الباب الخامس

الرليهات الاستاتيكية
Static Relay Circuits

الرليهات الاستاتيكية Static Relay Circuits

٥/ ١ – مقدمة :

يتناول هذا الباب مجموعة من الدوائر العملية للرليهات الاستاتيكية ، والتى تعمل بالإشارات الرقمية لوصل وفصل الأحمال الكهربية ، ويستخدم فى هذه الدوائر الأنواع المختلفة للمفاتيح الالكترونية مثل :

أ – الترانزستور عند الحاجة لوصل وفصل الأحمال الصغيرة التى تعمل بجهود مستمرة .

ب – الثايرستور عند الحاجة لوصل وفصل أحمال كبيرة تعمل عند جهود مستمرة . أو جهود موحدة نصف موجة أو موجة كاملة .

جـ – الترياك عند الحاجة لوصل وفصل الأحمال التى تعمل بجهد متردد .

ويستخدم أيضاً مع هذه الدوائر عناصر عزل مختلفة مثل :

أ – وحدات الارتباط الضوئية العازلة المؤلفة من :

- ثنائى مشع ومقاومة ضوئية .
- ثنائى مشع يوترانزستور ضوئى .
- ثنائى مشع وثايرستور ضوئى .
- ثنائى مشع وترياك ضوئى .

ب – محولات النبضات ، وهذه المحولات تقوم بنقل نبضات إشعال الثايرستور والترياك من دائرة التحكم إلى دائرة القدرة .

وعندما يكون خرج الدائرة الرقمية المتكاملة غير كاف لتشغيل الريلاى الإستاتيكى تستخدم بعض العناصر لرفع مستوى التيار للحد المطلوب وتوجد عدة أنواع من هذه العناصر والتى تعرف بالعناصر القائدة Drivers مثل :

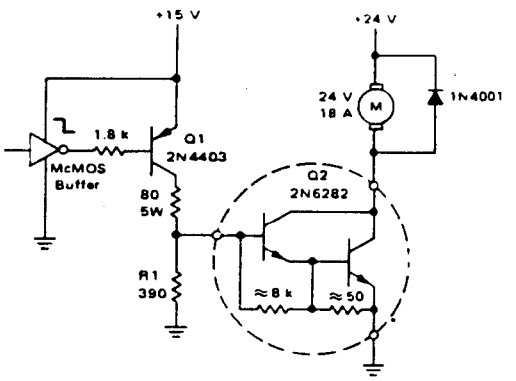
١ – ترانزستورات نوع Driver وتوجد فى صورتين NPN أو PNP .

٢ – بوابة عزل Buffer .

٣ – بوابة عاكسة Inverter .

٢/٥ - الدوائر العملية للرليهات الاستاتيكية :

الدائرة رقم 1 :



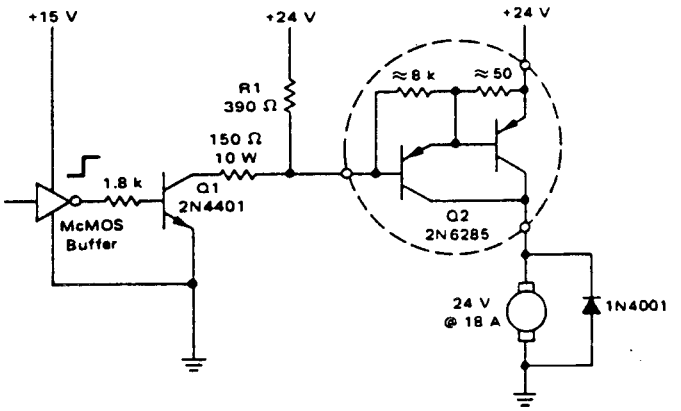
الشكل (٥ - ١)

الشكل (٥ - ١) يعرض دائرة ريلاى إستاتيكى يعمل عند وصول إشارة رقمية منخفضة من دائرة متكاملة عائلة CMOS ، وذلك لتشغيل محرك كهربى مستمر عند جهد 24V وتيار 18 A ، ويستخدم عاكس طراز 4049 يعمل على قيادة الترازستور Q_1 نوع PNP طراز 2N 4403 ، فعند وصول إشارة عالية لمدخل العاكس يصبح خرج العاكس منخفضاً فيتحول الترانزستور Q_1 لحالة الوصل وتباعاً يتحول ترانزستور « دارلنجتون » Q_2 نوع NPN طراز 2N6282 لحالة الوصل ، وتكتمل دائرة المحرك المستمر ويدور المحرك .

والجدير بالذكر أن الثنائى 1N 4001 يحمى Q_2 من القوة الدافعة الكهربية الناتجة عند انقطاع التيار الكهربى عن المحرك عند تغير حالة خرج العاكس من منخفض إلى عالٍ .

الدائرة رقم 2 :

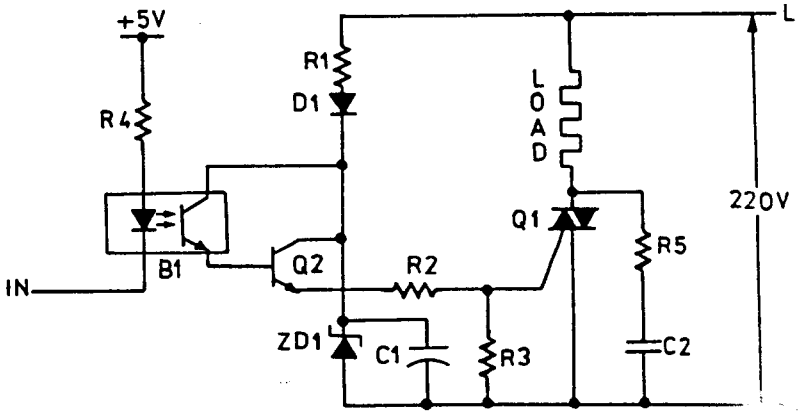
الشكل (٥ - ٢) يعرض دائرة ريلاى إستاتيكى يعمل عند وصول إشارة رقمية عالية من عاكس طراز 4049 والذى يعمل على قيادة الترانزستور Q_1 نوع PNP طراز 2N4401 فيتحول هذا الترانزستور لحالة الوصل ويعمل هذا الترانزستور بدوره على قيادة ترانزستور « دار لنجتون » Q_2 نوع PNP طراز 2N 6285 ، فيكتمل مسار تيار المحرك المستمر ، ويقوم الثنائى 1N 4001 بحماية Q_1 من القوة الدافعة الكهربية العكسية الناتجة عن انقطاع التيار الكهربى عن المحرك عند تغير حالة خرج العاكس من عالٍ إلى منخفض ، ويعمل المحرك عند جهد 24V + وتيار 18A .



الشكل (٥ – ٢)

الدائرة رقم 3 :

الشكل (٥ – ٣) يعرض دائرة ريلاى إستاتيكى يعمل عند وصول إشارة رقمية منخفضة من دوائر متكاملة TTL .



الشكل (٥ – ٣)

عناصر الدائرة :

R_1 مقاومة كربونية 2.2 kΩ وقدرتها 11W .

R_2 مقاومة كربونية 47 Ω .

R_3 مقاومة كربونية 1 k Ω .

R_4 مقاومة كربونية 470 Ω

R_5 مقاومة كربونية 100 Ω .

C_1 مكثف كيميائى سعته 100µf وجهده 15V .

C_2 مكثف بولى كربونات 100 nf وجهده 400V .

D_1 ثنائى سليكونى طراز 1N 4004 .

ZD_1 ثنائى زينر جهده 10V .

Q_1 ثايرستور يختار حسب تيار الحمل .

Q_2 ترانزستور NPN طراز 2N3904 .

B_1 وحدة عزل ضوئية طراز TIL112 .

نظرية التشغيل :

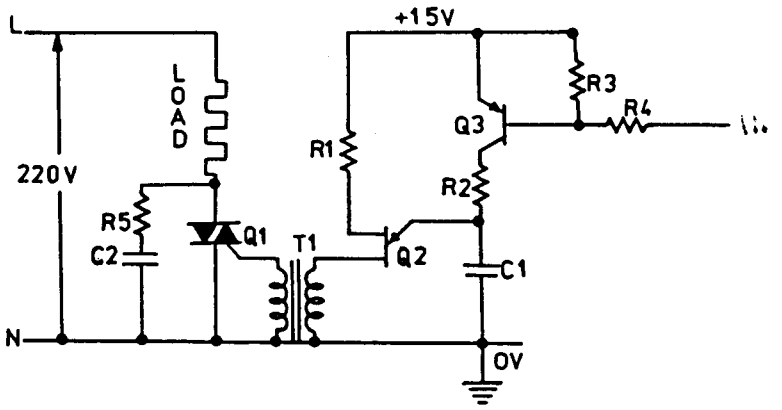
عند وصول إشارة منخفضة للمدخل IN ينبعث شعاع ضوئى من الثنائى المشع لوحدة العزل الضوئية B_1 ، فيتحول الترانزستور الضوئى لحالة الوصل ، ويصبح كمفتاح مغلق فيتحول Q_2 لحالة الوصل ويصبح هو الآخر كمفتاح مغلق ، ويلاحظ أن جهد مجمع الترانزستور Q_2 يساوى 10 VDC حيث إن D_1 يقوم بتوحيد الجهد ، ويقوم ثنائى الزينر ZD_1 بالمحافظة على جهد المجمع يساوى 10V + ويقوم المكثف C_1 بتنعيم هذا الجهد ، وبالتالى يصبح جهد بوابة التريك Q_1 موجباً بالنسبة للقاعدة T_2 للتريك فيتحول التريك لحالة الوصل، ويمر التيار الكهربى إلى الحمل .

والجدير بالذكر أن C_2 , R_5 يمنعان تحول التريك لحالة الوصل عندما تكون بوابته غير متعرضة لجهد وذلك عند حدوث قفزات سريعة لجهد المصدر ، حيث تشكل المقاومة R_5 والمكثف C_2 ما يسمى بالمصيدة Snubber .

والجدير بالذكر أن التريك Q_1 فى هذه الدائرة فى حالة قطع فى الوضع الطبيعى إلى أن تصل إشارة رقمية منخفضة للمدخل IN فيتحول التريك لحالة الوصل .

الدائرة رقم 4 :

الشكل (٥ – ٤) يعرض دائرة ريلاى إستاتيكى يعمل عند وصول إشارة رقمية منخفضة من دوائر متكاملة CMOS .



الشكل (٥ – ٤)

عناصر الدائرة :

R_1 مقاومة كربونية 100 Ω .

R_2 مقاومة كربونية 22 K Ω .

R_3 مقاومة كربونية 10 K Ω .

R_4 مقاومة كربونية 10 K Ω .

R_5 مقاومة كربونية 100 Ω .

C_1 مكثف سيراميك 10 nf .

C_2 مكثف بولى كربونات 100 nf وجهده 400 V .

Q_1 ترياك يختار حسب تيار الحمل .

Q_2 ترانزستور UJT طراز 2 N 2646 .

Q_3 ترانزستور PNP طراز 2 N 3906 .

T_1 محول نبضات 1 : 1 .

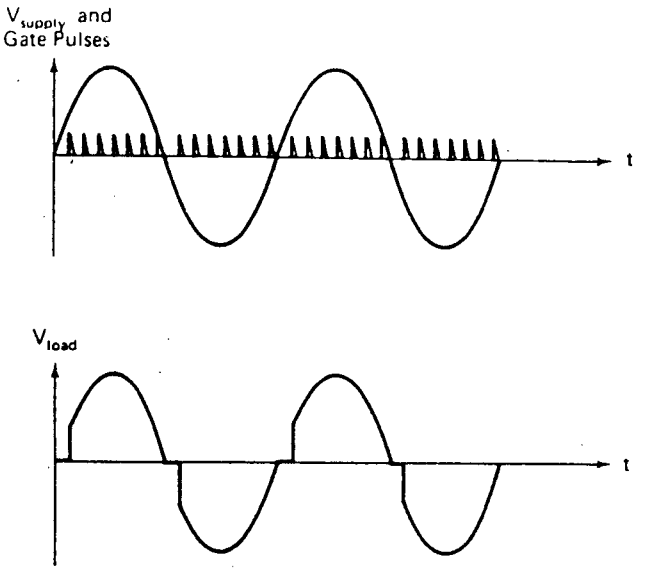
نظرية التشغيل :

عند وصول إشارة منخفضة للمدخل IN فإن الترانزستور Q_3 سيتحول لحالة الوصل فيعمل المذبذب المتراخى المؤلف من R_2 , C_1 , Q_2 بتردد يساوى :

$$F = \frac{1}{R_2 C_1} = 4500 \text{ Hz}$$

وتنتقل هذه النبضات عبر محول النبضات T_1 لبوابة التريك Q_1 فيتحول التريك لحالة الوصل بعد عدة درجات من عبور موجة التيار المتردد بالصفر، وذلك نتيجة للفرق الكبير فى تردد المصـــدر المتـــردد وتردد هذه النبضات .

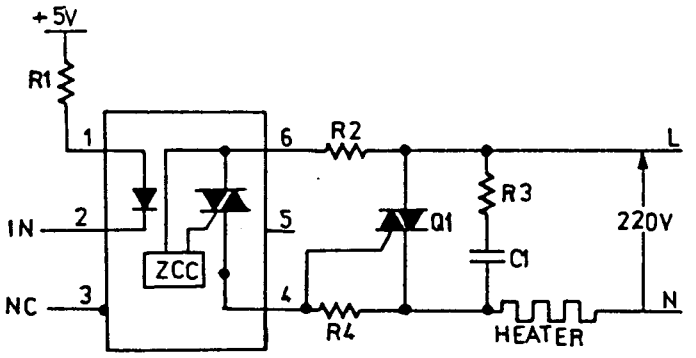
والشكل (٥ – ٥) يبين شكل موجة جهد المصدر، ونبضات إشعال التريك ، وشكل موجة الجـــهـــد على أطراف الحمل .



الشكل (٥ – ٥)

الدائرة رقم 5 :

الشكل (٥ – ٦) يبين دائرة ريلاى إستاتيكى يعمل عند وصول إشارة رقمية منخفضـــة لمدخله من دائرة متكاملة TTL ، فيقوم بتشغيل تريك لحظة عبور الجهد بالصفر لذلك يسمى هذا الريلاى بريلاى عبور الصفر Zero Crossing .



الشكل (٥-٦)

عناصر الدائرة :

IC_1 وحدة عزل ضوئية طراز MOC 3040 أو MOC 3041 .

R_1 مقاومة كربونية 250 Ω .

R_2 مقاومة كربونية 56 Ω .

R_3 مقاومة كربونية 39 Ω .

R_4 مقاومة كربونية 330 Ω

C_1 مكثف بولى كربونات 10 nf ويعمل عند جهد400V

Q_1 ترياك طراز TIC 226 D .

R_L حمل كهربى قدرته 1750 VA بحد أقصى .

نظرية التشغيل :

عند وصول إشارة منخفضة للمدخل IN ينبعث شعاع ضوئى من الثنائى المشع لوحدة الارتباط الضوئية IC_1 ، وعند عبور موجة الجهد المتردد بالصفر يتحول الترياك الضوئى لوحدة الارتباط الضوئى IC_1 لحالة الوصل ويصبح كمفتاح مغلق، فيتحول ترياك القدرة Q_1 هو الآخر لحالة الوصل ويكتمل مسار التيار للحمل .

وتعمل المقاومة R_3 والمكثف C_1 بعمل قصر على أطراف الترياك عند وجود قفزات سريعة للجهد فينخفض الجهد بسرعة عبر مقاومة الحمل R_L، وعموما فإن المقاومة R_3 ليس لها دور فى إخماد القفزات السريعة ، وينحصر دورها فى تحديد تيار التفريغ للمكثف C_1 فى أطراف الترياك ، وعادة تسمى دائرة المقاومة R_3 والمكثف C_1 بدائرة المصيدة Snubber .