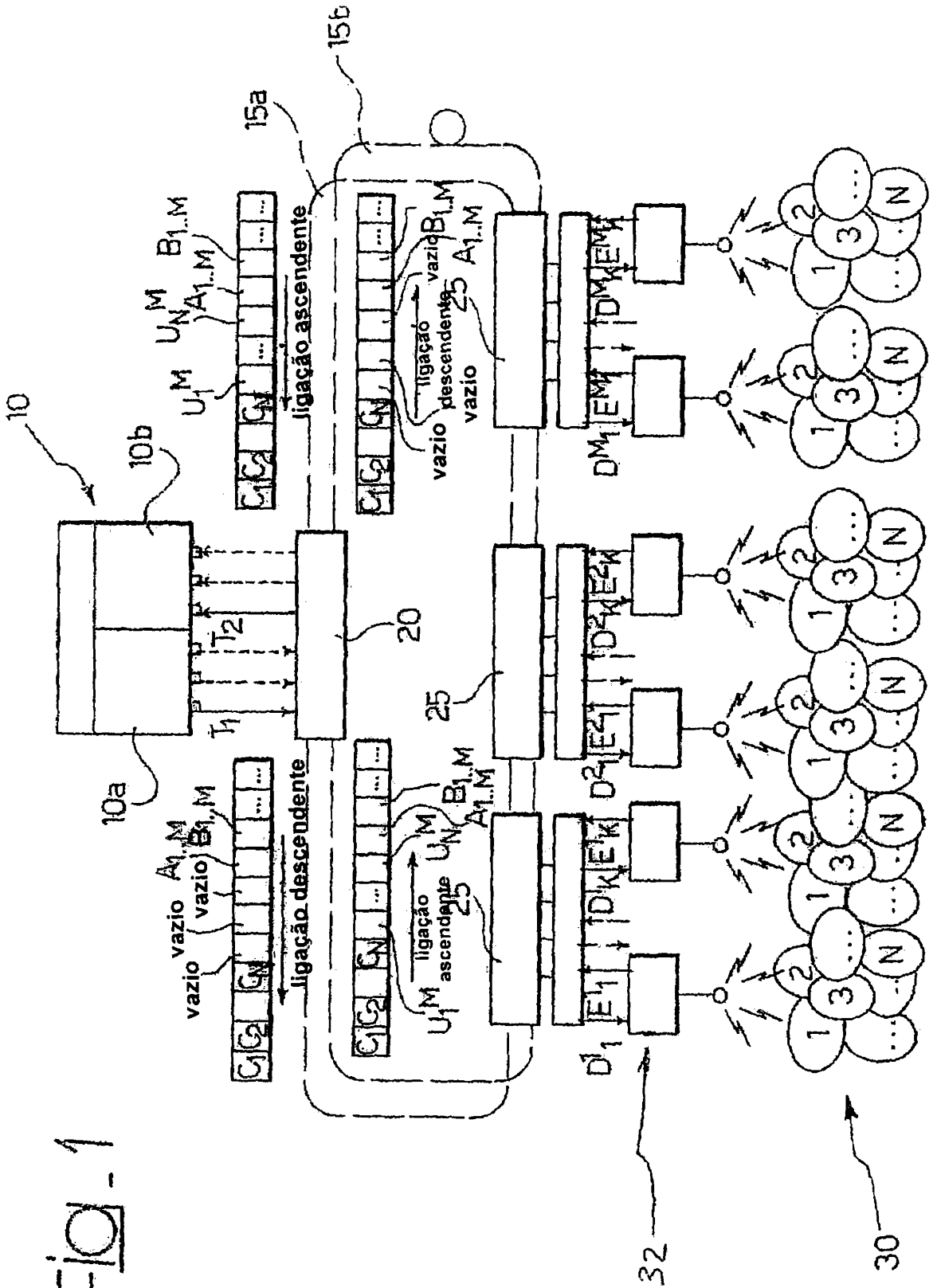


FIG. 2

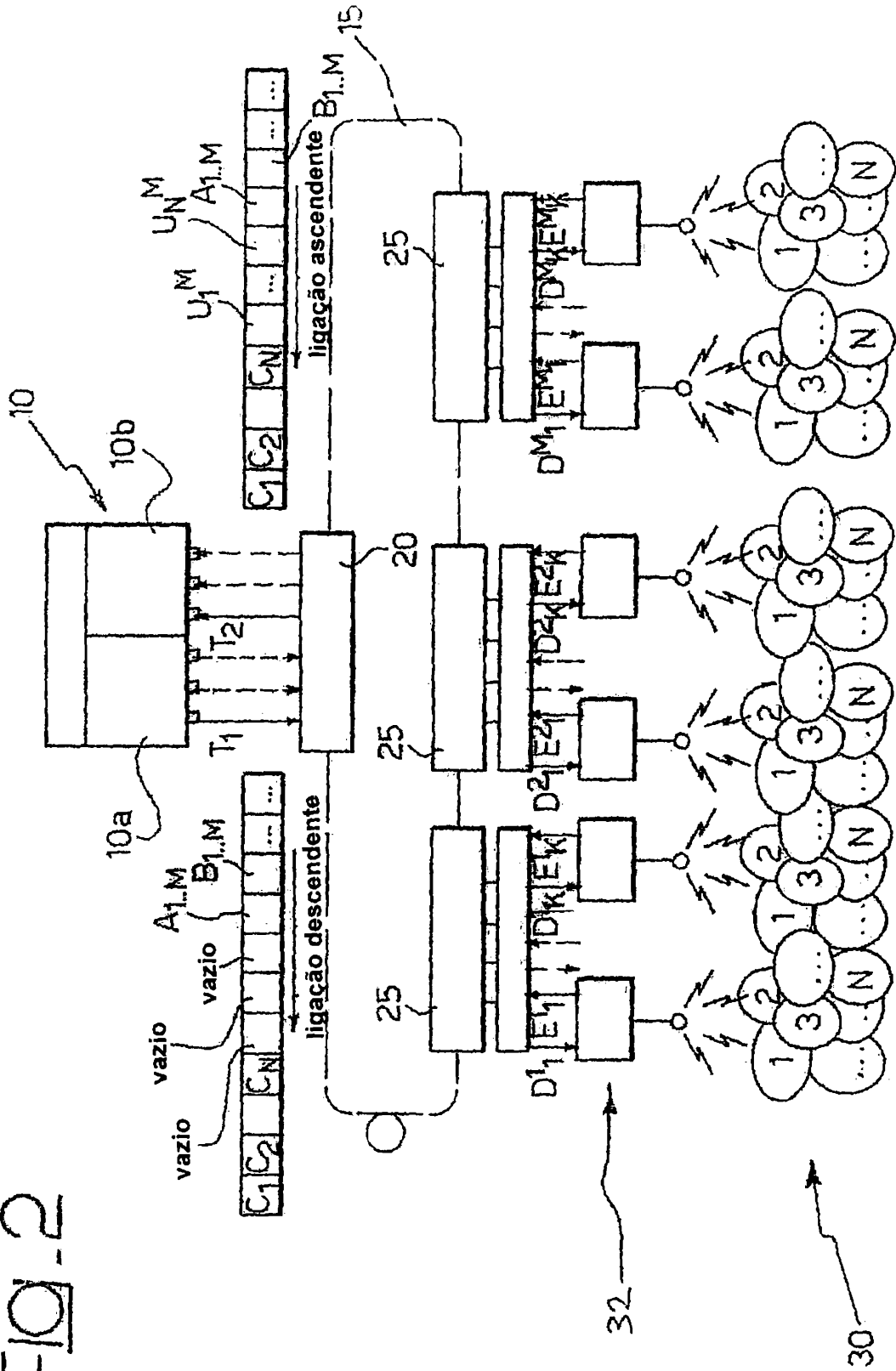


Fig. 3

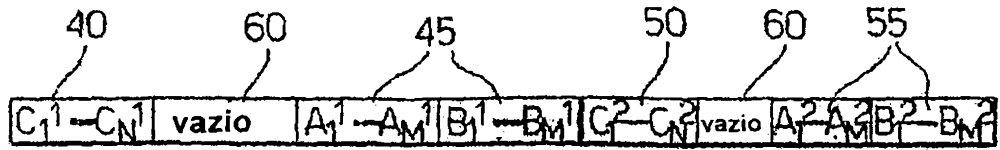


Fig. 4

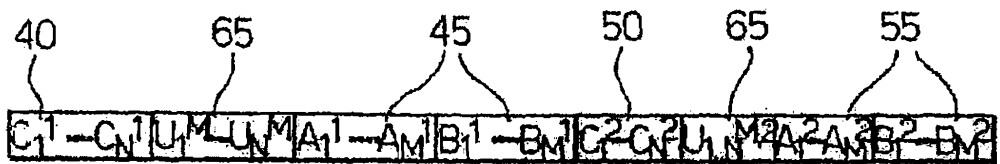
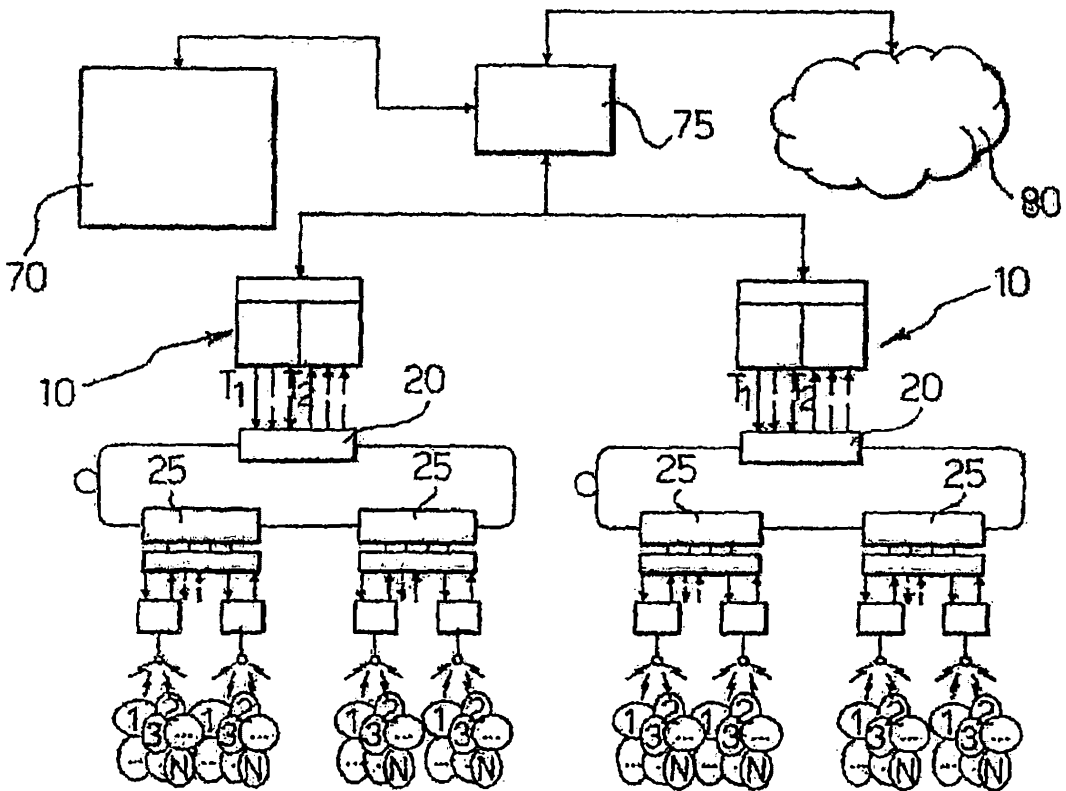


Fig. 5



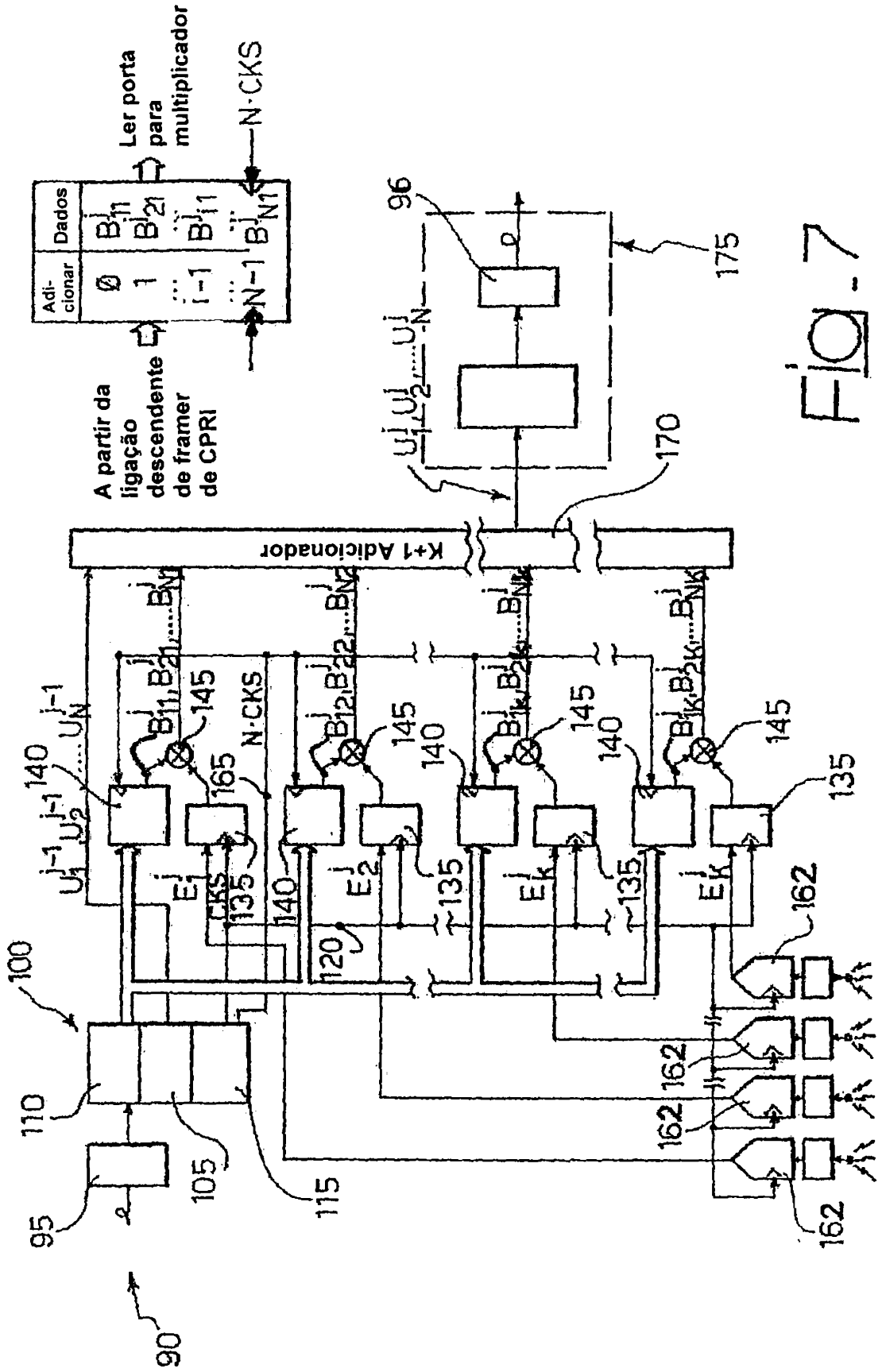


FIG. 7

Fig. 8

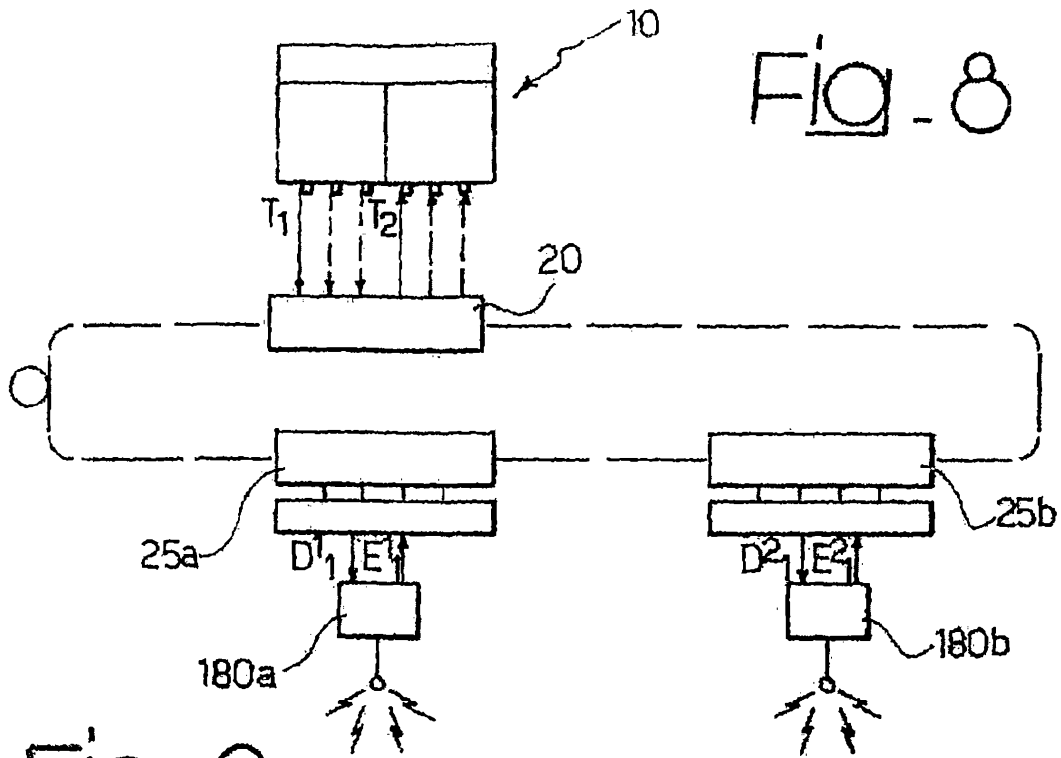


Fig. 9

