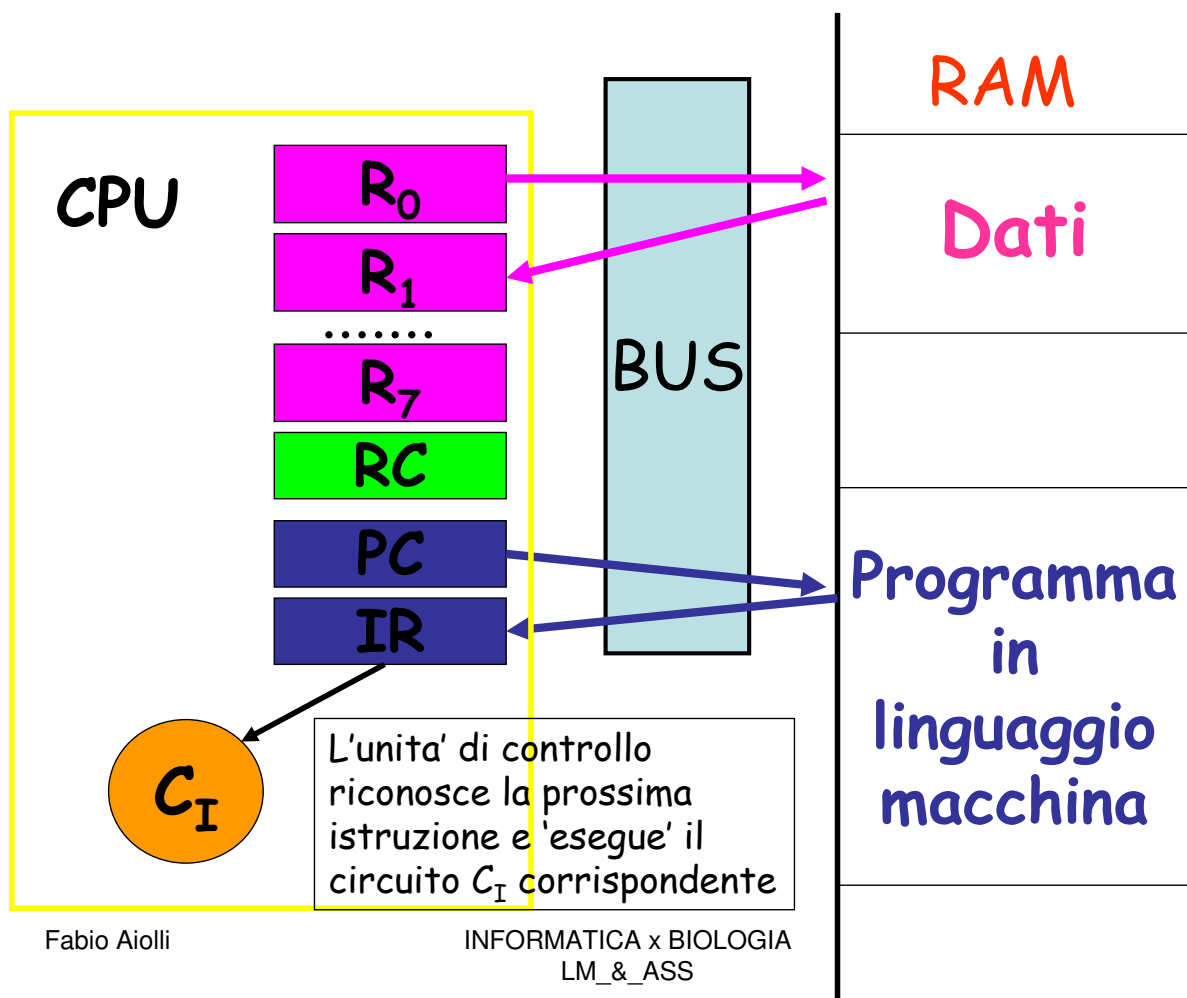


LINGUAGGIO MACCHINA

Descriveremo una CPU "MINIMA" dotata di un certo insieme di istruzioni I ciascuna realizzata da un corrispondente circuito C_I .

Questo insieme di istruzioni della CPU "MINIMA" costituisce il linguaggio macchina di "MINIMA".

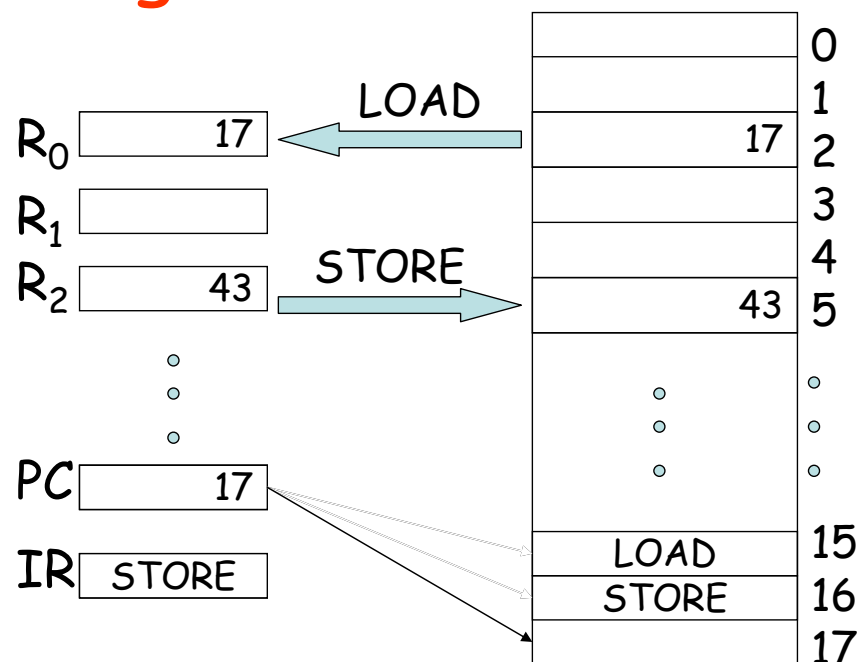
Semplificheremo l'approccio considerando che ogni istruzione sia memorizzata in una parola di memoria di 32 bit.



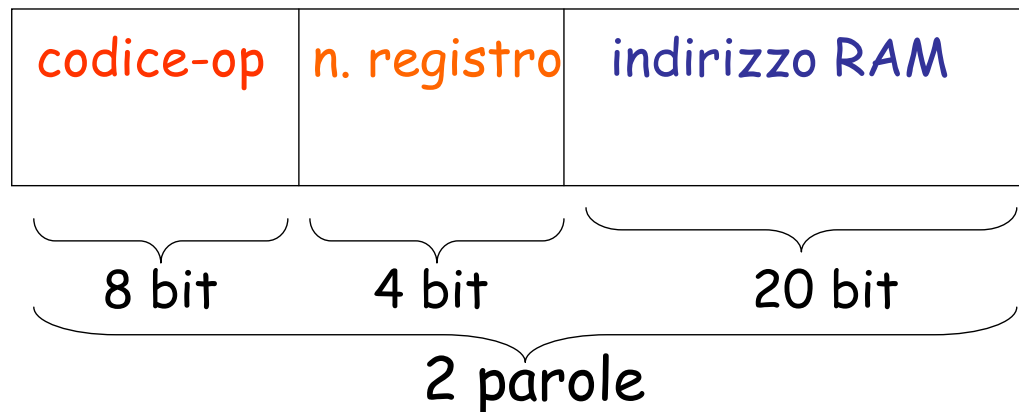
3 tipi di istruzioni macchina

- 1) **trasferimento** tra RAM e registri di calcolo della CPU
- 2) **operazioni aritmetiche**: somma, differenza, moltiplicazione e divisione
- 3) **operazioni di controllo**: confronto, salto e stop

Istruzioni di trasferimento: registri \Leftrightarrow RAM



Formato delle istruzioni di trasferimento

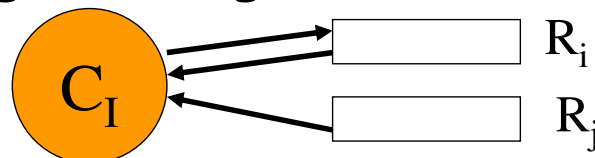


Codici: LOAD 00000000
 STORE 00000001

Esempio: 00000000 0000 000000000000000000010
 00000001 0010 0000000000000000000101

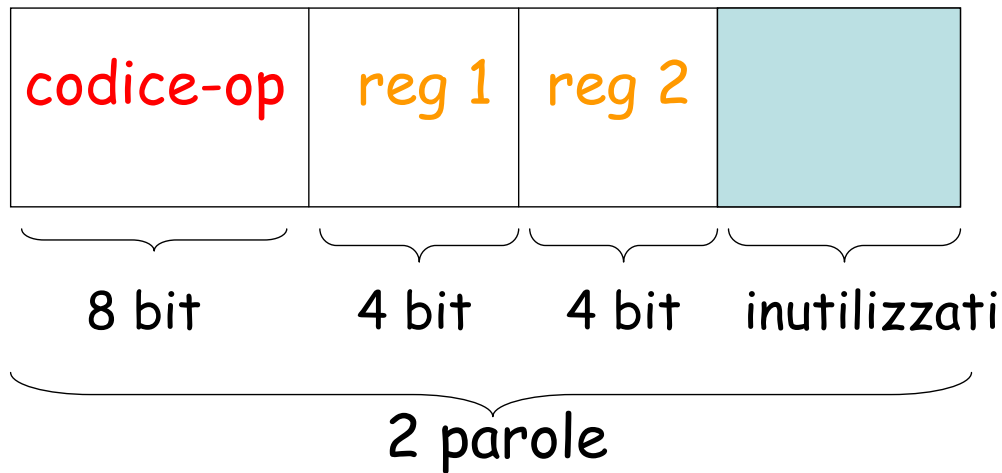
Istruzioni aritmetiche

Eseguono somma, differenza, moltiplicazione e divisione usando i registri come operandi. Memorizzano il risultato nel primo registro argomento.



ADD	00000010	FADD	00000011
SUB	00000100	FSUB	00000101
MULT	00000110	FMULT	00000111
DIV	00001000	FDIV	00001001
MOD	00001010		

Formato delle istruzioni aritmetiche

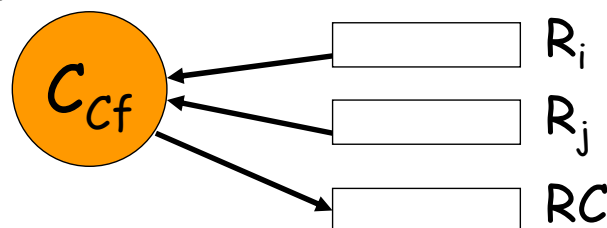


Esempio:
00000010 0011 0001 xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
00000011 0011 0001 xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx

Istruzione di confronto

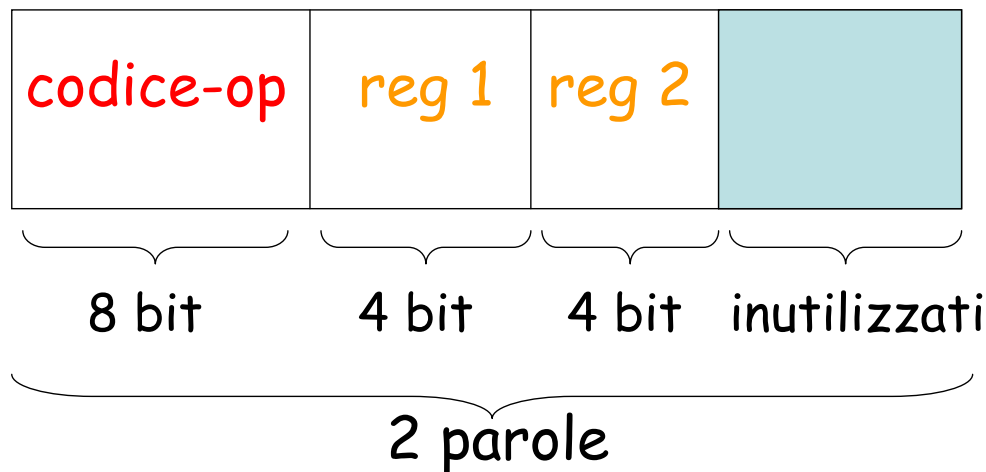
Paragona il contenuto di 2 registri R_i e R_j

- se $R_i < R_j$ memorizza -1 nel registro RC
- se $R_i = R_j$ memorizza 0 in RC
- se $R_i > R_j$ memorizza 1 in RC



Codici:
COMP 00100000
FCOMP 00100001

Formato dell'istruzione di confronto



Esempio: `00100000 0010 0101 xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx`
`00100001 0010 0101 xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx`

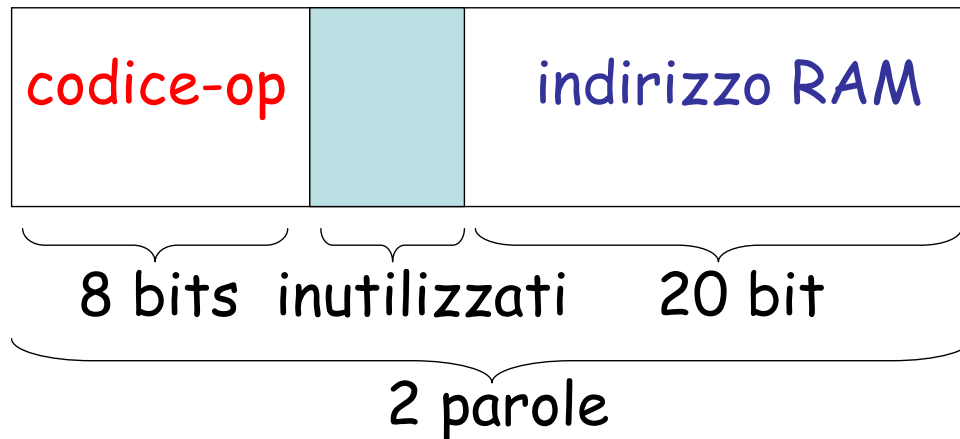
Istruzione di salto

Permette di "saltare" ad un'altra istruzione del programma a seconda del contenuto del registro RC (cioè a seconda del risultato di un confronto)

BRLT (RC=-1)	01000001	BRNE (RC≠0)	01000100
BRLE (RC<1)	01000010	BRGE (RC>-1)	01000110
BREQ (RC=0)	01000011	BRGT (RC=1)	01000101
BRANCH 10000000			

Salto incondizionato!

Formato dell'istruzione di salto



Esempio: **01000001** **xxxx** **000000000000000000001001**
10000000 **xxxx** **000000000000000000001010**

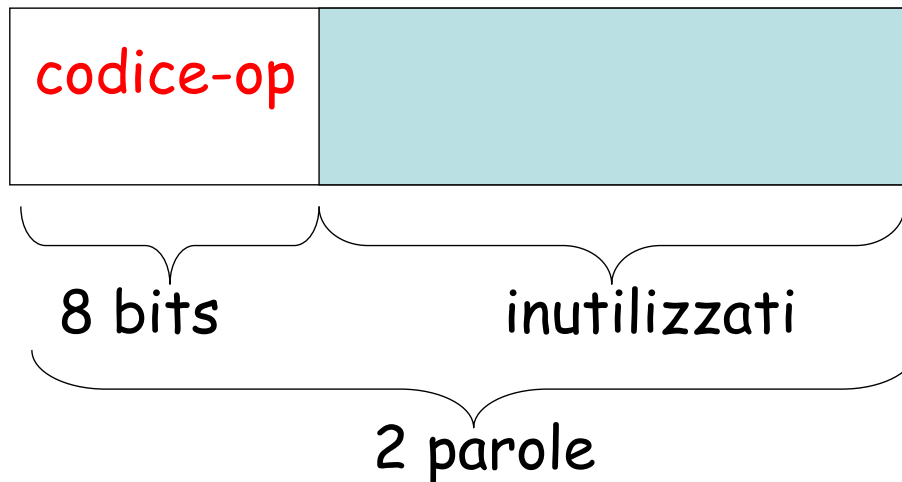
L'effetto di una istruzione di salto ad un indirizzo M e` quindi quello di memorizzare M nel registro PC se si verifica la relativa condizione nel registro RC

Istruzione di stop

Semplicemente termina il programma

Codice: **STOP** **10000001**

Formato istruzione di stop









Esempio: **10000001** xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx

Esempio

Scriviamo un programma in linguaggio macchina che:

- trasferisce il contenuto delle 2 parole della RAM di indirizzi 64 e 68 nei registri R_0 e R_1
- somma i contenuti dei registri R_0 ed R_1
- trasferisce il risultato nella parola della RAM all'indirizzo 60

byte			
56		byte	
60	parola		
64	38		
68	8		
72			
			
1020			
1024	Copia 64 in R0		
1028	Copia 68 in R1		
1032	Somma R0 e R1		
1036	Copia R0 in 60		
1040			
			
	RAM		

			
111000			
111100			
100000	...000100110		
1000100	...0001000		
1001000			
			
111111100			
10000000000	000000000000..01000000		
10000000100	000000000001..01000100		
10000001000	00000010000000001....		
10000001100	000000010000..00111100		
10000010000			
			
	RAM		