تصميم الدوائر المنطقية

ITGS 126

المحـاضرة الحادية عشر

الدوائر المنطقية التتابعية (العددات)

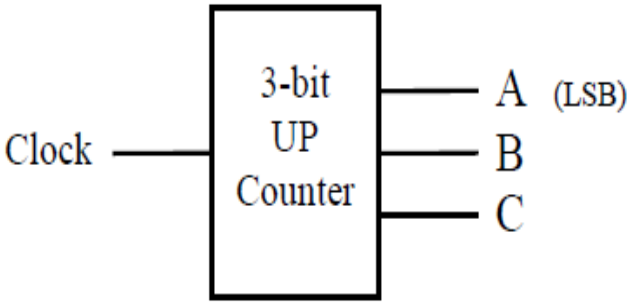
Sequential Logic Circuits (Counters)

أ. منار سامي عريف

مقدمة

العداد (Counter) : هو عبارة عن دائرة منطقية تتابعية لها القدرة على العد ثنائياً بترتيب معين.
و ترتيب العد قد يكون ترتيب تصاعدياً (Up Counting) أو تنازلياً (Down Counting) أو قد يكون بأي ترتيب آخر .
كل قيمة يصل إليها العداد أثناء عملية العد تسمى حالة (State) وينتقل العداد من حالة إلى أخرى من حالاته مع نبضات التزامن (Clock) وبترتيب معين أي أن كل نبضة من نبضات التزامن تنقل العداد من الحالة التي هو فيها إلى الحالة التي تليها في ترتيب العد، و يمكن أن يبدأ العداد العد من أي حالة من حالاته.
ويطلق على الحالة التي يبدأ العد منها تسمية الحالة الابتدائية (Initial State).

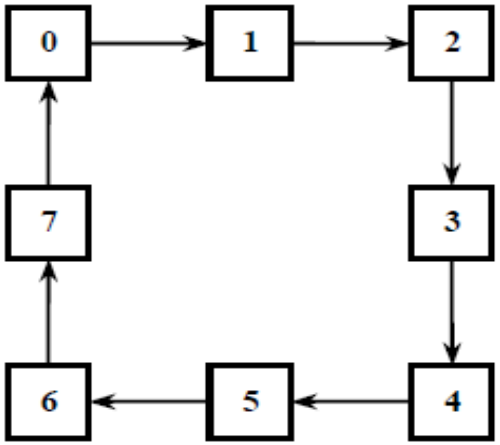
عـــــداد تصـــــاعدي ذو ثلاث خانات .



المخطط المنطقي

C	B	A	State
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	2
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
•	•	•	•

جدول توضيح تسلسل العد



مخطط الحالة State Diagram

ملاحظة : تسمى العدادات بناء على عدد المخرجات .

Modulus

- وهو عدد الأعداد (حالات العداد) التي يمكن عدها لعداد ما ويمكن حسابها من العلاقة 2^n حيث n هي عدد المخرجات فمثلاً :
- عداد بثلاث مخرجات n=3 ⟵ Modulus $=2^3=8$

  إذا عدد الأعداد التي يمكن عدها 8 من 0 إلى 7

  وهي 111,110,101,100,011,010,001,000
- عداد بمخرجـــان n=2 ⟵ Modulus $=2^2=4$

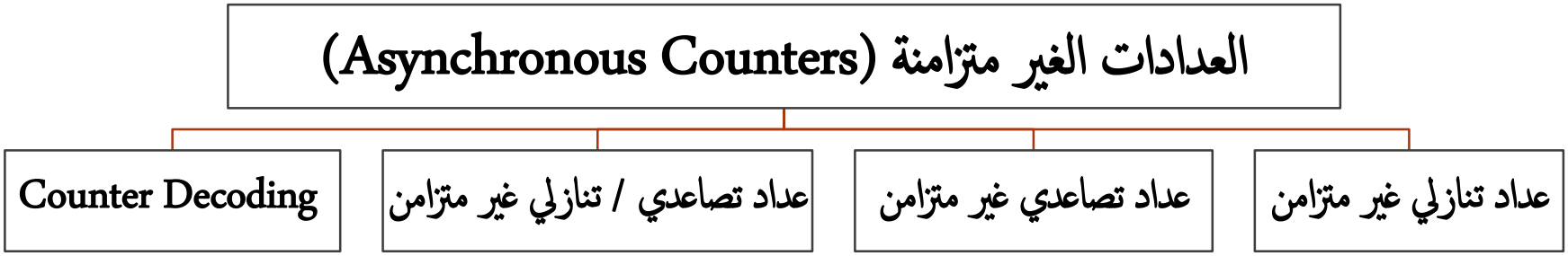
  إذا عدد الأعداد التي يمكن عدها 4 من 0 إلى 3

  وهي 11,10,01,00

العدادات الغير متزامنة (Asynchronous Counters)

- **خصائص العدادات الغير متزامنة**

- تعتبر العدادات الغير متزامنة من أبسط أنواع العدادات في التصميم والتحليل مادام العد بسيط.
- عادة ما تبنى هذه العدادات من عدة قلابات من نوع T F/F أو يمكن استخدام قلابات أخرى مثل J-K F/F او D F/F موصلة على هيئة القلاب T .
- عدد القلابات = عدد مخارج العداد = n مثـلاً
  - تتكون دائرة عداد ذات ثلاث مخارج من ثلاثة قلابات من نوع T F/F .
  - تتكـون دائرة عداد ذات أربع مخارج من أربعـة قلابات من نوع T F/F .
- في العدادت الغير متزامنة : توصل القلابات على التوالي
- وحالة القلابات لا تتغير في نفس الزمن لذلك سميت بالعدادات الغير متزامنة.

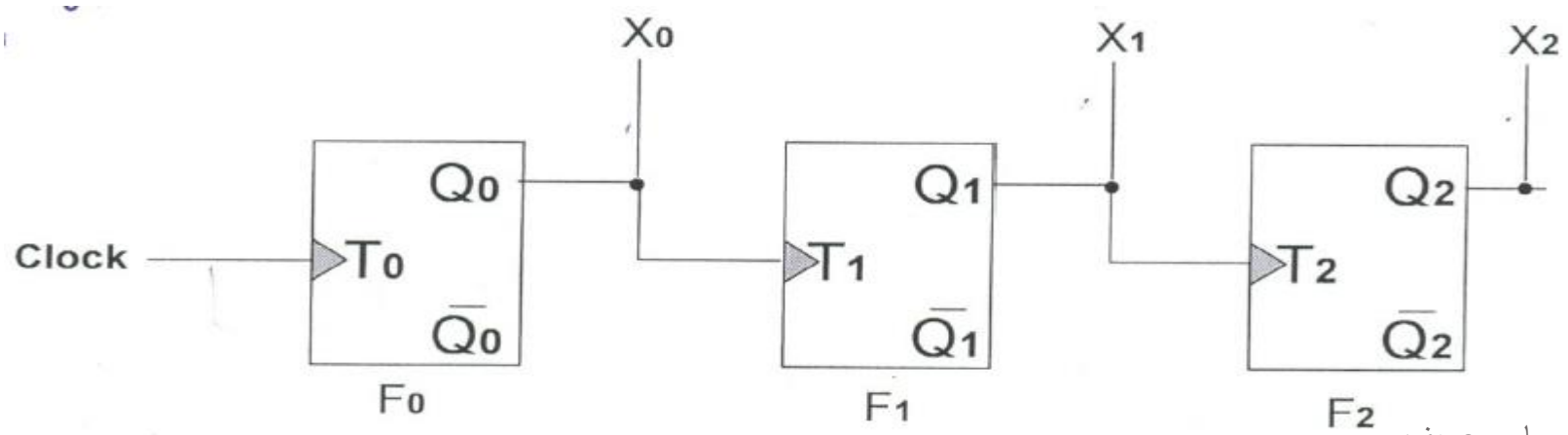


العدادات الغير متزامنة (Asynchronous Counters)

أولاً : تصميم وتحليل العدادات التنازلية الغير متزامنة

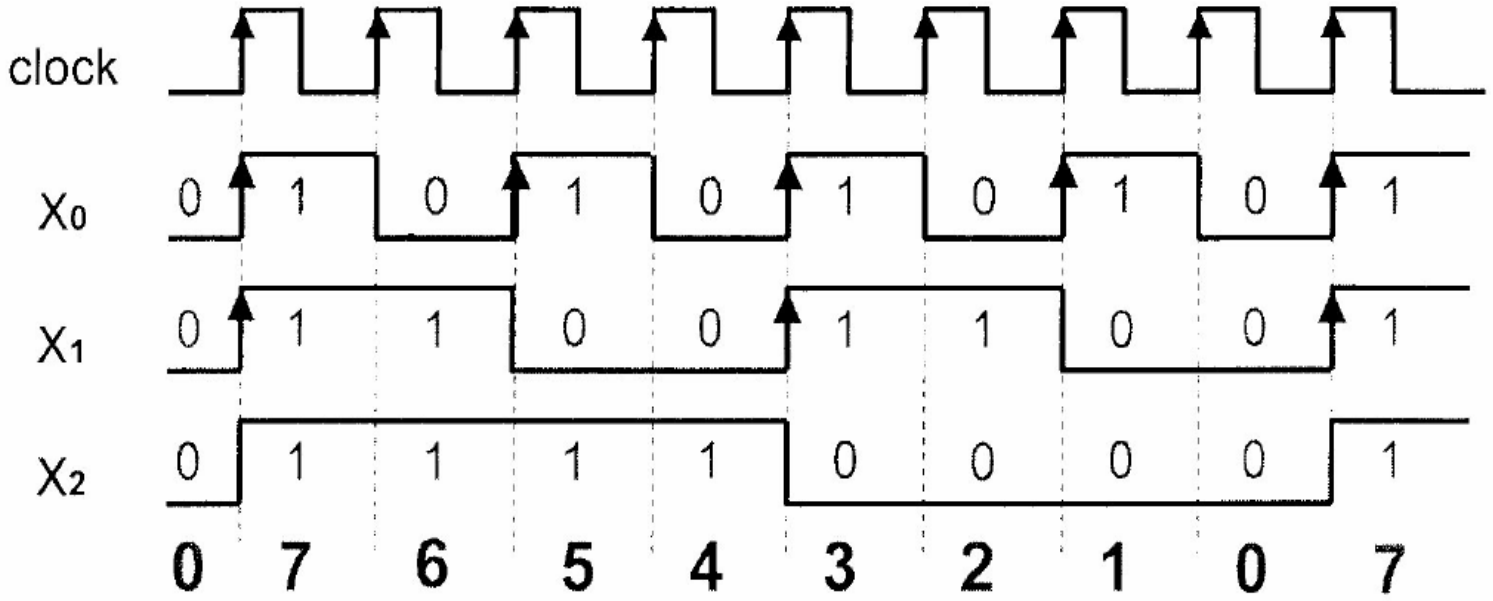
صمم وارسم المخطط الزمن لعداد تنازلي غير متزامن ذو 3 مخارج ؟

- عدد القـــــلابات = عدد المخـــــارج إذا نحتاج 3 قلابات من نوع T F/F حيث يتم ترميز القلابات حسب القيمة المكانية.
- نوصل الساعة (Clock) بالقلاب الأول (F_0) .
- نوصل هذه القلابات على التوالي (بمعنى خرج كل قلاب يوصل بمدخل الساعة للقلاب الثاني).
- تؤخذ مخارج العداد من مخارج القلابات.
- عدد الحالات التي يمكن عدها $2^3=8$ يعني العد يكون من (0 -7).



المخطط الزمني (timing diagram) للعداد التنازلي الغير متزامن ذو 3 مخارج.

- تقوم الساعة بقدح القلاب الأول (F0) عند كل حافة موجبة لها.
- يقوم خرج القلاب (F0) بقدح القلاب (F1) عند كل حافة موجبة للمخرج X0
- يقوم خرج القلاب (F1) بقدح القلاب (F2) عند كل حافة موجبة للمخرج X1



H.W ارسم المخطط الزمني (timing diagram) للعداد التنازلي الغير متزامن ذو 4 مخارج؟

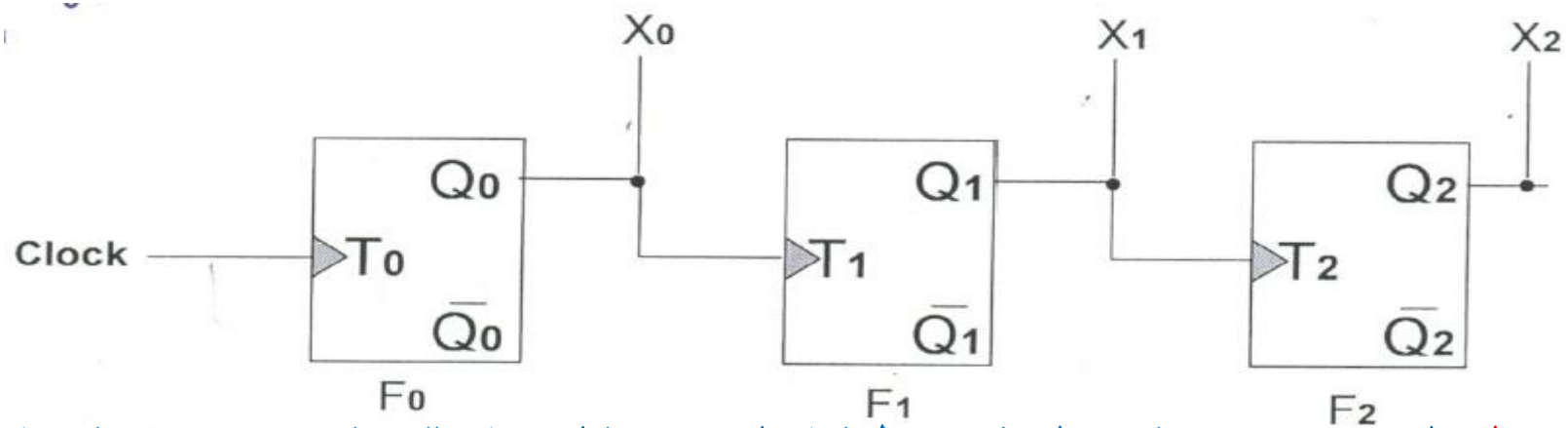
ثانياً : تصميم وتحليل العدادات التصاعدية الغير متزامنة

يمكن تصميم عداد غير متزامن ليعد تصاعدياً بطريقتين:

أ. باستخدام قلابات سالبة القدح ب. باستخدام قلابات موجبة القدح

صمم وارسم المخطط الزمن لعداد تصاعدي غير متزامن ذو 3 مخارج باستخدام قلابات سالبة القدح ؟

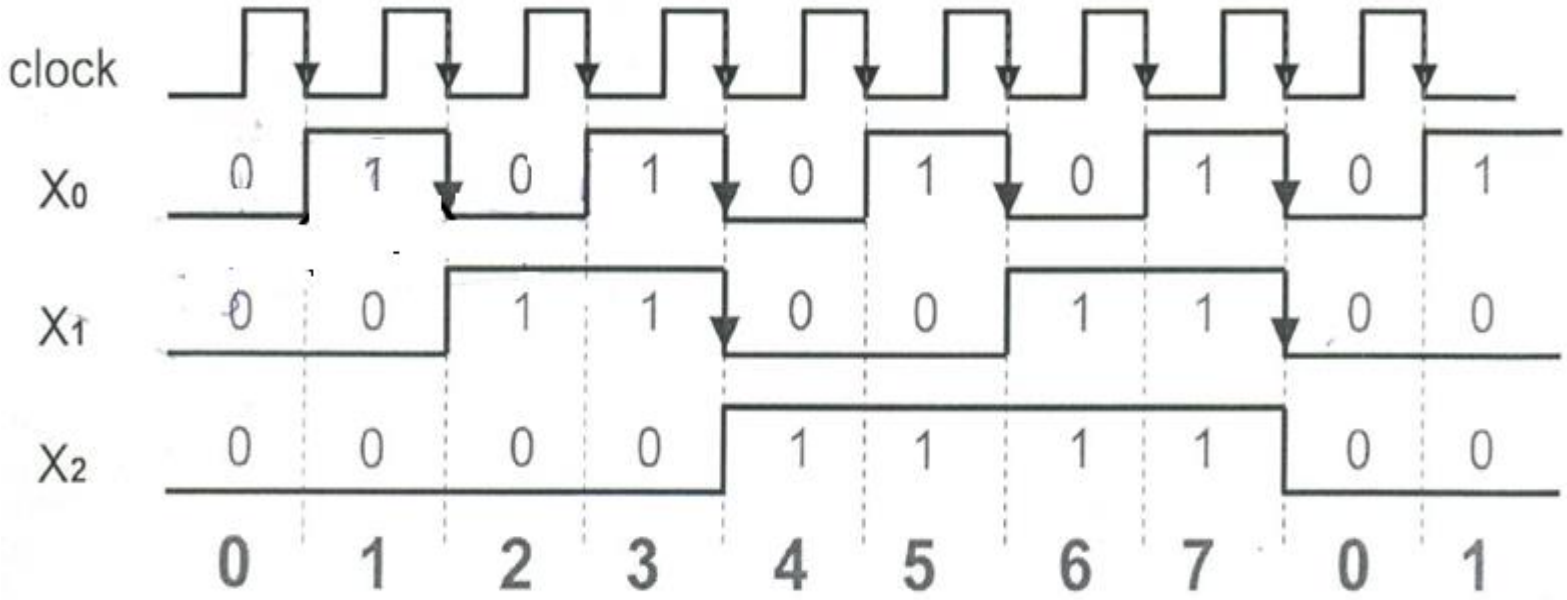
- عدد القـــلابات = عدد المخـــارج إذا نحتاج 3 قلابات من نوع T F/F.
- نوصل الساعة (Clock) بالقلاب الأول (F_0) .
- نوصل هذه القلابات على التوالي (بمعنى خرج كل قلاب يوصل بمدخل الساعة للقلاب الثاني).
- تؤخذ مخارج العداد من مخارج القلابات.



ملاحظة : لا يوجد فرق بين العداد التصاعدي والتنازلي إلا في نوع القلاب (سالب القدح او موجب القدح)

المخطط الزمني (timing diagram) للعداد التصاعدي الغير متزامن ذو 3 مخارج.

- تقوم الساعة بقدح القلاب الأول (F0) عند كل حافة سالبة لها.
- يقوم خرج القلاب (F0) بقدح القلاب (F1) عند كل حافة سالبة للمخرج X0
- يقوم خرج القلاب (F1) بقدح القلاب (F2) عند كل حافة سالبة للمخرج X1

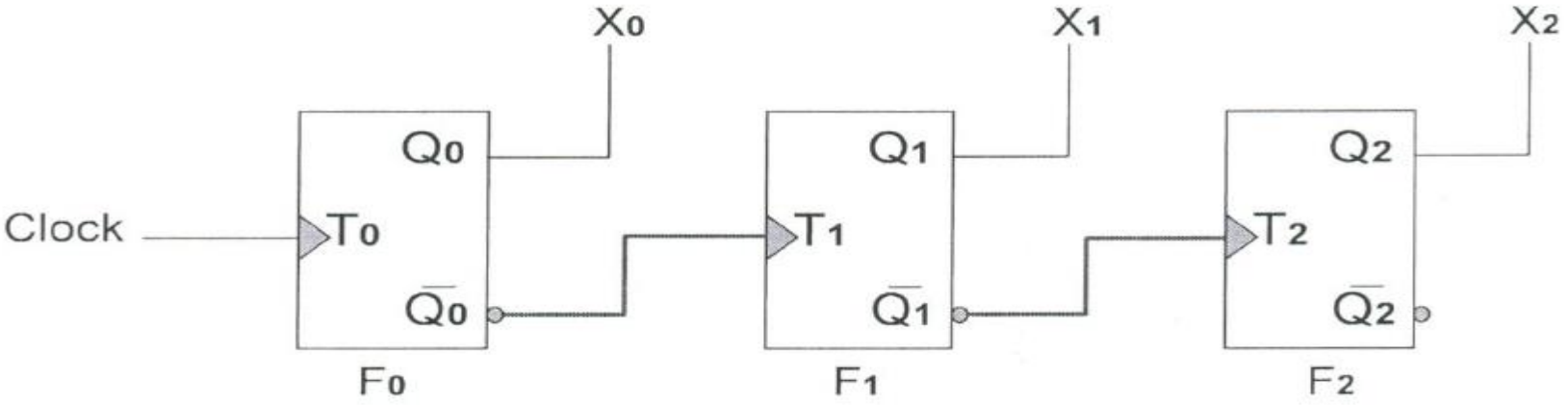


ثانياً : تصميم وتحليل العدادات التصاعدية الغير متزامنة

صمم وارسم المخطط الزمني لعداد تصاعدي غير متزامن ذو 3 مخارج باستخدام قلابات موجبة القدح ؟

- عدد القـــــلابات = عدد المخـــــارج إذا نحتاج 3 قلابات من نوع T F/F.
- نوصل الساعة (Clock) بالقلاب الأول (F_0) .
- تؤخذ مخارج العداد من مخارج القلابات.
- نوصل هذه القلابات على التوالي (بمعنى خرج كل قلاب يوصل بمدخل الساعة للقلاب الثاني)

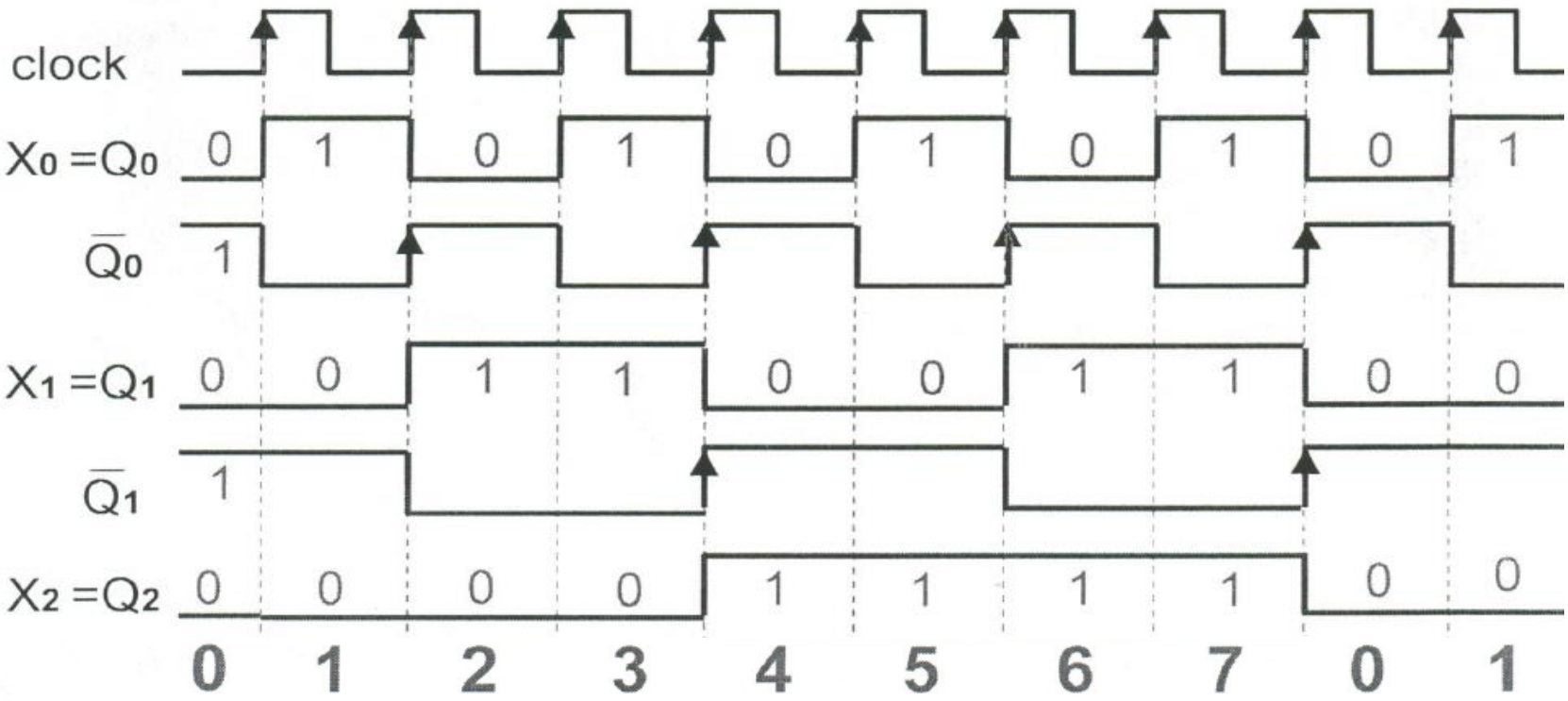
ولكن ليعد العداد تصاعدياً.



ملاحظة : يتم استخدام المخارج المنفية لكل قلاب لقدح القلاب التالي له.

المخطط الزمني (timing diagram) للعداد التصاعدي الغير متزامن ذو 3 مخارج.

- تقوم الساعة بقدح القلاب الأول (F0) عند كل حافة سالبة لها.
- يقوم خرج القلاب (F0) بقدح القلاب (F1) عند كل حافة سالبة للمخرج X0
- يقوم خرج القلاب (F1) بقدح القلاب (F2) عند كل حافة سالبة للمخرج X1

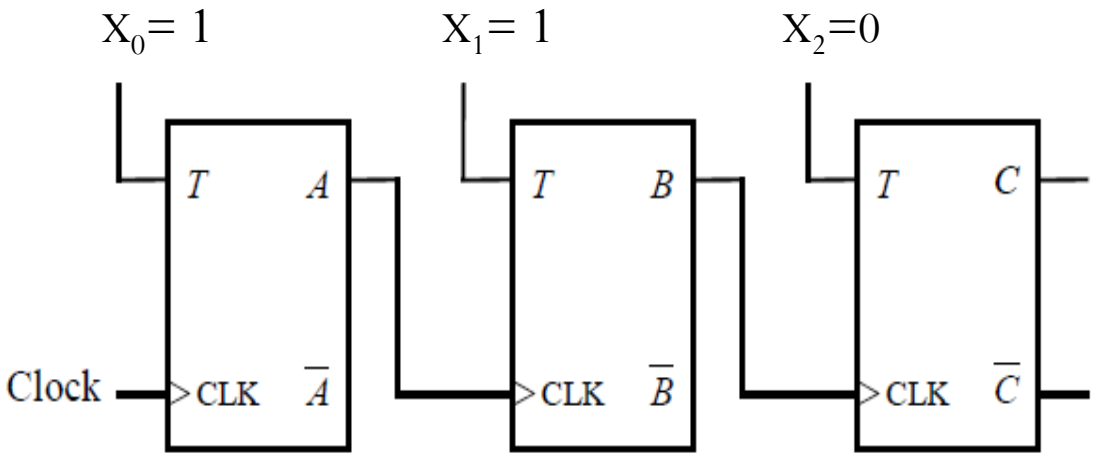


يتم قراءة العداد من خرج القلابات

ثانياً : تصميم وتحليل العدادات التصاعدية الغير متزامنة

صمم وارسم المخطط الزمني لعداد تصاعدي غير متزامن ذو 3 مخارج باستخدام قلابات سالبة القدح وذلك إذا بدأ العداد العد من الحالة 3؟

- عدد القـــلابات = عدد المخـــارج إذا نحتاج 3 قلابات من نوع T F/F.
- نوصل الساعة (Clock) بالقلاب الأول (A) .
- تؤخذ مخارج العداد من مخارج القلابات.
- نوصل هذه القلابات على التوالي حيث خرج كل قلاب يوصل كإشارة تزامن للقلاب التالي .
- الحالة الابتدائية لكل من A,B هي 1 والحالة الابتدائية لـ C هي 0.

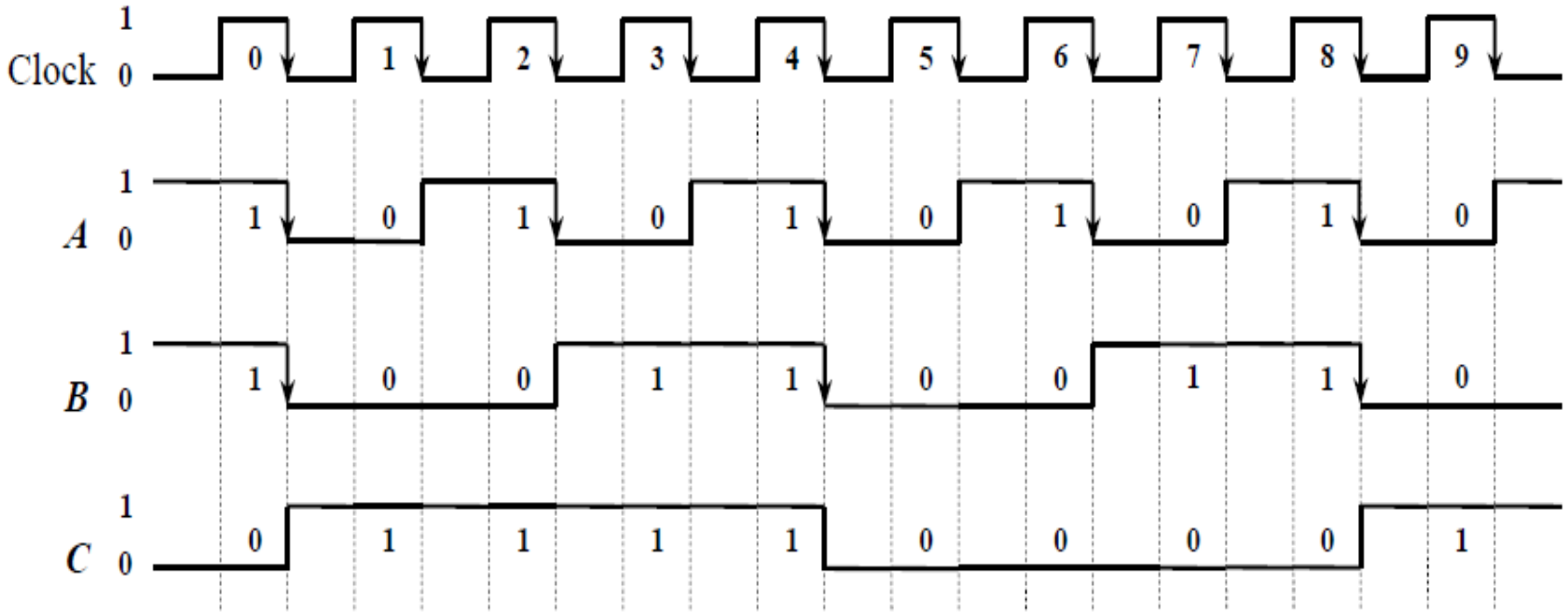


ملاحظة : القلاب الأول A يحسب قيمة LSB لقيمة العدد

المخطط الزمني (timing diagram) للعداد التصاعدي الغير متزامن ذو 3 مخارج.

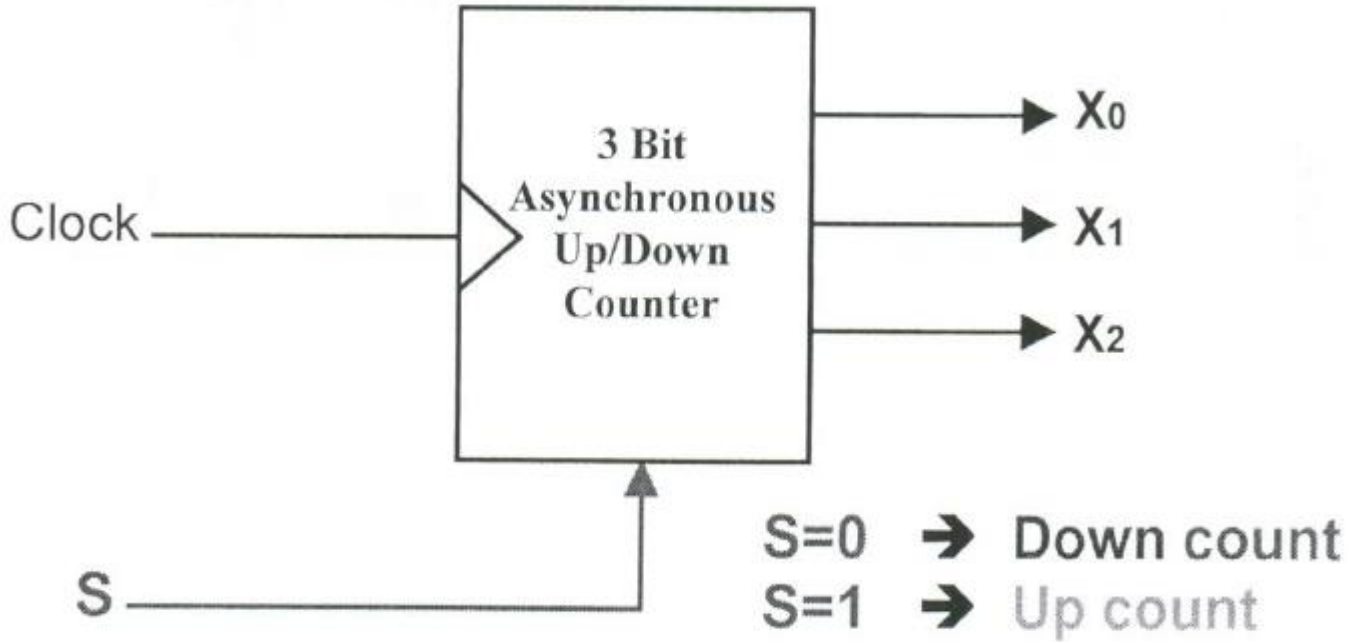
الحالة الابتدائية لكل من A,B هي 1 والحالة الابتدائية لـ C هي 0

$$\begin{array}{cccccc} & & C & B & A & \\ 3 & = & (& 0 & 1 & 1 &)_2 \end{array}$$



ثالثاً : تصميم وتحليل العدادات التصاعدية / التنازلية الغير متزامنة

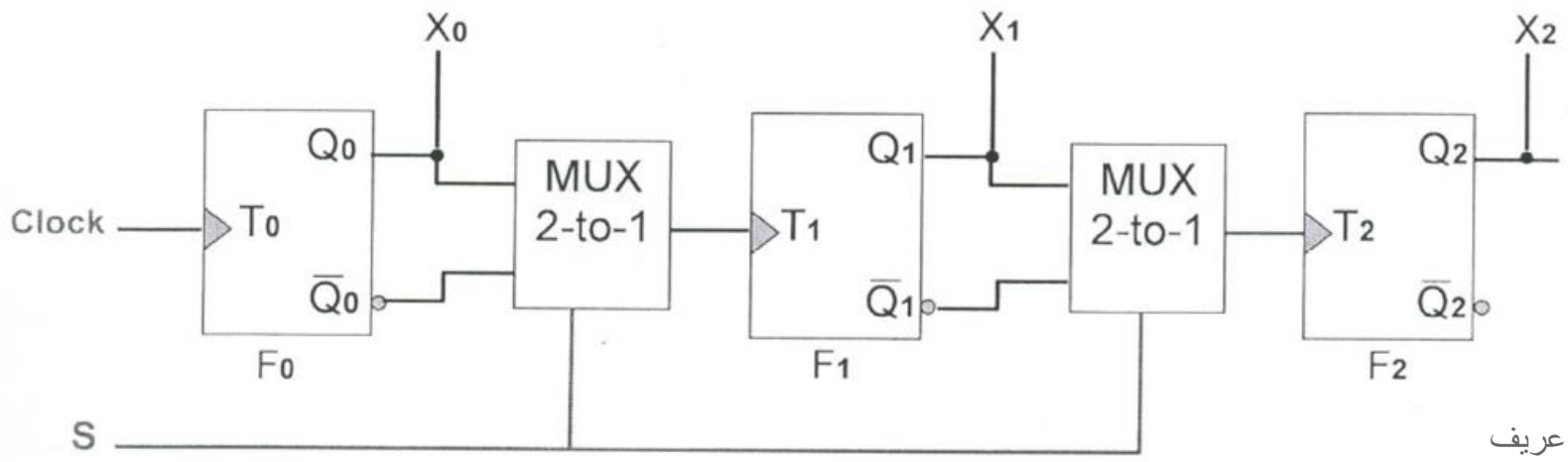
يمكن تصميم عداد غير متزامن تصاعدي/ تنازلي وذلك بإضافة مدخل (S) للتحكم في طريقة العد إما تصاعدي أو تنازلي.



ثالثاً : تصميم وتحليل العدادات التصاعدية / التنازلية الغير متزامنة

صمم وارسم عداد تصاعدي/ تنازلي غير متزامن ذو 3 مخارج ؟

- عدد القـــــلابات = عدد المخـــــارج إذا نحتاج 3 قلابات من نوع T F/F.
- نوصل الساعة (Clock) بالقلاب الأول (F_0) .
- نستخدم منتقي بيانات (MUX 2 TO 1) لربط مخارج كل قلاب بمدخل الساعة للقلاب الذي يليه.
- يستخدم خط اختيار منتقي البيانات في التحكم في طريقة العد إما تصاعدي أو تنازلي وذلك كالآتي :
  - إذا كانت S=0 يتم اختيار المخارج Q لجعل العداد يعد تنازلياً.
  - إذا كانت S=1 يتم اختيار المخارج $\overline{Q}$ لجعل العداد يعد تصاعدياً.
- تؤخذ مخارج العداد من مخارج القلابات.



رابعاً : Counter Decoding

يمكن تصميم عدادات متنوعة القدرة على العد ولزيادة عدد الأعداد التي يمكن عدها نقوم بإضافة قلابات بطريقة متسلسلة.

للتحكم في عد الأعداد وكذلك بداية ونهاية أي عملية عد يتم استخدام مايسمى Counter Decoding ومن أمثلة هذه العددات : العددات العشرية (BCD Counters)

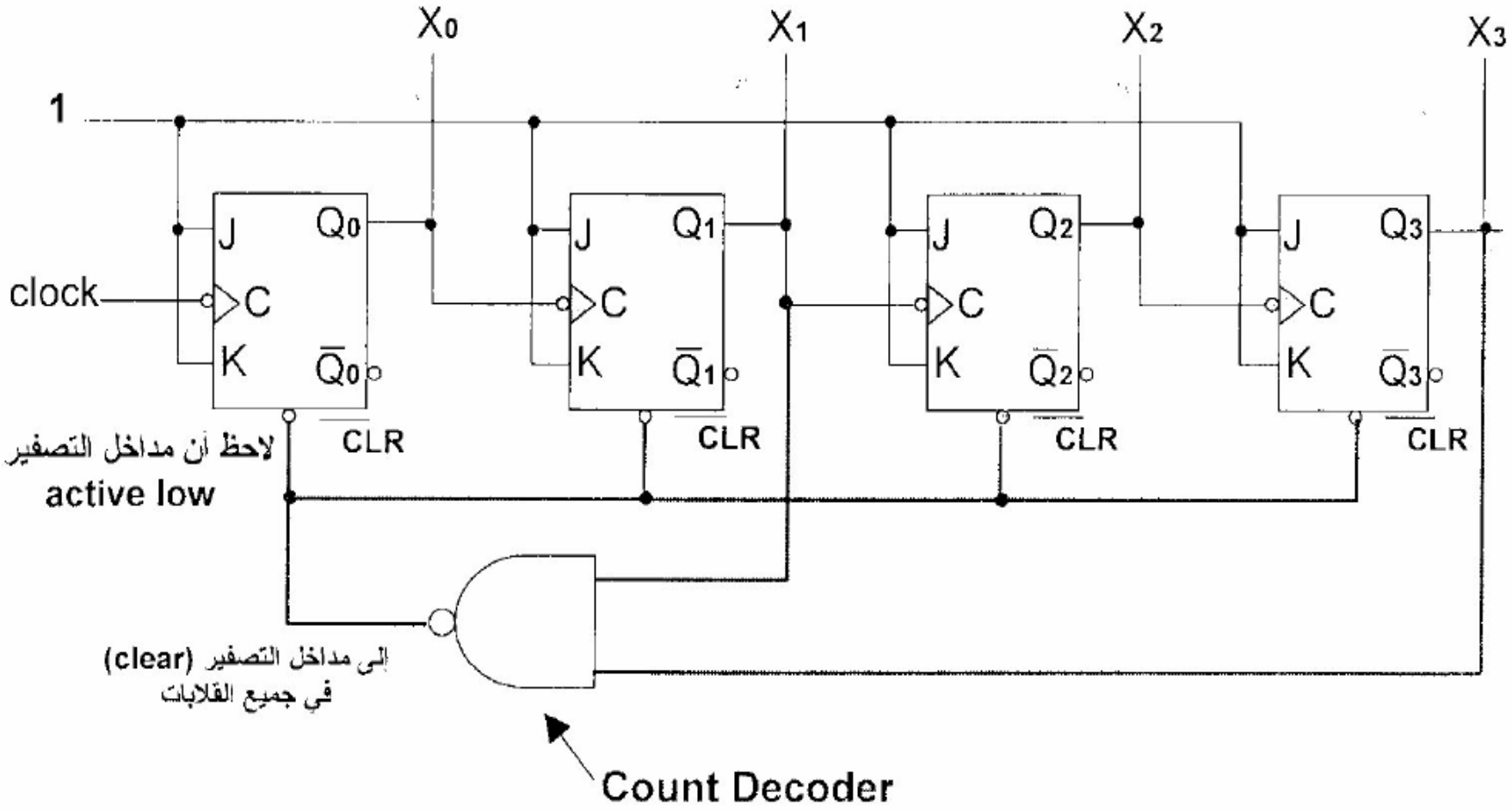
صمم العداد العشري الغير متزامن Asynchronous BCD Up Counter

يعد 10 أعداد من 0 إلى 9 ولذلك نحتاج لعداد بحجم 4 bit وبالتالي نحتاج إلى 4 قلابات من نوع T F/F

يتم تصفير العداد بعد العدد 9 باستخدام Counter Decoding وهو عبارة عن بوابة NAND تستخدم لمراقبة مخارج القلابات وتصفير العداد في الحالة المطلوبة حيث :-

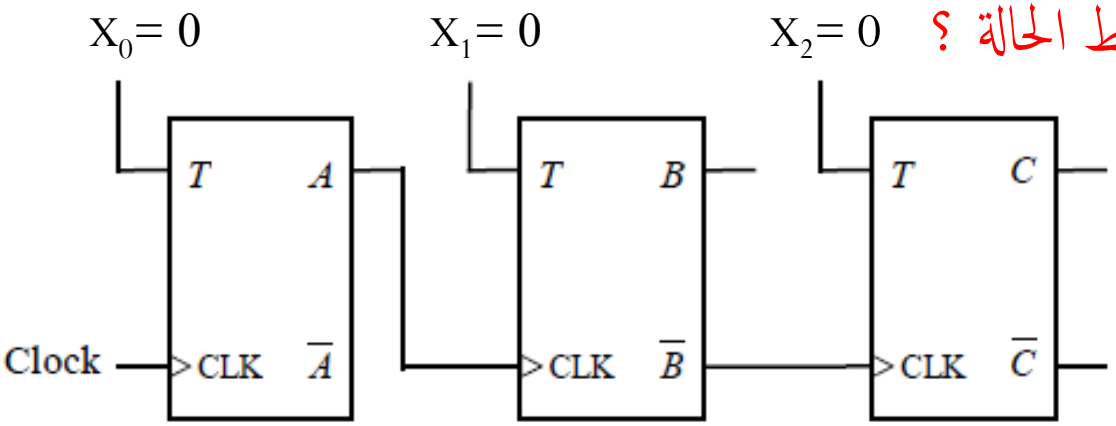
- توصل مخارج بعض القلابات (Q_3,Q_1) بمداخل بوابة ال NAND لعمل Count Decoder للعدد 10.
- خرج بوابة ال NAND يتم توصيله بالمدخل Clear لجميع القلابات ليتم التصفير في الحالة المطلوبة.
- يعد العداد من 0000 إلى 1001 بشكل اعتيادي ويكون خرج بوابة NAND في جميع هذه الحالات 1.
- بمجرد الوصول إلى العدد 10 يعني تكون حالة المخارج 1010 هذه الحالة الوحيدة التي يكون فيها خرج بوابة الـ NAND يساوي 0 فيتم تصفير العداد والعودة للعد من الصفر (0000)

سوف نستخدم قلابات من نوع JKF/F

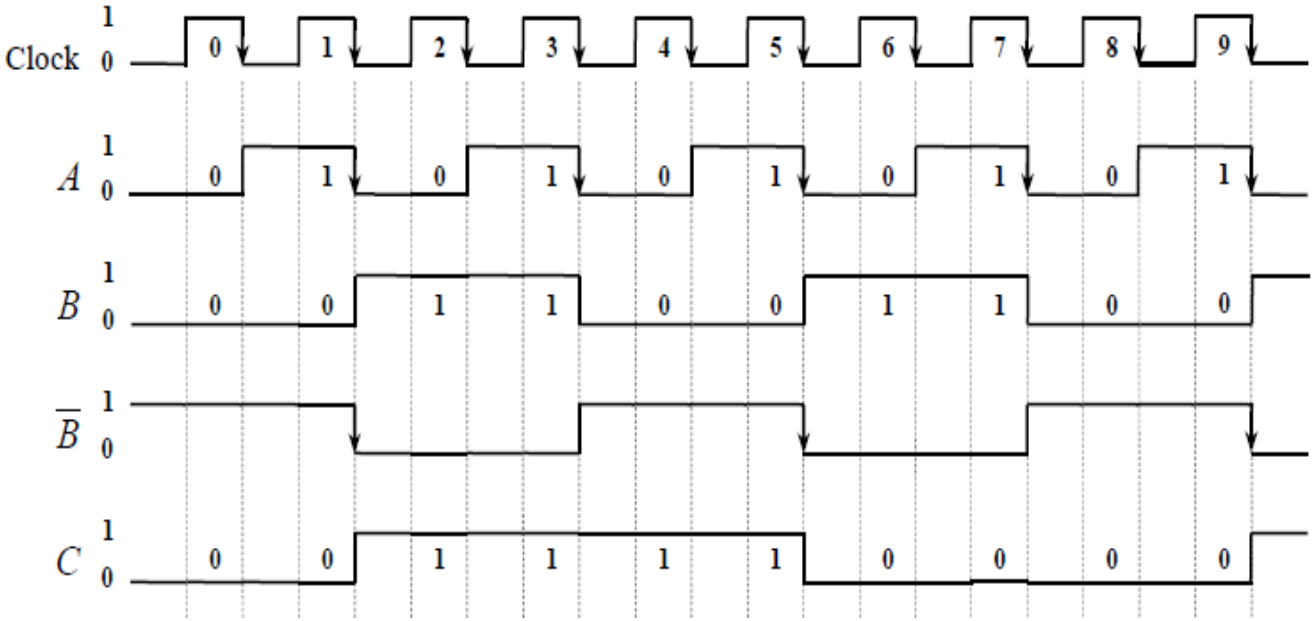


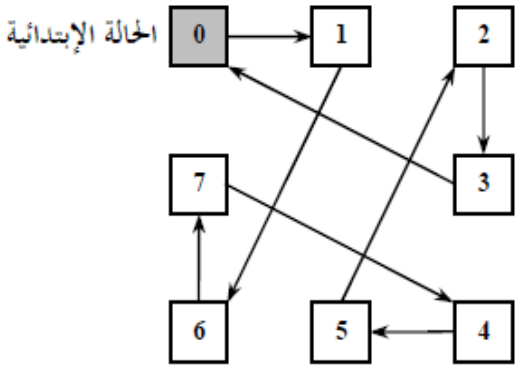
عمل RESET أو CLEAR للقلابات يحدث عندما تكون خرج بوابة NAND هو $\overline{CLR}$ يعني مساوي صفر

ارسم مخطط الحالة للعداد الموضح دائرته المنطقية إذا بدأ العد من الحالة 0 باستخدام نبضات سالبة القدح ثم وضح تسلسل العد ومخطط الحالة ؟



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

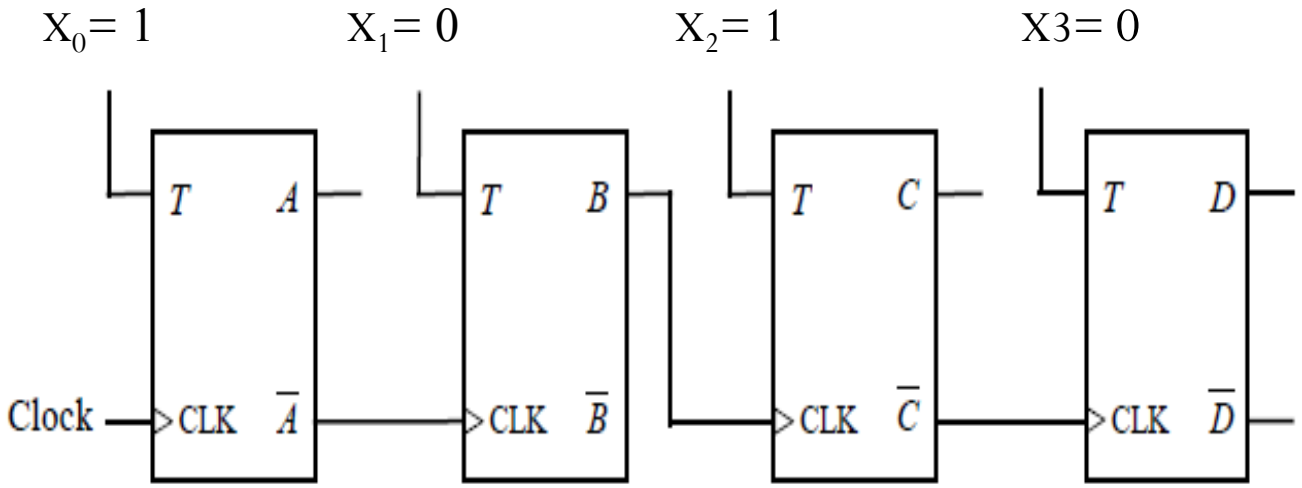




أ.منار سامي عريف

H.W

ارسم مخطط الحالة للعداد الموضح دائرته المنطقية إذا بدأ العد من الحالة 5 باستخدام نبضات سالبة القدح ثم وضح تسلسل العد وارسم مخطط الحالة .



صمم عداد ذو أربعة خانات بستجيب لإشارتي تحكم E,M الإشارة M تحدد ترتيب العد للعداد فيقوم بالعد تصاعدياً عندما تكون مساوية 0 وتنازليا عندما تكون مساوية 1 والإشارة E عبارة عن إشارة سماح تسمح للعداد بالعمل عندما تكون مساوية 1 وتوقف العداد عن العد عندما تكون مساوية 0.