

# الفصل الثامن

٨

## العدادات الرقمية

Digital Counters

obeykandi.com

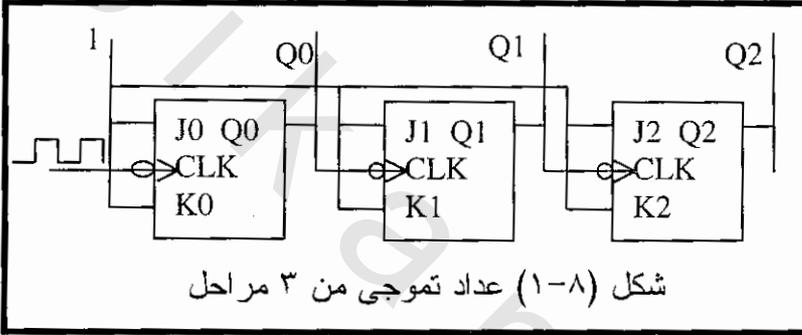
## ٨-١ مقدمة

**العداد الرقمي** عبارة عن مجموعة من القلابات الموصلة مع بعضها بطريقة معينة يمكن بها أن تعد النبضات الداخلة إليها . على حسب طريقة توصيل كل قلاب مع القلاب التالي له يتحدد نوع العداد كما سنرى في هذا الفصل . سنرى أيضا كيف نصمم عدادا يعد تصاعديا أو آخر يعد تنازليا ، أو عن طريق خط تحكم يمكن للعداد أن يعد تصاعديا أو تنازليا .

## ٨-٢ العدادات التمرجية أو الغير توافقية

### Ripple (Asynchronous) Counters

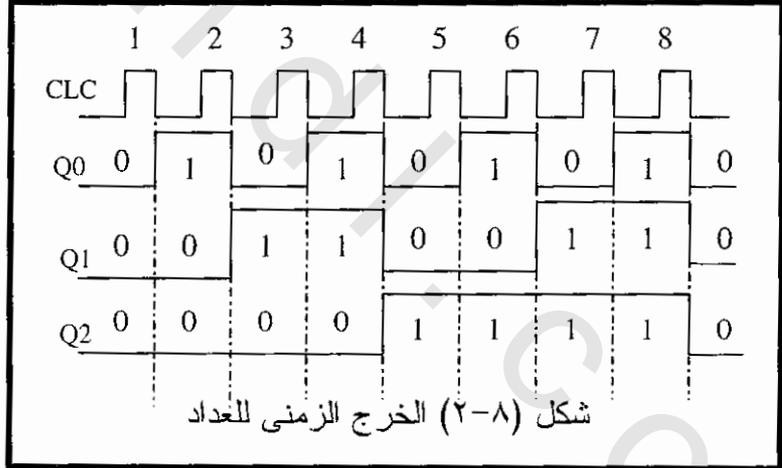
في هذا النوع من العدادات يتم توصيل خرج كل قلاب Q كنبضات تزامن للقلاب التالي ، ونبضات الساعة للمرحلة الأولى تكون هي النبضات المراد عددها كما في شكل (٨-١) الذي يبين ٣ قلابات كلها من النوع الحساس للحافة النازلة وكلها موصلة لتعمل كقلاب من النوع T عن طريق توصيل الدخلين J و K لكل قلاب بالواحد . لذلك فإن خرج كل قلاب سيغير من حالته مع كل حافة نازلة لنبضات التزامن . خرج كل قلاب تم استخدامه كنبضات تزامن



للمرحلة التالية كما في الشكل . شكل (٨-٢) يبين الخرج على كل مرحلة من مراحل العداد مع نبضات التزامن حيث نرى منه كيف أن مع كل نبضة نجد أن الخرج يمثل

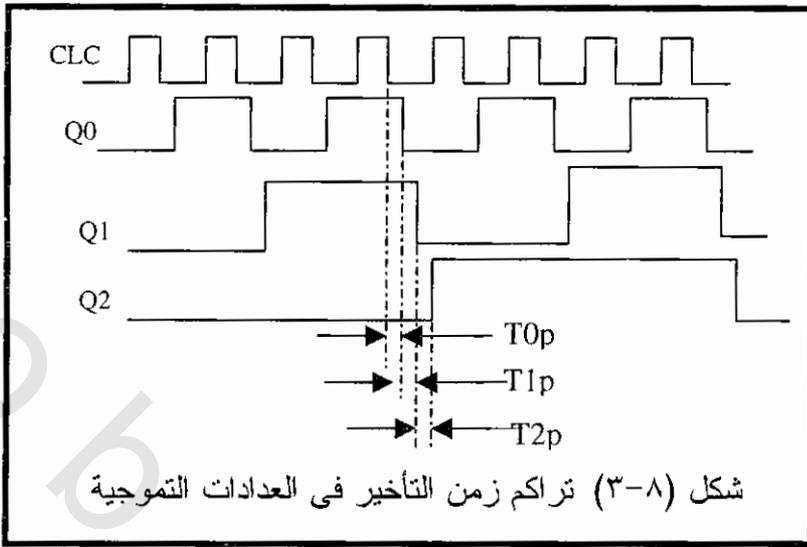
	Q2	Q1	Q0
0	0	0	0
1	0	0	1
2	0	1	0
3	0	1	1
4	1	0	0
5	1	0	1
6	1	1	0
7	1	1	1
8	0	0	0

جدول ٨-١  
الخرج لعداد من ٣ مراحل



القيمة الرقمية لهذه النبضة . في البداية كان خرج جميع المراحل أصفار . بعد أول نبضة كان خرج العداد 001 بعد النبضة الثانية كان الخرج 010 ، وهكذا بعد النبضة السابعة يكون الخرج 111 وبعد النبضة الثامنة يصفر العداد نفسه ويبدأ العد من جديد . لاحظ أن القيمة العظمى للعداد هي الرقم ٧ ، وعدد حالات خرج العداد هي ٨ حالات تبدأ من الحالة 000 وحتى الحالة 111 كما هو مبين في الجدول ٨-١ . من ذلك نرى أن عدد حالات الخرج لأي عداد سيكون  $2^n$  حيث n هي عدد مراحل العداد أو عدد القلابات التي يتكون منها . من عيوب العدادات التمرجية أن أزمنة التأخير تتراكم من مرحلة لأخرى ، لذلك أطلق عليها اسم التمرجي ripple لأن زمن التأخير يتموج أو يتراكم من مرحلة للثانية .

شكل (٣-٨) يبين كيف أن زمن التأخير للمرحلة الأخيرة سيساوي  $3T_p$  حيث أن  $T_p$  هو زمن تأخير المرحلة الواحدة و 3 هو عدد المراحل . كما نرى سيضع حداً لأكبر تردد يمكن أن يعمل عنده مثل هذا العداد ، أو بمعنى آخر أكبر تردد لنبضات التزامن التي يعدها هذا



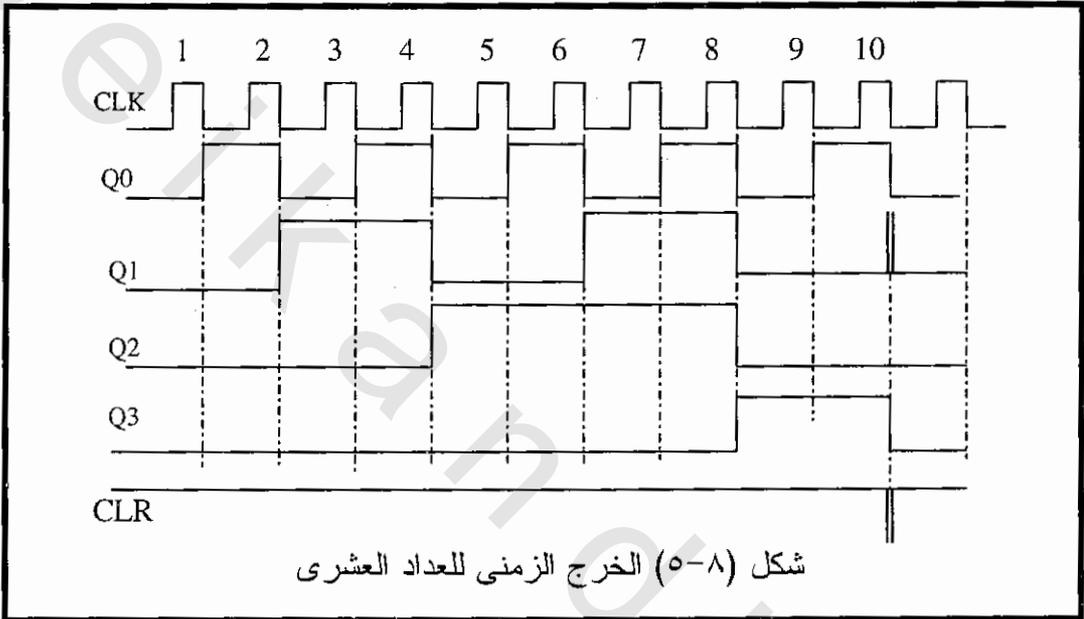
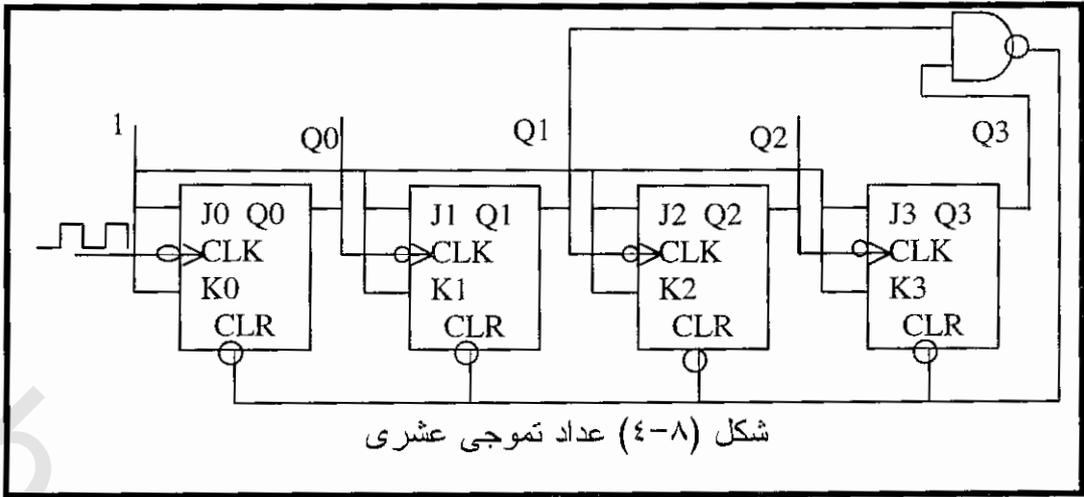
العداد . تخيل مثلاً أن زمن التأخير للمرحلة الواحدة هو ١٠ نانوثانية ، وأن لدينا عداد من عشرة مراحل . في هذه الحالة سيكون مقدار التأخير لكل المراحل هو  $10 \times 10 = 100$  نانوثانية . معنى ذلك أن أكبر تردد لنبضات الساعة (وبالتالي سرعة العداد) يجب ألا تتعدى :

$$F_{max} = \frac{1}{100 \times 10^{-9}} = 10 \text{ mega Hertz} \quad (١-٨)$$

ومن جهة أخرى سنجد أن ذلك سيضع حداً على عدد مراحل العداد التي يمكن استخدامها مع أي تردد معين .

### ٣-٨ عدادات تموجية لأي قاعدة

لقد رأينا أن العداد السابق لا بد أن يمر بكل الحالات الممكنة للخروج ، لذلك فإن عدد حالاته أو نظام عدده هو  $2^n$  حيث  $n$  هي عدد مراحل العداد . يمكن تصميم العداد ليعد لأي عدد من الحالات مثل عداد يعد من صفر إلى ١٨ مثلاً ، أو عداد يعد من صفر إلى مائة ، أو إلى أي رقم ليس من قوى الرقم ٢ . أشهر هذه العدادات هو العداد العشري الذي يعد من صفر إلى ٩ ، أي أنه له ١٠ حالات . سنرى في هذا الجزء كيفية تصميم العداد العشري . النظرية هنا هي أننا نستخدم عدد من المراحل يعطي هذا العدد من الحالات المطلوبة أو أكثر . ثم بعد ذلك نستخدم محلل شفرة ينشط عند الحالة عشرة (1010) فيعطى إشارة تصفر جميع مراحل العداد وتجعله يبدأ العد من الصفر مرة أخرى . شكل (٤-٨) يبين هذا العداد . نلاحظ من هذا الشكل أن العداد مكون من ٤ مراحل لأن ٣ مراحل تعطي ٨ حالات فقط ، لذلك لا بد من استخدام ٤ مراحل . بعد ذلك استخدمنا بوابة ناند (محلل شفرة) دخلها هما كل من  $Q_1$  و  $Q_3$  حيث كل منهما يكون واحد عند العدة العاشرة (1010) فقط . خرج بوابة الناند يذهب ليصفر جميع القلابات من طرف التصفير CLR الخاص بكل منها ، حيث عندها يبدأ العداد من الصفر مرة أخرى . شكل (٥-٨) يبين المخطط التزامني لخرج جميع مراحل العداد . لاحظ وجود النوء أو النبضة القصيرة جدا glitch التي ظهرت على الخرج  $Q_1$  عند العدة العاشرة . هذا النوء يظهر لأن الخرج  $Q_1$  عند هذه اللحظة يصعد للواحد أولاً وبعد مرور زمن قصير جداً يعود للصفر مرة ثانية . هذا الزمن هو زمن الانتشار خلال بوابة الناند ثم زمن الانتشار في القلاب خلال الطرف CLR وكل ذلك يقدر بعدد صغير من النانوثانية . لذلك فإن عرض هذا النوء يكون صغيراً جداً ومن الصعب رؤيته إلا بمبين ذبذبات oscilloscope عالي التردد أو محلل منطقي Logic analyzer . بالطبع فإن هذا النوء يعتبر عيباً لأنه قد يسبب بعض المشاكل في الكثير من الدوائر الرقمية . بنفس الطريقة يمكن تصميم أي عداد لأي قاعدة .



من الملاحظات المهمة للعدادات أن خرج كل مرحلة يعتبر قاسم لتردد المرحلة السابقة بمقدار ٢ . فالخرج Q0 له تردد نصف تردد نبضات التزامن المدخلة . والخرج Q1 له تردد نصف تردد نبضات الخروج Q0 وبالتالي ربع تردد نبضات التزامن ، وهكذا حاول متابعة ذلك على مخططات التزامن لأى عداد . بالنسبة للعداد العشري سنجد أن خرج المرحلة الرابعة Q3 يعتبر عشر تردد نبضات التزامن ، أى يقسم تردد الإشارة المدخلة على عشرة .

### ٤-٨ العداد التوافقى

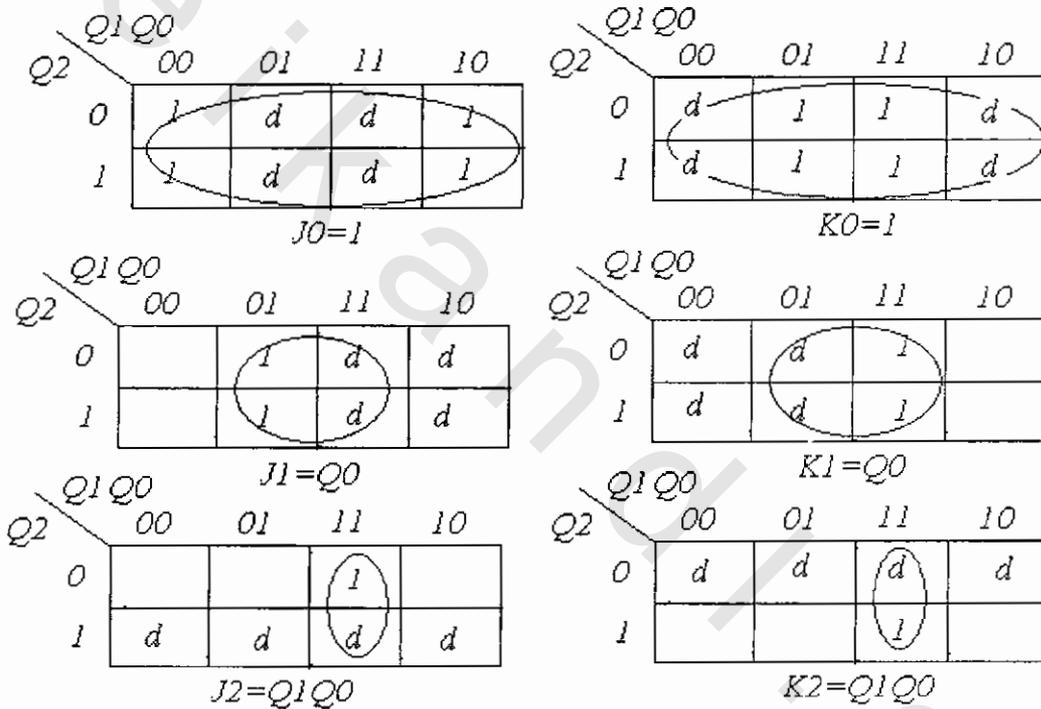
### Synchronous Counter

كلمة توافقى هنا نقصد بها أن كل القلابات فى العداد تغير من حالتها بالتوافق مع نفس نبضات التزامن . لذلك فإن طرف التزامن لكل القلابات يكون موصلاً على نفس المصدر . لذلك فإننا سنرى أن هذا النوع من القلابات يكون أسرع من العدادات التمرجية التى درسناها فى الجزء السابق . لتصميم هذه العدادات نتبع نفس طريقة تصميم الدوائر التوافقية ، حيث سنفرض جدول الحقيقة للعداد المطلوب ، ونحدد قيم الدخلىين J و K لكل قلاب ولكل حالة . ثم من هذه الحالات نحصل على المعادلة المنطقية لكل دخل منها فى أبسط صورها .

الحالة الحالية			الحالة التالية			الدخل المطلوب					
Q2	Q1	Q0	Q2	Q1	Q0	J2	K2	J1	K1	J0	K0
0	0	0	0	0	1	0	d	0	d	1	d
0	0	1	0	1	0	0	d	1	d	d	1
0	1	0	0	1	1	0	d	d	0	1	d
0	1	1	1	0	0	1	d	d	1	d	1
1	0	0	1	0	1	d	0	0	d	1	d
1	0	1	1	1	0	d	0	1	d	d	1
1	1	0	1	1	1	d	0	d	0	1	d
1	1	1	0	0	0	d	1	d	1	d	1

جدول ٢-٨ . جدول الحقيقة لعداد توافقي من ٣ مراحل

كمثال على ذلك سنصمم عداد من ٣ مراحل . جدول ٢-٨ يبين جدول الحقيقة لهذا العداد . حاول دراسة كل حالات هذا الجدول . من جدول ٢-٨ تم عمل خريطة كارنوف لكل دخل من دخول القلابات كما في شكل (٦-٨) . الحرف d في هذا الجدول يعني



شكل (٦-٨) خريطة كارنوف لدخل مراحل العداد التوافقي المكون من ٣ مراحل

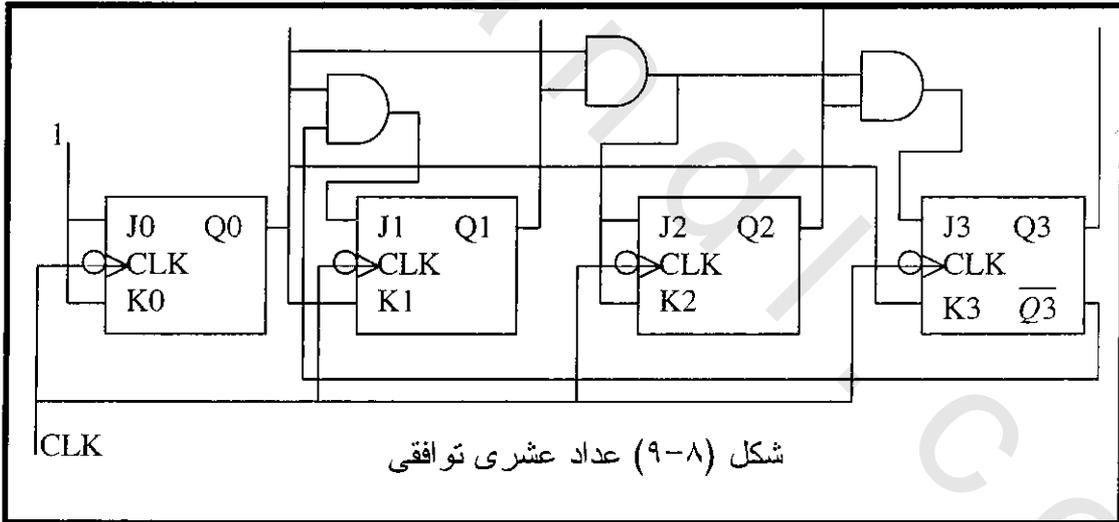
do not care أي لا يهم أن تكون هذه الخلية أو هذا المتغير واحد أو صفر فلن تؤثر على النتيجة . فمثلا لكي نغير الخرج  $Q_0$  من صفر إلى واحد فإنه يلزم أن تكون  $J_0=1$  و  $K_0=0$  وهذا هو وضع setting أو جعل الخرج يساوي واحد كما درسنا من خواص القلاب JK . يمكن أيضا تغيير الخرج  $Q_0$  من صفر إلى واحد بجعل كل من  $J_0=1$  و  $K_0=1$  حيث سيحدث انقلاب للخرج من صفر إلى واحد . نلاحظ من ذلك أنه لتغيير الخرج  $Q_0$  من صفر إلى واحد فلا بد أن تكون  $J_0=1$  وأما  $K_0$  فلا يهم أن تكون صفر أو واحد ولذلك نعطيها الحرف d . الخلايا التي يكون فيها الحرف d في خريطة كارنوف تكون مفيدة جدا في عملية التبسيط حيث في هذه الحالة فإننا نضع d بالقيمة التي تساعدنا في الحصول على تبسيط أكثر . فإذا كانت الخلية التي تحتوي على الحرف d مجاورة لخلية أو خلايا بها واحد (كما في خريطة  $J_0$  و  $K_0$  في شكل (٦-٨)) فإننا نضع  $d=1$  حتى نأخذ مع الخلايا المجاورة فنحصل على تبسيط



$$J0=K0=1, J1=\overline{Q3}Q0, K1=Q0, J2=K2=Q1Q0, J3=Q2Q1Q0, K3=Q0$$

	Q3	Q2	Q1	Q0	Q3	Q2	Q1	Q0	J3	K3	J2	K2	J1	K1	J0	K0
0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	d	0	d	0	d	1	d
1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	d	0	d	1	d	d	1
2	0	0	1	0	0	0	1	1	0	d	0	d	d	0	1	d
3	0	0	1	1	0	1	0	0	0	d	1	d	d	1	d	1
4	0	1	0	0	0	1	0	1	0	d	d	0	0	d	1	d
5	0	1	0	1	0	1	1	0	0	d	d	0	1	d	d	1
6	0	1	1	0	0	1	1	1	0	d	d	0	d	0	1	d
7	0	1	1	1	1	0	0	0	1	d	d	1	d	1	d	1
8	1	0	0	0	1	0	0	1	d	0	0	d	0	d	1	d
9	1	0	0	1	0	0	0	0	d	1	0	d	0	d	d	1
10	1	0	1	0	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d
11	1	0	1	1	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d
12	1	1	0	0	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d
13	1	1	0	1	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d
14	1	1	1	0	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d
15	1	1	1	1	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d

جدول ٨-٣ . جدول الحقيقة لعداد عشري توافقي



شكل (٨-٩) عداد عشري توافقي

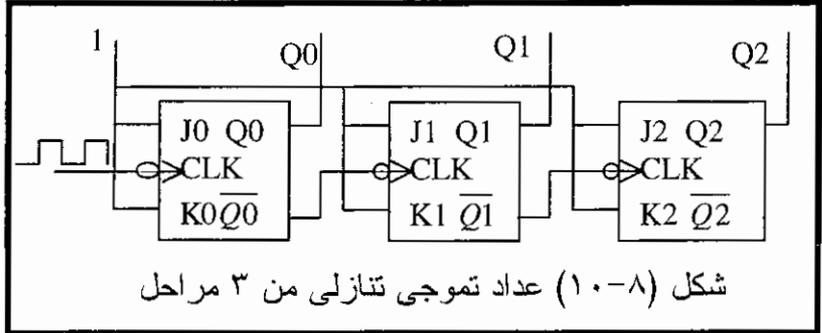
## ٨-٥ العدادات التنازلية Down Counters

بتعديل بسيط في العداد التامجى التصاعدى يمكن أن نحصل على عداد تنازلى . العداد التنازلى هو الذى يعد ابتداء من أعلى قيمة له متجها إلى أقل قيمة وهى الصفر . شكل (٨-١٠) يبين دائرة لعداد من هذا النوع مكون من ثلاث مراحل . كل ما تم عمله فى هذه الدائرة أننا جعلنا الخرج المعكوس لكل مرحلة  $\overline{Q}$  هو المستخدم كنبضات تزامن للمرحلة التالية . مع فرض أن جميع المراحل كانت أصفارا فى البداية ، فإنه مع أول نبضة تزامن للمرحلة الأولى يتغير خرجها  $Q0$  من صفر إلى واحد وبالتالي فإن خرجها المعكوس  $\overline{Q0}$  يتغير من واحد إلى

الصفحة ، وهذا يسبب تغير خرج المرحلة الثانية Q1 من صفر إلى الواحد ، وبالتالي خرجها المعكوس  $\overline{Q1}$  يتغير هو التالي من واحد إلى الصفر ، وهكذا فإنه مع أول نبضة تزامن ينقلب خرج جميع المراحل من صفر إلى واحد . بعد ذلك يستمر العداد في عملية العد التنازلي كما في جدول ٨-٤ الذى يبين حالات هذا العداد .

	Q2	Q1	Q0
0	0	0	0
1	1	1	1
2	1	1	0
3	1	0	1
4	1	0	0
5	0	1	1
6	0	1	0
7	0	0	1
8	0	0	0

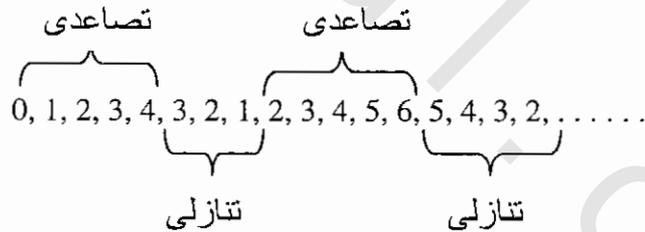
جدول ٨-٤  
خرج عداد  
تموجى تنازلى  
من ٣ مراحل



## ٨-٦ العدادات التصاعدية التنازلية

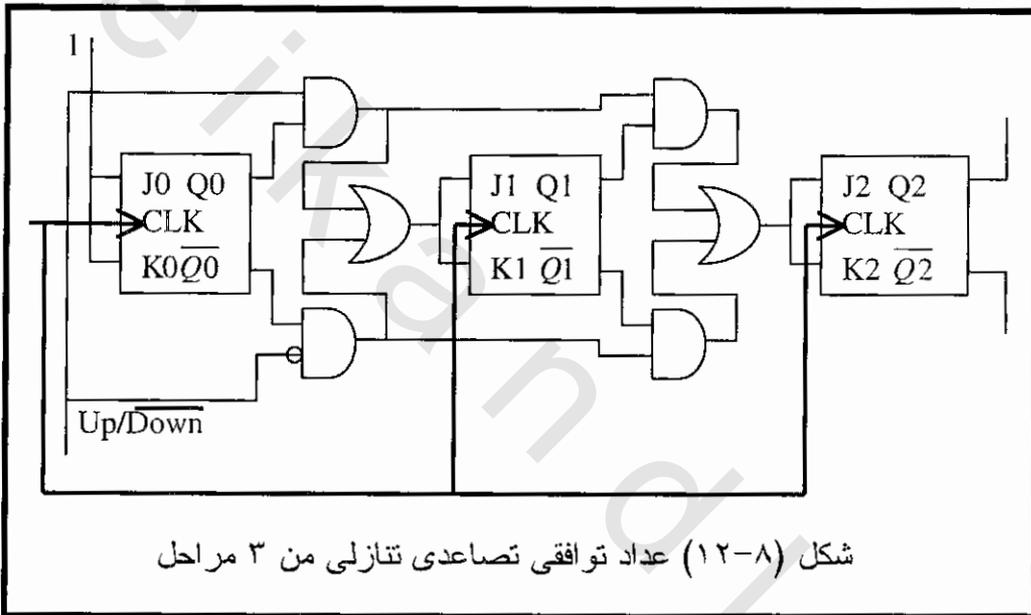
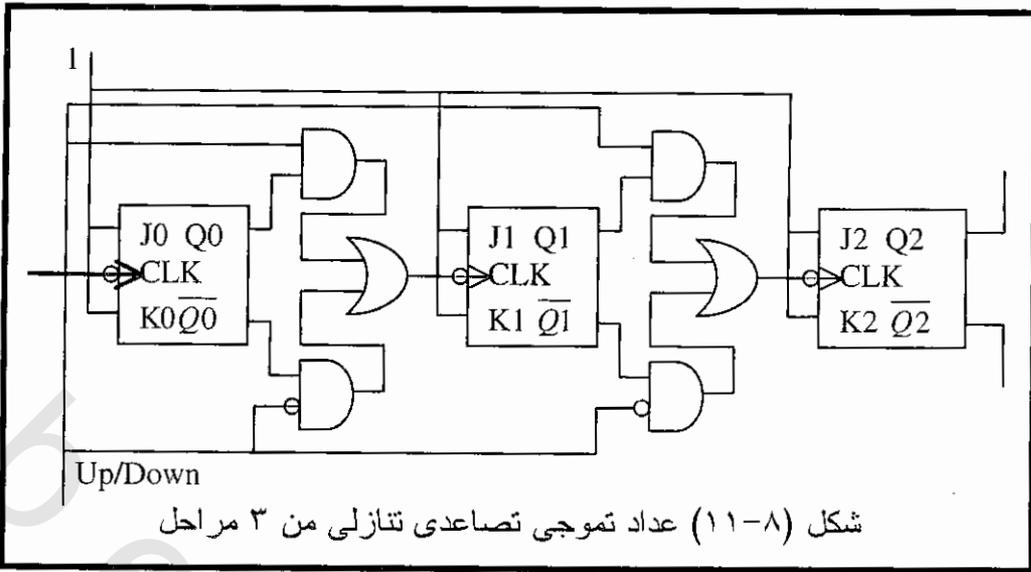
### Up/Down Counter

هذا العداد لديه المقدرة على أن يعد فى كلا الاتجاهين ، التصاعدى أو التنازلى . لذلك فأحيانا يطلق عليه ثنائى الاتجاه . عملية الانتقال من اتجاه معين للعد إلى الاتجاه الآخر تتم عن طريق خط تحكم بحيث عندما يكون هذا الخط يساوى واحد فإن العداد يعد تصاعديا ، وعندما يكون خط التحكم صفر فإن العداد يعد تنازليا . عملية التحول من اتجاه لآخر يمكن أن تتم عند أى لحظة ، أى أنه ليس بالضرورة أن يستمر العداد فى اتجاه معين حتى يصل إلى نهايته حتى يسمح بتغيير الاتجاه . لذلك يمكن كتابة تتابعات الدخل كما يلى :



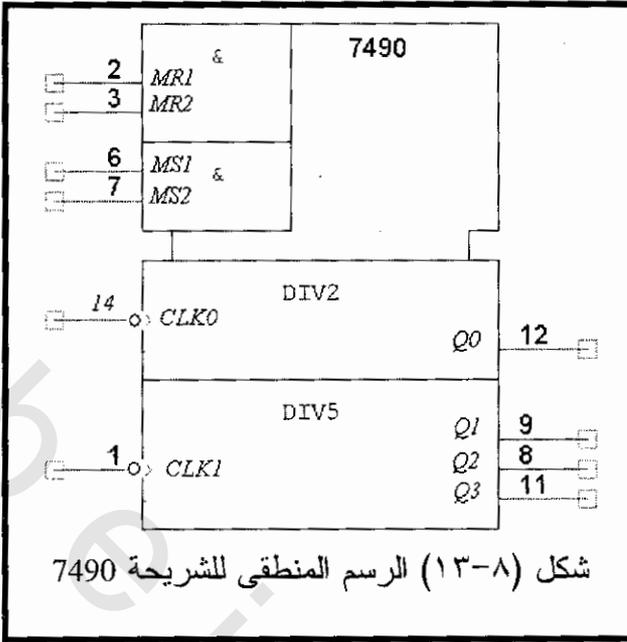
واضح أنه لكي يعمل العداد فى الاتجاه التصاعدى فعلىنا بإمرار خرج أى مرحلة سابقة كنبضات تزامن للمرحلة التالية ، ولكى يعمل كعداد تنازلى فعلىنا بإمرار معكوس خرج كل مرحلة كنبضات تزامن للمرحلة التالية . شكل (٨-١١) يبين دائرة عداد تصاعدى تنازلى من النوع التموجى مكونة من ثلاث مراحل .

شكل (٨-١٢) يبين دائرة عداد تصاعدى تنازلى من النوع التوافقى ومكونة من ثلاث مراحل أيضا ويمكن تعميمها لأى عدد من المراحل . حاول تتبع هذه الدائرة واستنتاج جميع حالاتها وارسم المخطط الزمنى لخرج كل مرحلة من مراحل هذا العداد .



### ٧-٨ الشريحة 7490 عداد عشري تموجي

تتكون هذه الشريحة من ٤ قلابات من النوع السيد والتابع موصلة داخليا في جزأين . الجزء الأول عبارة عن عداد ثنائي (أي قاسم على ٢) ، والجزء الثاني عبارة عن عداد خماسي (أي قاسم على ٥) . كل جزء له مدخل خاص بنبضات الساعة . الدخل CLK0 هو طرف التزامن الخاص بالعداد الثنائي ، والطرف CLK1 هو طرف التزامن الخاص بالعداد الخماسي . بتوصيل الجزأين مع بعضهما تحصل على عداد عشري (أي قاسم على ١٠) . الجزء الخماسي في العداد موصلا توصيلا تموجيا ويغير حالته على الحافة النازلة لنبضات الساعة . هناك طرفي تصفير MR1 و MR2 بحيث يتم تصفير كل مراحل العداد عندما يكون كل من هذين الطرفين يساوي واحد في نفس الوقت لأن الدخيلين يدخلان على بوابة أند موجودة داخل الشريحة . هناك أيضا الطرفان MS1 و MS2 اللذان يجعلان الخرج يساوي تسعة (آخر حالة في العداد) عندما يكون كل من الخطين يساوي واحد أيضا في نفس الوقت لأن الدخيلين يدخلان على بوابة أند داخل الشريحة . الشريحة لها ٤ أطراف للخرج تظهر عليها حالات العداد . الطرفان ١٣ و ٤ في الشريحة غير موصلان Not Connected, NC أي لا يحملان



أى إشارة سواء كدخل أو خرج من الشريحة . الشريحة لها ١٤ طرف ، الطرف ٥ هو طرف القدرة Vcc والطرف ١٠ هو الأرضى GND . التردد الأقصى لهذا العداد هو ٣٠ ميغاهرتز . في حالة الشريحة 74ls90 فإن هذا التردد يصل إلى ٤٢ ميغاهرتز . تيار مصدر القدرة لهذه الشريحة يساوى ٣٠ ميلي أمبير و ٩ ميلي أمبير للشريحة 74ls90 . شكل (٨-١٣) يبين الرسم المنطقي لهذه الشريحة وجدول ٨-٥ يوضح جدول الحقيقة لها . الإشارة X في جدول الحقيقة تعنى لا يهم أن يكون هذا الطرف واحد أو صفر .

خطوط التحكم				الخرج			
MR1	MR2	MS1	MS2	Q0	Q1	Q2	Q3
H	H	L	X	L	L	L	L
H	H	X	L	L	L	L	L
X	X	H	H	H	L	L	H
L	X	L	X	Count			
X	L	X	L	Count			
L	X	X	L	Count			
H	L	L	X	Count			

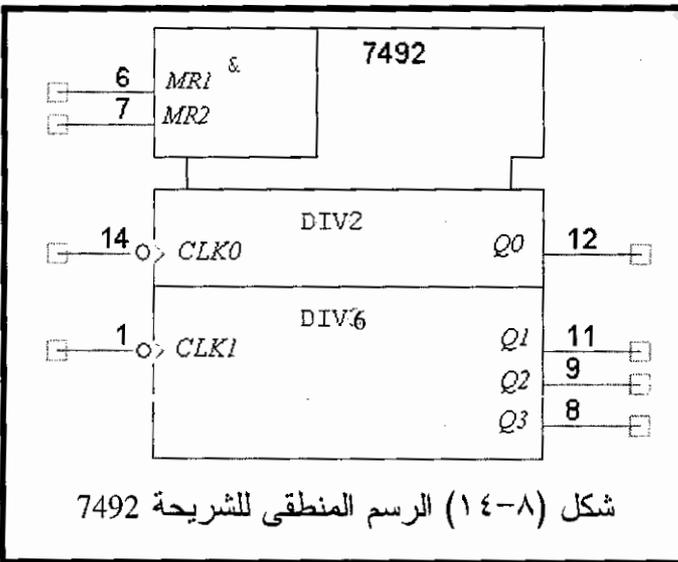
جدول ٨-٥ جدول الحقيقة للشريحة 7490

## ٨-٨ الشريحة 7492

### عداد تموجى قاسم

على ١٢

تتكون هذه الشريحة من ٤ قلابات من النوع السيد والتابع موصلة داخليا في جزأين . الجزء الأول عبارة عن عداد ثنائى (أى قاسم على ٢) ، والجزء الثانى عبارة عن عداد سداسى (أى قاسم على ٦) . كل جزء له مدخل خاص بنبضات الساعة . الدخل CLK0 هو طرف التزامن الخاص بالعداد الثنائى ، والطرف CLK1 هو طرف التزامن الخاص بالعداد السداسى . بتوصيل الجزأين مع بعضهما تحصل على عداد إلى ١٢ (أى قاسم على ١٢) . العداد موصل توصيلا تموجيا ويغير حالته على الحافة النازلة لنبضات الساعة . هناك طرفى تصفير MR1 و MR2 بحيث يتم تصفير كل مراحل العداد عندما يكون كل من هذين الطرفين يساوى



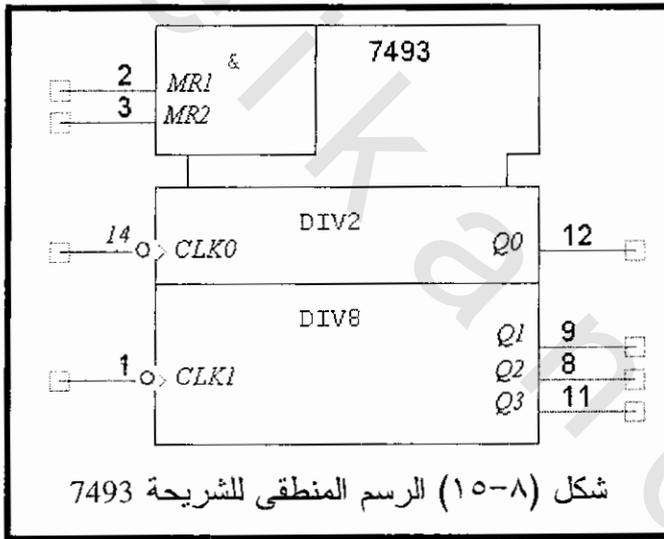
واحد فى نفس الوقت لأن الدخلين يدخلان على بوابة آند داخل الشريحة . الشريحة لها ٤ أطراف للخرج تظهر عليها حالات العداد . الأطراف ٢ و ٣ و ٤ و ١٣ فى الشريحة غير

خطوط التحكم		الخرج			
MR1	MR2	Q0	Q1	Q2	Q3
H	H	L	L	L	L
L	H	Count			
H	L	Count			
L	L	Count			

جدول ٦-٨ جدول حقيقة الشريحة  
7492

موصلة Not Connected, NC أى لا تحمل أى إشارة سواء كدخل أو خرج من الشريحة . الشريحة لها ١٤ طرف ، الطرف ٥ هو طرف القدرة Vcc والطرف ١٠ هو الأرضى GND . التردد الأقصى لهذا العداد هو ٢٨ ميغاهرتز . فى حالة الشريحة 74ls90 فإن هذا التردد يصل إلى ٤٢ ميغاهرتز . تيار القدرة لهذه الشريحة يساوى ٢٨ ميللى أمبير و ٩ ميللى أمبير فى حالة الشريحة 74ls90 . شكل (٨-١٤) يبين الرسم المنطقى لهذه الشريحة وجدول ٦-٨ يوضح جدول الحقيقة لها .

### ٨-٩ الشريحة 7493 عداد تموجى ٤ مراحل



تتكون هذه الشريحة من ٤ قلابات من النوع السيد والتابع موصلة داخليا فى جزأين . الجزء الأول عبارة عن عداد ثنائى (أى قاسم على ٢) ، والجزء الثانى عبارة عن عداد ثمانى (قاسم على ٨) . كل جزء له مدخل خاص بنبضات الساعة . الدخل CLK0 هو طرف التزامن الخاص بالعداد الثنائى ، والطرف CLK1 هو طرف التزامن الخاص بالعداد الثمانى . بتوصيل الجزأين مع بعضهما تحصل على

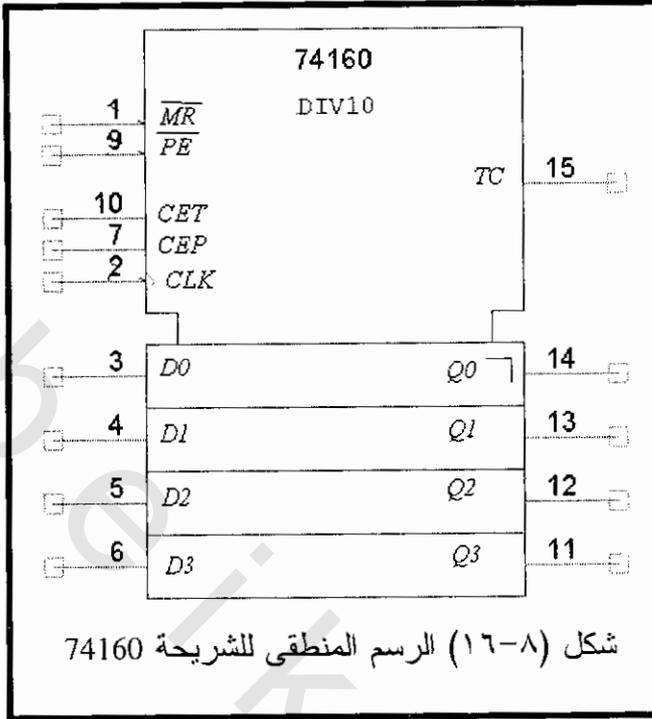
خطوط التحكم		الخرج			
MR1	MR2	Q0	Q1	Q2	Q3
H	H	L	L	L	L
L	H	Count			
H	L	Count			
L	L	Count			

جدول ٧-٨ جدول حقيقة الشريحة  
7493

عداد ستعشرى (قاسم على ١٦) . الجزء الثمانى فى العداد موصلا توصيلا تموجيا ويغير حالته على الحافة النازلة لنبضات الساعة . هناك طرفى تصفير MR1 و MR2 بحيث يتم تصفير كل مراحل العداد عندما يكون كل من هذين الطرفين يساوى واحد فى نفس الوقت لأن الدخلين يدخلان على بوابة أند موجودة داخل الشريحة . الشريحة لها ٤ أطراف للخرج تظهر عليها حالات العداد . الأطراف ٤ و ٦ و ٧ و ١٣ فى الشريحة غير موصلان Not Connected, NC أى لا يحملان أى

إشارة سواء كدخل أو خرج من الشريحة . الشريحة لها ١٤ طرف ، الطرف ٥ هو طرف القدرة Vcc والطرف ١٠ هو الأرضى GND . أقصى تردد لهذا العداد هو ٤٠ ميغاهرتز . فى حالة الشريحة 74ls90 فإن هذا التردد يصل إلى ٤٢ ميغاهرتز . تيار القدرة لهذه الشريحة يساوى ٢٨ ميللى أمبير و ٩ ميللى أمبير فى حالة الشريحة 74ls90 . شكل (٨-١٥) يبين الرسم المنطقى لهذه الشريحة وجدول ٧-٨ يوضح جدول الحقيقة لها . لاحظ التشابه بين محتويات الشرائح الثلاثة السابقة .

## ٨-١٠ الشرائح 74160 و 74162 عداد توافقي عشري



هذه الشرائح تتكون من ٤ قلابات موصلة داخليا لتكون عداد عشري (قاسم على ١٠) توافقي ، والشريحتان متماثلتان تماما . يمكن تحميل العداد بأى قيمة ابتدائية يبدأ العد من عندها مع أول نبضة تزامن بعد تحميل هذه القيمة بتنشيط الطرف  $\overline{PE}$  بجعله يساوى صفر . عند تنشيط هذا الطرف فإن القيمة الموجودة على المداخل D0 إلى D3 تنتقل إلى الخرج المقابل حيث تبدأ عملية العد من هذه القيمة . يجب أن يكون كل من الطرفين CET و CEP يساوى واحد فى نفس الوقت حتى يعمل العداد فى الوضع الطبيعى . الخرج يتغير مع الحافة

الصاعدة لنبضات التزامن CLK . عند تنشيط طرف التصفير  $\overline{MR}$  بجعله يساوى صفر فإن جميع المخارج تصبح أصفارا وذلك بعد أول نبضة تزامن قادمة . الطرف TC يصبح واحد لمدة نبضة تزامن واحدة قبل آخر حالة للعداد وهي

	خطوط دخل وتحكم					الخرج		
	$\overline{MR}$	CLK	CEP	CET	$\overline{PE}$	Dn	Qn	TC
تصفير	L	↑	X	X	X	X	L	L
تحميل	H	↑	X	X	L	Dn	Dn	L
عد	H	↑	H	H	L	X	عد	H(9)
لا تعمل	H	X	L	X	H	X	لا	لا
			X	L			تغيير	تغيير

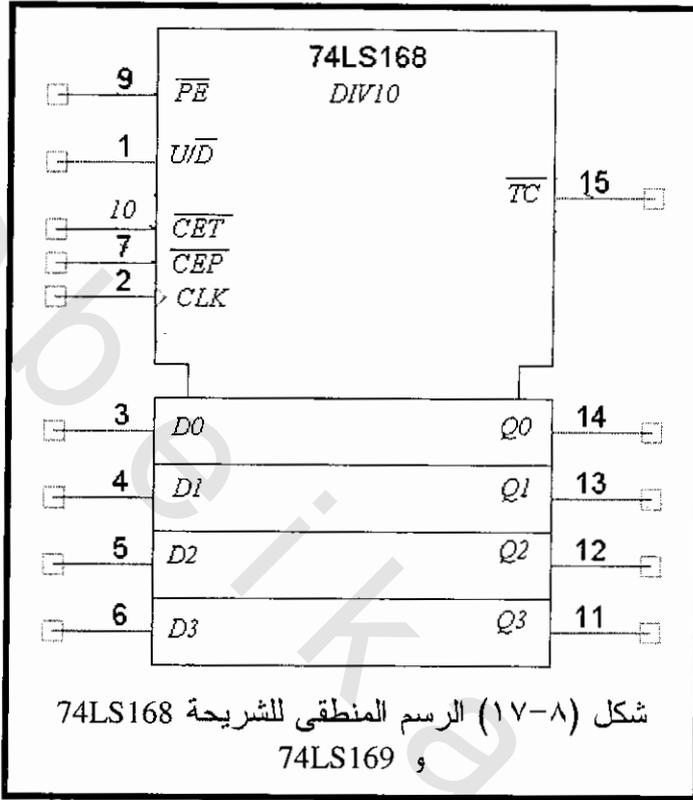
جدول ٨-٨ طريقة تشغيل الشريحة 74160

الرقم ٩ (1001) حيث تستخدم هذه النبضة على الطرف TC كنبضات لتوصيل مراحل أخرى للحصول على عدادات أكبر . الشريحة لها ١٦ طرف ، طرف القدرة Vcc هو الطرف ١٦ والأرضى هو الطرف ٨ . شكل (٨-١٦) يبين الرسم المنطقي للشريحة وجدول ٨-٨ يوضح طريقة التشغيل . أقصى تردد هو ٣٢ ميگاهرتز ، وتيار القدرة يساوى ٦١ ميلي أمبير .

## ٨-١١ الشرائح 74161 و 74163 عدادات توافقية من ٤ مراحل

هذه الشرائح متماثلة تماما مع الشرائح السابقة 74160 و 74162 سوى أن الأربعة قلابات موصلة داخليا لتعد حتى ١٥ وليس حتى ٩ كما فى العداد السابق . لذلك فإن طرف الخرج TC سيعطى نبضة هنا عند العدة الأخيرة ١٥ وليس العدة ٩ وهذا هو الاختلاف الوحيد بين العدادين . الشرائح 74161 و 74163 متماثلة تماما من حيث الأطراف أيضا مع الشرائح السابقة ، لذلك فلا حاجة لإعادة شرح هذه الشرائح .

## ٨-١٢ الشرائح 74LS168 و 74LS169 عدادات توافقية تصاعدية/تنازلية



الشريحة 74168 تحتوي ٤ قلابات موصلة داخليا لتعمل كعداد عشري (قاسم على ١٠) توافقي ، مع إمكانية العد التصاعدي أو التنازلي على حسب حالة الطرف  $U/D$  فإذا كان هذا الطرف يساوي واحد فإن العداد يعد تصاعديا ، وإذا وضع بصفر فالعداد يعد تنازليا . العداد من النوع التوافقي ويعمل عند الحافة الصاعدة لنبضات التزامن . يمكن تحميل العداد بأي قيمة ابتدائية يبدأ العد من عندها من خلال أطراف الدخل  $D0$  حتى  $D3$  ثم وضع الطرف  $\overline{PE}$  بصفر ، حيث عندما يصبح هذا الطرف صفر فإن الإشارة الموجودة على المداخل تنتقل إلى

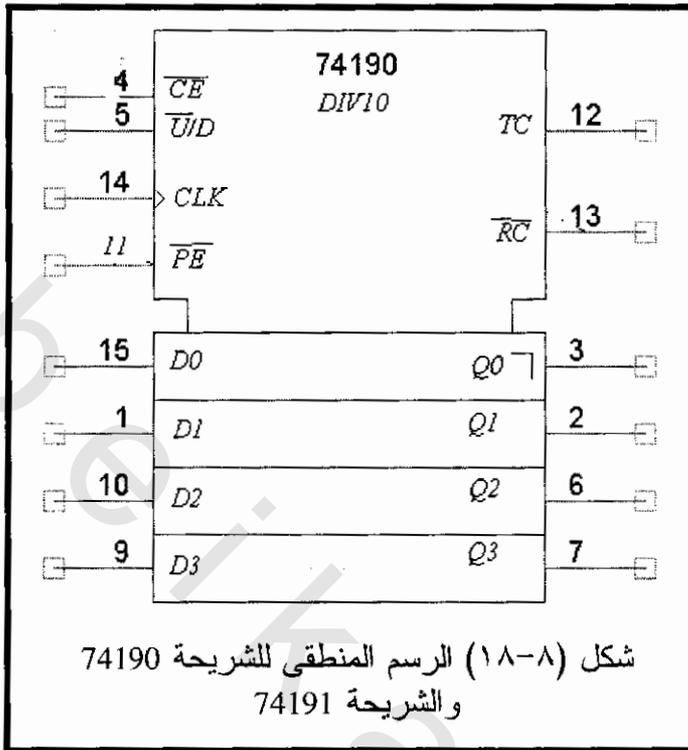
خرج العداد مع أول نبضة تزامن قادمة حيث يبدأ العداد عملية العد من هذه القيمة . الطرف  $\overline{TC}$  يكون دائما يصل العداد إلى

	خطوط دخل وتحكم					الخرج		
	$U/D$	CLK	$\overline{CEP}$	$\overline{CET}$	$\overline{PE}$	Dn	Qn	TC
تحميل	X	↑	X	X	L	Dn	Dn	H
عد	H	↑	L	L	H	X	تصاعدي	L(9,15)
	L	↑	L	L	H	X	تنازلي	
لا تعمل	X	↑	H	X	H	X	لا تغيير	لا تغيير

جدول ٨-٩ طريقة تشغيل الشريحتين 741LS168 و 74LS169

الحالة النهائية (الرقم ٩) حيث يصبح هذا الطرف صفر لمدة نبضة تزامن واحدة ثم يرجع واحد . تستخدم هذه النبضة كنبضات تزامن لمراحل تالية يمكن توصيلها على التوالي للحصول على عدادات أكبر . الطرفان  $\overline{CEP}$  و  $\overline{CET}$  لا بد أن يكون كل منهما صفرا حتى يعمل العداد في الوضع الطبيعي . الشريحة لها ١٦ طرف ، الطرف رقم ١٦ هو طرف القدرة  $V_{cc}$  والطرف رقم ٨ هو طرف الأرضي . أقصى تردد هو ٣٢ ميغاهرتز ، وهناك الإصدار 74168A تردده هو ٧٠ ميغاهرتز . شكل (٨-١٧) يبين الرسم المنطقي لهذه الشريحة ، وجدول ٨-٩ يبين طريقة التشغيل . الشريحة 74169 متماثلة تماما مع الشريحة 74168 في كل شيء سوى أنها موصلة داخليا لتعد من صفر حتى ١٥ وعلى ذلك فالطرف  $\overline{TC}$  سيعطي النبضة عند العدة ١٥ وليس العدة ٩ كما سبق ، والأطراف متطابقة أيضا ولذلك فلا ضرورة لإعادة شرحها مرة ثانية .

## ٨-١٣ الشريحة 74190 و 74191 عدادات توفيقية تصاعديّة/تنازليّة



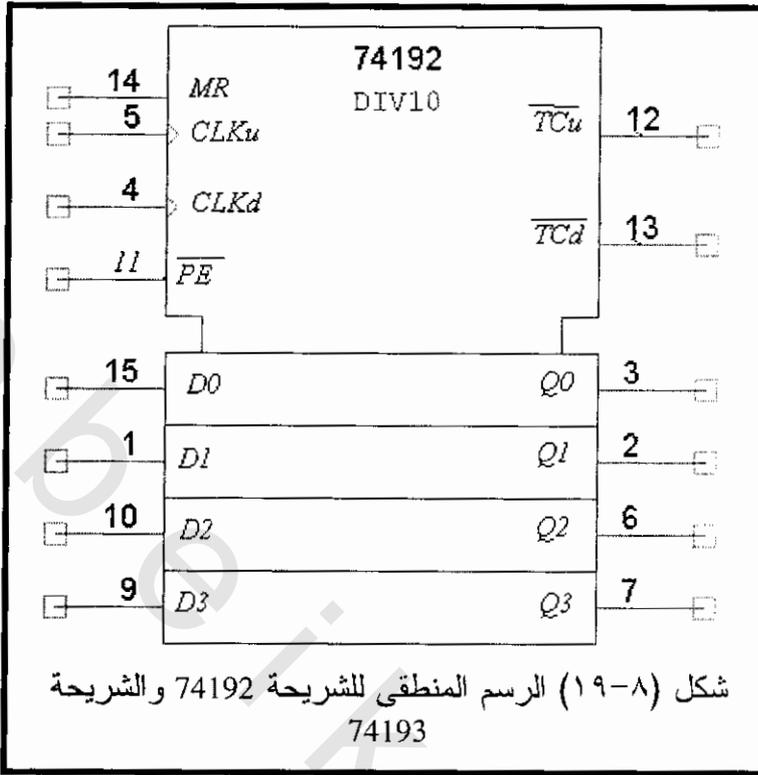
الشريحة 74190 عبارة عن عدد توافقي عشري يعد تصاعدي أو تنازلي باستخدام طرف التحكم  $\overline{U/D}$  ، حيث عندما يكون هذا الطرف واحد فإن العداد يعد تنازلي ، وإذا كان صفر فإن العداد يعد تصاعدي . يمكن بدأ العداد من أي قيمة عن طريق وضع هذه القيمة على المدخل المتوازية D0 حتى D3 وبمجرد وضع الخط  $\overline{PE}$  يساوي صفر يبدأ العداد عملية العد من هذه القيمة . العداد يغير من حالته مع الحافة الصاعدة لنبضات التزامن . لكي تعمل الشريحة في عملية العد الطبيعي لا بد أن يكون الطرف  $\overline{CE}$

تساوي صفر ، بينما إذا كان هذا الطرف واحد فإن العداد يتجمد عند آخر وضع وصل إليه ولا يعمل . الطرف TC يكون دائما بصفر إلا إذا وصل العداد لقيمته النهائية (٩) في حالة العد التصاعدي أو إلى القيمة صفر في حالة العد التنازلي ، حيث عندها يصبح واحد لبيان أن العداد قد وصلت قيمته إلى قيمة طرفية (عظمى أو صغرى) . يجب عدم استخدام هذا الطرف كنبضات تزامن لمرحل تالية لأنه يحتوي نتوءات تسبب مشاكل مع الدوائر التالية . لذلك فقد وفرت الشريحة الطرف  $\overline{RC}$  الذي يمكن استخدامه لهذا الغرض . الشريحة لها ١٦ طرف ، الطرف رقم ١٦ هو طرف القدرة Vcc بينما الطرف رقم ٨ هو الأرضي . سرعة الشريحة ٢٥ ميغاهرتز وتيار القدرة لها ٦٥ ميلي أمبير . شكل (٨-١٨) يبين الرسم المنطقي لهذا العداد . الشريحة 74191 هي نفسها الشريحة 74190 سوى أنها تعد حتى ١٥ وهي متطابقة معها في الأطراف تماما مع مراعاة أن الطرف TC في هذه الحالة يصبح واحد عند العدة ١٥ والعدة صفر حسب اتجاه العد .

## ٨-١٤ الشرائح 74192 و 74193 عدادات تصاعديّة/تنازل

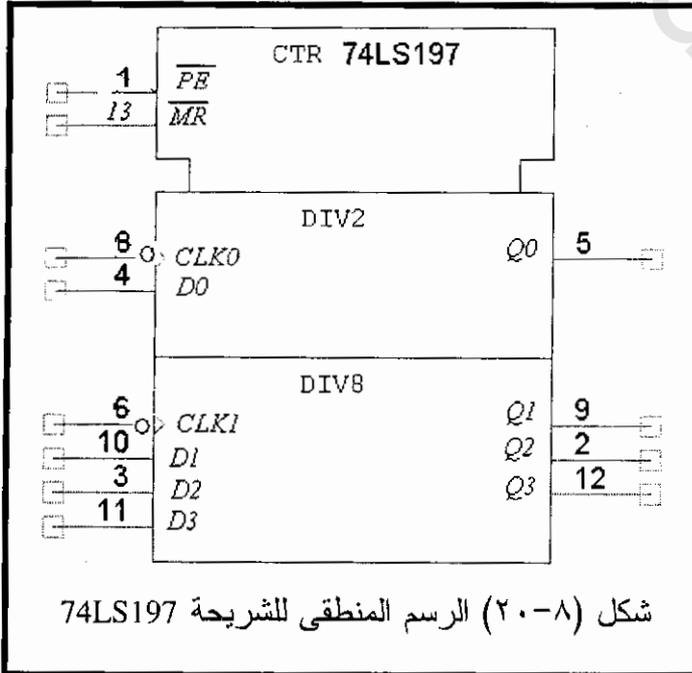
الشريحة 74192 عبارة عن عدد عشري تصاعدي تنازلي من النوع التوافقي مثل الشريحة 74190 سوى أن لها طرف مخصوص CLKu لنبضات التزامن في حالة العد التصاعدي ، وطرف مخصوص آخر CLKd تدخل عليه نبضات التزامن في حالة العد التنازلي . خرج العداد يغير حالته عند الحافة الصاعدة لنبضات التزامن سواء في حالة العد التصاعدي أو التنازلي . عند العد التصاعدي يجب أن يكون الطرف CLKd يساوي واحد ، بينما عند العد التنازلي يجب أن يكون الطرف CLKu يساوي واحد ، وإلا فإن عملية العد ستكون غير منتظمة . يمكن أيضا بدأ عملية العد من أي قيمة يمكن تحميلها من على الأطراف D0 إلى D3 وذلك عند تنشيط الطرف  $\overline{PE}$  بجعله يساوي صفر . الشريحة لها طرف تصفير MR

يجعل جميع المخارج تساوى أصفار عندما يكون هذا الطرف يساوى واحد . الطرف  $\overline{TCu}$  يكون واحد دائما وعندما تصل الشريحة إلى الرقم ٩ في حالة العد التصاعدي فإنه يصبح صفرا ، بينما الطرف  $\overline{TCd}$  فيكون واحد دائما إلى أن تصل قيمة العداد إلى الصفر في حالة العد التنازلي فإنه يصبح صفرا . نستخدم هذه الأطراف لتوصيل أكثر من مرحلة من هذه الشرائح للحصول على عداد أكبر . الشريحة لها ١٦ طرف ، الطرف رقم ١٦ هو طرف



القدرة Vcc بينما الطرف رقم ٨ هو الأرضى . سرعة الشريحة ٣٢ ميگاهرتز وتيار القدرة لها ٦٥ ميلي أمبير . شكل (٨-١٩) يبين الرسم المنطقي لهذا العداد . الشريحة 74193 هي نفسها الشريحة 74192 سوى أنها تعد حتى ١٥ وهي متطابقة معها في الأطراف تماما مع مراعاة الحدود التي تتغير عندها الخطين  $\overline{TCd}$  و  $\overline{TCu}$  .

### ٨-١٥ الشريحة 74LS197 عداد تموجي ٤ مراحل



تتكون هذه الشريحة من ٤ قلابات موصلة توصيلا تموجيا على جزأين . الجزء الأول عبارة عن عداد ثنائي (قاسم على ٢) والعداد الثاني عبارة عن عداد ثماني (أي قاسم على ٨) . كل جزء له طرف نبضات التزامن الخاص به ، وكلا الجزأين يغير حالته عند الحافة النازلة للنبضات . CLK0 هو طرف التزامن للعداد الثنائي ، والطرف CLK1 هو طرف التزامن للعداد الثماني . الشريحة لها طرف تصفير  $\overline{MR}$  منخفض الفعالية الذي عندما يكون صفر ، فإن جميع مخارج العداد تصبح أصفارا . أيضا يمكن بدأ العداد من أي قيمة يتم إدخالها من على أطراف الدخل

D0 حتى D3 وذلك عند تنشيط طرف التحميل  $\overline{PE}$  المنخفض الفعالية . الشريحة لها ١٤ طرف ، الطرف رقم ١٤ هو طرف القدرة Vcc بينما الطرف رقم ٧ هو الأرضى . سرعة الشريحة ٤٠ ميغاهرتز وتيار القدرة لها ١٦ ميللى أمبير . شكل (٨-٢٠) يبين الرسم المنطقي لهذا العداد ، وجدول ٨-١٠ يبين طريقة تشغيله .

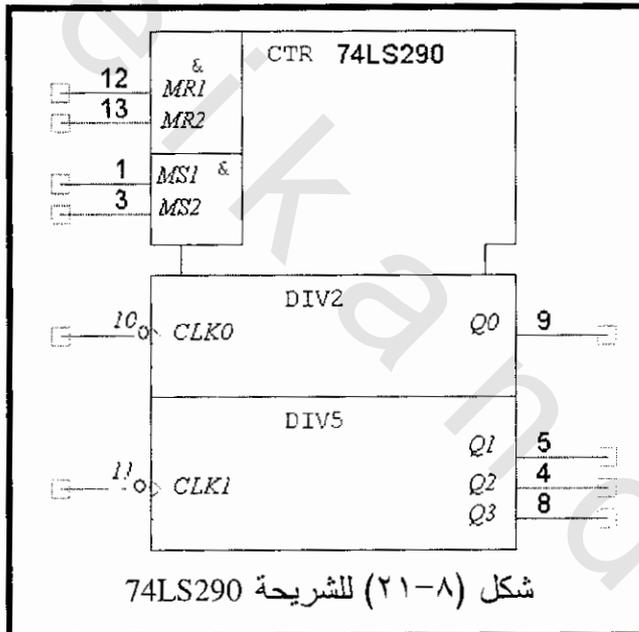
	الدخل				الخرج
	$\overline{MR}$	$\overline{PE}$	CLK	Dn	Qn
تصغير	L	X	X	X	L
تحميل	H	L	X	L	L
	H	L	X	H	H
عد	H	H	↓	X	عد

جدول ٨-١٠ تشغيل العداد 74LS197

## ٨-١٦ الشريحة 74LS290

### عداد عشري تموجى

يتكون هذا العداد من ٤ مراحل مقسمة على جزأين ، الأول قاسم على ٢ والثانى قاسم على ٥ وكل من الجزأين موصل توصيلا تموجيا باستخدام قلابات من نوع السيد والتابع . كل جزء له طرف التزامن الخاص به حيث يتم تغيير الخرج مع الحافة النازلة لهذه النبضات . هناك طرفان لتصغير الخرج MR1 و MR2 وكل منهما على الفعالية ولا بد أن يكون كل منهما يساوى واحد فى نفس الوقت حتى يتم تصغير العداد لأنهما موصلان من خلال بوابة أند داخل الشريحة . هناك أيضا الطرفان MS1 و MS2 حيث عندما يكون كل منهما يساوى واحد فى نفس الوقت يتم وضع الخرج فى الحالة النهائية ٩ )

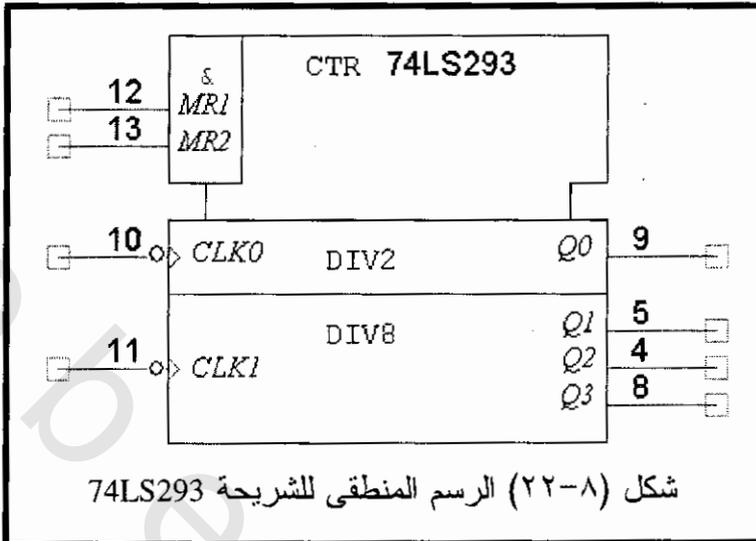


الدخل				الخرج			
MR1	MR2	MS1	MS2	Q3	Q2	Q1	Q0
H	H	L	X	L	L	L	L
H	H	X	L	L	L	L	L
X	X	H	H	H	L	L	H
L	X	L	X	عداد			
X	L	X	L				
L	X	X	L				
X	L	L	X				

جدول ٨-١١ تشغيل العداد 74LS290

(1001) . كلا الدخلين موصل من خلال بوابة أند داخل الشريحة أيضا . يمكن توصيل الجزأين للحصول على عداد عشري . الشريحة لها ١٤ طرف ، الطرف رقم ١٤ هو طرف القدرة Vcc بينما الطرف رقم ٧ هو الأرضى والطرفان ٢ و ٦ غير مستخدمين أو غير موصلين , Not connected, NC . سرعة الشريحة ٤٢ ميغاهرتز وتيار القدرة لها ٩ ميللى أمبير . شكل (٨-٢١) يبين الرسم المنطقي لهذا العداد ، وجدول ٨-١١ يبين طريقة تشغيله .

## ٨-١٧ الشريحة 74LS293 عداد ثنائي تموجي ٤ مراحل



شكل (٨-٢٢) الرسم المنطقي للشريحة 74LS293

يتكون هذا العداد من ٤ مراحل مقسمة على جزأين ، الأول قاسم على ٢ والثاني قاسم على ٨ وكل من الجزأين موصل توصيلاً تموجياً باستخدام قلابات من نوع السيد والتابع . كل جزء له طرف التزامن الخاص به حيث يتم تغيير الخرج مع الحافة النازلة لهذه النبضات . هناك طرفان لتفسير الخرج

الدخل		الخرج			
MR1	MR2	Q3	Q2	Q1	Q0
H	H	L	L	L	L
H	L	عداد			
L	H				
L	L				

جدول ٨-١٢ تشغيل العداد 74LS293

MR1 و MR2 وكل منهما عالي الفعالية ولا بد أن يكون كل منهما يساوي واحد في نفس الوقت حتى يتم تفسير العداد لأنهما موصلان من خلال بوابة أند داخل الشريحة . الشريحة لها ١٤ طرف ، الطرف رقم ١٤ هو طرف القدرة Vcc بينما الطرف رقم ٧ هو الأرضي والأطراف ١ و ٢ و ٣ و ٦ غير مستخدمه أو غير موصلة Not connected, NC . سرعة الشريحة ٤٢ ميغاهرتز وتيار القدرة لها ٩ ميلي أمبير . شكل (٨-٢٢)

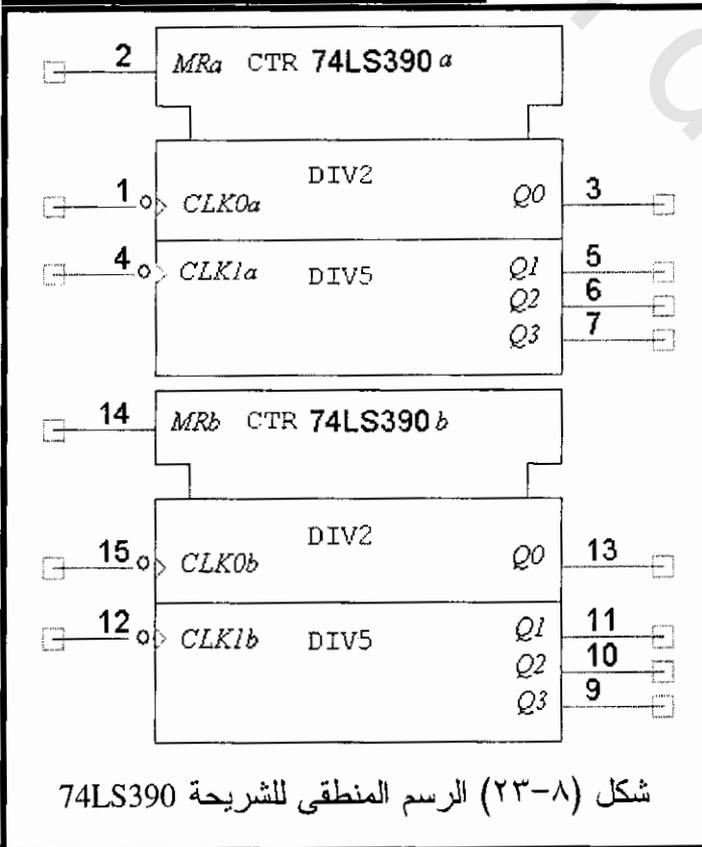
يبين الرسم المنطقي لهذا العداد ، وجدول ٨-١٢ يبين طريقة تشغيله .

## ٨-١٨ الشريحة

### 74LS390 عدادان

### عشريان تموجيان

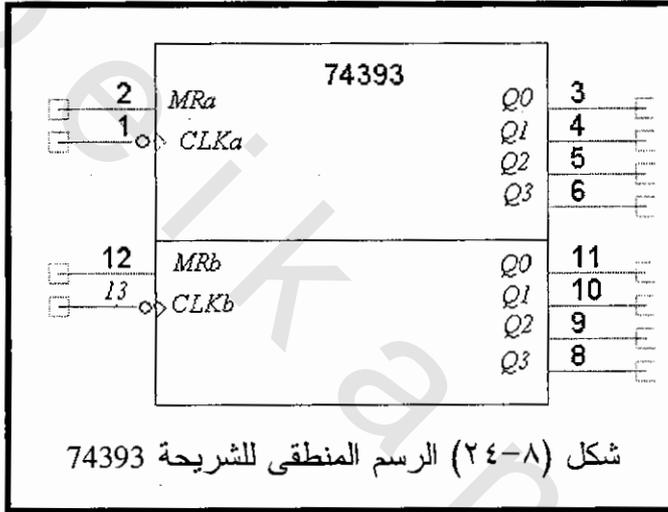
تحتوي هذه الشريحة على عدادين كل منهما مكون من جزأين ، الأول مرحلة واحدة قاسم على ٢ ، والثاني ٣ مراحل موصلة كعداد خماسي (قاسم على ٥) . أي أن هذه الشريحة تحتوي ٤ أجزاء ، اثنان كل منهما مرحلة واحدة تعمل كعداد ثنائي ، واثنان كل منهما ٣ مراحل موصلة كعداد خماسي . لذلك فإنه يمكن



شكل (٨-٢٣) الرسم المنطقي للشريحة 74LS390

توصيل أجزاء هذه الشريحة للحصول لقاسم (عداد) على : ٢ و ٤ و ٥ و ١٠ و ٢٠ و ٢٥ و ٥٠ و ١٠٠ . كل جزء من أجزاء الشريحة له طرف خاص بنبضات التزامن حيث يغير كل عداد من حالته مع الحافة النازل للنبضات . كل عداد فى الشريحة له طرف تصفير MR خاص به يصفر جميع المخارج الخاصة بهذا العداد عندما يكون واحد . الشريحة لها ١٦ طرف ، الطرف رقم ١٦ هو طرف القدرة Vcc بينما الطرف رقم ٨ هو الأرضى . سرعة الشريحة ٥٥ ميگاهرتز وتيار القدرة لها ١٥ ميللى أمبير . شكل (٨-٢٣) يبين الرسم المنطقى لهذا العداد .

## ٨-١٩ الشريحة 74LS393 عدادان ثنائيان تموجيان كل منهما ٤ مراحل



شكل (٨-٢٤) الرسم المنطقى للشريحة 74393

تتكون هذه الشريحة من عدادان كل منهما مكون من ٤ مراحل موصلة داخليا كعداد تموجى ثنائى ستعشرى (قاسم على ١٦) . كل عداد له طرف تزامن خاص به ، وكل عداد يغير حالته مع الحافة النازلة لنبضات التزامن . كل عداد أيضا له طرف تصفير علىى الفعالية خاص به يصفر جميع مخارجه عندما يكون واحد . الشريحة لها ١٤ طرف ، الطرف رقم ١٤ هو طرف القدرة Vcc بينما الطرف رقم ٧ هو الأرضى . سرعة الشريحة ٣٥ ميگاهرتز وتيار القدرة لها ١٥ ميللى أمبير . شكل (٨-٢٤) يبين الرسم المنطقى لهذا العداد .

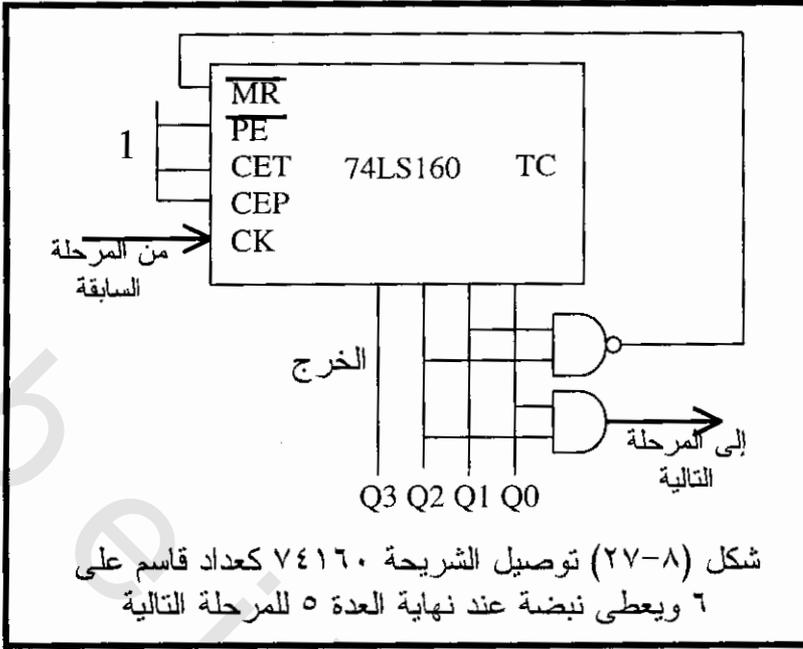
## ٨-٢٠ تطبيقات العدادات

### ٨-٢٠-١ الساعة الرقمية

من أشهر تطبيقات العدادات الساعة الرقمية . تتركز فكرة الساعة الرقمية على وجود نبضات ترددها ١ هرتز (١ نبضة فى الثانية) . هناك أكثر من طريقة يمكن بها الحصول على هذه النبضات . أول هذه الطرق هو عن طريق استخدام مذبذب بتردد علىى جدا ١٠ ميگاهرتز مثلا ثم نمرر إشارة هذا المذبذب على عدة مراحل للقسمة على ١٠ مثلا حتى يصل التردد إلى ١ هرتز حيث يمكن استخدامه كدخل للساعة . الهدف من وجود مذبذب بتردد علىى ثم إجراء عمليات القسمة هو الحصول على دقة عالية للساعة لأنه من الصعب جدا تصميم مذبذب بالمكونات الإلكترونية العادية بدقة معقولة . الطريقة الثانية للحصول على نبضات بتردد ١ هرتز بدقة جيدة جدا هو عن طريق استخدام إشارة من خط القدرة المنزلى ذو التردد ٥٠ هرتز أو ٦٠ هرتز فى بعض البلدان . سنحتاج فى البداية لمحول ٢٢٠ إلى ٥ فولت ثم مقارن (أحد إصدارات مكبر العمليات) لتحويل الموجة الجيبية إلى مربعة بمقدار حوالى ٥ فولت . بعد ذلك نقوم بقسمة تردد هذه الموجة على ٥٠ أو ٦٠ باستخدام أحد شرائح العدادات التى شرحناها . بذلك نكون قد حصلنا على إشارة مربعة بتردد ١ هرتز ومقدار ٥ فولت جاهزة للاستخدام لتشغيل الساعة . شكل (٨-٢٥) يبين رسم صندوقى كامل لمحتويات الساعة



في شكل (٢٧-٨) وخرجها يمثل عشرات الثواني .

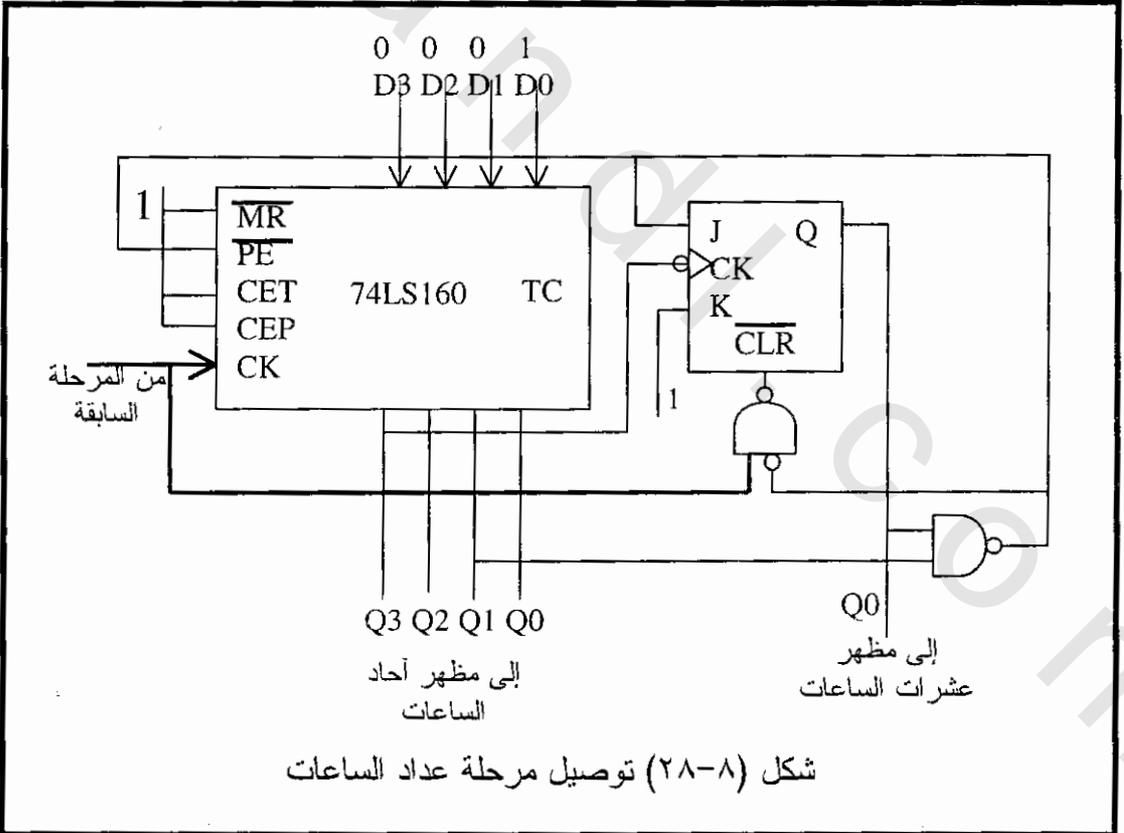


٣- يتم تكرار الخطوة ٢ للحصول على عداد الدقائق كما في شكل (٢٦-٨) و (٢٧-٨)

٤- بالنسبة لمرحلة عداد الساعات فإنها تتكون من عداد عشري كما في شكل (٢٦-٨) لخانة الأحاد .

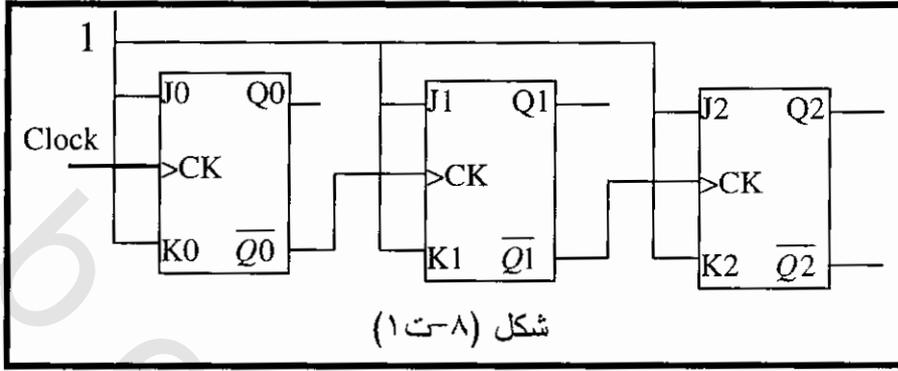
خانة العشرات في الساعات عبارة عن قلاب فقط لأنه في هذه المرحلة

مطلوب العد حتى الساعة ١٢ وبعدها يقلب إلى الساعة واحدة . شكل (٢٨-٨) يوضح كيفية توصيل الشريحة ٧٤١٦٠ والقلاب للحصول على مرحلة الساعات .

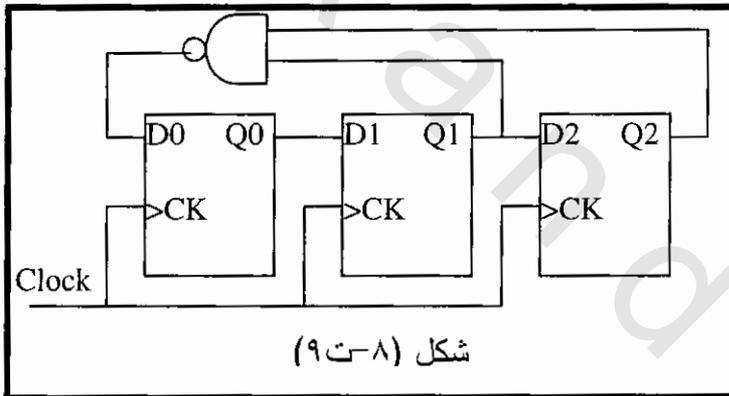


## ٨-٢١ تمارين

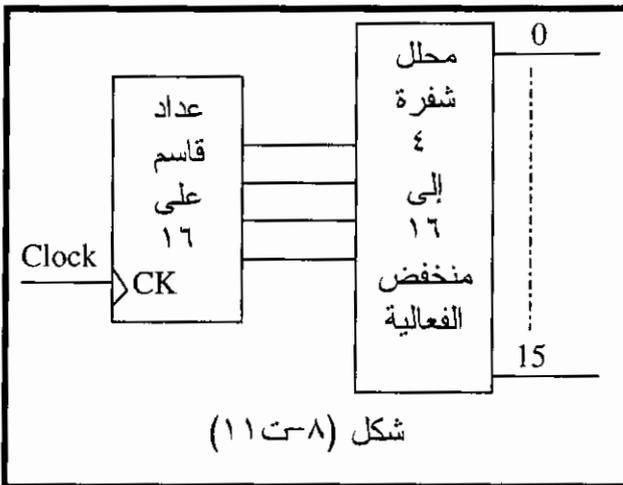
- ١- ارسم المخطط الزمني للعداد التمرجي الموضح في شكل (٨-١) .
- ٢- افترض أن زمن الانتشار لكل قلاب في تمرين ١ يساوي ٨ نانوثانية ، احسب زمن الانتشار الكلي للعداد ، وأقصى تردد يعمل عنده هذا العداد .



- ٣- صمم عداد بالقاعدة التالية (عدد الحالات) : ٩ و ١١ و ١٣ و ١٤ و ٢٥ و ٥٠ .  
العدادات من النوع التمرجي .
- ٤- اقترح شرائح حقيقية للاستخدام في تمرين ٣ .
- ٥- أعد التمرين رقم ٢ إذا كان العداد من النوع التوافقي .



- ٦- صمم عداد توافقي من سبعة مراحل وارسم المخطط الزمني لجميع مراحل .
- ٧- أعد التمرين رقم ٣ ولكن على عدادات من النوع التوافقي .
- ٨- استخدم نفس طريقة تصميم العدادات



- التوافقية في تصميم عداد للتابع التالي : 00 ثم 10 ثم 11 ثم 00 وهكذا إلى ما لانهاية . استخدم قلابات JK .
- ٩- أعد التمرين ٨ ولكن للتابع التالي : 0 ثم 9 ثم 1 ثم 8 ثم 2 ثم 7 ثم 3 ثم 6 ثم 4 ثم 5 ثم 0 وهكذا إلى ما لانهاية .
- ١٠- صمم عداد تصاعدي تنازلي من النوع التمرجي مكون من ٤ مراحل . ارسم المخطط الزمني على كل المخارج وعلى خط التحكم U/D أثناء مرور العداد بالتتابع التالي : 0, 1, 2, 3, 4, 5, 4, 3, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 3, 4, 5, 4, 3, 2, 1
- ١١- حدد التتابع الناتج من العداد الموضح في شكل (٨-٩) .

- ١٢- صمم عداد ثنائي يعد حتى ١٠٠٠٠ ، وآخر يعد حتى ١٠٠٠٠٠ . استخدم شرائح عدادات حقيقية .
- ١٣- شكل (٨-١١) يبين عداد قاسم على ١٦ موصلا على محلل شفرة . اكتب جدول الحقيقة لمحلل الشفرة عند كل حالة من حالات العداد .
- ١٤- صمم عداد يعد حتى ١٠٠٠ مستخدما الشريحة ٧٤١٦٠ .
- ١٥- عدل التصميم السابق حتى يمكن للعداد أن يعد حتى ٣٠٠٠٠ .
- ١٦- صمم دائرة تشعر بوجود زمن معين في الساعة الرقمية في شكل (٨-٢٥) واستخدم هذه الإشارة لضرب جرس تنبيه .
- ١٧- صمم عداد لساحة انتظار سيارات بحيث يبين العداد عدد السيارات الموجودة في الساحة عند أى لحظة . استخدم عداد تصاعدي تنازلي بحيث مع دخول سيارة يزداد العداد بواحد ومع خروج سيارة ينقص بمقدار واحد .
- ١٨- استخدم نفس الفكرة في تمرين ١٥ لإظهار عدد الأشخاص في حجرة معينة ، واستخدم ذلك لإضاءة الحجره طالما أن بها شخص أو أكثر ، واطفاء النور بالحجره عندما يصل عدد الأشخاص إلى الصفر .
- ١٩- اشرح كيف تستخدم الدائرة الموضحة في شكل (٨-١١) لعمل نظام إضاءة يضىء تتابع من اللمبات من اليمين إلى اليسار ثم يبدأ مرة ثانية من اليمين للييسار وهكذا يتكرر ذلك إلى مالانهاية .
- ٢٠- أعد التمرين السابق بحيث تتم الإضاءة من اليمين للييسار ثم من اليسار للييمين مرة أخرى وذلك إلى مالانهاية .