

Elaborato OMNeT++ Reti per l'Automazione Industriale

A.A. 2021-2022

Studenti:

Giuseppe Testa (1000022605)

Luigi Fontana (1000037171)

1. Scenario 2, Variante 1

1.1 Introduzione

Si vuole simulare il seguente scenario (Figura 1) di una rete automotive composta da 2 switch e 18 end-node:

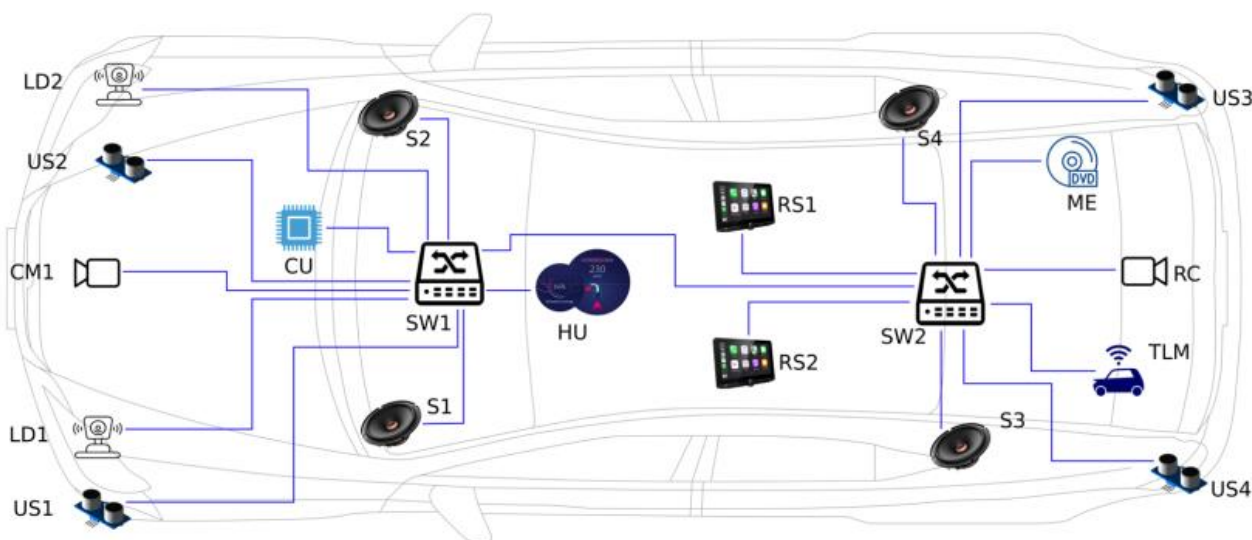


Figura 1: Scenario Automotive da implementare

I vari nodi sono gestiti tramite dei flussi indicati nella tabella sottostante (Figura 2):

Src	Dst	Periodo	Deadline Rel.	Payload	Burst
LD1, LD2	CU	1.4 ms	1.4 ms	1300 byte	1
ME	S1, S2, S3, S4	250 us	250 us	80 byte	1
US1, US2, US3, US4	CU	100 ms	100 ms	188 byte	1
CU	HU	10ms	2 ms	1500 byte	7
CM1	HU	16.66 ms	16.66 ms	1500 byte	119
ME	RS1, RS2	33.33 ms	33.33 ms	1500 byte	119
TLM	HU, CU	625 us	625 us	600 byte	1
RC	HU	33.33 ms	33.33 ms	1500 byte	119

Figura 2: Tabella dei flussi

La coda è stata considerata a dimensioni illimitate.

Dei vari flussi, sono stati presi in considerazione l'*end-to-end Delay* e il *Jitter*.

1.2 Scenario dell'elaborato

Lo scenario prevede l'utilizzo di una sola coda per porta ethernet. Questa verrà schedulata usando priorità statica sfruttando l'algoritmo Deadline Monotonic.

In base ai valori presenti nella Figura 2, sono state assegnate le priorità dove il valore più alto corrisponde ad una priorità più alta simulando la codifica tramite campo PCP del VLAN tag di una frame Ethernet. Le priorità risultanti sono:

- Flusso con sorgente LD1, LD2 e destinazione CU: Priorità = 5
- Flusso con sorgente ME e destinazione S1, S2, S3, S4: Priorità = 7
- Flusso con sorgente US1, US2, US3, US4 e destinazione CU: Priorità = 0
- Flusso con sorgente CU e destinazione HU: Priorità = 4
- Flusso con sorgente CM1 e destinazione HU: Priorità = 3
- Flusso con sorgente ME e destinazione RS1, RS2: Priorità = 1
- Flusso con sorgente TLM e destinazione HU, CU: Priorità = 6
- Flusso con sorgente RC e destinazione HU: Priorità = 2

1.3 Scelte implementative

Il modulo complesso *EthNode* è stato modificato:

- Il simple module BurstApp è stato trasformato in un array. Gli indici dell'array di vengono impostati tramite un parametro aggiuntivo *napp* che viene inizializzato nel file *omnet.ini*; di default questo valore è pari a 0.

- Tra il vettore di BurstApp ed l'*EthNIC* è stato inserito un simplemodule *Dispatcher* al fine di gestire i diversi flussi provenienti dal vettore e di inoltrarli correttamente al Nic.

Le priorità, dei diversi flussi, sono state verificate mediante la *compareFunction()* all'interno del file *EthNIC.cc*, definita come parametro aggiuntivo al costruttore delle *cPacketQueue*.

All'implementazione iniziale sono state aggiunte due funzioni:

- *checkTable()* all'interno di *RelayUnit.cc* per ovviare ad un problema presente nel codice il quale non permetteva di memorizzare nella *fw_table* un nuovo nodo, quando la destinazione della frame da esso inviata era già presente in tabella.
- *configNetwork()* all'interno di *BurstApp.cc* per la memorizzazione dei nodi destinazione nella *fw_table* tramite l'invio di un singolo messaggio iniziale.

Il datarate è stato portato da 100Mbps a 1000Mbps(1Gbps) prendendo come riferimento le specifiche dell'emedamento 802.3bp-2016.

1.4 Statistiche raccolte e Risultati

Le statistiche raccolte sono le seguenti:

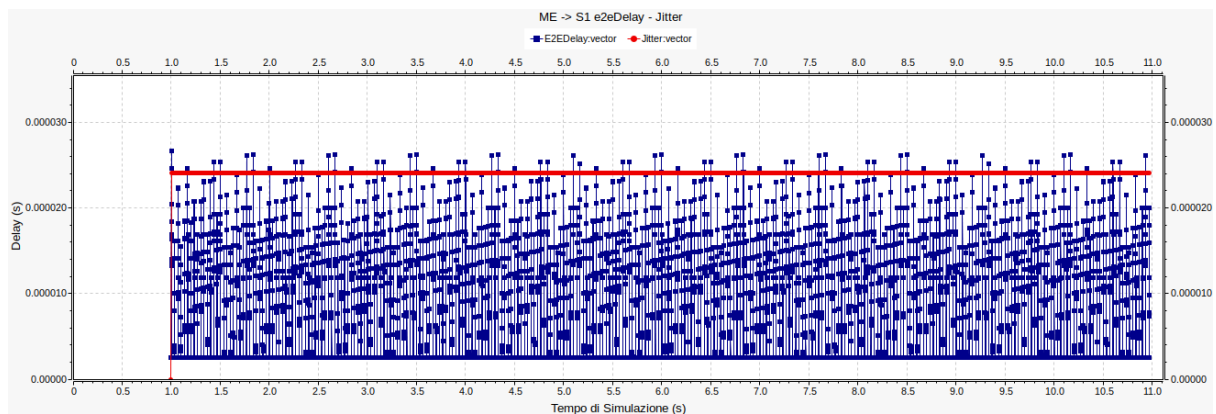
- *End-to-End delay() = RxTime() – GenTime()*: misura l'E2E delay dall'istante di generazione della frame sul nodo trasmittente a quello di ricezione nella relativa applicazione nel nodo ricevente.
- *Jitter() = MaxE2EDelay() – MinE2EDelay()*: a partire dall'E2E delay, si tiene traccia dei valori di massimo e di minimo ad ogni frame ricevuta, in modo tale da aggiornare il Jitter di conseguenza.

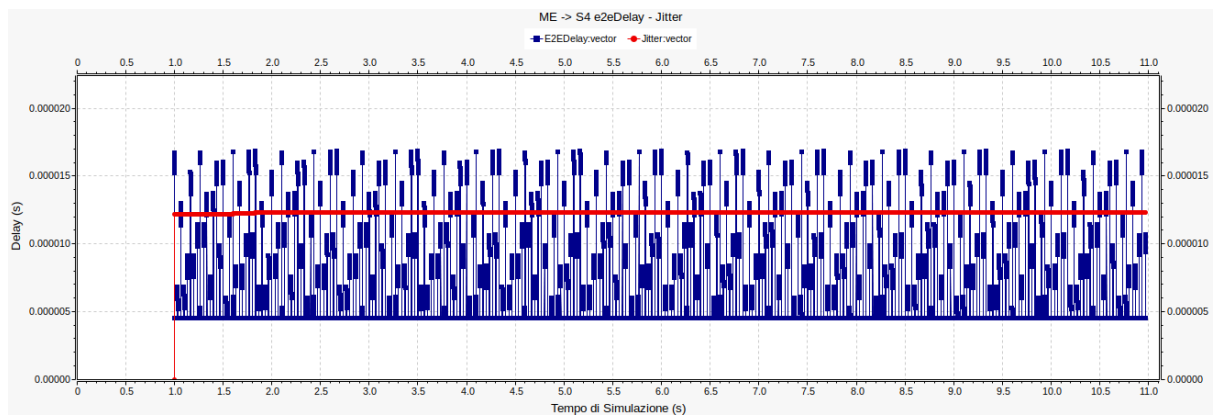
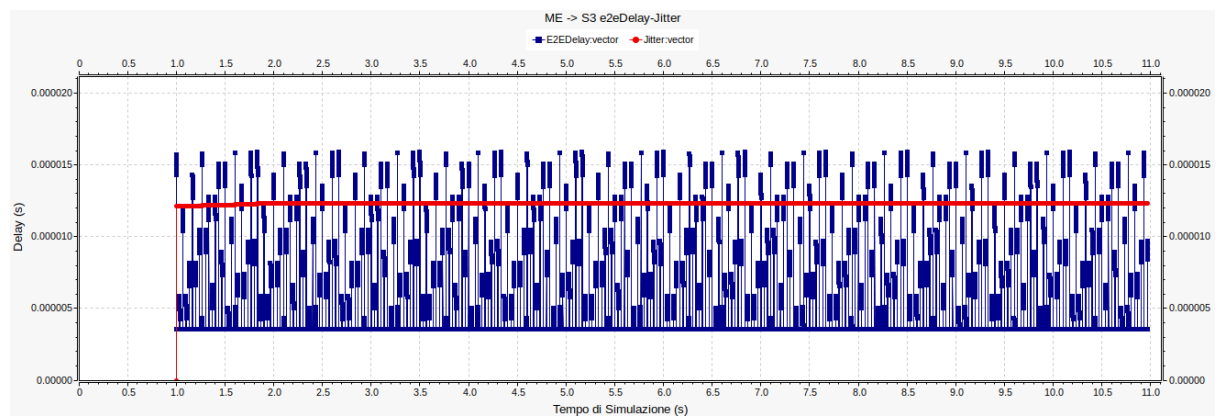
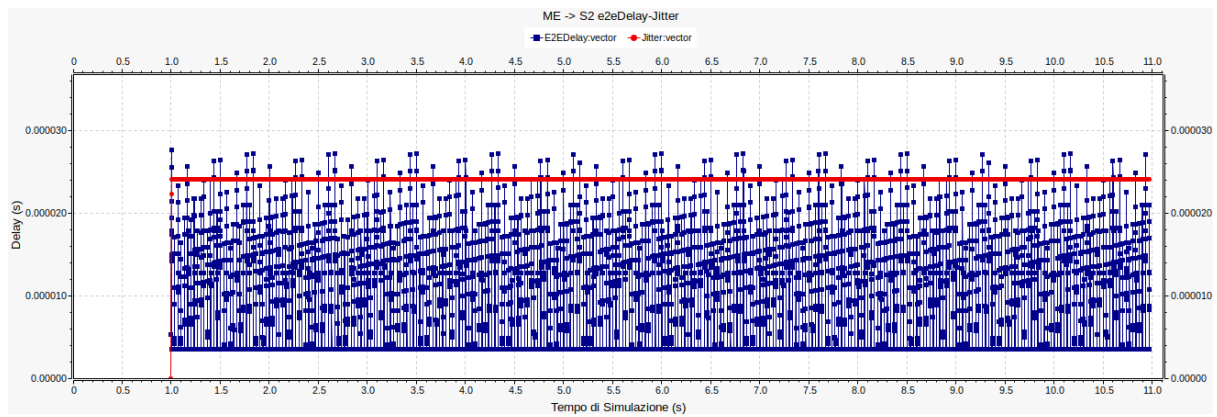
Le simulazioni sono state effettuate con un tempo di 10 s.

Nel primo caso di studio, viene analizzato il primo flusso dati proveniente da LD1 e LD2 e destinato al nodo CU. In questo caso, come anche negli altri, viene graficato l'end to end delay ed il jitter. Quello che si osserva è che la deadline di 1.4ms non verrà violata in entrambi i casi ed il jitter si mantiene basso.



Il secondo flusso proviene dal nodo ME e va verso i nodi S1, S2, S3, S4. Si nota come nei flussi diretti verso S1 e S2 si hanno delle deadline miss. Mentre nei flussi diretti verso S3 ed S4 non si verificano deadline miss.



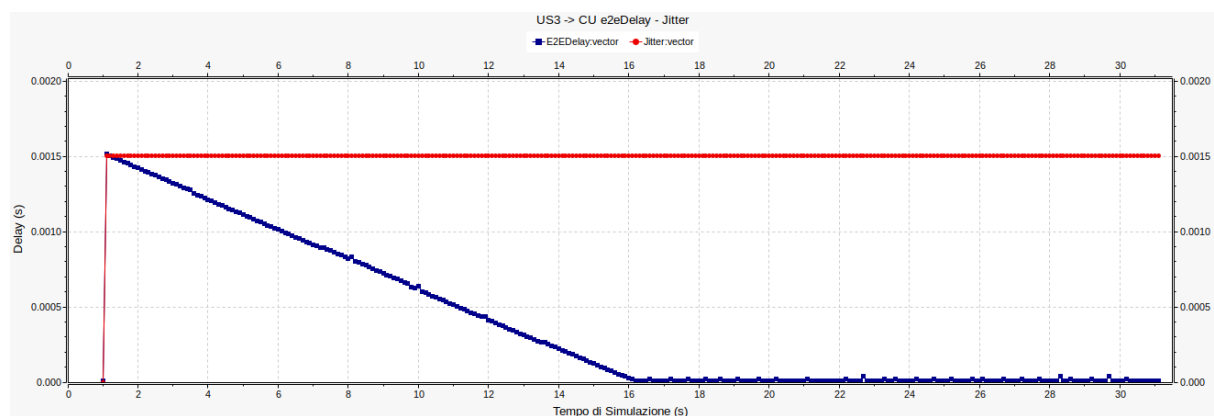
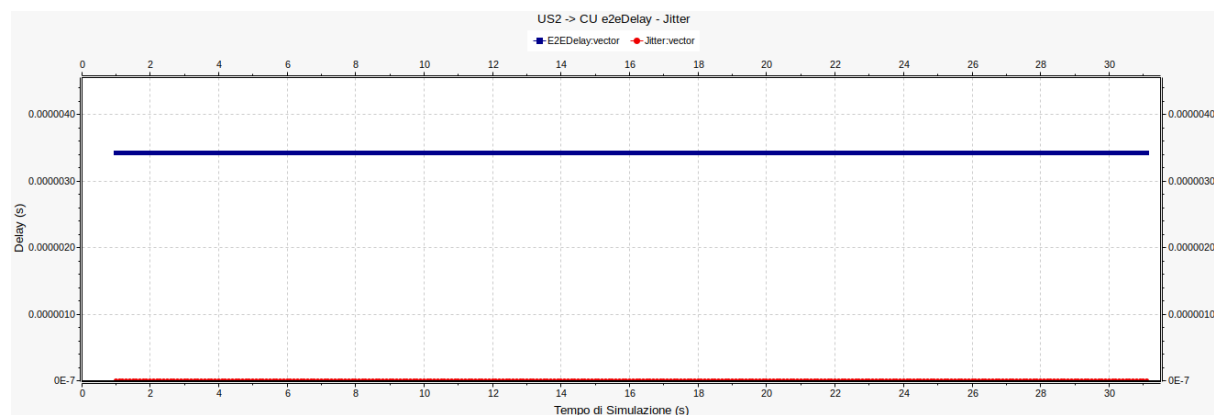
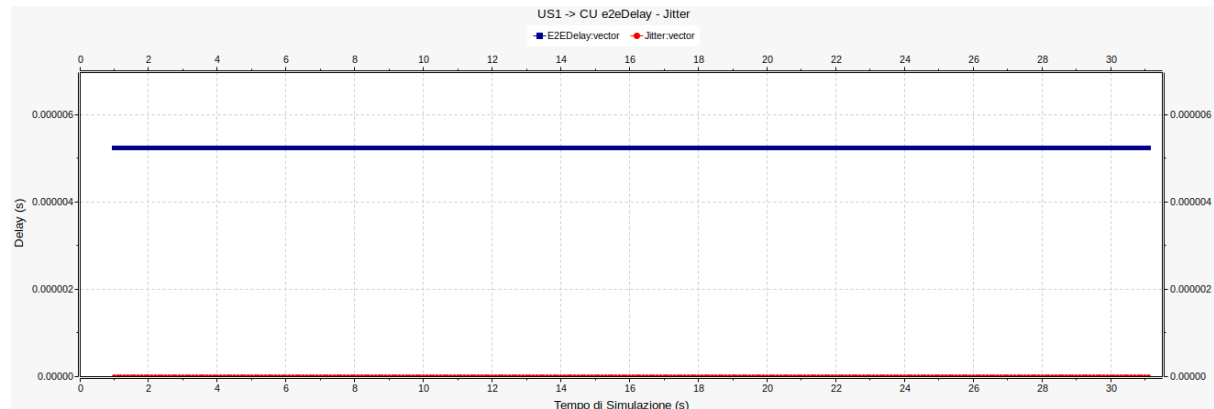


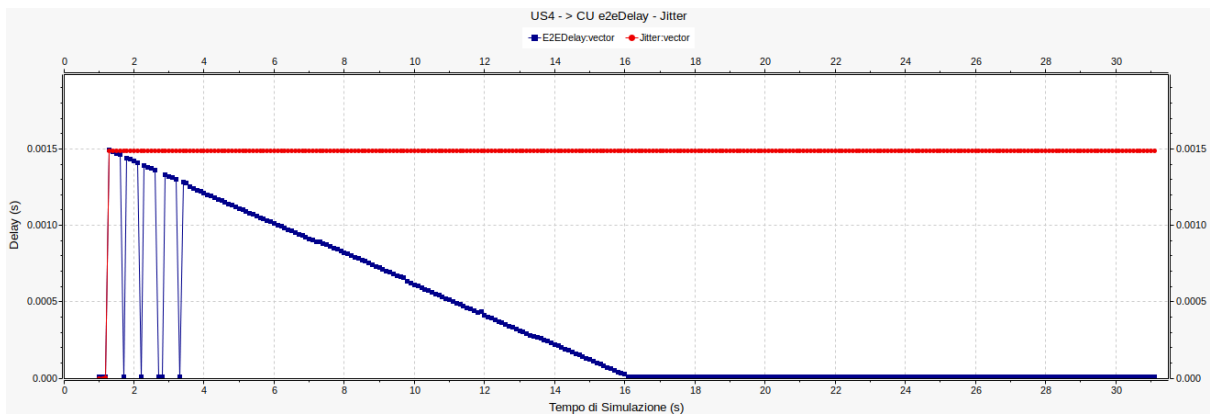
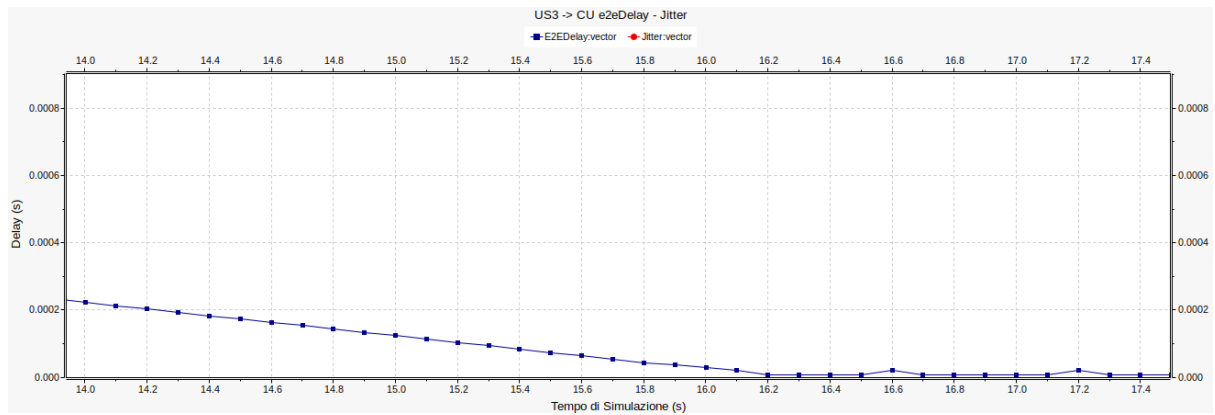
Per il terzo flusso è stata effettuata una simulazione prolungata per stabilizzare i risultati. Si nota come nelle tratte che vanno da US1 e US2 verso CU la deadline miss viene rispettata e le frame seguono un andamento costante. Il jitter si mantiene basso.

Mentre per le tratte US3 e US4 dirette a CU il flusso si stabilizza dopo circa 16 secondi.

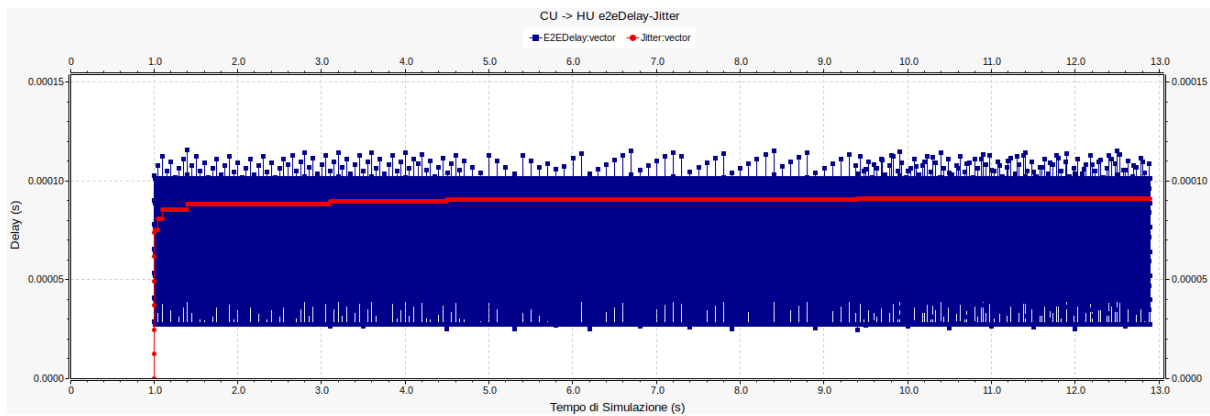
Nell'ingrandimento si nota come il delay si mantiene al di sotto della deadline per cui la stessa viene rispettata.

La nostra interpretazione a questo risultato fa capo alla topologia di rete in quanto US3 ed US4 per raggiungere la destinazione attraversano due switch.

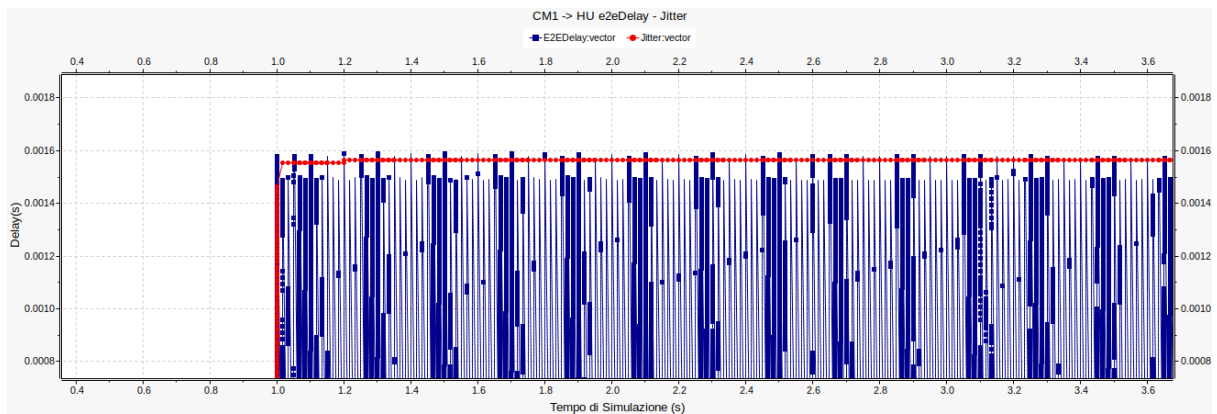
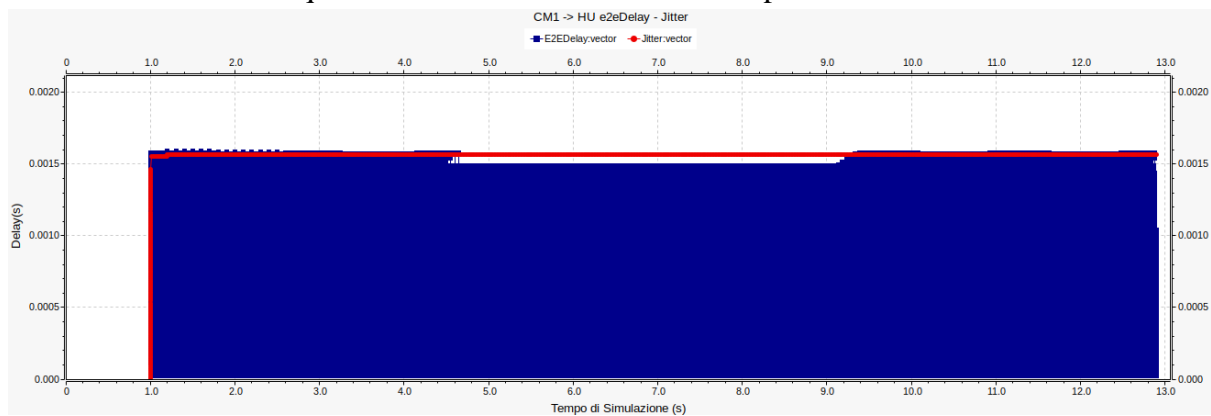




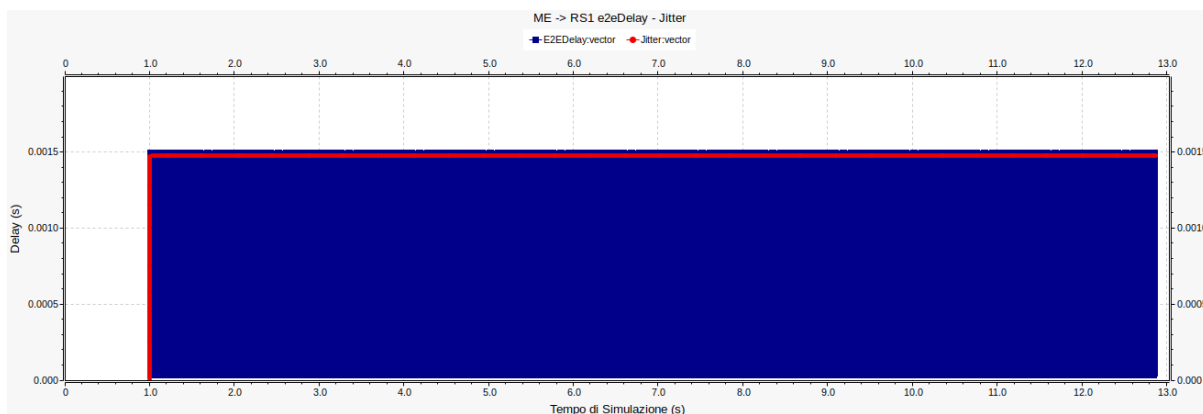
Nel quarto flusso si vede un andamento pressoché regolare. Le deadline vengono rispettate.

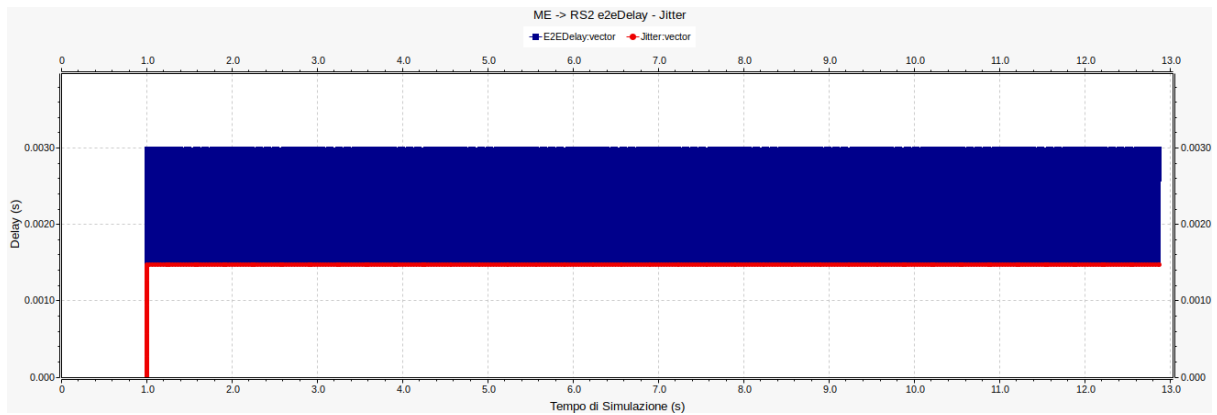


Nel quinto flusso si nota l'andamento dei pacchetti con un burst di 119 e una deadline relativa di 16.66ms. Anche in questo tutte le frame arrivano in tempo.

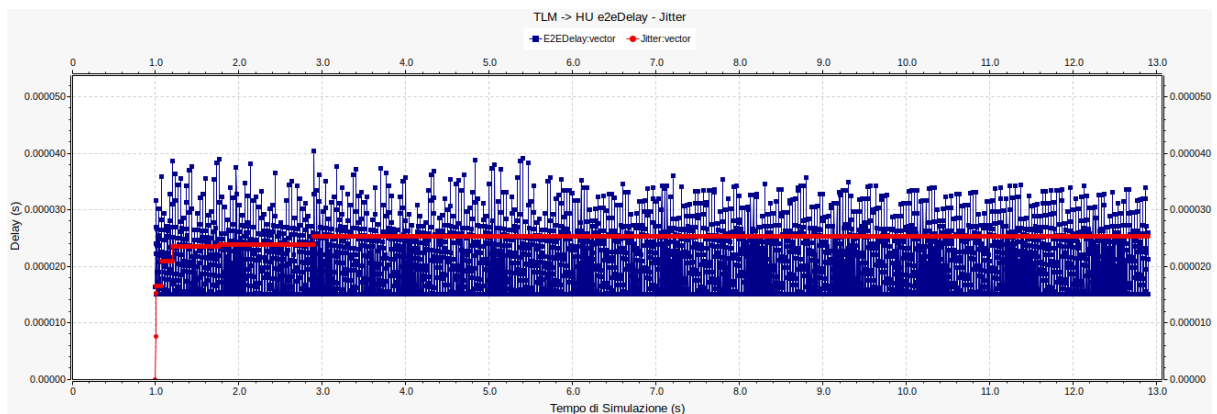
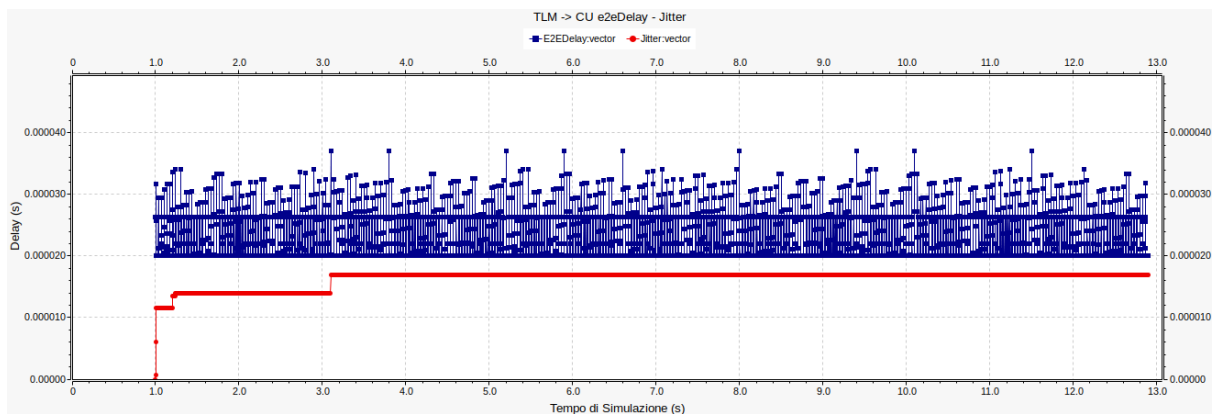


Di seguito il sesto flusso. Anche in questo caso le deadline vengono rispettate. L'interpretazione che si dà alla differenza di delay tra un flusso ed un altro è dato dal burst dati. Infatti prima che possa essere inviato il secondo burst dati deve terminare il primo.

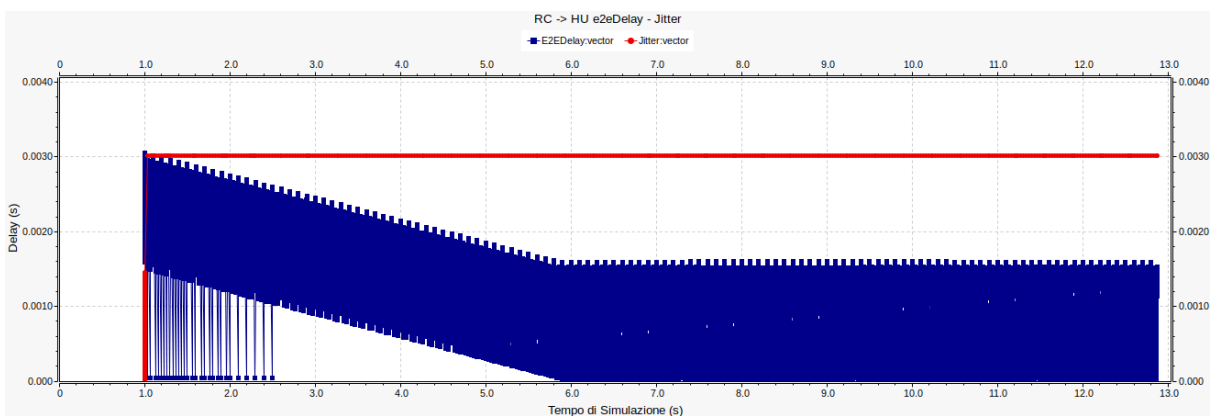


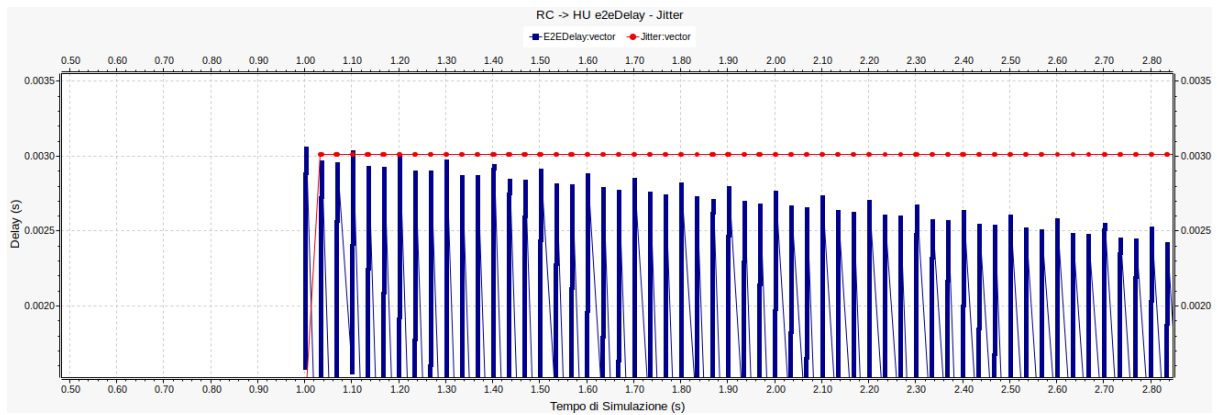


Nel settimo si hanno due flussi. Il flusso proveniente da TLM diretto ad HU rispetta le deadline. Il flusso proveniente da TLM a CU rispetta anch'esso le tempistiche e quindi non si verificano deadline miss.

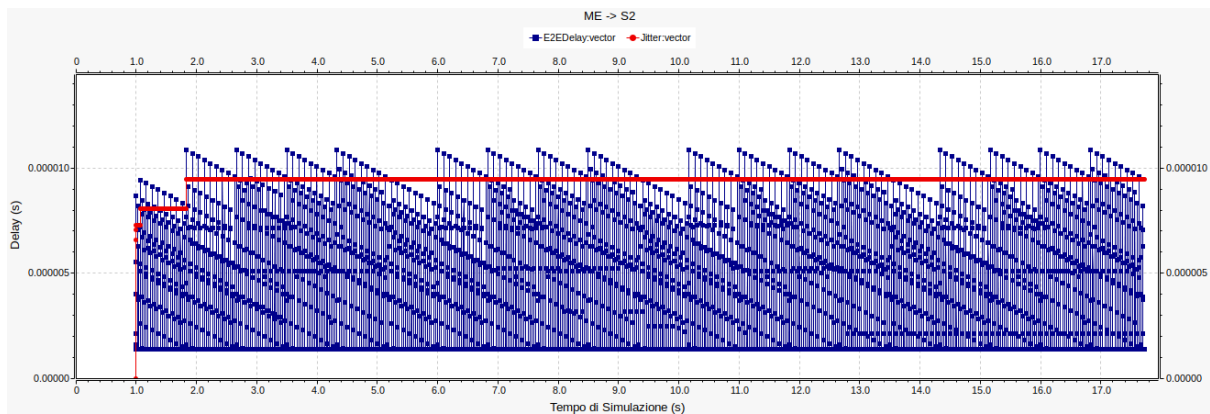
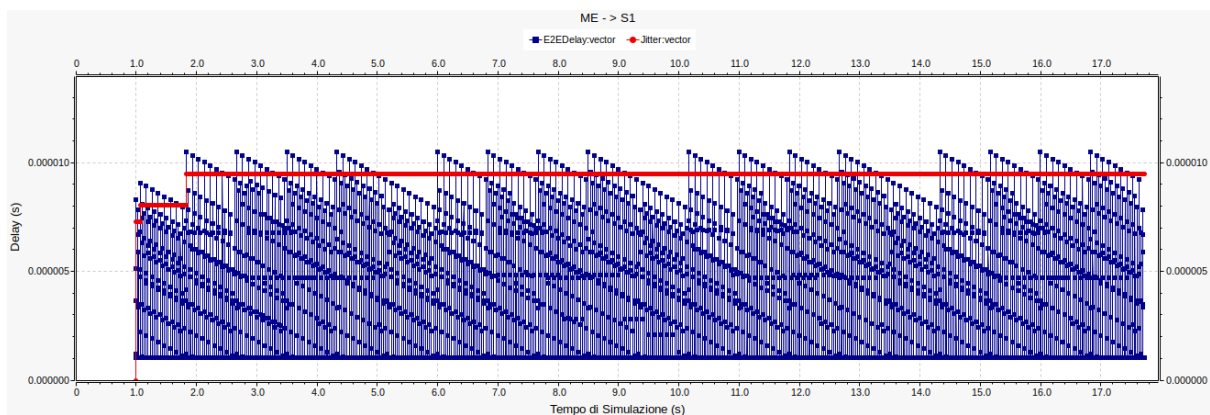


Anche nell'ultimo flusso la deadline viene rispettata.





Infine, come ultima prova, è stato modificato il datarate che è stato portato da 1Gbps a 2.5Gbps. Si nota come nel flusso ME->S1 e S2 vengono rispettate le deadline.



Non vengono riportati ulteriori grafici relativi alla configurazione a 2.5Gbps perché il comportamento è analogo a quello della configurazione precedente: le frame riescono a soddisfare le proprie deadline.