

ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI BOLOGNA

Facoltà di Ingegneria

Corso di Laurea in INGEGNERIA INFORMATICA

Progetto di CALCOLATORI ELETTRONICI M

Progetto di una memoria cache per il processore DLX

Componenti Gruppo:

Andrea Grandi

Filippo Malaguti

Massimiliano Mattetti

Gabriele Morlini

Thomas Ricci

Anno Accademico 2009/2010

Indice

Introduzione	5
Obiettivi del progetto	5
1 Caratteristiche della memoria cache	7
1 Politica di rimpiazzamento	8
2 Struttura e interfacce	9

Introduzione

Le memorie cache breve introduzione [necessità di utilizzare memorie cache]

Obiettivi del progetto

L'attività di progetto svolta si prefigge i seguenti obiettivi

1. **Realizzazione memoria cache:** progetto di un component VHDL che realizza il funzionamento di una memoria cache generica.
2. **Testbench del component:** progetto di una suite di test per il component.
3. **Integrazione con DLX:** modifica del progetto DLX per consentire l'integrazione del component realizzato con il processore

Capitolo 1

Caratteristiche della memoria cache

*The beginning of knowledge
is the discovery of something we do not understand.*
- Frank Herbert -

Si è scelto di progettare una cache di tipo set-associative, la cui schematizzazione è mostrata in Fig. 1.1. Questa tipologia di cache rappresenta un buon compromesso tra flessibilità e costo in termini di silicio.

L'indirizzo di partenza del blocco è diviso in TAG (parte alta), INDEX e OFFSET (parte bassa). Il TAG consente di identificare univocamente una linea all'interno di un sottoinsieme di linee, detto SET. L'INDEX individua immediatamente il SET all'interno del quale è possibile recuperare la linea corrente tramite il confronto del TAG. In questo modo si limita il numero di confronti tra TAG accettando il fatto che ogni linea possa appartenere ad un singolo set. La parte meno significativa dell'indirizzo rappresenta l'OFFSET che consente di individuare il dato all'interno di una linea.

Per garantire maggiore flessibilità si è scelto di parametrizzare alcune delle caratteristiche statiche della cache, quali ad esempio:

- la dimensione dei blocchi
- il numero di vie
- il numero di linee

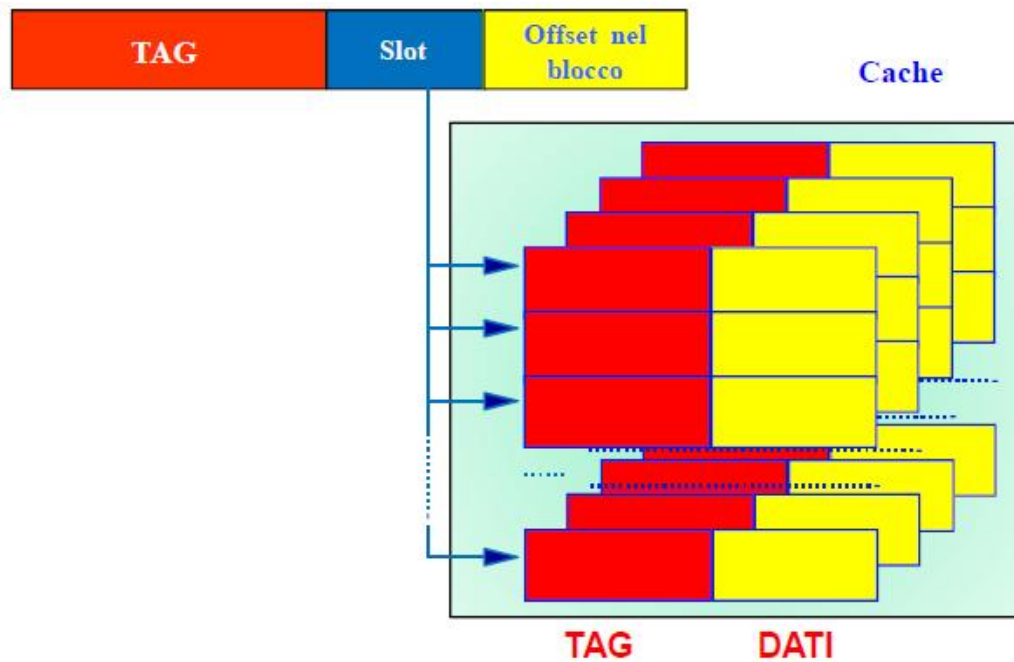


Figura 1.1: Schematizzazione di una cache set-associative

1 Politica di rimpiazzamento

Nel caso in cui si debba caricare una nuova linea e tutte le vie siano occupate è necessario determinare quale linea rimpiazzare. Un buon algoritmo di rimpiazzamento dovrebbe cercare di individuare la linea vittima che meno probabilmente verrà riutilizzata in seguito.

Il criterio scelto per effettuare il rimpiazzamento è basato su contatori, che implementa una politica LRU (Least Recently Used). Tale politica è tipicamente implementata poichè statisticamente si verifica principio di località. È quindi presente un contatore per ogni via di ogni set tramite il quale si tiene traccia di quanto recentemente si è acceduti a ciascuna linea: un valore basso del contatore indica un accesso recente mentre un valore alto indica un accesso *vetusto*. Evidentemente la linea candidata al rimpiazzamento risulta essere quella alla quale è associato il contatore di valore più elevato.

Nel caso di HIT su una linea, sono incrementati i valori di contatori più basso rispetto al valore di quello della linea HIT mentre quest'ultimo viene resettato. Nel caso di MISS si procede con un rimpiazzamento e poi si agisce come nel caso di HIT sulla nuova linea. Infine, in caso di invalidazione di

una linea, si porta al valore massimo il contatore della linea invalidata e si decrementano di 1 tutti i contatori con valore più elevato di quello della linea invalidata.

2 Struttura e interfacce

La memoria cache si interfaccia con i dispositivi esterni attraverso 3 tipi di interfacce, come mostrato in Fig. 1.2.

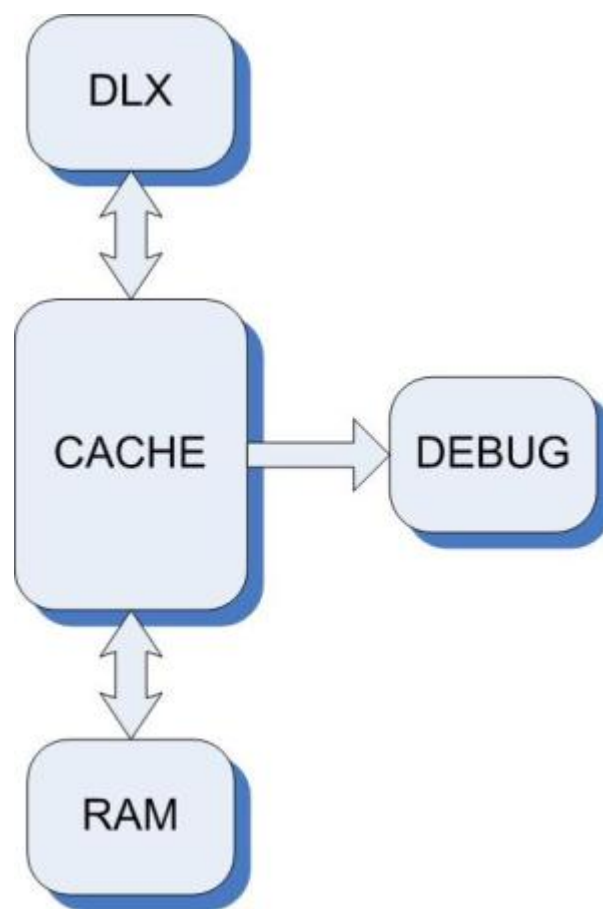


Figura 1.2: Interfacce della memoria cache

L'interfaccia verso il microprocessore, mostrata in Fig. 1.3, consente a quest'ultimo di accedere ai dati memorizzati all'interno della cache.

In particolare sono presenti i seguenti segnali:

- **Address[31-2]**: indirizzi a 32 bit emessi dal microprocessore

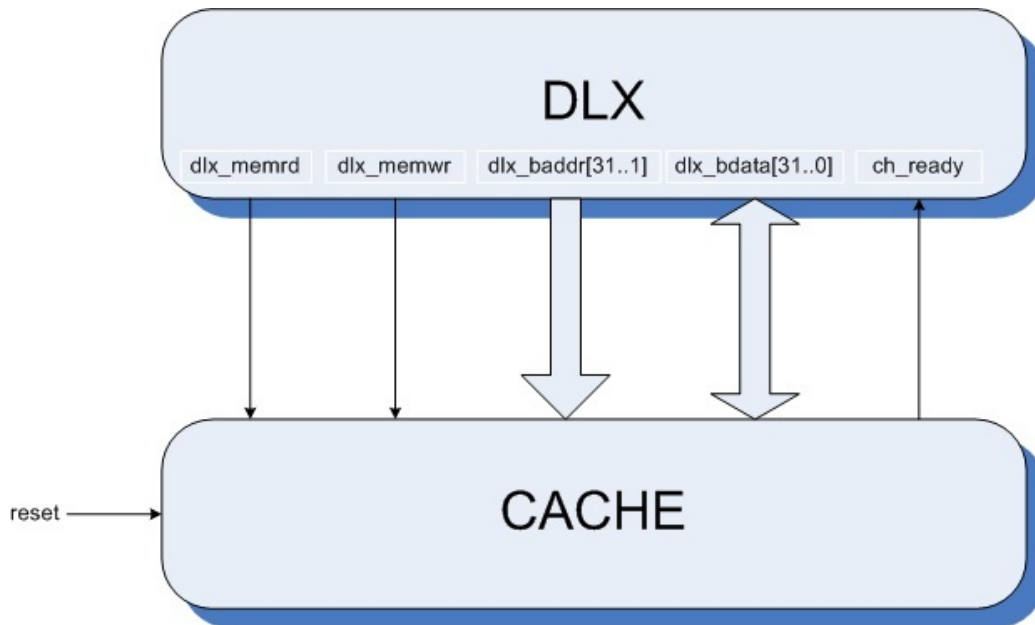


Figura 1.3: Interfaccia della memoria cache verso il processore DLX

- **Data[32-0]**: bus dati con parallelismo 32bit
- **Write**: segnale per il comando di scrittura in cache
- **Read**: segnale per il comando di lettura da cache
- **Ready**: segnale che indica il termine dell'operazione di lettura/scrittura corrente

L'interfaccia verso la RAM, mostrata in Fig. 1.4, consente alla cache di recuperare i blocchi dal livello sottostante.

In particolare sono presenti i seguenti segnali:

- **Address[31-2]**: indirizzi a 32 bit emessi dalla cache
- **Data[32-0]**: bus dati con parallelismo 32bit
- **Write**: segnale per il comando di scrittura in RAM
- **Read**: segnale per il comando di lettura dalla RAM
- **Ready**: segnale che indica il termine dell'operazione di lettura/scrittura corrente

Si noti che la cache non è a conoscenza del componente posto al livello superiore. Vista la simmetria delle due interfacce è quindi possibile sostituire la RAM con un ulteriore livello di cache, inserendo quindi più livelli di cache

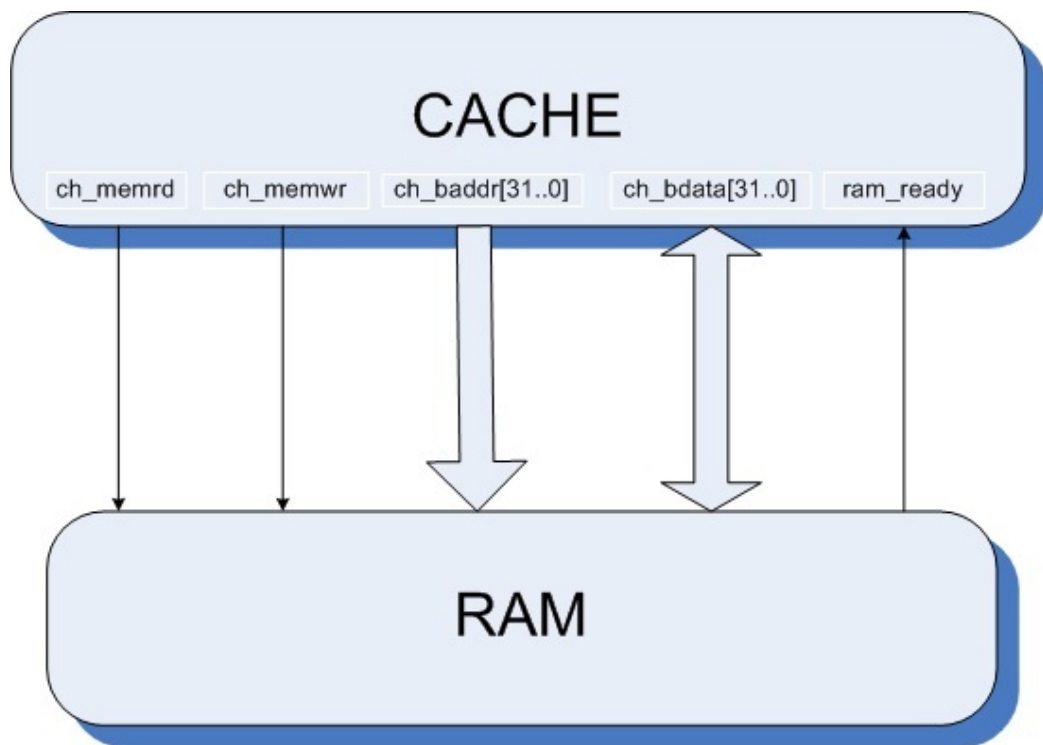


Figura 1.4: Interfaccia della memoria cache verso la RAM

all'interno del processore.

È presente infine una terza interfaccia verso l'esterno, utilizzata per monitorare lo stato interno della cache e poter quindi eseguire il debug. I segnali disponibili verranno definiti nel seguito.

Si ipotizza che la memoria cache progettata non sia impiegata in sistemi multimaster. Per tale motivo non si considereranno problematiche inerenti alla presenza di un controllore di memoria e all'invalidazione delle linee.