

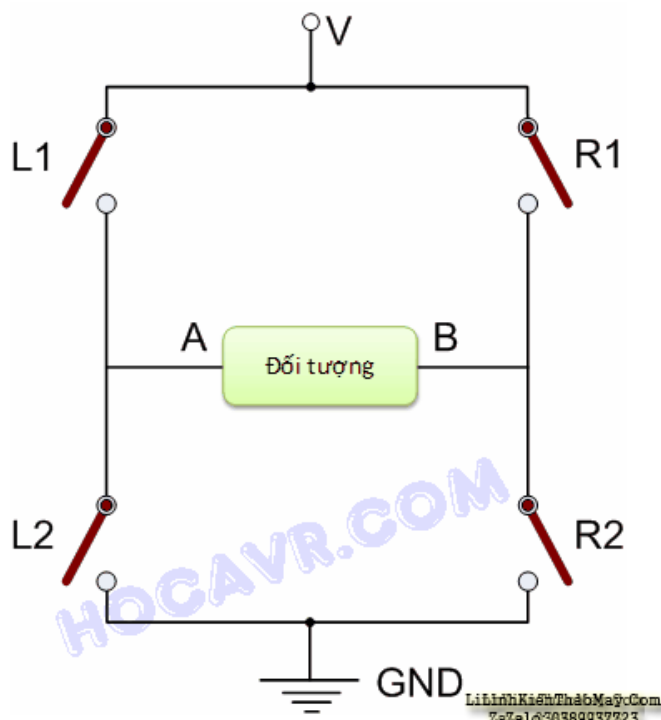
Mạch cầu H là một trong những mạch công suất hết sức cơ bản và có nhiều ứng dụng trong việc điều khiển động cơ DC cũng như động cơ bước 2 cặp cực. Thực chất có rất nhiều kiểu cầu H khác nhau dùng cho các đối tượng khác nhau. Sự khác nhau của chúng nằm ở khả năng điều khiển của cầu H. Dòng, áp điều khiển lớn hay nhỏ, có điều tốc hay không, tần số xung PWM ảnh hưởng lớn tới việc chọn linh kiện làm cầu H. Trong bài này mình chỉ tập trung hướng dẫn và giải thích một mạch cầu H với ứng dụng cụ thể là điều khiển động cơ DC có đảo chiều và điều tốc, với dòng điều khiển tương đối lớn trong khoảng tầm 10A. Bài này sẽ giúp các bạn hiểu rõ các yêu cầu kỹ thuật của các linh kiện trong mạch, cũng như khả năng đáp ứng của mạch điện.

1. Giới thiệu chung

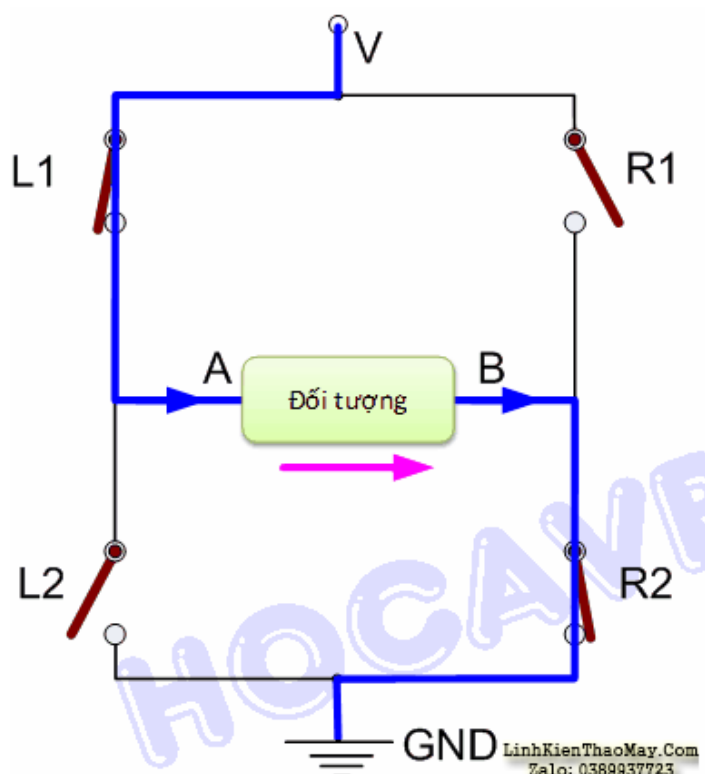
Đầu tiên cũng nói qua về cầu H là gì? .Mình trích lại một đoạn trên trang hocavr.com thôi, chi tiết các bạn vào xem thêm nhé. Họ giải thích cơ bản về mạch cầu H là gì, nguyên lý hoạt động, mạch bảo vệ ...
<http://www.hocavr.com/index.php/vi/hardware/hbridge>

Giả

sử bạn có một động cơ DC có 2 đầu A và B, nối 2 đầu dây này với một nguồn điện DC (ắc quy điện - battery). Ai cũng biết rằng nếu nối A với cực (+), B với cực (-) mà động cơ chạy theo chiều thuận (kim đồng hồ) thì khi đảo cực đầu dây (A với (-), B với (+)) thì động cơ sẽ đảo chiều quay. Tất nhiên khi bạn là một "control guy" thì bạn không hề muốn làm công việc "động tay động chân" này (đảo chiều đầu dây), bạn ắt sẽ nghĩ đến một mạch điện có khả năng tự động thực hiện việc đảo chiều này, mạch cầu H (H-Bridge Circuit) sẽ giúp bạn. Như thế, mạch cầu H chỉ là một mạch điện giúp đảo chiều dòng điện qua một đối tượng. Tuy nhiên, rồi bạn sẽ thấy, mạch cầu H không chỉ có một tác dụng "tầm thường" như thế. Nhưng tại sao lại gọi là mạch cầu H, đơn giản là vì mạch này có hình chữ cái H. Xem minh họa hình dưới.



Trong hình 1, hãy xem 2 đầu V và GND là 2 đầu (+) và (-) của ắc qui, “đối tượng” là động cơ DC mà mình cần điều khiển, “đối tượng” này có 2 đầu A và B, mục đích điều khiển là cho phép dòng điện qua “đối tượng” theo chiều A đến B hoặc B đến A. linh kiện chính tạo nên mạch cầu H của mình chính là 4 “khóa” L1, L2, R1 và R2 (L: Left, R:Right). Ở điều kiện bình thường 4 khóa này “mở”, mạch cầu H không hoạt động. Tiếp theo chúng ta sẽ khảo sát hoạt động của mạch cầu H thông qua các hình minh bạna 2.



Giả sử bằng cách nào đó (cách nào đó chính là nhiệm vụ của người thiết kế mạch) mà 2 khóa L1 và R2 được “đóng lại” (L2 và R1 vẫn mở), bạn dễ dàng hình dung có một dòng điện chạy từ V qua khóa L1 đến đầu A và xuyên qua đối tượng đến đầu B của nó trước khi qua khóa R2 và về GND (như hình 2a). Như thế, với giả sử này sẽ có dòng điện chạy qua đối tượng theo chiều từ A đến B. Bây giờ hãy giả sử khác đi rằng R1 và L2 đóng trong khi L1 và R2 mở, dòng điện lại xuất hiện và lần này nó sẽ chạy qua đối tượng theo chiều từ B đến A như trong hình 2b (V->R1->B->A->L2->GND). Vậy là đã rõ, mình có thể dùng mạch cầu H để đảo chiều dòng điện qua một “đối tượng” (hay cụ thể, đảo chiều quay động cơ) bằng “một cách nào đó”.

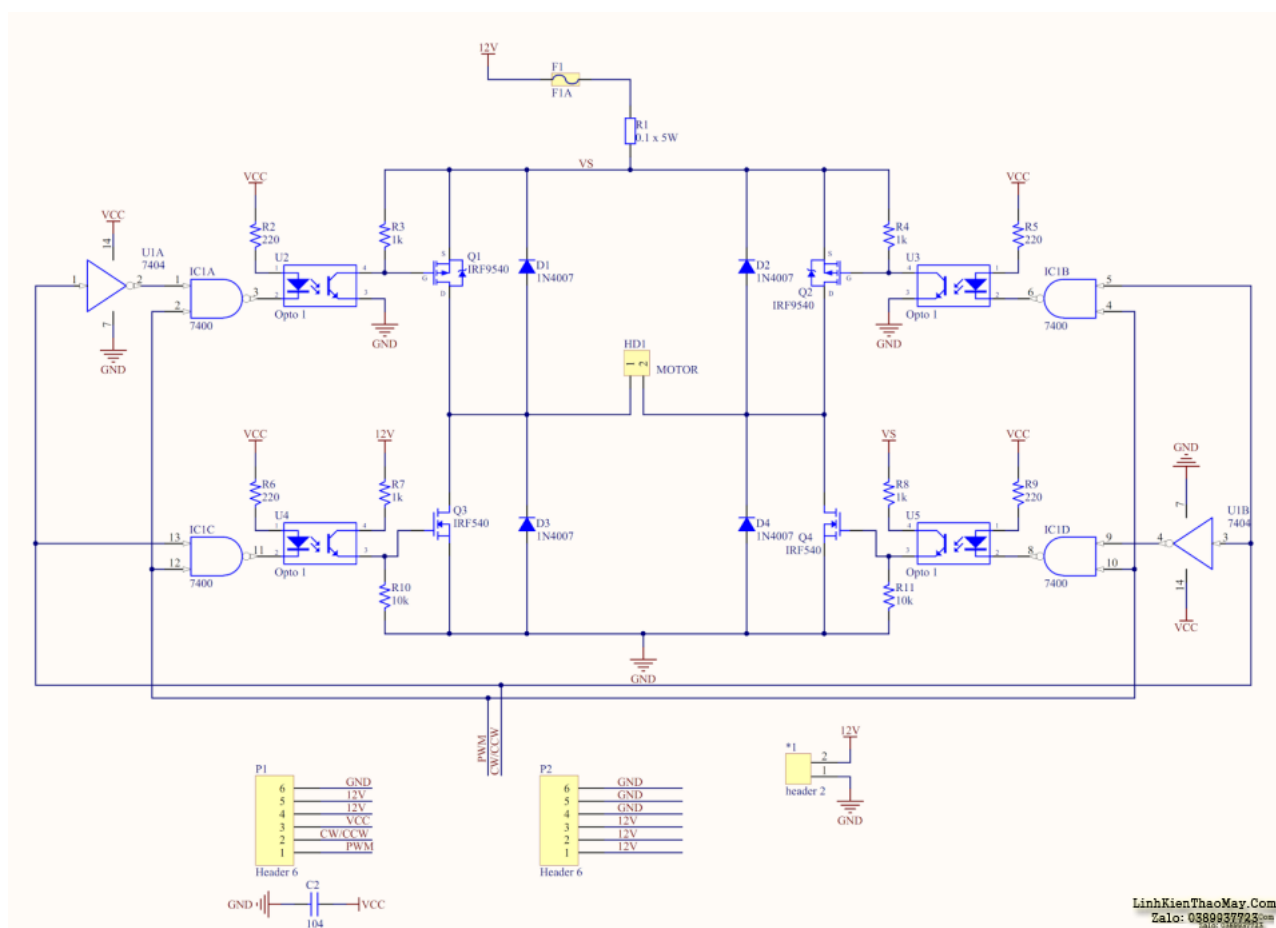
Chuyện gì sẽ xảy ra nếu ai đó đóng đồng thời 2 khóa ở cùng một bên (L1 và L2 hoặc R1 và R2) hoặc thậm chí đóng cả 4 khóa? Rất dễ tìm câu trả lời, đó là hiện tượng “chập” (short circuit), V và GND gần như nối trực tiếp với nhau và hiển nhiên ắc quy sẽ bị hư hoặc nguy hiểm hơn là cháy nổ mạch xảy ra. Cách đóng các khóa như thế này là điều “đại kỵ” đối với mạch cầu H. Để tránh việc này xảy ra, người ta thường dùng thêm các mạch logic để kích cầu H, mình sẽ biết rõ hơn về mạch logic này trong các phần sau.

Giả thuyết cuối cùng là 2 trường hợp các khóa ở phần dưới hoặc phần trên cùng đóng (ví dụ L1 và R1 cùng đóng, L2 và R2 cùng mở). Với trường hợp này, cả 2 đầu A, B của “đối tượng” cùng nối với một mức điện áp và sẽ không có dòng điện nào chạy qua, mạch cầu H không hoạt động. Đây có thể coi là một cách “thắng” động cơ (nhưng không phải lúc nào cũng có tác dụng). Nói chung, mình nên tránh trường hợp này xảy ra, nếu muốn mạch cầu không hoạt động thì nên mở tất cả các khóa thay vì dùng

Sau khi đã

cơ bản nắm được nguyên lý hoạt động của mạch cầu H, phần tiếp theo mình sẽ khảo sát cách thiết kế mạch này bằng các loại linh kiện cụ thể. Như mình đã trình bày trong phần trước, linh kiện chính của mạch cầu H chính là các “khóa”, việc chọn linh kiện để làm các khóa này phụ thuộc vào mục đích sử dụng mạch cầu, loại đối tượng cần điều khiển, công suất tiêu thụ của đối tượng và cả hiểu biết, điều kiện của người thiết kế. Nhìn chung, các khóa của mạch cầu H thường được chế tạo bằng rơ le (relay), BJT (Bipolar Junction Transistor) hay MOSFET (Metal Oxide Semiconductor Field-Effect Transistor). Phần thiết kế mạch cầu H vì vậy sẽ tập trung vào 3 loại linh kiện này. Trong mỗi cách thiết kế, mình sẽ giải thích ngắn gọn nguyên lý cấu tạo và hoạt động của từng loại linh kiện để bạn đọc dễ nắm bắt hơn.

2. Mạch cầu H dùng MOSFET



Đây

là một mạch cầu H mẫu dùng mosfet. Việc thiết kế tốt sẽ giúp mạch cầu H hoạt động ổn định, không nóng, điều khiển được công suất lớn và an toàn cho các mạch điều khiển phía sau. Đây là một mạch cầu H không quá phức tạp nhưng khả năng làm việc của nó không hề kém chút nào. Dưới đây mình sẽ giải thích chi tiết tại sao lại thiết kế mạch như vậy. Dựa vào những hiểu biết này hy vọng sẽ giúp ích cho các bạn lựa chọn linh kiện phù hợp và thiết kế các loại mạch công suất khác.

Đầu

tiên các bạn cần phải đưa ra các thông số kỹ thuật khi thiết kế một mạch cầu

Tài liệu này được tải từ website: <http://linhkienthaomay.com>. Zalo hỗ trợ: 0389937723

H. Các thông số đó bao gồm:

- Điện áp cấp cho động cơ
- Dòng điện tối đa qua động cơ
- Tần số PWM băm xung

Dưới

đây mình sẽ phân tích từng chế độ làm việc và các giai đoạn làm việc của cầu H.

2.1.

Thông số kỹ thuật các linh kiện

Trước khi bắt đầu chúng

ta cần biết các thông số kỹ thuật cần quan tâm của các linh kiện sử dụng trong mạch.

- MOSFET kênh N và kênh P
 - o R_{ds}
: trở nội bão hòa – điện trở bé nhất giữa 2 đầu D-S
 - o U_{ds}
: Điện áp tối đa giữa 2 đầu D-S mà mosfet có thể chịu được (càng cao càng tốt)
 - o I_d
: Dòng điện tối đa mà mosfet chịu được (càng cao càng tốt)
 - o Tần
số hoạt động tối đa (phụ thuộc vào tụ ký sinh giữa các cặp cực)
 - o Đồ
thị dòng I_d theo U_{gs} (để cấp đủ áp mở mosfet)
- Opto
 - o Tần
số hoạt động tối đa (càng cao càng tốt)
- Diode
 - o Tần
số hoạt động tối đa
 - o Điện
áp đánh thủng
- Tụ điện (tụ không phân cực)
 - o Dung
kháng của tụ

2.2.

Chế độ đóng cắt

Trước hết mình phân tích từ chế độ làm việc cơ bản nhất của cầu H đó là đóng cắt, điều khiển chiều quay. Như ở hình trên là một cầu H đang ở chế độ đóng cắt, các khóa điện tử (mosfet) L1 và R2 luôn đóng, R1 là L2 mở.

Dòng điện đi từ V $\rightarrow$ L1 $\rightarrow$ Động cơ $\rightarrow$ R2 $\rightarrow$ GND. Vấn đề sẽ chẳng có gì nếu động cơ chạy ở chế độ không tải. Khi đó dòng điện qua động cơ khá nhỏ. Ở đây mình sẽ nói qua về bản chất dòng điện chạy qua động cơ. Nhiều bạn thường lầm tưởng cứ động cơ to thì dòng điện qua động cơ lúc nào cũng lớn. Điều này hoàn toàn sai lầm. Khi tính toán dòng điện động cơ mình phải quan tâm trước nhất là công suất tiêu thụ của động cơ. Khi chạy không tải, toàn bộ công suất cấp cho động cơ chỉ để nó đạt được động năng quay cho trục động cơ thôi. Số vòng dây và kích thước dây quấn trong động cơ sẽ quyết định động năng quay của động cơ lớn hay nhỏ. Do đó nên mỗi động cơ sẽ có dòng không tải đặc trưng riêng.

Trở lại vấn đề trên khi động cơ hoạt động như hình trên, để đơn giản, mình có thể coi động cơ như một điện trở, L1 và R2 ở chế độ bão hòa có điện trở R_{ds} và mình sẽ có 3 điện trở mắc nối tiếp nhau, linh kiện nào có điện trở càng lớn tức là công suất của linh kiện đó càng lớn. Đối với mosfet thì công suất càng lớn thì càng nóng. Và theo kinh nghiệm của mình thì không nên để mosfet quá công suất 1W (không tản nhiệt) hoặc 2W (có tản nhiệt). Nhiệt độ khiến mosfet rất dễ hư. Tùy vào giá mà các bạn có thể chọn các loại Mosfet có nội trở R_{ds} khác nhau. Dĩ nhiên là R_{ds} càng bé càng tốt, nhưng nên chọn sao cho nội trở của mosfet kênh P và N gần như nhau. Như mạch cầu H ở trên mình dùng IRF4905 và IRF3205 thì $R_{ds} = 0.02$ và 0.008

2.3.

Giai đoạn quá độ

Là giai đoạn khi động cơ đang ở trạng thái dừng, giả sử đóng L1 và R2. Khi đó trong khoảng thời gian rất ngắn ban đầu khi động cơ còn chưa kịp quay. Khi đó động cơ gần như chập vì động cơ không quay nên cảm kháng của động cơ bằng 0. Vì thế một dòng điện rất lớn đi chỉ đi qua 2 điện trở R_{ds} của 2 mosfet. Đến đây mình mới cần quan tâm tới dòng I_{max} của mosfet. Chúng ta phải thiết kế sao cho: $U_{nguồn} / (R_{ds} \text{ kênh N} + R_{ds} \text{ kênh P}) < I_{max}$ nếu không mosfet rất dễ cháy khi mở cầu H. Một lần nữa, nếu chọn mosfet có R_{ds} quá bé cũng sẽ gặp bất lợi, mình có thể khắc phục bằng cách mắc thêm trở công suất R1 có điện trở phù hợp (như mạch nguyên lý) hoặc chọn fet có R_{ds} cao hơn nhưng vẫn phải tham khảo mục 2.2

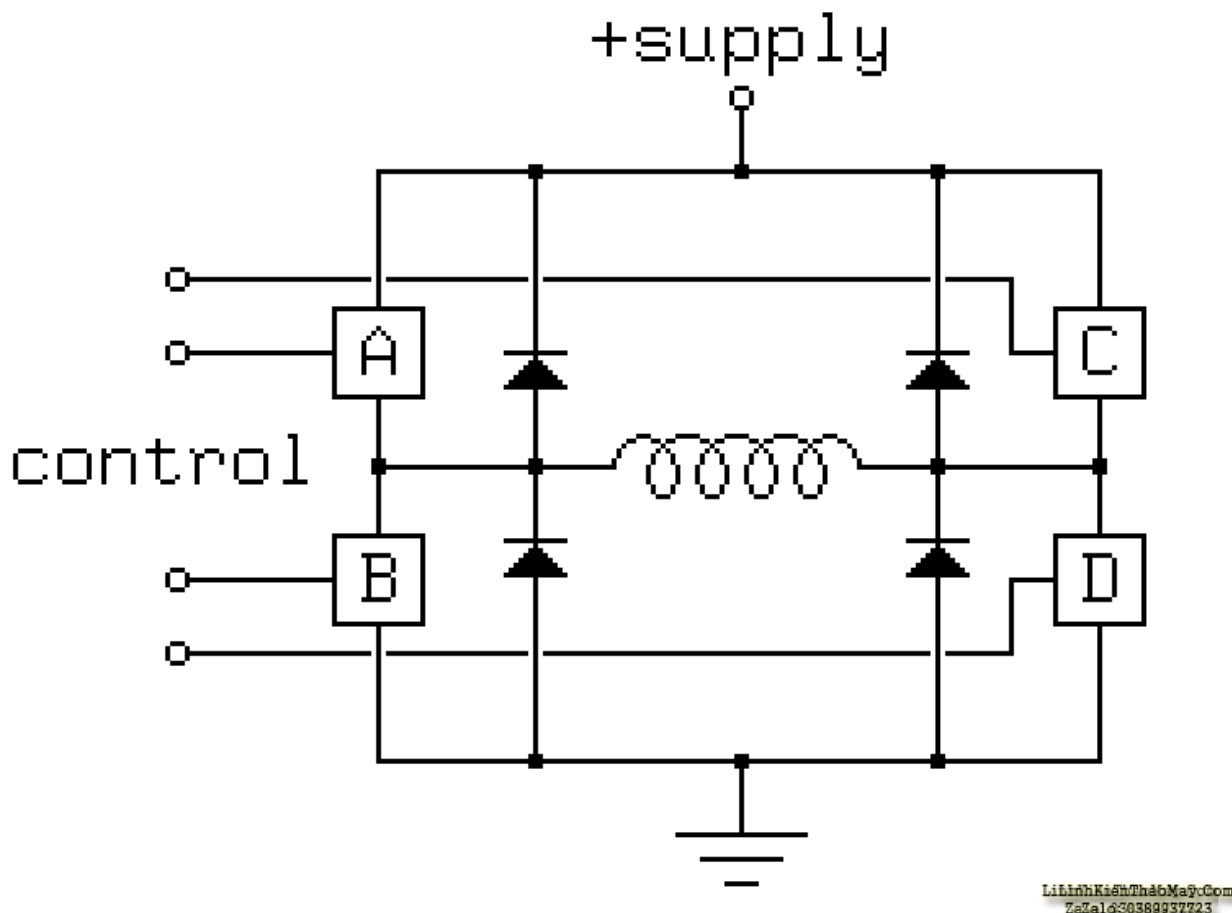
2.4.

Chống áp ngược từ động cơ

Đầu tiên là tại sao lại có áp ngược từ động cơ. Vấn đề lại nằm ở chế độ quá độ của động cơ nhưng ở đây là giai đoạn từ khi động cơ đang được cấp điện chuyển sang không được cấp điện. Khi đó dòng điện trong động cơ giảm đột ngột, khiến cho điện áp 2 đầu động cơ tăng đột biến theo

Tài liệu này được tải từ website: <http://linhkienthaomay.com>. Zalo hỗ trợ: 0389937723

chiều ngược lại chiều nguồn cấp. Nó khiến điện thế giữa 2 đầu các mosfet tăng cao, nếu vượt quá $U_{ds\ max}$ của Mosfet thì sẽ dẫn đến hư mosfet. Để giải quyết vấn đề này mình có thể lắp thêm diode hoặc tụ điện.



Việc sử dụng tụ điện tương đối phức tạp do khi chuyển đóng công tắc, dòng điện sẽ xả thẳng từ nguồn vào tụ do khi đó động cơ chưa thiết lập hiệu điện thế lên nó. Dòng xả này rất lớn hoàn toàn có thể làm hư mosfet. Sử dụng diode sẽ đơn giản hơn nhưng diode phải đảm bảo có khả năng đóng cắt nhanh hơn tốc độ đóng cắt của khóa điện tử. Ở đây mình dùng diode Shockley.

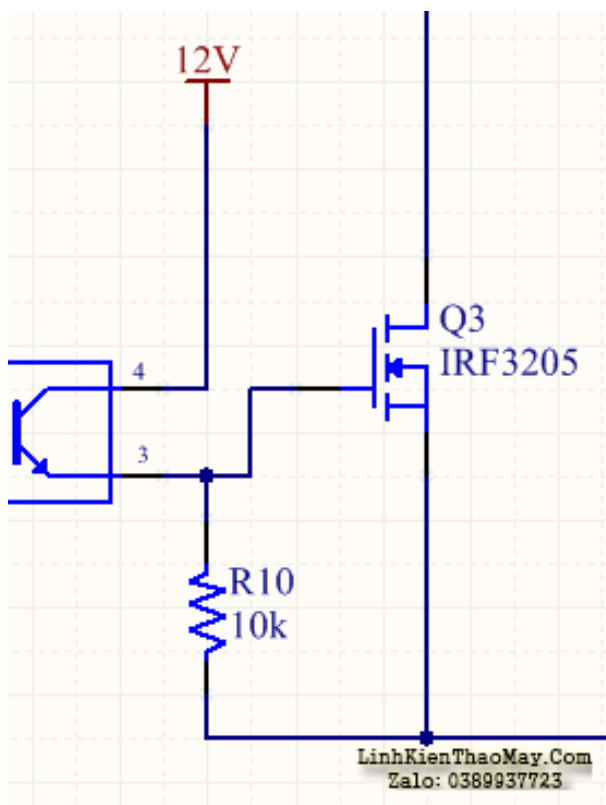
Đặc điểm của diode shockley là điện áp rơi trên diode thấp khoảng 0.3V tùy loại, tần số hoạt động cao khoảng một vài Mhz, cao hơn hẳn tần số đóng cắt của Mosfet (tần số hoạt động của mosfet cũng rất cao tuy nhiên khi điều khiển qua mạch logic và cách ly quang thì tần số đóng cắt bị giảm đi một phần). Tuy nhiên nhược điểm của diode loại này là điện áp đánh thủng thấp nên cần đặc biệt chú ý khi chọn linh kiện, ít nhất điện áp đánh thủng phải lớn hơn 2 lần điện áp nguồn cấp động cơ.

2.5.

Chế độ PWM

Để có thể điều chỉnh tốc độ động cơ thì chúng ta phải dùng đến PWM hay gọi là băm xung. Nhưng cũng chính điều này gây ra rất nhiều vấn đề khác so với khi cầu H chỉ hoạt động đóng cắt, đảo chiều thông thường. Khi mosfet được điều khiển bằng tín hiệu PWM, có nghĩa là mosfet sẽ liên tục ở chế độ đóng, cắt. Tình trạng áp ngược sẽ xảy ra liên tục, mình đã giải quyết ở

trên, ở đây mình sẽ gặp phải vấn đề còn lại với mosfet khi nó đang ở chế độ chuyển mức logic (đóng -> Ngắt và ngược lại). Tại đây mosfet làm việc ở chế độ khuếch đại ,có nghĩa là nội trở của nó tăng cao. Thời gian xảy ra khuếch đại rất ngắn nhưng cũng ảnh hưởng 1 phần đến sự nóng lên của mosfet. mình không nên để trễ chuyển mức của mosfet quá cao (sẽ làm nóng mosfet) nhưng cũng không được để quá nhỏ vì tốc độ đóng cắt quá nhanh sẽ khiến áp ngược tăng rất cao khi ngắt mosfet và dòng cũng tăng nhanh khi mở mosfet. Như trong hình thì cần tính toán điện trở R10 (trở khi xả cho mosfet ngắt) phù hợp.



Ngoài ra để hạn chế các vấn đề do PWM gây ra, nên để tần số PWM nhỏ nhất có thể.

2.6.

Mạch bảo vệ

Tại sao lại cần có mạch bảo vệ ?

Mạch bảo vệ làm nhiệm vụ ngăn tín hiệu điều khiển ra khỏi mạch công suất, mạch logic trong mạch bảo vệ để tránh trường hợp chập do các mosfet ở cùng phía cùng mở (ví dụ L1 và L2 như hình trên).

Việc không cho tín hiệu điều khiển L1 L2 không mở cùng lúc (thực hiện trong code vdk chẳng hạn) là chưa đủ để đảm bảo an toàn. Mức logic hoàn toàn có thể bị sai khác trong các trường hợp như treo CPU , cấp nguồn nhưng VĐK chưa reset hoặc không tự reset được ... Mạch logic dùng các linh kiện rời đáng tin cậy hơn nhiều.

Việc sử dụng IC cách ly mạch công suất và mạch điều khiển là hết sức quan trọng . Trường hợp hư nhất là khi khóa điện tử hư, điện áp từ nguồn sẽ đi thẳng qua khóa về mạch điều khiển và rất dễ gây hư hóc.

Cũng cần chú ý khi thiết kế mạch bảo vệ phải

Tài liệu này được tải từ website: <http://linhkienthaomay.com>. Zalo hỗ trợ: 0389937723

có tần số hoạt động đủ lớn để giảm trễ chuyển mức logic cho Khóa điện tử.

Các

bạn có thể download mạch tham khảo ở đây. Đây là mạch cầu H thiết kế cho nguồn 8V - 6A max, tần số PWM 1Khz, chú ý là khi dùng với điện áp khác thì phải phân áp lại cho trở kích mosfet : Mạch nguyên lý cầu H



Các bài viết tương tự:

- [am ly 8 sò - cần giúp đỡ,,chết 1 con công suất ngược 5200 của 1 vẽ tháo luôn 4 con ra khỏi vẽ đo áp b+ tốt thay công suất vào bật nguồn 2 công suất nóng ngay\(sc 5200\) câu chì đứt tụ 1 vẽ nguôn 1 con cũng ăm,,kiểm tra trở tốt các tầng khuyeechs đại tốt\)khi tháo 4 công suất 1 vẽ ra bật nguồn rơ le đóng mở liên tục](#)
- [âm ly 8 sò \(4 sò 1 vẽ\)tối hôm trước hát bình thường kéo dài vài tiếng ok,,sáng hôm sau trời ăm khách bật máy ko có nghe dc j,,,khách say cứ để vài phút,,,lúc sau em lên kiểm tra BA om nóng,,,rơ le ko đóng, fuse ko nổ cho\) - em sửa con này tính ra dc 1 tháng,,nhà ông này hay hát hò karaoke,,,lần trước cũng chết công suất đứt fuse,,rơ le ko đóng,,,thay cũng đúng loại câu chì ampe và công suất,,,lần đó cũng hát bình thường hôm sau trời ăm là chết công suất nổ fuse](#)
- [cần giúp đỡ âm ly 8 sò 2 ngày vẫn chưa tìm ra bệnh_áp đối xứng +-17vol qua 2 ỏn áp 7912 7812 cấp cho rơ le mạch music master mic,,+-52 cho công suất - ban đầu hỏng công suất chết câu chì,,thay thể và kiểm tra các điện áp chân b công suất =nhau 52 vol,các tầng khuyeh đại thúc, đệm, trở tụ tốt,\(bo nguôn ,ỏn áp và công suất đi liên\),,,tháo đường 52 vol thì rơ le lại đóng cấp vào lại ko đóng ,bỏ 1 câu chì 1 vẽ lại đóng\(vẽ đã bị nổ câu chì lúc đầu\),,,,kiểm tra ko thấy bị sao? 2 trở cân bằng về rơ le bảo vệ loa em đo 1 đường về 52vol còn 1 đường vài mili vol,,,ko hiểu là sao lại chênh lệch thế,,,](#)
- [chao cac ban. - dan am thanh KENWOOD rat mong cac ban gop y giúp mình chuyen la the nay minh moi nhan dc cua khach nho sua chua cho dan am thanh kenwood chay radio va doc dia CD nhungmay khach mang toi trong tinh trang chap phan cong suat .DIA va RADIO van hoat dong binh thuong nhung bi chap CONG SUAT nen kep loa vao dinh u neu de lau loa se bi chay .hien gio minh van chua dam lam gi ca moikiem tra so bo thi thay chay con STK4150 minh nhin ma da thay chui roi vi hang xach tay ma lai thay con STK4150 minh chua thay gap con nay bao gio vi vay nho cac ban gop y va giúp mình xem tren thi truong co con nay khong vay?tro gioi lieu co ko cac ban nhi?ban nao da tung lam qua ban nay xin giúp do mình mot tay.thank cac ban nhieu.](#)
- [chào các thành viên mình mới làm thêm máy giặt tủ lạnh - mới nhận con máy giặt AW-E920Lv cọn chế độ giặt và cấp nước\(ko vật và xả\)thì máy giặt xong tự tắt máy được,,còn nếu chọn giặt có vắt có xả máy giặt xong các quá trình thì ko tự tắt được chỉ hiện về 0 phút nhưng ko tắt\(tắt là tắt nguôn \)](#)



- Tài liệu này được tải từ website: <http://linhkienthaomay.com>. Zalo hỗ trợ: 0389937723