جامعة عين شمس – كلية الهندسة
قسم هندسة الإلكترونيات والاتصالات الكهربية

الهيكل البنائى للنظام العام لخدمات الراديو بالحزم

رسالة
مقدمة للحصول على درجة ماجيستير العلوم فى الهندسة الكهربية
(هندسة الإلكترونيات والاتصالات)

مقدمة من
المهندس / عدلى وجيه عدلى توما

بكالوريوس الهندسة الكهربية (هندسة الإلكترونيات والاتصالات الكهربية)
كلية الهندسة – جامعة عين شمس – 1996

تحت اشراف

الأستاذة الدكتورة / سلوى حسين الرملى

استاذ بقسم هندسة الإلكترونيات والإتصالات
كلية الهندسة – جامعة عين شمس

القاهرة 2006

جامعة عين شمس
كلية الهندسة
قسم هندسة الإلكترونيات والاتصالات الكهربية

رسالة ماجيستير

اسم الطالب : عدلى وجيه عدلى توما
عنوان الرسالة : الهيكل البنائى للنظام العام لخدمات الراديو بالحزم
اسم الدرجة : الماجيستير

لجنة الاشراف

أ.د / سلوى حسين عبد الفتاح الرملى — استاذ ورئيس قسم هندسة الإلكترونيات والاتصالات الكهربية كلية الهندسة- جامعة عين شمس

الدراسات العليا

ختم الإجازة
/ /

اجيزت الرسالة بتاريخ:
/ /

موافقة مجلس الكلية:
/ /

موافقة مجلس الجامعة:
/ /

جامعة عين شمس
كلية الهندسة
قسم هندسة الإلكترونيات والاتصالات الكهربية

رسالة ماجيستير

اسم الطالب : عدلى وجيه عدلى توما
عنوان الرسالة : الهيكل البنائى للنظام العام لخدمات الراديو بالحزم
اسم الدرجة : ماجيستير الهندسة الكهربية
القسم التابع له : هندسة الإلكترونيات والاتصالات الكهربية
اسم الكلية : كلية الهندسة
سنة التخرج : 1996
سنة المنح : 2006

مستخلص

عدلى وجيه توما." **الهيكل البنائى للنظام العام لخدمات الراديو بالحزم** (جي بي آر إس) ". ماجستير العلوم. جامعة عين شمس. كليّة هندسة. قسم هندسةَ الإلكترونياتَ و الإتصالات 2006.

إن الغرض الرئيسى من الرسالة هو دراسة و قياس عوامل الجودة و خواص شبكة الـ (جي بي آر إس) و لذا كان لابد من دراسة جميع التقنيات التى أدت إلى وجود الـ (جي بي آر إس) فى حياتنا بصفة يومية من خلال أجهزة المحمول.

إن تطور نظام الـ (جي أس أم) و شبكات المعلومات و تكنولوجيا الـ (أى بي) والزياده المطرده لأجهزة الحاسب الألى قد دفعت العالم إلى أختراعات مذهلة من خلال تطبيق نظام الـ(جي بي آر إس).

سوف نقوم بشرح تفصيلى لكيفية عمل نظام الـ (جي بي آر إس) و ما هى المكونات المطلوبة للتأكد من عمليات التشغيل و كذلك سوف نقوم بدراسة القنوات المستخدمة فى تكنولوجيا الـ (جي بي آر إس).

سيتم دراسة أساسات الـ (جي بي آر إس) و الخدمات التى تعطيها بالنسبة للمستخدمين و كذلك بالنسبة للشبكات و حدود هذا النظام و تطبيقاته.
إن الدراسة المستفيضة و التحليل المفصل لعوامل جودة الـ (جي بي آر إس) أمر لابد منه كما أوصت منظمة الـIEEE
هذه العوامل تتلخص فى التأخير – الأسبقيه – السرعه – كمية المعلومات المنتقله.

إن الجزء الرئيسى من الرسالة هو قياسات حقيقية توضح تجربة أحد الشركتين العاملتين فى مجال خدمة المحمول كمثال حى فى تطبيق العمود الفقرى للـ (جي بي آر إس).

هذه الرسالة العملية تحوى على الرسوم البيانية و الجداول و المعلومات اللازمة للتحليل و شرح الإختلافات بين التطبيقات.
كل المحتوى عبارة عن قياسات حية سابقة أخذا فى الأعتبار عدم وجود أى خطط تشغيلية أو تجارية مستقبلية.

إن خطة البحث قد نجحت فى ترجمة هذه التجربة إلى مؤشرات و توصيات للتطبيق المستقبلى.

و نجد أن الأستنتاج العملى من تلك القياسات هو كيفية التأكد من نجاح اداء أى شبكة (جي بي آر إس) جديدة.

أخيرا نقدم مجموعة من الأقتراحات و التوصيات التى سوف تفيد فى تطبيق نظام الـ (جي بي آر إس) محليا و عالميا.

الإشراف
أ.د. سلوى حسين الرملي
استاذ ورئيس قسم هندسة الإلكترونيات والإتصالات
كلية الهندسة – جامعةعين شمس

AIN SHAMS UNIVERSITY
FACULTY OF ENGINEERING
ELECTRONICS AND COMMUNICATIONS ENGINEERING DEPARTMENT

GPRS Architecture

A Thesis
The Thesis is Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements of the Degree of Master Science in Electrical Engineering
(Electronics and Communications Engineering)

Submitted by

Eng. Adly Wagih Adly Thoma
B.Sc. of Electrical Engineering Ain Shams University, 1996

Supervised by
Prof. Dr. Salwa Hussein El-Ramly
Professor of Communication Engineering
Faculty of Engineering
Ain Shams Univeristy

Cairo 2006

Abstract

Adly Wagih Thoma. GPRS architecture. Master of Science (telecommunications). Ain Shams University, Faculty of Engineering, electronic and communication department, 2006.

The main purpose of my thesis is to study, analyze, measure quality factors and network parameters for the General packet radio services (GPRS).
It was essential to study all the technologies that led to the GPRS creation and introduction in our daily life as we are using our mobile phones.
The evolution of the GSM, data networks, the rapid increase of computer use and IP technologies pushed the world to amazing innovations.

A detailed explanation how the GPRS is working and what are the needed equipment to ensure its operability is highlighted. Nevertheless, the physical and logical channels are analyzed.

A clear information will be given on the GPRS essentials, services, the key user features and the key network features, limitations and applications.

A special attention and detailed analysis is given to the GPRS delay, throughput, precedence and speed as recommended by the IEEE organization.

The major part of my thesis is a life measurement that shows one of the mobile service providers experience as a case study example in implementing GPRS backbone. It includes all the readings beside the graphs and tables for analysis, comprehension and differentiation in the applications.

All information are real and mapped from historical data sites measurements taking into consideration not to have any future operational or commercial plans.

The research plan succeeded in translating this experience into indicators and recommendations for future implementation.

It is concluded from the practical measurement what successful GPRS network performance and traffic could be.

Finally a list of recommendation, proposals and suggestions are listed for future implementation.

Supervised by
Prof . Dr. Salwa Hussein El-Ramly
Professor of Communication Engineering
Head of Electronics and Communication Engineering Department
Faculty of Engineering
Ain Shams Univeristy

Acknowledgment

Thanks GOD

I am indebted to many people for their advice, assistance and contribution to the development of this thesis.

First, I would like to express my deepest thanks and supreme gratitude to **Prof. Dr. Salwa El Ramly** for her close supervision, valuable instructions throughout this study and her full support.

I wish to thank the staff of the electronics and communications department for providing me with their help.

Special thanks and acknowledgment for my company Mobinil starting from the higher management who approved the research topic and encouraged me. I have to admit that without the great support of my colleagues and friends from Mobinil, I wouldn’t be in this final stage now.

At last I wish to express my thanks to my wife, my parents and my children for their encouragement throughout this work and to everyone who helped me to terminate this thesis.

Table of Contents

Abstract……..ii
Acknowledgement……iv
Table of contents……....v
List of tables……..……...xi
List of figures……..……..……xiii
List of symbols……..……..……...xiv
List of abbreviations ……....xv

Chapter 1: GSM to GPRS evolution and IP introduction

1.1 Introduction ……..2

1.2 Circuit switched and packet switched communication ……..3

1.3 GSM ……..4

1.4 GSM Infrastructure ……..5
1.4.1 BSS – Base Station System ……..6
1.4.2 NSS – Network Switching Sub-system ……..6
1.4.3 HLR – Home Location Register ……..7
1.4.4 VLR – Visitor Location Register ……..7
1.4.5 Operation Sub-System (OSS) ……..7
1.4.6 Mobile Station (MS) ……...…….7

1.5 The Way GSM works ……..……8
1.5.1 A phone call model ……..9

1.6 GSM Network Design ……10

1.7 The IP Introduction ……11

1.8 The Data Network the Fuel of the IP ……13
1.8.1 Hub introduction ……14
1.8.2 The need of a server ……15
1.8.3 Remote networks access ……16

1.8.4 Inter-Networking ……17
1.8.5 The Internet ……18

1.9 Conclusion ……..……..…19

Chapter 2: GPRS architecture and channels

2.1 Introduction ……..……...21

2.2 GPRS packet switching ……21

2.3 GPRS Architecture ……..23
2.3.1 GPRS New Equipment ……..24
2.3.1.1 SGSN – Serving GPRS Support Node ……..…24
2.3.1.2 GGSN - Gateway GPRS Support Node ……..24
2.3.1.3 BG – Border Gateway……..25
2.3.1.4 PCU – Packet control unit ……..25
2.3.2 Required Changes in the Current GSM Networks ……..26
2.3.2.1 Base Station System (BSS) ……..26
2.3.2.2 Home Location Register (HLR) ……..26
2.3.2.3 MSC/VLR ……..26

2.4 GPRS Channels……26
2.4.1 GPRS Logical Channels ……..27
2.4.1.1 Packet Broadcast Control Channels (PBCCH) ……..27
2.4.1.2 Packet Common Control Channels (PCCCHs) ……..27
2.4.1.2.1 Packet Random Access Channel (PRACH) …..27
2.4.1.2.2 Packet Paging Channel (PPCH) ……..27
2.4.1.2.3 Packet Access Grant Channel (PAGCH) ……..27
2.4.1.2.4 Packet Notification Channel (PNCH) ……..27
2.4.1.3 Packet Traffic Channels (PTCHs) ……..28
2.4.1.3.1 Packet Data Traffic Channel (PDTCH) ……..28
2.4.1.3.2 Packet Associated Control Channel (PACCH) …..28
2.4.1.3.3 Packet Timing Advance Control Channel (PTCCH) ..28
2.4.2 GPRS Physical Channels ……..29

2.5 GPRS Permanent Connection ……..29

2.6 Coding Scheme ……..30

2.7 Variable Bandwidth ……..33

2.8 Capacity on Demand ……..33

2.9 GPRS Coverage ……..34

2.10 Radio resources dimensioning ……..36

2.11 GSM/GPRS resources sharing ……..37

2.12 Conclusion ……..38

Chapter 3: GPRS Performance and Features

3.1 Key User Features of GPRS ……..40
3.1.1 Speed ……..40
3.1.2 Immediacy ……..40
3.1.3 New and better applications ……..41
3.1.4 Service access ……..41

3.2 Key Network Features of GPRS Packet Switching ……..42
3.2.1 Packet Switching ……..42
3.2.2 Spectrum efficiency ……..42
3.2.3 Internet aware ……..43
3.2.4 Supports TDMA and GSM ……..44

3.3 Limitations of GPRS ……..44
3.3.1 Limited cell capacity ……..44
3.3.2 Lower speech in reality ……..44
3.3.3 Modulation technique ……..45
3.3.4 Transit delays ……..45
3.3.5 No store and forward ……..46

3.4 Applications for GPRS ……..46
3.4.1 Chat ……..46
3.4.2 Textual and visual information……..……..47
3.4.3 Still images ……..47
3.4.4 Moving images ……..48
3.4.5 Web browsing ……..48
3.4.6 Document sharing ……..48
3.4.7 Audio ……..49
3.4.8 Job dispatch ……..49
3.4.9 Corporate Email ……..50

3.4.10 Internet Email ……..51
3.4.11 Vehicle positioning ……..51
3.4.12 Remote LAN access ……..52
3.4.13 File transfer ……..52

3.5 The Mobile Value Chain ……53
3.5.1 Customers ……53
3.5.2 Terminal/Infrastructure vendors ……54
3.5.3 Applications developers ……55
3.5.4 Network operators ……56

3.6 Timescales for GPRS ……56

3.7 Quality Of Service / IEEE ……58
3.7.1 The service precedence ……58
3.7.2 The reliability ……58
3.7.3 The delay ……59
3.7.4 The throughput ……60

3.8 Conclusion ……60

Chapter 4: Measurements Results

4.1 Introduction ……..62

4.2 GPRS subscribers Growth ……..63

4.3 Measurement Performance Studies ……..64

4.4 FTP Transfer ……..67
4.4.1 FTP Transfer in good radio condition ……..67
4.4.2 FTP Transfer in bad radio condition ……..68

4.5 HTTP Performance for CS1/2 vs CS3/4 ……..70

4.6 WAP Performance for CS1/2 vs CS3/4 ……..71

4.7 MMS Performance for CS1/2 vs CS3/4 ……..72

4.8 GPRS Performance Tests Environment ……..74

4.9 Delay test results ……..75

4.10 Throughput FTP ……..78

4.11 Throughput HTTP ……..79
4.11.1 www.google.com (12.4 KBytes) ……..79
4.11.2 www.alderplanetarium.org(95 KBytes) ……..80

4.12 MMS Test over the 3 suppliers ……...81

4.13 WAP over the 3 suppliers ……....82

4.14 B6 versus B7 measurements ……84

4.15 B6 vs B7 FTP Performance ……85

4.16 B6 vs B7 HTTP Performance ……86

4.17 WAP features ……....87

4.18 MMS features ……90

4.19 Web characteristics ……....96

4.20 GPRS Distribution ……....98

4.21 GPRS attach success ……99

4.22 Congestion ……..101

4.23 Conclusion ……..103

Chapter 5: Conclusion and Recommendations

5.1 Introduction ……105

5.2 GPRS statistics ……..106

5.3 Recommendations ……..107
5.3.1 Caching ……..107

5.3.2 Regular Dimensioning ……..107
5.3.3 Software ……..107
5.3.4 Performance Development Plan ……..108
5.3.5 Code Schemes……..108
5.3.5.1 For FTP applications ……..108
5.3.5.2 For HTTP and WAP applications ……..109
5.3.5.3 For MMS ……..109
5.3.5.4 For Video Streaming ……..109

5.4 Future Work ……..109

References ……...110