الباب السابع

تطبيقات على استخدام العدادات الرقمية

تطبيقات على استخدام العدادات الرقمية

٧ / ١ مقدمة :

يوجد العديد من التطبيقات التى تستخدم العدادات الرقمية بأنواعها المختلفة على سبيل المثال، وليس على سبيل الحصر وحدات التعبئة والتغليف حيث تستخدم العدادات فى عد العبوات المارة على السير ، وكذلك فى نظام تهوية الأنفاق للتحكم فى نظام تهوية الأنفاق ، بما يتناسب مع عدد الأشخاص الموجودين داخل النفق ، وسوف نتناول فى هذا الباب بعض هذه التطبيقات .

٧ / ٢ – بعض التطبيقات المستخدمة للعدادات الرقمية :

ستتناول فى هذه الفقرة مجموعة مختلفة من الدوائر العملية لبعض التطبيقات التى تستخدم العدادات الرقمية على سبيل المثال :

١ – دوائر الكترونية لعدادات نبضات مزودة بوحدات عرض رقمية .

٢ – دوائر تحكم الكترونية لوحدات تعبئة .

٣ – دائرة تحكم الكترونية لنظام تهوية جراج .

٤ – دائرة تحكم الكترونية فى وحدة ملء ثلاثة خزانات .

الدائرة رقم 1 :

الشكل (٧ – ١) يعرض دائرة عداد الكترونى يعد النبضات الداخلة على مدخل النبضات والمؤلف من دوائر متكاملة عائلة TTL ، ويتراوح مدى العد ما بين 9999 : 0 .

عناصر الدائرة :

IC_1 - IC_4 دوائر متكاملة لعدادات ثنائية مكودة عشرياً طراز 7490

IC_5 - IC_8 دوائر متكاملة لمشغلات وحدات عرض رقمية Decoders طراز 7447

سبع وحدات عرض رقمية بمصعد مشترك Common Anode

R_1 - R_{28} مقاومات كربونية 220Ω

R_{29} مقاومة كربونية 1 kΩ

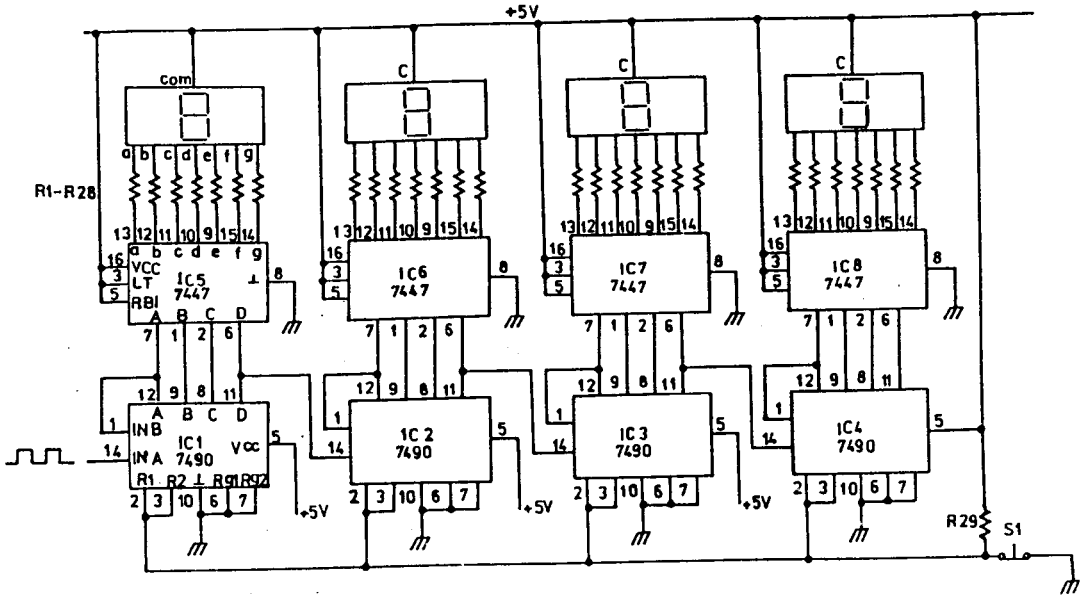
S_1 ضاغط بريشة مغلقة طبيعاً

نظرية عمل الدائرة :

يقوم كل عداد بتقسيم عدد النبضات التى تدخل على مدخل نبضاته على 10 ، وذلك لأن العداد لا يعد عند وصول نبضة عالية لمدخل نبضاته ، ولكن عند الانتقال من عالٍ لمنخفض ، وهذا يحدث عند النبضة العاشرة للعداد السابق .

فيقوم العداد IC_1 بتقسيم عدد النبضات الداخلة لمدخل النبضات IN_A (الرجل 14) على 10، فى حين يقوم العداد IC_2 بتقسيم عدد النبضات القادمة من العداد IC_1 والداخلة لمدخل النبضات IN_A (الرجل 14) على 10 وهكذا ، وتقوم الدوائر المتكاملة لمشغلات وحدات العرض الرقمية بتحويل الخرج الثنائى للعدادات الثنائية المكودة ثنائياً إلى شفرة تشغيل وحدات العرض ذات السبع شرائح .

والجدير بالذكر أنه يمكن إعادة العدد المعروض على وحدات العرض الرقمية للصفر بالضغط على الضاغط S_1 ، حيث تصل إشارة منخفضة لمداخل التحرير R0 (2) , R0 (1) للعدادات الأربعة IC_1 - IC_4 ، فتصبح حالة مخارج العدادات الأربعة منخفضة ، وبالتالى يصبح العدد المعروض هو : 0000 .


+5V
com
C
R1-R28
IC5
7447
IC6
7447
IC7
7447
IC8
7447
IC1
7490
IC 2
7490
IC 3
7490
IC4
7490
VCC
LT
RBI
INB
INA
R1 R2
R91 R92
R29
S1

الشكل (٧ -١)

الدائرة رقم 2 :

الشكل (٧ – ٢) يعرض دائرة عداد الكترونى يعد النبضات الداخلة على مدخل نبضاته، ويبنى هذا العداد من دوائر متكاملة CMOS ويتراوح مدى العد ما بين 9999 : 0 .

عناصر الدائرة :

IC_1 دائرة متكاملة تحتوى على أربع بوابات NOR طراز 4001 B .

IC_2 - IC_5 دوائر متكاملة لعداد عشرى مكود عشرياً له خرج مناسب لتشغيل وحدة عرض رقمية بمهبط مشترك Common Cathode طراز 4033 أربع وحدات عرض رقمية بمهبط مشترك .

R_1 , R_2 مقاومات كربونية 1M Ω .

R_3 مقاومة كربونية 10 kΩ .

R_4 - R_{31} مقاومات كربونية 470 Ω .

C_1 مكثف بوليستير سعته 0.1 Mf .

S_1 مفتاح قطب واحد سكتين.

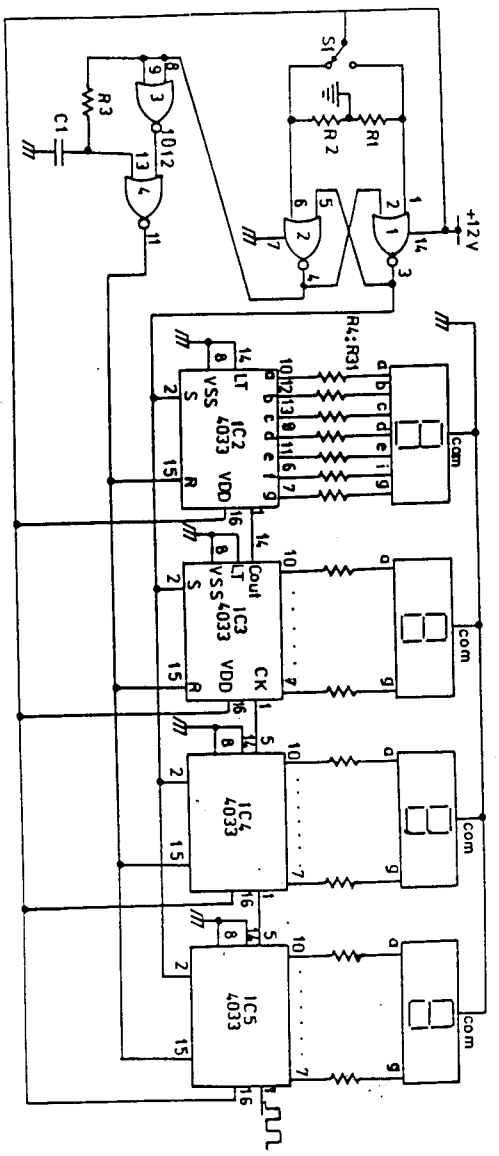
نظرية عمل الدائرة :

تعمل الدائرة المؤلفه من البوابتين 2 ,1 على منع الارتداد Boundes الناشئ من تشغيل المفتاح S_1 ، فى حين تعمل الدائرة المؤلفة من البوابتين 4 , 3 والمقاومة R_3 والمكثف C_1 على إحداث تأخير زمنى من لحظة وصول نبضة على مدخل البوابة 3 مقداره (1S) وذلك من المعادلة التالية :

$$t = R_3 C_1$$

فعند وضع المفتاح S_1 على وضع Start تصل إشارة لمداخل Strobe (الرجل 2) للعدادات الأربعة IC_2 - IC_5 فى حين تكون حالة مداخل التحرير Reset (الرجل 15) للعدادات الأربعة منخفضة ، فتعمل العدادات عند وصول نبضات لمدخل نبضات العداد الأيمن (الرجل 1) ، ويقوم كل عداد بتقسيم عدد النبضات التى تدخل لمدخل نبضاته والقادمة من العداد السابق له جهه اليمين على 10 حيث يوصل مخرج الباقى Cout لكل عداد بمدخل نبضات العداد

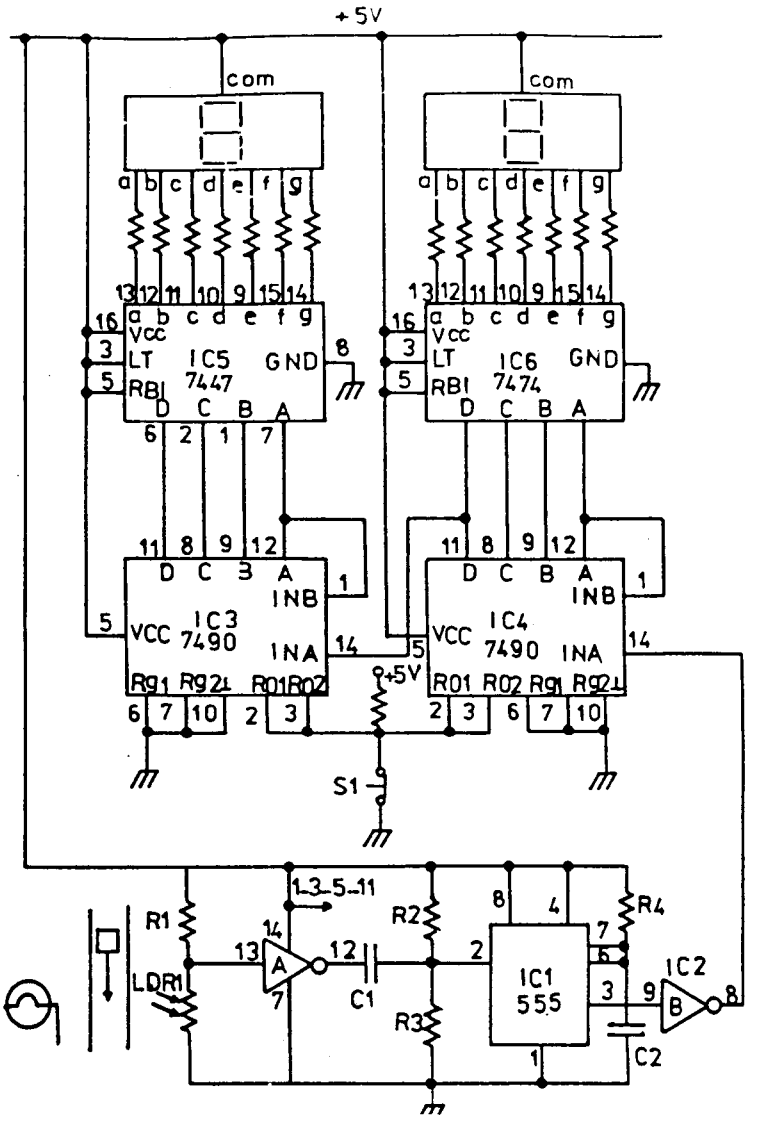
التالى ، وبمجرد وضع المفتاح S_1 على وضع Stop فإن دخل البوابة 3 يصبح عاليا، فتخرج إشارة عالية من البوابة 4 بعد 1mS تعمل على تحرير العدادات الأربعة ليصبح العدد الظاهر على وحدات العرض هو : 0000 .



الشكل (٧ – ٢)

الدائرة رقم 3 :

الشكل (٧ – ٣) يعرض الدائرة الالكترونية المستخدمة فى عد الصناديق المارة على سير بحد أقصى 99 .



الشكل (٧ – ٣)

عناصر الدائرة :

R_1 مقاومة كربونية 470 Ω

R_2 مقاومة كربونية 12kΩ

R_3 مقاومة كربونية 8.2 k Ω

R_4 مقاومة كربونية 1MΩ

R_5 - R_{20} مقاومات كربونية 220 Ω

LDR_1 مقاومة ضوئية مقاومتها فى الظلام 1M Ω وفى الضوء 100 Ω

C_1 مكثف بوليستير سعته 0.22µF

C_2 مكثف بوليستير سعته 0.5µF

IC_1 مؤقت زمنى 555

IC_2 دائرة متكاملة تحتوى على ستة عواكس طراز 7404

IC_3 IC_4 دائرتان متكاملتان لعدادين BCD طراز 7490

IC_5 IC_6 دائرتان متكاملتان لمشغلين وحدة عرض رقمية بمصعد مشترك طراز 7447

وحدتا عرض رقميتان بمصعد مشترك Common Anode

نظرية التشغيل :

فى الوضع الطبيعى فإن الشعاع الضوئى الساقط من المصدر الضوئى يسقط على LDR_1 ، فتصبح مقاومتها 100 Ω تقريباً، وبالتالى يكون دخل العاكس A منخفضاً ، ومن ثم يصبح خرج هذا العاكس عالياً ليشحن المكثف C_1 ، ويكون خرج المؤقت 555 منخفضاً (الرجل 3)، وبالتالى يصبح خرج العاكس B عالياً ، وبمجرد مرور صندوق على السير ينقطع مسار الشعاع الضوئى الساقط على LDR_1 فتزداد هذه المقاومة ، لتصبح 1MΩ ، ويصبح دخل العاكس A عالياً ، وبالتالى يصبح خرج العاكس A منخفضاً ، وينتج عن ذلك دائرة تفاضلية مكونة من R_3 , C_1 , R_1 ويعتمد زمن النبضة على زمن قطع الصندوق لمسار الشعاع

الضوئى، وتخرج نبضة عالية من المخرج 3 للمؤقت 555 ، والذى يعمل كمذبذب أحادى الاستقرار زمنها يساوى :

$$t = 1.1\, R_4\, C_2$$

$$t = 0.55\, S$$

ويقوم العاكس B بعكس هذه النبضة لتصبح نبضة منخفضة وتصل هذه النبضة لمدخل النبضات IN_A (الرجل 14) للعداد الأيمن ، فيصبح العدد الثنائى الخارج من هذا العداد 1 ويظهر على شاشة العرض الرقمية اليمنى العدد 1 فى حين يظهر على شاشة العرض الرقمية اليسرى 0 ، وهذا يكافئ العدد العشرى 01 ، وكلما انقطع مسار الشعاع الضوئى نتيجة لمرور أحد الصناديق ازداد العدد المعروض على الوحدتين الرقميتين بمقدار 1 ، علماً بأن أقصى عدد يظهر على وحدات العرض الرقمية هو 99 .

ويمكن تحرير الدائرة فى أى لحظة ، وذلك لتصفير وحدتى العرض الرقميتين بواسطة الضاغط S_1 ، فعند الضغط عليه تصبح مداخل التحرير للعدادين IC_4 , IC_3 عالية ، فيصبح خرج العدادين هو الصفر ، ويكون العدد المعروض على وحدتى العرض الرقميتين هو 00 .

والجدير بالذكر أنه يمكن تنفيذ دائرة لعد الصناديق المارة على سير بحد أقصى 9999 باستبدال العداد الالكترونى المستخدم فى الدائرة التى نحن بصددها ، والمؤلف من IC_3 - IC_6 ووحدتى العرض الرقميتين بدائرة العداد الالكترونى رقم 1 .

الدائرة رقم 4 :

الشكل (٧-٤) يعرض الدائرة الالكترونية المستخدمة فى عد الصناديق على سير بحد أقصى 9999 .

عناصر الدائرة :

$R_1 - R_7$ مقاومات كربونية 68 Ω .

R_{12} مقاومات كربونية 1.5 kΩ .

R_{13} مقاومة كربونية 10 kΩ .

VR_1 مقاومة متغيرة 100 kΩ .

LDR مقاومة ضوئية مقاومتها عند الظلام 1MΩ ، وعند الضوء 100 Ω .

$T_1 - T_4$ ترانزستورات NPN طراز BC 147 .

IC_1 مؤقت 555 .

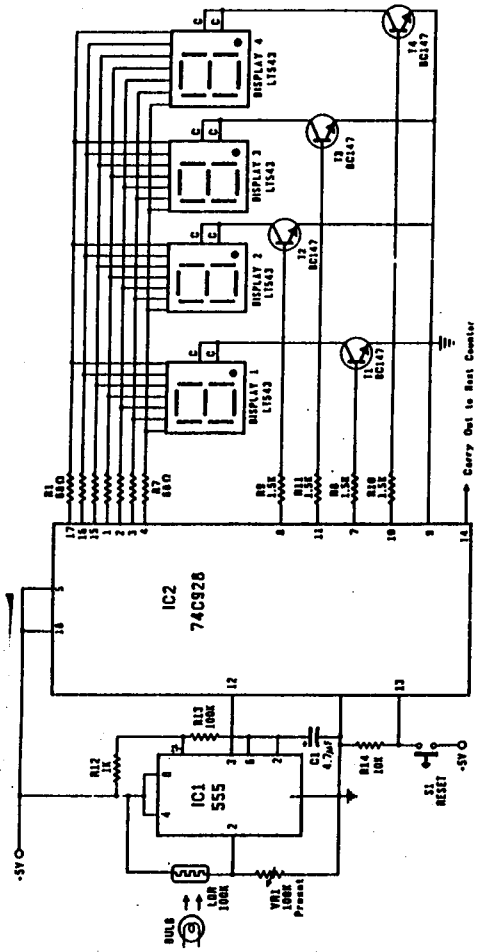
IC_2 دائرة متكاملة لعداد بموزع ومشغل وحدات عرض رقمية طراز 74 C 928

Display 1:4 أربع وحدات عرض رقمية طراز LT 543 .

نظرية التشغيل :

فى الوضع الطبيعى يسقط شعاع ضوئى من المصدر الضوئى على المقاومة الضوئية LDR ، فتصبح مقاومتها مساوية 100 Ω تقريباً ، وبالتالى يكون دخل المدخل 2 للمؤقت 555 عالياً، وتباعاً تصبح حالة مخرج المؤقت (الرجل 3) منخفضة ، ولكن عند مرور صندوق على السير ينقطع مسار الشعاع الضوئى الساقط على LDR ، فتزداد مقاومتها لتصبح 1MΩ ، وبالتالى تصبح حالة المدخل 2 للمؤقت منخفضة ، وفى هذه اللحظة تخرج نبضة من المؤقت زمنها يساوى t :

$$t = 1.1\ R_{13}\ C_1$$
$$= 500\ ms$$


IC2
74C926
IC1
555
DISPLAY 4
DISPLAY 3
DISPLAY 2
DISPLAY 1
LT543
T4
T3
T2
T1
BC147
R1
R2
R3
R4
R5
R6
R7
R8
R9
R10
R11
R12
R13
R14
C1
S1
RESET
BULB
LDR
VR1
Preset
+5V
Carry Out to Next Counter

الشكل (٧ – ٤)

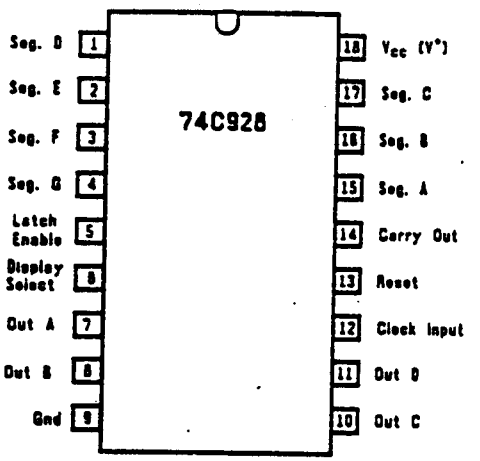
فتصل نبضة لمدخل الدائرة المتكاملة IC_2 (الرجل 12) وتقوم هذه الدائرة المتكاملة بثلاث عمليات وهى

١ – إخـــراج العـــدد 1 بشـفـرة وحـدات العـرض الرقـمـيـة من مـخـارج وحـدات العـرض (1,2,3,4,15,16,17) مع خروج نبضة عالية من المخرج (10) فيتحول الترانزستور T_4 لحالة الوصل ، ويظهر العدد 1 على وحدة العرض اليمنى ثم بعد ذلك يخرج العدد 0 بشفرة وحدات العرض الرقمية من مخارج وحدات العرض مع خروج نبضة عالية من المخرج (11) فيتحول الترانزستور T_3 لحالة الوصل ويظهر العدد 0 على وحدة العرض الثانية جهة اليمين ، ثم بعد ذلك يخرج العدد 0 بشفرة وحدات العرض من مخارج وحدات العرض مع خروج نبضة عالية من المخرج 8 فيتحول T_2 لحالة الوصل ويظهر العدد 0 على وحدة العرض الثالثة جهة اليمين . وأخيراً يخرج العدد 0 بشفرة وحدات العرض من مخارج وحدات العرض مع خروج نبضة عالية من المخرج 7 فيتحول T_1 لحالة الوصل فيظهر العدد 0 على وحدة العرض اليسرى ، علماً بأن هذا يحدث بسرعة عالية جداً ولا يستطيع المشاهد ملاحظتها وبالتالى يكون العدد المعروض على وحدات العرض الرقمية هو 0001 و عند مرور صندوق آخر بين المصدر الضوئى والمقاومة الضوئية يظهر العدد 0002 ، وهكذا .

علماً بأن أكبر عدد هو 9999 ، ويمكن تحرير الدائرة فى أى لحظة بالضغط على الضاغط S_1 فتعود قراءة العداد إلى 0000 .

والجدير بالذكر أنه يمكن تغذية عداد آخر من مخرج الباقى لهذا العداد إذا كان مطلوباً وحدة عد بحد أقصى 99999999 .

والشكل (٧ – ٥) يعرض المسقط الأفقى للدائرة المتكاملة 74 C 928 .



الشكل (٧ – ٥)

الدائرة رقم 5 :

الشكل (٧ – ٦) يعرض الدائرة الالكترونية المستخدمة فى التحكم فى تشغيل وحدة تعبئة بحيث إن العدد الأقصى للعبوات التى يمكن تغليفها لا يزيد عن 99 فى المرة الواحدة .

عناصر الدائرة :

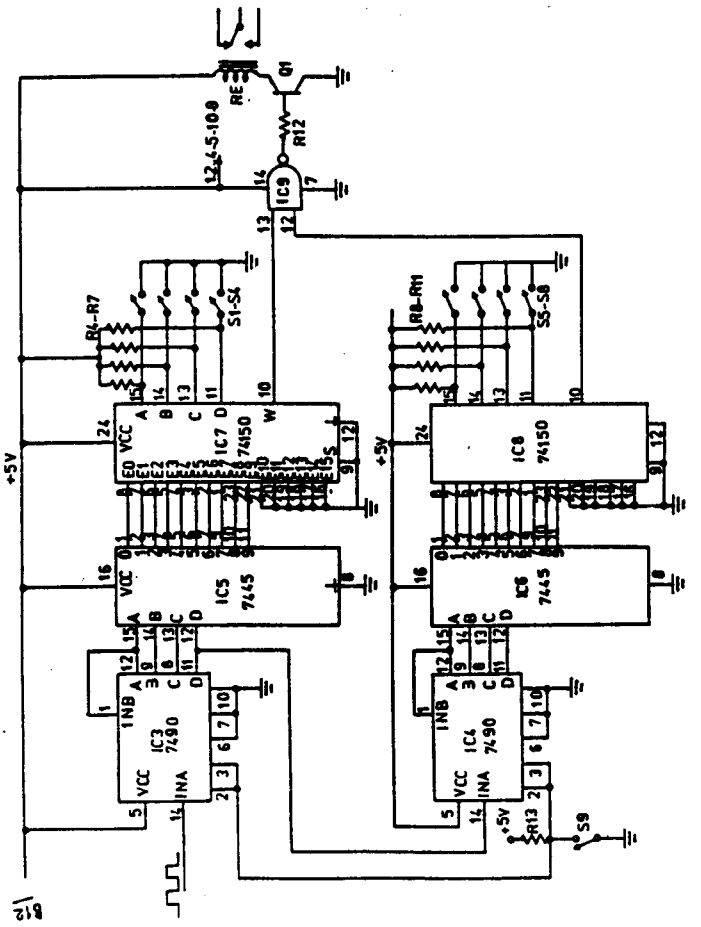
$R_4 - R_{11}, R_{13}$	مقاومات كربونية 10kΩ .
R_{12}	مقاومة كربونية 1 kΩ .
Q_1	ترانزستور PNP طراز 2 N 3906 .
IC_3 , IC_4	دوائر متكاملة لعدادات BCD طراز 7490 .
IC_5 , IC_6	دوائر متكاملة لمفسر شفرة ثنائى / عشرى طراز 7445 .
IC_7 , IC_8	دوائر متكاملة لمجمعات MUX طراز 74150 .
IC_9	دائرة متكاملة تحتوى على أربع بوابات NAND طراز 7400 .

نظرية التشغيل :

تستخدم دائرة توليد النبضات والتى تعمل عند مرور الصناديق على السير والمبينة بالشكل (٤ - ١٠) لتوليد نبضات التشغيل لهذه الدائرة التى نحن بصددها . وفى البداية يتم ضبط وحدة التعبئة على عدد معين من العبوات ، وذلك باستخدام المفاتيح S_1 - S_8 حيث إن العدد الأقصى الممكن الحصول عليه هو 99 علماً بأن عدد الآحاد نحصل عليه من المفاتيح S_1 - S_4 ، وعدد العشرات نحصل عليه من المفاتيح S_5 - S_8 ، حيث يتم إدخال هذه الأعداد بطريقة ثنائية، فعند غلق المفاتيح S_6 , S_5 ,S_4 فإن عدد الآحاد يصبح مساويا 2^3 أى 8 وعدد العشرات يكون مساوياً ($2^1 + 2^0$) أى 3 وبالتالى يصبح العدد المعايرة عليه وحدة التعبئة هو 38 .

وعند غلق المفتاح S_9 تصبح العدادات IC_4 , IC_3 جاهزة لعد النبضات الداخلة لمدخل النبضات IN_A للعداد IC_3 . فعند مرور صندوق على السير يصبح خرج العداد IC_3 مساوياً ثنائى ، وتقوم الدائرة المتكاملة IC_5 لمفسر الشفرة الثنائية 7445 بتحويل العدد الثنائى 1 لمكافئه العشرى لتصبح حالة المخرج 0 (الرجل 1) منخفضة (L) وذلك لأن مخارج مفسر الشفرة 7445 معكوسة ، فى حين يكون باقى المخارج عالية ، وتقوم الدائرة المتكاملة للمجمع (MUX) IC_7 بإخراج معكوس حالة المدخل الذى عنوانه يكافئ العدد المحمل به المداخل الثنائية A - D وهو "E_8" ، وبالتالى يكون خرج IC_7 (الرجل 10) منخفضاً ، ويستمر الوضع هكذا إلى أن يكون خرج العداد IC_3 يساوى 8 ، وبالتالى فإن حالة المخرج الثامن للدائرة IC_5 سيكون منخفضاً ، ومن ثم يصبح خرج IC_7 عالياً .

وعند وصول عدد الصناديق المارة على السير 38 ، فإن خرج العداد IC_3 يصبح مساوياً 8 ثنائى وخرج العداد IC_4 يصبح مساوياً 3 ثنائى ، وبالتالى يصبح المخرج الثامن لمفسر الشفرة IC_5 منخفضاً والمخرج الثالث لمفسر الشفرة IC_6 منخفضاً وتباعاً يصبح خرج كل من , IC_7 IC_8 مرتفعاً (الرجل 10) ، ومن ثم يصبح خرج البوابة IC_9 منخفضاً ، فيتحول الترانزستور Q_1 لحالة الوصل حيث إن باعث Q_1 متصل بالجهد 5V+، وبالتالى يمر التيار الكهربى فى ملف الريلاى RE فيعمل الريلاى على عكس وضع الريشة القلاب الخاصة به .


+5V
IC9
R12
Q1
RE
124-5-109
R1-R7
S1-S4
R8-R11
S5-S8
IC7
7450
IC8
74150
IC5
7445
IC6
7445
IC3
7490
IC4
7490
INA
INB
VCC
+5V
R13
S9
B12

الشكل (٧ – ٦)

والجدير بالذكر أنه يوجد دائرة أخرى تتحكم فى تشغيل وحدة التعبئة ، بحيث تستخدم فيها الريشة القلاب للريلاى RE ، وبمجرد انعكاس حالة هذه الريشة القلاب تتوقف وحدة التعبئة عن العمل .

فى هذه الحالة يقوم المشغل بفتح المفتاح S_9 ، فيحدث تحرير للعدادين IC_4 , IC_3 ، وتتوقف دورة التشغيل .

ويمكن ضبط المفاتيح S_1 - S_8 على أى عدد بنفس الطريقة السابق شرحها ، وإعادة تشغيل الوحدة بواسطة المفتاح S_9.

الدائرة رقم 6 :

الشكل (٧ -- ٧) يعرض الدائرة الالكترونية المستخدمة فى التحكم فى نظام تهوية جراج مع إمكانية عرض عدد السيارات الموجودة داخل الجراج فى أى لحظة بحيث إن العدد الأقصى المسموح به للسيارات هو : 99 .

عناصر الدائرة :

R_1 R_5, R_9 مقاومات كربونية 470 Ω .

R_2, R_6 مقاومات كربونية 12kΩ .

R_3 , R_7 مقاومات كربونية 8.2k Ω .

R_4 , R_8 مقاومات كربونية 1M Ω .

R_{12} - R_{25} مقاومات كربونية 220 Ω .

LDR مقاومة ضوئية مقاومتها القصوى 1MΩ ، والصغرى 100 Ω .

C_1 , C_3 مكثف بوليستير سعته 0.22 µf .

C_2 , C_4 مكثف بوليستير سعته 0.5 µf .

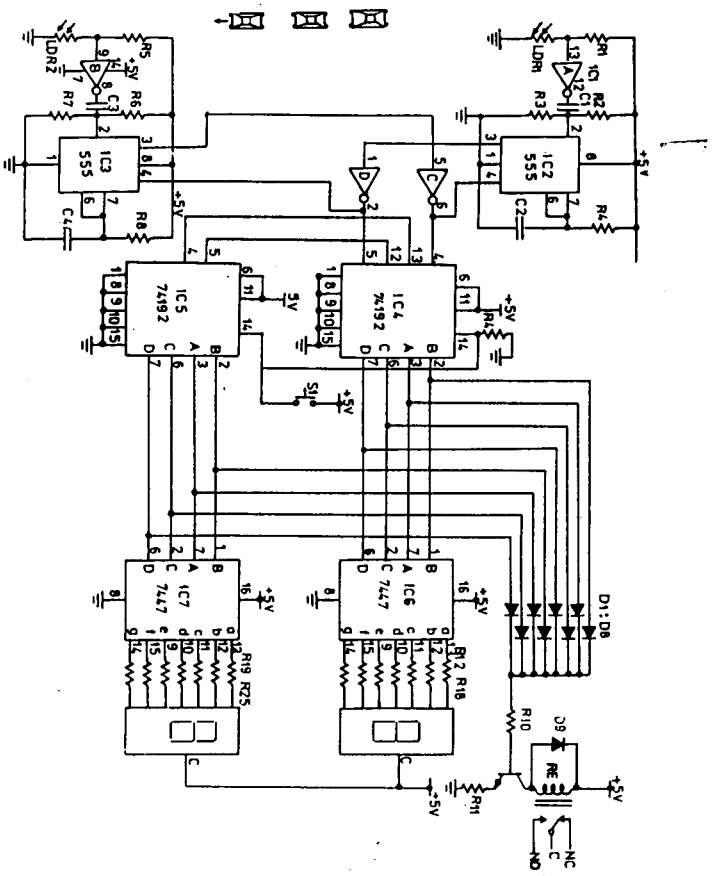
D_1 - D_8 ثنائيات سليكونية طرا 1N 4001 .

D_9 ثنائى سليكونى طراز 1N 4148 .

Q_1 ترانزستور NPN طراز 2N 3904 .

IC_1 دائرة متكاملة تحتوى على ستة عواكس طراز 7404 .

IC_2, IC_3 دائرة متكاملة لمؤقت 555 .


LDR1
LDR2
IC1
IC2
IC3
IC4
IC5
IC6
IC7
555
555
555
74192
74192
7447
7447
+5V
S1
D1:D8
D9
RE
NC
C
NO
R10
R11
R12 R18
R19 R25

الشكل (٧-٧)

IC_4 , IC_5 دوائر متكاملة لعدادات BCD تصاعدية / تنازليه طراز 74192 .

IC_6, IC_7 دوائر متكاملة لمشغلات وحدات عرض رقمية بمصعد مشترك طراز 7447 .

وحدتا عرض رقميتان بمصعد مشترك طراز DISP1

S_1 ضاغط بريشة مفتوحة .

نظرية التشغيل :

١ – فى حالة عدم دخول سيارة داخل الجراج فإن المقاومة LDR_1 ستقترب من 100 Ω نتيجة لسقوط الشعاع الضوئى عليها من مصدر ضوئى مقابل ، وبالتالى يصبح دخل العاكس A منخفضاً ، وتباعاً يكون خرج العاكس A عالياً .

٢ – عند دخول سيارة للجراج ينقطع الشعاع الضوئى الساقط على المقاومة الضوئية LDR_1 ، فتزداد مقاومتها إلى 1MΩ ، فيصبح دخل العاكس A عالياً ، وتباعاً يكون خرج العاكس A منخفضاً ، وينتج عن ذلك دائرة تفاضلية مؤلفة من R_1, C_1, R_3 فتتولد نبضة منخفضة ، اتساعها يعتمد على زمن قطع السيارة للشعاع الضوئى ، وتخرج نبضة عالية من الرجل 3 للدائرة المتكاملة 555 (IC_2) زمنها 0.55 S ، ويقوم العاكس D بعكس هذه النبضة لتخرج من نبضة منخفضة فتدخل هذه النبضة على الرجل 5 (المدخل التصاعدى UP) للعداد IC_4 ، وعند الحافة الصاعدة لهذه النبضة يصبح خرج العداد مساوياً 1 ، فيقوم مشغل وحدة العرض بتحويل خرج العداد لشفرة وحدة العرض ، ليظهر 1 على وحدة العرض المتصلة به ، وفى نفس الوقت ينتقل خرج العداد لقاعدة الترانزستور Q_1 من خلال الموحد D_2 ، ليتحول الترانزستور لحالة الوصل فيعمل الريلاى RE ويدور محرك مروحة الجراج .

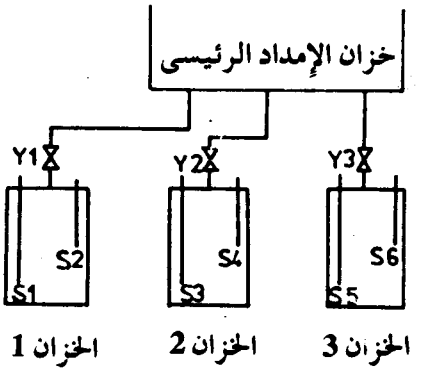
٣ – عند خروج سيارة لخارج الجراج فإن مقاومة LDR_2 تصبح عالية (1MΩ)، ويصبح دخل العاكس B عالياً، وبالتالى يصبح خرج هذا العاكس منخفضاً ، وينتج عن ذلك دائرة تفاضلية مكونة من R_5, C_3, R_7 ، ويعتمد زمن النبضة المنخفضة الخارجة من البوابة B والداخلة للمدخل 2 للمؤقت 555 (IC_3) ، فتخرج نبضة عالية من المخرج 3 للدائرة المتكاملة IC_3 زمنها 0.55 S ، فيكون خرج العاكس c هو معكوس خرج IC_3، وتصل هذه النبضة المنخفضة لمدخل العداد التنازلى Down (رقم 4) للدائرة المتكاملة IC_4 ،

فيعمل العداد عند الحافة الصاعدة كعداد تنازلى ، ويقل العدد الخارج على مخارج هذا العداد بمقدار 1 ، ويقل أيضاً العدد الظاهر على وحدات العرض الرقمية بمقدار 1 ، وعندما يكون خرج العداد IC_4, IC_5 مساوياً صفراً فإن الترانزستور Q_1 سوف يتحول لحالة الفصل وينقطع التيار الكهربى المار فى الريلاى RE ، ويتوقف محرك مروحة الجراج .

٤- الدائرة المتكاملة IC_5 للعداد التنازلى / التصاعدى يعمل تصاعدياً عندما يزداد خرج IC_4 عن 9 ، ويعمل تنازلياً عندما يقل خرج IC_4 عن 0 حيث يوصل طرف الباقى CARRY (الرجل12) للعداد IC_4 مع طرف العد التصاعدى UP (الرجل5) للعداد IC_5 . فى حين يوصل طرف الاقتراض Borrow (الرجل13) للعداد IC_4 مع طرف العد التنازلى Down (الرجل4) للعداد IC_5 .

الدائرة رقم 7 :

الشكل (٧-٨) يعرض المخطط التكنلوجى لوحدة ملء ثلاثة خزانات أتوماتيكياً .



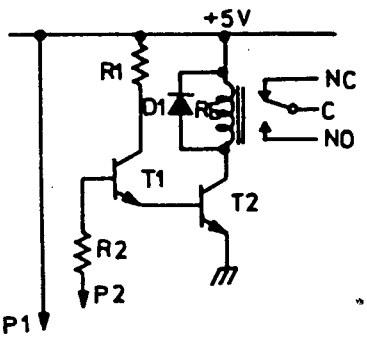
الشكل(٧-٨)

فعند انخفاض مستوى السائل فى أحد الخزانات عن المستوى السفلى له ، فإن الصمام الخاص بهذا الخزان سوف يفتح لينتقل السائل من خزان الإمداد إلى هذا الخزان وصولاً للمستوى العلوى للخزان، وبعد ذلك يغلق الصمام الكهربى مرة أخرى ، علماً بأنه لا يمكن عمل صمامين فى آن واحد .

والجدير بالذكر أن الصمام الكهربى Y_1 ، هو صمام الخزان رقم 1، والصمام الكهربى Y_2 هو صمام الخزان رقم 2 ، والصمام الكهربى Y_3 هو صمام الخزان رقم3 ، وتستخدم مجسات ماء الكترونية لمعرفة مستوى السائل داخل الخزانات فتستخدم المجسات S_1, S_3, S_5 لمتابعة المستويات السفلية للخزانات الثلاثة والمجسات S_2, S_4, S_6 لمتابعة المستويات العلوية للخزانات

الثلاثة .

وقبل أن نتعرض للدائرة المستخدمة فى هذا التطبيق ، سنتناول فكرة موجزة عن مجسات الماء الالكترونية ، فالشكل (٧ – ٩) يعرض نموذجاً لأحد أنواع مجسات الماء الالكترونية .



الشكل (٧ – ٩)

عناصر الدائرة :

R_1, R_2 مقاومة كربونية 3.3 K Ω .

D_1 ثنائى سليكونى 1N4148 .

T_1, T_2 ترانزستورات NPN طراز 2N 2222.

RE ريلاى يعمل عند جهد5V + .

P_1, P_2 قطبان معدنيان .

فعند وصول مستوى السائل لمستوى القطب P_2، فإن ذلك يعنى وجود اتصال بين القطب P_1 ، والقطب P_2 بواسطة الماء ، فيتحول الترانزستور T_1 لحالة الوصل ، وتباعاً يتحول الترانزستور T_2 لحالة الوصل ، فيكتمل مسار التيار للريلاى RE ، وتتغير حالة الريشة القلاب للريلاى ، ويقوم الثنائى D_1 بخمد القوة الدافعة الكهربية المتولدة فى ملف الريلاى عند انقطاع التيار الكهربى عنه .

والشكل (٧ – ١٠) يعرض الدائرة الالكترونية لوحدة ملء ثلاثة خزانات أتوماتيكياً .

عناصر الدائرة :

$R_1 - R_6$ مقاومات كربونية 1kΩ .

$R_7 - R_9$ مقاومات كربونية 1.5 k Ω.

$R_{10} - R_{12}$ مقاومات كربونية 1kΩ.

R_{13} مقاومة كربونية 10k Ω .

R_{14} مقاومة كربونية 1k Ω .

$C_1 - C_3$ مكثفات بوليستير 2 µf .

C_3 مكثف بوليستير سعته 1 µf .

C_5 مكثف بوليستير سعته 0.01 µf .

$T_1 - T_3$ ترانزستورات PNP طراز 2 N 3906 .

IC_1, IC_2 دوائر متكاملة تحتوى على أربع بوابات OR طراز 7432 .

IC_3 دائرة متكاملة تحتوى على أربع بوابات XNOR طراز 74266 .

IC_4 دائرة متكاملة تحتوى على أربع بوابات NAND طراز 7400 .

IC_5, IC_6 دوائر متكاملة تحتوى على قلابين J - k طراز 7476 .

$IC_7 - IC_9$ دوائر متكاملة لمذبذبات أحادية الاستقرار طراز 74121 .

IC_{10} مؤقت 555 .

IC_{11} دائرة متكاملة لعداد BCD طراز 7490 .

IC_{12} دئراة متكاملة لموزع (DEMUX) فى خط من عشرة طراز 7445 .

$Y_1 - Y_3$ ثلاثة صمامات كهربية تعمل عند جهد 24V .

$S_1 - S_6$ ست عوامات (مجسات ماء الكترونية) .

نظرية التشغيل :

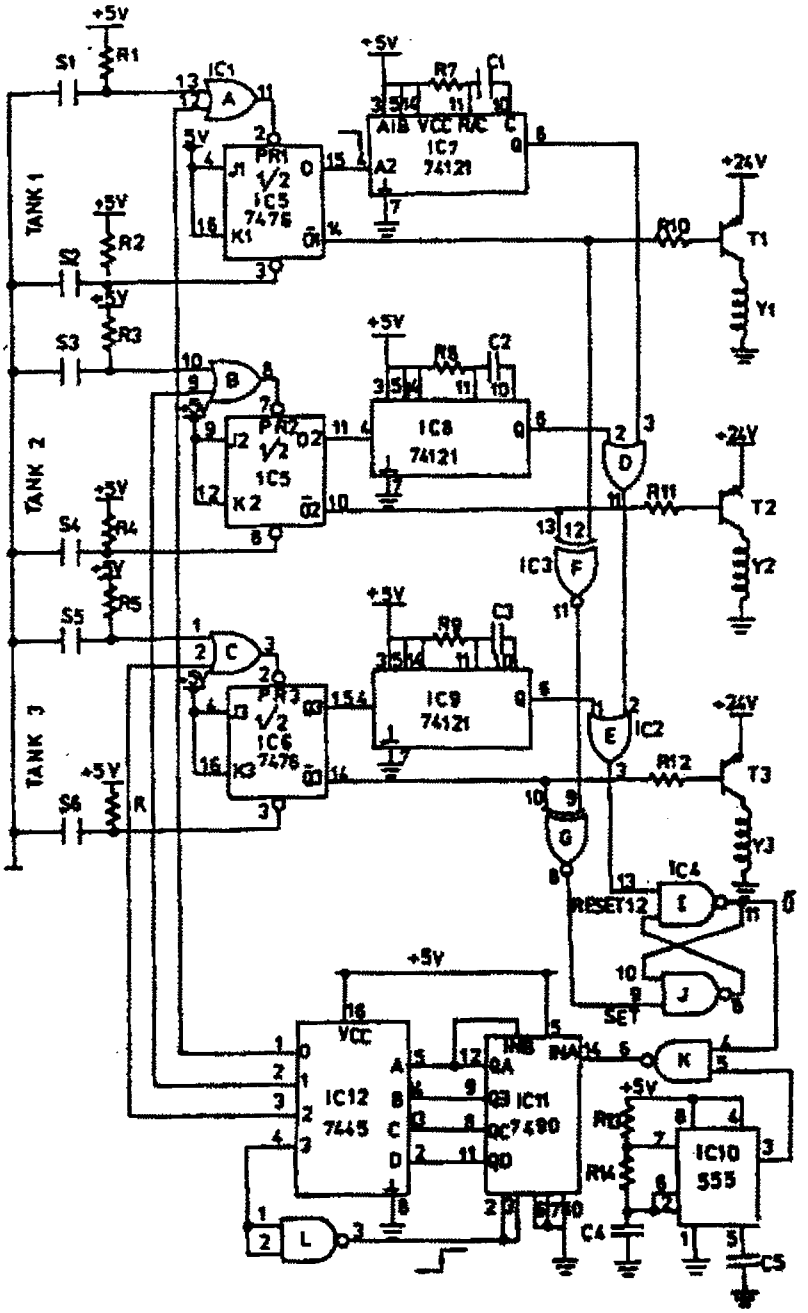
عندما يكون مستوى السائل فى الخزانات 1, 2, 3 أقل من مستوى المجسات العلوية S_2, S_4, S_6 ، وأعلى من مستوى المجسات السفلية S_1, S_3, S_5 فإن هذا يمثل الحالة المعتادة ، وتعمل الدائرة بالطريقة التالية :

يكون خرج القلاب المؤلف من البوابتين J, I عالياً ، وبالتالى فإن خرج البوابة K يكون معكوس نبضات الساعة المتولدة من مولد النبضات المؤلف من المؤقت 555 ، والتى ترددها 120 HZ ، ويقوم العداد IC_{11} بعد هذه النبضات فقبل وصول أى نبضات للعداد IC_{11} فإن حالة جميع المخارج $Q_A - Q_D$ تكون منخفضة ، ويقوم الموزع IC_{12} بإخراج إشارة منخفضة عند المخرج الذى عنوانه يكافىء المكافئ العشرى للإشارات الثنائية الداخلة على المداخل A-D

ألا وهو المخرج (0) فى هذه الحالة أى أن : حالة المخرج (0) فى هذه الحالة تكون منخفضة ، فى حين باقى المخارج تكون عالية ، وطالما أن مستوى السائل فى الخزان الأول أعلى من المجس S_1، وأقل من المجس S_2 فلن تتغير حالة خرج البوابة A ، وعند وصول النبضة الأولى للعداد IC_{11} فإن حالة المخرج Q_A تصبح عالية وتباعاً تكون حالة المخرج 1 للموزع IC_{12} منخفضة ، وطالما أن مستوى السائل فى الخزان 2 مازال أعلى من مستوى المجس S_3 ، وأقل من مستوى المجس S_4 فلن تتغير حالة خرج البوابة B وتظل عالية .

ولنفرض أن مستوى السائل فى الخزان الثالث انخفض عن مستوى المجس S_5 حينئذ فإن ريشة المجس S_5 سوف تغلق ، وعند وصول النبضة الثانية للعداد IC_{11} فإن حالة المخرج 2 للموزع IC_{12} تصبح منخفضة ، حينئذ فإن حالة مخرج البوابة C تصبح منخفضة ، فيحدث إمساك للقلاب FF_3 ، وبالتالى تصبح حالة المخرج $\overline{Q}_3$ منخفضة وحالة Q_3 عالية، فيتحول الترانزستور T_3 لحالة الوصل ويمر التيار الكهربى فى ملف الصمام الكهربى Y_3 ، ويتدفق السائل من خزان الإمداد الرئيس إلى الخزان الثالث ، وفى نفس الوقت يصبح خرج البوابات F, G والمكافئة لبوابة XNOR – بثلاثة مداخل – عالية ، لأن حالة مدخلين عالية، وحالة مدخل منخفضة ، وبالتالى يحدث إمساك للقلاب المؤلف من البوابتين I, J ، وتصبح حالة المخرج $\overline{Q}$ منخفضة ، فينقطع مرور نبضات الساعة عبر البوابة k ، وتصبح حالة خرجها عالية، ويتوقف العداد عن العد ، ويستمر الوضع هكذا لحين وصول السائل فى الخزان الثالث لمستوى S_6 فى هذه اللحظة تفتح ريشة S_5 المغلقة وتغلق ريشة S_6 المفتوحة، فيصبح حالة خرج البوابة C عالية، فى حين تصبح حالة مدخل القلاب الثالث منخفضة ، فيحدث تحرير لهذا القلاب ، وتصبح حالة المخرج $\overline{Q}_3$ عالياً فينقطع التيار عن Y_3 ويتوقف تدفق السائل للخزان الثالث ، فى حين تخرج نبضة من المذبذب الأحادى الاستقرار IC_9 نتيجة لوصول نبضة ذات حافة هابطة للمدخل 4 فيصبح خرج البوابات D, E يشابه هذه النبضة ، فيحدث تحرير للقلاب المؤلف من البوابتين I, J وتصبح حالة $\overline{Q}$ لهذا القلاب عالية فتمر نبضات الساعة المتولدة من المذبذب اللامستقر المؤلف من المؤقت 555 عبر البوابة k للعداد IC_{11} ويصبح خرج العداد يكافىء (3)

عشرى ، فتصبح حالة المخرج (3) للموزع IC_{12} منخفضاً ، فيصبح خرج البوابة L والتى تعمل كعاكس عالياً ، فتصل إشارة عالية لمداخل التحرير للعداد IC_{11} فتعود حالة مخارج العداد إلى الصفر ، وبالتالى تصبح حالة المخرج 0 للموزع IC_{12} منخفضة ، فى حين أن باقى مخارج الموزع IC_{12} تكون عالية ، وطالما أن مستوى السائل فى الخزان الأول أعلى من المجس S_1 وأقل من المجس S_2 فلن تتغير حالة خرج البوابة A وتتكرر دورة التشغيل ، وبهذه الطريقة لن يفتح أكثر من صمام كهربى فى أى لحظة لتعويض النقص فى مستوى السائل فى الخزانات .


+5V
S1
R1
IC1
A
TANK 1
S2
R2
S3
R3
B
TANK 2
S4
R4
S5
R5
C
TANK 3
S6
R
PR1
J1
1/2
IC5
7476
K1
PR2
J2
K2
PR3
J3
K3
R7
C1
IC7
74121
R8
C2
IC8
74121
R9
C3
IC9
74121
+24V
R10
T1
Y1
R11
T2
Y2
R12
T3
Y3
D
IC3
F
E
IC2
G
IC4
RESET
H
J
SET
K
VCC
IC12
7445
IC11
7490
QA
QB
QC
QD
IC10
555
C4
C5
L

الشكل (٧-١٠)