



• 01 - CONCETTI GENERALI :

• SERVIZI E FUNZIONI NEGLI RETE DI TELECOMUNICAZIONI :

• IN RETE DI TELECOMUNICAZIONI

SEGNAZIONE
COMMUTAZIONE
TRASMISSIONE
(GESTIONE)

- COMUNICAZIONE: SCAMBIO INFO SECONDO CONVENZIONI PRESTABILITE
- TELECOMUNICAZIONE: COMUNICAZIONE TRA SIST. INFORMATIVI E SVANIDI, TRAMITE CANALI FISSI O ATTIVI SIG. ELETTRONICI
- SERVIZIO DI TELECOMUNICAZIONE: CIO CHE È OFFERITO DA UN'ENTE DIRETTO AL CIRCUITO PER SVOLGERE UNA BSIL. DI TELECOMUNICAZIONE
- FUNZIONI IN UNA RETE DI TELECOMUNICAZIONI: OPERAZIONI SVOLTE NELLA RETE PER OFFRIRE SERVIZI
- SEGNAZIONE: SCRIVENDO INFO SU APERTURA, CONTROLLO E CHIUSURA DI CONNESSIONI
- COMMUTAZIONE: PROCESSO DI INTERCONNESSIONE DI UNITÀ PUNZ. CONSIDERANDO IL TRASM., CIRCUITI DI TELECOM.
- TRASMISSIONE: TRASFORMAZIONE DI SEGNAI DA 1 A 1 PUNZ. O DA 1 A N PUNZ.

• TOPOLOGIE :

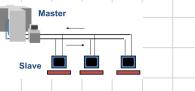
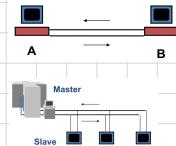
- MEZZO TRASMISSIVO: MEZZO FISICO IN CUI SONO DI TRASPORTO I SEGNAI TRA 2 O N PUNTI
- CANALE: SINGOLU MEZZO TRASMISSIVO DI CONCENTRAZIONE DI ESSI
- BANDA: QUANTITA DI BIT/S \rightarrow BITRATE
- CAPACITÀ DEL M. TRASMISSIVO: MAX VELOCITÀ TRASMESSA
- " " CANALE: CAPACITÀ DEL M. TRASMISSIVO A BITRATE INFESSATE PRESENTE
- TRAFFICO OFFERITO: QUANTITA DI DATI PER UNITÀ DI TEMPO CHE UNA SDOPPIE ESSA SI INVIADE IN RETE
- TRAFFICO SPERATO (THROUGHPUT): TRAFFICO OFFERITO CHE ARRIVA COSTANTEMENTE A DESTINAZIONE

$$\begin{aligned} \text{THROUGHPUT} &\leq \text{CAPACITÀ CANALE} \\ \text{THROUGHPUT} &\leq \text{TRAFFICO OFFERITO} \end{aligned}$$

$$\cdot \text{TOPOLOGIA: } G(V, A) / \begin{array}{l} N = |V| \\ C = |A| \end{array}$$

• TIPI DI CANALE:

- PUNTO - PUNTO: 2 nodi collegati tra loro ESTREMAMENTE, UTILIZZATO IN GRADO PARITARIO
- MULTIPUNTO: N nodi connessi ad 1 canale, 1 master e N slave
- BROADCAST: 1 canale di comunicazione, N nodi connessi \rightarrow L'INFO INVIASTA È RICEVUTA DA tutti i nodi

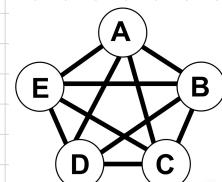


• STRUTTURE DI RETE TOPOLOGIE :

• RETE COMPLETA:

- OGNI NODO HA UN COLLEGAMENTO DIRETTO CON GLI ALTRI NODI
- $C = \frac{1}{2} N(N-1) = \binom{N}{2}$
- DI SOLITO USATA SE CI SONO POCCHI NODI

V: TOLERANZA DIASTRI \sim PIÙ PROBABILI \wedge COPERTA NODI
S: ELEVATO N. CONNETTI



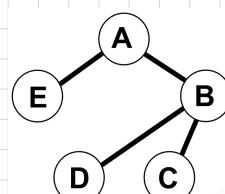
• ALBERGO:

- \forall COPPIA DI NODI \rightarrow 1! PRECORSO \sim NO LOOP

$$C = N-1$$

- USATA PER RIDURRE I COSTI \sim POCCHI CONNETTI

V: PASSO N. CANALI
S: VULNERABILITÀ AI WORMHOLE



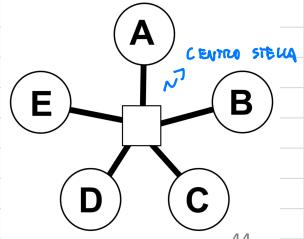
• STELLA ATTIVA:

- UNICO PERCORSO TRA COPPIE DI V, PASSANDO PER UN CENTRO
- $C = N$

V: PASSO n° CANALI

S: VULNERABILITÀ GUASTI NEL CENTRO STELLA

→ NO NODO



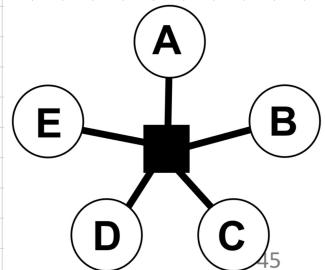
• STELLA PASSIVA:

- RETE BROADCAST, CON UN UNICO CANALE

$$\bullet C = 1$$

V: PASSO n° CANALI

S: POTENZIALE VULNERABILITÀ GUASTI NEL CENTRO STELLA



• MAREGLIA:

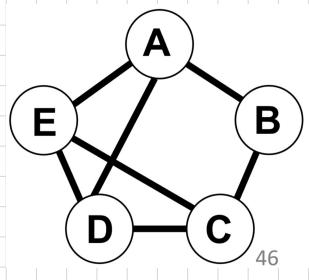
• NUOVI COLLEGAMENTI SONO POSSIBILI MA SENZA SPECIFICHE ASSICURAZIONI

$$\bullet N-1 < C < \frac{1}{2}N(N-1)$$

• INSTRUMENTO COMPLESSO; PIÙ VIE ALTERNATIVE, È LA PIÙ USATA

V: TOLERANZA AI GUASTI E n° CENTRI SELEZIONABILI A DISPOSIZ.

S: TECNOLOGIA NON RELOCARE

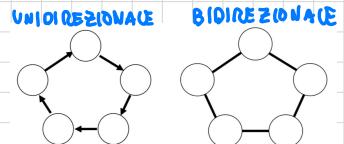


• ANELLO:

UNIDIREZIONALE: $C = N/2$, 1 SOLO PERCORSO ∇ COPPIA

BIDIREZIONALE: $C = N$, 2 PERCORSI ∇ COPPIA

↳ V: IN CASO DI GUASTO È ASSICURATA LA SOSTITUZIONE DELLA RETE



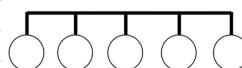
• BUS:

ATTIVO: $C = N \cdot 1$

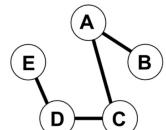
PASSIVO: $C = 1$ → SIMILE A STELLA PASSIVA

• } VN SONO CONNESSI ∇ SCATTA AI VARI

PASSIVO



ATTIVO



PRESTAZIONI:

OISI - TRASPA

→ DIPENDONO DALLA CAPACITÀ SELETTA

- A PARI C_S SUL CONTO LA QUANTITÀ DI TRAFFICO SVILUPPATO SU UNA RETE DATA D_L È COMPOSTO DA:
PESATA DALLA QUANTITÀ DI TRAFFICO TRA I 2 NODI
- PER TRAFFICO UNIFORME E ROTAZIONE ASSERITA: TRAFFICO CONFERITO $\propto \frac{1}{d}$
- DISTANZA media (\bar{d}):

$$\bar{d} = \frac{\sum_i \sum_j d_{ij} X_{ij}}{\sum_i \sum_j X_{ij}}$$

TRAFFICO TOTALE

$$\left| \begin{array}{l} d_{ij} = \text{oisi. tra i nodi } i \text{ e } j \\ X_{ij} = \text{peso di " " i e } j \end{array} \right.$$

- $C_s = n^2 \text{ CANALI} * C_{canale} \Rightarrow C_{canale} = Z \cdot C_{\text{SINISTRA SINISTRA SINISTRA}}$

- CARICO MAX SUL CANALE:

(es. VERSO PGL, 6-7
SU POF classificato)

- 1) CONSIDERO IL TRAFFICO UNIDIREZIONALE
- 2) ∇ CANALE CONTA IL NUMERO DI VIE
- 3) CONSIDERO LA CONNIZ. DI STAMMANTI TRA I VARI CANALI: CARICO CANALE $\leq C_{canale}$

- CARICO MAX SU UN MOOD:

- 1) CONSIDERO LE LINEE ∇ NODO, SCELTI DA MAX
- 2) SOSTRAGGIO AL TRAFFICO È IL TRAFFICO OTTENUTO DALLA CONNIZ. PIÙ STAMMANTI SOPRA

• SERVIZI NEGLI RDM DI TELECOMUNICAZIONE:

IN BASE AI SERVIZI OFFERITI, RDM /
 DESTINATI : UNICO SERVIZIO
 INTEGRATI : MOLTEPLICITA' DI SERVIZI

• SERVIZI PORTANTI: PERMETTONO GI' TRASMETTIRE IL SEGNALE TDS INTERFAZIE UTENTI - RETE

• TELESERVIZI: COMPLETA POSSIBILITA' DI COMUNICAZIONE TRA UTENTI

• SERVIZI / DI BASE: MINIMA FUNZIONALITA' DISPONIBILE DEL SERVIZIO STESO

• SUPPLEMENTARI: FUNZIONALITA' AGGIUNTIVE (rispetto al servizio base)

• CLASSIFICAZIONE DEI TELESERVIZI:

• DIFFUSIVI: FLUSSO DI DATI DA UNA S A N DESTINATORI

• CON CONTROLLO DI PRESENTAZIONE: I DATI PIÙ CONTINUI L'INTITOLAZIONE E L'ORDINE DI PRESENTAZIONE SONO PRESERVATI

• SENZA " "

• INTEGRATIVI:

• CONVERSATORI: TRASFERISCONO DATI TRA U IN TIPO REALE

• MESSAGGIATORI: TRASFERISCONO DATI TRA U, MA IN TIPO SEGNALI → LE INFO SONO INTEGRATE

• CONSULTATORI / RISPARMIATORI: INFO IMMAGazzINATA IN CENTRI DI INFO PUBBLICO (vd. WEB)

• REALIZZAZIONE DEI TELESERVIZI:

• CLIENT-SERVER: IL CLIENT, tenendo U RELAZIONE UN SERVIZIO, CONTATTA IL SERVER, IL quale LO FORNISCE

• P2P: INTERAZIONE DIRETTA TRA GRUPPI DI UTENTI, IN TIPO PORTATORI → P2P

• TRASMISSIONE NEGLI RDM DI TELECOMUNICAZIONE:

INFO TRASMESSO IN FORMA ANALOGICA O NUMERICA (SIGNALS)

ANALOGICO → DIGITALE
4

→ NUOVE RETI TELECOMUNICATIVE I DATI SONO TRASMESSI IN FORMA DIGITALE, PROCESSO DI NUMERIZZAZIONE

• TIPI DI TRASMISSIONE:

SPAZIO /
 • SERIALE: 1 CANALE, 1 BIT ALLA VOLTA TRASMESSO

• PARALLELA: N canali che uniscono 2 nodi, N bit trasmessi simultaneamente

• SINCRONA: S & D SINCRONIZZANO I CIRCUITI CLK PRIMA DELLA TRASMISSIONE, HFC

• ASINCRONA: BIT INVIAI SERIAMENTE, PRIMA DI DIRE TRAMM. VEDRE INIZIO UN SERVIZIO DI SYNC

RICEZIONE / COMMUTA: P2P TRAM. DIVISIVA O PUNTO-PUNTO

• BURST MODE: MULTIPUNTO, PREDIST., ASINCRONA

• MODI DI TRASFERIMENTO NELLE RETI DI TELECOMUNICAZIONI:

• CONDUZIONE DI CANALE:

• ACCESSO MULTIPLEX: I FLUSSI ACCEDONO AL CANALE DA PUNTI DIFFERENTI

• MULTEPLICAZIONE: 1 INGRESSO E 1 USCITA SE NELLA RETE I FLUSSI SONO DISPONIBILI IN UN UNICO PUNTO

↓ SISTEMA MULTIPLEXOR

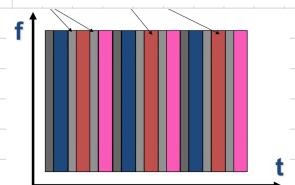
• FDM - FDMA (PRESEZIALE): \rightarrow DIVISIONE MULTIPLEX ACCESS

SEPARAZIONE OTTENUTA USANDO BANDE DI FREQUENZA,

SEPARAZIONE DELLE BANDE DI FREQUENZA, \rightarrow DI VIBRATORE

• TDMA (TETTO): \rightarrow PIÙ VIBRAZIONI

\hookrightarrow PIÙ VIBRAZIONI (f e t), IN UN INTRENTO DI TEMPO PRESTANNO, PERRA' COI RIFERIMENTO IN UN VERSO DI TEMPO SUCCESSIVO
TEMPI DI GUARIGLIA



• CDMA - CDMA (CODE)

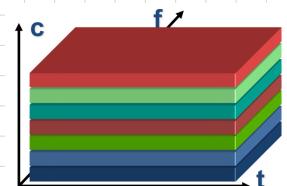
NO LIMITE t E f , Ogni UTENTE È IDENTIFICATO DA UN CODICE

SENTO SEMPRE OGNI UTENTE TUTTI GLI UTENTI

S: IN COMUNI ZONE, IN CUI SI POSSANO INCONTRARSI

V: RESISTENZA A DISTURBI

\rightarrow TRASMISSIONE E RICEZIONE: PRODUCE SUMME TRA CODICI E BIT DI INFO



• SPAZIO:

PIÙ FLUSSI DI INFO IN PUNTI DIVERSI NELL'AREA SPATIALE

\rightarrow TERRITORIO UNITO IN CELLE

M ↘ PROTEZIONE IN AREA: SEMPRE, FISSA

STATICA: BANDE ACCORDATE MA NON UTILIZZATE PER FORZA

\rightarrow 1 BANDA, N SORTEGGI POSSIBILI: IN PESO \rightarrow $P(z \leq S_{\text{interv.}}) \leq 0$

• CONDUZIONE DI UN NODO:

• COMMUTAZIONE DI CIRCUITO: \rightarrow BO. SWITCH TELEFONICO PER IL CHIAMANTE

\rightarrow SE I FLUSSI SONO CONTINUI, CONSUMANO FISICO TUTTO IL V

• IL CIRCUITO È DI USO ESCLUSIVO DI Z V, PER TUTTA LA DURATA DELLA COMUNICAZIONE,
RISORSE RELATIVAMENTE AL TITOLARE DELLA COMUNICAZIONE

• \checkmark : BANDA COST. GARANTITA

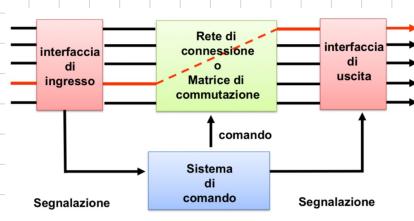
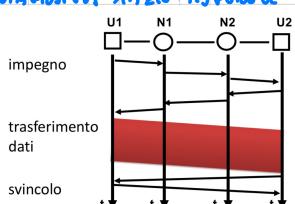
RICHIAMI COST.: DOPO ANDAR SOTTO IL COSTO UNITARIO, RICHIAMI = COSTI.

TRASFERIMENTO CIRCUITO: N NON POSSONO MODIFICARE I DATI DI VELOCITÀ
BASSI RITARSI MAI ATTENDONO UNO

• S: RISORSE PER 1 SOLO COMUNICAZIONE
EFFICIENTE (\rightarrow Z S NON INCONTRANO
I APPURTUM CIRCUITO)

NO CONVERGENZA FORTE DI VELOCITÀ E PROTOCOLLI
TROPPA IN MOLTI Z S ESSERE CIRCUITO

DIAGRAMMA SPAZIO-TEMPORALE



• COMMUTAZIONE DI PACCHETTO:

→ singola trasmissione per S interruttori: minori latenze per uso risarcimento di 2 o più utenti

• L'INPUT SI STOCCA SU Ogni NODO DI COMMUTAZIONE, PER ESSERE DATA ANCHE AL PROSSIMO

• ORGANIZZAZIONE IN PACCHETTO: PDU = PCI + DATI SDU
 Protocol data unit + Protocol control information + Service data unit

• TRANSITAZIONE:

STORE & FORWARD:

→ NODO, IL PACCHETTO SI FESTA, NE SI USUA L'INFORMAZIONE PER CAPIRE DUNE INSTRADARLO

→ SIT DI FATTITÀ PER LA PROPAGAZIONE DA ECCELLE

• Ogni nodo memorizza il pacchetto, lo suddividono e lo mette in coda per la trasmissione

→ L'INPUT DEI PACCHETTI PUÒ SEMPRE ESSERE FRACCIONATO.

• TEMPO DI TRASMISSIONE:

$$T_{Rx} = \frac{\text{dim. pacchetto}}{\sqrt{\text{rate di trasmissione}}} \approx \left[\frac{\text{bit}}{\text{s}} \right]$$

• TEMPO DI PROPAGAZIONE (per nmode da U₁ a N₁):

$$V_p = \frac{\text{luminosità}}{t_p} = \frac{2}{3} c \rightarrow t_p = \frac{L}{V_p} \approx \left[\frac{\text{m}}{\text{s}} \right]$$

• RITARDI:

• Δ CONCRETO: TRASMISSIONE: \propto DIST. REC. PROTOTIPO $\approx V_{\text{trasm.}}$, t
 PROPAGAZIONE: \propto DIST. [in m] DEL CONCRETO

• Δ MASS.: ELABORAZIONE: \propto V_{INSTRUMENTAZIONE} E CONTENUTO DI PROTOTIPO
 ACCORDAMENTO: \propto TASSO DI CICLO DELLA MACchina

→ PACCHETTO "GRANI" FAVORISCONO LA POSSIBILITÀ DI PIANIFICAZIONE SU CANALI DIVISI → PIPELINE

• $t_s \& f \geq t_{\text{PIPELINE}}$, IN MODO

• PACCHETTI "GRANI" RIDUCONO IL RITARDO DI PACCHETTOAZIONE: UN PACCHETTO SI RISPIRA IN PIÙ TEMPO

SE IL PACCHETTO È TROPPO GRANDE, RISULTA CHE PCI SS SDU \Rightarrow PACCO REPLICATO

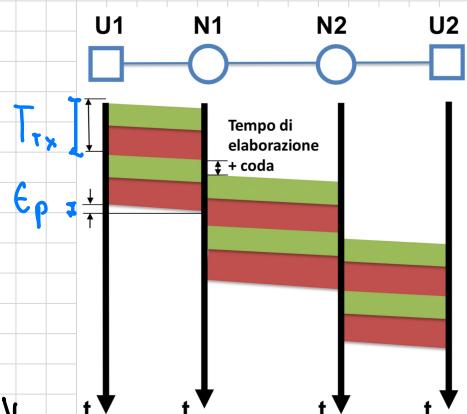
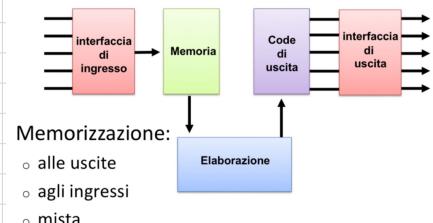
→ OGNI FASE IN MODO CHE $\frac{i}{s+i}$ SIA PICCOLA / i: dim. in bit di PCI
 s: dim. in bit di SDU

• PACCHETTI CONI GUARDANO LA PRORITÀ DI ERRORE:

$$P_{\text{er errore corretto}} = (1-p)^n, \text{ se } p: p \text{ ERRORE, CON PACCHETTO DI } n \text{ bit}$$

V (aspetti e comuni circuito):

- UTILIZZO EFFICIENTE DELLE RISORSHE, TARIFFE IN BASE AI TRAMMIDI
- POSSIBILITÀ DI CONTROLLARE CORRETTEZZA PACCHETTO \forall NODO
- CONVETTISSI DI VELOCITÀ, FORMATI E PROTOCOLLI



S (risp. a comuni circuito)

- DIFFICOLTÀ OTTENERE GRANDEZZE DI RISORSE
- V NOVO DANE SUSTAIN PROGETTO
- ALCUNI TRASMETTITORI SONO INATTIVI

• ROLI DI REGISTRIMENTO (IN CAMP. DI PACCHETTO):

- DATAGRAM: un'area STORE & FORWARD \rightarrow (DAMPIENTI) (MOLTI DI SE)

→ accende precettivamente su tutta la rete del servizio

PACCHETTI GIUDICI CON STESSE S e D possono seguire percorsi diversi

- CIRCUITO VIRTUALE: \rightarrow NON SI ACCENDONO STATOGRAFICAMENTE RISORTI PER LA COMUNICAZIONE

ACCORDO PRECETTIVANTE TRA INTERCONNETTORI E MOLTI INTERESSATI

\rightarrow un'apertura/chiaviere segnalaum, il MOLTO \rightarrow informa le reti che non deve l'estinguere nel pacchetto
-> non c'è uno solo che può farlo \rightarrow non si è più uno interno \rightarrow COMMUTATORI LOCALI DI SE

- TUTTI I RETEVI TRAMANDANO LO STESSO PERCORSO, FINO A

Dove l'utente non è coinvolto dal molo \rightarrow chiusura connessione

V (molti, a distanza):

- MONTAGGIO SEGUENTE
- MINOR VARIABILITÀ DEL RETEVI
- INSTRUMENTO SEGUO IN PASSO DI APERTURA

PVC: circuito virtuale permanente \rightarrow non in tempo

SVC: circuito virtuale temporaneo \rightarrow (non in tempo)

• TECNICHE DI SEGNALIZZAZIONE:

- SEGNALIZZAZIONE D'UTENTE: tra V e N

- SEGNALIZZAZIONE INTERNUDARE: tra N e N

• SEGNALIZZAZIONE:

• ASSOCIAZIONE AC COMUNE:

\rightarrow CORRELAZIONE TRA CANALE CONTINUO E CONTINUANTE

- IN BANDA: \rightarrow DAM + SENN. SI ACCENDONO

DAM e segnalazioni inviate su stesse f, per stesso Δt , ma in tempi diversi

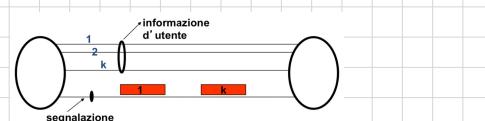
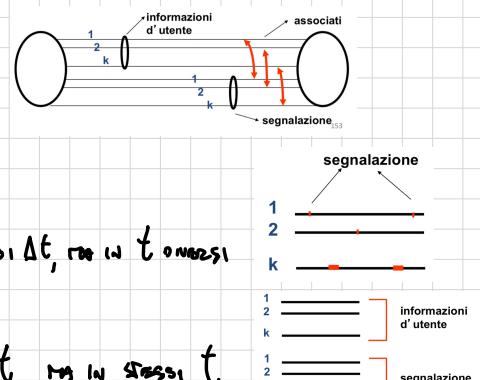
- FUORI BANDA: \rightarrow DAM E SENN. CONTEMPORANEE

DAM e segnalazioni su diverse f e diversi Δt , ma in stessi t

• A CANALE COMUNE:

\rightarrow 1 canale segnalazione continua k segni di dati

\rightarrow usato nelle reti a tecnologie avanzate



• QUALITÀ DEL SERVIZIO:

- PROBLEMA DI PROGETTO: RICHIESTE, SVILUPPO SERVIZIO \rightarrow RISORSE NECESSARIE
- " " " ANALISI: " " , risorse necessarie \rightarrow QUALITÀ DEL SERVIZIO

- SERVIZIO CBR (CONSTANT BIT RATE): \rightarrow VOCE, VIdeo, PRESENZA

- SERVIZIO VBR (VARIABLE BIT RATE):

• VELOCITÀ (b/s)

• DURATA

• PROCESSO UNIV. CHIARITA'

• VELOCITÀ DI PICCO E MEDIA $(b/s)/\frac{\text{durata}}{\text{intervallato}} = \frac{V_{picco}}{V_{media}}$

• INTENSI DI CHIARITÀ: DURATA, VELOCITÀ, PRESENZA, PREDICTA, PLOCUS

• 02 - ARCHITETTURA E PROTOCOLLI

- Protocollo: definiscono delle procedure adottate per la comunicazione tra 2 o N host appartamenti allo stesso livello gerarchico

- DEFINISCE NUOVO SENSO DI MESSAGGIO: TIPOLOGIA, SINTASSI, SEMANTICA, TEMPORIZZAZIONE

L> struttura messaggi L> simboli campi bit L> seq. temporali di comando e risposta

• ARCHITETTURA DI RETE: GERARCHIA DEI PROTOCOLLI

- OERONISCE: processo di comunicazione, relazioni tra entità, funzioni necessarie a trasmissione di dati

→ ARCHITETTURE STANDARDIZZATE: V: specificità del progetto, gestione, standardizzazione: la separazione di funzioni

• MODELLO ISO-OSI: ~ un tutto le norme sono composte a base

primo modello a strati (1984), principi definiti in esso ancora oggi validi

- N SISTEMA → suddiviso in sottosistemi

/ SOTTOSISTEMI: realizzati da funzioni proprie di uno strato, tramite entità

- ENTITÀ: svolgono le funz. di uno strato

- N STRATO → FORNISCE UN SERVIZIO ALLO STRATO SVARIAZIONI, TRAMITE I SERVIZI DELLO STRATO INFRASTRUTTURALE O LE PROPRIE FUNZIONI

N-strato manda il servizio al N+1-strato
realizzato da N+1-strato
→ N-strato fornisce al N+1-strato l'N-servizio, INTERFACCIAVENDO TRAMITE SAP

- SERVIZIO:

- CO (CONNECTION Oriented): accordo preliminare tra rete e intrasistemi

- CL (CONNECTION less oriented): no accordi preliminari

→ lo scambio di info tra le N-entità ammette l'N-protocollo

↳ su N-strato

- CONNESSIONE: relazione tra diversi SAP

- CREATORE PACCHETTO (PDU):

SERVIZIO
DATA
VMR

• l'N strato contiene l'N-SDU, che ondata aggiunge l'integrazione N-PCI

→ POSSIBILITÀ DI SEGMENTAZIONE e CONCATENAZIONE: no si sovrappone al consumo di dimensioni dei dati relativi

• 7. STRATI OSI:

- ① FISICO: gestione delle procedure fisiche di connessione

→ compito di trasformare ogni canale binario su una

- ② COLEGAMENTO (DATA-LINK): riunione e recupero

dati err. trasmissione

→ controllo del flusso, determinazione unità dati

- ③ RETE (NETWORK): instaurazione, controllo flusso e commutazione & tariffazioni

- ④ TRASPORTO: controllo di errore, sequenza e flusso

→ segmentazione e ricomposizione pacchetti



- SPESSO INTEGRATI
NOME & DES
LUBRI SUPERATORI
- 5) SESSIONE: SINCRONIZZAZIONE: SCARICO DAT -> SUSPENZIONE, RIPRENSIONE, RISVEGLIA
 - 6) PRESNTAZIONE: CIFRATURA DATI DAT E RISOLVIMENTO PROBLEMI DI COMPATIBILITÀ
Cambiando IL FORMATO DATI
 - 7) APPPLICAZIONE: CONTIENE I MEZzi PER ACCEDERE ALL' OS

03 - PROTOCOLLI A FINESTRA

- PROTOCOLLO A FINESTRA: SERVIZI PER RECUPERO ERRORE TRASMISSIONE E CONSEGUENTI
CONTROLLO FLUSSO TRASMISSIONE
CONTROLLO DELLA SEQUENZA: ORDINE ARRIVO DATI
- $P_{ERRORE} = 10^{-12} \div 10^{-3}$
FINE STREAM CAMBIAMENTO PULITOSSA
- > SECONDO REGOLARE PER RILAVORARE ERRORE, RECUPERARE E CORREGGERE -> USO CODICI MCE IN CANALE
- CODICI A BLOCCO PER CONTROLLO DI ERRORE: M BIT : K BIT UTILE + $M-K$ BIT DI PARITÀ
- EFFETTI PROTEZIONE ON ERRORE:

- BIT DI PARITÀ: M BYTES SDU -> AGGIUNGE UN BIT
 ↳ RECONOSCE ERRORE / 0: SE Σ^0 DI BIT = 1 È PARI
 ↳ MA NON CORREBBE / 1: SE Σ^1 DI BIT = 0 È DIVERSO ↳ IN CASO DI ERRORE DOPPIO -> NON RECONOSCIBO

0	1	1	0	1	0	1	0
0	1	0	0	1	0	1	0

- CODICE A DIMENSIONE: M BYTES -> RISERVATI 3 VALORI
 ↳ IL CALCOLATORE STAMPA PER RACCONTA CHE IL BIT È STATO TRASMESSO

0	1	0	1	0	1
0	1	0	1	0	1
0	1	0	1	0	1

- PARITÀ DI RIGA E COLONNA:

A Ogni BLOCCHETTO AI DATI, SONO IN GRADO DI IDENTIFICARE E CORREGGERE L'ERRORE IN POSIZIONE
 ↳ CORREZIONE POSSIBILE (≈) ERRORE SINISTRA

0	1	0	1	0	1	0
0	1	0	1	0	1	0
0	0	1	0	1	1	1
1	1	0	0	0	1	0
1	1	1	0	1	0	1
0	0	0	1	0	1	0
0	1	1	1	0	1	0
0	1	0	0	1	1	0

↗ 0/1 IN MODO ANALOGO A BIT DI PARITÀ

- I BIT DI PARITÀ SONO ANCHE INTRAMMIDI PCI
NELL' SDU, NELL' INTESTAZIONE

→ USO CRC (CYCLIC REDUNDANCY CHECK) PER EFFETTUARE I CONTROLLI DI CORRETTEZZA SUL DATO

- IN BASE AL Σ^0 DI BIT DI PARITÀ, USO TECNICHE DIVERSE:

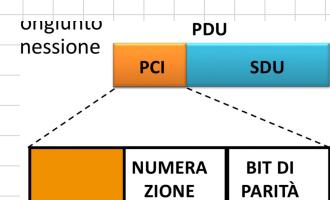
- FEC (FORWARD ERROR CORRECTION): PROVO A USARE I BIT DI PARITÀ PER PRENDERE A SE I POCHI BIT DI PARITÀ CORRELATI CON ERRORE IN RISULTANTE, SPETTA DI TRASMETTERE IL PACCHETTO
- ARQ (AUTOMATIC RETRANSMISSION REQUEST): USO I BIT DI PARITÀ PER RIVISARE GLI ERRORE E PERMETTERE AL RICEVITORE DI RICONTINUARE LA RICEZIONE

- ARQ: ↳ PROTOCOLLO / TECNICA

CONTROLLI CONCERNENTI GLI ERRORES, SEQUENZA E FINESSA

-
- BIT DI PARITÀ → NECESSARI PER IL CONTINUO DI ERRORE
 - NUMERAZIONE → .. " .. IL CONTINUO DI SEQUENZA

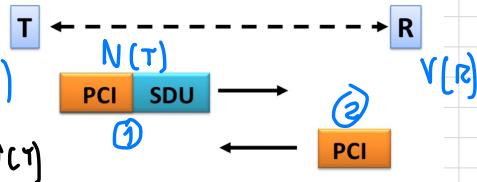
- 3 TECNICHE ARQ: STOP & WAIT, G/F ACK, N, SELECTIVE REPEAT



ARQ IN WENTZELLE:

- CONSIDERATO UN CANALE UNIDIREZIONALE:

- T (transmettore): $V(T)$ contiene dec $N(T)$, num. di sequenza
 - > IN ① (pacchetto dati): $\xrightarrow{\text{BIT RISPOSTA}} \text{BIT RISPOSTA} / \text{codice parità} + N(T)$
 - > IN ② (pacchetto riscontro): $\xrightarrow{\text{BIT PARITÀ}} \text{BIT PARITÀ} + N(R) \rightsquigarrow \text{nunno errata ATTESA}$
 \hookrightarrow chiamato anche ACK (ACKNOWLEDGE)
 \hookrightarrow se no ritorno S, $N(R) = 6$



STOP & WAIT: $\rightsquigarrow V_T = 1, V_R = 1$

- INIZIALIZZAZIONE: $V(T) = 0, V(R) = 0$

- AWAIT TRANSMISSION PDU $/ N(1) = V(T) = 0$
- AWAIT TIMER PRE IL TIMEOUT

- RICEZIONE PDU:

- R continua la correttanza REC SDU (bit parità)

- ✓ $\times \hookrightarrow$ pacchetto scorso
 ✓ $\times \hookrightarrow$ continua la sequenza: $N(T) = V(R) ?$

- ✓ $\times \hookrightarrow$ ACK con scritto un ERRORE

- ✓ $\checkmark \hookrightarrow V(R)++, \rightsquigarrow N(R) = V(R) = 1 \text{ IN ACK}$

- RICEZIONE ACK:

- T continua correttanza SDU

- ✓ $\checkmark \hookrightarrow$ continua sequenza: $N(R) = V(T) + 1 ?$

- ✓ $\checkmark \hookrightarrow$ $(t < t_{\text{TIMEOUT}})$: APRESA IL TIMER, $V(T)++$

- INFINE PERCÒ (SE TUTTO CORRETTO): $V(T) = 1, V(R) = 1$

- NON SI FA MAI IN SICUREZZA OLE LA PDU HA AVUTO CORRUZIONE

- RTT (ROUND TRIP TIME): durata due cicli di andata e ritorno

- NUMERAZIONE PDU INDEPENDENTI E CICLICI (n^{th} BIT INTESAZIONE: $0/1 \rightarrow 1/0$ $\rightarrow 0/1$ $\rightarrow \dots$)
 \hookrightarrow PROBLEMA: n^{th} BIT INTESAZIONE? \rightsquigarrow USO ALTERNATING BIT PROTOCOL

ALTERNATING BIT PROTOCOL: 1 solo bit $\rightarrow 0/1$
 per $V(T), V(R)$

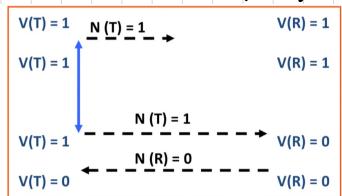
- GESTIONE ERROREI:

- TRANSMISSION PDU OR T ERRORE (S, PERTINA):

T ASPETTA LA PIMA OLE TIMEOUT E RITRANZA LA PDU

\rightsquigarrow IMPORTANTE ABBONTE DEL TIMEOUT: VA REGOLATA IN BASE A RTT

SE TROPPO SCORSO: PDU MENO PIÙ VOLTE / SE TROPPO LUNGO: POCO RESPONSABILE IN t



RICEZIONE PDU RISPOSTA SU R (PERDITA ACK)

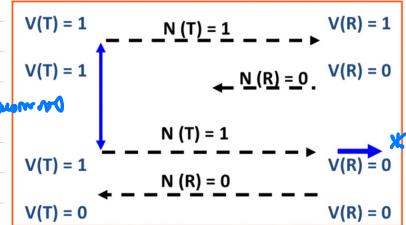
Inviamo R una ACK, ma non arriverà al T: $V(T) \neq V(R)$

• SCARICO TIMEOUT: T ricevuta PDU, ma $N(T) \neq V(R)$

→ R scarica la PDU ricevuta (la invia via) X

→ NON AGGIORNATI $N(R)$ (lo invia via però)

↳ T riceve un ACK che subentra al PDU aspettato → SITUAZIONE RIPARISTINATA



CANALI NON SEQUENZIALI: USO BIT. PROTOCOL

se PDU possono scegliere persone diverse → E' ONDESS

• 1° CICLO: 'ACK' SECONDO UNA STIMA PIÙ LUNGA → ATTESA Dopo TIMESTAMPO T RICEVVA PDU, ma R lo scarica → HA RISERVATO

• 2° CICLO: ✓

• 3° CICLO: if (PDU perso, trasmetti da T)

→ SE ARRIVA ACK¹ T LO INTERFERISCE
CONTI PDU ACCURATA AL CICLO 3

→ NON È COSE IN QUESTA → ACK nel corrispondente PDU!

• 4° CICLO: ARRIVERÀ IN R UN PDU NON ASPETTATO
→ VIGNE SCENARIO NON CONSIGLIABILE SIA CARICO

→ AL 5° CICLO T & R SON ACCORDANTI, MA HAN PERSONA I PACCHETTI 3 & 4!

• SU CANALI NON SEQUENZIALI POSSONO VERIFICARSI PERDITA e/o DUPLICAZIONE di PDU

↳ 7 BIT NON SUPPLEMENTI PER LA NUMERAZIONE

CANALI NON SEQUENZIALI (NUMERAZIONE MODULO 6)

(ANACONDA → PRIMA) MA: • ACK¹ ARRIVA AL 5° CICLO

• 2°, 3°, 4° CICLO CORRETTO

• 5° CICLO: $V(T) = 0$ AGAIN, T TRASMETTE
MA PDU perso
→ ARRIVA IN CONFRONTO (RENDO) DI
RICEZIONE ACK²

• 6° CICLO: $V(T) = 1$, T TRASMETTE $N(T) = 1$

→ R RICEVE PDU: SI ASPIRERÀ $N(T) = 0$ → MANDA ACK, CON $N(R) = 0$

LOOP: T RICEVE ACK ERRORE (PDU CON $N(T) = 0$, CHI INVIA A RICEVERE SECONDO i),
NON INCREMENTANDO $V(T)$, MA INVIA $N(T) = 1$ AL 7° CICLO

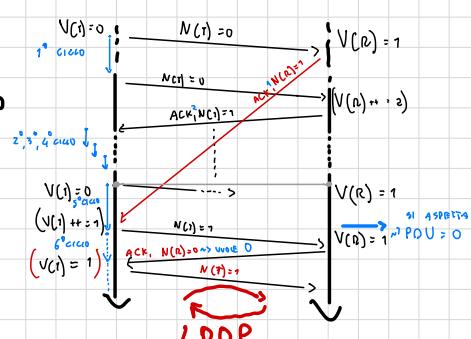
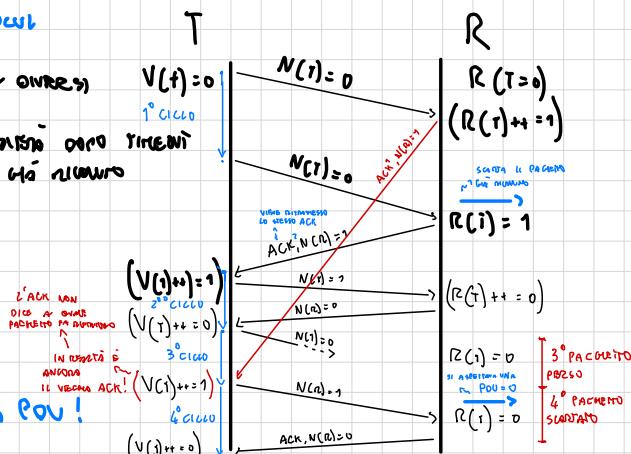
→ PROTOCOLLO SI BLOCCA, SERVONO MISURE PER RIPARARE

SOLUZIONE:

• AUMENTO BIT PER LA NUMERAZIONE

• STABILISCO TTL (TIME TO LIVE): TEMPO DI VITA MASSIMO PER PDU & ACK

• S: EVITARE IL ARRESTO CONTINUO.



• W_T (FINESTRA DI TRASMISSIONE): $\approx \max n^o PDU_{su}$
UN CONNE contig.

• QUANTÀ MAX di PDU IN SEQ. CHE T può
INVIO senza attendere riscontro ACK

\rightarrow dimensione W_T \propto risorsa allocazione in trasmissione

• W_R (FINESTRA DI RICEZIONE): $\approx W_R = 1$, IN GO BACK N

SEQUENZA di PDU che R è disposto a ricevere e memorizzare

• GO BACK N: $\approx W_T = N, W_R = 1$

PERMETTE DI TRASMISSIONE DI N PDU IN SEQUENZA, SENZA ATTENDERE RISCONTRO ACK

• IN T:

- INVIA FINO A $N = W_T$ PDU, FACCENDO UNA COPIA DI OGNI
- ATTIVA 1 SOLO TIMER PER OGNI N PDU, RESETTATO AD OGNI NUOVA PDU TRASMESSA
- ATTENDE UN ACK \rightarrow ACK RISULTATO \rightarrow SW SCORRE DI 1 + DX
- SE TIMER S'ESCE PRIMA DELL'ACK DENA PDU CHE C'È MA NON E' CONFIRMATO \rightarrow RETRANSMISSIONE DI TUTTE LE PDU NON CONFIRMATE.

• IN R:

- CONTROLLA CORRETTEZZA PDU
- " " " SEQUENZA
- if (\checkmark): INVIO ACK \rightarrow 1 PDU CONFERMATA
- CONSEGNA AI LIVELLI SUPERIORI

• SEMANTICA ACK:

- ACK CUMULATIVO: NOTIFICA LA CORRETTEZZA DI $n-1$ PACCHETTI
- ACK SELETTIVO (INDIVIDUALE): NOTIFICA CORRETTEZZA DI 1 PDETTO SPECIFICO
- ACK NEGATIVO (NAK): RITRASMISSIONE DI UN PDETTO SPECIFICO
- PIGGYBACKING: IN CASO DI FLUSSI DI PDU RITRASMISSIONI, MANDA ACK IN CODA AL PDU SUCCESSIVO NEL VERSO OPPONTO \rightarrow RISPARMIO ACK
- NUMERAZIONE PDU È CICLICA (NON DOVREBBE)
- $W_T < 2^K$

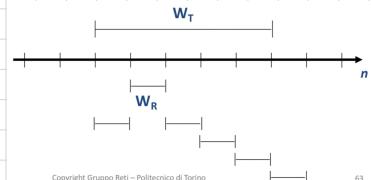
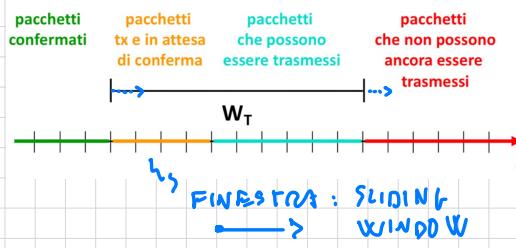
• SELECTIVE REPEAT: $\approx W_T = N, W_R = N$ (caso di ACK cumulativo e ritrasc. attorno a finestra)

R è in lista di ritrascrizione pacchetti fuori sequenza

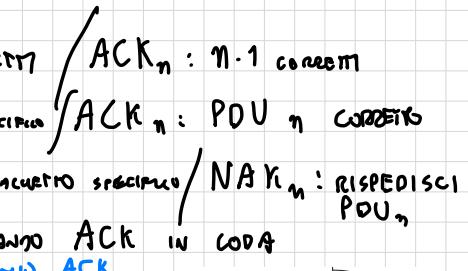
• IN T: (Analogia GO BACK N)

• IN R: Analogia GO BACK N, MA SE PDU corretta è IN SEQUENZA: (caso GO BACK N)

\rightarrow SE NOW IN SEQUENZA: if (PDU $\in W_R$) \rightarrow LI NUMERAZIONI, ACK ESCE VERSO PDU IN SEQUENZA
else: LI SCRIBI

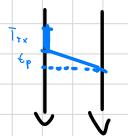


Copyright Gruppo Reti - Politecnico di Torino
 \rightarrow TUTTE LE POSIZIONI RICEVIBILI SONO CONSENTITE DA W_T A W_R



\rightarrow ACK SELETTIVI

- V : se $RTT < t_{\text{TRANSMISSION}}$ \rightarrow maggior efficienza
perdite ridotte
- $W_t + W_r \leq 2^K$ \rightarrow uscita AMAR per $S \& W$ e GO back N
- EFFICIENZA:
- $\eta = \frac{t_{\text{di attesa}}}{t_{\text{di attesa}} + t_{\text{transm}}}$, $t_{\text{rx}}: t_{\text{trasmissione}}$, $t_p: t_{\text{tempo ricezione}}$
- $S \& W$: $\eta = \frac{T_{rx}}{T_{rx} + 2t_p} = \frac{1}{1+2a} \Leftrightarrow \begin{cases} a = \frac{t_p}{T_{rx}} \neq 0, \therefore \begin{cases} T_{rx} \neq \infty \\ t_p \neq 0 \end{cases} \end{cases}$
- GO back N:
 $L \geq t_a = W_r \cdot T_{rx} \eta = \begin{cases} 1, & W_r \geq 1+2a \rightarrow W_r / \text{prossima uscita} \leq \text{numero ricevuti ACK} \\ \frac{W_r}{1+2a}, & W_r < 1+2a \rightarrow \frac{t_a}{t_{\text{attesa}}} = \frac{W_r \cdot T_{rx}}{T_{rx} + 2t_p} = \frac{W_r}{1+2a} \end{cases}$
- THROTTLING SU CME: $\Theta = \eta C \propto \frac{W_r}{a}$
 $L \geq \text{REGOLABILE} \quad t_{\text{trasm}} \quad W_r \in RTT$



• 04 - STRATO FISICO

• MEZZI TRASMISSIVI :

• ELETTRICI, OTICI, RADIO

• OTTICITÀ : RESISTENZA, CAPACITÀ PROPRIA, BASSE IMPEDANZE, RESISTENZA TECNICA, MASSERIA, PRECISITÀ, PRECISITÀ CONSUMO

• ELETTRICI :

CONTRACCIME. PIPERUNO DA: GEOMETRIA, n^o CONDUTTORI E OSSI-RISPARMIO, TIPO DI ISOLANTI, TIPO DI SISTEMA

$$V_{\text{prop.}} = 0,5 c \div 0,7 c$$

• DOPPIO : \rightarrow COPPIA, DOPPIO

L

\rightarrow UNO NELLA TELEFONIA, 2 CAVI INTRICATI, COSTO RIDOTTO E FACILE INSTALLAZIONE

{ UTP: NO SOVRACCIMA

STP: CON SOVRACCIMA

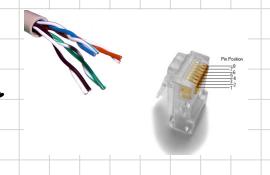
• SEMPRE UN'ALTA VOL.

DIFERENTI

L'UNICO RISPARMIO

\rightarrow ELIMINAZIONE DELLA DUREZZA PER FAZIONE $S_{\text{CAN1}} + S_{\text{CAN2}} = S$

• CONNETTORE RJ45: 8 CAVI \sim COPPIE \rightarrow 2 TRANSMISORE + 2 RICEVITORI + 4 UTILIZZATORI

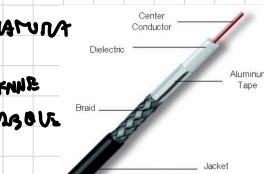


• CAVO COASSIALE:

\rightarrow 1 CONNETTORE CENTRALE CON 1 o 2 COPIE DI SOVRACCIMA \rightarrow MAGGIORI SOVRACCIMA

• COSTI ELEVATI, MAGGIORA DIFFICOLTÀ ISOLAMENTO \rightarrow USATO Ogni 2000 M PER ANTENNE PARABOLICHE

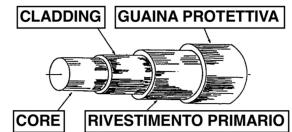
$$\cdot V \approx 100 \text{ Mb/s}$$



• FIBRA OTICA:

\rightarrow PIÙ DI VETRO, COSTRUITO DA CORE E CLADDING

L \rightarrow 2 diversi η \rightarrow L'INTERO IN CERCA DI IL
riflettore RESTA NEL CORE



$$V: \text{INTENSITÀ DISTURBI FUETR. MAG.}, V = T b / s, \text{ DIM. DISTANZA, COSTI COPERTURA}$$

S: PRECISITÀ, DIFFUSIONE CORTA DISTANZA, ADATTARE PRE CONDIZIONI P-P

• POSA CAVI SOTTOGLIASINI : ATPL. \neq 30/50 Km

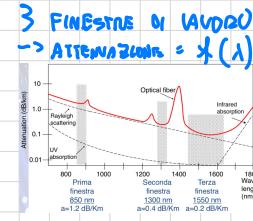
POTERIA RICEVUTA

• CANALE RADIO : USO DI ANTENNE

$$d \frac{P_R}{P_T} = G_r G_t \frac{\lambda^2}{(4\pi D)^2} \quad \left| \begin{array}{l} \lambda = \frac{c}{f} \\ D: \text{DIST. } r_x - r_x \end{array} \right. \quad \text{LUMIZZA O' ONDA SEGUENTE}$$

\rightarrow IN CASO DI DISTANZA PIÙ GRANDE ATTENZIONE A INDIRIZZI SBAGLIATI (ATMOSFERA, INTEDIMENTI, ECC.)

• REFRAZIONE E DIFFRAZIONE : FADING (VARIAZ. VECCHI SECURI), SHADOWING (IL CENTRO ..)



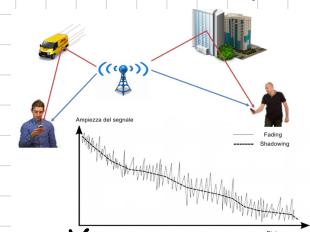
• TRASMISSIONE SU NEZZO FISICO:

• CODIFICAZIONE DI LINSA:

SEGNAZIONI INTERCALI SU NEZZO ELETTRICO O OTICO \rightarrow NUMERO DI TRASMISSIONE V

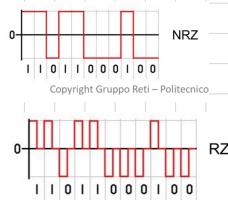
• UNIPOLARE : L'UNICO DI TRASMETTE D È INIZIA DI TRASMETTE I

S: PRECISA DI SINCRONIZZARSI SE TRASMETTERE UN'ALTRA SEQ. CON STESSO SIMBOLO



POLARI: 2 LIVELLI DI TRANSIZIONE, CON POLARITÀ DIVERSE

- NRZ** (NON RETURN TO ZERO): NEL PASSATO TRA 2 BIT CONSECUTIVI
NON C'È TRANSIZIONE SU ZERO
- RZ** (RETURN TO ZERO): TRA 2 BIT CONSECUTIVI, TRANSIZIONE SU ZERO
- BIPOLAR:** OGNI BIT \rightarrow 2 LIVELLI DI POLARITÀ OPPOSTA



BIPOLAR: UNA PULSA DI 0 + 2 POLARITÀ OPPoste PER "1" $\xrightarrow{\text{PER DISTINZIONE}} \text{BIT SUCCESSIVO}$

CHIAMATO AMI (ALTERNATE MARK INVERSION), USO DI SIMBOLI TREDICI $(-1, 0, 1)^m$

mBmB: COEFFICIENTE IN UN SENSO IN M BIT PER RAPPRESENTARE SIMBOLI DI n BIT, $n < m$

V: nuova banda di cod. polari, limita comp. comm. circuiti coperti con 0 o 1 consecutivi

MODULAZIONE DIGITALE:

INFO INGRESSO SU UN SEGNALE SINUSOIDALE: NE VARIA AMPLITUDINE, ω , FREQUENZA
PER TRANSMETTERE UNA VARIANZA $0 \leftrightarrow 1 \xrightarrow{\text{SHIFT KEYING, SK}}$

n-XSK (o altro simbolo): MODULAZIONE DI X A N SIMBOLI (n BISERVI SU OGNI n BIT)

RETI DI ACCESSO E TRASPORTO:

- RETE DI ACCESSO:** APPARATO CHE HA IL TRASMISSIONE PER IL CONSUMO TRA UTENTI
- RETE DI TRASPORTO:** PER IL TRASPORTO DATI TRA NODI DI ACCESSO DI 1 O PIÙ OBBLIGO DI SERV. DI TLC

RETI DI ACCESSO:

TECNOLOGIE: DSL (DIGITAL SUBSCRIBER LINE), PON (RETI DI ACCESSO OTTICHE), RETI CAVI,

DSL (o xDSL):

APPLIC. CLIENT-SERVER, $V_{\text{DOWN}} > V_{\text{UP}}$

AOSZ PIÙ DIFFUSO (ASYMMETRIC DSL), $V_{\text{DOWN}} > V_{\text{UP}}$ CONTRO

\rightarrow ACCESSO TRAMITE MODEM (modem e dispositivo):

• TRANSMISSIONE DIGITALE SU CAVI, TRASFORMATO IN ANALOGICO \mapsto DIGITALE, E VICEVERSA

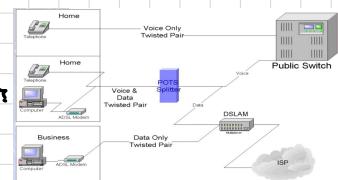
• TRANSMISSIONE SU FIBRA ADATTATIVA \mapsto BANDA COMICA, NEI PCT DI RETE

\rightarrow FILTRO SPLITTER: SEPARA IL SEGNALE VOCE DA DATI DATI

\hookrightarrow FILTRO POTS: ANALOGICO IN SINGOLE CONTRO

DSLAM (DSL access multiplexer): CONVOLTA FLUSSI DATI OLTREPASSI SU UN UNICO CANALE

VDSL: VERSO ZONE DI GRANDE DISTANZA, $V_{\text{DOWN}} > V_{\text{UP}}$

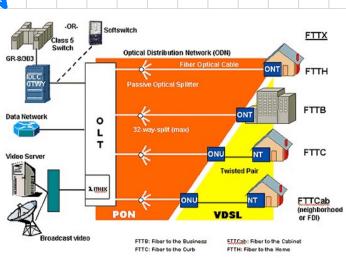


PON: $\xrightarrow{\text{PASSIVE OPTICAL NETWORK}} \text{NON RICORDARE ELETTRICITÀ}$

CONNETTITI CON VLMW MILIZI DI FIBRA OTTICA

\rightarrow IN BASE ALLA POSIZIONE DEL ONT (OPTICAL NETWORK UNIT) DIVERSE EFFETTI

GPON (GIGABIT PON) e EPON (ETHERNET CAPABLE PON)



• RETI MOBILI A PIANO LARGO

OFFRONO SERVIZI VOCE/DATI A 40 UTENTI IN MOMENTO, TRAMITE CAPACITÀ DI ENTRANTE SUL TERRITORIO → BITRATE DI CAPACITÀ

Tecnologie cellulari: 5 generazioni

• ROAMING: RINTRACCIALITÀ UTENTE SU TERRITORIO

• HANDOVER: CONFERMA DELLA CONNESSIONE NEL PASSAGGIO TRA ANTENNE

• 1G: FDMA, SOLO VOCE, BASSA QUALITÀ SERVIZIO, CELLE GRANDE

• 2G: TELEFONO SIMPLIF., FDMA/TDMA, SERVIZIO DAT (GPRS) & EDLRE

• 3G: DATI & VOCE, FDMA/TDMA, PICOLE CELLE SIMPLIFICATE, $V \leq 2 \text{ Mbs}$

• 4G (LTE): OFDMA → A UTENTE → PIÙ MICROCELLULE DI X, $V \leq 250 \text{ Mbs}$

• 5G:

→ PER IL TELEFONO SI VERA ANCORA GSM: INFRASTRUTTURA GIÀ ESISTENTE E NON OCCUPA SPAZIO PER I DATI

• ARCHITETTURA RETE CELULARE (LTE):

• DIVISA IN RETE D'ACCESSO E RETE DI CORE

→ OGNI DISPOSITIVO CHE SI DEVE CONNETTERE HA UNA COFA ATTIVAMENTE

l' e NODE B, APPARATO CHE RECIEVE IL SEGNALE DA MODUL/DEMODUL E TRASFORMA IN SEGNALI ELETTRONICAMENTE

→ RETE DI RETE: MME (DATAGRAM CHE RECIA OBL ID DELL'UTENTE E ALTRE INFO)

MME. REGOLISCE LE SEGUENTI AZIONI PER FAR FUNZIONARE IL DATI A LIVELLO DI ANTENNA CORRETTO

• RETI DI TRASPORTO:

→ INTERCONNESSIONE TRA RETI DI ACCESSO

• CORE NODI MA ANCHE ROUTER, RETE VERSATA DAGLI OPERATORI IN COMPETIZIONE

• TRANSMISSIONE: INTERACCIA DIGITALE

EVOLUZIONE DALLA RETE TELEFONICA TRADIZIONALE TDMA

• MULT. GIGABITICA: EVOLUZIONE DA PDH (PLESIOCHRONOUS SYNTACTIC HIERARCHY):

IL VERSO DI TRASMISSIONE NECESSITA DI UNA VELOCITÀ 11 VOLTE SUPERiore PER LA GESTIONE DI 11 DISPOSITIVI.
L' MULTIPLICAZIONE: Moltiplicando

→ NON VIENE S&F: sincro. END-TO-END TRA Tx & Rx

→ SISTEMA BASI SINCRO

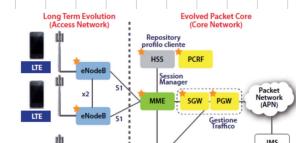
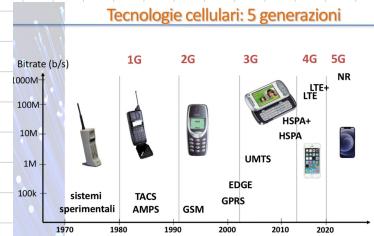
→ BIT STUFFING PER MANUTENERE IL SINCRO: A GRANDEZZA DI BIT FIGURANO IN CASO DI GUASTI DEL TRASPORTO, RITRASPOSTO Poi IN SERVIZIO

• T-1 CARRIER SYSTEM

→ STREAMING MULT HIERARCHY

• GFPUSC OC1: SONET/SDM, STS

→ STREAMING OPTICAL NETWORK



OS - STATO CONSEGNAUTO (STATO 2)

ՄԱՍՉԵՐԸ ՀՈ ՏԻՐԸ ՊԻՇ Հ ԲՈՎՆԱԿ ՏԵՐՆԻ ԱԽԾ ՏԻՐԸ ՏԻՐԱԿԾ

→ INTERPRETAÇÃO | BIT TRASFERIMENTO A UNA UNA INTERPRETAÇÃO

- DISCIMITAZIONE DI TRAMA : DISTINZIONE DEI VARI PDU ^{PROTOCOL DATA UNIT} IMMATE
 - MULTIPLEXIONE : USO DI PARAFRASI PER PORTARE IN PARALELLA DI STABILIRE A CUI CONSEGUenze I Dati
 - INDIVIDUAZIONE LOCALI:
 - RILEVAMENTO ERRORE^{SOLC ISO}
 - CONTROLLO DI SERVIZIO, FLUSSO O ERRORE^{SDLC}
 - I PROTOCOLLI DI QUESTO TIPO SONO DENOMINATI SDLC (SYNCHRONOUS DATA LINK CONTROL)
 - ↳ NUOVE RETI LOCALI ESISTET. IL SOTTOSTRATO MAC PER REALIZZARE L'ACCESSO MULTIPLO
 - (CAPB, CAPD, CAPF, LLC, PPP, (APP_m) ∈ HDLC
 - DISSEMIN
 - USM ENCRYPTION

~> Принципы программ разработки: PPP и АТМ

- ## • URUGUAY IN :

- RETE PUBBLIQUE DI ACCESSO: CASA ---- SPDE WESTERN, OPERATORI PER SDLC
 - DTE: DATA TERMINAL EQUIPMENT \rightarrow APPARATO VITRINARIO
 - DCE: DATA CIRCUIT-TERMINATING EQUIPMENT \rightarrow APPARATO RESTORE
 \nwarrow PRIVATE
 - RISI LOCALI: UTENSILE DI COLLEGAMENTO BROADCASTING PRINCIPALMENTE
 - FORMATO: SONO PER CONSEGNA MIGLIORI / SLOW, BIT/BYTE STUFFING SENZA
 - 01111110: FLAG DI DECODIFICAZIONE, NON PUÒ ESSERE PRESENTE IN RETE SENZA SERVIZIO PDN
 - BIT STUFFING: IL Tx INSERISCE "0" DOPO UNA SEQUENZA DI 5 "1", IMMEDIATAMENTE PREZIPIGLI SINISTRA \rightarrow Rx ELIMINA //
 - BYTE STUFFING: IL Tx INSERISCE UN BYTES DI ESCAPE: (01111101) PRIMA DI UN SETTORE DI FC4 L'UNICO POSSIBILE ASSEGNO //, \rightarrow IL BYTES SUCCESSIVO È MAI POSSIBILE TORNARE
 - PROTOCOLLO PPP (POINT-TO-POINT PROTOCOL):

UNICÓDOS NO CÓDIGO DE LINHA TELEFÔNICA / ADSL TEM HOST VIRTUAL E PROMOÇÃO INTERNET
-> VIA CNA

• 3 sotto protocollo:

IN CAPSU LAMENTO, LCP (LINK CONNECTION Protocol), NCP (NETWORK CONNECTION Protocol)

• DATA TERM •

- DECIMALIZZAZIONE PDV, BYTE STUFFING (TRASP. CONTENUTO), RICONOSCIMENTO ERRORE, RICHIARIZZAMENTO DI PIÙ PROTOCOLLI GI STERZO GI RETE, CONVERGENZA ATM/FRAMESWITCHING INFORMATI GI RETE; CONFUSIONE TRA I P DAI Z MIGLI PER COMMUTATORI

• NON EFFETTUA:

NON SEDATIVE → SEDATE IN SEDATION

- CONDUZIONE, RESISTENZA, CONTROLLO FLUSSO, MONTAGNA, SEPARAZIONE, LEGGENDA MULTIMEDIALE

• TRAMA PPP:

- FLAG, RESEQUENCING

• ADDRESS / CONTROL: NON UTMIZZATO [corrispondente a MAC]

• PROTOCOL: PROTOCOLO DI LIVELLO SUPERIORE A CUI ABINNAZIONE I DATI

• PPP - LCP:

- ① STATO INIZIALE DI DEAD
- ② RICHIESTA AUTORIZZAZIONI PER IL CONNESSIONE
- ③ INSERIMENTO DELLE CARATTERISTICHE DI SERVIZIO, QUI INSERITA NEL MODEM
- ④ UTILIZZO NCP PER CONNETTIRE LA RETE, NEGOZIANDO IP (PPP END.)
DEGLI UTENTI TRASFERENDO UNA DATA
→ OGNI PROTOCOLO DI LIVELLO SUPERIORE, E' UN DIVARIO NCP

• ATM (ASYNCHRONOUS TRANSFER MODE):

RETIE A PACCHETTI CON SERVIZIO A CIRCUITO VIRTUALE SU SINTESI ADATTOPIA

- VENEZIATE, PASSA VERSO VOCE / VIDEO, PDV PISSE A 53 BYTES
L'etichetta "CELL"
- Ogni Utente TSO ADSL / DS1 / GEM ... OLTRE OPERATORE

• STRATO ATM: GESTIONE DEI PACCHETTI DI DATI, VERSO GLI
POV DI LIVELLO 3 FA SECUREZZA SULLO STRATO RETE E TRASPORTO IN OLTRE ATM

ATM5
~> 53 BYTES

- FORMATO CELLA: INTESAZIONE (5 BYTES) + DATI (48 BYTES)

• INTESAZIONE:

- VPI (VIRTUALE PATH IDENTIFIER, 12 BIT): IDENTIFICA IL PERCORSO TRA PIU' COMMUTATORI ATM
- VCI (VIRTUALE CIRCUIT IDENTIFIER, 16 BIT): IDENTIFICA IL SINGOLARE VC NELL'VPI → VPI → 65536 VC
- PT (PAYLOAD TYPE, 3 BIT): CONTIENE PTI, IDENTIFICA IL TIPO DI PAYLOAD PRESENTI
- CLP (CELL LOSS PRIORITY, 1 BIT), MEC (MESSAGE ERROR CODE, 8 BIT)

• RETI LOCALI:

2 SOTTOLIVELLI: LLC (LOGICAL LINK CONTROL), MAC (MEDIA ACCESS CONTROL)

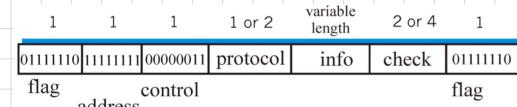
• LLC: (ISPIRATO A HDLC)

• CARATTERISTICHE: BREVIATATO AL CYCLE, NO DESMULTIPLEX, NO CONTROLLO SECONDAI,
PDV DI DATI. VARIANTE CHE CONTROLLA MULTIPLEX & DIREZIONE. E DESTINAZIONE.

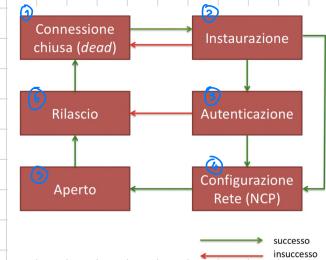
• CONTENUTO: 8/16 BIT

• SNAP PDV: ACCIUNTA RELATIVO "PROTOCOL TYPE" PER ESIGERE MULTIPLEX A LIV. 2, PRATICAMENTE 3
→ ESTENSIONE DELLA INTESAZIONE

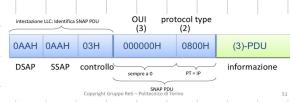
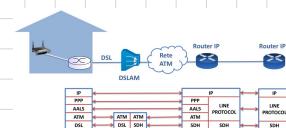
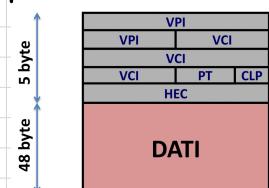
• SOGGETTIVITÀ PPP PER LA MULTIPLEXAZIONE



MACHINA A CON
START



NON SONO RECOMMENDED MA NECESSARIA AI INMISSIONI CONMANO



• 06 - protocolos de acesso remoto (AN):

- LAN : Local Area Network
 - SE MEZZO TRASM. CONDIVISO \rightarrow PIÙ TRAFFICHI
 - \rightarrow CONSOLE DEFINITO SOLO PER UTILIZZATORI
 - > CONSOLO PER TRASMISSIONE PARADIGMA ST

1) > COME DEGLI UTILIZZATORI SONO SOLO UNO QUADRATO, :> IN WORK TRAFFICO IMPULSIVO, MA CONTINUO

- PROBLEMA: ACCESSO AL CANALE \rightarrow DISTURBO: I FLSSI ARRIVANO DA VARI OSI
PUNTI DISTANTI E GIURATI
↳ CONTO IL CANALE NON HA PROBLEMI DI ACCESSO
↳ SORBIOM:

↳ Solution:

- SUMMONINGS DECL COVME IN M800 ESCRIBUTO

→ Time Division, Frequency Division, Code Division

→ PAR VIVERE DIRE L'ACCESSO STABILISCE CHI È OLANO MURO NELLE LAN C'È BISOGNO DI UN DISPOSITIVO CHE

- #### • VANTAGGI PROTOCOLLO LAN :

- CAPACITÀ DI TRAMMICO ENERGETICO (MAGNITUDINE)
 - EQUITÀ
 - RIWARD
 - N° NODI, I RETE, TERRITORIO, FACILITÀ DI ACCESSO.

- ### • 3 PRINCIPALI:

IN DISCUSSÃO

- A CONTESSA O ACESSO (USUÁRIO (ESTRANHO), WI FI)
- ACESSO DIRETO (TOKEN POINT, TOKEN ANSW, PDDI)
- A SÉRIE COM ENTRADA DE USUÁRIO

- PROTOCOLO ACCESSO CASUAL: N Transmette una associazione del canale, senza connivenza con altri N

→ COCCIDIONE SE Z N TUMULAZIONE CONTEMPORANEA

→ Procedura MAC: specifica come devono muoversi i veicoli lungo una strada conosciuta " " "
recurrente e pronta di " "

• **ALMOA**: ~ 12. Stufen max: 0,78

control multiplexing in frequency, 2 control i ricezione, trasmissione

V: sincronizare no sincronizarea, T_k în cadrul t_0

- S & W IN LSD SI NON PLACONE. QMNA CONFIDENT.

→ ACTA D DI CONCLUSIONE

• PREGNANCY COULD NOT BE PROVEN DUE TO THE ABSENCE OF
PREGNANCY TEST

BACKUP ~ RETRIEVE TIME P.Q.
-> IN QRS 01 ULTRAS

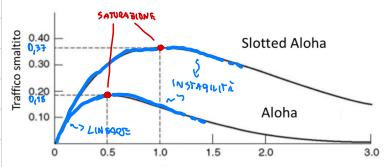
BACKOFF n | $\text{RTT} = \text{RTT} + \text{RTT}$ \times 2^n
-> IN DSGO DI ULTRAMONTE CONCIGLIO: $t_{\text{casuale}} * = 2$

BACKOFF (~) RETRANSMISSION TIME PDU
-> IN QOS Q1 ULTRAMOD COULD ONE: E_CARRIER * = 2

• SLOTTED ACTUATOR: $f_{\text{SWING}} \text{ IN SWING STATE}$
↳ IN COLLUSIONE: TRASFERITO IN MOTTO SWING, CON $\rho = 0.5$

↳ TE. ស្ថាបនុយណ៍: ០ ៣៧

Іншими словами, якщо $p = \text{певна} \ \sigma$,
 Тоді $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n f(x_k) = \int_a^b f(x) dx$ \Rightarrow LINEARE
SATURANTНІ
ІНТЕГРАЦІЯ



CSMA (Carrier Sense Multiple Access)

- CARRIER SENSE: ASCOLTO IL CANALE IN UNI SENSI

PROBLEMI: $\begin{cases} \text{LIBERO} \rightarrow \text{TRANSMETTI} \\ \text{OCCUPATO} \rightarrow \text{RITARDO TRANSMISSIONE} \end{cases}$

- 3 STRATEGIE DI RITARDO TRANSMISSIONE:

• CSMA-1 PERSISTENTE: APPENA IL CANALE È LIBERO → TRANSMETTI

• CSMA-1 NON ..: SE IL CANALE È OCCUPATO → SE LIBERO DOPO → TRANSMETTI

• CSMA p-PERSISTENTE: ASPETTA CHE SI LIBERI IL CANALE → TRANSMETTI CON PROBABILITÀ p

COLLISIONI:

• SI VERIFICANO A CAUSA DI RITARDI → INEVITABILI

→ POSSO MANIFESTARSI IL NUMERO AUMENTARE DI DISTANZE TRA N;

• DIPENDONO MOLTO DI t_{tx} DI UNA TRAMA

VARIANTI CSMA:

CSMA-CD (Collision Detection):

→ USO DI NBC (BECOME) (SYNCHRONY)

• Se T_x DICE TRANSMETTI, SE SENTE ALTRI TR., INTERRUPE LA TRANSMISSIONE

• NON ACCADE CON CONFERMA (ACKNOWLEDGE) (SE NO COLLISIONE) ($\Rightarrow t_{min,trans} > 2t_{max,prop,RTT}$)

→ NON UTILIZZABILE SU TOPOLOGIE AD ANELLO

• DOMINIO DI COLLUSIONE:

POSSIBILE DI RETE IN CUI 2 TRAME COLLUDONO SE 2 TX TRASMETTERE CONTEMPORANEAMENTE

• IMPORANTE LA REGOLAZIONE $d - RTT$ (DISTANZA MINIMA TRAMME)

→ SE $d < RTT$: COLLUSIONE NON RECUPERATA
↳ TRAME RECUPERATE NON SONO CINQUE MA SOLO QUATTRO

• V (RIS. A COM): RISOLV. SPECIFICO PER TRANSM. UNIVALE

• COLLUSIONE DETECTION FADE IN LAN (CABLES): CONTROLLA SE t_{tx} < t_{tr} (TRASMISSIONE < TRASMETTORE)

• PRESTAZIONI:

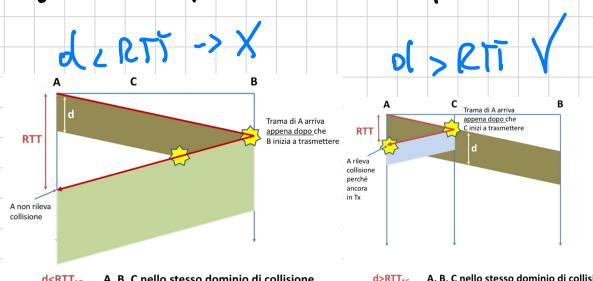
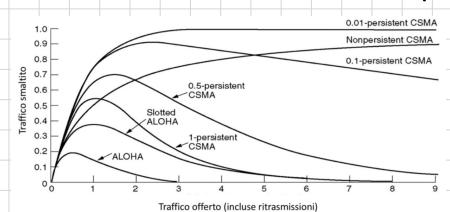
• MILITARE SU RETI PICCOLE

• " " " " ∞ DIM. TRAMA (d): $a = \frac{t_p}{T_{tx}} \rightarrow \downarrow a \Rightarrow \downarrow t_p \vee \uparrow T_{tx}$

• SI PREFERISCE CSMA-1 PERSISTENTE TRA TUTTE:

→ MILITARE A BASSO LATENZA (RETARDO ACCESSO INFEDERE, BASSO COSTO COLLUSIONE SU RETI PICCOLE)

MA → RIPETICHE SERVONO IL TRAFFICO A PRIORITÀ



CSTMA - CA:

- USATO IN RETE RAPIDA \rightarrow PREVENIRE LE COLLISIONI

- > VARIANTE CSTMA NON PERSISTENTE

- RICEVITORE INVIA ACK GI RISPOSTA

- TRAM. E REC. NON SIMULTANEE

PROCEDURA DI T:

- T_x ASCUTTA IL CANALE:

- > SE CANALE LIBERO PER $\Delta t = DIFS \rightarrow$ INIZIO T

- > SE OCCUPATO (OLO ALLORA DURATA DIFS) \rightarrow SOSPENSIONE T CON $t = BACKOFF$

- ↳ BACKOFF -- (\Rightarrow CANALE LIBERO $\rightarrow T$ SE BACKOFF = 0)

PROCEDURA DI R:

- VERIFICA CHE IL TRASMISSESI È CORRETTO:

- ✓ \rightarrow ACK DOPO $t = SIFS < DIFS \rightarrow$ ACK HA PRIORITÀ SU OGNI TRASMISSIONE

- SE T NON RECIEVE ACK DOPO UN TIEMPO: \rightarrow POSSIBILE ERRORE DI TRASMISSIONE

- \rightarrow ESTREMO BACKOFF E BACKOFF -- \rightarrow SE BACKOFF = 0 \rightarrow DIFFERENTI T

COLLISIONI: POSSIBILI IN CASO DI INIZIO T CONSECUTIVI

- $\rightarrow T = BACKOFF_{MAX} + 2$

✓: PRESTA PIÙ MIGLIORI SERVIZI PER PICCOLE \rightarrow PRESTO PIÙ VULNERABILITÀ

- > USATO NUOVE RETI WiFi 802.11

DIFESA STANDARD PER RETI LOCALI:

- ETHERNET \rightarrow CSMA-CD 1-p

- 802.11, WiFi \rightarrow CSMA-CA non-p

- \rightarrow IEEE 802: DEFINISCE RETI LOCALI:

- 802.3: CSMA/CD (ETHERNET)

- 802.4: TOKEN BUS

- 802.5: TOKEN RING

- 802.6: DQDB (PER RETI MAN)

- LIVELLO 2:

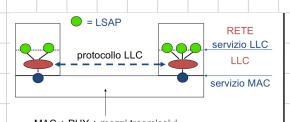
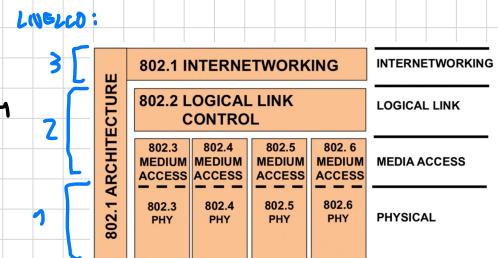
LLC (LOGICAL LINK CONTROL, 802.2):

FUNZIONI: MULTIPLAZIONE, CORREZIONE ERRORE, INDIVIDUAZIONE (sostituisce LLC)
CONTROLLO FLUSSO SUL'INTERFAZIA VERSO UNA SUPERRETE

MAC (MEDIUM ACCESS CONTROL, 802.3: ETHERNET / 802.11: WiFi):

FUNZIONI: REGISTRAZIONE TRAMA (SFP, STATION REGISTRATION), MULTIPLAZIONE (ETHERNET),

REGOLAZIONE ERRORE (sostituisce MAC), INDIVIDUAZIONE (SOST. MAC)



MAC :

INDIRIZZI :

- PRESENTAZIONE DI IONANTI (UNITS) IN SORTEA (MTR. & DEST.) TRA N RETE CAN

→ SPETTO DIM. = 6 Byte

→ INIZ. SOGLI IN ROM SEMA SONDA, ORA CONFIGURABILI

→ { 3 B, MSB ; OUI (ORGANIZATION UNIQUE ID) } → UNIVERSALI SEMA DAL COSTRUTTORE
 { 3 B, LSB : NUMERAZIONE PROGRESSIVA INTEGRATA }

es. BC:22:80:07:9A:4D
 ↗ MSB ↘ LSB

POSSONO ESSERE :

- SINGLE (unicast) : DESTINATI A 1 STAZIONE

SOLICITATION: RICHIESTA DI SERVIZIO
 AD 1 CONNETTATO MULTICAST

- MULTICAST : RIFERIMENTO A GRUPPI DI STAZIONI, CON MODALITÀ: - BROADCAST: PRODUZIONE DIFFUSIVA DI INFO

- BROADCAST: " " " tutti i UE " " → FF:FF:FF:FF:FF:FF

o APPART. AD 1 GRUPPO MULTICAST

- SE STAZIONE RICEVE PACCHETTO CORRETTO, LO ACCETTA:

→ IDLE MAC

SE & MAC DESTINAZ. = = & MAC STAZIONE V

SE & MAC DEST. DI TIPO BROADCAST V

SE & MAC DEST. MULTICAST (= GRUPPO È ABONNATO)

- SOURCE CONFIDENZIALI IN TIPO MODELLISMO: INVIA A CN. SUPERNATURALI MELTE LE TRAME,
 A PRESUNZIONE DELL'UE & MAC

ETHERNET / IEEE 802.3

USATA PER CAN E MAN, STANDARD 802.3 ^{MAC} _{SIMPLIFIED}

FORMATO DELLA TRAMA:

- PREAMBULO: SEQ. DI 0/1 ACTIVATION PER FAR ACCENDERE Tx e Rx, TERMINA CON SFD (STOP OF FRAME DELIMITATOR)

① { ET: indica IL PROTOCOLLO SUPERSTANTE CHE HA CREATO OM
 IE: indica DIF. COMPO OM
 IN IE: CONTINUO GIÀ NELLO SNAP-POD }

- ET: ORG. MINIMA 64 BYTE → AUMENTA PIANO PIANO SE < 64 Byte

STANDARDO MAC (ET "CLASSICO")

- CSMA-CD 1-p

- SE COLLISIONE RILEVATA, DURANTE T:

→ INTERFERENZA T, INVIO SEGNALE DI JAMMING:

rimuovere SOTTO TRAMA > LEGGERA PER INIZIARE DI

SCORDARE LA TRAMA PRECEDENTE!

- SE T CHE CONSEGNA ASSETTA UN F COSENTE PRIMA DI CONTINUARE, FA ACK

ETHERNET

BYTE	
7	Preamble = 101010.....
1	SFD = 10101011
6	Indirizzo MAC Destinazione
6	Indirizzo MAC Sorgente
1	Tipo Protocollo livello superiore > 1500
46 - 1500	DATI
4	FCS
	Inter Packet GAP (silenzio)
	Equivale a 12

IEEE 802.3

BYTE	
7	Preamble = 101010.....
1	SFD = 10101011
6	Indirizzo MAC Destinazione
6	Indirizzo MAC Sorgente
2	Lunghezza (<1500)
0 - 1500	DATI
0 - 46	Padding
4	FCS
	Inter Packet GAP (silenzio)
	Equivale a 12

- PARTECIPANTI AL PROGETTO: Ogni stazione si collega su Ethernet
 - ANNI '90: $t_{min,trans} > RTT_{max}$ SE STAZIONE HA LO stesso DOM. IN COLLISIONE
 - $DIM_{min,trans} \propto V_{mezza tratta} \cdot L \propto DIM_{rete} \cdot L \propto |PG|$: seconda fine trasm.
- L = inter packet gap

• CONFRONTO CSMA/CA:

- BUONE PRESTAZ. SE NON SI CAUSANO TRAFFICI DI COLL.

• ESEMPIO: è distribuito

• non adatto ad applic. RTT-critiche

• ritardi assosio piccoli a basso carico

• NO ACK, NO RESTRICTION PREFERITO

• STRATO FISICO:

• DEDICATAMENTE:

• $V_{trans} = 20 \text{ Mb/s}$

• codifica Manchester

• canal classe II (... 1995) / (1995 ...)
, doppini e filze di tempo

• lunghezza max 2800 m, $T_{trans} > 64 \text{ Byte}$

• IEEE 802.3u, IEEE 802.3ab, 10 Giga bit Ethernet, 100 Giga bit Ethernet

• COMMUTATORI DI UNICO COLLEGAMENTO:

- CENTRO: $\begin{cases} \text{HUB} \rightarrow \text{Rete condivisa} \rightarrow \text{possibilità di collisione} \\ \text{SWITCH} \rightarrow \text{rete dedicata} \rightarrow \text{possibilità interconnessione tra reti stanti con collisione} \end{cases}$
- PASSIVI

• HUB: \sim porta a livello 1

- rifletteva su TUTTE le porte d'uscita la codifica di una rete in entrata
- non riconosce trame (defini su secondi), non separa i domini di collisione

• SWITCH: \sim porta a livello 2

- nodo S & F \rightarrow riconosce le trame

- riconosce in modo selettivo le trame in entrata, secondo le regole del protocollo MAC

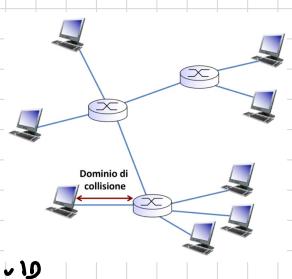
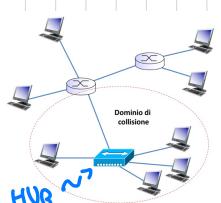
- bit rate dedicato per porta, prestaz. superiori a HUB

- 1 porta \rightarrow 1 dom. di collisione ($1 Tx, 1 Rx$)

- NO COLLISIONI

- LAN \rightarrow $\begin{cases} \text{H accesso} \rightarrow \exists \text{ inizializzo in LV. 2 (es. ETHERNET)} \\ \text{H switch} \rightarrow \exists \text{ switch. ID} \end{cases}$

- \forall LAN \rightarrow \exists port. \rightarrow \exists port.



ADDRESS LEARNING: ACQUISIZIONE INIZIAZIALE E CREAZIONE DI TABEUS CON COPPIE

2 MAC DESTINAZIONE \geq , 1 port. id della scommessa = $\langle S, X \rangle$

\rightarrow IMPIAGNAMENTO TABELLA VUOTA

\rightarrow 1 TRAMA RICEVUTA, SWITCH:

- SEDE MAC SORRISCE S e lo associa alla porta X da cui riceve la trama
- UPDATE TABELLE ASSOCIANDO A $\langle S, X \rangle$: UTILE IN CASO DI VARIAZIONI TOPOLOGICHE.

\hookrightarrow ALGORITMO BACKWARD LEARNING \rightarrow FUNZIONA (\Rightarrow ANELLI)

FRAME FORWARDING: RETRANSMISSIONE DI TRAMME RICEVUTE CON PECHEGGIO DELLE INIZIALI

• ESCE ALGORITMO SPANNING TREE PER ELIMINARE ANELLI LOCALI DENTRO CIRCUITO FISICO

• QUANDO RICEVONO TRAMMA CON MAC DESTINAZIONE D , DA PORTA X :

1. CERCA NEL DB LA PORTA DI D

2. SE PORTA (D) = $X \rightarrow$ SCARICA TRAMMA

3. SE PORTA (D) = $Y \rightarrow$ INDILIBRA TRAMMA A Y

4. SE \neq PORTA (D) \rightarrow INDILIBRA TRAMMA SU TUTTE LE PORTE ATTIVE, TRAMMA X

(5.) SE RICEVONO DA X MAC MULTICAST/BROADCAST \rightarrow INDILIBRA TRAMMA SU TUTTE LE PORTE ATTIVE

ALGORITMO SPANNING TREE: (RADIA PERLMAN, 1985):

• IEEE 802.1d

• USO ACCORDO LOGICO TDQ SWITCH PER ELIMINARE ANELLI, AGGIORNAMENTO SOLO A UNO CORDO

• REQUISITI: \forall SWITCH \rightarrow $\exists!$ switch-id, INDIREZIONE MULTICAST PER OGNI UN SWITCH, \forall SW \rightarrow port-id e corrispondente

VANTAGGI INTERCONNESSIONE LAN:

• PARTECIPANO IN K RETE INIP. \rightarrow \uparrow POTENZIALE SONDA DI RETE

• \uparrow n°HV \rightarrow \downarrow P_{COLLISIONE}: DOMINI DI COLLISIONE SEPARATI / n°UTENZE MINORE \forall DOMINIO

\rightarrow P_{COLLISIONE} = 0 (\Rightarrow USO SWITCH)

• RETE CLASSICA \rightarrow RETE A COMPL. DI PACCHETTI

• NON SEDE PROTOCOLLO DI ACCESSO SE LAN CON SWITCH

• RITRASMO DI S & F

• Minima resistenza e sicurezza,

• VLAN VIRTUALI: LAN CON M FISICAMENTE COLLEGATE MA LOGICAMENTE

PARTECIPANTI IN LAN SEPARATE

WIFI (IEEE 802.11):

- basato su CSMA-CA

CON INFRASTRUTTURA:

- terminale comunica solo tramite AP

ACCESS POINT



- AP può fornire servizi di intranet

- AP ≈ switch + livello MAC

STAZIONE FISICO:

- lavora su bandi di "non sovrapposizione": 2,4 GHz e 5 GHz

bande,
canali, ecc.

3! WiFi

- banda e canali impostati AP:

- A 2,4 GHz → 14 canali possibili / 3 non sovrapposi

- A 5 GHz → 23 canali disponibili

- V_{max} : 802.11b → 11 Mb/s ÷ 802.11ax → 11 Gb/s

STAZIONE MAC (802.11 DCF):

↳ distributed coordinator function

- CSMA-CA

- STAZIONE HALF-DUPLEX: Tr. oppure Rcv. / Rx riceve invito ACK prima riconoscendo collisioni

DCF:

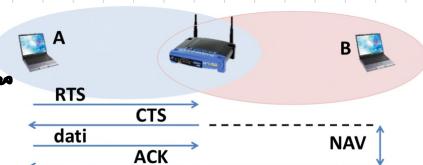
- T_x : $\left\{ \begin{array}{l} \text{unica parola PIFS } t = DIFS \rightarrow \text{transm} \\ \text{"occupato" } \rightarrow \text{wait } t \text{ (assumere } t \text{ trasmissione, se finisce } \rightarrow \text{backoff exp)} \end{array} \right.$

- R_x : ACK oppo SIFS se trasm corretta

PROBLEMI: TERMINALE NASCOSTO:

succede (⇒ somma potenze di AP più vicini sono > potenza limitata)

↳ POSSIBILE COLLOSIONE: se A trasm, B pensa grande & trasmette



- SOLUZIONE: uso PHANDSHAKE → PRIMA INVIO MICROTRAMA RTS e CTS, poi trasm i DATI

/ RTS e CTS CONTENGONO ID UTENTE, RISPOSTA, DEL PROPRIO SERVIZIO

- STAZ. CONNESSA & STAZ. AP: POSSIBILE V_i DIVERSE

→ THROUGHPUT \approx UNIFORME \approx min {V_i}

• 08- STRATO 3 ROUTING:

• EFFETTUATO CONSULTANDO TABELLE DI INSTRADAMENTO, CONTENUTE NEL PROTOCOLO DI DESTINAZIONE \Rightarrow NEXT-HOP

• ALGORITMI DI INSTRADAMENTO:

OBBIETTIVO: DETERMINARE UN BUON PERCORSO DA S A D

\hookrightarrow GRAFO / $V \cong$ NODI, $E \cong$ LINK FISICI, CON COSTO

• COSTO: DIST., RITARDO, EURO, CONGESTIONE

\hookrightarrow PUÒ ESSERE STATICO O DINAMICO

• CLASSIFICAZIONE:

• CALCOLO PERCORSO:

• CENTRAZIONATO: UN NODO SI OCCUPA DI RACCOLGERE TUTTE LE INFO, COMUNICA I PERCORSI A DISTRIBUITI RISULTANTI

• DISTRIBUITO: MOLTI NODI SI SCAMBIANO INFO PER CORRERELA, QUANDO CALCOLA I PERCORSI

\hookrightarrow INFORMAZIONI:

• GLOBALE: \forall NODO \rightarrow CONOSCE TOPOLOGIA, COSTI DI MIGLIO, ecc... \rightarrow

• PARZIALE: \forall NODO \rightarrow CONOSCE INFO SUL NODI ADJACENTI E COSTI VERSO COSTRUZIONE \rightarrow DISTANCE VECTOR DV

• LINK STATE:

N \in A NODO, INVIA INFO IN BROADCAST, SU MIGLIO I SUOI NODI E CONNETTI ADJACENTI

\rightarrow N; È IN CDO DI RICORDARSI LA TOPOLOGIA E CONSUMARE IL COSTO DI MIGLIO I MIGLIO

\rightarrow CREA UN PERCORSO MINIMA VERSO $N_j \rightarrow$ COSTRUISCE FORSE UN ROUTING

\hookrightarrow USO DI JKSTRA: DETERMINA I CAMMINI OTTIMI \hookrightarrow FUZIONA \Leftrightarrow COSTI ≥ 0

\rightarrow DOPO K ITERAZIONI OTTENGO I CAMMINI MINIMI PER K DESTINAZIONI

1 Inizializzazione (nodo A):

2 $N = \{A\}$

3 per tutti i nodi $n \notin N$

4 if n adiacente ad A

5 then $D(n) = c(A,n)$, $p(n) = A$

6 else $D(n) = \infty$

8 repeat

9 trova nodo $w \in N$ tale per cui $D(w)$ è minimo

10 aggiungi w ad N

11 aggiorna $D(n)$ per tutti gli n adiacenti a w, $n \in N$:

12 if ($D(n) > D(w) + c(w,n)$)

13 then $D(n) = D(w) + c(w,n)$, $p(n) = w$

14 /* il nuovo costo verso n è o il vecchio costo verso n o il

15 cammino a minimo costo verso w più costo da w a n*/

16 until tutti i nodi in N

Step	start N	$D(B), p(B)$	$D(C), p(C)$	$D(D), p(D)$	$D(E), p(E)$	$D(F), p(F)$
0	A	2,A	5,A	1,A	infinity	infinity
1	AD	2,A	4,D	2,D	infinity	infinity
2	ADE	2,A	3,E		4,E	
3	ADEB		3,E		4,E	
4	ADEBC				4,E	
5	ADEBCF					

Prossimo nodo, costo

\hookrightarrow

• PROPRIETÀ: $O(M^2)$ / M: n° di nodi

• DISTANCE VECTOR:

CONTIENE SOLO CON ADJACENTI

• CONTIENE FINO A OGNI N; NON SCAMBIANO PIÙ INFO, TERMINA AUTOMATICAMENTE.

\rightarrow

• $\forall N_i$ scambia procedimenti con i vicini UN $V_i[]$ CONTENENTE:

DESTINAZIONI CHE PUÒ REACHIRE E COSTO PER ESSER

• N_j CHE RICEVE: CONFRONTA $V_i[]$ E $V_j[]$ -> ACCUMULA NUOVE DEST, AGGIORNARE E MODIFICARE COSTI E PREZZI MILIZI

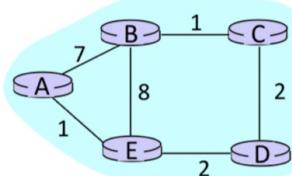
• V: FACCIA / S: CONNESSIONE UNITA, SERVIZI PRETIENI PREPARATI, NON PAU. SCALARE

ALGORITMO:

• struttura DATI: APPRE - Q1 DISTANZE \rightarrow RIGHE \cong DESTINAZIONI, COLONNE $\geq N$; algoritmo
 $\rightarrow D^k(Y, Z) = c(X, Z) + \min_w \{D^2(Y, w)\}$

X: SORRENTE, Y: DESTINAZIONE
Z: NEXT HOP

es.



$$\begin{aligned} D(C, D) &= c(E, D) + \min_w \{D^2(C, w)\} \\ &= 2+2 = 4 \\ D(A, D) &= c(E, D) + \min_w \{D^2(A, w)\} \\ &= 2+3 = 5 \text{ anello!} \\ D(A, B) &= c(E, B) + \min_w \{D^2(A, w)\} \\ &= 8+6 = 14 \text{ anello!} \end{aligned}$$

so.
per dest. or E

Costo verso destinazione attraverso nodo			
	A	B	D
A	1	14	5
B	7	8	5
C	6	9	4
D	4	11	2

Prossimo nodo, costo		
	A	D
A	A, 1	
B	D, 5	
C	D, 4	
D	D, 2	

Tabella distanze

Tabella di Routing

• INSPERDISSIMI: ITERATIVO, ASYCRONICO \rightarrow ITER. LONGEVITA' DA MODIFICA COSTO CAPOLEGGIALE DI UNA COLONNA
MODIFICA NELLE ADIACENZE
 $\rightarrow N_i$ PARTE I SUOI N_j VICINI QUANDO CREA UN CAMMINO OTTIMO

Ad ogni nodo X:

1 Inizializzazione:

2 per tutti i nodi adiacenti v:

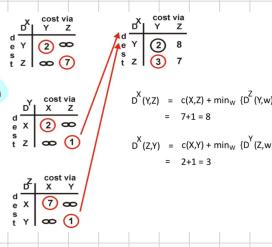
3 $D^X(*, v) = \infty$ /* l'operatore * significa "per ogni riga" */

4 $D^X(v, v) = c(X, v)$

5 per tutte le destinazioni, y

6 invia $\min_w D^X(y, w)$ verso ogni nodo adiacente /* w sono tutti i vicini di X */

7



• IN CASO DI CONVERGENZA PASSO ($W_p \mapsto W_m$)

SE $W_m \leq W_p$: MODIFICA TUTTI I N_j IN NUOVO ITINERARIO

SE $W_m > W_p$: L'ALGORITMO TERMINA SE ARRIVEDERCI AL VERSO CON W_m NON È PIÙ COMBINABILE

↳ CONTINUO UN VALORE ∞ \hookrightarrow POISONED REVERSE

• CONVERGENZA LS e DV:

SONO M NOOI E E CONNETTI: ENTROLSI $D(M, E)$

• VELOCITA' CONVERGENZA: $\left\{ \begin{array}{l} LS: \text{CONVERGE IMMEDIATA, IN CASO DI NUOVA CONNESSIONE} \\ DV: \text{DIPENDE DA } N_j \text{ VICINI} \rightarrow \text{CONVERGENZA LENTISSIMA} \end{array} \right.$

• AFFIDABILITÀ: $\left\{ \begin{array}{l} LS: \text{IN CASO DI COSTO ANNULLATO RISULTA} \rightarrow \text{SI CORRISPONE TUTTO IL CAMMINO SUCCESSIVO} \\ DV: \text{ANNULLA USANDO Ogni TUTTI I NOOI} \rightarrow \text{PROPAGAZIONE NELLA RETE} \end{array} \right.$

2^a PARTE

LIVELLO RETE:

• PROTOCOLLO LIVELLO CONNESSIONE:

- LEGGERE INFLUENZE SULLA RISPOSTA (PROT. SPANNING TREE)
- SANNAZIONE TABELLE DI INDIRIZZO PER GRANDE RETE
- PROPAGAZIONE PROBABILITÀ SU VARIO REM
- DISPONIBILITÀ SUL HOST E SUI NODI INTERVALLI, I ROUTER → BOTTINO PCI PER LEIRE CARICHE VOLATILI E FISSATE

FORWARDING: MIGRARE DA RC A RL, IN BASE A TABELLE DI SCHEMI

• ROUTER:

ROUTING: DECISIONE PER RICORSO MILITARE O A INTENSITÀ (es. QoS)

• DATAGRAMO VC?:

- VC: MINIMI PERFORMANTI, MA DIFFICILE A CREARE UNA RETE → LO STUO AT&T È PIÙ COMPLICATO

CONNESSIONE
NEL CIRCUITO

→ USO DI FORWARDING TABLES

- DATAGRAM: NO SET UP IMPIANTO DI CHIAVI → MAGGIORE SEMPLICITÀ → INFORMATI SU TCP/IP

CONNESSIONE
NEL MODO

→ MINORI DELAY: NON C'È IMPIANTO SVI PATRIMONI, NON ESISTE UNA VERA CONNESSIONE
→ TCP ASSERTA LA PROBABILITÀ DI PACCHETTI, LI RISPARMIA

• PROTOCOLLO IP:

composto da: protocollo di ROUTING, ROUTING TABLE, protocollo IP e protocollo ICMP

• FORMATO DATAGRAM:

- VER → 32 bit → ≈ 20 Byte in TOT

- VER: VERSIONE DI IP (IP v4, IP v6)

• Header LENGTH: definisce la lunghezza dell'intestazione

PRESENTA "OPTIONS"

- TIPO DI SERVIZIO: come per SANNAZIONE UNA PRIORITÀ

SVL TRAFFICO

- TTL: DIM. TOT. DATAGRAM

- TIME TO LIVE: 3° MAX DI POSSIBILE TRA ROUTER

32 bit → VML. MAX = 255, VIVERE POI DECOMBINARSI

- UPPER LAYER: SAME OR VARIOUS OTHER PROTOCOLLO DI LIVELLO 4 E LISSI NEL PROTOCOLO

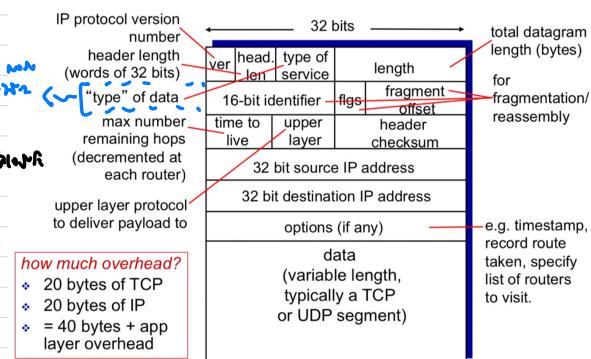
- HEADER CHECKSUM: BIT DI CONTROLLO ERRORE SULL'HEADER → OGNI VOLTA, RICARICO CHECKSUM

- IP ADDRESS SOURCE/DESTINATION: SU 32 bit → ESEMPIO: 1500 Bytes

- FRAGMENTAZIONE IP: IN MOLTI REM C'È UNA OLTRE REAZIONE TRA IL REM (MTU: MAXIMUM TRANSFER UNIT),

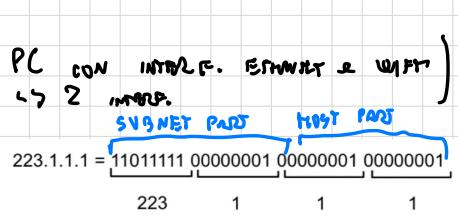
→ DATAGRAM VISUALIZZATO PER CLASSIFICARSI

IP datagram format



• INTERNET PROTOCOL :

- INDIRETTO IP: 32 BIT, ASSICURA TUTTE INTERFAZZE (so. PC CON INTERF. ETHERNET E WIRELESS)
 - I VARI IP SONO CONNESSI DA UNA TECNOLOGIA DI LINK LAYER
- LIS (LOCAL IP SUBNET):
 - INSIME DI NOI → IP MANDA IN STESSA SUBNET PADIGLIO → LA DIM. È VARIABILE
 - IN N; IN UNA ZONE SONO POSSIBILI REGOLAMENTI FISICI UNITI, TRAMITE LINEE DI ZONE



- Ogni essere corrisp. BIVIVO A TUTTA RETE FISICA - SUBNET
- COMMUTAZIONE:

• DIRETTA: RETE (INTERNA) DELLA STESSA SUBNET, MECCANISMO LINK LAYER

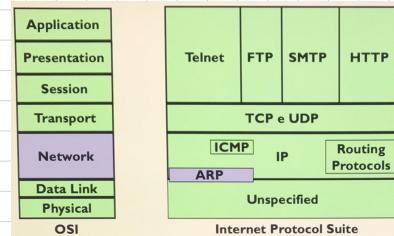
• INDIRETTA: IP RICHIESTA DI ANDARE SUBNET → N; CHIAMATA R DI INIZIO DOCUMENTO

- + SUBNET SOLO RETE FISICA → ONE-ARM ROUTER → AGGIUNGE 1 INTERFAZZA SU R
- 1 CHIAMATA SU + RETE PISICA → MAXX ARM → Ogni R HA OLTRE RETE

- INDIREZI SPECIALE:

~ NETWORK ID	
Subnet	All 0s
All 1s	
Subnet	All 1s
127	Anything (often 1)

→ IPMA FILA NELLA RETE; QUESA SUBNET
 → BROADCAST SU RETE LOGICA
 → BROADCAST SU UNA CERTA SUBNET
 → LOOPBACK. IDENTIFICA IL LOCALHOST



- ARP protocol: → IP → MAC
 → UGO DI ADATTAMENTO

STRUTTURA UNA CHIAMATA. TRA IP E MAC (VIA RETE E FISICA SOLO SO).

→ USO DI TRASMETTIPER IP/MAC + TTL → E POSSO CON IL MAPPING VEDERE BISOGNO

• FUNZIONAMENTO:

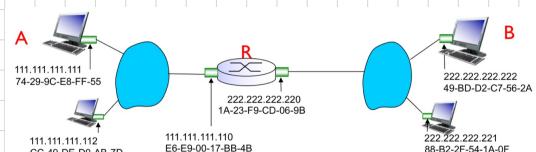
A FA UN ARP REQUEST IN BROADCAST SULLA RETE, CONTIENE IP DI B

→ B RISPONDE CON ARP REPLY, IN CUI È CONTENUTO IL SUO MAC

• ADDRESSING:

ROUTING SU UNA RETE LAN

- DNS: PROTOCOLLO PER CONNETTERE NAME → IP
 FUNZIONAMENTO (A → B):
 - IP USES THE DATA PART, CON IP SOURCE = DEST



• OMO CHE IP DI B SONO IN LAN → IN UN DATAGRAM SONO INFERIORI AL R

→ IL MAC È ANCHE DEL R, TRAMITE UCCELLA DI RETE

• R, COME E' FISICO, RIMUOVE LA ENTRADA TUTTA, VERIFICA SE L'IP DI DEST. È CORRETO E METTE IN ROUTING TABLE

• TTL --, QUOTIDIANO QUESTO, → ARP REQUEST PER CONOSCERE MAC DI B → CREA TABELLA BTN RETE LOCALIZZATA A B

• INIZIARSIAMENTO IP:

- CLASSFUL ADDRESSING: DIVISIONE STAMPA TRA PARTE DI RETE e DEL' HOST
 - 3 OLTRE POSSIBILI PER RETE IP: $2^8, 2^{16}, 2^{24}$ → UNIPOLARE RETE MA
- SUBNETTING: PORTANO AD CLASSFUL, DEFINISCE RETE SUBNET & SUBNET MASK
 - SUBNET MASK: UNA RETE CAPIRE DALLE PRIME 32 BIT UNA RETE ID & UNA HOST ID → VLAN
- CLASSLESS ADDRESSING: CONCETTO DI "CLASS" E "SUBNET" → SUBNET → NETMASK
 - COSTRUISSUNO TANTE SOTTORETI INNELL' IP "CLASS" CHE CONTENGONO OGNI "PIECCE"



• CLASSI:

- CLASSE A: $0 \div 127. x.x.x$ → 1° BIT = 0, NETWORK $1 \div 7$ BIT, HOST $8 \div 31$ BIT
- CLASSE B: $128 \div 191. x.x.x$ → 2° BIT = 10, NETWORK $2 \div 15$ BIT, HOST $16 \div 31$ BIT
- CLASSE C: $192 \div 223. x.x.x$ → 3° BIT = 110, NETWORK $3 \div 23$ BIT, HOST $24 \div 31$ BIT
- CLASSE D: $224 \div 239. x.x.x$ → 4° BIT = 1110, 4° BIT → USATO PER MULTICASTI
- CLASSE E: $240 \div 255. x.x.x$ → 4° BIT = 1111, 4° BIT → USI FUTURI

0 1	7 8	31
0	Network	Host
Class A - 128 networks - 1° byte: 0-127		31
1 0	Network	Host
Class B - 16K networks - 1° byte: 128-191		31
0 1 2 3	23 24	31
1 1 0	Network	Host
Class C - 2M networks - 1° byte: 192-223		31
1 1 1 0	Multicast Address	
Class D - 1° byte: 224-239		31
0 1 2 3		31
1 1 1 1	Reserved for Future Use	
Class E - 1° byte: 240-255		

• SUBNETTING: ~VLSM

DEFINISCE UNA RETE TRA SUBNET PART & HOST PART

→ SUBNET MASK: 32 BIT / 1 SE È SUBNET PART
0 SE È HOST PART

• CIDR NOTAZIONE (CLASSLESS INTER DOMAIN ROUTING)

USO DI PREFIX LENGTH NOTAZIONE:

IND. IP / N° BIT NETWORK PART.

• CONFIGURAZIONE DEVICE: 4 STAVI → IP ADDRESS + NETMASK + DEFAULT GATEWAY

• ADDRESSING HIERARCHY:

Ogni host deve possedere un IP, può vivere in più RETE.

DESSI IP / IP VIRTUALE È IP DESTINAZIONE (UNI SOGLIE S1-S2)

• COME FA UN HOST A CONOSCERE LA PROPRIA RETE?

→ RETE = (OWN IP) AND (NETMASK)

• ANALOG. PER CONOSCERE ESTENSAZIONE:

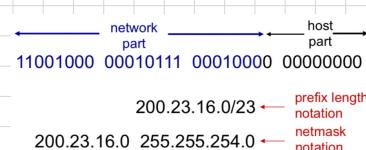
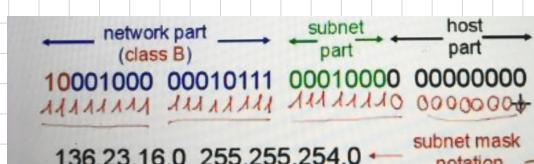
→ CONOSCERE IP DESTINAZIONE:

if ((OWN IP) AND (NETMASK))

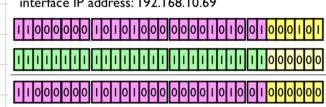
= (DEST. IP) AND (NETMASK)

→ IP DEST. APPARISCE NELLA PROPRIA RETE

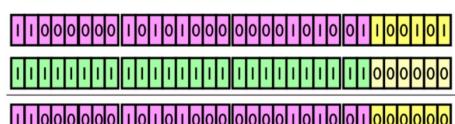
else APPARISCE A RETE ASSISTENTE



interface IP address: 192.168.10.69



destination IP address: 192.168.10.101



bit-wise AND result: 192.168.10.64

IP ROUTING:

• ROUTER CHE RECIDE SU DIVERSE PORTA P' USCITA IMMATE?

-> DEVE NEGLI ROUTING TABLE IL MATCH:

$$(IP DEST) \text{ AND } (NETMASK_i) = (IP NETMASK_i)$$

-> SE ✓: SPECIFICO RATA PORTA I IN OWN RUM, SE X -> DESTINATIONE UNROUTABLE

• LONGEST PREFIX MATCHING: SE HU MATCH MULTPLI -> SPECIFICO ALL' ADDRESS CON PREFERENZA PIÙ ALTA

-> ↑ CON L' PREFIXO -> ↓ DIM. RETE

• TABELLA ROUTING TABLE:

3 TIPI DI ROUTES:

- STAZIONE: RETE CONNESSA DIRESSTAMENTE AL PORTA

- STATIC: SI SCRIVONO MANUAMENTE

- DYNAMIC: SCRITTE DAL PROG. DI ROUTING

DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol)

PROTOCOLLO PER C'È SCELTA AUTOMATICA DI UN IP A UN HOST

FUNZIONAMENTO:

1. DHCP DISCOVER: CLIENT SI CONNETTE ALLA SUA RETE
MANDA IN BROADCAST, DESTIN. EVERY 67 → DECENT

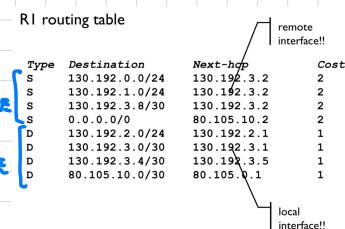
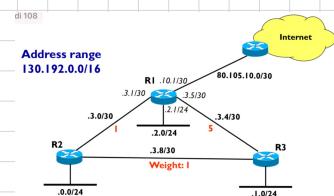
2. DHCP OFFER: SOLO IL DHCP SERVER GABBI IN USO DI IP.
LA RISPOSTA, SEI RETTA HALO SCATTORE E PROBLEMA
• DHCP SERV IN BROADCAST (CIRCUITO NON TUTTO IP)
→ VADO DA: CONFIRM Z' IP PROPOSTO DAL SERVER
↳ YOUR IP ADD

3. DHCP REQUEST: CLIENT ACCETTA L'OFFERTA (1 O N OFFER POSITION)
~ IN BROADCAST

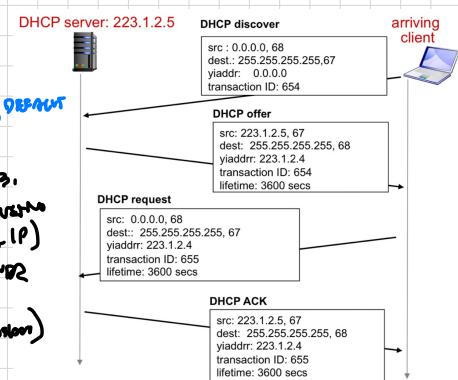
3. DHCP ACK: SERVER MANDA ACK IN BROADCAST

-> DHCP SWI FALE DI QD: ASSEGNA FISSI TWO Router PER CHIAMI
NAME e IP DNS SERVER
NEMICO MAS

routing table	
destination	output link
200.23.16.0/20	1
199.31.0.0/16	2



remote interface!
local interface!!



(NO 70 → END)

NAT (Network Address Translation):

PERMETTE UNA CONNESSIONE TRA RETE PRIVATA E PUBBLICA

• RETE PRIVATA: È UNA RETE MN INDIVIDUALE DELL'ESTERNO

-> PRESENTE UNO SPANZO DI DMZ LOCALE, UTILIZZA SPECIFICI IP NON USATI NELL'INTERNO

(es. 10.0.0.0/8, 172.16.0.0/16 SONO IMMEDIATI MAI PRESI IN CONSIDERAZIONE)

• COMUNICAZIONE MOST PRIVATO → INTERNET, NON HA PROBLEMI NELL'INDIRIZZI,

DATO CHE IL ROUTER MANDA SOLO L'IP DI DESTINAZIONE

-> PROPONE NUOVA RISPOSTA SENZIALE → MOST PRIVATO: (INTERNALE) IN NAT

• IL NAT sostiene l'ingresso privato dell'HOST con l'IP pubblico di ALGUNO DEI

→ IL ROUTER deve memorizzare IN SE stesso UNA TUTTA IN UN REGISTRO DA CHIAMARE

UNO L'IP PUBBLICO PER INVIARMI LA RISPOSTA

• SOLUZIONE BASATA SULL'USO DI NUOVE PORTE :

IL NAT sostiene IP PUBBLICO E PORTA CON ^{USO} _{NAT}

UNA NUOVA PORTA E NUOVO IP PUBBLICO, IN TABELLA ^{TRANSLATION} _{TABLE}

PER IL SERVER POSSA RISPONDERE

• PROBLEMI NAT TRANSLAZIONE (IP EXT → IP PRIVATO ?) :

• 1° SOLUZIONE, PORT FORWARDING:

CONSIDERANDO STAMPA OGNI TABELLA SUL NAT

→ INGRESSO MANUAMENTE UNA ENTRATA CON LA PORTA PER ENTRE NELLA RETE

• 2° SOLUZIONE, RELAYING:

ONDE DOV'È LA MACCHINA, ESSA HA UN RELAYER AL SERVIZIO DELLE APP., TENDO A

DISPORRE IL PROPRIO IP ALL'INTERNO DELLA RETE

→ VIA LIBRA INVIANDO IL MESSAGGIO AD UN PARTICOLARE NODO, IL RELAY

IL CUI NOME SERVE IL NODO CHE VIENE CONTATTATO ONDICI ORMI EXIT VOLGONO

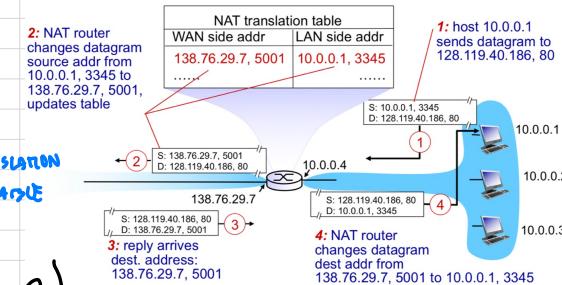
COMUNICARE CON L'IP PRIVATO ^{IN BRUTTO}

• ICMP (INTERNET CONTROL MESSAGE PROTOCOL):

Protocollo USATO A LIVELLO RETE PER LE COMUNICAZIONI

A LIVELLO RETE TRA HOST E ROUTER

→ LAYER SUPERIORE A IP, PROPRIETÀ DI EFFETTUARE OGNISI DIAGNOSTICA SU LIVELLO RETE



(FINE SCUOLE 83/108)

03 - DNS :

Protocollo trasporto ad IP, a livello APPLICATION

→ si chiama QSC MAPPING: IP ADDRESS → NAME

• DATABASE DISTRIBUTED: MAGGIORE SCALABILITÀ, EFFICIENZA E RESIST. A CRASH

• TLD (TOP LEVEL DOMAIN): È IL LIVELLO DI CUI SONO RESPONSABILI I SITI

1° livello → I LIVELLO, CON DOMINI: .COM, .EDU, .INFO, ecc.

• ROOT DNS SA CHE SONO I LIVELLI A SUSPENDERE DEL PORTALE

• DOMINI II LIVELLO: SI CHIAMANO DENTRO "PUNTE A SX" DI .COM, .INFO, ecc.

→ ROOT I livello → X.COM → AMAZON.COM

↳ A QUESTA LIVELLO CI È MAPPING. → SITO → IP MAPPING

(es. WWW.X.POLIB.EDU: X È UN DOM. DI III LIVELLO E POLIB)

• DNS SERVER AUTORITATI: CONTENGONO IL MAPPING PER ALCUNI NOMI DI CUI È RESPONSABILE

• LOCAL DNS SERVER: ANTERI HOST LOGICHE DI CONTATTARE ROOT SERVER

SITUAZIONE ROUTER • CACHE: RISULTATO OBTAIN DAL DNS SERVIZIO PER CONTATTARE DIRECT. IL S. DI CLUBBING

→ MAGGIORE EFFICIENZA

• RISOLUZIONE NOMI DNS:

OVERVIEW ITERATIVA: LOCAL SERVER

→ OCCUPA DI POCHE MIELE
US CERCATESI A VARI SITI

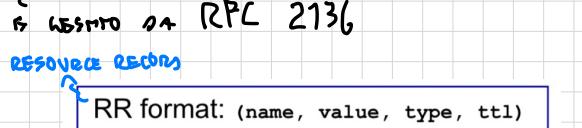
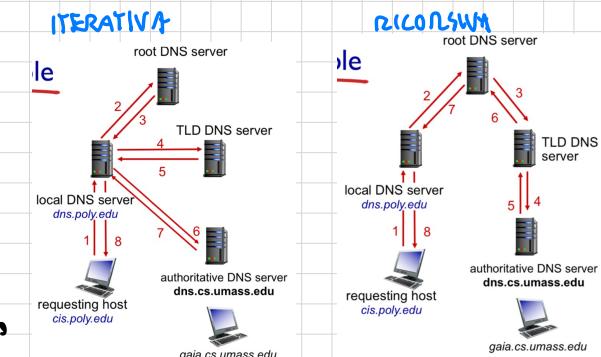
2 MODI

NEL 1 SENSO
CUI POSSONO FARLO
CACCIA → ↑ EFFICIENZA
EVERY RICORSIVA: LA RICORSIVA TRAMONDA RICORSIVAMENTE TUTTI
I SITI DI GRADO 1 LIVELLO

• TTL PER IL CACHING, LOCAL SERVER SPEDISCE RISULTATO INDIRETTO DI TLD SERVER

• L'ADDEMMETTO REGOLE CACHE (es. canale IP) È MASSIMO DI TTL 2136

• RECORD DNS:



RR format: (name, value, type, ttl)

- Tipo A: name = hostname, value = IP address, es. www.poly.edu.it 192.168.1.1
- Tipo CNAME: name = alias del hostname, value = IP address, es. x.poly.edu.it → RESISTENTE A SQUADRONE
- Tipo NS: name = domain, value = nome server responsabile → USATO PER SOSTituIRE NOME MACCHINA
- Tipo MX: usato per trovare il mail server associato a un dominio (uso PTR): si cerca della risorsa di dominio inverso

• IDENTIFICATION: PGH CONSEGNA IL ID DI RICHIESTA

• FLAGS: QUERY o REPLY / RECURSION: ✓/✗ / REPLY AUTHORITY

identification	flags
# questions	# answer RRs
# authority RRs	# additional RRs
questions (variable # of questions)	
answers (variable # of RRs)	
authority (variable # of RRs)	
additional info (variable # of RRs)	

• DL4 - LIVELLO TRASPORTO

comunicazione eseguita tra diversi processi nella host → operazioni svolte often host

→ si occupa di diverse mess. in sequenza per il livello RETT:

→ .. " di regolamentare da passare al livello applicazione

• MULTIPLEXING / DEMULTIPLEXING: i p in un singolo host comuni / fanno il messaggio da un unico punto → viene poi mandato su un singolo porta (DEMULTIPLEXING)

→ il trasporto combina diverse singole porte in un solo punto (MULTIPLEXING)

• IN INTERNET: protocollo TCP / UDP

• UTILIZZO DI "RELIABLE DATA TRANSFER": affidabilità → utilizzo recup. ACK (recupero su lin. dati)

• CONTROLLO DI FLUSSO: INTRA / S / I host è in grado di gestire

• CONTROLLO DI CONNESSIONE: INTRA / S / I link sono in grado di gestire

↳ realizzano il trasferimento: protocollo di dim. rete finestra (serv. offerto da TCP, non UDP)

• CHECKSUM inserito sul tutto il segmento (non sono header come l. rete)

• UDP: servizio NON ORIENTATO ALLA CONNESSIONE → Non si preoccupa di aprire o chiudere connessione

• TCP: → informa il ricevitore quando sta arrivando una sua

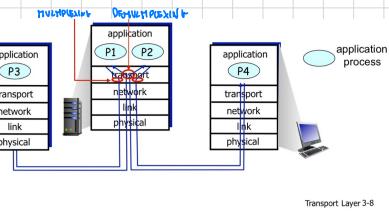
• MULTIPLEXING / DEMULTIPLEXING:

• MULTIPLEXING: mescola dati provenienti da più applicazioni

→ aggiunge HEADER di Transport TRANSPORT SOCIETY
? API

• DEMULTIPLEXING: usa header per immettere segnali a app. corretta (UDP)

→ SOCKET: END-POINT DI UNA CONNESSIONE → VIENE TRA 2 P



Transport Layer 3-8

CONNECTIONLESS

CONNECTION
ORIENTED

• UDP: utilizza solo porta dest. e source IP

→ il ricevitore deve essere in ascolto sulla porta specificata

• TCP:

SOCKET TCP IDENTIFICATO DA 4 TUPLE: {IP SORGENTE, PORTA SORGENTE, IP DESTINAZIONE, PORTA DESTINAZIONE}

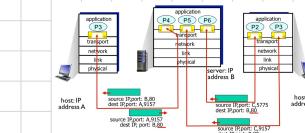
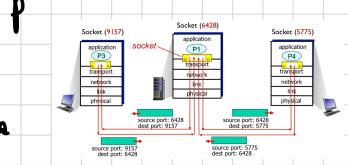
→ quindi si ACK

• WELL-KNOWN PORTS: standard che stabilisce i valori da usare per DESTINATE APP. (es. TCP 80 → HTTP, UDP 53 → DNS)

→ NELL'INTERNET SONO SOLTANNO 1024 PORTA UTILIZZABILI

• PORTA SORGENTE SCELTE RANDOMICAMENTE: → IL REST. SI A UN INNOME RISPONDE

prende Porta Sorg. È scelta nel header di volta



TCP / UDP : 0 : 1024

• UDP :

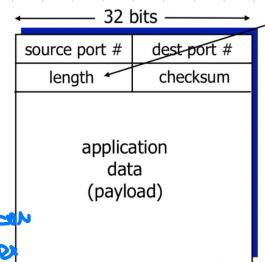
V: utenza semplice, checksum su tutto il pacchetto

S: NO ACK, no syn/ack flags / connection \rightarrow NO CONNESSIONE

• Uso: - semplici streaming / file formats si preferiscono ad protocolli
giri. trasferimenti \rightarrow ad una trasmissione via cavo

L> 4 Byte \rightarrow DNS : non è necessario aprire tutti i portabori per DNS query

\rightarrow DNS response funziona da ACK



UDP segment format

• TCP :

rispetto a UDP implementa AFFIDABILITÀ

• COMUNICAZIONE PUNTO - PUNTO : 1 SENSO, 1 RECVR \rightarrow NO MULTICAST

• USO DI PROTOCOLLO RINGRAZIA: byte consegnati IN ORDINE \rightarrow NO CONTROLLI DI TRASMISSIONE IN DOWNTIME

• PIPELINE: controllo di connessione e flusso definiscono ALM. FINESTRE

• SCAMBIO DATI FULL-DUPLEX

• HANDSHAKING: uso di ACK + RNR

• FORMATO DATAGRAM:

HEADER: 20 Byte, + dati 32 bit \rightarrow VARIABLE C. #OPTIONS

• V, A, P, R, S, P: FLAG. per approvare/ritirare connessione

• RECEIVE WINDOW: # Bytes da ricevere successivamente

• SEQUENZE NUMBER: contro 1 Byte, non 1 segmento

\rightarrow RAPPRESENTA IL 1° BYTES NELL'INTERO STREAM DI BYTES MIGLIO

• ACKNOWLEDGMENT: indica il next byte da ricevere

\rightarrow uso di 60-PACK-N: ricevuto: INVIO $\left\{ \begin{array}{l} ACK_n = SEQ_{n-1} + 1 \\ SEQ_m = ACK_{n-1} \end{array} \right.$

• TRASMISSIONE AFRICA DAPPIA:

TCP RIMETTA UN SEGMENTO APPROPRIATO SOPRA UNA RETE NON APPROPRIATA, TRAMITE:

Pipeline di segmenti / accumulo cumulativo / sincrono timer di trasmissione

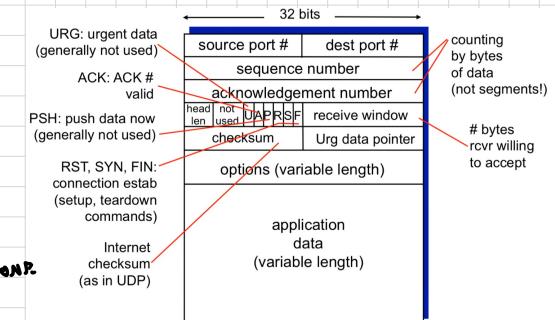
FUNZIONAMENTO (ASSUMENDO: NO ACK DOPPIO, NO CONTROLLI FLUSSO / CONNESSIONE):

1. RICEVE STREAM Byte DA USUARIO APPL. E COSTRUISE I SEGMENTI

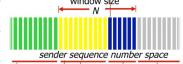
2. PARTE DAL TIPO SE NN CE N'E' MA' ATTIVO UNO

\rightarrow SE TIMEOUT: RITRANSMIS SOLO IL SINGOLO SEGMENTO

3. ANNA RISPOSTA DI ACK \rightarrow ANNULLA TIMER



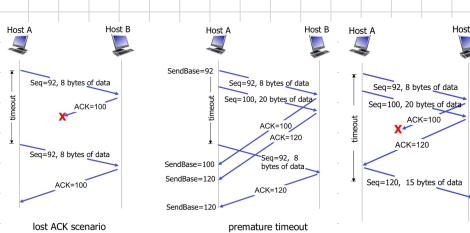
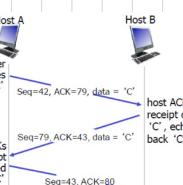
Seq. 0..500B, Seq. 501..1000B, ecc.
Seq. 0..500, Seq. 501..500



window size N
sender sequence number

sent ACKed
sent, not ACKed yet
not yet sent

usable
not usable
(“in-flight”)



cumulative ACK

RICEVIMENTO TCP:

- SÌ IN CASO DI VERSARE ACK RITARDATO; NEL CASO IN ORA R DECIDE DI ASPERTIRE PACCHETTO SUCCESSIVO PRIMA DI INVIERE UN ACK CUMULATIVO
- SE NUOVO FUNZIONANTE, MA ULTIMO SEGUONO NO ARRIVI IN ORDINE \rightarrow INVIARE ACK CONSUMATO IMMEDIATO
- SE QUOTATO FUORI ORDINE (n^{th} SEQ. > n^{th} ATTESO) \rightarrow R INVIARE ACK DUPLICATO, INDICANDO n^{th} SEQ. PERÒ GUARDA SE ARRIVANO IN SEGUONO CHE CORRERÀ PARALLELITÀ IL BUCO \rightarrow R INVIARE ACK DEL PACCHETTO PRECEDENTE E INVIARE n^{th} SEQ. DEL BYTES SUCCESSIVO CHE SI ASPIRA
- TCP FASE RETRANSMIT: SE S RICEVE 3 ACK PRIMA DI STESSI DATI
 - \rightarrow RITRASMETTITO SEGUONO CON IL PROPRIO PICCOLO n^{th} DI SEGUONI

• TIMEOUT TIMER TCP, RTT \rightarrow RITRASMETTITO

\hookrightarrow PER SEMPLIFICARE USO SAMPLERTT:

f. TIPO INIZIO SEGUONO E RICEZIONE ACK

• USO EstimatedRTT DEL VARIANTE RICEVUTO IN C-1

\rightarrow ESISTE UNA CERTA PESOVA TRA I 2 RTT

• CONTROLLO DI FLUSSO: \hookrightarrow NECESSITA DI NON RIGIUDGARE IL BUFFER TUTTO TCP-APPL.

• È LA CAPACITA DI T DI NON SOVRACCARicare R

• FUNZ. SOCKET:

\rightarrow I PACCHETTI CHE ARRIVANO A LIVELLO RETE VENGONO SPACCATI

FIN A TCP, MA NON VENGONO INIZIATI SUBITO A UNICO APP.

\rightarrow VENGONO INSERITI IN RCV BUFFER, CHÉ UNA CODA DI DM

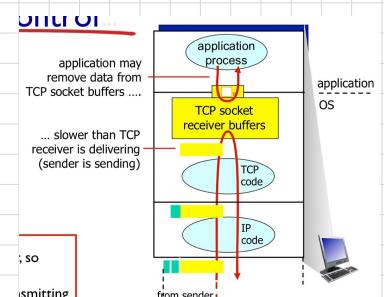
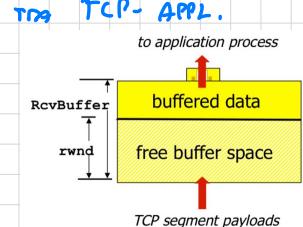
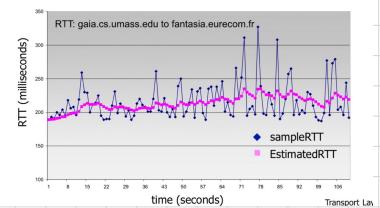
• RCV BUFFER: DM RICOND + RWND

\rightarrow BISOGNA COMUNICARE A T DI DIM. DI RWND

\hookrightarrow COSÌ NO OVERFLOW \hookrightarrow INSERIMENTO IN HEADER TCP

$$\text{EstimatedRTT} = (1 - \alpha) * \text{EstimatedRTT} + \alpha * \text{SampleRTT}$$

- exponential weighted moving average
- influence of past sample decreases exponentially fast
- typical value: $\alpha = 0.125$



CONNECTION MANAGEMENT:

• PRIMA DI SCENDERE DATI \rightarrow 3-WAY HANDSHAKE:

APPENDICE CONNESSIONE

• T INVIÀ SEGUONO NUOVO A R / SYN = 1, n^{th} SEQ = X

SYN

SYN, ACK

• R \rightarrow T: SYN = 1, n^{th} SEQ = Y, ACK num = X+1

ACK

• T \rightarrow R: ACK num = Y+1

INTERRUZIONE DI CHIUSURA DI CONNESSIONE

• T \rightarrow R: FIN = 1, n^{th} SEQ = X/X: ULTIMO n^{th} DI SEQ. INVIATO N SEGUONI

FIN

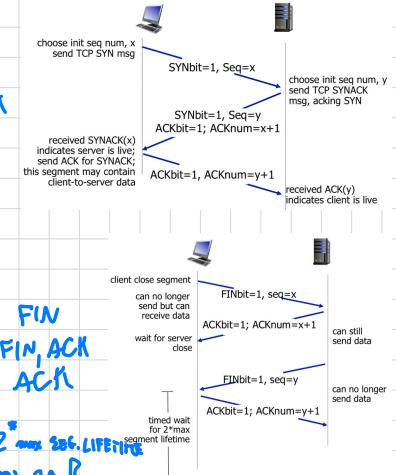
FIN, ACK

• R \rightarrow T: ACK num = X+1 + FIN = 1, n^{th} SEQ. = Y

ACK

• T \rightarrow R: ACK num = Y+1 \rightarrow IN QUESTO T. PARTE UN TIMER = $2^{n_{\text{max}}}$ SEQ. LIFETIME

IN CUI T PUÒ ASPETTARE PACCHETTI IN DILAZIONE DA R



CHIUSURA CONNESSIONE

• CONTROLLO DI CONNESSIONE:

EVITARE DI FAR RIEMPIRE IL BUFFER DEL RIVERTER

• CONNESSIONE: ARRENA TRAFFICO DA TROPPE SORGENTI TRAPPO VIBOLANTE

→ PERDITA DI PACCHETTI O RITARDI DI TRANSMISSIONE NEL RIVERTER

• PER EVITARCI 2 MODI:

• END-END: → USANDO UN TCP

→ COMPLESSITÀ CONFINATA NELL'HOST E NO FEEDBACK DENTRO RETE

→ TCP ADESSO REAGISCE IN BASE A ENTRAMBI I TIPOLOGI E ACK OVERHEAD, SENZA ASK RATE

• NETWORK ASSISTED: RIVERTER MANDANO FEEDBACK AI SIST. CONNESSI IN RETE

→ PROTOCOLO COMPLICATO, POCO USATO

• 1° ALGORITMO USATO DA TCP: AIMD

• AIMD (ADDITIVE INCREASE, MULTIPLICATIVE DECREASE):

AIMD • FINO A CHE NON HA PERDITE:

$T, \sqrt{RTT} \text{ (cioè ACK ritorno)} \rightarrow \begin{cases} \text{MSS} += 1 \\ \text{congestion window} \times 2 \\ \text{cwnd} += 1/\text{cwnd} \end{cases}$

MORE

• APRES UNA PERDITA: $cwnd *= 0,5$

• $cwnd \neq$ FISSAMENTO → $cwnd = \min\{cwnd_l, cwnd_h\}$

• TCP SLOW START:

STRADE ACC' INIZIOLO OVVERO NON SI CONSEGUE LA RETE, PER INIZIALIZZARLA

• FUNZIONAMENTO: → RESPIRA ESPONZIALE

• INIZIALMENTE SET $cwnd = 1 \text{ MSS}$

→ \sqrt{RTT} (cioè ACK ricevuto) → $cwnd *= 2$ (cioè $cwnd += 1 \text{ MSS}$)

• SE $\downarrow cwnd \Rightarrow$:

• TIMESTAMPS, CULL. ACK OVERHEAD

• ALTRI ALGORITMI: TCP TAHOE E TCP RENO

→ $0 \div 8$: CRESCE EXP $\left\{ \begin{array}{l} \text{TCP} \\ \text{TAHOE} \end{array} \right.$ \uparrow POINT

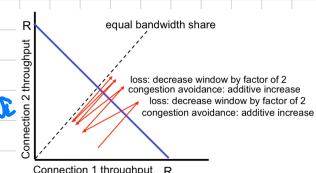
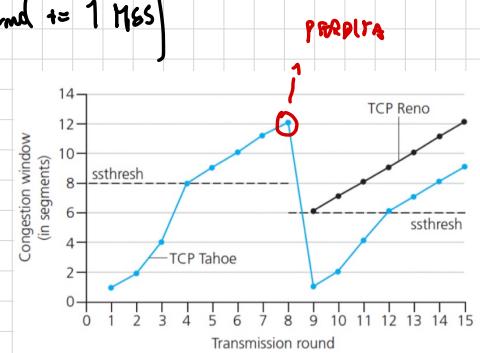
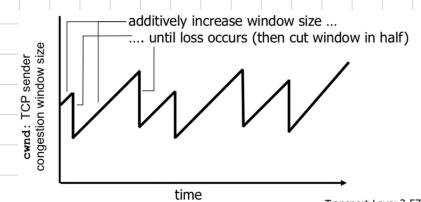
$8 \div 12$: " lim

• $T_r = 8$: SE UNA PERDITA:

→ $ssthresh_{(T_r)} = cwnd_{(T_r-1)} * 0,5$; $cwnd = 1 \rightarrow$ TCP TAHOE

→ $cwnd$ COMINCIA LIM + ENTRA 0 + $ssthresh \rightarrow$ TCP RENO

• FAIRNESS: SE K TCP SESSION $\left\{ \begin{array}{l} \text{TCP RAND} \times \text{FAIRNESS} \\ \text{SE } R \text{ RAMMA SU UNA} \end{array} \right.$ $\frac{R}{K}$ DI BANDA



• D5 - LIVELLO APPLICAZIONE:

- 2 ARCHITETTURE: CLIENT-SERVER e P2P (Peer-to-Peer)
- RPC: protocolli APP (es. HTTP, SMTP)
- Ogni APP. & ogni TIPOLOGIA ha REQUISITE differenti:
 - VOLONTÀ PRIVATE, THROUGHPUT, ecc.

• SICUREZZA TCP:

TRA LIV. APPL. & LIV. TRANSPORT, VIENE APPLICATO SSL (SECURE SOCKET LAYER)

→ RENDE SICURA IL SOCKET, PERMETTE TCP sicuro → MESSAGGI CRIPTATI TRAMITE

• WEB e HTTP:

URL: HOSTNAME (INDIRIZZO IP o nome, www.mn.com) + PATHNAME

• HTTP (HYPER TEXT TRANSFER PROTOCOL):

PROTOCOLLO CHE PERMETTE IL TRASFERIMENTO DI OGGETTI IN PAGINE HTML

• UTILIZZA TCP SUA PORTA 80

• È "STATELESS": I SERVIZI NON MANTIENGONO INFO SU RICHIESTE PASSATE

↳ OGNI RICHIESTA È INDEPENDENTE DALLA PRECEDENTE
→ CHIUSURA

• CONNESSIONE HTTP / PROSISTENTE: PUÒ MANTENERE CONNESSIONE TCP APERTA PER SUCCESSIONE DI MULTIMBI

NON " " : A CONNESSIONE TCP → 1 OGGETTO

• RICHIESTE HTTP:

• COMUNICARE IN ASCII (HTTP RESOURCE → URL + BODY)

• METODI: POST, GET, HEAD (USM 8 BYTES → IN SINAN
VS MS REQUESTERS 2
HTML 1.0)

• FORMATO HEADER:

• BODY SEPARATO DA HEADER

• BODY NELL'HTTP IN POST: VESTIMENTA FORM

• IN HTML 1.1: PUT e DELETE
→ SOLO CONDIZIONE

→ ALTRIMENTI O ELIMINARE FILE DA SGARDA

• INPUT / METODO POST: I INCORPORANO NEL BODY OGNI ELEMENTO
→ NON VISIBILE
• METODO GET: I " " " URL " "

• HTTP RESPONSE MESSAGE:

• STATUS RESOURCE: PROT. UTENSILI + COD. NUMERICO + PAGE

200 OK
• request succeeded, requested object later in this msg

301 Moved Permanently

• requested object moved, new location specified later in this msg (Location)

400 Bad Request

• request msg not understood by server

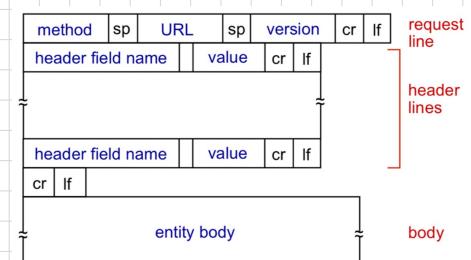
404 Not Found

• requested document not found on this server

505 HTTP Version Not Supported

application	application layer protocol	underlying transport protocol
e-mail	SMTP [RFC 2821]	TCP
remote terminal access	Telnet [RFC 854]	TCP
Web	HTTP [RFC 2616]	TCP
file transfer	FTP [RFC 959]	TCP
streaming multimedia	HTTP (e.g., YouTube), RTP [RFC 1889]	TCP or UDP
Internet telephony	SIP, RTP, proprietary (e.g., Skype)	TCP or UDP

(HEAD SIMILE A GET, VARIATA
USATO SOLO PER OTTENERE)



status line (protocol status code status phrase)
HTTP/1.1 200 OK\r\nDate: Sun, 26 Sep 2010 20:09:20 GMT\r\nServer: Apache/2.0.52 (CentOS)\r\nLast-Modified: Tue, 30 Oct 2007 17:00:02 GMT\r\n\r\nETag: "17dc6-a5c-bf71680"\r\nAccept-Ranges: bytes\r\nContent-Length: 2652\r\nKeep-Alive: timeout=10, max=100\r\nConnection: keep-alive\r\nContent-Type: text/html;\r\ncharset=ISO-8859-1\r\n\r\ndata data data data ...

header lines
data, e.g., requested HTML file

COOKIES:

RISOLVONO IL PROBLEMA DELLE "STATELESS" DI HTTP

- QUANDO UN CLIENT SI CONNETTE AL SERVER DI UN SITO,

ESSO PUÒ PUBBLICARE NUOVI HEADER DI HTTP RESPONSE,

C'È UN COOKIE (SET COOKIE) CHE CONTIENE IN UN

PROPRIO DB L'INDIRIZZO RELATIVO A quel CLIENT, POSSIBILMENTE APPENA

REGISTRATO NEL SITO

→ NUOVI HEADER

→ SIA CLIENT CHE SERVER ARREDANO UNA HTTP REQUEST/RESPONSE CON INFO

LEGATE AL COOKIE, COSÌ I MIGLIORI FAITI DAL CLIENT SUL SITO

WEB CACHES:

USO CACHES PER EVITARE SOVRACCARICO SUL SERVER MA ANCHE SOPRATTUTTO NELLA RICHIESTA

→ SONO PRESENTI: IN LOCACE (NEL BROWSER) E IN PROXY SERVER HTTP (SERVIZIO SECONDARIO)

• UN CLIENT CONTROLLA IN CACHE PRIMA DI INVIARE REQUEST FINO AL SERVER ORIGINALE

CONDITIONAL GET:

GET IN UN IC SENZA REFERER INDIVIDUA L'OGGETTO (→ SONO STATE EFFETTUATE TRASMISSIONI)

Dopo una certa DATA

(NO FTP)
40-43

E-MAIL:

→ Protocollo S-S

• SMTP: protocollo per lo scambio di email tra mail server

• FUNZIONAMENTO:

① U. scrive messaggio "INIZIO"

② IL MESSAGGIO INIZIA VERRÀ RESTO IN CODA NEI MESSAGGI IN USCITA SU CHIUSI SERVER → IN ASCOLTO SU PORTA 25

③ CLIENT SERVER APRE UNA CONNESSIONE TCP CON IL MAIL SERVER DEL DESTINATARIO

④ CLIENT SMTP INVIÀ IL MESSAGGIO CON LA CONNESSIONE TCP

⑤ MAIL SERVER DEL DESTINATARIO METTE IL MESSAGGIO NELLA MAILBOX DI U2

• carattere ASCII su 7 bit

• CRLF, CRLF PER DEFINIRE LA FINE DI UN MESSAGGIO

FORMATO MESSAGGIO:

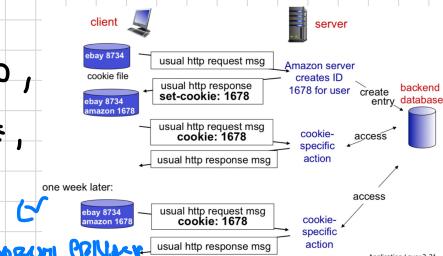
USA STANDARD RFC 822

• MESSAGGI:

• TO / FROM / SUBJECT

• BODY

MANIERA DI MANEGGIARE AZIONI DEL CLIENT



Attribution: Laver 2-31

</div

MIME (MULTIPART MAIL EXTENSION): PERMETTE DI INVIARE FILE MULTIMEDIALI VIA MAIL
(SMTP PERDE SOLO 7-BIT ASCII)

→ AGGIUNGE NUOVI HEADER

• PROTOCOLLI D'ACCESSO MAIL:

serve al D PER ACCEDERE AL MAIL SERVER, OPERAZIONE ASINCRONA (POP3, IMAP)

• POP3 (POST OFFICE PROTOCOL): → protocollo C-S

SIMILE ALL' SMTP

• AUTENTIFICAZIONE: CLIENT INSEGNA USER e PASS

→ IL SERVER E' USATO PER IDENTIFICARE LA MAILBOX

• TRANSAZIONI, COMANDI:

• list: permette di ricevere l'elenco di file con specifico ID e n° di byte

• retr: scaricare il messaggio

• dele: cancellare ss lasciare o no una copia sul server

• quit: uscire dal terminal.

• IMAP:

POP STATEFUL → VISONE PIANTONANTE CO STATO DELL'INDIVIDUALE

• RENDIMENTO DI ORGANIZZARE LA POSTA IN CARTELLI

GO/34 • SYNC TRA LE MODIFICA SUL CLIENT E MAIL SERVER

• P2P APPLICATION:

NON E' UN SERVER DI MEZZO, I CLIENT COMMUNICANO TRA DI LORO IN MODO diretto

INDIRIZZO DINAMICO/STATICO IP

↑ n° UTENZE → ↓ t. distrib. minima

• BIT TORRENT:

• FILE DIVISI IN CHUNKS DI 256 KB

NE UTILIZZA UN SOTTO CONPD, NON TUTTI

• TRACKER: CONTIENE LA LISTA DEI PEERS CONTENENTI IL FILE

→ C'È UNA LISTA DI TRACKER E PUÒ INIZIARE A SCARICARE CHUNKS

• RICHIESTA CHUNK: C'È UNA LISTA DI PEERS → SELEZIONA UN PEER E CHIAMA IL TRACKER

DISPONIBILI → C'È UNA LISTA DI PEERS DISPONIBILI (LOCAL REQUEST PEER) ^{N° MAX CONCERNATE}

• + IF-FOR-SAT: C'È UN PEER CHE HA PASSATO UN CERTO TIPO DI TESTO

→ 10 sec → accettiamo per ragionevoli UN UTENTE RANDOM E RESTAURARE QUESTO

DHT (DISTRIBUTED HASH TABLE):

IN BIT TORRENT IL TRACKER È CONTENUTO IN DHT

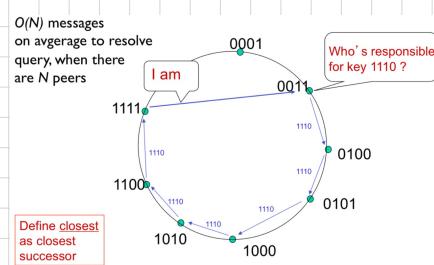
- PERMETTE DI DECENTRALIZZARE L'INDEXING DEI FILE, TRAMITE UN DB GESTITO DA
- → C'È ANCHE I TRACKER DA UN PEER DEL TORRENT
- DHT È UN DB CON COPIE {KEY, VALUE} → es. {NAME, LIST OF PEERS}
- GENERA UNA TUPLA KEY, VALUE :

- TRASPORTO KEY IN UN INTERO, VALUE IN UN INTERO (SU 32 BIT)
- ASSEGNA LA RISORSA AL PEER CON KEY PIÙ VICINA AESSO → MIGLIOR SUCCESSOR, SE NON IL PEER STESO
- / IF PEER → ID IN BINARIO $[0, 2^m - 1]$, SU m BIT
- → KEY = hash ("FILE")

Es. PEERS: $[1, 3, 2, 4, 12, 14, 16]$, KEY = hash ("FILE") = 13 → ASSOCIA AL PEER 14

CIRCULAR DHT:

- PEER → COMPRE IL SUCCESSORE E PRECEDENTE, FORMANO UN CIRCUITO
- OGNI UOMO CONOSCE IL SUO RETE, \exists PEER g, STAMP CONOSCIUTO DA
- CHE IMBOLME LA RISORSA DEL PEER USCI. $\sim O(N)$
- SHORTHCUT: ACCUNE VERSIONI SUCCESSIVE VIMIZZANO SCORRIMENTO
 - CONOSC SUCC., PREC., E PEER \Rightarrow DIST. = 2^N



• 06 - MULTIMEDIA NETWORKING:

• AVOID:

TELEFONO: COMPIONO \approx 8000 SAMPLE/s
CD: " " " 44100 SAMPLE/s

• VIDEO:

VECTORS DI BIT PER PERSONE I COLORI IN UN IMMAGINE

BIQUADRATIC
DIMENSIONI

{ RISOLVEDA SPATIALE: NON TUTTI I PIXEL SONO NELLO STESSO FRAME (E. PICTURE TO PRINTERS Y, URGENT)
" TEMPORE: V[] OLTRE SOLO UNA PIXEL CORRISPONDENTI AL PREGEDIMENTO.

• CBR: CONSTANT BIT RATE \rightarrow FISSO Dati SENZA USE 2 TECNICHE SOTTO

• VBR: VARIABLE " " " " " CON " "

• STREAMING STORED VIDEO:

• VIDEO TRASMESSO: CBR, COMPIGU I BIT IMMEDIATI

• VIDEO RISERVATO DAL CLIENT: CI POSSONO ESSERE DELAY
NELL'EMISSIONE \rightarrow INDETERMINATE NEGLI SCARICA

• PER FARLE IN MODO CHE IL VISUALIZZATORI VISIONI CONTINUITÀ.

\rightarrow SI AGGIUNGE UN PLAYOUT DELAY VIRTUALE, I FRAMES IMMEDIATI SONO MAPPATI IN UN BUFFER

\rightarrow SE • 1° SI INCONTRANO \rightarrow INTERPOLAZIONE DEL VIDEO (BUFFER VUOTO)

• UDP: SEMPRE NON SOGGETTO A CONGESTIONE, SI PUÒ UTILIZZARE

UN PLAYOUT DELAY BASSO

• IN GRADO DI RENDERE IL VIDEO, C'È UN DELAY MAXIMALE I FRAMES

• HTTP: TRAMITE TCP $\xrightarrow{\text{HTTP GET}}$ HA UN READING DEI FRAMES PRESEI, FRAMES IMMEDIATI E MAX RATE

HTTP/TCP PASCA NEGLIO ATTIVAMENTE FIREWALL

• DASH (Dynamic Adaptive Streaming over HTTP):

\rightarrow PERMETTE DI ADATTARE LA TRANSMISSIONE AI USI CONDIZIONI DI RETE

• FUNZIONAMENTO:

• IL SERVER, SU CUI I FILE SONO SVILUPPATI CON DIFFERENTI TIPI, ENTRE IL FILE IN "CHUNKS"

• CLIENT: MISURA BANDA C-SENSE, RICHIESTE UN CHUNK VOLTA

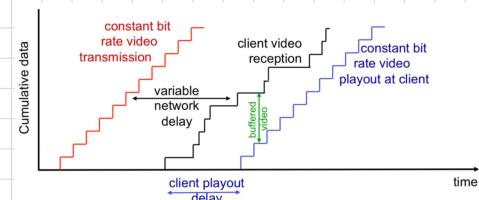
SE LA BANDA È SOSTENIBILE DATA LA BANDA DI RETE MISURATA

• LIVE STREAMING:

SI VUOLE RENDERE LA TV:

UDP: + DECAY, - PACK LOSS $\xrightarrow{\text{}} \rightarrow$ DASH SOLUS. MILITARE

TCP: + PACK LOSS, - DECAY



RETI DI DISTRIBUZIONE CONTENUTO:

UN RETE DI PIÙ SERVER DISLOCATI PER OFFRIRE UN SERVIZIO MILITARE AIUTA MILIZIANI DI PERSONALE

-> CDN: CONTENT DISTRIBUTION NETWORK

- ENTER DEEP: CDN SERVER POSTI DENTRO UN ACCESS NETWORK \rightsquigarrow NUOVO PATERN'
- \rightarrow VICINI A UN UTENTE
- BALLO MOB: POCHI SERVER ESTERNO, MA TACCO PATERN'

VoIP (VOICE OVER IP):

TELEFONIA CHE SPARSA SU RETE INTERNET

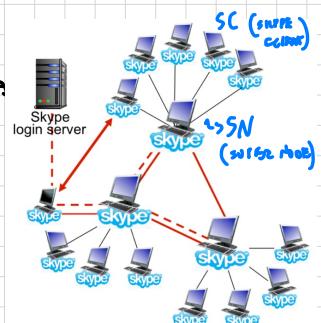
REQUISITO: BASSO RITARDO ($< 150 \text{ ms}$)

Skype:

COMPOSTA DA POCHE CHIAMATE SUPERNODE CHE MANTENGONO L'INFRASTRUTTURA

FUNZIONAMENTO

1. SC \rightsquigarrow SKYPE CLIENT ACCEDERE ALLA RETE CONTATTANDO SN (IP CACHES) TRAMITE TCP
2. LOG-IN PER ACCEDERE A SUPERNODE
3. OTTENNE IP DEL PROPRIO SUPERNODE CONTATTANDONE TRAMITE SN



RTP (REAL-TIME PROTOCOL):

PROTOCOLLO PRESENTE NELL'END SYSTEM

①	②	③	④	⑤
payload type	sequence number type	time stamp	Synchronization Source ID	Miscellaneous fields

PERMETTE L'INVIO DI SAMPOLI VOCALI, MILIZIANO VOIP RICEVONO UN N° DI SECONDA

AL VULP PACK \rightarrow RISPOSTA ERRORE

-> FREQUENTE INCOMPATIBILITÀ: COOPERAZIONE SE 2 APP. USANO VOIP

HEADER:

①: 7 BIT, INDICA IL TIPO DI CODIFICA UTILIZZATA

②: 16 BIT, VRTP PACK INVIO \rightarrow +1 \rightarrow NUMERO I CAMPIONI

③: 32 BIT, PASSO SUL T° DI SAMPLING

④: 32-BIT, IDENTIFICA LA FONTE SONO STREAM RTP

SIP (SESSION INITIATION protocol):

PROTOCOLLO CHE NON SFARZA IN N° DI RETE PER PARTE CHIUSI, NON IMPORTE LA POSIZIONE ORIGINE IN CONTROPARTITA

-> ESTENSIONE REGOLARE CONNETTORE NORMALI: VIDEOCAM, ADATTATORE PARADIGMA, ecc.

SIP MESSAGE:

ALICE \rightarrow BOB ; INVITO AL RISCEVITORE LA CHIAMATA

• SDP (SESSION DESCRIPTION PROTOCOL): SERVIRE PER SPECIFICARE LE VARIETÀ CONTENUTISTI DI UNA SESSIONE MULTIMEDIALE

SDP

```
INVITE sip:bob@domain.com SIP/2.0
Via: SIP/2.0/UDP 167.180.112.24
From: sip:alice@hereway.com
To: sip:bob@domain.com
Call-ID: a2e3a@pigeon.hereway.com
Content-Type: application/sdp
Content-Length: 885

c=IN IP4 167.180.112.24
m=audio 38060 RTP/AVP 0
```

SIP REGISTER:

SENTE PER FORZE INDICARE DI UN NUOVO C
CHE UNA AGENTE HA RETE

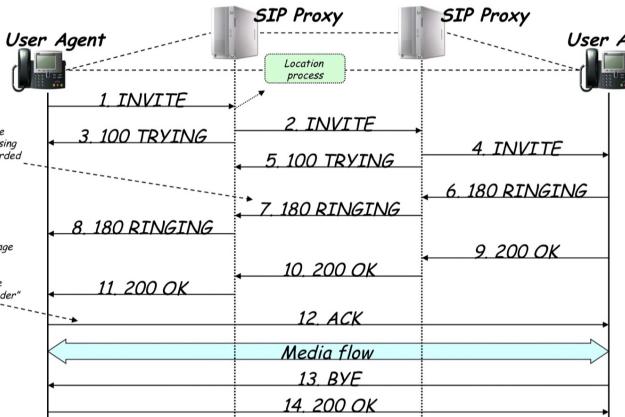
```
REGISTER sip:domain.com SIP/2.0
Via: SIP/2.0/UDP 193.64.210.89
From: sip:bob@domain.com
To: sip:bob@domain.com
Expires: 3600
```

\rightarrow INVIARE AL SERVIZIO REGISTER UN MESS. CON IL PROPRIO IP

SIP PROXY:

SERVIZI SIP CHE FANNO DA INTERMEDIARI
DURANTE UNA CONNESSIONE SIP

1. L'utente manda l'invito al SIP Registrar
2. Un location process basato su DNS (solo accennato) si occupa di cercare l'indirizzo IP della persona da chiamare (n.b. il SIP Registrar non cerca direttamente l'IP del destinatario). Il SIP Registrar dovrà dunque capire l'indirizzo IP del SIP Registrar del destinatario. Una volta trovato, inoltrerà l'invito a tale Registrar, (funziona come i DNS)
3. Parte il messaggio 100 TRYING dal proxy verso il mittente, per informarlo che il registrar ha inoltrato l'invito verso il registrar del destinatario e si è in attesa.
4. Il SIP Registrar del destinatario inoltrerà a quest'ultimo l'INVITE poiché avrà scritto al suo interno l'indirizzo IP, e a quel punto il telefono squillerà.
5. Il SIP Registrar del destinatario invia un messaggio di successo verso il SIP Registrar del mittente.
6. Quando l'INVITE arriva all'utente B e il telefono squillerà, partirà il messaggio 180 RINGING che informa il SIP Registrar e sua volta fino al mittente per informare che l'INVITE ha avuto successo. Si noti che il 180 ringing non è lo stesso messaggio inoltrato a tutti, ma solo lo stesso tipo di messaggio. Questo perché ogni Register processa il messaggio fino al livello applicativo e dunque lo deve ricevere.
7. Quando si risponde al telefono, si invia un messaggio 200 OK nuovamente fino al mittente tramite i SIP Registrar e la chiamata può partire. È presente un ACK (diverso dall'ACK TCP) perché SIP può funzionare sia su UDP che TCP solo che UDP non ha gli ACK. Infine, BYE e OK terminano la chiamata.



• 1.2.2.3 : ANTICOPIA DEC SIP (SOLA TELEFONIA)

SUPPORTO RETE PER I MULTIMEDIA:

Approach	Granularity	Guarantee	Mechanisms	Complex	Deployed?
Making best of best effort service	All traffic treated equally	None or soft	No network support (all at application)	low	everywhere
Differentiated service	Traffic "class"	None or soft	Packet market, scheduling, policing.	med	some
Per-connection QoS	Per-connection flow	Soft or hard after flow admitted	Packet market, scheduling, policing, call admission	high	little to none

\rightarrow DA SMI, PIÙ OMNIBUSO

\rightarrow SI DECIDE A CHE TIPO DI TRAFFICO DARE PRIORITY

\rightarrow CERCA DI OPTIMIZZARE INDBRUE SVI SINGOLI SERVIZI