



# Università degli Studi di Bergamo

---



**DIP. DI INGEGNERIA DELL'INFORMAZIONE E  
METODI MATEMATICI**

# RETI INTERNET MULTIMEDIALI

---

## Esercitazione 1

# Esercizio 1

---

- Si consideri un sistema VoIP con le seguenti caratteristiche
  - Codifica GSM (bitrate 13 kb/s)
  - Intervallo di pacchettizzazione  $T = 40$  ms
- Si supponga inoltre che la rete di trasporto fornisca una capacità a livello IP pari a 1.1 Mb/s
- Domande:
  1. Si calcoli il numero di flussi che possono essere trasportati dalla rete utilizzando il sistema di codifica suddetto
  2. Si calcoli il numero di flussi, ipotizzando l'utilizzo di un algoritmo di soppressione del silenzio che permetta di ridurre al 40% la banda richiesta da un flusso

# Esercizio 2

---

- Si consideri un sistema VoIP con le seguenti caratteristiche
  - Codifica G.726 (bitrate 32 kb/s)
  - Intervallo di pacchettizzazione  $T = 20$  ms
- Si supponga inoltre che la rete di trasporto fornisca una capacità a livello IP pari a 10 Mb/s
- Domande:
  1. Si calcoli il numero di flussi che possono essere trasportati dalla rete utilizzando il sistema di codifica suddetto
  2. Si calcoli il numero di flussi, ipotizzando l'utilizzo di un algoritmo di soppressione del silenzio che permetta di ridurre la banda richiesta da un flusso del 30%
  3. Si calcoli il guadagno di un ipotetico algoritmo di compressione necessario a soddisfare 400 flussi

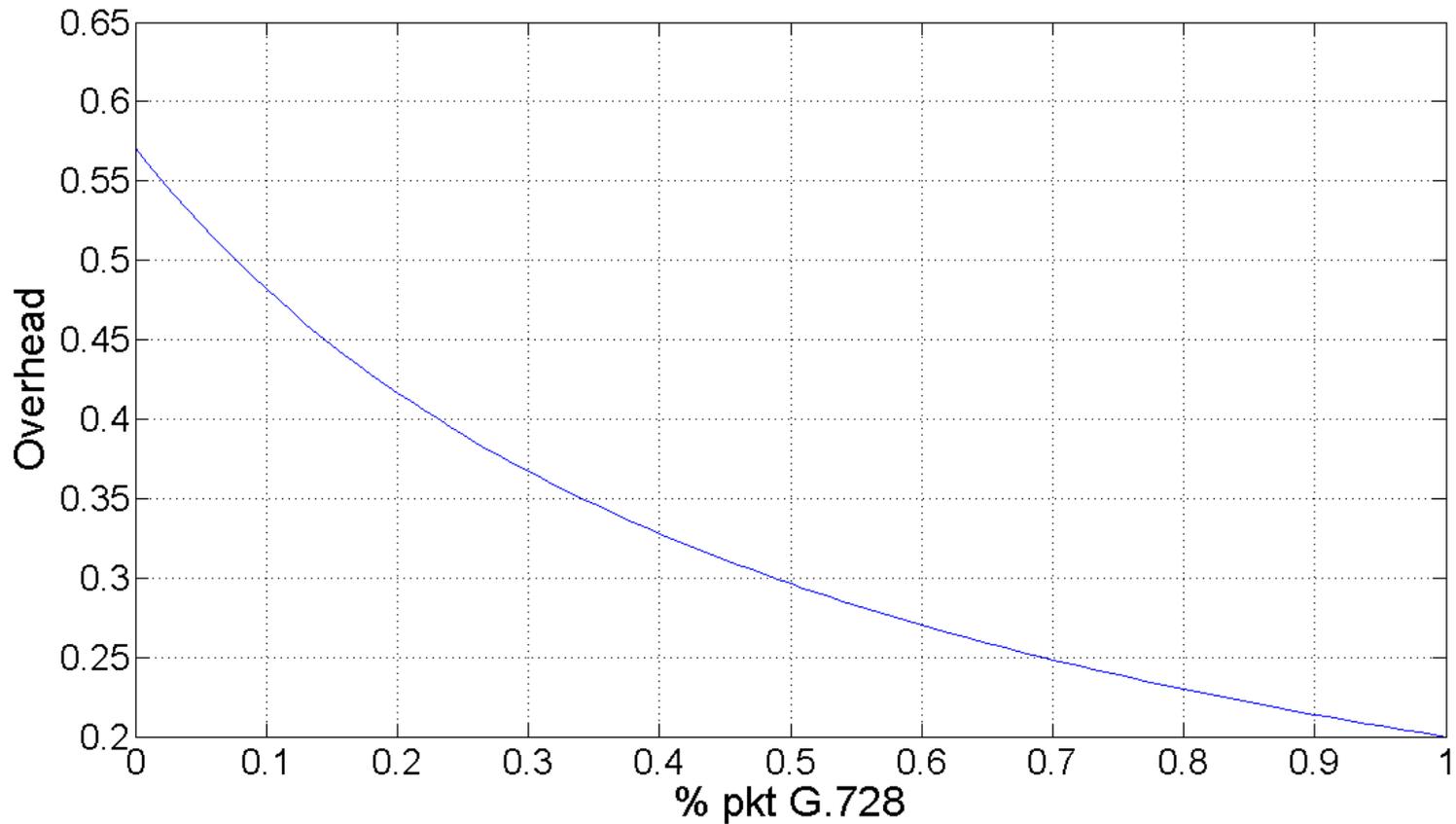
# Esercizio 3

---

- Si consideri un sistema VoIP con le seguenti caratteristiche
  - Utilizzo di due Codec (G.711 e G.729) per la codifica della voce
    - G.711: bitrate 64 kb/s e intervallo di pacchettizzazione pari a 20 ms
    - G.729: bitrate 8 kb/s e intervallo di pacchettizzazione pari a 30 ms
  - Il 40% dei flussi viene generato utilizzando la codifica G.711
- Domande:
  1. Si calcoli l'overhead di rete (rapporto tra capacità utilizzata per header IP, UDP e RTP e capacità complessiva a livello IP)
  2. Si disegni il grafico dell'overhead in funzione della frazione di pacchetti generati dai flussi codificati con G.711

# Esercizio 3: Overhead

---



# Esercizio 4

---

- Si consideri un sistema VoIP con le seguenti caratteristiche
  - Utilizzo di due Codec (G.728 e G.726) per la codifica della voce
    - G.728: bitrate 16kb/s e intervallo di pacchettizzazione pari a 30 ms
    - G.726: bitrate 32 kb/s e intervallo di pacchettizzazione pari a 20 ms
  - Il 40% dei flussi viene generato utilizzando la codifica G.711
- Domande:
  1. Si calcoli l'overhead di rete (rapporto tra capacità utilizzata per header IP, UDP e RTP e capacità complessiva a livello IP)
  2. Si disegni il grafico dell'overhead in funzione della frazione di pacchetti generati dai flussi codificati con G.728

# Esercizio 5 (1/2)

---

- Si supponga che due utenti (Alice e Bob) siano collegati alla rete Internet attraverso linee dedicate con le seguenti caratteristiche:
  - Capacità in uplink della linea di Alice pari a 300 kb/s in uplink
  - Capacità in uplink della linea di Bob pari a 250 kb/s
  - Ritardo di 4 ms (equivalente per entrambe le linee)
- Si supponga inoltre che i due utenti abbiano stabilito una connessione VPN in grado di fornire una capacità di downlink complessiva pari a 1.8 Mb/s ad Alice e 2 Mb/s a Bob.
- La backbone VPN introduce un ritardo aggiuntivo di 5 ms rispetto al ritardo di trasmissione dei pacchetti

# Esercizio 5 (2/2)

---

- Entrambi gli utenti utilizzano un sistema VoIP avente le seguenti caratteristiche
  - Codec G.729 (bitrate 8 kb/s)
  - Intervallo di pacchettizzazione pari a 40 ms
  - Ritardo di elaborazione dovuto alla codifica pari a 35 ms
- Supponendo di voler garantire un ritardo massimo percepito dagli utenti inferiore a 130 ms si calcoli:
  1. Il massimo ritardo di trasmissione accettabile
  2. Il ritardo di trasmissione end-to-end
  3. Il massimo ritardo di playout accettabile

# Esercizio 6

---

- Si consideri un sistema VoIP con le seguenti caratteristiche:
  - Codifica G.711 (bitrate 64 kb/s)
  - Intervallo di pacchettizzazione  $T$
  - Numero massimo di flussi vocali da gestire  $N=50$
- Domande:
  1. Si esprima la capacità a livello IP necessaria a soddisfare gli  $N$  flussi in funzione di  $T$
  2. Si supponga di disporre di una rete basata su protocollo Fast Ethernet (100 Mb/s) per la trasmissione dei flussi vocali. Si calcoli il numero di flussi che si possono soddisfare con intervallo di pacchettizzazione pari a 10 ms e 40 ms.
    - Si trascurino le inefficienze introdotte dal protocollo di accesso multiplo