

ĐẠI HỌC ĐÀ NẴNG
TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA
KHOA ĐIỆN TỬ VIỄN THÔNG
NGÀNH VIỄN THÔNG
-----*అల దక్షిణ ఆంధ్ర*-----

ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP

Đề tài:

QUI HOẠCH MẠNG W-CDMA VÀ ỨNG
DỤNG QUI HOẠCH MẠNG W-CDMA CHO
THÀNH PHỐ ĐÀ NẴNG



CHƯƠNG 1

GIỚI THIỆU VỀ HỆ THỐNG THÔNG TIN DI ĐỘNG THẾ HỆ BA VÀ TỔNG QUAN VỀ MẠNG THÔNG TIN DI ĐỘNG CDMA BĂNG RỘNG WCDMA

Trong những năm gần đây, công nghệ không dây là chủ đề được nhiều chuyên gia quan tâm trong lĩnh vực công nghệ máy tính và truyền thông. Ban đầu sử dụng thế hệ thông tin tương tự (dùng công nghệ đa truy cập phân chia theo tần số). Phát triển lên hệ thống thông tin tương tự, các hệ thống thông tin số thế hệ 2G ra đời với mục tiêu hỗ trợ dịch vụ và truyền số liệu tốc độ thấp. Hệ thống thông tin 2G sử dụng công nghệ đa truy cập phân chia theo thời gian và phân chia theo mã. Cùng với thời gian, nhu cầu sử dụng dịch vụ ngày càng tăng, hệ thống thông tin thế hệ 3G ra đời đáp ứng nhu cầu của con người về dịch vụ có tốc độ cao như: nhắn tin đa phương tiện, điện thoại thấy hình, ... Thế hệ 3G có tốc độ bit cao hơn, chất lượng gần với mạng cố định, đánh giá sự nhảy vọt nhanh chóng về cả dung lượng và ứng dụng so với các thế hệ trước đó.

1.1 Sự phát triển của hệ thống thông tin di động:

1.1.1 Hệ thống thông tin di động thế hệ 1:

Những hệ thống thông tin di động đầu tiên, nay được gọi là thế hệ thứ nhất (1G), sử dụng công nghệ analog gọi là đa truy cập phân chia theo tần số (FDMA) để truyền kênh thoại trên sóng vô tuyến đến thuê bao điện thoại di động. Với FDMA, người dùng được cấp phát một kênh trong tập hợp có trật tự các kênh trong lĩnh vực tần số. Trong trường hợp nếu số thuê bao nhiều vượt trội so với các kênh tần số có thể, thì một số người bị chặn lại không được truy cập.

Đặc điểm:

- √ Mỗi MS được cấp phát đôi kênh liên lạc suốt thời gian thông tuyến.
- √ Nhiều giao thoa do tần số các kênh lân cận nhau là đáng kể.
- √ Trạm thu phát gốc BTS phải có bộ thu phát riêng làm việc với mỗi MS trong cellular.

Hệ thống FDMA điển hình là hệ thống điện thoại di động tiên tiến AMPS.

Hệ thống di động thế hệ 1 sử dụng phương pháp đa truy cập đơn giản. Tuy nhiên hệ thống không thỏa mãn nhu cầu ngày càng tăng của người dùng về cả dung lượng và tốc độ.

Những hạn chế của hệ thống thông tin di động thế hệ 1:

- √ Phân bổ tần số rất hạn chế, dung lượng nhỏ.
- √ Tiếng ồn khó chịu và nhiễu xảy ra khi máy di động chuyển dịch trong môi trường fading đa tia.
- √ Không cho phép giảm đáng kể giá thành của thiết bị di động và cơ sở hạ tầng.
- √ Không đảm bảo tính bí mật của các cuộc gọi.

√ Không tương thích giữa các hệ thống khác nhau, đặc biệt ở châu Âu, làm cho thuê bao không thể sử dụng được máy di động của mình ở các nước khác.

√ Chất lượng thấp và vùng phủ sóng hẹp.

Giải pháp duy nhất để loại bỏ các hạn chế trên là phải chuyển sang sử dụng kỹ thuật thông tin số cho thông tin di động cùng với kỹ thuật đa truy cập mới ưu việt hơn về cả dung lượng và các dịch vụ được cung cấp. Vì vậy đã xuất hiện hệ thống thông tin di động thế hệ 2.

1.1.2 Hệ thống thông tin di động thế hệ 2:

Hệ thống thông tin di động số sử dụng kỹ thuật đa truy cập phân chia theo thời gian (TDMA) đầu tiên trên thế giới được ra đời ở châu Âu và có tên gọi là GSM. Với sự phát triển nhanh chóng của thuê bao, hệ thống thông tin di động thế hệ 2 lúc đó đã đáp ứng kịp thời số lượng lớn các thuê bao di động dựa trên công nghệ số. Hệ thống 2G hấp dẫn hơn hệ thống 1G bởi vì ngoài dịch vụ thoại truyền thống, hệ thống này còn có khả năng cung cấp một số dịch vụ truyền dữ liệu và các dịch vụ bổ sung khác. Ở Việt Nam, hệ thống thông tin di động số GSM được đưa vào từ năm 1993, hiện nay đang được Công ty VMS và GPC khai thác rất hiệu quả với hai mạng thông tin di động số VinaPhone và MobiFone theo tiêu chuẩn GSM.

Tất cả hệ thống thông tin di động thế hệ 2 đều sử dụng kỹ thuật điều chế số. Và chúng sử dụng 2 phương pháp đa truy cập:

- Đa truy cập phân chia theo thời gian (Time Division Multiple Access - TDMA): phục vụ các cuộc gọi theo các khe thời gian khác nhau.

- Đa truy cập phân chia theo mã (Code Division Multiple Access - CDMA): phục vụ các cuộc gọi theo các chuỗi mã khác nhau.

1.1.2.1 Đa truy cập phân chia theo thời gian TDMA:

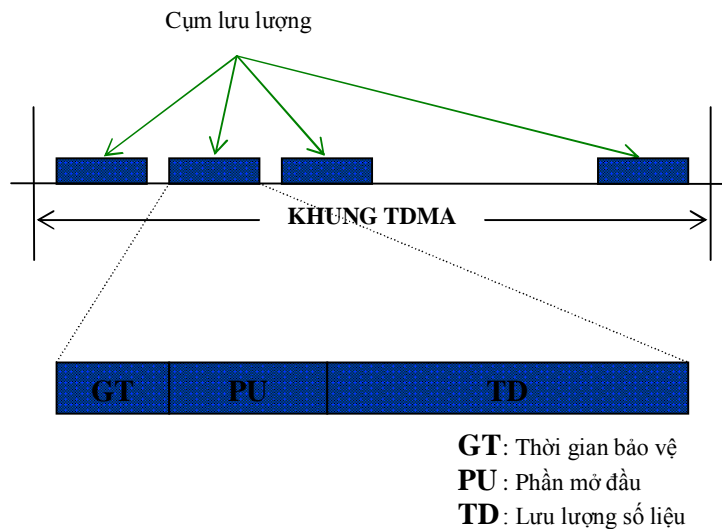
Trong hệ thống TDMA phổ tần số quy định cho liên lạc di động được chia thành các dải tần liên lạc, mỗi dải tần liên lạc này được dùng chung cho N kênh liên lạc, mỗi kênh liên lạc là một khe thời gian (Time slot) trong chu kỳ một khung. Tin tức được tổ chức dưới dạng gói, mỗi gói có bit chỉ thị đầu gói, bit chỉ thị cuối gói, các bit đồng bộ và các bit dữ liệu. Không như hệ thống FDMA, hệ thống TDMA truyền dẫn dữ liệu không liên tục và chỉ sử dụng cho dữ liệu số và điều chế số.

Giả sử khe thời gian a gán cho MSa ở biên của cell còn khe thời gian b gán cho MSb đang ở sát trạm gốc, lúc này thời gian trễ của MSb có thể coi như bằng 0. Như vậy đuôi tín hiệu đường lên của MSa sẽ trùng với phần đầu tín hiệu đường lên của MSb. Để tránh xung đột như thế, các MS phải kết thúc phát sớm hơn, khoảng thời gian rút ngắn này gọi là khoảng thời gian bảo vệ g , ta sẽ có $g_{\text{Min}} = 2R/C$.

Hình 1.1 chỉ ra cấu trúc khung điển hình của một khung TDMA. Mỗi khung bao gồm một số cụm lưu lượng, thời gian bảo vệ được chèn ở đầu mỗi cụm để chống chồng lặp. Cấu trúc khung là không cố định, nó có thể thay đổi để phù hợp

với thông tin phát ở một tốc độ khác hoặc với sự thay đổi của lưu lượng. Hai phương pháp thay đổi cấu trúc khung là : thay đổi số lượng cụm với độ dài số liệu mỗi cụm không đổi hoặc thay đổi độ dài cụm với số lượng các cụm không đổi. Trong TDMA bit mở đầu chứa thông tin về địa chỉ và đồng bộ mà cả trạm gốc và MS dùng để nhận dạng.

Các đặc điểm của TDMA:



Hình 1.1 Cấu trúc khung TDMA điển hình

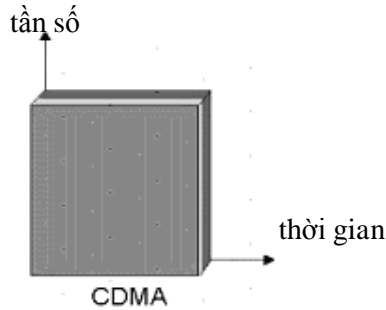
- TDMA có thể phân phát thông tin theo hai phương pháp là phân định trước và phân phát theo yêu cầu. Trong phương pháp phân định trước, việc phân phát các cụm được định trước hoặc phân phát theo thời gian. Ngược lại trong phương pháp phân định theo yêu cầu các mạch được tới đáp ứng khi có cuộc gọi yêu cầu, nhờ đó tăng được hiệu suất sử dụng mạch.

- Trong TDMA các kênh được phân chia theo thời gian nên nhiều giao thoa giữa các kênh kế cận giảm đáng kể.

- TDMA sử dụng một kênh vô tuyến để ghép nhiều luồng thông tin thông qua việc phân chia theo thời gian nên cần phải có việc đồng bộ hóa việc truyền dẫn để tránh trùng lặp tín hiệu. Ngoài ra, vì số lượng kênh ghép tăng nên thời gian trễ do truyền dẫn nhiều đường không thể bỏ qua được, do đó sự đồng bộ phải tối ưu.

1.1.2.2 Đa truy cập phân chia theo mã CDMA:

Đối với hệ thống CDMA, tất cả người dùng sẽ sử dụng cùng lúc một băng tần. Tín hiệu truyền đi sẽ chiếm toàn bộ băng tần của hệ thống. Tuy nhiên, các tín hiệu của mỗi người dùng được phân biệt với nhau bởi các chuỗi mã. Thông tin di động CDMA sử dụng kỹ thuật trải phổ cho nên nhiều người sử dụng có thể chiếm cùng kênh vô tuyến đồng thời tiến hành các cuộc gọi, mà không sợ gây nhiễu lẫn nhau. Kênh vô tuyến CDMA được dùng lại mỗi cell trong toàn mạng, và những kênh này cũng được phân biệt nhau nhờ mã trải phổ giả ngẫu nhiên PN.



Hình 1.2 Giản đồ truy nhập theo mã

Trong hệ thống CDMA, tín hiệu bản tin băng hẹp được nhân với tín hiệu băng thông rất rộng, gọi là tín hiệu phân tán. Tín hiệu phân tán là một chuỗi mã giả ngẫu nhiên mà tốc độ chip của nó rất lớn so với tốc độ dữ liệu. Tất cả các users trong một hệ thống CDMA dùng chung tần số sóng mang và có thể được phát đồng thời. Mỗi user có một từ mã giả ngẫu nhiên riêng của nó và nó được xem là trực giao với các từ mã khác. Tại máy thu, sẽ có một từ mã đặc trưng được tạo ra để tách sóng tín hiệu có từ mã giả ngẫu nhiên tương quan với nó. Tất cả các mã khác được xem như là nhiễu. Để khôi phục lại tín hiệu thông tin, máy thu cần phải biết từ mã dùng ở máy phát. Mỗi thuê bao vận hành một cách độc lập mà không cần biết các thông tin của máy khác.

Giả sử trong hệ thống CDMA đang sử dụng điều chế BPSK, thông tin dải nền nhị phân là $d(t)$ có dạng NRZ, tốc độ bit G . Tín hiệu điều chế BPSK là :

$$S(t) = \sqrt{\frac{2E_b}{T_b}} d(t) \cdot \cos \omega_0 t \quad (1.1)$$

Chuỗi giả ngẫu nhiên $g(t)$ là chuỗi phân tán có tốc độ chip G ($f_c \gg f_b$). Tín hiệu BPSK sau khi phân tán là:

$$v(t) = s(t) \cdot g(t) = \sqrt{\frac{2E_b}{T_b}} d(t) \cdot g(t) \cdot \cos \omega_0 t \quad (1.2)$$

Vì $g(t)$ có f_c rất lớn nên $v(t)$ có phổ trải đều trên thang tần số. Tại máy thu, có một tín hiệu $g'(t)$ được tạo ra đồng bộ với $g(t)$ ở máy phát. Tín hiệu $v(t)$ được nhân với $g'(t) = g(t)$, ta có :

$$v(t).g(t) = \sqrt{\frac{2E_b}{T_b}} \cdot g^2(t).d(t).\cos \omega_0 t \quad (1.3)$$

$$\text{Vì } g(t) = \pm 1 \Rightarrow g^2(t) = 1$$

$$\Rightarrow v(t).g(t) = \sqrt{\frac{2E_b}{T_b}} \cdot d(t).\cos \omega_0 t = s(t) \quad (1.4)$$

Sau đó $s(t)$ được đưa vào bộ giải điều chế BPSK để có tín hiệu dải nền $d(t)$. Vấn đề khó khăn thường mắc phải trong FHMA và CDMA là tạo sự đồng bộ của mã giả ngẫu nhiên ở máy thu so với máy phát.

Đặc điểm của CDMA :

- Dải tần tín hiệu rộng hàng MHz.
- Sử dụng kỹ thuật trải phổ phức tạp.
- Kỹ thuật trải phổ cho phép tín hiệu vô tuyến sử dụng có cường độ trường rất nhỏ và chống fading hiệu quả hơn FDMA, TDMA.
- Việc các thuê bao MS trong cell dùng chung tần số khiến cho thiết bị truyền dẫn vô tuyến đơn giản, việc thay đổi kế hoạch tần số không còn vấn đề, chuyển giao trở thành mềm, điều khiển dung lượng cell rất linh hoạt.
- Chất lượng thoại cao hơn, dung lượng hệ thống tăng đáng kể (có thể gấp từ 4 đến 6 lần hệ thống GSM), độ an toàn (tính bảo mật thông tin) cao hơn do sử dụng dãy mã ngẫu nhiên để trải phổ, kháng nhiễu tốt hơn, khả năng thu đa đường tốt hơn, chuyển vùng linh hoạt. Do hệ số tái sử dụng tần số là 1 nên không cần phải quan tâm đến vấn đề nhiễu đồng kênh.
- CDMA không có giới hạn rõ ràng về số người sử dụng như TDMA và FDMA. Còn ở TDMA và FDMA thì số người sử dụng là cố định, không thể tăng thêm khi tất cả các kênh bị chiếm.

Hệ thống CDMA ra đời đã đáp ứng nhu cầu ngày càng lớn dịch vụ thông tin di động tế bào. Đây là hệ thống thông tin di động băng hẹp với tốc độ bit thông tin của người sử dụng là 8-13 kbit/s.

1.2 Hướng tới thông tin di động thế hệ ba (3G - The Third Generation) :

Các hệ thống thông tin di động thế hệ hai được xây dựng theo tiêu chuẩn: GSM, IS-95, PDC, IS-136 phát triển rất nhanh những năm 1990. Ngay từ những năm đầu của thập niên 90, Liên minh Viễn thông quốc tế - Vô tuyến ITU-R đã chú ý phát triển các hệ thống thông tin di động thế hệ 3, tiến hành công tác tiêu chuẩn hóa cho hệ thống thông tin di động toàn cầu IMT-2000 (trước đây là FPLMTS) nhằm cải thiện và phát triển hệ thống di động hiện tại. Ở châu Âu, ETSI đang tiến hành tiêu chuẩn hóa phiên bản của hệ thống này với tên gọi là UMTS (hệ thống viễn thông di động toàn cầu).

Để đến 3G có lẽ cần phải đi qua giai đoạn 2,5G. Nói chung, 2.5 G bao gồm một hoặc tất cả các công nghệ sau: Dữ liệu chuyển mạch gói tốc độ cao (HSCSD), Dịch vụ vô tuyến gói chung (GPRS), Tốc độ dữ liệu nâng cao cho sự phát triển GSM hay toàn cầu (EDGE).

HSCSD là phương thức đơn giản nhất để nâng cao tốc độ. Thay vì một khe thời gian, một trạm di động có thể sử dụng một số khe thời gian để kết nối dữ liệu. Trong các ứng dụng thương mại hiện nay, thông thường sử dụng tối đa 4 khe thời gian, một khe thời gian có thể sử dụng hoặc tốc độ 9,6kbit/s hoặc 14,4kbit/s. Đây là cách không tốn kém nhằm tăng dung lượng dữ liệu chỉ bằng cách nâng cấp phần mềm của mạng (đĩ nhiên là cả các máy tương thích HSCSD). Nhưng nhược điểm lớn nhất của nó là cách sử dụng tài nguyên vô tuyến. Bởi đây là hình thức chuyển mạch kênh, HSCSD chỉ định việc sử dụng các khe thời gian một cách liên tục, thậm chí ngay cả khi không có tín hiệu trên đường truyền.

Giải pháp tiếp theo là GPRS và dường như là giải pháp được nhiều nhà cung cấp lựa chọn. Tốc độ dữ liệu của nó có thể lên tới 115,2kbit/s bằng việc dùng 8 khe thời gian. Nó được quan tâm vì là hệ thống chuyển mạch gói, do đó nó không sử dụng tài nguyên vô tuyến một cách liên tục mà chỉ thực hiện khi có một cái gì đó để gửi đi. GPRS đặc biệt thích hợp với các ứng dụng phi thời gian thực như email, lướt Web. Triển khai hệ thống GPRS thì tốn kém hơn hệ thống HSCSD. Mạng này cần các thành phần mới, cũng như cần sửa đổi các thành phần hiện có nhưng nó được xem là bước đi cần thiết để tiến tới tăng dung lượng, dịch vụ.

Bước tiếp theo là cải tiến GSM thành Tốc độ dữ liệu nâng cao cho sự phát triển GSM hay toàn cầu (EDGE), tăng tốc độ dữ liệu lên tới 384kbit/s với 8 khe thời gian. Thay vì 14,4kbit/s cho mỗi khe thời gian, EDGE đạt tới 48kbit/s cho một khe thời gian. ý tưởng của EDGE là sử dụng một phương pháp điều chế mới được gọi là 8PSK. EDGE là một phương thức nâng cấp hấp dẫn đối với các mạng GSM vì nó chỉ yêu cầu một phần mềm nâng cấp trạm gốc. Nó không thay thế hay nói đúng hơn cùng tồn tại với phương pháp điều chế khóa dịch tối thiểu Gaussian (GMSK), được sử dụng trong GSM, nên các thuê bao có thể tiếp tục sử dụng máy di động cũ của mình nếu không cần được cung cấp chất lượng dịch vụ tốt hơn. Xét trên khía cạnh kỹ thuật, cũng cần giữ lại GMSK cũ vì 8PSK chỉ có hiệu quả ở vùng hẹp, với vùng rộng vẫn cần GMSK. Nếu EDGE được sử dụng cùng với GPRS thì sự kết hợp này được gọi là GPRS nâng cấp (EGPRS), còn sự kết hợp của EDGE và HSCSD được gọi là ECSD.

WCDMA thực sự là một dịch vụ vô tuyến băng thông rộng sử dụng băng tần 5MHz để đạt được tốc độ dữ liệu lên tới 2Mbit/s. Hiện tại cả châu Âu và Nhật Bản đều đang thử nghiệm/triển khai WCDMA và công nghệ này đang tiến triển nhanh trên con đường thương mại hoá.

3G hứa hẹn tốc độ truyền dẫn lên đến 2,05Mbps cho người dùng tĩnh, 384Kbps cho người dùng di chuyển chậm và 128Kbps cho người sử dụng trên ô tô. Công nghệ 3G dùng sóng mang 5MHz chứ không phải là sóng mang 200KHz như của CDMA nên 3G nhanh hơn rất nhiều so với công nghệ 2G và 2,5G.

Người ta cũng đã tiến hành nghiên cứu các hệ thống vô tuyến thế hệ tư có tốc độ cho người sử dụng lớn hơn 2 Mbit/s.

1.3 Yêu cầu đối với hệ thống thông tin di động thế hệ ba:

Thông tin di động thế hệ thứ ba (3G) xây dựng trên cơ sở IMT-2000 được đưa vào phục vụ từ năm 2001. Mục đích của IMT-2000 là đưa ra nhiều khả năng mới nhưng cũng đồng thời bảo đảm sự phát triển liên tục của thông tin di động thế hệ 2 (2G).

Tốc độ của thế hệ thứ ba được xác định như sau:

- 384 Kb/s đối với vùng phủ sóng rộng.
- 2 Mb/s đối với vùng phủ sóng địa phương.

Các tiêu chí chung để xây dựng IMT-2000 như sau:

☞ Sử dụng dải tần quy định quốc tế 2GHz như sau:

- Đường lên: 1885-2025 MHz.
- Đường xuống: 2110-2200 MHz.

☞ Là hệ thống thông tin di động toàn cầu cho các loại hình thông tin vô tuyến:

- Tích hợp các mạng thông tin hữu tuyến và vô tuyến.
- Tương tác với mọi loại dịch vụ viễn thông.

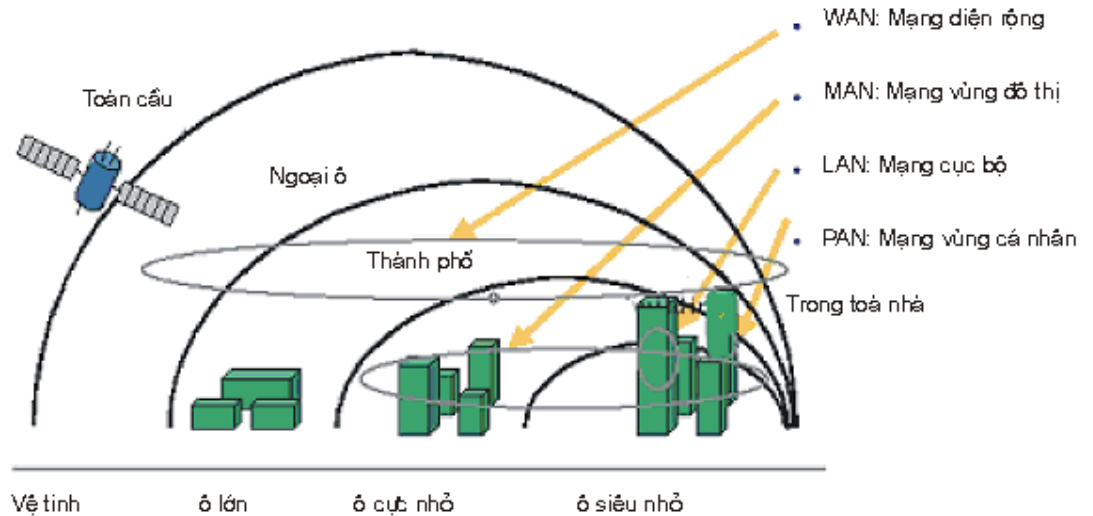
☞ Sử dụng các môi trường khai thác khác nhau: trong công sở, ngoài đường, trên xe, vệ tinh.

☞ Có thể hỗ trợ các dịch vụ như:

- Môi trường thông tin nhà ảo (VHE: *Virtual Home Environment*) trên cơ sở mạng thông minh, di động cá nhân và chuyển mạng toàn cầu.
- Đảm bảo chuyển mạng quốc tế.
- Đảm bảo các dịch vụ đa phương tiện đồng thời cho thoại, số liệu chuyển mạch theo kênh và số liệu chuyển mạch theo gói.

☞ Dễ dàng hỗ trợ các dịch vụ mới xuất hiện.

Môi trường hoạt động của IMT-2000 được chia thành 4 vùng với các tốc độ bit R_b phục vụ như sau:



Hình 1.3 Các khu vực dịch vụ của IMT-2000.

- Toàn cầu, vệ tinh: $R_b = 9,6 \text{ Kb/s}$
- Ngoại ô, cell lớn: $R_b \leq 144 \text{ Kbit/s}$
- Thành phố, cell cực nhỏ: $R_b \leq 384 \text{ Kb/s}$
- Trong tòa nhà, cell siêu nhỏ: $R_b \leq 2 \text{ Mb/s}$

Có thể tổng kết các dịch vụ do IMT-2000 cung cấp ở *bảng 1.4*.

<i>Kiểu</i>	<i>Phân loại</i>	<i>Dịch vụ chi tiết</i>
Dịch vụ di động	Dịch vụ di động	- Di động đầu cuối/Di động cá nhân/Di động dịch vụ
	Dịch vụ thông tin định vị	- Theo dõi di động /Theo dõi di động thông minh
Dịch vụ viễn thông	Dịch vụ âm thanh	- Dịch vụ âm thanh chất lượng cao (16 - 64kbps) - Dịch vụ truyền thanh AM (32 - 64kbps) - Dịch vụ truyền thanh FM (64 - 384kbps)
	Dịch vụ số liệu	- Dịch vụ số liệu tốc độ trung bình (64 - 144kbps) - Dịch vụ số liệu tốc độ tương đối cao (144kbps - 2Mbps) - Dịch vụ số liệu tốc độ cao ($\geq 2\text{Mbps}$)
	Dịch vụ đa phương tiện	- Dịch vụ video (384kbps) - Dịch vụ ảnh động (384kbps - 2Mbps) - Dịch vụ ảnh động thời gian thực ($\geq 2\text{Mbps}$)
Dịch vụ Internet	Dịch vụ Internet đơn giản	Dịch vụ truy cập Web (384kbps - 2Mbps)
	Dịch vụ Internet thời gian thực	Dịch vụ Internet 384kbps - 2Mbps)
	Dịch vụ Internet đa phương tiện	Dịch vụ Website đa phương tiện thời gian thực ($\geq 2\text{Mbps}$)

Bảng 1.1 Phân loại các dịch vụ ở IMT-2000.

Mạng 3G sẽ bao gồm các đặc tính chính sau:

- Mạng phải là băng rộng và có khả năng truyền thông đa phương tiện, nghĩa là mạng phải đảm bảo được tốc độ bit của người sử dụng đến 2Mbit/s.
- Mạng phải có khả năng cung cấp độ rộng băng tần (dung lượng) theo yêu cầu và cần đảm bảo đường truyền vô tuyến không đối xứng, chẳng hạn: tốc độ bit cao ở đường xuống và tốc độ bit thấp ở đường lên hoặc ngược lại.
- Mạng phải cung cấp thời gian truyền dẫn theo yêu cầu.
- Chất lượng dịch vụ phải không thua kém chất lượng dịch vụ mạng cố định.
- Mạng phải có khả năng sử dụng toàn cầu, nghĩa là bao gồm cả thông tin vệ tinh.

Hiện nay, châu Âu và các quốc gia sử dụng GSM cùng với Nhật đang phát triển WCDMA trên cơ sở UMTS, còn Mỹ thì tập trung phát triển thế hệ hai (IS-95) và mở rộng tiêu chuẩn này đến IS-2000. Các tiêu chuẩn di động băng rộng mới được xây dựng trên cơ sở CDMA hoặc CDMA kết hợp TDMA.

Công nghệ WCDMA được nghiên cứu để đưa ra đề xuất cho hệ thống thông tin di động thế hệ 3 có các tính năng cơ sở sau:

- ☞ Hoạt động ở CDMA băng rộng với băng tần 5MHz.
- ☞ Lớp vật lý mềm dẻo để tích hợp được tất cả các tốc độ trên một sóng mang.
- ☞ Hệ số tái sử dụng tần số bằng 1.

Ngoài ra công nghệ này còn được tăng cường các tính năng sau:

- ☞ Phân tập phát.
- ☞ Anten thích ứng.
- ☞ Hỗ trợ các cấu trúc thu tiên tiến.

Như vậy, WCDMA (Wideband CDMA) là công nghệ thông tin di động thế hệ ba giúp tăng tốc độ truyền nhận dữ liệu cho hệ thống GSM bằng cách dùng kỹ thuật CDMA hoạt động ở băng tần rộng thay thế cho TDMA. Trong 3G thì WCDMA nhận được sự ủng hộ lớn nhất trước hết nhờ tính linh hoạt của lớp vật lý trong việc hỗ trợ các kiểu dịch vụ khác nhau đặc biệt là các dịch vụ tốc độ bit thấp và trung bình.

1.4 Sự khác nhau cơ bản giữa WCDMA và giao diện vô tuyến thế hệ thứ 2:

Để hiểu được nền tảng sự khác nhau cơ bản giữa hai hệ thống 2G và 3G, ta tóm tắt các yêu cầu mới của các hệ thống thế hệ thứ 3 như sau:

- Tốc độ bit lên tới 2 Mbit/s, và thay đổi theo yêu cầu về dải thông.
- Tính chất đa phương tiện.
- Yêu cầu chất lượng từ 10% lỗi khung và 10^{-6} BER.

- Cùng tồn tại cả mạng thế hệ 2 và 3 và chuyển giao qua lại giữa chúng để mở rộng vùng bao phủ và cân bằng tải.
- Yêu cầu bất đối xứng lưu lượng giữa hướng lên và hướng xuống.
- Hiệu quả sử dụng phổ tần cao.
- Cùng tồn tại cả FDD và TDD.

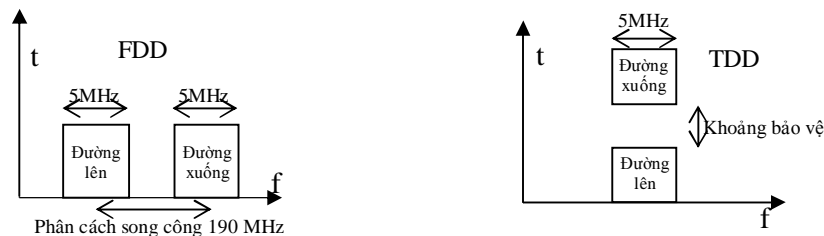
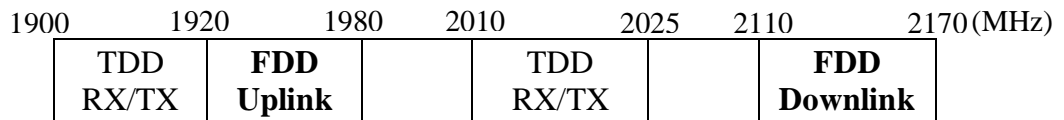
	WCDMA	GSM
Khoảng cách sóng mang	5 MHz	200 KHz
Hệ số tái sử dụng tần số	1	1 -18
Tần số điều khiển công suất	1500 Hz	2 Hz hay thấp hơn
Sự phân tập về tần số	Với dải tần 5 MHz tạo nên sự đa dạng cho phân tập tần số	Kỹ thuật nhảy tần
Điều khiển chất lượng	Thuật toán quản lý tài nguyên vô tuyến	Quy hoạch mạng (quy hoạch tần số)
Dữ liệu gói	Tải theo phương thức gói	Dùng khe thời gian
Sự phân tập hướng xuống	Cung cấp cho việc cải thiện dung lượng hướng xuống	Không được hỗ trợ bởi các tiêu chuẩn

Bảng 1.2 Những điểm khác biệt chính giữa WCDMA và GSM.

WCDMA có khả năng làm việc ở cả hai chế độ FDD và TDD cho phép sử dụng hiệu quả phổ tần được cấp phát ở các vùng khác nhau (xem bảng 1.6).

- FDD: là phương pháp ghép song công trong đó truyền dẫn đường lên và đường xuống sử dụng hai tần số riêng biệt. Do đó hệ thống được phân bố một cặp băng tần riêng biệt.

- TDD: là phương pháp ghép song công trong đó đường lên và đường xuống được thực hiện trên cùng một tần số bằng cách sử dụng những khe thời gian luân phiên và được chia thành hai phần: phần phát và phần thu. Thông tin đường xuống và đường lên được truyền dẫn luân phiên.



Hình 1.4 Phân bố tần số trong FDD và TDD.

Tổng kết chương 1

Chương 1 đã khái quát được những nét đặc trưng, ưu nhược điểm và sự phát triển của các hệ thống thông tin di động thế hệ 1, 2 và 3, đồng thời đã sơ lược những yêu cầu của hệ thống thông tin di động thế hệ 3.

Thế hệ thứ nhất là thế hệ thông tin di động tương tự sử dụng công nghệ truy cập phân chia theo tần số (FDMA). Tiếp theo là thế hệ thứ hai sử dụng kỹ thuật số với các công nghệ đa truy cập phân chia theo thời gian (TDMA) và phân chia theo mã (CDMA). Và hiện nay là thế hệ thứ ba đang chuẩn bị đưa vào hoạt động. Thế hệ thứ tư cũng bắt đầu được nghiên cứu.

Hai thông số quan trọng đặc trưng cho các hệ thống thông tin di động số là tốc độ bit thông tin của người sử dụng và tính di động, ở các thế hệ tiếp theo thế hệ thứ 2 các thông số này càng được cải thiện. Tuy chưa xác định chính xác khả năng di động và tốc độ bit cực đại nhưng dự đoán có thể đạt tốc độ 100 km/h và tốc độ bit từ 1-10 Mbit/s. Thế hệ thứ tư có tốc độ lên tới 34 Mbit/s và cao hơn nữa. Ngày nay với số lượng người sử dụng điện thoại di động rất lớn và các dịch vụ mà người dùng yêu cầu ngày càng tăng, hệ thống di động thế hệ 3 ra đời đã đáp ứng kịp thời các yêu cầu trên.

Số với hệ thống thông tin thế hệ 1 và 2 thì ta thấy những ưu điểm vượt trội của hệ thống thông tin di động thế hệ 3 nói chung và mạng WCDMA nói riêng. Nội dung chương đã đưa ra các thông số chính và những đặc điểm then chốt của mạng WCDMA. Ngoài ra còn đề cập đến các giải pháp cell trong mạng và các vấn đề liên quan đến hoạt động của mạng như: nhiễu, chuyển giao mềm, điều chỉnh công suất kênh hoa tiêu... Từ việc phân tích những ưu điểm cũng như những phức tạp khi triển khai hệ thống WCDMA, phần cuối cũng đã đề xuất vấn đề tăng cường chất lượng cho mạng như phân tập trong truyền dẫn, chùm sóng định hướng và sử dụng các đường phát lên tương thích...

CHƯƠNG 2

CẤU TRÚC MẠNG WCDMA VÀ CÁC VẤN ĐỀ LIÊN QUAN



Hệ thống 3G được xây dựng nhằm chuẩn bị một cơ sở hạ tầng di động chung có khả năng phục vụ các dịch vụ hiện tại và tương lai. Cơ sở hạ tầng 3G được thiết kế với điều kiện những thay đổi, phát triển về kỹ thuật có khả năng phù hợp với mạng hiện tại mà không làm ảnh hưởng đến các dịch vụ đang sử dụng. Để thực hiện điều đó, cần tách biệt giữa kỹ thuật truy cập, kỹ thuật truyền dẫn, kỹ thuật dịch vụ (điều khiển kết nối) và các ứng dụng của người sử dụng.

Chương này sẽ phân tích cấu trúc phần cứng của hệ thống di động 3G: các phần tử mạng truy cập vô tuyến, mạng lõi; chức năng của các phần tử, các giao diện mạng, mô hình giao thức phân lớp của hệ thống UMTS - cơ sở cấu trúc hệ thống cho WCDMA. UMTS được xây dựng trên cơ sở GSM nên có xu hướng tận dụng tối đa cơ sở hạ tầng GSM thế hệ hai, thậm chí cả một phần cấu trúc của hệ thống thế hệ 1. Ngoài ra giới thiệu về các loại kênh trong UTRAN, qua đó đề cập đến phương thức sắp xếp các kênh logic lên các kênh truyền tải và các kênh truyền tải lên các kênh vật lý, cách đáp ứng các yêu cầu trên trong quá trình sắp xếp, trình bày về kỹ thuật trải phổ trong WCDMA, Các thủ tục liên quan đến giao diện vô tuyến bao gồm chuyển giao và điều khiển công suất.

2.1 Giới thiệu về cấu trúc mạng WCDMA:

Cấu trúc mạng 3G WCDMA có thể được mô hình hóa theo nhiều cách khác nhau. Ở đây sẽ giới thiệu một số cấu trúc mạng cơ bản bao gồm:

- Mô hình khái niệm.
- Mô hình cấu trúc.
- Cấu trúc quản lý tài nguyên.
- Cấu trúc dịch vụ mạng UMTS.

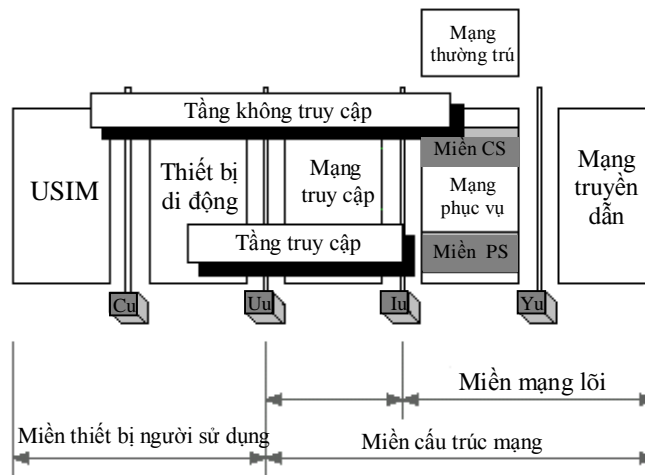
2.2.1 Mô hình khái niệm:

Theo quan điểm này, cấu trúc mạng được phân thành các hệ thống con dựa trên cấu trúc thủ tục, lưu lượng cũng như các phần tử vật lý. Mạng 3G bao gồm hai khối chức năng chính: khối chức năng chuyển mạch gói (PS) và khối chức năng chuyển mạch kênh (CS). Các giao diện là phương tiện để các khối chức năng giao tiếp với nhau. Dựa trên cấu trúc thủ tục và nhiệm vụ của chúng, mô hình mạng 3G được chia thành hai tầng: tầng truy cập và tầng không truy cập.

- Tầng truy cập bao gồm các thủ tục xử lý giao tiếp giữa thiết bị người sử dụng (UE) với mạng truy cập.

- Tầng không truy cập chứa các thủ tục xử lý giao tiếp giữa UE với mạng lõi (khối chức năng CS/PS) tương ứng.

Mạng thường trú chứa các thông tin đăng ký và thông tin bảo mật. Mạng phục vụ là một phần của mạng lõi. Mạng truyền tải là phần mạng lõi thực hiện kết nối thông tin giữa mạng phục vụ với các mạng bên ngoài.



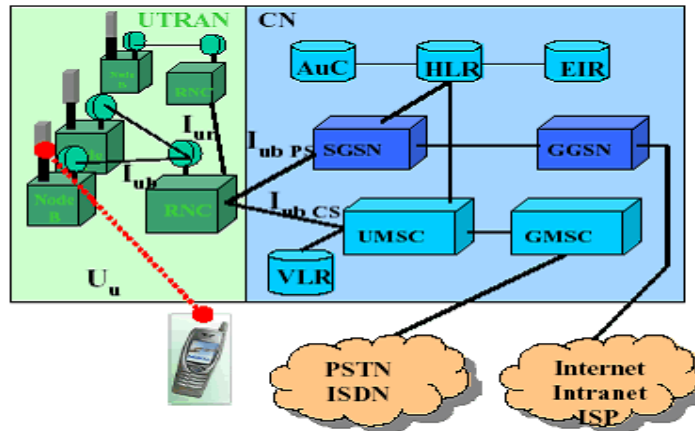
Hình 2.1 Mô hình khái niệm mạng WCDMA.

2.1.2 Mô hình cấu trúc:

Hệ thống WCDMA được xây dựng trên cơ sở mạng GPRS. Về mặt chức năng có thể chia cấu trúc mạng WCDMA ra làm hai phần : mạng lõi (CN) và mạng truy

cập vô tuyến (UTRAN), trong đó mạng lõi sử dụng toàn bộ cấu trúc phần cứng của mạng GPRS, còn mạng truy cập vô tuyến là phần nâng cấp của WCDMA. Ngoài ra để hoàn thiện hệ thống, trong WCDMA còn có thiết bị người sử dụng (UE) thực hiện giao diện người sử dụng với hệ thống.

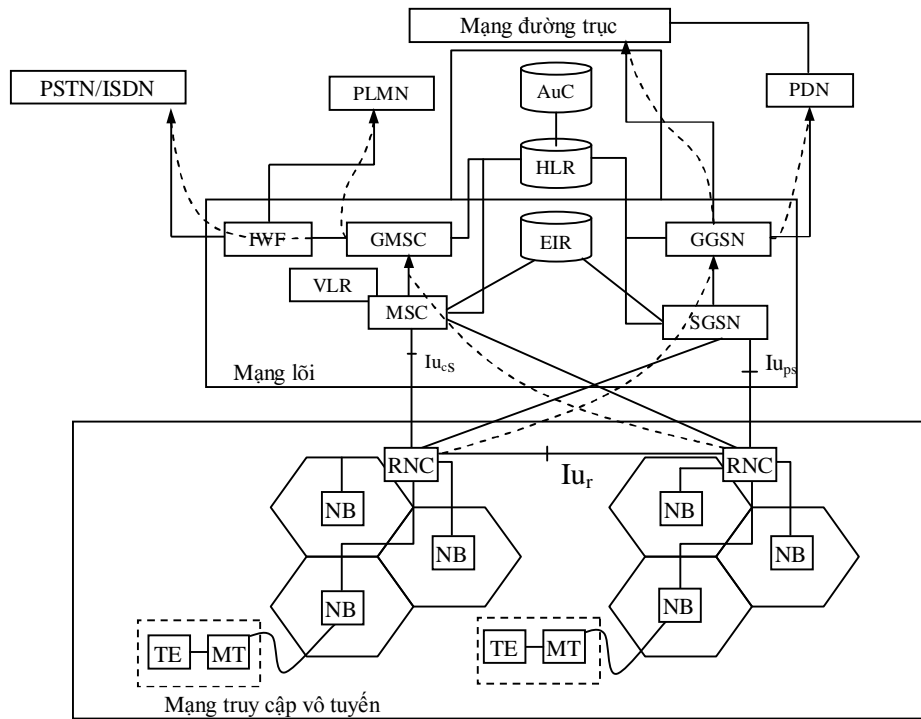
Từ quan điểm chuẩn hóa, cả UE và UTRAN đều bao gồm những giao thức mới được thiết kế dựa trên công nghệ vô tuyến WCDMA, trái lại mạng lõi được định nghĩa hoàn toàn dựa trên GSM. Điều này cho phép hệ thống WCDMA phát triển mang tính toàn cầu trên cơ sở công nghệ GSM.



Hình 2.2 Mô hình cấu trúc hệ thống UMTS.

WCDMA là một giao diện vô tuyến phức tạp và tiên tiến trong lĩnh vực thông tin di động, nó sẽ là công nghệ xây dựng cơ sở hạ tầng và kiến trúc mạng tế bào của hầu hết mạng 3G trên thế giới, hình thành kết nối giữa thiết bị di động của người sử dụng cùng với mạng lõi.

Từ hình 2.3 dưới đây ta thấy mạng thông tin di động thế hệ 3 WCDMA gồm hai phần mạng: mạng lõi và mạng truy cập vô tuyến.



Hình 2.3 Sơ đồ khối tổng quát của mạng thông tin di động thế hệ 3 WCDMA.

★ **UE (User Equipment).**

Thiết bị người sử dụng thực hiện chức năng giao tiếp người sử dụng với hệ thống. UE gồm hai phần:

- Thiết bị di động (ME: *Mobile Equipment*): Là đầu cuối vô tuyến được sử dụng cho thông tin vô tuyến trên giao diện Uu.
- Module nhận dạng thuê bao UMTS (USIM): Là một thẻ thông minh chứa thông tin nhận dạng của thuê bao, nó thực hiện các thuật toán nhận thực, lưu giữ các khóa nhận thực và một số thông tin thuê bao cần thiết cho đầu cuối.

★ **UTRAN (UMTS Terrestrial Radio Access Network).**

Mạng truy cập vô tuyến có nhiệm vụ thực hiện các chức năng liên quan đến truy cập vô tuyến. UTRAN gồm hai phần tử :

- Nút B: Thực hiện chuyển đổi dòng số liệu giữa các giao diện Iub và Uu. Nó cũng tham gia quản lý tài nguyên vô tuyến.
- Bộ điều khiển mạng vô tuyến RNC: Có chức năng sở hữu và điều khiển các tài nguyên vô tuyến ở trong vùng (các nút B được kết nối với nó). RNC còn là điểm truy cập tất cả các dịch vụ do UTRAN cung cấp cho mạng lõi CN.

★ **CN (Core Network).**

Các phần tử chính của mạng lõi như sau:

- HLR (*Home Location Register*): Là thanh ghi định vị thường trú lưu giữ thông tin chính về lý lịch dịch vụ của người sử dụng. Các thông tin này bao gồm : Thông tin về các dịch vụ được phép, các vùng không được chuyển mạng và các thông tin về dịch vụ bổ sung như: trạng thái chuyển hướng cuộc gọi, số lần chuyển hướng cuộc gọi.

- MSC/VLR (*Mobile Services Switching Center/Visitor Location Register*): Là tổng đài (MSC) và cơ sở dữ liệu (VLR) để cung cấp các dịch vụ chuyển mạch kênh cho UE tại vị trí của nó. MSC có chức năng sử dụng các giao dịch chuyển mạch kênh. VLR có chức năng lưu giữ bản sao về lý lịch người sử dụng cũng như vị trí chính xác của UE trong hệ thống đang phục vụ.

- GMSC (*Gateway MSC*): Trung tâm chuyển mạch các dịch vụ di động công kết nối với mạng ngoài.

- SGSN (*Servicing GPRS Support Node*): Node hỗ trợ GPRS (dịch vụ vô tuyến gói chung) đang phục vụ, có chức năng như MSC/VLR nhưng được sử dụng cho các dịch vụ chuyển mạch gói (PS).

- GGSN (*Gateway GPRS Support Node*): Node hỗ trợ GPRS công, có chức năng như GMSC nhưng chỉ phục vụ cho các dịch vụ chuyển mạch gói.

Để kết nối MSC với mạng ngoài cần có thêm phần tử làm chức năng tương tác mạng (IWF). Ngoài mạng lõi còn chứa các cơ sở dữ liệu cần thiết cho các mạng di động như: HLR, AuC và EIR.

★ **Các mạng ngoài.**

- Mạng CS: Mạng đảm bảo các kết nối cho các dịch vụ chuyển mạch kênh.

Ví dụ: Mạng ISDN, PSTN.

- Mạng PS: Mạng kết nối cho các dịch vụ chuyển mạch gói. *Ví dụ:* mạng Internet.

★ **Các giao diện vô tuyến.**

- Giao diện Cu: Là giao diện giữa thẻ thông minh USIM và ME. Giao diện này tuân theo một khuôn dạng chuẩn cho các thẻ thông minh.

- Giao diện Uu: Là giao diện mà qua đó UE truy cập các phần tử cố định của hệ thống và vì thế mà nó là giao diện mở quan trọng nhất của UMTS.

- Giao diện Iu: Giao diện này nối UTRAN với CN, nó cung cấp cho các nhà khai thác khả năng trang bị UTRAN và CN từ các nhà sản xuất khác nhau.

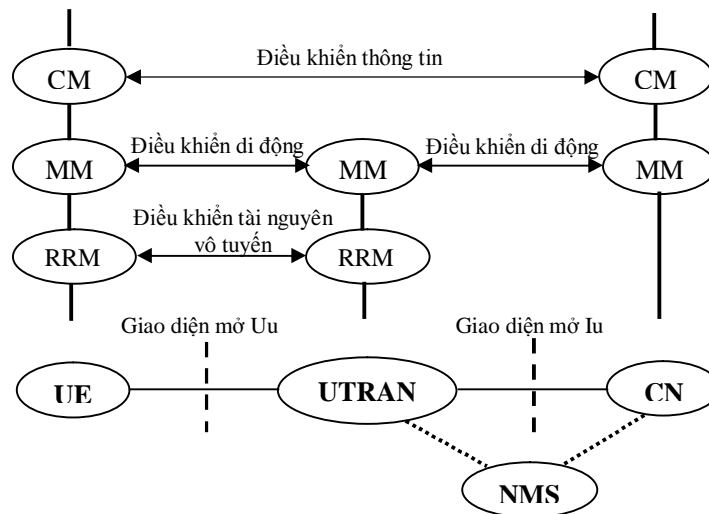
- Giao diện Iu_r: Cho phép chuyển giao mềm giữa các RNC từ các nhà sản xuất khác nhau.

- Giao diện Iu_b: Giao diện cho phép kết nối một nút B với một RNC. Iu_b được tiêu chuẩn hóa như là một giao diện mở hoàn toàn.

2.1.3 Cấu trúc quản lý tài nguyên:

Cấu trúc quản lý tài nguyên dựa trên cơ sở phân chia các chức năng quản lý chủ yếu sau:

- Quản lý kết nối (CM): bao gồm tất cả các thủ tục, các chức năng liên quan đến việc quản lý kết nối của người sử dụng.
- Quản lý di động (MM): gồm tất cả các chức năng, các thủ tục quản lý di động và bảo mật như các thủ tục bảo mật kết nối, các thủ tục cập nhật vị trí.
- Quản lý tài nguyên vô tuyến (RRM): bao gồm các thủ tục thực hiện việc quản lý tài nguyên vô tuyến (điều khiển công suất, chuyển giao và điều khiển tải hệ thống).



Hình 2.4 Cấu trúc quản lý tài nguyên.

Các chức năng điều khiển được kết hợp với nhóm các dịch vụ điều khiển sau:

- Điều khiển thông tin (COMC): duy trì các cơ chế như điều khiển cuộc gọi, điều khiển phiên trong chuyển mạch gói.
- Điều khiển di động (MOBC): duy trì điều khiển cập nhật vị trí và bảo mật.
- Điều khiển tài nguyên vô tuyến (RRC): thực hiện chức năng quản lý thiết lập kết nối vô tuyến và duy trì kết nối giữa UE với UTRAN.

2.1.4 Cấu trúc dịch vụ UMTS:

Hệ thống 3G được xây dựng theo định hướng dịch vụ nhiều hơn so với mạng thông tin di động truyền thống. Theo quan điểm dịch vụ, mô hình mạng 3G có dạng như sau:



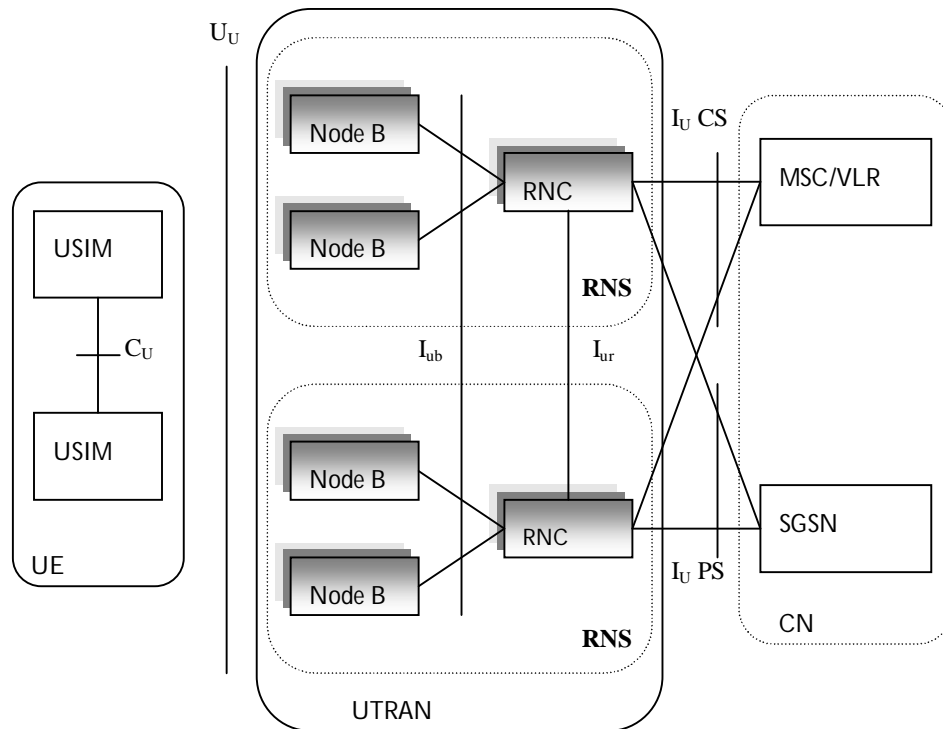
Hình 2.5 Cấu trúc dịch vụ.

Lớp thấp nhất là nền tảng cho các lớp còn lại là lớp truyền tải vật lý. Các nút sử dụng phương tiện truyền tải vật lý hình thành một lớp gọi là lớp phân tử mạng. Lớp thứ ba chứa các phần tử và chức năng tạo ra mỗi khối chức năng trong đó hình thành các dịch vụ phục vụ người sử dụng đầu cuối. Lớp dịch vụ ở trên cùng trong mô hình dịch vụ tạo ra ngữ cảnh cho các dịch vụ phức tạp.

2.2 Cấu trúc mạng truy cập vô tuyến UTRAN:

Nhiệm vụ chính của UTRAN là tạo và duy trì các kênh mang truy cập vô tuyến (RAB) để thực hiện thông tin giữa thiết bị di động (UE) với mạng lõi (CN). UTRAN nằm giữa hai giao diện mở Uu và Iu . Nhiệm vụ của UTRAN là phối hợp với mạng lõi thực hiện các dịch vụ mạng qua các giao diện này.

UTRAN bao gồm nhiều hệ thống con mạng vô tuyến RNS (*Radio Network Subsystem*). Mỗi RNS bao gồm một số trạm gốc (node B), giao diện Uu và một bộ điều khiển mạng vô tuyến RNC. RNC kết nối với node B bằng giao diện Iu_b . Các RNS giao tiếp với nhau sử dụng giao diện mở Iu_r mang cả thông tin báo hiệu và lưu lượng.



Hình 2.6 Cấu trúc UTRAN

Các đặc tính của UTRAN là cơ sở để thiết kế cấu trúc UTRAN, các chức năng và giao thức. UTRAN có các đặc tính chính sau:

- Hỗ trợ các chức năng truy cập vô tuyến, đặc biệt là chuyển giao mềm và các thuật toán quản lý tài nguyên đặc thù của WCDMA.
- Đảm bảo tính chung nhất cho việc xử lý số liệu chuyển mạch kênh và chuyển mạch gói để kết nối từ UTRAN đến cả hai vùng PS và CS của mạng lõi.
- Đảm bảo tính chung nhất với GSM.
- Sử dụng cơ chế truyền tải ATM là cơ chế truyền tải chính ở UTRAN.

2.2.1 Bộ điều khiển mạng vô tuyến (RNC):

RNC là phần tử mạng chịu trách nhiệm điều khiển tài nguyên vô tuyến của UTRAN. RNC kết nối với CN (thông thường với một MSC và một SGSN) qua giao diện vô tuyến I_u. RNC điều khiển node B chịu trách nhiệm điều khiển tải và tránh tắc nghẽn cho các cell của mình.

Khi một kết nối MS-UTRAN sử dụng nhiều tài nguyên từ nhiều RNC thì các RNC này sẽ có hai vai trò logic riêng biệt:

- RNC phục vụ (Serving RNC): thực hiện xử lý số liệu truyền từ lớp kết nối số liệu tới các tài nguyên vô tuyến. SRNC cũng là CRNC của một node B nào đó được MS sử dụng để kết nối với UTRAN.

- RNC trôi (Drift RNC): là một RNC bất kỳ khác với SRNC để điều khiển các cell được MS sử dụng. Khi cần DRNC có thể thực hiện kết hợp và phân chia ở phân tập vĩ mô. DRNC không thực hiện xử lý số liệu trong lớp kết nối số liệu mà chỉ định tuyến số liệu giữa các giao diện I_{ub} và I_{ur} . Một UE có thể không có hoặc có một hay nhiều DRNC.

2.2.2 Node B (Trạm gốc):

Chức năng chính của node B là thực hiện xử lý trên lớp vật lý của giao diện vô tuyến như mã hóa kênh, đan xen, thích ứng tốc độ, trải phổ... Nó cũng thực hiện phân khai thác quản lý tài nguyên vô tuyến như điều khiển công suất vòng trong. Về phần chức năng nó giống như trạm gốc của GSM.

2.2.3 Các chức năng điều khiển của UTRAN:

Để có thể điều khiển và quản lý các kênh mang vô tuyến (RB), UTRAN thực hiện các chức năng khác ngoài chức năng quản lý tài nguyên vô tuyến RRM. Các chức năng đó bao gồm:

- Phát quảng bá thông tin hệ thống.
- Thiết lập các kênh mang báo hiệu và truy cập ngẫu nhiên.
- Quản lý kênh mang vô tuyến (RB).
- Các chức năng an toàn trong mạng UTRAN.
- Quản lý di động lớp UTRAN.
- Xử lý cơ sở dữ liệu.
- Định vị thuê bao.

2.3 Cấu trúc mạng lõi theo tiêu chuẩn 3GPP R99:

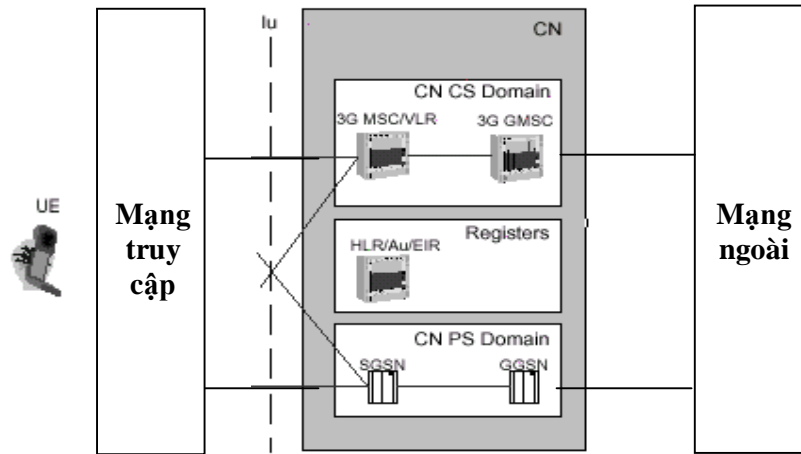
3GPP R99 là hệ tiêu chuẩn UMTS đầu tiên, trong đó thể hiện một hệ thống truy cập vô tuyến băng rộng với mạng lõi (CN) được nâng cấp từ GSM. Mạng lõi sử dụng hạ tầng GSM và phần mở rộng GPRS để sử dụng cho các dịch vụ gói. Mạng lõi được chia thành hai khối chức năng: khối chức năng chuyển mạch kênh CS và khối chức năng chuyển mạch gói PS.

☞ Khối chức năng chuyển mạch kênh (CN CS) gồm hai phần tử mạng cơ bản:

- ✓ Trung tâm chuyển mạch di động (MSC/VLR).
- ✓ Trung tâm chuyển mạch di động công (GMSC).

MSC/VLR chịu trách nhiệm cho các hoạt động quản lý kết nối chuyển mạch kênh, quản lý di động như: cập nhật vị trí, tìm gọi và các chức năng bảo mật. Ngoài ra còn chứa các bộ chuyển mã, đây là điểm khác biệt so với hệ thống GSM truyền thống.

GMSC phụ trách kết nối với các mạng bên ngoài, thiết lập đường kết nối đến các MSC/VLR đang phục vụ mà tại đó có thể tìm thấy thuê bao cần tìm



Hình 2.7 Cấu trúc mạng lõi theo tiêu chuẩn 3GPP R99.

☞ Khối chức năng chuyển mạch gói (CN PS) gồm hai phần tử mạng cơ bản:

- ✓ Nút hỗ trợ GPRS phục vụ (SGSN).
- ✓ Nút hỗ trợ GPRS công (GGSN).

SGSN hỗ trợ thông tin chuyển mạch gói tới mạng truy cập vô tuyến. Chức năng chủ yếu của SGSN liên quan đến việc quản lý di động: cập nhật khu vực định tuyến, đăng ký vị trí, tìm gọi và điều khiển cơ chế bảo mật trong chuyển mạch gói.

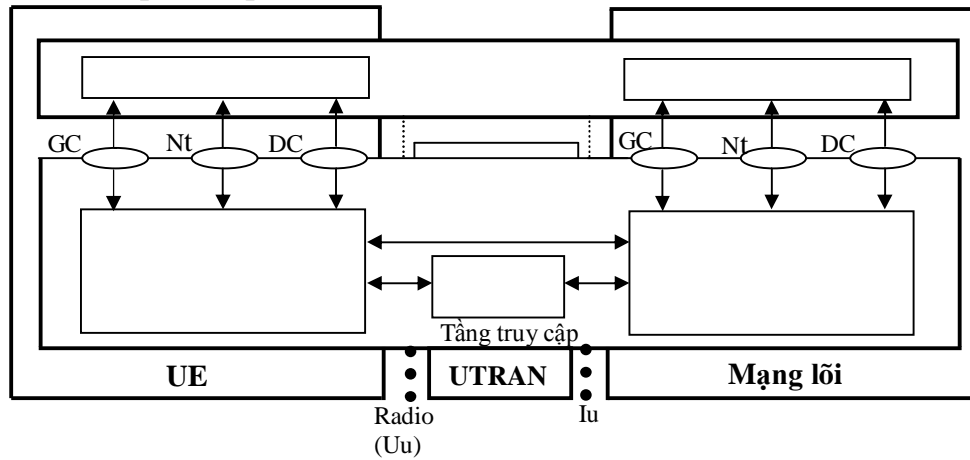
GGSN duy trì kết nối tới các mạng chuyển mạch gói khác như mạng Internet, thực hiện quản lý phiên.

☞ Khối thanh ghi chứa thông tin địa chỉ và nhận thực cho cả CS và PS bao gồm:

- ✓ Thanh ghi thường trú (HLR): chứa các dữ liệu cố định về thuê bao.
- ✓ Trung tâm nhận thực (AuC): là cơ sở dữ liệu tạo ra các vectơ nhận thực.
- ✓ Thanh ghi chỉ thị thiết bị (EIR): duy trì các thông tin chỉ thị liên quan đến phân cứng của UE.

Ngoài các thanh ghi trong khối thanh ghi, còn có thêm thanh ghi tạm trú (VLR), được coi như là một phần chức năng của MSC phục vụ. VLR tham gia vào các thủ tục như: cập nhật vị trí, tìm gọi và các hoạt động bảo mật.

2.4 Cấu trúc phân lớp của WCDMA:

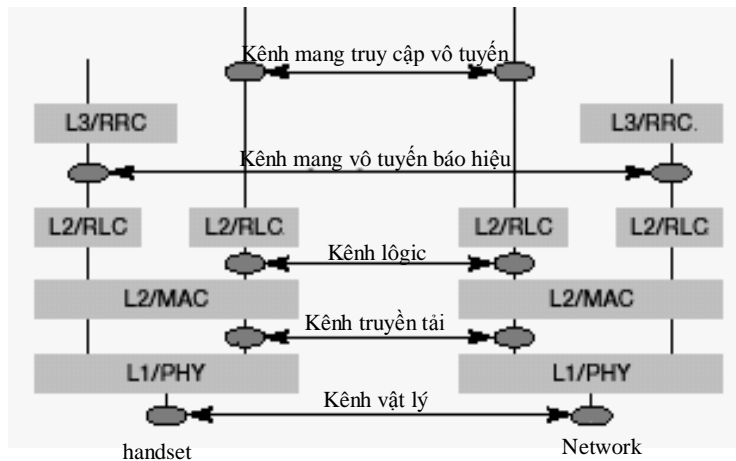


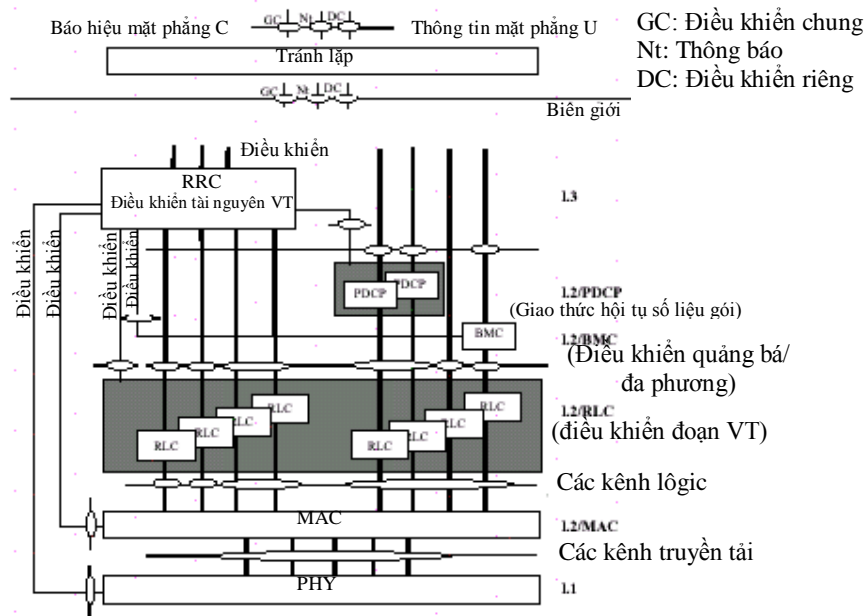
Hình 2.8 Cấu trúc phân lớp của mạng WCDMA.

Cấu trúc phân lớp của WCDMA được xây dựng trên cơ sở các tiêu chuẩn của UMTS.

Các giao thức giữa các phần tử trong mạng WCDMA được chia thành hai phần chính: tầng không truy nhập và tầng truy nhập. Giao diện vô tuyến được phân thành 3 lớp giao thức:

- Lớp vật lý (L1).
- Lớp kết nối số liệu (L2).
- Lớp mạng (L3).





Hình 2.9 Cấu trúc giao thức ở giao diện vô tuyến.

Lớp 2 được chia thành các lớp con: MAC (*Medium Access Control*: điều khiển truy cập môi trường) và RLC (*Radio Link Control*: điều khiển kết nối vô tuyến), PDCP (*Packet Data Convergence Protocol*: giao thức hội tụ số liệu gói) và BMC (*Broadcast/Multicast Control*: điều khiển quảng bá/đa phương).

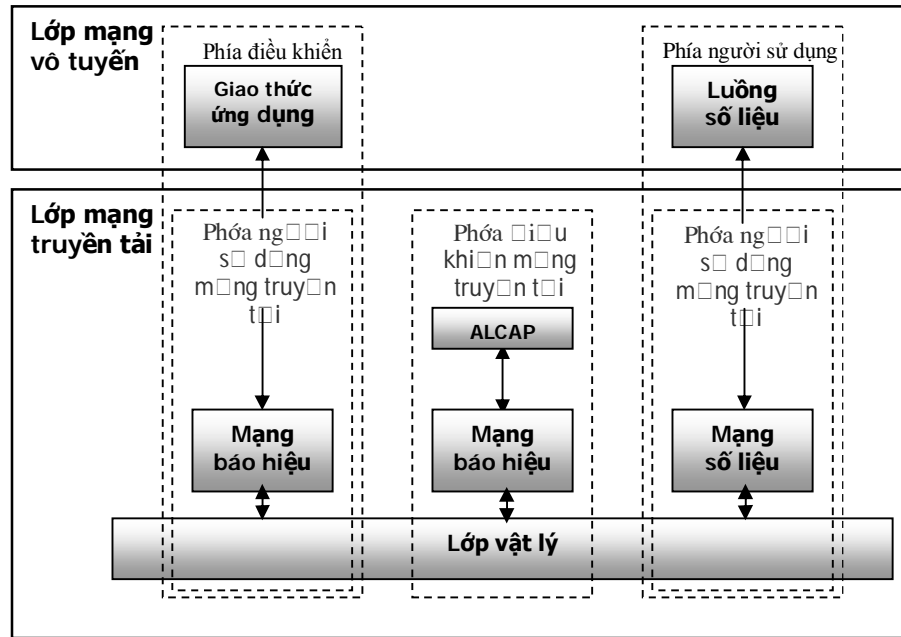
Lớp 3 và RLC được chia thành hai phần: phần điều khiển (C) và phần người sử dụng (U). PDCP và BMC chỉ có ở phần U.

Các thủ tục giao diện vô tuyến thực hiện chức năng thiết lập, duy trì và giải phóng kết nối vô tuyến trong mạng UTRA. Chúng thực hiện các chức năng của các lớp 1-3 trong mô hình OSI tương ứng.

Lớp cao nhất là lớp điều khiển tài nguyên vô tuyến RRC tương ứng với lớp mạng. Giao diện giữa các lớp và các phân lớp được thực hiện thông qua các điểm truy cập dịch vụ (SAP). Các kênh truyền dẫn được truyền qua các điểm truy cập dịch vụ giữa lớp vật lý và phân lớp điều khiển truy cập trung gian (MAC) để thực hiện việc giao tiếp giữa lớp vật lý và lớp liên kết dữ liệu (L2). Các kênh logic thực hiện giao tiếp trong L2 giữa các phân lớp MAC và RLC. Còn các kênh vật lý được truyền bên trong lớp vật lý.

2.5 Giao diện vô tuyến:

Cấu trúc UMTS không định nghĩa chi tiết chức năng bên trong của phần tử mạng mà chỉ định nghĩa giao diện giữa các phần tử logic. Cấu trúc giao diện được xây dựng trên nguyên tắc là các lớp và các phần cao độc lập logic với nhau, điều này cho phép thay đổi một phần của cấu trúc giao thức trong khi vẫn giữ nguyên các phần còn lại.



Hình 2.10 Mô hình giao thức tổng quát cho các giao diện mặt đất UTRAN.

2.5.1 Giao diện UTRAN – CN (Iu):

Giao diện Iu kết nối UTRAN với CN. Iu là một giao diện mở để chia hệ thống thành UTRAN đặc thù và CN, Cn chịu trách nhiệm chuyển mạch, định tuyến và điều khiển dịch vụ. Iu có thể có hai trường hợp khác nhau:

- Iu CS (Iu chuyển mạch kênh): để kết nối UTRAN với CN chuyển mạch kênh.
- Iu PS (Iu chuyển mạch gói): để kết nối UTRAN với CN chuyển mạch gói.

2.5.2 Giao diện RNC – RNC (Iur):

Iur là giao diện vô tuyến giữa các bộ điều khiển mạng vô tuyến. Lúc đầu giao diện này được thiết kế để hỗ trợ chuyển giao mềm giữa các RNC, trong quá trình phát triển tiêu chuẩn nhiều tính năng đã được bổ sung và đến nay giao diện Iur phải đảm bảo 4 chức năng sau :

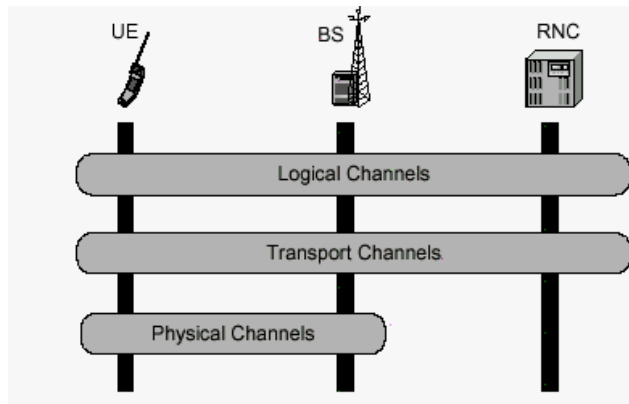
- Hỗ trợ tính di động cơ sở giữa các RNC.
- Hỗ trợ kênh lưu lượng riêng.
- Hỗ trợ kênh lưu lượng chung.
- Hỗ trợ quản lý tài nguyên vô tuyến toàn cầu.

2.5.3 Giao diện RNC – Node B (Iub):

Giao thức Iub định nghĩa cấu trúc khung và các thủ tục điều khiển trong băng cho các từng kiểu kênh truyền tải. Các chức năng chính của Iub :

- Chức năng thiết lập, bổ sung, giải phóng và tái thiết lập một kết nối vô tuyến đầu tiên của một UE và chọn điểm kết cuối lưu lượng.
- Khởi tạo và báo cáo các đặc thù cell, node B, kết nối vô tuyến.
- Xử lý các kênh riêng và kênh chung.
- Xử lý kết hợp chuyên giao.
- Quản lý sự cố kết nối vô tuyến.

2.6 Các loại kênh trong UTRAN:



Hình 2.11 Các loại kênh trong UTRAN.

2.6.1 Các kênh logic:

Các kênh logic có thể được chia thành hai nhóm chủ yếu: nhóm kênh điều khiển và nhóm kênh lưu lượng.

Nhóm kênh điều khiển bao gồm:

- Kênh điều khiển quảng bá – BCCH.
- Kênh điều khiển tìm gọi – PCCH.
- Kênh điều khiển dành riêng – DCCH.
- Kênh điều khiển chung – CCCH.
- Kênh điều khiển phân chia kênh – SHCCH.
- Kênh điều khiển riêng cho ODMA – ODCCH.
- Kênh điều khiển chung cho ODMA – OCCCH.

Nhóm kênh lưu lượng bao gồm:

- Kênh lưu lượng dành riêng – DTCH.
- Kênh lưu lượng dành riêng cho ODMA – DTCH.
- Kênh lưu lượng chung – CTCH.

2.6.2 Các kênh vật lý:

Kênh vật lý tương ứng với một tần số mang, mã và đối với đường lên nó còn tương ứng với góc pha tương đối (0 hay $\pi/2$).

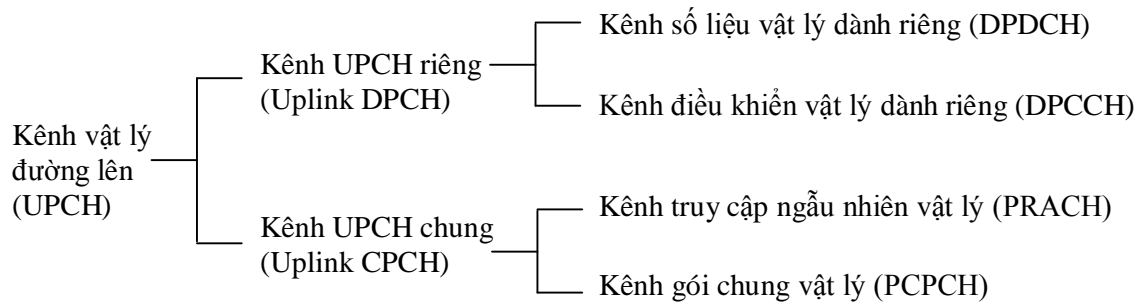
Các kênh vật lý đường lên được cho ở hình 2.12.

DPDCH: truyền kênh truyền dẫn DCH.

DPCCH: truyền thông tin điều khiển L1 như: các bit hoa tiêu để hỗ trợ đánh giá việc xác định kênh trong quá trình phát hiện tương quan, các lệnh điều khiển công suất phát-TPC, thông tin phản hồi-FBI, và một bộ chỉ thị kết hợp định dạng truyền dẫn TFCI.

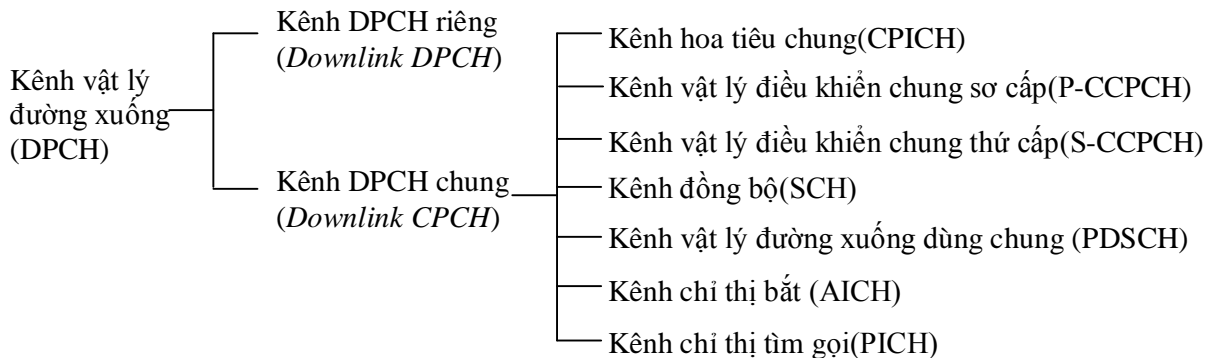
PRACH: mang thông tin của kênh giao vận RACH.

PCPCH: mang thông tin của kênh giao vận CPCH.



Hình 2.12 Các kênh vật lý đường lên

Đường xuống chỉ có một kênh vật lý riêng duy nhất: kênh vật lý riêng đường xuống (*downlink DPCH*). Các kênh vật lý đường xuống được cho ở hình 2.13.



Hình 2.13 Các kênh vật lý đường xuống.

2.6.3 Các kênh truyền tải:

Trong UTRAN số liệu được tạo ra ở các lớp cao được truyền tải trên đường vô tuyến bởi các kênh truyền tải bằng cách sắp xếp các kênh này lên các kênh vật lý

khác nhau. Lớp vật lý được yêu cầu để hỗ trợ các kênh truyền tải với các tốc độ bit thay đổi nhằm cung cấp các dịch vụ với độ rộng băng tần theo yêu cầu và để ghép nhiều dịch vụ trên cùng một kết nối.

Có hai kiểu kênh truyền tải: Các kênh riêng và các kênh chung. Điểm khác nhau giữa chúng là: Kênh chung là tài nguyên được chia sẻ cho tất cả hoặc một nhóm người sử dụng trong cell, còn tài nguyên kênh riêng được ấn định bởi một mã và một tần số nhất định để dành riêng cho một người sử dụng duy nhất.

2.6.3.1 Kênh truyền tải riêng:

Kênh truyền tải riêng duy nhất là kênh riêng (viết tắt DCH : Dedicated Channel). Kênh truyền tải riêng mang thông tin từ các lớp trên lớp vật lý riêng cho một người sử dụng, bao gồm số liệu cho dịch vụ hiện thời cũng như thông tin điều khiển lớp cao.

Kênh truyền tải riêng được đặc trưng bởi các tính năng như: Điều khiển công suất nhanh, thay đổi tốc độ số liệu nhanh theo từng khung và khả năng phát đến một phần cell hay đoạn cell bằng cách thay đổi hướng Anten của hệ thống anten thích ứng. Các kênh riêng hỗ trợ chuyển giao mềm.

2.6.3.2 Các kênh truyền tải chung:

UTRA định nghĩa 6 kiểu kênh truyền tải chung. Các kênh này có một số điểm khác với các kênh trong thế hệ thứ hai, chẳng hạn truyền dẫn gói ở các kênh chung và một kênh dùng chung đường xuống để phát số liệu gói. Các kênh chung không có chuyển giao mềm, nhưng một số kênh có điều khiển công suất nhanh.

Kênh quảng bá:

Kênh quảng bá (BCH: Broadcast Channel) là một kênh truyền tải được sử dụng để phát các thông tin đặc thù UTRAN hoặc cell. Vì thiết bị người sử dụng UE (User Equipment) chỉ có thể đăng ký đến cell này nếu nó có thể giải mã kênh quảng bá, nên cần phát kênh này ở công suất khá cao để mạng có thể đạt đến tất cả mọi người sử dụng trong vùng phủ yêu cầu.

Kênh truy cập đường xuống (hướng đi):

Kênh truy cập đường xuống (FACH: Forward Access Channel) là một kênh truyền tải đường xuống mang thông tin điều khiển đến các UE nằm trong một cell cho trước, chẳng hạn sau khi BS thu được một bản tin truy cập ngẫu nhiên. Kênh truyền dẫn đường xuống truyền thông tin điều khiển tới trạm di động khi hệ thống biết được việc định vị cell của trạm di động.

Kênh tìm gọi:

Kênh tìm gọi (PCH: Paging Channel) là một kênh truyền tải đường xuống thường được truyền trên toàn bộ cell, được dùng để truyền thông tin điều khiển tới trạm di động khi hệ thống không biết vị trí cell của trạm di động. Nó mang số liệu

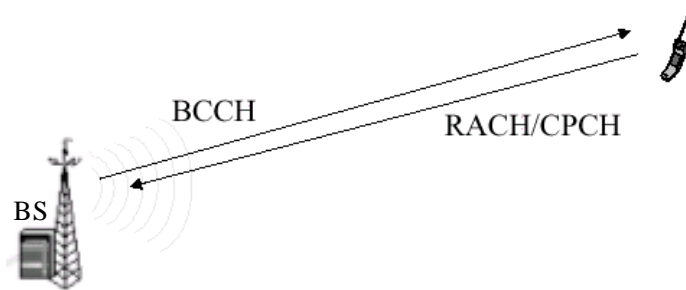
liên quan đến thủ tục tìm gọi, chẳng hạn khi mạng muốn khởi đầu thông tin với UE. UE phải có khả năng thu được thông tin tìm gọi trong toàn bộ vùng phủ của cell.

Kênh truy cập ngẫu nhiên:

Kênh truy cập ngẫu nhiên (RACH: Random Access Channel) là kênh truyền tải đường lên, thường thu được từ toàn bộ cell, thực hiện truyền thông tin điều khiển từ trạm di động. Nó được sử dụng để mang thông tin điều khiển từ UE như: yêu cầu thiết lập một kết nối.

Kênh gói chung đường lên:

Kênh gói chung đường lên (CPCH: Common Packet Channel) là một mở rộng của kênh RACH để mang số liệu của người sử dụng được phát theo gói trên đường lên. FACH ở đường xuống cùng với kênh này tạo nên cặp kênh để truyền số liệu.



Hình 2.14 Kênh truyền tải đường lên và đường xuống.

Kênh đường xuống dùng chung:

Kênh đường xuống dùng chung (DSCH: Dedicated Shared Channel) là kênh truyền tải để mang thông tin của người sử dụng và/hoặc thông tin điều khiển. Nhiều người sử dụng có thể dùng chung kênh này. Xét về nhiều mặt nó giống như kênh truy cập đường xuống, nhưng kênh dùng chung hỗ trợ sử dụng điều khiển công suất nhanh cũng như tốc độ bit thay đổi theo khung. Ở FDD, nó được kết hợp với một hoặc vài kênh DCH đường xuống. Nó có thể được truyền trên toàn bộ cell hoặc chỉ trên một phần cell đang sử dụng, ví dụ các anten dạng búp.

Các kênh truyền tải cần thiết:

Các kênh truyền tải chung cần thiết cho việc hoạt động căn bản của mạng là: RACH, FACH và PCH, còn việc sử dụng DSCH và CPCH là lựa chọn và có thể được quyết định bởi mạng.

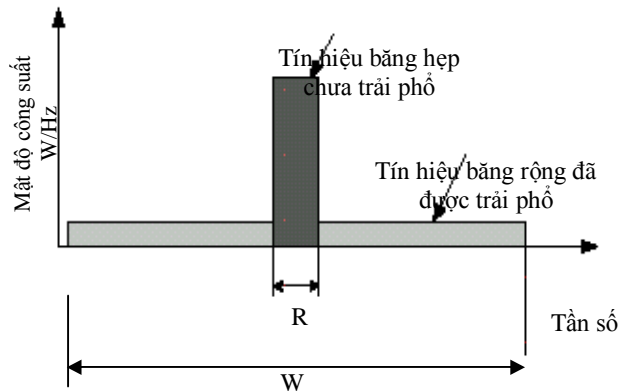
2.7 Kỹ thuật trải phổ trong thông tin di động:

Trong WCDMA với băng tần 5MHz thì chỉ tồn tại duy nhất phương thức trải phổ chuỗi trực tiếp DS với tốc độ chip là 3.84 Mcps.

Trong WCDMA để tăng tốc độ truyền dữ liệu, phương pháp đa truy cập kết hợp TDMA và FDMA trong GSM được thay thế bằng phương pháp đa truy cập CDMA hoạt động ở băng tần rộng (5MHz) gọi là hệ thống thông tin trải phổ. Trong

các hệ thống thông tin thông thường, độ rộng băng tần là vấn đề quan tâm chính và các hệ thống này được thiết kế để sử dụng càng ít độ rộng băng tần càng tốt.

Tuy nhiên, ở hệ thống thông tin trải phổ (SS: Spread Spectrum), độ rộng băng tần của tín hiệu được mở rộng, thông thường hàng trăm lần trước khi được phát. Khi chỉ có một người sử dụng trong băng tần SS, sử dụng băng tần như vậy không có hiệu quả. Nhưng trong môi trường nhiều người sử dụng, các người sử dụng này có thể dùng chung một băng tần SS và hệ thống sử dụng băng tần có hiệu quả mà vẫn duy trì được các ưu điểm của trải phổ.



Hình 2.15 Tín hiệu trải phổ.

Một hệ thống thông tin số được coi là trải phổ nếu:

✓ Tín hiệu được phát chiếm độ rộng băng tần lớn hơn độ rộng băng tần tối thiểu cần thiết để phát thông tin.

✓ Trải phổ được thực hiện bằng một mã độc lập với số liệu.

Có ba kiểu hệ thống trải phổ cơ bản:

✓ Trải phổ chuỗi trực tiếp (*DS/SS: Direct Sequence Spreading Spectrum*).

✓ Trải phổ kiểu nhảy tần (*FH/SS: Frequency Hopping Spreading Spectrum*).

✓ Trải phổ nhảy thời gian (*TH/SS: Time Hopping Spreading Spectrum*).

Ngoài ra cũng có thể tổng hợp các hệ thống trên thành hệ thống lai ghép.

Ở máy phát, bản tin được trải phổ bởi mã giả ngẫu nhiên. Mã giả ngẫu nhiên phải được thiết kế để có độ rộng băng lớn hơn nhiều so với độ rộng băng của bản tin. Ở phía thu, máy thu sẽ khôi phục tín hiệu gốc bằng cách nén phổ ngược với quá trình trải phổ bên máy phát.

Trong hệ thống DS/SS tất cả các người sử dụng cùng dùng chung một băng tần và phát tín hiệu của họ đồng thời. Máy thu sử dụng tín hiệu giả ngẫu nhiên chính xác để lấy ra tín hiệu mong muốn bằng cách nén phổ. Trong các hệ thống FH/SS và TH/SS mỗi người sử dụng được ấn định một mã giả ngẫu nhiên sao cho không có cặp máy phát nào sử dụng cùng tần số hay cùng khe thời gian, như vậy các máy

phát sẽ tránh được xung đột. Như vậy, FH và TH là các kiểu hệ thống tránh xung đột, trong khi đó DS là kiểu hệ thống lấy trung bình.

2.8 Chuyển giao:

Chuyển giao là phương tiện cần thiết để thuê bao có thể di động trong mạng. Khi thuê bao chuyển động từ vùng phủ sóng của một cell này sang một cell khác thì kết nối với cell mới phải được thiết lập và kết nối với cell cũ phải được hủy bỏ.

2.8.1 Mục đích của chuyển giao:

Lý do cơ bản của việc chuyển giao là kết nối vô tuyến không thỏa mãn một bộ tiêu chuẩn nhất định và do đó hoặc UE hoặc UTRAN sẽ thực hiện các công việc để cải thiện kết nối đó. Khi thực hiện các kết nối chuyển mạch gói, chuyển giao được thực hiện khi cả UE và mạng đều thực hiện truyền gói không thành công. Các điều kiện chuyển giao thường gặp là: điều kiện chất lượng tín hiệu, tính chất di chuyển của thuê bao, sự phân bố lưu lượng, băng tần...

Điều kiện chất lượng tín hiệu là điều kiện khi chất lượng hay cường độ tín hiệu vô tuyến bị suy giảm dưới một ngưỡng nhất định. Chuyển giao phụ thuộc vào chất lượng tín hiệu được thực hiện cho cả hướng lên lẫn hướng xuống của đường truyền dẫn vô tuyến.

Chuyển giao do nguyên nhân lưu lượng xảy ra khi dung lượng lưu lượng của cell đạt tới một giới hạn tối đa cho phép hoặc vượt quá ngưỡng giới hạn đó. Khi đó các thuê bao ở ngoài rìa của cell (có mật độ tải cao) sẽ được chuyển giao sang cell bên cạnh (có mật độ tải thấp).

Số lượng chuyển giao phụ thuộc vào tốc độ di chuyển của thuê bao. Khi UE di chuyển theo một hướng nhất định không thay đổi, tốc độ di chuyển của UE càng cao thì càng có nhiều chuyển giao thực hiện trong UTRAN.

Quyết định thực hiện chuyển giao thông thường được thực hiện bởi RNC đang phục vụ thuê bao đó, loại trừ trường hợp chuyển giao vì lý do lưu lượng. Chuyển giao do nguyên nhân lưu lượng được thực hiện bởi trung tâm chuyển mạch di động (MSC).

2.8.2 Trình tự chuyển giao:

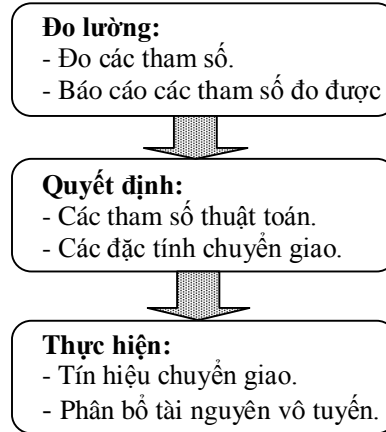
Trình tự chuyển giao gồm có ba pha như trên hình 2.27, bao gồm: pha đo lường, pha quyết định và pha thực hiện.

Đo lường là nhiệm vụ quan trọng trong quá trình chuyển giao vì hai lý do cơ bản sau:

- Mức tín hiệu trên đường truyền dẫn vô tuyến thay đổi rất lớn tùy thuộc vào fading và tổn hao đường truyền. Những thay đổi này phụ thuộc vào môi trường trong cell và tốc độ di chuyển của thuê bao.

- Số lượng các báo cáo đo lường quá nhiều sẽ làm ảnh hưởng đến tải hệ thống.

Để thực hiện chuyển giao, trong suốt quá trình kết nối, UE liên tục đo cường độ tín hiệu của các cell lân cận và thông báo kết quả tới mạng, tới bộ điều khiển truy nhập vô tuyến RNC.



Hình 2.16 Tiến trình thực hiện chuyển giao.

Pha quyết định chuyển giao bao gồm đánh giá tổng thể về QoS của kết nối so sánh nó với các thuộc tính QoS yêu cầu và ước lượng từ các cell lân cận. Tùy theo kết quả so sánh mà ta có thể quyết định thực hiện hay không thực hiện chuyển giao. SRNC kiểm tra các giá trị của các báo cáo đo đạc để kích hoạt một bộ các điều kiện chuyển giao. Nếu các điều kiện này bị kích hoạt, RNC phục vụ sẽ cho phép thực hiện chuyển giao.

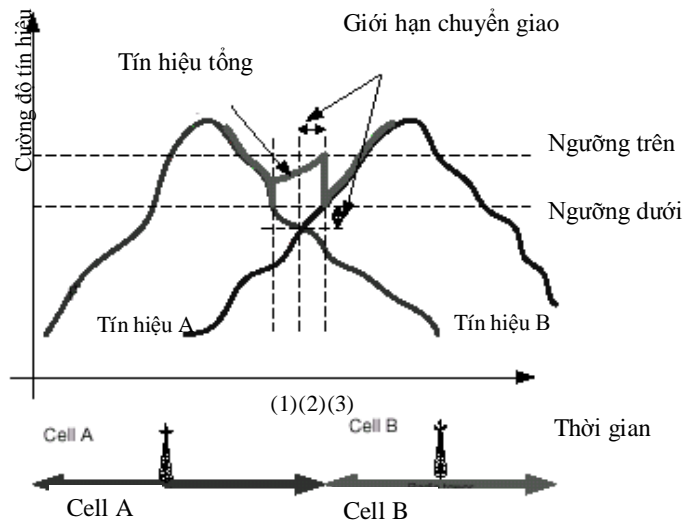
Căn cứ vào quyết định chuyển giao, có thể phân chia chuyển giao ra thành hai loại như sau:

- Chuyển giao quyết định bởi mạng (NEHO).
- Chuyển giao quyết định bởi thuê bao di động (MEHO).

Trong trường hợp chuyển giao thực hiện bởi mạng (NEHO), SRNC thực hiện quyết định chuyển giao. Trong trường hợp MEHO, UE thực hiện quyết định chuyển giao. Trong trường hợp kết hợp cả hai loại chuyển giao NEHO và MEHO, quyết định chuyển giao được thực hiện bởi sự phối hợp giữa SRNC với UE.

Ngay cả trong trường hợp chuyển giao MEHO, quyết định cuối cùng về việc thực hiện chuyển giao là do SRNC. RNC có trách nhiệm quản lý tài nguyên vô tuyến (RRM) của toàn bộ hệ thống.

Quyết định chuyển giao dựa trên các thông tin đo đạc của UE và BS cũng như các điều kiện để thực hiện thuật toán chuyển giao. Nguyên tắc chung thực hiện thuật toán chuyển giao được thể hiện trên hình 2.28. Điều kiện đầu là các điều kiện thực hiện quyết định của thuật toán dựa trên mức tín hiệu hoa tiêu do UE thông báo.



Hình 2.17 Nguyên tắc chung của các thuật toán chuyển giao.
 Các thuật ngữ và các tham số sau được sử dụng trong thuật toán chuyển giao:

- **Ngưỡng giới hạn trên:** là mức tín hiệu của kết nối đạt giá trị cực đại cho phép thỏa mãn một chất lượng dịch vụ QoS yêu cầu.
- **Ngưỡng giới hạn dưới:** là mức tín hiệu của kết nối đạt giá trị cực tiểu cho phép thỏa mãn một chất lượng dịch vụ QoS yêu cầu. Do đó mức tín hiệu của kết nối không được nằm dưới ngưỡng đó.
- **Giới hạn chuyển giao:** là tham số được định nghĩa trước được thiết lập tại điểm mà cường độ tín hiệu của cell bên cạnh (cell B) vượt quá cường độ tín hiệu của cell hiện tại (cell A) một lượng nhất định.

Tập tích cực: là một danh sách các nhánh tín hiệu (các cell) mà UE thực hiện kết nối đồng thời tới mạng truy nhập vô tuyến (UTRAN). Giả sử thuê bao UE trong cell A đang chuyển động về phía cell B, tín hiệu hoa tiêu của cell A bị suy giảm đến mức ngưỡng giới hạn dưới. Khi đạt tới mức này, xuất hiện các bước chuyển giao theo các bước sau đây:

(1) Cường độ tín hiệu A bằng với mức ngưỡng giới hạn dưới. Còn tín hiệu B sẽ được RNC nhập vào tập tích cực. Khi đó UE sẽ thu tín hiệu tổng hợp của hai kết nối đồng thời đến UTRAN.

(2) Tại vị trí này, chất lượng tín hiệu B tốt hơn tín hiệu A nên nó được coi là điểm khởi đầu khi tính toán giới hạn chuyển giao.

(3) Cường độ tín hiệu B bằng hoặc tốt hơn ngưỡng giới hạn dưới. Tín hiệu A bị xóa khỏi tập tích cực bởi RNC.

Kích cỡ của tập tích cực có thể thay đổi được và thông thường ở trong khoảng từ 1 đến 3 tín hiệu.

2.8.3 Các loại chuyển giao:

Tùy theo hình thức sử dụng trong các cơ chế chuyển giao, có thể phân chia chuyển giao thành các nhóm như: chuyển giao cứng, chuyển giao mềm và chuyển giao mềm hơn.

2.8.3.1 Chuyển giao mềm và mềm hơn:

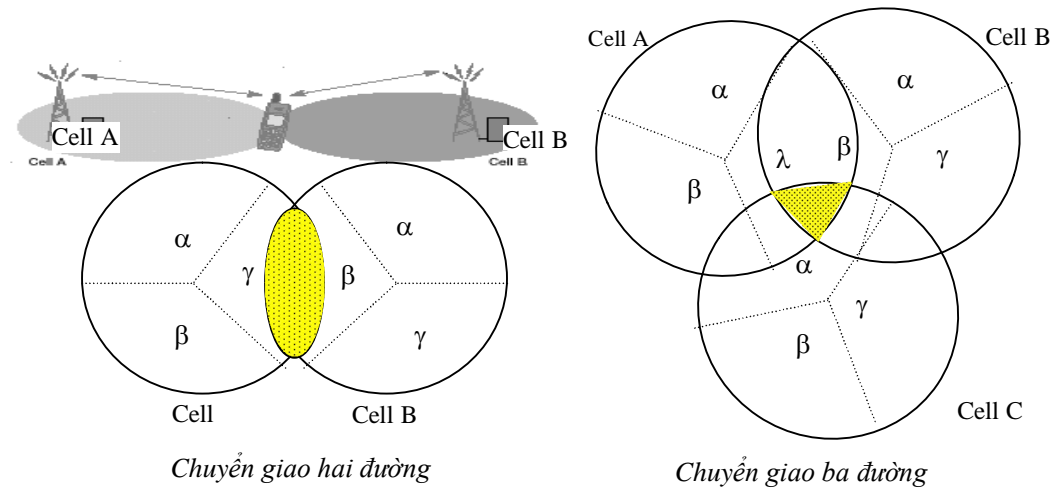
Chuyển giao mềm và mềm hơn dựa nguyên tắc kết nối “nối trước khi cắt” (“Make before break”).

- *Chuyển giao mềm* hay chuyển giao giữa các cell là chuyển giao được thực hiện giữa các cell khác nhau, trong đó trạm di động bắt đầu thông tin với một trạm gốc mới mà vẫn chưa cắt thông tin với trạm gốc cũ. Chuyển giao mềm chỉ có thể được thực hiện khi cả trạm gốc cũ lẫn trạm gốc mới đều làm việc ở cùng một tần số. MS thông tin với 2 sector của 2 cell khác nhau (chuyển giao 2 đường) hoặc với 3 sector của 3 cell khác nhau (chuyển giao 3 đường).

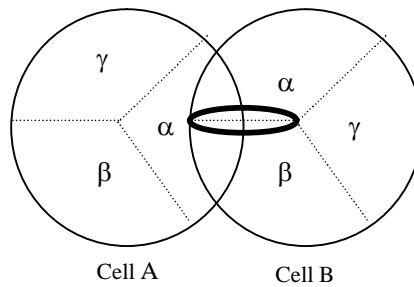
- *Chuyển giao mềm hơn* là chuyển giao được thực hiện khi UE chuyển giao giữa 2 sector của cùng một cell hoặc chuyển giao giữa 2 cell do cùng một BS quản lý. Đây là loại chuyển giao trong đó tín hiệu mới được thêm vào hoặc xóa khỏi tập tích cực, hoặc thay thế bởi tín hiệu mạnh hơn ở trong các sector khác nhau của cùng BS.

Trong trường hợp chuyển giao mềm hơn, BS phát trong một sector nhưng thu từ nhiều sector khác nhau. Khi cả chuyển giao mềm và chuyển giao mềm hơn được thực hiện đồng thời, trường hợp này gọi là chuyển giao mềm - mềm hơn.

- *Chuyển giao mềm - mềm hơn*: MS thông tin với hai sector của cùng một cell và một sector của cell khác. Các tài nguyên mạng cần cho kiểu chuyển giao này gồm tài nguyên cho chuyển giao mềm hai đường giữa cell A và B cộng với tài nguyên cho chuyển giao mềm hơn tại cell B.



Hình 2.18 Chuyển giao mềm



Hình 2.19 Chuyển giao mềm - mềm hơn.

2.8.3.2 Chuyển giao cứng:

Chuyển giao cứng được thực hiện khi cần chuyển kênh lưu lượng sang một kênh tần số mới. Các hệ thống thông tin di động tổ ong FDMA và TDMA đều chỉ sử dụng phương thức chuyển giao này.

Chuyển giao cứng dựa trên nguyên tắc “cắt trước khi nối” (Break Before Make) có thể được chia thành: chuyển giao cứng cùng tần số và chuyển giao cứng khác tần số. Trong quá trình chuyển giao cứng, kết nối cũ được giải phóng trước khi thực hiện kết nối mới. Do vậy, tín hiệu bị ngắt trong khoảng thời gian chuyển giao. Tuy nhiên, thuê bao không có khả năng nhận biết được khoảng ngừng đó. Trong trường hợp chuyển giao cứng khác tần số, tần số sóng mang của kênh truy cập vô tuyến mới khác so với tần số sóng mang hiện tại.

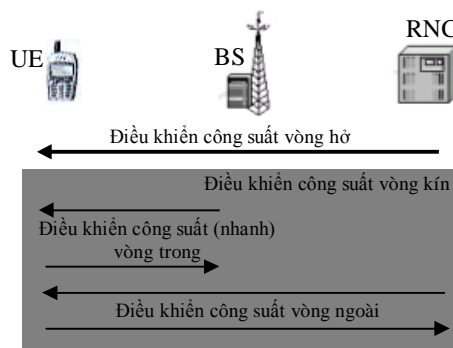
Nhược điểm của chuyển giao cứng là có thể xảy ra rớt cuộc gọi do chất lượng của kênh mới chuyển đến trở nên quá xấu trong khi kênh cũ đã bị cắt.

2.9 Điều khiển công suất:

Trong WCDMA, điều khiển công suất được thực hiện cho cả đường lên lẫn đường xuống. Về cơ bản, điều khiển công suất đường xuống có mục đích nhằm tối thiểu nhiễu đến các cell khác và bù nhiễu do các cell khác gây ra cũng như nhằm đạt được mức SNR yêu cầu. Tuy nhiên, điều khiển công suất cho đường xuống không thực sự cần thiết như điều khiển công suất cho đường lên. Hệ thống WCDMA sử dụng công suất đường xuống nhằm cải thiện tính năng hệ thống bằng cách kiểm soát nhiễu từ các cell khác.

Điều khiển công suất đường lên tác động lên các kênh truy nhập và lưu lượng. Nó được sử dụng để thiết lập đường truyền khi khởi tạo cuộc gọi và phản ứng lên các thăng giáng tổn hao đường truyền lớn. Mục đích chính của điều khiển công suất đường lên nhằm khắc phục hiệu ứng xa-gần bằng cách duy trì mức công suất truyền dẫn của các máy di động trong cell như nhau tại máy thu trạm gốc với cùng một QoS. Do vậy việc điều khiển công suất đường lên là thực hiện tinh chỉnh công suất truyền dẫn của máy di động. Hệ thống WCDMA sử dụng hai phương pháp điều khiển công suất khác nhau (xem hình 2.32):

- Điều khiển công suất vòng hở (OLPC).
- Điều khiển công suất (nhạy) vòng kín (CLPC).
 - Điều khiển công suất vòng trong.
 - Điều khiển công suất vòng ngoài.



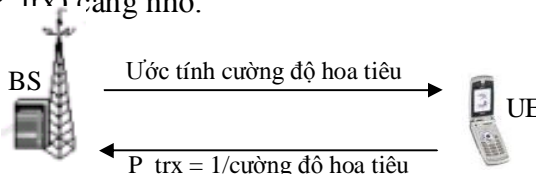
Hình 2.20 Các cơ chế điều khiển công suất của WCDMA.

2.9.1 Điều khiển công suất vòng hở (OLPC):

Một phương pháp điều khiển công suất là đo sự điều khuếch (AGC-Automatic Gain Control) ở máy thu di động. Trước khi phát, trạm di động giám sát tổng công suất thu được từ trạm gốc. Công suất đo được cho thấy tổn hao đường truyền đối

với từng người sử dụng. Trạm di động điều chỉnh công suất phát của mình tỷ lệ nghịch với tổng công suất mà nó thu được. Có thể phải điều chỉnh công suất ở một dải động lên tới 80 dB. Phương pháp này được gọi là điều chỉnh công suất vòng hở, ở phương pháp này trạm gốc không tham gia vào các thủ tục điều khiển công suất.

OLPC sử dụng chủ yếu để điều khiển công suất cho đường lên. Trong quá trình điều khiển công suất, UE xác định cường độ tín hiệu truyền dẫn bằng cách đo đặc mức công suất thu của tín hiệu hoa tiêu từ BS ở đường xuống. Sau đó, UE điều chỉnh mức công suất truyền dẫn theo hướng tỷ lệ nghịch với mức công suất tín hiệu hoa tiêu thu được. Do vậy, nếu mức công suất tín hiệu hoa tiêu càng lớn thì mức công suất phát của UE (P_{tx}) càng nhỏ.



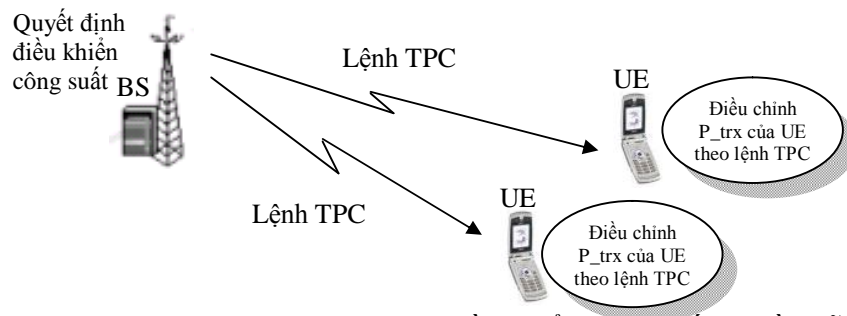
Hình 2.32 OLPC đường lên

Việc điều khiển công suất vòng hở là cần thiết để xác định mức công suất phát ban đầu (khi khởi tạo kết nối).

2.9.2 Điều khiển công suất vòng kín (CLPC):

CLPC được sử dụng để điều khiển công suất khi kết nối đã được thiết lập. Mục đích chính là để bù những ảnh hưởng của sự biến đổi nhanh của mức tín hiệu vô tuyến. Do đó, chu kỳ điều khiển phải đủ nhanh để phản ứng lại sự thay đổi nhanh của mức tín hiệu vô tuyến.

Trong CLPC, BS điều khiển UE tăng hoặc giảm công suất phát. Quyết định tăng hoặc giảm công suất phụ thuộc vào mức tín hiệu thu SNR tại BS. Khi BS thu tín hiệu từ UE, nó so sánh mức tín hiệu thu với một mức ngưỡng cho trước. Nếu mức tín hiệu thu được vượt quá mức ngưỡng cho phép, BS sẽ gửi lệnh điều khiển công suất phát (TPC) tới UE để giảm mức công suất phát của UE. Nếu mức tín hiệu thu được nhỏ hơn mức ngưỡng, BS sẽ gửi lệnh điều khiển đến UE để tăng mức công suất phát.



TPC: *Transmit Power Control*: Điều khiển công suất truyền dẫn.

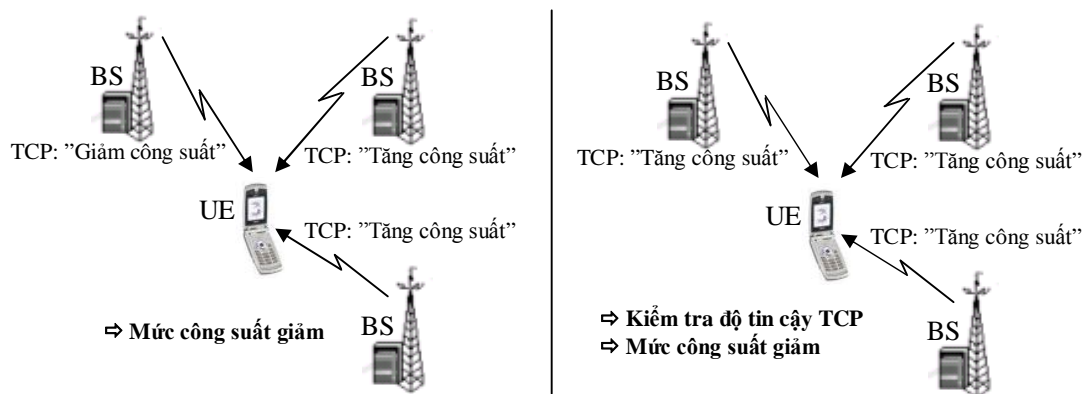
Hình 2.21 Cơ chế điều khiển công suất CLPC.

Các tham số được sử dụng để đánh giá chất lượng công suất thu nhằm thực hiện quyết định điều khiển công suất như: SIR, tỷ lệ lỗi khung-FER, tỷ lệ lỗi bit BER. Cơ chế CLPC nói trên là cơ chế điều khiển công suất vòng trong và đó cơ chế điều khiển công suất nhanh nhất trong hệ thống WCDMA.

2.9.3 Các trường hợp điều khiển công suất đặc biệt:

Ngoài cơ chế điều khiển công suất thông thường, trong WCDMA còn có những trường hợp điều khiển công suất đặc biệt như:

- Điều khiển công suất kết hợp với chuyển giao mềm.
- Điều khiển công suất kết hợp với phân tập vị trí trạm (SSDT).
- Điều khiển công suất ở chế độ nén.



Hình 2.22 Điều khiển công suất kết hợp với chuyển giao mềm.

Ở trạng thái chuyển giao mềm, công suất phát của UE được điều chỉnh dựa trên việc lựa chọn lệnh điều khiển công suất (TPC) phù hợp nhất từ những lệnh điều khiển công suất mà nó nhận được từ các BS có kết nối đến UE đó. UE thực hiện lệnh điều khiển công suất theo nguyên tắc: nếu bất kỳ một lệnh điều khiển công suất nào yêu cầu giảm công suất thì UE sẽ giảm công suất phát của nó. Ngoài ra, nó có thể sử dụng một mức ngưỡng để xác định các lệnh điều khiển tin cậy để dựa vào đó có thể tăng hoặc giảm công suất.

Đối với SSDT dựa trên nguyên tắc: BS có mức tín hiệu mạnh nhất sẽ được lựa chọn là BS truyền dẫn. Sau đó, các BS khác có kết nối đồng thời tới UE sẽ khóa kênh vật lý số liệu dành riêng (DPDCH). Do vậy, công suất phát của UE được điều chỉnh dựa trên lệnh điều khiển công suất của BS có mức tín hiệu mạnh nhất. Phương pháp này có thể giảm can nhiễu đường xuống khi UE ở trạng thái chuyển giao mềm.

Với chế độ nén, hoạt động thu, phát của BS và UE bị ngắt theo một chu kỳ định trước để có thời gian thực hiện đo lường các tần số vô tuyến của các hệ thống khác trong trường hợp chuyển giao giữa các hệ thống. Do vậy, quá trình điều khiển công suất cũng bị ngắt. Khi đó, UE sẽ thực hiện việc tăng hoặc giảm công suất với bước điều chỉnh lớn hơn bình thường để đảm bảo mức SIR phù hợp.

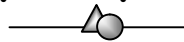
☛ **Kết luận chương 2:**

Trong chương này, chúng ta đã đi vào việc phân tích cấu trúc mạng WCDMA, bao gồm các phần tử mạng truy cập vô tuyến, mạng lõi; chức năng của các phần tử, các giao diện mạng, mô hình giao thức phân lớp của hệ thống UMTS - cơ sở cấu trúc hệ thống cho WCDMA.

Từ việc hiểu về cấu trúc mạng, chúng ta cũng cần phải quan tâm đến vấn đề sắp xếp các kênh trong UTRAN và phương thức điều chế, trải phổ được sử dụng trong mạng. Lớp vật lý ảnh hưởng lớn đến sự phức tạp của thiết bị về mặt đảm bảo khả năng xử lý bằng tần cơ sở cần thiết ở trạm gốc và trạm đầu cuối. Trên quan điểm dịch vụ các hệ thống thế hệ ba là các hệ thống băng rộng, vì thế không thể thiết kế lớp vật lý chỉ cho một dịch vụ thoại duy nhất mà cần đảm bảo tính linh hoạt cho các dịch vụ tương lai. Ngoài ra cũng đề cập đến giao diện vô tuyến bao gồm chuyển giao và điều khiển công suất. Chuyển giao được khởi đầu và thực hiện mà người sử dụng không có ý định thông tin kênh lưu lượng đồng thời với hai BS. Trong 3G sử dụng công nghệ WCDMA, điều khiển công suất là rất quan trọng nhằm đạt được mức chất lượng nhất định. Song song với quá trình điều khiển công suất cần có chuyển giao mềm để tránh hiệu ứng gần xa và giảm nhiễu giao thoa trong hệ thống. Để điều khiển công suất hoạt động đúng thì UE luôn thử kết nối với BS mà từ BS đó, UE có thể thu được tín hiệu mạnh nhất. Chuyển giao mềm có thể đảm bảo được rằng UE tại mọi thời điểm được kết nối đến tín hiệu mạnh nhất, trong khi chuyển giao cứng không đảm bảo được điều này.

CHƯƠNG 3

QUY HOẠCH MẠNG WCDMA



Việc quy hoạch mạng WCDMA cũng giống như quy hoạch mạng 2G có thể được chia thành 3 pha:

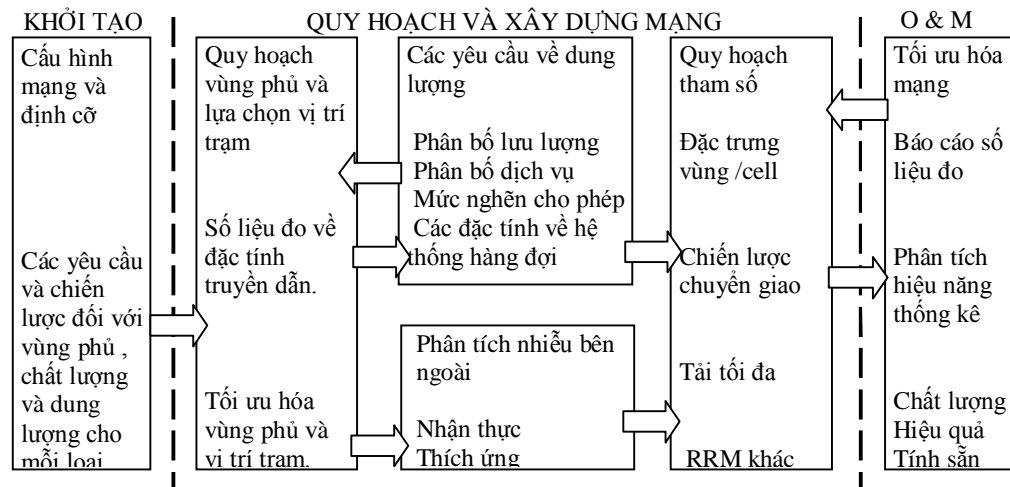
- **Khởi tạo quy hoạch (định cỡ).**
- **Quy hoạch chi tiết mạng.**
- **Vận hành và tối ưu hóa mạng.**

Các hệ thống di động trước đây sử dụng các đường lên và đường xuống đối xứng nhưng ở hệ thống di động 3G, đường lên và đường xuống là bất đối xứng. Do vậy, một trong hai đường sẽ thiết lập giới hạn về dung lượng hoặc vùng phủ sóng. Việc tính toán quỹ đường truyền và phân tích nhiễu không phụ thuộc vào loại công nghệ sử dụng. Trong trường hợp sử dụng công nghệ WCDMA, phân tích nhiễu được sử dụng trong việc tính

toán độ nhạy và tải. Để có thể sử dụng hết khả năng của WCDMA chúng ta cần hiểu rõ giao diện vô tuyến của hệ thống.

Mục đích của pha định cỡ là để ước lượng số lượng các trạm cần sử dụng, cấu hình trạm và số lượng các phân tử mạng để dự báo giá thành đầu tư cho mạng.

Pha quy hoạch chi tiết vùng phủ và dung lượng được thực hiện với sự trợ giúp của công cụ quy hoạch mạng vô tuyến tĩnh. Việc quy hoạch chi tiết có tính đến vị trí thực của các trạm, điều kiện truyền sóng dựa trên bản đồ số và phân bố thực của người sử dụng dựa trên dự đoán lưu lượng. Sau khi quy hoạch chi tiết, ta có thể phân tích vùng phủ, lưu lượng của mạng.



Hình 3.1 Các bước thực hiện quy hoạch mạng.

O & M: Operations and Maintenance: Vận hành và bảo dưỡng.

3.1 Khởi tạo quy hoạch (định cỡ mạng):

Đây là pha khởi tạo của quá trình quy hoạch mạng, liên quan đến việc đánh giá các phân tử mạng và dung lượng của các phân tử này. Định cỡ thực hiện cho cả mạng truy cập vô tuyến lẫn mạng lõi. Mục đích của pha định cỡ là đưa ra dự tính mật độ đài trạm, trạm gốc, cấu hình các phân tử gốc và các phân tử mạng khác trên cơ sở những yêu cầu của nhà khai thác cho một vùng mong muốn để dự báo chi phí dự án và các đầu tư liên quan. Định cỡ phải thực hiện được các yêu cầu về vùng phủ, dung lượng và chất lượng phục vụ.

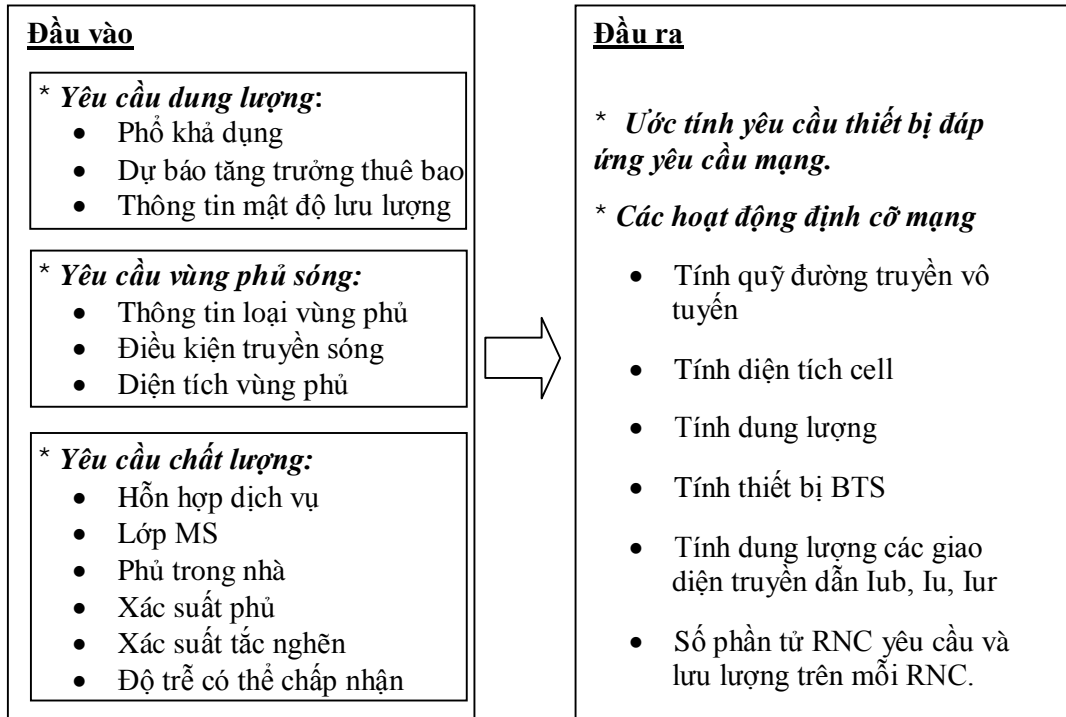
Việc quy hoạch dung lượng và vùng phủ phải được xem xét đồng thời do dung lượng và vùng phủ có quan hệ chặt chẽ với nhau. Khi mạng đi vào hoạt động, có thể tính toán hiệu năng mạng bằng các phép đo và các kết quả đo được sử dụng để hiển thị và tối ưu hóa hiệu năng của mạng.

Phần này trình bày một số bước chính trong quá trình định cỡ mạng truy cập vô tuyến WCDMA:

- Sơ đồ khối quá trình định cỡ mạng.
- Phân tích quỹ năng lượng đường truyền vô tuyến.

- Xác định bán kính và diện tích cell.
- Quy hoạch dung lượng và vùng phủ - lấp tối ưu.

3.1.1 Sơ đồ khối quá trình định cỡ mạng:

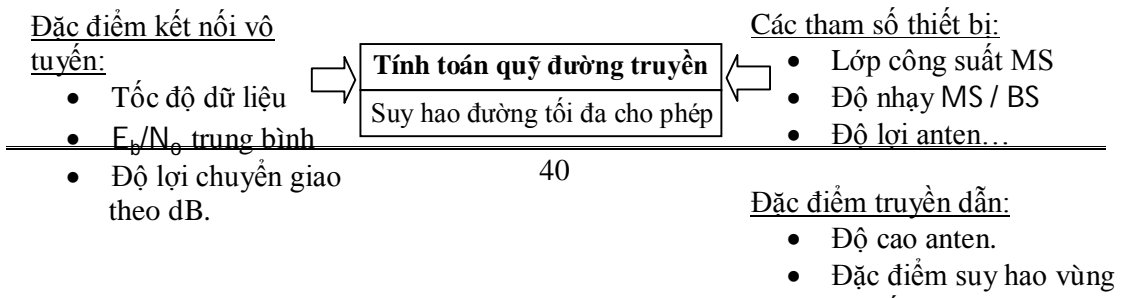


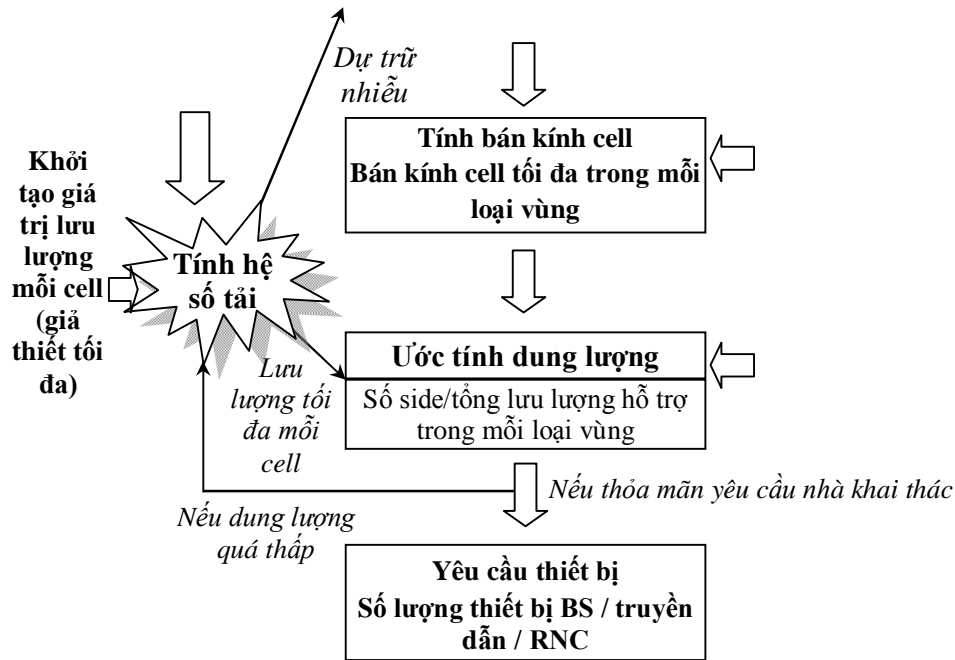
Hình 3.2 Các tham số đầu vào và đầu ra trong quá trình định cỡ mạng WCDMA

Môi trường đa dịch vụ và yêu cầu dung lượng không đối xứng ở đường lên và đường xuống đòi hỏi quá trình định cỡ mạng WCDMA phức tạp hơn so với quá trình định cỡ mạng GSM. Sự khác nhau chính là tính toán quỹ đường truyền và phân tích phủ sóng phải được thực hiện cho từng dịch vụ.

Hơn nữa, dung lượng yêu cầu cũng ảnh hưởng đến dự trữ nhiễu trong tính toán quỹ đường truyền. Do đó dung lượng và vùng phủ phải được xem xét đồng thời trong pha ban đầu của quá trình định cỡ mạng. Đầu vào và đầu ra quá trình định cỡ mạng được mô tả ở hình 3.2.

Phương pháp định cỡ mạng RAN WCDMA dựa trên quá trình phân tích mối liên hệ giữa dung lượng và vùng phủ. Trước tiên, cần tính quỹ năng lượng đường truyền RLB để ước lượng bán kính tối đa của cell. RLB sẽ bao gồm các tham số như: tăng ích của anten, suy hao cáp, độ lợi phân tập, dự trữ fading, dự trữ nhiễu. Đầu ra của phép tính RLB sẽ là suy hao đường truyền tối đa cho phép, giá trị này được sử dụng để xác định bán kính tối đa của cell và do đó quyết định số site yêu cầu.





Hình 3.3 Lược đồ quá trình định cỡ mạng vô tuyến WCDMA.

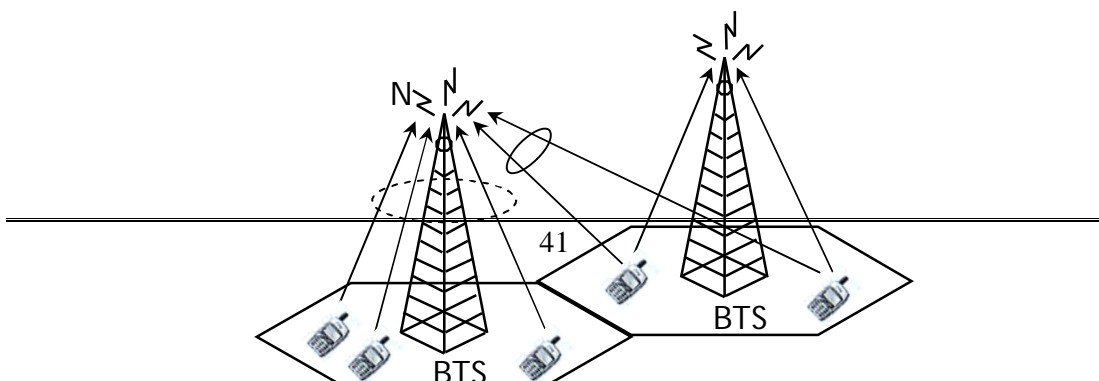
3.1.2 Phân tích quỹ năng lượng đường truyền vô tuyến:

Để xác định vùng phủ cực đại của cell nhà thiết kế phải tính toán tổn hao đường truyền cực đại cho phép đảm bảo cường độ tín hiệu phù hợp ở biên giới cell cho chất lượng tiếng chấp thuận trên 90% vùng phủ. Tổn hao đường truyền cho phép là hiệu số giữa công suất phát xạ hiệu dụng của máy phát và cường độ tín hiệu tối thiểu cần thiết ở máy thu cho chất lượng tiếng chấp thuận. Các thành phần xác định tổn hao đường truyền được gọi là quỹ năng lượng đường truyền (RLB: Radio link budgets).

Quá trình phân tích quỹ năng lượng đường truyền sẽ bao gồm tính quỹ năng lượng đường truyền lên và quỹ năng lượng đường truyền xuống. Nếu xét tại cùng một sóng mang, ở đường lên nhiều đa truy cập MAI (Multiple access Interference : nhiễu đa truy cập) gây ra bởi các thuê bao nội cell và ở các cell kề cận, trong khi ở đường xuống MAI gây ra bởi các trạm gốc kề cận trạm gốc đang khảo sát.

Việc tính toán quỹ đường truyền được sử dụng để xác định bán kính cực đại của cell. Một số tham số được sử dụng riêng cho WCDMA (so với GSM) bao gồm: dự trữ suy hao do nhiễu, dự trữ fading nhanh, độ tăng công suất truyền dẫn và độ lợi chuyển giao mềm.

3.1.2.1 Quỹ năng lượng đường lên:



Dự trữ suy hao do can nhiễu tỉ lệ với lượng tải trong cell. Nếu lượng tải trong cell của hệ thống càng lớn thì lượng dự trữ can nhiễu yêu cầu càng lớn và vùng phủ sóng của cell càng nhỏ.

Việc tính toán đường lên chủ yếu là để xác định công suất phát của MS yêu cầu, từ đó xác định hệ số tải và độ dự trữ nhiễu đường lên. Mô hình phân bố nhiễu tại trạm gốc đường lên được mô tả tổng quát như hình 3.4.

Ta xét một trạm vô hướng ở phương ngang đang phục vụ một tập các MS cho trước. Ta chia các MS thành hai nhóm: các MS đã bật nguồn lại được chia thành 4 nhóm con:

- Tích cực và đang phát (Các MS đang ở chế độ thoại)
- Tích cực nhưng không phát (Các MS không ở chế độ thoại)
- Rỗi và đang phát (Các MS không ở chế độ truy nhập)
- Rỗi nhưng không phát (Các MS không ở chế độ truy nhập)

Ta coi rằng nhiễu ở trạm này ở chế độ truy nhập thường quá nhỏ không đáng lo ngại, có thể xét nó như một nguồn giảm chất lượng và dung lượng hệ thống nào đó. Ta chỉ quan tâm phân tích các MS tích cực. Coi rằng có M MS đang phát ở một thời điểm trước trong cell. Ở môi trường CDMA, đối với mỗi MS có $(M-1)$ nguồn nhiễu đồng kênh. Tại vị trí cell, công suất trung bình nhận được từ MS thứ i là S_{ri}

$$\text{Ta có:} \quad E_b = \frac{S_{ri}}{R} \quad (3.1)$$

R : tốc độ của MS thứ i

Công suất nhiễu của một cell trống là $N = N_0 \cdot B$, B bề rộng băng tần.

$$I_0 = \frac{1}{B} \sum_{i=1}^{M-1} v_f \cdot S_{ri} \quad (3.2)$$

v_f là hệ số tích cực thoại.

Ở (3.2) chúng ta coi rằng công suất điều khiển đường lên và tất cả các tín hiệu phát đi từ MS đến BS với cùng một công suất như nhau: $S_{ri} = S_r$

$$I_t = I_0 + N_0 = \frac{1}{B} \cdot \sum_{i=1}^{M-1} v_f \cdot S_{ri} + N_0 \quad (3.4)$$

$$\text{Từ (3.4) suy ra:} \quad I_t = \frac{(M-1) \cdot v_f \cdot S_r}{B} + N_0 \quad (3.5)$$

Tỷ số tín hiệu trên nhiễu:

$$\frac{E_b}{I_t} = \frac{B}{R} \cdot \frac{S_r}{N_0 \cdot B + (M-1) \cdot v_f \cdot S_r} = G_p \cdot \frac{S_r}{N_0 \cdot B + (M-1) \cdot v_f \cdot S_r} \quad (3.6)$$

Trong đó $G_p = \frac{B}{R}$: độ lợi xử lý.

Ta xác định cường độ tín hiệu S_r như sau:

$$S_r = P_m + G_m + G_b + G_{dv} + G_{sho} - L_p - M_{fade} - L_b - L_{pent} - L_c \quad (3.7)$$

G_m = Hệ số khuếch đại anten của MS (dB)

G_b = Hệ số khuếch đại anten thu của BS (dB)

G_{dv} = Độ lợi phân tập anten BS (dB)

L_b = Tổn hao cơ thể (dB)

G_{sho} = Độ lợi chuyển giao mềm

L_c = Tổn hao cáp nối (dB)

L_p = Tổn hao đường truyền (dB)

L_{pent} = Tổn hao truy nhập xe hoặc toà nhà (dB)

M_{fade} = Dự trữ che tối chuẩn log (dB)

P_m = Công suất phát MS (dB)

Từ (3.6) ta có :

$$M = 1 + G_p \cdot \frac{1}{(E_b/I_t) \cdot v_f} - \frac{N_0 \cdot B}{S_r \cdot v_f} \quad (3.8)$$

$$S_r = \frac{(E_b/I_t) \cdot N_0}{\frac{1}{R} - \frac{(M-1) \cdot v_f \cdot (E_b/I_t)}{B}} \quad (3.9)$$

Nếu ta tính thêm hệ số nhiễu từ các cell lân cận:

$$\frac{E_b}{I_t} = G_p \frac{S_r}{N_0 \cdot B + (M-1) \cdot v_f \cdot S_r \cdot (1+f)}, \quad f \text{ là hệ số nhiễu từ cell khác.}$$

Nếu điều khiển công suất không hoàn hảo ta được :

$$\frac{E_b}{I_t} = G_p \cdot \frac{S_r}{N_0 \cdot B + (M-1) \cdot v_f \cdot \frac{S_r}{\lambda} \cdot S_r \cdot (1+f)} \quad (3.10)$$

λ là hệ số điều khiển công suất không hoàn hảo có giá trị nhỏ hơn 1.

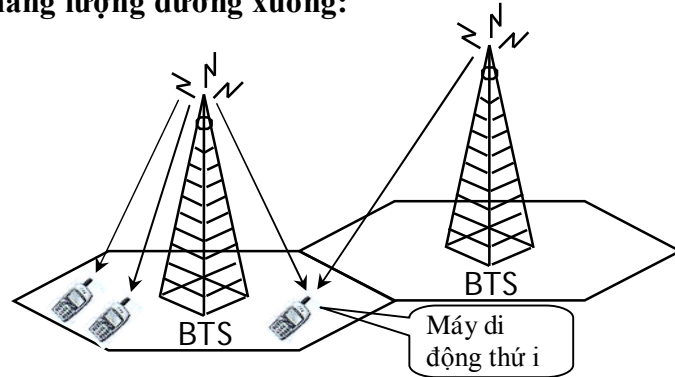
Đối với đường lên, ảnh hưởng của thừa số tải η lên quỹ đường truyền đối với dự trữ nhiễu L (dB) có thể xác định biểu thức :

$$L = 10 \cdot \lg \frac{1}{1-\eta} \quad (3.11)$$

Vì dự trữ nhiễu tăng cùng với η nên vùng phủ sóng của cell sẽ giảm cùng với sự tăng của thừa số tải. Khi tính toán quỹ năng lượng đường truyền cần xét đến tải

lưu lượng không đối xứng. CDMA có thể giảm dung lượng đường lên để được vùng phủ. Điều này là cần thiết vì công suất phát của MS hạn chế tầm phủ cực đại của cell.

3.1.2.2 Quỹ năng lượng đường xuống:



Hình 3.5 Các thành phần nhiễu tại thuê bao di động.

Mô hình phân bố nhiễu tại thuê bao di động đường xuống mô tả trong hình 3.5

Một nét quan trọng của hệ thống CDMA là đóng góp cho việc tăng dung lượng ở đường lên nhờ chuyển giao mềm. Ở mạng CDMA, MS có thể được nhiều cell phục vụ đồng thời. Tuy nhiên tính năng này cùng làm nặng thêm tải cho đường xuống. Vì các cell phải cung cấp dịch vụ cho cùng một MS, nên phải bổ sung tài nguyên cho đường xuống. Hiệu năng đường xuống rất khác với đường lên vì:

- Truy nhập là một đến nhiều thay vì nhiều đến một.
- Đồng bộ và tách sóng nhất quán được giảm nhẹ nhờ sử dụng kênh hoa tiêu chung.
- Nhiễu nhận được từ các nguồn lớn tập chung(các cell) chứ không phải từ các nguồn nhỏ phân bố(các máy di động).

Để đạt được dung lượng cực đại cho đường xuống, cần điều khiển công suất cell sao cho công suất này có thể ấn định cho từng MS theo nhu cầu của nó. Cung cấp công suất nhiều hơn cho MS bị nhiễu cao hơn các cell lân cận. Các MS ở các vùng biên có thể ở chuyển giao mềm, lúc này chúng có thể nhận được công suất từ hai hay nhiều cell. Điều khiển công suất đường xuống được thực hiện bằng cách đo công suất thu được từ các cell đang phục vụ và tổng công suất thu. Thông tin về hai giá trị này được phát đến các cell phục vụ.

Đối với đường xuống, một hệ số chất lượng được định nghĩa cho các kênh khác nhau. Hệ số chất lượng là hiệu số giữa $(E_b/I_t)_r$ thu được và $(E_b/I_t)_{sp}$ quy định. Độ dư trữ an toàn đường truyền cho từng kênh ở đường xuống được định nghĩa như sau:

$$M_{ht} = (E_c/I_t)_r - (E_c/I_t)_{sp} > 0 \quad (3.12)$$

$$M_{ll} = (E_b/I_t)_r - (E_b/I_t)_{sp} > 0 \quad (3.13)$$

$$M_{db} = (E_b / I_t)_r - (E_b / I_t)_{sp} > 0 \quad (3.14)$$

$$M_{tg} = (E_b / I_t)_r - (E_b / I_t)_{sp} > 0 \quad (3.15)$$

Trong đó ht, ll, db, tg ký hiệu cho: hoa tiêu, lưu lượng, đồng bộ, và tìm gọi
r, sp ký hiệu cho thu và quy định

Vì kênh hoa tiêu không mang thông tin nên (E_c / I_t) của kênh hoa tiêu được thay cho (E_b / I_t) . E_c là năng lượng trên chip, tốc độ chip là 1.2288Mchip/s.

Quỹ đường truyền xuống được sử dụng để khẳng định rằng các đại lượng ở các phương trình trên là dương và đủ độ dự trữ cho đường xuống để đảm bảo hoạt động hiệu quả. Để cân bằng đường truyền hoàn hảo, tất cả các thông số độ dự trữ phải bằng 0, nhất là M_{ht} , M_{ll} . Các giá trị đề xuất cho thông quy định (E_c / I_t) , (E_b / I_t) như sau:

-Kênh hoa tiêu: $(E_c / I_t)_{sp} = -15\text{dB}$

-Kênh lưu lượng: $(E_b / I_t)_{sp} = 7\text{dB}$

-Kênh đồng bộ: $(E_b / I_t)_{sp} = 7\text{ dB}$

-Kênh tìm gọi: $(E_b / I_t)_{sp} = 7\text{ dB}$

Ta sử dụng thủ tục sau để xác định các độ dự trữ an toàn

$$P_{tong} = 10 \log(10^{0.1P_{ll}} + 10^{10P_{ht}} + 10^{10P_{db}} + 10^{10P_{tg}}) \quad (3.16)$$

Trong đó P_{tong} = tổng công suất phát xạ hiệu dụng trạm cell (ERP)(dBm)

$$P_{db} = \text{ERP của kênh đồng bộ (dBm)}$$

$$P_{ht} = \text{ERP kênh hoa tiêu (dBm)}$$

$$P_{ll} = \text{ERP kênh lưu lượng (dBm)}$$

$$P_{tg} = \text{ERP kênh tìm gọi (dBm)}$$

$$P(\text{ll/người sử dụng}) = P_{ll} - 10 \lg \alpha_{ch} - 10 \lg M_{tong} \quad (\text{dBm})$$

$$P(\text{ll/người sử dụng}) = \text{ERP kênh lưu lượng (dBm)}$$

α_{ch} hệ số tích cực kênh và $M_{tong} = M(1 + \eta_{co})$ với η_{co} là phần trăm bổ sung kênh lưu lượng cho chuyển giao

Công suất thu tại MS tổng và trên từng kênh từ trạm cell là:

$$P_{r,tong} = P_{tong} - L_{tong} \quad (3.17)$$

$$P_{r,ht} = P_{ht} - L_{tong} \quad (3.18)$$

$$P_{r,(ll)/nguoisudung} = P_{(ll)/nguoisudung} - L_{tong} \quad (3.19)$$

$$P_{r,db} = P_{db} - L_{tong} \quad (3.20)$$

Trong đó $L_{tong} = -G_m + L_c + L_b + L_{pent} + M_{fade} + L_p - G_p$

$$L_p = \text{Tồn hao truyền sóng trung bình giữa trạm cell và MS (dB)}$$

$$L_{pent} = \text{Tồn hao thâm nhập (dB)}$$

$$L_b = \text{Tồn hao cơ thể/ định hướng (dB)}$$

M_{fade} = Tổng hao phí đơ trạm cell (dB)

G_m = hệ số khuếch đại anten MS (dB)

G_b = hệ số khuếch đại anten trạm cell (dB)

Mật độ phổ công suất nhiễu trong cell do các người sử dụng khác cùng cell gây ra được xác định như sau:

$$I_{o-ch} = 10\lg(10^{0.1P_{r,tong}} - 10^{0.1P_{r,ch}}) - 10\lg B \quad (\text{dBm/Hz}) \quad (3.21)$$

Trong đó ch là hoa tiêu, tìm gọi hay lưu lượng/người sử dụng và B là độ rộng băng tần

Mật độ phổ công suất nhiễu ngoài cell gây ra do các người sử dụng từ các cell khác được xác định như sau

$$I_{oc-ch} = I_{o-ch} + 10\lg(1/f_r - 1) \quad (\text{dBm/Hz}), f_r \text{ thừa số tái sử dụng} \quad (3.22)$$

Tổng mật độ phổ công suất nhiễu sẽ là:

$$I_{och} = 10\lg(10^{0.1I_{oc-ch}} + 10^{0.1I_{o-ch}}) \quad (\text{dBm/Hz}) \quad (3.23)$$

Mật độ phổ công suất tạp âm nhiệt là:

$$N_0 = 10\lg(290 \times 1.38 \times 10^{-23}) + N_f + 30 \quad (\text{dBm/Hz}) \quad (3.24)$$

N_f là hệ số tạp âm đối với MS

Năng lượng trên bit cho một kênh là:

$$E_{bch} = P_{r,ch} - 10\lg R_{ch}, R_{ch} \text{ là tốc độ số liệu kênh} \quad (3.25)$$

Ta có
$$\frac{E_{bch}}{N_0 + I_{och}} = P_{r,ch} - 10\lg R_{ch} - 10\lg(10^{0.1N_0} + 10^{0.1I_{och}}) \quad (\text{dB}) \quad (3.26)$$

Từ phương trình (3.26) ta tính được :

$$\left[\frac{E_c}{I_t} \right]_{r,ch} = P_{r,ch} - 10\lg B - 10\lg(10^{0.1N_0} + 10^{0.1I_{och}}) \quad (3.27)$$

$$\left[\frac{E_b}{I_t} \right]_{r,tg} = P_{r,tg} - 10\lg R_{tg} - 10\lg(10^{0.1N_0} + 10^{0.1I_{otg}}) \quad (3.28)$$

$$\left[\frac{E_b}{I_t} \right]_{r,db} = P_{r,db} - 10\lg R_{db} - 10\lg(10^{0.1N_0} + 10^{0.1I_{odb}}) \quad (3.29)$$

$$\left[\frac{E_b}{I_t} \right]_{r,ll} = P_{r,ll} - 10\lg R_{ll} - 10\lg(10^{0.1N_0} + 10^{0.1I_{oll}}) \quad (3.30)$$

3.1.2.3 Độ nhạy máy thu:

Khi tính toán quỹ đường truyền, ta tính đến mức nhiễu của máy thu BS đối với một sóng mang WCDMA. Tỉ số tín hiệu trên nhiễu (SNR) yêu cầu tại máy thu bao gồm: tăng ích xử lý và tổn hao do tải. Công suất tín hiệu yêu cầu (S) phụ thuộc vào SNR yêu cầu, hệ số nhiễu của máy thu và băng tần:

$$S = \text{SNR} \cdot N_0 \cdot B \quad (3.31)$$

$$\text{trong đó: } \text{SNR} = \rho \frac{R}{B(1-\eta)}$$

N_0 : nhiễu nền; B : tốc độ chip; η : hệ số tải của cell.

ρ : Mức E_b/N_0 yêu cầu

3.1.2.4 Độ lợi chuyển giao mềm và giới hạn hiệu ứng che tối:

Khi tính toán quỹ đường truyền, ta có tổn hao đẳng hướng cực đại cho phép và lấy giá trị đó trừ đi độ dự trữ fading chậm (liên quan đến xác suất phủ). Khi ước lượng xác suất phủ, phải thiết lập mô hình truyền sóng và độ lệch đối với fading loga.

Đối với trường hợp trong nhà, giá trị tổn hao trong nhà điển hình là khoảng 15÷20dB và độ lệch khi tính toán dự trữ fading loga là 10 ÷12dB.

Đối với trường hợp ngoài trời, giá trị độ lệch điển hình là khoảng 6÷8dB và hệ số truyền dẫn thông thường từ 2,5÷4. Xác suất yêu cầu là 90÷95%, xác suất này tương ứng với độ dự trữ fading từ 7÷8dB. Đối với trường hợp một cell, ta có xác suất vùng phủ như sau:

$$F_u = \frac{1}{2} \left[1 - \text{erf}(a) + \exp\left(\frac{1-2ab}{b^2}\right) \left(1 - \text{erf}\left(\frac{1-ab}{b}\right)\right) \right] \quad (3.32)$$

$$\text{trong đó: } a = \frac{x_0 - P_r}{\sigma\sqrt{2}}; \quad b = \frac{10.n}{\sigma\sqrt{2}} \text{ lge}$$

P_r : mức tín hiệu thu ở rìa cell.

n : hệ số truyền dẫn.

x_0 : ngưỡng tín hiệu trung bình

σ : độ lệch của cường độ trường; erf: hàm số lỗi.

Trong mạng di động WCDMA, vùng phủ của các cell chồng lấn lên nhau và một thuê bao có thể kết nối đến nhiều cell ngoài cell đang phục vụ cho thuê bao đó. Trong thực tế tín hiệu từ hai trạm gốc khác nhau không hoàn toàn tương quan, do vậy độ lợi chuyển giao mềm thấp hơn so với tính toán.

3.1.3 Xác định bán kính và vùng phủ sóng cell:

Trước tiên, dựa vào các tham số của RLB để xác định suy hao đường truyền tối đa cho phép. Khi đó, dễ dàng tính được bán kính cell nếu biết được mô hình truyền sóng áp dụng với môi trường đang khảo sát

Ví dụ quỹ đường truyền đường lên cho dịch vụ dữ liệu thời gian thực 144 kbit/s (3km/h)			
Công suất phát T_x cực đại [W]	0,25	E_b/N_0 yêu cầu [dB]	1,5
Tăng ích anten phát [dBi]	2,0	Độ nhạy máy thu [dBm]	-113,0
Suy hao cơ thể của MS ở đường lên [dB]	0,0	Tăng ích anten RX [dB]	18,0
EIRP phát mỗi kênh [dBm]	26,0	Suy hao cáp của BS [dB]	2,0
Mật độ phổ tạp âm nhiệt [dBm/Hz]	-174,0	Xác suất phủ [%]	80%
Hệ số tạp âm máy thu trạm gốc [dB]	5,0	Dự trữ fading nhanh [dB]	4,0
Mật độ phổ tạp âm máy thu [dBm/Hz]	-169,0	Hằng số fading chuẩn log [dB]	12,0
Công suất tạp âm máy thu [dBm]	-103,2	Hệ số mũ mô hình truyền sóng	3,52
Dự trữ nhiễu	3,0	Tổn hao đường truyền cực đại	151,0
Công suất nhiễu ở máy thu [dB]	-103,2	Dự trữ fading chuẩn log [dB]	4,2
Tổng tạp âm hiệu dụng cộng nhiễu [dBm]	-100,2	Độ lợi chuyển giao mềm [dB], đa cell	2,0
Độ lợi xử lý [dB]	14,3	Tổn hao trong nhà [dB]	15,0
Tổn hao đường truyền cho phép đối với vùng phủ của cell [dB]			139,9

Bảng 3.1 Ví dụ tính toán năng lượng truyền sóng đường lên.

Từ quỹ đường truyền trên (xem bảng 3.7), bán kính cell có thể tính toán cho các mô hình truyền dẫn cho trước, ví dụ mô hình Hata-Okumura hoặc mô hình UMTS dành cho kênh người đi bộ và kênh phương tiện. Mô hình truyền sóng mô tả sự truyền dẫn tín hiệu trung bình trong môi trường đó và tính suy hao đường truyền cực đại cho phép theo dB thành bán kính cell cực đại theo km. Ví dụ cho mô hình Hata-Okumura, cho cell macro thành thị với độ cao anten trạm di động 1,5m và tần số sóng mang là $f = 2\text{GHz}$.

$$L = 158,235 - 13,82 \cdot \lg h_{BS} + [44,9 - 6,55 \lg h_{BS}] \cdot \lg r \quad (3.33)$$

Trong đó, L là suy hao đường truyền cực đại (dB), h_{BS} là độ cao anten trạm gốc, r là bán kính cell (km).

Sau khi tính được kích thước cell, dễ dàng tính được diện tích vùng phủ với chú ý diện tích vùng phủ phụ thuộc vào cấu hình phân đoạn trạm gốc. Diện tích vùng phủ đối với một cell có cấu trúc lục giác đều được tính như sau:

$$S = K \cdot r^2 \quad (3.34)$$

Trong đó: S là diện tích vùng phủ, r là bán kính cực đại cell, K là hằng số. Bảng 3.8 liệt kê một số giá trị của K.

Cấu hình trạm	Omni	2-sector	3-sector	6-sector
K	2,6	1,3	1,95	2,6

Bảng 3.2 Các giá trị K sử dụng cho tính toán vùng phủ sóng.

3.1.4 Quy hoạch dung lượng và vùng phủ - lập tối ưu:

Khi đã xác định được vùng phủ của cell, ta sẽ xác định được lưu lượng được phục vụ bởi cell đó (dựa trên tham số mật độ thuê bao của từng dịch vụ trong vùng). Công cụ quy hoạch sẽ hỗ trợ việc tối ưu các cấu hình vùng phủ, chọn anten, hướng anten và vị trí đặt đài trạm để đáp ứng chất lượng dịch vụ, dung lượng và các yêu cầu dịch vụ với giá thành thấp.

Tuy nhiên, việc tính toán RLB của hệ thống RAN WCDMA phức tạp hơn so với hệ thống dựa trên TDMA. Đó là việc phân tích kết hợp vùng phủ sóng và dung lượng ngay cả ở bước khởi tạo của quá trình định cỡ. Do đó, nhà khai thác cần phải biết khá chính xác sự phân bố và khả năng tăng trưởng của thuê bao, vì chúng ảnh hưởng trực tiếp tới vùng phủ. Số lượng sóng mang, số lượng sector, tải, số người sử dụng, tất cả chúng sẽ ảnh hưởng tới kết quả cuối cùng. Việc nắm rõ thông tin về dung lượng còn có tác dụng đảm bảo tiết kiệm chi phí đầu tư phần cứng trong quá trình quy hoạch triển khai mạng lưới WCDMA.

Để tính toán dung lượng, ta sử dụng một số định nghĩa sau :

- Đơn vị lưu lượng Erlang: Một đơn vị lưu lượng Erlang là một mạch thông tin hoạt động trong một giờ.

- Cấp phục vụ (G_0S): Đại lượng biểu thị số % cuộc gọi không thành công đối với hệ thống tiêu hao còn trong hệ thống đợi G_0S là số % thuê bao thực hiện sự gọi trở lại.

- Hệ thống thông tin hoạt động theo kiểu tiêu hao: Giả thiết về hệ thống mà các thuê bao không hề gọi lại khi cuộc gọi không thành công.

- Hệ thống thông tin hoạt động theo kiểu đợi: Giả thiết về hệ thống mà các thuê bao sẽ kiên trì gọi lại cho đến khi thành công.

Lưu lượng của một thuê bao A được tính theo công thức sau:

$$A = \frac{nT}{3600} \quad (3.35)$$

Trong đó :

A : lưu lượng của thuê bao.

n : số trung bình các cuộc gọi trong một giờ.

T : thời gian trung bình của một cuộc gọi (s).

Lưu lượng Erlang cần cho một thuê bao được tính như sau :

$$E_{CCH} = \frac{mt_u}{3600} \quad (3.36)$$

Trong đó :

m : Số lần thuê bao sử dụng kênh điều khiển.

t_u : Thời gian sử dụng trung bình của thuê bao đối với kênh điều khiển

Ứng với số kênh điều khiển là N_{CCH} , tra bảng ta sẽ có tổng dung lượng Erlang cần thiết là E_{tot} . Tổng số thuê bao được phục vụ được tính như sau :

$$S_{total} = \frac{E_{tot}}{E_{CCH}} \quad (3.37)$$

Để phục vụ S_{total} thuê bao, ta tính được tổng lưu lượng Erlang cần thiết theo công thức :

$$C_{Erl} = \frac{S_{total}}{A} \quad (3.38)$$

Từ giá trị C_{Erl} tra bảng ta sẽ tính được tổng số kênh cần thiết.

Với những đặc thù và tính mới mẻ của hệ thống WCDMA, để xây dựng một bài toán tối ưu trong quá trình định cỡ là rất khó do phụ thuộc nhiều tham số khác nhau, ngay cả thông tin dự báo về nhu cầu dung lượng chỉ mang tính tương đối. Do vậy, chúng ta chỉ xem xét bài toán gần tối ưu và đây là một quá trình lặp. Ở bước lặp, khởi tạo, hệ số tải được giả thiết là tối đa 75% (giá trị tối đa trên thực tế), sau đó nó sẽ được giảm dần để cân bằng với hệ số tải thực tế. Khi hệ số tải đạt được khoảng (20-30)% sẽ là giá trị tốt nhất.

3.1.5 Định cỡ RNC(Radio network Control)

Hầu hết các mạng di động đều rất lớn, do vậy một bộ điều khiển mạng vô tuyến RNC không có khả năng xử lý lưu lượng trong toàn mạng. Vì vậy, mạng được chia thành các khu vực, mỗi khu vực đặt dưới sự quản lý của một RNC. Mục tiêu của việc định cỡ RNC là xác định số RNC cần để xử lý một lưu lượng nhất định. Có một số nhân tố ảnh hưởng đến dung lượng của RNC như sau:

- Số lượng cell cực đại (một cell được xác định bằng một tần số và một mã ngẫu nhiên hóa).
- Số lượng BTS cực đại của một RNC.
- Lưu lượng cực đại tại giao diện Iub.
- Số lượng và loại giao diện (ví dụ: STM-1, E1).

Ví dụ về dung lượng của một RNC với các cấu hình khác nhau:

Cấu hình	Lưu lượng Iub (Mbps)	Số BTS	Số cell	Các giao diện khác	
				STM-1	E1
1	48	128	384	4*4	6*16
2	85	192	576	4*4	8*16
3	122	256	768	4*4	10*16
4	159	256	960	4*4	12*16
5	196	384	1152	4*4	14*16

Bảng 3.3 Ví dụ về dung lượng của một RNC.

Số lượng RNC cần thiết để kết nối đến một số cell nhất định có thể được tính theo công thức sau:

$$numRNCs = \frac{numCells}{cellsRNC \cdot fillrate_1} \quad (3.39)$$

trong đó:

numCells: số lượng cell của vùng đang thực hiện việc định cỡ.

cellsRNC: số lượng cell cực đại mà RNC có khả năng hỗ trợ.

fillrate_1: hệ số sử dụng để dự phòng cho dung lượng cực đại.

Số lượng RNC cần thiết để kết nối đến một số BTS nhất định có thể được tính theo công thức sau:

$$numRNCs = \frac{numBTSs}{btsRNC \cdot fillrate_2} \quad (3.40)$$

trong đó:

numBTSs: số BTS trong khu vực cần định cỡ.

btsRNC: số BTS cực đại có thể kết nối đến RNC.

fillrate_2: hệ số sử dụng để dự phòng cho dung lượng cực đại.

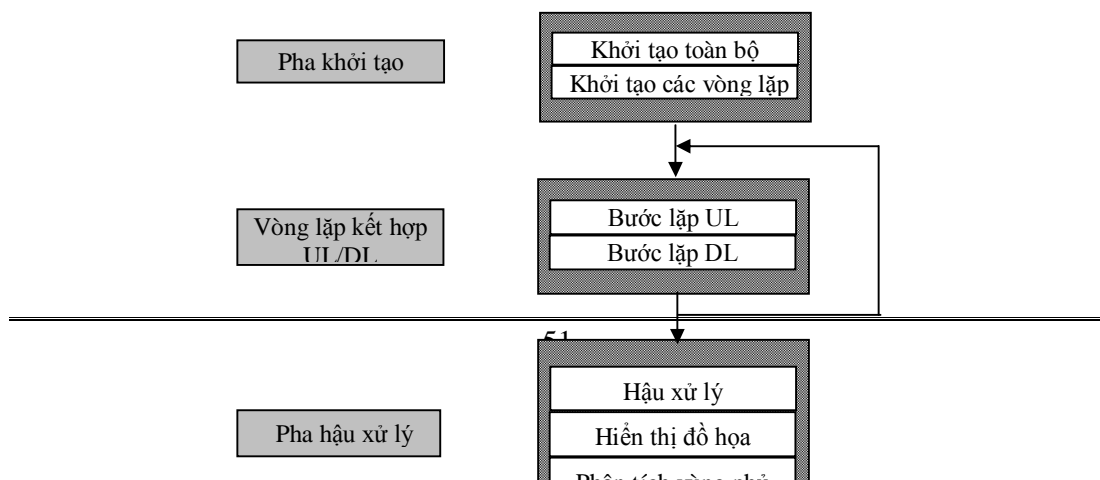
Dựa trên dung lượng dự tính, có nhiều phương pháp định cỡ RNC như sau:

- Lưu lượng hỗ trợ (giới hạn trên của định cỡ RNC): thể hiện dung lượng thiết bị quy hoạch mạng, thông thường được quy hoạch sao cho nó lớn hơn dung lượng yêu cầu.
- Lưu lượng yêu cầu (giới hạn dưới của định cỡ RNC): là giá trị lưu lượng trung bình thực tế trên toàn mạng.
- Giao diện truyền dẫn Iub: nếu định cỡ RNC để phục vụ N trạm, thì tổng dung lượng của giao diện truyền dẫn Iub phải lớn hơn N lần dung lượng của mỗi trạm.

3.2 Quy hoạch chi tiết:

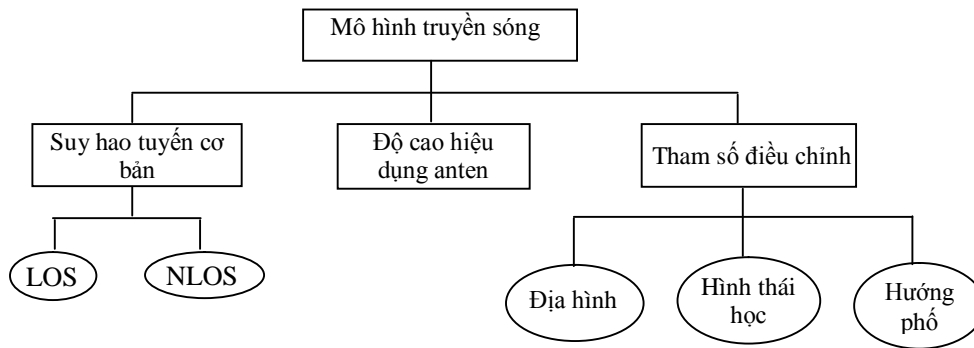
Việc quy hoạch chi tiết được thực hiện sử dụng phần mềm quy hoạch mạng. Ở đây, ta phân tích phần mềm mô phỏng tính, cho nên mặc dù thực tế các thuê bao không di động tuy nhiên các thuê bao có các tốc độ khác nhau.

Chương trình mô phỏng gồm có 3 phần cơ bản: Phần khởi tạo, phân tích tổng hợp đường lên và đường xuống, và phần hậu xử lý.



3.2.1 Pha khởi tạo:

3.2.1.1 Phân tích suy hao đường truyền và các mô hình truyền dẫn:



Hình 3.8 Các thành phần của mô hình truyền sóng.

Trong quá trình quy hoạch mạng, các mô hình truyền dẫn được sử dụng để tính cường độ trường tín hiệu của một máy phát trong vùng tính toán. Trong các cell vĩ mô, giả thiết rằng các máy phát ở trên đỉnh mái nhà và máy thu ở trên mặt đất. Sự truyền lan sóng vô tuyến từ bộ phát đến bộ thu tính toán không đơn giản vì nhiều trở ngại và cấu trúc kênh phức tạp. Trong cell vi mô, việc tính toán đơn giản hơn vì thường chỉ có một ít đường tín hiệu mạnh.

Trong quy hoạch cell vĩ mô, môi trường truyền dẫn phức tạp vì khoảng cách từ máy phát đến máy thu lớn và đường truyền sóng khó xác định. Trong điều kiện đó sử dụng mô hình thực nghiệm hoặc bán thực nghiệm có hiệu quả hơn. Những mô hình này sử dụng các tham số tự do và các hệ số điều chỉnh khác nhau có thể được điều chỉnh bằng số liệu đo. Các mô hình thực nghiệm được sử dụng có hiệu quả trong điều kiện môi trường gần máy phát ít ảnh hưởng đến truyền sóng.

3.2.1.2 Các mô hình truyền dẫn cơ bản:

Phần này giới thiệu 2 mô hình truyền dẫn được sử dụng rộng rãi, đó là mô hình Hata-Okumura và Walfisch-Ikegami. Những mô hình thực nghiệm này là những phương tiện cơ bản cho việc tính toán suy hao truyền dẫn.

3.2.1.2.1 Mô hình Hata-Okumura:

Mô hình Hata-Okumura là quan hệ thực nghiệm được rút ra từ báo cáo kỹ thuật của Okumura cho phép sử dụng các kết quả vào các công cụ tính toán. Báo cáo của Okumura bao gồm một chuỗi các lưu đồ được sử dụng để lập mô hình thông tin vô tuyến. Dựa trên các đo lường được thực hiện bởi Y.Okumura ở Tokyo tại tần số 1920 MHz, các đo lường này vừa khớp với mô hình toán học của M.Hata.

Trong mô hình này, ban đầu suy hao đường truyền được tính bằng cách tính hệ số điều chỉnh Anten cho các vùng đô thị là hàm của khoảng cách giữa trạm gốc, trạm di động và tần số. Hệ số này được đưa vào suy hao không gian tự do. Kết quả được điều chỉnh bằng các hệ số cho độ cao anten trạm gốc và trạm di động. Ngoài ra, các hệ số điều chỉnh được cấp cho hướng phổ, các vùng ngoại ô, các vùng mở và các địa hình không đều.

Các biểu thức toán học được sử dụng trong mô hình Hata-Okumura để xác định tổn hao trung bình L_p :

$$L_p = 69,55 + 26,16 \lg f_c - 13,82 \lg h_b - a(h_m) + (44,9 - 6,55 \lg h_b) \lg r \quad \text{dB} \quad (3.41)$$

trong đó: f_c : tần số hoạt động (MHz); L_p : tổn hao trung bình

h_b : độ cao anten trạm gốc (m); h_m : độ cao anten trạm di động (m)

r : bán kính cell (khoảng cách từ trạm gốc) (km)

$a(h_m)$: hệ số hiệu chỉnh cho độ cao anten di động (dB)

Dải thông số sử dụng được cho mô hình Hata là:

$$150 \leq f_c \leq 1500 \text{ MHz}; 30 \leq h_b \leq 200 \text{ m}; 1 \leq h_m \leq 10 \text{ m}; 1 \leq r \leq 20 \text{ km.}$$

$a(h_m)$ tính như sau:

☞ Đối với thành phố nhỏ và trung bình:

$$a(h_m) = (1,11 \lg f_c - 0,7)h_m - (1,56 \lg f_c - 0,8) \text{dB} \quad (3.42)$$

☞ Đối với thành phố lớn:

$$a(h_m) = 8.29(\lg 1,54h_m)^2 - 1,1 \text{ dB} \quad f_c \geq 200 \text{ MHz} \quad (3.43)$$

$$\text{hay: } a(h_m) = 3,2(\lg 11,75h_m)^2 - 4,97 \text{ dB} \quad f_c \geq 400 \text{ MHz} \quad (3.44)$$

Như vậy bán kính cell được tính :

$$\lg r = \frac{[L_p - 69,55 - 26,16 \lg f_c + 13,82 \lg h_b + a(h_m)]}{44,9 - 6,55 \lg h_b} \quad (3.45)$$

☞ Vùng ngoại ô:

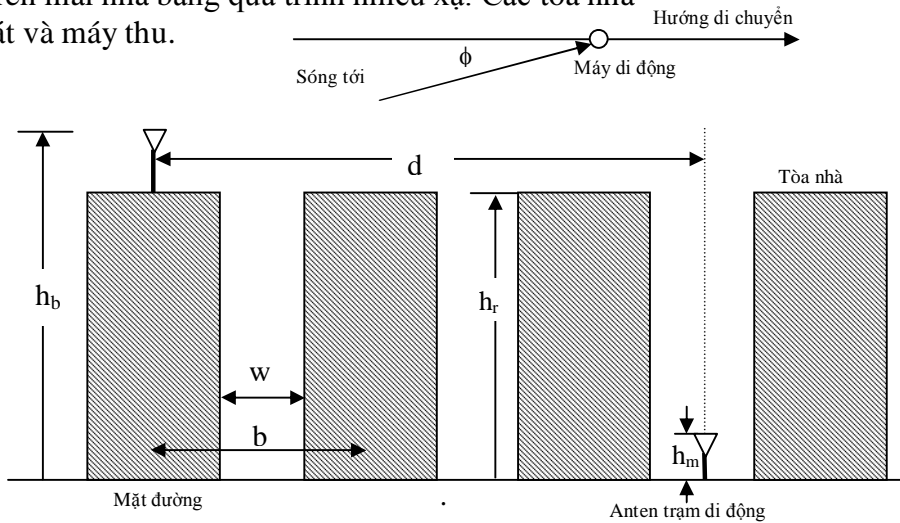
Với vùng ngoại ô hệ số hiệu chỉnh suy hao so với vùng thành phố là:

$$L_{no} = L_p - 2 \left[\lg \left(\frac{f_c}{28} \right)^2 - 5,4 \right] \text{ (dB)} \quad (3.46)$$

3.2.1.2.2 Mô hình Walfisch - Ikegami:

+ Mô hình Walfisch-Ikegami (hay COST 231) được sử dụng để đánh giá tổn hao đường truyền ở môi trường thành phố cho hệ thống thông tin tổ ong (cellular) ở dải tần 800-2000 MHz. Mô hình này đã được sử dụng ở châu Âu cho hệ thống GSM và một số mô hình truyền hình ở Mỹ. Mô hình Walfisch-Ikegami chứa 3 phần tử: tổn hao không gian tự do; nhiễu xạ mái nhà-phố và tổn hao tán xạ; tổn hao do nhiều vật chắn.

+ Mô hình Walfisch-Ikegami dựa vào giả thiết rằng sự truyền lan sóng được truyền trên mái nhà bằng quá trình nhiễu xạ. Các tòa nhà nằm trên đường thẳng giữa máy phát và máy thu.



Hình 3.9 Các tham số trong mô hình Walfisch-Ikegami

Các biểu thức sử dụng cho mô hình này như sau:

$$L_p = L_f + L_{rts} + L_{msd} \tag{3.47}$$

$$\text{hay } L_p = L_f \text{ khi } L_{rts} + L_{msd} \leq 0 \tag{3.48}$$

trong đó: L_f : tổn hao không gian tự do

L_{rts} : nhiễu xạ mái nhà - phố và tổn hao tán xạ

L_{msd} : tổn hao các vật che chắn.

- Tổn hao không gian tự do L_f được xác định:

$$L_f = 32,4 + 20\lg r + 20\lg f_c \quad (\text{dB}) \tag{3.49}$$

- Nhiễu xạ mái nhà - phố và tổn hao phân tán tính như sau:

$$L_{rts} = (-16,7) - 10\lg W + 10\lg f_c + 20\lg \Delta h_m + L_{ori} \quad (\text{dB}) \tag{3.50}$$

trong đó: W : độ rộng phố (m); $\Delta h_m = h_r - h_m$ (m);

$$L_{ori} = \begin{cases} -9,646 & (\text{dB}) & 0 \leq \Phi \leq 55 \text{ (độ)} \\ 2,5 + 0,075(\Phi - 55) & (\text{dB}) & 55 \leq \Phi \leq 90 \text{ (độ)} \end{cases}$$

trong đó: Φ là góc đến so với trục phố.

- Tổng hao các vật che chắn:

$$L_{msd} = L_{bsh} + k_a + k_d \lg r + k_f \lg f_c - 9 \lg b \quad (3.51)$$

trong đó: b : khoảng cách giữa tòa nhà dọc theo đường truyền vô tuyến (m).

$$L_{bsh} = \begin{cases} -18 \cdot \lg(1 + \Delta h_b), & h_b > h_r \\ 0, & h_b < h_r \end{cases}$$

$$k_a = \begin{cases} 54, & (h_b > h_r) \\ 54 - 0,8h_b, & (r \geq 500m, h_b \leq h_r) \\ 54 - 1,6\Delta h_b r, & (r < 500m, h_b \leq h_r) \end{cases}$$

$$k_d = \begin{cases} 18 - \frac{15\Delta h_b}{\Delta h_m}, & h_b \geq h_r \\ 18, & h_b < h_r \end{cases}$$

$$k_f = 4 + 1,5 \left(\frac{f_c}{925} - 1 \right) \text{ với thành phố lớn.}$$

$$k_f = 4 + 0,7 \left(\frac{f_c}{925} - 1 \right) \text{ với thành phố trung bình.}$$

Với trường hợp tia nhìn thẳng (LOS):

$$L_p = 42,6 + 26 \lg r + 20 \lg f_c \quad (3.52)$$

Với trường hợp tia không nhìn thẳng (NLOS):

$$L_p = 32,4 + 20 \lg r + 20 \lg f_c + L_{rts} + L_{msd} \quad (3.53)$$

Như vậy bán kính cell tính theo mô hình Walfisch – Ikegami là :

$$\lg r = \frac{L_p - L_{ori} - L_{bsh} + 10 \lg W - 20 \lg \Delta h_m - k_a + 9 \lg b - (30 + k_f) \lg f_c - 15,7}{(20 + k_d)} \quad (3.54)$$

Dải thông số cho mô hình Walfisch-Ikegami phải thỏa mãn:

$$800 \leq f_c \leq 2000 \text{ MHz}; 4 \leq h_b \leq 50 \text{ m}; 1 \leq h_m \leq 3 \text{ m}; 0,02 \leq r \leq 5 \text{ km}$$

Có thể sử dụng các giá trị mặc định sau cho mô hình:

$$b = 20 \div 50m; W = b/2; \Phi = b/2.$$

Nóc nhà = 3 m cho nóc nhà có độ cao và 0 m cho nóc nhà phẳng.

$$h_r = 3 \times (\text{số tầng}) + \text{nóc nhà}$$

Ta tính toán tổng hao đường truyền từ mô hình Hata và Walfisch-Ikegami theo các số liệu dưới đây và so sánh kết quả:

$$f_c = 880 \text{ MHz}$$

$$h_r = 30 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}
 h_m &= 1,5 \text{ m} & \Phi &= 90 \text{ độ} \\
 h_b &= 30 \text{ m} & b &= 30 \text{ m} \\
 \text{nóc nhà} &= 0 \text{ m} & W &= 15 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Khoảng cách (km)	Tổn hao đường truyền, dB	
	Mô hình Hata	Mô hình Walfisch-Ikegami
1	126,16	139,45
2	136,77	150,89
3	142,97	157,58
4	147,37	162,33
5	150,79	166,01

Bảng 3.4 So sánh tổn hao đường truyền từ mô hình Hata và Walfisch-Ikegami.

Tổn hao đường truyền dự đoán theo mô hình Hata thấp hơn 13-16 dB so với mô hình Walfisch-Ikegami. Tuy nhiên, mô hình Hata bỏ qua ảnh hưởng của độ rộng đường phố, nhiều xạ phổ và các tổn hao tán xạ. Các ảnh hưởng này được xét đến ở mô hình Walfisch-Ikegami.

3.2.2 Lập đường lên và đường xuống:

Ở đây, ta phân tích các phương pháp và thuật toán trong phân tích lập trong pha quy hoạch chi tiết của mạng vô tuyến 3G bao gồm: các yêu cầu đa dịch vụ và QoS , điều khiển công suất phát nhanh ở đường lên và xuống, chuyển giao mềm và mềm hơn, chuyển giao kết hợp, kênh truyền dẫn đa đường, tốc độ của đầu cuối.

Mục đích của quá trình lập đường lên là để cấp phát công suất phát cho trạm di động để mức tạp âm, xuyên âm và các giá trị độ nhạy trạm gốc hội tụ. Các công suất phát trung bình của các trạm gốc tới mỗi trạm di động được xác định sao cho đáp ứng yêu cầu E_b/N_0 tại trạm gốc. Các công suất phát trung bình của các trạm di động dựa trên độ nhạy của các trạm gốc, dữ liệu và tốc độ của trạm di động, các suy hao tuyến tới các trạm di động. Các công suất phát này được so sánh với các công suất cho phép phát của các MS, nếu vượt quá giới hạn này coi như vượt ngưỡng (ngừng thông tin). Sau đó dự tính lại nhiễu, giá trị tải mới và độ nhạy mới cho từng BS được ấn định. Nếu hệ số tải đường lên cao hơn giới hạn được thiết lập, các MS chuyển dịch một cách ngẫu nhiên ở cell có tải cao đến một sóng mang khác hoặc bị vượt ngưỡng.

Một cách để xác định các vấn đề của công nghệ WCDMA trong lập UL là xem chúng phụ thuộc như thế nào vào các BS mà MS được nối tới, để chọn lựa một BS phục vụ tốt nhất. Tương tự UL, mục đích của lập DL là gán công suất phát BS cho mỗi kết nối sử dụng bởi một MS, cho đến khi tất cả các MS nhận tín hiệu.

3.2.3 Hậu xử lý - Dự báo vùng phủ mạng và phân tích kênh chung:

Phần này sẽ thực hiện việc đánh giá xác suất vùng phủ và phân tích các kênh chung và riêng trong UMTS:UL DCH, DL DCH, P-CPICH,BCH, FACH và PCH. Trong tất cả các phân tích được thực hiện với giả thiết trạng thái nhiễu là cố định. Điều này có nghĩa là một phân bố lưu lượng xác định đã được giả thiết và các lập DL và UL đã hội tụ. Một MS kiểm tra được di chuyển qua tất cả các điểm bên trong vùng và tất cả các MS khác đã được phục vụ đang đóng góp vào nhiễu. MS kiểm tra không ảnh hưởng lên trạng thái nhiễu, do đó tỷ số nhiễu cell khác / nội cell sẽ không thay đổi và tổng công suất phát của BS phục vụ vẫn như trước vòng lặp.

3.3 Tối ưu mạng:

Tối ưu mạng là quá trình phân tích cấu hình và hiệu năng mạng nhằm cải thiện chất lượng mạng tổng thể và đảm bảo tài nguyên của mạng được sử dụng một cách có hiệu quả.

Giai đoạn đầu của quá trình tối ưu là định nghĩa các chỉ thị hiệu năng chính. Chúng gồm các kết quả đo ở hệ thống quản lý mạng và số liệu đo thực tế để xác định chất lượng dịch vụ. Với sự giúp đỡ của hệ thống quản lý mạng ta có thể phân tích hiệu năng quá khứ, hiện tại và dự báo tương lai.

Mục đích của phân tích chất lượng mạng là cung cấp cho nhà khai thác một cái nhìn tổng quan về chất lượng và hiệu năng của mạng, bao gồm việc lập kế hoạch về trường hợp đo tại hiện trường và đo bằng hệ thống quản lý mạng để lập báo cáo điều tra. Đối với hệ thống 2G, chất lượng dịch vụ gồm: thống kê các cuộc gọi bị rớt và phân tích nguyên nhân, thống kê chuyển giao và kết quả đo các lần gọi thành công. Còn các hệ thống 3G có các dịch vụ rất đa dạng nên cần đưa ra các định nghĩa mới về chất lượng dịch vụ.

Trong hệ thống thông tin di động thế hệ ba việc tối ưu hóa mạng rất quan trọng vì mạng thế hệ ba cung cấp nhiều dịch vụ đa dạng. Điều chỉnh tự động phải cung cấp câu trả lời nhanh cho các điều khiển thay đổi lưu lượng trong mạng. Trong giai đoạn đầu của quá trình xây dựng mạng WCDMA chỉ có một số thông số là được điều chỉnh tự động và vì thế cần phải duy trì quá trình tối ưu hóa của hệ thống GSM.

☞ Tổng kết chương 3:

Chương này đã trình bày 3 pha trong quá trình quy hoạch mạng WCDMA: Khởi tạo quy hoạch (định cỡ mạng), quy hoạch chi tiết mạng, vận hành và tối ưu hóa mạng. Trong đó, phân định cỡ mạng được phân tích cụ thể và đưa ra sơ đồ khối quá trình định cỡ, cũng như các công thức tính toán, phân tích quỹ năng lượng đường truyền vô tuyến, bán kính và diện tích cell, quy hoạch dung lượng và vùng phủ. Ngoài ra, trong phần quy hoạch chi tiết cũng đã đề cập đến 2 mô hình truyền dẫn cơ bản được sử dụng rộng rãi, đó là mô hình Hata-Okumura và Walfisch-Ikegami. Những mô hình thực nghiệm này là những phương tiện cơ bản cho việc tính toán suy hao đường truyền.

Áp dụng phân lý thuyết quy hoạch mạng WCDMA ở trên để tiến hành quy hoạch cho một vùng đô thị ở Việt Nam, cụ thể trong đồ án này sẽ thực hiện cho thành phố Đà Nẵng

Đơn vị	Năm			
	1999		2004	
	Dân số (Người)	Mật độ (Người/km ²)	Dân số (Người)	Mật độ (Người/km ²)
Thành phố Đà Nẵng	684.846	545,15	763.297	608
Quận Hải Châu	189.297	7863,13	210.267	8.732
Quận Thanh Khê	149.637	16084,81	160.857	17.296
Quận Sơn Trà	99.344	1634,89	113.124	1.861
Quận Ngũ Hành Sơn	41.895	1146,61	50.531	1.384
Quận Liên Chiểu	63.464	763,87	72.712	833
Huyện Hòa Vang	141.209	191,47	155.809	211
Huyện đảo Hoàng Sa

4.1 Mô tả vấn đề:

Chất lượng của một hệ thống vô tuyến WCDMA là kết quả tính toán tối ưu của 3 đặc trưng: vùng phủ sóng, chất lượng dịch vụ và dung lượng phục vụ của hệ thống, ba đặc trưng này có liên hệ chặt chẽ với nhau. Người thiết kế hệ thống có trách nhiệm cân bằng các đặc trưng trên để đạt tối ưu trên lãnh thổ cụ thể. Việc cân bằng này sẽ khác nhau cho từng lãnh thổ khác nhau: vùng trung tâm đô thị, vùng xa trung tâm đô thị, vùng nông thôn, v.v...

- Sử dụng phương trình tính dung lượng cực đường truyền hướng lên và phương trình xác suất tắc nghẽn sẽ cho phép tính gần đúng dung lượng của hệ thống. Tuy nhiên, các phương trình này không có tham số nào kể đến kích thước cell, cự ly giữa các cell, không kể đến hiệu quả chuyên giao mềm.

- Để giải quyết vấn đề trên có 2 mô hình thực nghiệm dựa trên dự đoán các tổn hao truyền sóng như đã trình bày ở chương trước là mô hình Hata-Okumura và Walfisch-Ikegami.

Trong đồ án này sẽ sử dụng mô hình *Walfisch-Ikegami* cho phương án tính toán thiết kế vì mô hình này thích hợp với điều kiện môi trường đô thị Việt Nam.

Vùng phủ sóng sẽ được tính toán dựa trên diện tích cần phủ sóng và bán kính của cell bằng cách áp dụng mô hình *Walfisch-Ikegami* được gọi là điều kiện tối ưu 1. Điều kiện tối ưu 2 là chất lượng dịch vụ và dung lượng phục vụ của hệ thống sẽ tính toán dựa trên phương trình tính dung lượng cực của đường truyền và phương trình xác suất tắc nghẽn. Kích cỡ của hệ thống sẽ là kết quả tối ưu của 2 điều kiện trên.

★ Các thông số khi tính toán thiết kế hệ thống WCDMA:

Cần quan tâm đến các thông số sau:

- Số lượng thuê bao phục vụ.
- Lưu lượng mỗi thuê bao.
- Cấp dịch vụ GoS.
- BHCA (*Busy Hour Call Attempt*): số cuộc thử trong giờ bận

- Phân loại kiểu cuộc gọi:
 - + Phần trăm các cuộc gọi giữa hệ thống và mạng PSTN.
 - + Phần trăm các cuộc gọi trong nội bộ hệ thống.
- Các thông số thiết kế hệ thống vô tuyến:
 - + Tỷ lệ lỗi khung (FER: *Frame Error Rate*) cho phép là bao nhiêu %?
 - + Mức dịch vụ giữa RNC và PSTN (%).
 - + Mức dịch vụ giữa BS và RNC (%)
 - + Kiểu mã hóa
- E_b/N_0 của hướng lên, hướng xuống (dB).
- Hệ số tích cực (%).
- Hiệu quả tái sử dụng tần số.
- Tải của cell (%).
- Dự trữ che khuất (dB).
- Nhiều của tải cell hay hệ số tăng ích của cell (dB).
- Suy hao do ảnh hưởng của vật thể (dB).
- Khuếch đại chuyển giao mềm (SHOF: *Soft handoff*) (dB).
- Suy hao hấp thụ (dB).
- Công suất đầu ra máy phát của BS/MS (dBm).
- Nhiều của BS/MS (dB).
- Suy hao bộ lọc máy phát (dB).
- Hệ số khuếch đại của Anten: Anten của BS và của MS (dB).
- Khuếch đại thu phân tập ở BS (dB).

4.2 Tính toán thiết kế mạng WCDMA cho thành phố Đà Nẵng giai đoạn 2005-2008:

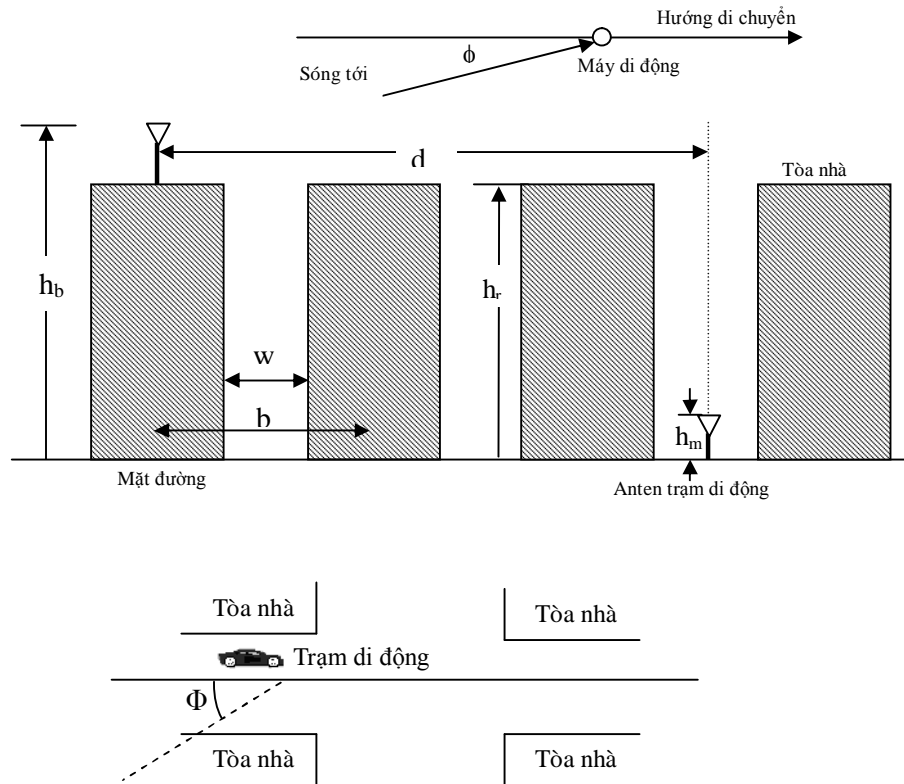
4.2.1 Điều kiện tối ưu tổng thể (tính toán thiết kế sơ bộ):

★ **Điều kiện tối ưu 1: Tính số trạm BS dựa theo bán kính phục vụ của BS và diện tích vùng cần phủ sóng.**

Trong mô hình Walfisch-Ikegami, suy hao đường truyền trong môi trường đô thị của mạng tế bào như hình vẽ 4.3, theo đó, tổng suy hao trên đường truyền L gồm 3 thành phần chính:

suy hao không gian tự do, nhiễu xạ L_{rts} (rooftop-to-street loss), suy hao do che chắn L_{msd} (multiscreen loss).

$$L = \begin{cases} L_f + L_{rts} + L_{msd}, & L_{rts} + L_{msd} \geq 0 \\ L_f, & L_{rts} + L_{msd} < 0 \end{cases} \quad (4.1)$$



Hình 4.2 Mô hình Walfisch-Ikegami.

* **Tính toán với các thông số như sau:**

- Tốc độ bit cho phép (R) : 9,6 Kbps ($9,6 \leq R \leq 2000$ Kbps)
- Tần số làm việc (f) : 880 MHz
- Công suất phát hiệu dụng của BS (P_m) : 36 dBm
- Hệ số tăng ích (khuếch đại) của anten (G_b) : 15 dBi
- Suy hao cáp anten của BS (L_c) : 2,5 dB
- Tạp âm máy thu (F_b) : 5 dB
- Sai số với anten phân tập ở BS (E_b/I_t) : 6.8 dB
- Tạp âm nền của trạm BS (N_0) : -174 dBm/Hz
- Độ rộng đường phố (w) : 15 m
- Khoảng cách giữa các tòa nhà (b) : 35 m
- Độ cao trung bình của tòa nhà (h_r) : 15 m
- Độ cao của anten mobile (h_m) : 1,5 m
- Độ cao trung bình của anten BS (h_b) : 30 m
- Góc tới của tia sóng từ tòa nhà đến mặt đường: $b/2 \approx 20$ độ
- Bán kính cell r (theo mô hình Walfisch-Ikegami): 0,02 – 5 km

* L_f : Suy hao không gian tự do

$$L_f = 32,45 + 20\lg r_{km} + 20\lg f_{MHz} \quad (4.2)$$

Trong đó, r_{km} là bán kính của cell (km)

f_{MHz} là tần số phát của BS (MHz)

* L_{rts} : Suy hao do tán xạ và nhiễu xạ

$$L_{rts} = -16,9 - 10\lg w + 10\lg f_{MHz} + 20\lg(h_r - h_m) + L_{ori} \quad (4.3)$$

Trong đó, w là bề rộng trung bình của các con đường trong khu đô thị (m)

h_r là chiều cao trung bình của các tòa nhà trong khu đô thị (m)

L_{ori} là sai số do tán xạ và nhiễu xạ, được xác định bởi:

$$L_{ori} = \begin{cases} 9,646 & \text{(dB)} & 0 \leq \Phi \leq 55 \text{ (độ)} \\ 2,5 + 0,075(\Phi - 55) & \text{(dB)} & 55 \leq \Phi \leq 90 \text{ (độ)} \end{cases}$$

Với Φ (độ) là góc tạo bởi tia sóng tới mặt đường tại điểm thu sóng, khi $\Phi = 28.25^\circ$ thì $L_{ori} = 0$.

* L_{msd} : Suy hao do che chắn

$$L_{msd} = L_{bsh} + k_a + k_d \lg r_{km} + k_f \lg f_{MHz} - 9\lg b \quad (4.4)$$

Trong đó:

- L_{bsh} là suy hao do che khuất khi anten đặt cao hơn tòa nhà và được xác định bởi:

$$L_{bsh} = \begin{cases} -18\lg(1 + h_b - h_r), & h_b > h_r \\ 0, & h_b \leq h_r \end{cases}$$

Với h_b là chiều cao của anten trạm gốc so với mặt đường.

h_r là chiều cao của nhà so với mặt đường.

- k_a là đại lượng phụ thuộc vào suy hao che chắn L_{msd} và bán kính r_{km} của cell, được xác định bởi:

$$k_a = \begin{cases} 54, & h_b > h_r \\ 54 - 0,8(h_b - h_r), & r_{km} \geq 0,5, h_b \leq h_r \\ 54 - 1,6 r_{km} (h_b - h_r), & r_{km} < 0,5, h_b \leq h_r \end{cases}$$

- k_d là đại lượng phụ thuộc vào suy hao che chắn L_{msd} và độ cao của các tòa nhà tại khu vực đặt anten BS, được xác định bởi:

$$k_d = \begin{cases} 18, & h_b \leq h_r \\ 18 - 15(h_b - h_r) / h_r, & h_b > h_r \end{cases}$$

- k_f là đại lượng phụ thuộc vào mật độ cây (vùng ngoại ô hay thành phố) và tần số f_{MHz} làm việc, được xác định bởi:

$$k_f = \begin{cases} 4 + 0.7(f_{MHz}/925 - 1), & \text{cho vùng ngoại ô} \\ 4 + 1.5(f_{MHz}/925 - 1), & \text{cho vùng thành phố} \end{cases}$$

Từ các công thức (4.1), (4.2), (4.3) và (4.4) ta tính được tổng suy hao đường truyền theo mô hình Walfisch-Ikegami.

Mật khác suy hao đường truyền trung bình được tính như sau:

$$L = P_m - S_m + G_b - L_c \quad (dB) \quad (4.5)$$

Để đảm bảo dự trữ che tối, tổn hao đường truyền = $L - E_c$ (4.6)

Để đảm bảo dự trữ cho tổn hao cơ thể / định hướng và tổn hao tán xạ, tổn hao đường truyền cho phép = $L - E_c - L_{ct} - L_{tx}$ (4.7)

Trong đó, - P_m : công suất hiệu dụng của trạm gốc (dBm)

- G_b : hệ số tăng ích của anten (hệ số khuếch đại) (dBi)

- L_c : suy hao cáp anten thu ở trạm gốc (dB)

- E_c : độ dự trữ che tối (dB)

- L_{ct} : tổn hao cơ thể (dB)

- L_{tx} : tổn hao tán xạ (dB)

- S_m : cường độ tín hiệu tối thiểu yêu cầu (dB) và được xác định bởi:

$$S_m = (E_b)_{\min} + 10 \lg R \quad (dBm)$$

Với R: là tốc độ bit

$(E_b)_{\min}$: năng lượng bit tối thiểu

$$(E_b)_{\min} = N_T + \frac{E_b}{I_t} \quad (dBm/Hz)$$

$\frac{E_b}{I_t}$: sai số với anten phân tập trạm gốc (dBm/Hz)

N_T : tạp âm nhiệt tại trạm gốc (dBm/Hz) $N_T = N_0 + F_b$

N_0 : tạp âm nhiệt nền trạm gốc (dBm/Hz)

F_b : tạp âm nhiệt máy thu (dB)

Từ các công thức (4.1), (4.2), (4.3), (4.4), (4.5), (4.6) và (4.7) ta tính được bán kính của một cell là $r = 4,2195$ km. Dựa vào diện tích vùng cần phủ sóng, ta có được số lượng cell (số trạm BS) dự kiến.

Ta chia diện tích cần phủ sóng thành các hình vuông có đường chéo bằng đường kính của cell ($d = 4,2195 \times 2 = 8,439$ km) liền kề nhau. Như vậy, các hình vuông có cạnh là $8,439/\sqrt{2} \approx 6$ km và số lượng hình vuông chính là số lượng các cell cần thiết.

Như vậy, diện tích cần phủ sóng thành phố Đà Nẵng sẽ bao gồm 2 hình chữ nhật có kích thước lần lượt là $16,8\text{km} \times 6\text{km}$ và $10,6\text{km} \times 22,4\text{km}$. Do đó, số cell cần thiết cho thành phố Đà Nẵng là $\{16,8/6 + (22,4/6) \times 2\}$ tương ứng với 11 cells.

★ Điều kiện tối ưu 2: Tính số trạm BS dựa vào khả năng dung lượng của BS và số lượng thuê bao dự kiến phục vụ.

Tính toán với các thông số như sau:

- BHCA / thuê bao: 2,5 – 3
- Thời hạn trung bình của mỗi cuộc gọi: 60s
- Hệ số tăng ích của anten sector (3 sector): 2,4
- Hệ số chuyển giao mềm: 1,2 – 1,4
- Khả năng lưu thoại của BS/sector được tính toán với các giá trị:

Hệ số tích cực thoại: $\rho = 0,4$

Độ rộng băng tần mã trải phổ WCDMA: $W = 5$ MHz

Giá trị trung bình: $m = \frac{E_b}{N_0} = 7\text{dB}$

Phương sai hiệu chỉnh công suất: $\sigma = 2,5\text{dB}$

Tốc độ dữ liệu: $R = 9.600$ bit/s (nhóm 1)

Tỉ số mật độ nhiễu tổng trên tạp âm nền: $\frac{I_0}{N_0} = 10$

- Khả năng lưu thoại của một sector được tính toán theo dung lượng cực của đường truyền hướng lên. Trong đó, quan hệ giữa xác suất tắc nghẽn và dung lượng của sector trong hệ thống WCDMA nhiều cell là:

$$QoS = Q \left(\frac{\frac{W/R}{\exp(\beta m)} \cdot (1 - \eta) - \left(\left(\frac{\lambda}{\mu} \right) \cdot \rho \exp \left(\frac{(\beta \sigma)^2}{2} \right) [1 + I(\alpha, \delta, r)] \right)}{\sqrt{\left(\frac{\lambda}{\mu} \right) \cdot \rho \exp \left[2(\beta \sigma)^2 \right] \cdot [1 + I(\alpha, \delta, r)]}} \right) \quad (4.8)$$

Trong đó,

λ / μ : lưu lượng muốn truyền hay các cuộc gọi tích cực theo phân bố Poisson.

$$\beta = 0.1 \ln 10:$$

η : giá trị ngưỡng tiền định

α : hệ số lũy thừa

r : bán kính cell

Ta được 25 Erlang/BS/sector ứng với GoS = 2%

► Số cell cần thiết = số sector / độ tăng ích khi chia sector.

- Số sector = (dung lượng * hệ số chuyển giao mềm)/khả năng lưu thoại 1 sector

- Dung lượng = (BHCA/thuê bao) * số thuê bao phục vụ * (thời gian trung bình một cuộc gọi/3600)

Như vậy, số cell cần thiết chính là điều kiện tối ưu của 2 giải pháp trên và được xác định bởi:

$$\text{Max} \{ (\text{số cell}) \text{ điều kiện tối ưu 1}, (\text{số cell}) \text{ điều kiện tối ưu 2} \}$$

Ta có bảng 4.1 tính số lượng sector và cell theo dung lượng của BTS:

Khu vực (quận)	BHCA/sub	Số thuê bao dự kiến phục vụ	Dung lượng cần (Erlang)	Hệ số chuyển giao mềm (SHOF)	Dung lượng kể cả SHOF	Số sector	Số cell (3 sector/cell)
Hải Châu	3	1680	84,00	1,40	117,6	4,7	2
Thanh Khê	3	2580	129,00	1,40	180,6	7,2	3
Sơn Trà	2,5	2150	89,58	1,35	120,94	4,8	2
Ngũ Hành Sơn	2,5	2358	98,25	1,30	127,73	5,1	2
Liên Chiểu	2,5	2100	87,50	1,25	109,38	4,4	2
Hòa Vang	2,5	1750	72,92	1,25	91,15	3,7	2
		12 618			747,4		13

Bảng 4.1 Số sector và số cell tính theo dung lượng của BTS.

→ Số BS cần thiết là $\text{Max} \{ 11, 13 \} = 13$ BS (BS loại sector)

Như vậy, khi qui hoạch mạng W-CDMA từ nay đến năm 2008 cần lắp đặt 13 BS.

4.2.2 Điều kiện tối ưu cho từng trạm (thiết kế chi tiết):

Phần này sẽ tính toán chọn vị trí các trạm BS, lựa chọn cấu hình cho BS và các tham số khác. Để tối ưu hóa về mặt kinh tế, chọn giải pháp đặt các BS tại các vị trí các đài viễn thông của Bưu điện Đà Nẵng để tận dụng tối đa các cơ sở hạ tầng hiện có (nhà trạm, cột anten, nguồn điện, truyền dẫn, v.v...). Tuy nhiên, vị trí các BS phải đảm bảo yêu cầu về dung lượng phục vụ và vùng phục vụ như tính toán ở phần trên.

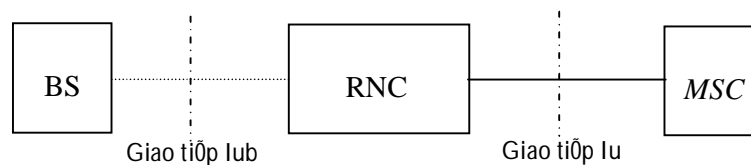
Chọn vị trí đặt các trạm như sau:

1. Quận Hải Châu:
 - Trạm 45 Trần Phú: BS 1/1/1
 - Trạm Duy Tân: BS 1/1/1
2. Quận Thanh Khê:
 - Trạm Đông Tây: BS 1/1/1
 - Trạm Đà Nẵng 2: BS 1/1/1
 - Trạm Phước Tường : BS 1/1/1
3. Quận Sơn Trà:
 - Trạm An Trung: BS 1/1/1
 - Trạm Thọ Quang 2: BS 1/1/1
4. Quận Ngũ Hành Sơn:
 - Trạm Bắc Mỹ An: BS 1/1/1
 - Trạm Non Nước: BS 1/1/1
5. Quận Liên Chiểu:
 - Trạm Hòa Khánh: BS 1/1/1
 - Trạm Liên Chiểu: BS 1/1/1
6. Huyện Hòa Vang:
 - Trạm Hòa Cầm: BS 1/1/1
 - Trạm Miếu Bông: BS 1/1/1

Với số lượng các trạm như trên, dung lượng hệ thống cung cấp là $13\text{cell} \times 3\text{sector} \times 25\text{ Erlang/sector} = 975\text{ Erlang}$, so với dung lượng cần thiết là $747,4\text{ Erlang}$, khi đó hệ số phục vụ (tải xử lý) của hệ thống BS là $747,4 / 975 = 76,6\%$

★ Tính toán số lượng luồng E1 kết nối từ các BS đến RNC:

Sử dụng mô hình kết nối như hình 4.4:



Hình 4.3 Mô hình kết nối đơn giản

Các tham số hệ thống:

- Lưu lượng trung bình/thuê bao: $0,05\text{ Erl}$
- Tải xử lý của hệ thống $< 75\%$
- Số lượng thuê bao tham gia dịch vụ truyền dữ liệu: 20%

- GoS: 2%
- Mobile to PSTN: 35%
- PSTN to Mobile: 35%
- Mobile to Mobile: 30%

Giả sử các thuê bao tại các BS trong một quận phân bố đều và có xác suất chiếm kênh như nhau, các sector có số lượng người dùng như nhau và số người dùng phân bố đều trong mỗi sector.

- *Giao diện giữa BS và RNC*: là giao diện Iub và đường kết nối BS về RNC là E1 (2Mbps), trong đó 3 khe 64kbps dành cho báo hiệu và điều khiển (khe 15, 16, 31), một khe 64kbps dành cho đồng bộ (khe 0), các khe còn 16 Kbps của các khe 64 Kbps, còn lại dành cho kênh lưu lượng [2, 3, 4].

Số kênh một đường E1 có khả năng cung cấp cho giao diện Iub là:

$$(32 - 4) * 64\text{kbps}/16\text{kbps} = 112 \text{ kênh}$$

Số kênh BS phục vụ (tra bảng Erlang B ứng với dung lượng cần thiết cho BS và GoS=2%)

Như vậy, số luồng E1 cần thiết để BS kết nối đến RNC là số kênh BS phục vụ/112 kênh.

- *Giao diện giữa RNC và MSC*: là giao diện Iu và đường kết nối RNC về MSC là E1 (2Mbps). Dung lượng các đường kết nối RNC đến MSC cần thiết là $(1+30\%) \times 747,4 \text{ Erlang} = 971,6 \text{ Erlang}$. Như vậy, số lượng kênh cần thiết là 980 kênh (tra bảng Erlang B ứng với GoS=2%) tương ứng với 32 luồng E1.

Từ đó ta có bảng 4.2 số lượng các luồng E1 cần thiết kết nối như sau:

Khu vực (quận)	Tên trạm	Số thuê bao dự kiến phục vụ	Cấu hình BS	Dung lượng cần kể cả SHOF	Số luồng E1 kết nối từ BS đến RNC	Số luồng E1 kết nối từ RNC đến MSC
Hải Châu	45 Trần Phú	960	1/1/1	67,2	1	
	Duy Tân	720	1/1/1	50,4	1	
Thanh Khê	Đông Tây	1310	1/1/1	91,7	2	
	Đà Nẵng II	690	1/1/1	48,3	1	
	Phước Tường	580	1/1/1	40,6	1	
Sơn Trà	Thọ Quang	980	1/1/1	55,13	1	
	An Trung	1170	1/1/1	65,81	1	
Ngũ Hành Sơn						

	Bắc Mỹ An	1290	1/1/1	69,88	1	
	Non Nước	1068	1/1/1	57,85	1	
Liên Chiểu						
	Liên Chiểu	875	1/1/1	45,57	1	
	Hòa Khánh	1220	1/1/1	63,80	1	
Hòa Vang						
	Hòa Cẩm	1120	1/1/1	58,33	1	
	Túy Loan	630	1/1/1	32,81	1	
Cộng		12 618		747,4	14	32

Bảng 4.2 Số lượng các luồng E1 cần thiết kết nối.

★ Tính toán khả năng phục vụ của BSC:

Hiện tại, hệ thống WCDMA tại Bưu Điện thành phố Đà Nẵng sử dụng 01 BSC, xét năng lực của BSC như bảng sau:

<i>Tham số</i>	<i>Khả năng</i>	<i>Sử dụng</i>
Dung lượng (sub)	40.000	12.328
Traffic (Erl)	36.000	975
Số BTS lớn nhất có thể điều khiển (BTS)	160	13
Số sector lớn nhất có thể điều khiển (sector)	168	36
Khả năng kết nối đến PSTN (E1)	128	15
Khả năng kết nối đến các BTS (E1)	64	32

Như vậy, BSC hiện tại đủ khả năng đáp ứng khi hệ thống mở rộng, không cần bổ sung BSC mới.

☞ Kết luận chương 4:

Chương 4 đưa ra mô hình lý thuyết để tính toán, thiết kế, định cỡ mạng WCDMA cho vùng đô thị Việt Nam, cụ thể là tại thành phố Đà Nẵng với tiêu chí tối ưu hóa về phương diện vùng phủ sóng và dung lượng hệ thống vô tuyến trong giai đoạn 2005-2008. Trong tính toán thiết kế cụ thể này, ngoài việc tối ưu 2 tiêu chí vùng phủ sóng và dung lượng hệ thống còn tính đến việc tối ưu về phương diện kinh tế và dựa trên cơ sở mạng hiện trạng. Đó là định vị vị trí các BS lắp mới tại các đài viễn thông của Bưu Điện Đà Nẵng để tận dụng các cơ sở hạ tầng hiện có (nhà trạm, cột anten, truyền dẫn, nguồn điện,

v.v..) nhằm giảm thiểu chi phí đầu tư. Trong tính toán thực tế, ngoài việc lấy một số tham số của nhà cung cấp thiết bị, một phần lớn các tham số khác còn lấy theo các giá trị điển hình. Điều này dẫn đến kết quả thiết kế dừng ở mức định cỡ mạng sơ bộ. Tuy nhiên, trong thực tế việc triển khai một hệ thống thông tin (lắp mới hoặc mở rộng) luôn cần có thêm bước hiệu chỉnh, tối ưu mạng sau khi lắp đặt, chạy thử dựa trên các kết quả đo đạc thực tế.

Ngoài ra, việc tính toán sử dụng mô hình Walfisch-Ikegami chưa tính đến các tổn hao do lá cây và chưa xét cho môi trường trong nhà (indoor) và kết quả chưa tính cho dịch vụ truyền dữ liệu.