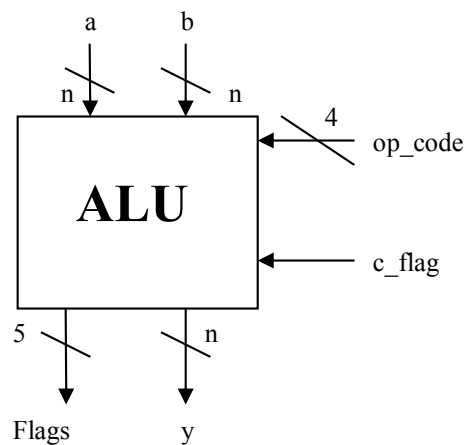


**ESTENSIONE DEI PROGRAMMI
DEL PROGETTO**

ALU COMPLESSA

**CON
PROGRAM INTERRUPT**



© **2003**

Giovanni Di Cecca & Virginia Bellino - <http://www.dicecca.net>

Disegni e Sorgenti Matlab sono disponibili sotto licenza Open Source

Indice

<u>Abstract</u>	5
<u>Analisi del problema</u>	7
<u>Risoluzione del problema</u>	9
<u>Codice simulativi MATLAB</u>	10
<u>Esempi della simulazione</u>	14

Abstract

In questo volume è riproposto il calcolo della forma base del **Teorema di Pitagora $c^2=a^2+b^2$** utilizzando la tecnica del Program Interrupt.

Il problema che ci siamo posti era la possibilità di poter eseguire un calcolo di quelli previsti dall'ALU (elencato nella Tabella di verità del Decoder), interrompere l'operazione e poter eseguire un altro tipo di calcolo.

In questa ricerca abbiamo dimostrato questa ipotesi

Gli autori

Analisi del problema

Come descritto nel precedente lavoro relativo al progetto dell'ALU, questa non possiede una unità di controllo, ma può eseguire solo calcoli.

L'unità di controllo l'abbiamo immaginata virtuale cablata in MATLAB.

Nelle precedenti versioni abbiamo usato un ciclo **for** che incrementava di uno il valore di r fino ad arrivare al valore finale di c .

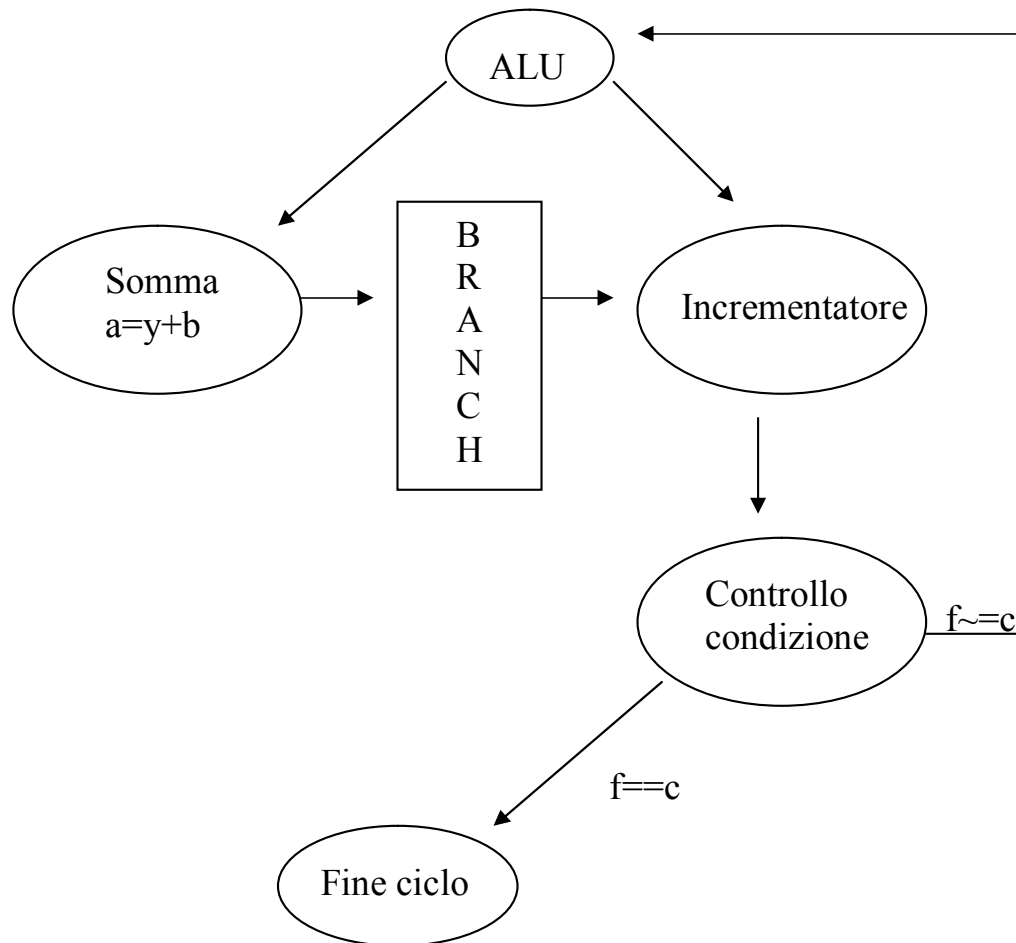
Ad esempio se si doveva calcolare 3^2 il ciclo **for** sommava $3+3+3 = 9$

Il problema che ci siamo posti era quello di non usare un ciclo `for`, che incrementasse con una sua funzione interna fino a c , ma di porre il problema dell'incremento all'ALU senza far perdere il computo del quadrato della funzione originaria.

Ci si è posti, quindi un problema di **programm interrupt** che potesse ciclare da un calcolo all'altro fino all'avverarsi della condizione che avevamo imposto.

Analizzando il **DECODER** dell'ALU, questo prevede la possibilità di effettuare oltre i normali calcoli, anche delle incrementazioni (e decrementazioni) usando direttamente funzioni interne.

Usando un approccio schematico avremo:



Naturalmente prima di eseguire il branch vanno salvate le impostazioni per poi richiamare quelle relative al contatore e, a fine ciclo, reimpostare quelle relative al computo del quadrato.

L'operazione di branch (di interruzione) permette di far eseguire due operazioni di tipo differente con due codici operativi differenti:

- 1 – somma (op_code = [0 0 0 0])
- 2 – incrb (op_code = [0 1 0 0])

questo tipo di operazione, ovviamente viene eseguito due volte
 $c^2 = a^2 + b^2$

Risoluzione del problema

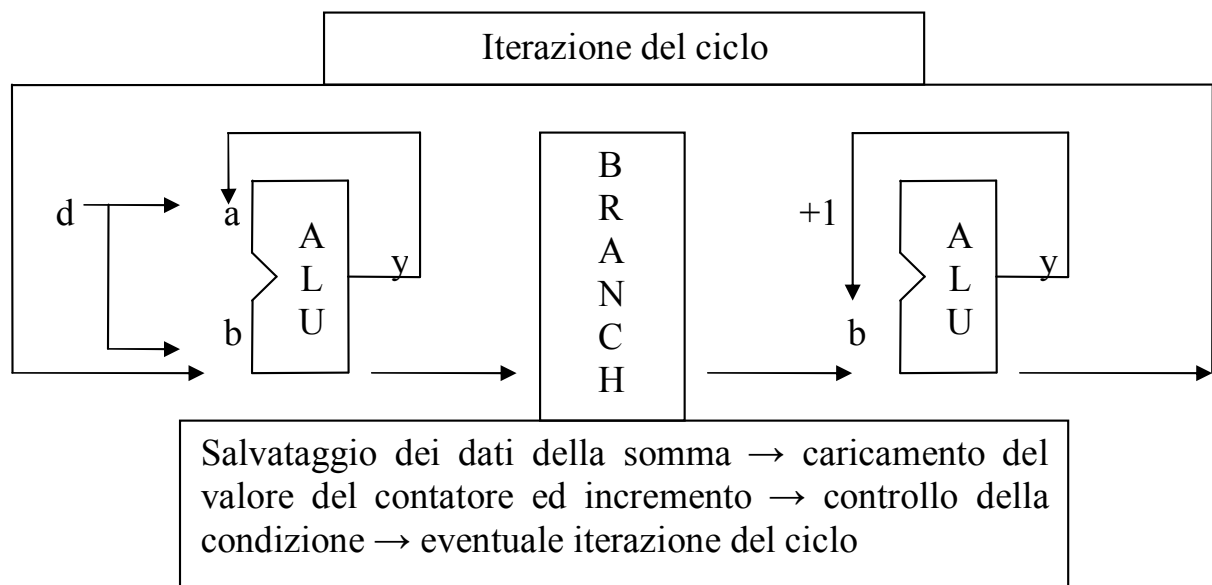
Proprio perché l'ALU è solo una delle componenti di un sistema di elaborazioni, abbiamo cercato di usare una tecnica “poco invasiva” da un punto di vista tecnico.

Come nelle precedenti risoluzioni il programma è scindibile in tre distinte function:

- somma di a^2
- somma di b^2
- somma di $a^2 + b^2$

A queste function si deve aggiungere anche il contatore che fornisce il controllo sulla condizione.

Schematicamente considerando a^2



Una volta che le somme sono state effettuate, i dati vengono salvati nella variabile di origine (quindi d et e) che vengono ricopiate negli operandi a et b che eseguono la somma.

Codice simulativo di MATLAB:

```
%
%          Progetto ALU
%
% Forma base del Teorema di Pitagora  $C^2=A^2+B^2$ 
%
% Valori definiti da tastiera
%
% Programma elaborato da
%
% Giovanni DI CECCA & Virginia BELLINO
%      50 / 887          408 / 466
%
%      http://www.dicecca.net

% Pulisci memoria
clear

% Pulisci schermo
clc

disp(' Programma che calcola la forma base del Teorema di Pitagora')
disp(' ')
disp('  $C^2=A^2+B^2$  ')
disp(' ')
disp('          Programma elaborato da')
disp(' ')
disp(' Giovanni DI CECCA & Virginia BELLINO')
disp('      50 / 887          408 / 466')
disp(' ')
disp('      http://www.dicecca.net')
disp(' ')
disp(' ')

d=input('Inserire il valore di a in decimale ');
e=input('Inserire il valore di b in decimale ');

% Metti il valore in a in binario
a=int2bin(d,10)

% Associa a b lo stesso valore di a
b=a

% Carry iniziale valido per tutte le computazioni
c_flag=0

% Routine che permette, attraverso le interruzioni di calcolo, di incrementare
% i valori e sommarli fino a fare il quadrato

% -----
% ----- Inizio Routine per il calcolo di  $a^2$  -----
% -----

% Inizializzazione della variabile a 1, perché si deve considerare che un ciclo
% viene eseguito appena parte la routine del calcolo del quadrato
c=[0 0 0 0 0 0 0 0 0 1]

f=0; % Inizializza la variabile f
```

```

% Il ciclo while consente di fare un controllo sulla CONDIZIONE che il contatore
% fornisce durante il computo
while f~=d

    disp (' ')
    disp('----- Inizio ciclo di calcolo del quadrato -----')
    disp (' ')

    % Inserisci il codice di somma
    op_code=[0 0 0 0];

    % Carica l'ALU
    [y,flags]=alu(a,b,op_code,c_flag)

    a=y; % Inserisci il valore calcolato in a

    g=b; % deposita il valore di b in una variabile temporanea

    % ----- Inizio ciclo di interruzione del contatore -----
    disp (' ')
    disp ('----- Inizio ciclo di interruzione contatore -----')
    disp (' ')

    b=c; % Inserisci in b il valore di c

    op_code=[0 1 0 0]; % Inserisci il codice d incrementazione

    % Carica l'ALU
    [y,flags]=alu(a,b,op_code,c_flag)

    c=y; % Copia in c il valore incrementato

    f=bin2int(c); % Converti il valore binario di c e depositalo in f

    b=g % Ricolloca il valore di g in b

    disp (' ')
    disp ('----- Fine ciclo di interruzione contatore -----')
    disp (' ')

    % ----- Fine ciclo di interruzione del contatore -----

    disp (' ')
    disp('----- Fine ciclo di calcolo del quadrato -----')
    disp (' ')
end

disp (' ')
disp('----- Valore calcolato -----')
disp (' ')
disp(['a² = 'mat2str(bin2int(a))]) % Stampa a video il valore calcolato

d=a; % deposita il d il valore calcolato di a²

% -----
% ----- Inizio Routine per il calcolo di b² -----
% -----

% Metti il valore in a in binario
a=int2bin(e,10)

```

12 Estensione dei programmi del progetto ALU Complessa con Program Interrupt

```
% Associa a b lo stesso valore di a
b=a

% Inizializzazione della variabile a 1, perché si deve considerare che un ciclo
% viene eseguito appena parte la routine del calcolo del quadrato
c=[0 0 0 0 0 0 0 0 0 1]

f=0; % Inizializza la variabile f

% Il ciclo while consente di fare un controllo sulla CONDIZIONE che il contatore
% fornisce durante il computo
while f~=e

    disp(' ')
    disp('----- Inizio ciclo di calcolo del quadrato -----')
    disp(' ')

    % Inserisci il codice di somma
    op_code=[0 0 0 0];

    % Carica l'ALU
    [y,flags]=alu(a,b,op_code,c_flag)

    a=y; % Inserisci il valore calcolato in a

    g=b; % deposita il valore di b in una variabile temporanea

    % ----- Inizio ciclo di interruzione del contatore -----
    disp(' ')
    disp('----- Inizio ciclo di interruzione contatore -----')
    disp(' ')

    b=c; % Inserisci in b il valore di c

    op_code=[0 1 0 0]; % Inserisci il codice d incrementazione

    % Carica l'ALU
    [y,flags]=alu(a,b,op_code,c_flag)

    c=y; % Copia in c il valore incrementato

    f=bin2int(c); % Converti il valore binario di c e depositalo in f

    b=g % Ricolloca il valore di g in b

    disp(' ')
    disp('----- Fine ciclo di calcolo del quadrato -----')
    disp(' ')

    % ----- Fine ciclo di interruzione del contatore -----
end

disp(' ')
disp('----- Valore calcolato -----')
disp(' ')
disp(['b² = 'mat2str(bin2int(a))]) % Stampa a video il valore calcolato

e=a; % deposita il d il valore calcolato di b²
```

```

% -----
% ----- Inizio Routine per il calcolo di  $c^2$  -----
% -----

disp (' ')
disp (' ')
disp ('----- Inizio Routine per il calcolo di  $c^2$  -----')
disp (' ')

a=d % associa ad a il valore di d

b=e % associa ad b il valore di e

op_code=[0 0 0 0] % Inseirisci il codice di somma

% Carica l'ALU
[y,flags]=alu(a,b,op_code,c_flag)

disp (' ')
disp (' ')
disp ('----- Valore calcolato -----')
disp (' ')
disp ([' $c^2$  = 'mat2str(bin2int(y))]) % Stampa a video il valore calcolato

```

Esempi della simulazione

Nella pagine seguente vi sono degli esempi d'uso dell'ALU con program interrupt.

Programma che calcola la forma base del Teorema di Pitagora

$$C^2=A^2+B^2$$

Programma elaborato da

Giovanni DI CECCA & Virginia BELLINO
50 / 887 408 / 466

<http://www.dicecca.net>

Inserire il valore di a in decimale 3
Inserire il valore di b in decimale 4

a =

0 0 0 0 0 0 0 0 1 1

b =

0 0 0 0 0 0 0 0 1 1

c_flag =

0

c =

0 0 0 0 0 0 0 0 0 1

----- Inizio ciclo di calcolo del quadrato -----

y =

0 0 0 0 0 0 0 1 1 0

flags =

0 0 1 0 1

----- Inizio ciclo di interruzione contatore -----

y =

0 0 0 0 0 0 0 0 1 0

flags =

0 0 0 0 1

b =

0 0 0 0 0 0 0 0 1 1

----- Fine ciclo di interruzione contatore -----

----- Fine ciclo di calcolo del quadrato -----

----- Inizio ciclo di calcolo del quadrato -----

y =

0 0 0 0 0 0 1 0 0 1

flags =

0 0 1 0 1

----- Inizio ciclo di interruzione contatore -----

y =

0 0 0 0 0 0 0 0 1 1

flags =

0 0 1 0 1

b =

0 0 0 0 0 0 0 0 1 1

----- Fine ciclo di interruzione contatore -----

----- Fine ciclo di calcolo del quadrato -----

----- Valore calcolato -----

$a^2 = 9$

a =

0 0 0 0 0 0 0 1 0 0

b =

0 0 0 0 0 0 0 1 0 0

c =

0 0 0 0 0 0 0 0 0 1

----- Inizio ciclo di calcolo del quadrato -----

y =

0 0 0 0 0 0 1 0 0 0

flags =

0 0 0 0 1

----- Inizio ciclo di interruzione contatore -----

y =

0 0 0 0 0 0 0 0 1 0

flags =

0 0 0 0 1

b =

0 0 0 0 0 0 0 1 0 0

----- Fine ciclo di calcolo del quadrato -----

----- Inizio ciclo di calcolo del quadrato -----

y =

0 0 0 0 0 0 1 1 0 0

flags =

0 0 1 0 1

----- Inizio ciclo di interruzione contatore -----

y =

0 0 0 0 0 0 0 0 1 1

flags =

0 0 1 0 1

b =

0 0 0 0 0 0 0 1 0 0

----- Fine ciclo di calcolo del quadrato -----

----- Inizio ciclo di calcolo del quadrato -----

y =

0 0 0 0 0 1 0 0 0 0

flags =

0 0 0 0 1

----- Inizio ciclo di interruzione contatore -----

y =

0 0 0 0 0 0 0 1 0 0

flags =

0 0 0 0 1

b =

0 0 0 0 0 0 0 1 0 0

----- Fine ciclo di calcolo del quadrato -----

----- Valore calcolato -----

$b^2 = 16$

----- Inizio Routine per il calcolo di c^2 -----

a =

0 0 0 0 0 0 1 0 0 1

b =

0 0 0 0 0 1 0 0 0 0

op_code =

0 0 0 0

y =

0 0 0 0 0 1 1 0 0 1

flags =

0 0 0 0 1

----- Valore calcolato -----

$c^2 = 25$

EDU>>

Programma che calcola la forma base del Teorema di Pitagora

$$C^2=A^2+B^2$$

Programma elaborato da

Giovanni DI CECCA & Virginia BELLINO
50 / 887 408 / 466

<http://www.dicecca.net>

Inserire il valore di a in decimale 6
Inserire il valore di b in decimale 8

a =

0 0 0 0 0 0 0 1 1 0

b =

0 0 0 0 0 0 0 1 1 0

c_flag =

0

c =

0 0 0 0 0 0 0 0 0 1

----- Inizio ciclo di calcolo del quadrato -----

y =

0 0 0 0 0 0 1 1 0 0

flags =

0 0 1 0 1

----- Inizio ciclo di interruzione contatore -----

y =

0 0 0 0 0 0 0 0 1 0

flags =

0 0 0 0 1

b =

0 0 0 0 0 0 0 1 1 0

----- Fine ciclo di interruzione contatore -----

----- Fine ciclo di calcolo del quadrato -----

----- Inizio ciclo di calcolo del quadrato -----

y =

0 0 0 0 0 1 0 0 1 0

flags =

0 0 1 0 1

----- Inizio ciclo di interruzione contatore -----

y =

0 0 0 0 0 0 0 0 1 1

flags =

0 0 1 0 1

b =

0 0 0 0 0 0 0 1 1 0

----- Fine ciclo di interruzione contatore -----

----- Fine ciclo di calcolo del quadrato -----

----- Inizio ciclo di calcolo del quadrato -----

y =

0 0 0 0 0 1 1 0 0 0

flags =

0 0 1 0 1

----- Inizio ciclo di interruzione contatore -----

y =

0 0 0 0 0 0 0 1 0 0

flags =

0 0 0 0 1

b =

0 0 0 0 0 0 0 1 1 0

----- Fine ciclo di interruzione contatore -----

----- Fine ciclo di calcolo del quadrato -----

----- Inizio ciclo di calcolo del quadrato -----

y =

0 0 0 0 0 1 1 1 1 0

flags =

0 0 1 0 1

----- Inizio ciclo di interruzione contatore -----

y =

0 0 0 0 0 0 0 1 0 1

flags =

0 0 1 0 1

b =

0 0 0 0 0 0 0 1 1 0

----- Fine ciclo di interruzione contatore -----

----- Fine ciclo di calcolo del quadrato -----

----- Inizio ciclo di calcolo del quadrato -----

y =

0 0 0 0 1 0 0 1 0 0

flags =

0 0 1 0 1

----- Inizio ciclo di interruzione contatore -----

y =

0 0 0 0 0 0 0 1 1 0

flags =

0 0 1 0 1

b =

0 0 0 0 0 0 0 1 1 0

----- Fine ciclo di interruzione contatore -----

----- Fine ciclo di calcolo del quadrato -----

----- Valore calcolato -----

$a^2 = 36$

a =

0 0 0 0 0 0 1 0 0 0

b =

0 0 0 0 0 0 1 0 0 0

c =

0 0 0 0 0 0 0 0 0 1

----- Inizio ciclo di calcolo del quadrato -----

y =

0 0 0 0 0 1 0 0 0 0

flags =

0 0 0 0 1

----- Inizio ciclo di interruzione contatore -----

y =

0 0 0 0 0 0 0 0 1 0

flags =

0 0 0 0 1

b =

0 0 0 0 0 0 1 0 0 0

----- Fine ciclo di calcolo del quadrato -----

----- Inizio ciclo di calcolo del quadrato -----

y =

0 0 0 0 0 1 1 0 0 0

flags =

0 0 1 0 1

----- Inizio ciclo di interruzione contatore -----

y =

0 0 0 0 0 0 0 0 1 1

flags =

0 0 1 0 1

b =

0 0 0 0 0 0 1 0 0 0

----- Fine ciclo di calcolo del quadrato -----

----- Inizio ciclo di calcolo del quadrato -----

y =

0 0 0 0 1 0 0 0 0 0

flags =

0 0 0 0 1

----- Inizio ciclo di interruzione contatore -----

y =

0 0 0 0 0 0 0 1 0 0

flags =

0 0 0 0 1

b =

0 0 0 0 0 0 1 0 0 0

----- Fine ciclo di calcolo del quadrato -----

----- Inizio ciclo di calcolo del quadrato -----

y =

0 0 0 0 1 0 1 0 0 0

flags =

0 0 1 0 1

----- Inizio ciclo di interruzione contatore -----

y =

0 0 0 0 0 0 0 1 0 1

flags =

0 0 1 0 1

b =

0 0 0 0 0 0 1 0 0 0

----- Fine ciclo di calcolo del quadrato -----

----- Inizio ciclo di calcolo del quadrato -----

y =

0 0 0 0 1 1 0 0 0 0

flags =

0 0 1 0 1

----- Inizio ciclo di interruzione contatore -----

y =

0 0 0 0 0 0 0 1 1 0

flags =

0 0 1 0 1

b =

0 0 0 0 0 0 1 0 0 0

----- Fine ciclo di calcolo del quadrato -----

----- Inizio ciclo di calcolo del quadrato -----

y =

0 0 0 0 1 1 1 0 0 0

flags =

0 0 0 0 1

----- Inizio ciclo di interruzione contatore -----

y =

0 0 0 0 0 0 0 1 1 1

flags =

0 0 0 0 1

b =

0 0 0 0 0 0 1 0 0 0

----- Fine ciclo di calcolo del quadrato -----

----- Inizio ciclo di calcolo del quadrato -----

y =

0 0 0 1 0 0 0 0 0 0

flags =

0 0 0 0 1

----- Inizio ciclo di interruzione contatore -----

y =

0 0 0 0 0 0 1 0 0 0

flags =

0 0 0 0 1

b =

0 0 0 0 0 0 1 0 0 0

----- Fine ciclo di calcolo del quadrato -----

----- Valore calcolato -----

$b^2 = 64$

----- Inizio Routine per il calcolo di c^2 -----

a =

0 0 0 0 1 0 0 1 0 0

b =

0 0 0 1 0 0 0 0 0 0

op code =

0 0 0 0

y =

0 0 0 1 1 0 0 1 0 0

flags =

0 0 0 0 1

----- Valore calcolato -----

$c^2 = 100$

EDU>>