

Reti neurali optoelettroniche

Simulazione di una rete neurale optoelettronica integrata e confronto con
un'implementazione su FPGA.

Giovanni Solfa

INGEGNERIA INFORMATICA, DELLE
COMUNICAZIONI ED ELETTRONICA

Supervisore: Philippe Velha

Anno accademico
2022/2023



Caratteristiche circuiti ottici

CARATTERISTICHE:

- Velocità di elaborazione
- Integrazione distribuita
- Riduzione dei consumi e risparmio energetico
- Aumento dei canali tramite multiplexing a divisione di lunghezza d'onda (WDM – Wavelength Division Multiplexing)
- Riduzione delle interferenze dovute al rumore esterno
- Integrazione ottica – elettronica

Analisi della letteratura correlata

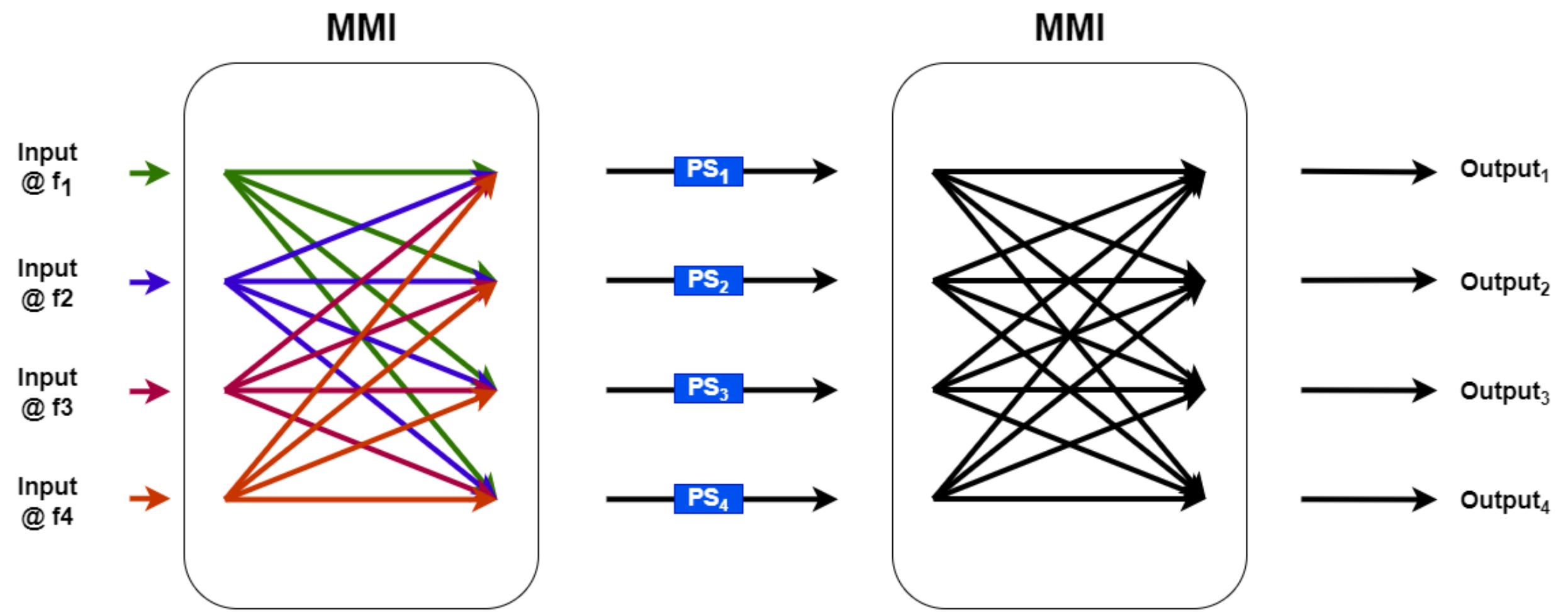
**Architettura basata sull'interferometro
multimodale**

Neurone interamente ottico

**Architettura basata sull'interferometro di
Mach-Zehnder**

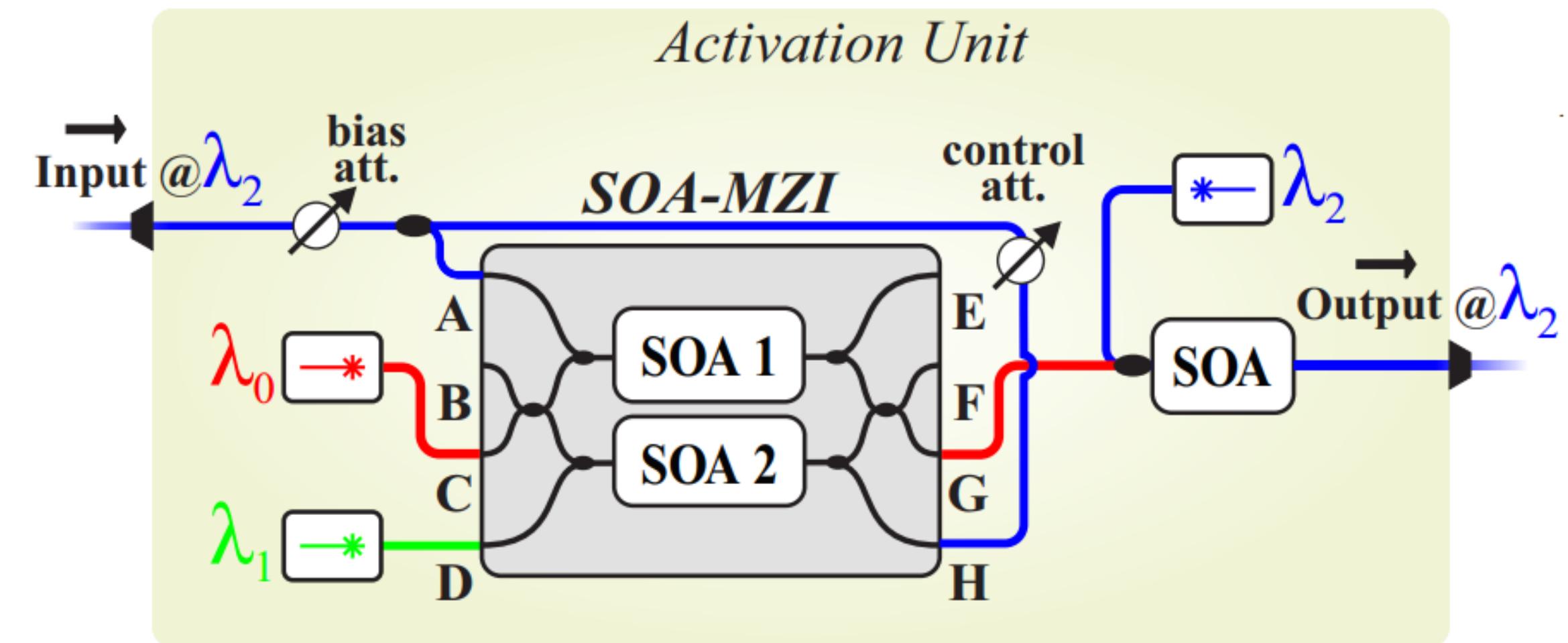
Analisi della letteratura correlata

Architettura basata sull'interferometro multimodale



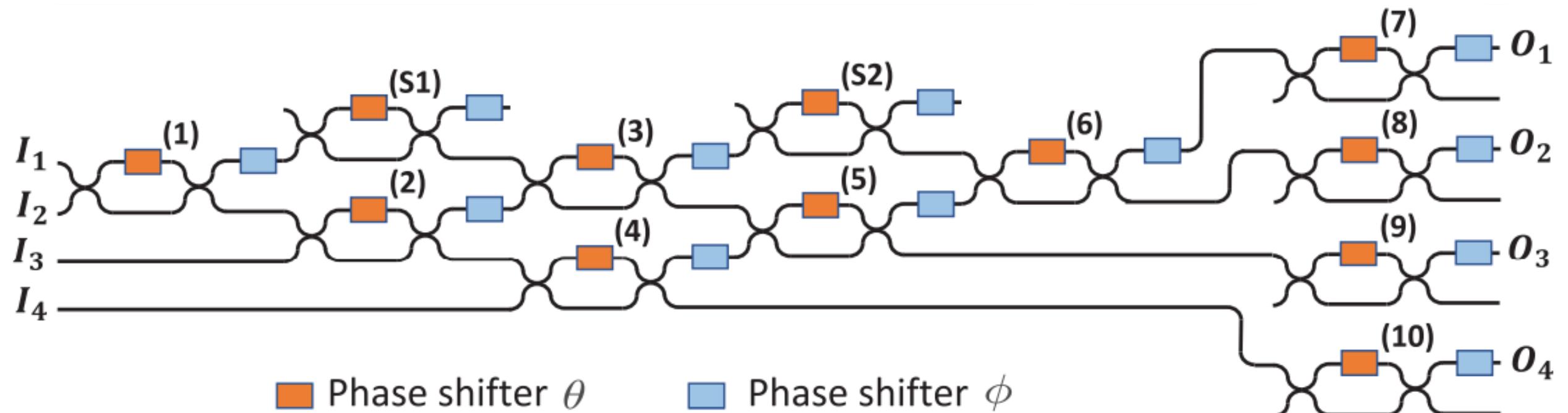
Analisi della letteratura correlata

Neurone interamente ottico



Analisi della letteratura correlata

Architettura basata sull'interferometro di Mach-Zehnder



Rete neurale ottica

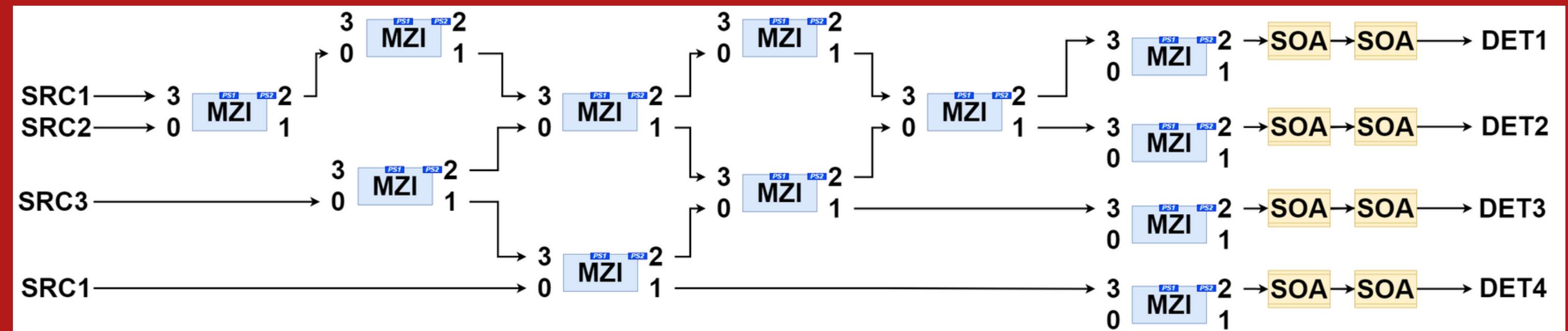
Ambiente di simulazione:

Libreria python photontorch

Dati e addestramento

Dati artificiali in uno spazio 4D

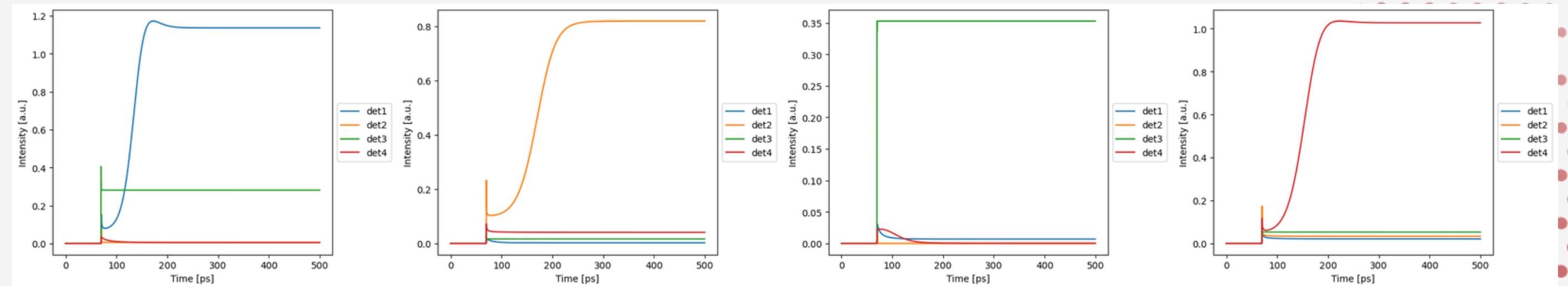
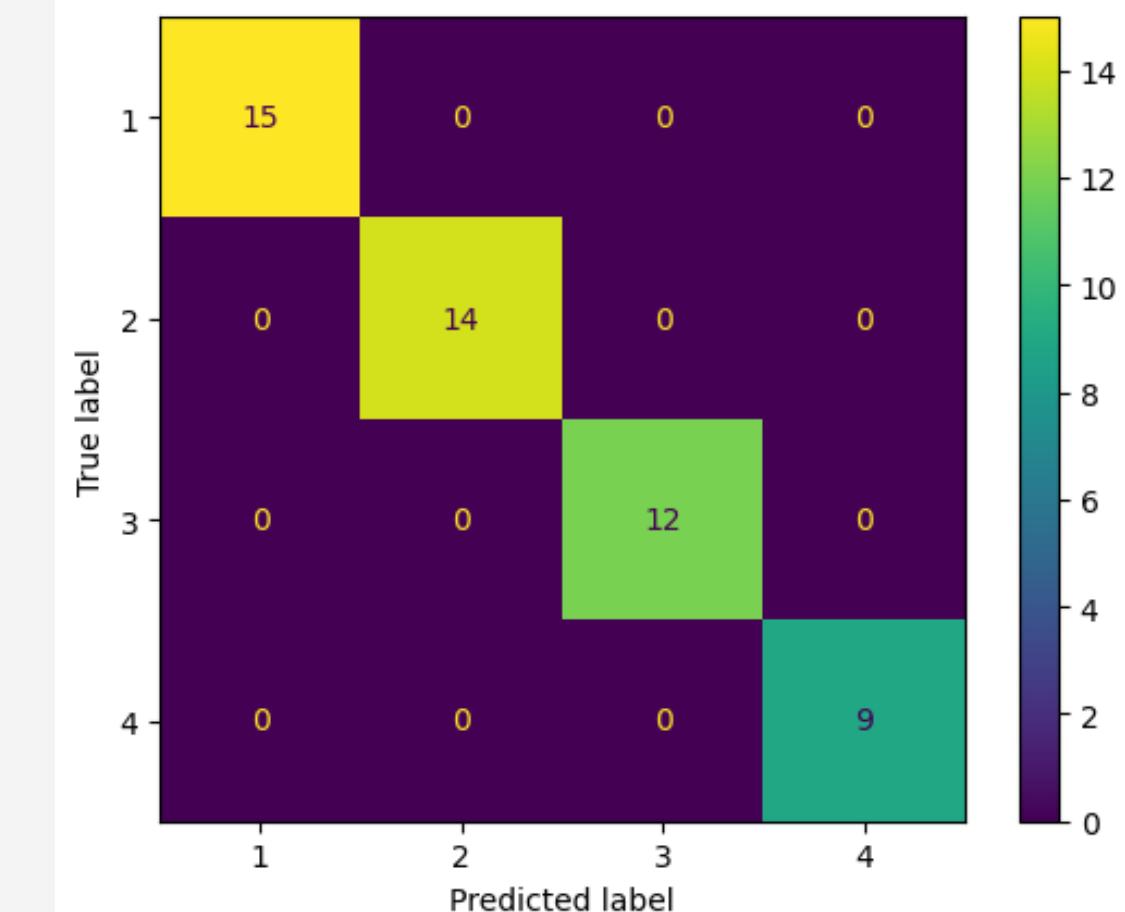
Struttura



Risultati

La tabella e le immagini mostrano i risultati più significativi

Accuratezza	Latenza	Throughput	Potenza
100%	300 ps	3,33 Giga	8,610 W

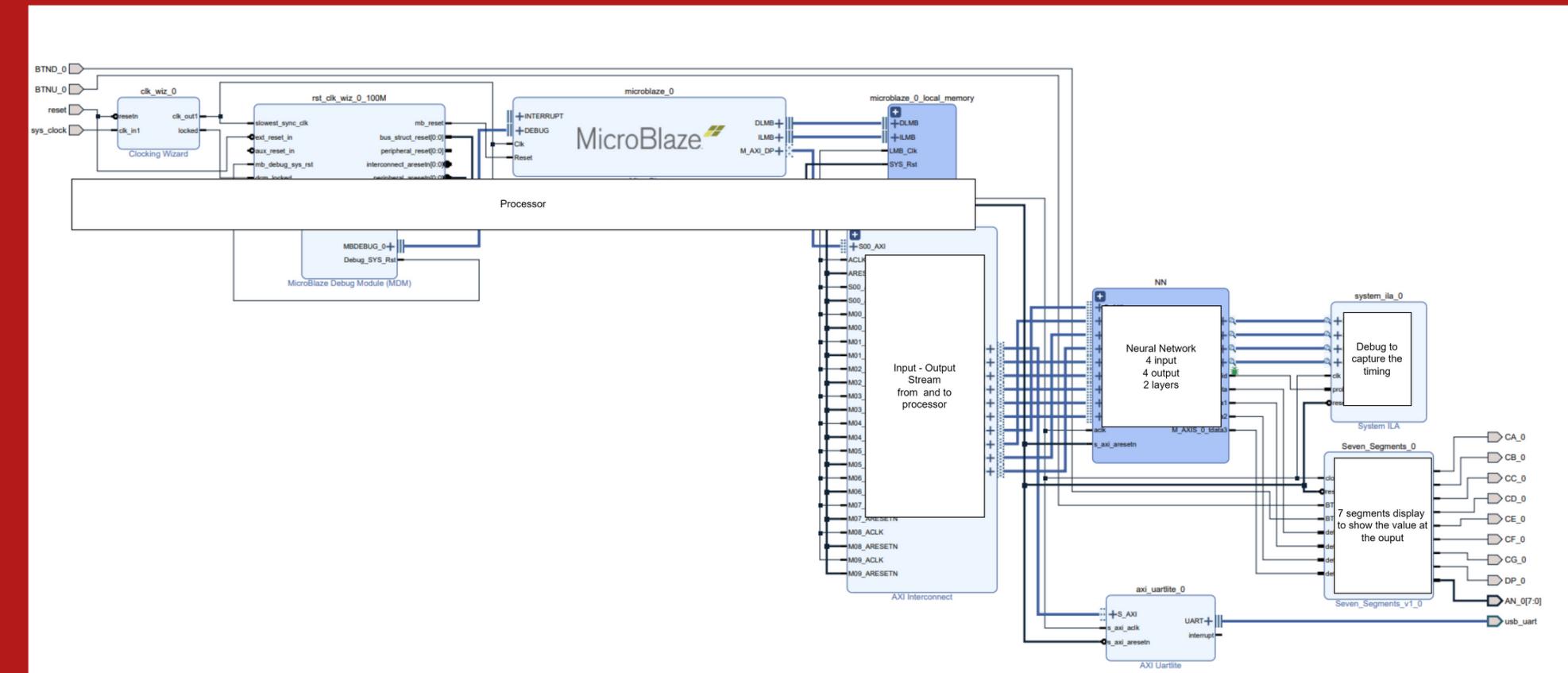


Rete neurale digitale

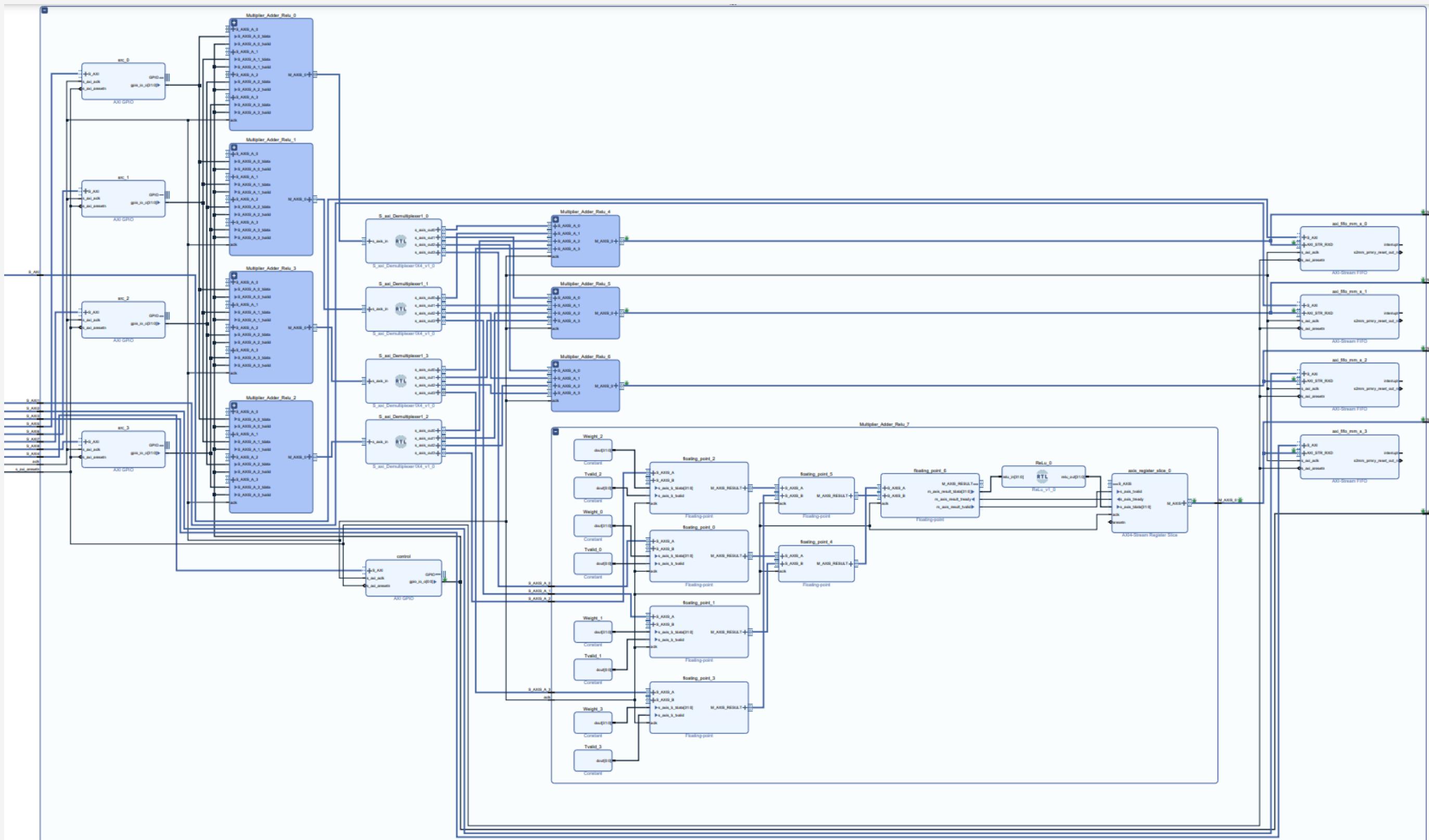
Ambiente di sviluppo:
Vivado

Dati e addestramento
dati artificiali in uno spazio 4D

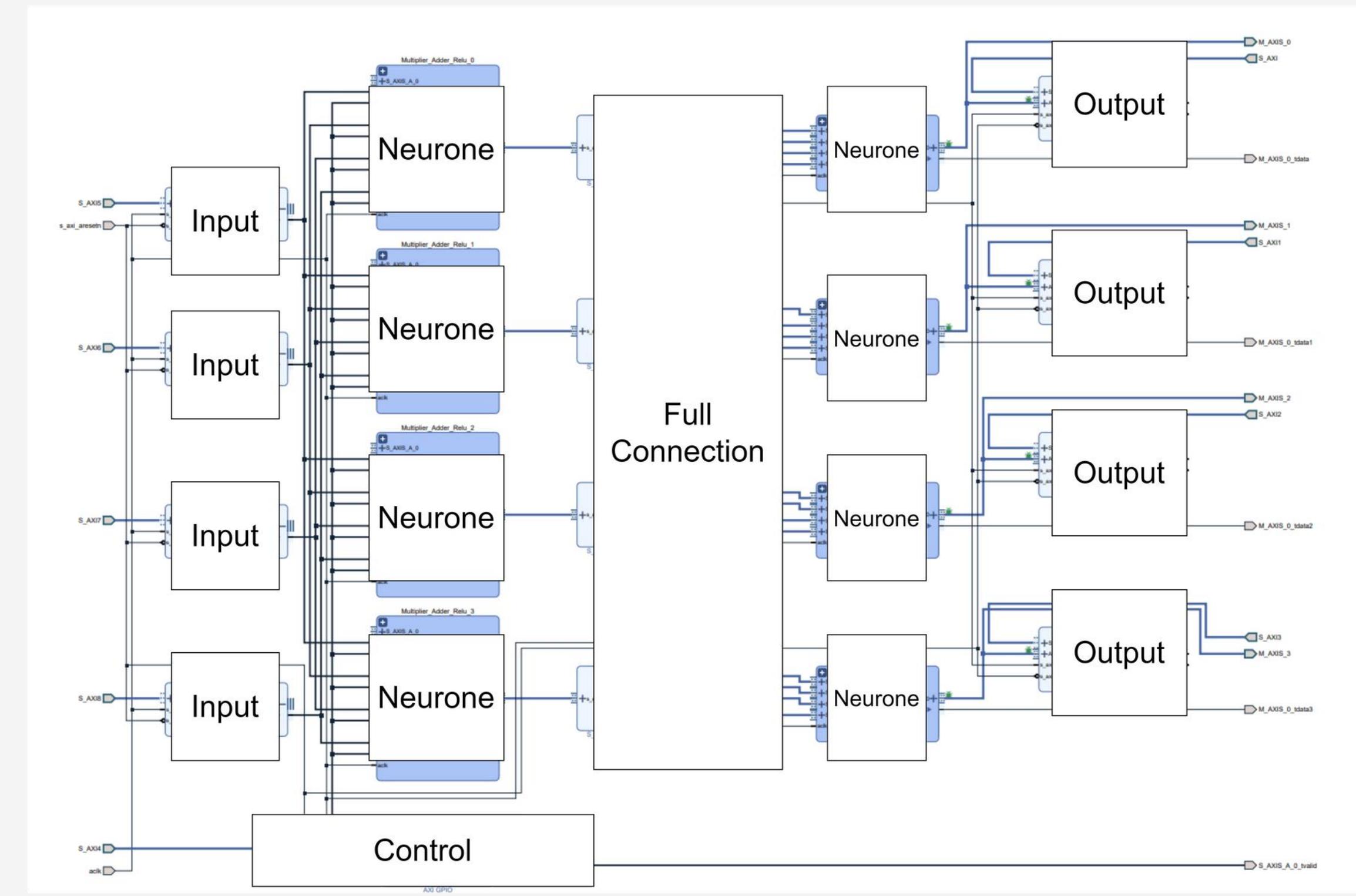
Struttura



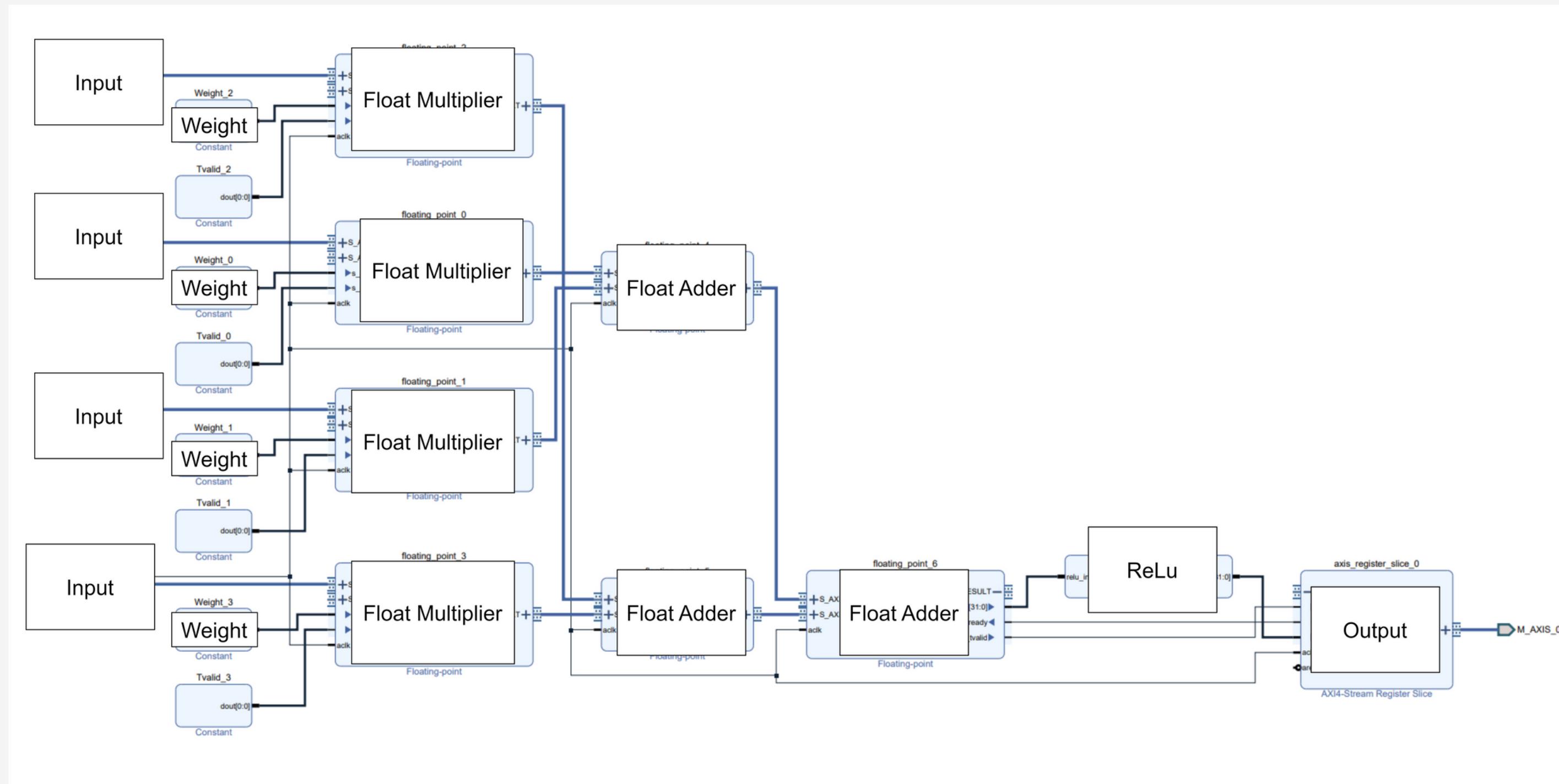
Rete neurale digitale - struttura



Rete neurale digitale – struttura

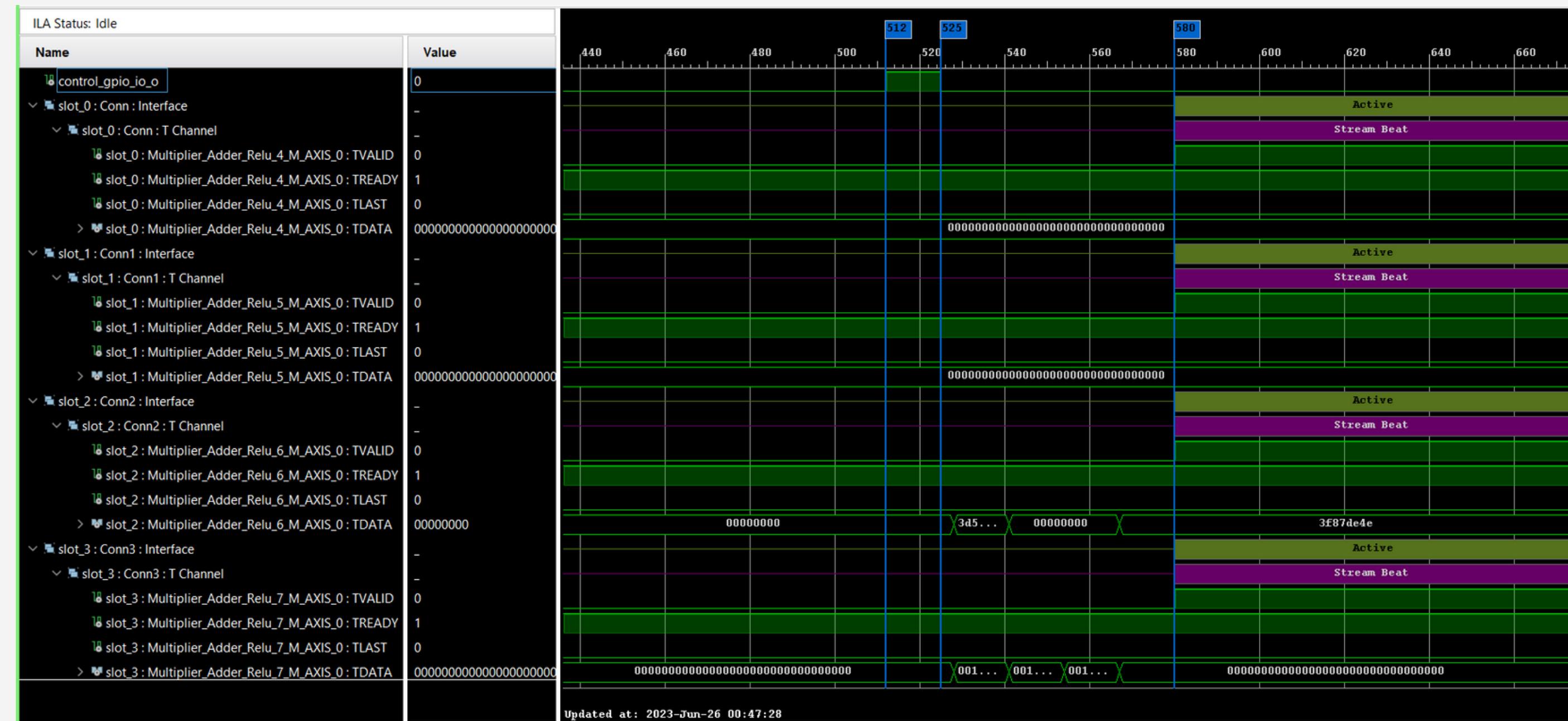


Rete neurale digitale – struttura



Risultati

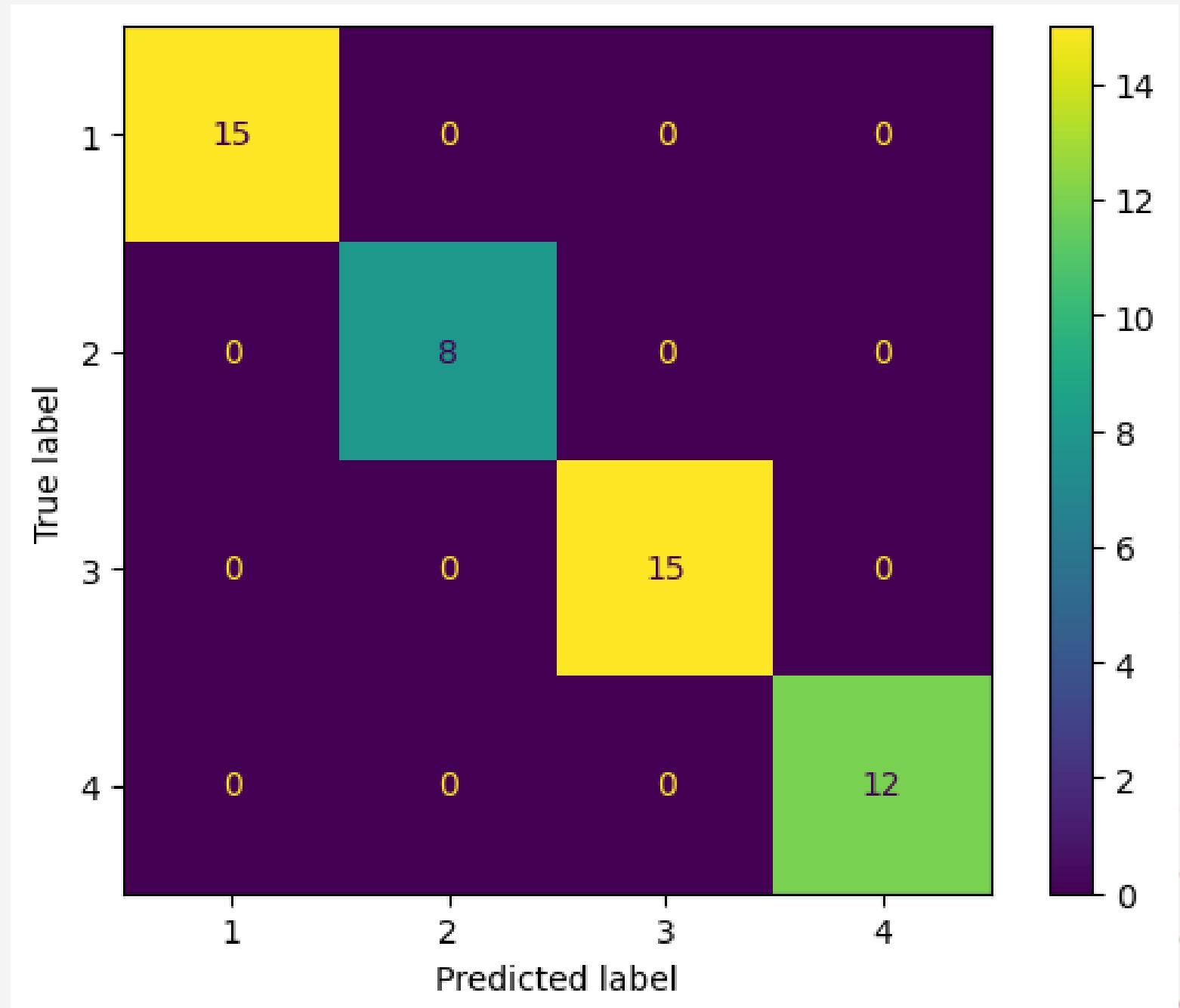
Tempistiche



Risultati

La tabella riassume i risultati più significativi

Accuratezza	Latenza	Throughput	Potenza
100%	680 ns	100 Mega 500 Mega max	0,56 W



Confronto

Facilità di sviluppo

Software intuitivi e sviluppati vs carenza di sistemi

Integrabilità

Sistemi sviluppati vs Sistemi in esplorazione

Throughput

Mega vs Giga

Accuratezza

Numero di bit vs sensibilità analogica

Latenza

Elaborazione digitale vs elaborazione analogica

Consumo energetico

Potenza ad ogni elemento vs potenza solo in alcuni elementi

Dimensioni

Componenti integrati vs non tutti gli elmenti integrati

Conclusioni

Tabelle riassuntive

Accuratezza	Latenza	Throughput	Potenza
100%	680 ns	100 Mega 500 Mega max	8,610 W

Possibili varianti

Minimizzare la dimensione
Massimizzare la versatilità
Massimizzare la velocità

Applicazioni

Dorsali di comunicazioni
Server

Accuratezza	Latenza	Throughput	Potenza
100%	300 ps	3,33 Giga	8,610 W

Opportunità

Risolve Limiti dimensionali
elettronica



Domande e risposte

Grazie per l'attenzione!