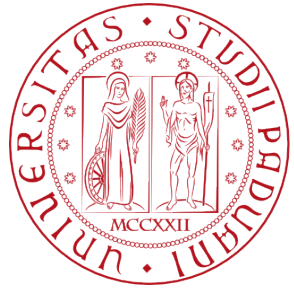
CPUSim-2
Laboratorio 27/11/2015.

Francesco Tapparo e-mail: tapparo@math.unipd.it



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

Intro

Nel laboratorio di oggi:

- rivedremo i programmi sviluppati venerdì scorso
- impareremo come definire una nuova CPU nel simulatore;
- definiremo dei registri ad uso generale;
- vedremo come funziona l'indirizzamento a registro;
- capiremo perchè aumenta la complessità delle istruzioni.

Prima di iniziare:

- `www.math.unipd.it/~sperduti/architettura1.html`
- scarichiamo *Wombat 2 (CPUSim)* e salviamo il file nella cartella *SampleAssignments* di CPUSim.

Esercizio 4

Scrivere un programma ASSEMBLY per la CPU Wombat1 che calcola il prodotto di due interi usando somme.

Nuova CPU

Limitazioni di Wombat1:

- un solo registro dati (*accumulatore*);
- scrivere programmi anche semplici è macchinoso e richiede molti accessi alla memoria;
- più registri dati $\rightarrow$ meno accessi alla memoria;
- programmi più intuitivi.

Creiamo una nuova cpu partendo da *Wombat*1:

- aprire la cpu di esempio *Wombat*1;
- *File*$\rightarrow$ *Save Machine As* Wombat2-test.cpu.

Possiamo modificare le specifiche attraverso il menu *Modify*.

Array di registri generici

Definiamo un array di registri.

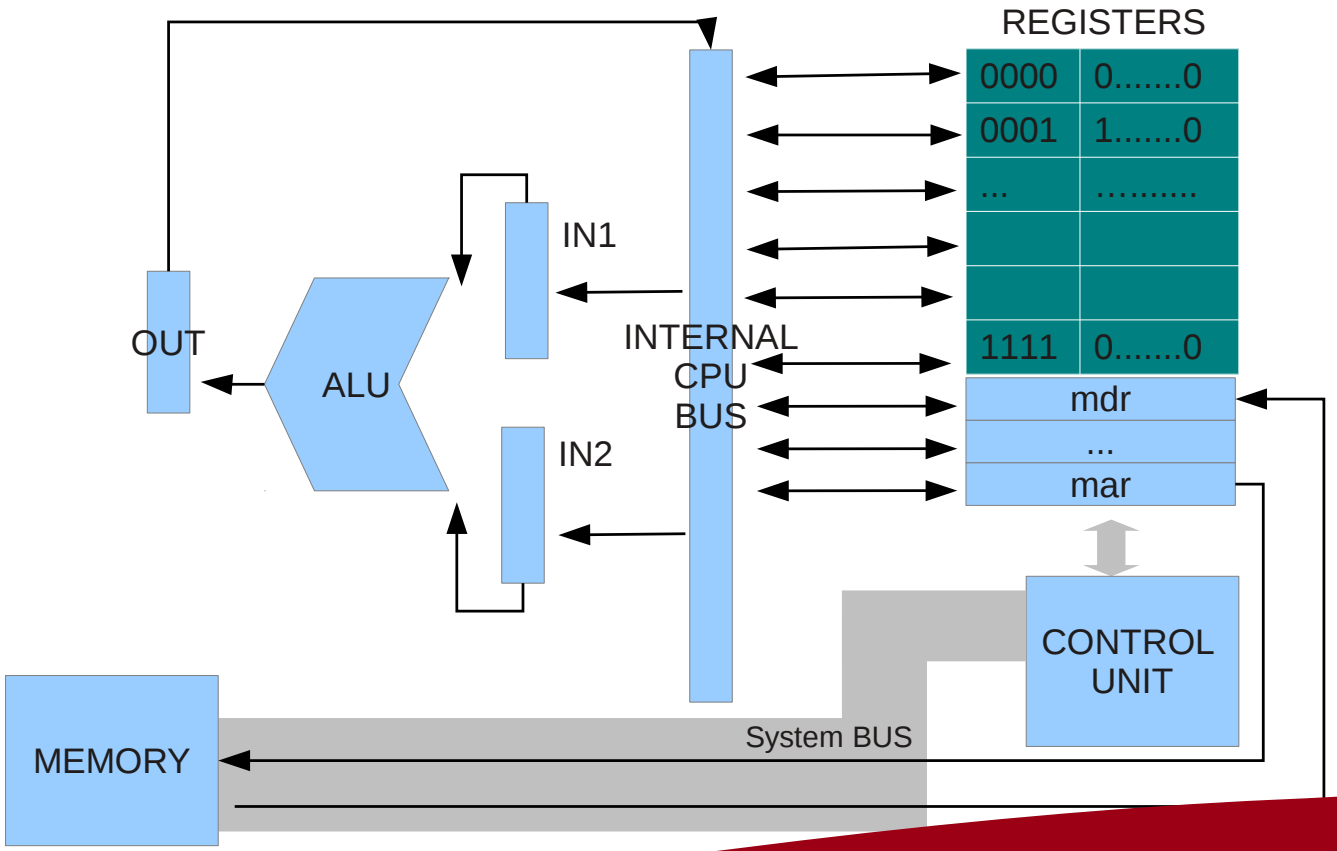
- *Modify* $\rightarrow$ *Hardware Modules* $\rightarrow$ *RegisterArray*.
- Lenght=16, size=16 (vogliamo registri dati).
- *View* $\rightarrow$ *Register array R*.
- I registri nell'array sono riferiti attraverso il loro indice (non più accumulatore, ma registro 1, registro 2..., registro 16).
- Abbiamo creato un array con 16 registri: 4 bit per l'indirizzamento (indirizzamento registro!).

Non serve più l'*accumulatore*!

- Per ora non lo rimuoviamo perchè dovremmo ridefinire tutte le operazioni che lo utilizzano, ma ragioniamo come se non ci fosse.

Che registri userà la ALU ora che non c'è più ACC?

- Una soluzione: registri dedicati.
- Definiamo i registri IN1 IN2 OUT, di input e output per la ALU (registri dati)?



Istruzioni

Ora dobbiamo definire le istruzioni per la nuova architettura: come usare questi nuovi registri?
Proviamo a definire una nuova operazione:

- ADD tra registri.
- siccome ora abbiamo a disposizione vari registri dati, sarà necessario specificare
  - primo registro di input
  - secondo registro di input
  - registro di output
- **op + reg input1 + reg input2 + reg output**
  4bit 4 bit 4 bit 4bit
- lunghezza istruzione: 16 bit

Microistruzioni - ALU

- Ridefiniamo la microistruzione di addizione in modo che utilizzi questi nuovi registri (IN1+IN2=OUT).

Definiamo microistruzioni per il trasferimento.

- Da una posizione nell'array di registri agli operandi della ALU(transferAtoR):
  - $ROP1 \rightarrow IN1$ dal registro di posizione indicata dai bit da 4 a 7 dell'IR a IN1;
  - $ROP2 \rightarrow IN2$ dal registro di posizione indicata dai bit da 8 a 11 dell'IR a IN2.
- Dall'output della ALU ai registri (transferRtoA):
  - $OUT \rightarrow ROP3$ da OUT al registro di posizione indicata dai bit da 12 a 15 dell'IR;
- Definiamo l'istruzione *addR reg reg reg* (*reg* è un campo dato unsigned di 4 bit)

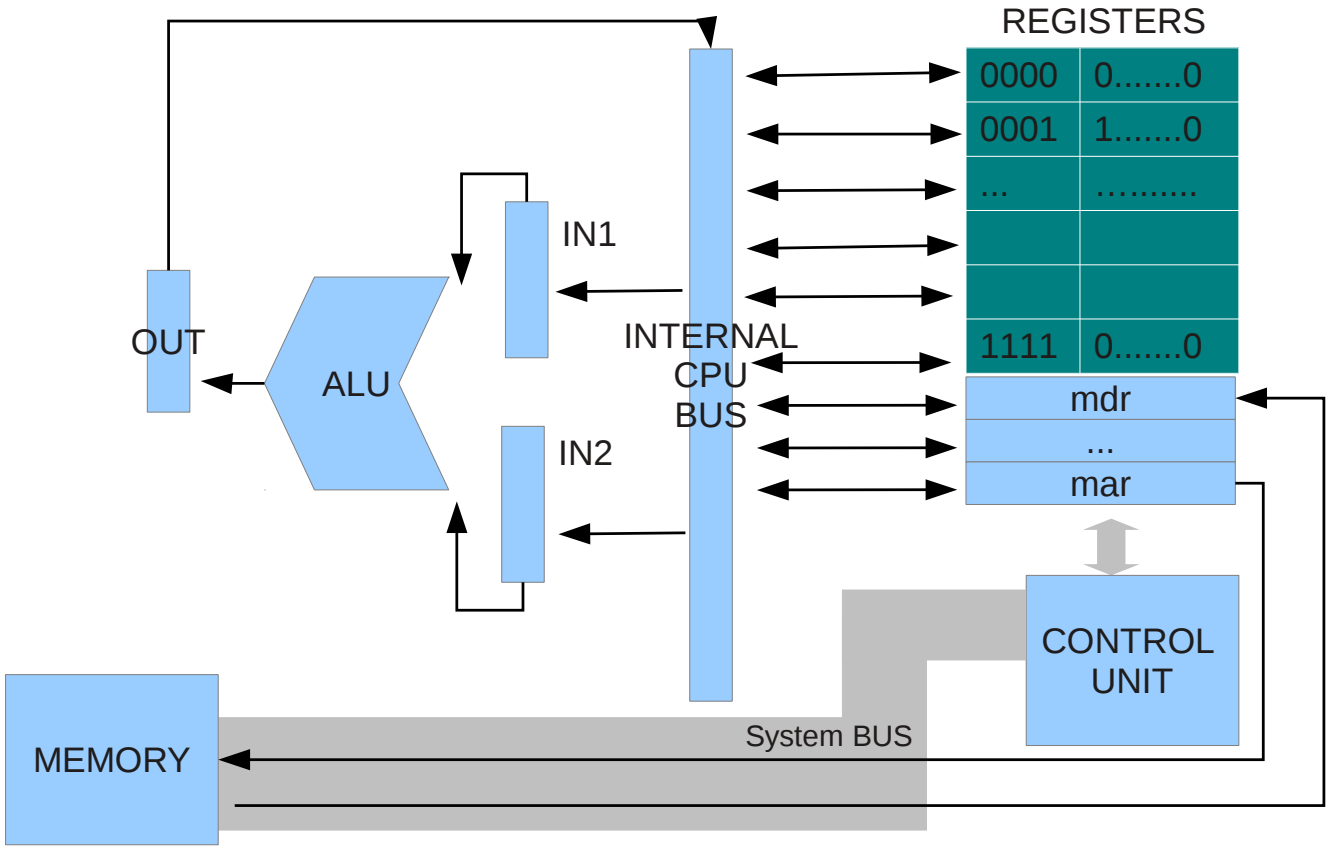
Altre istruzioni: Load

- L'istruzione *addR* occupa 16 bit, come tutte le istruzioni Wombat1.
- Proviamo a definire la *loadR*
  - Semantica: carica il contenuto di una cella di memoria in un registro.
  - Quale cella di memoria? serve un campo dati *address*.
  - Quale registro? serve un campo dati *reg*.
  - *op (4bit) + address (12bit) + registro (4bit)* = 20 bit, ma le istruzioni Wombat1 sono di lunghezza fissa di 16 bit!

  Possibili soluzioni:
  - Lunghezza variabile: viene specificato il numero di operandi.
  - Formato ibrido: ogni istruzione ha una dimensione diversa predeterminata.
    - La CPU fa il fetch dei primi 16 bit e decodifica l'istruzione;
    - nell'implementazione dell'istruzione stessa, viene eseguito il fetch della parte mancante.

Wombat 2.1

- Carichiamo la CPU *Wombat2.1.cpu*
- Vediamo l'implementazione della *loadR*.



Wombat 2.1 - Instruction set

INSTRUCTION	MEANING	DESCRIPTION
readR reg1	Read n $\rightarrow$ reg1	Input from keyboard in reg1
writeR reg1	reg1 $\rightarrow$ output	Write value of reg1
multiplyR reg1 reg2 reg3	reg1 * reg2 $\rightarrow$ reg3	Multiply contents of two registers
divideR reg1 reg2 reg3	reg1 / reg2 $\rightarrow$ reg3	Divide contents of two registers
subtractR reg1 reg2 reg3	reg1 - reg2 $\rightarrow$ reg3	Subtract contents of two registers
addR reg1 reg2 reg3	reg1 + reg2 $\rightarrow$ reg3	Add contents of two registers
loadR reg1 addr	Mem[addr] $\rightarrow$ reg1	Load word from memory in reg1
storeR reg1 addr	reg1 $\rightarrow$ Mem[addr]	Store word in memory from reg1
jmpzR reg1 addr	If $reg1 = 0$ jump to addr	Conditional jump (reg1=0)
jmpnR reg1 addr	If $reg1 < 0$ jump to addr	Conditional jump ($reg1 < 0$)
jump addr	jump to addr	
stop	stop execution	

Esercizio 2 - Wombat 2.1

Scrivere un programma ASSEMBLY per la CPU Wombat2.1 che legge un intero in ingresso e ritorna 0 se l'intero è pari, -1 altrimenti (usare divisione intera e moltiplicazione).