

Verso le Next Generation Networks

Reti di nuova generazione (o Next Generation Networks) è un termine molto ampio per indicare l'insieme delle reti di TLC che sono previste per i prossimi 5-10 anni e che prevedono alcune evoluzioni chiave come la convergenza dei servizi (triple e quadruple play) e il trasporto su pacchetti IP (All IP). In pratica la rete fissa, quella mobile e quella broadcast tenderanno ad un processo di integrazione sempre più ampio fino alla completa convergenza sotto il paradigma IP.

Nel prossimo futuro si prevede una crescita considerevole della domanda di nuovi servizi con elevate caratteristiche di: *multimedialità*, *pervasività*, *mobilità* e *personalizzazione*. Pertanto, sarà necessario ampliare sempre di più la diffusione della larga banda e l'offerta di servizi a valore aggiunto che integrino le caratteristiche tipiche dei servizi di telefonia del mondo mobile con le potenzialità della larga banda. Sarà possibile introdurre servizi multimediali personalizzabili su base cliente e accessibili da reti eterogenee a banda larga, sia fisse che mobili. In uno scenario in continua evoluzione, dove il protagonista principale risulta essere lo sviluppo della larga banda, sia fissa che mobile, le innovazioni tecnologiche che stanno interessando la sezione di accesso alla rete devono però essere accompagnate, come vedremo, da un contemporaneo adeguamento della rete di trasporto.

Next Generation Networks ovvero "**reti di nuova generazione**" è un concetto sviluppato per tener conto delle nuove realtà nel mondo delle telecomunicazioni quali: la maggiore concorrenza tra operatori, la crescita del traffico di tipo "digitale", l'utilizzo sempre più intenso di Internet, la domanda crescente di servizi multimediali, il bisogno generale di mobilità, la convergenza di reti, e servizi, fissi e mobili.

Le NGN sono generalmente costruite sul protocollo **IP (Internet Protocol)** e per questo motivo il termine **All IP** viene spesso utilizzato per descrivere le evoluzioni verso le NGN. Il principio fondamentale su cui esse si basano è che una rete trasporta i servizi (voce, dati e video) incapsulandoli in pacchetti IP.

In accordo con l'ITU, una *Next Generation Network* è così definita:

"A Next Generation Network (NGN) is a packet-based network able to provide Telecommunication Services and able to make use of multiple broadband, QoS-enabled transport technologies and in

which service-related functions are independent from underlying transport-related technologies. It enables unfettered access for users to networks and to competing service providers and/or services of their choice. It supports generalized mobility which will allow consistent and ubiquitous provision of services to users”.

In altre parole, se oggi, per ogni tipo di servizio, si utilizza un’infrastruttura differente, con le NGN un’unica rete di trasporto supporterà tutte le tipologie di servizio. Il servizio diventerà così indipendente dalla rete: **non ci saranno più differenze tra reti fisse e mobili**. Voce, internet, mail e video saranno disponibili sia che ci si trovi all’aperto sia dentro le mura di casa o dell’ufficio.

Tra i requisiti di base di una NGN si possono citare le seguenti:

- offerta di ogni tipo di servizio: multimediale, dati, video, telefonico, mobile;
- funzioni dedicate al servizio separate da quelle dedicate al trasporto;
- interlavoro con le reti esistenti per permettere una graduale evoluzione;
- supporto di utenza mobile e nomadica (utenti che si connettono alla rete in siti diversi);
- indipendenza dai diversi servizi di rete di accesso (ad esempio xDSL).

Per realizzare tutto questo è necessario uno snellimento dei protocolli che garantisca nel contempo l’unificazione del trattamento dei diversi meccanismi di accesso attualmente in uso. Si vuole arrivare, in pratica, ad una situazione in cui tutto il traffico sia sempre più di tipo ottico via via che ci si avvicina all’utente finale e l’architettura protocollare in uso per tutti i tipi di dati e di traffico sia basata su IP.

All IP

L’offerta sempre maggiore di banda disponibile a prezzi contenuti, la sempre crescente domanda di interconnettività insieme allo sviluppo ed alla crescita di nuovi servizi, resi possibili dalle nuove architetture di rete, stanno portando le attuali infrastrutture verso la convergenza **ALL-IP**: si vuole così creare un’unica piattaforma protocollare per il trasporto dei dati, siano essi voce, video, files, ecc.

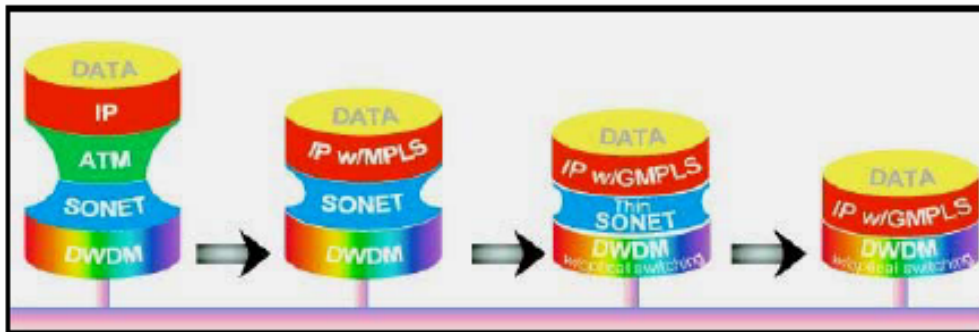


Figura 2: Evoluzione della architettura di rete

I principali fattori di tale tendenza sono:

- interconnettività sempre maggiore tra apparati ed architetture diverse, ottenuta tramite standard mondiali sempre più consolidati;
- industrializzazione di nuovi terminali (Ip-phones, PDA, WiFi-phones), di adattatori e di residential gateway;
- nuove tipologie di servizi (ottenute proprio grazie alla versatilità di IP) che abilitano una progressiva integrazione fisso-mobile.

La scelta di IP come protocollo unico di rete è stata dettata dalle nuove esigenze.

Il mercato dei servizi di telecomunicazione, recentemente liberalizzato, aveva ipotizzato in passato vari scenari di evoluzione della rete verso la larga banda in tecnica **ATM (Asynchronous Transfer Mode)**: la **B-ISDN (Broadband - Integrated Services Digital Network)**, sviluppatasi alla fine degli anni '80, ne costituisce l'esempio più noto. Tuttavia la tecnica ATM non rispondeva alla necessità di una maggior flessibilità ed eterogeneità dei servizi. Lo scenario che si prospetta, infatti, è quello di una rete intelligente in grado di adattarsi al trasporto di vari tipi di servizi e di varie tipologie di accesso; tale rete deve poi essere in grado di supportare qualità di servizio diverse e di poter essere gestita da un piano di controllo che possa adattare al meglio le possibilità della rete ad una situazione di traffico così eterogenea.

Grazie alle sue caratteristiche, il protocollo IP risulta essere quello che meglio si presta per un tale scenario; la rete IP a larga banda, infatti, evolve ispirandosi alle caratteristiche migliori di Internet,

quali l'*interoperabilità*, la ricchezza dei contenuti e la rapidità di evoluzione e ne permette l'integrazione con le logiche proprie delle reti di telecomunicazioni, quali sicurezza, qualità del servizio e affidabilità.

Nell'ultimo ventennio, quindi, si è assistito allo sviluppo ed all'affermazione delle soluzioni IP e sono emerse le reti multiservizio, in grado di offrire servizi tradizionali ed innovativi, compresi i contenuti televisivi. Tali reti sono state definite anche *reti full service* e, soprattutto in ambiente americano, *Triple Play* dall'integrazione tra servizi fonia, internet e TV che esse sono in grado di offrire.

In conseguenza di quanto appena detto, oggi la rete IP a larga banda sta diventando la nuova rete di telecomunicazioni *multiservizio*, portando allo sviluppo dell'**IMS (IP Multimedia Subsystem)**.

L'IMS, come si nota nella figura 1.2, è una sorta di "strato architetturale" la cui caratteristica principale è quella di essere "*access agnostic*", ossia di poter interconnettere utenti che accedono in diverse modalità quali UMTS, GPRS, WLAN, ecc.

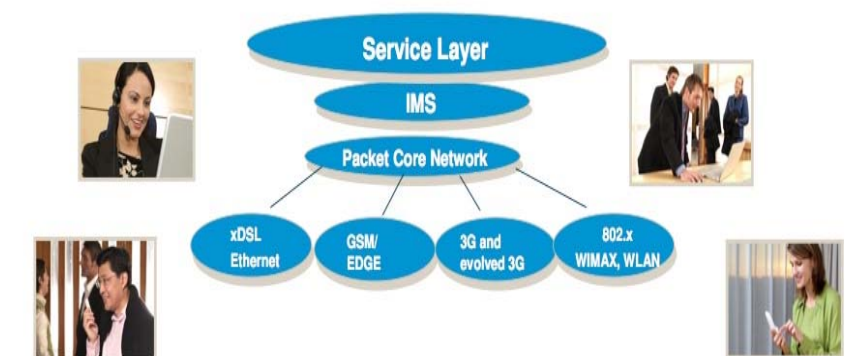


Fig. 3: L'IMS come strato aggiuntivo "*access agnostic*"

Una volta realizzata la convergenza verso l'ALL-IP sarà quindi possibile interconnettere terminali tra loro eterogenei grazie ad un'infrastruttura omogenea basata sull'IMS. Su questa piattaforma di rete verranno realizzati servizi multimediali *session based* per la clientela residenziale, **SOHO (Small Office Home Office)**, Business ed Executive.

Caratteristiche delle nuove reti

La diffusione dell'accesso a larga banda e l'impiego delle tecnologie IP costituiscono fattori abilitanti per lo sviluppo di applicazioni e servizi completamente diversi da quelli telefonici e solo parzialmente ispirati al paradigma Internet così come siamo abituati ad immaginarlo oggi.

Al fine di supportare tali servizi, l'architettura delle reti Triple Play tende a coniugare le esigenze molto diverse del mondo di Internet e del mondo della multimedialità. Il paradigma di Internet, infatti, tende a portare l'intelligenza alla periferia della rete (nei PC e nei terminali intelligenti), lasciando a quest'ultima solo le funzionalità di trasporto (realizzate con oggetti non specializzati) mentre l'evoluzione dei servizi multimediali evidenzia l'esigenza di introdurre in rete nodi più specializzati, migliorando così le prestazioni, la sicurezza e l'efficienza della rete.

Questo processo costituisce la maggiore sfida tecnologica per gli operatori tradizionali. In questa fase, l'innovazione tecnologica e quella di servizio sono indissolubilmente correlate tra loro, così come i servizi di comunicazione e l'offerta di contenuti tendono, naturalmente, a completarsi reciprocamente.

Il rapido sviluppo di reti e servizi ha inevitabilmente portato alla nascita di una moltitudine di soluzioni, definite “***verticali***”, dedicate a singoli servizi e vantaggiose in termini di rapidità di implementazione, di focalizzazione sulle caratteristiche che si vogliono offrire e di gestibilità della singola applicazione.

Le soluzioni “***verticali***” si dimostrano però svantaggiose (in termini di maggiori costi, tempi, complessità e qualità del prodotto finale) quando si desidera integrare due o più servizi, e, soprattutto, risultano difficilmente sostenibili a lungo termine a causa della crescente complessità di gestione ed interlavoro e delle inefficienze provocate dalla duplicazione di funzionalità simili. Al contrario, le soluzioni “***orizzontali***” condividono la maggior parte degli elementi e seppure richiedano un investimento iniziale maggiore, permetteranno, con lo sviluppo di numerose applicazioni, la forte possibilità di riutilizzo delle soluzioni adottate, una maggiore facilità nell'integrazione dei servizi, riduzione dei tempi e dei costi.

Alla luce di queste considerazioni possiamo affermare che la piattaforma “orizzontale” rappresenta in realtà una *piattaforma multiservizio* programmabile, che consente di sviluppare e poi fornire nuovi servizi in tempi brevi, basandosi sulla ***separazione dei livelli di trasporto e controllo***,

sull'adozione di interfacce e protocolli standard e sulla gestione dei dati attraverso un database unico e logicamente centralizzato. La piattaforma verticale invece rappresenta una *piattaforma monoservizio*, che consente di sviluppare e poi fornire rapidamente un servizio specifico, anche con soluzioni non standard e non coerenti ma omogenee in termini di allocazione di funzioni e dati.

La piattaforma orizzontale è ormai considerata la soluzione vincente per favorire l'integrazione dei servizi, migliorare l'efficienza degli investimenti e facilitare lo sviluppo di nuove applicazioni. La sua caratteristica più importante è la separazione dell'architettura in livelli funzionali diversi:

- **il livello di servizio:** si basa su di una piattaforma software che abilita la creazione e la composizione di servizi a partire da logiche elementari già sviluppate e messe a fattor comune, condividendo l'ambiente di sviluppo e di gestione dei servizi;
- **il livello di controllo:** realizzato secondo logiche indipendenti dal servizio, permette l'introduzione di nuovi servizi senza necessità di interventi su tale strato;
- **il livello delle informazioni:** prevede la centralizzazione logica di tutte le informazioni di profilo degli utenti *broadband* (informazioni sull'identità dell'utente, l'identità dell'accesso, i servizi sottoscritti e il relativo profilo di servizio), che risultano così accessibili a tutte le applicazioni che le richiedono;
- **il livello di trasporto** dei flussi di segnalazione, su cui transita traffico di differente natura (voce, dati, video): si basa sull'*infrastruttura IP* messa a fattor comune per tutti i tipi di servizio (compresi quelli *content* e *web based*). **Il livello di trasporto è completamente IP** ed include sia le reti di accesso di varia natura, per esempio **xDSL**, Gigabit Ethernet e WiFi, sia le componenti di rete *EDGE* e *CORE*;
- **il livello di utente:** comprende le logiche *client* dei servizi sviluppati sui *server* applicativi. I servizi multimediali possono richiedere una varietà di terminali specifici per tipi di applicazioni e di clientela; in particolare, la piattaforma deve poter offrire i servizi ai clienti residenziali e ai clienti business, che potranno così accedere alla rete sia attraverso i terminali dedicati (telefoni, set top box), sia attraverso i terminali generici (personal computer). Saranno poi anche abilitate le prestazioni di *nomadicità*.

Sono inoltre previste funzionalità di interlavoro, che consentiranno l'interoperabilità tra la piattaforma per i servizi multimediali e la rete telefonica fissa, le reti mobili e le reti a circuito o a pacchetto, non solo per uno stesso operatore ma tra operatori diversi.

La separazione tra i livelli funzionali è particolarmente importante, in quanto costituisce un aspetto altamente innovativo rispetto alla rete telefonica tradizionale, dove le funzionalità associate alle informazioni, alle logiche di servizio, al controllo e alla commutazione vera e propria sono essenzialmente realizzate dagli stessi nodi di rete (autocommutatori). Questa separazione si evidenzia anche nell'approccio IMS con architettura di rete di tipo ALL-IP, che rappresenta una soluzione di tipo orizzontale; si prevede, infatti, l'utilizzo di apparati e protocolli "di confine" che siano in grado di connettere sottoreti di tipo diverso e con supporti diversi, tramite una core network di tipo IP, nella quale le funzioni di controllo e di switching sono separate.

Questa separazione di funzioni prevede la sostituzione di alcuni apparati attualmente presenti con altri di nuova concezione.

Tra gli elementi principali che consentiranno il graduale passaggio dalla situazione attuale a quella ALL-IP si possono citare:

- **Media Gateway (MGW):** è l'elemento che rende possibile la connessione tra i diversi tipi di reti;
- **Session Initiation Protocol (SIP)**, o protocolli simili;
- Politiche di *traffic engineering* (rese particolarmente efficienti grazie a protocolli quali **RSVP**, **MPLS**, ecc.).

Il protocollo SIP, così come l'H.323 ed altri simili, è un protocollo di segnalazione per conferenze audio/video, telefonia, servizi di presenza, notifica di eventi e instant messaging. Esso si occupa solamente di instaurare una connessione tra due diversi endpoints; in particolare determina la posizione, le potenzialità multimediali e la disponibilità del "target endpoint", instaura una sessione tra "originating endpoint" e "target endpoint" e ne gestisce il trasferimento e la terminazione di chiamata.

La necessità di utilizzo di protocolli quali **MPLS** e **RSVP**, invece, è dovuta al diverso trattamento che i singoli tipi di dati devono avere. Una volta trasformati in pacchetti IP, infatti, i dati vengono

inoltrati in rete (in linea di principio) in modo omogeneo ed indistinguibile; grazie al **DiffServ** (che rende possibile la differenziazione dei servizi modificando i bits del campo Type Of Service dei pacchetti IP e agisce quindi a livello 3 della pila OSI.) è tuttavia possibile differenziare il traffico e garantire a video, audio, files vari, ecc... le relative **CoS (Class of Service)** richieste. Sarà possibile inoltre implementare *DiffServ* su *MPLS* privilegiando i pacchetti real time tramite percorsi garantiti nella rete.

Come già evidenziato, l'intelligenza della rete viene spostata sempre più verso il lato utente, con la nascita di apparati terminali operanti direttamente in IP (IP-Phones, scambio dati negli apparati UMTS, ecc.) e con lo sviluppo di Media Gateway in grado di trattare diverse tipologie di accessi e convertirle in IP verso il lato interno della rete. In pratica la parte di accesso della rete si comporterà come una sorta di "raccolgitore e traduttore", affasciando diverse tipologie di traffico in flussi IP, magari già suddivisi in classi di servizio; sarà poi compito della parte core, sempre più direttamente connessa al lato utente, effettuare il controllo, la gestione ed il trattamento dei flussi di pacchetti IP e garantire diverse *Class Of Services*.

Due tra i più importanti snodi tecnologici alla base di questo processo di innovazione della rete sono pertanto: la *tecnologia della core network* ed il *piano di controllo*.

Le moderne reti di trasporto prevedono una struttura molto semplice, con uno strato superiore, che integra tutti i servizi sotto forma di pacchetti IP (Internet Protocol), e uno sottostante che offre le necessarie risorse di trasporto (circuiti); questo secondo strato è anche in grado di offrire direttamente servizi a circuito a quei grandi clienti (altri operatori, grandi aziende) che ne fanno richiesta.

La *tecnologia della core network* è la base sulla quale poggia l'intera concezione della stratificazione orizzontale. Essa ha il compito di trasportare i dati nella maniera più efficiente possibile ed a banda larga, raccogliendo traffici di varia natura e gestendoli grazie ad un protocollo di rete (IP) dinamico, efficiente e flessibile. La *core network* si occupa in pratica di fornire una piattaforma comune nella quale confluiscono tutti i tipi di accessi e di dati e dalla quale i servizi e le applicazioni possono attingere.

Tale tecnologia di rete, in grado di instradare automaticamente e agevolmente i circuiti ad altissima capacità trasportati dalle fibre ottiche (da poche unità fino ad alcune migliaia di Gbps), è nota col nome di **optical networking**.

L'*optical networking* costituisce, allo stato attuale, una delle frontiere più avanzate nel campo delle telecomunicazioni, coniugando nel modo più efficace le tecnologie proprie del mondo Internet con la grande capacità di trasportare informazioni su lunghe distanze propria delle reti ottiche. Una prima scelta alla base di questa tecnologia, consiste nella semplificazione della struttura della rete, ridotta sostanzialmente a due soli strati sovrapposti:

- **lo strato ottico**, che può essere costituito da circuiti SDH o Gigabit Ethernet (GbE), oppure da lunghezze d'onda. E' in pratica il livello trasmissivo vero e proprio sul quale "viaggiano" i dati;
- **lo strato IP**, costituito da pacchetti di dati, trasportati nei circuiti; in questo strato superiore può confluire qualunque tipo di informazione, attuando così la completa integrazione dei servizi.

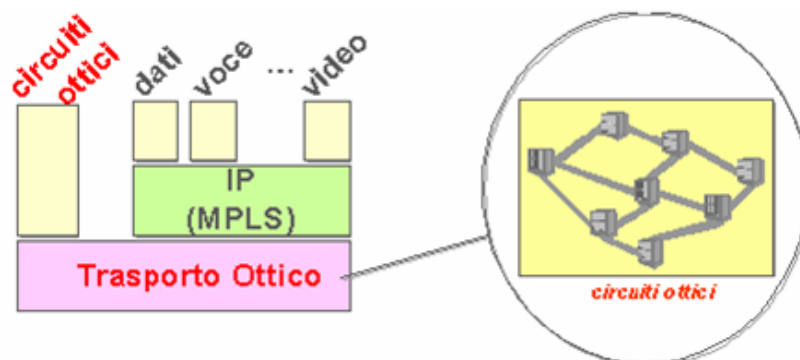


Figura 4: Tecnologia della core network stratificata

Le attuali reti di telecomunicazione si fondano sulle grandi capacità funzionali di routers elettrici, che garantiscono un'efficiente gestione del traffico ed un'elevata configurabilità e flessibilità, e sulle notevoli velocità e capacità trasmissive proprie di apparati ottici e fibre. L'evoluzione dell'ottica nel mondo delle telecomunicazioni sta portando alla nascita di apparati in grado di svolgere tutte le funzionalità di rete direttamente a livello ottico (si pensi, per esempio, agli switch ottici, agli Optical Cross Connect (OXC) e agli Optical Add Drop Multiplexer (OADM). Con lo sviluppo tecnologico di apparati "intelligenti" completamente ottici si potrà, nell'immediato futuro, rendere la rete ancora più capace e veloce di quanto ora sia possibile, eliminando le traduzioni

elettrico-ottiche, senza però rinunciare alla possibilità di gestione e controllo del traffico tramite protocolli flessibili e dinamici. Questa fase di passaggio integrale al mondo ottico è però tuttora in fase di sviluppo e rappresenta una delle attuali frontiere tecnologiche.

Il ***piano di controllo*** è un'intelligenza in grado di governare in modo autonomo e in tempi ridottissimi l'uso delle risorse della rete. Il piano di controllo può assegnare, o liberare, i circuiti sulla base di regole predefinite e di *protocolli di comunicazione* fra i nodi della rete. Poiché questi protocolli derivano dal mondo IP e ne riflettono il carattere "*distribuito*", molte delle funzioni del piano di controllo sono localizzate nei nodi piuttosto che concentrate in un unico punto. Se da una parte questo aspetto apre la strada a nuove funzionalità e a nuovi servizi di trasporto, accomunati dalla possibilità di riconfigurare dinamicamente la rete, dall'altra questa facilità di instaurazione dei percorsi di rete si tradurrà in un ulteriore vantaggio per i clienti degli operatori, che vedranno ridursi drasticamente i tempi di attivazione dei circuiti e migliorare la qualità dei servizi offerti. Le nuove reti di trasporto in via di realizzazione sono già predisposte per accogliere queste profonde innovazioni. Già oggi sono in grado di riconfigurarsi in caso di guasto, reinstradando automaticamente il traffico su un percorso alternativo, in modo da aggirare la temporanea interruzione (funzione di *restoration*).

Luca Rea, Alessandro Valenti (FUB)