# MỤC LỤC

**LỜI NÓI ĐẦU** ..... 1
**CHƯƠNG 1.GIỚI THIỆU TỔNG QUÁT CÁC BỘ BIẾN ĐỔI** ..... 2
1.1. NGUỒN XUNG KIỂU ..... 2
1.2. NGUỒN XUNG KIỂU ..... 4
1.3. NGUỒN XUNG KIỂU : PUSH-PULL ..... 6
1.4. BỘ BIẾN ĐỔI FULL-BRIDGE ..... 8
1.5. CÁC BỘ BIẾN ĐỔI ĐIỆN TỬ CÔNG SUẤT CHO Ô TÔ ĐIỆN ..... 9
1.5. 1. Bộ biến đổi DC – DC (DC – DC Converters). ..... 9
1.5.2.Bộ biến tần ..... 13
**CHƯƠNG 2: ẮC QUY VÀ CÁC LINH KIỆN ĐIỆN TỬ** ..... 15
2.1. MỞ ĐẦU ..... 15
2.1.1.Cấu tạo ..... 15
2.1.2.Các thông số của acquy ..... 15
2.2.CÁC LOẠI ẮC QUY. ..... 18
2. 2.1. Acquy chì axit. ..... 18
2.2.2.Acquy Nickel ..... 19
2.2.3.Acquy Natri. ..... 20
2.2.4. Acquy Liti. ..... 21
2.3. CÁC PHƯƠNG PHÁP SẠC ẮC QUY. ..... 22
2.3.1.Phương pháp phóng nạp. ..... 22
2.4. VAI TRÒ CỦA ẮC QUY TRONG Ô TÔ. ..... 26
2.5. MOSFET ..... 27
2.5.1.Cấu tạo và nguyên lý làm việc ..... 27
2.5.2. Đặc tính của MOSFET. ..... 32
2.6. GiỚI THIỆU DIODE BÁN DẪN ..... 34
2.6.1. Giới thiệu ..... 34
2.6.2. Cấu tạo ..... 35
2.6.3. Đặc tính Volt-Ampere ..... 37
**CHƯƠNG 3: THIẾT KẾ VÀ XÂY DỰNG MÔ HÌNH HỆ THỐNG BIẾN ĐỔI DC-DC** ..... 38
3.1. SƠ ĐỒ KHỐI BỘ BIẾN ĐỔI. ..... 38

3.2. LỰA CHỌN SƠ ĐỒ HỆ THỐNG CHO BỘ BIẾN ĐỔI ..... 38
3.2.1. Các bộ phận của bộ biến đổi. ..... 39
3.2.2. Nguyên lý hoạt động. ..... 39
3.3. TÍNH TOÁN CÁC PHẦN TỬ MẠCH LỰC ..... 40
3.3.1. Tính chọn van cho mạch nghịch lưu ..... 40
3.3.2.Tính chọn diode cho mạch chỉnh lưu ..... 42
3.3.3. Tính chọn máy biến áp động lực ..... 43
3.4. THIẾT KẾ MẠCH ĐIỀU KHIỂN CHO BỘ NGHỊCH LƯU CẦU BA PHA ..... 46
3.4.1. Thiết kế mạch tạo xung. ..... 46
3.4.2. Thiết kế bộ dịch pha số. ..... 47
3.4.2.1. Tổng quan về flip-flop ..... 47
3.4.2.2. Flip-flop D ..... 48
3.4.2.3. Bộ dịch pha số ..... 50
3.4.3. Thiết kế mạch lái Mosfet. ..... 52
3.4.4. IC IR2101 ..... 54
3.4.4.1.Sơ đồ chân của IR 2101. ..... 54
3.4.4.2. Cấu trúc bên trong của IR2101. ..... 55
3.4.4.3. Thông số kỹ thuật của IR2101. ..... 55
3.4.5. Kết mô phỏng trên phần mềm Psim ..... 56
3.5. XÂY DỰNG MÔ HÌNH VẬT LÝ HỆ THỐNG BIẾN ĐỔI CẦU BA PHA NÂNG ÁP MỘT CHIỀU ..... 58
3.5.1. Xây dựng mạch điện bằng Orcad 9.0. ..... 58
3.5.2. Mô hình vật lý bộ biến đổi. ..... 59
**KẾT LUẬN** ..... 62
**TÀI LIỆU THAM KHẢO** ..... 63

# LỜI NÓI ĐẦU

Ngày nay do nguyên liệu hóa thạch ngày càng cạn kiệt, hơn nữa việc sử dụng nhiên liệu này đã và đang làm giảm chất lượng môi trường sống . Để giảm bớt khí thải độc hại của các loại phương tiện sử dụng nhiên liệu hóa thạch, thế giới đã và đang nghiên cứu chế tạo ra các loại phương tiện bằng điện thay thế cho phương tiện thông thường. Để sử dụng động cơ điện một chiều từ ắc quy, vấn đề quan trọng là phải nâng được điện áp ắc quy để đáp ứng  yêu cầu của động cơ. Giải quyết vấn đề này cần một bộ biến đổi DC/DC bán dẫn. Vấn đề này đã được thế giới quan tâm và nghiên cứu. Trong bản đồ án này em xin trình bày đề tài:" **Xây dựng bộ biến đổi cầu 3 pha nâng áp 1 chiều hệ số công suất lớn dùng cho ô tô".**

Bản đồ án của em gồm 3 chương:

Chương 1: Giới thiệu tổng quát các bộ biến đổi.

Chương 2: Ắc quy và các linh kiện điện tử.

Chương 3: Thiết kế và xây dựng mô hình hệ thống biến đổi DC/DC.

Em xin chân thành cảm ơn **GS.TSKH. Thân Ngọc Hoàn** cùng các thầy cô trong bộ môn đã hoàn thành đồ án này. Do đây là lần đầu tiên em hoàn thành đồ án nên không thể tránh khỏi những sai sót, em mong nhận được sự chỉ bảo tận tình của thầy cô trong bộ môn.

*Hải Phòng, ngày 05 tháng 07 năm 2014*

*Sinh viên thực hiện*

Phạm Văn Ba

**CHƯƠNG 1.**

# GIỚI THIỆU TỔNG QUÁT CÁC BỘ BIẾN ĐỔI

Hiện nay thì nguồn xung hay nói cách khác nó là các bộ nguồn biến đổi DC-DC nó được sử dụng phổ biến hầu hết trên các mạch điện và các hệ thống điện tự động. Với ưu điểm là khả năng cho hiệu suất đầu ra cao, tổn hao thấp, ổn định được điện áp đầu ra khi đầu vào thay đổi, cho nhiều đầu ra với các cấp điện áp khác nhau ....Nguồn xung hiện nay có rất nhiều loại khác nhau nhưng nó được chia thành 2 nhóm nguồn : Cách ly và không cách ly.

* Nhóm nguồn không cách ly :

- Boost
- Buck
- Buck – Boost

* Nhóm nguồn cách ly :

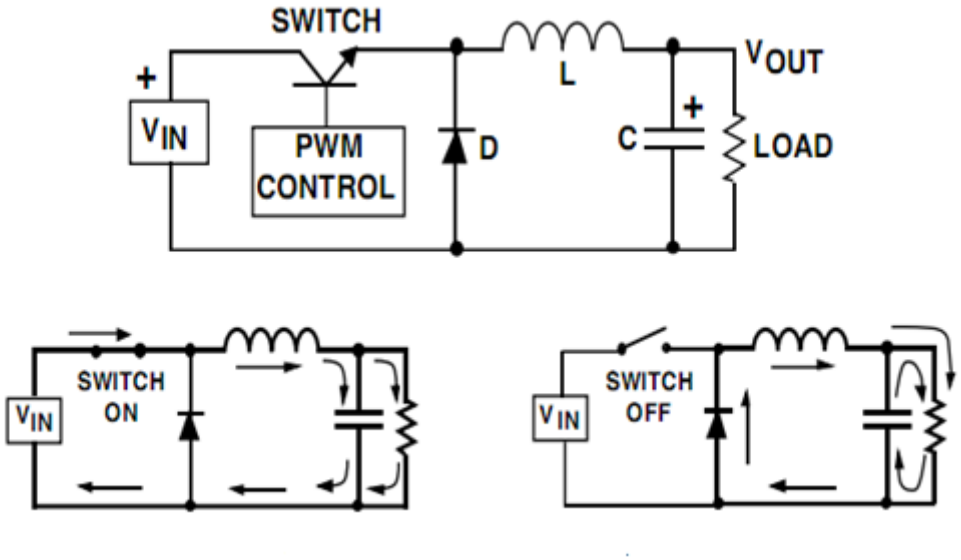
- flyback
- Forward
- Push-pull
- Half Bridge
- .....

Mỗi loại nguồn trên đều có những ưu nhược điểm khác nhau. Nên tùy theo yêu cầu của nguồn mà ta chọn các kiểu nguồn xung như trên. Sau đây là nguyên tắc hoạt động của từng bộ nguồn trên (bộ nguồn hay dùng trong thực tế).

## 1.1. NGUỒN XUNG KIỂU : BUCK

Đây là kiểu biến đổi nguồn cho điện áp đầu ra nhỏ hơn so với điện áp đầu vào tức là $V_{in}<V_{out}$.

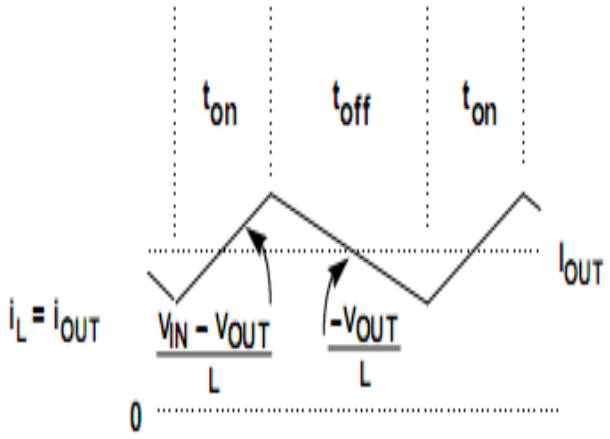
Xét một mạch nguyên lý sau :




***Hình 1.1***: Bộ biến đổi kiểu BUCK

Mạch có cấu tạo nguyên lý đơn giản chỉ dùng một van đóng cắt nguồn điện và phần lọc đầu ra. Điện áp đầu ra được điều biến theo độ rộng xung khi " Switch On" tức là nối nguồn vào mạch thì lúc đó dòng điện đi qua cuộn cảm và dòng điện trong cuộn cảm tăng lên, tại thời điểm này thì tụ điện được nạp đồng thời cũng cung cấp dòng điện qua tải. Chiều dòng điện được chạy theo hình vẽ. Khi " Swith Off" được mở ra tức là ngắt nguồn ra khỏi mạch. Khi đó trong cuộn cảm tích lũy năng lượng từ trường và tụ điện được tích lũy trước đó sẽ phóng qua tải. Cuộn cảm có xu hướng giữ cho dòng điện không đổi và giảm dần. Chiều của dòng điện trong thời điểm này như trên hình vẽ.

Quá trình đóng cắt liên tục tạo tải một điện áp trung bình theo luật băm xung PWM. Dòng điện qua tải sẽ ở dạng xung tam giác đảm bảo cho dòng liên tục qua tải. Tần số đóng cắt khá cao để đảm bảo triệt nhiễu công suất cho mạch. Van công suất thường sử dụng các van như Transitor tốc độ cao, Mosfet hay IGBT...




***Hình 1.2:*** Giản đồ xung của bộ biến đổi

Điện áp đầu ra được tính như sau :

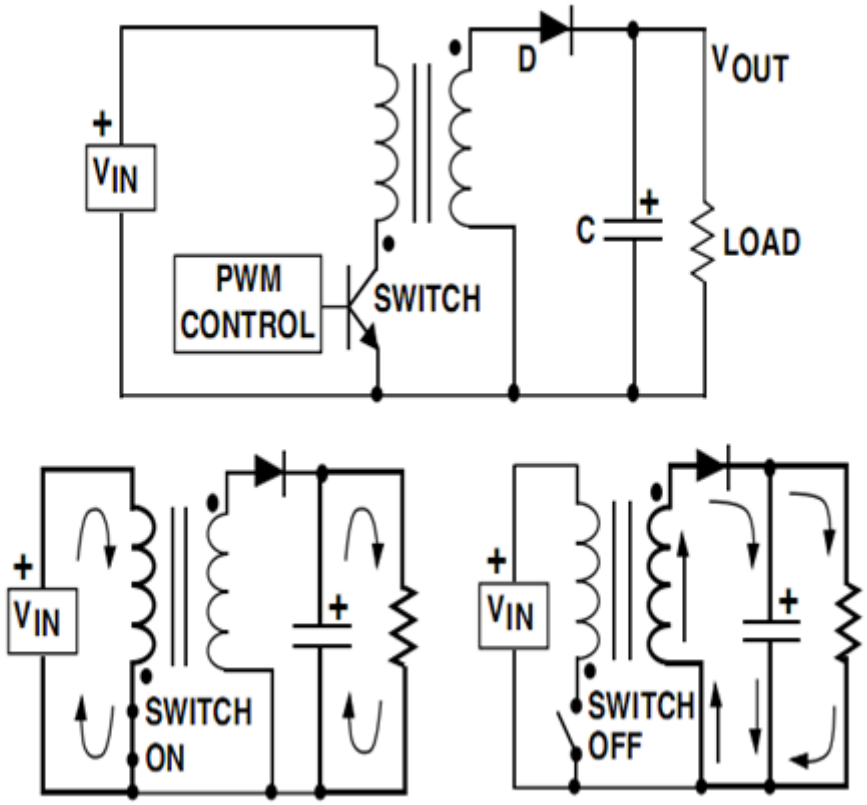
**$V_{out} = V_{in} * (t_{on}/(t_{on}+t_{off}) = V_{in}* D$ ( với D là độ rộng xung %)**

Với $t_{on}$, $t_{off}$ lần lượt là thời gian mở và thời gian khóa của van. Đối với kiểu nguồn Buck này thì cho công suất đầu ra rất lớn so với công suất đầu vào vì sử dụng cuộn cảm, tổn hao công suất thấp. Do vậy nên nguồn buck được sử dụng nhiều trong các mạch giảm áp nguồn DC. Ví dụ như từ điện áp 100VDC mà muốn hạ xuống 12VDC thì dùng nguồn Buck là hợp lý.

## 1.2. NGUỒN XUNG KIỂU : FLYBACK

Đây là kiểu nguồn xung truyền công suất gián tiếp thông qua biến áp. Cho điện áp đầu ra lớn hơn hay nhỏ hơn điện áp đầu vào. Từ một đầu vào có thể cho nhiều điện áp đầu ra.

Sơ đồ nguyên lý như sau :




***Hình 1.3***: Sơ đồ kiểu Flyback

Mạch có cấu tạo bởi 1 van đóng cắt và 1 biến áp xung. Biến áp dùng để truyền công suất từ đầu vào cho đầu ra. Điện áp đầu ra phụ thuộc vào băm xung PWM và tỷ số truyền của lõi.

Khi "Switch on "  thì dòng điện trong cuộn dây sơ cấp tăng dần lên. Cực tính của cuộn dây sơ cấp có chiều như hình vẽ và khi đó bên cuộn dây thứ cấp sinh ra một điện áp có cực tính dương như hình vẽ. Điện áp ở sơ cấp phụ thuộc bởi tỷ số giữa cuộn dây sơ cấp và thứ cấp. Lúc này do diode chặn nên tải được cung cấp bởi tụ C

Khi "Switch Off" cuộn dây sơ cấp mất điện đột ngột lúc đó bên thứ cấp đảo chiều điện áp qua Diode cung cấp cho tải và đồng thời nạp điện cho tụ.

Trong các mô hình của nguồn xung thì nguồn Flybach được sử dụng nhiều nhất bởi tính linh hoạt của nó, cho phép thiết kế được nhiều nguồn đầu ra với 1 nguồn đầu vào duy nhất kể cả đảo chiều cực tính. Các bộ biến đổi

kiểu Flyback được sử dụng rộng rãi trong các hệ thống sử dụng nguồn pin hoặc acqui, có một nguồn điện áp vào duy nhất để cung cấp cho hệ thống cần nhiều cấp điện áp(+5V,+12V,-12V) với hiệu suất chuyển đổi cao. Đặc điểm quan trọng của bộ biến đổi Flyback là pha(cực tính) của biến áp xung được biểu diễn bởi các dấu chấm trên các cuộn sơ cấp và thứ cấp (trên hình vẽ).

Công thức tính toán cho nguồn dùng Flyback:

$$\mathbf{V_{out}=V_{in} \times (n_2/n_1) \times (T_{on} \times f) \times (1/(1-(T_{on} \times f)))}$$

Với :

$n_2$ = cuộn dây thứ cấp của biến áp

$n_1$ = Cuộn dây sơ cấp biến áp

$T_{on}$ = thời gian mở của Q1 trong 1 chu kì

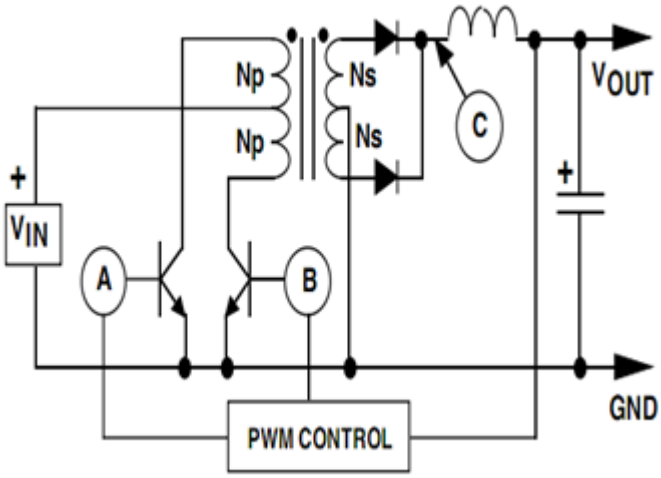
f là tần số băm xung ($T=1/f = (T_{on} + T_{off})$)

Nguồn xung kiểu Flyback hoạt động ở 2 chế độ : Chế độ liên tục (dòng qua thứ cấp luôn > 0) và chế độ gián đoạn (dòng qua thức cấp luôn bằng 0)

### 1.3. NGUỒN XUNG KIỂU : PUSH-PULL (ĐẨY- KÉO)

Đây là dạng kiểu nguồn xung được truyền công suất gián tiếp thông qua biến áp, cho điện áp đầu ra nhỏ hơn hay lớn hơn so với điện áp đầu vào. Từ một điện áp đầu vào cũng có thể cho nhiều điện áp đầu ra. Nó được gọi là nguồn đẩy kéo.

Xét sơ đồ nguyên lý sau :




***Hình 1.4:*** Sơ đồ bộ biến đổi PUSH-PULL

Đối với nguồn xung loại Push-Pull này thì dùng tới 2 van để đóng cắt biến áp xung mỗi van dẫn 1 nửa chu kì. Nguyên tắc cũng gần giống với nguồn flyback. Khi A được mở B đóng thì cuộn dây Np ở phía trên sơ cấp có điện đồng thời cảm ứng sang cuộn dây Ns phía trên ở thứ cấp có điện và điện áp sinh ra có cùng cực tính. Dòng điện bên thứ cấp qua Diode cấp cho tải. Như trên hình vẽ. Khi B mở và A đóng thì cuộn dây Np ở phía dưới sơ cấp có điện đồng thời cảm ứng sang cuộn dây Ns phía dưới thứ cấp có điện và điện áp này sinh ra cũng cùng cực tính. Như trên hình 1.3.Với việc đóng cắt liên tục hai van này thì luôn luôn xuất hiện dòng điện liên tục trên tải. Chính vì ưu điểm này mà nguồn Push Pull cho hiệu suất biến đổi là cao nhất và được dùng nhiều trong các bộ nguồn như UPS, Inverter...

Công thức tính cho nguồn Push-Pull:

$$\mathbf{V_{out} = (V_{in}/2) \times (n_2/n_1) \times f \times (T_{on},A + T_{on},B)}$$

Với :

$V_{out}$: Điện áp đầu ra –V

$V_{in}$: Điện áp đầu vào - V

$n_2$ = Số vòng dây cuộn thứ cấp.

$n_1$ = Số vòng dây cuộn sơ cấp.

f = Tần số đóng cắt – Hertz

$T_{on}$,A = thời gian mở Van A – S

$T_{on}$,B = Thời  gian mở Van B – S

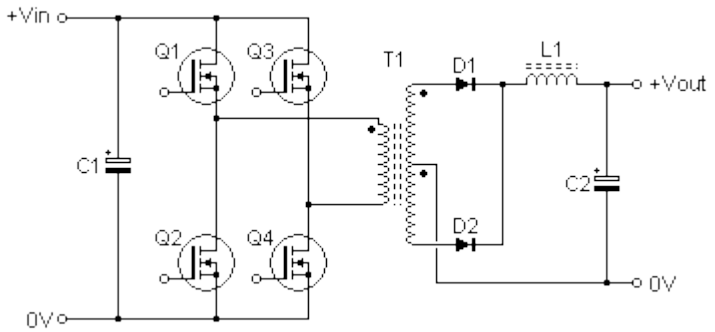
Một số lưu ý khi dùng nguồn đẩy kéo:

+Trong 1 thời điểm thì không được cả hai van A và B cùng dẫn. Mỗi van chỉ được dẫn trong 1 nửa chu kì. Khi van này mở thì van kia phải đóng và ngược lại.

+Thời gian mở các van phải chính xác, giữa 2 van cần phải có thời gian chết để đảm bảo cho hai van không dẫn cùng.

## 1.4. BỘ BIẾN ĐỔI  FULL-BRIDGE (TOÀN CẦU)

Với Q1 và Q4 dẫn dòng điện đi qua cuộn sơ cấp đồng thời cảm ứng sang cuộn dây thứ cấp và điện áp sinh ra có cùng cực tính, khi Q2 và Q3 dẫn cuộn dây ở phía dưới sơ cấp có điện đồng thời cảm ứng sang cuộn dây phía dưới thứ cấp có điện và điện áp này sinh ra cũng cùng cực tính. Bộ biến đổi full-bridge thường được sử dụng cho những bộ nguồn lớn hơn 1000 W.




***Hình 1.5:*** Bộ biến đổi ful-bridge

Công thức tính cho bộ nguồn full-bridge:

$V_{out} = V_{in}$ x $(n_2/n_1)$ x f x $(T_{on,\ Q1} + T_{on,\ Q2})$

Trong đó:

$V_{out}$ = Điện áp đầu ra – V

$V_{in}$ = Điện áp đầu vào – V

$n_2$ = 0,5 x số vòng dây cuộn thứ cấp.

n1 = số vòng dây cuộn sơ cấp

f = tần số đóng cắt- Hz

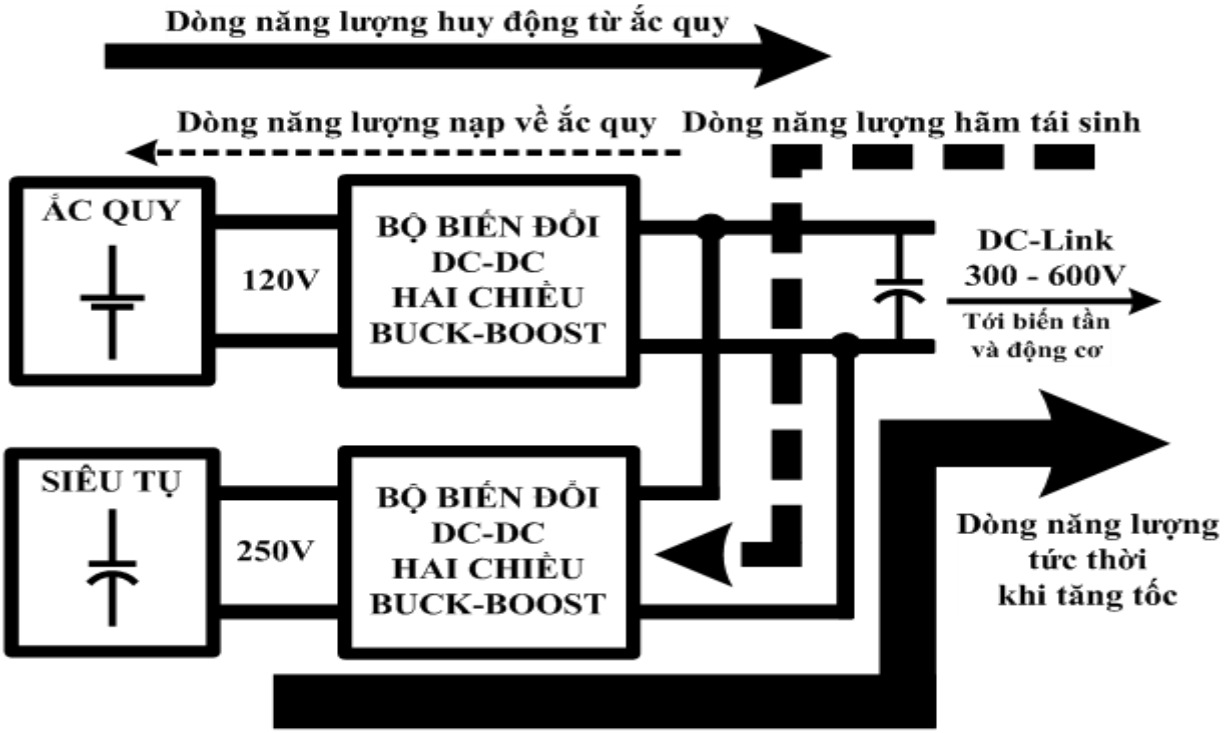
$T_{on,\ Q1}$ = thời gian dẫn của $Q_1$ – s

$T_{on,\ Q2}$ = thời gian dẫn của $Q_2$- s

## 1.5. CÁC BỘ BIẾN ĐỔI ĐIỆN TỬ CÔNG SUẤT CHO Ô TÔ ĐIỆN

### 1.5. 1. Bộ biến đổi DC – DC (DC – DC Converters).

Khối mạch điện công suất trên xe ô tô điện gồm có ba hệ thống điện áp một chiều: ắc quy, siêu tụ điện và DC-link. Để kết nối ba hệ thống điện áp một chiều này với nhau, đồng thời đảm bảo khả năng điều khiển tối ưu dòng năng lượng trong các chế độ hoạt động của ô tô cần có các bộ biến đổi DC-DC tăng / hạ áp hai chiều (Bidirectional Buck-Boost DC-DC converter) với các chức năng khác nhau. Hình 1 mô tả tổng thể hệ thống nguồn bao gồm ắc quy, siêu tụ và bộ biến đổi DC-DC hai chiều.

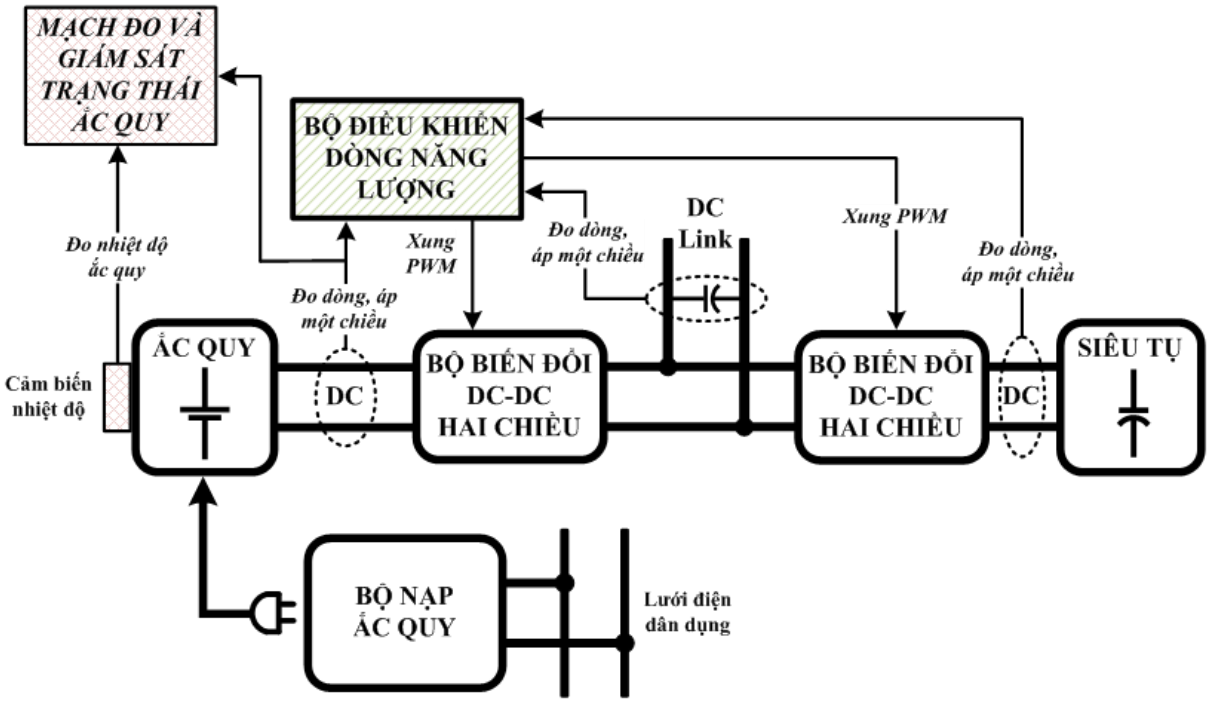



***Hình 1.6:*** Hệ thống nguồn năng lượng với các chế độ hoạt động.

Hai bộ biến đổi DC-DC hai chiều đóng vai trò khác nhau trong hệ thống. Bộ biến đổi giữa siêu tụ và DC-link có vai trò làm giảm cấp điện áp của siêu tụ và huy động công suất lớn từ siêu tụ trong quá trình tăng tốc. Mức điện áp định mức ở DC-link cần có để cấp nguồn cho động cơ hoạt động là 300VDC. Trong quá trình hãm tái sinh năng lượng, điện áp DC-link có thể dâng lên lới 600VDC. Nếu đấu nối trực tiếp siêu tụ vào DC-link thì cần lựa chọn siêu tụ có khả năng chịu được mức điện áp 600VDC. Trên thực tế, siêu tụ điện được chế tạo với mức điện áp nhỏ, chỉ khoảng vài VDC, module siêu tụ có mức điện áp lớn nhất trên thị trường hiện nay là 125VDC [1]. Nếu đấu nối tiếp nhiều module để có điện áp 600VDC sẽ khiến giá thành bị nâng lên rất cao, đồng thời gây khó khăn cho việc điều khiển cân bằng điện áp giữa các module, dẫn tới khả năng nổ toàn bộ siêu tụ. Do vậy, bộ biến đổi DC-DC này có vai trò hạ mức điện áp từ 600VDC xuống 250VDC (hai module mắc nối tiếp) trong quá trình hãm tái sinh. Đồng thời, nó có vai trò huy động một

lượng công suất lớn trong thời gian ngắn từ siêu tụ để phục vụ quá trình tăng tốc cho xe. Điều này tránh được việc phải huy động công suất lớn từ ắc quy, do vậy sẽ đảm bảo được tuổi thọ ắc quy.

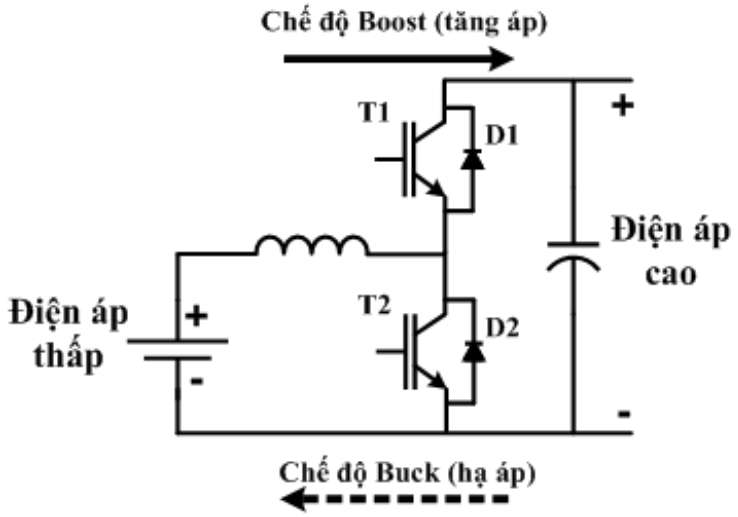
Bộ biến đổi giữa ắc quy và DC-link có vai trò điều phối dòng năng lượng nạp về ắc quy trong quá trình hãm tái sinh và nâng điện áp từ ắc quy lên DC-link. Ắc quy có mật độ năng lượng cao nhưng có mật độ công suất thấp. Điều đó có nghĩa ắc quy có khả năng tích trữ lớn, đảm bảo cung cấp năng lượng cho ô tô chạy đủ quãng đường yêu cầu nhưng khả năng phóng và đặc biệt là nạp năng lượng bị hạn chế. Khi hãm tái sinh, toàn bộ năng lượng lớn trả về sẽ được nạp nhanh chóng vào siêu tụ, chỉ một lượng nhỏ được nạp vào ắc quy sao cho phù hợp với đặc tính nạp chậm để đảm bảo tuổi thọ cho ắc quy. Bộ biến đổi DC-DC này cũng cho phép hạ cấp điện áp trên bộ ắc quy, tránh việc đấu nối tiếp nhiều ắc quy gây khó khăn cho việc cân bằng tải.




***Hình 1.7:*** Hệ thống nguồn năng lượng cho ô tô điện.

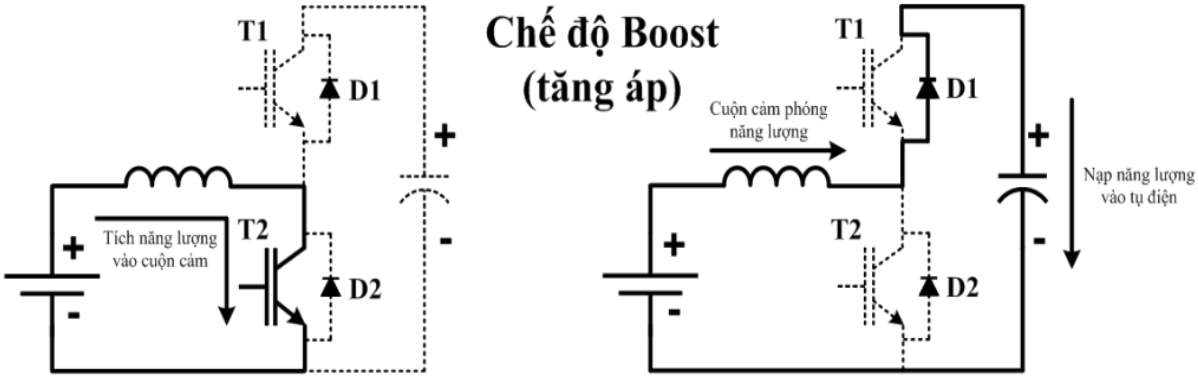
Với cái nhìn ở cấp độ hệ thống, các nguồn năng lượng và bộ biến đổi phải được quản lý và điều khiển một cách đồng bộ, thống nhất như thể hiện trên Hình 1.6. Mạch đo và giám sát trạng thái ắc quy có nhiệm vụ đo lường,

thu thập, tổng hợp các giá trị nhiệt độ, dòng điện, điện áp phóng, nạp ắc quy trong các chế độ và đưa thông tin về bộ điều khiển trung tâm để giám sát, hiển thị và điều tiết. Bộ điều khiển dòng năng lượng nhận tín hiệu từ bộ điều khiển trung tâm, từ thông tin về dòng điện, điện áp một chiều đo được, tính toán và phát ra xung PWM điều khiển hai bộ biến đổi DC-DC tăng / hạ áp hai chiều. Bộ điều khiển dòng năng lượng có trách nhiệm phân phối, quản lý và điều khiển tối ưu hóa dòng năng lượng trao đổi giữa nguồn và tải trong các chế độ hoạt động.

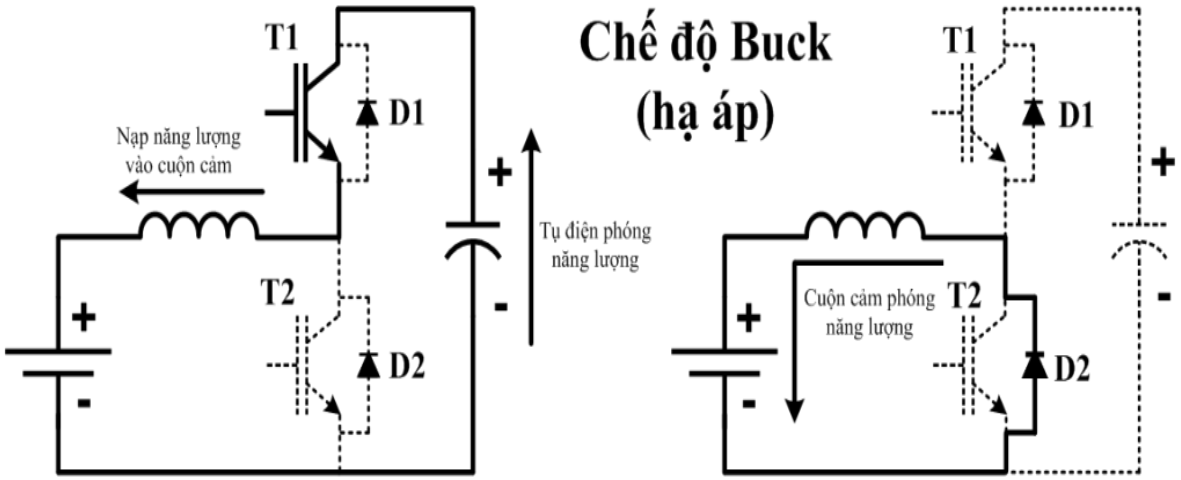



***Hình 1.8:*** Cấu hình cơ bản của bộ biến đổi DC-DC hai chiều.

Cấu hình cơ bản và nguyên lý hoạt động của bộ biến đổi DC-DC hai chiều tương đối đơn giản, được minh họa trên các Hình 1.8, 1.9, 1.10, Chế độ boost (tăng áp) được thực hiện như sau: trước tiên van IGBT T2 mở, cuộn kháng được nạp điện. Sau đó, T2 khóa lại, cuộn kháng phóng điện mở thông diode D1, nạp điện vào tụ. Chu kỳ tiếp theo lại được thực hiện như vậy, tụ không thể phóng điện ngược trở lại do T1 không mở và D1 phân cực ngược. Do đó điện áp của tụ sẽ dâng cao dần lên. Đây là chế độ hoạt động tăng áp. Chế độ buck (hạ áp) được thực hiện như sau: trước tiên T1 mở, tụ phóng điện qua cuộn cảm nạp vào ắc quy. Sau đó van T1 khóa lại, năng lượng còn thừa trong cuộn cảm được giải phóng qua D2. Tùy thuộc vào tỷ số đóng cắt (duty cycle) mà điện áp phía ắc quy sẽ thấp hơn điện áp trên tụ với một tỷ lệ tương ứng.




***Hình 1.9:*** Minh họa chế độ hoạt động tăng áp.

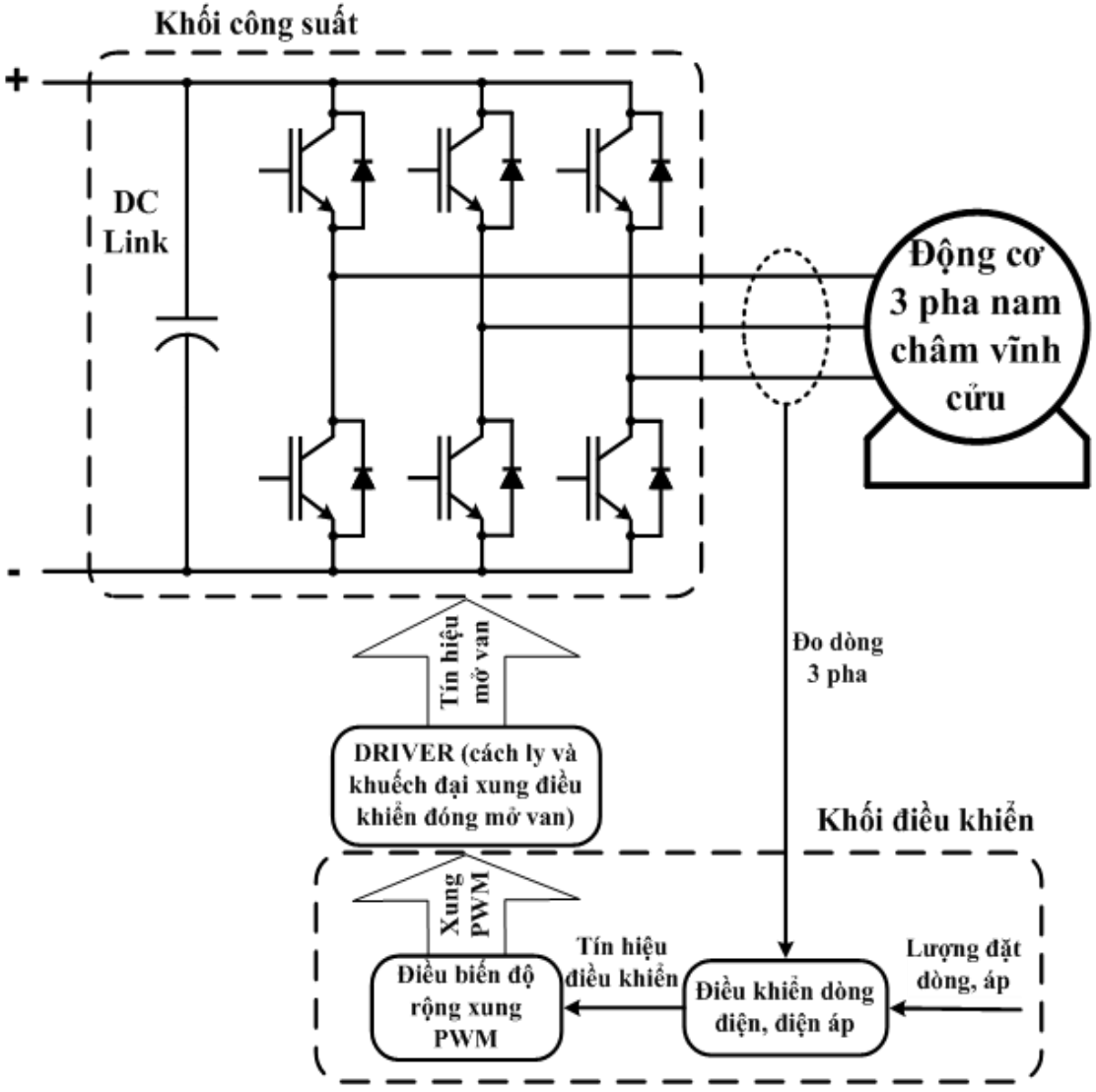



***Hình 1.10:*** Minh họa chế độ hoạt động hạ áp

### 1.5.2. Bộ biến tần

Về cấu trúc tổng quát, hệ biến tần cho ô tô điện cũng tương tự như các hệ biến tần quen thuộc khác . Đây là cấu hình nghịch lưu (Inveter) hay còn được gọi là bộ biến đổi DC – AC (DC – AC Converter), có nhiệm vụ biến đổi nguồn điện một chiều được tích trữ trong ắc qui hoặc siêu tụ điện thành nguồn điện xoay chiều cung cấp cho động cơ điện. Tùy theo loại động cơ mà bộ biến đổi tương ứng có thể có tên gọi khác nhau, như *Bộ chuyển mạch (Commutator)* là cách gọi phổ biến của bộ biến đổi dùng cho động cơ điện dạng sóng hình thang (BLDC Motor). Tuy nhiên, nguyên lý chung của các bộ biến đổi này là như nhau và được mô tả trong hình 1.10. Với 2 khối: khối công suất và khối điều khiển. Các van bán dẫn dùng trong khối công suất

thường là IGBT. Khối điều khiển thường sử dụng kỹ thuật điều biến độ rộng xung (PWM) để đóng mở các van công suất, theo các luật điều khiển lựa chọn. Các luật điều khiển này (ví dụ: giữ tỷ số V/f bằng hằng số, điều khiển tựa từ thông roto, điều khiển trực tiếp mômen, v.v.).




***Hình 1.11:*** Cấu trúc tổng quát của biến tần

Tuy nhiên, cũng giống như động cơ, biến tần dùng cho ô tô điện có những khác biệt về mặt cấu trúc cụ thể và phương pháp điều khiển, so với biến tần sử dụng trong công nghiệp, để phù hợp với đặc tính của tải. Với đặc tính có dạng hyperbol, hiệu suất tối ưu của hệ thống (bộ biến đổi – động cơ) có thể lên tới 90 – 92 %.

**CHƯƠNG 2:**

# ẮC QUY VÀ CÁC LINH KIỆN ĐIỆN TỬ

## 2.1. MỞ ĐẦU

### 2.1.1. Cấu tạo

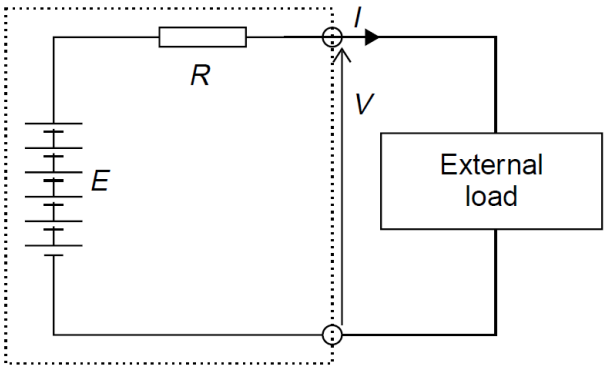
Acquy được cấu tạo bởi 2 hay nhiều các ngăn acquy nhỏ được ghép lại với nhau, các ngăn này chuyển hóa năng thành điện năng. Một ngăn gồm 2 bản cực, cực dương và cực âm được nhúng một dung dịch điện phân nên sẽ có sự tác dụng giữa các bản cực với dung dich điện phân và sinh ra dòng điện một chiều. Trong trường hợp các acquy có thể sạc, các phản ứng hóa học diễn ra ngược lại bằng cách cho dòng điện vào acquy.

Accquy chì acid là loại acquy phổ biến nhất.

### 2.1.2. Các thông số của acquy

**a. Điện áp.**

Mỗi ngăn acquy có một điện áp nhỏ, các ngăn sẽ được nối nối tiếp với nhau để đưa ra được một điện áp yêu cầu. Acquy trên xe hơi thường là 6V hoặc 12V nên các ngăn được nối với nhau để tạo ra điện áp như trên. Khi dòng điện được đưa ra, điện áp sẽ giảm xuống, khi acquy được sạc điện áp lại tăng lên.




***Hình 2.1:*** Mạch tương đương của acquy.

Acquy có một suất điện động E được cho là không đổi, nhưng điện áp trên 2 bản cực là một giá trị khác V do điện trở trong của acquy. Phụ thuộc vào dòng điện I chảy ra 2 bản cực acquy.

Điện áp trên 2 bản cực của acquy có thể tính như sau:

V = E – IR.

Nếu như dòng điện I = 0, thì điện áp trên hai bản cực coi như bằng E. do đó E được coi là điện áp hở mạch. Khi acquy được sạc thì điện áp sạc sẽ bị tăng lên bởi IR. Vì vậy điện trở trong của acquy càng nhỏ càng tốt.

Trong thực tế E không phải là một hằng số. Điện áp bị ảnh hưởng bởi trạng thái sạc và nhiều nhân tố khác như nhiệt độ.

**b. Khả năng tích điện.**

Điện tích mà một acquy có thể cung cấp là một thông số quyết đinh. Đơn vị trong hệ SI là coulomb, là số điện tích khi một amp chảy qua trong một giây. Tuy nhiên đây là một đơn vị nhỏ. Do đó amphour được sử dụng: 1Ampe chảy qua trong một giờ. VD: dung lượng của một acquy là 10Amphours nghĩa là nó có thể cung cấp dòng 1Ampe trong 10 giờ, hay là 2Ampe trong 5 giờ, 10Ampe trong 1 giờ.

Nhưng thực tế theo như thông số là 10Amphours, nếu như 10Ampe được lấy ra thì khả năng phóng của acquy sẽ không quá 1 giờ.

Một ví dụ khác với một acquy 100Amphour. Dung lượng sẽ bị ảnh hưởng khi điện tích được lấy ra nhanh hay chậm. Khi phóng điện hết trong 1 giờ thì dung lượng giảm xuống chỉ còn khoảng 70Amphours. Mặt khác nếu phóng điện càng lâu ( khoảng 20 giờ) thì dung lượng lại lên tới 110Amphours. Hiện tượng này xảy ra bởi những phản ứng không mong muốn trong các ngăn acquy. Hiện tượng này dễ nhận thấy nhất trong acquy chì axit, nhưng nó cũng xảy ra với tất cả các loại acquy.

**c. Hiệu suất của năng lượng.**

Đây là tỷ lệ giữa năng lượng mà một acquy có thể cung cấp cho tải với năng lượng cần thiết mà acquy nạp vào trước khi phóng điện.

**d. Tỷ lệ tự phóng điện.**

Hầu hết các loại acquy khi không sử dụng đều bị xảy ra hiện tượng này, điều này cho thấy acquy không thể để không trong một thời gian dài mà không được nạp, tỷ lệ này phụ thuộc vào loại acquy, nhiệt độ môi trường…

**e. Nhiệt độ khi hoạt động và làm mát.**

Nhiều loại acquy có thể hoạt động ngay ở nhiệt độ môi trường, một số hoạt động ở nhiệt độ cao hơn, cần phải làm nóng lên mới sử dụng được và cần phải làm mát trong khi sử dụng. Tuy nhiên, hiệu suất acquy sẽ rất kém khi làm việc ở nhiệt độ thấp. Khi chọn acquy phải cân nhắc đến các yếu tố trên.

**g. Tuổi thọ và số lần nạp lại.**

Hầu hết acquy chỉ có thể nạp lại khoảng vài trăm lần, số lần nạp lại phụ thuộc vào từng loại acquy,  cũng như thiết kế chi tiết, cách sử dụng của acquy, đây là thông quan trọng trong các thông số của acquy.

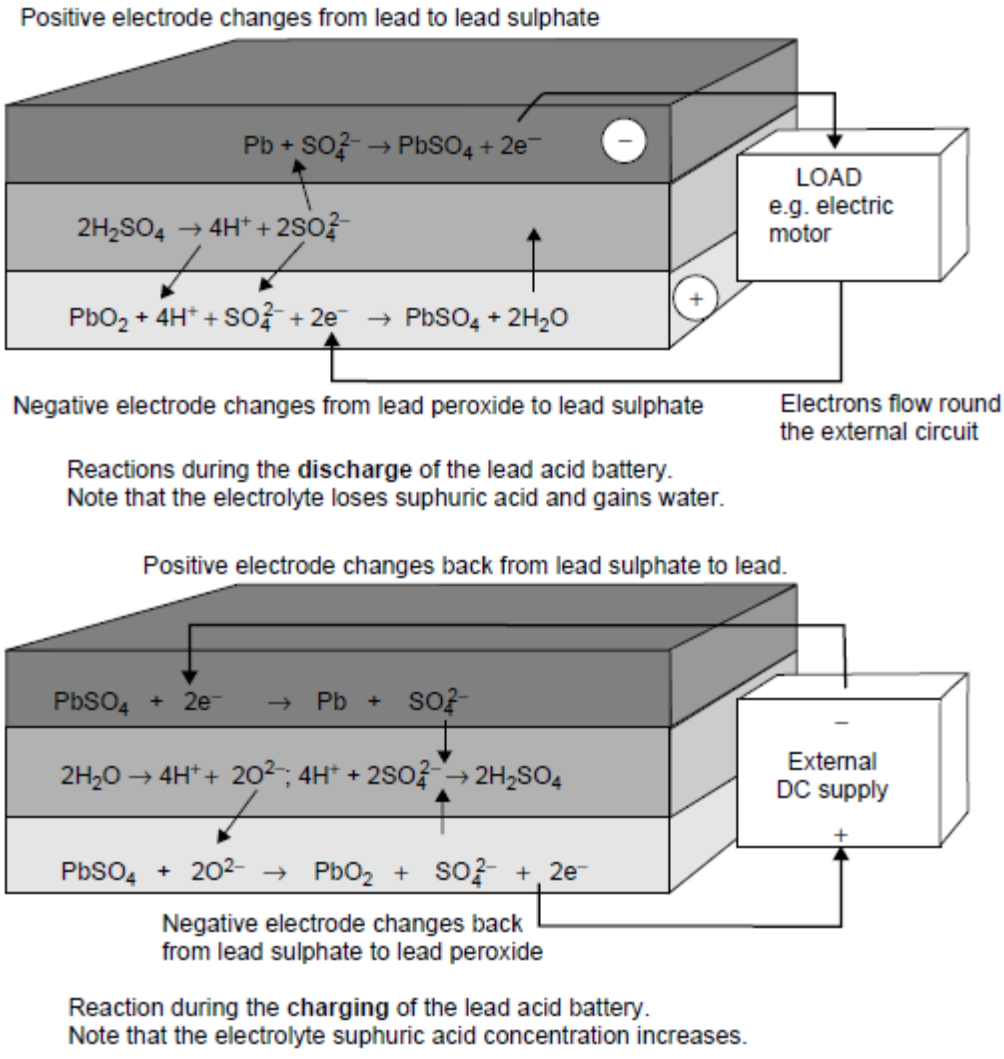
## 2.2. CÁC LOẠI ẮC QUY

### 2. 2.1. Ắc quy chì axit

Đây là loại acquy được sử dụng rộng rãi nhất trong các loại xe. Ở trong các ngăn của loại acquy này cực âm được cấu tạo từ chì, cực dương làm từ chì oxit, các cực này được ngâm vào trong một dung dịch điện phân loãng của axit sunfuric. Axit sunfuric kết hợp với chì, chì oxit, sinh ra chì sunfat và nước, năng lượng sẽ được sinh ra trong suốt quá trình này.

$Pb + PbO_2 + H_2SO_4 \Leftrightarrow 2PbSO_4 + 2H_2O$

Phản ứng trên được mô tả trên hình 2.2.




***Hình 2.2:*** Phản ứng trên mỗi cực acquy.

Phần trên của hình vẽ diễn tả quá trình phóng điện của acquy, cả 2 bản cực đều hình thành chì sunfat, dung dịch axit sunfuric bị loãng dần,

Khi nạp điện, 2 bản cực trở lại thành chì và chì oxit, dung dịch điện phân tăng trở lại tính axit.

Acquy chì axit này được sử dụng rất rộng rãi, hoạt động tin cậy, các thành phần cấu tạo rẻ, và điện áp khoảng 2V cho mỗi ngăn.

**Đặc trưng riêng của ắc quy chì axit.**

Các phản ứng trong acquy không chỉ diễn ra như trên hình vẽ, các cực của acquy đều tác dụng với axit sunfuric mặc dù diễn ra rất chậm như sau:

Ở cực dương : $2PbO_2 + 2H_2SO_4 \rightarrow 2PbSO_4 + 2H_2O + O_2$

Ở cực âm : $Pb + H_2SO_4 \rightarrow PbSO_4 + H_2$

Đây là quá trình tự phóng của acquy, tốc độ diễn ra phụ thuộc vào nhiêt độ của acquy, nhiệt độ càng cao diễn ra càng nhanh, sự nguyên chất của các linh kiện.

Mặt khác, sau khi đã sạc đầy nếu ta tiếp tục sạc tiếp khi đó không còn chì sunfat để nhận các electron sẽ sinh ra $H_2$ và $O_2$. Làm dung dịch trong acquy bị cạn dần.

### 2.2.2. Ắc quy Nickel

Acquy này sử dụng điện cực bằng nikel được phát triển từ công trình nghiên cứu của Edison vào cuối thế kỷ 19. Các loại acquy này được làm từ kim loai nickel, nickel – kẽm, nickel-cadimi.

**Acquy nicken-cadimi.**

Đây là loại acquy coi là phổ biền ngang với acquy chì, nhưng nó có chỉ số năng lượng riêng gấp đôi acquy chì.

Acquy nicken-cadimi sử dụng nicken oxyhidroxide để làm cực dương và cadimi làm cực âm, năng lượng điện thu được qua phản ứng sau:

$Cd + 2NiOOH + 2H_2O \Leftrightarrow Cd(OH)_2 + 2Ni(OH)_2$

NiCad acquy được ứng dụng khá rộng rãi, có số lần nạp lại khỏang 2500 lần, nhiệt độ hoạt động trong khoảng -40*C đến +80*C, chỉ số tự phóng thấp, khả năng lưu trữ năng lượng dài, có thể sạc đầy trong vòng 1 giờ, và đến 60% trong 20 phút.

Mỗi ngăn acquy chỉ có điện áp khoảng 1.2V do đó để có một điện áp 12V cần có 10 ngăn, Cd là một chất gây ô nhiễm môi trường và gây ung thư, các điều này làm tăng giá thành của acquy.

### 2.2.3. Ắc quy Natri.

Loại acquy này được phát triển vào những năm 1980, sử dụng dung dịch natri để làm cực âm, điểm khác biệt của acquy này với các loại acquy khác là chúng hoạt động ở nhiệt độ cao. Chúng có một cực làm từ natri lỏng bên trong hình dạng của một loại sứ, chúng rất độc hại nên không được ứng dụng vào trong điện thoại di động hay lapotp.

#### a. Acquy natri lưu huỳnh.

Bắt đầu được phát triển vào những năm 1970, chúng hoạt động ở nhiệt độ 300℃ - 350℃. để giữ được nhiệt độ như vậy chúng được đóng kín vào một hộp chân không.

Cực dương gồm natri lỏng, cực âm gồm dung dịch lưu huỳnh.

Năng lượng điện được giải phóng qua sự kết hợp giữa natri và lưu huỳnh tạo thành natri sulphide.

$2Na + xS \Leftrightarrow Na_2S_x$

Do yêu cầu nhiệt độ cao, nên các loại acquy nhỏ không thể chế tạo được, việc làm nóng và làm mát cho acquy cần được thiết kế cẩn thận. mặt khác sự nguy hiểm của natri và lưu huỳnh đã làm cho loại acquy này không còn xuất hiện trên thị trường.

**b. Acquy Zebra.**

Acquy zebra sử dụng nickel cloride để làm cực dương và natri lỏng để làm cực âm. Năng lương được tạo ra từ phản ứng giữa Natri và Nickel cloride:

$2Na + NiCl_2 \Leftrightarrow Ni + 2NaCl$

Điện áp tạo ra từ phản ứng khoảng 2.5V, trong giai đoạn sau phản ứng trở lên phức tạp, các ion nhôm từ dung dịch điện phân làm hạ điện áp, rơi xuống khoảng 1.6V. điện trở trong của acquy cũng tăng theo.

Một nhược điểm lớn nữa của Zebra acquy là chúng hoạt động ở nhiệt độ 320*C.

**2.2.4. Ắc quy Liti.**

Từ cuối năm 1980 acquy liti đã xuất hiện trên thị trường, chúng có mật độ năng lượng cao hơn hẳn so với các loại acquy khác. Chúng có ở các laptop đắt tiền, điện thoại di động nhiều hơn các loại acquy NiCad và NiHM.

**a. Acquy Li-polymer.**

Li-poplymer acquy sử dụng Li làm cực âm và một oxit kim loại khác đặt ở giữa là cực dương, phản ứng hóa học giữa Li và kim oxit kim loại giải phóng năng lượng. khi acquy được sạc phản ứng hóa học được diễn ra ngược lại.

$xLi + M_yO_z \Leftrightarrow Li_xM_yO_z$

Hình dạng của cực Liti là vấn đề lớn của loại acquy này, chúng thỉnh thoảng bị giảm hiệu suất hoạt động do sự thụ động, do đó chúng đã bị thay thế bởi acquy Li-ion.

**b. Acquy Li-ion.**

Acquy Li-ion được giới thiệu vào đầu những năm 1990, sử dụng oxit Liti để làm cực dương và Liti Cacbon để làm cực âm, dung dịch điện phân là một dung dich hữu cơ hoặc một loại polymer rắn.

Năng lượng được giải phóng từ phản ứng giữa Liti cacbon và oxit liti.

$C_6Li_x + M_yO_z \Leftrightarrow 6C + Li_xM_yO_z$

Đặc điểm quan trọng của loại acquy này là chúng cần một điện áp chính xác khi sạc, nếu cao quá sẽ làm hỏng acquy, thấp quá sẽ sẽ không đủ để sạc. Để đáp ứng điều này, các bộ sạc acquy cũng được phát triển cùng với acquy.

Acquy Li-ion có một lợi thế về trọng lượng so với các loại khác, có mật độ năng lượng cao gấp lần acquy chì.

## 2.3. CÁC PHƯƠNG PHÁP SẠC ẮC QUY

### 2.3.1. Phương pháp phóng nạp

**a. Phóng điện ắc quy.**

Phóng điện có thể tiến hành vào bất kỳ thời điểm nào và bất kỳ dòng điện nào nhỏ hơn trị số ghi trong bảng chỉ dẫn của nhà chế tạo.

Khi phóng diện bằng chế độ 3 giờ hoặc dài hơn, có thể phóng liên tục cho đến khi điện thế ở mỗi ngăn giảm xuống đến 1,8V. Khi phóng với chế độ 1,2 giờ, thì ngừng phóng khi điện thế ở mỗi ngăn xuống đến 1,75V.

Khi phóng với dòng điện nhỏ thì không xác định việc kết thúc phóng theo điện thế. Trong trường hợp này, việc kết thúc phóng được xác định theo tỷ trọng chất điện phân. Việc phóng được kết thúc khi tỷ trọng giảm đi từ 0,03 đến 0,06 $g/cm^3$ so với tỷ trọng ban đầu (nhưng cũng không được để điện thế mỗi ngăn giảm xuống thấp hơn 1,75V).

**b. Nạp điện ắc quy.**

Việc nạp ắc quy lần sau được tiến hành sau khi phóng thử dung lượng ắc quy nhưng không được quá 12 giờ tính từ lúc ngừng phóng.

Tuỳ theo phương pháp vận hành ắc quy, thiết bị nạp và thời gian cho phép nạp, phương pháp nạp, việc nạp có thể được thực hiện theo các cách như sau:

- Nạp với dòng điện không đổi.
- Nạp với dòng điện giảm dần.
- Nạp với điện thế không đổi.
- Nạp thay đổi với điện thế không đổi.

**c. Nạp với dòng điện không đổi.**

Việc nạp có thể tiến hành theo kiểu 1 bước hoặc 2 bước.

- Nạp kiểu 1 bước:

Để dòng nạp không vượt quá 12 % của dung lượng phóng mức 10 giờ tức là 0,12 $C_{10}$.

- Nạp kiểu 2 bước:

*Bước 1:* Để dòng điện nạp bằng dòng điện định mức của thiết bị nạp nhưng không vượt quá 0,25 $C_{10}$. Khi điện thế tăng lên đến 2,3 – 2,4V thì chuyển sang bước 2.

*Bước 2:* Để dòng điện nạp không vượt quá 0,12$C_{10}$. Đến cuối thời gian nạp, điện thế ắc quy đạt đến 2,6 – 2,8V. Tỷ trọng ắc quy tăng lên đến 1,200 – 1,210 g/$cm^3$, giữa các bản cực ắc quy quá trình bốc khí xảy ra mãnh liệt. Việc nạp được coi là kết thúc khi điện thế và tỷ trọng của ắc quy ngừng tăng lên trong khoảng 1 giờ và ắc quy sau khi nghỉ nạp 1 giờ khi nạp lại sẽ sôi ngay tức thì.

Thời gian nạp đối với ắc quy đã được phóng hoàn toàn theo kiểu nạp 1 bước với dòng 0,12$C_{10}$ mất khoảng 12 giờ, còn nạp 2 bước với dòng 0,25$C_{10}$

và $0,12C_{10}$ mất khoảng 7 – 8 giờ. Ở các giá trị mà dòng điện nạp bé hơn thì thời gian nạp phải tăng lên tương ứng.

**c. Nạp với dòng điện giảm dần.**

Tiến hành nạp giống như phần trên, nhưng với dòng điện giảm dần, ban đầu $0,25C_{10}$ và sau đó $0,12C_{10}$. Ở giá trị dòng nạp nhỏ: thời gian tương ứng được tăng lên. Dấu hiệu kết thúc nạp cũng giống như trường hợp nạp với dòng điện không đổi.

**d. Nạp với điện thế không đổi.**

Nạp với điện thế không đổi được tiến hành với thiết bị nạp làm việc ở chế độ ổn áp. Điện thế được chọn trong giới hạn từ 2,2 – 2,35V đối với ắc quy chì axít và được duy trì ổn định trong suốt quá trình nạp. Thời gian nạp vài ngày đêm. Trong 10 giờ nạp đầu tiên, ắc quy có thể nhận được tới 80% dung lượng bị mất khi phóng. Khi tỷ trọng chất điện phân giữ nguyên trong 10 giờ thì có thể kết thúc việc nạp.

**e. Nạp ở chế độ ổn dòng và ổn áp.**

Việc nạp được tiến hành theo 2 bước:

*Bước 1:* Dòng điện nạp được hạn chế ở $0,25C_{10}$, còn điện thế thay đổi tăng tự do. Cho đến khi điện thế ắc quy tăng lên đến 2,2 – 2,35V thì chuyển sang bước 2.

*Bước 2:* Nạp với điện thế không đổi. Việc nạp này được tự động hoá bằng thiết bị nạp có ổn định điện thế và giới hạn dòng điện.

**g. Chế độ nạp thường xuyên.**

Đối với các loại bình ắc quy tĩnh, việc vận hành ắc quy được tiến hành theo chế độ phụ nạp thường xuyên. Ắc quy được đấu vào thanh cái một chiều song song với thiết bị nạp. Nhờ vậy, tuổi thọ và độ tin cậy của ắc quy tăng lên và chi phí bảo dưỡng cũng được giảm xuống.

Để bảo đảm chất lượng ắc quy, trước khi đưa vào chế độ phụ nạp thường xuyên phải phóng nạp tập dượt 4 lần. Trong quá trình vận hành ắc quy

ở chế độ phụ nạp thường xuyên, ắc quy không cần phóng nạp tập dượt cũng như nạp lại. Trường hợp sau một thời gian dài làm việc ở chế độ phụ nạp thường xuyên mà thấy chất lượng ắc quy bị giảm thì phải thực hiện việc phóng nạp đột xuất.

Ở chế độ phụ nạp thường xuyên, cần duy trì điện thế trên mỗi bình ắc quy là 2,2 ± 0,05V để bù trừ sự tự phóng và duy trì ắc quy ở trạng thái luôn được nạp đầy.

Dòng điện phụ nạp thông thường được duy trì bằng 50 – 100 mA cho mỗi 100 Ah. Ở chế độ phụ nạp này, điện thế trên ắc quy phải được duy trì tự động trong khoảng ±2 %.

Việc phóng thử dung lượng thực tế của ắc quy được tiến hành 1 – 2 năm 1 lần hoặc khi có nghi ngờ dung lượng ắc quy kém. Dòng điện phóng được giới hạn ở chế độ mức 3 đến 10 giờ. Để đánh giá chính xác dung lượng phóng của ắc quy, nên tiến hành ở cùng 1 chế độ phóng như nhau trong nhiều lần phóng.

Dung lượng quy đổi được tính theo công thức: $C_{20} = C_t /(1+0,008 ( t - 20 ) )$ Với $C_{20}$ là dung lượng ở $20^0$C, $C_t$ là dung lượng ở $t^0$C.

**h. Chế độ phóng nạp xen kẽ.**

Ắc quy làm việc ở chế độ nạp phóng là ắc quy thường xuyên phóng vào 1 phụ tải nào đó sau khi đã ngưng nạp. Sau khi đã phóng đến 1 giá trị nào đó thì phải nạp trở lại.

Trường hợp sử dụng ắc quy không nhiều thì mỗi tháng phải tiến hành phụ nạp với dòng điện không đổi là 0,1 $C_{10}$. Việc xác định tiến trình nạp được kết thúc dựa theo các điều ghi ở phần trên. Việc nạp lại nhằm loại trừ việc sun phát hóa ở các bản cực. Việc nạp lại tiến hành 3 tháng một lần, hoặc khi ắc quy bị phóng với một dòng phóng lớn hơn dòng phóng cho phép.

## 2.4. VAI TRÒ CỦA ẮC QUY TRONG Ô TÔ.

### a. Hệ thống khởi động ô tô.

Là một hệ thống giúp cho động cơ đốt trong của ô tô có thể bắt đầu hoạt động.Vì động cơ đốt trong không thể tự khởi động nên cần phải có một ngoại lực để khởi động nó. Thiết bị tạo ra ngoại lực là Động cơ hay mô-tơ điện một chiều, thông thường gọi là mô-tơ đề. Để khởi động động cơ thì trục khuỷu phải quay nhanh hơn tốc độ quay tối thiểu. Tốc độ quay tối thiểu để khởi động động cơ khác nhau tuỳ theo cấu trúc động cơ và tình trạng hoạt động, thường từ 40 -60 vòng/ phút đối với động cơ xăng và từ 80 - 100 vòng/phút đối với động cơ diesel.

### b. Ắc quy trên ô tô.

Acquy chì acide là một thiết bị hoá điện, nó sinh ra hiệu điện thế và phân phối cường độ dòng điện. Acquy là một nguồn năng lượng sơ cấp trên ô tô ngày nay. Nên nhớ rằng acquy không tích trữ điện mà chỉ tích trữ hoá học, nhờ vậy mà quá trình điện hoá được sinh ra. Một cách đơn giản, chì và dung dịch acide phản ứng với nhau và sinh ra một hiệu điện thế. Phản ứng hoá học này chuyển hoá năng thành điện năng và đó là cơ sở của các loại acquy trên ô tô.

### c. Công dụng của ắc quy.

- *Acquy cung cấp điện khi:*

**Động cơ ngừng hoạt động:** Điện từ bình acquy được sử dụng để chiếu sáng, dùng cho các thiết bị điện phụ, hoặc là các thiết bị điện khác khi động cơ không hoạt động.

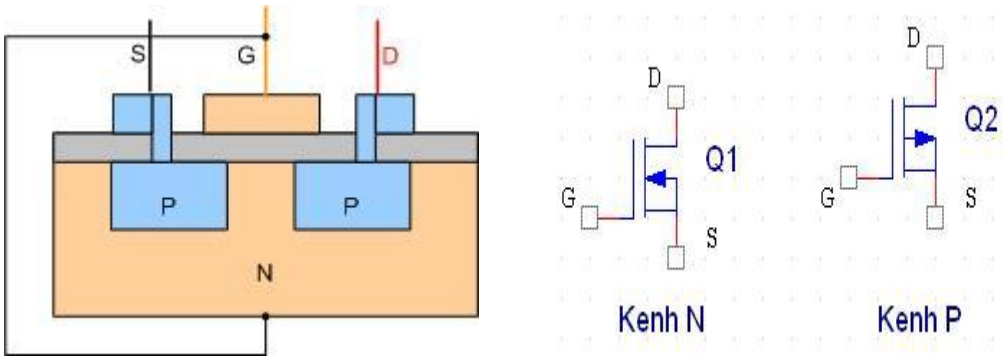
**Động cơ khởi động:** Điện từ bình acquy được dùng cho máy khởi động và cung cấp dòng điện cho hệ thống đánh lửa trong suốt thời gian động

cơ đang khởi động. Việc khởi động xe là chức năng quan trọng nhất của acquy.

**Động cơ đang hoạt động:** Điện từ bình acquy có thể cần thiết để hỗ trợ cho hệ thống nạp khi nhu cầu về tải điện trên xe vượt qua khả năng của hệ thống nạp. Cả acquy và máy phát đều cấp điện khi nhu cầu đòi hỏi cao.

## 2.5. MOSFET

### 2.5.1.Cấu tạo và nguyên lý làm việc




***Hình 2.3:*** Cấu trúc bán dẫn và ký hiệu của MOSFET.

Khác với cấu trúc BJT, MOSFET có cấu trúc bán dẫn cho phép điều khiển bằng điện áp với dòng điện điều khiển cực nhỏ. Hình 1 thể hiện cấu trúc và ký hiệu của MOSFET. G là cực điều khiển được cách ly hoàn toàn với cấu trúc bán dẫn còn lại bởi lớp điện môi cực mỏng nhưng có độ cách điện cực lớn dioxit-silic ($SiO_2$). Hai cực còn lại là cực gốc S và cực máng D. cực máng là cực đón các hạt mang điện. MOSFET có điện trở giữa cực G với cực D là vô cùng lớn, còn điện trở giữa cực D và cực S phụ thuộc vào điện áp chênh lệch giữa cực G và cực S (UGS). Khi điện áp UGS=0 thì điện trở RDS rất lớn, khi điện áp UGS>0 do hiệu ứng từ trường làm cho điện trở RDS giảm, điện áp UGS càng lớn thì điện trở RDS càng nhỏ.

Nếu kênh dẫn N thì các hạt mang điện sẽ là các điện tử (electron), do đó cực tính điện áp của cực máng sẽ là dương so với cực gốc. Kênh dẫn kiểu P cũng tương tự nhưng các lớp bán dẫn sẽ có kiểu dẫn ngược lại. Tuy nhiên

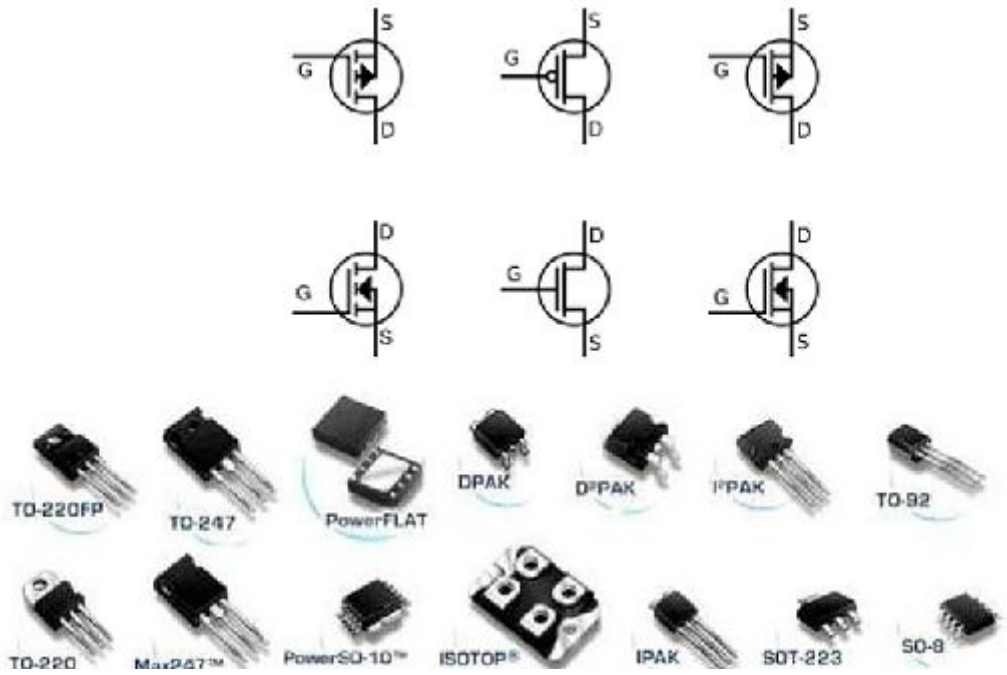
đa số các MOSFET công suất là loại có kênh dẫn kiểu N. Một trong những ưu điểm khi dùng MOSFET là tần số đóng cắt lớn, mạch điều khiển đơn giản vì MOSFET điều khiển bằng điện áp, dòng điện điều khiển hoàn toàn cách ly với dòng trên cực máng, do đó khi MOSFET dẫn không cần dòng điện duy trì như đối với transitor lưỡng cực.

Một thông số quan trọng của MOSFET công suất đó là tồn tại điện trở tự nhiên bên trong MOSFET. Điện áp rơi trên cực máng D và cực gốc S tỉ lệ tuyến tính với dòng trên kênh dẫn.

Mối liên hệ đó được đặc trưng bởi thông số $R_{DS(ON)}$ được ghi trong các datasheet của MOSFET.

Điện trở $R_{DS(ON)}$ là hắng số tương ứng với 1 điện áp $V_{GS}$ nhất định và nhiệt độ nhất định của MOSFET.

Khi dòng điện qua MOSFET tăng thì nhiệt độ trên lớp bán dẫn tăng và do đó điện trở $R_{DS(ON)}$ cũng tăng theo.




***Hình 2.4:*** Kí hiệu quy ước và hình dáng của MOSFET.

**a. Các thông số của MOSFET.**

Khi ứng dụng MOSFET trong các thiết bị điện tử công suất thì thông số quan trọng nhất mà ta quan tâm đến đó là thời gian đóng cắt của MOSFET, thông thường thời gian đóng cắt của MOSFET từ 10ns- 60ns.

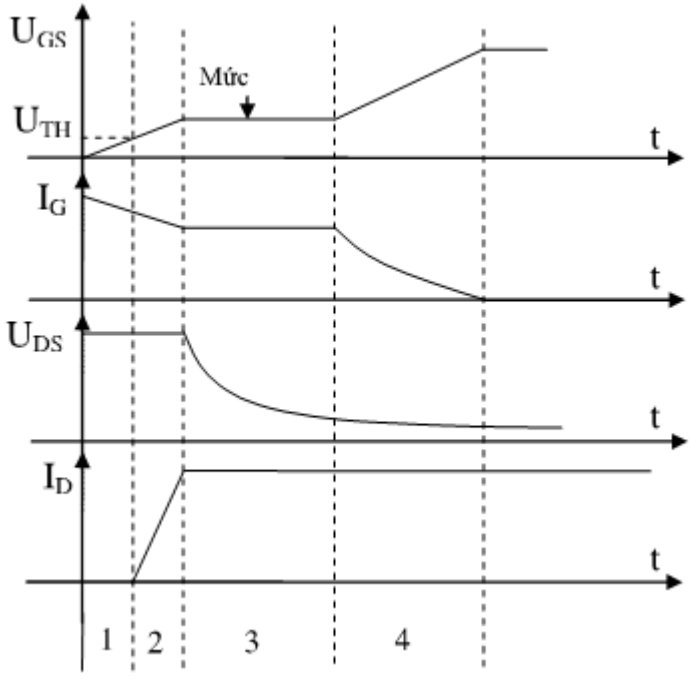
Bên cạnh đó còn có các thông số quan trọng khác như:

- Điện áp lớn nhất trên hai cực D,S của MOSFET: $V_{DS(max)}$ (V).
- Dòng điện lớn nhất mà van chịu được: $I_D$(A).
- Điện trở trong của van: $R_{DS(on)}$(Ω).
- Dải nhiệt độ hoạt động của van.

Các thông số này rất quan trọng khi ta thiết kế mạch điều khiển van.

**b. Quá trình mở và khóa của MOSFET.**

Khi cấp vào cực G của MOSFET một điện áp thông qua mạch Driver thì quá trinh mở Mosfet được thể hiện trong đồ thị sau:




***Hình 2.5:*** Quá trình mở của Mosfet.

*Quá trình mở của MOSFET.*

Giai đoạn thứ nhất: điện dung đầu vào của MOSFET được nạp từ điện áp 0V đến giá trị $U_{TH}$ , trong suốt quá trình đó hầu hết dòng điện vào cực G được nạp cho tụ $C_{GS}$, một lượng nhỏ nạp cho tụ $C_{GD}$. Quá trình này được gọi là quá trình mở trễ bởi vì cả dòng $I_D$ và điện áp trên cực D đều không đổi. Sau khi cực G được nạp tới giá trị điện áp giữ mẫu $U_{TH}$, Mosfet sẵn sàng để dẫn dòng điện.

Giai đoạn thứ hai: điện áp cực G tăng từ $U_{TH}$ đến giá trị $U_{Miller}$,. Đây là điểm làm việc tuyến tính của MOSFET; dòng điện tỷ lệ thuận với điện áp cực cổng G. Ở phía cực cổng, dòng điện đi vào tụ điện $C_{GS}$ và $C_{GD}$ giống như trong khoảng thời gian đầu tiên và điện áp $U_{GS}$ ngày càng tăng. Ở đầu ra của MOSFET, dòng điện trên cực máng cũng tăng dần, trong khi điện áp D-S không đổi ($U_{DS,\ OFF}$ ). Cho đến khi tất cả dòng điện được chuyển vào MOSFET và diode khóa hoàn toàn để có thể ngăn chặn điện áp ngược qua lớp tiếp giáp pn của nó, điện áp cực máng phải bằng cấp điện áp đầu ra.

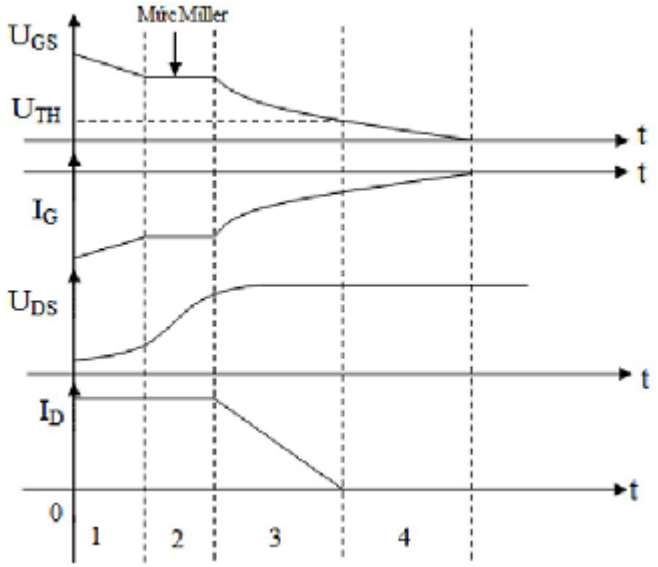
Giai đoạn thứ ba : Điện áp cực G giữ nguyên ở mức điện áp Miller ($V_{GS,\ Miller}$ ) cho dòng điện đi qua tải và các diode chỉnh lưu bị khóa lại. Cấp cho cực máng 1 điện áp rơi. Trong khi xuất hiện điện áp rơi trên cực máng thì điện áp trên D-S vẫn giữ ở mức ổn định . Tất cả Dòng điện trên cực cổng nhận từ bộ điều khiển làm lệch hướng xả Của tụ $C_{GD}$ để tạo điều kiện thuận lợicho việc thay đổi điện áp qua D-S. Dòng điện cực máng của Mosfet được giữ không đổi vì bị giới hạn bởi các mạch điện bên ngoài, tức là nguồn dòng DC

Giai đoạn thứ tư: là để tăng kênh dẫn điện cho MOSFET bằng cách áp dụng điều khiển mức điện áp cao cho cực cổng. Biên độ $V_{GS}$ được xác định bằng điện trở trong của thiết bị trong thời gian nó mở. Vì vậy, trong khoảng thời gian thứ tư, $V_{GS}$ tăng từ $V_{GS,\ Miller}$ đến giá trị cuối cùng của nó, $V_{DRV}$.

Điều này được thực hiện bởi sự nạp của tụ điện $C_{GS}$ và $C_{GD}$ , do đó dòng điện trên cực cổng được chia làm hai thành phần.

Trong khi các tụ đang nạp điện, thì dòng điện trên cực máng là không đổi, và nguồn áp trên D-S giảm nhẹ do điện trở trong của thiết bị giảm.

*Quá trình khóa của MOSFET*




***Hình 2.6:*** Quá trình khóa của MOSFET.

Quá trình khóa được chia làm 4 giai đoạn:

Giai đoạn thứ nhất: Là quá trình xả điện tích trên tụ $C_{GS.DS}$ từ giá trị ban đầu đến giá trị Miller, điện áp trên cực D của MOSFET bắt đầu tăng dần nhưng rất nhỏ, dòng điện trên cực D là không đổi.

Giai đoạn thứ hai: điện áp giữa hai cực D-S của Mosfet sẽ tăng từ giá trị $U_{DS} = I_D.R_{DS(on)}$. Tới giá trị cuối $U_{DS(off)}$.

Trong suốt giai đoạn này dòng điện trên cực D vẫn giữ không đổi. Dòng điện của cực G hoàn toàn là dòng xả của tụ trên các cực của Mosfet.

Giai đoạn thứ ba: điện áp cực G giảm từ giá trị Miller đến giá trị giữ mẫu $U_{TH}$. Phần lớn dòng điện xả trên cực G là phóng trên tụ $C_{GS}$.

Giai đoạn này điện áp $U_{GS}$ và dòng điện $I_D$ đều giảm tuyến tính. Trong khi đó điện áp $U_{DS}$ vẫn giữ nguyên giá trị $U_{DS(OFF)}$.

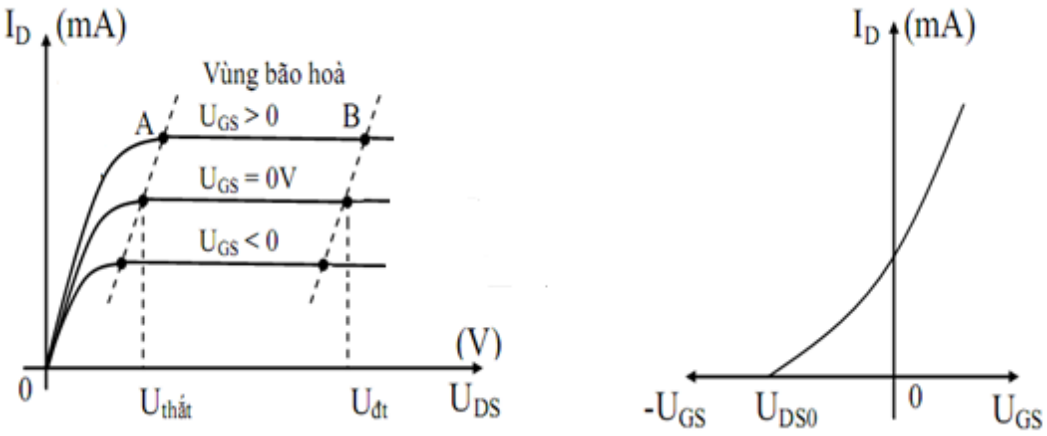
Giai đoạn thứ tư: giai đoạn này là quá trình phóng điện hoàn toàn của tụ điện trên các cực của Mosfet, $U_{GS}$ giảm đến giá trị 0V. Dòng điện trên cực D giảm về giá trị 0 và không đổi.

Tóm lại quá trình mở-khóa của Mosfet là quá trình chuyển mạch giữa trạng thái trở kháng cao và trạng thái trở kháng thấp được thực hiện trong bốn giai đoạn.

Độ dài khoảng thời gian của các giai đoạn được quyết định bởi giá trị điện dung giữa các cực, điện áp đặt vào cực điều khiển, và dòng điện nạp xả của các tụ điện trên cực G. Đây là thông số quan trọng đẻ thiết kế mạch điều khiển Mosfet trong các ứng dụng có tần số đóng cắt lớn.

### 2.5.2. Đặc tính của MOSFET.

Hình 2.7 thể hiện họ đặc tuyến ra của MOSFET kênh sẵn loại P. Đây là các đường biểu diễn mối quan hệ giữa dòng điện $I_D$ với điện áp $U_{DS}$ ứng với từng giá trị của điện áp $U_{GS}$ khác nhau.




***Hình 2.7:*** Đặc tuyến của mosfet kênh đặt sẵn.

Trên họ đặc tuyến ra, khi điện áp $U_{DS}$ = 0V thì dòng điện qua kênh $I_D$ = 0, do đó đặc tuyến xuất phát từ gốc tọa độ. Điều chỉnh cho $U_{DS}$ âm dần, với trị

số còn nhỏ thì dòng điện $I_D$ tăng tuyến tính với sự tăng trị số của điện áp $U_{DS}$ và mối quan hệ này được tính theo định luật Ôm. Ta có vùng thuần trở của đặc tuyến.

Khi điện áp $U_{DS}$ đạt tới trị số bão hòa ($U_{DSb.h.}$) thì dòng điện cực máng cũng đạt tới một trị số gọi là dòng điện bão hòa $I_{Db.h}$. Trong trường hợp này, lớp tiếp xúc P-N chạm vào đáy của lớp oxit và kênh có điểm "thắt" tại cực máng, nên $U_{DSbh}$ còn được gọi là điện áp "thắt".

Nếu cho $|U_{DS}|>|U_{DSb.h}|$ thì dòng điện không thay đổi và giữ nguyên trị số bão hòa $I_{Db.h}$. Đồng thời, tiếp xúc P-N bị phân cực ngược càng mạnh về phía cực máng, làm cho chiều dài của phần kênh bị "thắt" tăng lên. Độ chênh lệch của điện áp $\Delta U_{DS} = |U_{DS}| - |U_{DSbh}|$ được đặt lên đoạn kênh bị "thắt" và làm cho cường độ điện trường ở đây tăng, giúp cho số các lỗ trống vượt qua đoạn kênh bị "thắt" không thay đổi, do vậy dòng $I_{Dbh}$ giữ không đổi. Ta có vùng dòng điện $I_D$ bão hòa.

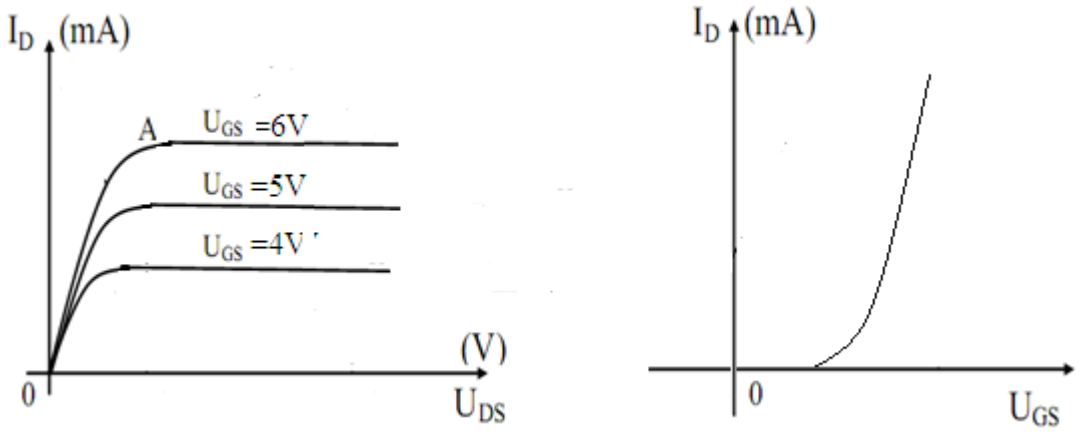
Trường hợp, nếu đặt $U_{DS}$ quá lớn sẽ dẫn đến hiện tượng đánh thủng tiếp xúc P-N ở phía cực máng, dòng điện $I_D$ tăng vọt. Lúc này tranzito chuyển sang vùng đánh thủng.

Qua các họ đặc tuyến của MOSFET kênh sẵn ta thấy nó làm việc ở cả 2 chế độ nghèo và giàu hạt dẫn. MOSFET kênh sẵn có mức ồn nhỏ nên nó thường được dùng trong các tầng khuếch đại đầu tiên của thiết bị cao tần. Độ hỗ dẫn gm của nó phụ thuộc vào điện áp $U_{GS}$ nên hệ số khuếch đại điện áp thường được tự động điều khiển.

Hình 2.8 biểu diễn đường đặc tính của mosfet kênh cảm ứng.

Khi phân cực cho G có $U_{GS}>0$, các điện tích dương ở cực G sẽ hút các điện tử của nền P về phía giữa của hai vùng bán dẫn N và khi lực hút đủ lớn thì số điện tử bị hút nhiều hơn, đủ để nối liền hai vùng bán dẫn N và kênh dẫn được hình thành.

Khi đó có dòng điện $I_D$ đi từ D sang S, điện áp phân cực cho cực G càng tăng thì dòng $I_D$ càng lớn. Điện áp $U_{GS}$ đủ lớn để tạo thành kênh dẫn gọi là điện áp ngưỡng $U_T$. Khi $U_{GS} < U_T$ thì dòng cực máng $I_D$=o.




***Hình 2.8:*** Đặc tính mosfet của kênh cảm ứng.

*Chú ý.*

+ Theo đặc tính của Mosfet thì thông thường Mosfet được sử dụng với các ứng dụng đòi hỏi tốc độ cao, tuy nhiên Mosfet không có khả năng chịu được dòng điện cao.

+ MosFet ngày nay được sản xuất với tần số đóng cắt cao và $R_{SD\text{-}ON}$ nhỏ làm cho tổn thất trong quá trình đóng cắt nhỏ đi rất nhiều

+ Điện áp kích cho MosFet phải là điện áp sạch và trong phạm vi cho phép

## 2.6. GiỚI THIỆU DIODE BÁN DẪN

### 2.6.1. Giới thiệu

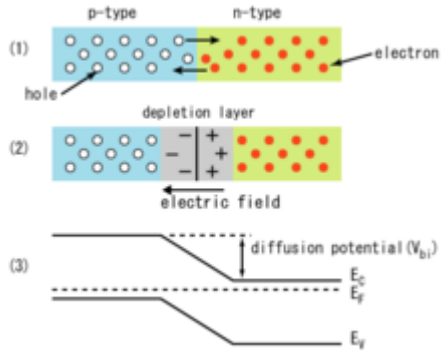
Điốt bán dẫn là các linh kiện điện tử thụ động và phi tuyến, cho phép dòng điện đi qua nó theo một chiều mà không theo chiều ngược lại. Có nhiều loại điốt bán dẫn, như điốt chỉnh lưu thông thường, điốt Zener, LED. Chúng đều có nguyên lý cấu tạo chung là một khối bán dẫn loại P ghép với một khối bán dẫn loại N.

Ngày nay hầu hết các điốt được làm từ silic, nhưng các chất bán dẫn khác như selen hoặc germani thỉnh thoảng cũng được sử dụng.

### 2.6.2. Cấu tạo

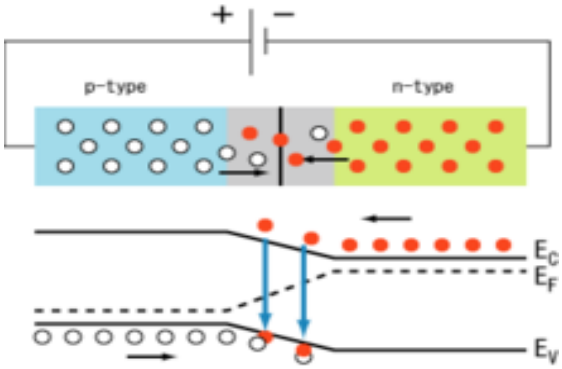
Gồm 2 chất bán dẫn p,n nối với nhau, do có sự chênh lệch mật độ điện tử giữa hai lớp, khối bán dẫn loại P chứa nhiều lỗ trống tự do mang điện tích dương nên khi ghép với khối bán dẫn N (chứa các điện tử tự do) thì các lỗ trống này có xu hướng chuyển động khuếch tán sang khối N. Cùng lúc khối P lại nhận thêm các điện tử (điện tích âm) từ khối N chuyển sang. Kết quả là khối P tích điện âm (thiếu hụt lỗ trống và dư thừa điện tử) trong khi khối N tích điện dương (thiếu hụt điện tử và dư thừa lỗ trống).

Ở biên giới hai bên mặt tiếp giáp, một số điện tử bị lỗ trống thu hút và khi chúng tiến lại gần nhau, chúng có xu hướng kết hợp với nhau tạo thành các nguyên tử trung hòa. Quá trình này có thể giải phóng năng lượng dưới dạng ánh sáng (hay các bức xạ điện từ có bước sóng gần đó).




***Hình2.9:*** Điện áp tiếp xúc hình thành.

Sự tích điện âm bên khối P và dương bên khối N hình thành một điện áp gọi là điện áp tiếp xúc (UTX). Điện trường sinh ra bởi điện áp có hướng từ khối n đến khối p nên cản trở chuyển động khuếch tán và như vậy sau một thời gian kể từ lúc ghép 2 khối bán dẫn với nhau thì quá trình chuyển động khuếch tán chấm dứt và tồn tại điện áp tiếp xúc. Lúc này ta nói tiếp xúc P-N ở trạng thái cân bằng. Điện áp tiếp xúc ở trạng thái cân bằng khoảng 0.6V đối với điốt làm bằng bán dẫn Si và khoảng 0.3V đối với điốt làm bằng bán dẫn Ge.




***Hình 2.10:*** Điện áp ngoài ngược chiều điện áp tiếp xúc tạo ra dòng điện.

Hai bên mặt tiếp giáp là vùng các điện tử và lỗ trống dễ gặp nhau nhất nên quá trình tái hợp thường xảy ra ở vùng này hình thành các nguyên tử trung hòa. Vì vậy vùng biên giới ở hai bên mặt tiếp giáp rất hiếm các hạt dẫn điện tự do nên được gọi là vùng  nghèo.  Vùng này không dẫn điện tốt, trừ phi điện áp tiếp xúc được cân bằng bởi điện áp bên ngoài. Đây là cốt lõi hoạt động của điốt.

Nếu đặt điện áp bên ngoài ngược với điện áp tiếp xúc, sự khuyếch tán của các điện tử và lỗ trống không bị ngăn trở bởi điện áp tiếp xúc nữa và vùng tiếp giáp dẫn điện tốt. Nếu đặt điện áp bên ngoài cùng chiều với điện áp tiếp xúc, sự khuyếch tán của các điện tử và lỗ trống càng bị ngăn lại và vùng nghèo càng trở nên nghèo hạt dẫn điện tự do. Nói cách khác điốt chỉ cho phép dòng điện qua nó khi đặt điện áp theo một hướng nhất định.

Dựa vào ứng dụng của diode người ta chia thành các loại sau:

- Line frequency Diode: Loại Diode này thường dùng trong các ứng dụng chỉnh lưu. Chúng có thông số về điện áp xấp xỉ 5kV và dòng điện xấp xỉ 5kA hoạt động cao nhất trong các loại Diode, đặc tính chịu quá dòng, quá áp rất tốt. Bù lại chúng có đặc tính phục hồi ngược lớn ($Q_{rr}$ và $t_{rr}$)
- Fast recovery Diode: Loại này có thời gian phục hồi bé xấp xỉ 1us. Chúng có thể đạt công suất cao và thường dùng trong các ứng dụng như mạch DC-DC chỉnh lưu.

• Schottky rectifiers: Là loại Diode chỉnh lưu nhanh nhất, không bị hiện tượng phục hồi ngược, điện áp phân cực thuận 0,2V , Tuy nhiên chúng chỉ chịu được điện áp hàng trăm Volt. Vì vậy chúng được sử dụng trong ứng dụng đo lường.

### 2.6.3. Đặc tính Volt-Ampere

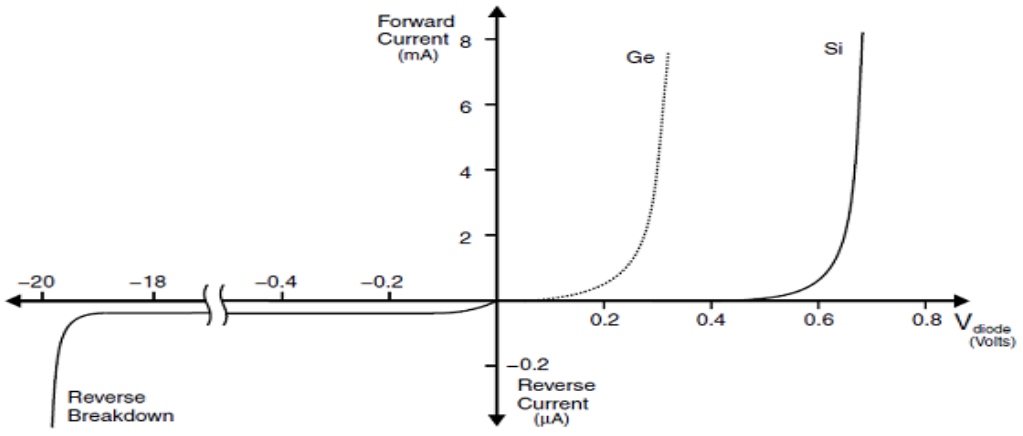
Đặc tuyến Volt-Ampere của Diode là đồ thị mô tả quan hệ giữa dòng điện qua điốt theo điện áp $U_{AK}$ đặt vào nó. Có thể chia đặc tuyến này thành hai giai đoạn:

Giai đoạn ứng với $U_{AK} = 0.7V > 0$ mô tả quan hệ dòng áp khi điốt phân cực thuận.

Giai đoạn ứng với $U_{AK} = 0.7V < 0$ mô tả quan hệ dòng áp khi điốt phân cực nghịch.

*($U_{AK}$ lấy giá trị 0,7V chỉ đúng với các điốt Si, với điốt Ge thông số này khác)*

Khi điốt được phân cực thuận và dẫn điện thì dòng điện chủ yếu phụ thuộc vào điện trở của mạch ngoài (được mắc nối tiếp với điốt). Dòng điện phụ thuộc rất ít vào điện trở thuận của điốt vì điện trở thuận rất nhỏ, thường không đáng kể so với điện trở của mạch điện.

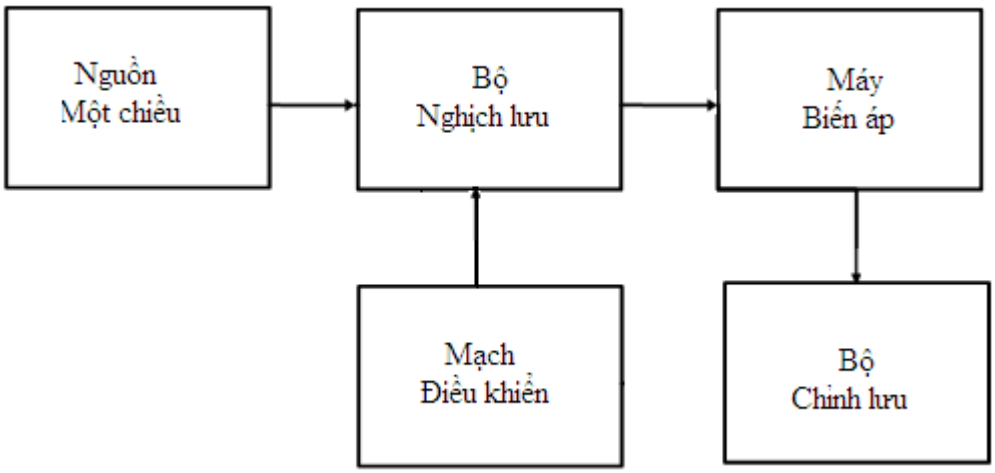



***Hình 2.11:*** Đặc tính thực tế của Diode

**CHƯƠNG 3:**

# THIẾT KẾ VÀ XÂY DỰNG MÔ HÌNH HỆ THỐNG BIẾN ĐỔI DC-DC

## 3.1. SƠ ĐỒ KHỐI BỘ BIẾN ĐỔI.




***Hình 3.1:*** Sơ đồ khối hệ thống tăng áp.

## 3.2. LỰA CHỌN SƠ ĐỒ HỆ THỐNG CHO BỘ BIẾN ĐỔI

Ta đưa thông số và yêu cầu bộ biến đổi cần thiết kế như sau:

Nguồn cấp là Acquy 12VDC/14Ah.

Điện áp vào lớn nhất : $V_{inmax}$=13,5V.

Điện áp vào nhỏ nhất : $V_{inmin}$=10,8V.

Công suất đầu ra ($P_{out}$): 300W.

Điện áp đầu ra ($V_{out}$): 110VDC.

Tần số đóng cắt của van là : 10kHz.

Hiệu suất : 80%

Công suất đầu vào ( $P_{in}$) : 375W.

Chu kỳ nhiệm vụ : D=45%

Chu kỳ nhiệm vụ lớn nhất : $D_{max}$=90%

### 3.2.1. Các bộ phận của bộ biến đổi.

Với nguồn cấp là Acquy nên ta chọn mạch nghịch lưu độc lập. Như vậy ta có ba sự lựa chọn : Nghịch lưu độc lập nguồn áp, nguồn dòng và cộng hưởng.

Do ta sử dụng Acquy nên mạch nghịch lưu độc lập nguồn dòng là không phù hợp.

Mạch nghịch  lưu cộng hưởng  không phù hợp với yêu cầu thiết kế. Vì vậy lựa chọn mạch nghịch lưu độc lập nguồn áp 3 pha là phù hợp với yêu cầu thiết kế.

Bộ biến đổi DC-DC có 3 thành phần chính như sau :

Mạch điều khiển : có nhiệm vụ tạo xung vuông với tần số 60kHz và tạo lệch pha 120 độ để đóng mở cho mosfet.

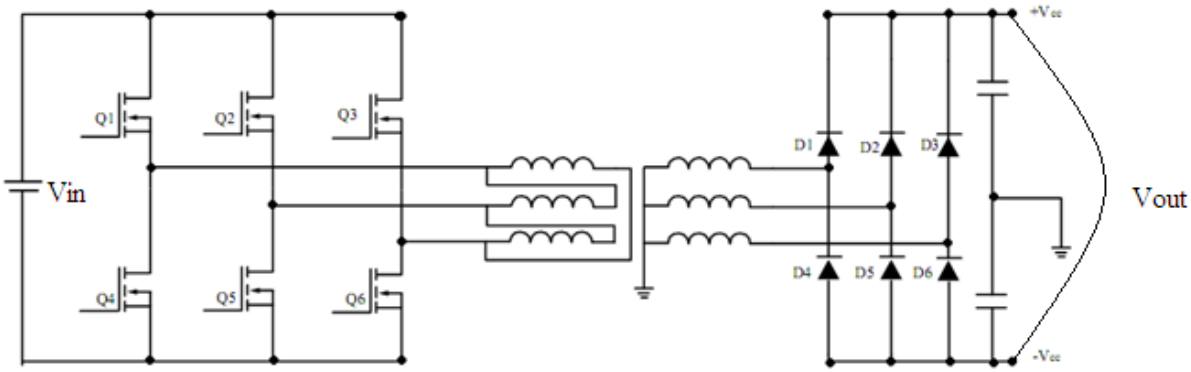
Bộ nghịch lưu : gồm 6 mosfet dùng để biến đổi điện áp một chiều thành xoay chiều.

Máy biến áp động lực gồm ba biến áp xung nối Δ-Y : có nhiệm vụ nâng điện áp lên cấp điện áp mong muốn.

Bộ chỉnh lưu : gồm 6 diode có nhiệm vụ chỉnh lưu từ điện áp xoay chiều( AC) ba pha sang điện áp một chiều(DC).

### 3.2.2. Nguyên lý hoạt động.

Nguyên lý mạch nâng điện áp từ Acquy có thể trình bày như sau :




***Hình 3.2 :*** Sơ đồ nguyên lý mạch nâng điện áp.

Trong sơ đồ trên ta sử dụng 6 MOSFET công suất có nhiệm vụ biến đổi điện áp một chiều thành xoay chiều, qua MBA 3 pha để nâng lên mức điện áp mong muốn và qua bộ chỉnh lưu để thành điện áp một chiều theo yêu cầu.

## 3.3. TÍNH TOÁN CÁC PHẦN TỬ MẠCH LỰC

### 3.3.1. Tính chọn van cho mạch nghịch lưu

Do yêu cầu của đề bài công suất khoảng 300W ta có thể chọn khóa là MOSFET để băm xung ( có cực cổng cách ly)

Điện áp đặt vào cuộn sơ cấp của máy biến áp : U1 = 12V.

Điện áp pha thứ cấp của máy biến áp : $U_{2p} = \frac{U_{d0}}{k_u}$

$U_{d0} = U_d + 2.\Delta U_D + 2.( \Delta_{BA} )$

$= 110 + 6.0,6 + 2(6\%.110) = 126,8V.$

Trong đó : $\Delta U_D$ là độ sụt áp trên Diode.

$\Delta_{BA}$ là độ sụt áp trên biến áp.

Do ta sử dụng bộ chỉnh lưu cầu 3 pha nên :

$U_{d0} = 2,34.U_{2p}$

Vậy giá trị hiệu dụng điện áp pha thứ cấp MBA là:

$U_{2p} = \frac{U_{d0}}{k_u} = \frac{126,8}{2,34} = 54,2V.$

Tỷ số MBA là :

$m = \frac{U_{2p}}{U_1} = \frac{54,2}{12} = 4,5$

Dòng điện dây ($I_d$) là : $I_d = \frac{P_{out}}{U_{out}} = \frac{300}{110} = 2,8$ A.

Giá trị dòng điện chạy qua mỗi pha thứ cấp MBA là :

$I_2 = \sqrt{\frac{2}{3}}.I_d = \sqrt{\frac{2}{3}}.2,8 = 2,30$ A

Dòng  hiệu dụng sơ cấp trong mỗi pha MBA là :

$I_1 = m.I_2 = 4,5.2,3 = 10,4$ A

*Tính chọn MOSFET.*

Do ta chọn 6 con MOSFET có thông số giống hệt nhau nên ta chỉ cần tính 1 con MOSFET là đủ.

- Thời gian mở của bóng bán dẫn:

$$T_{on} = \frac{1}{10000} . 0,45 = 30 \text{ us}$$

- Dòng điện vào ở 12V($I_{AVE}$)

$I_{AVE} = 10,4$ A

- Dòng điện vào lớn nhất ở 12V là:

$$I_{AVEmax} = \frac{I_{AVE}}{D_{max}} = \frac{10,4}{0,9} = 11,6 \text{ A.}$$

- Dòng điện hiệu dụng ở 12V là:

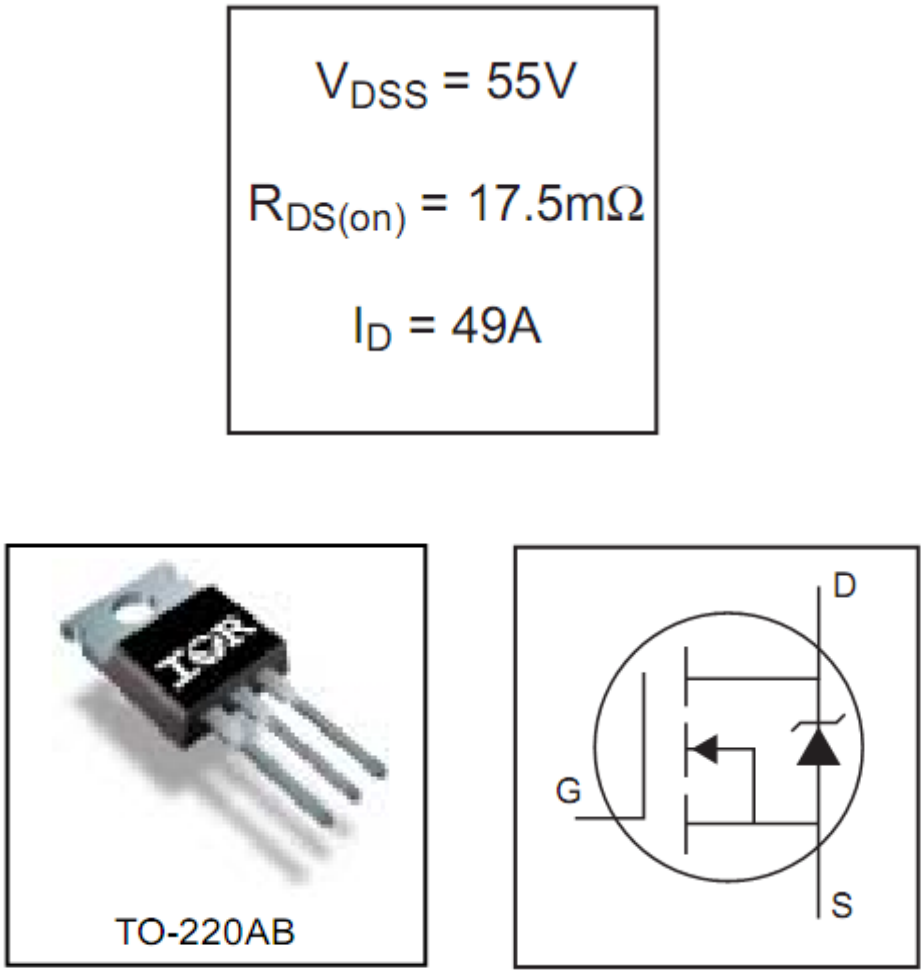
$$I_{rms} = I_{AVEmax}\sqrt{D_{max}}. = 6,4.\sqrt{0,90} = 10,9 \text{ A.}$$

- Điện áp lớn nhất mà khóa bán dẫn phải chịu bằng :

$V_{DSS} > 2.Vin = 24V$ + dự phòng .

Bởi vì điện áp vào lớn nhất là 24V, chọn MOSFET có điện áp định mức cao hơn 24V và dòng điện định mức cao hơn $I_{AVEmax}$ ở 12VDC

Do đó ta chọn MOSFET kênh N: IRFZ44N có thông số cơ bản sau:




***Hình 3.3:*** Thông số, hình dáng và ký hiệu của IRFZ44N.

### 3.3.2. Tính chọn diode cho mạch chỉnh lưu

$U_{ND} = 2,45.U_{2p} = 2,45.54,2 = 132,8$ V.

$$I_{Dtb} = \frac{I_d}{3} = \frac{2,8}{3} = 0,9 \text{ A}.$$

$$I_{Dhd} = \frac{I_d}{\sqrt{3}} = \frac{2,8}{\sqrt{3}} = 1,6 \text{ A}$$

Chọn diode có hệ số dự trữ điện áp là: $k_v$=1,6.

Chọn diode có hệ số dự trữ dòng điện là: $k_i$=1,2.

Vậy diode phải chịu được là:

$I_D$= 1,2.0,9 = 1,08 A.

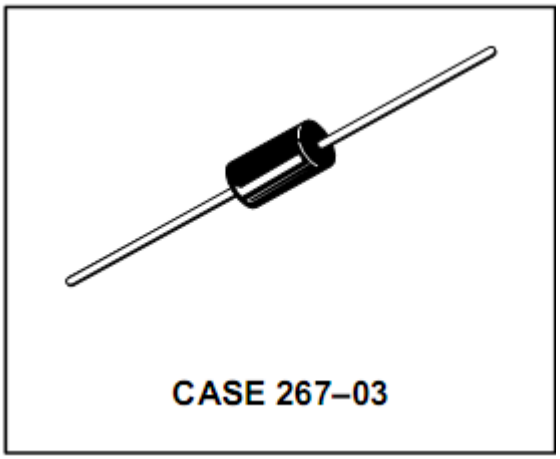
$U_{im}$= 1,6.132,8= 212,5 V.

Từ các thông số trên ta chọn diode 1N5408 có các thông số sau:

Điện áp lớn nhất mà diode chịu được là : 800 V.

Điện áp hiệu dụng là : 500V.

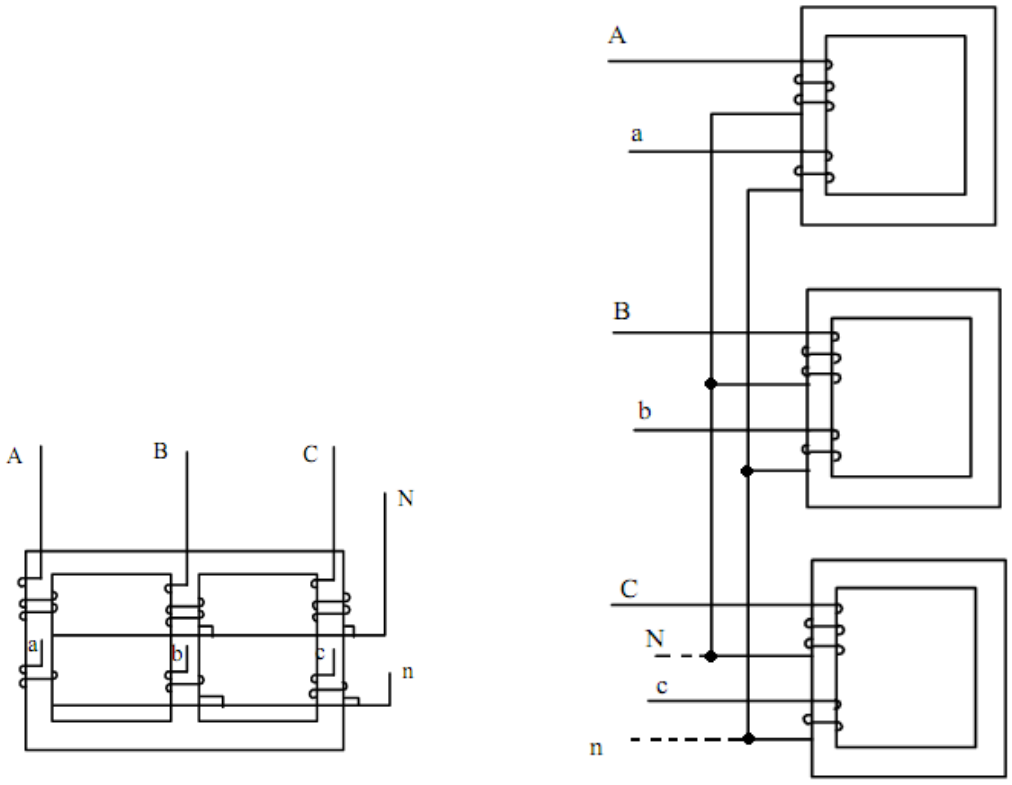
Dòng điện trung bình của diode là : 3 A.




***Hình 3.4:*** Hình ảnh thực tế của 1N5408.

### 3.3.3. Tính chọn máy biến áp động lực

Sử dụng 3 máy biến áp một pha nối Δ-Y cho bộ biến đổi tăng áp 3 pha thử nghiệm. Sự khác nhau giữa 2 cấu trúc của máy biến áp 3 pha được thể hiện trong hình vẽ sau:




a. b.

***Hình 3.5:*** Cấu trúc mạch từ máy biến áp 3 pha

a. MBA 3 pha với mạch từ chung.

b. MBA 3 pha với 3 mạch từ riêng biệt.

Máy biến áp ba pha sử dụng ba lõi ferrite cho hiệu suất tối ưu hơn và độ sụt áp thấp khi tải thay đổi. Mỗi lõi ferrite được đặc trưng bởi độ cảm ứng từ cực đại điều đó đảm bảo không có hiện tượng bão hòa xảy ra. Vật liệu làm lõi, kích thước lõi, số vòng dây và tần số chuyển mạch được chọn sao cho MBA làm việc trong khoảng tuyến tính ( đầu vào thay đổi để cân xứng với đầu ra) ở bất kỳ điều kiện hoạt động nào.

Điện áp dây của cuộn sơ cấp máy biến áp được biểu diễn bởi:

$$v_{AB}(t) = N_1^{3b} A_{e,s}^{3b} \frac{dB(t)}{dt} \quad (1)$$

Trong đó $v_{AB}$ và $A_{e,s}^{3b}$ là điện áp dây phía sơ cấp và diện tích gông từ đơn của máy biến áp ba pha và $N_1^{3b}$ số vòng dây sơ cấp ở mỗi lõi của máy biến áp ba pha.

Công suất phân phối phụ thuộc vào diện tích gông từ, tần số chuyển mạch. Cảm ứng từ cực đại ($B_{max}$) được chọn để giữ gông từ nằm trong khoảng tuyến tính và tránh bão hòa từ trường. Giá trị cực đại của cảm ứng từ là $\Delta B=2B_{max}$ được sử dụng để tính số vòng dây.

$$\Delta B = \frac{1}{N_1^{3b}.A_{e,s}^{3b}} \int_0^{T/2} v_{AB}(t)dt \quad (2)$$

Giải phương trình tích phân ta được :

$$N_1^{3b} = \frac{V_m.T}{3A_{e,s}^{3b}.2Bmax} \quad (3)$$

Trong đó :

$A_{e,s}^{3b}$ - Diện tích của mỗi lõi máy biến áp ($cm^2$).

$T_s = \frac{1}{f_s}$ ( $f_s$ – Là tần số đóng cắt của mosfet (Hz)).

W1: số vòng dây sơ cấp của MBA (vòng).

$B_{max}$ = 0,12T

Thay vào công thức (3) ta có số vòng dây sơ cấp ở mỗi lõi của máy biến áp là:

$$N_1^{3b} = \frac{12.50.10^{-6}}{3.1,78.2.0,12} = 9,3 \text{ (vòng)} \quad (13).$$

Do $A_e^{3b}=3.A_{e,s}^{3b}$ , $A_e^{3b}$ là tổng diện tích lõi của MBA ba pha.

Vậy số vòng dây sơ cấp của mỗi máy biến áp là 10 vòng.

Chọn mật độ dòng điện J=5mA/mm$^2$

Tiết diện dây cuộn sơ cấp là : S1= $\frac{10,4}{5}$ = 2,08 mm$^2$

Vậy d= $\sqrt{\frac{4S}{\pi}}$ = $\sqrt{\frac{4.2,08}{\pi}}$ = 1,6 mm

Số vòng dây thứ cấp của mỗi MBA là:

$W_2 = \frac{U_2}{U_1}.W_1 = \frac{54,2}{12}.5$=45 (vòng)

Vậy số vòng dây cuộn thứ cấp ở mỗi lõi máy biến áp là 45 vòng.

Tiết diện dây cuộn thứ cấp là : S2= $\frac{2,30}{5}$ = 0,46 mm$^2$

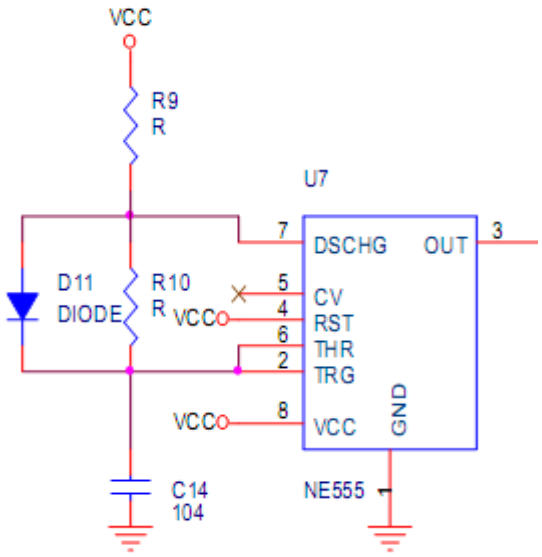
Vậy d= $\sqrt{\frac{4S}{\pi}}$ = $\sqrt{\frac{4.0,46}{\pi}}$ = 0,8 mm

## 3.4. THIẾT KẾ MẠCH ĐIỀU KHIỂN CHO BỘ NGHỊCH LƯU CẦU BA PHA

### 3.4.1. Thiết kế mạch tạo xung.

*Sử dụng IC555.*

Sử dụng IC555 để tạo xung vuông với tần số 60kHz .



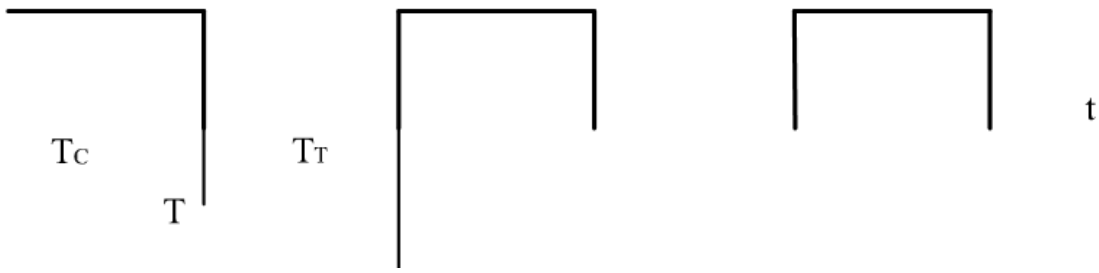

***Hình 3.6:*** Mạch tạo xung vuông bằng IC555.

Bộ định thời 555 hoạt động với nguồn một chiều có điện áp từ 5V đến 12V. Vì vậy nó tương thích với mức logic hông thường và cả những mức điện áp của bộ khuếch đại thuật toán

Đầu dương của nguồn nuôi nối vào chân 8 (+Vcc), cực âm mắc vào chân số 1 nối đất(GND). Đầu nối đất được dùng làm điểm chung để so sánh các điện thế trên các điểm khác của mạch.

Đầu ra chân 3 có thể có một trong 2 mức: mức cao và mức thấp. Mức cao xấp xỉ 11,5V. Mức cao xấp xỉ 0,1V.

Với cách mắc như vậy đầu ra chân 3 có dạng sóng chữ nhật như hình 3.7.




***Hình 3.7:*** Dạng xung của bộ tạo dao động.

Tần số đầu ra của IC555 được tính bởi công thức:

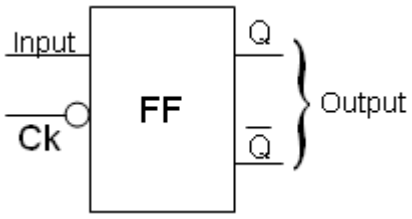
$$f = \frac{1}{T} = \frac{1,443}{(R_9 + R_{10}).C_{14}}$$

### 3.4.2. Thiết kế bộ dịch pha số.

#### 3.4.2.1. Tổng quan về flip-flop

FF là mạch có khả năng lật lại trạng thái ngõ ra tuỳ theo sự tác động thích hợp của ngõ vào, điều này có ý nghĩa quan trọng trong việc lưu trữ dữ liệu trong mạch và xuất dữ liệu ra khi cần.

Có nhiều loại flip flop khác nhau, chúng được sử dụng rộng rãi trong nhiều ứng dụng. Các mạch FF thường được kí hiệu như sau:

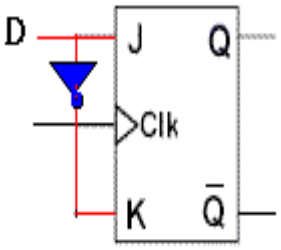



***Hình 3.8:*** Kí hiệu của flip-flop.

Nếu các ngõ vào sẽ quyết định ngõ ra là cái gì thì ngõ đồng hồ ck lại chỉ ra rằng khi nào mới có sự thay đổi đó. Chân Ck có thể tác động mức thấp hay mức cao tuỳ vào cấu trúc bên trong của từng IC FF, do đó với một IC FF cố định thì chỉ có một kiểu tác động và chỉ một mà thôi, ví dụ với IC 74112 chỉ có một cách tác động là xung Ck tác động theo cạnh xuống.

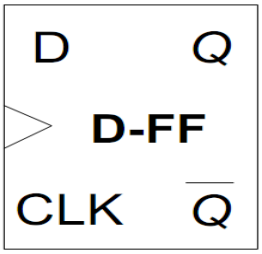
### 3.4.2.2. Flip-flop D

FF D : chỉ có 1 ngõ vào gọi là ngõ vào data(dữ liệu) hay delay(trì hoãn). Hoạt động của FF D rất đơn giản : ngõ ra sẽ theo ngõ vào mỗi khi xung Ck tác động cạnh lên hay xuống.



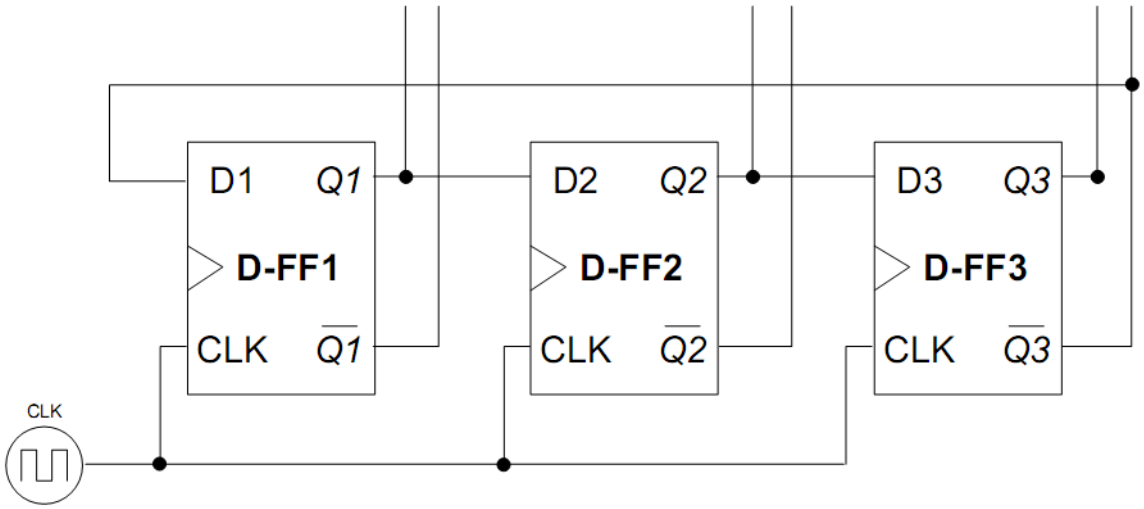

***Hình 3.9:*** Kí hiệu sơ đồ khối của FF-D

FF D thường là nơi để chuyển dữ liệu từ ngõ vào D đến ngõ ra Q cung cấp cho mạch sau như mạch cộng, ghi, dịch… nên hơn nữa ngõ vào D phải chờ một khoảng thời gian khi xung ck kích thì mới đưa ra ngõ ra Q, do đó FF D còn được xem như mạch trì hoãn, ngõ D còn gọi là delay.



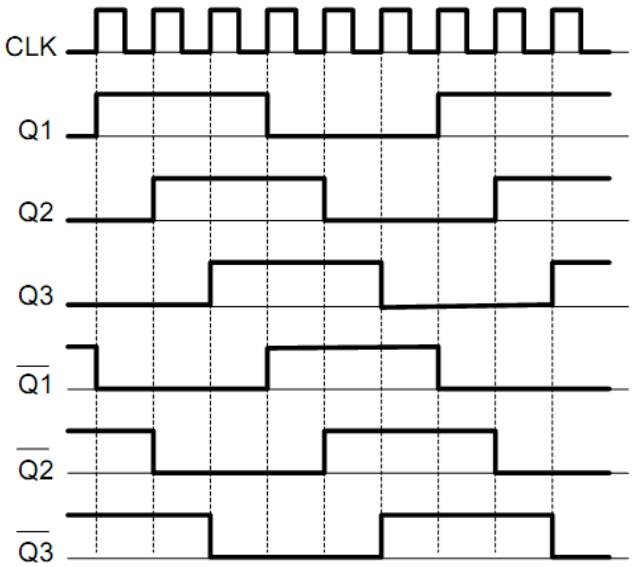

| D | $Q^n \rightarrow Q^{n+1}$ |
|---|---|
| 0 | $0 \rightarrow 0$ |
| 1 | $0 \rightarrow 1$ |
| 0 | $1 \rightarrow 0$ |
| 1 | $1 \rightarrow 1$ |

***Hình 3.10:*** Kí hiệu và bảng trạng thái của flip-flop D.




***Hình 3.11:*** Sơ đồ nguyên lý mạch dịch pha dùng flip-flop D

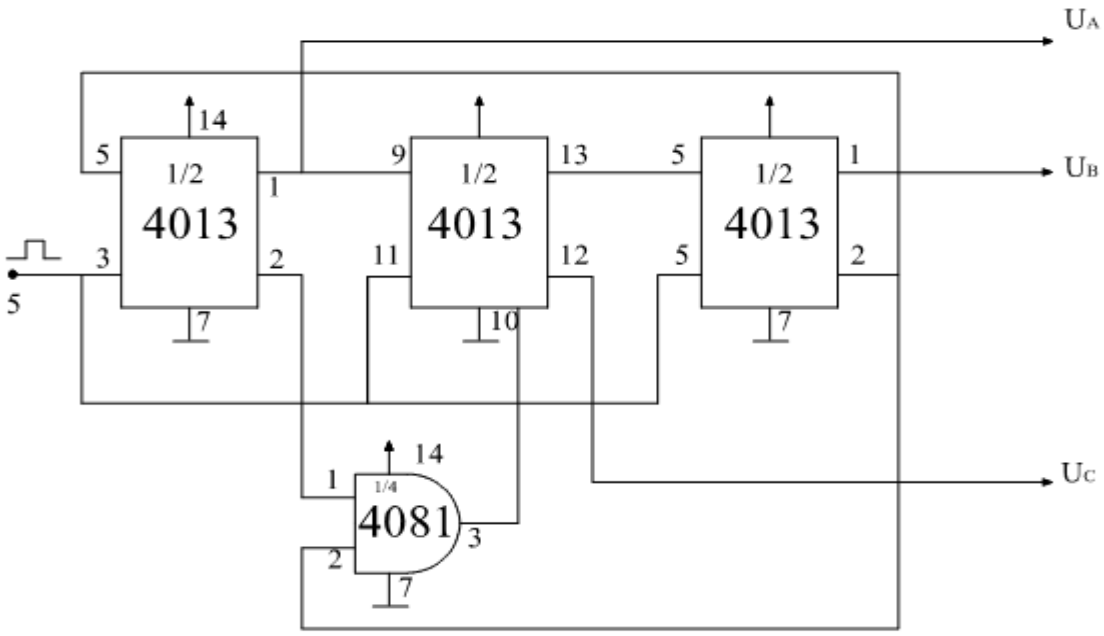
| | $Q^n$ | | | D | | | $Q^{n+1}$ | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **1** | **2** | **3** | **1** | **2** | **3** | **1** | **2** | **3** |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 2 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 3 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 4 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 5 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 6 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |




***Hình 3.12:*** Bảng trạng thái và dạng điện áp ra của mạch dịch pha.

**3.4.2.3. Bộ dịch pha số**

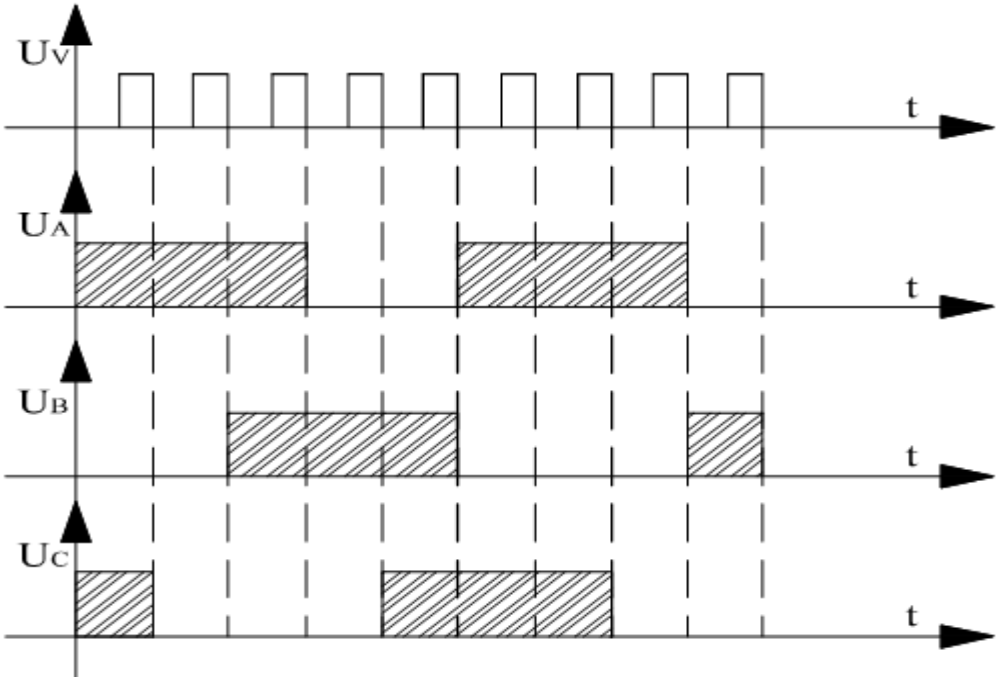
Khối này có nhiệm vụ là gửi xung từ IC555 tới các van động lực một cách tuần tự và có tính chu kỳ. Có nhiều dạng bộ dịch pha, trong đồ án này tôi chọn bộ dịch pha số. Sơ đồ mạch dịch pha số như hình vẽ . Trong mạch có sử dụng IC 4013 và IC 4081. Đây là IC chuyên dụng để tạo ra các loại trễ khác nhau đối với tín hiệu. IC 4013 là loại vi mạch thuộc họ CM05 có đặc điểm công suất tiêu thụ ở trạng thái tĩnh nhỏ, tốc độ chuyển đổi trạng thái cao, khả năng chống nhiễu cao và khả năng mang tải lớn. Cấu tạo của nó gồm có 2 flip-flop loại D. Nguồn nuôi cho IC là từ +3V đến +15V. Vì vậy nó tương thích với mức logic thông thường  và cả những mức điện áp của các bộ khuếch đại thuật toán.




***Hình 3.13**:* Sơ đồ nguyên lý mạch dịch pha số.

Từ sơ đồ nguyên lý trên ta thấy khi đưa tín hiệu đầu vào dạng chuỗi xung có tần số 6f thì đầu ra nhận được hệ thống xung có tần số là f. Vì vậy chuỗi xung từ IC555 có tần số là 60kHz thì đầu ra nhận được chuỗi xung có tần số là 10kHz. Chuỗi xung này lệch pha nhau 120 độ điện và có chu kỳ nhiệm vụ là 50%.

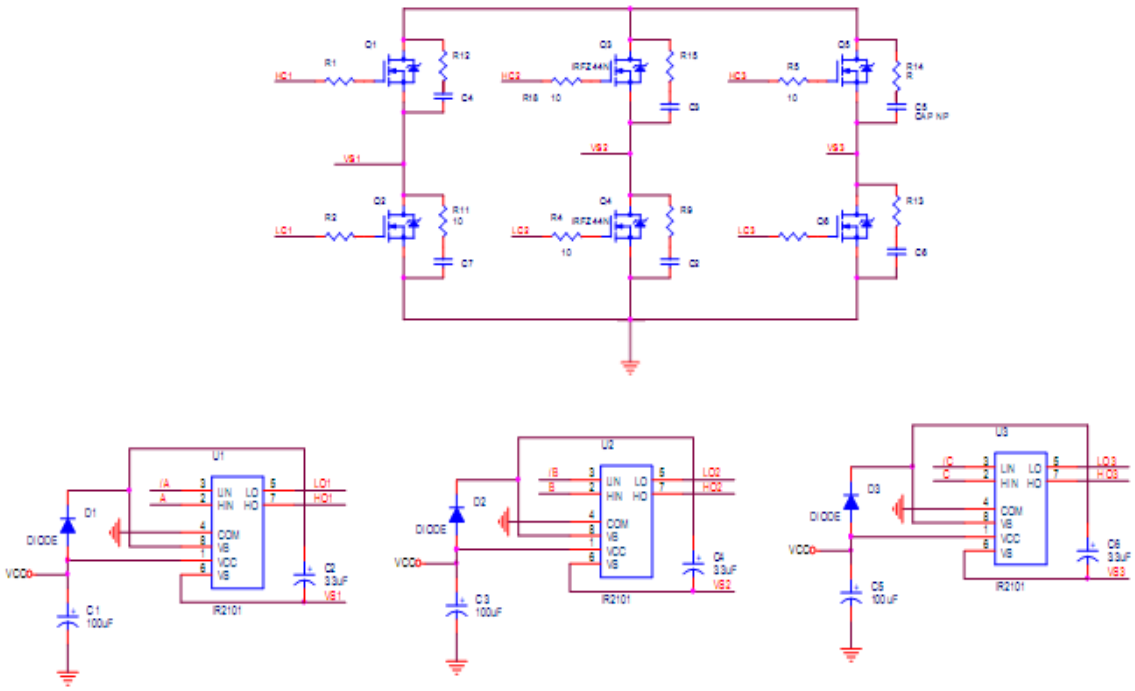
Như vậy dùng IC 4013 ta đã định hình được nguồn tín hiệu xoay chiều ba pha .Đây là công việc rất thuận lợi cho việc khống chế bộ nghịch lưu. Dạng xung đầu ra được biểu diễn trên hình vẽ.




***Hình 3.14:*** Dạng xung điện áp ra.

### 3.4.3. Thiết kế mạch lái Mosfet.

IC IR2101 là ic bán dẫn được sử dụng rộng rãi trong các mạch tổ hợp logic và trong các mạch nguồn yêu cầu có ổn định cao.



***Hình 3.15:*** Sơ đồ mạch lái MOSFET.

- Sử dụng BOOSTRAP để kích tín hiệu điều khiển từ IC555 rồi phát xung tín hiệu vào cực G kích thông IRFZ44N.

- Các điện trở R1, R2, R3, R4, R5, R6 có ảnh hưởng tới tổn hao công suất điều khiển. Các điện trở có giá trị nhỏ sẽ làm giảm thời xác lập tín hiệu điều khiển, giảm tổn thất năng lượng trong quá trình điều khiển nhưng lại làm mạch điều khiển nhạy cảm hơn với tụ ký sinh trong mosfet. Chọn điện trở có giá trị từ 4,7Ω đến 10Ω.

- Dùng mạch kích như IR2101 còn có một thuận lợi là chúng ta chỉ cần một nguồn nuôi cho tất cả mạch kích (không cần giải pháp nhiều biến áp nhỏ hay nhiều nguồn một chiều cách ly).

- Do sự tương tác của các phần tử tụ, cảm trên mạch nên xung đưa từ driver vào MOSFET thường có nhiễu, xung cao tần rất lớn . Do đó điện áp ngược đặt lên van khi van khóa rất lớn và việc đóng mở van là không lý tưởng. Vậy vấn đề dập nhiễu xung và hỗ trợ mở van cho MOSFET là vấn đề rất quan trọng trong khi thiết kế mạch.

Để dập nhiễu ta thêm mạch snubber song song với van bán dẫn để hạ nhiễu xuống mức an toàn với thiết bị.

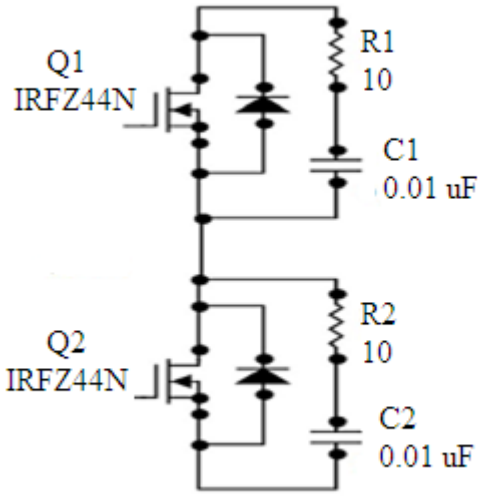
Khi van mở tụ C7 phóng điện qua R12 qua van. Dòng điện này có đỉnh rất lớn tuy nhiên thời gian rất ngắn nên giảm khả năng phát nhiệt ở trên van và làm tăng thời gian mở của van.

Thiết kế này sử dụng mạch dao động RC.

Giả sử thời gian đóng cắt lên tục là T = $\frac{1}{10\text{kHz}}$ = 0.1 msec.

Do đó RC cũng phải đáp ứng được thời gian liên tục này tức là RC = 0.1 msec

Cho C = 0.01uF, sau đó R = 10ohm.



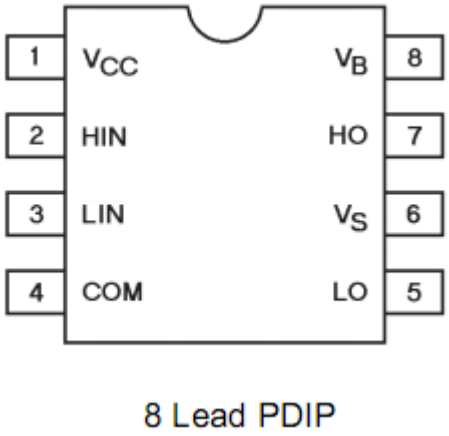

***Hình 3.16:*** Chân đơn của một bộ nghịch lưu sử dụng MOSFET.

Với tần số đóng cắt của van $f_{sw}$ thì công suất trên tiêu tán trên điện trở là:

$$P_{ttR} = \frac{1}{2}. C.E_0.f^2_{sw}$$

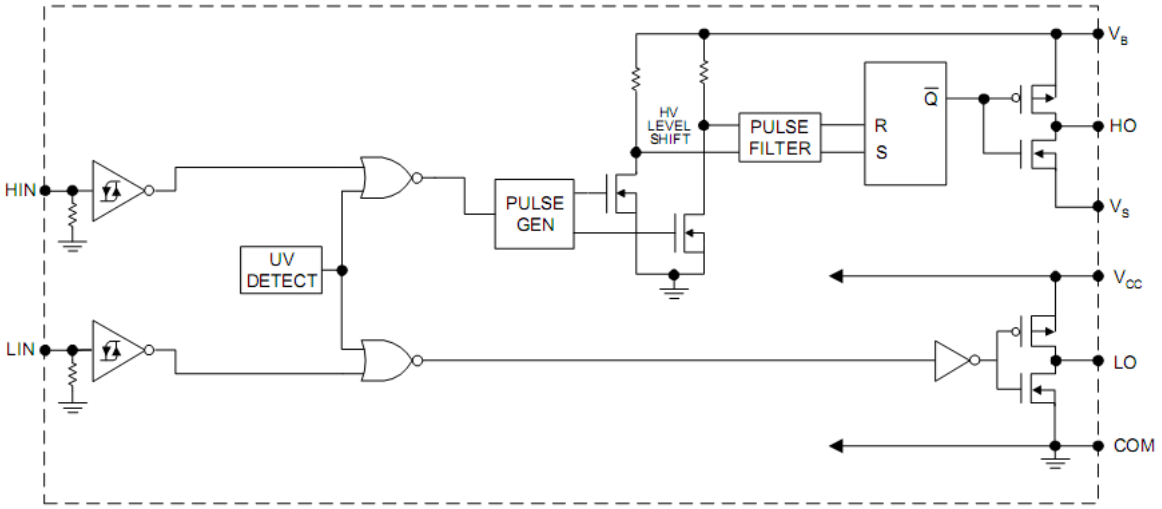
### 3.4.4. IC IR2101

#### 3.4.4.1. Sơ đồ chân của IR 2101.




***Hình 3.17:*** Sơ đồ chân của IR2101

### 3.4.4.2. Cấu trúc bên trong  của IR2101.




***Hình 3.18:*** Cấu trúc bên trong của IR2101.

### 3.4.4.3. Thông số kỹ thuật của IR2101.

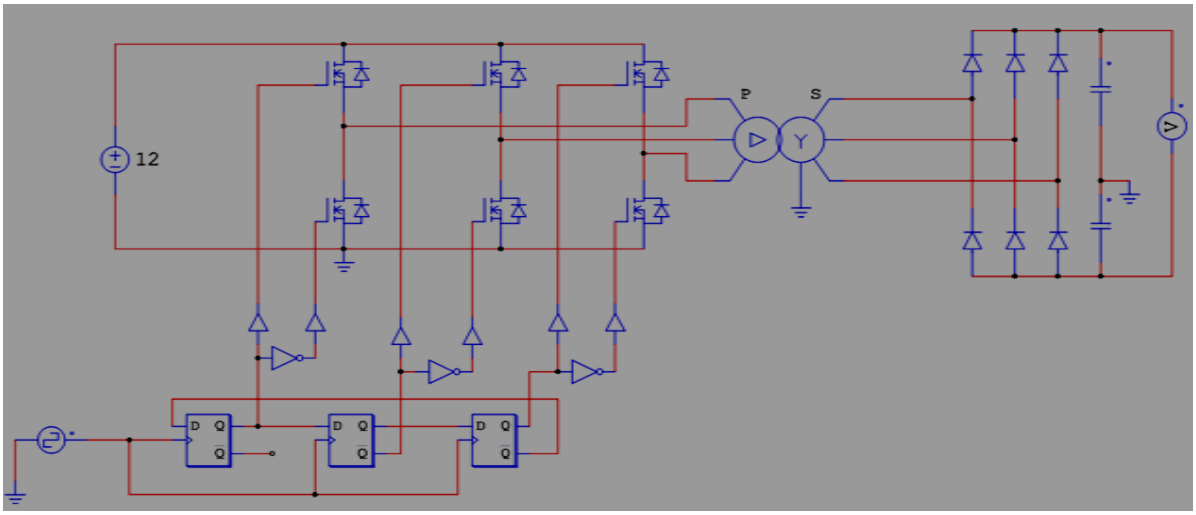
***Bảng 3.1:*** Thông số của IR2101.

| Symbol | Definition | Min. | Typ. | Max. | Units | Test Conditions |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $t_{on}$ | Turn-on propagation delay | — | 160 | 220 | ns | $V_S$ = 0V |
| $t_{off}$ | Turn-off propagation delay | — | 150 | 220 | | $V_S$ = 600V |
| $t_r$ | Turn-on rise time | — | 100 | 170 | | |
| $t_f$ | Turn-off fall time | — | 50 | 90 | | |
| MT | Delay matching, HS & LS turn-on/off | — | — | 50 | | |

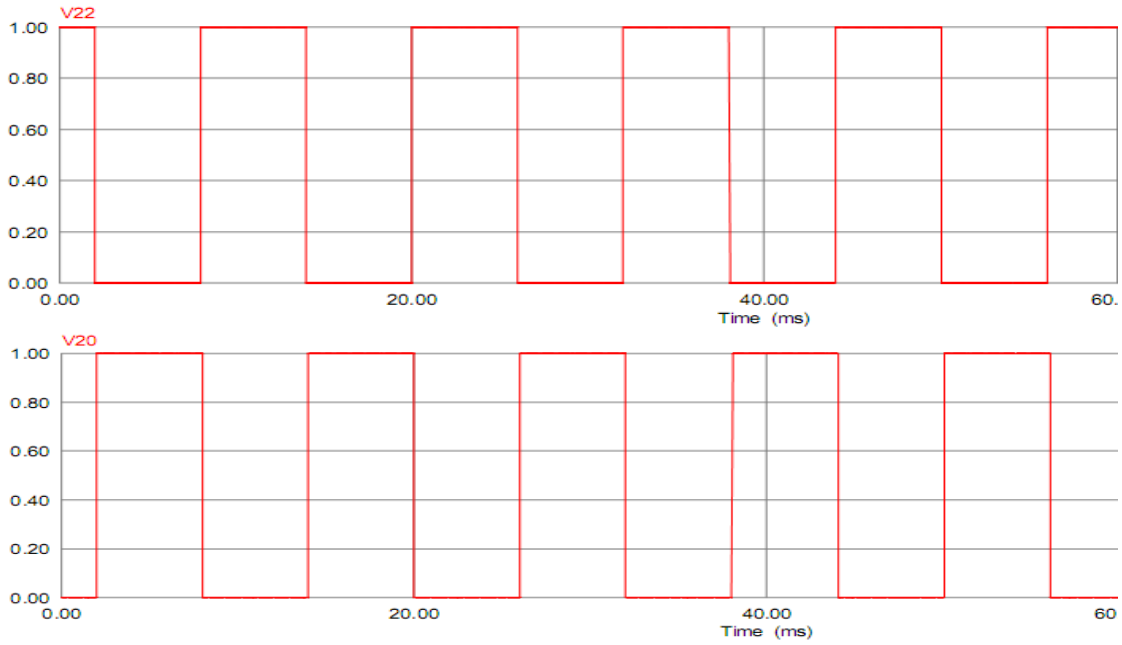
| Symbol | Definition | Min. | Typ. | Max. | Units | Test Conditions |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $V_{IH}$ | Logic "1" input voltage (IR2101)<br>Logic "0" input voltage (IR2102) | 3 | — | — | V | $V_{CC}$ = 10V to 20V |
| $V_{IL}$ | Logic "0" input voltage (IR2101)<br>Logic "1"input voltage (IR2102) | — | — | 0.8 | | $V_{CC}$ = 10V to 20V |
| $V_{OH}$ | High level output voltage, $V_{BIAS}$ - $V_O$ | — | — | 100 | mV | $I_O$ = 0A |
| $V_{OL}$ | Low level output voltage, $V_O$ | — | — | 100 | | $I_O$ = 0A |
| $I_{LK}$ | Offset supply leakage current | — | — | 50 | μA | $V_B$ = $V_S$ = 600V |
| $I_{QBS}$ | Quiescent $V_{BS}$ supply current | — | 30 | 55 | | $V_{IN}$ = 0V or 5V |
| $I_{QCC}$ | Quiescent $V_{CC}$ supply current | — | 150 | 270 | | $V_{IN}$ = 0V or 5V |
| $I_{IN+}$ | Logic "1" input bias current | — | 3 | 10 | | $V_{IN}$ = 5V (IR2101)<br>$V_{IN}$ = 0V (IR2102) |
| $I_{IN-}$ | Logic "0" input bias current | — | — | 1 | | $V_{IN}$ = 0V (IR2101)<br>$V_{IN}$ = 5V (IR2102) |
| $V_{CCUV+}$ | $V_{CC}$ supply undervoltage positive going threshold | 8 | 8.9 | 9.8 | V | |
| $V_{CCUV-}$ | $V_{CC}$ supply undervoltage negative going threshold | 7.4 | 8.2 | 9 | | |
| $I_{O+}$ | Output high short circuit pulsed current | 130 | 210 | — | mA | $V_O$ = 0V<br>$V_{IN}$ = Logic "1"<br>PW ≤ 10 μs |
| $I_{O-}$ | Output low short circuit pulsed current | 270 | 360 | — | | $V_O$ = 15V<br>$V_{IN}$ = Logic "0"<br>PW ≤ 10 μs |

### 3.4.5. Kết mô phỏng trên phần mềm Psim

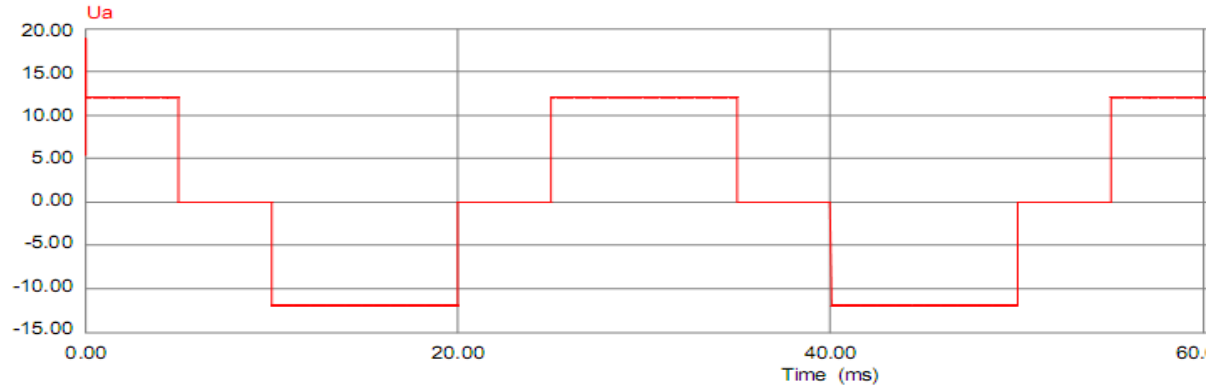
Sử dụng phần mềm Psim mô phỏng bộ biến đổi tăng áp ba pha DC-DC. Kết quả mô phỏng được thể hiện như sau:



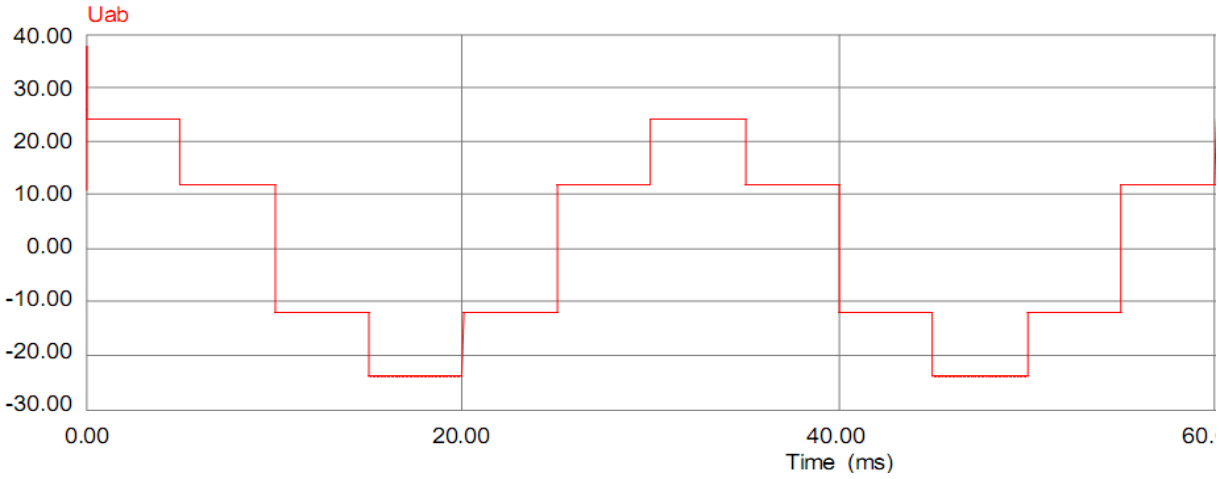

***Hình 3.19:*** Sơ đồ mô phỏng bộ nâng áp.




***Hình 3.20:*** Dạng xung đưa vào cực G của MOSFET




***Hình 3.21:*** Dạng sóng điện áp pha phía thứ cấp MBA



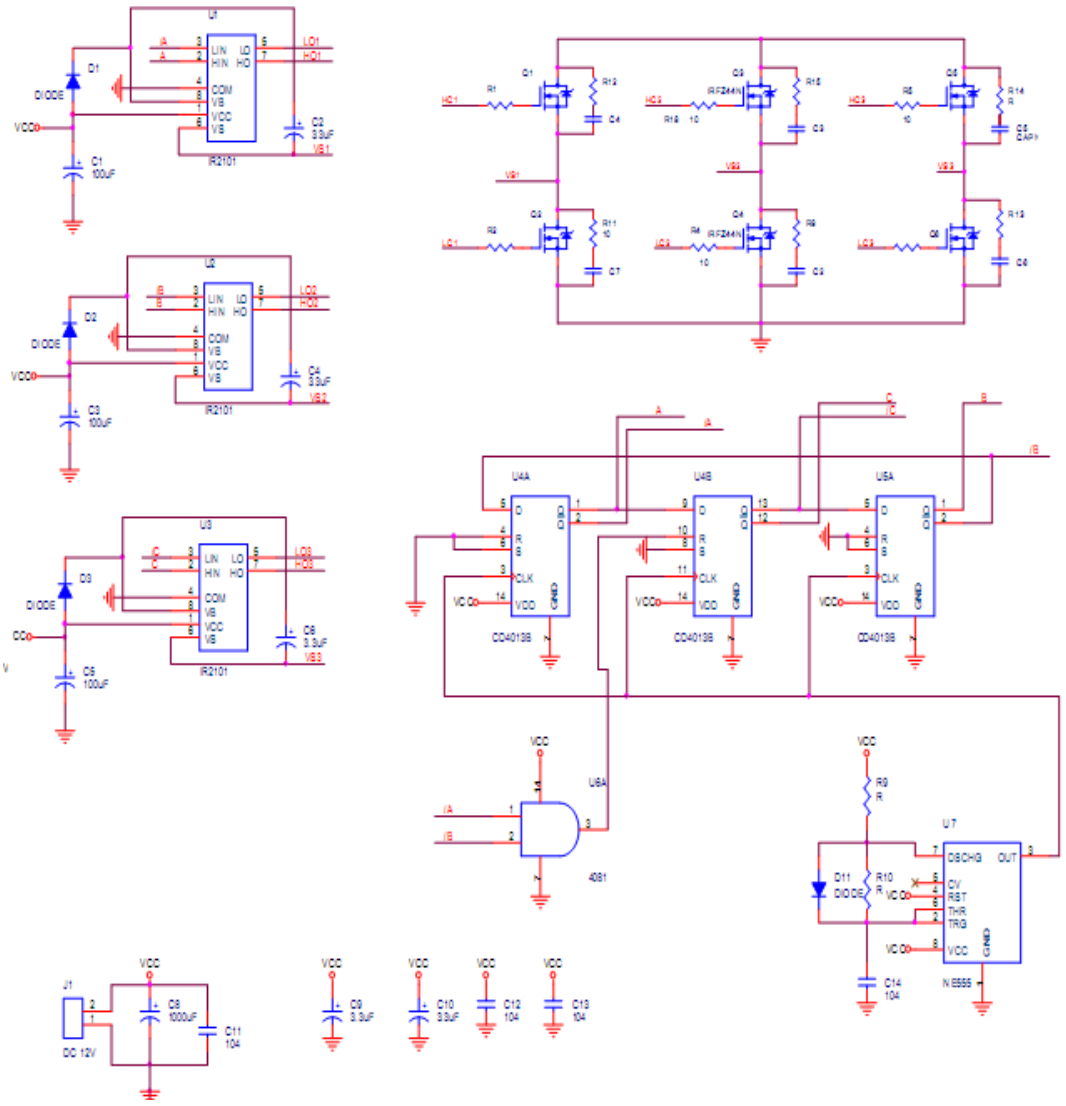

***Hình 3.22:*** Dạng sóng điện áp dây phía thứ cấp MBA

## 3.5. XÂY DỰNG MÔ HÌNH VẬT LÝ HỆ THỐNG BIẾN ĐỔI CẦU BA PHA NÂNG ÁP MỘT CHIỀU

### 3.5.1. Xây dựng mạch điện bằng Orcad 9.0.

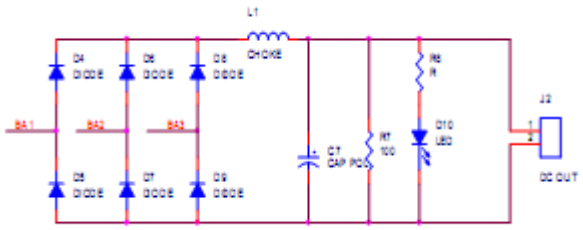
Sử dụng phần mềm chuyên dụng Orcad 9.0 để vẽ sơ đồ nguyên lý cho mạch nâng áp một chiều sử dụng trong ô tô.

**Sơ đồ mạch tạo xung và mạch kích MOSFET.**



***Hình 3.23:*** Sơ đồ nguyên lý mạch tạo xung và mạch kích MOSFET

Mạch chỉnh lưu cầu 3 pha dùng diode:




***Hình 3.24:*** Sơ đồ mạch chỉnh lưu cầu.

### 3.5.2. Mô hình vật lý bộ biến đổi.

***Hình 3.25:*** Mô hình bộ biến đổi DC-DC

***Hình 3.26:*** Điện áp đầu vào bộ biến đổi

***Hình 3.27:*** Điện áp đầu ra của bộ tăng áp

Qua mô hình vật lý ta thấy điện áp đầu vào từ ắc quy là 11VDC qua bộ tăng áp cầu 3 pha điện áp được nâng lên 103VDC.

Để bảo vệ quá nhiệt cho các van bán dẫn ta sử dụng cánh tản nhiệt bằng nhôm .

# KẾT LUẬN

Sau một thời gian thực hiện đề tài dưới sự hướng dẫn tận tình của thầy **GS.TSKH. Thân Ngọc Hoàn** cùng với nỗ lực của bản thân, em đã hoàn thành đồ án theo đúng kế hoạch được giao.

Trong quá trình làm đồ án em đã đạt được những kết quả sau:

*1. Nghiên cứu tổng quan về các bộ biến đổi DC/DC thực tế.*

*2. Thiết kế và xây dựng thành công mô hình thực nghiệm.*

*3. Ứng dụng và rèn luyện được kỹ năng vẽ mạch in bằng phần mềm Orcad 9.2 và kỹ năng hàn chân linh kiện.*

Tuy nhiên do khả năng và thời gian có hạn nên bên cạnh những kết quả đạt được đề tài còn một số hạn chế như: Chưa hiển thị được điện áp đầu ra. Điện áp và công suất vẫn còn thấp chưa đạt yêu cầu để cấp cho động cơ trong ô tô. Mạch thiết kế vẫn chưa thực sự tối ưu.

Từ bộ biến đổi cầu 3 pha nâng áp 1 chiều công suất nhỏ ta có thể phát triển thành bộ biến đổi có công suất lớn, có thể ứng dụng rộng rãi trong các phương tiện sử dụng bằng điện như: Ô tô điện, xe máy điện, xe đạp điện.....

Những vấn đề chưa thực hiện được trong đề tài này sẽ là tiền đề cho những sinh viên sau này muốn nghiên cứu và phát triển nó một cách hoàn thiện hơn.

Em xin chân thành cảm ơn!

*Hải phòng, ngày 05 tháng 07 năm 2014*

Sinh viên thực hiện

Phạm Văn Ba

# TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. GS.TSKH Thân Ngọc Hoàn (2004), ***Điện tử công suất***, Nhà xuất bản xây dựng.

2. TS. Võ Minh Chính – Phạm Quốc Hải – Trần Trọng Minh (2007), ***Điện tử công suất***, Nhà xuất bản khoa học và kỹ thuật.

3. TS.Trần Văn Thịnh (2008), ***Tính toán thiết kế thiết bị điện tử công suất***, Nhà xuất bản giáo dục.

4. Nguyễn Bính (2000), ***Điện tử công suất***, Nhà xuất bản khoa học và kỹ thuật.

5. Diễn đàn Điện Tử Việt Nam ( www.dientuvietnam.net).

6. Trang tìm kiếm thông tin (www.google.com)