

CHƯƠNG 4: TRANSISTOR HAI MỐI NỐI (TRANSISTOR BJT)

Giới thiệu

Trong chương này giới thiệu khái niệm, các thành phần cơ bản của Transistor hai mối nối (Transistor BJT), công dụng của Transistor hai mối nối (Transistor BJT).

Mục tiêu:

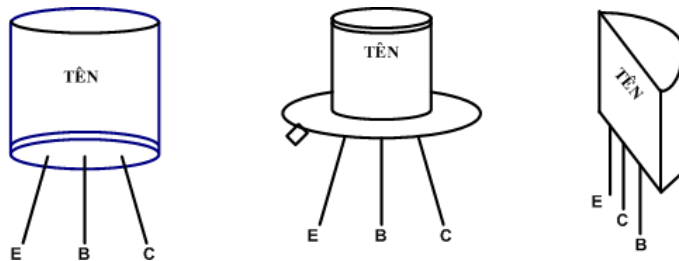
Sau khi học xong bài này Sinh viên phải:

- Sinh viên đọc được các thông số ghi trên Transistor hai mối nối, cách chọn sử dụng Transistor hai mối nối.
- Trình bày được cấu tạo của các loại Transistor hai mối nối, phân loại được các loại Transistor hai mối nối, công dụng của từng loại Transistor hai mối nối.
- Hiểu, phân tích được các mạch điện ứng dụng Transistor hai mối nối trên ô tô.

Nội dung chính:

4.1. Đặc điểm, ký hiệu Transistor hai mối nối:

Transistor là từ ghép của hai từ Transfer – resistor được dịch là “điện chuyển” nhưng không thông dụng.

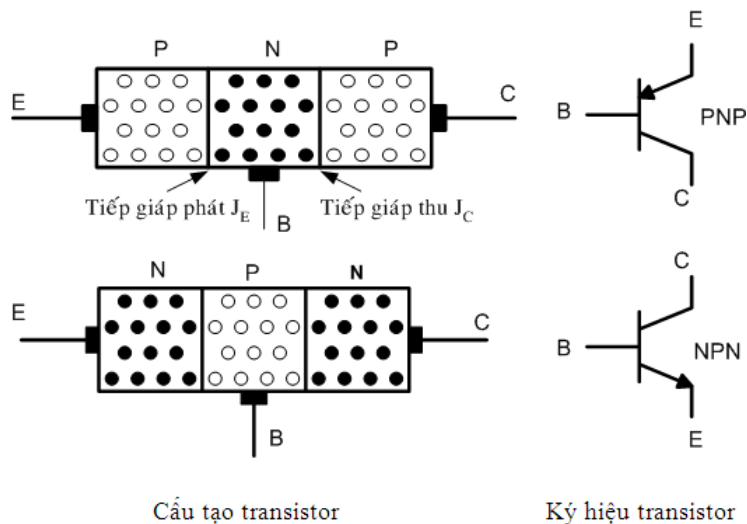


Hình 4.1: Hình dạng bề ngoài transistor.

Transistor là linh kiện bán dẫn có cấu tạo gồm ba lớp bán dẫn loại P và N xen kẽ nhau, tùy theo trình tự sắp xếp các lớp P và N mà ta có hai loại transistor PNP và NPN như hình 5-1. Các lớp bán dẫn được đựng trong vỏ kín bằng Plastic hoặc kim loại, chỉ có ba sợi kim loại dẫn ra ngoài gọi là 3 cực của transistor.

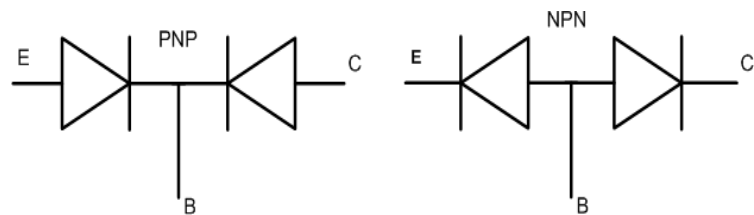
Lớp bán dẫn thứ nhất của transistor có nồng độ tạp chất lớn nhất, điện cực nối với lớp bán dẫn này gọi là cực phát E (Emitter). Lớp bán dẫn thứ hai (lớp giữa) có nồng độ tạp chất nhỏ nhất, độ dày của nó cỡ μm , điện cực nối với lớp bán dẫn này gọi là cực nền B (Base). Lớp bán dẫn còn lại có nồng độ tạp chất trung bình và điện cực tương ứng là cực thu C (collector).

Tiếp giáp P-N giữa cực E và cực B gọi là tiếp giáp thu (J_E), tiếp giáp P-N giữa cực B và C là tiếp giáp thu (J_C). Về ký hiệu transistor cần chú ý mũi tên đặt ở giữa cực E và B có chiều từ bán dẫn P sang bán dẫn N. Cực E và C tuy có cùng chất bán dẫn nhưng do kích thước và nồng độ tạp chất khác nhau nên không thể hoán đổi cho nhau. Về mặt cấu trúc có thể coi transistor như hai diode mắc ngược nhau như hình 4.3.



Hình 4.2: Cấu tạo và ký hiệu của transistor.

Điều này không có nghĩa là cứ mắc hai diode như hình 5-2 là có thể tạo thành một transistor . Bởi vì khi đó không có tác dụng tương hỗ lẫn nhau giữa hai lớp bán dẫn P-N. Hiệu ứng transistor chỉ xảy ra khi khoảng cách giữa hai lớp bán dẫn nhỏ hơn nhiều so với độ dài khuếch tán của hạt dẫn).



Hình 4.3: Sơ đồ tương đương của transistor.

4.2. Nguyên lý hoạt động của Transistor hai mối nối

Dưới đây trình bày sơ đồ nguyên lý làm việc của transistor NPN:

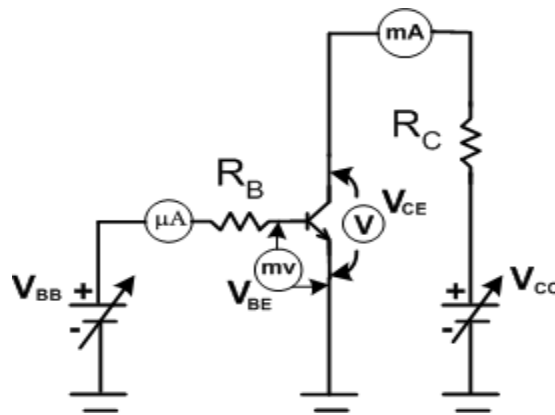
Khi chưa có dòng kích (điện áp dương) vào chân B của transistor→transistor sẽ ở trạng thái ngắt→lúc này coi như chân C và chân E của transistor không nối với nhau. Tải R_C sẽ không có điện chạy qua.

Khi có dòng kích (điện áp dương) vào chân B của transistor → transistor sẽ ở

trạng thái dẫn $\rightarrow$ lúc này coi như chân C và chân E của transistor nối với nhau. Tải R_C sẽ có điện chạy qua.

Ta cần phân biệt 2 dòng, dòng thứ nhất là dòng kích dẫn transistor: (+) nguồn $V_{BB} \rightarrow R_B \rightarrow$ cực B của transistor $\rightarrow$ cực E của transistor $\rightarrow$ âm nguồn V_{BB} .

Dòng thứ 2 là dòng qua tải (dòng này sẽ lớn hơn dòng kích): (+) nguồn $V_{CC} \rightarrow R_C \rightarrow$ cực C transistor $\rightarrow$ cực E transistor $\rightarrow$ âm nguồn V_{CC} .



Hình 4.4: Sơ đồ nguyên lý hoạt động của transistor NPN.

Dưới đây trình bày sơ đồ nguyên lý làm việc của transistor PNP: Nguyên lý hoạt động của transistor PNP thì ngược lại nguyên lý hoạt động của transistor NPN.

Khi chưa có dòng kích (điện áp âm) vào chân B của transistor $\rightarrow$ transistor sẽ ở trạng thái ngắt $\rightarrow$ lúc này coi như chân C và chân E của transistor không nối với nhau. Tải R_C sẽ không có điện chạy qua.

Khi có dòng kích (điện áp âm) vào chân B của transistor $\rightarrow$ transistor sẽ ở trạng thái dẫn $\rightarrow$ lúc này coi như chân C và chân E của transistor nối với nhau. Tải R_C sẽ có điện chạy qua.

Ta cần phân biệt 2 dòng, dòng thứ nhất là dòng kích dẫn transistor: (+) nguồn $V_{BB} \rightarrow$ cực E của transistor $\rightarrow$ cực B của transistor $\rightarrow R_B \rightarrow$ âm nguồn V_{BB} .

Dòng thứ 2 là dòng qua tải (dòng này sẽ lớn hơn dòng kích): (+) nguồn $V_{CC} \rightarrow$ cực E của transistor $\rightarrow$ cực C transistor $\rightarrow R_C \rightarrow$ âm nguồn V_{CC} .

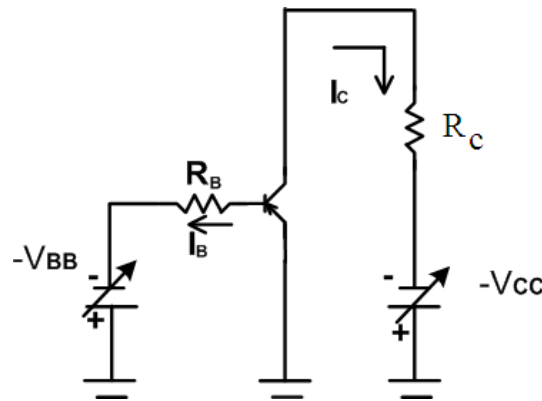
Một số điểm cần lưu ý:

Transistor NPN kích dương để hoạt động, trong khi đó transistor PNP kích âm để hoạt động.

Tải luôn luôn mắc trên cực C của transistor.

Dòng điện qua tải là dòng đi theo chiều mũi tên ký hiệu trên transistor.

Dòng điện kích dẫn cũng là dòng đi theo chiều mũi tên ký hiệu trên transistor.

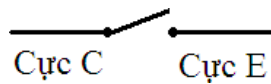


Hình 4.5: Sơ đồ nguyên lý hoạt động của transistor PNP.

4.3. Các trạng thái làm việc của Transistor hai mối nối:

4.3.1. Trạng thái ngắt:

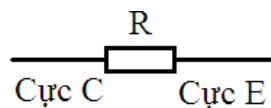
Như đã nêu trên, khi chưa có dòng kích thì transistor sẽ ngắt, chân C và E của transistor coi như hở mạch.



Hình 4.6: Trạng thái của cực C và E của transistor khi ngắt.

4.3.2. Trạng thái khuếch đại:

Khi có dòng kích, transistor sẽ chuyển qua trạng thái dẫn, vì trạng thái dẫn ban đầu chưa phải là dẫn mạnh nên bây giờ có thể coi ở giữa 2 cực C và E được nối thêm 1 điện trở.

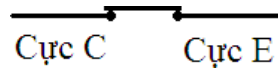


Hình 4.7: Trạng thái của cực C và E của transistor khi khuếch đại.

4.3.3. Trạng thái bão hòa:

Khi transistor qua trạng thái dẫn khuếch đại thì sẽ đạt tới trạng thái bão hoà, trạng thái bão hoà được hiểu nôm na là lúc này có rất nhiều điện tử tham gia vào dòng điện qua 2 cực C và E.

Cực C và E lúc này coi như được nối với nhau bằng 1 dây dẫn.



Hình 4.8: Trạng thái của cực C và E của transistor khi bão hoà.

Trong mạch điện ô tô nói riêng và trong các mạch điện tử nói chung người ta rất hạn chế cho transistor hoạt động ở vùng khuếch đại.

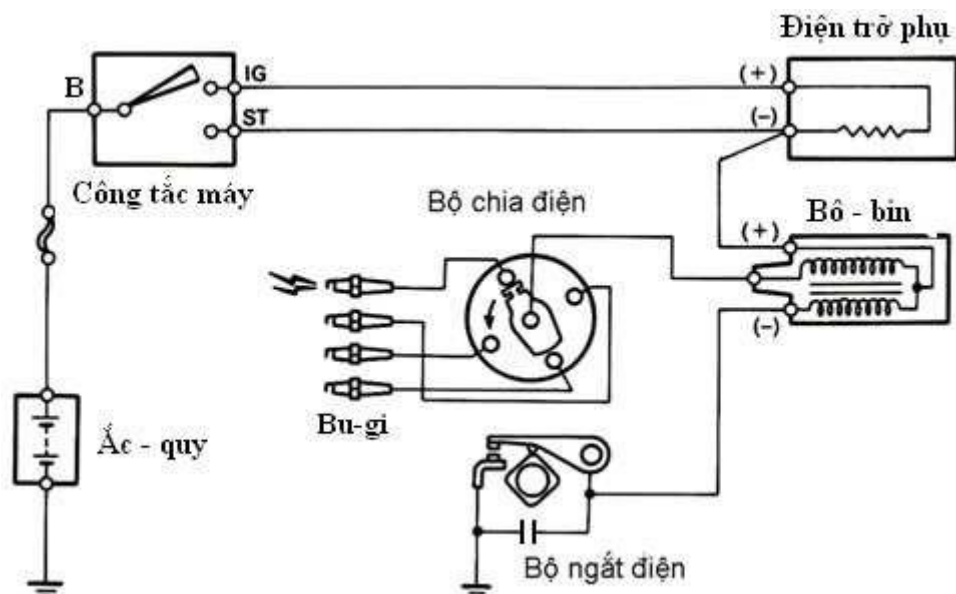
Nếu mạch có transistor chủ yếu hoạt động ở chế độ khuếch đại thì người ta sẽ có các biện pháp giải nhiệt tốt cho transistor bằng các tấm tản nhiệt.

Trên ô tô các mạch sử dụng transistor chủ yếu hoạt động ở 2 chế độ đóng và ngắt, nên người ta sẽ thiết kế sao cho transistor nhanh qua vùng khuếch đại, điều này sẽ làm cho transistor bớt nóng, làm tăng tuổi thọ của transistor. Vì chúng ta biết dòng điện chạy qua 1 điện trở thì sẽ sinh nhiệt, điện trở càng lớn thì nhiệt càng cao, thời gian chạy qua nó càng lâu thì nhiệt sinh ra càng cao.

4.4. Phân tích các mạch điện ứng dụng Transistor hai mối nối tiêu biểu trên ô tô:

4.4.1. Mạch hệ thống đánh lửa trên ô tô:

Trước khi tìm hiểu nguyên lý làm việc của các IC đánh lửa chúng ta sẽ ôn lại các kiến thức: IC đánh lửa có nhiệm vụ làm gì, hoạt động chung của IC đánh lửa trong hệ thống đánh lửa là gì.



Hình 4.9: Hệ thống đánh lửa trên ô tô.

Ta có 1 mạch điện gồm nguồn ắc – quy, công – tắc máy, điện trở phụ R, cuộn

dây của bobin (gồm cuộn dây sơ cấp, thứ cấp), và cuối cùng là 1 tiếp điểm.

Sự đóng mở của tiếp điểm phụ thuộc vào cam quay, cam này nằm trong delco (bộ chia điện), trục cam (hay trục delco) quay làm cho trục delco quay, khi cam quay làm cho tiếp điểm đóng mở.

Trường hợp 1 khi cam không đội tiếp điểm, cuộn dây của bobin sẽ có điện, dòng điện qua cuộn dây bobin như sau:

(+) ắc – quy $\rightarrow$ CTM $\rightarrow$ R $\rightarrow$ cuộn dây sơ cấp bobin $\rightarrow$ tiếp điểm $\rightarrow$ mát.

Trường hợp 2 khi cam đội tiếp điểm, làm tiếp điểm mở ra $\rightarrow$ cuộn dây của bobin sẽ bị ngắt điện, chính điều này sẽ tạo điện áp cao trên cuộn sơ cấp. Nhờ hiện tượng cảm hồ cuộn thứ cấp trong bobin lại được nhân điện áp lên cao nữa.

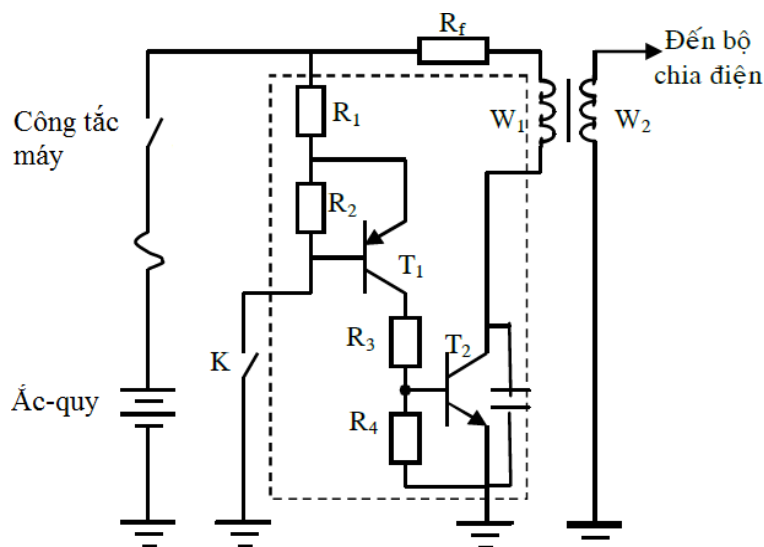
Kết quả là 1 điện áp cao được sinh ra tại bugi $\square$ đốt cháy nhiên liệu trong buồng đốt.

Vậy chúng ta thấy cơ cấu cam-vít có nhiệm vụ điều khiển dòng điện qua cuộn sơ cấp, khi vít đóng thì cuộn sơ cấp có điện, khi vít mở thì cuộn sơ cấp bị ngắt điện, đồng nghĩa với việc sinh ra điện áp cao trên cuộn sơ cấp.

Hệ thống đánh lửa sử dụng vít là loại đánh lửa sơ khai, ngày nay với sự phát triển của ngành công nghiệp bán dẫn người ta đã ứng dụng các linh kiện bán dẫn để chế tạo ra vít lửa bán dẫn, mà ta gọi với cái tên chính xác là IC đánh lửa.

Nói như vậy tức là IC đánh lửa sẽ làm thay nhiệm vụ của vít lửa, cũng là điều khiển dòng điện qua cuộn sơ cấp.

Mạch dưới đây là IC đánh lửa sử dụng 2 loại transistor NPN và PNP.



Hình 4.10: Sơ đồ hệ thống đánh lửa sử dụng transistor.

Khi khóa K đóng (CTM đóng):

T1 dẫn

Dòng kích đi từ dương ắc-quy $\rightarrow$ CTM $\rightarrow$ R₁ $\rightarrow$ cực E của T₁ $\rightarrow$ cực B của T₁ $\rightarrow$ khóa K $\rightarrow$ âm ắc-quy.

T2 dẫn

Dòng kích đi từ dương ắc-quy $\rightarrow$ R₁ $\rightarrow$ cực E của T₁ $\rightarrow$ cực C của T₁ $\rightarrow$ R₃ $\rightarrow$ cực B của T₂ $\rightarrow$ cực E của T₂ $\rightarrow$ âm ắc-quy $\rightarrow$ Có điện qua cuộn sơ cấp

Dòng điện đi qua cuộn sơ cấp từ dương ắc-quy $\rightarrow$ R_f $\rightarrow$ cuộn sơ cấp $\rightarrow$ cực C của T₂ $\rightarrow$ cực E của T₂ $\rightarrow$ âm ắc-quy.

Khi khóa K mở (CTM đóng):

T1 ngắt

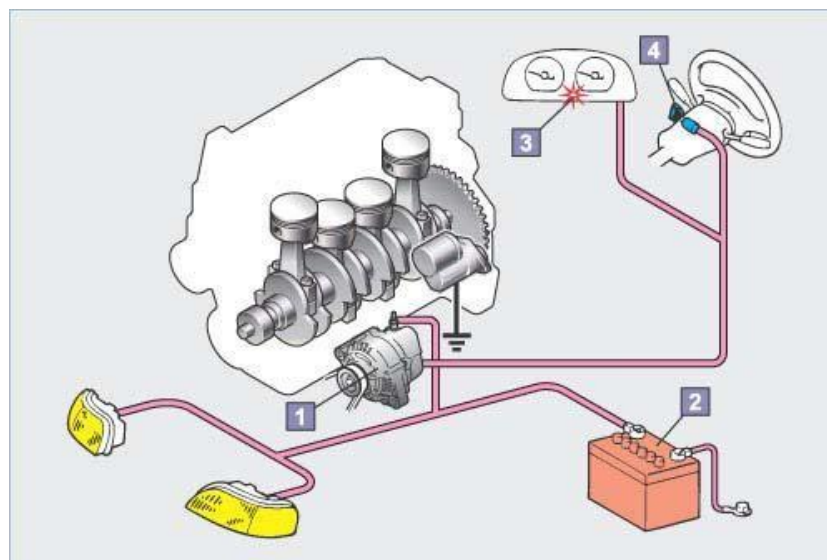
Do khoá K mở nên không có dòng kích đến cực B của T₁ T₂ ngắt

Do T₁ ngắt nên không có dòng điện qua R₃, R₄ $\rightarrow$ nên không có dòng kích T₂.

$\rightarrow$ Không có điện qua cuộn sơ cấp (do T₂ ngắt $\rightarrow$ hở mạch)

4.4.2. Mạch ổn định điện áp (tiết chế) trên ô tô: Tìm hiểu nguyên lý làm việc của Bộ tiết chế:

Trước khi tìm hiểu nguyên lý làm việc của Bộ tiết chế chúng ta sẽ ôn lại các kiến thức: Tiết chế có nhiệm vụ làm gì, hoạt động chung của tiết chế trong hệ thống nạp điện (chú ý: Hệ thống nạp điện hoàn toàn khác với hệ thống nạp hoà khí trong động cơ xăng, nạp không khí trong động cơ Diesel). Từ dưới đây hệ thống nạp điện sẽ được gọi tắt là hệ thống nạp.



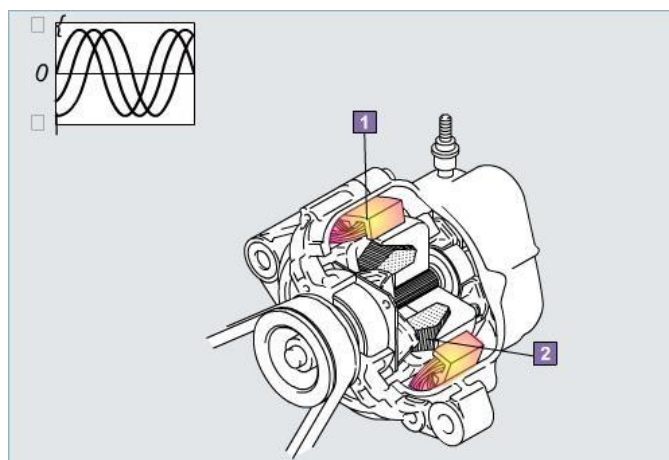
Hình 4.11: Hệ thống nạp điện.

Hệ thống nạp sản xuất ra điện năng để cung cấp nguồn điện cần thiết cho các phụ tải điện và để nạp điện cho ắc-quy khi động cơ của xe hoạt động. Ngay sau khi động cơ khởi động, dây đai dẫn động sẽ làm cho máy phát hoạt động.

Hệ thống nạp bao gồm: Máy phát điện, Ắc-quy, đèn báo nạp, công tắc máy. Hoạt động của hệ thống nạp có thể được tóm tắt như sau:

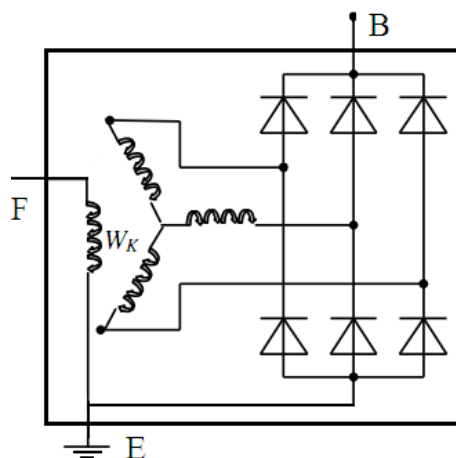
Khi động cơ hoạt động trục khuỷu quay trục khuỷu quay trục khuỷu truyền động đến các phụ tải khác trong đó có máy phát bằng dây đai. Điều này làm cho máy phát quay theo trục khuỷu.

Máy phát quay làm sinh ra điện xoay chiều 3 pha.



Hình 4.12: Máy phát điện xoay chiều 3 pha.

Cách mắc trong máy phát xoay chiều 3 pha là cách mắc hình sao mà ta đã học ở môn kỹ thuật điện:



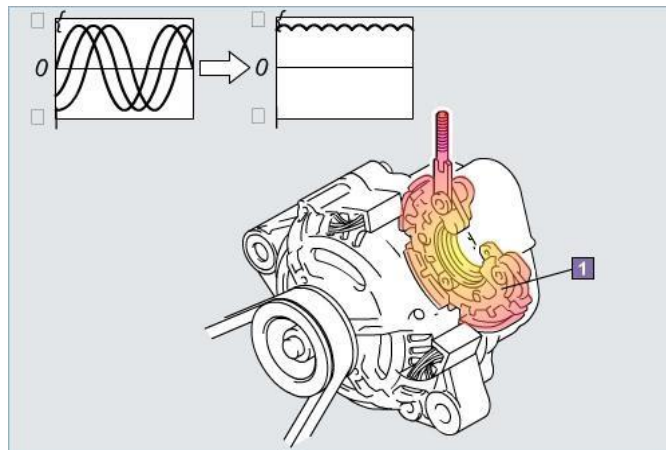
Hình 4.13: Cách đấu dây trong máy phát điện xoay chiều 3 pha.

Nguyên lý hoạt động của máy phát như sau: Khi rotor (là 1 nam châm)

quay → các cuộn dây stator sẽ sinh điện. Dòng điện này là dòng điện xoay chiều 3 pha.

Như chúng ta đã biết điện sử dụng trên ô tô là điện 1 chiều, nên ta cần có 1 thiết bị để chỉnh dòng điện xoay chiều thành điện một chiều. Chúng ta có Bộ chỉnh lưu gồm 6 đi-ốt có nhiệm vụ làm như vậy.

Chức năng chỉnh lưu: Hệ thống điện của ô tô sử dụng dòng điện một chiều. Do đó một bộ chỉnh lưu (nắn dòng; ký hiệu trong hình là số 1) sẽ thay đổi dòng điện xoay chiều do stator phát ra thành dòng điện một chiều.

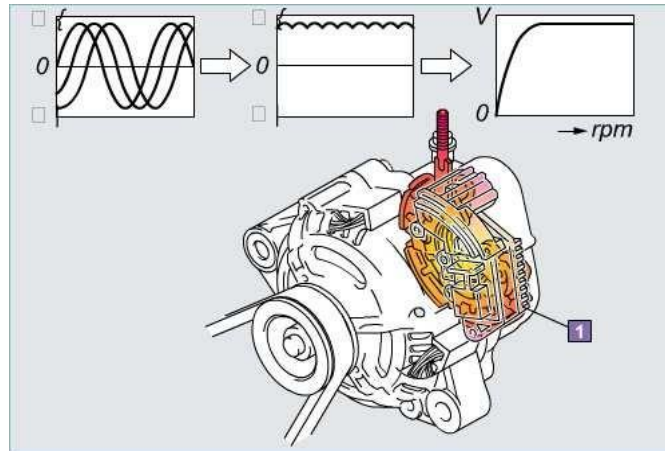


Hình 4.14: Bộ chỉnh lưu.

Chúng ta giả sử rotor là 1 nam châm vĩnh cửu (tức là độ từ tính của nam châm là cố định, chúng ta không can thiệp được). Khi động cơ quay với tốc độ thấp thì điện áp máy phát phát ra thấp, khi tốc độ động cơ cao thì điện áp máy phát phát ra cao. Như vậy, điện áp phát ra của máy phát nếu sử dụng rotor là nam châm vĩnh cửu sẽ phụ thuộc vào tốc độ động cơ.

Vì thế để điện áp máy phát không phụ thuộc tốc độ động cơ người ta đã không sử dụng 1 nam châm vĩnh cửu, thay vào đó người ta sử dụng rotor là 1 nam châm điện. Sự khác nhau cơ bản của 1 nam châm vĩnh cửu và 1 nam châm điện là nam châm điện chúng ta dễ dàng điều khiển được. Khi ta cấp điện cho cuộn dây rotor (còn được gọi là cuộn kích) thì rotor sẽ thành 1 nam châm, khi ta không cấp điện thì nó đơn giản chỉ là 1 khối kim loại.

Theo hình 4.14 để cấp điện cho cuộn dây kích từ, ta cấp dương vào chân F âm vào chân E là cuộn kích có điện → rotor thành nam châm điện.



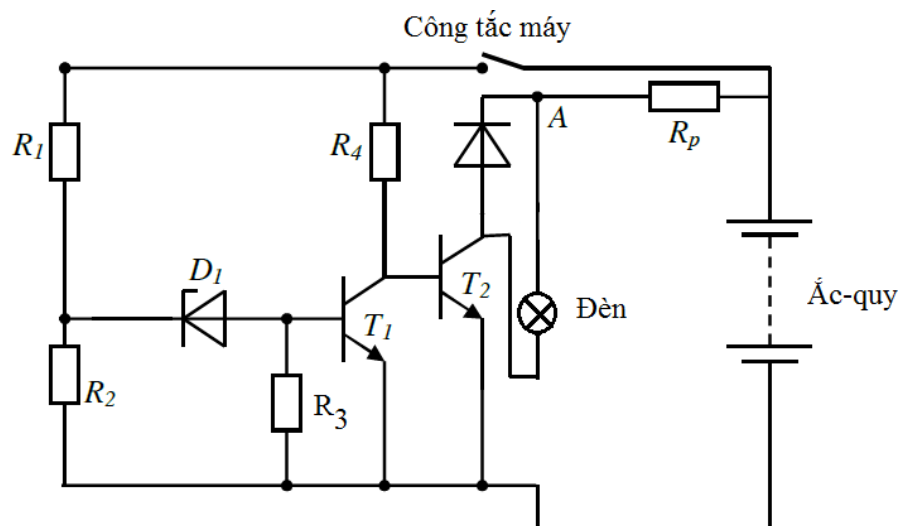
Hình 4.15: Bộ tiết chế.

Tóm lại, Bộ tiết chế hoạt động như sau: Khi động cơ quay tốc độ thấp $\rightarrow$ điện áp máy phát phát ra thấp $\rightarrow$ Bộ tiết chế sẽ cấp điện cho cuộn kích $\rightarrow$ làm cho rotor thành nam châm điện $\rightarrow$ làm cho điện áp máy phát phát ra bắt đầu lên cao.

Khi động cơ quay tốc độ cao $\rightarrow$ điện áp máy phát phát ra cao $\rightarrow$ Bộ tiết chế sẽ ngắt điện cuộn kích $\rightarrow$ làm cho rotor thành 1 khối kim loại $\rightarrow$ làm cho điện áp máy phát phát ra hạ xuống.

Chính điều này sẽ làm cho điện áp phát ra của máy phát được giữ ổn định ở 1 mức tính toán trước.

Mạch sau đây là tiết chế sử dụng 2 transistor NPN:



Hình 4.16: Sơ đồ tiết chế ổn áp trong hệ thống nạp điện ô tô.

Khi điện áp ắc-quy thấp:

D1 ngắt

Vì điện áp ắc-quy thấp nên chưa đủ để làm cho đi - ốt zen – nơ D1 dẫn ngược.

T1 ngắt

Vì D1 ngắt nên ngắt dòng kích đến cực B của T1. T2 dẫn

Dòng kích đi từ dương ắc-quy $\rightarrow$ CTM $\rightarrow$ R4 $\rightarrow$ cực B của T2 $\rightarrow$ cực E của T2 $\rightarrow$ âm ắc- quy.

$\rightarrow$ Đèn sáng

Dòng điện qua đèn đi từ dương ắc-quy $\rightarrow$ R_p $\rightarrow$ đèn $\rightarrow$ cực C của T2 $\rightarrow$ cực E của T2 $\rightarrow$ âm ắc-quy.

Khi điện áp ắc-quy cao:

D1 dẫn

Vì điện áp ắc-quy cao nên đủ để làm cho đi - ốt zen – nơ D1 dẫn ngược. T1 dẫn

Dòng kích đi từ dương ắc-quy $\rightarrow$ CTM $\rightarrow$ R1 $\rightarrow$ D1 $\rightarrow$ cực B của T1 $\rightarrow$ cực E của T1 $\rightarrow$ âm ắc-quy.

T2 ngắt

Vì T1 dẫn $\rightarrow$ cực B của T2 được nối về mát $\rightarrow$ đẳng áp 2 đầu cực B và E của T2

$\rightarrow$ Đèn tắt

Do T2 ngắt nên hở mạch giữa cực C và cực E của T2 $\rightarrow$ hở mạch qua đèn.

Câu hỏi ôn tập:

1. Trình bày ký hiệu và nguyên lý làm việc transistor NPN?
2. Trình bày ký hiệu và nguyên lý làm việc transistor PNP?