

2 WCDMA

Esse capítulo aborda a interface aérea do sistema WCDMA, desenvolvida pelo 3GPP (*Third Generation Partnership Project*), e que também é conhecida por UTRA (*UMTS Terrestrial Radio Access*). O 3GPP teve o objetivo de harmonizar e padronizar em detalhes propostas similares do ETSI, ARIB, TTC, TTA e T1. Mais detalhes sobre a interface aérea do WCDMA em [2], [4], [5] e [6].

A Seção 2.1 apresenta as principais características do WCDMA. Na Seção 2.2, sua arquitetura é apresentada. A camada física do sistema WCDMA é abordada na Seção 2.3, incluindo aspectos como os canais físicos, a modulação e o espalhamento, bem como a estrutura dos quadros utilizados. Nessas seções é dada maior ênfase ao enlace de descida, pois este é o foco de nosso trabalho.

2.1. Características Principais

As características do WCDMA são consequências diretas das exigências dos sistemas de terceira geração, apresentadas no Capítulo 1.

O WCDMA pode operar em dois modos diferentes: FDD (*Frequency Division Duplex*) e TDD (*Time Division Duplex*). No modo FDD, os enlaces de subida e descida utilizam duas faixas de frequências separadas. Um par de faixas de frequências com uma determinada separação é alocado para uma conexão. Já no modo TDD, os enlaces de subida e descida transmitem na mesma banda, empregando intervalos de tempo sincronizados. Assim, as janelas de tempo de um canal físico são divididas em uma parte para transmissão e outra para recepção. O FDD é destinado a grandes coberturas, aplicações de banda larga e aplicações de rádio simétricas, como vídeo e telefonia móvel. Por sua vez, o TDD oferece altas taxas de dados para aplicações assimétricas e de reduzida mobilidade, incluindo serviços baseados em Internet. Essa capacidade de operar em qualquer um dos

modos, que é uma exigência dos sistemas 3G, permite um uso eficiente do espectro nas diferentes regiões do mundo.

Assim como nos sistemas CDMA, no WCDMA ocorre a transmissão de um conjunto de mensagens digitais multiplicadas por diferentes sinais de altas taxas, funcionando como códigos de espalhamento e, posteriormente, de desespalhamento, recuperando assim as mensagens transmitidas. A taxa de *chips* do sinal espalhado no WCDMA é $3,84 \text{ Mcps}$ (*chips/s*), modulando portadoras que ocupam uma banda de 5 MHz . A maior largura de banda de 5 MHz é necessária para suportar altas taxas de bits. A diversidade de transmissão é incluída no WCDMA para aumentar a capacidade do enlace de descida e assim, suportar o tráfego assimétrico entre os enlaces de subida e descida.

O comprimento do quadro (*frame*) utilizado para a transmissão é 10 ms , sendo cada um dividido em 15 janelas de tempo (*time slots*). Cada janela possui 2560 *chips*, para a taxa de *chips* mencionada. Outra característica do WCDMA é suportar taxas de transmissão altamente variáveis (de quadro para quadro). Para que isso ocorra, o fator de espalhamento dos quadros pode variar de 4 a 256 no enlace de subida e de 4 a 512 no enlace de descida. O fato de lidar com diferentes taxas e requerimentos de qualidade faz com que os sistemas WCDMA necessitem de avançados algoritmos de gerenciamento de recursos rádio, para garantir a qualidade de serviço e maximizar a vazão de sistema.

Para a separação de canais, são usados códigos de canalização OVSF (*Orthogonal Variable Spreading Factor*). Esses códigos preservam a ortogonalidade mútua de transmissão entre canais físicos diferentes, mesmo que eles usem fatores de espalhamento diferentes. Em cima dos códigos OVSF, são utilizados os chamados códigos de *scrambling* complexos. No enlace de descida, como códigos de *scrambling*, são usados códigos *Gold* [7] com período de 10 ms (38400 chips a $3,84 \text{ Mcps}$) para separar diferentes células. Já no enlace de subida, códigos *Gold* com período de 10 ms ou, alternativamente, códigos curtos com período de 256 *chips*, são utilizados para separar diferentes usuários.

2.1.1.**Diferenças entre WCDMA e as Interfaces Aéreas da 2G**

Na presente seção estão apresentadas as principais diferenças entre o WCDMA e as interfaces aéreas da segunda geração: GSM e IS-95 (padrão para os sistemas cdmaOne).

Sabe-se que os sistemas de segunda geração foram concebidos para prover serviços de voz em macro células. Agora que já foram mostradas as características principais do WCDMA, são mostradas, a seguir, comparações com o GSM e com o IS-95.

A Tabela 1 ilustra as principais diferenças entre as interfaces aéreas do WCDMA e do GSM.

	WCDMA	GSM
Largura de banda	5 MHz	200 KHz
Fator de reuso de frequência	1	1-18
Frequência do controle de potência	1500 Hz	2 Hz ou menor
Controle de qualidade	Algoritmos de gerenciamento dos recursos rádio	Planejamento de rede (planejamento de frequências)
Diversidade de frequência	Largura de banda de 5 MHz proporciona uma diversidade a multipercursos com Receptores Rake	Salto em frequência (<i>Frequency hopping</i>)
Pacote de dados	Agendamento dos pacotes baseado na carga	Agendamento baseado em <i>time slots</i> , com GPRS
Diversidade de transmissão no enlace de descida	Suportado para aumentar a capacidade do enlace de descida	Não é suportado pelo padrão, mas pode ser aplicado

Tabela 1 – Principais diferenças entre as interfaces aéreas do WCDMA e do GSM

As principais diferenças entre WCDMA e IS-95 estão mostradas na Tabela 2. Tanto o WCDMA quanto o IS-95 fazem uso do CDMA com sequência direta. O WCDMA apresenta uma maior taxa de *chip* ($3,84 Mcps$) que o IS-95 ($1,2288 Mcps$). Isso proporciona uma maior diversidade a multipercursos, especialmente em pequenas células urbanas.

O WCDMA tem o controle de potência rápido de malha fechada (*fast closed-loop power control*), tanto no enlace de subida, quanto no de descida. O

IS-95 só o tem no enlace de subida. O controle de potência rápido no enlace de descida aumenta a performance e também a capacidade nessa direção. Porém, isto requer que os aparelhos móveis tenham algumas funções que não são necessárias nos móveis do IS-95.

O sistema IS-95 foi projetado principalmente para aplicações em macro células. Isso se deu por causa da necessidade de sincronização de suas estações base, que é feita geralmente por meio de sinais GPS. Para receber esse sinal GPS, as estações base precisam estar nos topos das edificações, para ter visada direta com os satélites GPS. Por isso, a implementação em micro células e em ambientes internos é problemática. Já o sistema WCDMA é designado para operar com estações base assíncronas (não necessita de sincronização via GPS). Isso facilita o uso do sistema em micro células e em ambientes internos. As estações base assíncronas fazem com que o *handover* do WCDMA seja levemente diferente do que se usa no IS-95.

	WCDMA	IS-95
Largura de banda	5 MHz	1,25 MHz
Taxa de <i>chip</i>	3,84 Mcps	1,2288 Mcps
Frequência do controle de potência	1500 Hz, subida e descida	Subida: 800 Hz, descida: controle de potência lento
Sincronização das estações base	Não é necessária	Sim, tipicamente obtida via GPS
<i>Handovers</i> inter-frequências	Sim	Possíveis, mas não há método de medições especificados
Pacote de dados	Agendamento dos pacotes baseado na carga	Pacotes de dados transmitidos como curtas chamadas comutadas por circuitos
Diversidade de transmissão no enlace de descida	Suportado para aumentar a capacidade do enlace de descida	Não é suportado pelo padrão

Tabela 2 – Principais diferenças entre as interfaces aéreas do WCDMA e do IS-95

Handovers inter-frequências são importantes no WCDMA para que se maximize o uso de várias portadoras por estação base. No IS-95 não são especificadas medidas inter-frequências, tornando esse tipo de *handover* mais difícil.

Apesar de várias diferenças como as listadas acima, o desenvolvimento da interface aérea da terceira geração depende bastante da experiência prévia das interfaces aéreas da segunda geração.

Núcleo da Rede (CN). É no RNC que são realizadas as funções de RLC (*Radio Link Control*) e MAC (*Medium Access Control*).

O Núcleo da Rede (CN) é o restante da rede fixa do sistema. Ele faz a conexão do UMTS com as redes externas e é constituído dos seguintes elementos: HLR (*Home Location Register*), MSC/VLR (*Mobile Services Switching Centre / Visitor Location Register*), GMSC (*Gateway MSC*), SGSN (*Serving GPRS Support Node*) e GGSN (*Gateway GPRS Support Node*). Maiores informações sobre esses elementos e suas funções em [2].

2.3.

Camada Física

Nessa seção, é descrita a camada física do WCDMA (UTRA FDD), considerando basicamente as características do enlace de descida, já que este é o sistema analisado nesse trabalho. [2] traz os aspectos de camada física para o enlace de subida.

As estruturas da camada física estão diretamente relacionadas com o desempenho de um enlace entre um terminal e a estação radio base. Para o desempenho do sistema como um todo, outros aspectos, como protocolos em outras camadas, têm uma grande parcela de impacto. Como, nesse trabalho, o foco de observação é um único enlace entre terminal e estação base, o entendimento da camada física se faz essencial.

Como os sistemas de terceira geração são faixa larga do ponto de vista dos serviços, a camada física não pode ser designada apenas para um único serviço, como voz. Mais flexibilidade é necessária para a introdução de serviços futuros.

A seguir, são mostrados os canais de transporte e seus mapeamentos com os canais físicos do WCDMA.

2.3.1.

Canais de Transporte e Canais Físicos

Na UTRA, os dados gerados nas camadas superiores são transmitidos na interface aérea através de canais de transporte, que por sua vez são mapeados em diferentes canais físicos. A camada física do WCDMA deve suportar canais de

transporte com taxas de bit variáveis para oferecer serviços de banda sob demanda e para conseguir multiplexar vários serviços numa única conexão.

Cada canal de transporte possui um TFI (*Transport Format Indicator*). A camada física combina as informações dos TFIs de diferentes canais de transporte em um TFCI (*Transport Format Combination Indicator*). O TFCI é transmitido no canal físico de controle para informar o receptor quais canais de transporte estão ativos no quadro atual. O TFCI é decodificado apropriadamente no receptor e os TFIs resultantes são entregues às camadas superiores de cada um dos canais de transporte que estejam participando dessa conexão. A Figura 2 mostra um mapeamento de dois canais de transporte em um único canal físico. Os canais de transporte podem possuir diferentes números de blocos e, além disso, nem todos os canais de transporte precisam estar ativados em um dado instante.

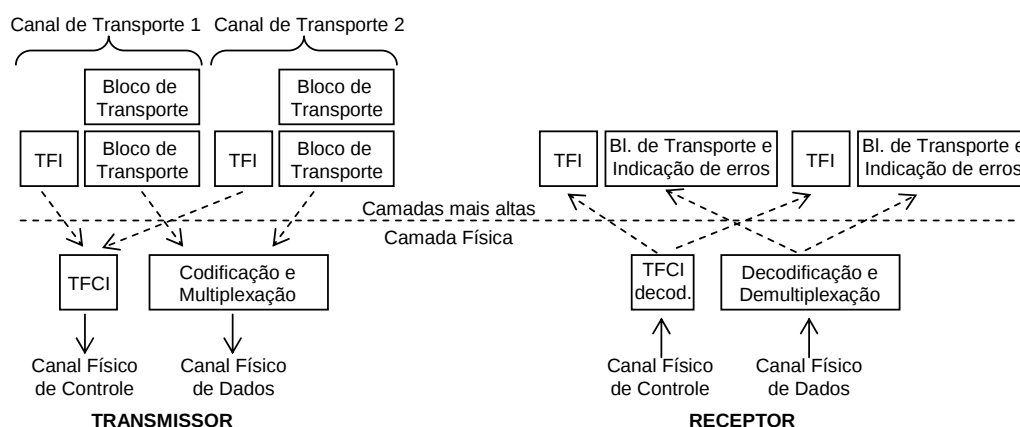


Figura 2 – Interface entre as altas camadas e a camada física

No WCDMA, existem dois tipos de canais de transporte: os canais dedicados e os canais comuns. A principal diferença entre eles é que um canal comum é um recurso dividido entre todos ou entre um grupo de usuários de uma célula, enquanto um canal dedicado, identificado por um certo código, em uma certa frequência, é reservado para um único usuário.

O único canal de transporte dedicado é o Canal Dedicado (DCH). Já canais de transporte comuns, há vários: Canal de *Broadcast* (BCH), Canal de Acesso Direto (FACH), Canal de *Paging* (PCH), Canal de Acesso Aleatório (RACH), Canal Compartilhado de Descida (DSCH) e Canal de Pacotes Comum de Subida (CPCH). Os canais de transportes são mapeados aos canais físicos. Esse mapeamento é mostrado na Figura 3.

Em relação aos canais físicos, o WCDMA define dois canais dedicados, para os dois enlaces:

- Canal Físico Dedicado de Dados (DPDCH): para transportar dados gerados nas camadas superiores;
- Canal Físico Dedicado de Controle (DPCCH): para transportar informação de controle da camada física.

A cada conexão, um DPCCH é alocado, obrigatoriamente. Por outro lado, podemos ter alocados nenhum, um ou vários DPDCHs por conexão.

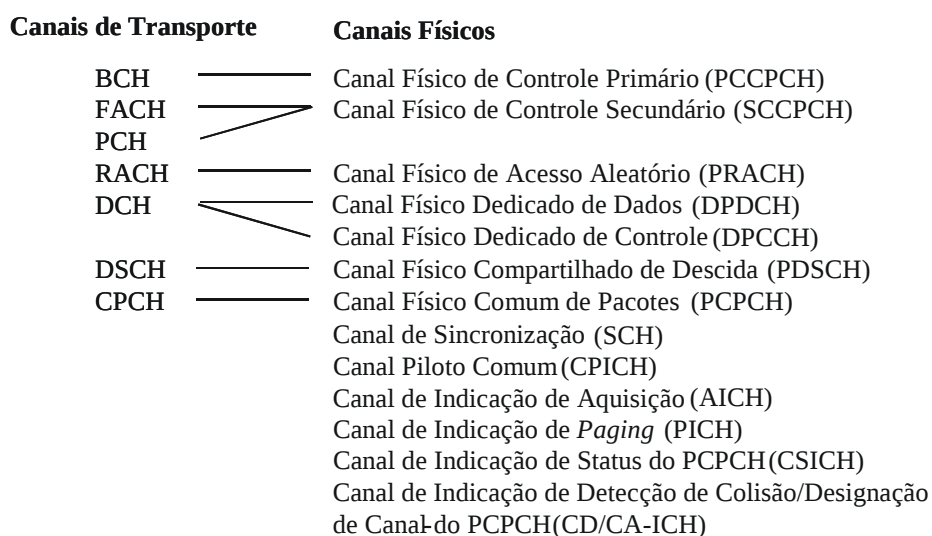


Figura 3 – Mapeamento dos canais de transporte com os canais físicos

A seguir, as principais funções dos canais físicos comuns:

- Canais Físicos de Controle Primário e Secundário (PCCPCH e SCCPCH): transportam dados referentes a procedimento de *paging*, fazem *broadcasting*, etc.;
- Canal de Sincronização (SCH): usado para busca de célula;
- Canal Físico de Acesso Aleatório (PRACH): usado para transportar informação de controle do terminal, como pedido para iniciar uma chamada, registrar o terminal ao ser ligado e fazer atualização de localização;

- Canal Físico Compartilhado no Enlace de Descida (PD SCH): usado para transportar dados dedicados do usuário ou informação de controle. Pode ser compartilhado por vários usuários;
- Canal Físico Comum de Pacotes (PCPCH): usado para transmitir dados dos usuários, baseado em pacotes no enlace de subida;
- Canal Piloto Comum (CPICH): utilizado para auxiliar o canal dedicado na estimação do canal no terminal e fornecer a referência da estimação do canal para os canais comuns quando eles não estão associados ao canal dedicado. Uma área de atuação importante do CPICH são as medidas para *handover* e seleção de células. Ajustando o nível de potência do CPICH, a carga da célula pode ser balanceada entre células diferentes;
- Canal de Indicação de Aquisição (AICH): usado em conjunto com o PRACH para indicar o recebimento da sequência de acesso randômico pela ERB;
- Canal de Indicação de *Paging* (PICH): auxilia no eficiente uso do *sleep mode*;
- Canais Físicos para Procedimento de Acesso ao PCPCH:
 - o Canal de Indicação de Status do PCPCH (CSICH);
 - o Canal de Indicação de Detecção de Colisão do PCPCH (CD-ICH);
 - o Canal de Indicação de Designação do Canal PCPCH (CA-ICH);
 - o Canal de Aquisição de Preâmbulo de Acesso do PCPCH (AP-AICH).

Os esquemas de espalhamento e modulação dos DPDCH e do DPCCH são explicados na próxima subseção. Por ser o enfoque deste trabalho, o enlace de descida é priorizado. Maiores informações sobre o enlace de subida, em [2].

2.3.2.

Modulação e Espalhamento no Enlace de Descida

O processo de espalhamento do sinal de informação em um sistema CDMA pode ser associado a outras formas de processamento incluindo códigos corretores de erro e outros tipos de código. No WCDMA são definidos códigos de *scrambling*, que são usados para fazer a separação de terminais ou estações base

uns dos outros. O *scrambling* é usado em cima do espalhamento, não afetando assim a largura de banda do sinal (ver Figura 4), mas tornando sinais de diferentes fontes separáveis uns dos outros. Deste modo não importa se vários transmissores estão usando o mesmo código de espalhamento.

As transmissões de uma única fonte são separadas por códigos de canalização, ou espalhamento. Esses códigos são baseados na técnica OVSF, que permite mudar o fator de espalhamento, mantendo a ortogonalidade mútua entre diferentes códigos de espalhamento de comprimentos diferentes.

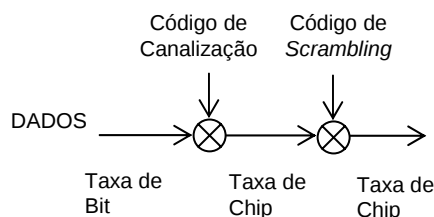


Figura 4 – Relação entre espalhamento e *scrambling*

No enlace de descida, é utilizada a modulação QPSK na transmissão de dados, com multiplexação no tempo das informações de controle e de dados. Cada par consecutivo de símbolos de entrada é convertido de série para paralelo e mapeado nas componentes I e Q (fase e quadratura).

Então, essas componentes são multiplicadas pelo código de canalização, sendo espalhadas. O sinal espalhado é, em seguida, multiplicado pelo código de *scrambling* específico da célula. A Figura 5 mostra o esquema de espalhamento e modulação no enlace de descida.

O sinal, após ser multiplicado pelo código de *scrambling*, é formatado por um pulso. Os filtros empregados são raiz-quadrada do cosseno levantado, com fator de *roll-off* de 0,22. Em seguida, o sinal formatado pelo pulso é transladado para altas frequências, através da multiplicação pelo seno e cosseno, como vemos na Figura 5.

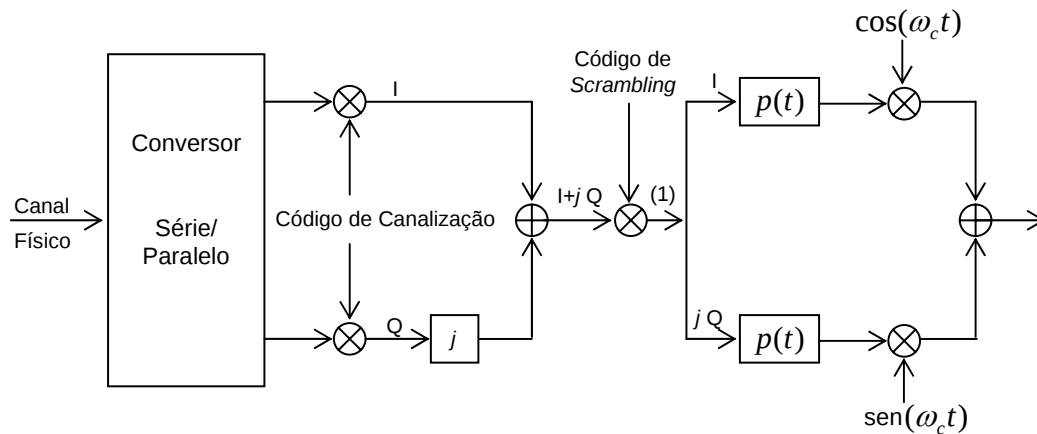


Figura 5 – Modulação e espalhamento no enlace de descida

A Figura 6 ilustra como diferentes canais físicos são combinados no enlace de descida.

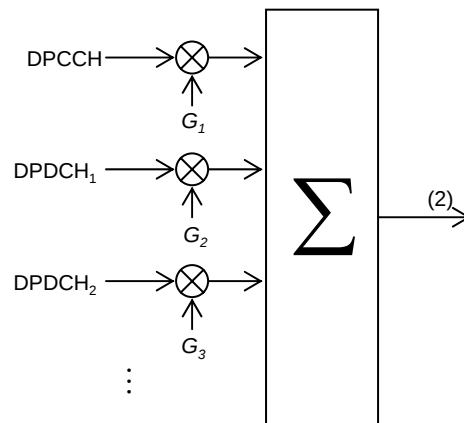


Figura 6 – Combinação dos canais físicos no enlace de descida

Cada canal, devidamente multiplicado pelos códigos de espalhamento e *scrambling*, correspondendo ao ponto (1) na Figura 5, é separadamente ponderado por um fator de “peso” G_i . Então, os diversos canais físicos são combinados através de uma soma complexa. O ponto (2) na Figura 6 é, na realidade, que segue para ser formatado pelo filtro, na Figura 5. Mais detalhes sobre os processos de espalhamento e modulação do WCDMA em [7].

A seguir, serão abordados os códigos de canalização (espalhamento) e de *scrambling* utilizados.

2.3.2.1. Códigos de Canalização (Espalhamento)

No WCDMA/HSDPA, os códigos de espalhamento são baseados na técnica OVSF (*Orthogonal Variable Spreading Factor*), originalmente proposta em [8]. Esses códigos preservam a ortogonalidade entre os canais físicos do enlace de descida com diferentes taxas e fatores de espalhamento.

Os códigos OVSF podem ser definidos através da árvore mostrada na Figura 7. Nela, representamos os códigos de espalhamento por $c_{OVSF,SF,k}$, onde SF é o fator de espalhamento do código e k é o número do código, onde $0 \leq k \leq SF - 1$. Cada nível da árvore define os códigos de espalhamento de comprimento SF .

A árvore de códigos, sob um único código de *scrambling*, é compartilhada por vários usuários. Normalmente, apenas um código de *scrambling* e, portanto, apenas uma árvore, é usada por setor, na estação base. Os canais comuns e os dedicados compartilham a mesma árvore, sendo a única exceção o SCH, que não é multiplicado pelo código de *scrambling* [2].

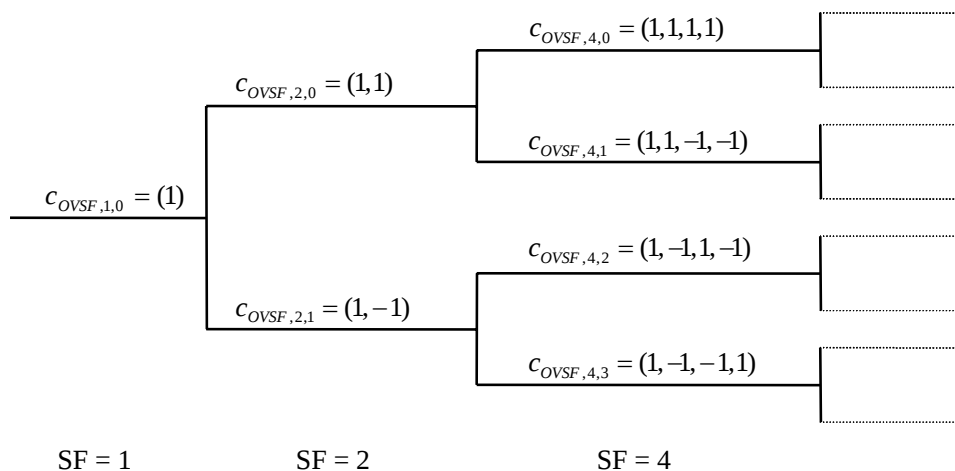


Figura 7 – Árvore de geração dos códigos OVSF

Como pode ser observado, a geração dos códigos OVSF é iniciada com o código de fator de espalhamento $SF = 1$, $c_{OVSF,1,0} = (1)$. A partir desse valor, são gerados dois outros códigos ($SF = 2$). O primeiro deles é constituído pelo valor do código gerador, repetido duas vezes, $c_{OVSF,2,0} = (1,1)$, e o segundo é constituído pelo valor do código gerador, seguido do valor negativo do mesmo,

$c_{OVSF,2,1} = (1, -1)$. A partir daí, repete-se o procedimento, com cada código dando origem a outros dois. Por exemplo, $c_{OVSF,2,0} = (1, 1)$ origina $c_{OVSF,4,0} = (1, 1, 1, 1)$ e $c_{OVSF,4,1} = (1, 1, -1, -1)$, enquanto $c_{OVSF,2,1} = (1, -1)$ origina $c_{OVSF,4,2} = (1, -1, 1, -1)$ e $c_{OVSF,4,3} = (1, -1, -1, 1)$. O método de geração dos códigos de espalhamento é ilustrado a seguir, na Figura 8.

$$\begin{aligned}
 c_{OVSF,1,0} &= 1, \\
 \begin{bmatrix} c_{OVSF,2,0} \\ c_{OVSF,2,1} \end{bmatrix} &= \begin{bmatrix} c_{OVSF,1,0} & c_{OVSF,1,0} \\ c_{OVSF,1,0} & -c_{OVSF,1,0} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix} \\
 \begin{bmatrix} c_{OVSF,2^{(n+1)},0} \\ c_{OVSF,2^{(n+1)},1} \\ c_{OVSF,2^{(n+1)},2} \\ c_{OVSF,2^{(n+1)},3} \\ \vdots \\ c_{OVSF,2^{(n+1)},2^{(n+1)}-2} \\ c_{OVSF,2^{(n+1)},2^{(n+1)}-1} \end{bmatrix} &= \begin{bmatrix} c_{OVSF,2^n,0} & c_{OVSF,2^n,0} \\ c_{OVSF,2^n,0} & -c_{OVSF,2^n,0} \\ c_{OVSF,2^n,1} & c_{OVSF,2^n,1} \\ c_{OVSF,2^n,1} & -c_{OVSF,2^n,1} \\ \vdots & \vdots \\ c_{OVSF,2^n,2^n-1} & c_{OVSF,2^n,2^n-1} \\ c_{OVSF,2^n,2^n-1} & -c_{OVSF,2^n,2^n-1} \end{bmatrix}
 \end{aligned}$$

Figura 8 – Método de geração dos códigos de canalização

No enlace de descida, a taxa de transmissão do canal dedicado varia através de uma operação de ajuste de taxas ou pela descontinuidade da transmissão. O fator de espalhamento não varia. Diferentes canais físicos da mesma célula usam diferentes códigos de canalização. No enlace de descida, vários canais físicos podem ser transmitidos em paralelo, em uma única conexão. Para isso, utilizam-se diferentes códigos de canalização visando alcançar altas taxas de bits [6]. Nessas transmissões por múltiplos códigos, todos eles estão sob um único código de *scrambling* e o fator de espalhamento é o mesmo para todos.

O canal PDSCH, ou Canal Físico Compartilhado no Enlace de Descida é uma exceção. Ele pode usar fatores de espalhamento variáveis de quadro em quadro. Nesse caso, os códigos de canalização utilizados no espalhamento são alocados do mesmo ramo da árvore de códigos, para facilitar a implementação do terminal. Isto é, se em um quadro o usuário possui um fator de espalhamento igual a 8, por exemplo o código $c_{OVSF,8,0}$, e no quadro seguinte deseja mudar para 16,

ele terá que utilizar o código de canalização do mesmo ramo que vinha utilizando, tendo assim duas opções de códigos com fator de espalhamento igual a 16: o

$$C_{OVSF,16,0} \text{ e } C_{OVSF,16,1}.$$

2.3.2.2. Códigos de *Scrambling*

Deve-se notar que a multiplicação por j na Figura 5 é uma forma sintética de definir o processo de codificação através da representação complexa. Na realidade, o código de *scrambling* é um código bidimensional, ou seja, constituído por duas seqüências binárias, c_I e c_Q , e o processo de codificação corresponde à multiplicação destas duas seqüências pelas duas seqüências de dados já espalhados, d_I e d_Q , de forma a obter duas novas seqüências, x_I e x_Q . Estas, que serão as correspondentes em fase e quadratura do sinal modulado (antes da filtragem) são dadas por:

$$x_I = d_I c_I - d_Q c_Q = \text{Re}[(d_I + j d_Q) \cdot (c_I + j c_Q)], \quad (2.1)$$

$$x_Q = d_I c_Q - d_Q c_I = \text{Im}[(d_I + j d_Q) \cdot (c_I + j c_Q)]. \quad (2.2)$$

Os códigos de *scrambling* do enlace de subida podem ser do tipo longo ou curto e têm como função a separação de terminais. Porém, iremos nos concentrar no enlace de descida, foco do nosso trabalho. [2] e [7] têm informações sobre os códigos de *scrambling* no enlace de subida.

No enlace de descida, não são usados códigos do tipo curto. Os códigos de *scrambling* são códigos longos, representados pelos códigos *Gold*, também usados no enlace de subida. Os códigos de *scrambling*, no enlace de descida, têm a função de fazer a separação de células (ERBs) ou setores. Ou seja, eles fazem com que sinais de fontes diferentes sejam separáveis entre si.

Têm-se um conjunto de $2^{18} - 1 = 262143$ códigos de *scrambling* no enlace de descida, mas esse conjunto é limitado a 512 códigos. Isso se deve ao fato no qual, se o número de códigos fosse muito grande, o procedimento de busca de célula ficaria comprometido. Como já foi dito, os códigos de *scrambling* são

usados em cima do espalhamento e devem ser alocados para os diversos setores das células, no planejamento celular.

Assim como no enlace de subida, o período real do código de *scrambling* é muito longo, mas ele é truncado no comprimento do quadro (10 ms), resultando em 38400 *chips*, com 3,84 Mcps. Essa limitação é necessária, pois os terminais teriam dificuldades em encontrar a fase correta de um código com período de vários quadros e ainda tendo 512 códigos possíveis.

O código de *scrambling* é uma sequência complexa que é gerada através da combinação de duas sequências reais onde uma delas é apenas uma versão atrasada da outra. Em outras palavras, há um atraso entre as componentes I e Q. Essas duas sequências são construídas com um comprimento de 38400 *chips*, a partir de dois geradores polinomiais de 18 estágios, cada. As sequências resultantes são segmentos de um grupo de sequências *Gold*. Os códigos *scrambling* são repetidos para todos os quadros de 10 ms.

Supondo x e y as duas sequências reais que dão origem ao código de *scrambling*, temos que o polinômio $X^{18} + X^7 + 1$ origina x e que o polinômio $X^{18} + X^{10} + X^7 + X^5 + 1$ origina y .

Com intuito ilustrativo, a Figura 9 traz o gerador do código de *scrambling* do enlace de descida descrito acima. O processo de construção da sequência complexa do código de *scrambling* pode ser encontrado com detalhes em [7].

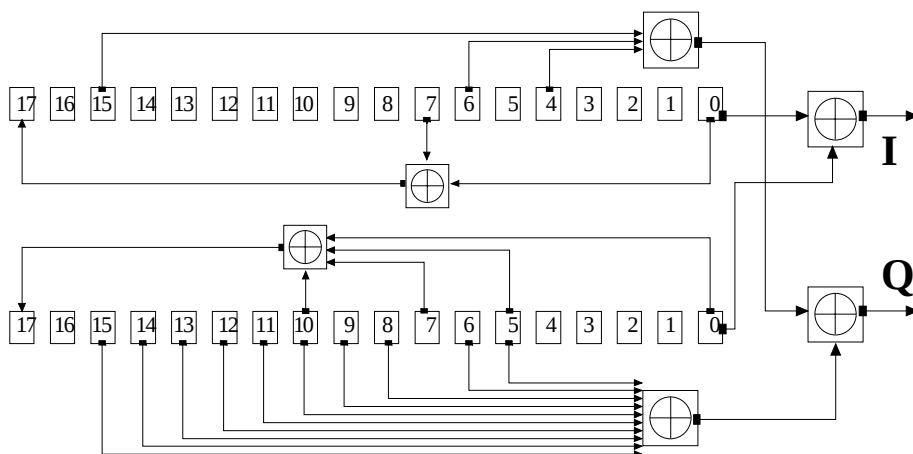


Figura 9 – Configuração do gerador do código de *scrambling* do enlace de descida

A Tabela 3 abaixo traz as funcionalidades dos códigos de canalização de *scrambling*, usados no enlace de descida e descritos acima.

	Códigos de Canalização	Códigos de <i>Scrambling</i>
Uso	Separação de diferentes usuários em uma célula/setor	Separação de células/setores
Comprimento	4 - 512 <i>chips</i> (o mesmo que o fator de espalhamento)	10 <i>ms</i> = 38400 <i>chips</i>
Número de códigos	O número de códigos sob um código de <i>scrambling</i> é igual ao fator de espalhamento	512
Família do código	OVSF	Códigos <i>Gold</i>
Espalhamento	Sim, aumenta a largura de banda de transmissão	Não afeta a largura de banda de transmissão

Tabela 3 – Funcionalidades dos códigos utilizados no enlace de descida

2.3.3. Estrutura do Quadro no Enlace de Descida

Como já mencionado, no enlace de descida é feita uma multiplexação no tempo das informações de controle com os dados do usuário, respectivamente transmitidos no DPCCH e no DPDCH.

Nessa subseção é mostrada a estrutura do quadro dos canais físicos dedicados, no enlace de descida do sistema WCDMA. Informações sobre a mesma estrutura no enlace de subida podem ser encontradas em [2].

A Figura 10 mostra a estrutura principal do quadro, cujo período é 10 *ms* e é dividido em 15 janelas de tempo (*time slots*). Cada janela dessas tem um comprimento de 2560 *chips*, o que equivale a 577 μ s, ou um período de controle de potência. Um super-quadro possui 72 quadros, tendo assim um período de 720 *ms*.

Os bits piloto são usados para estimação do canal no receptor e para demodulação coerente. Os bits TPC (*Transmit Power Control*) carregam os comandos de controle de potência para o enlace de descida. Os bits FBI (*Feedback Information*) são usados quando há diversidade de transmissão no enlace de descida. Os bits TFCI (*Transport Format Combination Indicator*) trazem a informação da taxa de transmissão e servem para indicar e identificar

vários serviços simultâneos. O parâmetro k da Figura 10 determina o número de bits em cada janela de tempo. Ele está relacionado com o fator de espalhamento (SF) do canal físico da seguinte maneira:

$$SF = \frac{512}{2^k}.$$

(2.3)

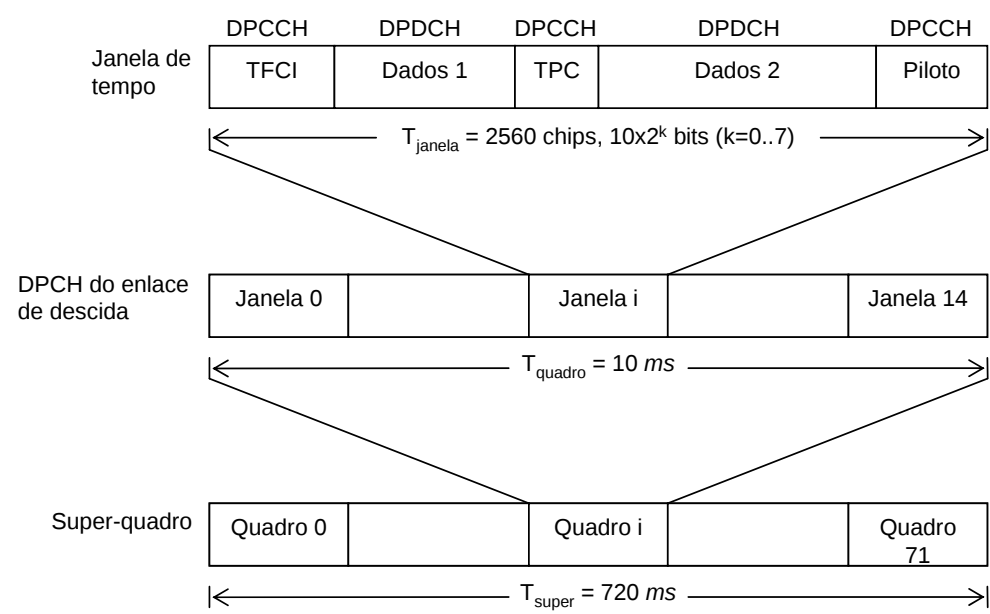


Figura 10 - Estrutura do quadro do DPDCH/DPCCH, no enlace de descida

Pela Figura 10, percebe-se a multiplexação no tempo dos canais DPDCH e DPCCH. O fator de espalhamento do canal de controle (DPCCH) é fixo e igual a 256. Já o canal de dados (DPDCH) possui um fator variável de 4 a 512. Mesmo reservando-se parte do tempo de transmissão para as informações de controle, as taxas de bit, para um único código no enlace de descida, são geralmente o dobro daquelas do enlace de subida.