
Techniques et Systèmes de Transmission sans fils

Problème n°2.
Dimensionnement et
planification d'un réseau
cellulaire UMTS

Alexandre Boyer

INSA de Toulouse

Novembre 2011

I. Enoncé du problème

Un opérateur téléphonique souhaite déployer un réseau UMTS sur une large zone du territoire. Avant de démarrer les phases d'installation matérielle, de tests et d'optimisation sur le terrain, il souhaite lancer des études de dimensionnement du réseau, afin d'estimer les coûts en équipements et les bénéfices possibles. Ensuite, l'opérateur souhaite affiner les estimations faites lors du dimensionnement et optimiser certains paramètres de l'interface radio WCDMA. Pour cela, il lance des études de planification sur plusieurs zones test.

1. Dans un premier temps (**du 2 au 23 novembre**), à partir d'une spécification initiale et simplifiée de l'interface radio présentée dans l'annexe A, votre équipe devra effectuer une étude de dimensionnement rapide du réseau pour différents environnements de test, afin d'estimer les performances suivantes pour les liaisons montantes et descendantes :

- la perte de propagation maximale
- la couverture radio (étendue maximale des cellules)
- la capacité de transmission d'information par cellule

2. Dans un second temps (**du 30 novembre au 16 décembre**), votre équipe devra effectuer une étude de planification détaillée du réseau UMTS sur deux zones test, en utilisant l'outil de planification de réseau radio WCDMA NPSW. Les caractéristiques des systèmes dans les cas d'études sont fournies dans l'annexe B. Il vous est demandé d'optimiser les paramètres suivants :

- le nombre de secteurs par site et l'angle d'ouverture des antennes de station de base
- le tilt des antennes
- les puissances à donner aux canaux CPICH, CCPCH et dédiés

de manière à maximiser le taux de couverture et la capacité par site, et réduire le soft handover overhead et les interférences entre cellules.

A l'issue de chacune de ces deux tâches, des fiches de résultats devront être remplies, décrivant les résultats obtenus. Les dates limites pour ces rapports sont données dans le livret étudiant.

Pour vous aider à réaliser cette tâche, les documents suivants vous sont mis à disposition à la bibliothèque ou en ligne sur www.alexandre-boyer.fr :

- H. Holma, A. Toskala, « WCDMA for UMTS – HSPA Evolution and LTE », Wiley, 2006
- H. Sizon, "Propagation des ondes radioélectriques des réseaux terrestres », Techniques de l'ingénieur
- « Universal Mobile Telecommunications System (UMTS); Selection procedures for the choice of radio transmission technologies of the UMTS », ETSI
- Documentation du logiciel NPSW

II. Annexe A - Cahier des charges pour le dimensionnement de l'interface radio WCDMA

Les tableaux suivants listent l'ensemble des caractéristiques des éléments du problème :

- Caractéristiques des stations mobiles
- Caractéristiques des stations de base
- Performances des récepteurs (stations mobiles et stations de base)
- Paramètres WCDMA spécifiques
- Environnements typiques de test
- Service

Caractéristiques générales WCDMA

- Technologie : WCDMA - FDD
- Fréquence = 1885 – 2025 MHz et 2110 – 2200 MHz. On utilisera une fréquence 1950 MHz
- Espacement entre canaux = 5 MHz
- Chip rate = 3.84 Mchips/s
- Thermal noise density = -174 dBm/Hz

Caractéristiques des stations mobiles

| | |
|--------------------------------|--------|
| Puissance de transmission max. | 125 mW |
| Gain antenne | 0 dBi |
| Body loss | 3 dB |
| Noise Figure | 8 dB |

Caractéristiques des stations de base

| | |
|--|--------|
| Puissance de transmission max. | 20 W |
| Noise Figure | 5 dB |
| Gain antenne | 18 dBi |
| Pertes dans les cables | 2 dB |
| Gain de diversité d'antenne (uplink et downlink) | 2.5 dB |

Performances des récepteurs (from 3GPP specifications)

| | Voix | Real time data | Non-real-time data |
|---------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| BLER | 1 % | 10 % | 10 % |
| Débit | 8 Kbits/s | 64 Kbits/s | 144 Kbits/s |
| Eb/No (uplink) | 3.1 dB (statique) | 0.3 dB (statique) | -0.2 dB (statique) |
| | 4.5 dB (3 km/h) | 1.5 dB (3 km/h) | 2 dB (3 km/h) |
| | 5.5 dB (120 km/h) | 2.5 dB (120 km/h) | 3 dB (120 km/h) |
| Eb/No (downlink) | 4.6 dB (statique) | 2.6 dB (statique) | 2.3 dB (statique) |
| | 6.7 dB (3 km/h) | 5.3 dB (3 km/h) | 5.2 dB (3 km/h) |
| | 6.4 dB (120 km/h) | 5 dB (120 km/h) | 4.9 dB (120 km/h) |

Paramètres WCDMA spécifiques

On fixe les hypothèses suivantes :

- Marge d'interférence : de 1 à 10 dB. 3 dB défaut
- Fast fading margin : 3 dB à 3 km/h, 0 dB à 120 km/h
- soft handover gain : 3 dB

Environnements de test

| | Vehicular channel A | Pedestrian channel A | Outdoor to indoor channel A |
|-----------------------|----------------------------|-----------------------------|------------------------------------|
| Type d'environnement | rural, semi-urbain, urbain | semi-urbain, urbain | urbain, indoor |
| Vitesse | 120 km/h | 3 km/h | 3 km/h |
| Log-normal fading | 8 dB | 6 dB | 10 dB |
| Pertes additionnelles | in-car loss = 8 dB | | Pertes de pénétration = 12 dB |

- Rapport interférence autres cellules/interférence cellule $i = 55$ % pour une antenne omnidirectionnelle, 65 % pour une antenne à 3 secteurs.
- Facteur d'orthogonalité dans le canal = 0.6 pour un véhicule, 0.9 pour un piéton.

Service (faire un tableau)

| Application | Voix | Données |
|--------------------|----------------------------------|-------------------|
| Débits | 8 Kbits/s | 64 ou 144 Kbits/s |
| Facteur d'activité | 67 % (uplink) 58 % (downlink) | 100 % |

- On souhaite atteindre une capacité d'au moins 600 Kbits/s en liaison montante et 800 Kbits/s en liaison descendante.
- On suppose que 15 % de la puissance totale d'une station de base est affectée aux canaux communs de contrôle.

III. Annexe B - Cahier des charges pour la planification de l'interface radio WCDMA

1. Données générales

- Fréquence : 2000 MHz
- Nombre de porteuses : 1
- Type d'antenne employée : omnidirectionnelle, 3 secteurs 65°, 3 secteurs 90°, 6 secteurs 65°, 6 secteurs 33°. Toutes les antennes ont un gain similaire de 15 dBi.
- Fichiers d'entrée antenne : omni15.ant, 65deg15.ant, 90deg15.ant, 33deg15.ant
- Tilt autorisé : de 0 à 20 °
- Services testés : 8, 64, 144 KBps
- Taux de couverture attendu, en fonction des services : 98 %, 95 %, 90 %

2. Cas de test 1 - Shinjuku

- 13.5 km², 10 sites. Antennes installées sur les sites existants
- Hauteur des antennes au dessus du sol : 50 m
- modèle canal : ITU vehicular A
- pertes de propagation : fournies sous forme de vecteurs issus d'un logiciel de simulation
- puissance maximale des stations mobiles : 24 dBm
- Puissance maximale des stations de base (total/par lien) : 43 dBm / 40 dBm
- CPICH : 30 dBm max, Ec/Io > -18 dB
- Autres canaux communs : 30 dBm max.
- Soft handover : Window_Add = -4 dB
- Services :

| | Débit | Activité UL / DL | Utilisateurs initiaux |
|-----------------------|----------|------------------|-----------------------|
| Voix | 8 KBps | 50 % / 50 % | 720 |
| Circuit switched data | 64 KBps | 100 % / 100 % | 240 |
| Packet switched data | 144 KBps | 10 % / 100 % | 180 |

- Fichiers d'entrée : Shinjuku.zip