

# الدارات الرقمية

## Digital Circuits CECC323

مدرسة المقرر  
د. بشرى علي معلا

# تابع للدارات التتابعية

## العدادات

### (Counters)

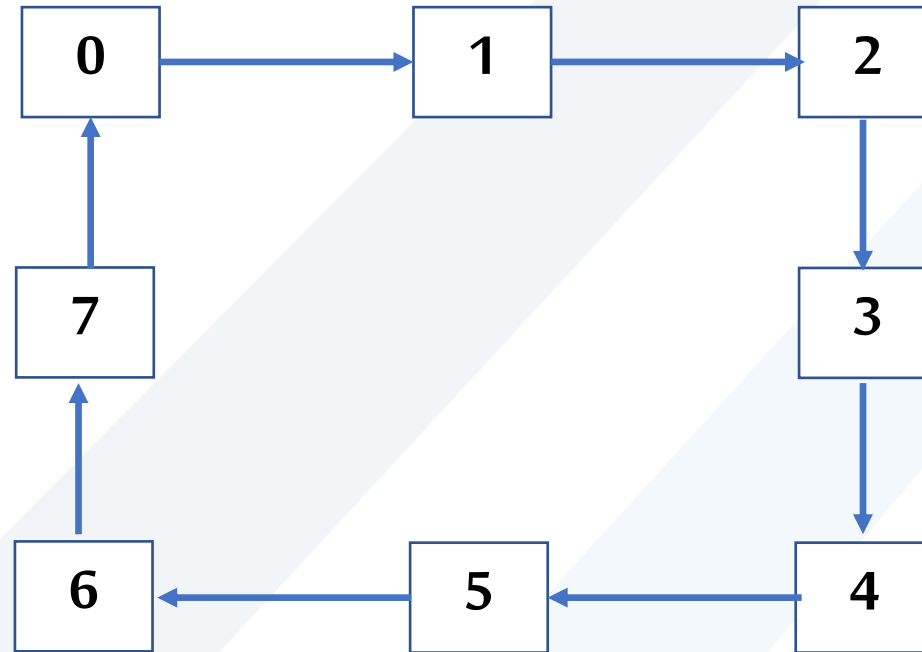
- ✓ العد تصاعدياً ( UP Counting )
- ✓ العد تنازلياً ( Down Counting )
- ✓ العد بالاتجاهين ( Up/ Down Counting )
- ✓ العد ضمن نطاق معين
- ✓ العد بأي ترتيب

## العدادات (Counters)

- العداد: دائرة منطقية تتابعية لديها القدرة على العد ثنائياً بترتيب معين : تصاعدياً (Up Counting)، تنازلياً (Down Counting)، أو بأي ترتيب آخر
- أثناء عملية العد تدعى كل قيمة يصل إليها العداد **حالة (State)**
- ينتقل العداد من حالة إلى أخرى مع **نبضات التزامن (clock)** و بترتيب معين
- يمكن للعداد أن يبدأ العد من أية حالة من حالاته و تسمى هذه الحالة **بالحالة الابتدائية (initial state)**

## العدادات (Counters)

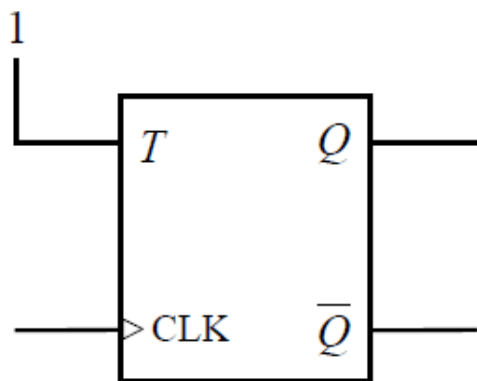
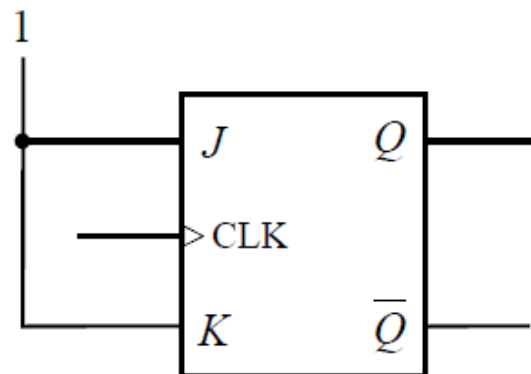
➤ لتوضيح حالات العداد و ترتيب المرور بها يستخدم ما يسمى بمخطط الحالات (State Diagram)





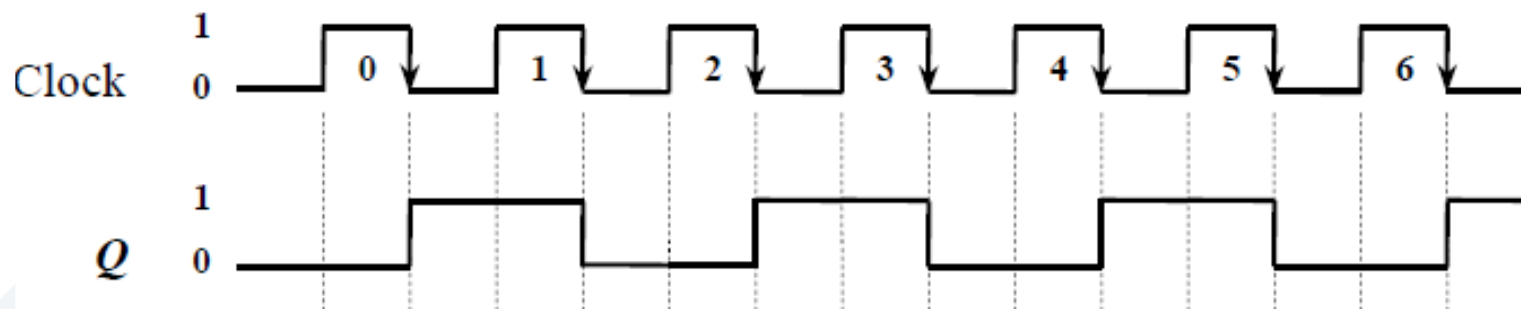
جامعة  
المنارة  
MANARA UNIVERSITY

## بناء العدادات



➤ تبني العدادات باستخدام **القلاب JK** أو **القلاب T**

➤ في هذا الوضع يعكس القلاب حالته مع كل نبضة من نبضات التزامن كما في الشكل:



➤ نلاحظ أن إشارة خرج القلاب يمكن أيضاً اعتبارها إشارة تزامن لكن ترددها نصف تردد إشارة التزامن الداخلة إليه  $f_C$  و كأن القلاب قد قام بتقسيم التردد على 2:

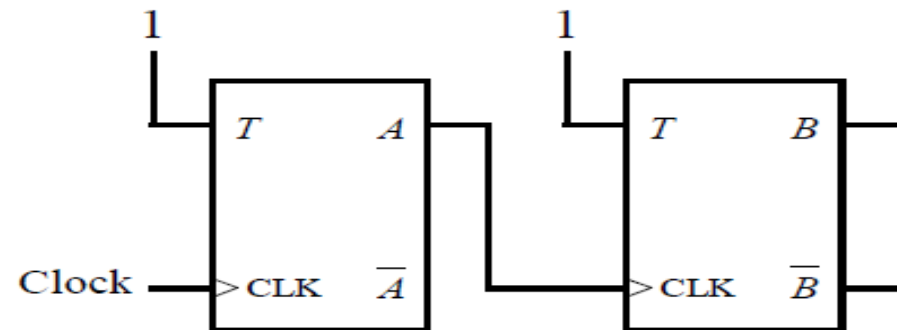
$$f_Q = \frac{1}{2} f_C$$



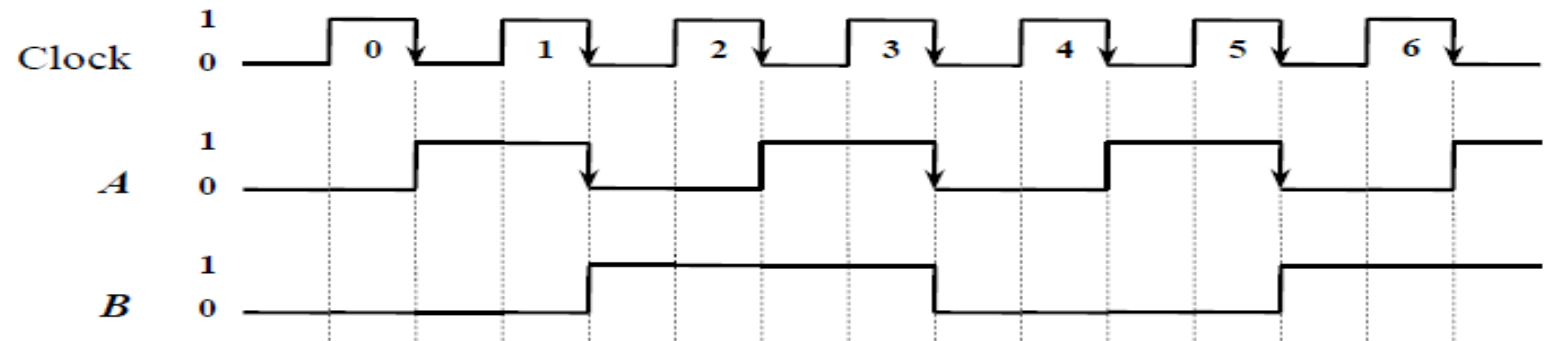
جامعة  
المنارة  
MANARA UNIVERSITY

## بناء العدادات العد تصاعدياً (Up Counting)

➤ إذا أدخلنا إشارة خرج القلاب الأول كإشارة تزامن إلى قلاب ثاني من النوع ذاته هذا سيجعل القلاب الثاني يقسم تردد تلك الإشارة على 2 أيضاً.



➤ فيكون مخطط التزامن:



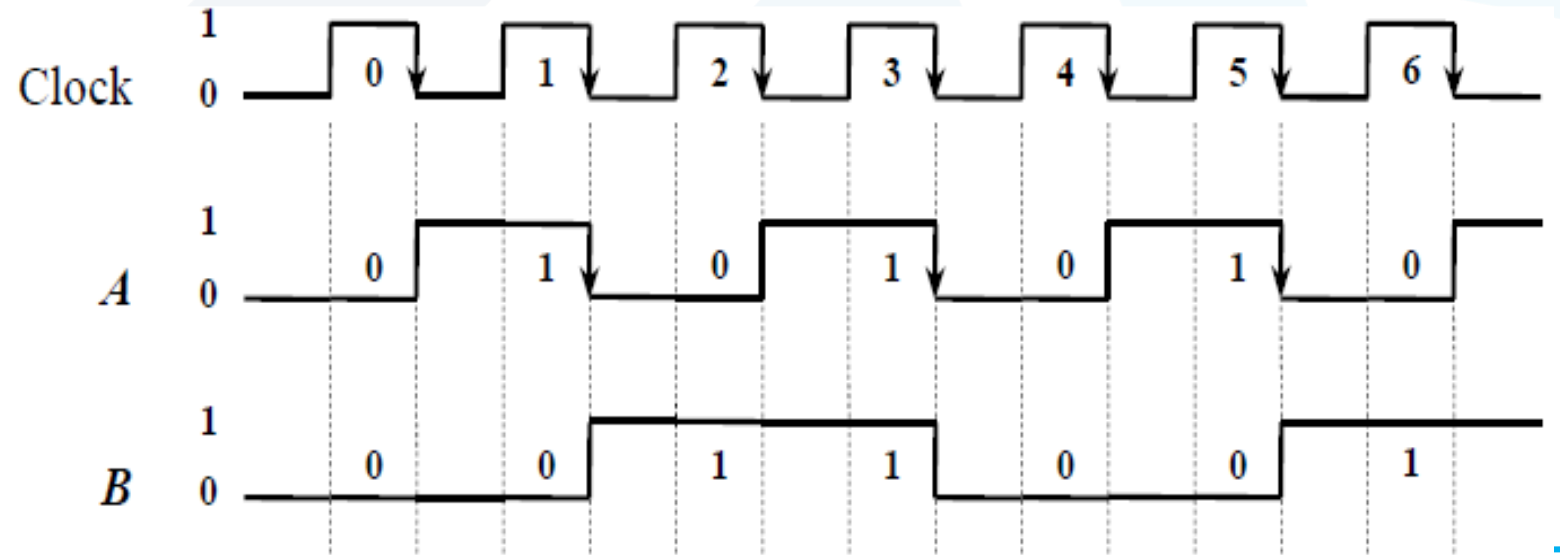
$$f_B = \frac{1}{2} f_A = \frac{1}{4} f_{clk}$$

## بناء العدادات العد تصاعدياً (Up Counting)

B	A	State
0	0	0
0	1	1
1	0	2
1	1	3
0	0	0
0	1	1
1	0	2

➤ بملاحظة الإشارة يظهر لدينا أن A تغير حالتها كل نبضة تزامن أي يمكن اعتبارها الخانة LSB بينما B تغير حالتها كل نبضتي تزامن فهي يمكن اعتبارها خانة ثانية .

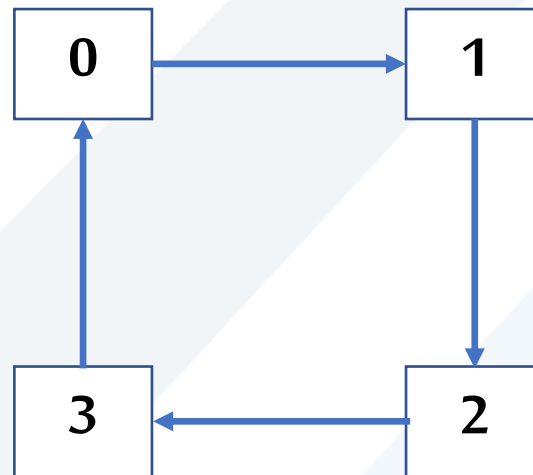
➤ يمكن اعتبار أن ما لدينا هو عداد تصاعدي ذي خانتين يمكن من مخطط التزامن تحديد التسلسل:



## بناء العدادات

### العد تصاعدياً (Up Counting)

➤ مخطط الحالات :

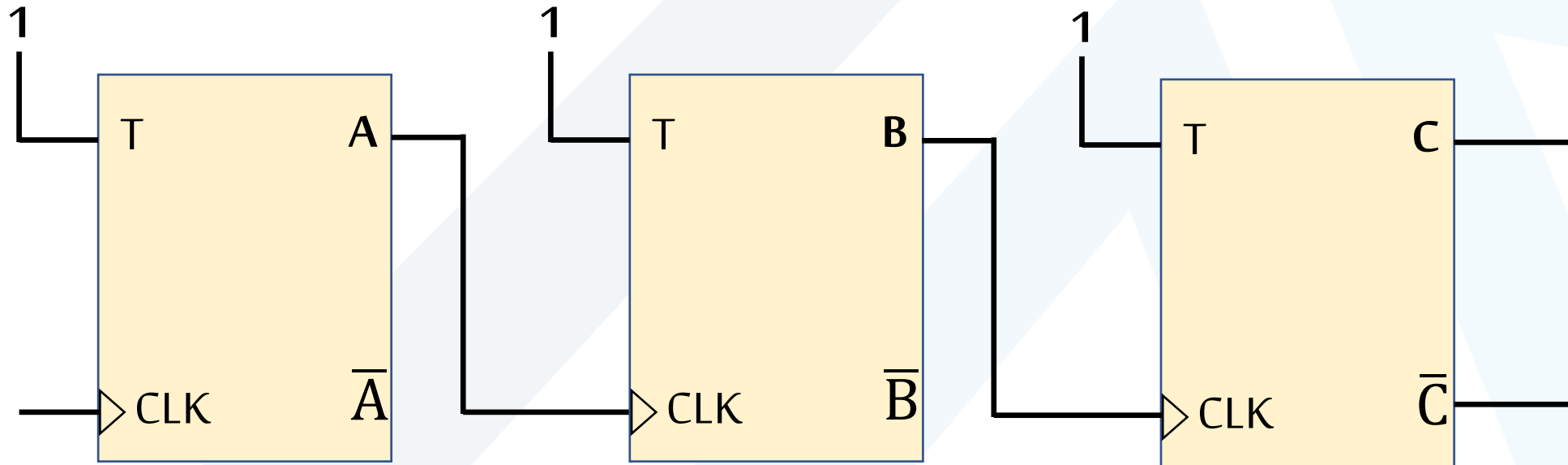




❖ مثال 1: صمم عداداً تصاعدياً ذي ثلاث خانات (3 bits up counting) وارسم مخطط التزامن له، ثم وضع تسلسل العد ومخطط الحالات وذلك إذا بدأ العداد العد من الحالة 3

✓ نحتاج عدد قلابات  $T = \text{عدد خانات العداد} = 3$

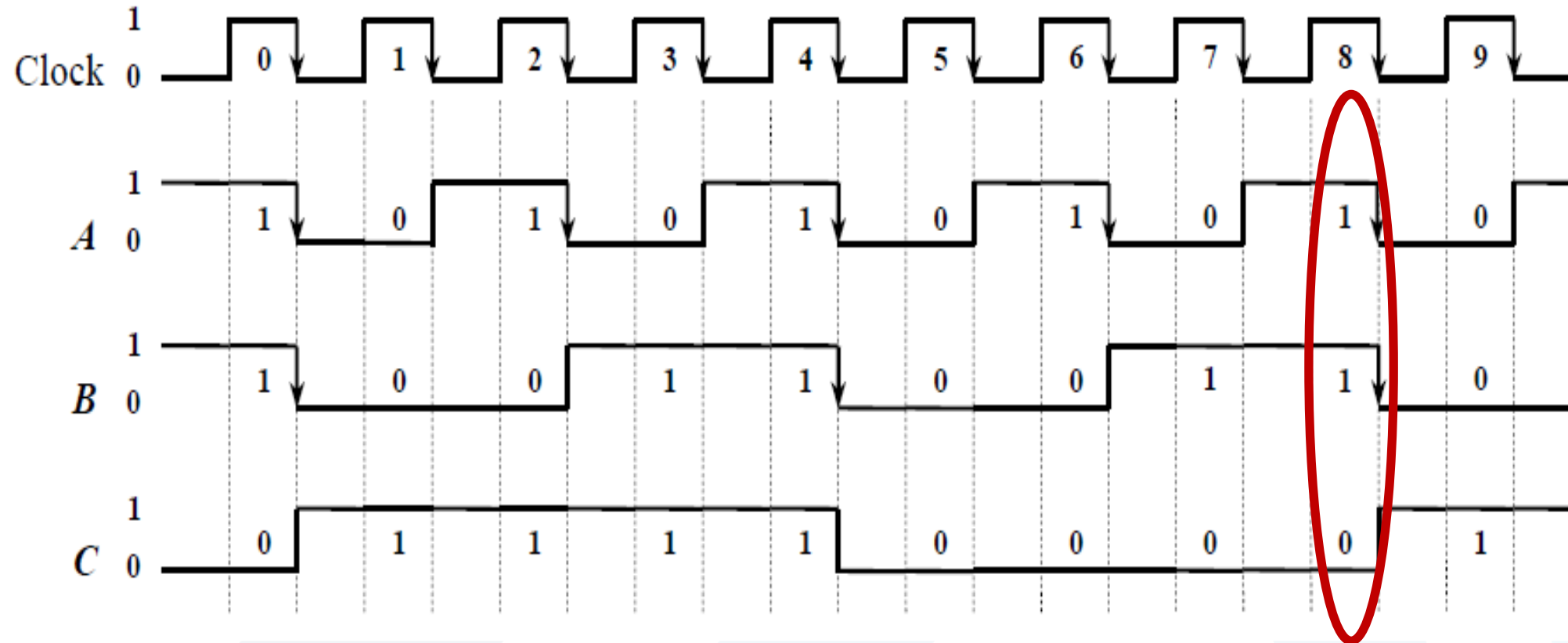
✓ ندخل الخرج غير المعكوس لكل قلاب كإشارة تزامن للقلاب التالي له



***C B A***

$$3 = (0 \ 1 \ 1)_2$$

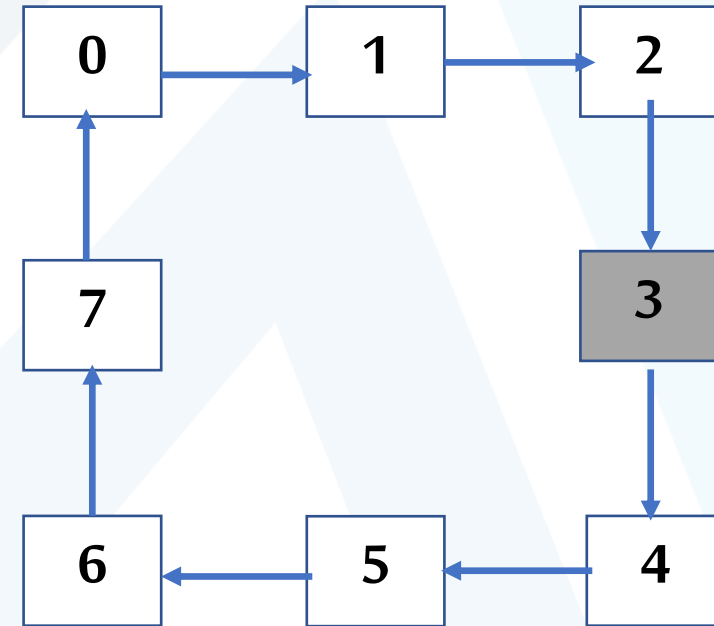
✓ لرسم مخطط التزامن نحتاج لمعرفة الحالة الابتدائية:



✓ الجدول المجاور يوضح تسلسل العد:

C	B	A	State
0	1	1	3
1	0	0	4
1	0	1	5
1	1	0	6
1	1	1	7
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	2
0	1	1	3
1	0	0	4
:	:	:	:

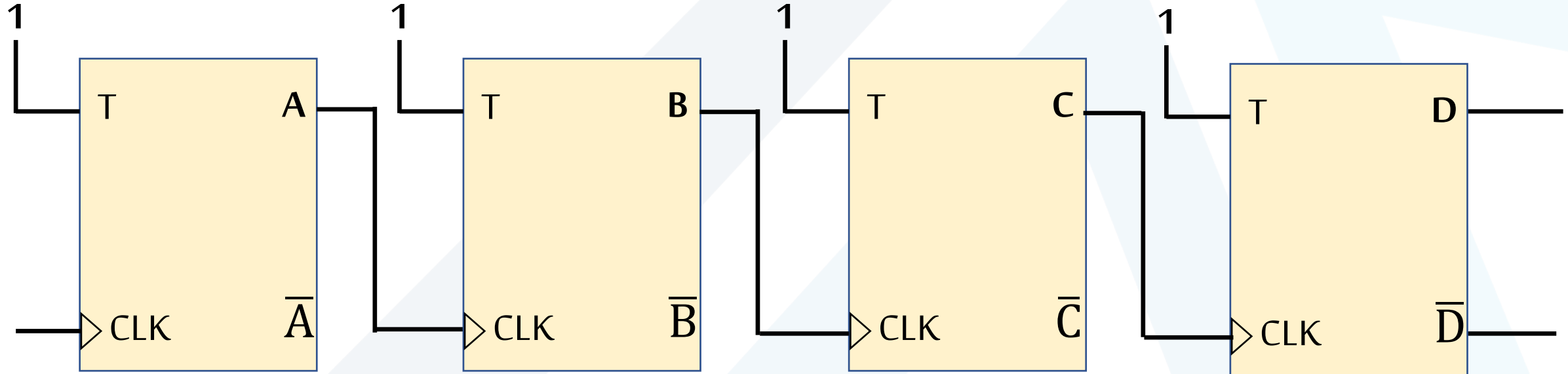
✓ مخطط الحالات لم يتغير رغم أن الحالة الابتدائية كانت 3:



❖ مثال 2: صمم عدداً تصاعدياً ذي أربع خانات (4-bit up counting) وارسم مخطط التزامن له، ثموضح تسلسل العد ومخطط الحالات وذلك إذا بدأ العداد العد من الحالة 10

✓ نحتاج إلى 4 قلابات T

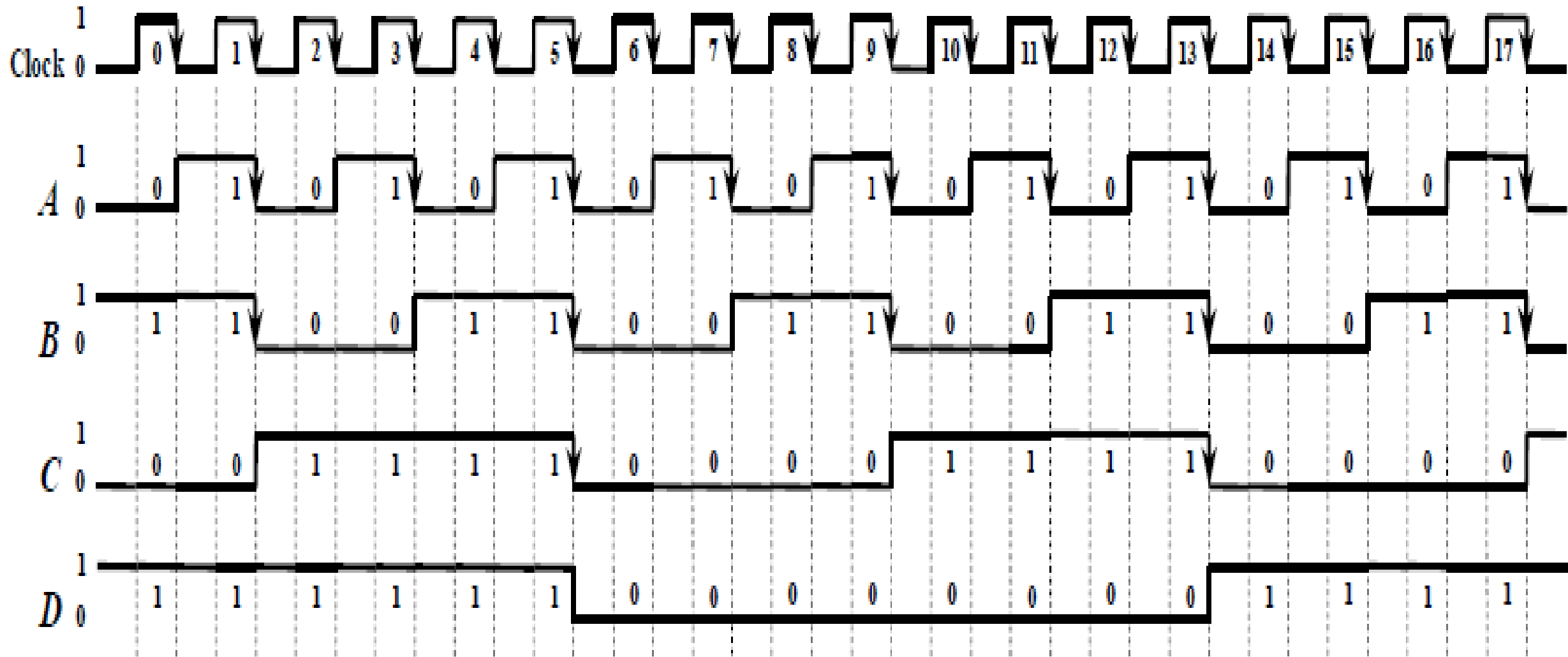
✓ ندخل الخرج غير المعكوس لكل قلاب كإشارة تزامن للقلاب التالي له





جامعة  
المنصورة  
MANARA UNIVERSITY

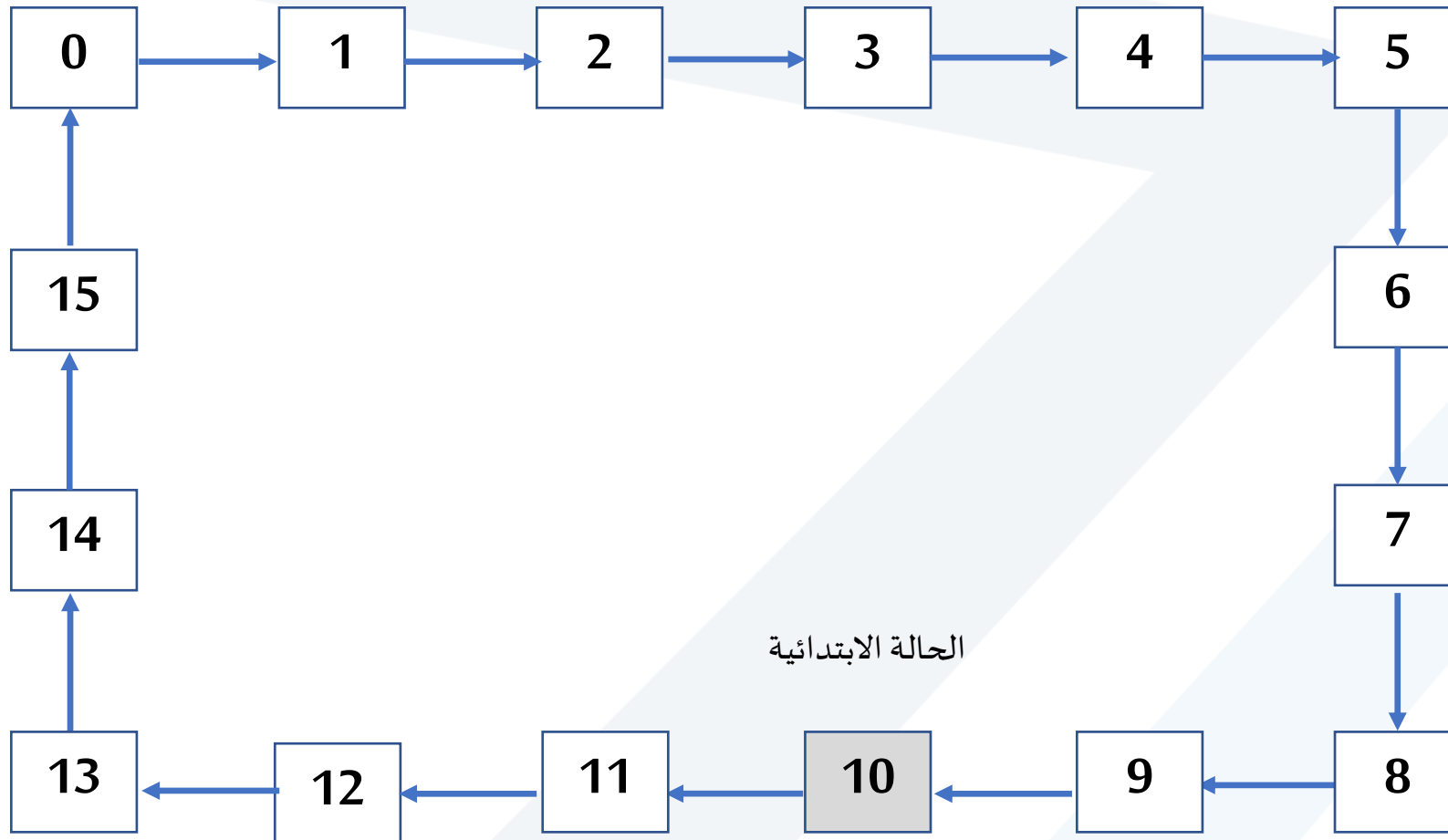
✓ لرسم مخطط التزامن نحتاج لمعرفة الحالة الابتدائية:  $10 = (1\ 0\ 1\ 0)_2$



✓ الجدول المجاور يوضح تسلسل العدد:

D	C	B	A	State
1	0	1	0	10
1	0	1	1	11
1	1	0	0	12
1	1	0	1	13
1	1	1	0	14
1	1	1	1	15
0	0	0	0	0
0	0	0	1	1
0	0	1	0	2
0	0	1	1	3
0	1	0	0	4
0	1	0	1	5
0	1	1	0	6
0	1	1	1	7
1	0	0	0	8
1	0	0	1	9
1	0	1	0	10

✓ الجدول المجاور يوضح تسلسل العد:





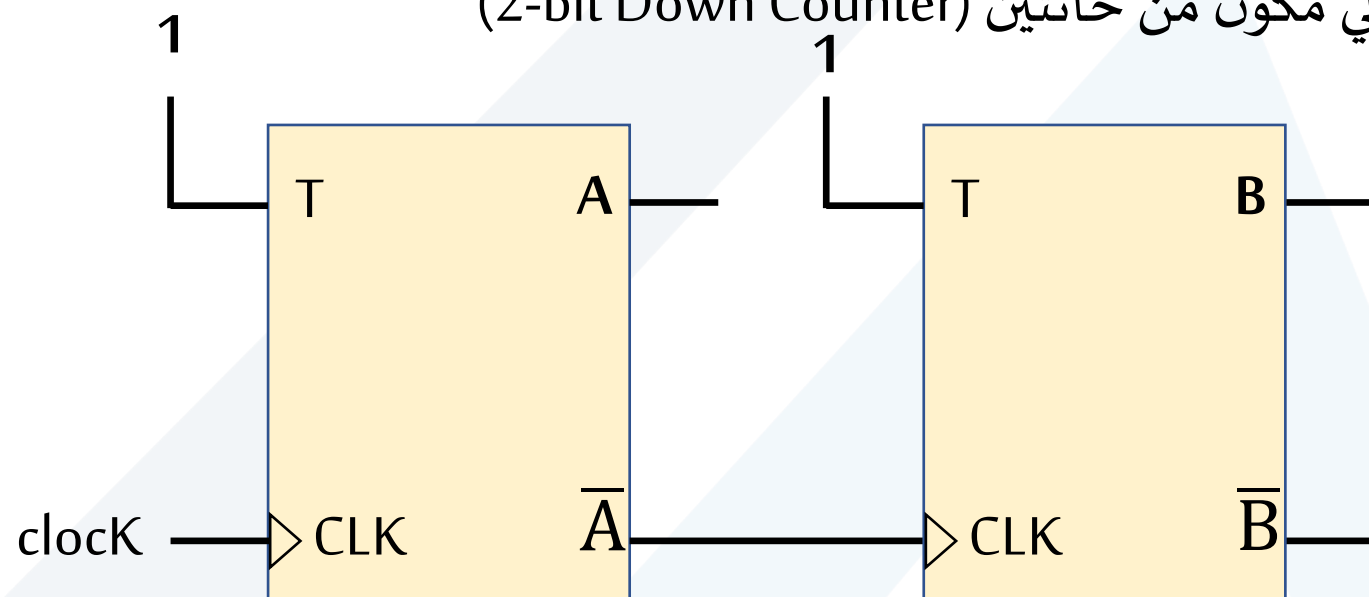
جامعة  
المنارة

بناء العدادات

## العد تنازلياً (Down Counting)

➤ إذا أدخلنا إشارة الخرج المعكوس للقلاب الأول كإشارة تزامن إلى قلاب ثاني من النوع ذاته فهذا سيجعل العداد يقوم بالعد تنازلياً

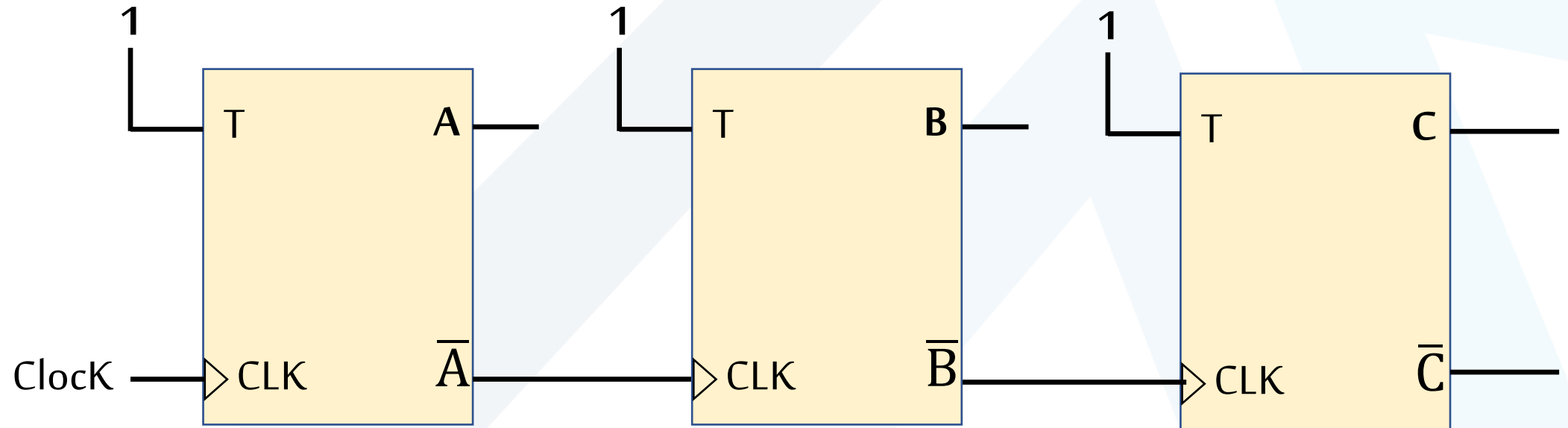
➤ الدارة المنطقية لعداد تنازلي مكون من خانتين (2-bit Down Counter)





❖ مثال 1: صمم عداداً تنازلياً ذي ثلاث خانات (3-bit down counting) وارسم مخطط التزامن له، ثموضح تسلسل العد ومخطط الحالات وذلك إذا بدأ العداد العد من الحالة 7

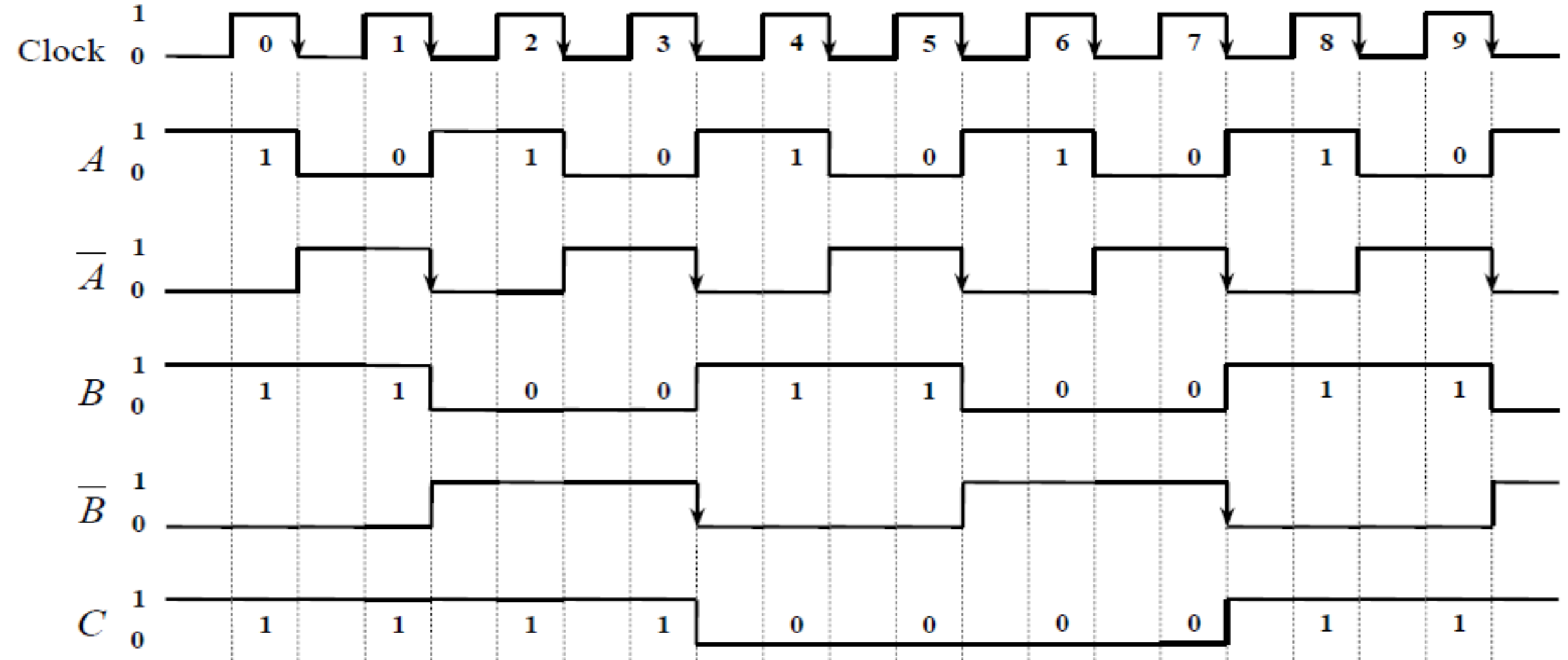
➤ الدارة المنطقية لعداد تنازلي مكون من ثلاث خانات (3-bit Down Counter)



$$C \ B \ A$$

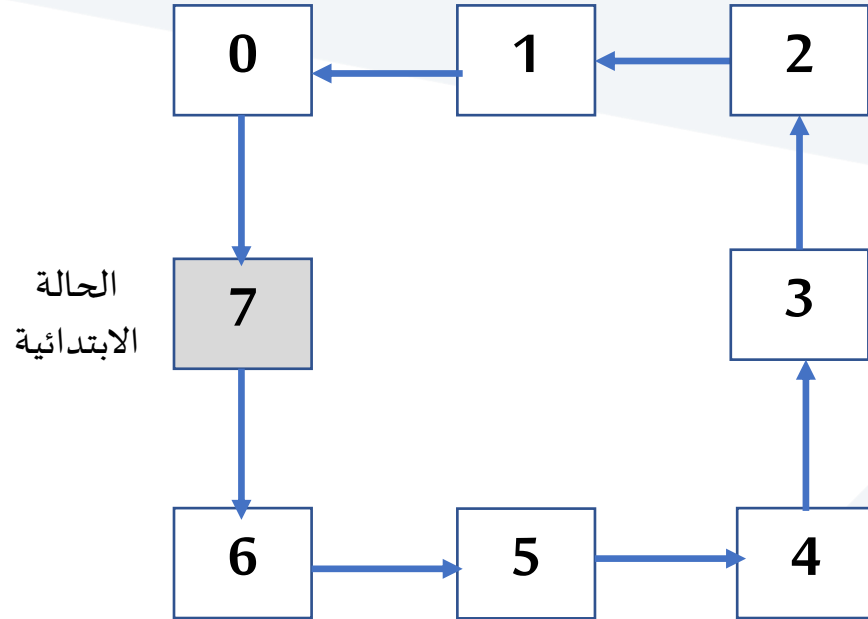
$$7 = (1 \ 1 \ 1)_2$$

✓ لرسم مخطط التزامن نحتاج لمعرفة الحالة الابتدائية:



✓ الجدول المجاور يوضح تسلسل العد:

✓ مخطط الحالات :



C	B	A	State
1	1	1	7
1	1	0	6
1	0	1	5
1	0	0	4
0	1	1	3
0	1	0	2
0	0	1	1
0	0	0	0
-----			
1	1	1	7



جامعة  
المنارة  
MANARA UNIVERSITY

## بناء العدادات

### العد بالاتجاهين ( Up/ Down Counting )

M	CLOCK
0	Q
1	$\bar{Q}$

➤ هو عداد يقوم بالعد تصاعدياً و تنازلياً حسب قيمة إشارة التحكم

■ يقوم بالعد تصاعدياً من أجل  $M=0$

■ يقوم بالعد تنازلياً من أجل  $M=1$

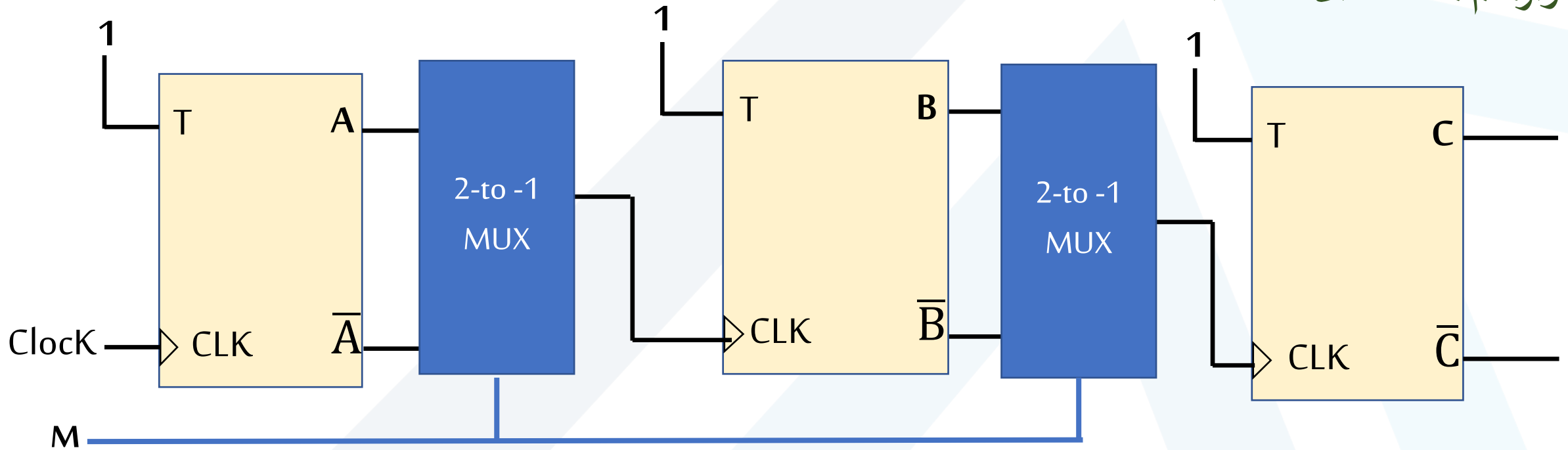
✓ بما أن ربط القلابات مع بعضها يختلف بحسب اختلاف نوع العد لذا نحتاج إلى استخدام ناخب 2to1 Mux لتحقيق ذلك



✓ حيث يُدخل الخرج المعكوس والخرج غير المعكوس للقلاب إلى دخلي الناخب الذي يحدد أيهما يُمرر كإشارة تزامن حسب قيمة إشارة التحكم  $M$ .

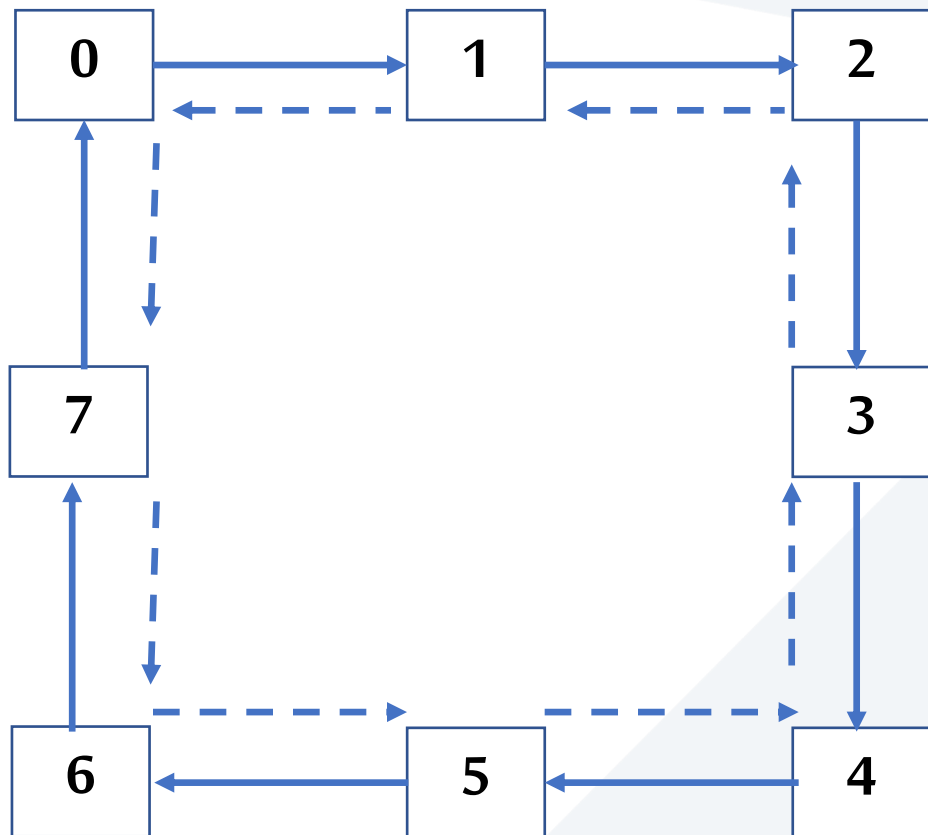
## العد بالاتجاهين ( Up/ Down Counting )

➤ مثال: صمم عداد ذي ثلاث خانات (3 bit counter) يقوم بالعد تصاعدياً وتنازلياً إذا بدأ العداد العد من الحالة 0 وارسم مخطط الحالة له.



## بناء العدادات

### العد بالاتجاهين ( Up/ Down Counting )



➤ مخطط الحالات للعداد السابق:

العد تصاعدياً ←

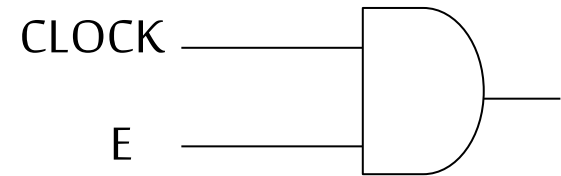
← - - - العد تنازلياً

❖ مثال: صمم عداد ذي أربعة خانات (4bit counter) يستجيب لإشارتي تحكم E,M بحيث:

✓ الإشارة M تحدد ترتيب العد للعداد :

- فيقوم بالعد تصاعدياً عندما تكون مساوية من 0
- تنازلياً عندما تكون مساوية 1

✓ والإشارة E عبارة عن إشارة سماح (ENABLE) تسمح للعداد بالعمل عندما تكون مساوية 1 توقف العداد عن العد عندما تكون مساوية 0



✓ عدد الخانات = عدد القلايات = 4

✓ عداد تصاعدي / عداد تنازلي: نحتاج إلى ناخب 2to1 لتحديد نوع العد يتحكم بذلك الإشارة M

✓ عداد في حالة عمل / حالة توقف

بما أن العداد يستمر في العد طالما إشارة التزامن CLOCK مستمرة فهذا يعني أننا بحاجة في حالة إيقاف العداد إلى إلغاء تأثير إشارة التزامن . هذا يكون من خلال إدخال هذه الإشارة مع إشارة السماح E على بوابة AND





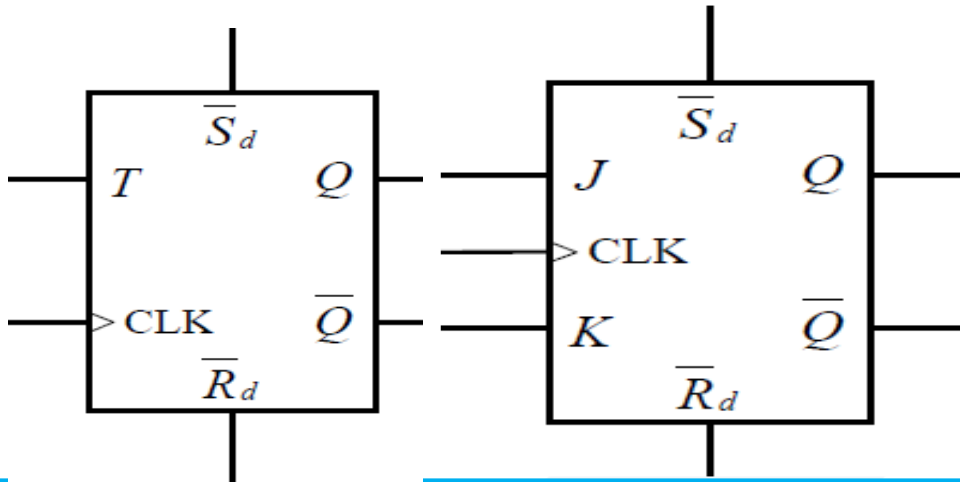
## أطراف الدخل المباشر (Direct Inputs)

❖ تسمى أيضاً بأطراف الدخل غير المتزامن (Asynchronous Inputs) ويرمز لها عادة:  $\overline{S_d}$   $\overline{R_d}$

❖ تستخدم أطراف الدخل المباشر من أجل تغيير حالة القلاب بصورة استثنائية بغض النظر عن إشارة التزامن.

❖ **مثلاً:** -وضع حالة ابتدائية في القلاب في غياب إشارة التزامن بحيث يبدأ القلاب العمل بدءاً من تلك الحالة عندما تبدأ نبضات التزامن

-تغيير التسلسل الطبيعي الذي تمر به حالات القلاب ووضع حالة معينة فيه.



❖ و تمثل كما في الشكل لقلاب نوع JK و آخر T مزود بأطراف دخل مباشر:

✓ يستخدم الطرف  $\overline{S_d}$  في إجراء عملية SET للقلاب بصورة مباشرة

✓ يستخدم الطرف  $\overline{R_d}$  في إجراء عملية RESET للقلاب بصورة مباشرة

### أطراف الدخل المباشر (Direct Inputs)

❖ إن أطراف الدخل المباشر نشطة منخفضة (Active Low) أي العملية المطلوب إجراؤها تتم بوضع 0 على الطرف المقابل لها.

$\overline{S_d}$	$\overline{R_d}$	$Q_{n+1}$	
0	0	Not used	
0	1	1	SET Direct
1	0	0	RESET Direct
1	1	استجابة للدخل المتزامن	

❖ موضح بالجدول الآتي:

❖ ملاحظة: أي طرف من أطراف الدخل المباشر مطلوب وضع قيمة 1 فيها تمكن أن تترك دون توصيل

❖ مثلاً: لإجراء عملية SET نضع 0 على الطرف  $\overline{S_d}$  و نترك الطرف  $\overline{R_d}$  دون توصيل



جامعة  
المنارة  
MANARA UNIVERSITY

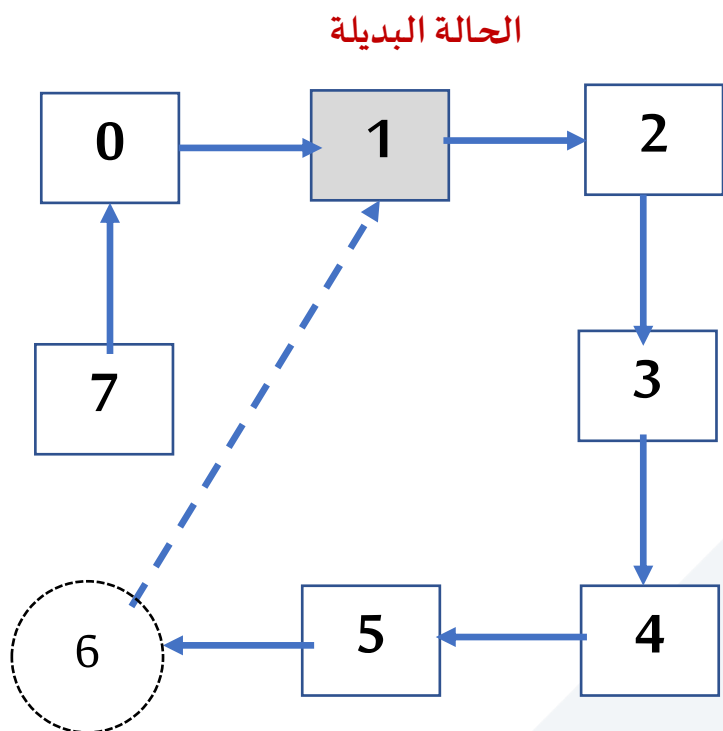
## بناء العدادات

### العد ضمن نطاق معين

➤ أي بناء عداد يقوم بالعد ضمن مجال محدد من القيم مثلاً بدلاً من أن يقوم العداد التنازلي ذي الثلاث خانات بالعد من 7 حتى 0 يمكن أن نبني عداد يعد من 1 حتى 5 فقط

➤ يكون ذلك عن طريق التدخل في عمل العداد و تغيير التسلسل الطبيعي لحالاته باستبدال حالة معينة من حالاته بحالة أخرى بصورة متزامنة عن طريق أطراف الدخل المباشرة (**Direct Inputs**)

➤ مثلاً حسب مخطط الحالات المجاور:



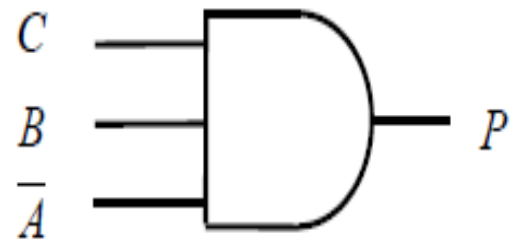
- إذا بدأ العد بالحالة 1 سيستمر بالعد حتى يصل إلى الحالة 5 و التي هي آخر حالة في تسلسل العد المطلوب . سينتقل بعدها إلى الحالة 6 . عندها يجب استبدال الحالة 6 بصورة فورية عن طريق أطراف الدخل المباشر للقلابات .
- تسمى الحالة التي تلي مباشرة آخر حالة في نطاق العد المطلوب بـ **الحالة المؤقتة** (في مثالنا هي الحالة 6)
- تسمى أول حالة في نطاق العد المطلوب بـ **الحالة البديلة** (في مثالنا هي الحالة 1)

## بناء العدادات العد ضمن نطاق معين

➤ **اكتشاف الحالة المؤقتة** يتم عن طريق استخدام بوابة AND أو بوابة NAND

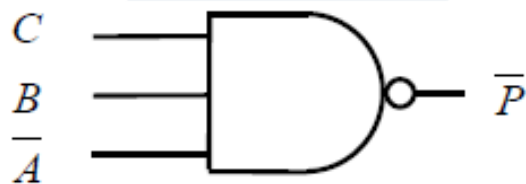
✓ عن طريق بوابة AND

$$6 = (1 \ 1 \ 0)_2$$



■ حسب المثال الذي لدينا : الحالة المؤقتة هي 6 أي:

وصول الحالة المؤقتة إلى دخل البوابة يصبح خرجها مساو لـ  
 $P=1$



✓ عن طريق بوابة NAND

وصول الحالة المؤقتة إلى دخل البوابة يصبح خرجها مساو لـ  $\bar{P}=0$



جامعة  
المنارة  
MANARA UNIVERSITY

## بناء العدادات

### العد ضمن نطاق معين

#### ➤ استبدال الحالة المؤقتة بالحالة البديلة:

✓ يتم عن طريق أطراف الدخل المباشرة للقلابات.

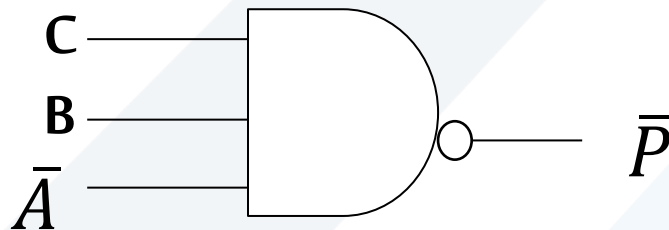
✓ تستخدم الإشارة P الخارجة من بوابة AND أو الإشارة  $\bar{P}$  الخارجة من بوابة NAND في إجراء عملية SET أو RESET للقلابات بصورة مباشرة بحيث تستبدل الحالة المؤقتة بالحالة البديلة

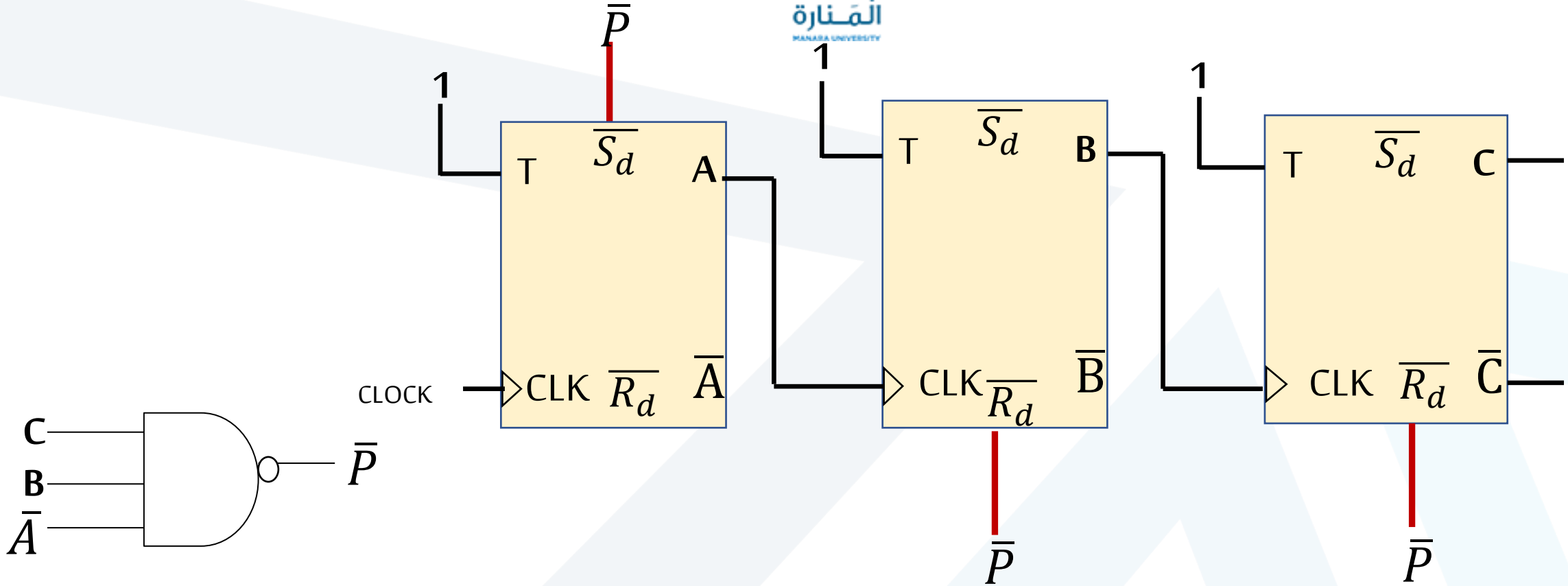
✓ أي نحتاج إلى عملية SET للقلاب A و عملية RESET لكل من القلابين C و B.

✓ حيث ندخل الإشارة  $\bar{P}$  إلى :

- الطرف  $\bar{S}_d$  في القلاب A
- الطرف  $\bar{R}_d$  في القلاب B
- الطرف  $\bar{R}_d$  في القلاب C

$$\begin{array}{ccc} C & B & A \\ 6 = (1 & 1 & 0)_2 \\ \downarrow & \downarrow & \downarrow \\ 1 = (0 & 0 & 1)_2 \end{array}$$





✓ طالما أن الإشارة  $\overline{P}$  مساوية لـ 1 لا تؤثر على القلابات ويعد العداد تصاعدياً بالصورة المعتادة .

✓ عندما يصل إلى الحالة المؤقتة (في مثالنا 6) تتغير حالة الإشارة إلى 0 فيقوم القلاب A بعملية SET ويقوم القلابان الآخران بعملية RESET . فتستبدل الحالة المؤقتة بالحالة البديلة . وتعود عندها الإشارة  $\overline{P}$  إلى قيمة 1 وتصبح دون تأثير ليعاود العداد العد وهكذا .

## ❖ مثال: صمم عداداً يعد تنازلياً من 9 إلى 0



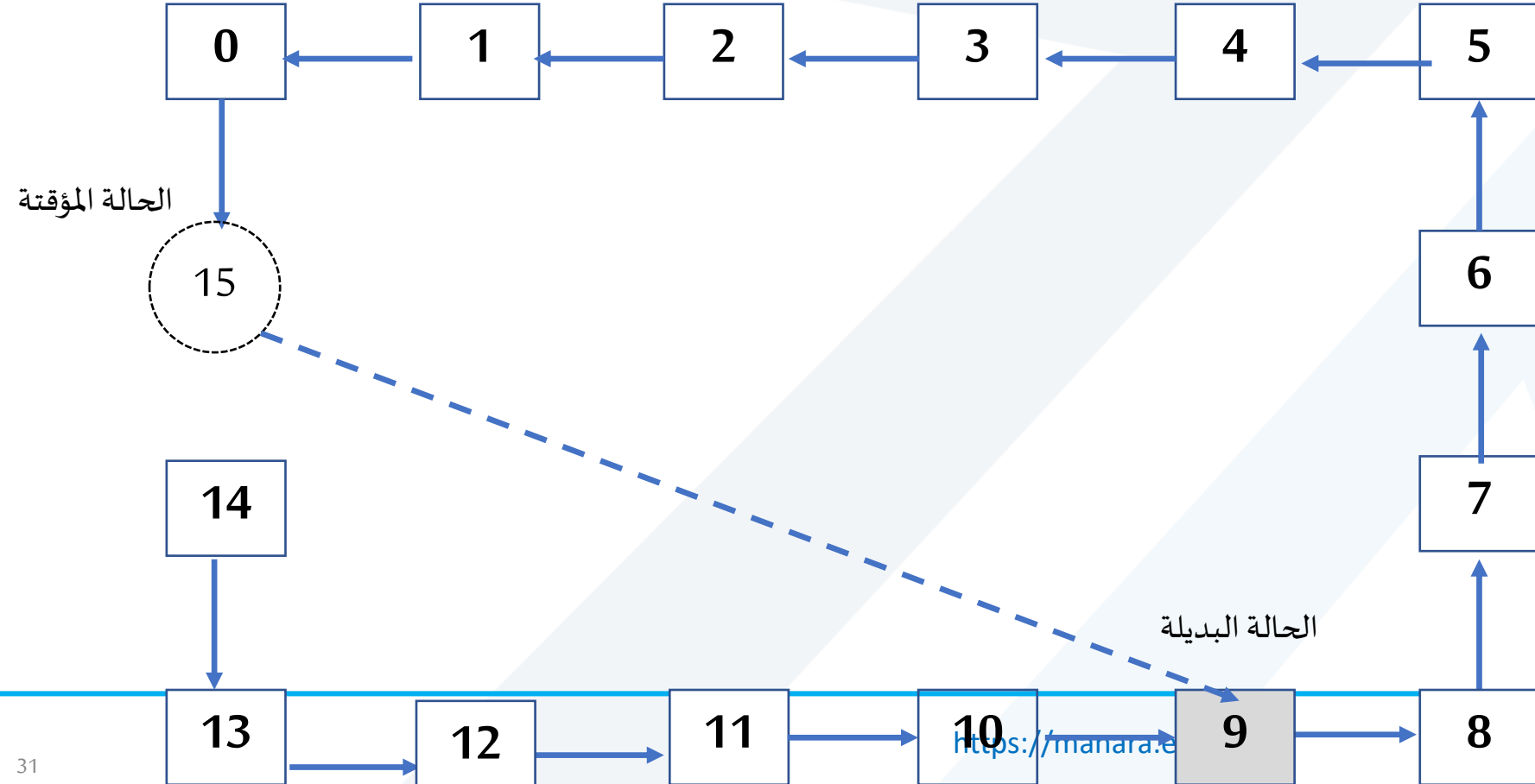
جامعة  
المنصورة

$$9 = (1 \ 0 \ 0 \ 1)_2$$

لتمثيل أكبر عدد موجود 9 نحتاج إلى 4 خانات ثنائية أي سنصمم عداداً تنازلياً من 4 خانات.

أي نحتاج إلى 4 قلابات و بالنتيجة سنصمم عداداً يعد تنازلياً من 15 حتى 0 و لكن مع استبدال الحالة المؤقتة 15 بالحالة البديلة 9 من خلال استخدام أطراف دخل مباشر.

نرسم مخطط الحالات:

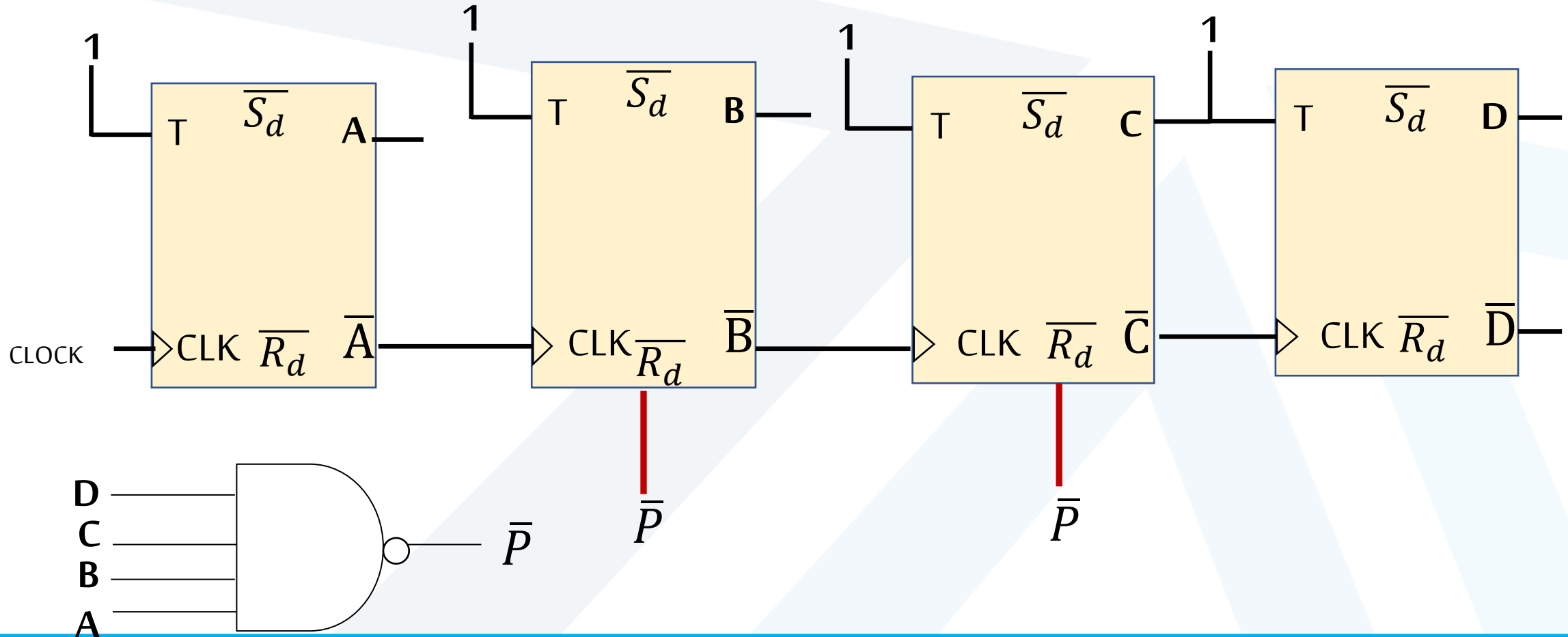


$$15 = (1 \ 1 \ 1 \ 1)_2$$

$$9 = (1 \ 0 \ 0 \ 1)_2$$

نلاحظ أننا بحاجة إلى إجراء  
عملية RESET للقلابين B و C

فتكون دائرة العداد المطلوب:

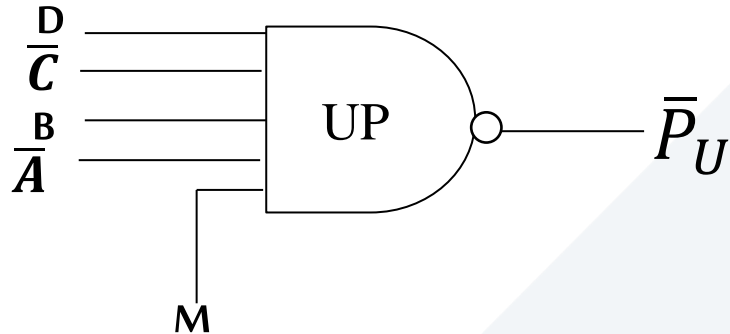




❖ مثال: صمم عداد أ يستجيب لإشارة تحكم  $M$  فيعد تصاعدياً من 0 حتى 9 عند  $M=1$  و تنازلياً من 9 إلى 0 عند  $M=0$

أي نحتاج إلى 4 قلابات و أي سنصمم عدداً تصاعدياً/تنازلياً ذي أربع خانات و نجري عليه تعديلات بحيث يعد من 0 إلى 9.

$$\begin{array}{cccc} D & C & B & A \\ 9 = (1 & 0 & 0 & 1)_2 \end{array}$$



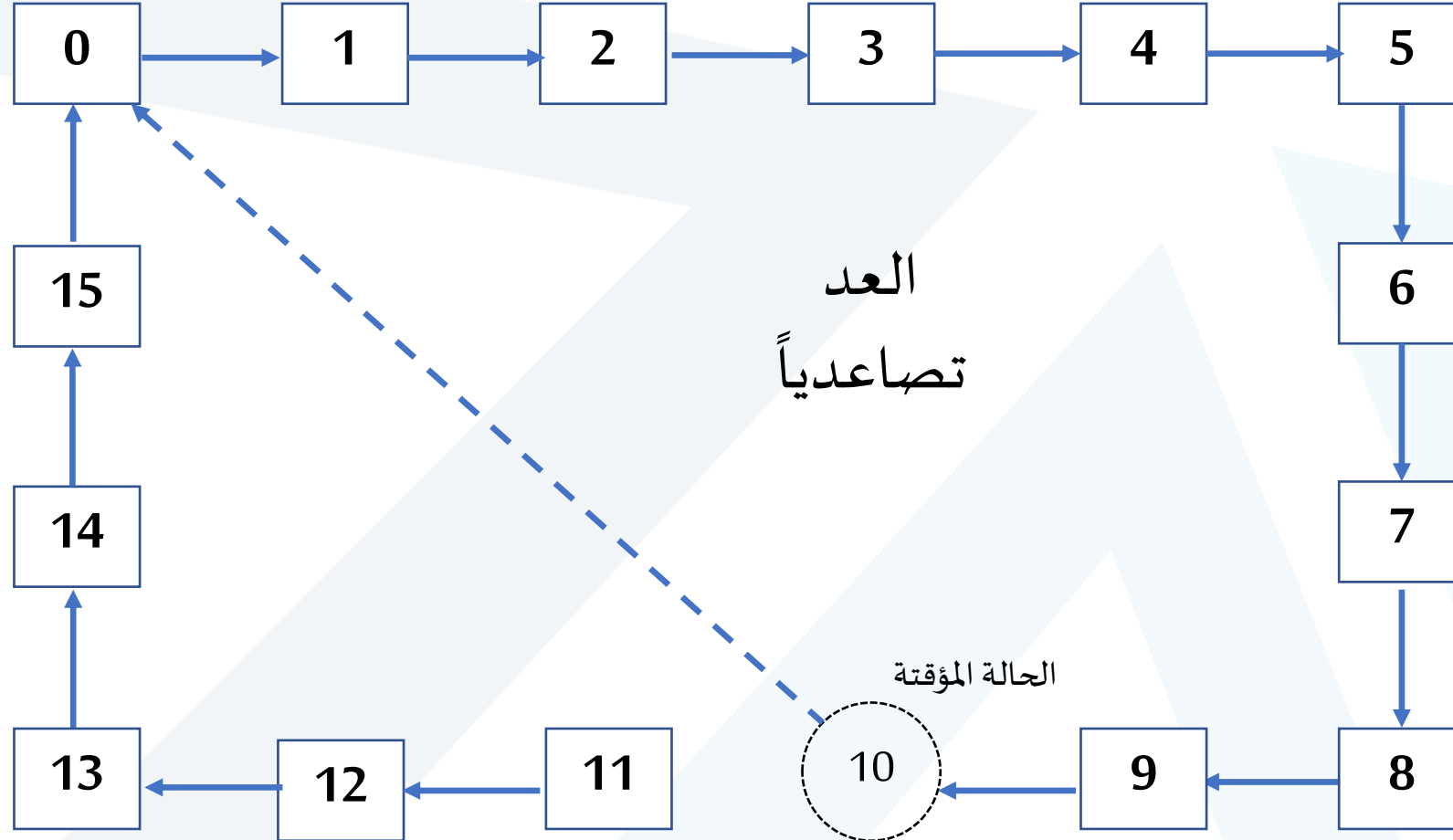
نرسم مخطط الحالات:

$$\begin{array}{cccc} D & C & B & A \\ 10 = (1 & 0 & 1 & 0)_2 \\ \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow \\ 0 = (0 & 0 & 0 & 0)_2 \end{array}$$

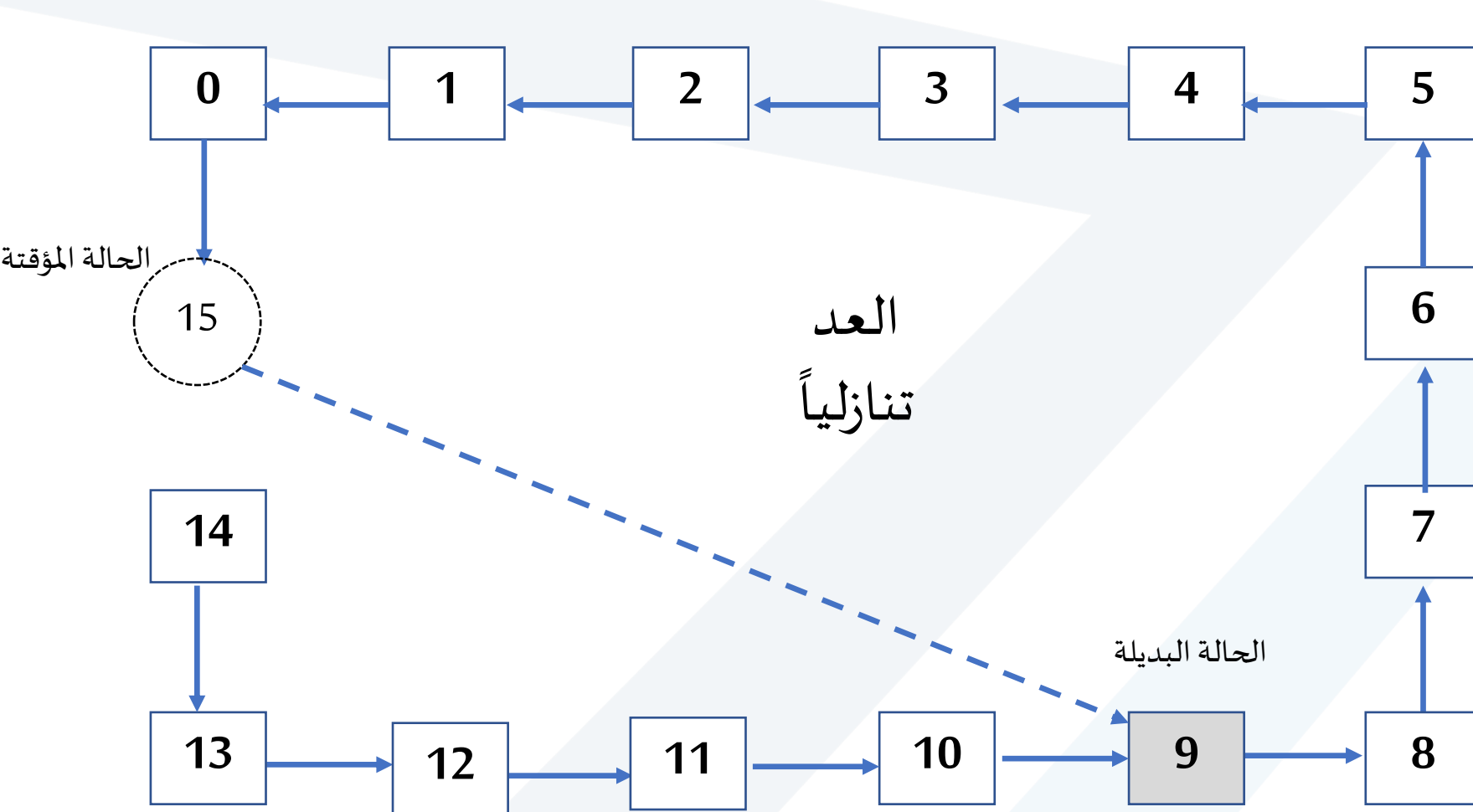
نلاحظ أننا بحاجة إلى إجراء عملية RESET للقلابين B و D

## مخطط الحالات في حالة العد التصاعدي :

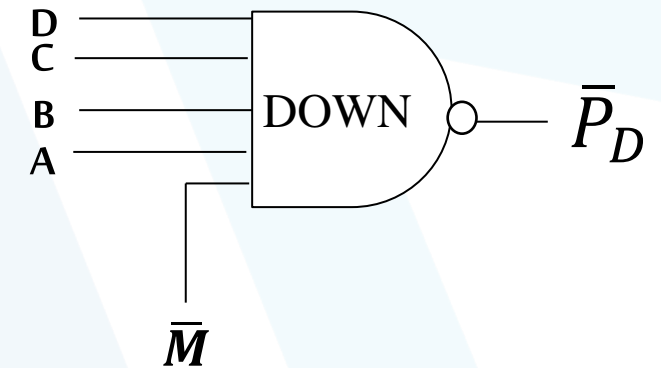
الحالة البديلة



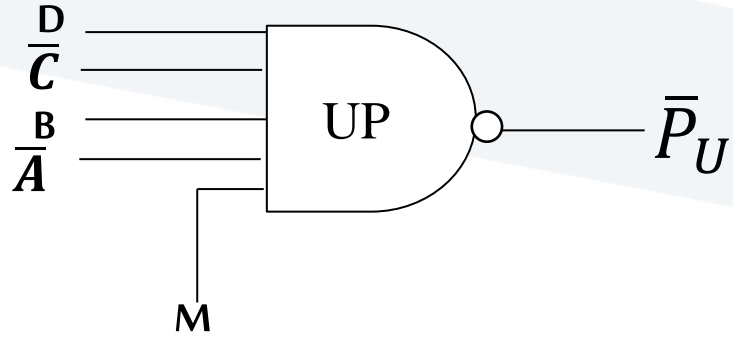
## مخطط الحالات في حالة العد تنازلياً :



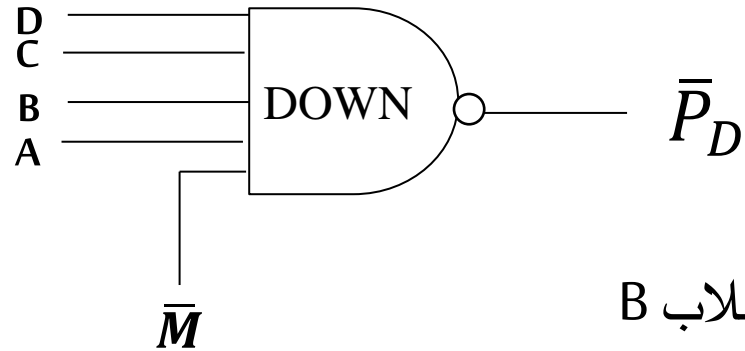
$$\begin{array}{c}
 D \quad C \quad B \quad A \\
 15 = (1 \quad 1 \quad 1 \quad 1)_2 \\
 9 = (1 \quad 0 \quad 0 \quad 1)_2
 \end{array}$$



نلاحظ أننا بحاجة إلى إجراء  
عملية RESET للقلابين C و B

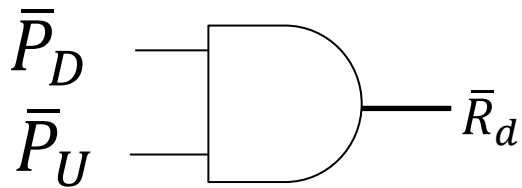


➤ تستخدم بوابة NAND من أجل اكتشاف الحالة المؤقتة في حالة العد التصاعدي لضمان تنشيط هذه البوابة في حال العد التصاعدي  $\bar{P}_U$  , وأدخلت M



➤ استخدمت بوابة NAND من أجل اكتشاف الحالة المؤقتة في حالة العد التنازلي لضمان تنشيط هذه البوابة في حال العد التنازلي  $\bar{P}_D$  , وأدخلت  $\bar{M}$

➤ استخدمت بوابة AND في إدخال كلا الإشارتين  $\bar{P}_D$  و  $\bar{P}_U$  إلى الطرف  $\bar{R}_d$  في القلاب B

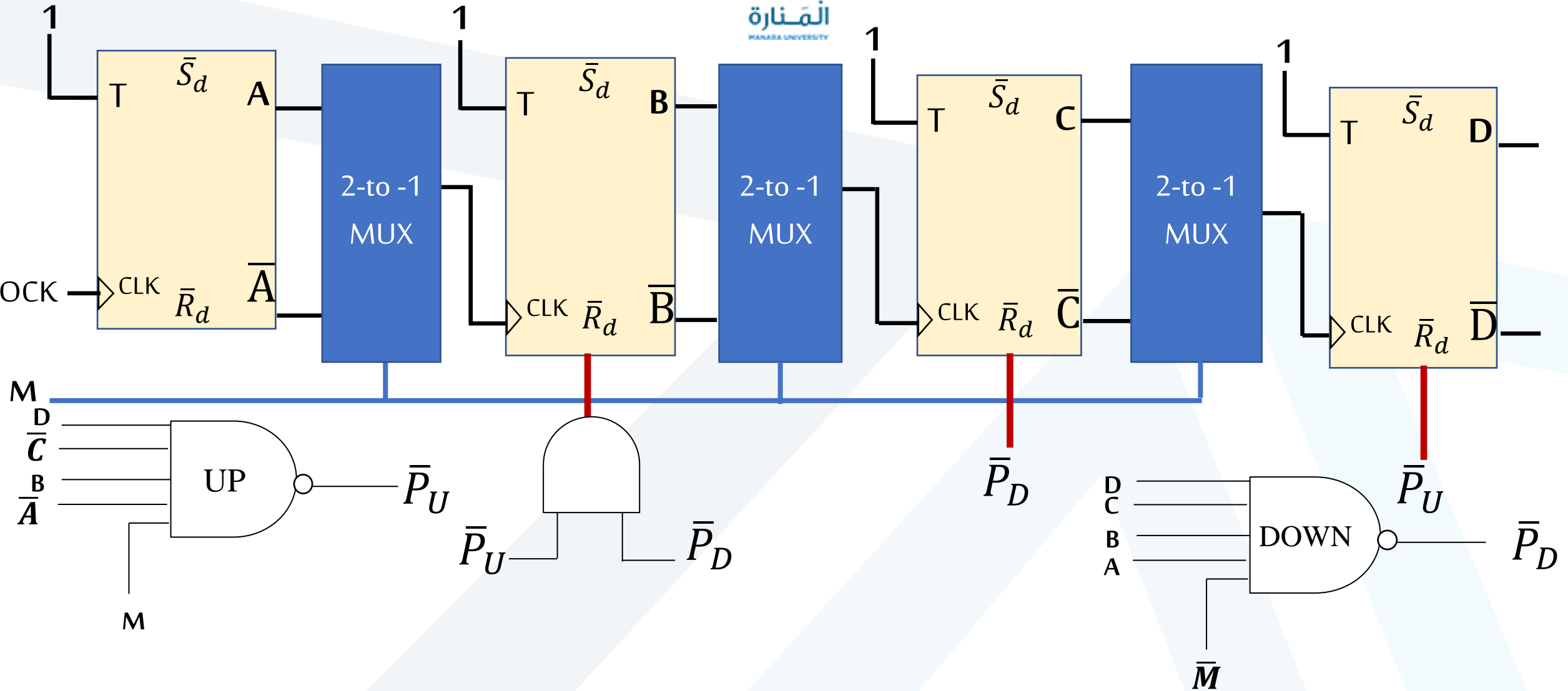


$$15 = (1 \ 1 \ 1 \ 1)_2$$

$$9 = (1 \ 0 \ 0 \ 1)_2$$

$$10 = (1 \ 0 \ 1 \ 0)_2$$

$$0 = (0 \ 0 \ 0 \ 0)_2$$



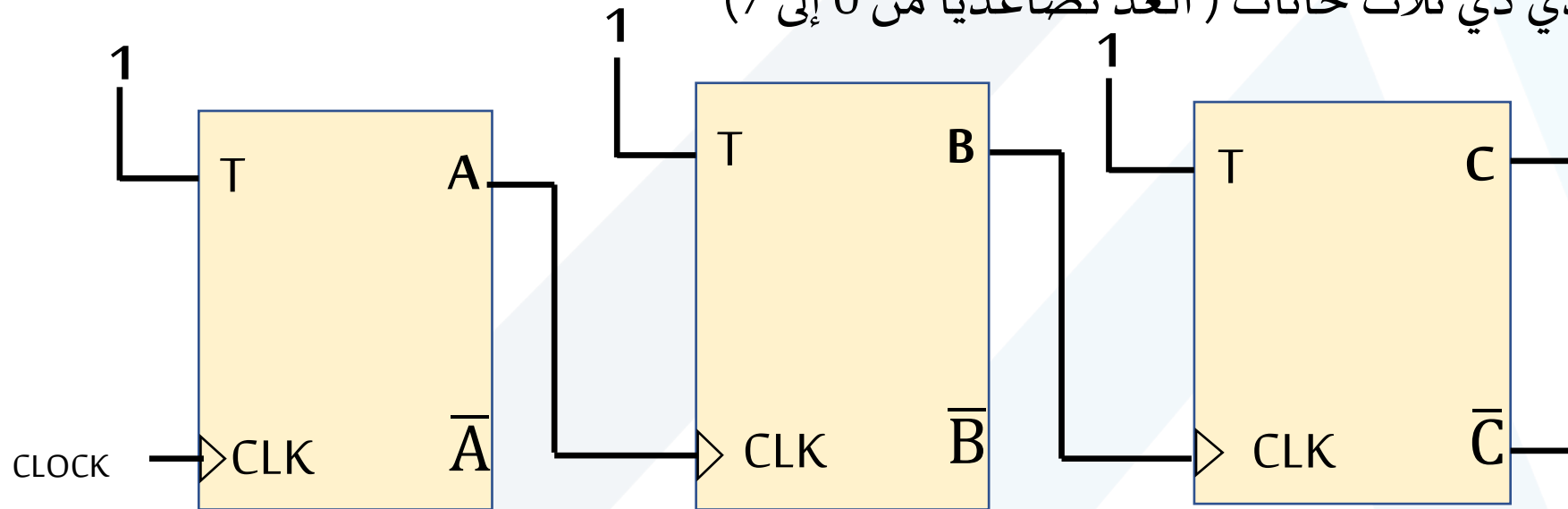
## العد بأي ترتيب

➤ تصميم عداد بتسلسل معين، ولكن بترتيب عد ليس تصاعدياً ولا تنازلياً.

➤ مثلاً: مطلوب تصميم عداد ذي ثلاث خانات يعد الترتيب التالي:  $1 \rightarrow 3 \rightarrow 5 \rightarrow 7 \rightarrow 6 \rightarrow 4 \rightarrow 2 \rightarrow 0$

**الحل:**

1. نصمم عداد تصاعدي ذي ثلاث خانات (العد تصاعدياً من 0 إلى 7)

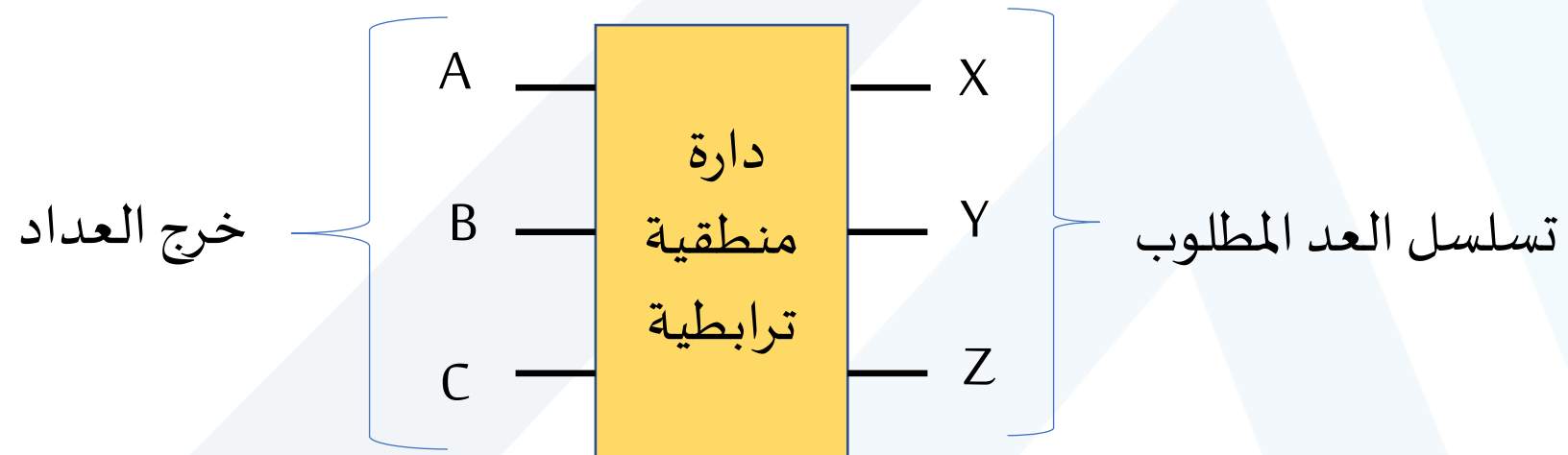


2. ثم ندخل خرج هذا العداد إلى دائرة منطقية ترابطية تحول تسلسل العد إلى التسلسل المطلوب.



جامعة  
المنارة  
MANARA UNIVERSITY

## العد بأي ترتيب





جامعة  
المنارة  
MANARA UNIVERSITY

## العد بأي ترتيب

#	C	B	A	Z	Y	X	Dec.
0	0	0	0	0	0	1	1
1	0	0	1	0	1	1	3
2	0	1	0	1	0	1	5
3	0	1	1	1	1	1	7
4	1	0	0	1	1	0	6
5	1	0	1	1	0	0	4
6	1	1	0	0	1	0	2
7	1	1	1	0	0	0	0



## العد بأي ترتيب

➤ تصميم الدارة المنطقية الترابطية باستخدام مفكك ترميز و مرمز

$$z = \sum m(2,3,4,5)$$

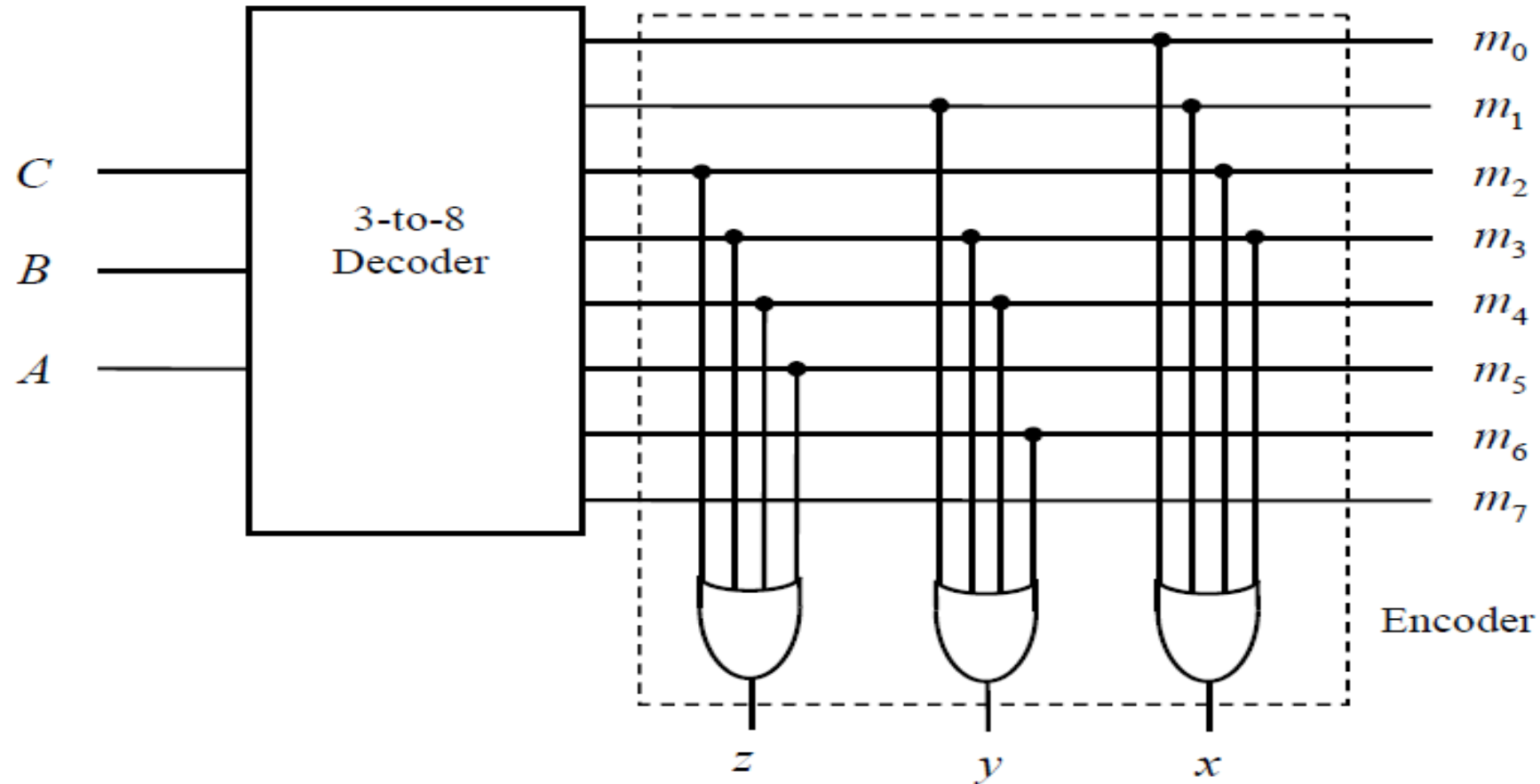
$$y = \sum m(1,3,4,6)$$

$$x = \sum m(0,1,2,3)$$



جَامِعَةُ  
الْمَنَارَةِ  
MANARA UNIVERSITY

## العد بأي ترتيب



# نهاية المحاضرة التاسعة