

Sommario:

1	Modelli architeturali della televisione su Internet	21
1.1	Paradigmi di comunicazione	22
1.2	Servizi televisivi	23
1.3	Modelli di rete e piattaforme	26
1.3.1	“Pro e Contro” delle differenti piattaforme	27
1.4	Codifiche dei media & formati di trasporto	29
1.4.1	Tecniche di mascheramento	29
1.4.2	Pacchettizzazione e formato di trasporto	29
1.4.3	Protocolli di trasporto	30
1.5	Domini logici	33
1.6	Service Discovery & Selection	35
1.7	Terminale d’utente	37
1.8	Qualità del Servizio	39
1.8.1	Tecniche di rete	41
1.8.2	Tecniche end-to-end	42
2	L’architettura Open IPTV Forum	45
2.1	Le specifiche Open IPTV Forum	45
2.1.1	“Volume 1 – Overview”	45
2.1.2	“Volume 2 – Media Formats”	45
2.1.3	“Volume 3 – Content Metadata”	48
2.1.4	“Volume 4 – Protocols”	48

2.1.5	“Volume 5 – Declarative Application Environment”	49
2.1.6	“Volume 6 – Procedural Application Environment”	51
2.1.7	“Volume 7 – Authentication, Content Protection and Service Protection”	52
2.2	Domini e architettura dell’Open IPTV Forum	53
2.2.1	Requisiti architeturali: Servizi avanzati e Catena del valore	53
2.2.1.1	Servizi lineari e non	53
2.2.1.2	Catena del valore dei contenuti	54
2.2.2	Domini	54
2.2.2.1	Network Provider Domain, Service Platform Provider Domain e IPTV Service Provider Domain	55
2.2.2.2	Consumer Domain	64
2.2.2.3	Trattamento delle QoS nelle reti domestiche	68
2.2.2.4	Multicast e LAN domestiche	68
2.2.3	Modelli di rete “Managed” ed “Unmanaged”	70
2.2.3.1	Modello Unmanaged	71
2.2.3.2	Modello Managed	72
2.2.3.3	QoS nel modello Managed	73
2.3	Esempi di scenari realizzativi	76
2.3.1	OITF STB (Set-Top Box)	76
2.3.2	OITF TV	76
2.3.3	IG-WAN Gateway combinato con OITF TV	76
2.3.4	IG-WAN Gateway combinato con OITF TV multipli	77
2.3.5	IG-OITF STB combinato con OITF multipli	77
2.3.6	IG-OITF TV combinato	78
2.3.7	IG-OITF STB multipli	78

2.3.8	IG-AG-OITF STB combinato e OITF TV	78
2.3.9	AG-IG combinato con OITF multipli	79
2.3.10	AG-IG, OITF-IG e OITF multipli	79
2.3.11	OITF-AG TV combinato e IG-WAN Gateway	80

3 Normativa DVB su IPTV **82**

3.1	Aspetti architettureali	87
3.1.1	Modello a strati	89
3.1.1.1	Il Dominio Service Provider	89
3.1.2	Modello di riferimento della rete domestica	92
3.1.3	Pila protocollare DVB-IPTV	95
3.1.4	Profili DVB-IPTV	99
3.1.4.1	Moduli e Profili	99
3.1.5	Scenari	103
3.1.5.1	Scenario “Single Delivery Network Gateway”	103
3.1.5.2	Multiple “Delivery Network Gateways”	103
3.1.5.3	DNG e HNEP in One Box	104
3.2	Service Discovery & Selection in DVB	105
3.2.1	Service Discovery	106
3.2.1.1	Identificazione dei servizi	106
3.2.1.2	Frammentazione dei record SD&S	107
3.2.1.3	Procedura di Service Discovery	109
3.2.1.4	Entry point per il Service Discovery	110
3.2.1.5	Informazione di Service Provider Discovery	112
3.2.1.6	Informazione di Service Discovery per DVB-IPTV	115

3.2.2	Service Selection	120
3.2.2.1	Service Selection per Live Media Broadcast	120
3.2.2.2	Service Selection per Trick Mode	120
3.2.3	Trasporto dell'informazione SD&S	121
3.2.4	Protocollo per la consegna multicast dell'informazione SD&S (DVBSTP)	121
3.2.5	Protocollo per la consegna unicast dell'informazione SD&S	124
3.2.6	Segnalazione di cambiamenti	126
3.2.7	Codifica dell'informazione SD&S	127
3.3	Controllo dello streaming tramite RTSP	128
3.3.1	Selezione del servizio	128
3.3.2	Trasporto di sessione	129
3.3.3	Informazione di servizio	129
3.3.4	Profili RTSP	129
3.3.5	Metodi RTSP	130
3.4	Indirizzamento IP dell' HNEP	130
3.5	Servizi network time	136
3.6	Aggiornamento software degli HNEP (File Upload System Stub)	136
3.6.1	Stub File	137
3.6.1.1	Uso di DVBSTP per ottenere lo Stub File tramite multicast	137
3.6.1.2	Meccanismo HTTP per evitare la congestione	138
3.6.1.3	Formato dello Stub File	138
3.7	Incapsulamento e Protocolli IP per il Trasporto del TS MPEG-2	139
3.7.1	Incapsulamento del TS MPEG-2	139
3.7.1.1	Incapsulamento del TS in RTP	140

3.7.1.2	Controllo di qualità tramite RTCP	142
3.7.1.3	Incapsulamento del TS in UDP	143
3.7.2	Rilevamento del tipo di incapsulamento	144
3.7.3	Incapsulamento di audio e video in RTP/UDP/IP	144
3.7.3.1	Strato di sistema	144
3.7.3.2	Pacchettizzazione RTP per il trasporto	145
3.8	Requisiti di rete	146
3.8.1	Vincoli obbligatori	146
3.8.1.1	Packet jitter	146
3.8.1.2	Riordinamento dei pacchetti in UDP	146
3.8.2	Vincoli raccomandati	146
3.8.2.1	Perdita di pacchetti	146
3.8.2.2	Temporizzazione multicast	146
3.9	Service initiation and control	147
3.9.1	Servizi multicast	147
3.9.2	Servizi unicast	148
4	Integrazione dei servizi IPTV in NGN: la visione ETSI	150
4.1	Le specifiche ETSI per NGN e le architetture IPTV	150
4.2	Architettura IPTV con sottosistema dedicato	152
4.2.1	Domini per l'architettura IPTV con sottosistema dedicato	153
4.2.2	Architettura funzionale ad alto livello	154
4.2.3	Specifica dell'architettura funzionale	157
4.2.3.1	Entità funzionali	157
4.2.3.2	Reference point	162

4.2.4	Framework operativo e aspetti procedurali	163
4.2.4.1	Modalità di consegna IPTV	164
4.2.4.2	Modalità operative	164
4.2.4.3	Inizializzazione dei servizi – Service Discovery and Selection	165
4.3	Architettura IPTV basata su IMS	167
4.3.1	Architettura funzionale ad alto livello	167
4.3.2	Specifica dell'architettura funzionale	168
4.3.3	Servizi IPTV	170
4.3.4	Entità funzionali	170
4.3.4.1	Funzioni elementari	173
4.3.4.2	Interazioni tra le funzioni CoD Service Control e le funzioni CoD Media	175
4.3.4.3	Interazioni tra le funzioni BC Service Control e le funzioni BC Media	176
4.3.5	Sincronizzazione dei media tra le destinazioni	176
4.3.6	Reference point	177
5	DVB-IP nel contesto dell'ETSI TISPAN NGN	180
5.1	Scopo del DVB	180
5.2	Scopo del TISPAN	180
5.3	Architettura DVB-IP Fase 1.3	181
5.4	Architettura ETSI TISPAN NGN basata su IMS	183
5.5	Architettura ETSI TISPAN NGN con sottosistema IPTV dedicato	185
5.6	Service Discovery e Service Selection	189
5.6.1	SD&S in DVB-IP	189
5.6.2	SD&S in ETSI TISPAN NGN con IMS	189
5.6.3	SD&S in ETSI TISPAN NGN con sottosistema IPTV dedicato	190

5.7	Controllo del Content-on-Demand e del Live Media Broadcast	192
5.7.1	Controllo del CoD e del LMB in DVB-IP	192
5.7.2	Controllo del CoD e del LMB in ETSI TISPAN NGN con IMS	192
5.7.3	Controllo del CoD e del LMB in ETSI TISPAN NGN con sottosistema IPTV dedicato	192
5.8	Trasporto del contenuto	193
5.8.1	Trasporto in DVB-IP	193
5.8.2	Trasporto in ETSI TISPAN NGN con IMS	193
5.8.3	Trasporto in ETSI TISPAN NGN con sottosistema IPTV dedicato	193

6 L'architettura ITU-T

195

6.1	Definizione del servizio IPTV	195
6.2	Architettura	195
6.2.1	Domini IPTV	196
6.2.2	Architettura funzionale IPTV	197
6.2.3	Architettura basata su reti tradizionali (non NGN)	199
6.2.3.1	Funzioni dell'End User	199
6.2.3.2	Funzioni dell'Application	202
6.2.3.3	Funzioni del Service Control	204
6.2.3.4	Funzioni del Content Delivery	204
6.2.3.5	Funzioni del Management	206
6.2.3.6	Funzioni del Content Provider	206
6.2.4	Funzioni di Network	207
6.3	Architettura basata su NGN senza IMS	207
6.4	Architettura basata su NGN e IMS	210
6.5	Funzioni architetture comuni	212

6.5.1	Funzioni Application	214
6.5.1.1	Funzioni IPTV Application	214
6.5.1.2	Funzioni SCP	215
6.5.1.3	Blocco funzionale Application Profile	215
6.5.1.4	Blocco funzionale Application Provisioning	215
6.5.1.5	Funzioni Content Preparation	216
6.5.1.6	Funzioni Application Client (nel terminale IPTV d'utente)	217
6.5.1.7	Funzioni SCP Client (nel terminale IPTV d'utente)	218
6.5.2	Funzioni Content Delivery	218
6.5.2.1	Funzioni Content Distribution & Location Control	218
6.5.2.2	Funzioni Content Delivery & Storage	220
6.5.2.3	Funzioni Content Delivery Client (nel terminale IPTV d'utente)	221
6.5.3	Funzioni Network	222
6.5.3.1	Funzioni Multicast Transport	222
6.5.3.2	Funzioni Unicast Transport	222
6.5.4	Funzioni Content Provider	222
6.6	Interworking tra architetture IPTV	223
6.6.1	Il blocco funzionale Third Party Application Gateway	224
6.6.2	Servizi IPTV su reti NGN interconnesse	225
6.7	Struttura del terminale	229
6.8	Codifiche e formati di trasporto	232
6.8.1	Protezione dell'informazione	233

7	L'Architettura ATIS	235
7.1	Modello architetturale	235
7.1.1	I domini IPTV	237
7.1.2	I sottodomini IPTV	238
7.1.2.1	Sottodomini del Consumer	239
7.1.2.2	Sottodomini del Service Provider	240
7.1.2.3	Sottodomini del Network Provider	241
7.1.3	Le priorità architettureali	246
7.2	Architetture di riferimento	247
7.2.1	Componenti comuni	249
7.2.1.1	Categoria A: componenti funzionali comuni IPTV	249
7.2.1.2	Categoria B: componenti e funzioni comuni Application & Service Support	250
7.2.1.3	Categoria C: funzioni comuni del Transport Stratum	253
7.3	Consumer network	257
7.3.1	Considerazioni sulla QoS nella Home Network	257
7.4	Scomposizione architetturale: livello intermedio	258
7.4.1	Architettura IPTV basata su NGN senza IMS	259
7.4.2	Architettura IPTV basata su NGN e IMS	262
7.4.3	Coesistenza di Servizi IPTV IMS e NON-IMS	264
7.5	Rete fisica IPTV	266
7.5.1	Domini fisici IPTV	266
7.5.2	Gerarchia del dominio fisico IPTV	266
7.5.3	Rete IPTV end-to-end	267
7.6	Codifiche e formati di trasporto	269

7.6.1	Protezione dell'informazione	270
8	Scenari ibridi (broadcast/broadband)	272
8.1	MHP come tecnologia per terminali ibridi	273
8.1.1	MHP-IPTV	273
8.1.2	GEM-IPTV	274
8.1.3	API	275
8.1.4	Terminali ibridi basati su MHP	276
8.1.5	Terminali ibridi con accesso broadband a Open Internet	277
8.2	Il progetto franco-tedesco HBBTV	278
8.2.1	Applicazioni	279
8.2.2	Architettura	280
8.2.2.1	Componenti funzionali del terminale	281
8.2.2.2	Caratteristiche del terminale ed estensioni	283
8.2.3	Le specifiche	283
8.2.4	Esperienza dell'utente	285
8.2.4.1	L'aspetto visivo delle applicazioni interattive	285
8.2.4.2	Terminazione ed occultamento di applicazioni	291
8.2.5	Modello di servizi ed applicazioni	292
8.2.5.1	Ciclo di vita dell'applicazione	292
8.2.5.2	Stato dell'applicazione (visibile e invisibile)	296
8.2.6	Caratteristiche dei terminali	296
8.2.6.1	Formati	298
8.2.6.2	Protocolli	299
8.2.6.3	Sicurezza	300

8.3	Il progetto britannico Canvas	300
8.4	L'approccio italiano	301
9	Qualità del Servizio: aspetti generali	303
9.1	La perdita di pacchetti	305
9.1.1	Cause della perdita di pacchetti	305
9.1.2	Caratterizzazione statistica degli eventi di perdita dei pacchetti	308
9.1.3	Modelli di perdita dei pacchetti	309
9.1.4	Effetto della perdita dei pacchetti	310
9.2	Metriche di qualità del servizio	314
9.2.1	I servizi Broadcast Lineari	315
9.2.1.1	Punti di misurazione	316
9.2.2	Scenario di fruizione del servizio Broadcast Lineare	317
9.2.2.1	Step1: Accensione del Set Top Box	318
9.2.2.2	Step 2: Uso dell'EPG per selezionare uno stream/canale IPTV	318
9.2.2.3	Step 3: Visione di uno stream/canale IPTV	319
9.2.2.4	Step4: Cambio canale	319
9.2.2.5	Step 5: Spegnimento del STB o transito sul VOD	320
9.2.3	Metriche per il servizio Broadcast Lineare	320
9.2.3.1	Comportamento delle metriche	321
9.2.3.2	Accuratezza delle metriche	322
9.2.3.3	Metriche primarie	322
9.2.3.4	Metriche raccomandate per l'IPTV	324
9.3	Requisiti ed obiettivi per la qualità del trasporto	331
9.3.1	SDTV: obiettivi delle prestazioni del Broadcast a livello di trasporto	334

9.3.2	SDTV: obiettivi delle prestazioni del VoD e dei contenuti premium a livello di trasporto	336
9.3.3	HDTV: obiettivi delle prestazioni a livello di trasporto	336
9.3.4	Grafici della PLR obiettivo	338
9.4	QoS tramite architetture di sistema e meccanismi di rete	341
9.4.1	Il punto di vista DVB: Qualità del servizio tramite DiffServ	345
9.4.2	DSCP packet marking	345
9.4.3	Priorità in Ethernet	346
9.5	Tecniche per ridurre l'effetto delle perdite	348
9.5.1	Ritrasmissione dei pacchetti persi	349
9.5.1.1	Ritrasmissione TCP e controllo della congestione	350
9.5.1.2	Ritrasmissione RTP	351
9.5.1.3	Correlazione di eventi di perdita di pacchetti e ritrasmissione adattata	352
9.5.1.4	RET: l'approccio DVB alla ritrasmissione	352
9.5.2	Tecniche di Forward Error Correction e di Interleave	354
9.5.2.1	FEC a livello fisico	355
9.5.2.2	FEC a livello applicativo e a livello di trasporto	355
9.5.3	Combinazione di FEC e ritrasmissione	358
9.6	Considerazioni comparative sulle tecniche	359
9.6.1	Ritrasmissione vs Forward Error Correction	359
9.6.2	Implicazioni relative all'uso del FEC a livello fisico	361
9.6.3	Uso congiunto di tecniche differenti	362
10	Qualità del Servizio: tecniche AL-FEC per l'IPTV	363
10.1	Gli standard 2022-1 e 2022-2 dell'SMPTE	363
10.1.1	Standard SMPTE per Forward Error Correction	364

10.1.1.1	Schema di incapsulamento RTP dei media packet	365
10.1.1.2	Generazione dei FEC packet	365
10.1.1.3	Formato dell'header RTP del FEC packet	368
10.1.1.4	Formato dell'header FEC	368
10.1.1.5	Aspetti di sagomatura del traffico FEC	370
10.1.1.6	Tolleranza al riordinamento dei pacchetti	370
10.1.1.7	Configurazione di sistema	371
10.1.2	Standard SMPTE per trasporto di flussi TS MPEG-2 a bitrate costante su reti IP	371
10.1.2.1	Configurazione del trasmettitore	371
10.1.2.2	Incapsulamento del TS in RTP/UDP/IP	372
10.1.2.3	Temporizzazione	373
10.1.2.4	Overhead FEC buffer e implicazioni sulla latenza	373
10.1.2.5	Configurazione del sistema	374
10.1.2.6	Jitter, latenza, tolleranza al riordinamento e cifratura	375
10.2	Raptor Code	377
10.2.1	Canali con cancellazione	377
10.2.2	Codici a fontana	378
10.2.2.1	Il codice a fontana lineare casuale	379
10.2.3	Il codice Luby Transform	383
10.2.3.1	Codificatore	383
10.2.3.2	Decodificatore	383
10.2.3.3	Disegno della distribuzione dei gradi	385
10.2.4	I codici Raptor	389
10.2.4.1	Implementazione dei codici Raptor	391

10.2.5	Applicazioni	394
10.2.5.1	Immagazzinamento dei dati	394
10.2.5.2	Broadcast	395
10.3	AL-FEC: l'approccio DVB	396
10.3.1	Codice basato sulla specifica SMPTE 2022-1	397
10.3.2	Codice Raptor	397
10.3.3	FEC Streaming Framework	397
10.3.3.1	La procedura	398
10.3.3.2	Il protocollo	400
10.3.4	Gli schemi FEC per lo streaming	405
10.3.4.1	Schemi FEC Raptor per flussi di pacchetti arbitrari	405
10.3.4.2	Schema FEC Raptor per un singolo flusso di pacchetti ordinati in sequenza	409
10.3.5	Decodificatore FEC	413
10.3.5.1	Requisiti del decodificatore	413
10.3.5.2	Procedure di decodifica ibrida	413
10.3.5.3	Conversione pacchetti SMPTE 2022-1	414
10.3.6	Protocolli FEC Content Delivery	415
10.3.6.1	TS MPEG-2 multicast su RTP	415
10.3.6.2	TS MPEG-2 unicast su RTP	416
10.3.6.3	Video unicast generico	416
10.4	Valutazione delle prestazioni delle tecniche AL-FEC	417
10.4.1	Valutazione delle prestazioni del codice Raptor	417
10.4.2	Confronto tra SMPTE 2022-1, Raptor e codice ibrido	425
10.4.2.1	Parametri di selezione	425

10.4.2.2	Caratteristiche di perdita dei pacchetti	426
10.4.2.3	Sistema di riferimento per le valutazioni	427
10.4.2.4	Criteri di valutazione dello schema FEC	428
10.4.2.5	Simulazioni del DVB	429
10.4.2.6	Valutazioni su latenza, jitter e sagomatura del traffico	444
10.4.2.7	Valutazioni sulla flessibilità	446
10.4.2.8	Valutazioni sui requisiti di elaborazione e di memoria	446
10.4.2.9	Valutazioni sul supporto della trasmissione a strati	448
10.4.2.10	Valutazioni sui criteri aggiuntivi	449
10.4.2.11	Valutazioni su applicazioni di content download	449
10.4.2.12	Sintesi sul confronto tra Raptor e SMPTE 2022-1	450
10.4.2.13	Il codice ibrido	453

11	Appendice 1: Enti di normativa su piattaforme televisive su IP: struttura e attività	459
11.1	La struttura di Open IPTV Forum	459
11.1.1	Organizzazione dell'Open IPTV Forum e delle relativa normativa	460
11.2	La struttura di ATIS	461
11.2.1	Normativa ATIS su IPTV	463
11.3	L'organizzazione del DVB	463
11.3.1	Attività su IPTV in DVB	465
11.4	La struttura ETSI	465
11.4.1	Il progetto ETSI TISPAN	467
11.5	La struttura di ITU-T	467
11.5.1	ITU-T IPTV Focus Group and Global Standardization Initiative on IPTV	468
11.5.2	Global Standardization Initiative on IPTV (Organizzazione e relativa normativa)	470

12	Appendice 2: Tecniche e Protocolli IP per servizi televisivi	473
12.1	Lo stack di protocolli IP	473
12.1.1	Il protocollo UDP	475
12.1.2	I protocolli RTP-RTCP	476
12.2	Tecniche di diffusione: Unicast & Multicast	477
12.2.1	IGMP (Internet Group Management Protocol) – RFC 3376	478
12.3	Identificazione dei contenuti TV	479
12.4	Descrizione dei contenuti	480
12.5	Protocolli per gestire una sessione interattiva	481
12.6	Protocolli per trasferimento file	482
12.7	Riferimento di tempo	482
12.8	Protocolli crittografici	483
13	Bibliografia	484
14	Lista degli acronimi	499