



جامعة المنارة
كلية الهندسة
هندسة معلوماتية

الدارات الرقمية

Digital Circuits CECC323

مدرسة المقرر
د. بشرى علي معلا

MU-EPP-FM-005

Issue date 17November2025

issue no:1

<https://manara.edu.sy>



تابع للدارات التتابعية

✓ العدادات

MU-EPP-FM-005

Issue date 17November2025

issue no:1

<https://manara.edu.sy>



العدادات (Counters)

- العداد: دارة منطقية تتابعية لديها القدرة على العد ثنائياً بترتيب معين : تصاعدياً (Up Counting)، تنازلياً (Down Counting) ، أو بأي ترتيب آخر
- العداد: يستخدم لعد النبضات أو الأحداث . يعد مكوناً أساسياً في تصميم الأنظمة الرقمية مثل:
 - ✓ الساعات الرقمية (Digital Clocks) : عد الساعات-الدقائق-الثواني
 - ✓ في المعالجات و المتحكمات الصغيرة (Microprocessors – Microcontrollers) : كمؤقت (timer) أو عداد أحداث (event counter)
- 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)**
- للعدادات نوعان: **عدادات متزامنة** لها نفس نبضات الساعة ، **عدادات غير متزامنة** خرج كل قلاب يعمل ساعة للقلاب الذي يليه.



أنواع العدادات (Counters)

- للعدادات نوعان: **عدادات متزامنة** لها نفس نبضات الساعة ، **عدادات غير متزامنة** خرج كل قلاب يعمل ساعة للقلاب الذي يليه.

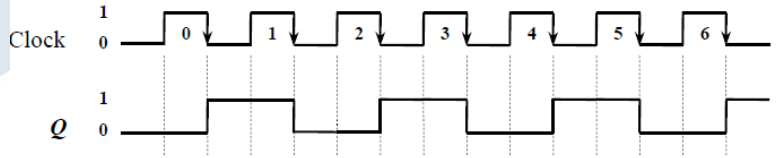
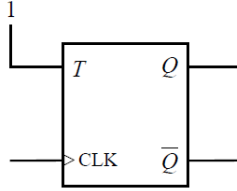
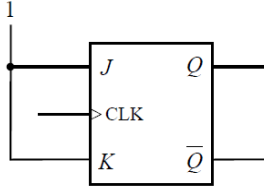
العدادات غير المتزامنة	العدادات المتزامنة	
تتلقى جميع القلابات فيه نبضات الساعة بنفس التوقيت	خرج كل قلاب هو نبضة ساعة للقلاب التالي أي تعمل القلابات بشكل متتالي	نبضات الساعة
أبطأ من المتزامنة	سريعة	السرعة
بسيط جداً	أكثر تعقيداً من غير المتزامنة	التصميم
أي نوع، لكن JK أو T أكثر شيوعاً	أي نوع (JK, T, D) غالباً T أو JK	نوع القلابات المستخدمة
أنظمة منخفضة التكلفة - التطبيقات غير الحساسة للتوقيت - تقسيم التردد البسيط	الأنظمة عالية السرعة - المعالجات الصغيرة - أنظمة الاتصالات - التطبيقات الحساسة للتوقيت	التطبيقات



بناء العدادات

تبنى 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:

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

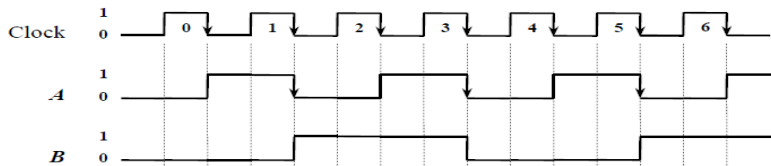
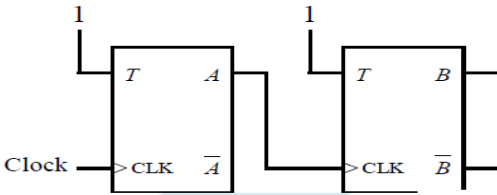


العدادات غير المتزامنة (Asynchronous Counter)

العد تصاعدياً (Up Counting)

إذا كانت إشارة خرج القلاب الأول إشارة تزامن للقلاب ثاني من النوع ذاته هذا سيجعل القلاب الثاني يقسم تردد تلك الإشارة على 2 أيضاً.

فيكون مخطط التزامن:



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

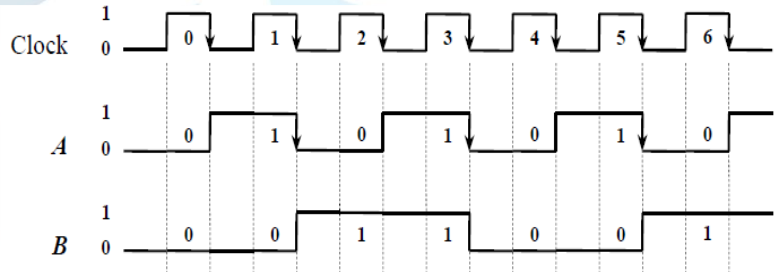


العدادات غير المتزامنة (Asynchronous Counter) العد تصاعدياً (Up Counting)

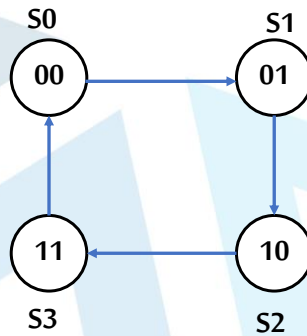
B	A	State
0	0	0
0	1	1
1	0	2
1	1	3
0	0	0
0	1	1
1	0	2

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 MSB.

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



العدادات غير المتزامنة (Asynchronous Counter) العد تصاعدياً (Up Counting)



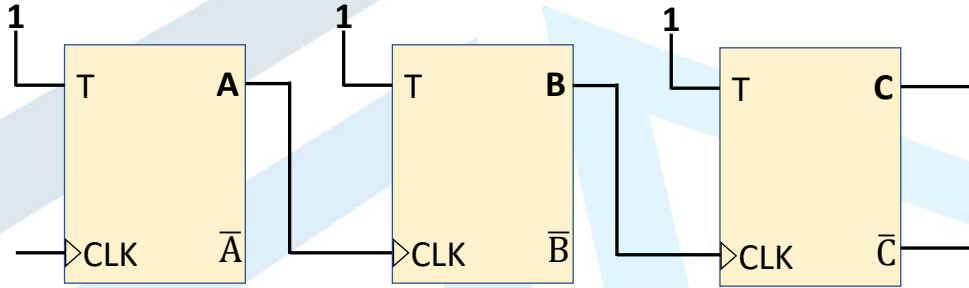
مخطط الحالة :



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

✓ نحتاج عدد قلابات T = عدد خانات العداد = 3

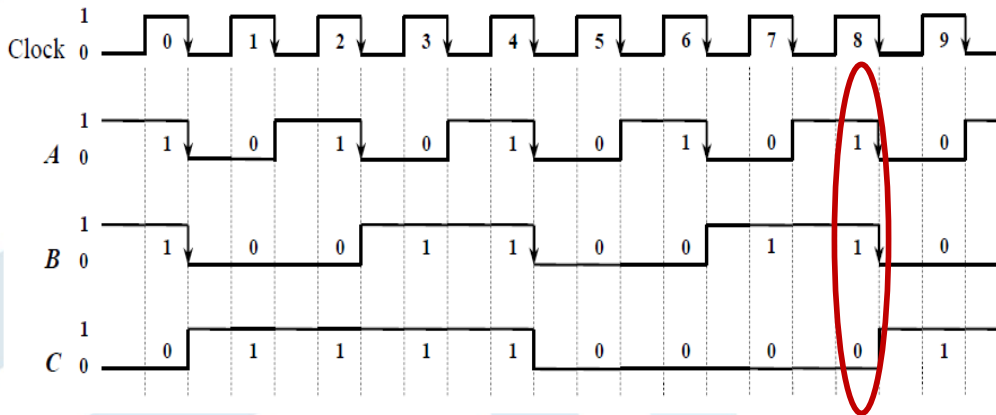
✓ ندخل الخرج غير المعكوس لكل قلاب كإشارة تزامن للقلاب التالي له



C B A

✓ لرسم مخطط التزامن نحتاج لمعرفة الحالة $3 = (0\ 1\ 1)_2$

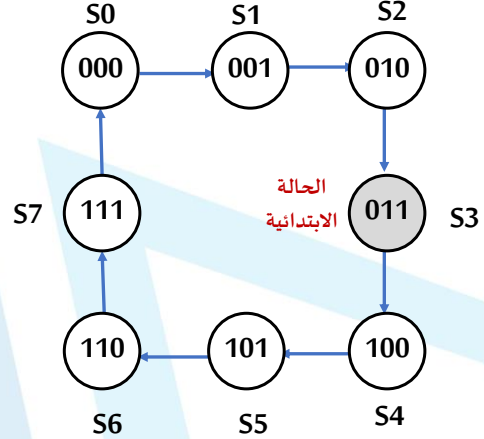
الابتدائي⁻¹



✓ 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
:	:	:	:

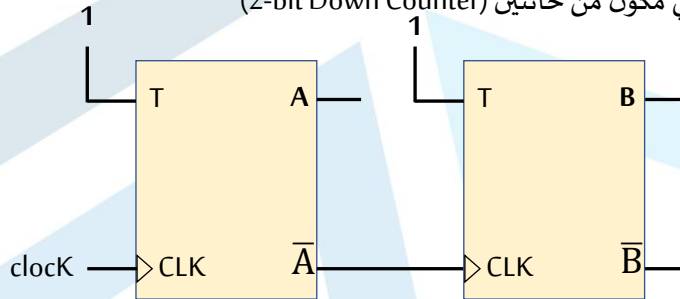
✓ مخطط الحالات لم يتغير رغم أن الحالة الابتدائية كانت 3 :



العدادات غير المتزامنة (Asynchronous Counter) العد تنازلياً (Down Counting)

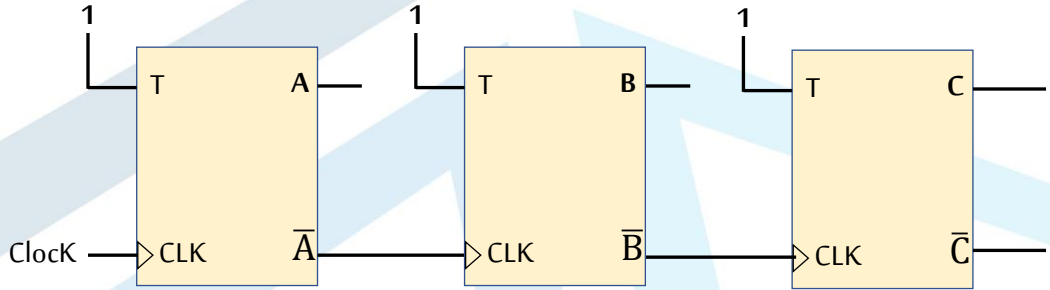
➤ إذا كانت إشارة الخرج المعكوس للقلاب الأول هي إشارة تزامن للقلاب ثاني من النوع ذاته فهذا سيجعل العداد يقوم بالعد تنازلياً

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



❖ مثال: صمم عداداً تنازلياً ذي ثلاث خانات (3-bit down counting) وارسم مخطط التزامن له، ثم وضع تسلسل العد و مخطط الحالات و ذلك إذا بدأ العداد العد من الحالة 7

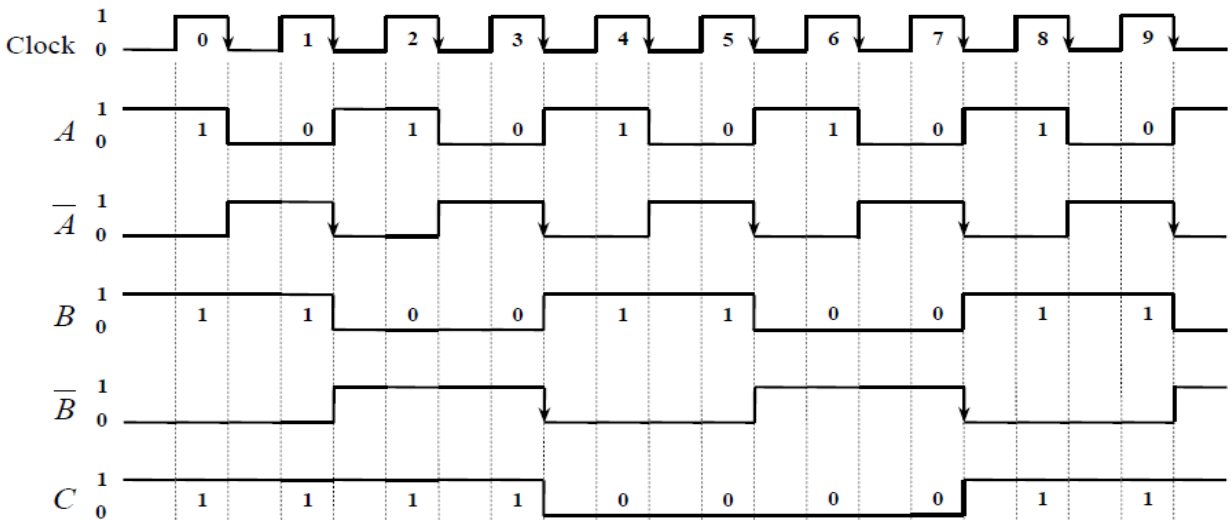
➤ الدارة المنطقية لعداد تنازلي مكون من ثلاث خانات (3-bit Down Counter)



$$C B A$$

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

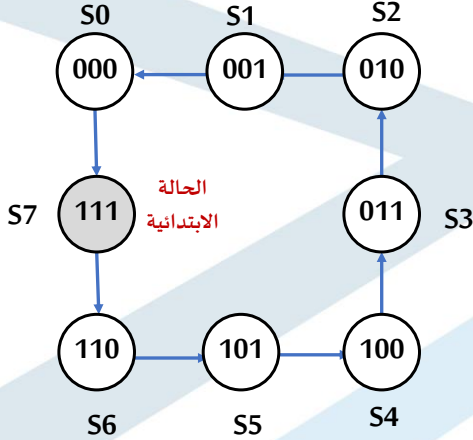
✓ لرسم مخطط التزامن نحتاج لمعرفة الحالة الابتدائية:جامعة المنارة



✓ 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



العدادات غير المتزامنة (Asynchronous Counter) العد بالاتجاهين (Up/ Down Counting)

M	CLOCK
0	Q
1	\bar{Q}

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

▪ يعد تصاعدياً من أجل $M=0$

▪ يعد 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

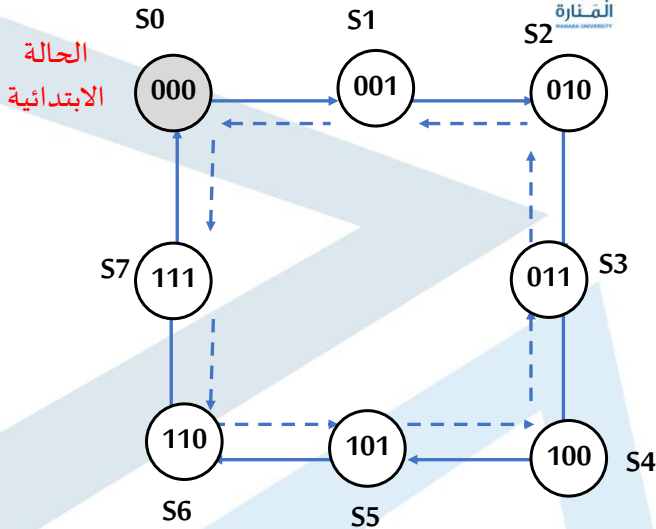
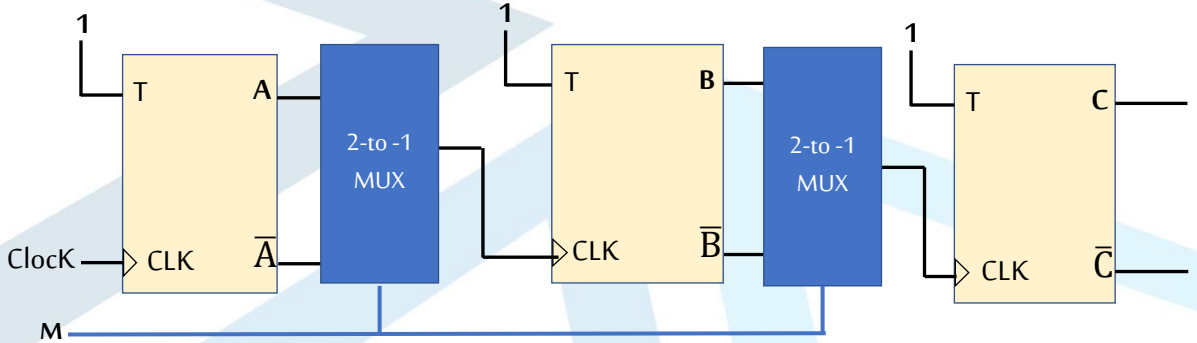


✓ حيث يُدخل الخرج المعكوس والخرج غير المعكوس للقلاب إلى دخلي الناخب الذي يحدد أيهما يُمرر كإشارة تزامن حسب قيمة إشارة التحكم M.



العدادات غير المتزامنة (Asynchronous Counter)

➤ مثال: صمم عداداً بثلاث خانات (3 bits counter) يعد تصاعدياً و تنازلياً. إذا علمت أن العداد بدأ العد من الحالة 0 وارسم مخطط الحالة له.



➤ مخطط الحالات للعداد السابق:

العد تصاعدياً ←
العد تنازلياً ←

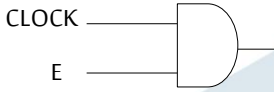


❖ مثال: صمم عداد ذي أربعة خانات (4bit counter) يستجيب لإشارتي تحكم E,M بحيث:

✓ 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

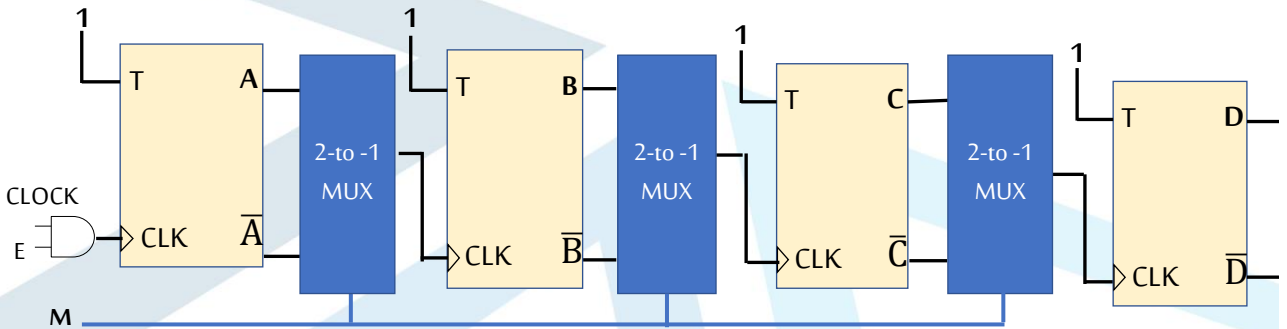
✓ عداد تصاعدي / عداد تنازلي: نحتاج إلى ناخب 2to1 لتحديد نوع العد يتحكم بذلك الإشارة M

✓ 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



➤ الدارة المنطقية للعداد:



العدادات المتزامنة (synchronous Counters)

العد تصاعدياً (Up Counting)

مثال: صمم عداداً متزامناً تصاعدياً بخانتين (2 bits synchronous counter) باستخدام القلاب JK

١. نحدد عدد القلايات اللازمة: عدد القلايات = عدد البتات = 2

٢. نحدد جدول عمل القلاب JK:

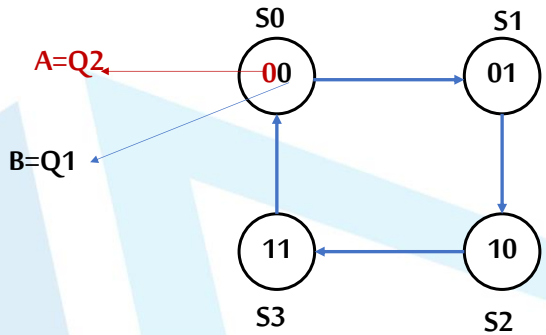
Qn	Qn+1	J	K	
0	0	0	X	Keep, reset
0	1	1	X	set, toggle
1	0	X	1	Reset, toggle
1	1	X	0	Keep, set



٣. مخطط الحالة

٤. جدول تسلسل العد:

Clk	A (Q2)	B (Qn1)	State
0	0	0	0
1	0	1	1
2	1	0	2
3	1	1	3
4	0	0	0



5. جدول الحالات:

الحالة الحالية		الحالة التالية		دخل القلاب الأول		دخل القلاب الثاني	
Q2	Q1	Q ²	Q ¹	J1	K1	J2	K2
0	0	0	1	0	X	1	X
0	1	1	0	1	X	X	1
1	0	1	1	X	0	1	X
1	1	0	0	X	1	X	1



6. باستخدام كارنو:

