

Core network protocols and architectures

MPLS-based Traffic Engineering

Enzo Mingozzi

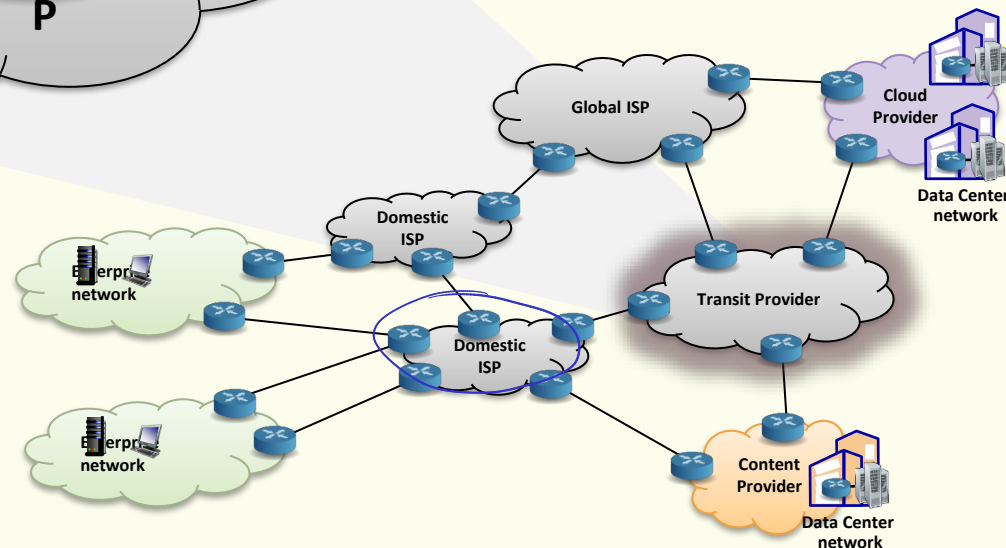
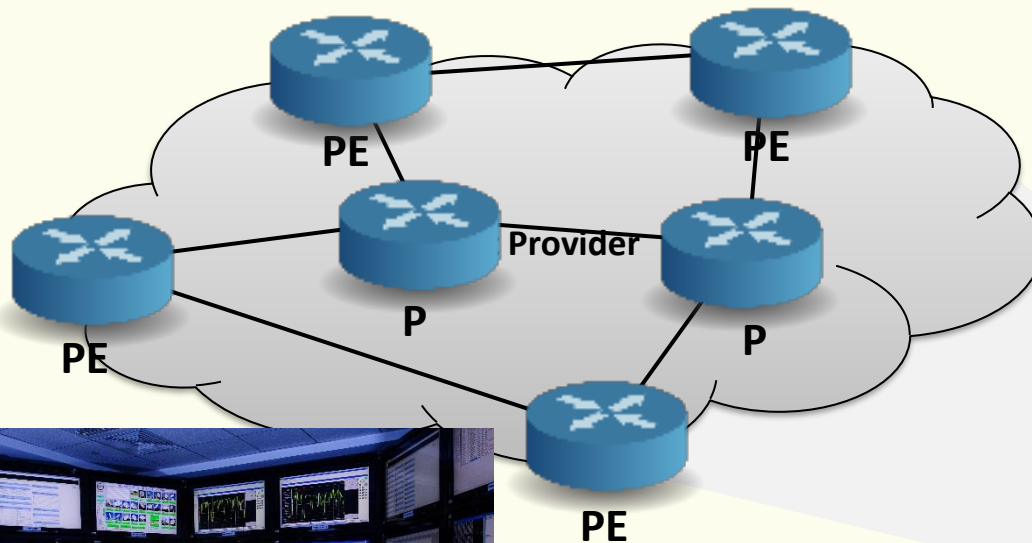
Professor @ University of Pisa

enzo.mingozzi@unipi.it

MPLS-based Traffic Engineering



- Routing flexibility



Traffic Engineering



Controlling the path taken by traffic through a network

What is the purpose of influencing paths?

1 - Improve utilization of network resources

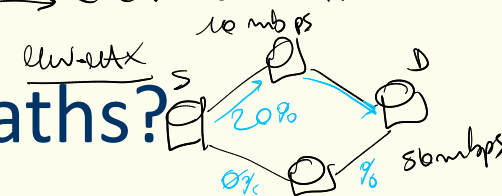
- Avoid congestion (and/or load unbalancing across the network)

2 - Ensure the path has certain characteristics

- E.g., not using high-latency links
- #### 3 - Determine which traffic gets priority at a time of resource crunch

CONSIGNE NEL CONTROLLARE I PACCHETTI CHE ATTRAVERSSANO UNA RETE → C'È PU' DI UN PATH

SERVONO VIE DIVERSE RISPARMIARE A COSTO - DJKSTRA -



LA LINK CON LA MASSIMA UTILIZZAZIONE È IL BOTTLENECK DELLA RETE

QUESTE RISORSE CHE HO PERDUTO NON VENGONO USATE!

IL LINK CHE NON SONO IL BEST PATH NON SONO UTILIZZATI

HO DEI PERCORSI RIDONDANTI

QUANDO VOLTA NON VOGLIO USARE IL BEST PATH

DAL PUNTO DI VISTA DEL PROVIDER NON TUTTI I PACCHETTI POSSONO SEGUIRE IL BEST PATH

AD ESEMPLO UN LINK TRAFFICO SUFFICIENTE, MA NON C'È UNA POSSIBILE SOSTITUZIONE

SE PERMETTO A TUTTI I PACCHETTI DI SEGUIRE IL BEST PATH

QUANDO UN LINK FAUSCE VANTO REDONTO (PACCHETTI) E VOGLIO ESSERE SURE DI NON PERDERE ALICUN PACHETTO AD ALUN PACHETTO AD ALUN

Traffic Engineering

- Why is that **relevant** for a network operator?

Increase revenues

– **Offering new services with extra guarantees**

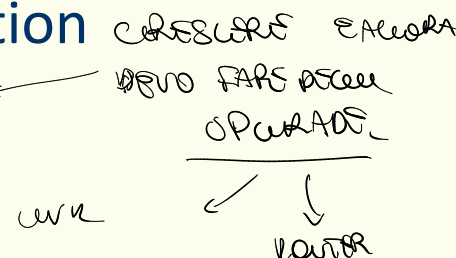
- Extra guarantee -> extra money charged
- E.g. guaranteed bandwidth

SE POSSO CONTINUARE A FARE IL PAGAMENTO
POSSO CESSARE L'USO DI UNA Risorsa, PERCHÉ
SAREBBE UTILIZZATA MENO SPESSE

– **Lowering capex in new resources by improving utilization of existing ones**

- Cost savings by delaying link upgrades
- E.g. by increasing average % of link utilization

SE NON CONTINUO A TRAFFICARE E
ASSUMENDO CHE OGNI LINK HA LA
STESSA CAPACITÀ, AD UN CERTO PUNTO
VEDO LA UTILIZZAZIONE DEI LINK
CRESCERE E ALLORA
DEVO FARE DELLE
UPGRADE



UNA Risorsa "ACCETTABILE" È AD ESEMPIO 1
PERCENTUALE DI UTILIZZAZIONE MEDIA. NON È AL
DI SOPRA DEL 50% NON DEVO EFFETTUARE
UPGRADE -

SE MANTENGO L'UTILIZZAZIONE SOTTO
AL 50% NON DEVO FARE AUCUN
SEPARATEMENTO CON LA TUTTA
LA TRAFFICAZIONE. L'UTILIZZAZIONE NON
DEVE SUPERARE IL 50%.

Traffic Engineering



- **TE is not always required**

SE HO UNA RETE W ANE CONFIGURATION VARIANO
CERTO IL 10% NON HA SENSO USARE TRAFFIC ENGINEERING

- Not all MPLS deployments are used for TE
- Not all MPLS networks can indeed provide TE

- **TE entails operating a more complex network (i.e., additional cost)**

PU' DIFFICILE DA COSTRUIRE, PROBLEMI ACCIDENTALI E COMPLESSI

- The means by which TE is implemented must be simple enough to deploy and maintain

- **MPLS provides operational simplicity along with flexibility** to support complex TE policies

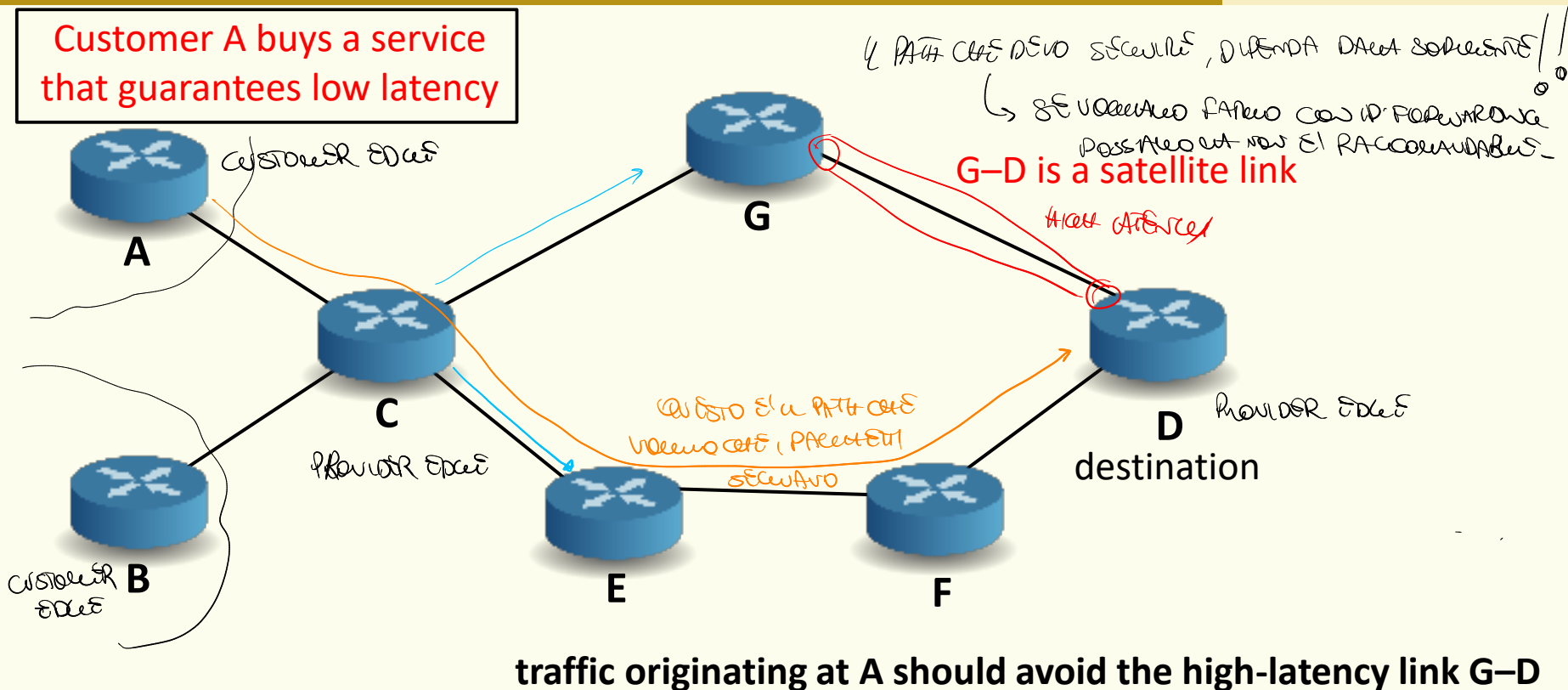
→ CAPACITÀ DI IMPLEMENTARE PROCESSI DI TRAFFIC ENGINEERING

→ CON MPLS IL COSTO ADDIZIONALE DEDATO ALL'IMPLEMENTAZIONE DEL TRAFFIC ENGINEERING DIMINUISCE

MPLS PERMETTE DI CONTROLLARE IL TRAFFICO

Application scenario [1]

Customer A buys a service that guarantees low latency



Ability to forward traffic along a path specified by the source, i.e., **explicit routing**

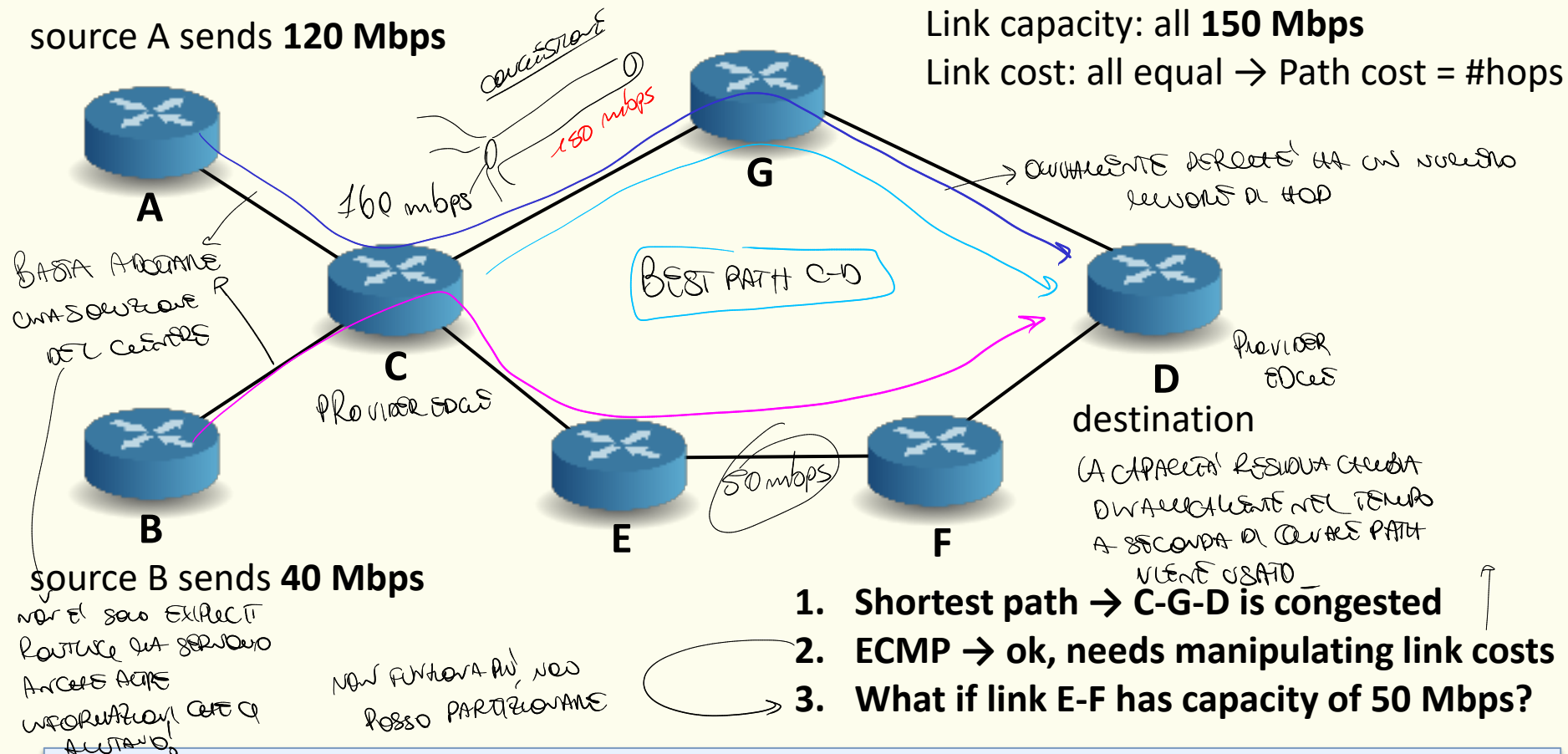
Application scenario [2]

W IP NETWORK, L'UNICO VINCULO COE AVVENUTO TRA DUE NODI DELLA TOPOLOGIA, SE C'E UNA VIA
 ALTRA PUO' ESSERE IL BEST PATH

source A sends **120 Mbps**

Link capacity: all **150 Mbps**

Link cost: all equal \rightarrow Path cost = #hops



1. Shortest path \rightarrow C-G-D is congested
2. ECMP \rightarrow ok, needs manipulating link costs
3. What if link E-F has capacity of 50 Mbps?

Specify **bandwidth requirements** between each source/destination pair, find a **path that satisfies these requirements**, forward the traffic along this path

CONSTRAINTS

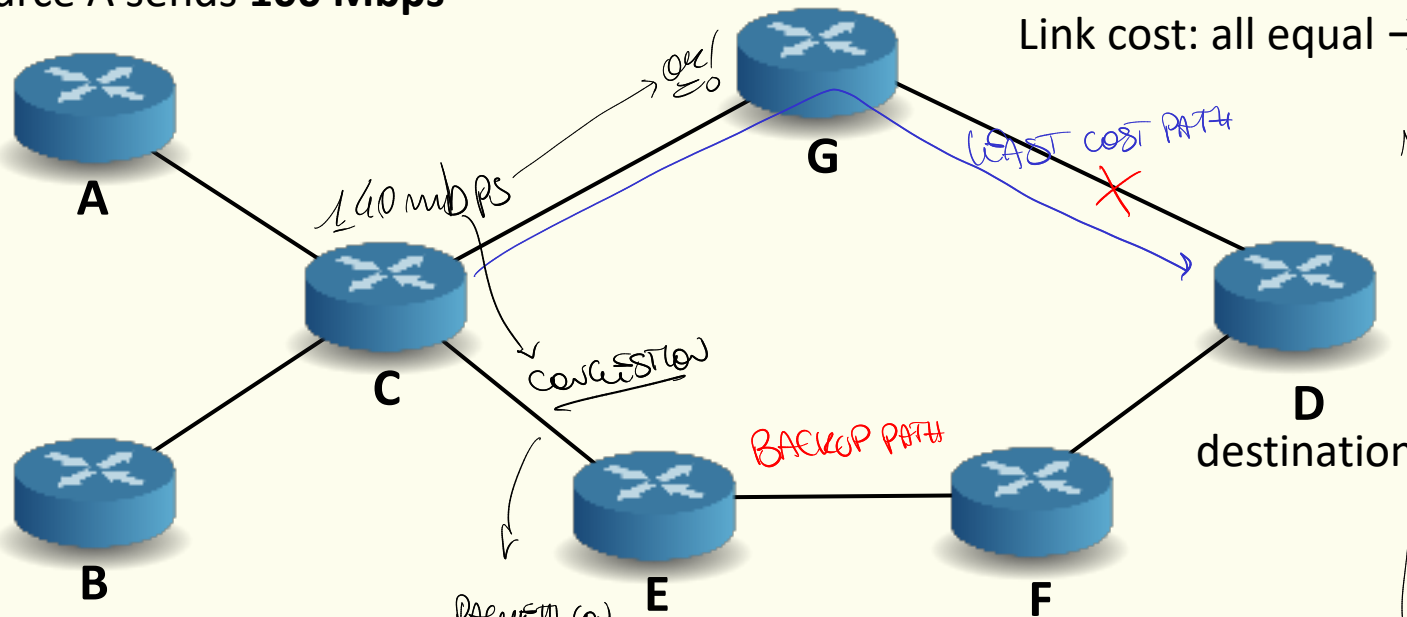
Application scenario [3]



source A sends **100 Mbps**

All link **150 Mbps**, but **E-F (50 Mbps)**

Link cost: all equal → Path cost = #hops

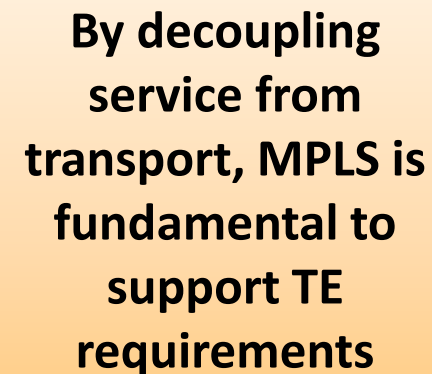


source B sends **40 Mbps**

Customer B buys a service with strict guarantees

1. Shortest path → ok in normal conditions
2. What if link G-D fails?

find paths between source/destination pairs that **comply with bandwidth constraints**, enforce the **priority of the path** sourced at B over that sourced at A



Enforcing traffic to be forwarded along these paths