



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PARMA
Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione

Introduzione alle Reti di TLC

Luca Veltri

(mail.to: luca.veltri@unipr.it)

Corso di Reti di Telecomunicazioni A, a.a. 2004/2005

<http://www.tlc.unipr.it/veltri>



Università degli Studi di Parma
Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione

Introduzione alle Reti di TLC

Indice

- Introduzione
- Rami, nodi, topologie di rete
- Sezione di accesso e sezione interna
- Tipi di informazione
- Qualità del servizio e sicurezza
- Tassonomia delle reti di TLC
- Organismi di standardizzazione

2



Università degli Studi di Parma
Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione

Introduzione alle Reti di TLC

Reti di Telecomunicazioni

- Rete di TLC
 - piattaforma tecnologica per effettuare comunicazione a distanza tra due o più utenti
 - consente di trasferire informazione (servizio di TLC)
 - consente di gestire le sue parti componenti e i servizi supportati
- Servizio di TLC
 - trasferimento di informazione di varia natura
 - caratterizzato da parametri quali durata, qualità, etc
- Ci sono diverse modalità di attuare tale trasferimento, e quindi diverse tipologie di rete TLC
 - ciascuna con i propri vantaggi e svantaggi
 - ciascuna più o meno adatta ai vari tipi di servizio (applicativi)

3



Università degli Studi di Parma
Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione

Introduzione alle Reti di TLC

Esempi di reti e servizi di TLC

- Esempi di reti di TLC:
 - Rete telefonica fissa (PSTN - *Public Switched Telephone Network*)
 - Reti mobili di seconda generazione (GSM/GPRS - *Global System for Mobile Communications, General Packet Radio Service*)
 - Reti di distribuzione radio, TV
 - Reti in area locale (LAN - *Local Area Network*) Ethernet, WirelessLAN WiFi, etc
 - Reti dati geografiche ATM (*Asynchronous Transfer Mode*), X.25, Frame-Relay, etc
 - Internet
 - Reti mobili di terza generazione (UMTS- *Universal Mobile Telecommunications System*)
- Esempi di servizi:
 - telefonia
 - teleconferenza
 - audio/video diffusione
 - messaging and mailing
 - dati peer-to-peer
 - browsing
 - ∞

4

Soggetti nella fornitura del servizio di TLC

- Cliente/utente del servizio (service customer)
 - fruitore del servizio, i.e. soggetto della comunicazione (sorgente e/o destinazione)
 - per fruire di un servizio deve interagire con il fornitore
- Fornitore del servizio (service provider)
 - Ha il compito di rendere fruibile il servizio di TLC al cliente secondo modalità (e.g. costo, durata) predefinite (Service Agreement)
 - Per rendere possibile il trasferimento dell'informazione deve poter utilizzare la infrastruttura di rete resa disponibili dal gestore
- Gestore di rete (network operator)
 - Ha il compito di attivare e mantenere operativi la piattaforma di rete in modo da assicurare la fruizione del servizio di TLC

Rami, nodi, topologie di rete

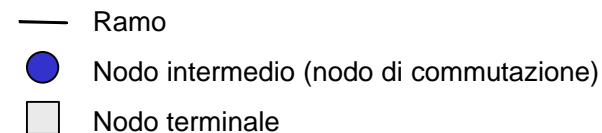
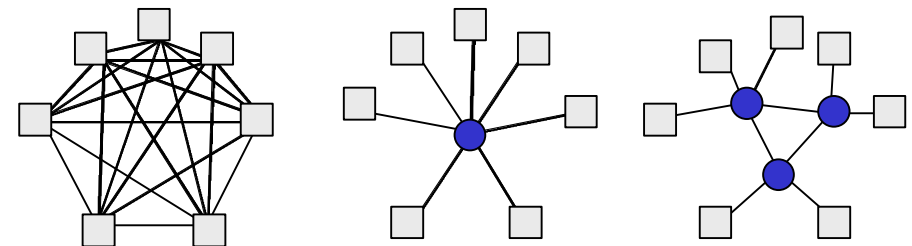
5

Rami e nodi

- Una rete è genericamente composta da nodi interconnessi tramite rami
- Un ramo, costituisce elemento di connessione di due nodi
 - rappresenta il percorso diretto che l'informazione segue per essere trasferita tra due nodi
- Un nodo è l'estremità comune di due o più rami convergenti nello stesso punto
 - mezzo di scambio tra due o più rami, o terminazione degli stessi
- Il significato di queste entità geometriche è diverso a seconda del livello funzionale considerato; esempi:
 - **nodi:** terminazioni fisiche di rete, apparati di commutazione (switching), elaboratori, archivi, etc
 - **rami:** mezzo trasmissivo, giunzione fisica/logica tra due apparati di rete, percorso logico dell'informazione tra due elaboratori, etc

7

Rami e nodi



8

Nodi intermedi e terminali

- Nodo intermedio (nodo di commutazione)
 - **nodo di scambio, moltiplicazione/demoltiplicazione**
 - **genericamente riferito come Relay system**
 - **a seconda dei casi viene chiamato:**
 - gateway, router, switch, digital cross connector, hub, repeater, etc.
- Apparecchi o nodi terminali (TE - Terminal Equipment)
 - **sorgente/destinazione della comunicazione**
 - **costituenti il mezzo attraverso cui un utente usufruisce di uno o più servizi di TLC**
 - **possono essere di varia forma e possono dipendere dalla tipologia di rete e/o dal servizio, esempio:**
 - Apparecchi radio, TV
 - Telefono fisso, cellulare
 - PC fisso o portatile (laptop)
 - PDA (Personal Digital Assistant)
 - elettrodomestici..

9

Grafo di rete

- Una topologia di rete è definita da un grafo

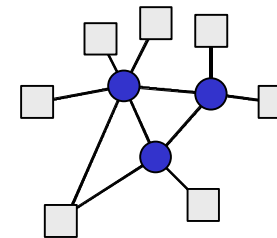
$$G=(V,A)$$

V = insieme dei vertici (nodi), $N = |V|$

A = insieme degli archi (rami), $R = |A|$

- Esempio

$N=10, R=11$

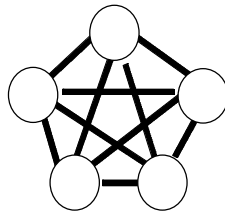


10

Topologia a maglia completa

- Ogni nodo è connesso direttamente con tutti gli altri nodi, i.e. è presente un ramo per ogni coppia di nodi

$$R=N(N-1)/2$$



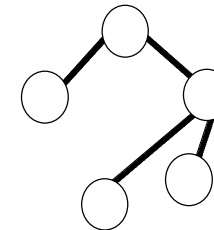
- Vantaggio: tolleranza ai guasti (molti percorsi tra due nodi)
- Svantaggio: elevato numero di rami
- E' usata solo quando i nodi sono pochi (e vicini)

11

Topologia ad albero

- Grafo connesso con un solo percorso (cammino) tra ogni coppia di nodi

$$R= N-1$$



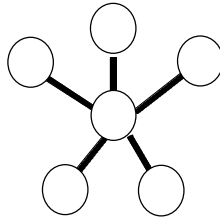
- Vantaggio: basso numero di rami
- Svantaggio: vulnerabilità ai guasti (solo un percorso tra due nodi)
- E' usata per ridurre i costi e semplificare la stesura dei rami

12

Topologia a stella

- Caso particolare di albero: tutti i nodi sono connessi tramite un ramo ad un nodo (centrale)

$$R=N-1$$



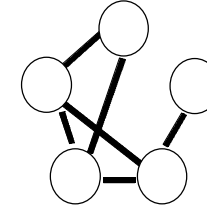
- Vantaggio: basso numero di rami
- Svantaggio: vulnerabilità ai guasti del nodo centrale
- E' usata per ridurre i costi e semplificare la stesura dei rami

13

Topologia a maglia non completa

- Caso più generale, compromesso tra albero e rete a maglia completa

$$N-1 < R < N(N-1)/2$$



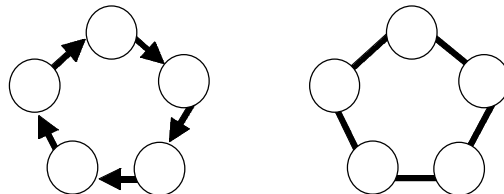
- Svantaggio: topologia non regolare
- Vantaggio: tolleranza ai guasti e numero di rami selezionabile a piacere
- E' la più usata

14

Topologia ad anello

- I nodi sono interconnessi ad "anello"
- Può essere unidirezionale o bidirezionale

$$R=N$$



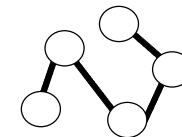
- Usata principalmente in reti locali e metropolitane

15

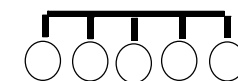
Topologia a bus

- I nodi sono connessi in modo "lineare"
- Il bus può essere attivo (ogni nodo partecipa alla comunicazione tra le altre coppie di nodi) o passivo (tutti i nodi sono connessi allo stesso mezzo)

$$R=N-1 \text{ nel caso di bus attivo}$$



$$R=1 \text{ nel caso di bus passivo}$$

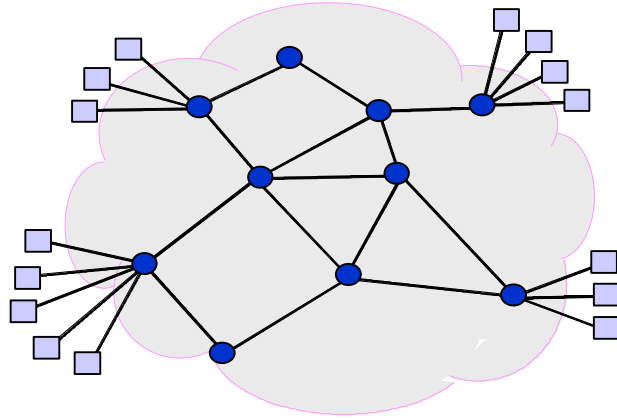


- Usata principalmente in reti locali e metropolitane

16

Topologia generale di una rete di TLC

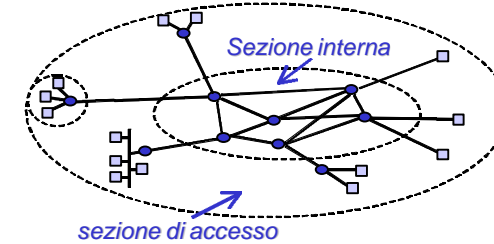
- In generale la topologia di una rete di TLC può essere una combinazione delle topologie precedenti (topologia mista):
 - **maglia completa, stella, albero, etc.**



17

Sezione di accesso e sezione interna

- Reti di TLC complesse vengono spesso viste come composte da due parti (dette anche zone o sezioni)
 - **sezione di accesso (rete di accesso)**
 - **sezione interna (rete di trasporto/transito, core, dorsale, backbone)**



- Sezione di accesso e interna si possono differenziare per velocità di trasferimento, topologia, tecnologie, mezzi trasmissivi, funzionalità di gestione, affidabilità, ridondanza, etc.

18

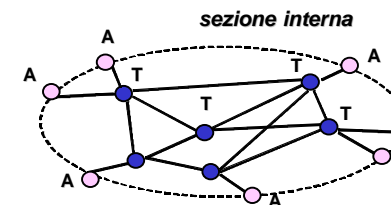
Sezione di accesso

- Ha il ruolo di consentire l'accesso alla rete ai suoi utenti
- Viene realizzata attraverso differenti mezzi e tecnologie
 - **wireless**
 - **wired (rame, fibra)**
 - **punto-punto, broadcast**
 - ..
- E' la sede di risorse che in alcuni casi sono indivise e dedicate ai singoli utenti/terminali
- Comprende l'interfaccia utente-rete

19

Sezione interna

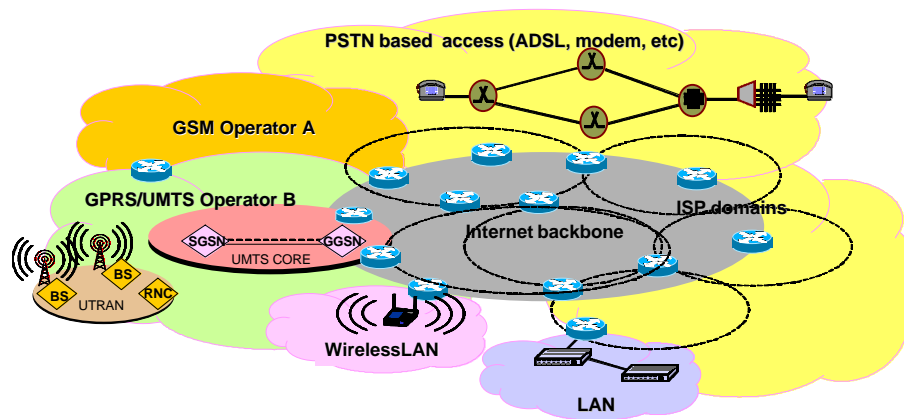
- Ha il ruolo di trasferire l'informazione tra nodi di accesso, utilizzando, se necessario, anche nodi di transito
- E' sede di risorse condivise (di trasferimento e di elaborazione) con elevate prestazioni, in termini di velocità (trasmissiva, elaborativa), affidabilità, etc



A : Nodi di accesso
T : Nodi di transito

20

Sezione di accesso e sezione interna in Internet



21

Sezione di accesso e sezione interna in Internet

- Access Networks (pto-ptp and multi-ptp)
 - IP over PSTN/ISDN
 - IP over xDSL
 - IP over Ethernet 10M/100M/1G
 - IP over GPRS/UMTS
 - IP over WLAN/802.11
- Core Networks
 - IP over ATM/SDH
 - IP over MPLS/SDH
 - IP over Gigabit Ethernet ?
 - IP over IPv6 over..?

22

Tipi di informazione

Unità Informative

- Obiettivo della comunicazione è il trasferimento dell'informazione tra due o più terminali/utenti
- L'informazione può essere: analogica o digitale
- Verrà considerata solo informazione digitale (eventualmente come uscita di convertitore A/D e codec)
 - voce, video, dati..
- L'informazione viene trasferita mediante Unità Informative (UI)
 - singoli bit
 - byte
 - blocchi di bit/byte (che, a seconda dei casi, vengono riferiti come: unità dati, pacchetti, messaggi, etc)

24

Informazione utente, di controllo, e di gestione

- In una rete di TLC si possono distinguere 3 differenti tipi di informazione/traffico:
 - **Informazione di utente**
 - è l'obiettivo della comunicazione
 - differenti media (voce, dati, video, etc.)
 - viene trasmessa in accordo ad opportuni formati (protocolli, codec)
 - può essere inviata insieme a dell'extra-informazione aggiunta per scopi di controllo del trasferimento (overhead), e.g. indirizzi, campi di controllo di errore, etc..
 - coinvolge le funzionalità di trasporto della rete
 - **Informazione di segnalazione/controllo**
 - è di supporto affinché possa avvenire la comunicazione
 - permette di inizializzare una comunicazione e negoziarne le caratteristiche
 - coinvolge le funzionalità di controllo

25

Informazione utente, controllo, gestione (cont.)

- **Informazione di gestione (OAM - Operation Administration Management)**
 - in genere scambiata tra nodi di rete
 - ha lo scopo di consentire operazioni di gestione delle risorse/apparati di rete
 - si può distinguere in:
 - informazione per operazioni di esercizio (operation)
 - informazione per operazioni di amministrazione (administration)
 - informazione per operazioni di manutenzione (management)
 - coinvolge le funzionalità di OAM
- In alcuni casi i tre tipi di informazione possono essere trattati da (sotto)reti differenti. In tal caso si parla di:
 - **rete dati (o di trasporto)**
 - **rete di segnalazione**
 - **rete di gestione**

26

Qualità del servizio e sicurezza nelle reti

Ritardo (1/2)

- Le UI possono subire del ritardo nell'attraversamento dei nodi e rami della rete
- Componenti del ritardo sono:
 - **ritardo di elaborazione**
 - il tempo richiesto dal nodo di rete per esaminare la UI (normalmente l'intestazione del pacchetto) e per determinare dove instradarla
 - questo può includere eventualmente il tempo per elaborare la UI stessa, ad esempio controllare se sono presenti errori, modificare le informazioni di instradamento, etc
 - può essere anche dell'ordine dei microsecondi
 - **ritardo di coda e attraversamento del nodo**
 - il tempo che la UI trascorre prima di essere trasmessa sul link di uscita dal nodo di rete
 - dipende dal tipo di attraversamento implementato nel nodo
 - può dipendere dal grado di congestione del nodo (traffico totale in ingresso)

28

Ritardo (2/2)

- Componenti del ritardo: (cont.)
 - **ritardo di trasmissione**
 - tempo necessario per trasmettere completamente la UI
 - questo influenza sia il tempo di trasferimento della UI, e sia il ritardo subito dalla UI seguente
 - viene introdotto da ogni nodo che opera in modalità store&forward
 - se R è il bitrate [bit/s] in uscita, e L_{UI} la lunghezza [bit] della UI, $t_{Tx} = L_{UI}/R$
 - **ritardo di propagazione**
 - tempo di propagazione nel mezzo fisico
 - dipende dal mezzo ed è proporzionale alla lunghezza dello stesso
 - se c_m è la velocità [m/s] di propagazione nel mezzo e L_m la sua lunghezza [m], il tempo di propagazione è $t_p = L_m/c_m$
- Il ritardo complessivo end-to-end è la somma dei ritardi introdotti dai singoli nodi e rami

29

Perdita

- In generale durante il trasferimento di una UI questa può “perdersi” o arrivare errata
- Ciò può essere causato da:
 - **errori trasmissivi**
 - **possibile congestione della rete ovvero dei nodi attraversati (e.g. per buffer overflow)**
 - **errori procedurali**
 - **(e.g. errori nei protocolli di routing, banchi nei programmi)**
- Eventuali errori/perdite possono essere recuperati tramite correzione e/o ritrasmissione

30

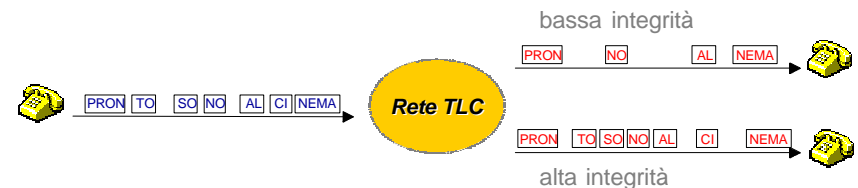
Prestazioni di un servizio di TLC

- Le prestazioni più significative di un servizio di comunicazione riguardano:
 - **l'integrità informativa**
 - corrispondenza tra informazione emessa e ricevuta (sequenze binarie)
 - può essere valutato attraverso un tasso di errore residuo sul bit (BER/Bit Error Rate) o sulle UI (Packet Loss o FER/Frame Error Rate)
 - **la trasparenza temporale**
 - riguarda i ritardi di transito
 - può essere valutato attraverso le statistiche dei ritardi
 - è importante considerare sia il valore di ritardo medio che il jitter

31

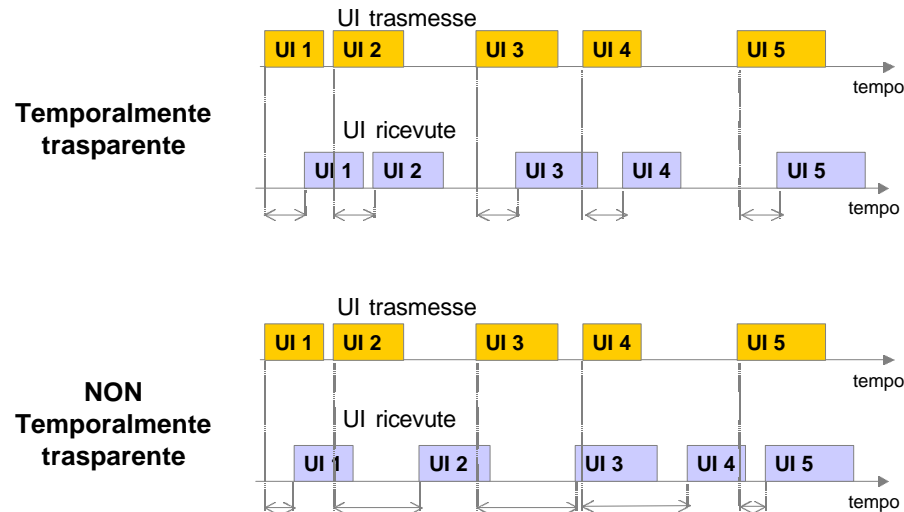
Integrità informativa

- l'insieme delle UI ricevute è simile all'insieme delle UI trasmesse



32

Trasparenza temporale



33

Sicurezza

- Un aspetto importante nella comunicazione a distanza è il livello di sicurezza assicurato
- Sicurezza significa:
 - **Identificazione/Autenticazione**
 - garanzia/verifica che le parti interessate alla comunicazione siano esattamente chi sostengono di essere
 - **Riservatezza/Confidenzialità**
 - garanzia che i dati siano accessibili solo ai soggetti autorizzati
 - **Integrità**
 - garanzia che i dati non siano stati indebitamente alterati o manipolati
 - **Disponibilità**
 - garanzia che i dati siano elaborati o trasmessi in tempo ragionevole, o che non siano stati resi inaccessibili

34

Tassonomia delle reti di TLC

Distinzione delle reti in base alla gamma dei servizi supportati

- Rete dedicata a un servizio:
 - sono state concepite e realizzate in passato per la fornitura di un singolo servizio
 - possono oggi essere utilizzate anche per un insieme ristretto di altri servizi, seppure con alcune limitazioni
 - esempio: la rete telefonica
- Rete integrata nei servizi:
 - sono di concezione più recente
 - il loro obiettivo è rendere possibile la fornitura di una vasta gamma di servizi di telecomunicazione con prestazioni di qualità e di costo decisamente migliori rispetto a quelle ottenibili con le reti dedicate
 - esempio: Internet (nella sua evoluzione)

36

Distinzione delle reti in base al grado di mobilità del terminale

- Rete fissa: se i servizi supportati dalla rete sono accessibili solo da parte di utenti che
 - **ogniqualevolta desiderino comunicare, siano in posizione statica,**
 - **oppure che, pur in movimento, rimangano in un intorno relativamente ristretto di un sito di riferimento (abitazione, ambiente di lavoro, ecc.)**
- Rete mobile: se invece l'accesso e' consentito ad utenti che sono in movimento senza limitazioni alle loro possibilità di deambulazione (a piedi e/o su veicoli)

37

Distinzione delle reti in base al loro posizionamento

- Distinzione in base alla loro applicazione in contesti di rete più generali
 - Reti di accesso
 - Reti di trasporto
- Si differenziano generalmente per caratteristiche trasmissive, qualità del servizio, affidabilità, capacità di gestione, etc.

38

Distinzione delle reti in base alla loro estensione

- Rete in area personale (Personal Area Network, PAN): quando l'area interessata ha un raggio di circa 1 metro
- Rete in area locale (Local Area Network, LAN): quando l'area interessata è ristretta ad un singolo edificio o a un complesso di insediamenti entro il raggio di qualche chilometro
- Rete in area metropolitana (Metropolitan Area Network, MAN): quando gli utenti sono distribuiti su un'area relativamente estesa (una città, una piccola regione)
- Rete in area geografica (Wide Area Network, WAN): quando gli utenti sono distribuiti su un'area molto estesa (una nazione, un continente, l'intero globo terrestre)

39

Distinzione delle reti in base alla loro estensione

Interprocessor distance	Processors located in same	Example
1 m	Square meter	Personal area network
10 m	Room	Local area network
100 m	Building	
1 km	Campus	
10 km	City	Metropolitan area network
100 km	Country	Wide area network
1000 km	Continent	
10,000 km	Planet	
		The Internet

40

Organismi di standardizzazione nelle TLC

Organismi Mondiali

- International Telecommunication Union (ITU)
 - è un'agenzia specializzata delle Nazioni Unite, con sede in Ginevra e con il compito di armonizzare tutte le iniziative mondiali e regionali nel settore delle Telecomunicazioni
 - include le precedenti attività svolte dal CCITT
 - produce Raccomandazioni: queste hanno carattere volontario, ma costituiscono di fatto un linea-guida fondamentale per le attività dei diversi attori nel mondo delle Telecomunicazioni
- International Standard Organization (ISO)
 - Ente delle Nazioni Unite, creato con l'obiettivo di promuovere lo sviluppo della normativa internazionale per facilitare il commercio di beni e servizi nel mondo
- IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers)
 - particolarmente attivo nella standardizzazione delle tecnologie per reti in area locale (LAN) e metropolitana (MAN)

42

Organismi Mondiali

- IETF (Internet Engineering Task Force)
 - è il gruppo preposto alla definizione degli standard nel mondo Internet
 - chiunque può partecipare sottomettendo degli internet-draft
 - produce degli "standard" denominati Request For Comments (RFC)
 - <http://www.ietf.org>

43

Organismi Europei

- European Telecommunication Standards Institute (ETSI)
 - La preparazione degli standard è effettuata da Comitati Tecnici (TC), che trattano argomenti specifici e che riferiscono all'Assemblea Tecnica (TA)

44