Computer System Architecture

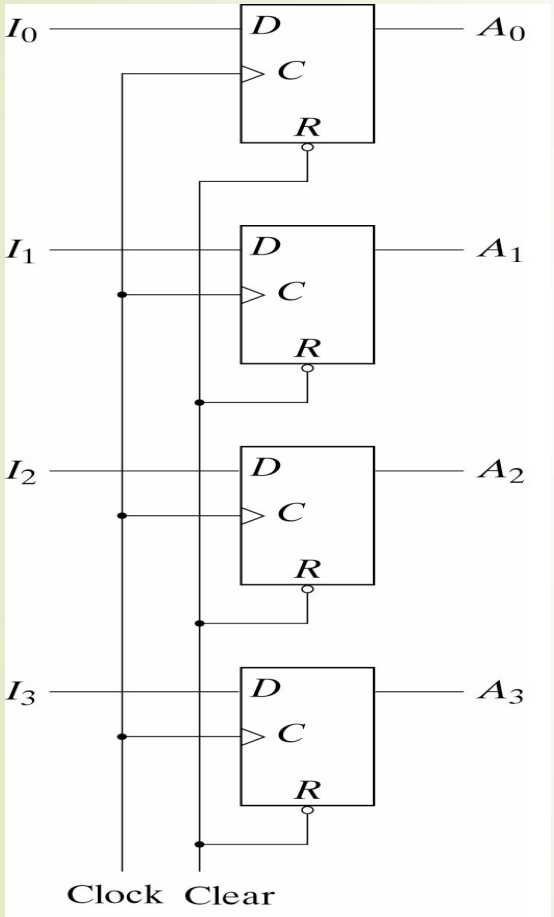
M. Morris Mano

معماری کامپیوتر

مدرس: دکتر پدیداران مقدم

Padidaran@gmail.com

2-4 رجیستر یا ثبات (Registers)

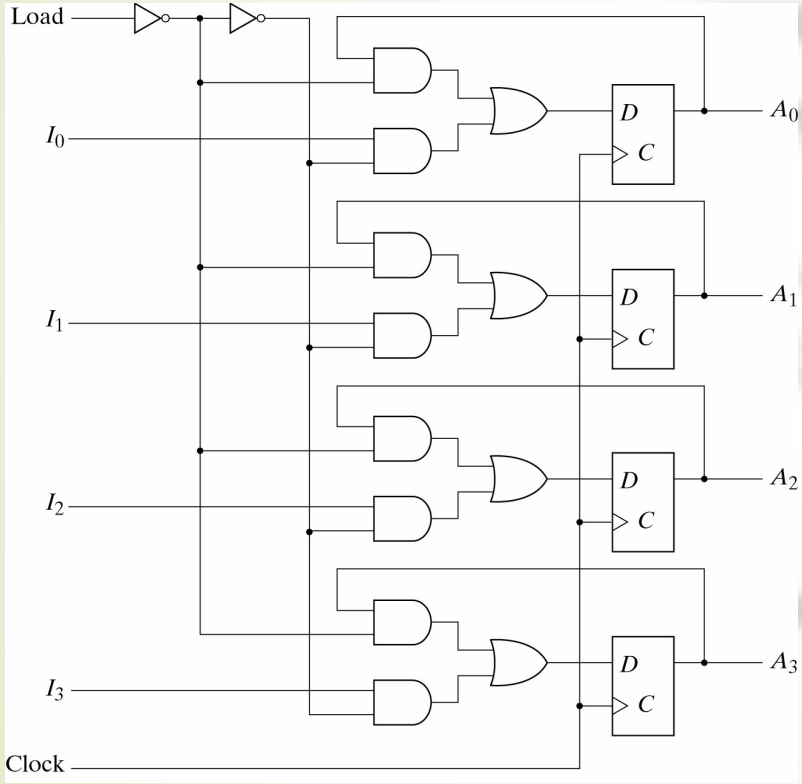


- ثبات ها از گروهی از فیلیپ فلاپ ها تشکیل شده اند که هر فلیپ فلاپ قابلیت ذخیره سازی یک بیت را دارد . بنابراین یک رجیستر nبیتی از n فلیپ فلاپ تشکیل شده است که قابلیت نگهداری nبیت را دارد .
- حافظه های داخلی CPU، رجیستر هستند .
- برای ساخت رجیسترها از فلیپ فلاپ Dاستفاده می شود .
- پاک کننده ، فعال سطح منفی است (سطح منفی یعنی با ۰ ولت کار می کند) چون سطح منفی به طور تصادفی با نویز تولید نمی شود .
- خط بارشدن : خط بار شدن اگر یک شود فلیپ فلاپ ها ورودی را می پذیرند به خاطر اینکه از ورودی های ناخواسته به فلیپ فلاپ جلوگیری کنیم .

- در شکل مقابل یک ثبات(رجیستر) ۴ بیتی نشان داده شده است.

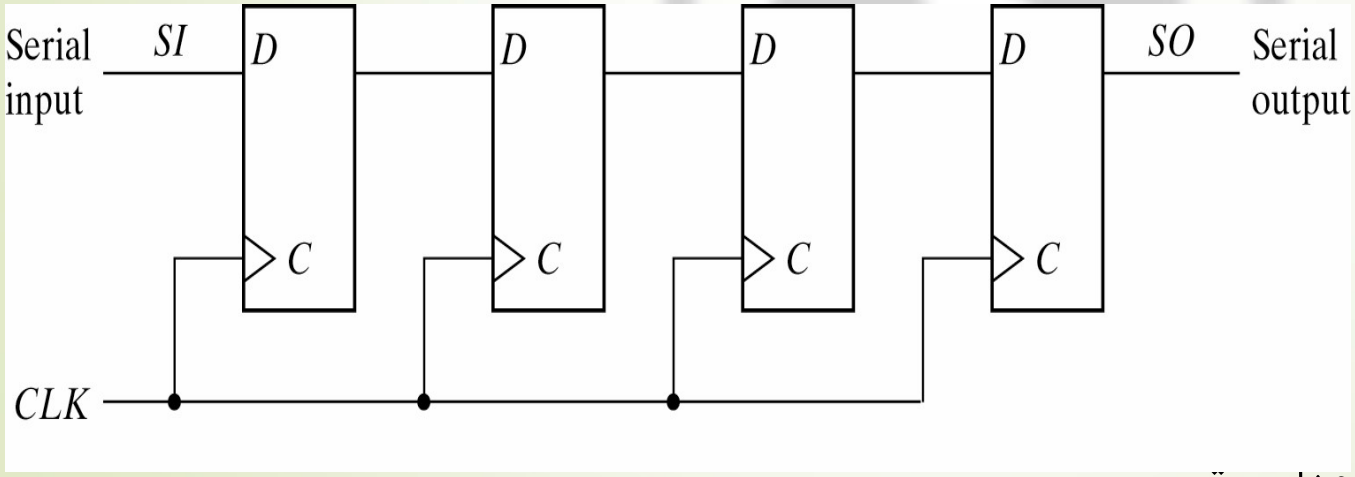
2-4 رجیستر یا ثبات (Registers)

- **ثبات ۴ بیتی با بار موازی**



2-5 شیفت رجیسترها (Shift Registers)

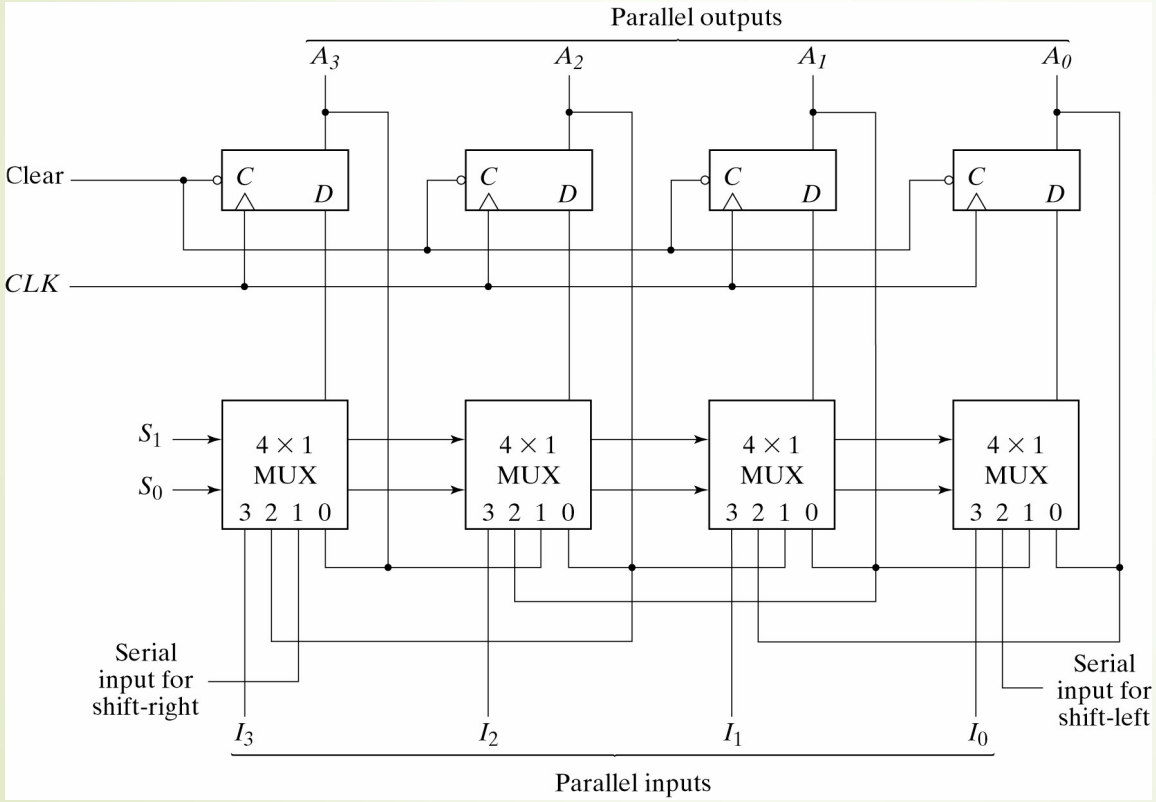
- ثباتی که قادر است اطلاعات دودویی را در یک یا دو جهت انتقال دهد، شیفت رجیستر نامیده می شود. شیفت رجیستر از زنجیره ای از فلیپ فلاپ های متوالی تشکیل شده که در آن خروجی یک فلیپ فلاپ به فلیپ فلاپ بعدی منتقل می شود.
- دو نوع شیفت داریم:
  ۱) سری
  ۲) موازی



- شکل 2-9 شیفت رجیستر چهار بیتی

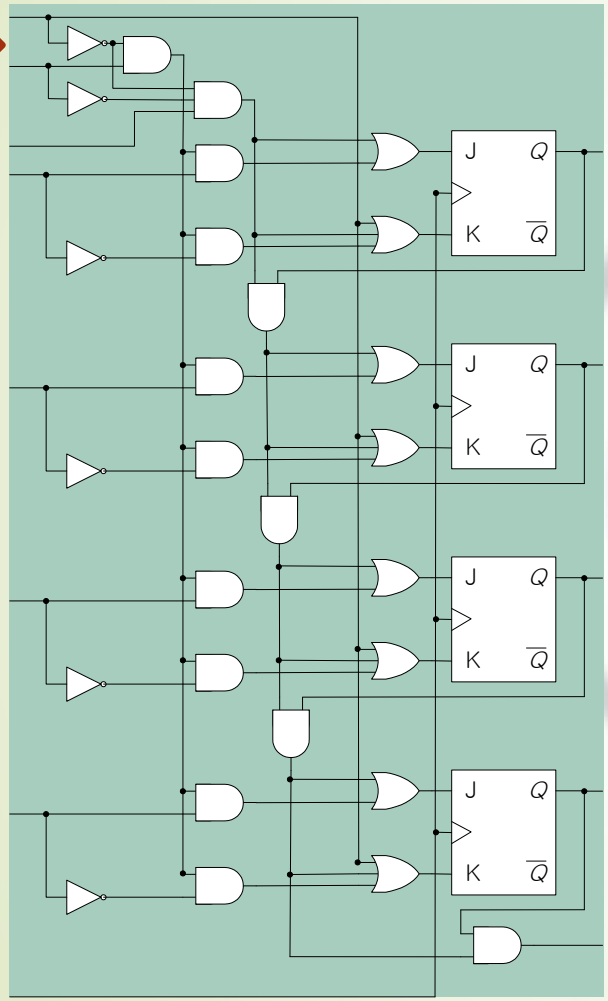
2-5 شیفت رجیسترها (Shift Registers)

شیفت رجیستر با انتقال دوطرفه



2-5 شمارنده ی دودویی:

- یکی دیگر از قطعاتی که در CPUاست شمارنده دودویی (Binary Counter)است.
- شمارنده ها مجموعه ای از فلیپ فلاپ ها هستند که حالات از پیش تعیین شده دودویی را تعیین می کند یک شمارنده دودویی n بیتی مجموعه ای از n فلیپ فلاپ است که دارای 2^n حالت مختلف است و از صفر تا 2^{n-1} را می شمارد.
- دلایل استفاده از شمارنده عبارت است از:
  - شمارش تعداد رویدادهای یک واقعه (the number of occurrences of)و
  - تولید سیگنال های زمان بندی برای کنترل توالی عملیات در یک کامپیوتر دیجیتال.



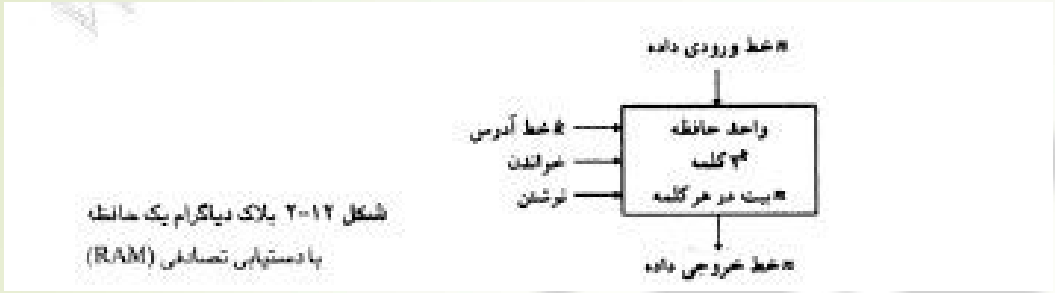
- شکل 2-12 شمارنده ی دودویی با بار شدن موازی

2-7 واحد حافظه (Memory Unit)

- **واحد حافظه :**
  - **مجموعه ای از سلول های ذخیره سازی به همراه مدارات لازم برای انتقال اطلاعات به داخل و خارج آن هاست. حافظه اطلاعات دودویی را به صورت دسته هایی از بیت به نام کلمه ذخیره می کند. ساختمان درونی یک واحد حافظه به وسیله تعداد کلمات آن و تعداد بیت های هر کلمه مشخص می شود.**
  - **سایز خانه را با n نمایش می دهیم و**
  - **تعداد خطوط آدرس را با k نمایش می دهیم.**
- **اگر k خط آدرس داشته باشیم 2^K خانه داریم.**
  - **یک سری خطوط برای داده – یک سری برای آدرس – یک سری برای کنترل**
- **دو نوع کنترل در حافظه اتفاق می افتد: خواندن از حافظه – نوشتن بر حافظه**
- **خواندن از حافظه: یعنی انتقال اطلاعات از داخل حافظه به خارج حافظه (بر روی CPU یا گذرگاه)**
- **نوشتن بر حافظه: یعنی انتقال اطلاعات از خارج به داخل حافظه**

2-7 واحد حافظه (Memory Unit)

- دو نوع حافظه داریم:
- حافظه با دسترسی تصادفی (RAM)



شکل ۲-۱۲ بلاک دیاگرام یک حافظه با دسترسی تصادفی (RAM)

- حافظه فقط خواندنی

شکل ۲-۱۳ بلاک دیاگرام حافظه فقط خواندنی (ROM)

فصل چهارم: انتقال ثبات ها و ریز عمل ها (ساختار ALU)

Chap 4. Register Transfer and Micro operations

- زبان انتقال ثبات
- انتقال ثبات
- انتقال حافظه و گذرگاه
- ریزعمل های حسابی
- ریزعملهای منطقی
- ریزعمل های شیفت
- واحد شیفت حسابی

- در طراحی سیستم های دیجیتال از طراحی ماژولی استفاده می شود.
- ماژول ها از اجزایی مانند ثبات ها , دیکدرها , عناصر حسابی و منطقی ساخته می شود.
- ماژول های مختلف با مسیر های مشترک و کنترل به هم متصل می شوند تا یک کامپیوتر دیجیتال به وجود آید

ریزعمل (Micro operations):

- عملیاتی که روی داده های ذخیره شده در ثبات ها صورت می گیرد ریزعمل نامیده می شود

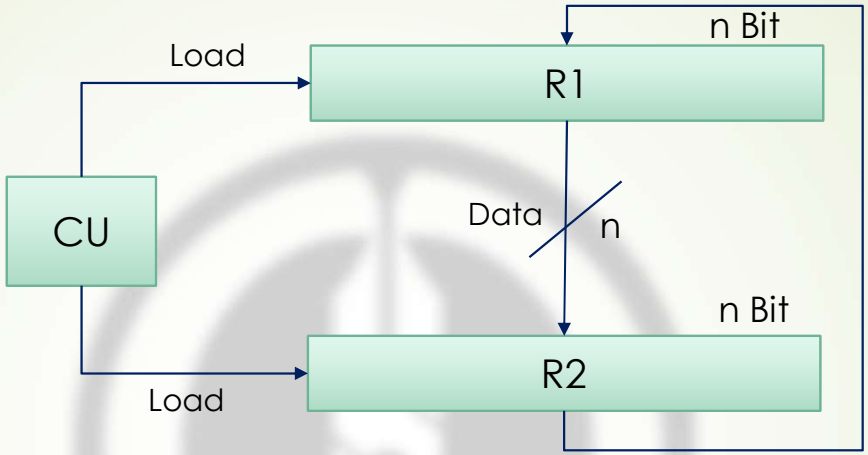
زبان انتقال ثبات

- نحوه ی بیان نمادین برای انتقال های ریزعملی در بین ثبات ها و حافظه زبان انتقال ثبات ها خوانده می شود

انواع ریزعمل ها در کامپیوتر پایه:

- ریزعمل ها در واحد ALU به چهار دسته مختلف تقسیم می شوند:
  - ریزعمل های انتقال ثبات
  - ریزعمل های حسابی
  - ریزعمل های منطقی
  - ریزعمل های شیفت

تصمیم گیرنده در این مدار CU می باشد.



رجیستر های داخل سیستم , هم سایز هستند برای انتقال اطلاعات از R1 به R2 نیاز به n تا خط داده داریم

خط load اگر فعال باشد رجیستر داده می پذیرد.

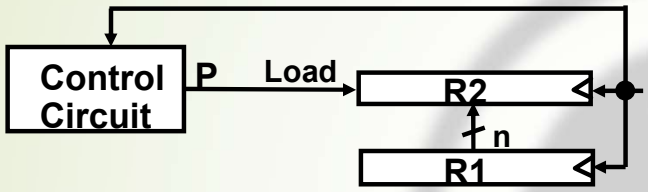
هر خط کنترلی به واحد CU در CPU وصل می شود.

اگر خروجی R1 به R2 وصل باشد در صورتی که load مربوط به R2 فعال باشد , عمل انتقال از R1 به R2 انجام می گیرد

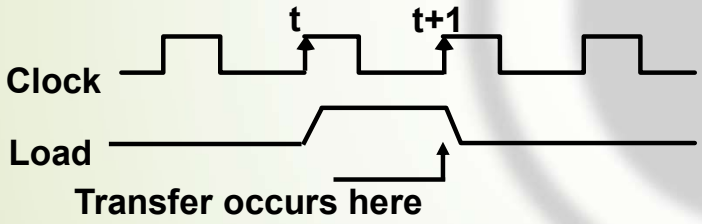
4-1 زبان انتقال ثباتی (Register Transfer Language)

- R1 به R2 منتقل خواهد شد به شرط آن که p فعال باشد.
- انتقال ثبات R1 به R2 زمانی که P=1 باشد.

P: R2 ← R1



الف) بلاک دیاگرام



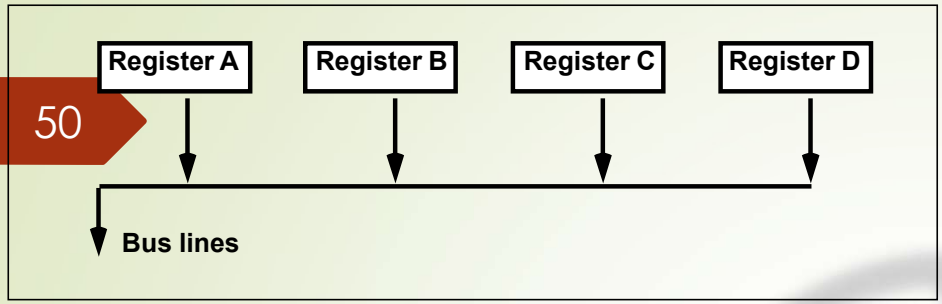
ب) دیاگرام زمانی

دو شرط لازم برای پذیرش ورودی توسط رجیستر:

۱) با پالس مثبت یا لبه فعال باشند

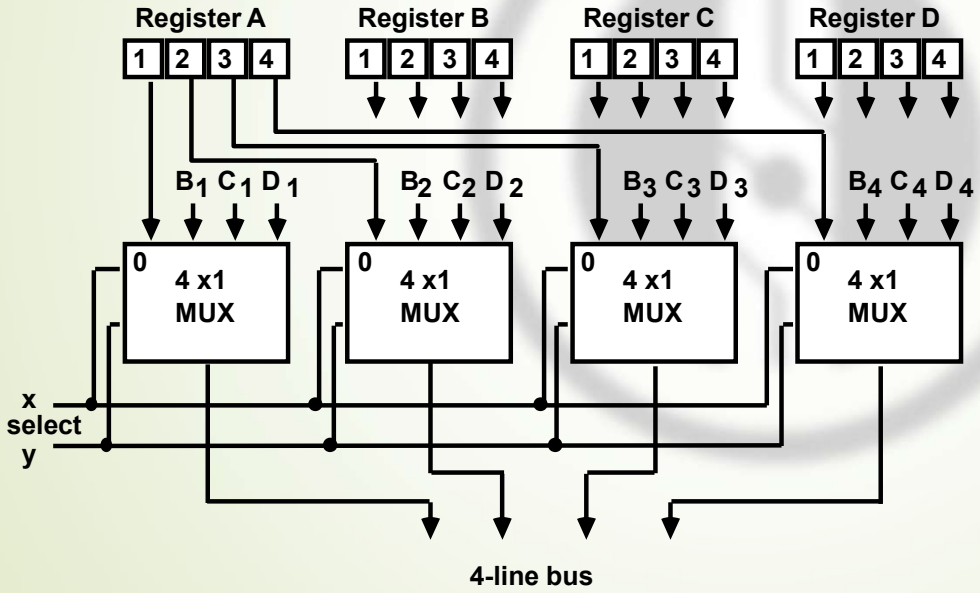
۲) به طور همزمان ورودی بار کردن هم یک باشد.

گذرگاه مشترک:



- زمانی که انتقال اطلاعات بین بیش از دو ثبات باشد مثلا (R1 و R2 و R3) از گذرگاه داده یا گذرگاه مشترک استفاده می شود.
- ساختار یک گذرگاه از مجموعه ای از خطوط مشترک تشکیل شده است که تعداد آن ها یک خط به ازای هر یک بیت های ثبات است و از طریق آن ها اطلاعات دودویی انتقال می یابد. گذرگاه مشترک زمانی استفاده می شود که سیستم دارای چندین ثبات است و انتقال اطلاعات بین ثبات ها مورد انتظار است.
- گذرگاه یک مسیر (متشکل یک گروه از سیم ها) که اطلاعات روی آن منتقل می شود. انتقال می تواند از منابع مختلف به مقاصد مختلف باشد.

- طراحی گذرگاه مشترک از دو طریق امکان پذیر است:
  ۱. با استفاده از مالتی پلکسر
  ۲. استفاده از بافر های سه حالته

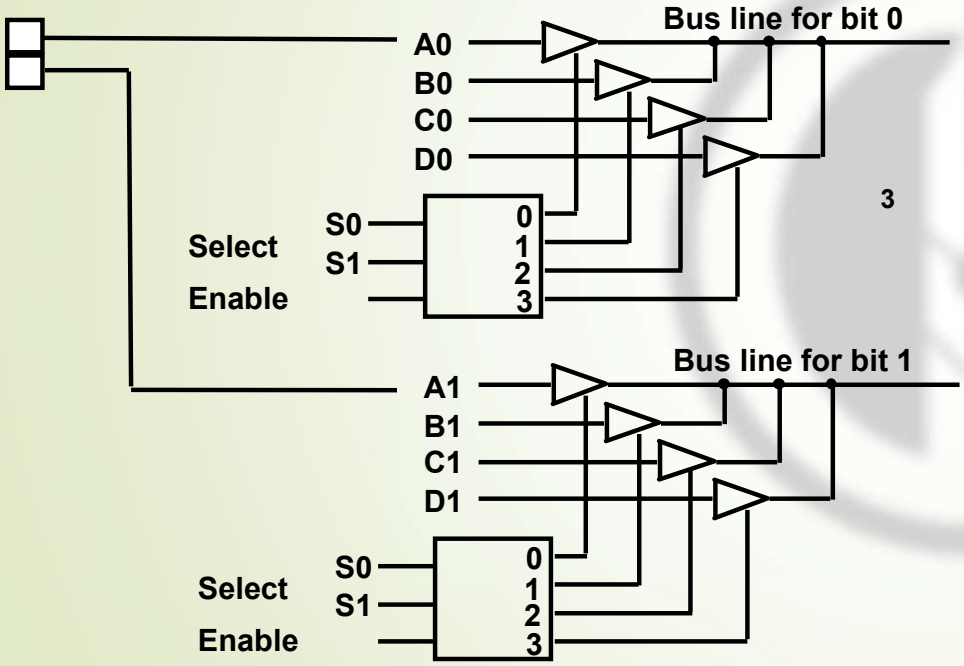


سیستم گذرگاه برای چهار ثبات با استفاده از مالتی پلکسر

گذرگاه مشترک:

2. استفاده از بافر های سه حالته

بافر سه حالته



3

گذرگاه با بافر سه حالته

سیستم گذرگاه با استفاده از استفاده از بافر های سه حالته

انواع ریزعمل ها در کامپیوتر پایه:

- ریزعمل ها در سیستم کامپیوتری به چهار دسته مختلف تقسیم می شوند:
  - ریزعمل های انتقال ثبات
  - ریزعمل های حسابی
  - ریزعمل های منطقی
  - ریزعمل های شیفت

- مروری بر ریز عمل های انتقال ثبات:

شرح	نمایش سمبلیک
انتقال از ثبات B به ثبات A	A ← B
انتقال قسمت AD از ثبات DR به ثبات AR	AR ← DR(AD)
انتقال مقدار ثابت باینری به A	A ← constant
انتقال همزمان از R1 به گذرگاه و از گذرگاه به R2	BUS ← R1, R2 ← BUS
ثبات آدرس	AR
ثبات داده	DR
کلمه حاقظه مشخص شده با ثبات AR	M[AR]
گاهی اوقات به جای M[AR] به کار می رود.	M
انتقال از کلمه مشخص شده با AR از حافظه به ثبات DR	DR ← M[AR]
انتقال از ثبات DR به کلمه مشخص شده با آدرس AR به حافظه	M[AR] ← DR

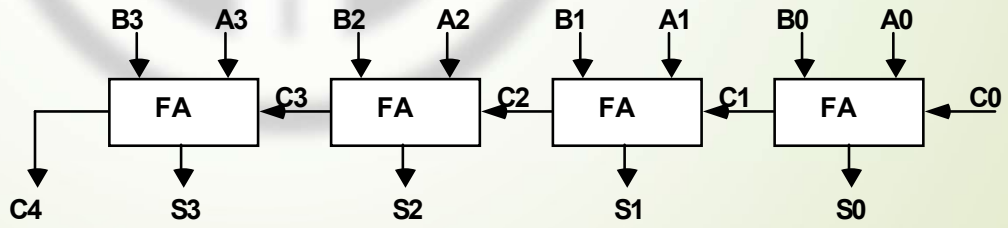
شرح	نمایش سمبلیک
انتقال از ثبات B به ثبات A	A ← B
انتقال قسمت AD از ثبات DR به ثبات AR	AR ← DR(AD)
انتقال مقدار ثابت باینری به A	A ← constant
انتقال همزمان از R1 به گذرگاه و از گذرگاه به R2	BUS ← R1, R2 ← BUS
ثبات آدرس	AR
ثبات داده	DR
کلمه حاقظه مشخص شده با ثبات AR	M[AR]
گاهی اوقات به جای M[AR] به کار می رود.	M
انتقال از کلمه مشخص شده با AR از حافظه به ثبات DR	DR ← M[AR]
انتقال از ثبات DR به کلمه مشخص شده با آدرس AR به حافظه	M[AR] ← DR

انواع ریزعمل ها در کامپیوتر پایه:

ریزعمل های حسابی:

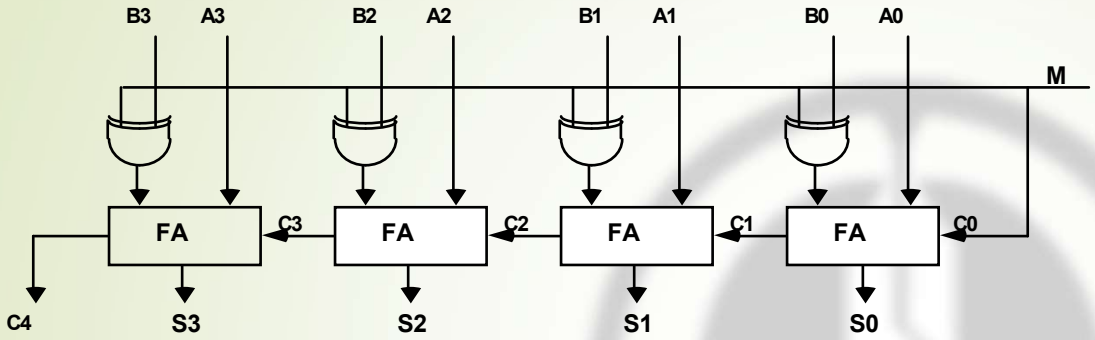
شرح	نمایش سمبلیک
جمع	R3 ← R1 + R2
تفریق	R3 ← R1 - R2
مکمل یک R2	R2 ← R2’
مکمل دو R2	R2 ← R2’+ 1
تفریق	R3 ← R1 + R2’+ 1
افزایش یک واحد	R1 ← R1 + 1
کاهش یک واحد	R1 ← R1 - 1

جمع کننده دودویی:

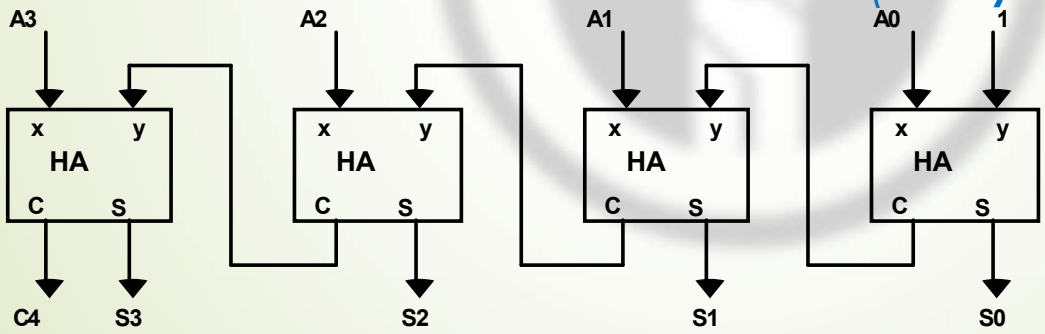


انواع ریزعمل ها در کامپیوتر پایه:

- جمع کننده-تفریق کننده دودویی (Binary Adder-Subtractor)

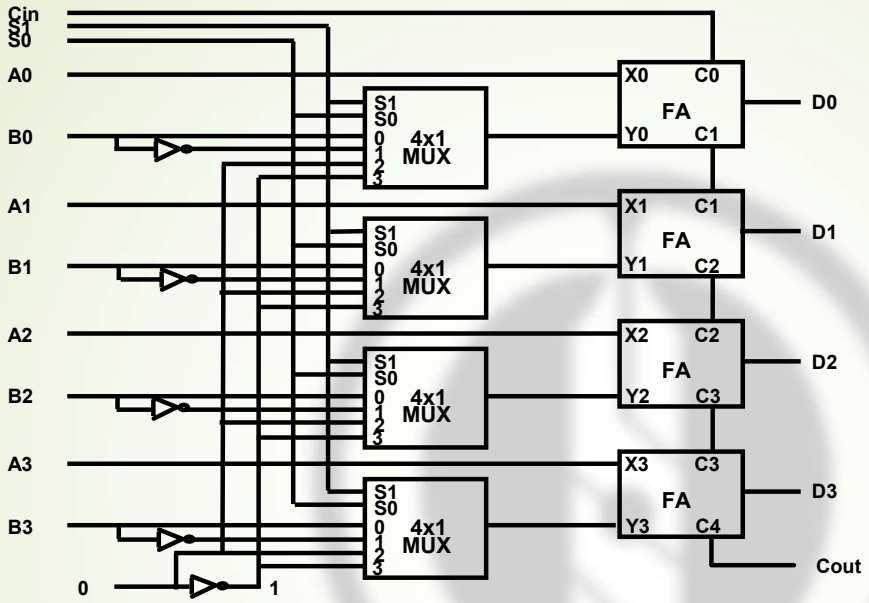


- افزایشگر دودویی (Binary Incrementer)



انواع ریزعمل ها در کامپیوتر پایه:

- مدار عملیات حساب 4 بی‌تی:



S1	S0	Cin	Y	Output	ریزعمل ها
0	0	0	B	D = A + B	Add
0	0	1	B	D = A + B + 1	Add with carry
0	1	0	B’	D = A + B’	Subtract with borrow
0	1	1	B’	D = A + B’+ 1	Subtract
1	0	0	0	D = A	Transfer A
1	0	1	0	D = A + 1	Increment A
1	1	0	1	D = A - 1	Decrement A
1	1	1	1	D = A	Transfer A

انواع ریزعمل ها در کامپیوتر پایه:

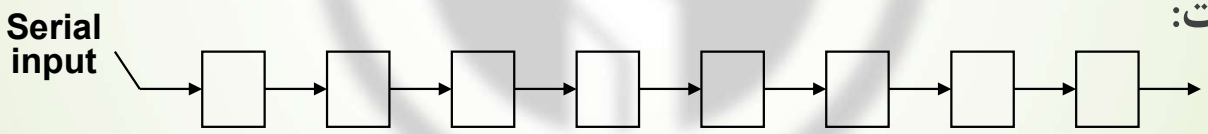
- ریزعمل های منطقی

x y	0 0 1 1 0 1 0 1	*Boolean Function*	*Micro-Operations*	*Name*
	0 0 0 0	F0 = 0	F ← 0	Clear
	0 0 0 1	F1 = xy	F ← A ∧ B	AND
	0 0 1 0	F2 = xy'	F ← A ∧ B'	
	0 0 1 1	F3 = x	F ← A	Transfer A
	0 1 0 0	F4 = x'y	F ← A'∧ B	
	0 1 0 1	F5 = y	F ← B	Transfer B
	0 1 1 0	F6 = x ⊕ y	F ← A ⊕ B	Exclusive-OR
	0 1 1 1	F7 = x + y	F ← A ∨ B	OR
	1 0 0 0	F8 = (x + y)'	F ← (A ∨ B)'	NOR
	1 0 0 1	F9 = (x ⊕ y)'	F ← (A ⊕ B)'	Exclusive-NOR
	1 0 1 0	F10 = y'	F ← B'	Complement B
	1 0 1 1	F11 = x + y'	F ← A ∨ B	
	1 1 0 0	F12 = x'	F ← A'	Complement A
	1 1 0 1	F13 = x' + y	F ← A'∨ B	
	1 1 1 0	F14 = (xy)'	F ← (A ∧ B)'	NAND
	1 1 1 1	F15 = 1	F ← all 1's	Set to all 1's

انواع ریزعمل ها در کامپیوتر پایه:

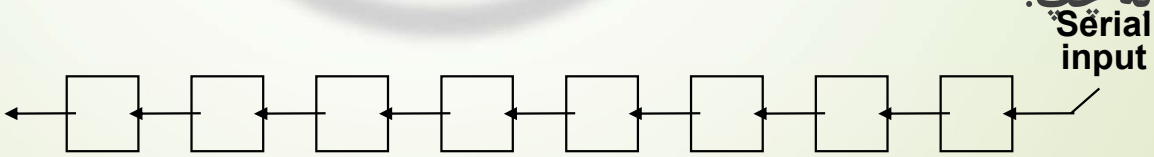
- ریز عمل های شیفت:
- در سیستم های دیجیتال سه نوع شیفت مختلف وجود دارد:
  - *شیفت منطقی*
  - *شیفت چرخشی*
  - *شیفت حسابی*

عملیات شیفت به راست:



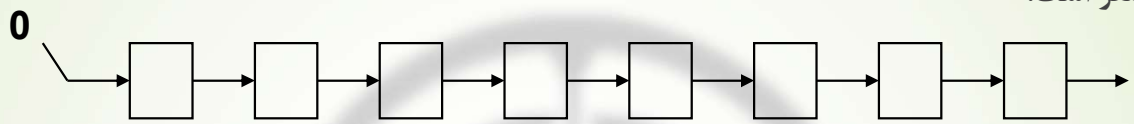
A left shift operation

عملیات شیفت به چپ:

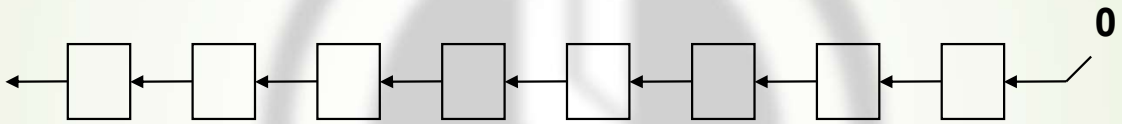


انواع ریزعمل ها در کامپی‌وتر پای‌ه:

- **شیفت منطقی:**
- در شیفت منطقی بیت ورودی صفر است.
- شیفت منطقی به راست:



- شیفت منطقی به چپ:



- در زبان انتقال ثبات از علائم زیر استفاده می شود:

shl شیفت منطقی به چپ

shr شیفت منطقی به راست

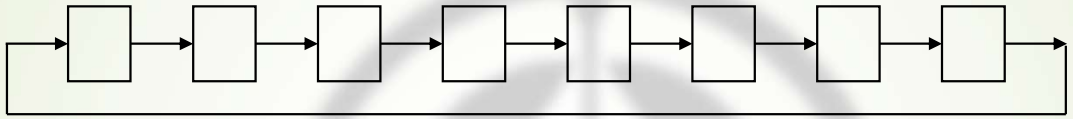
مثال:

R2 ← shr R2

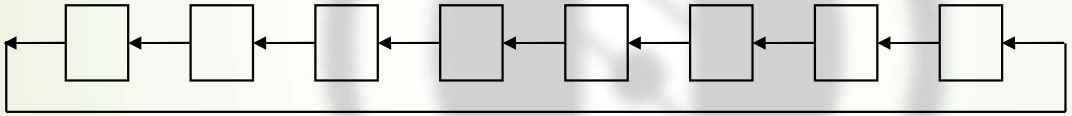
R3 ← shl R3

انواع ریزعمل ها در کامپیوتر پایه:

- **شیفت چرخشی:**
- در شیفت چرخشی بیت ورودی سریال، بیت خروجی از سمت دیگر ثبات است.
- شیفت چرخشی به راست:



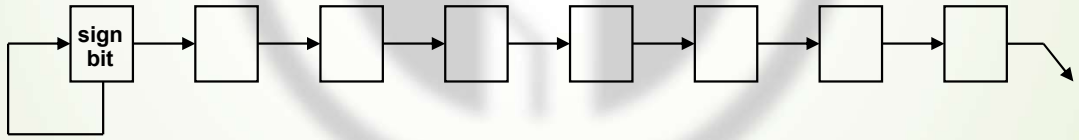
- شیفت چرخشی به چپ:



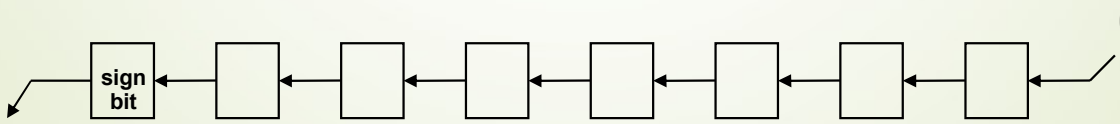
- در زبان انتقال ثبات از علائم زیر استفاده می شود:
  - **cil** شیفت چرخشی به چپ
  - **cir** شیفت چرخشی به راست
  - مثال: $R2 \leftarrow cir\ R2$
  - $R3 \leftarrow cil\ R3$

انواع ریزعمل ها در کامپیوتر پایه:

- شیفت حسابی
- شیفت حسابی برای اعداد علامت دار معنی دار است.
- شیفت حسابی به چپ عدد درون ثبات را در ۲ ضرب می کند.
- شیفت حسابی به راست عدد درون ثبات را بر ۲ تقسیم می کند.
- مهمترین ویژگی شیفت حسابی آن است که به هنگام شیفت (ضرب و تقسیم) علامت ثبات را حفظ می کند.
- شیفت حسابی به راست:

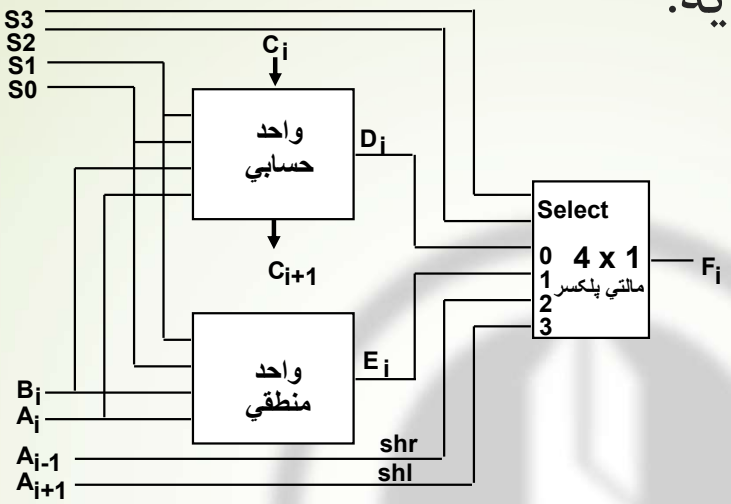


- شیفت حسابی به چپ:



انواع ریزعمل ها در کامپیوتر پایه:

- واحد عملیات شیفت، منطقی، حسابی:



S3	S2	S1	S0	Cin	عمليات	توضيح
0	0	0	0	0	F = A	Transfer A
0	0	0	0	1	F = A + 1	Increment A
0	0	0	1	0	F = A + B	Addition
0	0	0	1	1	F = A + B + 1	Add with carry
0	0	1	0	0	F = A + B’	Subtract with borrow
0	0	1	0	1	F = A + B’+ 1	Subtraction
0	0	1	1	0	F = A - 1	Decrement A
0	0	1	1	1	F = A	TransferA
0	1	0	0	X	F = A ∧ B	AND
0	1	0	1	X	F = A ∨ B	OR
0	1	1	0	X	F = A ⊕ B	XOR
0	1	1	1	X	F = A’	Complement A
1	0	X	X	X	F = shr A	Shift right A into F
1	1	X	X	X	F = shl A	Shift left A into F