

Chương VIII

MẠCH CẢM BIẾN

A. CẢM BIẾN NHIỆT

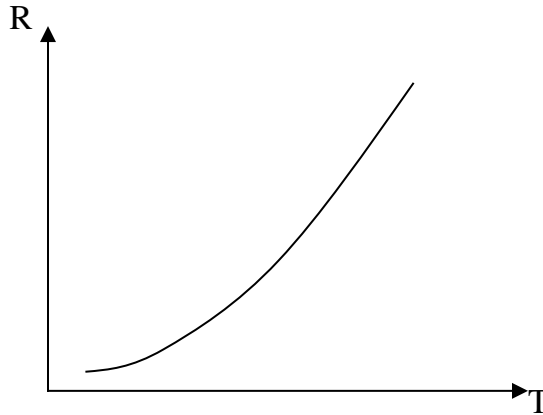
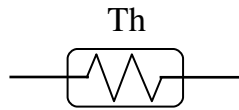
I. NHIỆT ĐIỆN TRỞ (Thermistor)

Nhiệt trở thường được chế tạo từ các chất bán dẫn ,vì các chất bán dẫn rất nhạy cảm với nhiệt độ .

Tùy đặc tính thay đổi theo nhiệt độ mà nhiệt điện trở được chia ra làm 2 loại là nhiệt điện trở có hệ số nhiệt dương và nhiệt điện trở có hệ số nhiệt âm.

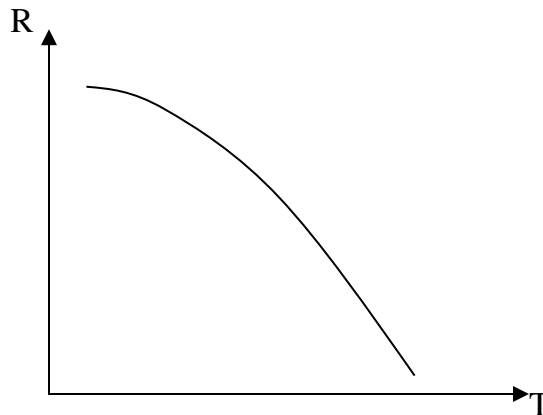
Nhiệt điện trở có hệ số nhiệt dương ,có trị số điện trở tăng lên nếu nhiệt độ môi trường tăng lên .

Ký hiệu:



Đặc tuyến của nhiệt điện trở dương

Nhiệt điện trở có hệ số nhiệt âm ,có trị số điện trở giảm lên nếu nhiệt độ môi trường tăng lên .



II. CẶP NHIỆT (Thermo Couple)

Đặc tuyến của nhiệt điện trở âm

Trong công nghiệp chế tạo thiết bị nhiệt điện người ta dùng 2 kim loại khác nhau ghép lại, ở những nhiệt độ khác nhau sẽ cho ra những điện thế khác nhau giữa 2 đầu ở mức rất nhỏ khoảng mV.

Tùy theo kim loại nguyên chất hay hợp kim với tỉ lệ pha trộn khác nhau sẽ cho ra nhiều loại cặp nhiệt có khoảng nhiệt độ sử dụng và hệ số nhiệt khác nhau.

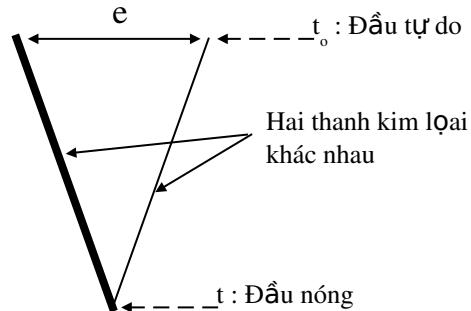
Trong đó:

t : Nhiệt độ tại nơi cần đo.

t_0 : Nhiệt độ bên ngoài (môi trường)

$$e = K (t - t_0)$$

K : Hệ số nhiệt (Thermal coefficient)

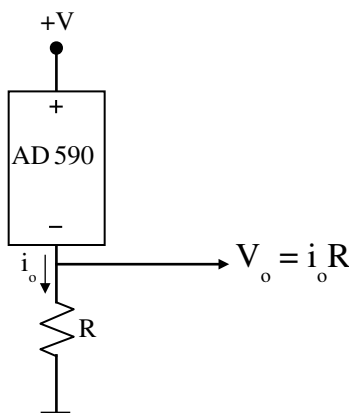
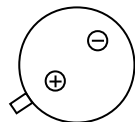


L loại	t (°C)	K (V/°C)
Đồng – Constantan (Cu – Const)	-200°C 350°C	43
Sắt – Constantan (Fe – Const)	0°C 800°C	53
Platinum – Rhodium (Pt – Rh)	0°C 1500°C	12

III. IC CẢM BIẾN NHIỆT

1) **AD 590** (Adjustable current source : Nguồn dòng thay đổi được)

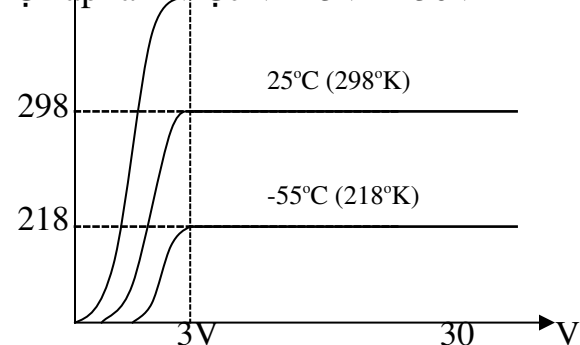
Hình dạng:



Độ nhạy dòng $S_i = 1 \text{ A/}^\circ\text{K}$

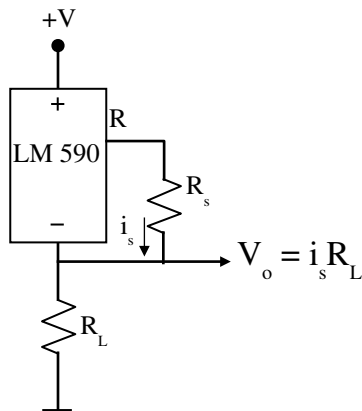
Khả năng nhiệt độ đo $t = -55^\circ\text{C} \text{ } +150^\circ\text{C}$

Điện áp làm việc $V = 3\text{V} \text{ } 30\text{V}$



101 Đặc tuyến của IC cảm biến AD 590

2) **LM 234 – LM 334** (IC có 3 chân)

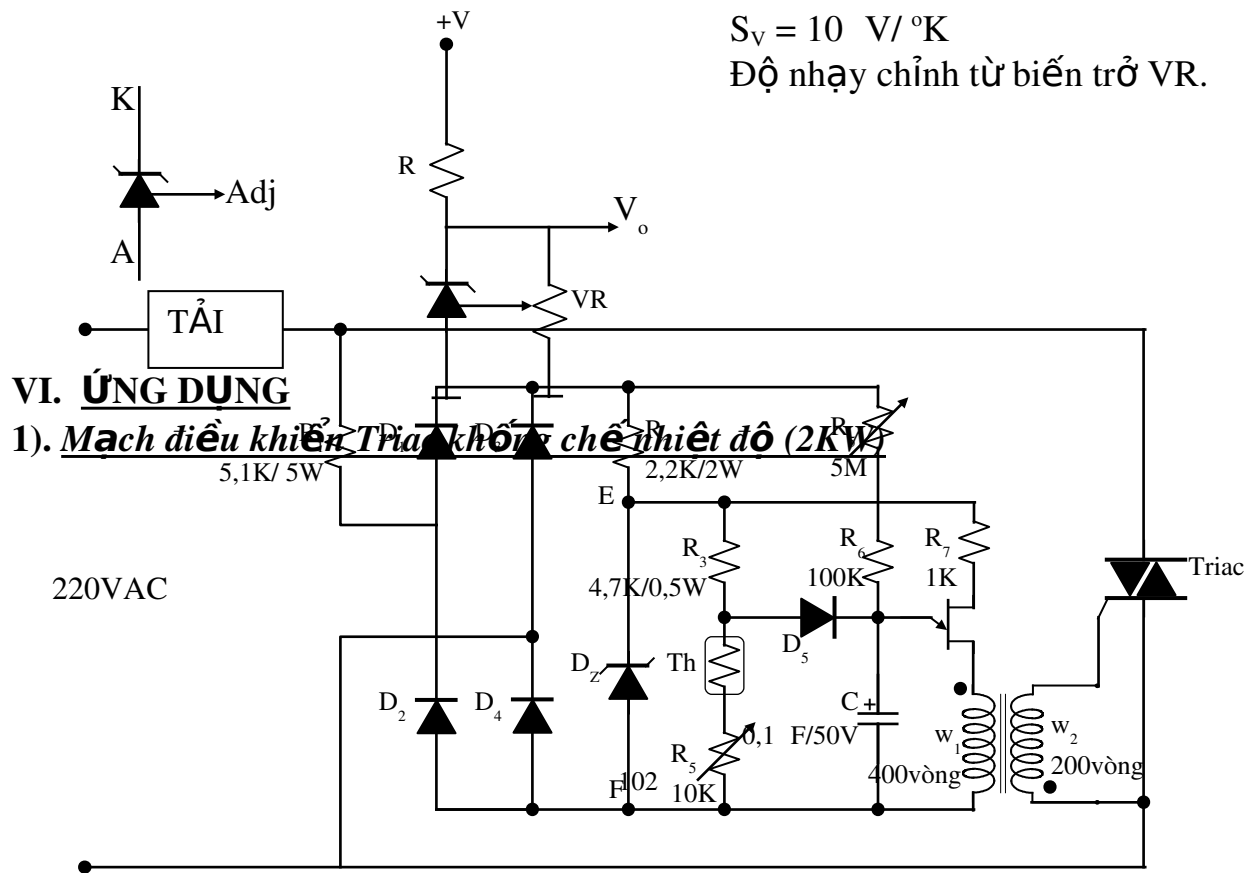


Độ nhạy dòng $S_i = \frac{1}{R_s} S_v$

Không nhiệt độ đo $t = -55^{\circ}\text{C} \quad +125^{\circ}\text{C}$

Với $S_v = 273 \text{ V/}^{\circ}\text{K}$

3) **LM 135 – LM 235 – LM 335** (Hoạt động giống như Diod zener)



$S_v = 10 \text{ V/}^{\circ}\text{K}$

Độ nhạy chỉnh từ biến trở VR.

VI. **ỨNG DỤNG**

1) **Mạch điều khiển Triac không chế nhiệt độ (2KW)**

220VAC

Điện áp nguồn xoay chiều qua điện trở giới hạn R_1 được đưa vào cầu chỉnh lưu. Do tác dụng của diod ổn áp D_Z điện áp giữa 2 điểm EF có dạng xung dương hình thang kế tiếp nhau. Th là nhiệt điện trở âm (nhiệt độ tăng lên thì điện trở giảm xuống).

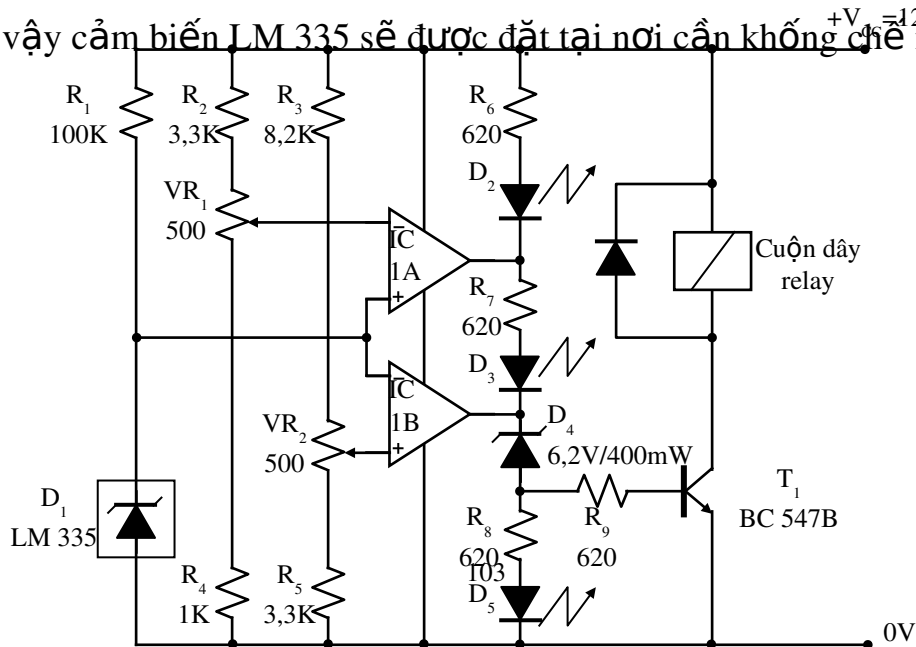
Khi nhiệt độ còn thấp Th có giá trị điện trở lớn, tụ C được nạp nhanh đến điện áp U_{EF} , nhưng khi áp trên tụ bằng điện áp đỉnh của UJT thì điện trở liên nền của UJT giảm làm tụ C phóng điện qua UJT và cuộn dây sơ cấp biến áp làm cho cuộn thứ sinh ra dòng kích cho cực cổng G của TRIAC, TRIAC dẫn cho dòng điện qua, lúc này góc kích cho TRIAC nhỏ, TRIAC dẫn sớm và trị trung bình cấp cho tải lớn.

Khi nhiệt độ tăng lên làm cho giá trị điện trở của Th giảm nhỏ nên $U_{EF} < U_P$ của UJT. Tụ C tiếp tục được nạp đến điện áp đỉnh U_P theo ngõ qua R_5, R_6 vào C với hằng số thời gian lớn hơn. Khi $U_{tu} = U_P$ thì tụ C lại phóng điện làm cho TRIAC dẫn cho dòng qua tải nhưng với góc kích cho TRIAC lớn hơn, do đó trị trung bình cấp cho tải nhỏ.

2) Mạch bảo vệ quá nhiệt

Mạch dùng IC cảm biến nhiệt LM 335 (thay đổi điện áp theo nhiệt độ (T_U)).

Vì vậy cảm biến LM 335 sẽ được đặt tại nơi cần không chế nhiệt độ.



Bộ cảm biến được so sánh với 2 mức điện áp chuẩn tạo bởi IC 1A và IC 1B các giá trị điện áp chuẩn được xác lập bởi 2 biến trở VR₁ và VR₂.

IC 1A và IC 1B được chế tạo trong cùng 1 khối vi mạch TL 074.

Nguyên lý hoạt động:

Khi mới cấp nguồn ,nhiệt độ tại đầu cảm biến còn thấp nên điện áp rơi trên 2 đầu của IC cảm biến thấp ,nên điện áp ngõ ra của IC 1A thấp làm Led D₂ phát sáng ,khi nhiệt độ ở đầu cảm biến LM 335 tăng cao làm điện áp rơi trên nó tăng lên .Nếu giá trị này nằm giữa mức của 2 điện áp chuẩn thì ngõ ra của IC 1A ở mức điện áp cao còn ngõ ra của IC 1B ở mức điện áp thấp ,làm Led D₃ phát sáng .

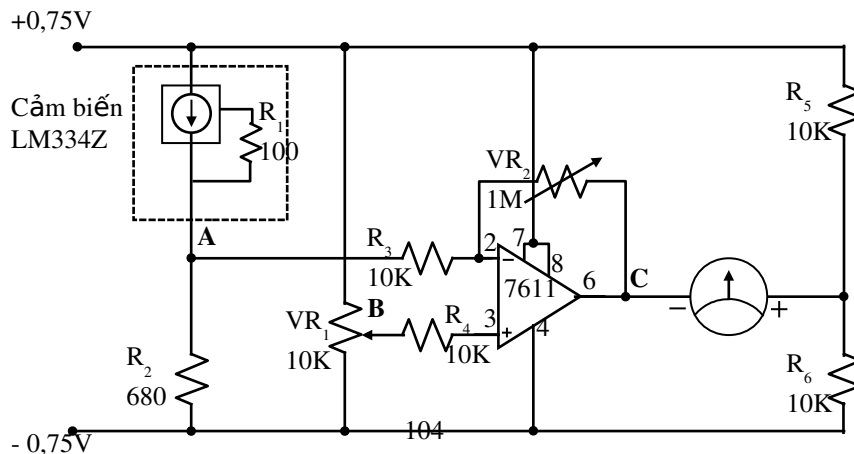
Nếu nhiệt độ tăng cao hơn nữa thì điện áp rơi trên cảm biến LM 335 tăng cao lên làm ngõ ra của IC 1B ở mức điện áp cao đủ điện áp đánh thủng diod zener D₄ và làm cho Led D₅ phát sáng còn D₂ ,D₃ tắt ,đồng thời lúc này có dòng cấp cho Transistor T₁ dẫn ,có dòng I_{C1} chạy qua cuộn dây của relay K tác động làm mở tiếp điểm mạch động lực hay báo động .

Diod D₆ có tác dụng chống điện áp ngược sinh ra trên cuộn dây của relay K khi ngắt mạch ,bảo vệ cho transistor T₁ .

Diod zener D₄ giữ cho transistor T₁ không dẫn khi D₃ phát sáng ,mạch này có thể điều chỉnh nhiệt độ tốt nằm trong khoảng từ 25°C đến 100°C .

Biến trở VR₁ và VR₂ dùng để điều chỉnh và khống chế nhiệt độ cần bảo vệ.

3) Nhiệt kế



Mạch chỉ cần 1,5V .IC nguồn dòng LM 334Z được dùng như đầu cảm biến (chuyển sự thay đổi nhiệt độ thành thay đổi dòng điện) IC 7611 là bộ khuếch đại thuật toán CMOS có thể hoạt động ở điện thế cấp điện 0,5V đến 8V .Dòng điện của LM 334Z thay đổi theo nhiệt độ theo công thức :

$$I = \frac{227T}{R_1}$$

Trong đó:

I: Dòng điện qua cảm biến (A).

R: Điện trở (Ω).

T: Nhiệt độ (°K) = °C + 273.

Khi $R_1 = 100 \Omega$,dòng điện ở 0°C (đầu cảm biến LM 334Z được đặt ở môi trường 0°C) là 620 μ A .dòng này qua điện trở R_2 tạo 1 điện thế ở A .Biến trở VR_1 được chỉnh để điện thế tại B bằng điện thế tại A và lúc đó điện thế ở ngõ ra C của bộ khuếch đại thuật toán bằng 0V nên đồng hồ chỉ 0V tức 0°C .

Khi nhiệt độ tại đầu cảm biến tăng lên thì dòng I cũng tăng lên kéo theo điện thế tại A lớn hơn điện thế tại B và điện thế ngõ ra C bằng sai biệt điện thế giữa A và B nhân với hệ số khuếch đại của bộ khuếch đại thuật toán .Hệ số khuếch đại này tùy thuộc vào biến trở VR_2 (điện trở càng lớn hệ số khuếch đại càng lớn) .Vì điện thế ở A > B nên điện thế ở C âm .Cho đầu cảm biến tiếp xúc với môi trường 100°C và điều chỉnh biến trở VR_2 để kim đồng hồ lệch tối đa ,vị trí này ứng với 100°C .Tùy loại đồng hồ mà ta phải thêm điện trở nối tiếp thích hợp ,

Lấy chuẩn ở 1 số nhiệt độ khác (ví dụ 10° ,20° ,,90°)và chia mặt đồng hồ để chỉ từng độ ta sẽ được 1 nhiệt kế đo được từ 0°C đến 100°C .

B. CẢM BIẾN QUANG

Trong các thiết bị điện tử mới hiện nay thường có mặt các linh kiện quang điện tử như Led , LCD ,quang trở ,các bộ ghép quangChúng là các cảm biến để biến đổi quang năng thành điện năng (dòng điện hay điện áp) .Ở đây chúng ta cần biết rõ cơ chế hoạt động của chúng không chỉ để sửa chữa các máy móc bị

hư hỏng mà còn để thiết kế các mạch điện mới để dùng trong các lĩnh vực thông tin liên lạc ,tự động hóa ,đo đạc

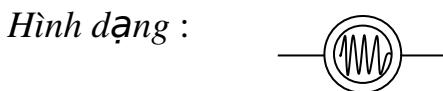
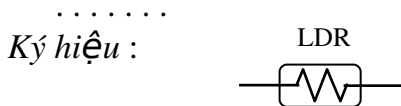
I. QUANG TRỞ (photoresistor)

Quang trở là 1 linh kiện bán dẫn thụ động không có lớp chuyển tiếp pn .Vật liệu dùng để chế tạo quang trở là Cadmium Sulfid (CdS) ,Cadmium Selenid (CdSe) ,Zinc Sulfid (ZnS) hoặc bột của chất nhạy quang khác bằng cách tạo 1 màng chất bán dẫn trên nền cách điện .Sau thêm 2 điện cực rồi bọc trong vỏ plastic hay sắt với mặt trên là thủy tinh hay mica trong suốt .

Quang trở có điện trở càng giảm khi được chiếu sáng mạnh .Khi quang trở bị che tối (quang thông nhỏ) có giá trị điện trở lớn trên M còn khi quang trở được chiếu sáng mạnh (quang thông lớn) có giá trị điện trở nhỏ dưới 100 .

Quang trở được ứng dụng rộng rãi trong các lĩnh vực như:

- Tắt mở đèn đường .
- Công tắc ánh sáng .
- Trò chơi điện tử .
- Công tắc tự động bật sáng trong nhà .
- Bật sáng tự động đèn bảo vệ sân nhà .
- Opto – Couple .
- Detector các ngọn lửa trong lò .



II. QUANG DIOD (Photodiode)

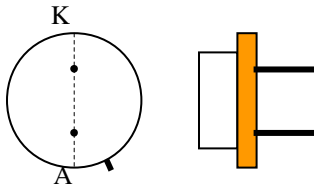
1). Cấu tạo – nguyên lý

Quang diod có cấu tạo bán dẫn giống như Diod thường nhưng được đặt trong vỏ cách điện có 1 mặt là nhựa hay thủy tinh trong suốt để nhận ánh sáng bên ngoài chiếu vào mối nối P-N của Diod ,có loại dùng thấu kính hội tụ để tập trung ánh sáng.

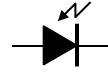
Qua thí nghiệm cho thấy khi photoDiod được phân cực thuận thì 2 trường hợp mối nối PN được chiếu sáng hay che tối dòng điện thuận qua Diod hầu như không đổi . Ngược lại, khi Diod bị phân cực ngược ,nếu mối nối PN được chiếu

sáng thì dòng điện ngược tăng lớn hơn nhiều lần so với khi bị che tối. Do nguyên lý trên quang Diode được sử dụng ở trạng thái ngược trong các mạch điều khiển theo ánh sáng.

2). Ký hiệu - hình dáng



Hình dáng

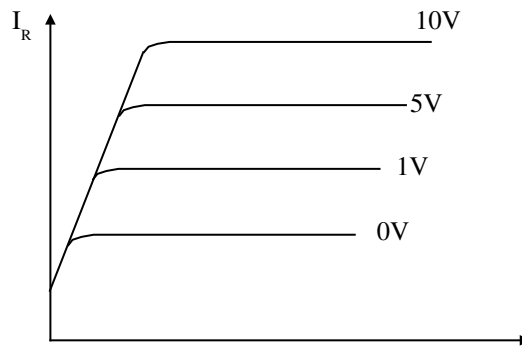


Ký hiệu

3). Đặc tính

Quang Diode có đặc tính :

- Tuyến tính.
- Ít nhiễu.
- Dải tần số rộng.
- Tuổi thọ dài.



Dòng điện ngược của quang Diode theo độ chiếu sáng LUX

Do hiệu ứng quang điện diode cho ra I điện thế khi được chiếu sáng. Do đó nó có thể làm việc mà không cần 1 điện áp bên ngoài. Tuy nhiên nếu có điện áp ngược đặt vào quang Diode thì dòng điện ngược sẽ lớn hơn và sự tuyến tính sẽ tốt hơn.

Các thông số kỹ thuật của 1 photodiode với trị số điển hình sau:

- Điện thế ngược cực đại : $U_{Rmax} = 30V$
- Công suất tiêu tán cực đại : $P_{max} = 50mW$
- Dòng điện ngược khi tối : $I_R = 2 \text{ A (0 Lux)}$
- Dòng điện ngược khi sáng : $I_R = 7 \text{ A (100 Lux)}$
- Độ nhạy : $S = 7nA/Lux$
- Điện dung ký sinh : $C_D = 400pF$
- Tần số làm việc cực đại : $f = 1MHz$

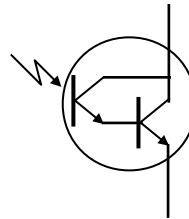
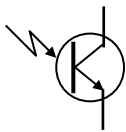
III. PHOTOTRANSISTOR

Trên nguyên tắc ta có thể hiểu Phototransistor gồm 1 Photodiode với Transistor. Transistor làm nhiệm vụ khuếch đại. Phototransistor là 1 kiện tổ hợp quang điện đơn giản nhất. Độ khuếch đại của Phototransistor từ 100 đến 1000 lần. So với Photodiode, Phototransistor làm việc chậm hơn vì hiệu ứng Miller (điện dung giữa cực nền và cực thu). Với tải 1K, ta có thời gian dẫn/tắt của 1 transistor khoảng 30 s. Phototransistor làm việc tốt đến vài trăm KHz cho các

công việc như : quang chắn (light barrier) ,bộ phận đọc các thẻ đục lỗ hay băng giấy đục lỗ .

Phototransistor có tần số làm việc cao nhất đến vài trăm KHz ,trong khi đó Photodiode có thể làm việc với tần số đến vài chục MHz .Tuy nhiên Phototransistor có độ nhạy gấp vài trăm lần so với Photodiode .Một Phototransistor có thể làm việc như 1 Photodiode nếu bỏ trống cực phát .

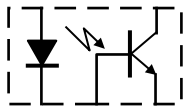
Ký hiệu:



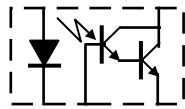
IV. **BỘ GHEP QUANG** (Opto-Couple)

Bộ ghép quang dùng để cách điện giữa những mạch điện có sự khác biệt về điện thế khá lớn .Ngoài ra nó còn được dùng để tránh gây nhiễu cho mạch điện .

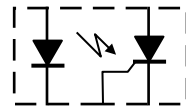
Ký hiệu:



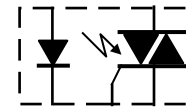
Bộ ghép quang với Phototransistor



Bộ ghép quang với Photodarlington-transistor



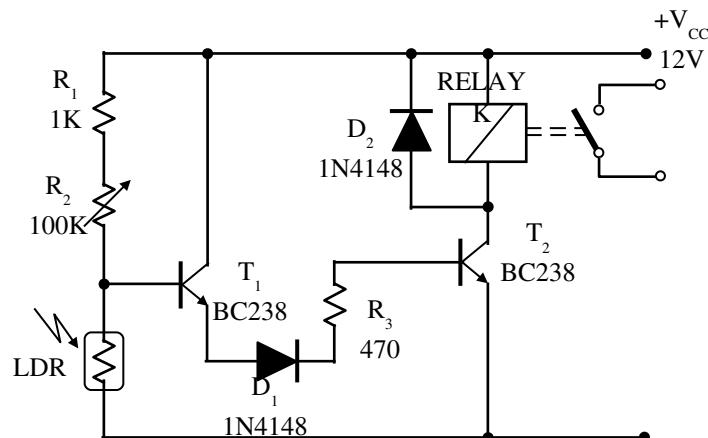
Bộ ghép quang với Photothyristor



Bộ ghép quang với Phototriac

V. **ỨNG DỤNG**

- 1) **Một số mạch ứng dụng quang trở**
- a) **Mạch điều khiển khi trời tối đèn sáng :**



Trong mạch R_1, R_2 và LDR được mắc nối tiếp tạo thành cầu phân áp cho cực Nền T_1 . Khi ánh sáng chiếu vào quang trở LDR mạnh làm cho giá trị của LDR nhỏ nên điện áp rơi trên LDR nhỏ không đủ phân cực cho T_1 dẫn, T_1 tắt làm T_2 tắt nên chưa có dòng tác động relay K hoạt động.

Khi trời tối lượng quang thông chiếu vào LDR yếu làm giá trị điện trở tăng nên áp cũng tăng lên, đủ làm phân cực cho T_1 và T_2 dẫn cho dòng qua cuộn dây của Relay K hoạt động và tác động làm đóng các tiếp điểm thường mở cấp nguồn cho mạch động lực.

Biến trở R_2 dùng để điều chỉnh độ nhạy cho mạch nghĩa là điều chỉnh điện áp phân cực cho transistor.

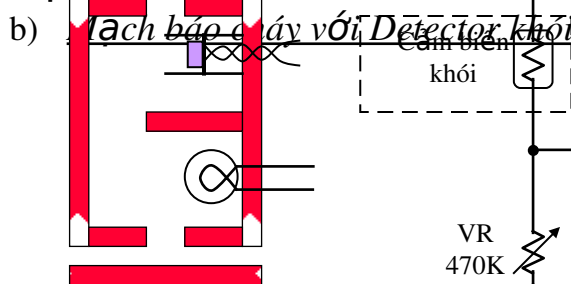
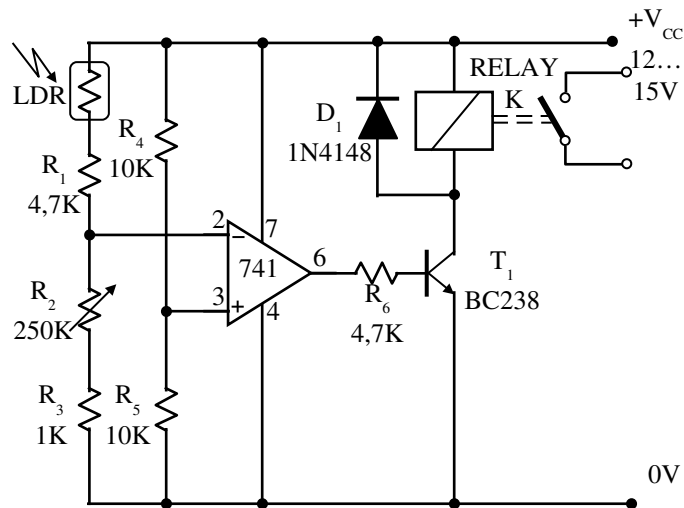
Tương tự ta có mạch điều khiển dùng vi mạch:

Trong mạch R_1, R_2, R_3 và LDR được mắc nối tiếp tạo thành cầu phân áp cho ngõ vào đảo của IC 741, còn R_4 và R_5 tạo cầu phân áp, cấp áp chuẩn cho ngõ vào không đảo của IC 741.

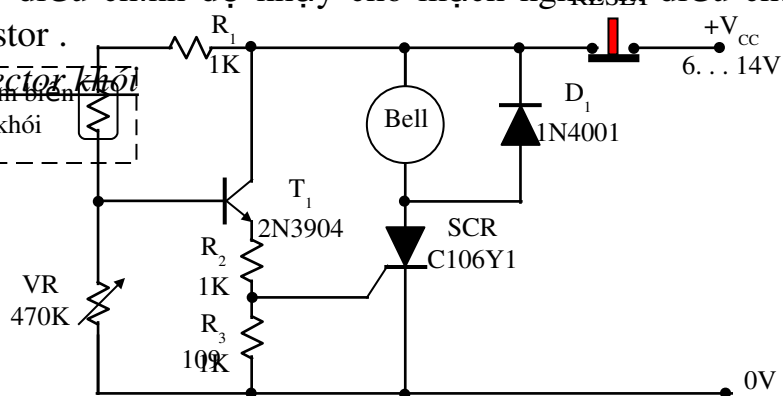
Khi ánh sáng chiếu vào quang trở LDR mạnh làm cho giá trị của LDR nhỏ nên điện áp rơi trên LDR nhỏ, làm điện áp ở ngõ vào đảo tăng nên điện áp ở ngõ ra giảm không đủ phân cực cho T_1 dẫn nên chưa có dòng tác động relay K hoạt động.

Khi trời tối lượng quang thông chiếu vào LDR yếu làm giá trị điện trở tăng nên áp cũng tăng lên và làm điện áp ở ngõ vào đảo giảm nên điện áp ở ngõ ra tăng đủ làm phân cực cho T_1 dẫn cho dòng qua cuộn dây của Relay K hoạt động và tác động làm đóng các tiếp điểm thường mở cấp nguồn cho mạch động lực.

Biến trở R_2 dùng để điều chỉnh độ nhạy cho mạch nghĩa là điều chỉnh điện áp phân cực cho transistor.



Hộp cảm biến khói

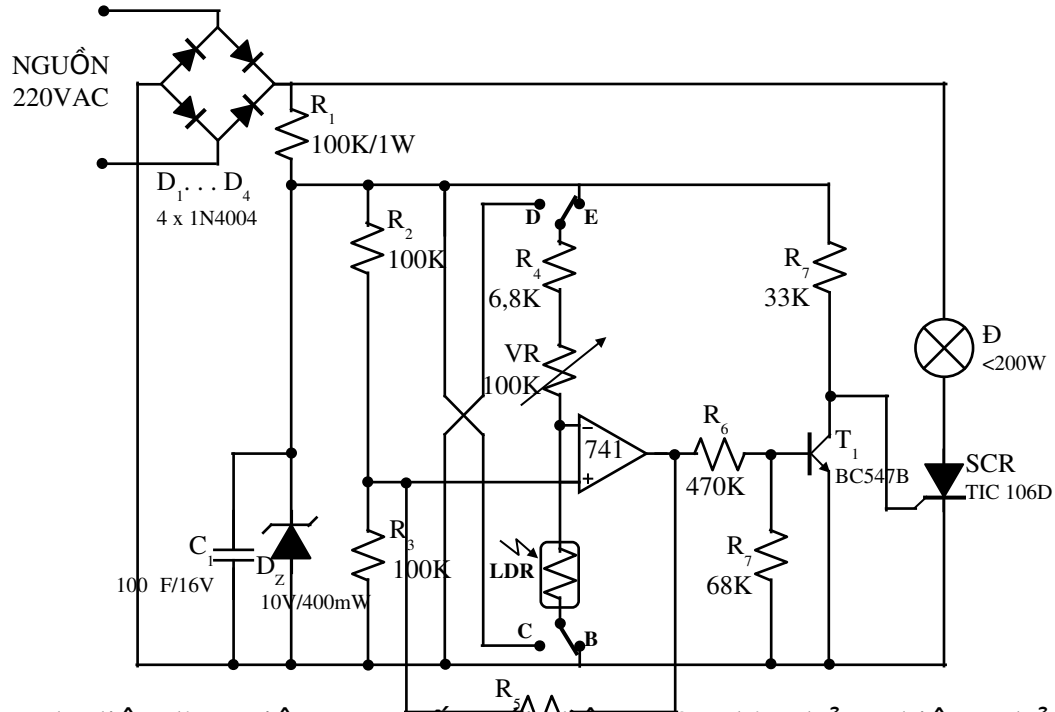


Cấu tạo hộp cảm biến khói là trong hộp thông khí nhưng nhưng che ánh sáng đèn và LDR được ngăn cách bởi 1 vách không cho ánh sáng đèn chiếu trực tiếp lên LDR .Đèn vừa là nguồn sáng vừa là nguồn nhiệt ,nó lôi cuốn không khí từ đáy hộp lên đỉnh hộp .Bên trong hộp được sơn đen chống phản xạ ánh sáng .

Nếu trong khối không khí vừa được lùa vào trong hộp có khói ,các hạt khói sẽ phản chiếu ánh sáng lên trên mặt LDR làm điện trở của LDR giảm ,áp rơi trên LDR giảm đồng thời áp rơi trên biến trở VR tăng ,đủ điện áp phân cực cho transistor T₁ dẫn cho dòng qua cầu phân áp R₂ & R₃ ,có dòng kích cho SCR dẫn cho dòng qua chuông điện ,chuông reo báo động có cháy.

Nút Reset dùng để tắt chuông .

c) Mạch tắt/mở đèn tác động ánh sáng



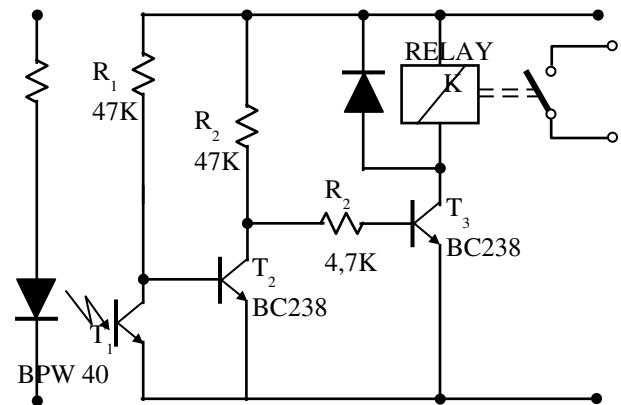
Mạch điện làm việc trực tiếp với điện 220V lúc thử nghiệm phải cẩn thận .Mạch điện phải được cho vào 1 hộp nhựa cách điện .Ta có thể khoan lỗ

để ánh sáng lọt vào quang trở .Quang trở có thể dán lên vỏ hộp ,mặt nhạy quang hướng ra ngoài lỗ . $D_1 \dots D_4$ tạo cầu chỉnh lưu biến đổi điện xoay chiều thành điện 1 chiều . Với R_1, C_1 và D_Z giảm áp ,lọc và ghim áp 10V cung cấp cho mạch điều khiển .Nguồn 10V này cung cấp cho cầu phân áp R_2 và R_3 cấp cho ngõ vào không đảo của vi mạch 741 .Đồng thời nguồn này cũng cung cấp cho cầu phân áp R_4, VR và LDR cấp cho ngõ vào đảo của vi mạch 741 .Vi mạch 741 làm việc như bộ so sánh khi điện áp ngõ ra của vi mạch khoảng 4,8V thì T_1 dẫn ,cho dòng qua T_1 xuống mass nên SCR sẽ mất dòng kích và ở bán kỳ dương kế tiếp SCR ngừng dẫn .Điện trở R_5 hồi tiếp dương điện áp nên transistor và SCR sẽ đóng /mở với 1 ngưỡng điện thế nhất định ,tránh việc chớp tắt liên tục của bóng đèn lúc trời chạng vạng tối .Ta có thể điều chỉnh điểm đóng/mở của SCR thông qua VR .Nếu ta muốn mở đèn khi trời thật tối thì ta có thể thay biến trở VR có giá trị 1M .Quang trở LDR , R_4 và VR có thể hoán đổi vị trí thông qua công tắc 2 vị trí (R_4 ở D và LDR ở C) .Trường hợp này mạch điện có kết quả ngược lại :Tức là khi trời sáng đèn cháy sáng và đèn tắt khi trời tối .

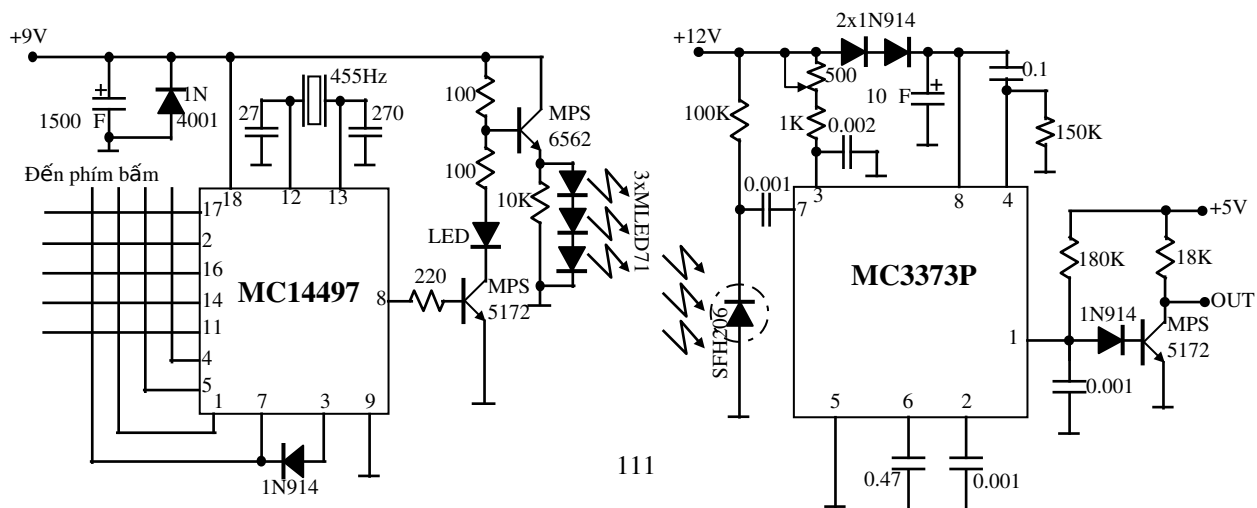
Một số mạch ứng dụng cảm biến quang

Mạch điện với LED hồng ngoại và Phototransistor

Mạch có thể sử dụng nguồn 12V .Khi ánh sáng bị ngắt hay khi trời tối ,relay tác động đóng mạch .Mạch điện có thể dùng để bật đèn tự động ở cổng nhà khi trời tối.



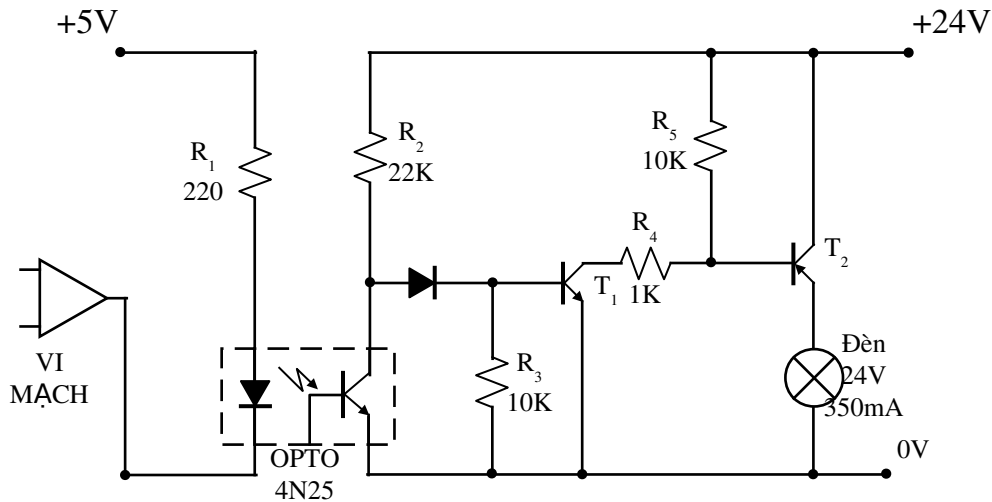
Mạch hình dưới ứng dụng điều khiển từ xa với led hồng ngoại và Phototransistor.



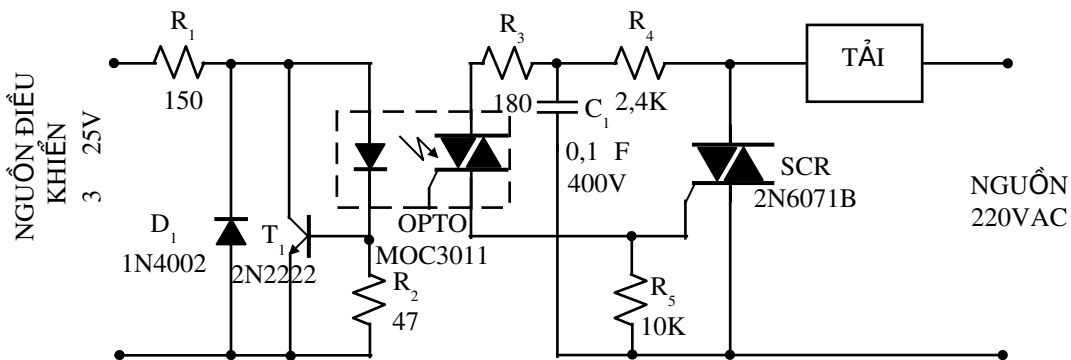
Mạch điện được sử dụng điều khiển từ xa, truyền tín hiệu trong khoảng vài chục mét, mở cửa hay trong các hệ thống an toàn. Sóng mang có tần số từ 30 đến 60KHz.

Mạch dùng bộ ghép quang điều khiển đèn

Khi ngõ ra của vi mạch cao (gần 5V) đèn led của bộ ghép quang 4N25 tắt, quang transistor ngưng dẫn, dòng điện từ nguồn 24V qua R_2 và diod và cực Nền T_1 , làm T_1 dẫn kéo theo T_2 dẫn và đèn sáng. Khi ngõ ra của vi mạch thấp (gần 0V) đèn Led sáng làm Phototransistor dẫn không cho dòng từ nguồn 24V vào T_1 nên T_1 ngưng kéo theo T_2 ngưng và đèn tắt.



Mạch dùng bộ ghép quang điều khiển tải ở mạng điện xoay chiều



Trong mạch ta dùng bộ ghép quang Triac để điều khiển Triac lớn 2N6071B cung cấp công suất cho tải hoạt động ở mạng điện xoay chiều. Về

phía điều khiển transistor 2N2222 bảo vệ không cho dòng quá lớn qua Led của bộ ghép quang. Khi dòng qua Led lớn do điện thế điều khiển lớn thì áp ở ngõ Nền của Transistor T_1 cũng lớn làm Transistor dẫn chia sẻ bớt dòng điện với Led.

CÂU HỎI ÔN TẬP