

Indice

1	Introduzione	pag. 1
1.1	Generalità su UMTS	4
1.2	Spazio della ricerca	5
2	Il sistema UMTS – servizi e architettura	pag. 7
2.1	Requisiti e principali innovazioni del sistema	7
2.2	Servizi e classi di QoS	9
2.3	Architettura generale	12
2.3.1	Divisione in Domini	12
2.3.1.1	Il dominio User Equipment	13
2.3.1.2	L’Infrastructure Domain	13
2.3.2	Divisione in strati	13
2.4	UTRAN	16
2.4.1	Funzioni dell’UTRAN	17
2.4.2	Architettura dei protocolli dell’UTRAN	19
3	Il sistema UMTS – I protocolli radio	pag. 22
3.1	Architettura generale dei protocolli radio	22
3.2	Il livello Fisico	24
3.2.1	I canali di trasporto	25
3.2.2	I canali fisici	26
3.2.3	Funzioni	28
3.2.3.1	Canalizzazione e Scrambling	28
3.3	Il livello MAC	30
3.3.1	I servizi MAC	32
3.3.1.1	I canali logici	32
3.3.1.2	Mappatura dei canali logici sui canali di trasporto	34
3.3.2	Elementi per le comunicazioni tra livelli	35

3.3.2.1	Primitive tra MAC e livello 1	35
3.3.2.2	Primitive tra MAC e RLC	36
3.3.2.3	Primitive tra MAC e RRC	37
3.3.3	Funzioni di livello MAC	39
3.3.3.1	Monitoraggio del volume di traffico	39
3.3.3.2	Scelta del Transport Format Combination	42
3.4	Il livello RLC	43
3.4.1	Entità di livello RLC	45
3.4.1.1	Entità in modalità Transparent	45
3.4.1.2	Entità in modalità Unacknowledged	45
3.4.1.3	Entità in modalità Acknowledged	46
3.4.2	I servizi RLC	48
3.4.3	Primitive per la comunicazione tra livelli	48
3.4.3.1	Primitive tra RLC e livelli superiori	49
3.4.4	Funzioni di livello RLC	51
3.5	Il livello PDCP	52
3.5.1	Servizi e funzioni di livello PDCP	53
3.5.2	Primitive per la comunicazione tra livelli	53
3.5.2.1	Primitive tra PDCP e i livelli superiori	53
3.6	Il livello BMC	54
3.6.1	I servizi BMC	54
3.6.2	Elementi per la comunicazione tra livelli	55
3.6.2.1	Primitive tra BMC e RRC	55
3.6.2.2	Primitive tra BMC e i livelli superiori nel piano utente	56
3.6.3	Funzioni di livello BMC	57
3.7	Il livello RRC	58
3.7.1	I servizi RRC	59
3.7.2	Primitive per la comunicazione tra livelli	60
3.7.3	Funzioni di livello RRC	61
3.7.4	Gli stati del livello RRC	62
3.7.4.1	Lo stato CELL_DCH	63
3.7.4.2	Lo stato CELL_FACH	63
3.7.4.3	Lo stato CELL_PCH	64
3.7.4.4	Lo stato URA_PCH	64
3.7.5	Procedure di livello RRC	65
3.7.5.1	Instaurazione della connessione RRC	65
3.7.5.2	Rilascio della connessione RRC	68
3.7.5.3	Procedure di Riconfigurazione	70
3.7.5.4	Procedure per le misurazioni	74
3.7.6	Timer, contatori e variabili di livello RRC	77
3.7.6.1	Timer per l'UE	77
3.7.6.2	Contatori per l'UE	79

3.7.6.3	Costanti per l'UE	80
3.7.6.4	Variabili per l'UE	80
3.7.7	Strategie di gestione delle risorse radio (RRM)	81
3.7.7.1	Procedure in Idle Mode	81
3.7.7.2	Mobilità per una connessione RRC	82
3.7.7.3	Politiche di Admission Control	86
3.7.7.4	Controllo dei Radio Bearer	89
4	Il simulatore UMTS - Generalità	pag. 94
4.1	Finalità e aspetti basilari del simulatore	94
4.2	Spazio di simulazione	95
4.2.1	Topologia	95
4.2.2	Suddivisione dello spazio in pixel	96
4.2.3	Disposizione delle Base Station	98
4.3	Ambiente di simulazione	99
4.4	Modello di propagazione	102
4.5	Antenne degli UE e delle BTS	103
4.6	Curve di BLER	104
4.7	Il canale radiomobile	105
4.8	La pila protocollare	106
4.9	I pacchetti d'utente e di controllo	107
4.10	Modelli di traffico nel simulatore	108
4.10.1	Sorgente Interactive	108
4.10.2	Sorgente Streaming	113
5	Il simulatore UMTS - Il livello RRC	pag. 115
5.1	Architettura di rete nel simulatore	115
5.2	Architettura dei protocolli radio nel simulatore	116
5.3	Il livello RRC	121
5.3.1	Modello base del livello RRC	121
5.3.1.1	Control Function Entity (CFE)	121
5.3.1.2	Routing Function Entity (RFE)	125
5.3.1.3	Transfer Mode Entity (TME)	125
5.3.1.4	Control SAP	126
5.3.2	Entità RRC lato UTRAN	126
5.3.2.1	Il gestore di Radio Resource Management (RRM)	128
5.3.2.1.1	RAB negotiator	129
5.3.2.1.2	RAB fulfiller	130
5.3.2.1.3	System DataBase	131
5.3.2.2	Routing Function Entity nell'UTRAN	139
5.3.2.3	Transfer Mode Entity nell'UTRAN	139
5.3.2.4	Control SAP del RRC nell'UTRAN	140

5.3.2.5	Reporting Criteria	140
5.3.3	Entità RRC lato UE	141
5.3.3.1	Routing Function Entity nell'UE	143
5.3.3.2	Transfer Mode Entity nell'UE	143
5.3.3.3	Control SAP nell'UE	144
5.3.4	Procedure di livello RRC nel simulatore	144
5.3.4.1	Instaurazione della connessione RRC	145
5.3.4.2	Rilascio della connessione RRC	148
5.3.4.3	Procedure per le misurazioni	149
5.3.4.3.1	Monitoraggio del volume di traffico	149
5.3.4.3.2	Misurazione intra-frequency	151
5.3.4.4	Riconfigurazione dei Radio Bearer	152
5.3.4.5	Procedura di Handover	153
5.4	Scelta del TFC nel MAC	155
6	Risultati delle simulazioni	pag. 157
6.1	Parametri delle simulazioni	157
6.2	Studio delle procedure di livello RRC	164
6.2.1	RACH	164
6.2.2	CPCH	165
6.2.2.1	Monitoraggio del volume di traffico	165
6.2.2.1.1	Modalità di misura ad eventi	166
6.2.2.1.2	Modalità di misura periodica	171
6.2.2.2	Stima della qualità del canale radiomobile	172
6.2.3	DSCH	177
6.2.3.1	Monitoraggio del volume di traffico	177
6.2.3.1.1	Modalità di misura ad eventi	178
6.2.3.1.2	Modalità di misura periodica	184
6.2.3.2	Stima della qualità del canale radiomobile	185
6.2.4	DCH	186
6.2.4.1	Monitoraggio del volume di traffico	187
6.2.4.1.1	Le soglie della modalità di misura ad eventi	187
6.2.4.1.2	Modalità di misura ad eventi e periodica	188
6.2.4.2	Stima della qualità del canale radiomobile	190
6.3	Servizi STREAMING	190
6.3.1	Tempo costante di attività della sorgente	191
6.3.2	Numero costante di utenti nel sistema	194
6.4	Servizi UDD	195
6.4.1	CPCH	196
6.4.1.1	Dimensione fissa dei dati generati dalla sorgente	196
6.4.1.1.1	Probabilità di errore media sul canale	196

	fissata	196
	6.4.1.1.2 Numero di utenti fissato	206
6.4.1.2	Dimensione variabile dei dati generati dalla sorgente	210
6.4.2	DSCH	211
	6.4.2.1 Dimensione fissa dei dati generati dalla sorgente	211
	6.4.2.1.1 Probabilità di errore media sul canale fissata	211
	6.4.2.1.2 Numero di utenti fissato	214
6.4.2.2	Dimensione variabile dei dati generati dalla sorgente	217
6.4.3	DCH	218
	6.4.3.1 Dimensione fissa dei dati generati dalla sorgente	218
	6.4.3.1.1 Probabilità di errore media sul canale fissata	218
	6.4.3.1.2 Numero di utenti fissato	221
6.5	Servizi UDD e STREAMING	223
7	Conclusioni	pag. 228
A	Progettazione in UML del simulatore	pag. 231
A.1	Diagramma delle classi	232
A.1.1	Node_B e Terminali mobili	232
	A.1.1.1 Struttura statica delle classi con dettagli di livello implementativo	233
A.1.2	Calendario degli Eventi	236
	A.1.2.1 Descrizione statica delle classi con dettagli di livello implementativo	238
A.1.3	Scenario simulativo	239
	A.1.3.1 Descrizione statica delle classi con dettagli di livello implementativo	241
A.1.4	Pile Protocolлари	245
	A.1.4.1 Descrizione statica delle classi con dettagli di livello implementativo	245
A.1.5	Timer di sistema	247
	A.1.5.1 Descrizione statica delle classi con dettagli di livello implementativo	248
A.1.6	Livello MAC	249
	A.1.6.1 Descrizione statica delle classi con dettagli di livello implementativo	250
A.1.7	Controller di livello fisico sul RACH e CPCH	252
	A.1.7.1 Struttura statica delle classi con dettagli di livello implementativo	254
A.1.8	Livello RLC	255

A.1.8.1	Descrizione statica delle classi con dettagli di livello implementativo	257
A.1.9	Livello RRC	260
A.1.9.1	Descrizione statica delle classi con dettagli di livello implementativo	263
A.1.10	Livello TCP/UDP	268
A.1.10.1	Descrizione statica delle classi con dettagli di livello implementativo	270
A.1.11	Raccoglitori di entità	271
A.1.11.1	Descrizione statica delle classi con dettagli di livello implementativo	272
A.1.12	Pacchetti Dati, Header e Messaggi di Controllo	273
A.1.12.1	Descrizione statica delle classi con dettagli di livello implementativo	275
A.1.13	Sorgenti per servizi Streaming e Interactive	277
A.1.13.1	Descrizione statica delle classi con dettagli di livello implementativo	277
A.2	Diagrammi di sequenza	281
A.2.1	Gestione di eventi asincroni	281
A.2.1.1	Init_session_ev	282
A.2.1.2	Phy_acc_conf_ev	283
A.2.2	Gestione del frame corrente	285
A.2.2.1	Livello RRC lato UE	287
A.2.2.2	Livello RLC lato UE	288
A.2.2.3	Livello MAC lato UE	290
A.2.2.4	Livello MAC lato UTRAN	292
B	Elenco delle sigle e degli acronimi	pag. 295
C	Bibliografia	pag. 299