

Reti di Telecomunicazioni 1

***Corso “on-line” - AA2006/07
Blocco 6 (v3)***

***Ing. Stefano Salsano
e-mail: stefano.salsano@uniroma2.it***

1

● Architetture e protocolli di comunicazione

» Introduzione

- » Funzioni di un processo di comunicazione**
- » La stratificazione dell'architettura**
- » Flussi di informazioni nel modello a strati**
- » Le unità di informazione**

2

Esigenza di modelli di riferimento

- La comunicazione tra due o più parti richiede cooperazione, e cioè collaborazione per il conseguimento di uno scopo comune
- Occorre svolgere una sequenza di funzioni che rendano possibile a una parte, non solo di essere fisicamente connessa con un'altra parte, ma anche di comunicare con quest'ultima nonostante impedimenti di natura varia, quali errori di origine fisica o logica, diversità di linguaggi, etc.

3

Esigenza di modelli di riferimento

- Per progettare e per gestire le Reti di TLC si è dimostrata indispensabile la disponibilità di una descrizione astratta delle modalità di comunicazione tra due o più parti in una rete
- Questa descrizione dell'ambiente di comunicazione considerato è un modello funzionale che è di riferimento sia per la progettazione che per la gestione. L'identificazione del modello si svolge in due passi logici
 - » Identificazione dell'architettura
 - » Definizione dettagliata delle procedure ("protocolli")

4

Di seguito discuteremo anzitutto come avviene il primo passo (l'identificazione della architettura) e qual è il risultato di questa operazione (slides 6-13) e accenneremo al secondo passo (definizione delle procedure dettagliate) (slides 14-20).

Approfondiremo quindi due concetti relativi al primo passo (l'identificazione della architettura) cioè:

- l'analisi delle funzioni di un processo di comunicazione (slides 21-31)**
- la stratificazione dell'architettura (slides 15-49)**

Iniziamo quindi ad analizzare cosa è un modello architeturale di riferimento per una rete di telecomunicazioni.

Tale modello di riferimento e' usato per la "standardizzazione" delle procedure di comunicazione tra sistemi allo scopo di consentirne la cooperazione.

In pratica si cerca un modello di riferimento comune per facilitare la definizione del colloquio tra terminali ed nodi di rete (cioè tra terminali e terminali, terminali e nodi di rete, nodi di rete e nodi di rete).

La cooperazione non riguarda solo lo scambio di informazione ma comprende anche gli aspetti relativi all'elaborazione ed all'utilizzazione della stessa.

Identificazione della architettura

- Il primo passo, che corrisponde al più elevato livello di astrazione, definisce
 - » gli oggetti che sono utilizzati per descrivere il processo di comunicazione sotto esame
 - » le relazioni generali tra questi oggetti
 - » le funzioni necessarie per la comunicazione

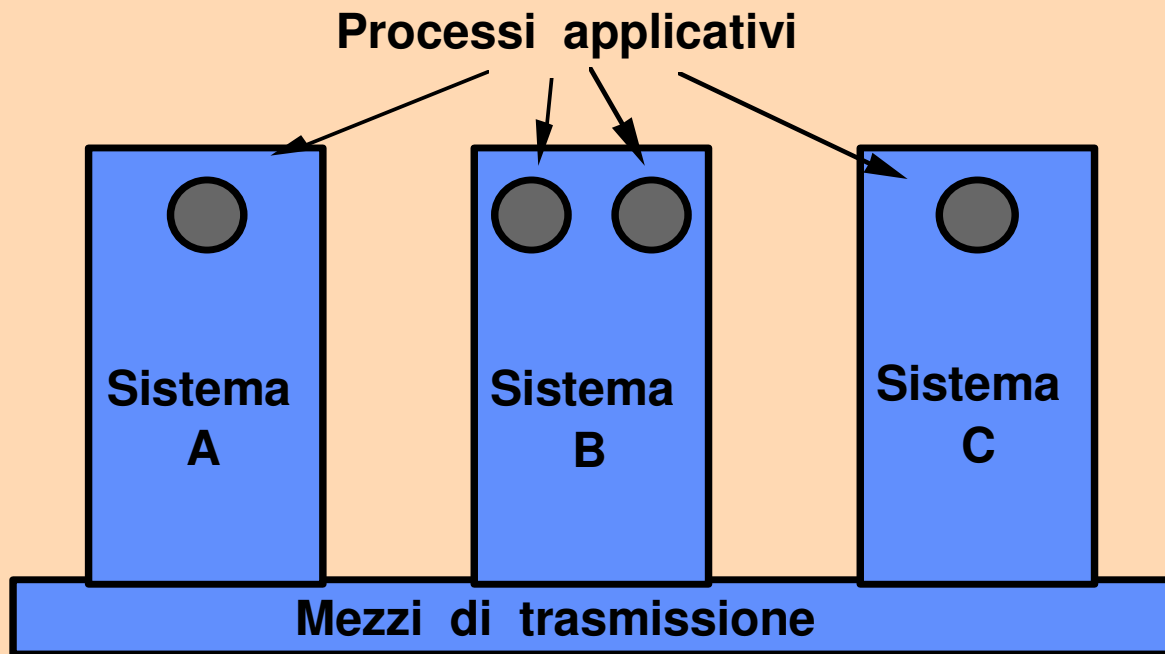
7

Identificazione della architettura

- Come conclusione del primo passo debbono essere definite le funzioni da svolgere per consentire le comunicazioni e le relative modalità organizzative per permetterne uno svolgimento coordinato
- Il risultato è l'architettura della comunicazione
- Elemento distintivo di questa è la presenza costante di interazioni tra due o più parti

8

Elementi architetturali



9

Elementi architetturali

- **Elementi fondamentali di un'architettura di comunicazione**
 - » i **sistemi**: capaci di effettuare trattamento e trasferimento di informazione in vista di specifiche applicazioni.
 - » i **processi applicativi**: risiedono nei sistemi ed eseguono l'elaborazione dell'informazione per una particolare applicazione. Vengono considerati in quanto sono coinvolti da esigenze di interazione con altri processi.
 - » i **mezzi trasmissivi**: rappresentano la struttura fisica di interconnessione tra i sistemi.

10

I processi applicativi, i sistemi e i mezzi trasmissivi sono quindi gli “oggetti” identificati all’interno dell’architettura per descrivere il processo di comunicazione in esame.

Per quanto riguarda i processi applicativi e i sistemi, l’architettura considera principalmente gli aspetti che riguardano il comportamento verso l’esterno e cioè quelli volti alla cooperazione con altri sistemi.

Ricordiamo ancora che l’obiettivo di questo processo di identificazione di un modello di riferimento è quello di agevolare la definizione del colloquio tra i sistemi che devono comunicare.

Architettura stratificata

- **Si usano architetture stratificate per**
 - » **semplicità di progetto**
 - » **facilità di gestione**
 - » **semplicità di standardizzazione**

Vedremo presto che un concetto fondamentale in questi modelli di riferimento è quello della stratificazione. Il modello verrà diviso in *strati* che svolgono un sottoinsieme delle funzioni globalmente necessarie per consentire il processo di comunicazione.

La stratificazione consente di dividere la complessità del processo di comunicazione in diversi “sotto-problemi” che possono essere risolti in modo indipendente (semplicità di progetto).

Quando poi una rete è in esercizio, una funzione supportata da un dato strato opererà in modo indipendente dalle altre e potrà essere configurata e controllata in modo indipendente (facilità di gestione).

Si semplificano così anche le procedure di standardizzazione, che possono operare in modo indipendente nei diversi strati (semplicità di standardizzazione).

Descrizione dettagliata delle procedure operative

- **L'ultimo passo, che corrisponde al più basso livello di astrazione**
 - » riguarda la descrizione dettagliata delle modalità di esecuzione delle funzioni identificate nel primo passo
 - » consente di specificare le procedure operative che debbono essere seguite per ognuna delle interazioni tra le parti in gioco nella architettura di comunicazione
- Tali procedure sono i protocolli di comunicazione

I protocolli di comunicazione

- **Componenti di un protocollo:**

- » la semantica: insieme dei comandi, delle azioni conseguenti e delle risposte attribuibili alle parti
- » la sintassi: struttura dei comandi e delle risposte
- » la temporizzazione: sequenze temporali di emissione dei comandi e delle risposte

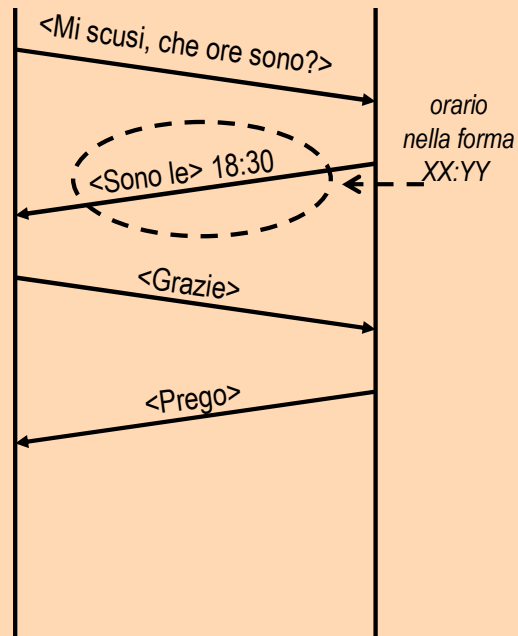
15

Un protocollo di comunicazione è un accordo tra le parti interessate su come la comunicazione può o deve procedere, fissa cioè le *regole della comunicazione*.

Un protocollo include un insieme di funzioni e le rispettive regole procedurali, relative all'evoluzione della comunicazione, alla semantica dei messaggi (cioè al loro significato), alla sintassi dei messaggi, agli algoritmi usati, ai parametri, ai "timeout".

Esempio di protocollo di comunicazione

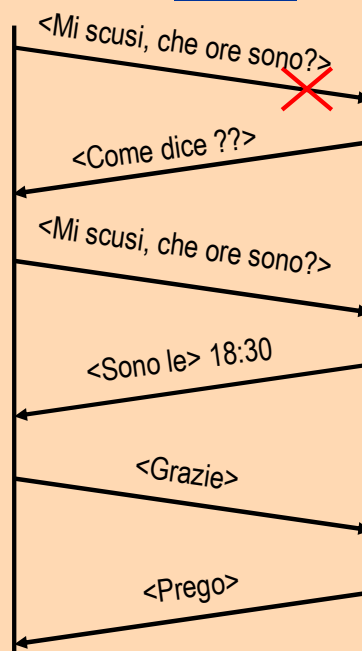
Evoluzione temporale in assenza di errori



17

Esempio di protocollo di comunicazione

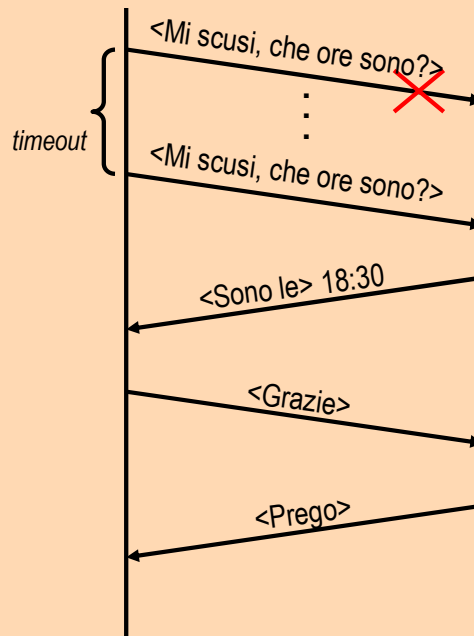
Evoluzione temporale in presenza di errori (caso 1)



18

Esempio di protocollo di comunicazione

Evoluzione temporale in presenza di errori (caso 2)



19

Nelle slide precedenti si fa l'esempio del "protocollo" utilizzato tra due persone per chiedere e fornire l'ora. Nella prima slide si vede l'evoluzione temporale cioè la sequenza di messaggi nel caso in cui il colloquio avvenga correttamente. Ogni messaggio ha un suo significato e una sua "sintassi", ad esempio è definito qual è il "formato" dell'orario.

Nella seconda slide si vede l'evoluzione temporale nel caso in cui la persona interrogata non capisce la domanda e chiede quindi chiarimenti a chi chiede l'ora.

Nella terza slide la persona interrogata non sente proprio la domanda e il richiedente non ricevendo risposta dopo un certo tempo ("timeout") reitera la domanda.

● Architetture e protocolli di comunicazione

» Introduzione

» **Funzioni di un processo di comunicazione**

» La stratificazione dell'architettura

» Flussi di informazioni nel modello a strati

» Le unità di informazione

Consideriamo ora l'analisi delle funzioni di un processo di comunicazione. Nelle slide successive classificheremo le funzioni in funzioni *orientate al trasferimento* e in funzioni *orientate all'utilizzazione* e vedremo alcuni esempi di funzioni dell'uno e dell'altro tipo.

Non è nostro obiettivo fornire un elenco esaustivo di tutte le funzioni che sono o possono essere coinvolte in un processo di comunicazione, né analizzare in dettaglio le funzioni che citeremo.

Saranno semplicemente presentate e descritte in modo sommario alcune funzioni scelte in modo arbitrario.

Come abbiamo detto, dividiamo le funzioni di un processo di comunicazione in funzioni *orientate al trasferimento* e in funzioni *orientate all'utilizzazione*. Le prime consentono all'informazione di essere trasferita tra i terminali interessati, attraverso un insieme di nodi e canali della rete. Le seconde riguardano il modo in cui i terminali riescono ad utilizzare l'informazione.

Le funzioni orientate al trasferimento cercano di fare in modo che l'informazione possa essere fruita nel miglior modo possibile, senza condizionamenti e limitazioni.

Funzioni di un processo di comunicazione

- (Alcune) funzioni orientate al trasferimento dell'informazione
 - » Connessione fisica
 - » Trasmissione
 - » Controllo di errore trasmissivo
 - » Strutturazione del flusso in unità trasmissive
 - » Multiplazione
 - » Commutazione
 - » Intradamento
 - » Controllo di flusso

La funzione di connessione fisica consente nella fornitura di un insieme di risorse che consente il collegamento tra i sistemi che devono comunicare direttamente tra loro (ad esempio un terminale e il relativo un nodo di rete di accesso, oppure due nodi di rete adiacente). Le risorse in gioco possono essere di vario genere (ad es. cavi in rame, cavi in fibra ottica, o canali radio cui si accede tramite antenne rice-trasmittenti).

La funzione di trasmissione consiste nell'inviare (e ricevere) segnali sui mezzi fisici messi a disposizione dalla funzione di connessione fisica. L'insieme del mezzo fisico e dei dispositivi che realizzano la funzione di trasmissione (e ricezione) costituisce il "canale trasmissivo". La funzione di trasmissione adatta l'informazione da trasferire alle caratteristiche del canale trasmissivo (ad esempio è quello che fa il "modem").

Il trasferimento di informazione su un canale trasmissivo può essere affetto da errori di trasmissione. Si può quindi introdurre una funzione di controllo di errore. Questa funzione può operare una semplice *rivelazione* o anche una *correzione* degli errori. Le modalità con cui implementare questa funzione sono molteplici (torneremo su questo argomento!)

L'informazione da trasferire deve essere *strutturata* opportunamente in relazione alle caratteristiche della rete. Ad esempio abbiamo visto come le chiamate telefoniche convertite in forma digitale a 64 kb/s sono trasportate in una struttura di trama che prevede per ogni chiamata un intervallo temporale ogni 125 μ s che trasporta 8 bit di informazione.

Abbiamo già definito all'inizio del corso tra le funzioni fondamentali di una rete di telecomunicazioni la multiplazione e la commutazione.

La multiplazione consiste nel trasferire un insieme di flussi di informazione (detti "tributari") all'interno di un unico flusso contenitore (detto "aggregato") ed è necessaria per poter fornire servizio in modo efficiente ad una molteplicità di terminali.

La commutazione è processo di interconnessione che avviene all'interno del nodo e consente il trasferimento di informazione tra le porte del nodo stesso.

La funzione di instradamento ha lo scopo di individuare il percorso che l'informazione deve compiere attraverso i nodi di rete per fluire da un terminale ad un altro.

La funzione di controllo di flusso serve a regolare il trasferimento di informazione tra un trasmettitore ed un ricevitore, adattandolo alla capacità disponibile nel ricevitore (o nel canale trasmissivo, o nella rete).

Funzioni di un processo di comunicazione

- (Alcune) funzioni orientate all'utilizzazione dell'informazione
 - » Gestione del dialogo
 - » Interpretazione delle informazioni (a livello sintattico e semantico)
 - » Cifratura

Le funzionalità orientate all'utilizzo dell'informazione sono di competenza dei sistemi terminali. Queste funzionalità sono specifiche della particolare applicazione oggetto dello scambio informativo.

Talvolta si possono utilizzare le stesse funzioni di trasferimento per supportare diverse funzioni di utilizzazione. Ad esempio la chiamata telefonica vocale e il fax utilizzano esattamente le stesse funzioni di trasferimento offerte dalla rete telefonica, ma le funzioni di utilizzazione sono ovviamente diverse.

Le funzionalità di gestione del dialogo consentono ai terminali di regolare l'emissione di informazione e di farla avvenire in modo efficace.

Ad esempio due fax si “riconoscono” all’inizio della chiamata (un fax trasmettitore non invierà il fax se non riceve risposta dal fax ricevente) e “negozano” le modalità con cui avverrà il trasferimento di informazione.

Le funzionalità di interpretazione delle informazioni ovviamente si occupano in trasmissione di codificare l'informazione in accordo ad una “sintassi” cioè ad una forma prestabilita e in ricezione di estrarre l'informazione.

Le funzionalità di cifratura possono servire ad evitare che l'informazione venga letta o modificata da chi non ne abbia titolo, o a garantire la autenticità della informazione stessa.

● **Architetture e protocolli di comunicazione**

- » **Introduzione**
- » **Funzioni di un processo di comunicazione**
- » **La stratificazione dell'architettura**
- » **Flussi di informazioni nel modello a strati**
- » **Le unità di informazione**

Come abbiamo già anticipato, le architetture di comunicazione vengono organizzate in maniera stratificata. L'idea è quella di partire dalla individuazione delle funzioni (di cui abbiamo fornito alcuni esempi), e di raggruppare funzioni simili per logica e per tecnologia realizzativa in sottoinsiemi funzionali omogenei (creando gli "strati" o "livelli").

In particolare, ogni sistema è visto come logicamente composto da una successione ordinata di sottosistemi (organizzati in "livelli").

I sottoinsiemi operano in ordine gerarchico in modo che ciascuno di essi interagisca solo con i sottoinsiemi che gli sono gerarchicamente "adiacenti" (di ordine superiore o inferiore).

Tutti i sottosistemi di uguale livello appartenenti a qualunque sistema tra quelli interconnessi (sottosistemi omologhi) formano uno strato.

Stratificazione

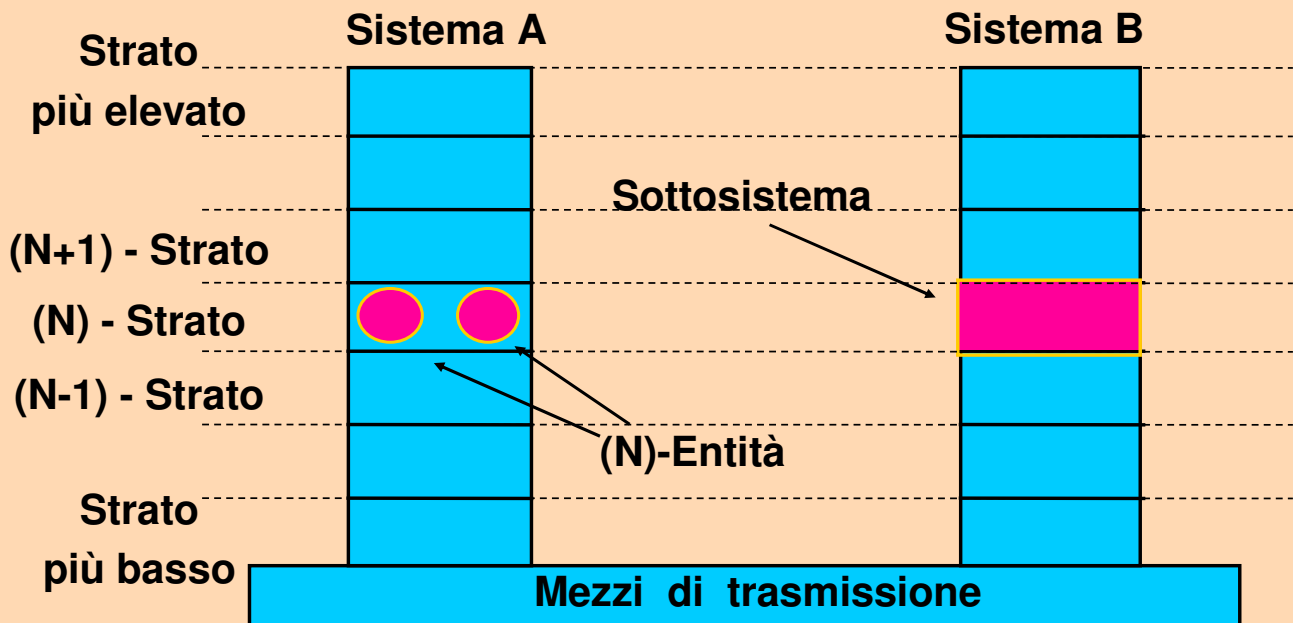
Raggruppamento

- Funzioni simili per logica e per tecnologia realizzativa sono raggruppate in sottoinsiemi funzionali omogenei

Organizzazione gerarchica

- Ciascuno strato interagisce solo con gli strati immediatamente superiore ed inferiore

Stratificazione funzionale di sistemi



35

La slide precedente mostra come i sistemi vengano suddivisi in sottosistemi in modo stratificato e come uno strato includa i sottosistemi allo stesso livello nei vari sistemi che comunicano tra loro. Più avanti definiremo le “entità” di strato visibili nella figura.

Utilizzeremo una notazione in cui un numero tra parentesi viene premesso per indicare lo strato. Quindi (N)-strato indica lo strato N, e viene usato per indicare uno strato generico. L’(N+1)-strato sarà lo strato immediatamente superiore all’(N)-strato e l’(N-1)-strato viene usato per indicare lo strato immediatamente inferiore.

N.B. Si leggono così: “enne-strato”, “enne-più-uno-strato”, “enne-meno-uno-strato”.

Abbiamo detto che i sottosistemi interagiscono solo con i sottoinsiemi gerarchicamente “adiacenti”.

In particolare essi si comportano secondo il principio del “valore aggiunto”:

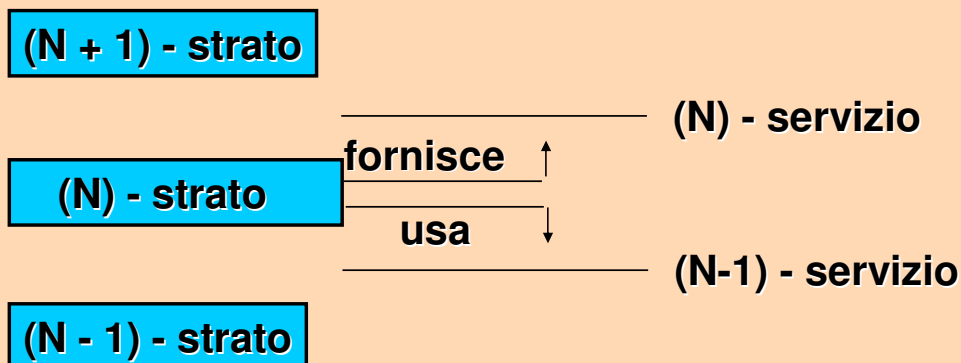
ogni sottoinsieme funzionale riceve “servizio” dal sottoinsieme che gli è immediatamente inferiore nell’ordine gerarchico, arricchisce questo “servizio” con il valore derivante dallo svolgimento delle proprie funzioni, offre il nuovo “servizio” a valore aggiunto al sottoinsieme che gli è immediatamente superiore nell’ordine gerarchico.

Nella notazione che usiamo, si dice che l’(N)-strato usa l’(N-1) servizio e offre l’(N)-servizio all’(N+1)-strato... vedi slide successiva.

Stratificazione

- **Ogni strato fornisce servizi al livello immediatamente superiore usando**

- » le proprie funzioni
- » i servizi del livello immediatamente inferiore



Stratificazione

Indipendenza funzionale

- Il “servizio” fornito da un generico strato è definito in modo del tutto indipendente dalle procedure con cui è effettivamente realizzato

Il “servizio” fornito da un generico strato è definito in modo del tutto indipendente dalle procedure con cui è effettivamente realizzato. Questo consente di utilizzarlo senza vincolarsi ad una sua particolare realizzazione e consente di operare in modo “modulare”. Ad esempio uno strato può modificare il modo con cui realizza un servizio, purché continui ad offrirlo allo stesso modo allo strato superiore.

L'applicazione del principio di stratificazione nella definizione di un'architettura di comunicazione consente di sezionare il complesso problema della organizzazione funzionale di un processo di comunicazione in un insieme di problemi più semplici, ognuno dei quali si riferisce ad un particolare sottoinsieme.

Consente inoltre di riutilizzare i singoli sottosistemi funzionali in sistemi (e architetture) differenti.

Attualmente qualunque architettura di comunicazione per nuovi ambienti, di cui è necessario identificare un modello di riferimento, applica il principio della stratificazione (architettura a strati o "layered architecture")

Elementi dell' (N)-strato

- **(N)-entità**
 - » è la parte dell' (N)-sottosistema che provvede a svolgere una o più tra le funzioni dell'(N)-strato
 - » se appartenenti a sistemi diversi (entità alla pari), interagiscono tra loro per l'espletamento delle funzioni loro pertinenti
- **(N)-servizio:**
 - » è il particolare sottoinsieme delle funzioni che sono svolte dall'(N)-strato e che sono visibili dall'(N)-interfaccia

Le (N)-entità sono quindi gli elementi attivi all'interno di un sottosistema che sono deputati a svolgere le funzioni assegnate allo strato N.

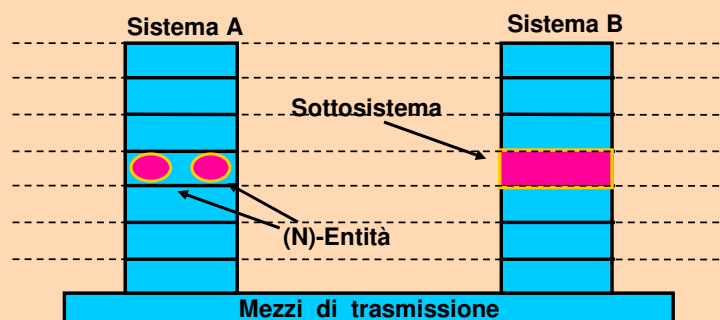
Una entità di strato N può interagire con entità in sistemi diversi SOLO se anche queste sono di strato N.

Una entità di strato N all'interno del proprio sistema può interagire con le entità di strato N+1 e N-1.

Entità

- **Entità:**

- » elementi attivi di un sottosistema
- » svolgono le funzioni di strato
- » interagiscono all'interno di uno strato



Elementi dell' (N)-strato

- **(N)-SAP (Service Access Point):**
 - » è l'interfaccia logica tra una (N)-entità e una (N+1)-entità; appartiene quindi alla (N)-interfaccia
- **(N)-indirizzo:**
 - » è associato ad ogni (N)-SAP

45

L'(N)-SAP è quindi il punto di comunicazione tra il livello N e il livello N+1 ed ha associato con sé un indirizzo che consente alle entità di livello N+1 di comunicare tra loro.

Elementi dell' (N)-strato

- (N)-protocollo:

- » insieme di regole che governano la cooperazione tra (N)-entità omologhe

La slide successiva offre una rappresentazione grafica dei concetti di servizio di strato, SAP e protocollo di strato.

Si può vedere ad esempio come l'(N)-servizio venga offerto da una (N)-entità ad una (N+1) entità attraverso un (N)-SAP. Due (N)-entità nei due sistemi diversi colloquiano attraverso l'(N)-protocollo. È proprio attraverso l'(N)-protocollo che le (N) entità realizzano l'(N)-servizio.

Elementi dell' (N)-strato

