

# تصميم الدوائر المنطقية

ITGS 126

المحاضرة العاشرة

الدوائر المنطقية التتابعية (المسجلات)

Sequential Logic Circuits (Registers)

أ. منار سامي عريف

## مقدمة

**القلاب** : هو عبارة عن دائرة رقمية قادرة على حفظ رقم ثنائي واحد ( 0 أو 1).

**المسجلات** : هو عبارة عن دائرة رقمية قادرة على حفظ عدد ثنائي واحد مثل ( 1010-10101110).

**وحدة الذاكرة** : هي عبارة عن سلسلة من المسجلات ( مصفوفة من المسجلات ) قادرة على حفظ عدة أعداد ثنائية .

## استخدامات المسجلات :

1- حفظ وتخزين الأعداد الثنائية

2- جميع وحدات الحاسب الأساسية تستخدم وتعتمد طريقة عملها على المسجلات مثلا:

- تستخدم وحدة الحساب والمنطق ALU المسجلات لحفظ البيانات الرقمية قبل وبعد عملية المعالجة.

- لكل وحدة إدخال أو إخراج مسجل واحد على الأقل لحفظ البيانات أثناء عمليات نقل البيانات من وإلى وحدة المعالجة المركزية CPU.

**العناصر الأساسية المكونة للمسجلات هي : القلابات**

. **تصنيف المسجلات** يمكن تصنيفها حسب :

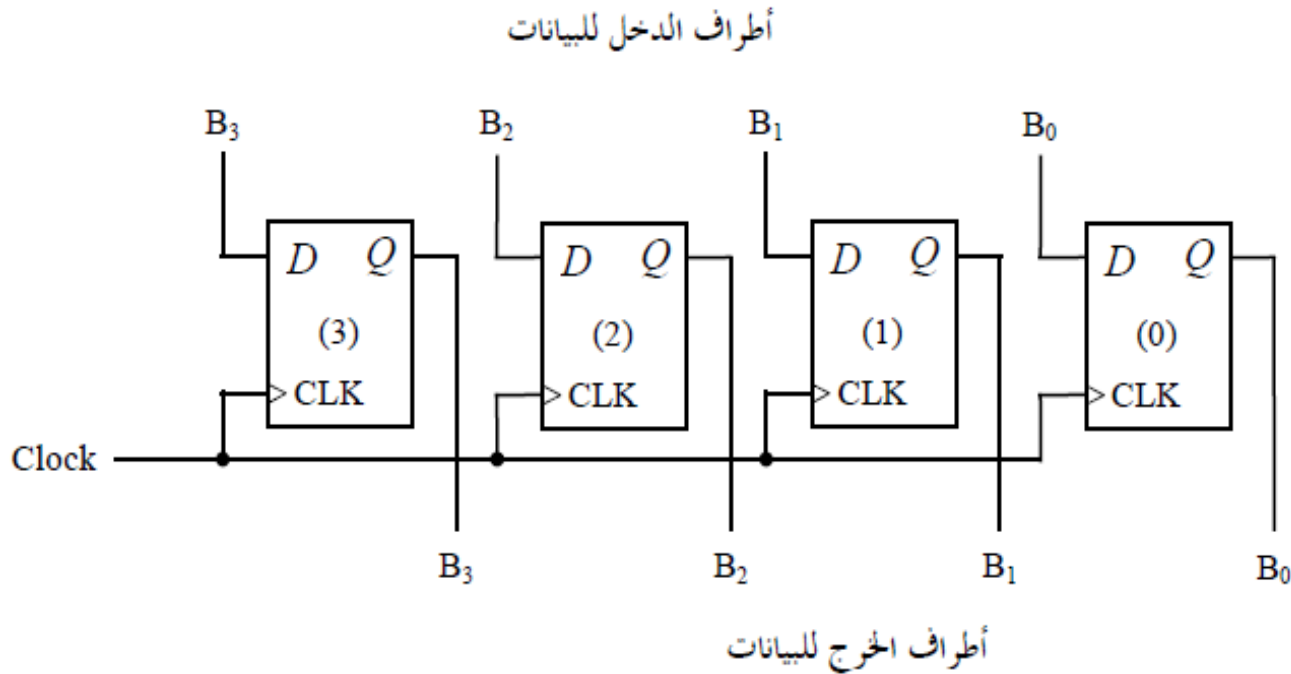
1- الوظيفة.

2- الحجم .

3- طريقة تحميل واسترجاع البيانات من المسجل

# بناء المسجلات

يتم بناء المسجلات باستخدام قلاب (D-Flip Flops) ونحتاج عدداً من القلابات بعدد الخانات الثنائية (bit) المطلوب تخزينها. الشكل التالي يوضح الدائرة المنطقية لمسجل مكون من أربعة خانات (4-bit Registers)



**تصنيف المسجلات يمكن تصنيفها حسب :**

1- الوظيفة. 2- الحجم . 3- طريقة تحميل واسترجاع البيانات من المسجل

**أولاً: تصنيف المسجلات حسب : الوظيفة**

1- مسجلات تخزين (Storage Registers) ويستخدم كوسيلة للتخزين المؤقت للبيانات.

2- مسجلات وظيفة عملية (Operational Registers) ويستخدم كوسيلة للتخزين المؤقت للبيانات وكذلك بها دوائر قادرة على معالجة هذه البيانات.

**ثانياً : تصنيف المسجلات حسب : الحجم**

مثل [ مسجل بحجم 4 خانات (4-bit Registers) أو مسجل بحجم 8 خانات (8-bit Registers) أو مسجل بحجم 16 خانة (16-bit Registers) ].

**ثالثاً : تصنيف المسجلات حسب : طريقة تحميل واسترجاع البيانات من المسجل**

1- المسجلات المتوازية (Parallel Registers)

- وهي تحمل البيانات وتسترجعها بطريقة متوازية. - تستخدم في تخزين البيانات.

2- المسجلات المتسلسلة أو المتتالية (Serial Registers)

- وهي تحمل البيانات وتسترجعها بطريقة متسلسلة.

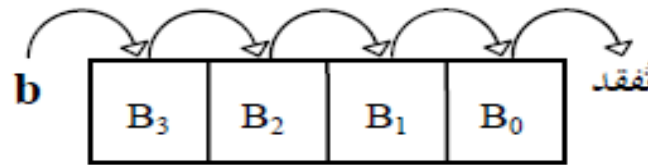
- تستخدم في تخزين البيانات ولها تطبيقات أخرى وتسمى كذلك بمسجلات الإزاحة (Shift Registers)

## مسجلات الإزاحة

مسجل الإزاحة Shift Register هو عبارة عن مسجل يستطيع عمل إزاحة للبيانات الموجودة بداخله بمقدار خانة واحدة أو أكثر يمينا أو يساراً وهناك عدة أنواع من الإزاحة

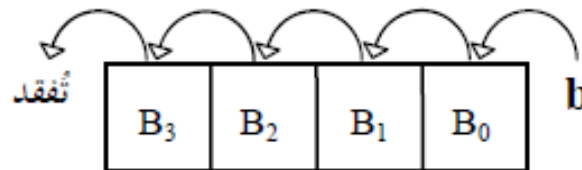
### الإزاحة إلى اليمين Shift Right

هنا تم الإزاحة بمقدار خانة واحدة لليمين حيث تفقد الخانة الدنيا  $B_0$  وتحل الخانة  $B_1$  محلها وتحل الخانة  $B_2$  محل الخانة  $B_1$  وتحل الخانة  $B_3$  محل الخانة  $B_2$  ويتم إدخال bit من الخارج إلى الخانة العليا MSB ليحل محل الخانة  $B_3$



### الإزاحة إلى اليسار Shift left

هنا تم الإزاحة بمقدار خانة واحدة لليساار حيث تفقد الخانة العليا  $B_3$  وتحل الخانة  $B_2$  محلها وتحل الخانة  $B_1$  محل الخانة  $B_2$  وتحل الخانة  $B_0$  محل الخانة  $B_1$  ويتم إدخال bit من الخارج إلى الخانة الدنيا LSB ليحل محل الخانة  $B_0$

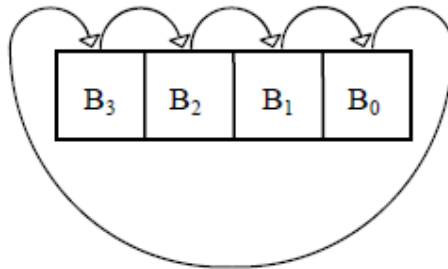


# مسجلات الإزاحة

## الإزاحة الدورانية إلى اليمين Rotate Right

هنا تتم الإزاحة بمقدار خانة واحدة لليمين ولكن لا يحدث أي فقد أو إدخال من الخارج حيث أن الخانة

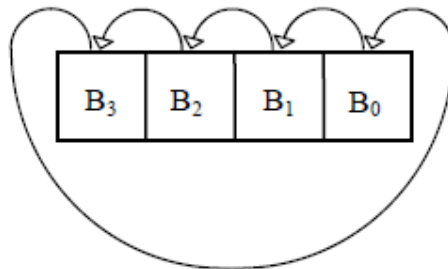
الدنيا  $B_0$  تحل محل الخانة العليا الخانة  $B_3$



## الإزاحة الدورانية إلى اليسار Rotate Left

هنا تتم الإزاحة بمقدار خانة واحدة لليسار ولكن لا يحدث أي فقد أو إدخال من الخارج حيث أن الخانة

العليا  $B_3$  تحل محل الخانة الدنيا الخانة  $B_0$



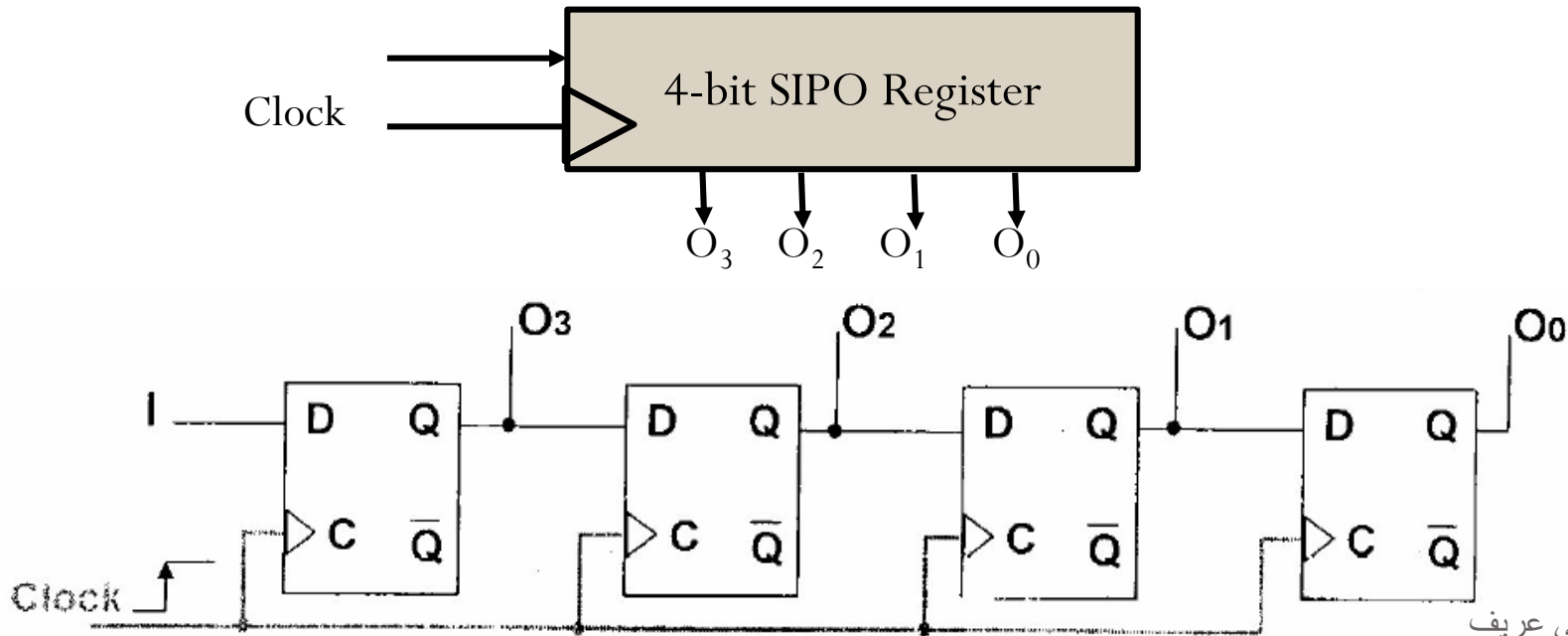
# المسجلات المتسلسلة أو المتتالية Serial Register

• تتنوع مسجلات الإزاحة حسب طريقة إدخال وإخراج البيانات كالتالي :

- 1- Serial –In Parallel – Out Registers(SIPO).
- 2- Serial –In Serial– Out Registers(SISO).
- 3- Parallel –In Serial – Out Registers(PISO).

## 1- Serial –In Parallel – Out Registers(SIPO).

الرمز المنطقي والدائرة المنطقية لدائرة مسجل SIPO بحجم 4-Bits



## 1- Serial –In Parallel – Out Registers(SIPO).

• وهي عبارة عن مسجلات تستقبل البيانات من مدخل واحد فقط واحد تلو الأخرى بطريقة متتالية وتسترجع البيانات من مخارج المسجل بطريقة متوازية .

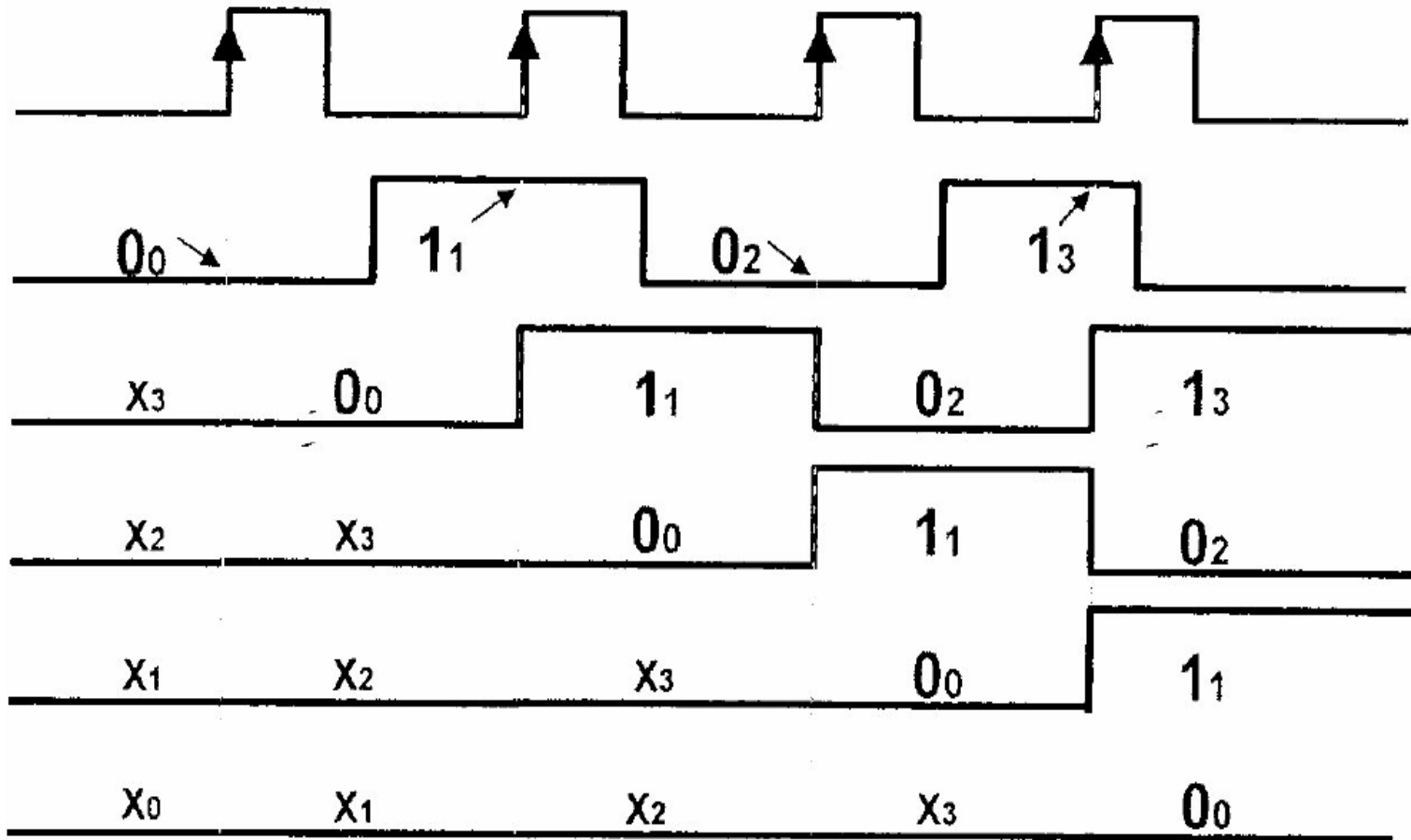
ماهي خطوات إدخال العدد الثنائي 0111 باستخدام مسجل SIPO ؟

1. لنبدأ بتصفير محتويات المسجل لتصبح (0000) ومن خلال إعطاء جهد 5v على مدخل التصفير CLK لجميع القلابات نحصل على قيم لتصبح صفراً
2. سوف نبدأ بإدخال الرقم الثنائي الأول 1 من اليمين عبر المدخل ثم تطبيق نبضة ساعة.
3. نضع البت الثانية وهي 1 على المدخل ونطبق نبضة الساعة الثانية .
4. نضع البت الثالثة وهي 1 على المدخل ونطبق نبضة الساعة الثالثة.
5. وأخيراً لإدخال البت الرابعة والأخيرة نضعها على المدخل ونطبق نبضة الساعة الرابعة.



العدد المراد إدخاله		QA	QB	QC	QD	رقم النبضة
011	1	0	0	0	0	في البداية
01	1	1	0	0	0	بعد النبضة الأولى
0	1	1	1	0	0	بعد النبضة الثانية
	0	1	1	1	0	بعد النبضة الثالثة
		0	1	1	1	بعد النبضة الرابعة

# المخطط الزمني لإدخال العدد الثنائي 1010 باستخدام مسجل SIPO

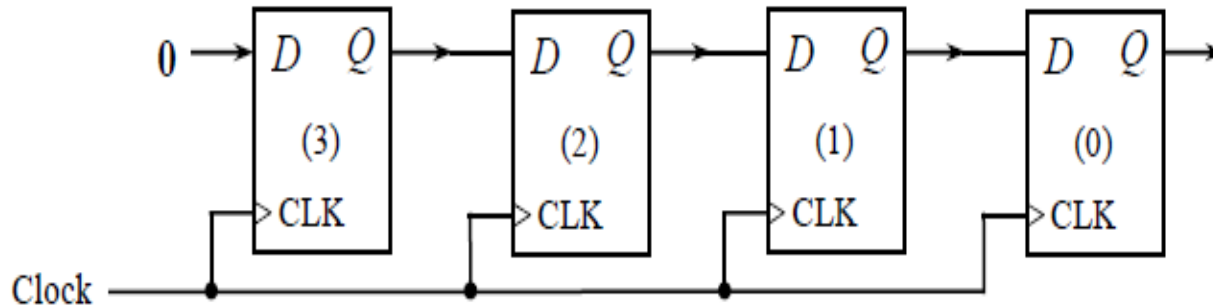


زمن التأخير = عدد المراحل (القلابات) × زمن النبضة الواحدة

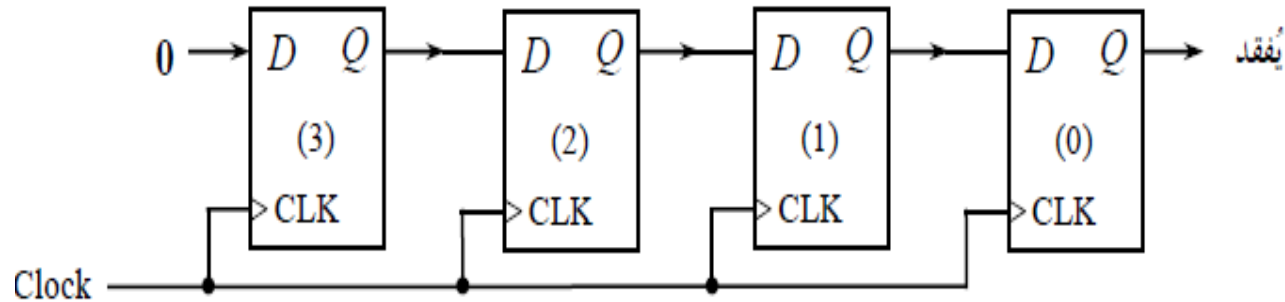
$$T = N \times t$$

## 2- Serial –In Serial– Out Registers (SISO).

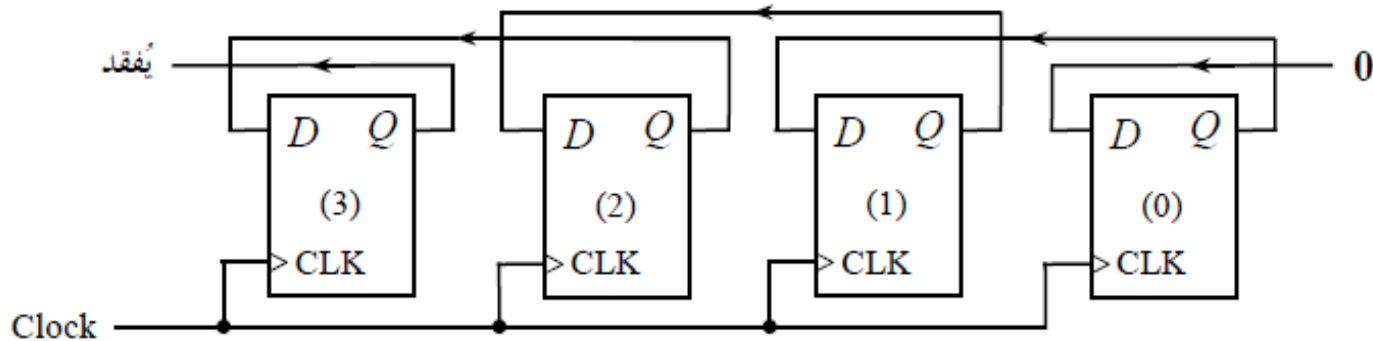
- هي عبارة عن مسجلات تستقبل البيانات من مدخل واحد فقط واحدة تلو الأخرى بطريقة متتالية وتسترجع البيانات من مخرج واحد فقط بطريقة متتالية.
- الرمز المنطقي والدائرة المنطقية لدائرة مسجل SISO بحجم 4-Bits



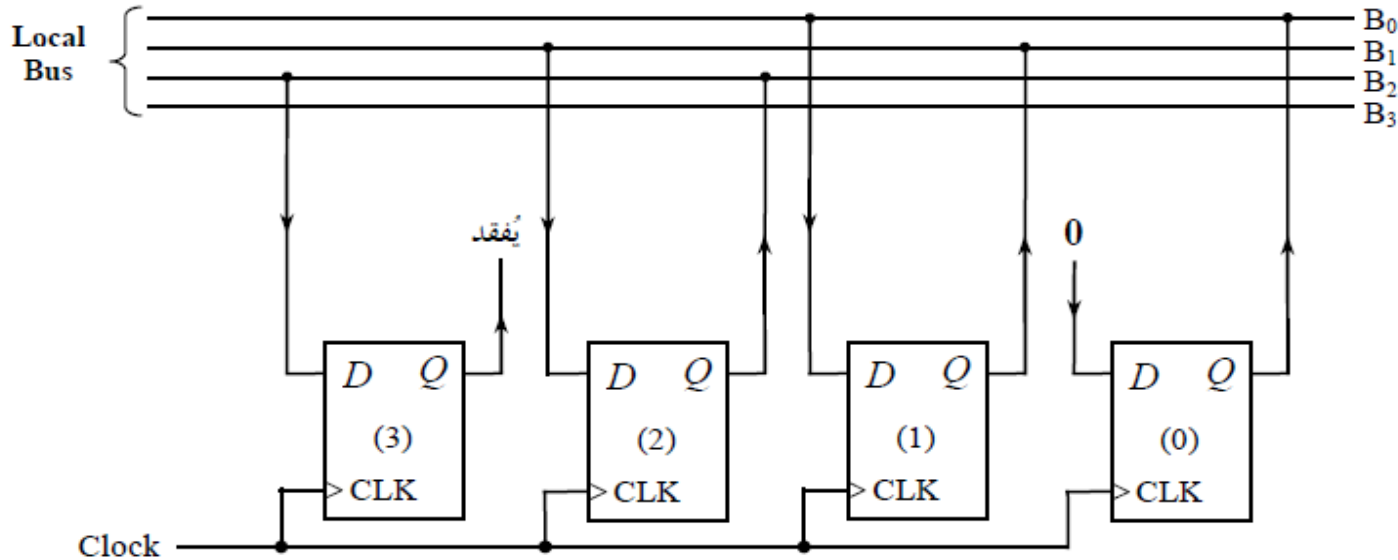
## الدائرة المنطقية لمسجل الإزاحة إلى اليمين Shift Right (SISO) أربعة خانات ثنائية



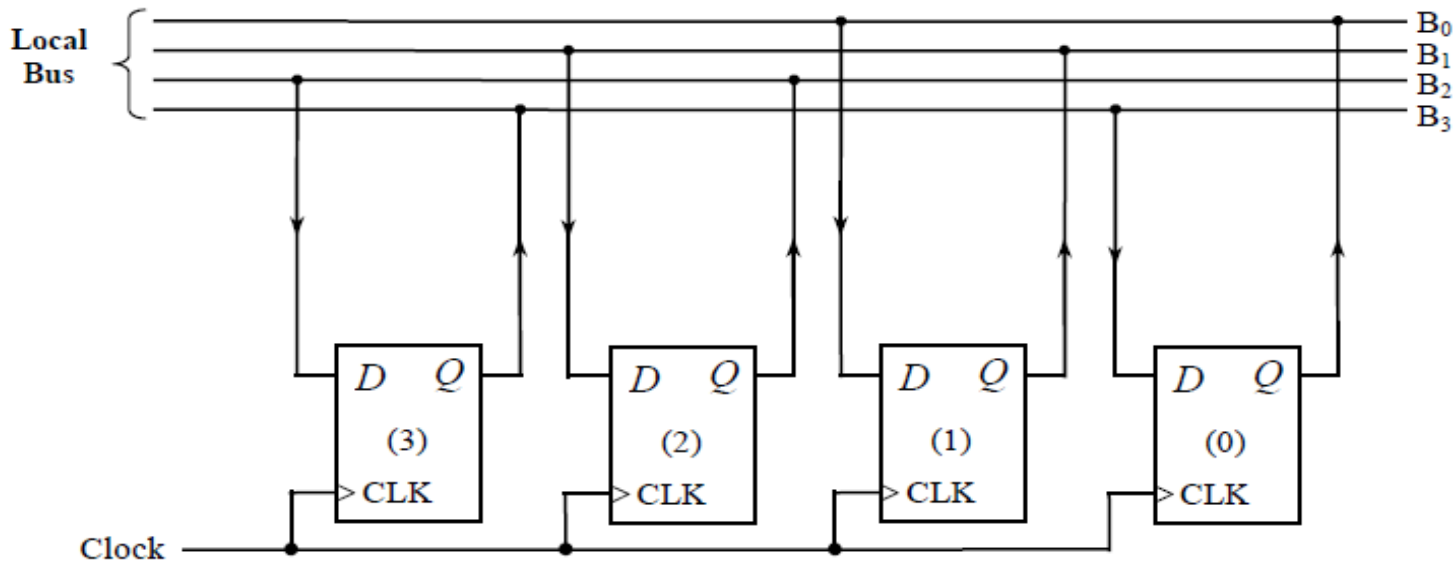
## الدائرة المنطقية لمسجل الإزاحة إلى اليسار Shift Left (SISO) أربعة خانات ثنائية



# الدائرة المنطقية لمسجل الإزاحة إلى اليسار مع الملء بالأصفار Shift Left

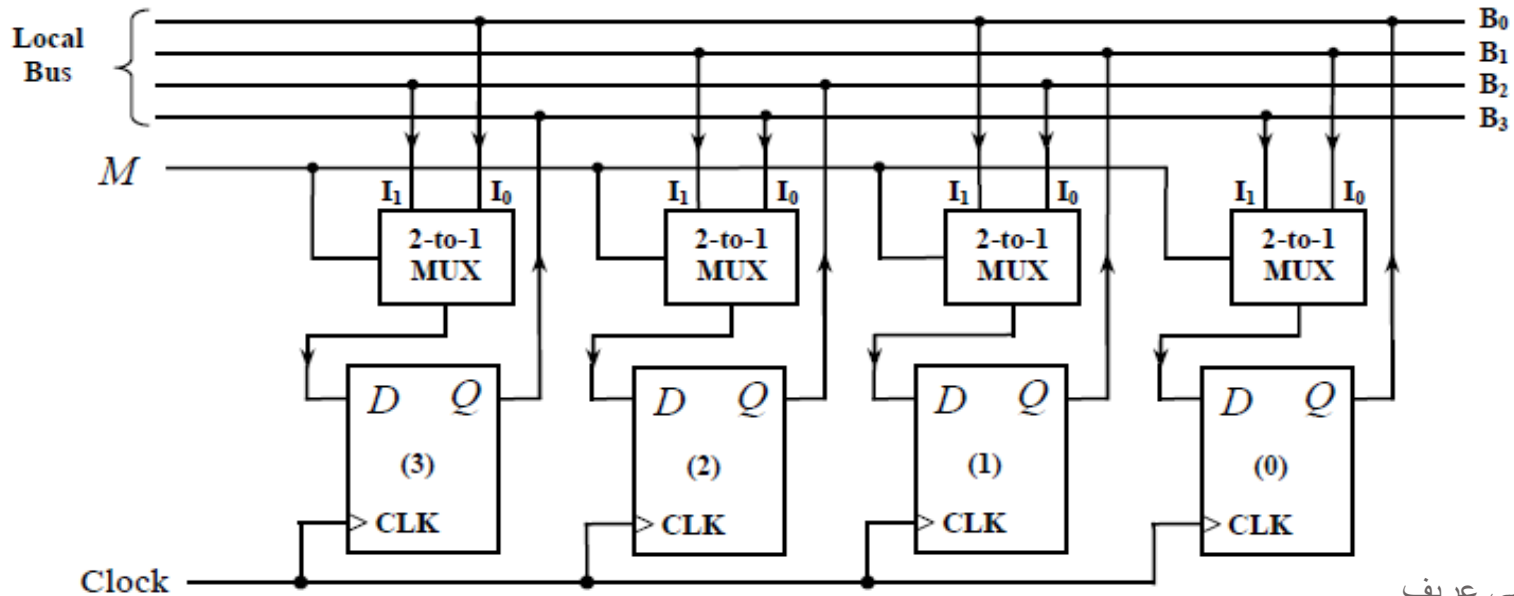


# الدائرة المنطقية لمسجل الإزاحة الدوراني إلى اليسار Rotate Left (SISO) أربعة خانات ثنائية

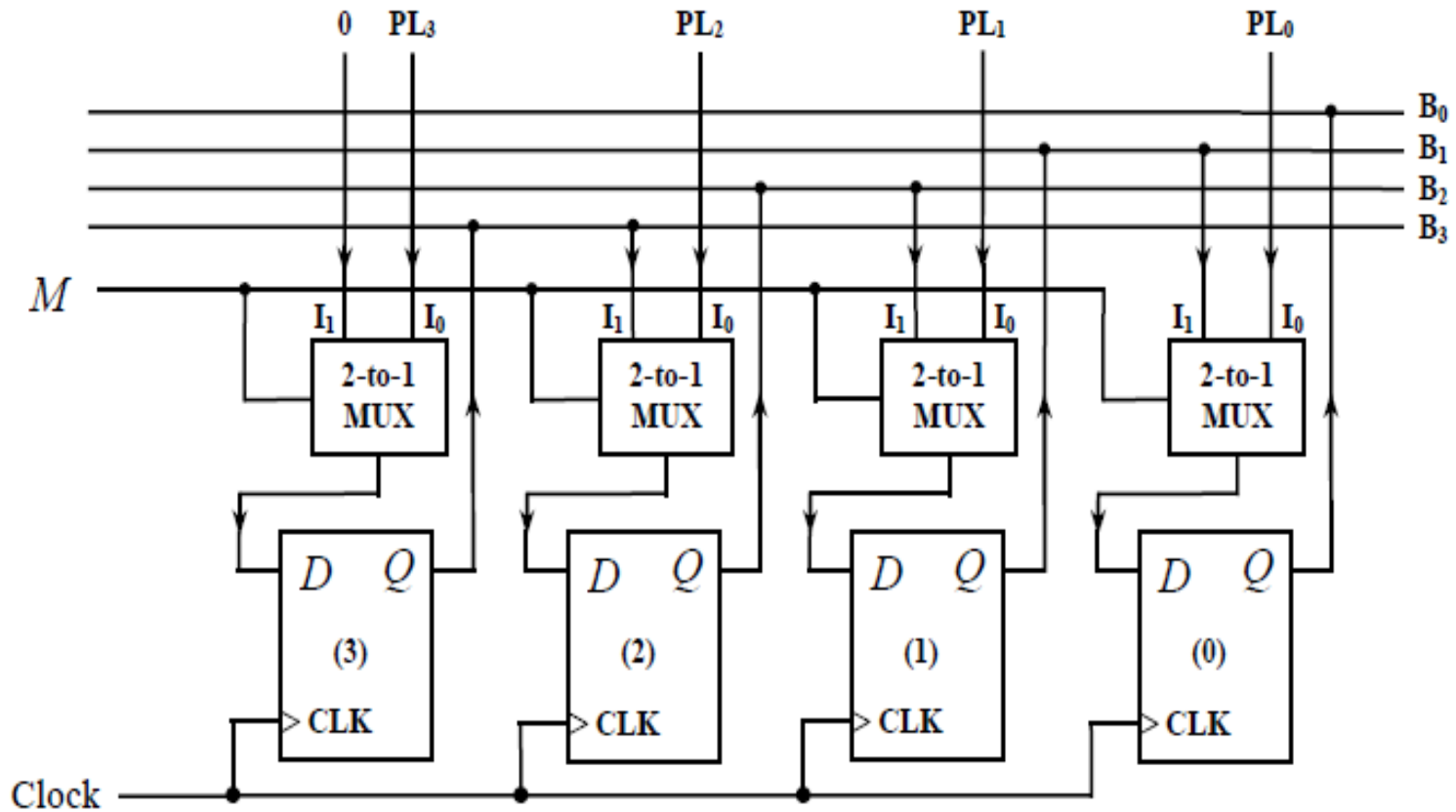


## الإزاحة في الإتجاهين

- المطلوب تصميم مسجل إزاحة مكون من أربعة خانات ويستجيب لإشارة تحكم  $M$  بحيث يقوم بالإزاحة الدورانية إلى اليمين (Rotate Right) عندما تكون  $M=0$  وبالإزاحة الدورانية إلى اليسار (Rotate Left) عندما تكون  $M=1$ .
- يمكن ربط القلابات بطريقتي (الإزاحة لليمين والإزاحة لليسار) في وقت واحد ثم اختيار إحدهما بناء على قيمة إشارة التحكم  $M$ .
- ونستخدم ناخب المعطيات من نوع (MUX 2-to-1) كالتالي :



صمم مسجل إزاحة من أربعة خانات (4-Bit) يستجيب لإشارة تحكم  $M$  فيقبل دخلاً متوازياً عندما تكون  $M=0$  ويقوم بالإزاحة إلى اليمين مع الملء بأصفار عندما تكون  $M=1$



### 3- Parallel-In Serial – Out Registers(SIPOO).

هي عبارة عن مسجلات تتم فيها عملية ادخال البيانات بطريقة متوازية وتسترجع من المسجل بطريقة متتالية

الرمز المنطقي والدائرة المنطقية لدائرة مسجل PISO بحجم 4-Bits

