



Dipartimento di Ingegneria e Scienze
dell'Informazione e Matematica

Università degli Studi dell'Aquila

Esercitazione 2

Corso di Fondamenti di Informatica

PROF. Gabriele Di Stefano - Dr. Francesco Gallo

<http://people.disim.univaq.it/francesco.gallo/fondamenti.html>

Esercizi

- ✓ Verificate quanti byte di memoria ha il vostro telefonino e confrontateli con quelli presenti nella memoria del calcolatore M20 dell'Olivetti. Quante volte è più grande la memoria del telefonino?
- Quanti bit sono necessari per codificare ogni giorno di un anno?
- Si stima che gli atomi dell'universo conosciuto siano 10^{80} . Di quanti bit avremmo bisogno per codificare ciascuno di essi?
- Scrivere un programma URM per raddoppiare il valore nel primo registro.
- Scrivere un programma URM per calcolare la differenza tra il valore nel primo registro e quello nel secondo (assumendo che il primo valore sia più grande del secondo). Al termine, il risultato deve essere posto nel primo registro.
- Scrivere un programma URM che restituisca 1 se il contenuto del primo registro è maggiore di quello nel secondo registro e che restituisca 0 altrimenti. Il risultato deve essere scritto nel primo registro.

Esercizi

- ✓ Verificate quanti byte di memoria ha il vostro telefonino e confrontateli con quelli presenti nella memoria del calcolatore M20 dell'Olivetti. Quante volte è più grande la memoria del telefonino?
- Quanti bit sono necessari per codificare ogni giorno di un anno?

1 anno = 365 giorni

Devo codificare 365 elementi

$$n = 2^k \Rightarrow 365 = 2^k$$



$$k = \lceil \log_2 n \rceil = \lceil \log_2 365 \rceil$$

Esercizi

- ✓ Verificate quanti byte di memoria ha il vostro telefonino e confrontateli con quelli presenti nella memoria del calcolatore M20 dell'Olivetti. Quante volte è più grande la memoria del telefonino?
- Quanti bit sono necessari per codificare ogni giorno di un anno?

1 anno = 365 giorni

Devo codificare 365 elementi

$$n = 2^k \Rightarrow 365 = 2^k$$



$$k = \lceil \log_2 n \rceil = \lceil \log_2 365 \rceil$$

Approssimiamo k senza l'uso della calcolatrice



METODO DELLE ELEVAZIONI

Esercizi

- ✓ Verificate quanti byte di memoria ha il vostro telefonino e confrontateli con quelli presenti nella memoria del calcolatore M20 dell'Olivetti. Quante volte è più grande la memoria del telefonino?
- Quanti bit sono necessari per codificare ogni giorno di un anno?

1 anno = 365 giorni

Devo codificare 365 elementi

$$n = 2^k \Rightarrow 365 = 2^k$$

**Devo esprimere 365
come multiplo di 2**

$$k = \lceil \log_2 n \rceil = \lceil \log_2 365 \rceil$$

Approssimiamo k senza l'uso della calcolatrice

METODO DELLE ELEVAZIONI

Esercizi

- ✓ Verificate quanti byte di memoria ha il vostro telefonino e confrontateli con quelli presenti nella memoria del calcolatore M20 dell'Olivetti. Quante volte è più grande la memoria del telefonino?
- Quanti bit sono necessari per codificare ogni giorno di un anno?

1 anno = 365 giorni

Devo codificare 365 elementi

$$n = 2^k \Rightarrow 365 = 2^k$$



$$k = \lceil \log_2 n \rceil = \lceil \log_2 365 \rceil$$

$$365 : 2 = 182.5$$

$$182.5 : 2 = 91.25$$

$$91.25 : 2 = 45.625$$

$$45.625 : 2 = 22.8125$$

$$22.8125 : 2 = 11.40625$$

$$11.40625 : 2 = 5.703125$$

$$5.703125 : 2 = 2.8515625$$

$$2.8515625 : 2 = 1.42578125 \text{ Stop}$$



8

k = 8

Esercizi

- ✓ Verificate quanti byte di memoria ha il vostro telefonino e confrontateli con quelli presenti nella memoria del calcolatore M20 dell'Olivetti. Quante volte è più grande la memoria del telefonino?
- Quanti bit sono necessari per codificare ogni giorno di un anno?

1 anno = 365 giorni

Devo codificare 365 elementi

$$n = 2^k \Rightarrow 365 = 2^k$$



$$k = \lceil \log_2 n \rceil = \lceil \log_2 365 \rceil$$

$$365 : 2 = 182.5$$

$$182.5 : 2 = 91.25$$

$$91.25 : 2 = 45.625$$

$$45.625 : 2 = 22.8125$$

$$22.8125 : 2 = 11.40625$$

$$11.40625 : 2 = 5.703125$$

$$5.703125 : 2 = 2.8515625$$

$$2.8515625 : 2 = 1.42578125 \text{ Stop}$$



8

k = 8

Bastano 8 bit ?

Esercizi

- ✓ Verificate quanti byte di memoria ha il vostro telefonino e confrontateli con quelli presenti nella memoria del calcolatore M20 dell'Olivetti. Quante volte è più grande la memoria del telefonino?
- Quanti bit sono necessari per codificare ogni giorno di un anno?

1 anno = 365 giorni

Devo codificare 365 elementi

$$n = 2^k \Rightarrow 365 = 2^k$$



$$k = \lceil \log_2 n \rceil = \lceil \log_2 365 \rceil$$

$$365 : 2 = 182.5$$

$$182.5 : 2 = 91.25$$

$$91.25 : 2 = 45.625$$

$$45.625 : 2 = 22.8125$$

$$22.8125 : 2 = 11.40625$$

$$11.40625 : 2 = 5.703125$$

$$5.703125 : 2 = 2.8515625$$

$$2.8515625 : 2 = 1.42578125 \text{ Stop}$$



8

k = 8

Bastano 8 bit ? **NO!**

Esercizi

- ✓ Verificate quanti byte di memoria ha il vostro telefonino e confrontateli con quelli presenti nella memoria del calcolatore M20 dell'Olivetti. Quante volte è più grande la memoria del telefonino?
- Quanti bit sono necessari per codificare ogni giorno di un anno?

1 anno = 365 giorni

Devo codificare 365 elementi

$$n = 2^k \Rightarrow 365 = 2^k$$



$$k = \lceil \log_2 n \rceil = \lceil \log_2 365 \rceil$$

$$365 : 2 = 182.5$$

$$182.5 : 2 = 91.25$$

$$91.25 : 2 = 45.625$$

$$45.625 : 2 = 22.8125$$

$$22.8125 : 2 = 11.40625$$

$$11.40625 : 2 = 5.703125$$

$$5.703125 : 2 = 2.8515625$$

$$2.8515625 : 2 = 1.42578125 \text{ Stop}$$



8

k = 9

Esercizi

- ✓ Verificate quanti byte di memoria ha il vostro telefonino e confrontateli con quelli presenti nella memoria del calcolatore M20 dell'Olivetti. Quante volte è più grande la memoria del telefonino?
- Quanti bit sono necessari per codificare ogni giorno di un anno?

1 anno = 365 giorni

Devo codificare 365 elementi

$$n = 2^k \Rightarrow 365 = 2^k$$



$$k = \lceil \log_2 n \rceil = \lceil \log_2 365 \rceil$$

365 : 2 = 182.5
182.5 : 2 = 91.25
91.25 : 2 = 45.625
45.625 : 2 = 22.8125
22.8125 : 2 = 11.40625
11.40625 : 2 = 5.703125
5.703125 : 2 = 2.8515625
2.8515625 : 2 = 1.42578125 Stop



8

k = 9

Input: n, **Output:** k
k = 1
div = n / 2
fin quando div >= 2:
 div = div / 2
 k = k + 1
Stampa k



ALGORITMO

Esercizi

- ✓ Verificate quanti byte di memoria ha il vostro telefonino e confrontateli con quelli presenti nella memoria del calcolatore M20 dell'Olivetti. Quante volte è più grande la memoria del telefonino?
- ✓ Quanti bit sono necessari per codificare ogni giorno di un anno?
- Si stima che gli atomi dell'universo conosciuto siano 10^{80} . Di quanti bit avremmo bisogno per codificare ciascuno di essi?

$$\begin{aligned}k &= \lceil \log_2 n \rceil = \log_2 10^{80} \\ &= 80 \times \log_2 10\end{aligned}$$

Esercizi

- ✓ Verificate quanti byte di memoria ha il vostro telefonino e confrontateli con quelli presenti nella memoria del calcolatore M20 dell'Olivetti. Quante volte è più grande la memoria del telefonino?
- ✓ Quanti bit sono necessari per codificare ogni giorno di un anno?
- Si stima che gli atomi dell'universo conosciuto siano 10^{80} . Di quanti bit avremmo bisogno per codificare ciascuno di essi?

$$\begin{aligned}k &= \lceil \log_2 n \rceil = \log_2 10^{80} \\ &= 80 \times \log_2 10 = 80 \times (\log_2 2 + \log_2 5)\end{aligned}$$

Esercizi

- ✓ Verificate quanti byte di memoria ha il vostro telefonino e confrontateli con quelli presenti nella memoria del calcolatore M20 dell'Olivetti. Quante volte è più grande la memoria del telefonino?
- ✓ Quanti bit sono necessari per codificare ogni giorno di un anno?
- Si stima che gli atomi dell'universo conosciuto siano 10^{80} . Di quanti bit avremmo bisogno per codificare ciascuno di essi?

$$\begin{aligned}k &= \lceil \log_2 n \rceil = \log_2 10^{80} \\ &= 80 \times \log_2 10 = 80 \times (\log_2 2 + \log_2 5) \approx 265\end{aligned}$$

Esercizi

- ✓ Verificate quanti byte di memoria ha il vostro telefonino e confrontateli con quelli presenti nella memoria del calcolatore M20 dell'Olivetti. Quante volte è più grande la memoria del telefonino?
- ✓ Quanti bit sono necessari per codificare ogni giorno di un anno?
- Si stima che gli atomi dell'universo conosciuto siano 10^{80} . Di quanti bit avremmo bisogno per codificare ciascuno di essi?

$$\begin{aligned}k &= \lceil \log_2 n \rceil = \log_2 10^{80} \\ &= 80 \times \log_2 10 = 80 \times (\log_2 2 + \log_2 5) \approx 265\end{aligned}$$



Risolvi il problema scomponendolo in problemi più piccoli e semplici

Esercizi

- ✓ Verificate quanti byte di memoria ha il vostro telefonino e confrontateli con quelli presenti nella memoria del calcolatore M20 dell'Olivetti. Quante volte è più grande la memoria del telefonino?
- ✓ Quanti bit sono necessari per codificare ogni giorno di un anno?
- ✓ Si stima che gli atomi dell'universo conosciuto siano 10^{80} . Di quanti bit avremmo bisogno per codificare ciascuno di essi?
- Scrivere un programma URM per raddoppiare il valore nel primo registro.

Esercizi

- ✓ Verificate quanti byte di memoria ha il vostro telefonino e confrontateli con quelli presenti nella memoria del calcolatore M20 dell'Olivetti. Quante volte è più grande la memoria del telefonino?
- ✓ Quanti bit sono necessari per codificare ogni giorno di un anno?
- ✓ Si stima che gli atomi dell'universo conosciuto siano 10^{80} . Di quanti bit avremmo bisogno per codificare ciascuno di essi?
- Scrivere un programma URM per raddoppiare il valore nel primo registro.

URM - Istruzioni Base

Nome	Notazione	Effetto	Descrizione
Zero	$Z(n)$	$0 \rightarrow R_n$	Sostituisce il numero in R_n con il valore 0
Successore	$S(n)$	$r_n + 1 \rightarrow R_n$	Aggiunge 1 al numero in R_n
Trasferimento	$T(m, n)$	$r_m \rightarrow R_n$	Sostituisce il numero in R_n con il numero in R_m , lasciando invariato il contenuto degli altri registri compreso R_m
Salto	$J(m, n, q)$	$r_m = r_n ? \rightarrow q$	Se i numeri in R_m e R_n sono uguali, va all'istruzione numero q , altrimenti va all'istruzione successiva.

Esercizi

- ✓ Verificate quanti byte di memoria ha il vostro telefonino e confrontateli con quelli presenti nella memoria del calcolatore M20 dell'Olivetti. Quante volte è più grande la memoria del telefonino?
- ✓ Quanti bit sono necessari per codificare ogni giorno di un anno?
- ✓ Si stima che gli atomi dell'universo conosciuto siano 10^{80} . Di quanti bit avremmo bisogno per codificare ciascuno di essi?
- Scrivere un programma URM per raddoppiare il valore nel primo registro.

	R_0	R_1	R_2	R_3	...
Configurazione Iniziale	2	0	0	0	

Esercizi


- ✓ Verificate quanti byte di memoria ha il vostro telefonino e confrontateli con quelli presenti nella memoria del calcolatore M20 dell'Olivetti. Quante volte è più grande la memoria del telefonino?
- ✓ Quanti bit sono necessari per codificare ogni giorno di un anno?
- ✓ Si stima che gli atomi dell'universo conosciuto siano 10^{80} . Di quanti bit avremmo bisogno per codificare ciascuno di essi?
- Scrivere un programma URM per raddoppiare il valore nel primo registro.

	R_0	R_1	R_2	R_3	...
Configurazione Iniziale	2	0	0	0	


	Istruzione	
1	I_1	$T(0, 1)$




	R_0	R_1	R_2	R_3	...
Configurazione Iniziale	2	0	0	0	
1	2	2	0	0	



	Istruzione	
1	I_1	$T(0, 1)$



	R_0	R_1	R_2	R_3	...
Configurazione Iniziale	2	0	0	0	
1	2	2	0	0	
2	3	2	0	0	



	Istruzione	
1	I_1	$T(0, 1)$
2	I_2	$J(1, 2, 6)$
3	I_3	$S(0)$

	R_0	R_1	R_2	R_3	...
Configurazione Iniziale	2	0	0	0	
1	2	2	0	0	
2	3	2	0	0	
3	3	2	1	0	



	Istruzione	
1	I_1	$T(0, 1)$
2	I_2	$J(1, 2, 6)$
3	I_3	$S(0)$
4	I_4	$S(2)$



	R_0	R_1	R_2	R_3	...
Configurazione Iniziale	2	0	0	0	
1	2	2	0	0	
2	3	2	0	0	
3	3	2	1	0	
4	3	2	1	0	



	Istruzione	
1	I_1	$T(0, 1)$
2	I_2	$J(1, 2, 6)$
3	I_3	$S(0)$
4	I_4	$S(2)$
5	I_5	$J(0, 0, 2)$

	R_0	R_1	R_2	R_3	...
Configurazione Iniziale	2	0	0	0	
1	2	2	0	0	
2	3	2	0	0	
3	3	2	1	0	
4	3	2	1	0	
5	4	2	1	0	



	Istruzione	
1	I_1	$T(0, 1)$
2	I_2	$J(1, 2, 6)$
3	I_3	$S(0)$
4	I_4	$S(2)$
5	I_5	$J(0, 0, 2)$



	R_0	R_1	R_2	R_3	...
Configurazione Iniziale	2	0	0	0	
1	2	2	0	0	
2	3	2	0	0	
3	3	2	1	0	
4	3	2	1	0	
5	4	2	1	0	
6	4	2	2	0	



	Istruzione	
1	I_1	$T(0, 1)$
2	I_2	$J(1, 2, 6)$
3	I_3	$S(0)$
4	I_4	$S(2)$
5	I_5	$J(0, 0, 2)$



	R_0	R_1	R_2	R_3	...
Configurazione Iniziale	2	0	0	0	
1	2	2	0	0	
2	3	2	0	0	
3	3	2	1	0	
4	3	2	1	0	
5	4	2	1	0	
6	4	2	2	0	
Stop					

	Istruzione	
1	I_1	$T(0, 1)$
2	I_2	$J(1, 2, 6)$
3	I_3	$S(0)$
4	I_4	$S(2)$
5	I_5	$J(0, 0, 2)$



Esercizi

- ✓ Verificate quanti byte di memoria ha il vostro telefonino e confrontateli con quelli presenti nella memoria del calcolatore M20 dell'Olivetti. Quante volte è più grande la memoria del telefonino?
- ✓ Quanti bit sono necessari per codificare ogni giorno di un anno?
- ✓ Si stima che gli atomi dell'universo conosciuto siano 10^{80} . Di quanti bit avremmo bisogno per codificare ciascuno di essi?
- ✓ Scrivere un programma URM per raddoppiare il valore nel primo registro.
- Scrivere un programma URM per calcolare la differenza tra il valore nel primo registro e quello nel secondo (assumendo che il primo valore sia più grande del secondo). Al termine, il risultato deve essere posto nel primo registro.

Esercizi

- ✓ Verificate quanti byte di memoria ha il vostro telefonino e confrontateli con quelli presenti nella memoria del calcolatore M20 dell'Olivetti. Quante volte è più grande la memoria del telefonino?
- ✓ Quanti bit sono necessari per codificare ogni giorno di un anno?
- ✓ Si stima che gli atomi dell'universo conosciuto siano 10^{80} . Di quanti bit avremmo bisogno per codificare ciascuno di essi?
- ✓ Scrivere un programma URM per raddoppiare il valore nel primo registro.
- Scrivere un programma URM per calcolare la differenza tra il valore nel primo registro e quello nel secondo (assumendo che il primo valore sia più grande del secondo). Al termine, il risultato deve essere posto nel primo registro.

	R_0	R_1	R_2	R_3	...
Configurazione Iniziale	7	3	0	0	

Esercizi


- ✓ Verificate quanti byte di memoria ha il vostro telefonino e confrontateli con quelli presenti nella memoria del calcolatore M20 dell'Olivetti. Quante volte è più grande la memoria del telefonino?
- ✓ Quanti bit sono necessari per codificare ogni giorno di un anno?
- ✓ Si stima che gli atomi dell'universo conosciuto siano 10^{80} . Di quanti bit avremmo bisogno per codificare ciascuno di essi?
- ✓ Scrivere un programma URM per raddoppiare il valore nel primo registro.
- Scrivere un programma URM per calcolare la differenza tra il valore nel primo registro e quello nel secondo (assumendo che il primo valore sia più grande del secondo). Al termine, il risultato deve essere posto nel primo registro.

	R_0	R_1	R_2	R_3	...
Configurazione Iniziale	7	3	0	0	

	Istruzione	
1	I_1	$J(0, 1, 6)$



	R_0	R_1	R_2	R_3	...
Configurazione Iniziale	7	3	0	0	
1	7	4	0	0	



	Istruzione	
1	I_1	$J(0, 1, 6)$
2	I_2	$S(1)$

	R_0	R_1	R_2	R_3	...
Configurazione Iniziale	7	3	0	0	
1	7	4	0	0	
2	7	4	1	0	



	Istruzione	
1	I_1	$J(0, 1, 6)$
2	I_2	$S(1)$
3	I_3	$S(2)$



	R_0	R_1	R_2	R_3	...
Configurazione Iniziale	7	3	0	0	
1	7	4	0	0	
2	7	4	1	0	

	Istruzione	
1	I_1	$J(0, 1, 5)$
2	I_2	$S(1)$
3	I_3	$S(2)$
4	I_4	$J(0, 0, 1)$



	R_0	R_1	R_2	R_3	...
Configurazione Iniziale	7	3	0	0	
1	7	4	0	0	
2	7	4	1	0	

	Istruzione	
1	I_1	$J(0, 1, 5)$
2	I_2	$S(1)$
3	I_3	$S(2)$
4	I_4	$J(0, 0, 1)$
5	I_5	$T(2, 0)$

	R_0	R_1	R_2	R_3	...
Configurazione Iniziale	7	3	0	0	
1	7	4	0	0	
2	7	4	1	0	
3	7	5	1	0	



	Istruzione	
1	I_1	$J(0, 1, 5)$
2	I_2	$S(1)$
3	I_3	$S(2)$
4	I_4	$J(0, 0, 1)$
5	I_5	$T(2, 0)$

	R_0	R_1	R_2	R_3	...
Configurazione Iniziale	7	3	0	0	
1	7	4	0	0	
2	7	4	1	0	
3	7	5	1	0	
4	7	5	2	0	



	Istruzione	
1	I_1	$J(0, 1, 5)$
2	I_2	$S(1)$
3	I_3	$S(2)$
4	I_4	$J(0, 0, 1)$
5	I_5	$T(2, 0)$



	R_0	R_1	R_2	R_3	...
Configurazione Iniziale	7	3	0	0	
1	7	4	0	0	
2	7	4	1	0	
3	7	5	1	0	
4	7	5	2	0	
5	7	6	2	0	



	Istruzione	
1	I_1	$J(0, 1, 5)$
2	I_2	$S(1)$
3	I_3	$S(2)$
4	I_4	$J(0, 0, 1)$
5	I_5	$T(2, 0)$



	R_0	R_1	R_2	R_3	...
Configurazione Iniziale	7	3	0	0	
1	7	4	0	0	
2	7	4	1	0	
3	7	5	1	0	
4	7	5	2	0	
5	7	6	2	0	
6	7	6	3	0	

	Istruzione	
1	I_1	$J(0, 1, 5)$
2	I_2	$S(1)$
3	I_3	$S(2)$
4	I_4	$J(0, 0, 1)$
5	I_5	$T(2, 0)$



	R_0	R_1	R_2	R_3	...
Configurazione Iniziale	7	3	0	0	
1	7	4	0	0	
2	7	4	1	0	
3	7	5	1	0	
4	7	5	2	0	
5	7	6	2	0	
6	7	6	3	0	



	Istruzione	
1	I_1	$J(0, 1, 5)$
2	I_2	$S(1)$
3	I_3	$S(2)$
4	I_4	$J(0, 0, 1)$
5	I_5	$T(2, 0)$

	R_0	R_1	R_2	R_3	...
Configurazione Iniziale	7	3	0	0	
1	7	4	0	0	
2	7	4	1	0	
3	7	5	1	0	
4	7	5	2	0	
5	7	6	2	0	
6	7	6	3	0	
7	7	7	3	0	

	Istruzione	
1	I_1	$J(0, 1, 5)$
2	I_2	$S(1)$
3	I_3	$S(2)$
4	I_4	$J(0, 0, 1)$
5	I_5	$T(2, 0)$



	R_0	R_1	R_2	R_3	...
Configurazione Iniziale	7	3	0	0	
1	7	4	0	0	
2	7	4	1	0	
3	7	5	1	0	
4	7	5	2	0	
5	7	6	2	0	
6	7	6	3	0	
7	7	7	3	0	
8	7	7	4	0	



	Istruzione	
1	I_1	$J(0, 1, 5)$
2	I_2	$S(1)$
3	I_3	$S(2)$
4	I_4	$J(0, 0, 1)$
5	I_5	$T(2, 0)$



	R_0	R_1	R_2	R_3	...
Configurazione Iniziale	7	3	0	0	
1	7	4	0	0	
2	7	4	1	0	
3	7	5	1	0	
4	7	5	2	0	
5	7	6	2	0	
6	7	6	3	0	
7	7	7	3	0	
8	7	7	4	0	

	Istruzione	
1	I_1	$J(0, 1, 5)$
2	I_2	$S(1)$
3	I_3	$S(2)$
4	I_4	$J(0, 0, 1)$
5	I_5	$T(2, 0)$



	R_0	R_1	R_2	R_3	...
Configurazione Iniziale	7	3	0	0	
1	7	4	0	0	
2	7	4	1	0	
3	7	5	1	0	
4	7	5	2	0	
5	7	6	2	0	
6	7	6	3	0	
7	7	7	3	0	
8	7	7	4	0	
9	4	7	4	0	

	Istruzione	
1	I_1	$J(0, 1, 5)$
2	I_2	$S(1)$
3	I_3	$S(2)$
4	I_4	$J(0, 0, 1)$
5	I_5	$T(2, 0)$




Esercizi

- ✓ Verificate quanti byte di memoria ha il vostro telefonino e confrontateli con quelli presenti nella memoria del calcolatore M20 dell'Olivetti. Quante volte è più grande la memoria del telefonino?
- ✓ Quanti bit sono necessari per codificare ogni giorno di un anno?
- ✓ Si stima che gli atomi dell'universo conosciuto siano 10^{80} . Di quanti bit avremmo bisogno per codificare ciascuno di essi?
- ✓ Scrivere un programma URM per raddoppiare il valore nel primo registro.
- ✓ Scrivere un programma URM per calcolare la differenza tra il valore nel primo registro e quello nel secondo (assumendo che il primo valore sia più grande del secondo). Al termine, il risultato deve essere posto nel primo registro.
- Scrivere un programma URM che restituisce 1 se il contenuto del primo registro è maggiore di quello nel secondo registro e che restituisca 0 altrimenti. Il risultato deve essere scritto nel primo registro.


	R_0	R_1	R_2	R_3	...
Configurazione Iniziale	7	3	0	0	

	R_0	R_1	R_2	R_3	...
Configurazione Iniziale	7	3	0	0	


	Istruzione	
1	I_1	$T(1, 2)$




	R_0	R_1	R_2	R_3	...
Configurazione Iniziale	7	3	0	0	
1	7	3	3	0	



	Istruzione	
1	I_1	$T(1, 2)$
2	I_2	$T(0, 3)$



	R_0	R_1	R_2	R_3	...
Configurazione Iniziale	7	3	0	0	
1	7	3	3	0	
2	7	3	3	7	



	Istruzione	
1	I_1	$T(1, 2)$
2	I_2	$T(0, 3)$

	R_0	R_1	R_2	R_3	...
Configurazione Iniziale	7	3	0	0	
1	7	3	3	0	
2	7	3	3	7	

	Istruzione	
1	I_1	$T(1, 2)$
2	I_2	$T(0, 3)$
3	I_3	$S(1)$

	R_0	R_1	R_2	R_3	...
Configurazione Iniziale	7	3	0	0	
1	7	3	3	0	
2	7	3	3	7	
3	7	4	3	7	



	Istruzione	
1	I_1	$T(1, 2)$
2	I_2	$T(0, 3)$
3	I_3	$S(1)$



	R_0	R_1	R_2	R_3	...
Configurazione Iniziale	7	3	0	0	
1	7	3	3	0	
2	7	3	3	7	
3	7	4	3	7	

	Istruzione	
1	I_1	$T(1, 2)$
2	I_2	$T(0, 3)$
3	I_3	$S(1)$
4	I_4	$S(3)$

	R_0	R_1	R_2	R_3	...
Configurazione Iniziale	7	3	0	0	
1	7	3	3	0	
2	7	3	3	7	
3	7	4	3	7	
4	7	4	3	8	



	Istruzione	
1	I_1	$T(1, 2)$
2	I_2	$T(0, 3)$
3	I_3	$S(1)$
4	I_4	$S(3)$
5	I_5	$J(0,1,)$

	R_0	R_1	R_2	R_3	...
Configurazione Iniziale	7	3	0	0	
1	7	3	3	0	
2	7	3	3	7	
3	7	4	3	7	
4	7	4	3	8	
5	7	4	3	8	

	Istruzione	
1	I_1	$T(1, 2)$
2	I_2	$T(0, 3)$
3	I_3	$S(1)$
4	I_4	$S(3)$
5	I_5	$J(0, 1,)$
6	I_6	$J(2, 3,)$
7	I_7	$J(0, 0, 3)$



	R_0	R_1	R_2	R_3	...
Configurazione Iniziale	7	3	0	0	
1	7	3	3	0	
2	7	3	3	7	
3	7	4	3	7	
4	7	4	3	8	
5	7	4	3	8	
6	7	5	3	8	



	Istruzione	
1	I_1	$T(1, 2)$
2	I_2	$T(0, 3)$
3	I_3	$S(1)$
4	I_4	$S(3)$
5	I_5	$J(0, 1,)$
6	I_6	$J(2, 3,)$
7	I_7	$J(0, 0, 3)$



	R_0	R_1	R_2	R_3	...
Configurazione Iniziale	7	3	0	0	
1	7	3	3	0	
2	7	3	3	7	
3	7	4	3	7	
4	7	4	3	8	
5	7	4	3	8	
6	7	5	3	8	
7	7	5	3	9	



	Istruzione	
1	I_1	$T(1, 2)$
2	I_2	$T(0, 3)$
3	I_3	$S(1)$
4	I_4	$S(3)$
5	I_5	$J(0, 1,)$
6	I_6	$J(2, 3,)$
7	I_7	$J(0, 0, 3)$



	R_0	R_1	R_2	R_3	...
Configurazione Iniziale	7	3	0	0	
1	7	3	3	0	
2	7	3	3	7	
3	7	4	3	7	
4	7	4	3	8	
5	7	4	3	8	
6	7	5	3	8	
7	7	5	3	9	
8	7	6	3	10	

	Istruzione	
1	I_1	$T(1, 2)$
2	I_2	$T(0, 3)$
3	I_3	$S(1)$
4	I_4	$S(3)$
5	I_5	$J(0, 1, 8)$

6	I_6	$J(2, 3, 11)$
7	I_7	$J(0, 0, 3)$
8	I_8	$Z(0)$
9	I_9	$S(0)$
10	I_{10}	$J(0, 0, 12)$
11	I_{11}	$Z(0)$

	R_0	R_1	R_2	R_3	...
Configurazione Iniziale	7	3	0	0	
1	7	3	3	0	
2	7	3	3	7	
3	7	4	3	7	
4	7	4	3	8	
5	7	4	3	8	
6	7	5	3	8	
7	7	5	3	9	
8	7	6	3	10	
9	7	7	3	11	

	Istruzione	
1	I_1	$T(1, 2)$
2	I_2	$T(0, 3)$
3	I_3	$S(1)$
4	I_4	$S(3)$
5	I_5	$J(0, 1, 8)$

6	I_6	$J(2, 3, 11)$
7	I_7	$J(0, 0, 3)$
8	I_8	$Z(0)$
9	I_9	$S(0)$
10	I_{10}	$J(0, 0, 12)$
11	I_{11}	$Z(0)$

2	7	3	3	7	
3	7	4	3	7	
4	7	4	3	8	
5	7	4	3	8	
6	7	5	3	8	
7	7	5	3	9	
8	7	6	3	10	
9	7	7	3	11	
10	0	7	3	11	

	Istruzione	
1	I_1	$T(1, 2)$
2	I_2	$T(0, 3)$
3	I_3	$S(1)$
4	I_4	$S(3)$
5	I_5	$J(0, 1, 8)$

6	I_6	$J(2, 3, 11)$
7	I_7	$J(0, 0, 3)$
8	I_8	$Z(0)$
9	I_9	$S(0)$
10	I_{10}	$J(0, 0, 12)$
11	I_{11}	$Z(0)$

2	7	3	3	7	
3	7	4	3	7	
4	7	4	3	8	
5	7	4	3	8	
6	7	5	3	8	
7	7	5	3	9	
8	7	6	3	10	
9	7	7	3	11	
10	0	7	3	11	
11	1	7	3	11	

	Istruzione	
1	I_1	$T(1, 2)$
2	I_2	$T(0, 3)$
3	I_3	$S(1)$
4	I_4	$S(3)$
5	I_5	$J(0, 1, 8)$

6	I_6	$J(2, 3, 11)$
7	I_7	$J(0, 0, 3)$
8	I_8	$Z(0)$
9	I_9	$S(0)$
10	I_{10}	$J(0, 0, 12)$
11	I_{11}	$Z(0)$

	R_0	R_1	R_2	R_3	...
Configurazione Iniziale	3	7	0	0	
1	3	7	7	0	

	Istruzione	
1	I_1	$T(1, 2)$
2	I_2	$T(0, 3)$
3	I_3	$S(1)$
4	I_4	$S(3)$
5	I_5	$J(0, 1, 8)$

6	I_6	$J(2, 3, 11)$
7	I_7	$J(0, 0, 3)$
8	I_8	$Z(0)$
9	I_9	$S(0)$
10	I_{10}	$J(0, 0, 12)$
11	I_{11}	$Z(0)$

	R_0	R_1	R_2	R_3	...
Configurazione Iniziale	3	7	0	0	
1	3	7	7	0	
2	3	7	7	3	

	Istruzione	
1	I_1	$T(1, 2)$
2	I_2	$T(0, 3)$
3	I_3	$S(1)$
4	I_4	$S(3)$
5	I_5	$J(0, 1, 8)$

6	I_6	$J(2, 3, 11)$
7	I_7	$J(0, 0, 3)$
8	I_8	$Z(0)$
9	I_9	$S(0)$
10	I_{10}	$J(0, 0, 12)$
11	I_{11}	$Z(0)$

	R_0	R_1	R_2	R_3	...
Configurazione Iniziale	3	7	0	0	
1	3	7	7	0	
2	3	7	7	3	
3	3	8	7	3	

	Istruzione	
1	I_1	$T(1, 2)$
2	I_2	$T(0, 3)$
3	I_3	$S(1)$
4	I_4	$S(3)$
5	I_5	$J(0, 1, 8)$

6	I_6	$J(2, 3, 11)$
7	I_7	$J(0, 0, 3)$
8	I_8	$Z(0)$
9	I_9	$S(0)$
10	I_{10}	$J(0, 0, 12)$
11	I_{11}	$Z(0)$

	R_0	R_1	R_2	R_3	...
Configurazione Iniziale	3	7	0	0	
1	3	7	7	0	
2	3	7	7	3	
3	3	8	7	3	
4	3	8	7	4	

	Istruzione	
1	I_1	$T(1, 2)$
2	I_2	$T(0, 3)$
3	I_3	$S(1)$
4	I_4	$S(3)$
5	I_5	$J(0, 1, 8)$

6	I_6	$J(2, 3, 11)$
7	I_7	$J(0, 0, 3)$
8	I_8	$Z(0)$
9	I_9	$S(0)$
10	I_{10}	$J(0, 0, 12)$
11	I_{11}	$Z(0)$

	R_0	R_1	R_2	R_3	...
Configurazione Iniziale	3	7	0	0	
1	3	7	7	0	
2	3	7	7	3	
3	3	8	7	3	
4	3	8	7	4	
5	3	9	7	4	

	Istruzione	
1	I_1	$T(1, 2)$
2	I_2	$T(0, 3)$
3	I_3	$S(1)$
4	I_4	$S(3)$
5	I_5	$J(0, 1, 8)$

6	I_6	$J(2, 3, 11)$
7	I_7	$J(0, 0, 3)$
8	I_8	$Z(0)$
9	I_9	$S(0)$
10	I_{10}	$J(0, 0, 12)$
11	I_{11}	$Z(0)$

	R_0	R_1	R_2	R_3	...
Configurazione Iniziale	3	7	0	0	
1	3	7	7	0	
2	3	7	7	3	
3	3	8	7	3	
4	3	8	7	4	
5	3	9	7	4	
6	3	9	7	5	

	Istruzione	
1	I_1	$T(1, 2)$
2	I_2	$T(0, 3)$
3	I_3	$S(1)$
4	I_4	$S(3)$
5	I_5	$J(0, 1, 8)$

6	I_6	$J(2, 3, 11)$
7	I_7	$J(0, 0, 3)$
8	I_8	$Z(0)$
9	I_9	$S(0)$
10	I_{10}	$J(0, 0, 12)$
11	I_{11}	$Z(0)$

	R_0	R_1	R_2	R_3	...
Configurazione Iniziale	3	7	0	0	
1	3	7	7	0	
2	3	7	7	3	
3	3	8	7	3	
4	3	8	7	4	
5	3	9	7	4	
6	3	9	7	5	
7	3	10	7	5	

	Istruzione	
1	I_1	$T(1, 2)$
2	I_2	$T(0, 3)$
3	I_3	$S(1)$
4	I_4	$S(3)$
5	I_5	$J(0, 1, 8)$

6	I_6	$J(2, 3, 11)$
7	I_7	$J(0, 0, 3)$
8	I_8	$Z(0)$
9	I_9	$S(0)$
10	I_{10}	$J(0, 0, 12)$
11	I_{11}	$Z(0)$

	R_0	R_1	R_2	R_3	...
Configurazione Iniziale	3	7	0	0	
1	3	7	7	0	
2	3	7	7	3	
3	3	8	7	3	
4	3	8	7	4	
5	3	9	7	4	
6	3	9	7	5	
7	3	10	7	5	
8	3	10	7	6	

	Istruzione	
1	I_1	$T(1, 2)$
2	I_2	$T(0, 3)$
3	I_3	$S(1)$
4	I_4	$S(3)$
5	I_5	$J(0, 1, 8)$

6	I_6	$J(2, 3, 11)$
7	I_7	$J(0, 0, 3)$
8	I_8	$Z(0)$
9	I_9	$S(0)$
10	I_{10}	$J(0, 0, 12)$
11	I_{11}	$Z(0)$

	R_0	R_1	R_2	R_3	...
Configurazione Iniziale	3	7	0	0	
1	3	7	7	0	
2	3	7	7	3	
3	3	8	7	3	
4	3	8	7	4	
5	3	9	7	4	
6	3	9	7	5	
7	3	10	7	5	
8	3	10	7	6	
9	3	11	7	6	

	Istruzione	
1	I_1	$T(1, 2)$
2	I_2	$T(0, 3)$
3	I_3	$S(1)$
4	I_4	$S(3)$
5	I_5	$J(0, 1, 8)$

6	I_6	$J(2, 3, 11)$
7	I_7	$J(0, 0, 3)$
8	I_8	$Z(0)$
9	I_9	$S(0)$
10	I_{10}	$J(0, 0, 12)$
11	I_{11}	$Z(0)$

	R_0	R_1	R_2	R_3	...
Configurazione Iniziale	3	7	0	0	
1	3	7	7	0	
2	3	7	7	3	
3	3	8	7	3	
4	3	8	7	4	
5	3	9	7	4	
6	3	9	7	5	
7	3	10	7	5	
8	3	10	7	6	
9	3	11	7	6	
10	3	12	7	6	

	Istruzione		6	I_6	$J(2, 3, 11)$
1	I_1	$T(1, 2)$	7	I_7	$J(0, 0, 3)$
2	I_2	$T(0, 3)$	8	I_8	$Z(0)$
3	I_3	$S(1)$	9	I_9	$S(0)$
4	I_4	$S(3)$	10	I_{10}	$J(0, 0, 12)$
5	I_5	$J(0, 1, 8)$	11	I_{11}	$Z(0)$

11	3	12	7	7	
12	0	12	7	7	

	Istruzione	
1	I_1	$T(1, 2)$
2	I_2	$T(0, 3)$
3	I_3	$S(1)$
4	I_4	$S(3)$
5	I_5	$J(0, 1, 8)$

6	I_6	$J(2, 3, 11)$
7	I_7	$J(0, 0, 3)$
8	I_8	$Z(0)$
9	I_9	$S(0)$
10	I_{10}	$J(0, 0, 12)$
11	I_{11}	$Z(0)$

	R_0	R_1	R_2	R_3	...
Configurazione Iniziale	4	4	0	0	

La sequenza di comandi è corretta?

	Istruzione	
1	I_1	$T(1, 2)$
2	I_2	$T(0, 3)$
3	I_3	$S(1)$
4	I_4	$S(3)$
5	I_5	$J(0, 1, 8)$

6	I_6	$J(2, 3, 11)$
7	I_7	$J(0, 0, 3)$
8	I_8	$Z(0)$
9	I_9	$S(0)$
10	I_{10}	$J(0, 0, 12)$
11	I_{11}	$Z(0)$

	R_0	R_1	R_2	R_3	...
Configurazione Iniziale	4	4	0	0	

La sequenza di comandi è corretta?

NO

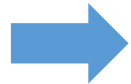
	Istruzione	
1	I_1	$T(1, 2)$
2	I_2	$T(0, 3)$
3	I_3	$S(1)$
4	I_4	$S(3)$
5	I_5	$J(0, 1, 8)$

6	I_6	$J(2, 3, 11)$
7	I_7	$J(0, 0, 3)$
8	I_8	$Z(0)$
9	I_9	$S(0)$
10	I_{10}	$J(0, 0, 12)$
11	I_{11}	$Z(0)$

	R_0	R_1	R_2	R_3	...
Configurazione Iniziale	4	4	0	0	

La sequenza di comandi è corretta?

NO



	Istruzione	
1	I_1	$J(0, 1, 12)$
2	I_2	$T(1, 2)$
3	I_3	$T(0, 3)$
4	I_4	$S(1)$
5	I_5	$S(3)$
6	I_6	$J(0, 1, 9)$

7	I_7	$J(2, 3, 12)$
8	I_8	$J(0, 0, 4)$
9	I_9	$Z(0)$
10	I_{10}	$S(0)$
11	I_{11}	$J(0, 0, 13)$
12	I_{12}	$Z(0)$

Esercizi

- ✓ Verificate quanti byte di memoria ha il vostro telefonino e confrontateli con quelli presenti nella memoria del calcolatore M20 dell'Olivetti. Quante volte è più grande la memoria del telefonino?
- ✓ Quanti bit sono necessari per codificare ogni giorno di un anno?
- ✓ Si stima che gli atomi dell'universo conosciuto siano 10^{80} . Di quanti bit avremmo bisogno per codificare ciascuno di essi?
- ✓ Scrivere un programma URM per raddoppiare il valore nel primo registro.
- ✓ Scrivere un programma URM per calcolare la differenza tra il valore nel primo registro e quello nel secondo (assumendo che il primo valore sia più grande del secondo). Al termine, il risultato deve essere posto nel primo registro.
- ✓ Scrivere un programma URM che restituisca 1 se il contenuto del primo registro è maggiore di quello nel secondo registro e che restituisca 0 altrimenti. Il risultato deve essere scritto nel primo registro.
- Scrivere un programma URM per calcolare il prodotto tra il valore nel primo registro e quello nel secondo. Il risultato deve essere scritto nel primo registro.

Esercizi

- Scrivere un programma URM per calcolare il prodotto tra il valore nel primo registro e quello nel secondo. Il risultato deve essere scritto nel primo registro.

	R_0	R_1	R_2	R_3	R_4
Configurazione Iniziale	3	2			

	Istruzione	
1	I_1	$Z(2)$
2	I_2	$Z(3)$
3	I_3	$Z(4)$

	R_0	R_1	R_2	R_3	R_4
Configurazione Iniziale	3	2			
1	3	2	0		
2	3	2	0	0	
3	3	2	0	0	0

	R_0	R_1	R_2	R_3	R_4
Configurazione Iniziale	3	2			
1	3	2	0		
2	3	2	0	0	
3	3	2	0	0	0

	Istruzione	
1	I_1	$Z(2)$
2	I_2	$Z(3)$
3	I_3	$Z(4)$
4	I_4	$J(0, 2, 9)$
5	I_5	$J(1, 3, 11)$
6	I_6	$S(4)$

4	3	2	0	0	1
---	---	---	---	---	---

	R_0	R_1	R_2	R_3	R_4
Configurazione Iniziale	3	2			
1	3	2	0		
2	3	2	0	0	
3	3	2	0	0	0

	Istruzione	
1	I_1	$Z(2)$
2	I_2	$Z(3)$
3	I_3	$Z(4)$
4	I_4	$J(0, 2, 9)$
5	I_5	$J(1, 3, 11)$
6	I_6	$S(4)$
7	I_7	$S(2)$
8	I_8	$J(0, 0, 4)$

4	3	2	0	0	1
5	3	2	1	0	1

	R_0	R_1	R_2	R_3	R_4
Configurazione Iniziale	3	2			
1	3	2	0		
2	3	2	0	0	
3	3	2	0	0	0

	Istruzione	
1	I_1	$Z(2)$
2	I_2	$Z(3)$
3	I_3	$Z(4)$
4	I_4	$J(0, 2, 9)$
5	I_5	$J(1, 3, 11)$
6	I_6	$S(4)$
7	I_7	$S(2)$
8	I_8	$J(0, 0, 4)$
9	I_9	$S(3)$

4	3	2	0	0	1
5	3	2	1	0	1
6	3	2	1	0	2
7	3	2	2	0	2
8	3	2	2	0	3
9	3	2	3	0	3

	R_0	R_1	R_2	R_3	R_4
Configurazione Iniziale	3	2			
1	3	2	0		
2	3	2	0	0	
3	3	2	0	0	0

	Istruzione	
1	I_1	$Z(2)$
2	I_2	$Z(3)$
3	I_3	$Z(4)$
4	I_4	$J(0, 2, 9)$
5	I_5	$J(1, 3, 11)$
6	I_6	$S(4)$
7	I_7	$S(2)$
8	I_8	$J(0, 0, 4)$
9	I_9	$S(3)$
10	I_{10}	$Z(2)$

4	3	2	0	0	1
5	3	2	1	0	1
6	3	2	1	0	2
7	3	2	2	0	2
8	3	2	2	0	3
9	3	2	3	0	3
10	3	2	0	0	3

	R_0	R_1	R_2	R_3	R_4
Configurazione Iniziale	3	2			
1	3	2	0		
2	3	2	0	0	
3	3	2	0	0	0

	Istruzione	
1	I_1	$Z(2)$
2	I_2	$Z(3)$
3	I_3	$Z(4)$
4	I_4	$J(0, 2, 9)$
5	I_5	$J(1, 3, 11)$
6	I_6	$S(4)$
7	I_7	$S(2)$
8	I_8	$J(0, 0, 4)$
9	I_9	$S(3)$
10	I_{10}	$Z(2)$
11	I_{11}	$J(0, 0, 4)$

4	3	2	0	0	1
5	3	2	1	0	1
6	3	2	1	0	2
7	3	2	2	0	2
8	3	2	2	0	3
9	3	2	3	0	3
10	3	2	0	1	3

	R_0	R_1	R_2	R_3	R_4
Configurazione Iniziale	3	2			
1	3	2	0		
2	3	2	0	0	
3	3	2	0	0	0

	Istruzione	
1	I_1	$Z(2)$
2	I_2	$Z(3)$
3	I_3	$Z(4)$
4	I_4	$J(0, 2, 9)$
5	I_5	$J(1, 3, 11)$
6	I_6	$S(4)$
7	I_7	$S(2)$
8	I_8	$J(0, 0, 4)$
9	I_9	$S(3)$
10	I_{10}	$Z(2)$
11	I_{11}	$J(0, 0, 4)$

4	3	2	0	0	1
5	3	2	1	0	1
6	3	2	1	0	2
7	3	2	2	0	2
8	3	2	2	0	3
9	3	2	3	0	3
10	3	2	0	1	3
11	3	2	0	1	4
12	3	2	1	1	4
13	3	2	1	1	5
14	3	2	2	1	5
15	3	2	2	1	6

	R_0	R_1	R_2	R_3	R_4
Configurazione Iniziale	3	2			
1	3	2	0		
2	3	2	0	0	
3	3	2	0	0	0

	Istruzione	
1	I_1	$Z(2)$
2	I_2	$Z(3)$
3	I_3	$Z(4)$
4	I_4	$J(0, 2, 9)$
5	I_5	$J(1, 3, 12)$
6	I_6	$S(4)$
7	I_7	$S(2)$
8	I_8	$J(0, 0, 4)$
9	I_9	$S(3)$
10	I_{10}	$Z(2)$
11	I_{11}	$J(0, 0, 5)$
12	I_{12}	$T(4, 0)$

16	3	2	3	1	6
17	3	2	3	2	6
18	3	2	0	2	6
19	6	2	0	2	6

$n = 3, k = 2$ - Sommo k volte n

Cosa succede se uno dei due interi è 0?