

PRESTASI DAN PERLAKSANAAN KAWALAN KUASA UNTUK SISTEM

W-CDMA

KHAIRUN NIDZAM BIN RAMLI



PTTA UTHM  
PERPUSTAKAAN TUNKU TUN AMINAH

UNIVERSITI KEBANGSAAN MALAYSIA

PRESTASI DAN PERLAKSANAAN KAWALAN KUASA UNTUK SISTEM  
W-CDMA

KHAIRUN NIDZAM BIN RAMLI



DISERTASI YANG DIKEMUKAKAN UNTUK MEMENUHI SEPARA  
KEPERLUAN MEMPEROLEH IJAZAH SARJANA KEJURUTERAAN  
(KOMUNIKASI DAN KOMPUTER)

FAKULTI KEJURUTERAAN  
UNIVERSITI KEBANGSAAN MALAYSIA  
BANGI

2004

**PENGAKUAN**

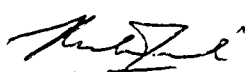
Saya akui karya ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali nukilan dan ringkasan yang tiap-tiap satu telah saya jelaskan sumbernya.



24 MEI 2004

KHAIRUN NIDZAM BIN RAMLI  
P25300

Disertasi ini telah diluluskan sebagai memenuhi sebahagian daripada syarat memperoleh Ijazah Sarjana Kejuruteraan (Komunikasi dan Komputer)



.....

Penyelia

Tarikh.....  
21/6/04



.....

Ketua Jabatan

Tarikh.....  
22/6/04



PTTA UTHM  
PERPUSTAKAAN TUN AMINAH

## PENGHARGAAN

Terlebih dahulu, saya ingin menyampaikan setinggi-tinggi kesyukuran kepada Allah atas limpah kurniaNya kerana dapat menyiapkan projek ini dengan lancar. Dalam pada itu, saya ingin juga mengucapkan jutaan terima kasih kepada penyelia saya Prof. Madya Dr. Mahamod Bin Ismail yang amat saya sanjungi atas bimbingan, tunjuk ajar dan ilmu pengetahuan yang diberikan.

Saya juga ingin mengucapkan terima kasih kepada ibu dan bapa saya yang sekian lama ini memberikan sokongan, dorongan dan kasih sayang yang tidak berbelah-bahagi terhadap saya agar saya terus berjaya dalam pelajaran. Selain itu, saya ingin mengucapkan terima kasih kepada isteri saya, Roziyana Binti Omar yang banyak memberi dorongan dan galakan kepada saya dalam perancangan projek sarjana saya. Tidak lupa juga, saya ingin menyampaikan kesyukuran kepada anak saya, Zaki Irfan Bin Khairun Nidzam yang merupakan amanat dan kegembiraan dalam kehidupan saya.

Akhir sekali, saya ingin mengucapkan terima kasih kepada Universiti Kebangsaan Malaysia yang menyediakan satu tempat dan suasana yang murni untuk saya melanjutkan pelajaran di peringkat sarjana.

## ABSTRAK

Pasaran perhubungan bersel telah berkembang secara mendadak pada beberapa tahun kebelakangan ini. Matlamat utama sistem perhubungan bersel ini adalah untuk menyediakan perkhidmatan perhubungan tanpa perlu memilih masa dan tempat. Teknologi antaramuka udara '*Wideband Code Division Multiple Access*' ataupun secara ringkas W-CDMA telah dipilih untuk kebanyakan pengendali perkhidmatan perhubungan bersel di dalam merealisasikan pelaksanaan sistem perhubungan bersel generasi baru ini. Sistem W-CDMA diharapkan sebagai langkah pertama ke arah sistem bersel digit Generasi Ketiga. Salah satu daripada pengurusan sumber-sumber radio W-CDMA yang kritikal ialah kawalan kuasa. Tanpa kehadiran kawalan kuasa, kesan fenomena gangguan hujung-dekat-hujung-jauh menjadi perusa dan muatan sistem bergerak W-CDMA adalah sangat rendah. Takrifan kawalan kuasa yang baik adalah penting untuk sistem W-CDMA berfungsi dengan betul dan membolehkan pengguna-pengguna untuk berkongsi sumber-sumber sistem W-CDMA secara bersama di antara mereka. Tambahan lagi, dengan kawalan kuasa yang betul membolehkan jumlah penghantaran kuasa sistem bergerak dikurangkan kepada tahap minimum supaya tiada kuasa berlebihan yang diperlukan telah disinarkan dan melanjutkan hayat bateri. Disertasi ini adalah hasil kajian ke atas prestasi algoritma kawalan kuasa sistem W-CDMA melalui simulasi komputer yang telah dibangunkan. Kesan perubahan beberapa parameter masukan terhadap mutu dan muatan sistem telah dianalisis berdasarkan beberapa andaian. Dua algoritma kawalan kuasa yang berlainan juga dibandingkan untuk menentukan prestasi algoritma yang menghasilkan keputusan yang lebih baik. Keputusan simulasi menunjukkan bahawa kawalan kuasa berupaya mengatasi masalah pemudaran isyarat dan gangguan hujung-dekat-hujung-jauh dengan menghasilkan tahap gangguan yang minimum bagi semua pengguna. Algoritma DSSPC (*Dynamic Step Size Power Control*) menunjukkan prestasi yang lebih baik berbanding algoritma FSSPC (*Fixed Step Size Power Control*) berdasarkan kepada keputusan simulasi yang telah dilakukan.

## **POWER CONTROL PERFORMANCE AND IMPLEMENTATION FOR W-CDMA SYSTEM**

### **ABSTRACT**

In recent years, the cellular communications market has expanded dramatically. The main goal of cellular communications system is to enable communication services irrespective of time and location. Wideband Code Division Multiple Access or W-CDMA air interface technology is chosen for most cellular communication services operators in realizing this new cellular communication system generation. W-CDMA system is intended as a first step towards Third Generation digital cellular system. One of the critical radio resources management of W-CDMA is power control. In the absence of power control, the effect of near-end-far-end phenomena is dominant and the capacity of W-CDMA mobile system is very low. Well-defined power control is essential for proper functioning of the W-CDMA system and allows the users to share resources of the W-CDMA system equally between themselves. In addition, with a proper power control it is possible to lower the total transmitting power of the mobile system to a minimum so that no more power than necessary is radiated and prolong the battery life. This dissertation results from the research on the performance of power control algorithm for W-CDMA system based on developed computer simulation. The effects of changing the input parameters on the system quality and capacity are analyzed based on some assumptions. Two different power control algorithms are compared to determine the performance of the algorithm that can produce better results. Simulation results show that power control can mitigate signal fading and near-end-far-end interference by producing minimum interference level for all users. DSSPC (Dynamic Step Size Power Control) algorithm shows a good performance compared to FSSPC (Fixed Step Size Power Control) algorithm based on the simulation results.

## KANDUNGAN

		<b>Halaman</b>
<b>PENGAKUAN</b>		ii
<b>PENGHARGAAN</b>		iii
<b>ABSTRAK</b>		iv
<b>ABSTRACT</b>		v
<b>KANDUNGAN</b>		vi
<b>SENARAI JADUAL</b>		ix
<b>SENARAI RAJAH</b>		x
<b>SENARAI SINGKATAN / SIMBOL</b>		xii
<b>SENARAI ISTILAH</b>		xvi
<b>BAB I</b>	<b>PENDAHULUAN</b>	
1.1	Pengenalan	1
	1.1.1 Pengelasan CDMA	3
	1.1.2 Perbezaan di antara W-CDMA dan antaramuka udara 2G	5
1.2	Latarbelakang dan piawaian W-CDMA	6
	1.2.1 Jepun	6
	1.2.2 Korea	7
	1.2.3 Amerika Syarikat	7
	1.2.4 Eropah	9
	1.2.5 Malaysia	10
	1.2.6 W-CDMA dalam sistem 3G	10
	1.2.7 W-CDMA dalam sistem 4G	11
1.3	Kepentingan kawalan kuasa	11
1.4	Objektif dan kepentingan kajian	12
1.5	Rangka disertasi	13
<b>BAB II</b>	<b>KAWALAN KUASA SISTEM W-CDMA</b>	
2.1	Pengenalan kepada W-CDMA	15
2.2	Saluran fizik W-CDMA	16
2.3	Jenis kawalan kuasa	20

2.4	Implementasi kawalan kuasa	22
2.4.1	Kawalan kuasa pautan atas DS-CDMA	22
2.4.2	Kawalan kuasa pautan bawah DS-CDMA	24
2.4.3	Kawalan kuasa sistem 3G	25
2.4.3.1	Kawalan kuasa sistem UTRA	25
2.4.3.2	Kawalan kuasa sistem cdma2000	26
2.5	Kawalan kuasa sistem W-CDMA	26
2.5.1	Kawalan kuasa gelung tertutup	28
2.5.2	Kawalan kuasa gelung luar	30
2.5.3	Kawalan kuasa gelung terbuka	32
2.5.4	Keperluan mengukur dan isyarat dalam kawalan kuasa	33
2.6	Ringkasan	33
<b>BAB III PEMBANGUNAN SIMULASI KAWALAN KUASA</b>		
3.1	Pengenalan	34
3.2	Andaian	36
3.3	Metodologi	36
3.4	Senario simulasi	38
3.5	Huraian carta aliran	39
3.6	Parameter masukan	44
3.7	Rumus	44
3.8	Keluaran simulasi	45
3.9	Ringkasan	47
<b>BAB IV KEPUTUSAN DAN ANALISIS</b>		
4.1	Pengenalan	48
4.2	Prestasi algoritma DSSPC	48
4.2.1	Kesan kadar data	49
4.2.2	Kesan model perambatan	53
4.2.3	Kesan saiz langkah kawalan	55
4.3	Perbandingan prestasi algoritma DSSPC dan FSSPC	58
4.3.1	Kesan kadar data	58
4.3.2	Kesan model perambatan	61



4.4.3	Kesan saiz langkah kawalan	65
-------	----------------------------	----

## **BAB V KESIMPULAN DAN CADANGAN**

5.1	Pengenalan	69
5.2	Kesimpulan	70
5.2.1	Kepentingan kawalan kuasa	70
5.2.2	Kesimpulan analisis simulasi	71
5.3	Masalah yang dihadapi	72
5.4	Cadangan masa hadapan	73

## **RUJUKAN**

### **LAMPIRAN**

A	Jadual	77
B	Contoh keluaran simulasi	86
C	Keputusan simulasi menggunakan algoritma DSSPC	92
D	Keputusan simulasi menggunakan algoritma FSSPC	104



**SENARAI JADUAL**

No. Jadual		Halaman
1.1	Perbezaan utama antaramuka W-CDMA dan GSM	77
1.2	Perbezaan utama antaramuka W-CDMA dan IS-95	78
1.3	Perbezaan utama W-CDMA dan cdma2000	79
2.1	Parameter untuk sistem W-CDMA	80
2.2	Parameter kawalan kuasa W-CDMA mod FDD (sistem UTRA)	81
2.3	Parameter kawalan kuasa W-CDMA mod TDD (sistem UTRA)	81
2.4	Parameter kawalan kuasa W-CDMA mod FDD (sistem cdma2000)	82
2.5	Pengukuran kawalan kuasa	82
2.6	Parameter algoritma kawalan kuasa	83
3.1	Parameter masukan (tetap)	84
3.2	Parameter masukan (nilai boleh diubah)	85



## SENARAI RAJAH

No. Rajah		Halaman
1.1	Kesan hujung-dekat-hujung-jauh	3
1.2	Jujukan terus, loncatan frekuensi dan loncatan masa CDMA	4
2.1	Hubungan di antara rebakan dan pengarauan sistem W-CDMA	16
2.2	Senibina ringkas protokol W-CDMA	17
2.3	Penggunaan frekuensi dalam sistem W-CDMA	18
2.4	Struktur kerangka DPCH pautan atas	19
2.5	Struktur kerangka DPCH pautan bawah	19
2.6	Jenis kawalan kuasa	20
2.7	Kawalan kuasa dalam sistem W-CDMA	27
2.8	Kawalan kuasa gelung tertutup	28
2.9	Algoritma kawalan kuasa gelung dalam (1500 Hz)	29
2.10	Kawalan kuasa gelung luar	30
2.11	Algoritma kawalan kuasa gelung luar (100 Hz)	31
3.1	Carta aliran simulasi	40
3.2	Carta aliran simulasi algoritma DSSPC	43
4.1	Purata SIR lawan bilangan stesen bergerak	49
4.2	Purata BER lawan bilangan stesen bergerak	50
4.3	Purata kuasa pemancar lawan bilangan stesen bergerak	50
4.4	Purata gangguan lawan bilangan stesen bergerak	51
4.5	Purata beban sel lawan bilangan stesen bergerak	52
4.6	Purata SIR lawan bilangan stesen bergerak	53
4.7	Purata BER lawan bilangan stesen bergerak	54
4.8	Purata kuasa pemancar lawan bilangan stesen bergerak	54
4.9	Purata SIR lawan bilangan stesen bergerak	56
4.10	Purata BER lawan bilangan stesen bergerak	56
4.11	Purata kuasa pemancar lawan bilangan stesen bergerak	57
4.12	Purata SIR lawan bilangan stesen bergerak	58
4.13	Purata BER lawan bilangan stesen bergerak	59
4.14	Purata kuasa pemancar lawan bilangan stesen bergerak	60
4.15	Purata SIR lawan bilangan stesen bergerak	62
4.16	Purata BER lawan bilangan stesen bergerak	63

4.17	Purata kuasa pemancar lawan bilangan stesen bergerak	64
4.18	Purata SIR lawan bilangan stesen bergerak	65
4.19	Purata BER lawan bilangan stesen bergerak	66
4.20	Purata kuasa pemancar lawan bilangan stesen bergerak	67



PTTHM  
PERPUSTAKAAN TUNKU TUN AMINAH

## SENARAI SINGKATAN / SIMBOL

2G	<i>2nd Generation</i>
3G	<i>3rd Generation</i>
3GPP2	<i>3rd Generation Partnership Project (W-CDMA Standard)</i>
3GPP	<i>3rd Generation Partnership Project (cdma2000 Standard)</i>
4G	<i>4th Generation</i>
AICH	<i>Acquisition indicator channel</i>
AMPS	<i>Advanced Mobile Phone System</i>
AMR	<i>Adaptive multirate coding</i>
ARIB	<i>Association of Radio Industries and Businesses, Japan</i>
BCCH	<i>Broadcast channel (logical)</i>
BCH	<i>Broadcast channel (transport)</i>
BER	<i>Bit error rate</i>
BPSK	<i>Binary phase shift keying</i>
BS	<i>Base station</i>
CCCH	<i>Common control channel</i>
CDMA	<i>Code division multiple access</i>
CPCH	<i>Common packet channel</i>
CPICH	<i>Common pilot channel</i>
CTCH	<i>Common traffic channel</i>
dB	<i>Decibel</i>
DCCH	<i>Dedicated control channel (logical)</i>
DCH	<i>Dedicated channel (transport)</i>
DPCCH	<i>Dedicated physical control channel</i>
DPCH	<i>Downlink dedicated physical channel</i>
DPDCH	<i>Dedicated physical data channel</i>
DSCH	<i>Downlink shared channel</i>

DS-CDMA	<i>Direct sequence code division multiple access</i>
DTCH	<i>Dedicated traffic channel</i>
Eb/No	<i>Energy bit per noise power density</i>
EDGE	<i>Enhanced data rates for GSM evolution</i>
ETRI	<i>Electronics and Telecommunications Research Institute</i>
ETSI	<i>European Telecommunications Standard Institute</i>
FACH	<i>Forward access channel</i>
FBI	<i>Feedback information</i>
FDD	<i>Frequency division duplex</i>
FDMA	<i>Frequency division multiple access</i>
FER	<i>Frame error rate</i>
FMA1	<i>FRAMES multiple access 1 (wideband TDMA)</i>
FMA2	<i>FRAMES multiple access 2 (wideband CDMA)</i>
FRAMES	<i>Future radio wideband multiple access system</i>
GPRS	<i>General Packet Radio Service</i>
GSM	<i>Global System For Mobile Communications</i>
HIPERLAN	<i>High performance local area network</i>
HS-DSCH	<i>High-speed downlink shared channel</i>
IEEE 802.11	<i>Wireless LAN</i>
IMT-2000	<i>International Mobile Telecommunication on Year 2000</i>
IrDA	<i>Infrared data association</i>
IS-95	<i>cdmaOne</i>
IS-136	<i>US-TDMA</i>
LAN	<i>Local area network</i>
MAI	<i>Multiple access interference</i>
MCMC	<i>Malaysian Communications and Multimedia Commission</i>
MS	<i>Mobile station</i>

ODMA	<i>Opportunity driven multiple access</i>
OFDM	<i>Orthogonal frequency division multiplex</i>
OFDMA	<i>Orthogonal frequency division multiple access</i>
OHG	<i>Operators Harmonization Group</i>
OVSF	<i>Orthogonal variable spreading factor</i>
PCCH	<i>Paging channel (logical)</i>
P-CCPCH	<i>Primary common control physical channels</i>
PCH	<i>Paging channel (transport)</i>
PCPCH	<i>Physical common packet channel</i>
PDC	<i>Personal Digital Cellular (2G system in Japan)</i>
PDSCH	<i>Physical downlink shared channel</i>
PICH	<i>Page indicator channel</i>
PRACH	<i>Physical random access channel</i>
QPSK	<i>Quadrature phase shift keying</i>
R&D	<i>Research and development</i>
RACH	<i>Random access channel</i>
RF	<i>Radio frequency</i>
RNC	<i>Radio Network Controller</i>
S-CCPCH	<i>Secondary common control physical channels</i>
SIR	<i>Signal to interference ratio</i>
SNR	<i>Signal to noise ratio</i>
TD-CDMA	<i>Time division code division multiple access</i>
TDD	<i>Time division duplex</i>
TDMA	<i>Time division multiple access</i>
TFCI	<i>Transport format combination indicator</i>
TIA	<i>Telecommunications Industry Association</i>
TPC	<i>Transmit power control</i>

TTA	<i>Telecommunications Technology Association</i>
UMTS	<i>Universal Mobile Telecommunication System</i>
UTRA	<i>Universal Terrestrial Radio Access (3GPP)</i>
W-CDMA	<i>Wideband code division multiple access</i>



PTTHM  
PERPUSTAKAAN TUNKU TUN AMINAH



## SENARAI ISTILAH

Aktif	-	Active
Algoritma	-	Algorithm
Amalan	-	Practice
Analisis	-	Analysis
Anggaran	-	Estimation
Antaramuka	-	Interface
Aras	-	Level
Antena	-	Antenna
Batas	-	Bound
Beban sel	-	Cell loading
Bentuk alur	-	Beamforming
Berkaitan	-	Relevant
Bersel	-	Cellular
Bersepadu	-	Integrated
Berterusan	-	Continuous
Boleh lentur	-	Flexible
Bolehubah	-	Variable
Carta aliran	-	Flow chart
Dagangan	-	Commercial
Data bingkisan	-	Packet data
Definasi/takrifan	-	Definition
Diskret	-	Discrete
Dupleks	-	Duplex
Faktor	-	Factor
Fenomena	-	Phenomena
Fizik	-	Physical

Fungsi	-	Function
Gabungan	-	Combination
Gandaan	-	Gain
Gangguan	-	Interference
Giat/aktif	-	Active
Had	-	Limit
Hingar	-	Noise
Hujung-dekat-hujung-jauh	-	Near-end-far-end (NEFE)
Ikhtiar-terbaik	-	Best-effort
Jalur frekuensi	-	Frequency band
Jalur lebar	-	Wideband
Jalur sempit	-	Narrowband
Jeda	-	Interval
Jelas	-	Coherent
Jujukan	-	Sequence
Kacukan	-	Hybrid
Kadar ralat bit	-	Bit error rate (BER)
Kadar kesalahan kerangka	-	Frame error rate (FER)
Kadar racik	-	Chip rate
Kawalan kuasa pautan atas	-	Uplink power control (ULPC)
Kawalan kuasa gelung dalam	-	Inner loop power control (Fast CLPC)
Kawalan kuasa gelung luar	-	Outer loop power control
Kawalan kuasa gelung terbuka	-	Open loop power control
Kawalan kuasa gelung tertutup	-	Closed loop power control (CLPC)
Kawalan kuasa gelung tertutup pantas	-	Fast closed loop power control
Kawalan kuasa pemancar	-	Transmit power control (TPC)
Kebolehgerakan/kemudahgerakan	-	Mobility

Kehilangan laluan perambatan	-	Propagation path loss
Kekangan	-	Constraint
Kelompok Sel	-	Cluster
Kemaskini	-	Update
Kepelbagaian	-	Diversity
Kepersisan	-	Precision
Ketidaktujuan	-	Inaccuracy
Keupayaan/muatan	-	Capacity
Kod tercampuraduk	-	Scrambling code
Kompleks	-	Complex
Kuantiti	-	Quantity
Kuasa pemancar pengguna	-	User transmit power
Lalulintas	-	Traffic
Laras	-	Adjust
Lebar Jalur	-	Bandwidth
Lelaran	-	Iteration
Liputan	-	Coverage
Logik	-	Logical
Loncatan frekuensi	-	Frequency hopping
Luar	-	External
Lubang alur masa	-	Time slot
Masa nyata	-	Real time
Matlamat	-	Goal
Mempengaruhi	-	Affect
Mentah	-	Raw
Menyemak lewa	-	Browsing
Momen	-	Moment

Multipleks	-	Multiplex
Mutu	-	Quality
Nisbi	-	Relative
Ortogonal	-	Orthogonal
Pakatan	-	Consortium
Pampasan	-	Compensate
Pandu	-	Pilot
Pangkalan	-	Terminal
Pautan atas	-	Uplink
Pautan bawah	-	Downlink
Pegun	-	Stationary
Peka-lengah	-	Delay-sensitive
Pelingkaran	-	Convolution
Pembawa berbilang	-	Multicarrier
Pembayangan	-	Shadowing
Pemodulatan	-	Modulation
Pemudaran perlahan	-	Slow fading
Pemulihan	-	Recovery
Pendam	-	Latency
Pengangkut	-	Transport
Pengarau	-	Scrambler
Pengelasan	-	Classification
Pengendali	-	Operator
Pengesanan pengguna berbilang	-	Multiuser detection
Penggunaan	-	Consumption
Penghantar/pemancar	-	Transmitter
Penguat	-	Amplifier

Pengurusan	-	Management
Penyama	-	Equalizer
Penyegerakan	-	Synchronization
Penyerakan/perebakan	-	Spreading
Penyesuaian	-	Adaptation
Perambatan	-	Propagation
Peranan	-	Role
Perhubungan	-	Communication
Perlaksanaan	-	Implementation
Permulaan/mula	-	Initial
Perusa	-	Dominant
Piawaian	-	Standard
Positif	-	Positive
Prestasi	-	Performance
Proses tak bersandar	-	Independent process
Pseudohingar	-	Pseud-noise
Pseudorawak	-	Pseudo-random
Punca	-	Source
Rata	-	Flat
Rekabentuk	-	Design
Riak	-	Ripple
Rumus	-	Formula
Saluran	-	Channel
Sambungan	-	Connection
Sederhana	-	Medium
Sejagat	-	Global
Selaras	-	Harmonize

Seluruh dunia	-	Worldwide
Serahan	-	Handover
Simulasi	-	Simulation
Sisihan piawai	-	Standard deviation
Skala	-	Scale
Skim	-	Scheme
Spektrum	-	Spectrum
Stesen tapak	-	Base station (BS)
Stesen bergerak	-	Mobile station (MS)
Suap balik	-	Feedback
Sumber-sumber	-	Sources
Taburan lognormal	-	Lognormal distribution
Tak segerak	-	Asynchronous
Tak simetri	-	Asymmetric
Tatasusun antena suai	-	Adaptive antenna arrays
Teknik	-	Technique
Tentuan	-	Specification
Teragih	-	Decentralized/distributed
Terbubuh	-	Established
Terjana	-	Generated
Terpratentu	-	Predetermined
Terpusat	-	Centralized
Tertuju khas	-	Dedicated
Terubahsuai	-	Modified
Tugas tentu	-	Task
Tunggal	-	Single
Umpukan	-	Assignment

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 PENGENALAN

Sejak tahun 150 B. C. lagi, manusia telah berusaha untuk berkomunikasi di antara satu sama lain dengan menggunakan asap sebagai perantara komunikasi. Pada tahun 1915, teknologi penghantaran suara tanpa wayar pertama di dunia telah berjaya dibangunkan dari New York ke San Francisco. Arus kehidupan manusia kini telah berubah dengan bertambah pantas. Cara kehidupan manusia yang mengutamakan keselesaan dan kemudahan telah membawa teknologi berasaskan pengkajian dan pembuatan kepada penghasilan barangan yang bersaiz kecil dan mudah alih. Sistem radio bergerak pertama telah diperkenalkan oleh tentera dan hanya terhad kepada sistem komunikasi suara sahaja. Alat set-tangan membekalkan mutu suara yang sangat buruk, masa bercakap yang rendah (sekitar gandaan sepuluh minit sahaja), masa siap-sedia yang rendah (maksimum dua jam) dan saiz yang pukal. Sistem telefon bersel awam yang pertama dikenali sebagai AMPS telah diperkenalkan dalam tahun 1979 di Amerika Syarikat (Shafi, M., Ogose S. & Hattori, T., 2002).

Teknologi komunikasi ini dijangka akan berkembang lagi selepas tahun 2010 yang akan menggunakan radio di atas gentian (radio over fibre) seperti mikrosel gentian optik (fibre optic microcell). Perubahan perkembangan zaman juga menyebabkan permintaan terhadap radio bergerak bersel turut bertambah secara mendadak. *'Wideband Code Division Multiple Access'* ataupun secara

ringkas W-CDMA adalah pilihan utama kebanyakan negara di dalam pelaksanaan sistem bersel Generasi Ketiga bagi memenuhi kehendak pasaran terkini. Piawai ini juga dikenali sebagai IMT-2000 oleh *International Telecommunications Union* (ITU) dan UMTS/UTRA oleh *European Telecommunication Standards Institute* (ETSI). Sistem Generasi Ketiga diperlukan untuk beroperasi pada kawasan persekitaran radio yang berbeza-beza seperti di dalam atau di luar bangunan, bandar, pinggir bandar atau kawasan pendalaman. Para pengguna mungkin berada dalam keadaan tetap atau bergerak pada laju yang berbeza-beza. Contoh-contoh perkhidmatan ini termasuklah (Karim, M. R. & Sarraf, M., 2002):

- Pengguna-pengguna pegun atau pejalan kaki (0 hingga 10 km/h).
- Penggunaan kenderaan biasa sehingga mencapai kelajuan 100 km/h.
- Penggunaan kenderaan berkelajuan tinggi sehingga mencapai kelajuan 500 km/h.
- Penggunaan penerbangan sehingga mencapai kelajuan 1500 km/h.
- Satelit sehingga mencapai kelajuan 27000 km/h.

Antaramuka radio mestilah direkabentuk untuk menyediakan perkhidmatan data jalursuara (voiceband data) dan kadar bit bolehubah kepada pengguna. Kedua-dua mod litar dan bingkisan data mestilah dapat disokong. Di antara objektif utama teknologi Generasi Ketiga ini ialah:

- 144 kbps atau lebih untuk operasi kenderaan.
- Sekurang-kurangnya 384 kbps untuk pejalan kaki.
- Sekeliling 2.048 Mbps untuk kegunaan di dalam bangunan atau julat rendah (low range) di luar bangunan.
- Kebolehlenturan yang tinggi untuk pengenalan perkhidmatan baru.
- Kecekapan spektrum yang tinggi berbanding sistem yang sedia ada (sistem Generasi Kedua).

Di dalam sistem W-CDMA, kawalan kuasa pemancar amat penting di dalam saluran balikan kerana semua stesen bergerak menghantar isyarat pada jalur frekuensi yang sama. Di stesen tapak, isyarat daripada pengguna yang dikehendaki



## RUJUKAN

- Chiu, C. S. 2000. *Improving Transmit Power Control Performance for WCDMA Systems*. Chunghwa Telecom Laboratories, Taiwan.
- Chockalingam, A., Dietrich, P., Milstein, L. B. & Rao, P. P. Ogos 1998. *Performance of Closed-loop Power Control in DS-CDMA Cellular Systems*. IEEE Transaction Vehicular Technology, vol. 47.
- Chapman, S. J. 2002. *MATLAB Programming for Engineers*. Edisi ke-2. Australia. Brooks/Cole Thomson Learning.
- Gunnarsson, F. & Gustafsson, F. 2000. *Power Control in Cellular Radio Systems*. Department of Electrical Engineering, Linkopings University, Sweden.
- Gunnarsson, F. & Gustafsson, F. & Blom, J. 2000. *Power Control in Cellular Radio Systems – Analysis and Design*. Department of Electrical Engineering, Linkopings University, Sweden.
- Hahn, B. D. 2002. *Essential Matlab for Scientists and Engineers*. Edisi ke-2. Oxford, London. Butterworth Heinemann.
- Hanly, S. V. & Tse, D. N. *Power Control and Capacity of Spread Spectrum Wireless Networks*.
- Holma, H. & Toskala, A. (editor). 2001. *WCDMA for UMTS*. Chichester, England. John Wiley & Sons, Ltd.
- Idris, A. 1999. *MATLAB for Engineering Students*. Malaysia. Prentice Hall.
- Karim, M. R. & Sarraf, M. 2002. *W-CDMA and cdma2000 for 3G Mobile Networks*. London, England. McGraw-Hill.
- Lee, W. C. Y. 1993. *Mobile Communications Design Fundamentals*. Edisi ke-2. Kanada. John Wiley & Sons, Ltd.
- Leibnitz, K. & Kraub, A. February 2001. *Performance Evaluation of Interference and Cell Loading in UMTS Networks*. Research Report Series, Institute of Computer Science, University of Wurzburg, Germany, Report No. 268.
- Naghian, S., Rintamaki, M. & Baghaie, R. 2002. *Dynamic Step Size Power Control in UMTS*. Nokia Group, Finland.

- Novakovic, D. M. & Dukic, M. L. Fourth quarter 2000. *Evolution of the Power Control Techniques for DS-CDMA Toward 3G Wireless Communication Systems*. IEEE Communications Surveys.
- Nuaymi, L., Langrange, X. & Godlewski, P. 2002. *A Power Control Algorithm for 3G WCDMA system*. Paris, France.
- Ojanpera, T. & Prasad, R. (editor). 2001. *WCDMA: Towards IP Mobility and Mobile Internet*. Boston, London, England. Artech House Publishers.
- Pirinen, P. 1999. *Impact of Mobility and Closed-loop Power Control to Received Signal Statistics in Rayleigh Fading Channels*. Telecommunication Laboratory and Centre for Wireless Communications, University of Oulu, Finland.
- Prasad, R., Mohr, W. & Konhauser, W. (editor). 2000. *Third Generation Mobile Communication Systems*. Boston, London, England. Artech House Publishers.
- Qiu, L. & Zhu, J., 2000. *Optimization of Power Control Parameters for WCDMA Mobile Systems in Fading Channel*. Department of Electronic Engineering & Information Science. University of Science and Technology of Cina, Hefei, Anhui, China.
- Rappaport, T. S. 1999. *Wireless Communications, Principles & Practice*. New Jersey, US. Prentice Hall PTR.
- Rintamaki, M. & Koivo, H. 2001. *Adaptive Robust Power Control for WCDMA Systems*. Helsinki University of Technology, Finland.
- Rintamaki, M., Zenger, K. & Koivo, H., 2001. *Self-tuning Adaptive Algorithms in the Power Control of WCDMA Systems*. Helsinki University of Technology, Finland.
- Romero-Jerez, J. M., Ruiz-Garcia, M. & Diaz-Estrella, A. 2000. *Effects of Power Control Errors and Multipath Fading on BER in a Cellular CDMA Systems*. Dpto. Tecnologia Electronica, University of Malaga, Spain.
- Shafi, M., Ogose S. & Hattori, T. (editor). 2002. *Wireless Communications in the 21<sup>st</sup> Century*. New York, US. IEEE Press, Wiley-Interscience, John Wiley & Sons, Inc.
- Shankar, P. M. 2002. *Introduction to Wireless Systems*. New York, US. John Wiley & Sons, Inc.

Zander, J. & Kim, S. L. 2001. *Radio Resource Management for Wireless Networks*. Boston, London, England. Artech House Publishers.

