

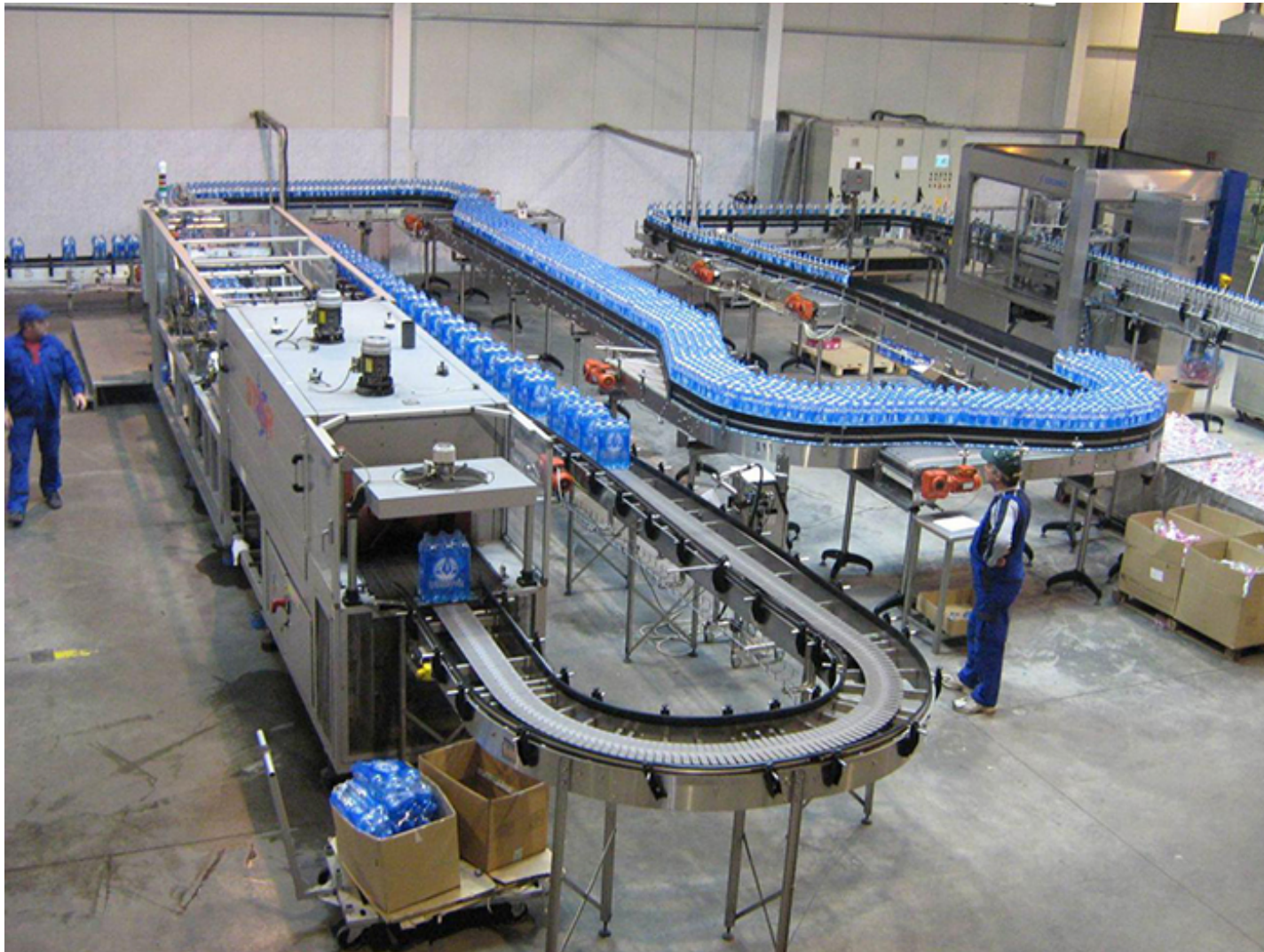


# خط لوله Pipeline

© تمامی اطلاعات موجود در این سند متعلق به دانشگاه صنعتی امیرکبیر بوده و حقوق قانونی آن محفوظ است.

## ایده خط لوله

- الهام گرفته از کارهای انسان
- خط لوله در کارخانجات تولیدی
- خط لوله در صنعت خودروسازی
- خط لوله در معادن



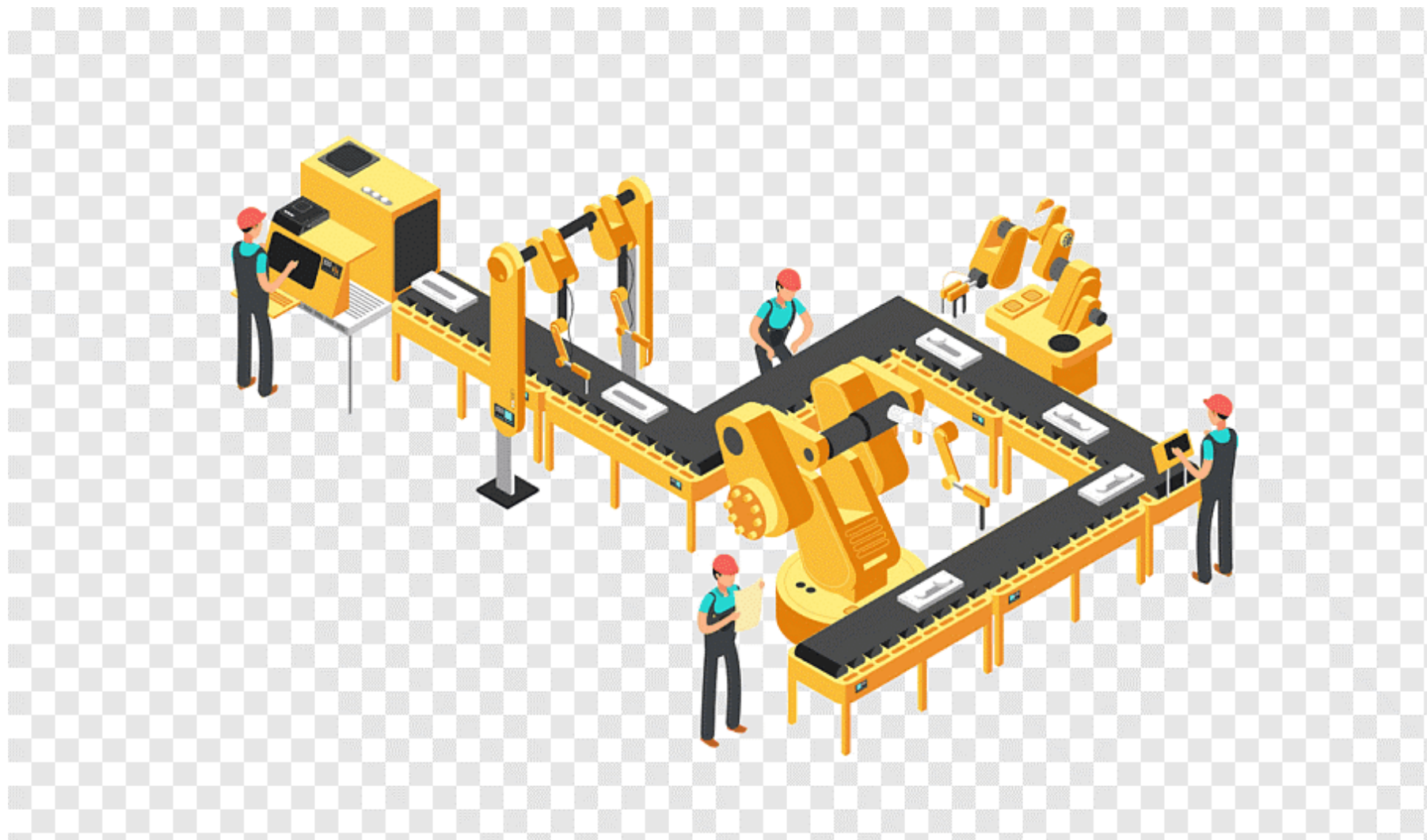














# خط لوله در مدارات ترکیبی

زمان کل  $T$

= maximum time ke tool mikeshe. (badtarin masir)  
in T minimum T hast ke tooye oon output amade hast.



Inputs



مدار ترکیبی



Outputs

$N$  : # inputs (jobs) = tedad dafaati ke az in madar kar migirim. (dar estelahe khate loole behesh migam jobs.) , ba input ha fargh dare.

$$Total\ Time = N \times T$$

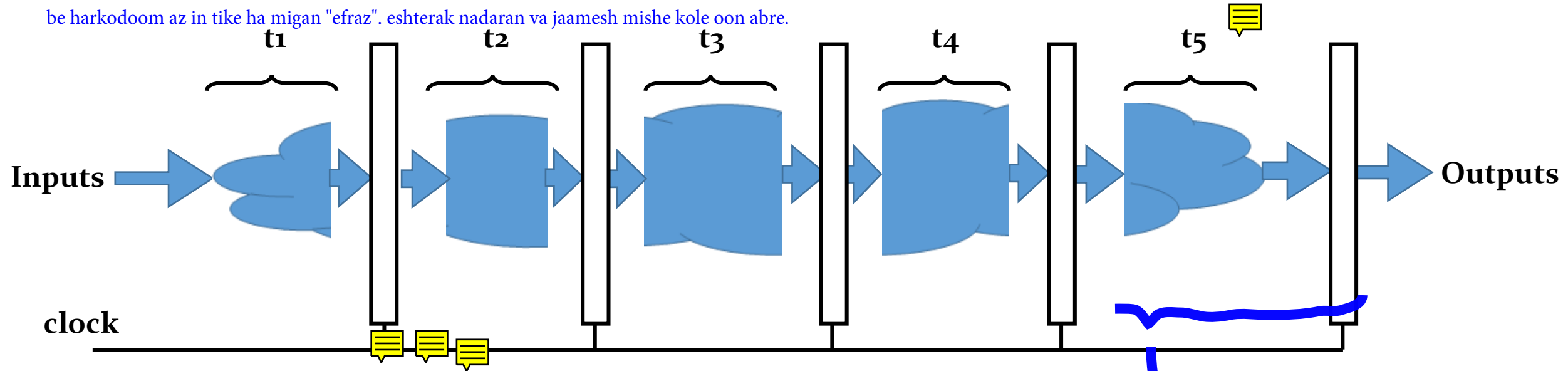




khate looleye daraye 5 marhale :

# خط لوله در مدارات ترکیبی

be harkodoom az in tike ha migan "efraz". eshtarak nadaran va jaamesh mishe kole oon abre.



$$t = \text{Period} \geq \text{Max}(t_i)$$

$$\text{Total time} = (5 + (N - 1)) \times t$$

$$\text{Total time} = (k + (N - 1)) \times t \quad \text{where } k \text{ is no. of stages}$$

stage  
step  
گام  
مرحله  
بخش





# خط لوله در مدارات ترکیبی دارای k مرحله

in formule 1 ro hamishe balad bashid.va havasetoon bashe faqat vaghti n be samte bi nahayat bere az formule 2 o 3 berin.

halate classic ( avalie)

$$\text{SPEEDUP} = \frac{N \times T}{(k + (N - 1)) \times t} \quad (I)$$

~~Total time~~

halate ba khate loole

$$\text{Limit } (\text{Total time}) N \rightarrow \infty \approx \frac{T}{t} \quad (II)$$

in kasr har chi bishtar bashe behtare ?

hamoon formule 1 dar soorati ke n -> binahayat bere ( adade bozorg)

maximum fasele beine 2 ta marhale = toole clock

speedup

$$\text{Total time} = (if \quad \forall i, j \quad t_i = t_j)$$

baraye halati ke ti ha baham barabaran.yani tori efraz mikonim ke har do marhale

andaze takhirash

$$\frac{T}{\frac{T}{k}} = k \quad (III)$$

baham mosavi bashan.

= andaze har marhalae

--> maximum sorat dar pipeline = k = tedade marahel

formule 2 abi rang va 3 ghermez rang baraye vaghtie ke n be samte binahayat bere !!! age masalan n=10 bashe dge azina nist.vaghti n be samte binahayat bere ma behtarin speedup ro migirim.

توجه:

فرمول (I) حالت کلی است و همیشه درست است.

فرمول (II) در حالتی که تعداد ورودیها به سمت بینهایت برود، درست است.

فرمول (III) در حالتی که تعداد ورودیها به سمت بینهایت برود و تاخیر هر قسمت برابر باشد، درست است.





# خط لوله در کامپیوتر



الگوریتم فون نیومن

- خواندن دستورالعمل (Instruction Fetch (IF)
- رمزگشایی دستورالعمل (Instruction Decode (ID)
- خواندن عملوندها (Operands read (OR)
- اجرای دستورالعمل (Instruction Execute (EXE)
- پس نویسی نتیجه (Result Write Back (WB)
- برو به دستور بعدی





# دیاگرام مکان-زمان (Space-time diagram)

mehvare ofoghi = zaman , mehvare amoodi = vahed haye cpu (marahel fon niuman)

Clock	1	2	3	4	5	6	7	8	...		T
IF	$I_1$	$I_2$	$I_3$	$I_4$	$I_5$	...					
ID		$I_1$	$I_2$	$I_3$	$I_4$	$I_5$	...				
OR			$I_1$	$I_2$	$I_3$	$I_4$	$I_5$	...			
EXE				$I_1$	$I_2$	$I_3$	$I_4$	$I_5$	...		
WB					$I_1$	$I_2$	$I_3$	$I_4$	$I_5$	...	$I_n$



javab dar daftar

1- ارتفاع جدول به چه پارامتری وابسته است؟

2- پهنای جدول به چه پارامتری وابسته است؟


3- برش افقی چه معنایی دارد؟

4- برش عمودی چه معنایی دارد؟

5- آخرین زمانی که دستور  $n$ -ام خارج میشود، چه زمانی است؟  $T$ ؟



# ایجاد حباب در خط لوله دستورالعمل

Clock	1	2	3	4	5	6	7	8	...		U
IF	$I_1$	$I_2$	$I_3$	$I_4$	$I_5$	...					
ID		$I_1$	$I_2$	$I_3$	$I_4$	$I_5$	...				
OR			$I_1$				$I_2$	$I_3$	$I_4$	$I_5$	
EXE				$I_1$			$I_2$	$I_3$	$I_4$	...	
WB					$I_1$			$I_2$	$I_3$	...	$I_n$

execute hamoon alu hast.

\* در صورت ایجاد حباب به طول  $b$ ، مدت اتمام چقدر خواهد بود؟  $U$ ؟





# مخاطرات خط لوله دستورالعمل

## وابستگی داده بین دستورالعمل‌های متوالی (Data Dependency)

○ آیا رایج است؟ یا نادر است؟

age in vabastegi beine 2 ta inste motevali bashe moshekl dare vali age beineshoon 5 ta fasele bashe moshkeli nadare.

rayej ast va darsade ghabele tavajohi az barname ha data dependency daran.

## تلاقی منبع (Resource Conflict)

○ واحد اجرای دستورالعمل نیاز به سخت افزار جمع دارد، واحد  $PC = PC + 4$  نیز همینطور.

migan baraye jaame pc boro az alu estefade kon vali khob alu dar oon zaman dar hale anjame marhale EXE hastesh va be conflict mikhorim , age yeki dar mioon ham anjam bedim baes mishe ke hobab anjam beshe.

## دستورات پرش (Branch Instructions)

○ دستورات پرش معمولی (بدون شرط) Simple branches

goto, jump ■

○ دستورات پرش شرطی (به شرط درست بودن گزاره) Conditional Branches

jz, jnz, jc, jnc, js, jns, jp, jnp, jo, jno, ... ■

○ چقدر رایج است؟

har do kheili rayejan.

Az har 6 ta inst dar assembly , yekish jumpe.





➤ حل مشکل وابستگی داده؟

- جابجایی دستورالعملها در صورت امکان
- کامپایلر یا برنامه نویس



➤ حل مشکل تلاقی منبع؟

- خرید منبع و افزایش آن



➤ حل مشکل دستورات پرش؟

- Take one randomly
- Interleave execution
- Branch predictor
- Branch target buffer (BTB)
- Loop buffer





# سوال؟

