الفصل الثامن

٨

العدادات الرقمية

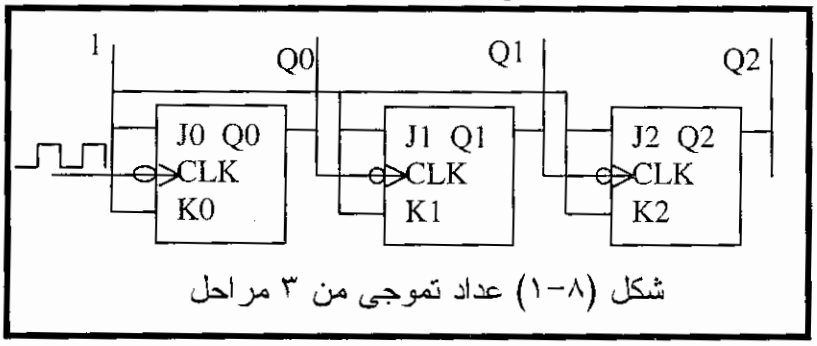
Digital Counters

٨-١ مقدمة

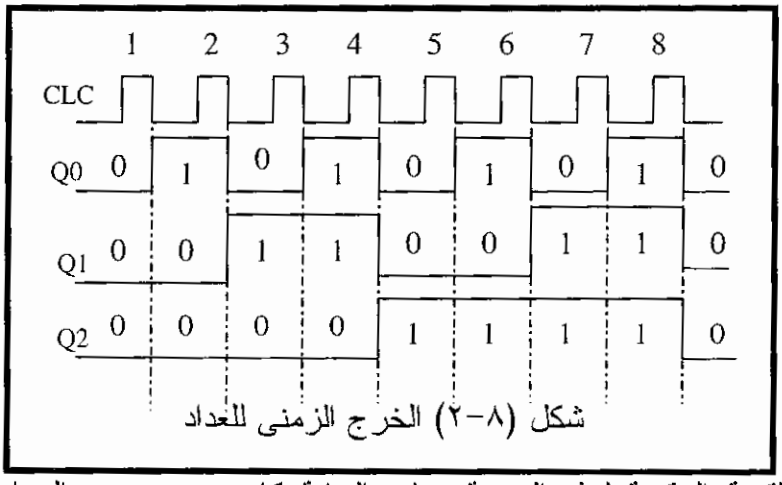
العداد الرقمى عبارة عن مجموعة من القلابات الموصلة مع بعضها بطريقة معينة يمكن بها أن تعد النبضات الداخلة إليها . على حسب طريقة توصيل كل قلاب مع القلاب التالى له يتحدد نوع العداد كما سنرى فى هذا الفصل . سنرى أيضا كيف نصمم عدادا يعد تصاعديا أو آخر يعد تنازليا ، أو عن طريق خط تحكم يمكن للعداد أن يعد تصاعديا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

٨-٢ العدادات التموجية أو الغير توافقية
Ripple (Asynchronous) Counters

فى هذا النوع من العدادات يتم توصيل خرج كل قلاب Q كنبضات تزامن للقلاب التالى ، ونبضات الساعة للمرحلة الأولى تكون هى النبضات المراد عدها كما فى شكل (٨-١) الذى 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 فى 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 القيمة الرقمية لهذه النبضة . فى 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 هى الرقم ٧ ، وعدد حالات خرج العداد هى ٨ حالات تبدأ من الحالة 000 وحتى الحالة 111 كما هو مبين فى الجدول ٨-١ . من ذلك نرى أن عدد حالات الخرج لأى عداد سيكون 2^n حيث n هى عدد مراحل العداد أو عدد القلابات التى يتكون منها . من عيوب العدادات التموجية أن أزمنة التأخير تتراكم من مرحلة لأخرى ، لذلك أطلق عليها اسم التموجى ripple لأن زمن التأخير يتموج أو يتراكم من مرحلة للثانية .



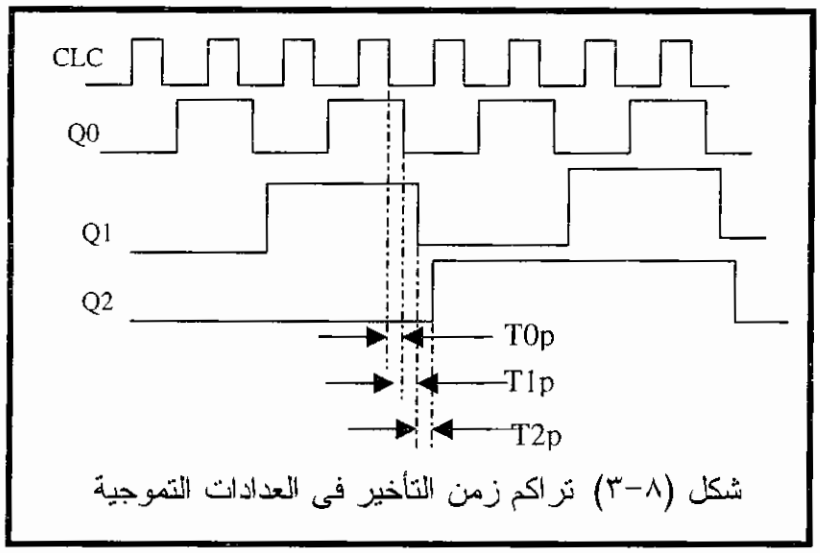
شكل (٨-١) عداد تموجى من ٣ مراحل



شكل (٨-٢) الخرج الزمنى للعداد

	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



شكل (٨-٣) تراكم زمن التأخير فى العدادات التموجية

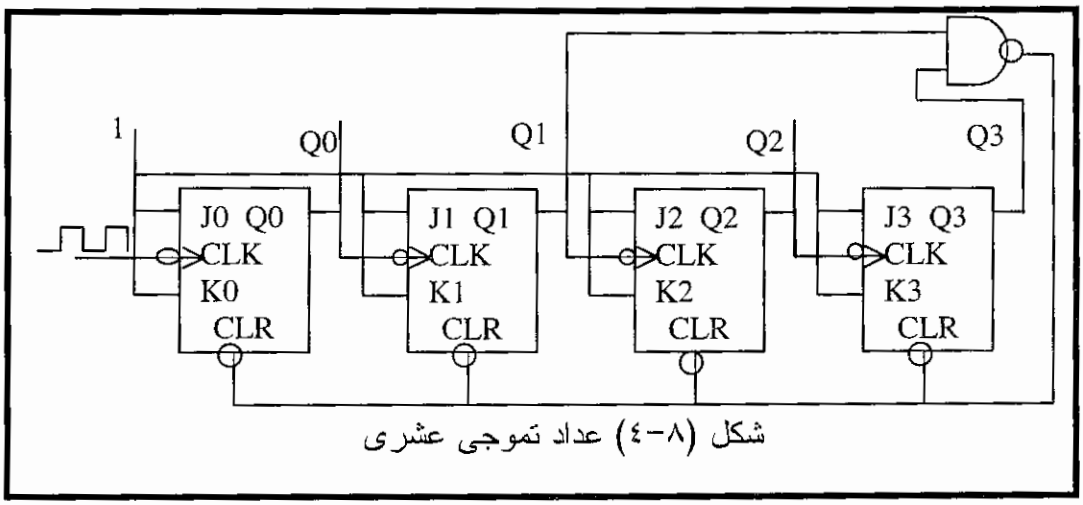
شكل (٨-٣) يبين كيف أن زمن التأخير للمرحلة الأخيرة سيساوى 3Tp حيث أن Tp هو زمن تأخير المرحلة الواحدة و 3 هو عدد المراحل . زمن التأخير هذا بالطبع كما نرى سيضع حدا لأكبر تردد يمكن أن يعمل عنده مثل هذا العداد ، أو بمعنى آخر أكبر تردد لنبضات التزامن التى يعدها هذا العداد . تخيل مثلا أن زمن التأخير للمرحلة الواحدة هو ١٠ نانوثانية ، وأن لدينا عداد من عشرة مراحل . فى هذه الحالة سيكون مقدار التأخير لكل المراحل هو ١٠×١٠=١٠٠ نانوثانية . معنى ذلك أن أكبر تردد لنبضات الساعة (وبالتالى سرعة العداد) يجب ألا تتعدى :

$$Fmax=\frac{1}{100x10^{-9}}=10\ \text{mega Hertz} \qquad (١-٨)$$

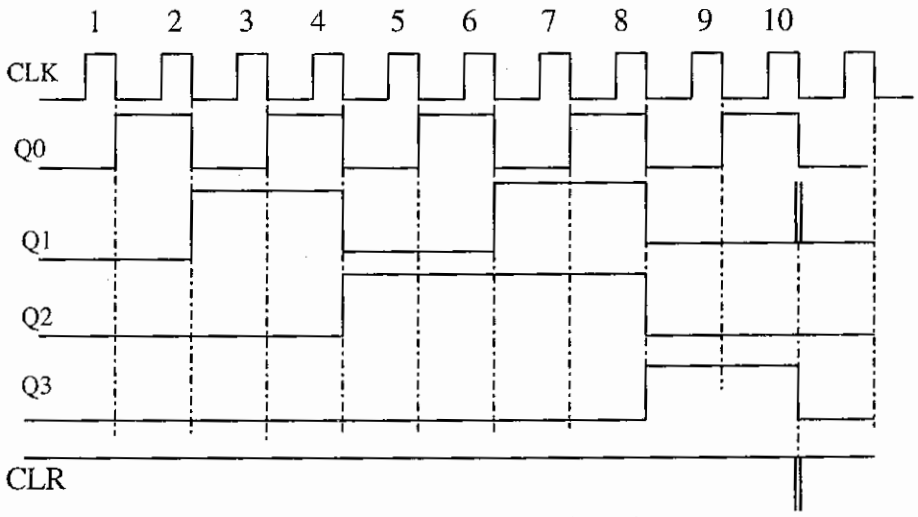
ومن جهة أخرى سنجد أن ذلك سيضع حدا على عدد مراحل العداد التى يمكن استخدامها مع أى تردد معين .

٨-٣ عدادات تموجية لأى قاعدة

لقد رأينا أن العداد السابق لابد أن يمر بكل الحالات الممكنة للخرج ، لذلك فإن عدد حالاته أو نظام عده هو 2^n حيث n هى عدد مراحل العداد . يمكن تصميم العداد ليعد لأى عدد من الحالات مثل عداد يعد من صفر إلى ١٨ مثلا ، أو عداد يعد من صفر إلى مائة ، أو إلى أى رقم ليس من قوى الرقم ٢ . أشهر هذه العدادات هو العداد العشرى الذى يعد من صفر إلى ٩ ، أى أنه له ١٠ حالات . سنرى فى هذا الجزء كيفية تصميم العداد العشرى . النظرية هنا هى أننا نستخدم عدد من المراحل يعطى 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 (٨-٤) يبين هذا العداد . نلاحظ من هذا الشكل أن العداد مكون من ٤ مراحل لأن ٣ مراحل تعطى ٨ حالات فقط ، لذلك لابد من استخدام ٤ مراحل . بعد ذلك استخدمنا بوابة ناند (محلل شفرة) دخليها هما كل من Q1 و Q3 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 (٨-٥) يبين المخطط التزامنى لخرج جميع مراحل العداد . لاحظ وجود النتوء أو النبضة القصيرة جدا glitch التى ظهرت على الخرج Q1 عند العدة العاشرة . هذا النتوء يظهر لأن الخرج Q1 عند هذه اللحظة يصعد للواحد أولا وبعد مرور زمن قصير جدا يعود للصفر مرة ثانية . هذا الزمن هو زمن الانتشار خلال بوابة الناند ثم زمن الانتشار فى القلاب خلال الطرف CLR وكل ذلك يقدر بعدد صغير من النانوثانية . لذلك فإن عرض هذا النتوء يكون صغيرا جدا ومن الصعب رؤيته إلا بمبين ذبذبات oscilloscope عالى التردد أو محلل منطقى Logic analyzer . بالطبع فإن هذا النتوء يعتبر عيبا لأنه قد يسبب بعض المشاكل فى الكثير من الدوائر الرقمية . بنفس الطريقة يمكن تصميم أى عداد لأى قاعدة .



شكل (٨-٤) عداد تموجى عشرى



شكل (٨-٥) الخرج الزمنى للعداد العشرى

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 الخرج Q0 وبالتالى ربع تردد نبضات التزامن ، وهكذا حاول متابعة ذلك على مخططات التزامن لأى عداد . بالنسبة للعداد العشرى سنجد أن خرج المرحلة الرابعة Q3 يعتبر عشر تردد نبضات التزامن ، أى يقسم تردد الإشارة المدخلة على عشرة .

٨-٤ العداد التوافقى

Synchronous Counter

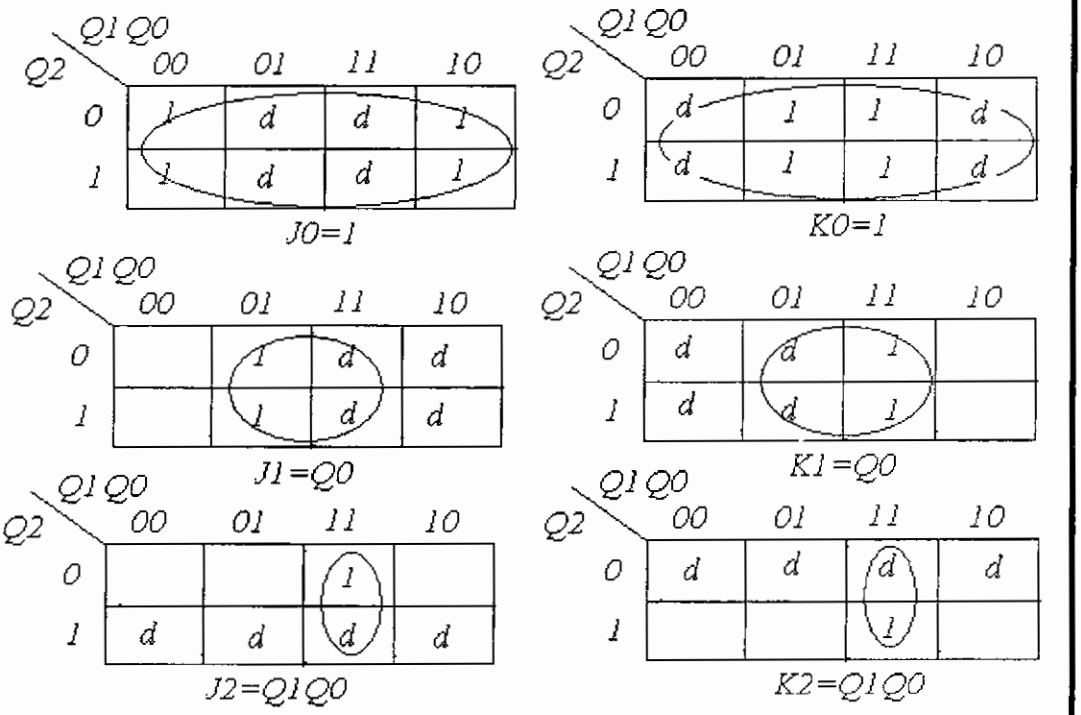
كلمة توافقى هنا نقصد بها أن كل القلابات فى العداد تغير من حالتها بالتوافق مع نفس نبضات التزامن . لذلك فإن طرف التزامن لكل القلابات يكون موصلا على نفس المصدر . لذلك فإننا سنرى أن هذا النوع من القلابات يكون أسرع من العدادات التموجية التى درسناها فى الجزء السابق . لتصميم هذه العدادات نتبع نفس طريقة تصميم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

كمثال على ذلك سنصمم عداد من ٣ مراحل . جدول ٨-٢ يبين جدول الحقيقة لهذا العداد . حاول دراسة كل حالات هذا الجدول.

من جدول ٨-٢ تم عمل خريطة كارنوف لكل دخل من دخول القلابات كما فى شكل (٨-٦) . الحرف d فى هذا الجدول يعنى

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

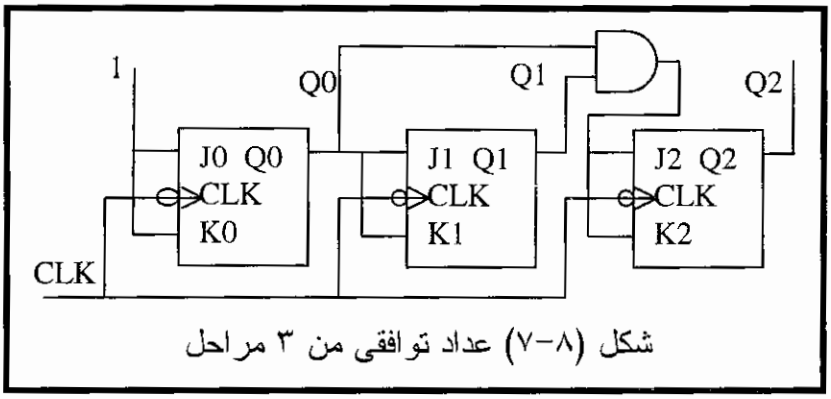
جدول ٨-٢ . جدول الحقيقة لعداد توافقى من ٣ مراحل



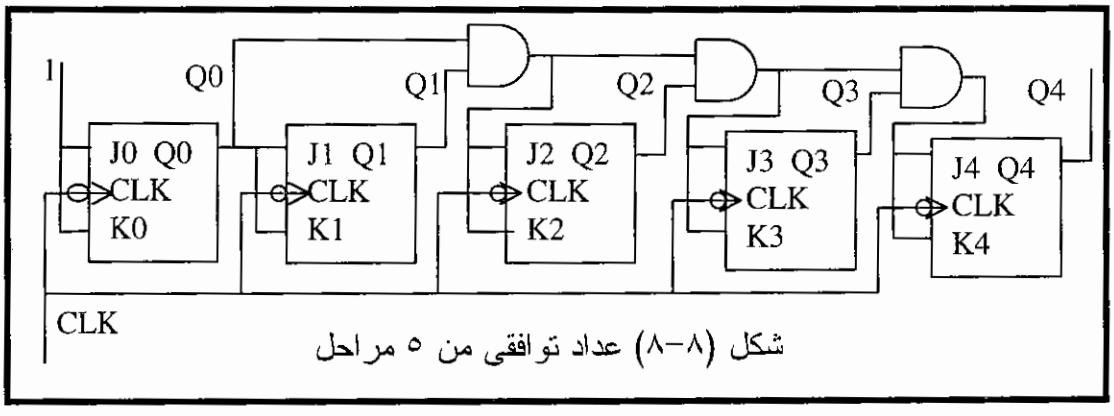
شكل (٨-٦) خريطة كارنوف لدخل مراحل العداد التوافقى المكون من ٣ مراحل

do not care أى لا يهم أن تكون هذه الخلية أو هذا المتغير واحد أو صفر فلن تؤثر على النتيجة . فمثلا لكى نغير الخرج Q0 من صفر إلى واحد فإنه يلزم أن تكون J0=1 و K0=0 وهذا هو وضع setting أو جعل الخرج يساوى واحد كما درسنا من خواص القلاب JK . يمكن أيضا تغيير الخرج Q0 من صفر إلى واحد بجعل كل من J0=1 و K0=1 حيث سيحدث انقلاب للخرج من صفر إلى واحد . نلاحظ من ذلك أنه لتغيير الخرج Q0 من صفر إلى واحد فلابد أن تكون J0=1 وأما K0 فلا يهم أن تكون صفر أو واحد ولذلك نعطيها الحرف d . الخلايا التى يكون فيها الحرف d فى خريطة كارنوف تكون مفيدة جدا فى عملية التبسيط حيث فى هذه الحالة فإننا نضع d بالقيمة التى تساعدنا فى الحصول على تبسيط أكثر . فإذا كانت الخلية التى تحتوى على الحرف d مجاورة لخلية أو خلايا بها وحايد (كما فى خريطة J0 و K0 فى شكل (٨-٦)) فإننا نضع d=1 حتى نأخذه مع الخلايا المجاورة فنحصل على تبسيط

أكثر . فى خريطة J0 و K0 وضعنا كل الأحرف d=1 فحصلنا على أكبر تبسيط وهو J0=K0=1 . بينما فى حالة J2 و K2 فقد وضعنا خلية واحدة فقط من الخلايا d=1 وباقى الخلايا وضعناها أصفارا حتى لا تكلفنا كميات أخرى وتعقد المعادلة فى هذه الحالة ولا تبسطها . شكل (٨-٧) يبين الدائرة الكاملة للعداد التوافقى المكون من ٣ مراحل . لو اتبعنا نفس طريقة التصميم للعدادات المكونة من ٤ و ٥ وأى عدد من المراحل سنجد أن عملية التصميم سهلة ومتكررة حيث سنجد أن كل من الدخلين J و K لأى مرحلة يوصلان على خرج بوابة آند دخليها هما خرج المرحلة السابقة لهذه المرحلة وخرج الآند السابقة كما فى شكل (٨-٨) الذى يبين الدائرة الكاملة لعداد توافقى من خمسة مراحل .



شكل (٨-٧) عداد توافقى من ٣ مراحل



شكل (٨-٨) عداد توافقى من ٥ مراحل

إن أكبر زمن تأخير يمكن أن يحدث من هذا العداد هو عندما يكون خرجه هو 01111 حيث فى هذه الحالة سيكون خرج جميع بوابات الآند يساوى صفر نتيجة وجود صفر على Q0 ، وبعد إعطاء النبضة التالية فإن Q0 تصبح واحد وهذا الواحد سينتشر فى كل بوابات الآند حتى يصل لآخر بوابة بعد ذلك يمكن إعطاء النبضة التالية ليقلب العداد إلى الصفر مرة ثانية . أى أن أكبر زمن تأخير يمكن أن يعطى بالمعادلة التالية لعداد مكون من n من المراحل .

$$T= (n-2)Ta + Tff. \qquad (٨-٢)$$

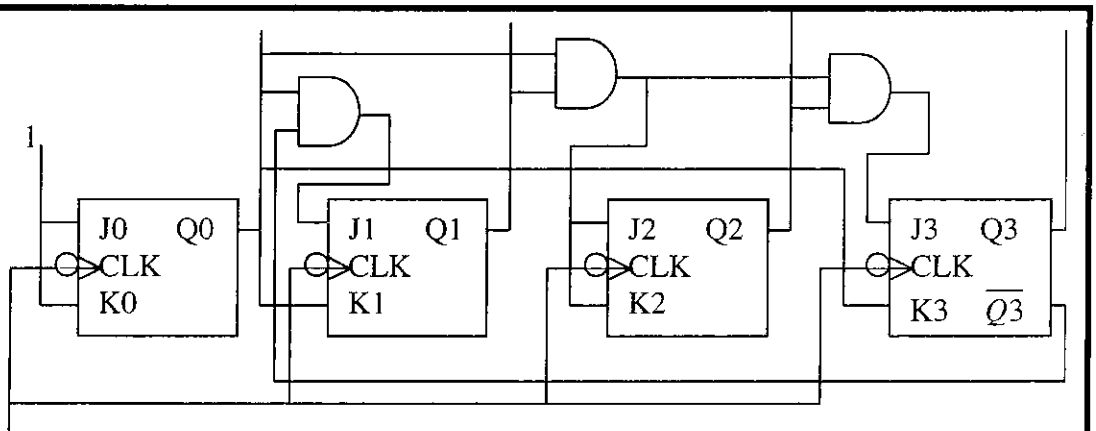
حيث Ta هو زمن التأخير لبوابة آند ، و Tff هو زمن التأخير لقلاب . لاحظ أن زمن التأخير لبوابة آند أقل بكثير من زمن التأخير للقلاب . لاحظ أيضا أن زمن التأخير للعداد التموجى كان nTff وهذا أكبر بكثير من نظيره فى العداد التوافقى كما فى المعادلة (٨-٢) .

بنفس الطريقة يمكن تصميم عداد توافقى لأى قاعدة . نضع جدول الحقيقة أو جدول التتابعات المطلوبة ، ومنه نحصل على خريطة كارنوف لكل J و K لجميع المراحل ، ثم نحصل على المعادلات المنطقية المبسطة من هذه الخرائط . ثم نبنى الدوائر المنطقية تبعا لهذه المعادلات . كمثال على ذلك فإن جدول ٨-٣ يبين جدول التتابعات للعداد العشرى ، وشكل (٨-٩) يبين الدائرة المنطقية الناتجة بعد عمليات التبسيط باستخدام خرائط كارنوف التى أعطت المعادلات المنطقية المبسطة التالية :

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 عشرى توافقى



شكل (٨-٩) عداد عشرى توافقى

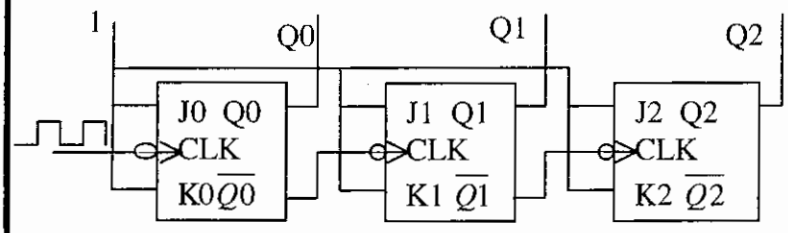
٨-٥ العدادات التنازلية Down Counters

بتعديل بسيط فى العداد التموجى 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 وبالتالى فإن خرجها المعكوس $\overline{Q0}$ يتغير من واحد إلى

الصفر ، وهذا يسبب تغير خرج المرحلة الثانية Q1 من صفر إلى الواحد ، وبالتالى خرجها المعكوس $\overline{Q1}$ يتغير هو التالى من واحد إلى الصفر ، وهكذا فإنه مع أول نبضة تزامن ينقلب خرج جميع المراحل من صفر إلى واحد . بعد ذلك يستمر العداد فى عملية العد التنازلى كما فى 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

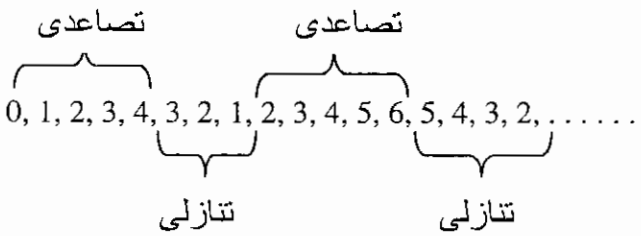
جدول ٨-٤
خرج عداد
تموجى تنازلى
من ٣ مراحل



شكل (٨-١٠) عداد تموجى تنازلى من ٣ مراحل

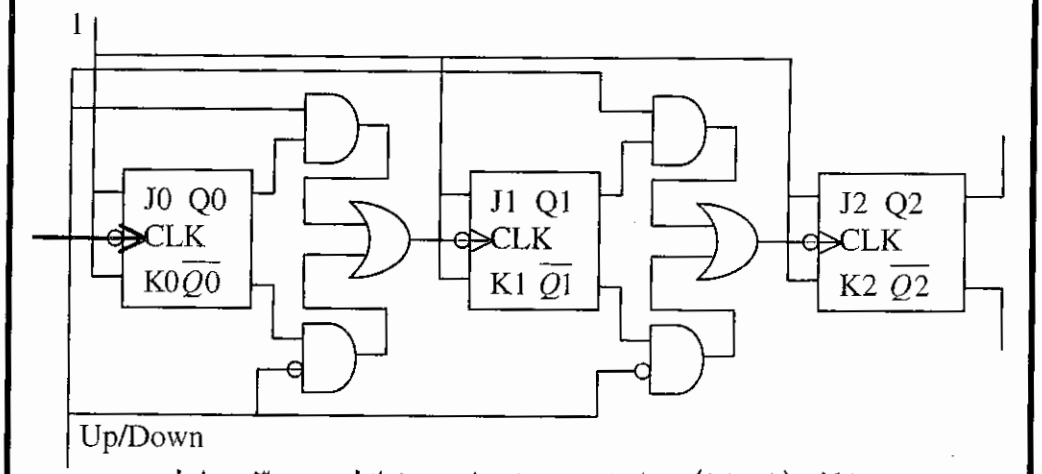
٨-٦ العدادات التصاعدية التنازلية
Up/Down Counter

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 :

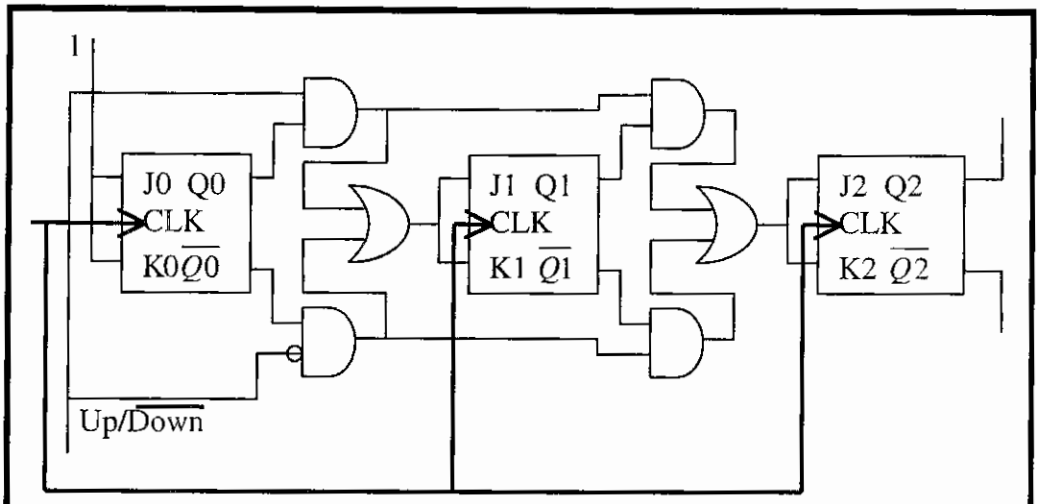


واضح أنه لكى يعمل العداد فى الاتجاه التصاعدى فعلينا بإمرار خرج أى مرحلة سابقة كنبضات تزامن للمرحلة التالية ، ولكى يعمل كعداد تنازلى فعلينا بإمرار معكوس خرج كل مرحلة كنبضات تزامن للمرحلة التالية . شكل (٨-١١) يبين دائرة عداد تصاعدى تنازلى من النوع التموجى مكونة من ثلاث مراحل .

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 .



شكل (٨-١١) عداد تموجى تصاعدى تنازلى من ٣ مراحل

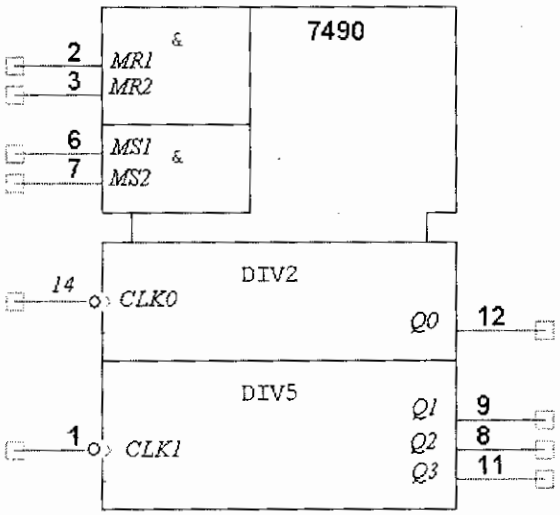


شكل (٨-١٢) عداد توافقى تصاعدى تنازلى من ٣ مراحل

٨-٧ الشريحة 7490 عداد عشرى تموجى

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 خماسى (أى قاسم على ٥) . كل جزء له مدخل خاص بنبضات الساعة . الدخل CLK0 هو طرف التزامن الخاص بالعداد الثنائى ، والطرف CLK1 هو طرف التزامن الخاص بالعداد الخماسى . بتوصيل الجزأين مع بعضهما تحصل على عداد عشرى (أى قاسم على ١٠) . الجزء الخماسى 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 آند موجودة داخل الشريحة . هناك أيضا الطرفان MS1 و MS2 اللذان يجعلان الخرج يساوى تسعة (آخر حالة فى العداد) عندما يكون كل من الخطين يساوى واحد أيضا فى نفس الوقت لأن الدخلين يدخلان على بوابة آند داخل الشريحة . الشريحة لها ٤ أطراف للخرج تظهر عليها حالات العداد . الطرفان ١٣ و ٤ 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 . التردد الأقصى لهذا العداد هو ٣٠ ميجاهرتز . فى حالة الشريحة 74ls90 فإن هذا التردد يصل إلى ٤٢ ميجاهرتز . تيار مصدر القدرة لهذه الشريحة يساوى ٣٠ ميللى أمبير و ٩ ميللى أمبير للشريحة 74ls90 . شكل (٨-١٣) يبين الرسم المنطقى لهذه الشريحة وجدول ٨-٥ يوضح جدول الحقيقة لها . الإشارة X فى جدول الحقيقة تعنى لا يهم أن يكون هذا الطرف واحد أو صفر .



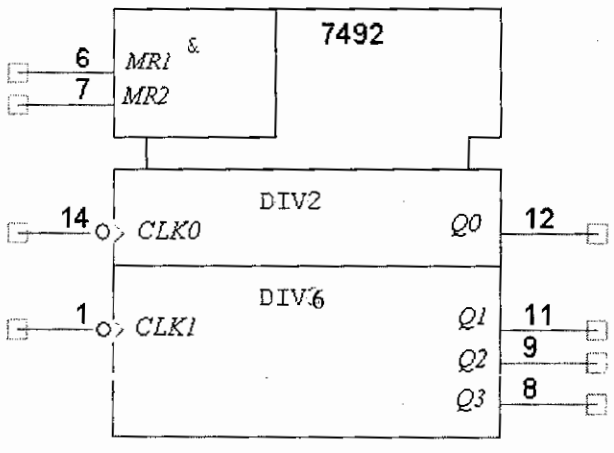
شكل (٨-١٣) الرسم المنطقى للشريحة 7490

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 فى 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 و٤ و ١٣ فى الشريحة غير



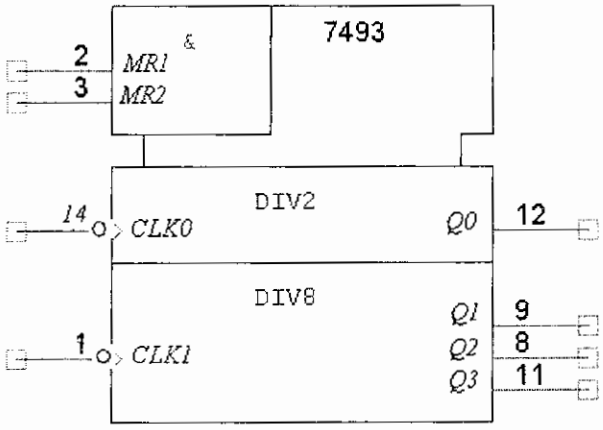
شكل (٨-١٤) الرسم المنطقى للشريحة 7492

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 ميجاهرتز . فى حالة الشريحة 74ls90 فإن هذا التردد يصل إلى ٤٢ ميجاهرتز . 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 ٨-٦ يوضح جدول الحقيقة لها .

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 ٨-٦ جدول حقيقة الشريحة 7492

٨-٩ الشريحة 7493 عداد تموجى ٤ مراحل



شكل (٨-١٥) الرسم المنطقى للشريحة 7493

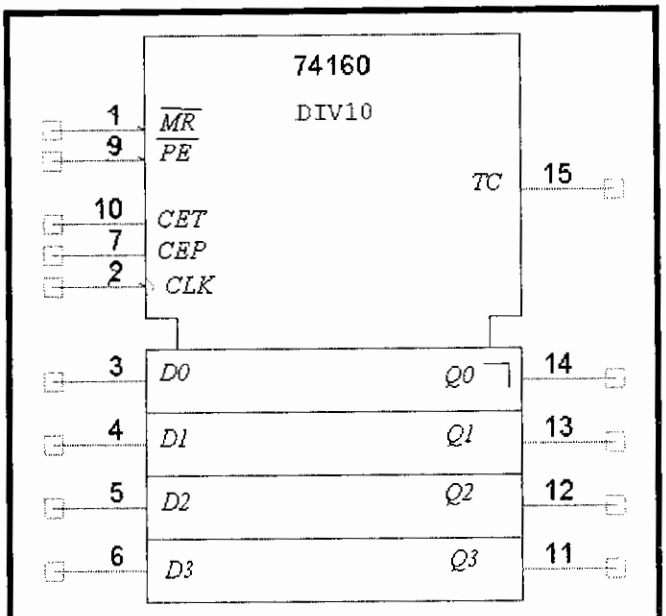
تتكون هذه الشريحة من ٤ قلابات من النوع السيد والتابع موصلة داخليا فى جزأين . الجزء الأول عبارة عن عداد ثنائى (أى قاسم على ٢) ، والجزء الثانى عبارة عن عداد ثمانى (قاسم على ٨) . كل جزء له مدخل خاص بنبضات الساعة . الدخل CLK0 هو طرف التزامن الخاص بالعداد الثنائى ، والطرف CLK1 هو طرف التزامن الخاص بالعداد الثمانى . بتوصيل الجزأين مع بعضهما تحصل على 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 آند 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 ميجاهرتز . فى حالة الشريحة 74ls90 فإن هذا التردد يصل إلى ٤٢ ميجاهرتز . 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 ٨-٧ يوضح جدول الحقيقة لها . لاحظ التشابه بين محتويات الشرائح الثلاثة السابقة .

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 ٨-٧ جدول حقيقة الشريحة 7493

٨-١٠ الشرائح 74160 و 74162 عداد توافقى عشرى

هذه الشرائح تتكون من ٤ قلابات موصلة داخليا لتكون عداد عشرى (قاسم على ١٠) توافقى ، 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 وهى 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 المنطقى للشريحة وجدول ٨-٨ يوضح طريقة التشغيل . أقصى تردد هو ٣٢ ميجاهرتز ، وتيار القدرة يساوى ٦١ ميللى أمبير .



شكل (٨-١٦) الرسم المنطقى للشريحة 74160

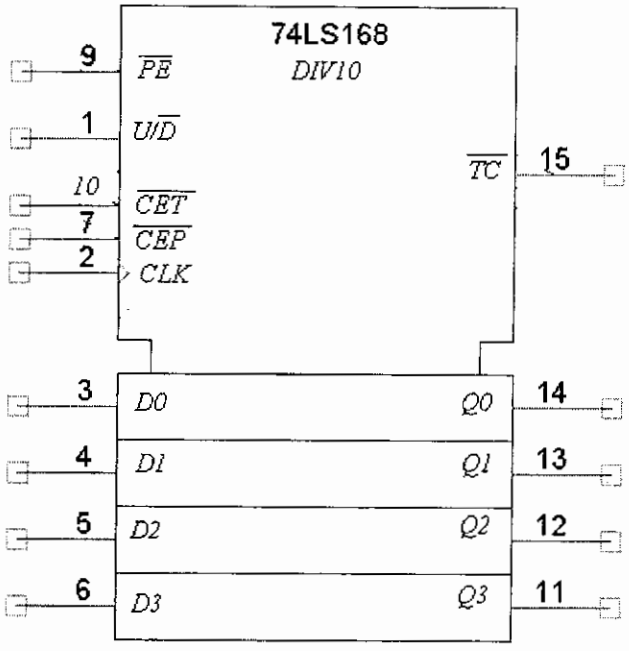
	خطوط دخل وتحكم						الخرج	
	$\overline{MR}$	CLK	CEP	CET	$\overline{PE}$	Dn	Qn	TC
تصفير	L	↑	X	X	X	X	L	L
تحميل	H	↑	X	X	L	Dn	Dn	L
عد	H	↑	H	H	L	X	عد	H(9)
لا تعمل	H	X	L X	X L	H	X	لا تغيير	لا تغيير

جدول ٨-٨ طريقة تشغيل الشريحة 74160

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

هذه الشرائح متماثلة تماما مع الشرائح السابقة 74160 و 74162 سوى أن الأربع 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



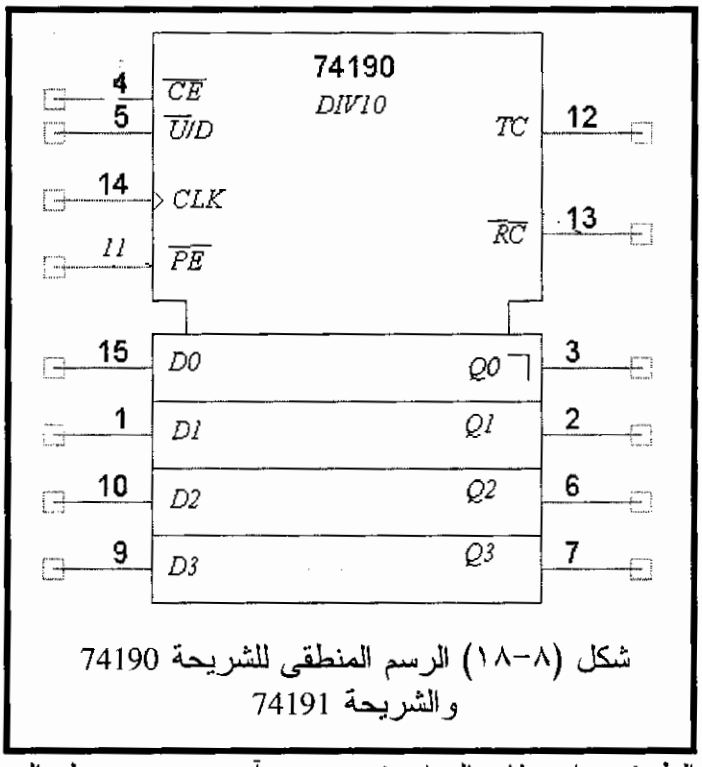
شكل (٨-١٧) الرسم المنطقى للشريحة 74LS168 و 74LS169

الشريحة 74168 تحتوى ٤ قلابات موصلة داخليا لتعمل كعداد عشرى (قاسم على ١٠) توافقى ، مع إمكانية العد التصاعدى أو التنازلى على حسب حالة الطرف $U/\overline{D}$ فإذا كان هذا الطرف يساوى واحد فإن العداد يعد تصاعديا ، وإذا وضع بصفر فالعداد يعد تنازليا . العداد من النوع التوافقى ويعمل عند الحافة الصاعدة لنبضات التزامن . يمكن تحميل العداد بأى 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 بواحد إلا حينما يصل العداد إلى 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 التوالى للحصول على عدادات أكبر . الطرفان $\overline{CEP}$ و $\overline{CET}$ لابد أن يكون كل منهما صفرا حتى يعمل العداد فى الوضع الطبيعى . الشريحة لها ١٦ طرف ، الطرف رقم ١٦ هو طرف القدرة Vcc والطرف رقم ٨ هو طرف الأرضى . أقصى تردد هو ٣٢ ميجاهرتز ، وهناك الإصدار 74168A تردده هو ٧٠ ميجاهرتز . شكل (٨-١٧) يبين الرسم المنطقى لهذه الشريحة ، وجدول ٨-٩ يبين طريقة التشغيل . الشريحة 74169 متماثلة تماما مع الشريحة 74168 فى كل شىء سوى أنها موصلة داخليا لتعد من صفر حتى ١٥ وعلى ذلك فالطرف $\overline{TC}$ سيعطى النبضة عند العدة ١٥ وليس العدة ٩ كما سبق ، والأطراف متطابقة أيضا ولذلك فلا ضرورة لإعادة شرحها مرة ثانية .

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

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

٨-١٣ الشريحة 74190 و 74191 عدادات توفقية تصاعدية/تنازلية

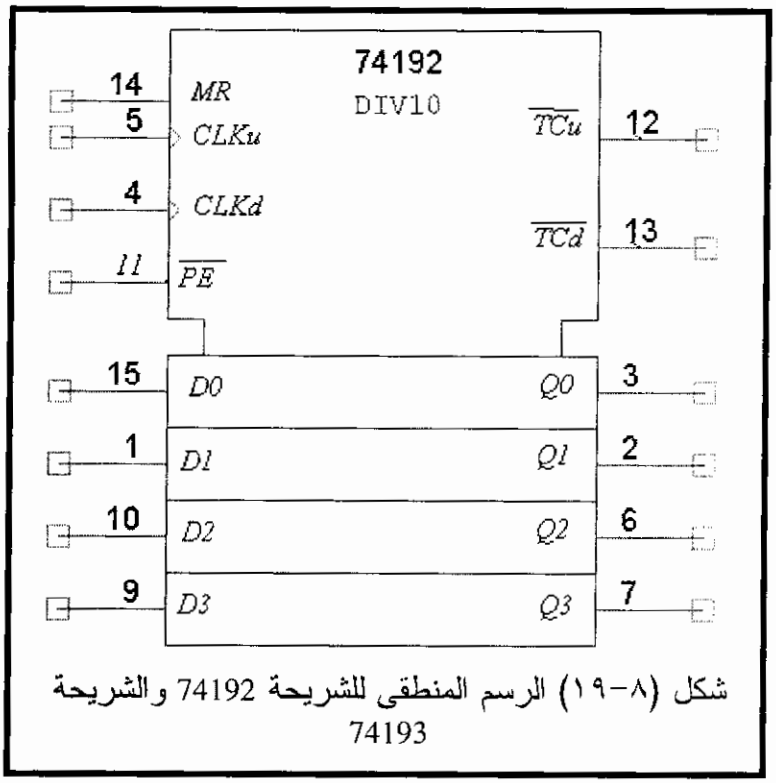


شكل (٨-١٨) الرسم المنطقى للشريحة 74190 والشريحة 74191

الشريحة 74190 عبارة عن عداد توافقى عشرى يعد تصاعدى أو تنازلى باستخدام طرف التحكم $\overline{U}/D$ ، حيث عندما يكون هذا الطرف واحد فإن العداد يعد تنازلى ، وإذا كان صفر فإن العداد يعد تصاعدى . يمكن بدأ العداد من أى قيمة عن طريق وضع هذه القيمة على المداخل المتوازية D0 حتى D3 وبمجرد وضع الخط $\overline{PE}$ يساوى صفر يبدأ العداد عملية العد من هذه القيمة . العداد يغير من حالته مع الحافة الصاعدة لنبضات التزامن . لكى تعمل الشريحة فى عملية العد الطبيعى لابد أن يكون الطرف $\overline{CE}$ تساوى 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) فى حالة العد التصاعدى أو إلى القيمة صفر فى حالة العد التنازلى ، حيث عندها يصبح واحد لبيان أن العداد قد وصلت قيمته إلى قيمة طرفية (عظمى أو صغرى) . يجب عدم استخدام هذا الطرف كنبضات تزامن لمراحل تالية لأنه يحتوى نتوءات تسبب مشاكل مع الدوائر التالية . لذلك فقد وفرت الشريحة الطرف $\overline{RC}$ الذى يمكن استخدامه لهذا الغرض . الشريحة لها ١٦ طرف ، الطرف رقم ١٦ هو طرف القدرة Vcc بينما الطرف رقم ٨ هو الأرضى . سرعة الشريحة ٢٥ ميجاهرتز وتيار القدرة لها ٦٥ ميللى أمبير . شكل (٨-١٨) يبين الرسم المنطقى لهذا العداد . الشريحة 74191 هى نفسها الشريحة 74190 سوى أنها تعد حتى ١٥ وهى متطابقة معها فى الأطراف تماما مع مراعاة أن الطرف TC فى هذه الحالة يصبح واحد عند العدة ١٥ والعدة صفر حسب اتجاه العد .

٨-١٤ الشرائح 74192 و 74193 عدادات تصاعدية/تنازل

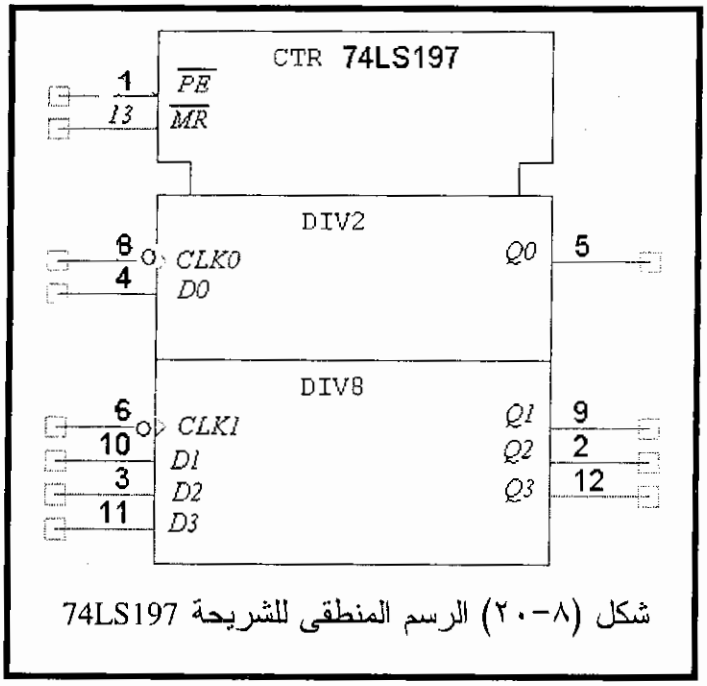
الشريحة 74192 عبارة عن عداد عشرى تصاعدى تنازلى من النوع التوافقى مثل الشريحة 74190 سوى أن لها طرف مخصوص CLKu لنبضات التزامن فى حالة العد التصاعدى ، وطرف مخصوص آخر CLKd تدخل عليه نبضات التزامن فى حالة العد التنازلى . خرج العداد يغير حالته عند الحافة الصاعدة لنبضات التزامن سواء فى حالة العد التصاعدى أو التنازلى . عند العد التصاعدى يجب أن يكون الطرف CLKd يساوى واحد ، بينما عند العد التنازلى يجب أن يكون الطرف CLKu يساوى واحد ، وإلا فإن عملية العد ستكون غير منتظمة . يمكن أيضا بدأ عملية العد من أى قيمة يمكن تحميلها من على الأطراف D0 إلى D3 وذلك عند تنشيط الطرف $\overline{PE}$ بجعله يساوى صفر . الشريحة لها طرف تصفير MR



شكل (٨-١٩) الرسم المنطقى للشريحة 74192 والشريحة 74193

يجعل جميع المخارج تساوى أصفار عندما يكون هذا الطرف يساوى واحد . الطرف $\overline{TCu}$ يكون واحد دائما وعندما تصل الشريحة إلى الرقم ٩ فى حالة العد التصاعدى فإنه يصبح صفرا ، بينما الطرف $\overline{TCd}$ فيكون واحد دائما إلى أن تصل قيمة العداد إلى الصفر فى حالة العد التنازلى فإنه يصبح صفرا . تستخدم 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 ميجاهرتز وتيار القدرة لها ٦٥ ميللى أمبير . شكل (٨-١٩) يبين الرسم المنطقى لهذا العداد . الشريحة 74193 هى نفسها الشريحة 74192 سوى أنها تعد حتى ١٥ وهى متطابقة معها فى الأطراف تماما مع مراعاة الحدود التى تتغير عندها الخطين $\overline{TCu}$ و $\overline{TCd}$.

٨-١٥ الشريحة 74LS197 عداد تموجى ٤ مراحل



شكل (٨-٢٠) الرسم المنطقى للشريحة 74LS197

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

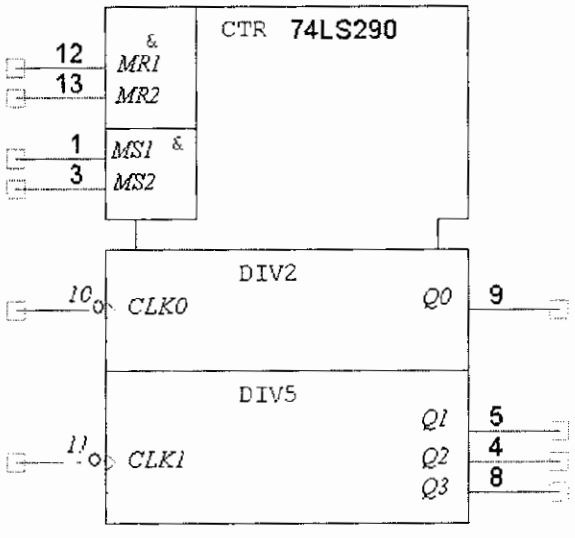
D0 حتى D3 وذلك عند تنشيط طرف التحميل $\overline{PE}$ المنخفض الفعالية . الشريحة لها ١٤ طرف ، الطرف رقم ١٤ هو طرف القدرة Vcc بينما الطرف رقم ٧ هو الأرضى . سرعة الشريحة ٤٠ ميجاهرتز وتيار القدرة لها ١٦ ميللى أمبير . شكل (٨-٢٠) يبين الرسم المنطقى لهذا العداد ، وجدول ٨-١٠ يبين طريقة تشغيله .

	الدخل				الخرج
	$\overline{MR}$	$\overline{PE}$	CLK	Dn	Qn
تصفير	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 عشرى 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 لتصفير الخرج MR1 و MR2 وكل منهما عالى الفعالية ولابد أن يكون كل منهما يساوى واحد فى نفس الوقت حتى يتم تصفير العداد لأنهما موصلان من خلال بوابة آند 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 (1001) . كلا الدخلين موصل من خلال بوابة آند داخل الشريحة أيضا . يمكن توصيل الجزأين للحصول على عداد عشرى . 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 ميجاهرتز وتيار القدرة لها ٩ ميللى أمبير . شكل (٨-٢١) يبين الرسم المنطقى لهذا العداد ، وجدول ٨-١١ يبين طريقة تشغيله .

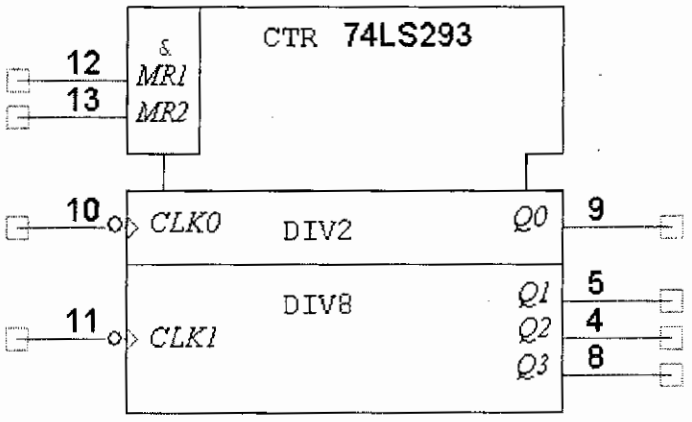


شكل (٨-٢١) للشريحة 74LS290

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

٨-١٧ الشريحة 74LS293 عداد ثنائى تموجى ٤ مراحل



شكل (٨-٢٢) الرسم المنطقى للشريحة 74LS293

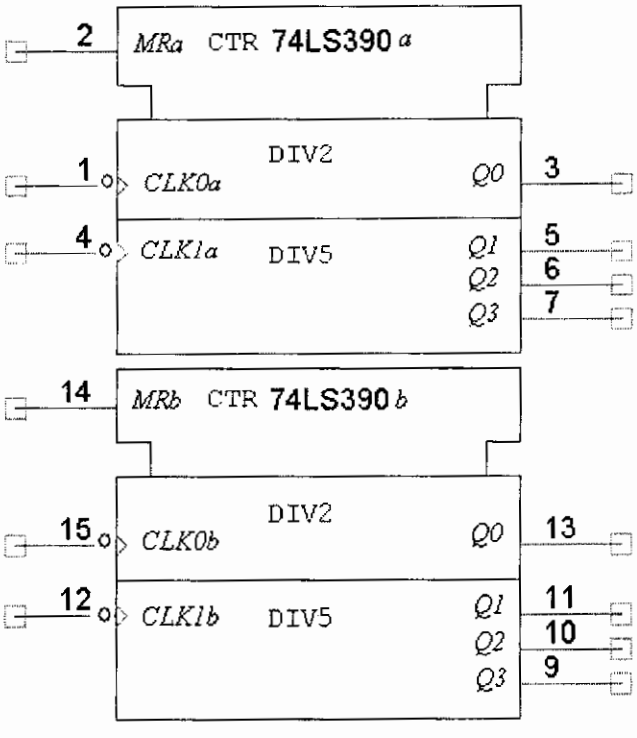
يتكون هذا العداد من ٤ مراحل مقسمة على جزأين ، الأول قاسم على ٢ والثانى قاسم على ٨ وكل من الجزأين موصل توصيلا تموجيا باستخدام قلابات من نوع السيد والتابع . كل جزء له طرف التزامن الخاص به حيث يتم تغيير الخرج مع الحافة النازلة لهذه النبضات . هناك طرفان لتصفير الخرج MR1 و MR2 وكل منهما عالى الفعالية ولابد أن يكون كل منهما يساوى واحد فى نفس الوقت حتى يتم تصفير العداد لأنهما موصلان من خلال بوابة آند داخل الشريحة . الشريحة لها ١٤ طرف ، الطرف رقم ١٤ هو طرف القدرة Vcc بينما الطرف رقم ٧ هو الأرضى والأطراف ١ و ٢ و ٣ و ٦ غير مستخدمه أو غير موصلة Not connected, NC . سرعة الشريحة ٤٢ ميجاهرتز وتيار القدرة لها ٩ ميللى أمبير . شكل (٨-٢٢) يبين الرسم المنطقى لهذا العداد ، وجدول ٨-١٢ يبين طريقة تشغيله .

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

٨-١٨ الشريحة 74LS390 عدادان عشريان تموجيان

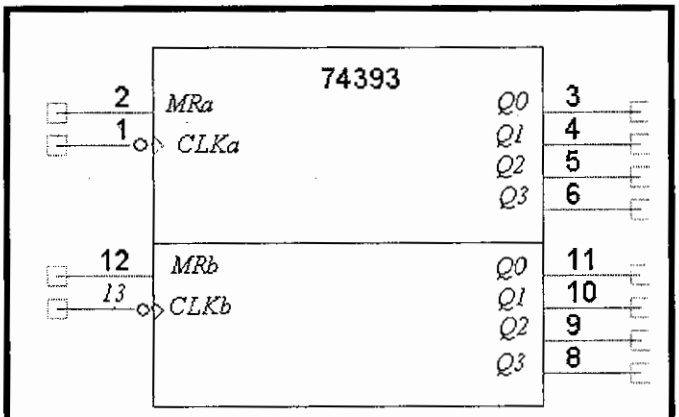
تحتوى هذه الشريحة على عدادين كل منهما مكون من جزأين ، الأول مرحلة واحدة قاسم على ٢ ، والثانى ٣ مراحل موصلة كعداد خماسى (قاسم على ٥) . أى أن هذه الشريحة تحتوى ٤ أجزاء ، اثنان كل منهما مرحلة واحدة تعمل كعداد ثنائى ، واثنان كل منهما ٣ مراحل موصلة كعداد خماسى . لذلك فإنه يمكن



شكل (٨-٢٣) الرسم المنطقى للشريحة 74LS390

توصيل أجزاء هذه الشريحة للحصول قاسم (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 ميجاهرتز 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 عالى 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 ميجاهرتز وتيار القدرة لها ١٥ ميللى أمبير . شكل (٨-٢٤) يبين الرسم المنطقى لهذا العداد .

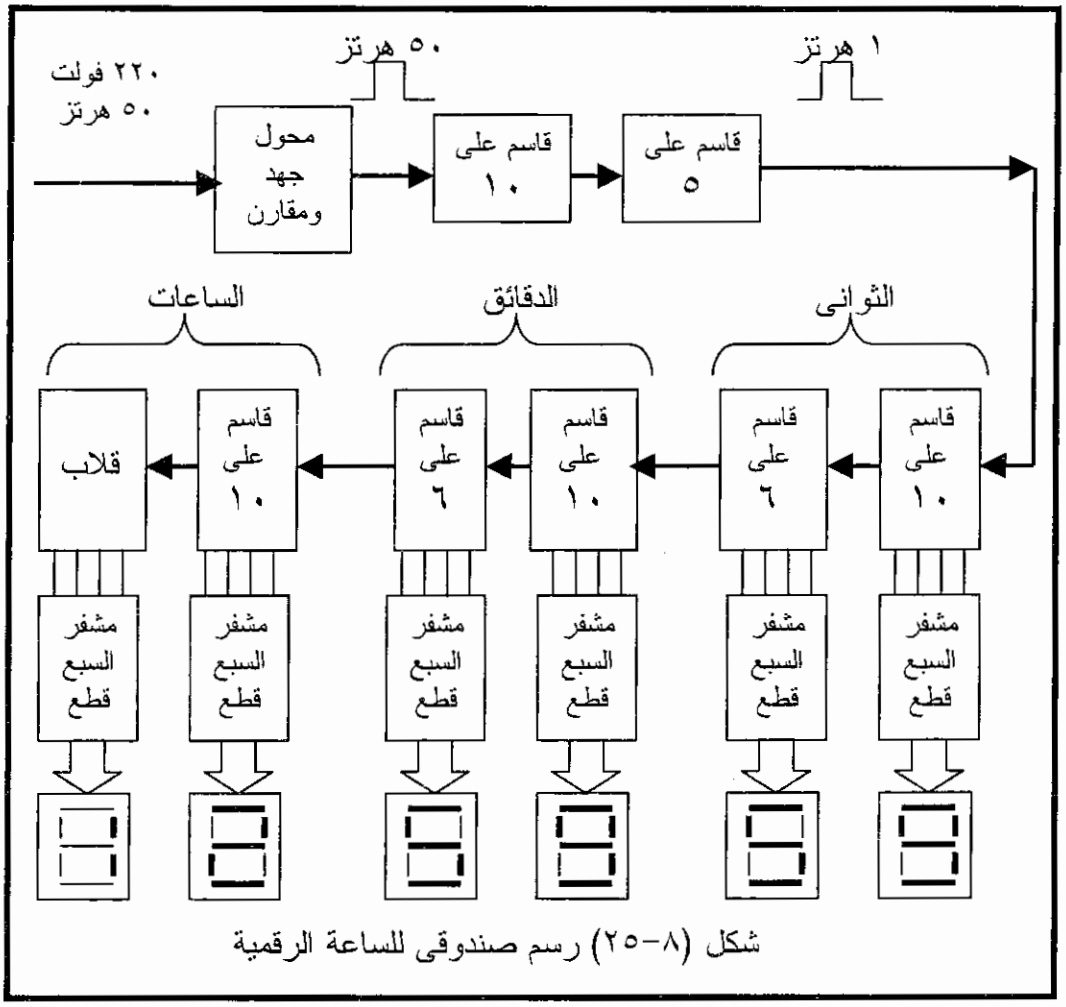
٨-٢٠ تطبيقات العدادات

٨-٢٠-١ الساعة الرقمية

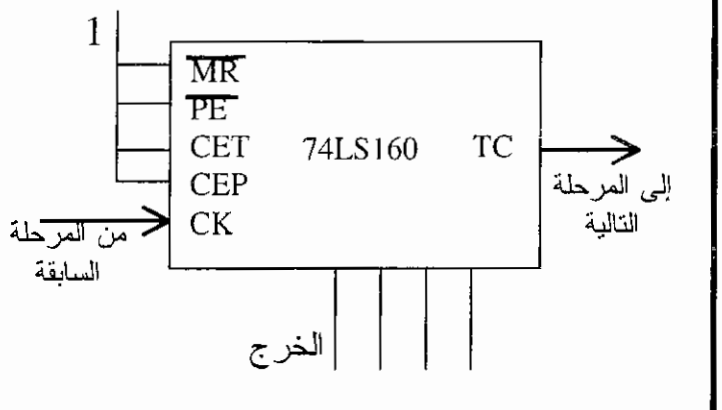
من أشهر تطبيقات العدادات الساعة الرقمية . تتركز فكرة الساعة الرقمية على وجود نبضات ترددها ١ هرتز (١ نبضة فى الثانية) . هناك أكثر من طريقة يمكن بها الحصول على هذه النبضات . أول هذه الطرق هو عن طريق استخدام مذبذب بتردد عالى جدا ١٠ ميجاهرتز مثلا ثم نمرر إشارة هذا المذبذب على عدة مراحل للقسمة على ١٠ مثلا حتى يصل التردد إلى ١ هرتز حيث يمكن استخدامه كدخل للساعة . الهدف من وجود مذبذب بتردد عالى 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

فى حالة الحصول على نبضات التزامن بالطريقة الثانية ، أى من إشارة خط القدرة المنزلى . لاحظ وجود ٤ مراحل فى هذا الشكل وهى كالتالى :

١- مرحلة تهيئة الإشارة للحصول على إشارة ذات تردد ١ هرتز باستخدام قاسم على ٥٠ الذى يتكون من مرحلتين ، مرحلة قسمة على ١٠ (عداد عشرى) ومرحلة قسمة على ٥ . ونحن نرشح استخدام الشريحة ٧٤١٦٠ للاستخدام كعداد عشرى كما فى شكل (٨-٢٦) ، وهى نفسها أيضا باستخدام مشفر للرقم ٥ يصفر الشريحة عند الرقم ٥ كما فى شكل (٨-٢٧) الذى يبين تشفير الرقم ٦ باستخدام بوابة ناند تم توصيل خرجها لعمل تصفير للعداد من الطرف MR المنخفض الفعالية .



شكل (٨-٢٥) رسم صندوقى للساعة الرقمية



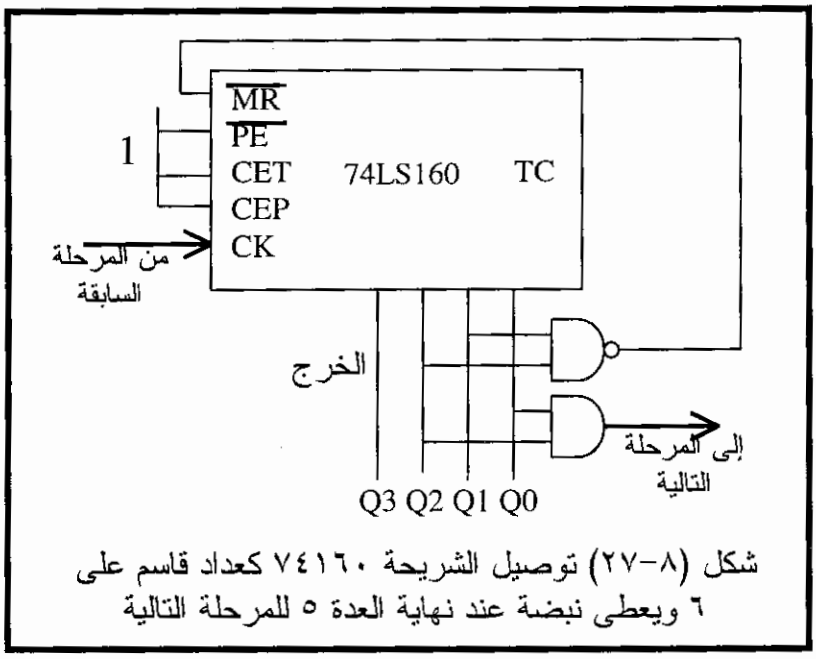
شكل (٨-٢٦) توصيل الشريحة ٧٤١٦٠ كعداد عشرى

٢- يتم إدخال الإشارة ذات التردد ١ هرتز على قاسم على ٦٠ مكون من مرحلتين من الشريحة ٧٤١٦٠ . المرحلة الأولى قاسم على ١٠ كما فى شكل (٨-٢٦) وخرجها يمثل آحاد الثوانى ، والمرحلة الثانية قاسم على ٦ كما

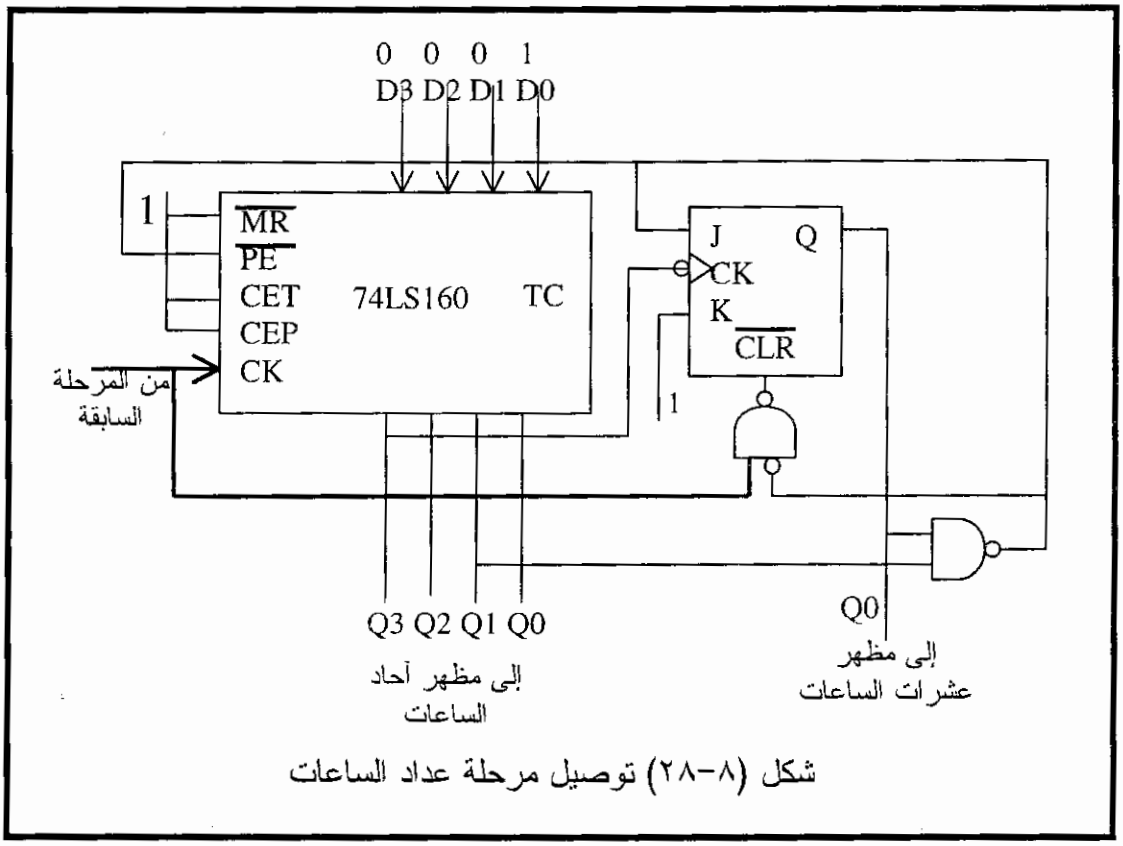
فى شكل (٨-٢٧) وخرجها يمثل عشرات الثوانى .

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

٤- بالنسبة لمرحلة عداد الساعات فإنها تتكون من عداد عشرى كما فى شكل (٨-٢٦) لخانة الآحاد . خانة العشرات فى الساعات عبارة عن قلاب فقط لأنه فى هذه المرحلة مطلوب العد حتى الساعة ١٢ وبعدها يقلب إلى الساعة واحدة . شكل (٨-٢٨) يوضح كيفية توصيل الشريحة ٧٤١٦٠ والقلاب للحصول على مرحلة الساعات .



شكل (٨-٢٧) توصيل الشريحة ٧٤١٦٠ كعداد قاسم على ٦ ويعطى نبضة عند نهاية العدة ٥ للمرحلة التالية

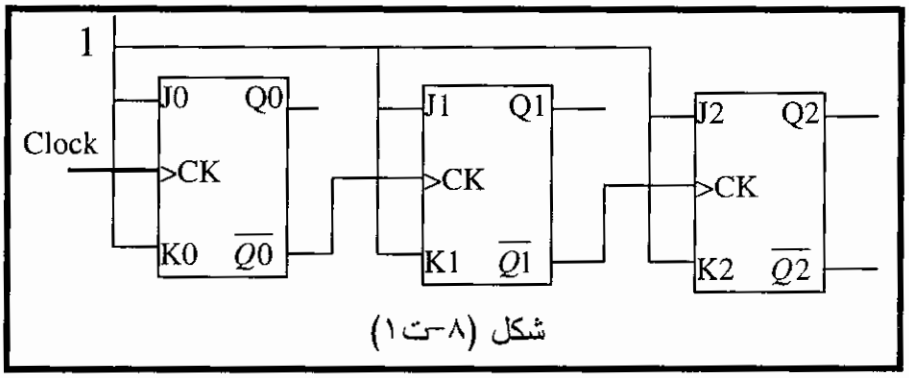


شكل (٨-٢٨) توصيل مرحلة عداد الساعات

٨-٢١ تمارين

١- ارسم المخطط الزمنى للعداد التموجى الموضح فى شكل (٨-ت١) .

٢- افترض أن زمن الانتشار لكل قلاب فى تمرين ١ يساوى ٨ نانوثانية ، احسب زمن الانتشار الكلى للعداد ، وأقصى تردد يعمل عنده هذا العداد .



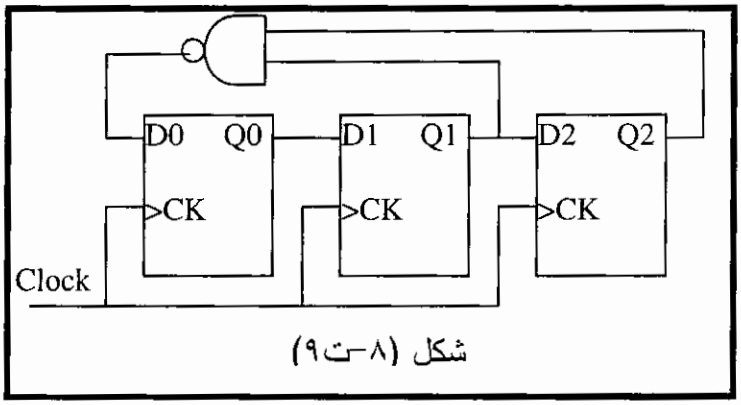
شكل (٨-ت١)

٣- صمم عداد بالقاعدة التالية (عدد الحالات) : ٩ و ١١ و ١٣ و ١٤ و ٢٥ و ٥٠ . العدادات من النوع التموجى .

٤- اقترح شرائح حقيقية للاستخدام فى تمرين ٣ .

٥- أعد التمرين رقم ٢ إذا كان العداد من النوع التوافقى .

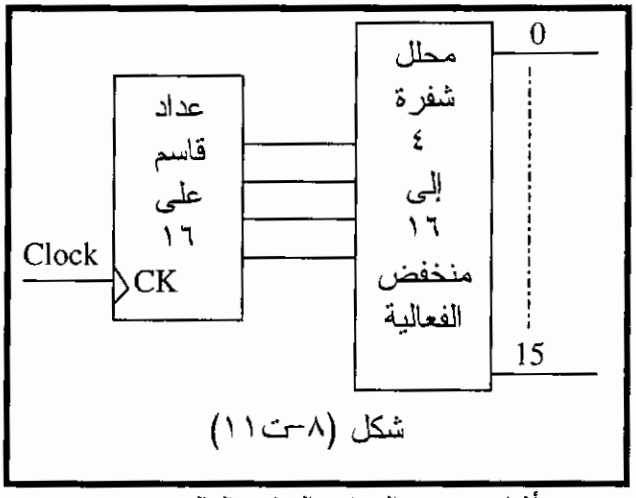
٦- صمم عداد توفقى من سبعة مراحل وارسم المخطط الزمنى لجميع مراحله .



شكل (٨-ت٩)

٧- أعد التمرين رقم ٣ ولكن على عدادات من النوع التوافقى .

٨- استخدم نفس طريقة تصميم العدادات التوافقية فى تصميم عداد للتابع التالى : 00 ثم 10 ثم 11 ثم 00 وهكذا إلى مالانهاية . استخدم قلابات JK .



شكل (٨-ت١١)

٩- أعد التمرين ٨ ولكن للتابع التالى : 0 ثم 9 ثم 1 ثم 8 ثم 2 ثم 7 ثم 3 ثم 6 ثم 4 ثم 5 ثم 0 وهكذا إلى مالا نهاية .

١٠- صمم عداد تصاعدى تنازلى من النوع التموجى مكون من ٤ مراحل . ارسم المخطط الزمنى على كل المخارج وعلى خط التحكم U/D أثناء مرور العداد بالتتابع التالى :
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 فى شكل (٨-ت٩) .

١٢- صمم عداد ثنائى يعد حتى ١٠٠٠٠ ، وآخر يعد حتى ١٠٠٠٠٠ . استخدم شرائح عدادات حقيقية .

١٣- شكل (٨-ت١١) 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 فى الساعة الرقمية فى شكل (٨-٢٥) واستخدم هذه الإشارة لضرب جرس تنبيه .

١٧- صمم عداد لساحة انتظار سيارات بحيث يبين العداد عدد السيارات الموجودة فى الساحة عند أى لحظة . استخدم عداد تصاعدى تنازلى بحيث مع دخول سيارة يزداد العداد بواحد ومع خروج سيارة ينقص بمقدار واحد .

١٨- استخدم نفس الفكرة فى تمرين ١٥ لإظهار عدد الأشخاص فى حجرة معينة ، واستخدم ذلك لإضاءة الحجرة طالما أن بها شخص أو أكثر ، واطفاء النور بالحجرة عندما يصل عدد الأشخاص إلى الصفر .

١٩- اشرح كيف تستخدم الدائرة الموضحة فى شكل (٨-ت١١) لعمل نظام إضاءة يضىء تتابع من اللمبات من اليمين إلى اليسار ثم يبدأ مرة ثانية من اليمين لليسار وهكذا يتكرر ذلك إلى مالانهية .

٢٠- أعد التمرين السابق بحيث تتم الإضاءة من اليمين لليسار ثم من اليسار لليمين مرة أخرى وذلك إلى مالانهاية .