

CHƯƠNG 1:

ẮC QUY VÀ CÁC PHƯƠNG PHÁP NẠP ẮC QUY

1.1. GIỚI THIỆU CHUNG VỀ ẮC QUY

1.1.1. Ắc quy là gì

Ắc quy là một nguồn điện được trữ năng lượng điện dưới dạng hoá.

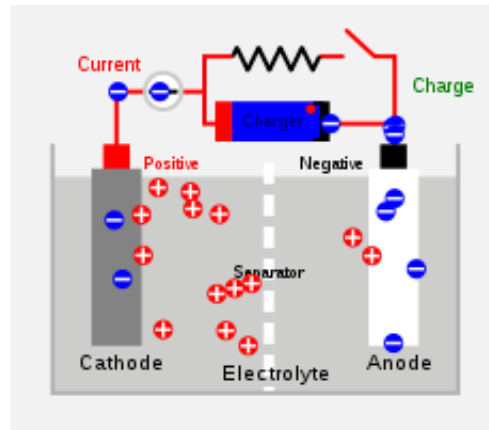
Ắc quy là một nguồn điện một chiều cung cấp điện cho các thiết bị điện trong công nghiệp cũng như trong đời sống hàng ngày: như động cơ điện, bóng đèn điện, là nguồn nuôi của các linh kiện điện tử... Ắc quy là nguồn cung cấp điện cho các động cơ khởi động.

Trong thực tế có nhiều loại ắc quy nhưng phổ biến nhất là hai loại ắc quy chì và ắc quy axit.



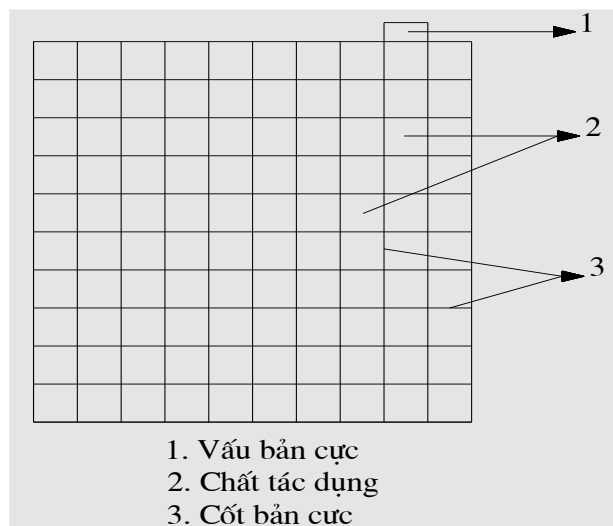
Hình 1.1: Ắc quy axit Đồng Nai.

1.1.2. Cấu tạo và đặc điểm



Hình 1.2: Sơ đồ bình ac quy

Cấu trúc của một ắc qui đơn giản gồm có phân khối bản cực dương, phân khối bản cực âm, các tấm ngăn. Phân khối bản cực do các bản cực cùng tên ghép lại với nhau.



Hình 1.3: Cấu tạo bản cực của ắc quy

Cấu tạo của một bản cực trong ắc qui gồm có phần khung xương và chất tác dụng trát lên nó. Khung xương của bản cực âm và bản cực dương có cấu tạo giống nhau, chúng được đúc từ chì và chúng được đúc từ chì và có pha thêm 5 ÷ 8 % ăngtimoan (Sb) và tạo hình mắt lưới. Phụ gia Sb thêm vào chì sẽ làm tăng độ dẫn điện và cải thiện tính đúc. Trong thành phần chất tác dụng còn có thêm khoảng 3 % chất nở (các muối hữu cơ) để tăng độ xốp, độ bền của lớp chất tác dụng. Nhờ tăng độ xốp mà cải thiện được độ thấm sâu của chất dung dịch điện phân vào trong lòng bản cực, đồng thời diện tích thực tế tham gia phản ứng hoá học của các bản cực cũng được tăng thêm . Phần đầu của mỗi bản cực có vấu, các bản cực dương của mỗi ắc qui đơn được hàn với nhau tạo thành khối bản cực dương, các bản cực âm được hàn với nhau thành khối bản cực âm. Số lượng các bản cực trong mỗi ắc qui thường từ 5 đến 8, bề dày tấm bản cực dương của ắc qui thường từ 1,3 đến 1,5 mm , bản cực âm thường mỏng hơn 0,2 đến 0,3 mm . Số bản cực âm trong ắc qui thường nhiều hơn số bản cực dương một bản nhằm tận dụng triệt để diện tích tham gia phản ứng của các bản cực. Tấm ngăn được bố trí giữa các bản cực âm và dương có tác dụng ngăn cách và tránh va đập giữa các bản cực. Tấm ngăn được làm bằng vật liệu poly-vinyl-clorua bề dày 0,8 đến 1,2 mm và có dạng lượn sóng , trên bề mặt tấm ngăn có các lỗ cho phép dung dịch điện phân thông qua.

***Vỏ bình.**

Vỏ bình ắc quy hiện nay được chế tạo bằng các loại nhựa êbônít hoặc axphantôpéc hoặc cao su nhựa cứng . So với nhựa axphantôpéc thì êbônít có độ bền hơn và khả năng chịu axit tốt hơn nhiều . Để tăng độ bền vững và khả năng chịu axit cho bình nhựa axphantôpéc , khi chế tạo người ta ép vào bên trong bình một lớp lót chịu axit dày 0,6 mm bằng pôluclovinlim . Nhờ lớp này mà tuổi thọ của vỏ bình tăng lên 2-3 lần .

Đặc điểm của vỏ bình là phía trong chia thành các vách ngăn riêng biệt bằng những vách ngăn kín và chắc . ở đáy của mỗi ngăn có 4 sống đỡ khối bản cực tạo thành khoảng trống giữa đáy bình và mặt dưới của khối bản cực . Nhờ vậy mà tránh được hiện tượng chập mạch giữa các bản cực do chất kết tủa rơi xuống đáy bình gây nên . ở một số bình ắc quy cỡ lớn người ta có thể lắp thêm các quai sắt vào vỏ bình để khi di chuyển được dễ dàng hơn .

***Bản cực, phân khối bản cực và khối bản cực**

Bản cực gồm cốt hình mắt cáo , trên đó trát đầy chất tác dụng . Cốt đúc bằng hợp kim chì -Stibi (Sh) (87-95% +5-13% Sb). Stibi trong hợp kim có tác dụng tăng độ cứng vững và giảm han gỉ cho cốt . Hợp kim này so với chì Pb nguyên chất có hệ số nở dài nhỏ , nhiệt độ nóng chảy thấp hơn và đặc tính đúc tốt hơn .

Cốt để giữa các chất tác dụng và phân phối dòng điện bằng khắp bề mặt bản cực . Điều này có ý nghĩa đặc biệt quan trọng đối với các bản cực dương vì điện trở của các chất tác dụng (oxit chì PbO_2) lớn gấp 10.000 lần điện trở của chì nguyên chất . Do đó càng tăng chiều dày của cốt thì điện trở trong ắc quy sẽ càng nhỏ .

Cốt có khung bao quanh , có vấu để hàn nối các bản cực thành phần phân khối bản cực và có hai chân để tỳ lên các sống đỡ ở đáy bình ắc quy . Chân của các bản cực dương và âm phải được phân bố sao cho phân khối bản cực dương tỳ lên một đôi sống đỡ so le còn phân khối bản cực âm tỳ lên đôi sống đỡ so le kia . Sự phân bố như vậy tránh được hiện tượng chập mạch qua phần sống đỡ .

Vì điện cốt của bản cực âm không phải là yếu tố quyết định và lại chúng cũng ít bị han gỉ nên người ta thường làm mỏng hơn bản cực dương . Đặc biệt

là hai tấm bên của phân khối bản cực âm lại càng mỏng vì chúng chỉ làm việc có một phía giáp với bản cực dương .

Chất tác dụng được chế tạo từ bột chì , dung dịch axit sunfuric và khoảng 3% chất nở như muối của các axit hữu cơ và những chất hữu cơ tổng hợp v.v.. đối với bản cực âm , còn đối với bản cực dương thì chất tác dụng được chế tạo từ các ôxit chì Pb_3O_4 , PbO và dung dịch axit sunfũic . Chất nở trong bản cực âm có tác dụng tăng độ xốp , giảm khả năng co và hiện tượng chống hoà cứa do bản cực .

Các bản cần có độ xốp và độ bền cao thì điện dung của ắc quy mới lớn và tuổi thọ mới đảm bảo .

Các bản sau khi đã trát đầy chất tác dụng được ép lại sấy khô và thực hiện quá trình tạo cực , tức là chúng được ngâm vào dung dịch axit sunfuric loãng và nạp vào dòng điện nhỏ. Sau quá trình như vậy chất tác dụng ở các bản cực dương hoàn toàn trở thành PbO_2 (màu gạch sẫm) . Còn ở các bản cực âm thanh Pb (chì xốp màu ghi đá) . Sau đó các bản cực được đem rửa , sấy khô và lắp ráp . Những bản cực cùng loại (cùng dương hoặc cùng âm) được hàn vào vấu cực theo dấu theo số lượng quy định và tạo thành khối bản cực , khoảng cách giữa các khối bản cực trong phân phối phải đủ để chứa một bản cực khác loại và các tấm cách điện – tấm ngăn .

Các khối bản cực và tấm ngăn được lắp lại thành khối bản cực sao cho các bản cực âm và dương xen kẽ nhau và cách điện với nhau bằng các tấm ngăn có độ xốp cao . Trong mỗi khối bản cực số bản cực âm , bao giờ cũng nhiều hơn số bản cực dương một bản với mục đích để sử dụng các bản cực dương triệt để hơn và giảm bớt cong vênh cho các bản cực dương ở hai bên khi dòng điện phóng hoặc nạp lớn .

***Tấm ngăn.**

Tấm ngăn có tác dụng chống chập mạch giữa các bản cực dương và âm đồng thời để đỡ chất tác dụng ở các bản cực bớt bị bong rơi ra khi sử dụng ắc quy .

Các tấm ngăn phải là chất cách điện , có độ xốp thích hợp để không ngăn cản dung dịch điện phân thấm đến các bản cực . Chúng phải bền vững có độ dẻo , chịu axit và không chứa các tạp chất có hại , nhất là sắt .

Các tấm ngăn hiện nay thường được chế tạo bằng mipo(êbônít xốp mịn), miplát(pôliclounnhin xốp mịn) , platchipo (péclovinhin xốp mịn) , pôrôvinhin , pênôphát hoặc bông thủy tinh ghép với miplat hoặc gỗ v.v...

Cấu tạo tấm ngăn có dạng hình chữ nhật . Các tấm ngăn bằng mipo , miplát , pênôplát thường dày $1,5 \div 2,4$ mm và có một mặt phẳng hướng về phía bản cực âm còn một mặt có hình sóng hoặc có gờ hướng về phía bản cực dương , tạo điều kiện cho dung dịch điện phân dễ luân chuyển hơn đến các bản cực dương và dung dịch lưu thông tốt hơn .

Để đảm bảo cách điện tốt nhất , các tấm ngăn được làm rộng hơn so với các bản cực đặc biệt là chiều cao . Đối với các tấm ngăn kết hợp thì lớp bông thủy tinh thường dày $0,4 \div 0,8$ mm ghép với tấm ngăn miplát tạo thành tấm ngăn hai lớp hay thường gọi là tấm ngăn kép . Loại này tăng được tuổi thọ của ắc quy nhưng đặc tính sử dụng lại kém đi khoảng 10% Trong một vài trường hợp người ta còn sử dụng tấm ngăn kép bằng gỗ và lưới nhựa.

***Nắp, nút và cầu nối.**

Nắp làm bằng nhựa êbônít (đối với bình làm bằng êbônít) và bằng bakêlit (đối với bình bằng nhựa axphantôpéc) .

Nắp có hai loại :

- Từng nắp riêng cho mỗi ngăn (nắp ngăn)
- Nắp chung cho cả bình (nắp bình) . Loại này kết cấu phức tạp nhưng độ kín tốt .

Kết cấu của loại nắp ngăn thông dụng nhất hiện nay . Các lỗ bên để luôn các vấu cực của khối bản cực ra . Lỗ có ren 2 ỏ giữa được gọi là lỗ đở , để dung dịch điện phân vào các ngăn và để kiểm tra mức dung dịch điện phân , nhiệt độ và nồng độ dung dịch trong ắc quy .

Để đảm bảo kín tốt , khi chế tạo người ta ép các lỗ bên của nắp những ống chì. Khi hàn nối các ắc quy đơn với nhau đầu vấu cực sẽ chảy ra và gắn liền với ống chì này và cầu nối thành một khối bảo đảm hoàn toàn kín ở chỗ lắp ráp .

Lỗ đở được đậy kín bằng nút có ren để giữ cho dung dịch điện phân trong bình khỏi bị bắn và bị sánh ra ngoài, ở nút có lỗ nhỏ để thông khí từ trong bình ra ngoài trời lúc nạp ắc quy . Nắp một số loại ắc quy có lỗ thông khí riêng , nằm sát lỗ đở . Kết cấu như vậy rất thuận tiện cho việc điều chỉnh mức dung dịch trong bình ắc quy . Trong trường hợp này ổ nút không có lỗ khí nữa.

***Dung dịch điện phân**

Dung dịch điện phân trong bình ắc quy là dung dịch axit sunfuric (H_2SO_4) được pha chế từ axit nguyên chất với nước cất theo nồng độ quy định tùy thuộc vào điều kiện khí hậu mùa và vật liệu làm tấm ngăn . Nồng độ của ắc quy có thể từ $1,21g/cm^3$ đến $1,31g/cm^3$. Cần nhớ rằng : nồng độ quá cao sẽ chóng hỏng tấm ngăn , chóng hỏng bản cực , dễ bị sunfat hoá trong các bản cực nên tuổi thọ và điện dung của ắc quy cũng giảm dần đi rất nhanh . Nồng

độ quá thấp thì điện dung định mức và thể hiệu của ắc quy giảm và ở những nước xứ lạnh vào mùa đông dung dịch dễ bị đóng băng .

Nồng độ của dung dịch điện phân luôn thay đổi theo mức phóng và mức nạp của ắc quy . Ngoài ra còn phụ thuộc vào nhiệt độ của dung dịch . Người ta thường lấy nhiệt độ $+15^{\circ}\text{C}$ làm mốc để tiêu chuẩn hoá nồng độ của dung dịch điện phân .Để xác định nồng độ người ta dùng tỷ trọng kế . Mỗi một độ chênh lệch so với mốc $+15^{\circ}\text{C}$ đều cho sai số $0,0007\text{g}/\text{cm}^3$. Do đó khi thấy nhiệt độ của dung dịch cao hơn $+15^{\circ}\text{C}$ thì phải cộng thêm sai số vào kết quả đọc được theo tỷ trọng kế còn nếu thấy nhiệt độ dung dịch thấp hơn $+15^{\circ}\text{C}$ thì phải trừ đi .

*Những chú ý khi pha chế dung dịch điện phân cho ắc quy axit :

- Không được dùng axit có thành phần tạp chất cao như loại axit kỹ thuật thông thường và nước không phải là nước cất vì dùng như vậy sẽ làm tăng cường độ quá trình tự phóng điện của ắc quy .
- Các dụng cụ pha chế phải làm bằng thuỷ tinh , sứ hoặc chất dẻo chịu axit . Chúng phải sạch không chứa các muối khoáng , dầu mỡ và các tạp chất v.v..
- Để đảm bảo an toàn trong khi pha chế tuyệt đối không được để nước vào axit đặc mà phải đổ từ từ axit vào nước và dùng que thuỷ tinh khuấy đều.

1.1.3. Quá trình biến đổi năng lượng trong ắc quy

Ắc quy là nguồn năng lượng có tính chất thuận nghịch : nó tích trữ năng lượng dưới dạng hoá năng và giải phóng năng lượng dưới dạng điện năng. Quá trình ắc quy cấp điện cho mạch ngoài được gọi là quá trình phóng điện, quá trình ắc quy dự trữ năng lượng được gọi là quá trình nạp điện.

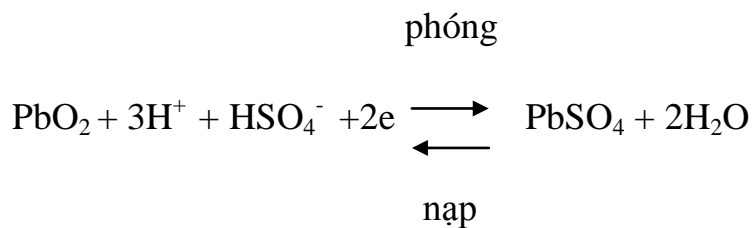
- Khi nạp nhờ nguồn điện nạp mà ở mạch ngoài các điện tử “e” chuyển động từ các bản cực âm đến các bản cực dương .

- Khi phóng điện dưới tác động của sức điện động riêng của ắc quy các điện tử sẽ chuyển động theo hướng ngược lại (từ dương đến âm và tạo thành dòng điện phóng I_p .

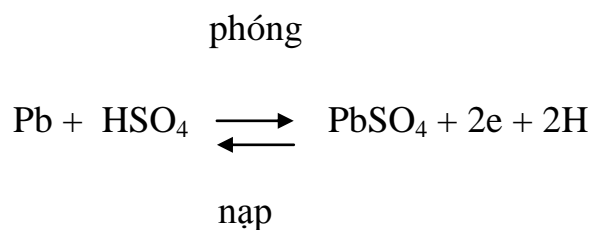
- Khi ắc quy đã nạp no , chất tác dụng ở các bản cực dương là PbO_2 còn ở các bản cực âm là chì xốp Pb , khi phóng điện các chất tác dụng ở hai bản cực đều trở thành sunfat chì $PbSO_4$ có dạng tinh thể nhỏ .

Các quá trình hoá học xảy ra trong ắc quy có thể viết một cách vắn tắt như sau.




Trên bản cực dương :



Trên bản cực âm :



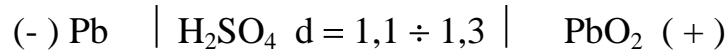
Ở dạng tổng quát, có thể biểu diễn đặc trưng các quá trình trên bằng cách lập bảng :

Trạng thái của ắc quy	Bản cực dương	Dung dịch điện phân	Bản cực âm
Đã được nạp no	PbO_2 (oxit chì)	$2H_2SO_4$ (axit sulfuric)	Pb (Chì xốp nguyên chất)
			
Đã phóng hết điện	$PbSO_4$ (Sunphat chì tinh thể nhỏ)	$2H_2SO_4$ (Nước)	$PbSO_4$ (Sunfat chì tinh thể nhỏ)

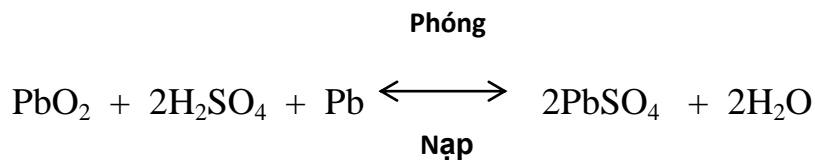
Như vậy khi phóng điện axit sulfuric bị hấp thụ để tạo thành sunfat còn nước bị phân hoá ra , do đó nồng độ của dung dịch giảm đi . Khi nạp điện thì ngược lại , nhờ hấp thụ nước và tái sinh ra axit sulfuric nên nồng độ của dung dịch tăng lên . Sự thay đổi nồng độ của dung dịch điện phân khi phóng và nạp là một trong những dấu hiệu để xác định mức phóng điện của ắc quy trong sử dụng .

***Quá trình biến đổi năng lượng trong ắc quy axit**

Kí hiệu hoá học biểu diễn ắc quy axit có dung dịch điện phân là axit H₂SO₄ nồng độ d = 1,1 ÷ 1,3 % bản cực âm là Pb và bản cực dương là PbO₂ có dạng



Phương trình hoá học biểu diễn quá trình phóng nạp của ắc quy axit :



Thế điện động e = 2,1 V.

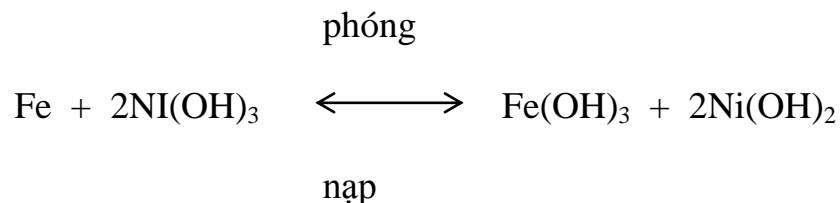
***Quá trình biến đổi năng lượng trong ắc quy kiềm.**

Kí hiệu hoá học biểu diễn ắc quy kiềm có dung dịch điện phân là KOH nồng độ d = 20 % bản cực âm là Fe và bản cực dương là

Ni(OH)₃ có dạng :



Phương trình hoá học biểu diễn quá trình phóng nạp của ắc quy kiềm :



Thế điện động e = 1,4 V.

Nhận xét : Từ những điều đã trình bày ở trên ta nhận thấy trong quá trình phóng nạp nồng độ dung dịch điện phân là thay đổi. Khi ắc quy phóng điện nồng độ dung dịch điện phân giảm dần. Khi ắc quy nạp điện nồng độ dung

dịch điện phân tăng dần. Do đó ta có thể căn cứ vào nồng độ dung dịch điện phân để đánh giá trạng thái tích điện của ắc qui.

1.1.4. Các thông số cơ bản của ắc qui.

Sức điện động của ắc qui chì và ắc qui axit phụ thuộc vào nồng độ dung dịch điện phân. Người ta thường sử dụng công thức kinh nghiệm

$$E_0 = 0,85 + \rho \quad (V)$$

trong đó: E_0 - sức điện động tĩnh của ắc qui (V)

ρ - nồng độ dung dịch điện phân ở 15 °C (g/cm³)

Trong quá trình phóng điện sức điện động của ắc qui được tính theo công thức

$$E_p = U_p + I_p.r_b$$

trong đó : E_p - sức điện động của ắc qui khi phóng điện (V)

I_p - dòng điện phóng (A)

U_p - điện áp đo trên các cực của ắc qui khi phóng điện (V)

r_b - điện trở trong của ắc qui khi phóng điện (Ω)

Trong quá trình nạp sức điện động E_n của ắc qui được tính theo công thức :

$$E_n = U_n - I_n.r_b$$

trong đó : E_n - sức điện động của ắc qui khi nạp điện (V)

I_n - dòng điện nạp (A)

U_n - điện áp đo trên các cực của ắc qui khi nạp điện (V)

r_b - điện trở trong của ắc qui khi nạp điện (Ω)

Dung lượng phóng của ắc qui là đại lượng đánh giá khả năng cung cấp năng lượng của ắc qui cho phụ tải, và được tính theo công thức :

$$C_p = I_p.t_p$$

trong đó :

C_p - dung dịch thu được trong quá trình phóng (Ah)

I_p - dòng điện phóng ổn định trong thời gian phóng điện t_p (A)

t_p - thời gian phóng điện (h).

Dung lượng nạp của ắc qui là đại lượng đánh giá khả năng tích trữ năng lượng của ắc qui và được tính theo công thức :

$$C_n = I_n \cdot t_n$$

trong đó :

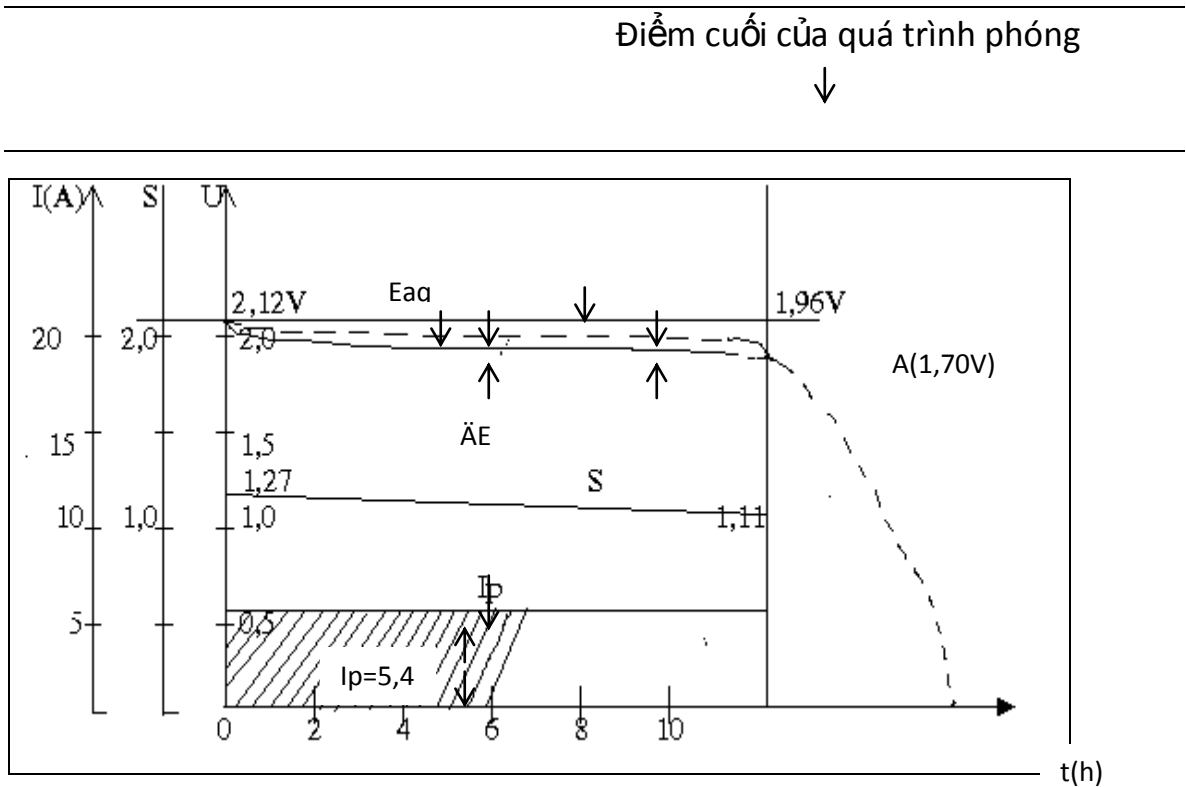
C_n - dung dịch thu được trong quá trình nạp (Ah)

I_n - dòng điện nạp ổn định trong thời gian nạp t_n (A)

t_n - thời gian nạp điện (h).

1.1.5. Quá trình phóng và nạp của ắc quy.

*Đặc tính phóng của ắc quy.



Hình 1.4: Đặc tính phóng của ắc quy

Khi phóng bằng một dòng điện I_p không đổi thì nồng độ dung dịch giảm theo đường thẳng vì số lượng chất tác dụng tham gia phản ứng và axit sunfuric được thay thế bằng nước trong mỗi giây đều bằng nhau. Nồng độ ban đầu giả sử bằng $1,27 \text{ g/cm}^3$, còn nồng độ cuối cùng phụ thuộc vào số lượng axit sunfuric tiêu tốn trong thời gian phóng và trữ lượng dung dịch trong bình tức là phụ thuộc vào kết cấu của bình ắc quy.

Đường đặc tính của sức điện động tĩnh E_0 tính theo $E_0 = 0,85 + S$ cũng có dạng như S nhưng nếu tính giá trị thực tế của sức điện động $E_{qq} = E_p + I_p R_{qq}$ thì sức điện động E_{qq} sẽ nhỏ hơn sức điện động E_0 một lượng bằng ΔE

Raq - Điện trở trong của ắc quy

Ip – Cường độ dòng điện phóng

Up – Thế điện của ắc quy trong quá trình phóng

ΔE – Mức chênh lệch sức điện động trong quá trình phóng hoặc nạp

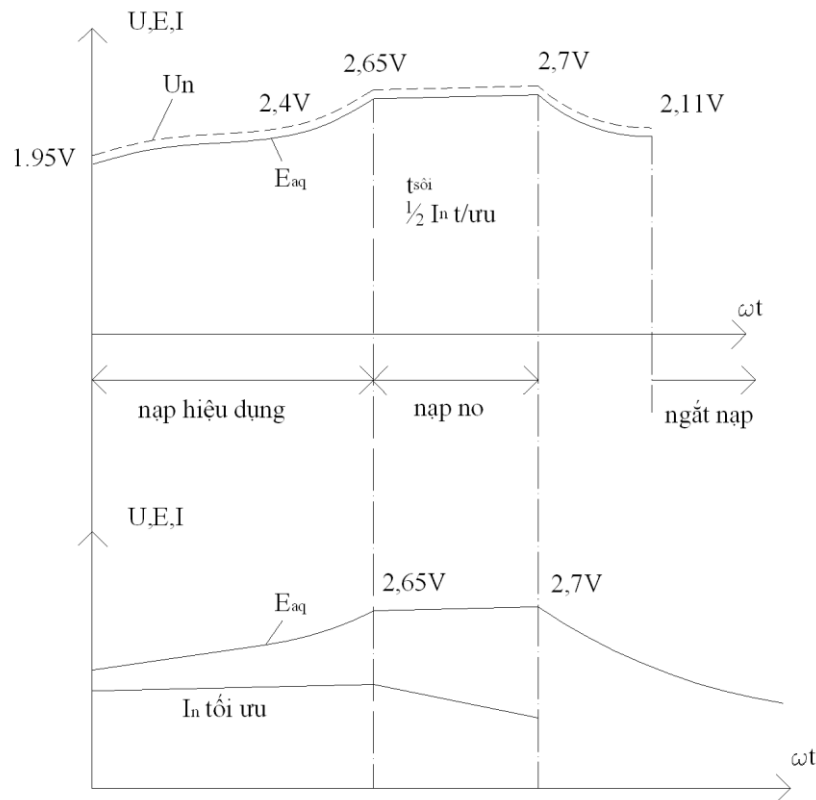
Sở dĩ có sự chênh lệch giữa E_{qk} và E_o là vì trong quá trình phóng điện nồng độ dung dịch chứa trong chất tác dụng của bản cực bị giảm đi do tốc độ khuếch tán dung dịch đến các bản cực chậm, làm cho nồng độ dung dịch thực tế ở trong lòng bản cực luôn thấp hơn nồng độ dung dịch chung trong từng ngăn. Nếu mạch ngoài của ắc quy hở (không phóng điện) thì do khuếch tán mà nồng độ dung dịch trong chất tác dụng và nồng độ dung dịch chung ở mỗi ngăn sẽ cân bằng nhau và thế hiệu của ắc quy cũng sẽ bằng sức điện động tĩnh E_o . Sức điện động thực tế E_{qk} và U_p trong quá trình phóng điện thay đổi theo quy luật phức tạp.

Ta có thể phân tích kỹ hơn quá trình phóng điện theo đặc tính trên như sau: sau khi đóng mạch phụ tải R cho ắc quy phóng điện do phản ứng hoá học mà nồng độ chung bị giảm đi, xảy ra sự chênh lệch về nồng độ tạo điều kiện cho việc khuếch tán lớp dung dịch mới vào bản cực, Nồng độ trong các bản cực ngày càng giảm đi, thì sự chênh lệch nồng độ và số lượng dung dịch khuếch tán vào trong các bản cực ngày càng tăng. Quá trình này tiếp tục cho đến khi có sự cân bằng số lượng axit tiêu tốn trong phản ứng phóng điện. ΔE là hậu quả của quá trình đó.

Quá trình phóng điện chỉ thực hiện đến điểm A vì sau điểm này thế hiệu của ắc quy sẽ giảm đi rất nhanh. Thế hiệu của ắc quy ứng với điểm này được gọi là thế hiệu phóng cuối cùng. Khi thế hiệu ắc quy giảm đến thế hiệu phóng cuối cùng thì người ta thì người ta coi là ắc quy đã bị phóng hết điện.

***Đặc tính nạp của ac quy.**

Quá trình nạp của ác qui là đồ thị biểu diễn quan hệ phụ thuộc của các sức điện động, điện áp và nồng độ dung dịch điện phân theo thời gian nạp.



Hình 1.5: Đồ thị quá trình nạp

Mỗi bình ác qui gồm nhiều ngăn ác qui đơn ghép thành ,có đầy đủ đặc tính tượng trưng cho cả bình ác qui. Do đó khi nghiên cứu quá trình nạp của ác qui ta chỉ cần xét trên một ngăn ác qui đơn

Một ngăn ác qui đơn gồm có hai bản cực ,sau khi đổ dung dịch trên hai bản cực ác qui đơn xuất hiện một sức điện động $E = 1,95V$. Nếu lúc này nối hai bản cực với một phụ tải thì ta thấy sức điện động giảm về không , dòng điện $I=0$, chính tỏ ác qui chưa đủ khả năng làm nguồn cung cấp cho tải và cần phải có dòng một chiều từ bên ngoài cấp cho ác qui. Quá trình dùng dòng một chiều từ bên ngoài cấp cho ác qui gọi là quá trình nạp điện cho ác qui

Nếu trong suốt quá trình nạp dòng điện không đổi $I_n=5-10\%C_{aq}$ (C_{aq} dung lượng của ác qui) thì quá trình nạp là tối ưu. Nạp với dòng điện trên suất điện động trên hai bản cực tăng từ từ 1,95V-2,65V

Ta có biểu thức quan hệ giữa U_n và E:

$$U_{naq} = E_{aq} - I_n \cdot R_{aq}$$

Giống như động cơ điện một chiều, suất điện động tăng dần thì dòng nạp sẽ giảm dần. Nếu $E=U$ thì $I=0$, lúc này chưa chắc ác qui đã no do đó muốn tiếp tục nạp cho ác qui thì ta phải tăng suất điện động để duy trì dòng nạp tránh tình trạng tăng U vì nếu đặt U quá cao thì dòng I sẽ cao. Dòng quá cao sẽ làm hỏng bản cực, còn dòng quá nhỏ sẽ không đảm bảo.

Trong quá trình nạp suất điện động của một ngăn đơn tăng dần từ 1,95V-2,65V đây là quá trình nạp hiệu dụng. Khi $E=2,4$ V dung dịch trong bình bốc nhiều bọt khí ra môi trường xung quanh. Hiện tượng này gọi là hiện tượng sôi. Cuối quá trình nạp hiệu dụng $E=2,65$ V, ác qui đã gần no. Quá trình E tăng từ 1,95V-2,4V rất chậm hàng chục giờ. Còn từ 2,4V-2,65V rất nhanh

Nếu kết thúc quá trình nạp hiệu dụng đem cung cấp cho tải thì ác qui dùng không được lâu. Chính tổ ác qui thực sự no hẳn. Do vậy khi kết thúc quá trình nạp hiệu dụng ta tiếp tục cho ác qui nạp thêm từ 2-3 giờ với dòng nạp bằng 2,5-5 dung lượng thì trong giai đoạn này suất điện động ác qui tăng không đáng kể từ 2,65V-2,7V. Giai đoạn này gọi là giai đoạn nạp no. Lúc này nếu ngắt nguồn nạp thì điện áp trên một ngăn đơn ác qui bằng 2,11V đây chính là điện áp danh định trên một ngăn của ác qui

Kết thúc quá trình này ta có thể mang ác qui cung cấp cho phụ tải.

***Nhận xét:**

Nếu trong quá trình nạp ắc qui người vận hành dùng tay để điều chỉnh thì sẽ không đảm bảo được sự thay đổi của suất điện động để có được dòng nạp tối ưu. Do đó vấn đề đặt ra đối với người thiết kế là làm sao thiết kế được một bộ nguồn nạp ắc qui tự động thay đổi suất điện động phù hợp với U_n, I_n . Tự động tăng dần các cấp điện áp nạp để dòng nạp đạt tối ưu bảo cho quá trình nạp ắc qui là tối ưu.

1.2. CÁC PHƯƠNG PHÁP NẠP ẮC QUY

Từ việc nghiên cứu quá trình nạp điện cho ắc qui ta thấy có 2 phương pháp chính để nạp điện cho ắc qui

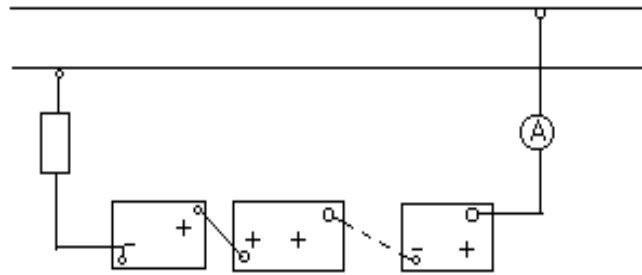
- + Phương pháp dòng điện không đổi
- + Phương pháp điện áp không đổi

1.2.1. Phương pháp nạp với dòng điện không đổi.

Theo cách nạp này dòng điện nạp thường được giữ ở một trị số không đổi trong suốt thời gian nạp (nạp một nấc). Trong trường hợp nạp với cho phép nạp hai nấc tức là được thay đổi cường độ dòng điện một lần

Vì dòng điện nạp $I_n = \frac{U_n - E_{aq}}{R_{aq}}$ mà E_{aq} trong khi nạp tăng dần nên ,

nên muốn giữ cho $I_n = \text{const}$, trong quá trình nạp phải tăng dần thế hiệu nạp U_n . Để thực hiện được việc này nguồn điện nạp phải có nhiều nấc điện thế , nếu không phải mắc thêm một biến trở nối tiếp với ắc quy



Hình 1.5: Phương pháp nạp ac quy với dòng điện không đổi

Nếu tiến hành nạp 2 nấc thì nấc thứ nhất kết thúc khi thế hiệu của mỗi ắc quy đơn đặt 2,4V (bắt đầu sủi bọt khí trong ắc quy) sau đó chuyển sang nấc thứ hai với cường độ dòng điện nạp giảm đi và kết quá trình nạp ở cuối nấc này .Theo phương pháp này , tất cả ắc quy (không lệ thuộc vào thế hiệu định mức) được mắc nối tiếp với nhau và chỉ cần đảm bảo điều kiện : tổng số các ắc quy đơn trong mạch nạp không vượt quá giá trị $U_{ng}/2,7$ (U_{ng} là thế hiệu của nguồn nạp hoặc thiết bị nạp điện) . Một điều kiện nữa cũng nên đảm bảo là tất cả các ắc quy phải có điện dung như nhau nếu không sẽ phải chọn cường độ dòng điện nạp theo ắc quy có điện dung nhỏ nhất vì vậy ắc quy có điện dung lớn sẽ phải nạp rất lâu

Vì thế hiệu của mỗi ắc quy đơn lúc bắt đầu nạp chỉ bằng 2,0 V nên muốn khử điện áp dư biến trở phải có điện trở

Nạp bằng dòng điện không đổi là phương pháp nạp chủ yếu và tổng quát nhất, trong đó nạp một nấc là cơ bản , còn nạp hai nấc chỉ áp dụng khi cần rút ngắn thời gian nạp . Phương pháp này cho tùy ý chọn cường độ dòng điện nạp cho thích hợp với từng loại ắc quy . Tất cả các ắc quy mới trước khi đem vào sử dụng nói chung đều phải trải qua cách nạp này .

Nhược điểm của phương pháp này là thời gian kéo dài và phải thường xuyên theo dõi , điều chỉnh cường độ dòng điện nạp

1.2.2. Phương pháp nạp với điện áp không đổi.

Trong cách nạp này tất cả các ắc quy được mắc song song với nguồn điện nạp (máy phát điện , máy nạp riêng) và đảm bảo thế hiệu của nguồn bằng $2,3 \div 2,5$ V trên các ắc quy đơn .

Để có thể nạp một lúc các ắc quy 6V và 12 V người ta lập mạng 3 dây $2 \times 7,0$ V hoặc $2 \times 7,5$ V .

Thế hiệu của nguồn nạp phải được giữ ổn định với độ chính xác đến 3% được theo dõi bằng các vôn kế

$$I_n = \frac{U_n - E_{aq}}{R_{aq}}$$

lúc đầu sẽ rất lớn sau đó khi E_{aq} tăng dần thì I_n giảm đi khá nhanh .

+)Ưu: Có thời gian nạp ngắn , ít tổn công => nạp bổ sung .

+)Nhược : Không nạp no được , có hại cho tuổi thọ của ắc quy

*Nhận Xét

Vì ắc quy là tải có tính chất dung kháng kèm theo sức phản điện động cho nên khi ắc qui đói mà ta nạp theo phương pháp điện áp thì dòng điện trong ắc qui sẽ tự động dâng nên không kiểm soát được sẽ làm sôi ắc qui dẫn đến hỏng hóc nhanh chóng. Vì vậy trong vùng nạp chính ta phải tìm cách ổn định dòng nạp cho ắc quy.

Khi dung lượng của ắc qui dâng lên đến 80% lúc đó nếu ta cứ tiếp tục giữ ổn định dòng nạp thì ắc quy sẽ sôi và làm cạn nước. Do đó đến giai đoạn này ta lại phải chuyển chế độ nạp ắc qui sang chế độ ổn áp. Chế độ ổn áp được giữ cho đến khi ắc qui đã thực sự no. Khi điện áp trên các bản cực của ắc quy bằng với điện áp nạp thì lúc đó dòng nạp sẽ tự động giảm về không, kết thúc quá trình nạp

Bộ nạp ắc quy truyền thống, mà tích điện năng từ một nguồn AC, yêu cầu một bộ chỉnh lưu đổi điện AC/DC thyristor có một điện trở nối tiếp tương đương để điều khiển dòng điện nạp vào hệ thống ắc quy. Mạch nạp này thường có một dòng điện nạp gợn sóng cao. Do đó, việc nghiên cứu phát triển các bộ nạp ac quy để sao cho các mạch nạp làm giảm độ gợn sóng và kéo dài tuổi thọ của ắc quy đã trở nên quan trọng hơn trong quá trình thiết kế các hệ thống tích trữ ắc quy.

Vì thế, đồ án này đã nghiên cứu để thêm vào mạch nạp ac quy một bộ chỉnh lưu cầu để giảm độ gợn sóng .Bộ chỉnh lưu này trong thực tế đã loại bỏ dòng điện gợn sóng tần số cao và tần số thấp trong ắc quy, do vậy làm tăng tối đa tuổi thọ của ắc quy mà không phải gây cản trở dòng điện trong bộ nạp.Ngoài ra mạch bộ nạp ắc quy có ít bộ phận và tổn hao chuyển đổi năng lượng thấp, đặc tính này làm tăng hiệu suất chung của hệ thống.

CHƯƠNG 2:

CÁC BỘ BIẾN ĐỔI XOAY CHIỀU – MỘT CHIỀU (AC – DC)

*Khái niệm chung

Bộ ngắt mạch dòng một chiều thực chất là bộ chỉnh lưu dòng một chiều, nó có nhiệm vụ chủ yếu là để thay đổi điện áp dòng xoay chiều thành một chiều để cung cấp cho mạch điện tử một chiều hoặc các ứng dụng dung điện một chiều khác

Một mạch chỉnh lưu dòng một chiều là một mạch điện với các diode hoặc các thyristor được lắp thành bộ hoặc riêng lẻ từng cái. Mạch chỉnh lưu có thể được sử dụng trong các bộ nguồn cung cấp dòng điện một chiều, hoặc trong các mạch tách sóng tín hiệu vô tuyến điện trong các thiết bị vô tuyến.

*Ứng dụng:

Cung cấp nguồn cho các tải một chiều: động cơ điện một chiều, bộ nạp ac quy, mạ điện phân, máy hàn một chiều, nam châm điện, truyền tải điện một chiều cao áp...

Ứng dụng cơ bản nhất của mạch chỉnh lưu là cung cấp điện một chiều từ nguồn xoay chiều. Thực ra hầu hết các mạch điện tử sử dụng nguồn điện một chiều, nhưng nguồn cung cấp lại là dòng điện xoay chiều. Vì thế các mạch chỉnh lưu được sử dụng bên trong mạch cấp nguồn của hầu hết các thiết bị điện tử.

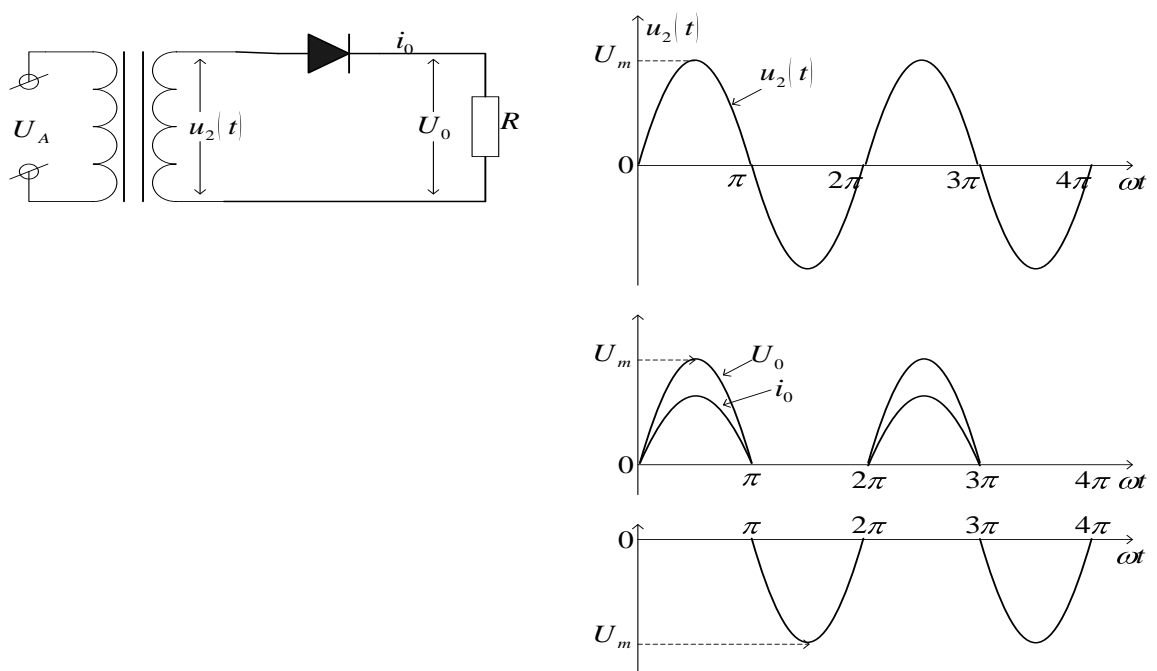
Các mạch chỉnh lưu cũng được ứng dụng trong mạch tách sóng các tín hiệu vô tuyến [điều biến biên độ](#).

Các mạch chỉnh lưu cũng được sử dụng để cấp điện có cực tính cho máy hàn điện. Các mạch như thế này đôi khi thay thế các diốt trong cầu chỉnh lưu bằng các [Thyristor](#). Các mạch này sẽ có điện áp ra phụ thuộc vào góc mở Thyristor.

2.1. CÁC BỘ CHỈNH LƯU KHÔNG ĐIỀU KHIỂN

2.1.1. Chỉnh lưu nửa chu kỳ một pha

a. Khi tải thuần trở



Hình 2.1 : Sơ đồ chỉnh lưu diode một pha nửa chu kỳ, khi tải thuần trở

+Khi tải là thuần trở:

Trong khoảng $0 < \theta < \pi$ điện áp nguồn dương, diốt được phân cực thuận nên dẫn điện (nếu xem như diốt lý tưởng)

Ta có $u_0 = U_m \sin \theta$

$$i_0 = \frac{U_0}{R} = \frac{U_m}{R} \sin \theta$$

i_0 có dạng sóng cùng với u_0 như hình vẽ

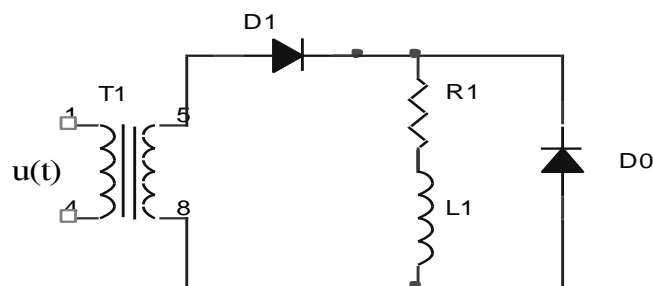
Điện áp trung bình của chỉnh lưu: $U_{AV} = \frac{U_m}{\pi}$

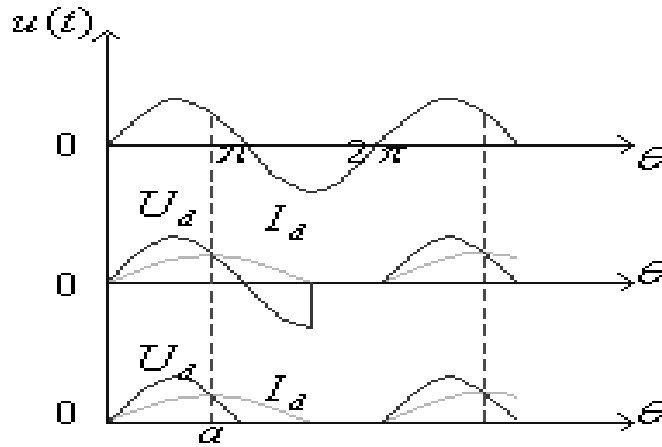
Trị trung bình của tải: $I_{AV} = \frac{U_{AV}}{R} = \frac{U_m}{\pi R}$

Trị hiệu dụng của dòng thứ cấp biến áp: $I_{RMS} = \frac{U_m \sqrt{2}}{4R}$

Ở sơ đồ chỉnh lưu nửa chu kỳ, sóng điện áp ra sẽ bị gián đoạn trong một nửa chu kỳ khi điện áp anốt của bán dẫn âm do vậy, chất lượng điện áp xấu. Đánh giá chung về loại chỉnh lưu này có thể thấy đây là loại mạch chỉnh lưu cơ bản, sơ đồ mạch đơn giản, chất lượng điện áp và dòng điện ko tốt. Do đó nó ko được ứng dụng trong thực tế.

b. Khi tải R+L



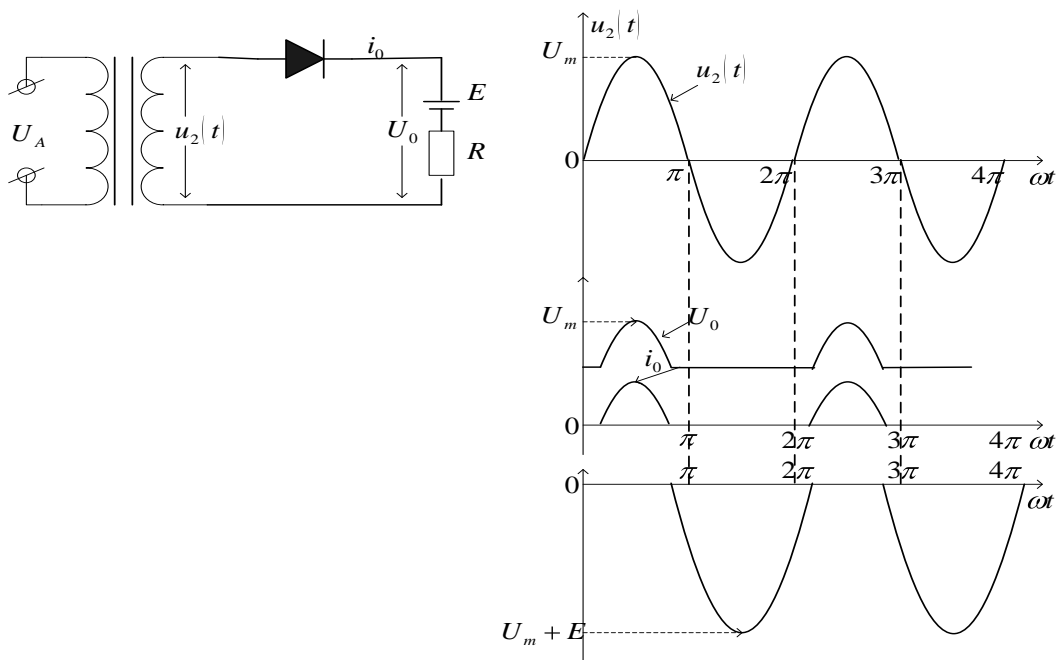


Hình 2.2 : Chỉ nh lưu diode một pha nửa chu kỳ với tải R+L

Điện áp trung bình trên tải:
$$U_d = \frac{1}{2\pi} \int_0^{\theta_2} U_m \sin\theta d\theta$$

Dòng điện trung bình trên tải:
$$I_d = \frac{U_d}{R_d}$$

c. Tải R+E



Hình 2.3: Chỉ nh lưu diode một pha nửa chu kỳ với tải R+E

Trị trung bình của điện áp chỉnh lưu:

$$U_{AV} = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} U_0 d\theta = \frac{U_m}{2\pi} (\cos\theta_1 - \theta_2) + \frac{E}{2\pi} (2\pi + \theta_1 + \theta_2)$$

Trị trung bình của dòng chạy qua diode và qua tải:

$$I_{AV} = \frac{1}{2\pi} \int_{\theta_1}^{\theta_2} \frac{U_m \sin\theta - E}{R} d\theta = \frac{U_m}{2\pi R} (\cos\theta_1 - \cos\theta_2 - E\omega\tau)$$

Trị hiệu dụng của dòng chạy qua diode và tải:

$$I_{RMS} = \sqrt{\frac{1}{2\pi} \int_{\theta_1}^{\theta_2} \left(\frac{U_m \sin\theta - E}{R} \right)^2 d\theta}$$

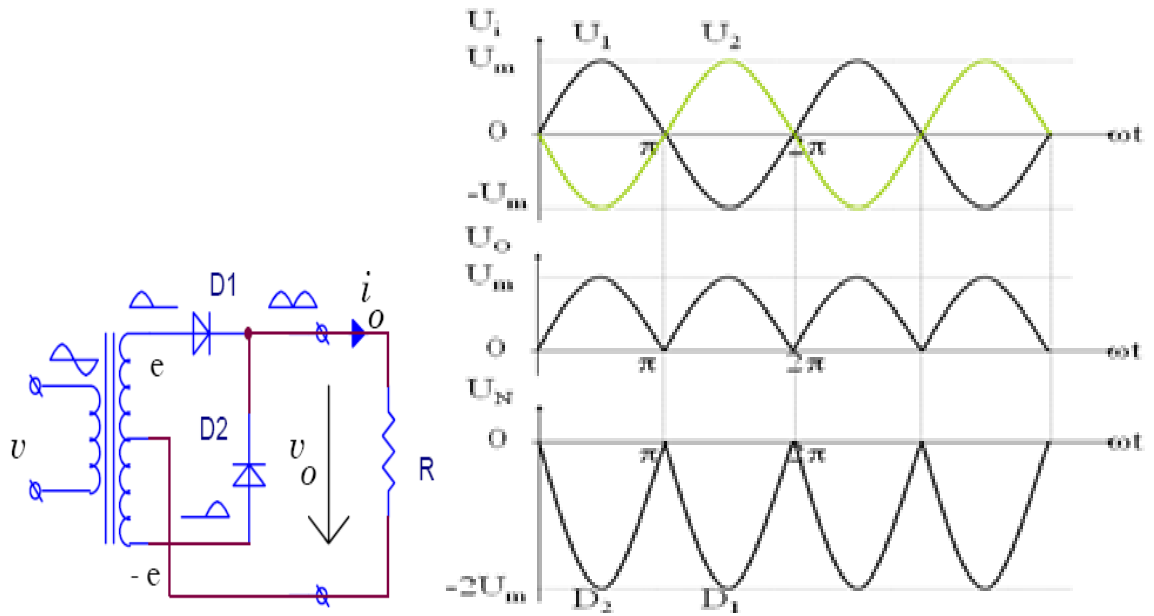
$$= \frac{1}{\sqrt{2\pi}R} \left[\frac{U_m^2}{2} (\theta_2 - \theta_1) - \frac{1}{2} (\sin 2\theta_2 - \sin 2\theta_1) - 2U_m (\cos\theta_1 - \cos\theta_2) + E^2 (\theta_2 - \theta_1) \right]$$

Điện áp ngược cực đại: $U_{Nmax} = -(U_m + E)$

2.1.2. Chỉnh lưu toàn chu kỳ (dùng máy biến áp có điểm giữa)

a. Chỉnh lưu hình tia

* Khi tải R



Hình 2.4 : Sơ đồ chỉnh lưu diode một pha hai nửa chu kỳ, tải thuần trở

Trị trung bình điện áp ngõ ra:

$$U_{AV} = \frac{1}{T} \int_0^T u dt = \frac{\sqrt{2}}{2} U_m$$

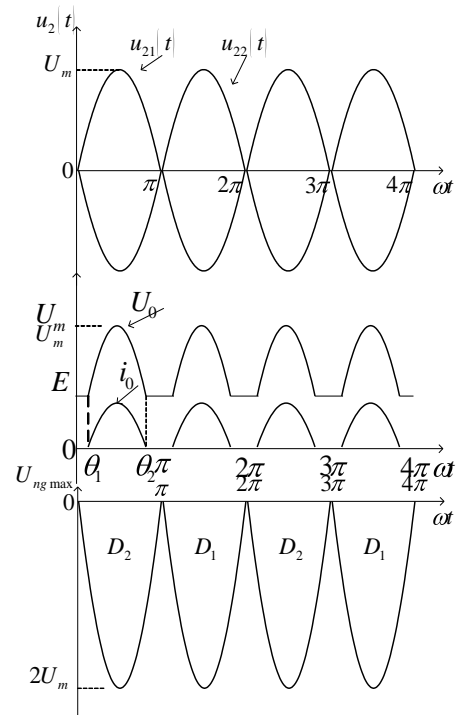
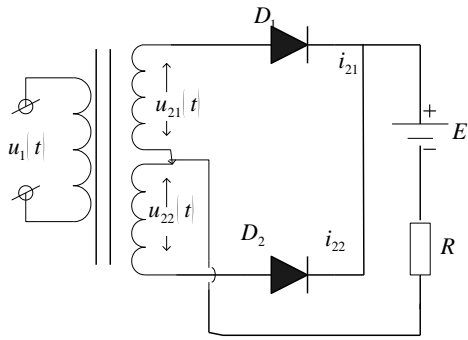
Dòng điện trung bình trên tải:

$$I_{AV} = \frac{U_{AV}}{R} = \frac{2\sqrt{2}}{\pi R} U_m$$

Giá trị điện áp ngược cực đại đặt lên diode:

$$U_{Nmax} = -2U_m = -2\sqrt{2}U_2$$

***Tải R+E**



Hình 2.5 : Sơ đồ chỉnh lưu diode một pha hai nửa chu kỳ, tải R+E

Trị trung bình của điện áp chỉnh lưu:

$$U_{AV} = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} U_0 d\theta = \frac{U_m}{\pi} (\cos 0 - \cos \pi) = \frac{2U_m}{\pi}$$

Trị trung bình của dòng tải:

$$I_{AV} = \frac{U_{AV}}{R} = \frac{2U_m}{\pi(R)}$$

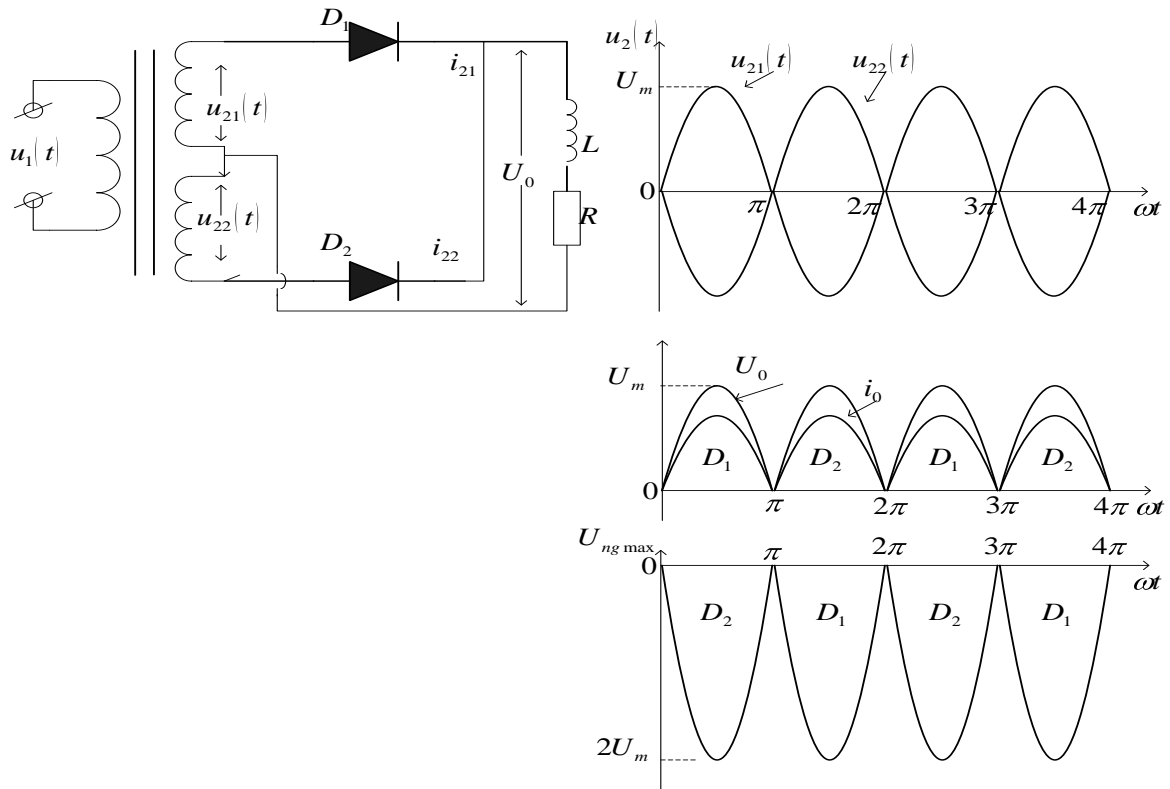
Trị trung bình qua mỗi diode:

$$I_D = \frac{I_{AV}}{2} = \frac{U_m}{2\pi R}$$

Điện áp ngược đặt trên diode:

$$U_{Nmax} = -2U_m = -2\sqrt{2}U_2$$

***Tải R+L**



Hình 2.6 : Sơ đồ chỉnh lưu diode một pha hai nửa chu kỳ, tải R+L

$$U_{dtb} = 2 \cdot \frac{1}{2} \int_0^{\pi} \sqrt{2} U_2 \sin \omega t \cdot dt = \frac{2\sqrt{2}}{2} U_2 = 0.9 U_2$$

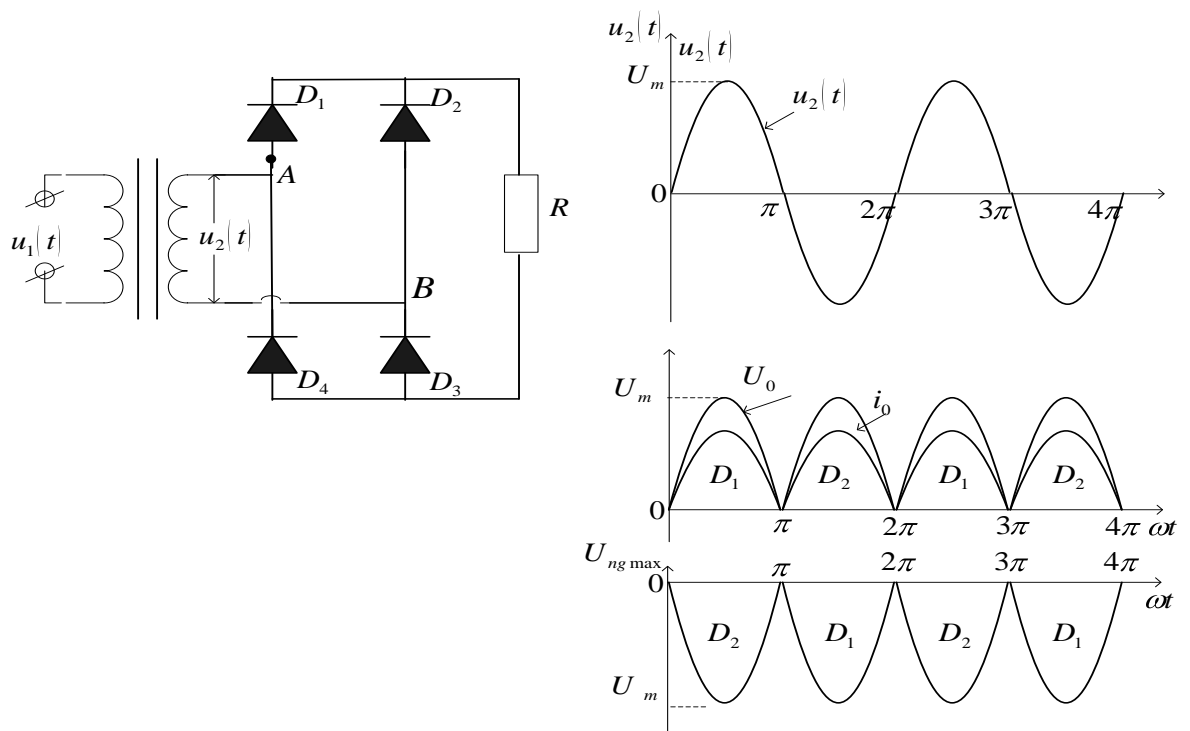
$$I_d = \frac{U_d}{R_d}$$

$$I_{Dtb} = \frac{I_d}{2}; I_{Dtb} = \frac{I_d}{\sqrt{2}}$$

$$U_{ND} = -2\sqrt{2}U_2$$

$$S_{BA} = \frac{S_{1BA} + S_{2BA}}{2} \approx 1.48 U_d I_d$$

b.Chỉnh lưu cầu :



Hình 2.7: Chỉnh lưu cầu diode một pha hai nửa chu kỳ, khi tải R

***Tải R**

Trị trung bình của điện áp chỉnh lưu:

$$U_{AV} = \frac{1}{\pi} \int_0^{\pi} U_m \sin\theta d\theta = \frac{2U_m}{\pi}$$

Trị trung bình của dòng điện tải

$$I_{AV} = \frac{U_{AV}}{R} = \frac{2U_m}{\pi R}$$

Trị trung bình của dòng qua diode D1,D3.(D2,D4)

$$I_{D1} = I_{D2} = I_{D3} = I_{D4} = \frac{I_{AV}}{2} = \frac{U_m}{\pi R}$$

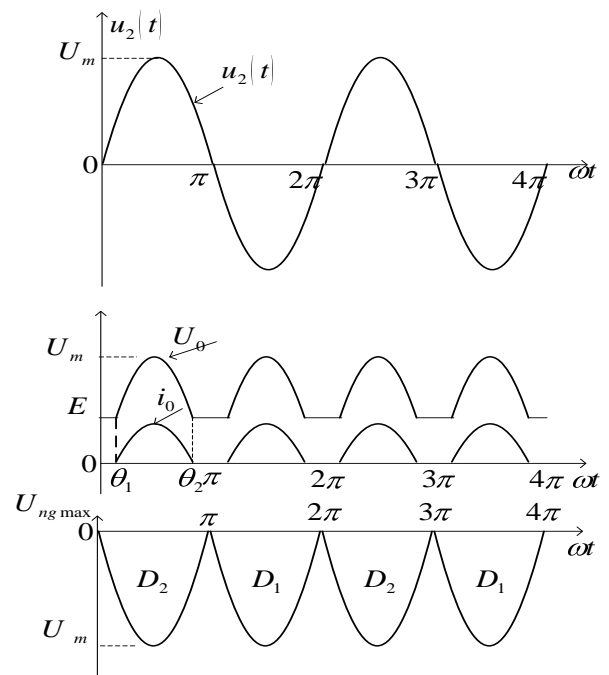
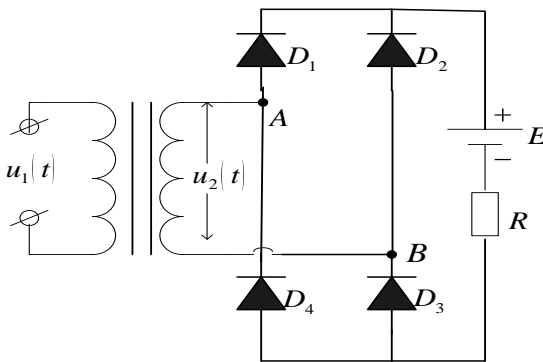
Trị hiệu dụng

$$U_{RMS} = \sqrt{\frac{1}{\pi} \int_0^{\pi} (U_m \sin\theta)^2 d\theta}$$

Điện áp ngược cực đại:

$$U_{Nmax} = -U_m = -\sqrt{2}U_2$$

***Tải R+E**



Hình 2.8: Chỉnh lưu cầu một pha hai nửa chu kì, tải R+E

Trị trung bình của điện áp chỉnh lưu:

$$U_{AV} = \frac{1}{\pi} \int_{\theta_1}^{\pi-\theta_1} U_m \sin\theta d\theta + \frac{2}{\pi} \int_0^{\theta_1} E d\theta = \frac{U_m}{\pi} \left(\cos\theta - \cos(\pi - \theta_1) + \frac{2E\theta}{\pi} \right)$$

θ_1 được xác định theo hoành độ: $U_m \sin\theta_1 = E \Rightarrow \theta_1$

Trị trung bình của dòng tải:

$$I_{AV} = \frac{1}{\pi} \int_{\theta_1}^{\pi-\theta_1} \frac{U_m \sin\theta - E}{R} d\theta = \frac{U_m}{\pi R} (\cos\theta_1 - \cos(\pi - \theta_1)) - \frac{E}{\pi R} (\pi - 2\theta_1)$$

Trị trung bình qua dòng điode:

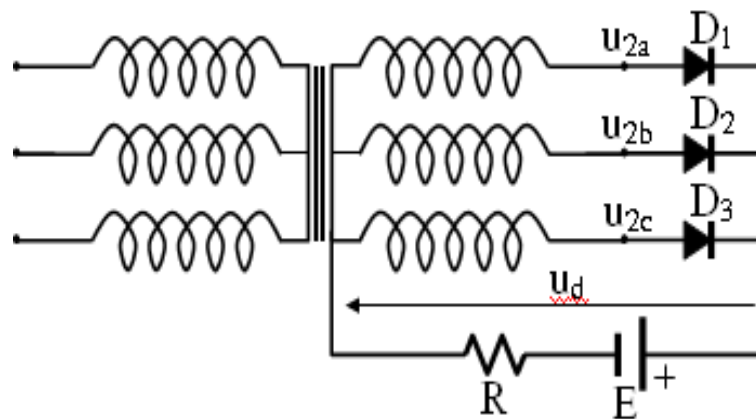
$$I_{AV} = \frac{1}{2\pi} \int_{\theta_1}^{\pi-\theta_1} \frac{U_m \sin\theta - E}{R} d\theta = \frac{I_{AV}}{2}$$

Điện áp ngược cực đại:

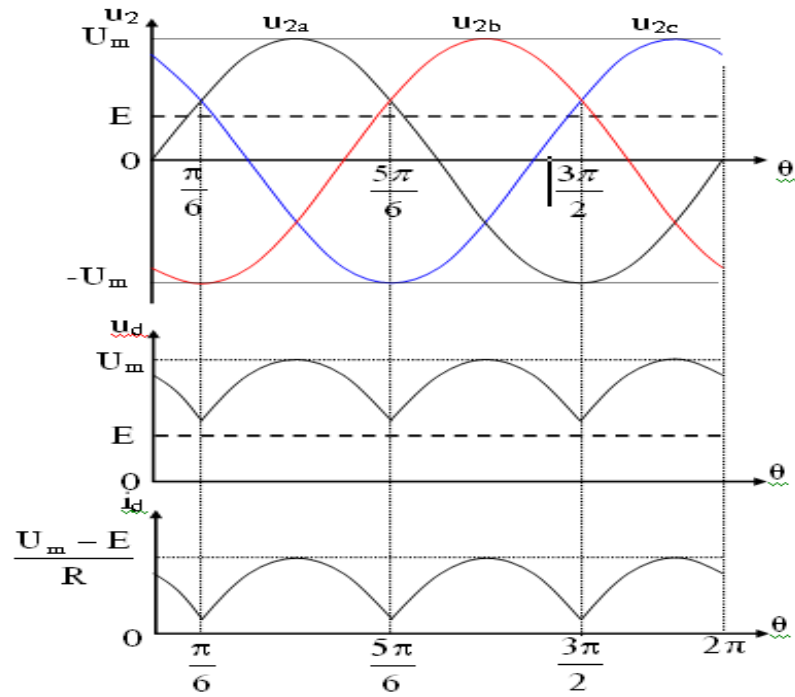
$$U_{N\max} = -U_m = -\sqrt{2}U_2$$

2.1.3. Chỉnh lưu tia 3 pha

a. Tải R+E



*Trường hợp $0 < E < U_m/2$



Hình 2.9: Chỉnh lưu diode tia ba pha, khi $0 < E < U_m/2$

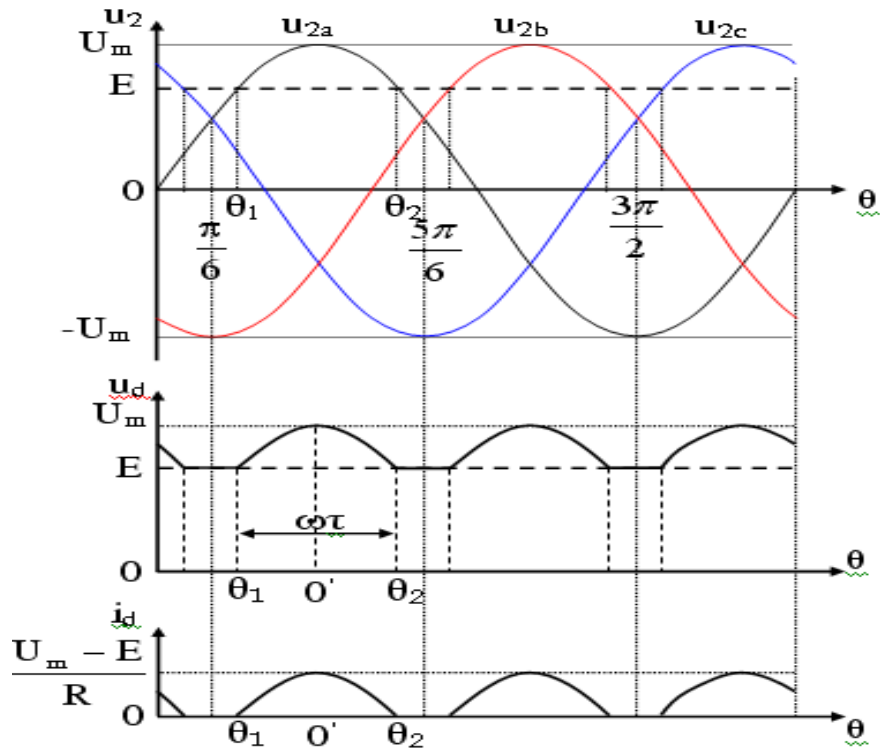
Điện áp trung bình trên tải U_d :
$$U_d = \frac{3\sqrt{6}U_2}{2\pi}$$

Dòng trung bình qua tải I_d :
$$I_d = \frac{U_d - E}{R}$$

Dòng trung bình qua mỗi diode:
$$I_D = \frac{I_d}{3}$$

Điện áp ngược cực đại qua mỗi diode:
$$U_{N \max} = -\sqrt{6}U_2$$

*Trường hợp $U_m/2 < E < U_m$



Hình 2.10: Chỉnh lưu diode tia ba pha, khi $U_m/2 < E < U_m$

Dòng trung bình qua tải

$$I_d = \frac{3}{2\pi} \int_{\theta_1}^{\theta_2} \frac{\sqrt{2}U_2 \sin \theta - E}{R} d\theta$$

$$E = \sqrt{2}U_2 \sin \theta_1$$

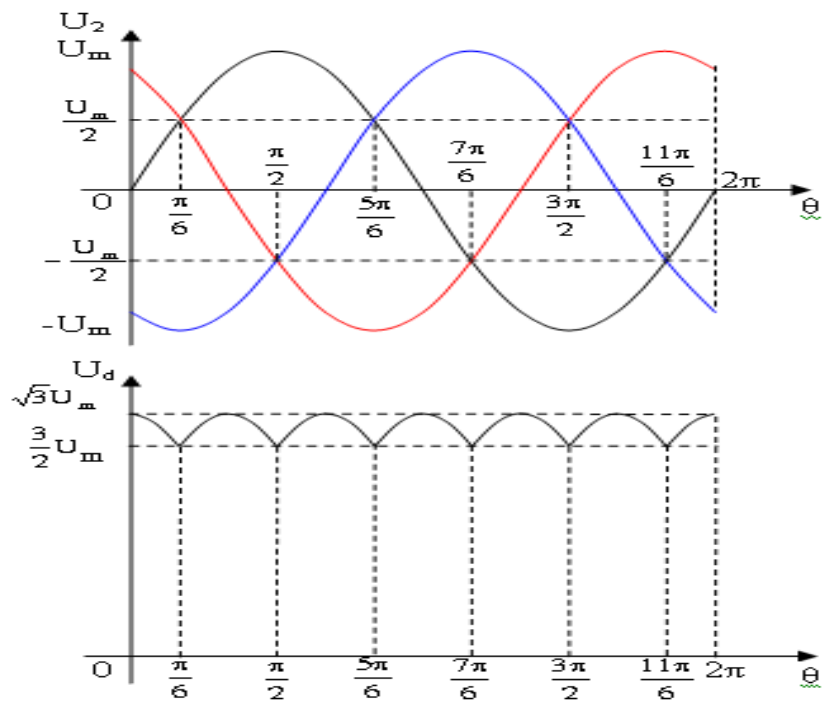
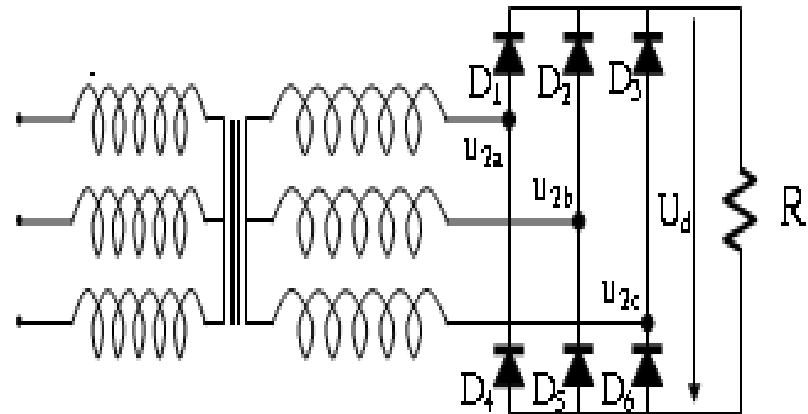
$$I_d = \frac{3\sqrt{2}U_2}{R} \left(\frac{\cos \theta_1}{\pi} - \frac{\tau}{T} \sin \theta_1 \right)$$

Dòng trung bình qua mỗi diode

$$I_D = \frac{I_d}{3}$$

2.1.4. Chỉnh lưu cầu 3 pha

a. Tải R



Hình 2.11: Chỉnh lưu diode cầu ba pha, tải R

Trị trung bình dòng qua tải:

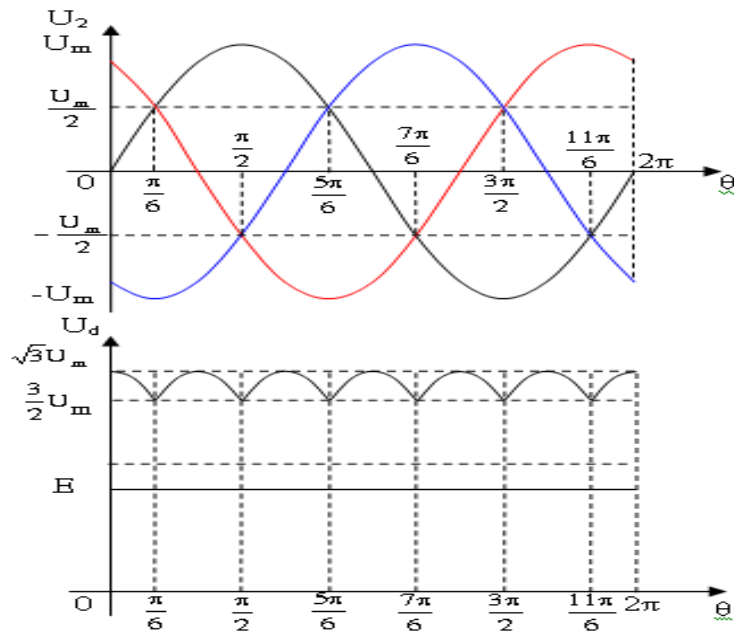
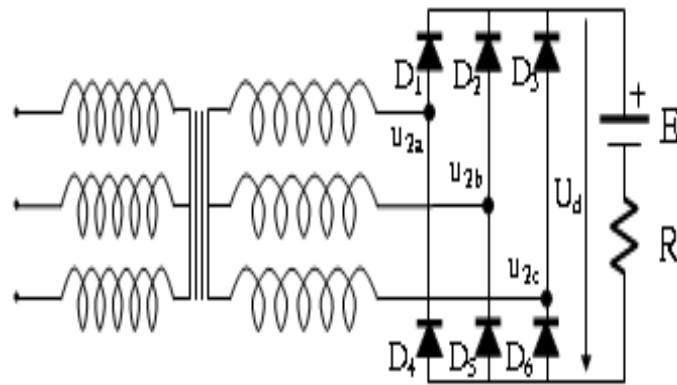
$$I_d = \frac{U_d}{R}$$

Trị trung bình điện áp qua tải $U_d = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} u_d d\theta = \frac{3\sqrt{6}U_2}{\pi}$

Trị trung bình dòng qua mỗi diode:

$$I_D = \frac{I_d}{3}$$

b. Tải R+E



Hình 2.12: Chỉnh lưu diode cầu ba pha, tải R+E

Để có dòng tải liên tục i_d phải thỏa mãn điều kiện $u_d > E$

$$i_d = \frac{u_d - E}{R}$$

Trị trung bình của dòng qua tải

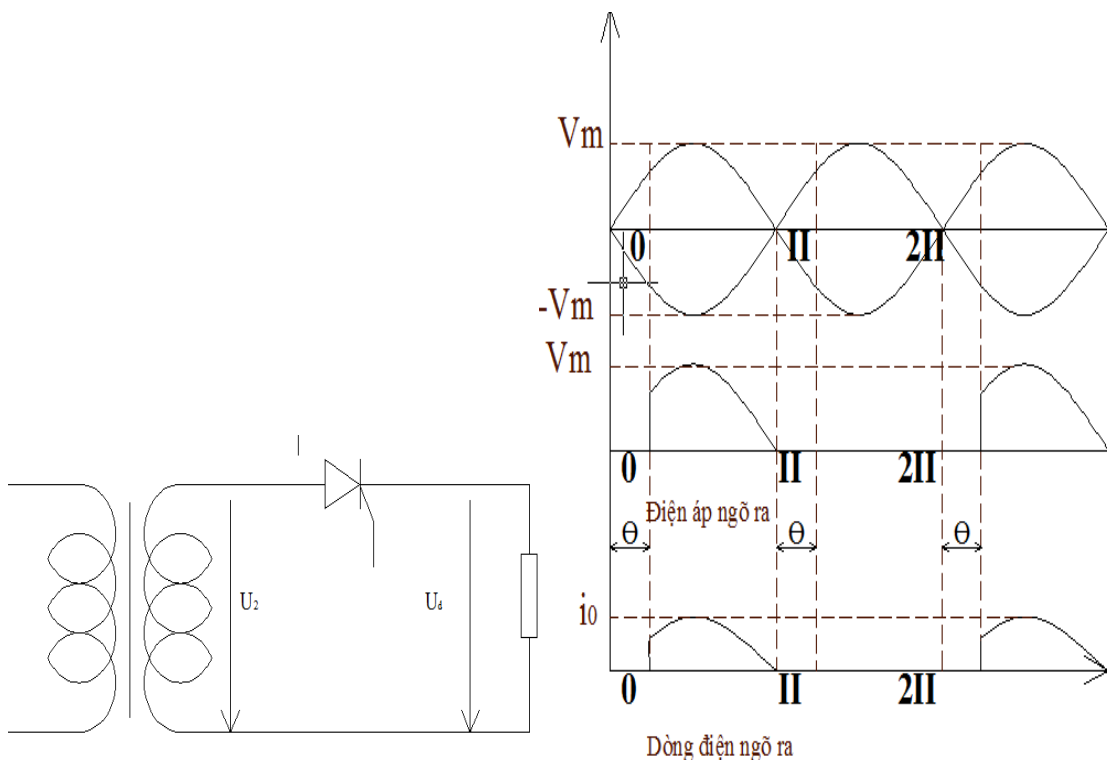
$$I_d = \frac{6}{2\pi} \int_{\frac{\pi}{6}}^{\frac{3\pi}{6}} \frac{\sqrt{6}U_2 \cos\left(\theta - \frac{\pi}{3}\right) - E}{R} d\theta = \frac{U_d - E}{R}$$

Dòng trung bình qua diode $I_D = \frac{I_d}{3} = \frac{U_d - E}{3R}$

2.2. CHỈNH LƯU CÓ ĐIỀU KHIỂN.

2.2.1. Chỉnh lưu nửa chu kì

a. tải R



Hình 1.13: Chỉnh lưu thyristor nửa chu kỳ một pha, tải R

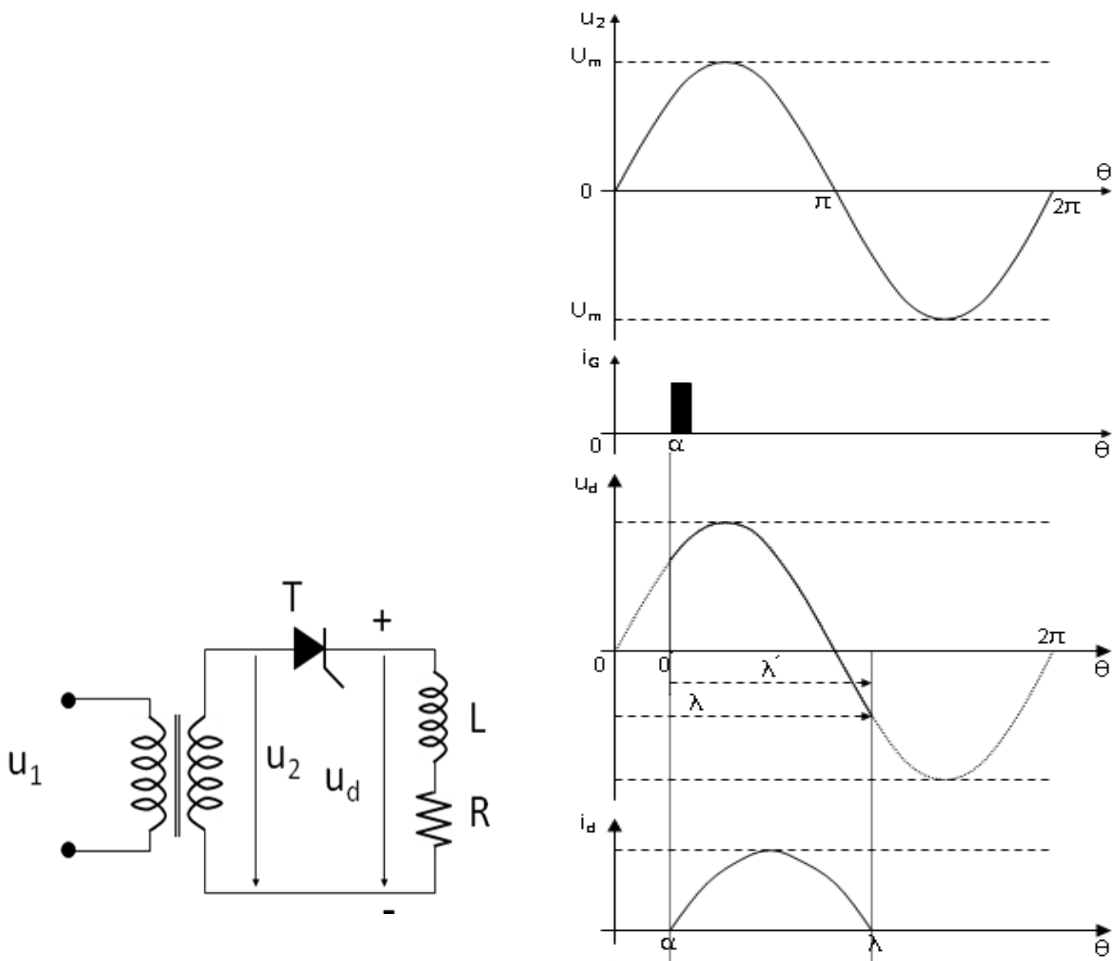
Trị trung bình điện áp trên tải:

$$U_d = \frac{1}{2\pi} \int_{\alpha}^{\pi} \sqrt{2}U_2 \sin \omega t. d\omega t = 0,45U_2 \frac{1 + \cos \alpha}{2}$$

Trị trung bình dòng qua tải $I_d = \frac{U_d}{R}$

Dòng điện qua SCR : $I_{scr} = I_d$

b. tải R+ L



Hình 2.13: Chỉnh lưu thyristor nửa chu kỳ một pha, tải R+L

Phương trình mạch tải

$$u_d + e_L = Ri_d$$

$$\Leftrightarrow u_d = Ri_d + L \frac{di}{dt}$$

Trị trung bình điện áp trên tải:

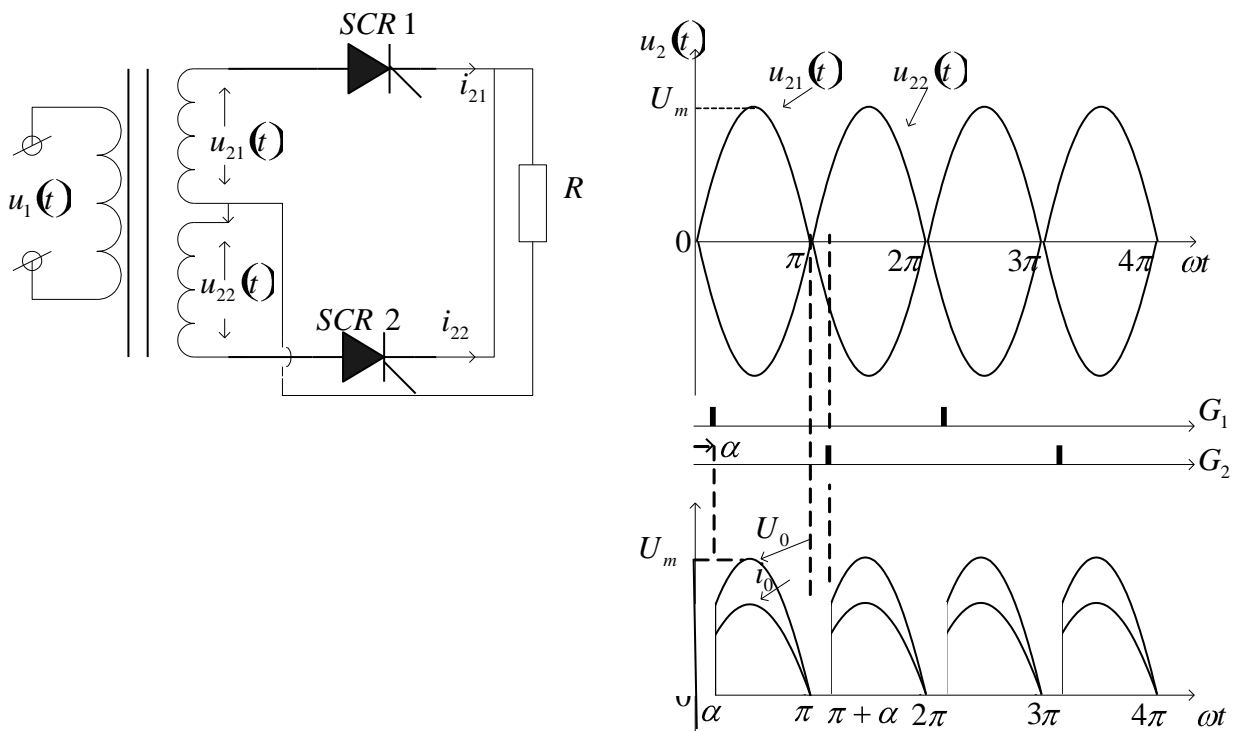
$$U_d = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} \sqrt{2}U_2 \sin(\omega t + \alpha) d\theta$$

$$U_d = \frac{\sqrt{2}U_2}{2\pi} [\cos \alpha - \cos(\pi + \alpha)]$$

Trị trung bình dòng qua tải: $I_d = \frac{U_d}{R}$

2.2.2. Mạch chỉnh lưu 2 nửa chu kỳ.

a. Tải R



Hình 2.14: Chỉnh lưu thyristor hai nửa chu kỳ, tải R

Trị trung bình điện áp trên tải:

$$U_{AV} = \frac{1}{\pi} \int_{\alpha}^{\pi} U_m \sin \theta d\theta = \frac{U_m}{\pi} [\cos \alpha - \cos \pi]$$

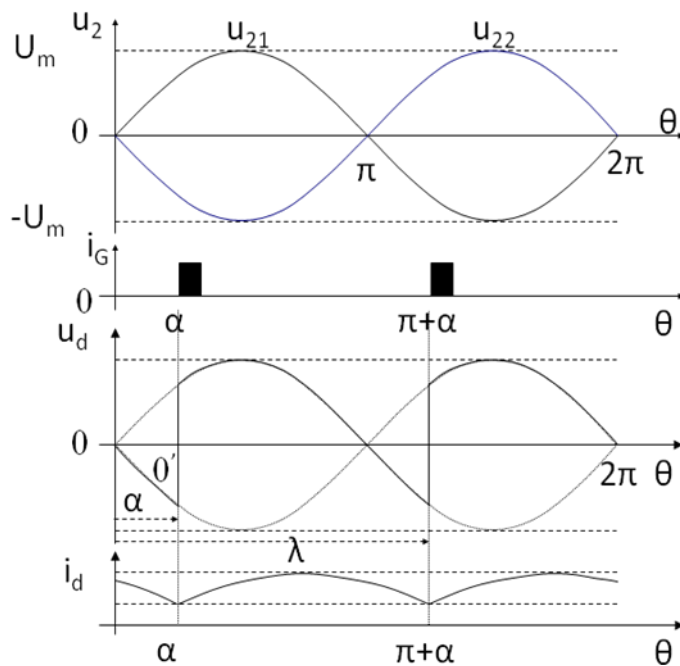
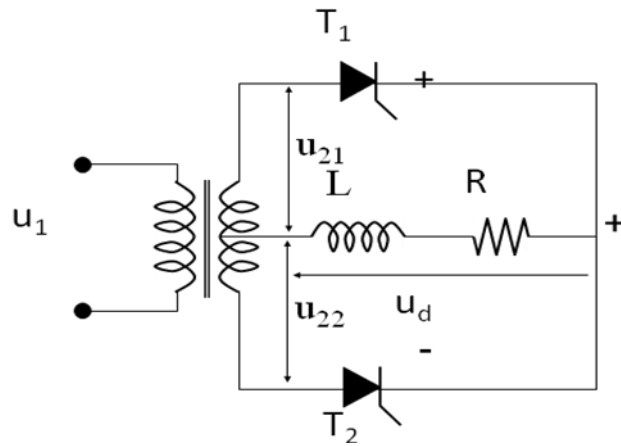
Trị trung bình dòng qua tải:

$$I_d = \frac{U_d}{R}$$

Điện áp ngược cực đại trên mỗi SCR:

$$U_{Tmax} = -2\sqrt{2}U_2$$

b. Tải R+L



Hình 2.15: Chỉnh lưu thyristor hai nửa chu kỳ, tải R+L

Trị trung bình điện áp trên tải:

$$U_d = \frac{1}{\pi} \int_{\alpha}^{\pi+\alpha} \sqrt{2} U_2 \sin \theta d\theta \Rightarrow U_d = \frac{2\sqrt{2} U_2}{\pi} \cos \alpha$$

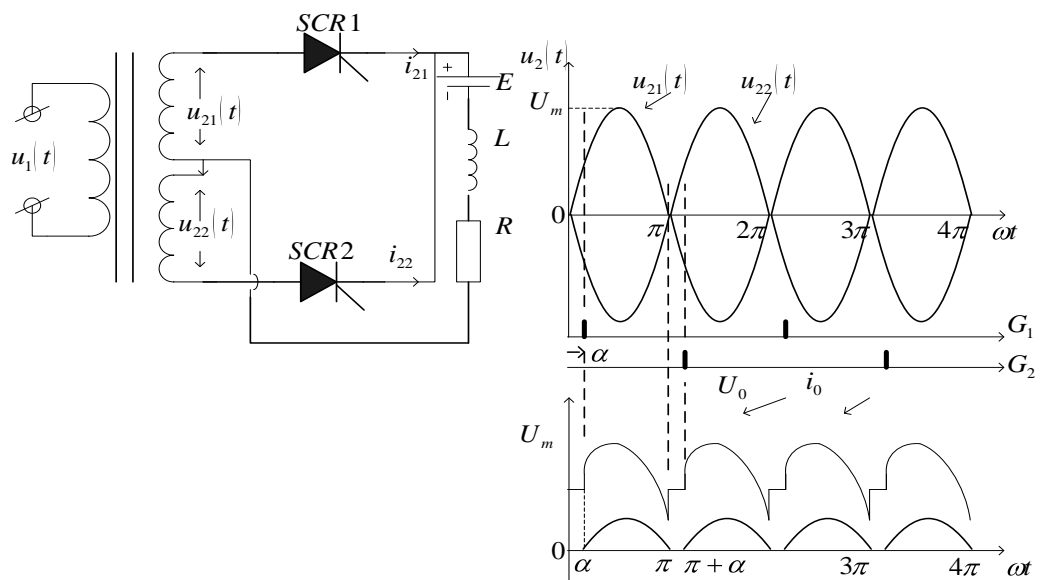
Trị trung bình dòng qua tải:

$$I_d = \frac{U_d}{R}$$

Điện áp ngược cực đại trên mỗi SRC:

$$U_{Tmax} = -2\sqrt{2} U_2$$

c. Tải R+L+E



Hình 2.16: Chỉnh lưu thyristor hai nửa chu kỳ, tải R+L+E

Trị trung bình điện áp trên tải:

$$U_d = \frac{\sqrt{2} U_2}{\pi} (\cos \alpha - \cos \lambda)$$

$$I_d = \frac{\sqrt{2}U_2}{\pi R} (\cos\alpha - \cos\lambda) - \frac{E}{\pi R} (\lambda - \alpha)$$

Trường hợp i_d là dòng liên tục, $\lambda = \pi + \alpha$ ta có:

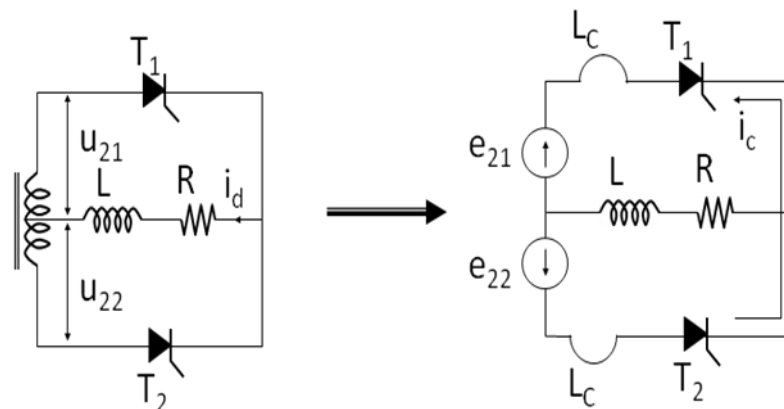
$$U_d = \frac{2\sqrt{2}U_2}{\pi} \cos\alpha$$

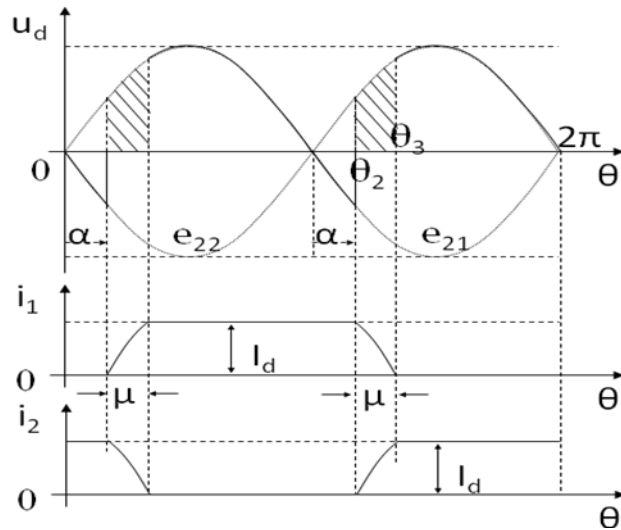
$$I_d = \frac{U_d - E}{R}$$

*Hiện tượng trùng dẫn:

Hiện tượng trùng dẫn chỉ xuất hiện trong các sơ đồ mà số cuộn dây thứ cấp máy biến áp nguồn bằng hoặc lớn hơn 2

Giả thiết $L = \infty$ với giả thiết này dòng i_d xem như được nắn thẳng: $i_d = I_d$.





Hình 2.17: Trùng dẫn trong chỉnh lưu một pha hai nửa chu kỳ

Giả sử T_1 dẫn $i_1 = I_d$

Khi $\theta = \theta_2 = (\pi + \alpha)$ ta có xung kích cho T_2 . SCR T_2 dẫn vì lúc này $e_{22} > 0$.
 Kết quả là T_1 & T_2 cùng dẫn.

Hai nguồn e_{21} và e_{22} được nối lại theo mạch $e_{21} - L_c - T_1 - T_2 - L_c - e_{22}$

Dòng i_2 tăng lên, còn dòng i_1 giảm xuống vì $i_1 + i_2 = I_d = \text{const}$.

Khi $\theta = \theta_3 \Rightarrow i_1 = 0 \Rightarrow T_1$ tắt

$$i_2 = I_d \Rightarrow T_2 \text{ dẫn mạnh.}$$

Vậy: dòng tải I_d đã chuyển mạch từ T_1 sang T_2 . Quá trình này gọi là quá trình chuyển mạch hay gọi là hiện tượng trùng dẫn

Góc $\mu = \theta_3 - \theta_2$: gọi là góc trùng dẫn

Gọi u_c : Điện áp ngắn mạch.

i_c : Dòng ngắn mạch

Ta có phương trình:

$$u_c = e_{22} - e_{21} = 2L_c \frac{di_c}{dt}$$

Nếu chuyển góc tọa độ từ O sang vị trí O', ta có:

$$e_{22} = \sqrt{2}U_2 \sin(\theta + \alpha)$$

$$e_{21} = \sqrt{2}U_2 \sin(\theta + \pi + \alpha) = -\sqrt{2}U_2 \sin(\theta + \alpha)$$

$$u_c = e_{22} - e_{21}$$

$$u_c = 2\sqrt{2}U_2 \sin(\theta + \alpha) = 2L_c \frac{di_c}{dt} = 2X_c \frac{di_c}{d\theta}$$

Vậy:

$$\sqrt{2}U_2 \sin(\theta + \alpha) = X_c \frac{di_c}{d\theta}$$

Dòng ngắn mạch i_c

$$i_c = \int_0^{\theta} \frac{\sqrt{2}U_2}{X_c} \sin(\theta + \alpha) d\theta$$

$$i_c = \frac{\sqrt{2}U_2}{X_c} [\cos \alpha - \cos(\theta + \alpha)]$$

Từ phương trình trên ta có phương trình chuyển mạch

$$\frac{X_c I_d}{\sqrt{2}U_2} = \cos \alpha - \cos(\mu + \alpha) \quad (**)$$

Hình dạng của điện áp chỉnh lưu u_d trong đoạn trùng dẫn

$$u_d = \frac{e_{21} + e_{22}}{2}$$

Trong đoạn trùng dẫn $u_d = 0$. Vậy do hiện tượng trùng dẫn nên trị trung bình của điện áp trên tải U_d' sẽ nhỏ hơn trường hợp lý tưởng U_d một lượng là ΔU_μ

$$\hat{U}_d = U_d - \Delta U_\mu$$

Xác định ΔU_μ

$$\Delta U_{\mu} = \frac{1}{2} \int_0^{\mu} \sqrt{2} U_2 \sin(\theta + \alpha) d\theta$$

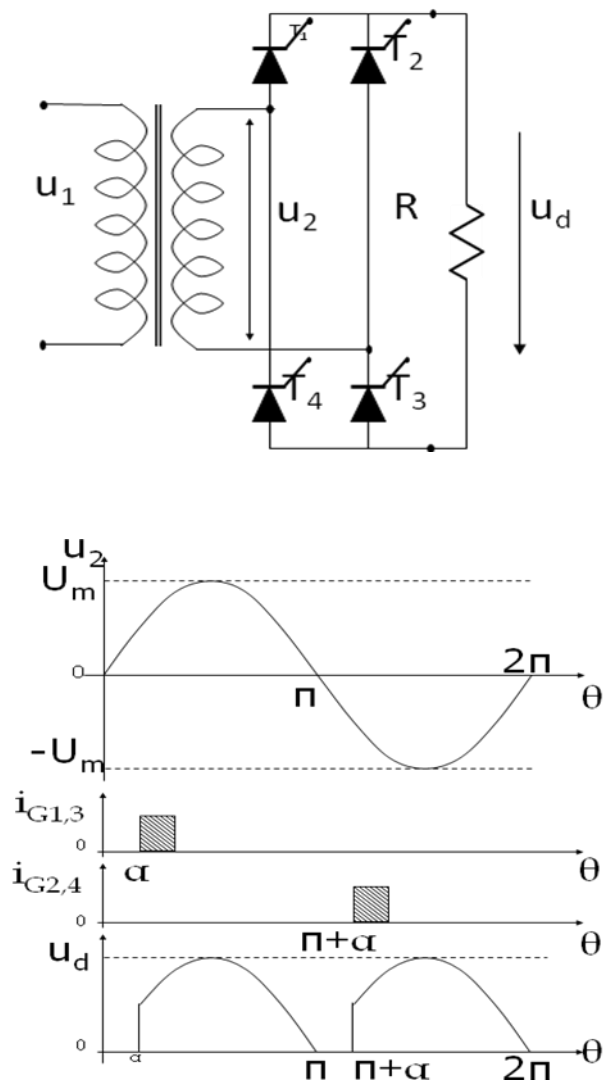
$$\Delta U_{\mu} = \frac{\sqrt{2} U_2}{\pi} [\cos \alpha - \cos(\mu + \alpha)]$$

Thay vào phương trình chuyển mạch (***) ta có:

$$\Delta U_{\mu} = \frac{X_c I_d}{\pi}$$

2.2.3. Chỉnh lưu cầu đối xứng.

a. Tải R.



Hình 2.18: Chỉnh lưu thyristor cầu đối xứng, tải R

Trị trung bình trên tải U_d

$$U_d = \frac{1}{\pi} \int_0^{\pi} \sqrt{2}U_2 \sin\theta d\theta$$

$$U_d = \frac{\sqrt{2}U_2}{\pi} (1 + \cos\alpha)$$

Trị trung bình của dòng qua tải:

$$I_d = \frac{U_d}{R}$$

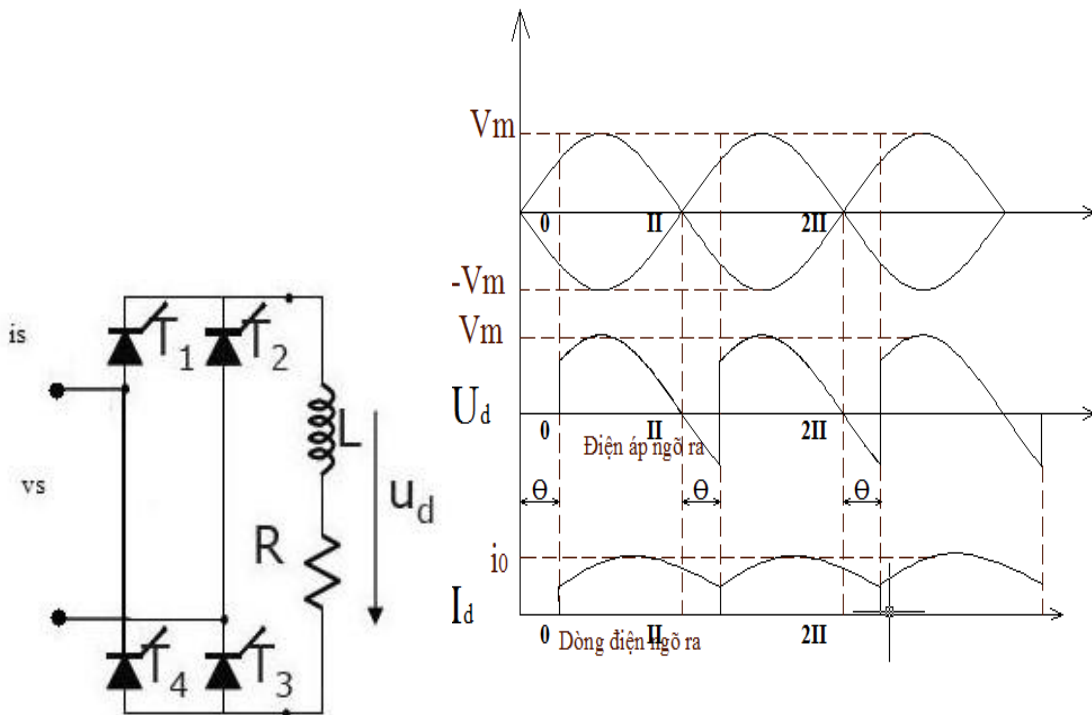
Trị trung bình của dòng qua mỗi SRC

$$I_T = \frac{I_d}{2}$$

Điện áp ngược cực đại trên mỗi SRC

$$U_{T_{max}} = -\sqrt{2}U_2$$

b. Tải R+L.



Hình 2.19: Chỉnh lưu thyristor cầu đối xứng, tải R+L

Trị trung bình trên tải U_d

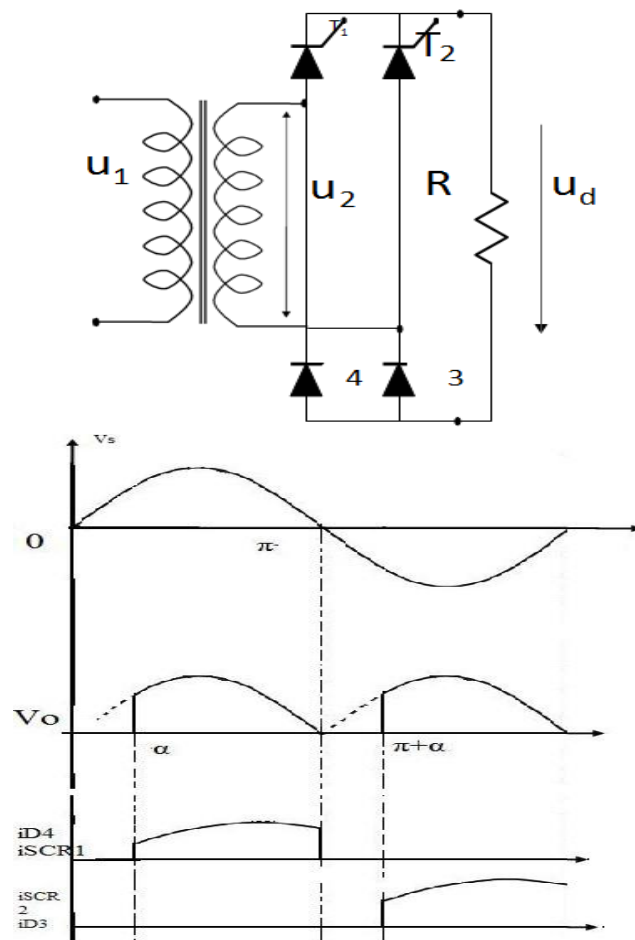
$$U_d = \frac{2\sqrt{2}U_2}{\pi} \cos\alpha$$

Trị hiệu dụng của dòng thứ cấp máy biến áp

$$I_2 = \sqrt{\frac{1}{\pi} \int_{\alpha}^{\pi+\alpha} I_d^2 d\theta} = I_d$$

2.2.4. Chỉnh lưu cầu một pha không đối xứng

a. Tải R.



Hình 2.20: Chỉnh lưu thyristor cầu không đối xứng, tải R

Trị trung bình của điện áp tải

$$U_d = \frac{1}{\pi} \int_{\alpha}^{\pi} \sqrt{2}U_2 \sin\theta d\theta = \frac{\sqrt{2}U_2}{\pi} (1 + \cos\alpha)$$

Trị trung bình của dòng tải:

$$I_d = \frac{U_d}{R}$$

Trị trung bình của dòng trong thyristor:

$$I_T = \frac{1}{2\pi} \int_{\alpha}^{\pi} I_d d\theta = \frac{I_d(\pi - \alpha)}{2\pi}$$

Trị trung bình của dòng qua diode:

$$I_D = \frac{1}{2\pi} \int_{\alpha}^{\pi+\alpha} I_d d\theta = \frac{I_d(\pi + \alpha)}{2\pi}$$

Trị hiệu dụng của dòng chạy qua cuộn thứ cấp máy biến áp:

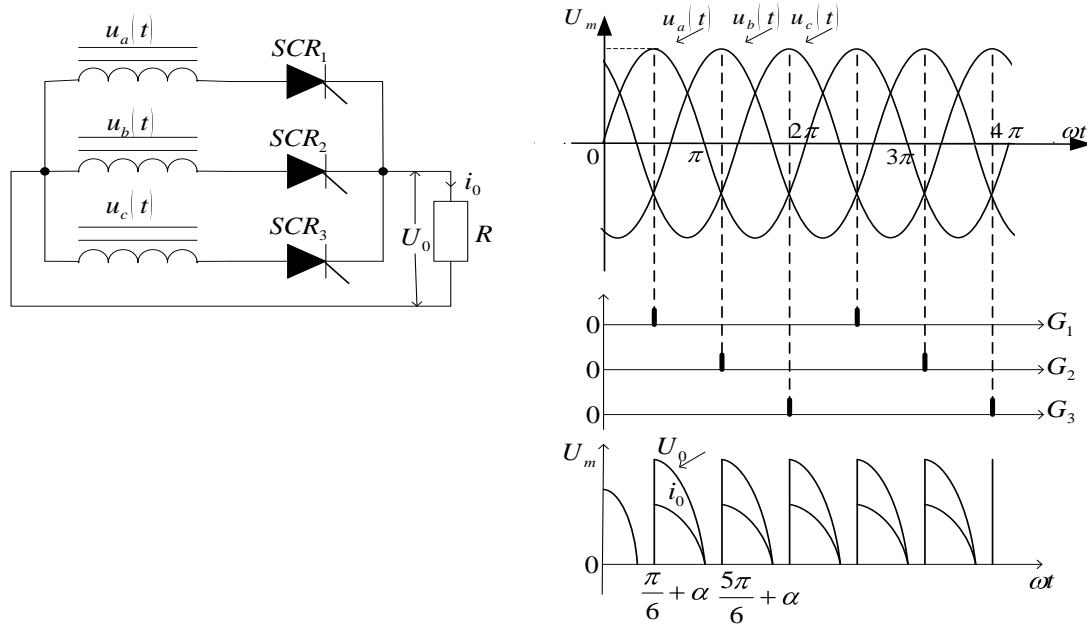
$$I_2 = \sqrt{\frac{1}{\pi} \int_{\alpha}^{\pi} I_d^2 d\theta} = I_d \sqrt{1 - \frac{\alpha}{\pi}}$$

Nhận xét: + Hệ số $\cos\varphi_1$ của sơ đồ cầu không đối xứng cao hơn sơ đồ cầu đối xứng

+ Sơ đồ này ko làm việc ở chế độ nghịch lưu phụ thuộc.

2.2.5. Chỉnh lưu ba pha hình tia:

a. Tải R.



Hình 2.21: Chỉnh lưu thyristor ba pha hình tia, tải R

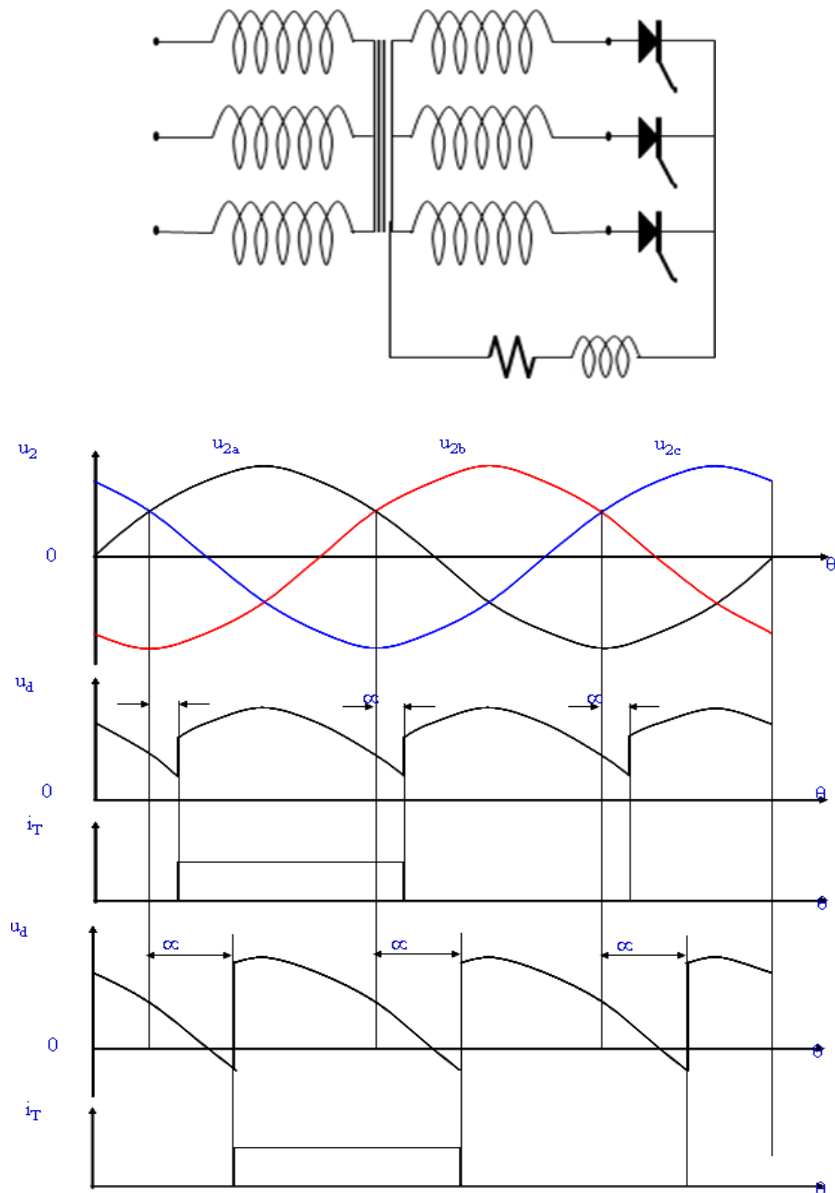
Trị trung bình của điện áp chỉnh lưu

$$U_d = \frac{3\sqrt{6}U_2}{2\pi} \cos\alpha$$

Trị trung bình của dòng qua tải:

$$I_{AV} = \frac{U_{AV}}{R}$$

b. Tải R+L.



Hình 2.22: Chỉnh lưu thyristor ba pha hình tia, tải R+L

Trị trung bình điện áp trên tải:

$$U_{AV} = \frac{3U_m}{2\pi} (\cos(\pi/6 + \alpha) - \cos(5\pi/6 + \alpha))$$

*Hiện tượng trùng dẫn

$$e_a = \sqrt{2}U_2 \sin \theta$$

$$e_b = \sqrt{2}U_2 \sin(\theta - \frac{2\pi}{3})$$

$$e_c = \sqrt{2}U_2 \sin(\theta + \frac{2\pi}{3})$$

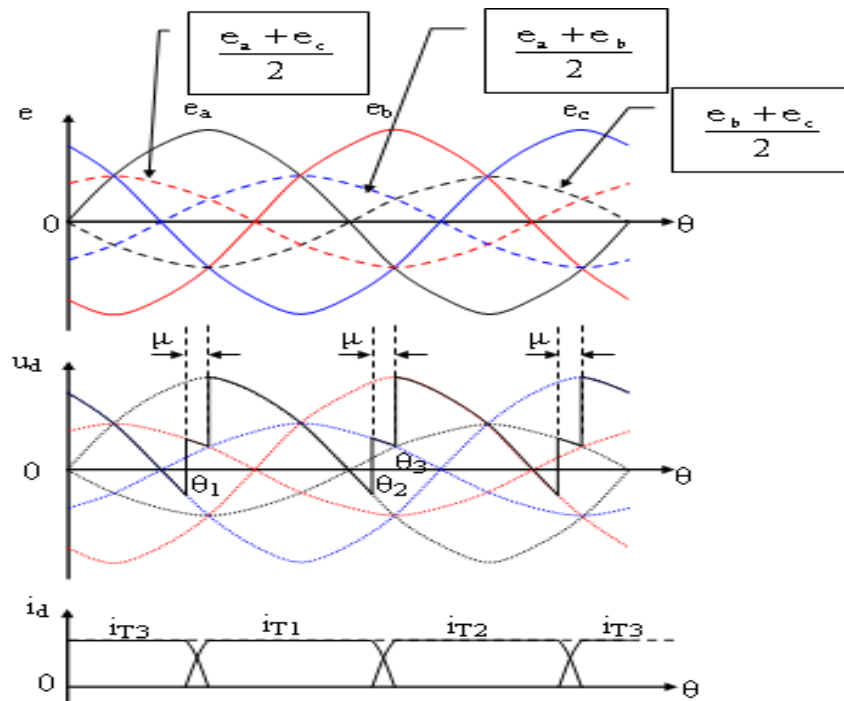
Giả sử T_1 dẫn, cho dòng chảy qua T_1 là: $i_{T1} = I_d$

Khi $\theta = \theta_2$ có xung kích cho T_2 dẫn. Lúc này cả 2 SCR T_1 & T_2 cùng dẫn cho dòng chảy qua làm cho 2 nguồn e_a & e_b ngắn mạch.

Nếu ta dời góc tọa độ từ 0 đến θ_2 , ta có:

$$e_a = \sqrt{2}U_2 \sin(\theta + \frac{5\pi}{6} + \alpha)$$

$$e_b = \sqrt{2}U_2 \sin(\theta + \frac{\pi}{6} + \alpha)$$



Hình 2.23: Hiện tượng trùng dẫn trong chỉnh lưu tia ba pha

Điện áp ngắn mạch:

$$u_c = e_b - e_a = \sqrt{6}U_2(\pi + \alpha)$$

Dòng điện ngắn mạch

$$\sqrt{6}U_2 \sin(\theta + \alpha) = 2X_c \frac{di_c}{d\theta} = \frac{\sqrt{6}U_2}{2X_c} [\cos \alpha - \cos(\theta + \alpha)]$$

Giả sử quá trình chuyển mạch chỉ xảy ra trong đoạn từ $\theta_2 \rightarrow \theta_3$ và gọi μ là góc trùng dẫn : $\mu = \theta_3 - \theta_2$

Khi $\theta = \mu \Rightarrow i_{T1} = 0$ & $i_{T2} = I_d$.

Do đó ta có phương trình chuyển mạch

$$\cos \alpha - \cos(\mu + \alpha) = \frac{2X_c I_d}{\sqrt{6}U_2}$$

Xác định ΔU_μ :

$$\Delta U_\mu = \frac{3\sqrt{6}U_2}{4\pi} [\cos \alpha - \cos(\mu + \alpha)]$$

Phương trình chuyển mạch

$$\Delta U_\mu = \frac{3X_c I_d}{2\pi}$$

Trị trung bình của điện áp trên tải U_d bị giảm đi một lượng ΔU_μ

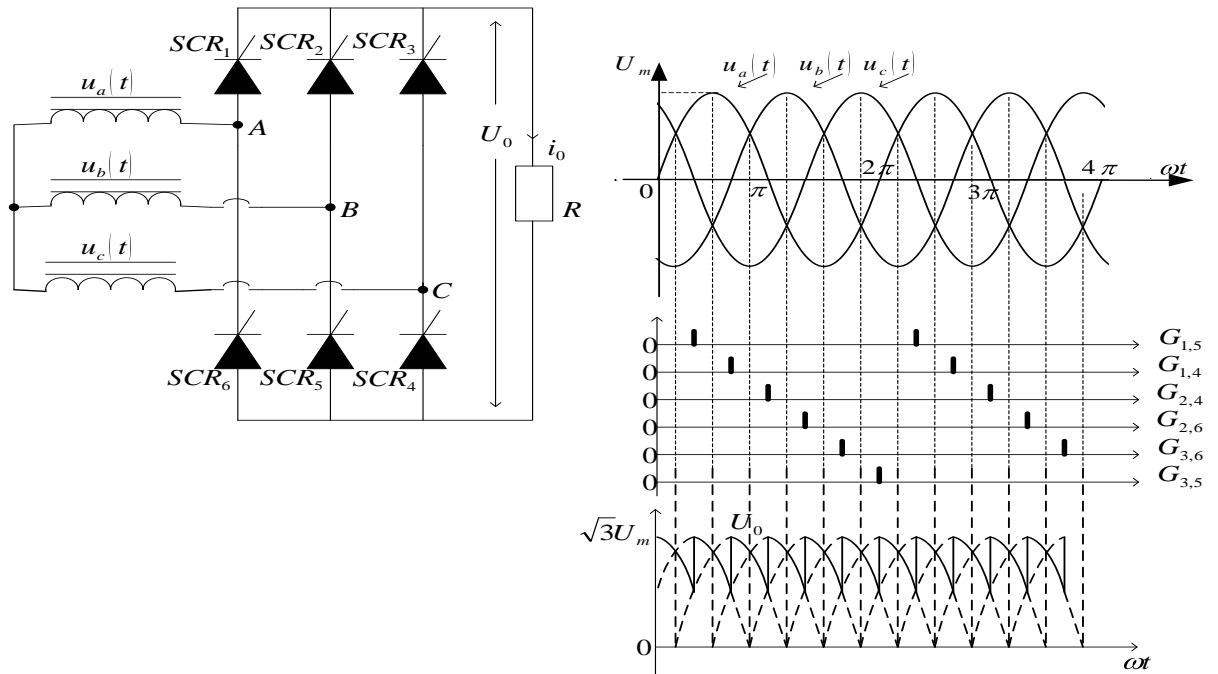
$$U'_d = U_d - U_\mu = U_d - \frac{3X_c I_d}{2\pi}$$

Trị trung bình của điện áp chỉnh lưu:

$$U_{AV} = \frac{3U_m}{2\pi} ((\pi/6 - \alpha) - \cos\theta_1) + \frac{3E}{2\pi} (5\pi/6 + \alpha - \theta_1)$$

2.2.6. Chỉnh lưu hình cầu 3 pha

a. Tải R.



Hình 2.24: Chỉnh lưu thyristor cầu ba pha, tải R

*Trường hợp $0 \leq \alpha \leq \pi/3$

Trị trung bình điện áp chỉnh lưu

$$U_{AV} = \frac{3\sqrt{3}U_m}{\pi} (\cos(\pi/3 + \alpha) - \cos(2\pi/3 + \alpha))$$

Trị trung bình qua tải:

$$I_{AV} = \frac{U_{AV}}{R} = \frac{3\sqrt{3}U_m}{\pi R} (\cos(\pi/3 + \alpha) - \cos(2\pi/3 + \alpha))$$

*Trường hợp $\pi/3 \leq \alpha \leq 2\pi/3$

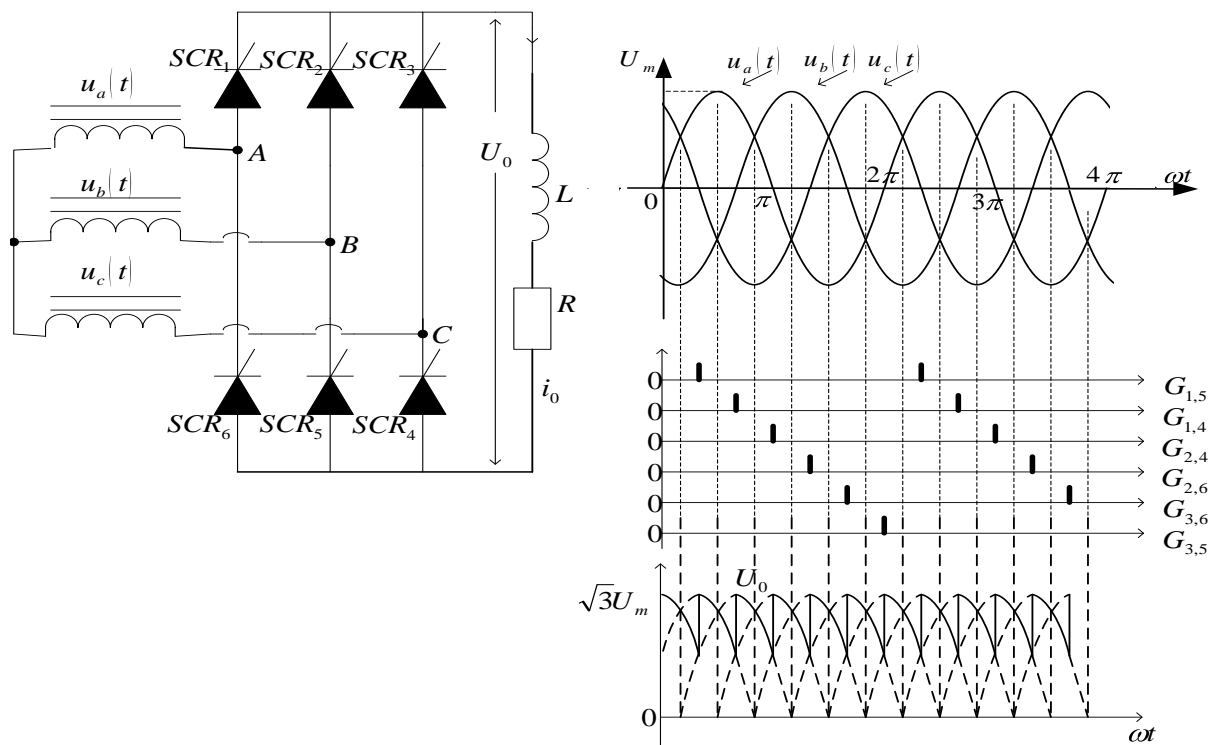
Trị trung bình điện áp chỉnh lưu:

$$U_{AV} = -\frac{3\sqrt{3}U_m}{\pi} (1 + \cos(\pi/3 + \alpha))$$

Trị trung bình qua tải:

$$I_{AV} = \frac{U_{AV}}{R} = -\frac{3\sqrt{3}U_m}{\pi R} (1 + \cos(\pi/3 + \alpha))$$

b. Tải R+L.



Hình 2.25: Chỉnh lưu thyristor cầu ba pha, tải R+L

Trị trung bình của điện áp chỉnh lưu:

$$U_d = \frac{3\sqrt{6}U_2}{\pi} \cos\alpha$$

Trị trung bình qua tải

$$I_d = \frac{U_d}{R} = \frac{3\sqrt{6}U_2}{\pi R} \cos\alpha$$

CHƯƠNG 3:

BỘ BIẾN ĐỔI NỬA CẦU SONG SONG NỐI TIẾP ĐỂ NẠP ẮC QUY

3.1. SƠ ĐỒ NGUYÊN LÝ.

3.1.1. Đặt vấn đề.

Ắc quy thứ cấp được sử dụng rộng rãi trong các hệ thống lưu trữ năng lượng thương mại, công nghiệp và dân dụng nhằm tích điện và cung cấp năng lượng điện cho nhiều loại thiết bị điện khác nhau. Nếu nguồn điện DC được kết nối trực tiếp với ắc quy thứ cấp, thì điện áp đầu ra của nguồn DC sẽ là điện áp nạp của ắc quy thứ cấp; do đó cần phải lắp đặt một thiết bị ngoại vi(liên kết) giữa nguồn DC và ắc quy thứ cấp để làm cho hệ thống tích năng lượng luôn hoạt động tại các điểm hoạt động tối ưu. Thiết bị ngoại vi DC này cũng được gọi bộ nạp ắc quy. Bộ nạp ắc quy truyền thống nhận điện năng từ một nguồn AC cần một bộ chỉnh lưu biến đổi điện AC/DC thyristor có một điện trở nối tiếp tương đương để điều khiển dòng điện nạp vào hệ thống ắc quy. Mạch nạp này thường có một dòng điện nạp gợn sóng cao. Do đó, việc nghiên cứu phát triển các bộ nạp ac quy để sao cho các mạch nạp làm giảm độ gợn sóng và kéo dài tuổi thọ của ắc quy đã trở nên quan trọng hơn trong quá trình thiết kế các hệ thống tích trữ ắc quy.

Một vài mạch nạp đã được đề xuất nhằm khắc phục những đặc tính bất lợi của bộ nạp ắc quy truyền thống. Không giống với các bộ điều chỉnh tuyến tính, các bộ điều chỉnh chuyển mạch sử dụng các van điện tử công suất tích cực để hoạt động hoặc trong vùng bão hòa hoặc vùng giới hạn. Do một trong hai vùng này có chuyển mạch điện áp thấp hoặc dòng điện chuyển mạch thấp, nên có thể biến đổi một điện áp DC đến các mức điện áp khác nhau có hiệu

suất cao hơn 85%, kèm theo đó là chi phí thấp, kích cỡ tương đối nhỏ gọn và trọng lượng nhẹ.

Tuổi thọ và dung lượng của các ắc quy thứ cấp tùy thuộc vào một vài yếu tố, ví dụ: chế độ nạp, bảo dưỡng, nhiệt độ và năm làm việc. Trong số những yếu tố này, thì chế độ nạp có ảnh hưởng lớn đến tuổi thọ và công suất của ắc quy. Các ắc quy thứ cấp phải được nạp với các mức dòng điện và điện áp có độ gọn sóng thấp. Do vậy, bộ nạp ắc quy có tính năng hoạt động cao là rất cần thiết cho một hệ thống ắc quy tích năng lượng. Ngoài ra, các yêu cầu cơ bản của bộ nạp ắc quy với các bộ điều chỉnh chuyển mạch là kích cỡ nhỏ và hiệu suất cao. Tần số chuyển mạch lớn cao thì cần phải đạt được kích cỡ nhỏ. Tuy nhiên, tổn hao chuyển mạch sẽ tăng khi tần số chuyển mạch tăng. Ngược lại, điều kiện này làm giảm hiệu suất của các bộ nạp ắc quy. Để giải quyết vấn đề này, một số kỹ thuật chuyển mạch mềm cần được sử dụng để vận hành dưới điều kiện tần số chuyển mạch cao. Một giải pháp đơn giản đối với bộ biến đổi điện chuyển mạch mềm là các bộ đổi điện cộng hưởng. Bằng cách vận dụng những cấu trúc liên kết này, cả điện áp và dòng điện đều tại mức zero trong suốt giai đoạn chuyển mạch, làm giảm tối đa hao hụt chuyển mạch và cũng làm tăng tính tin cậy đối với các bộ nạp ắc quy. Để hạn chế tối đa hao hụt điện năng, thì đầu tiên không cần phải lãng phí năng lượng trong quá trình chuyển đổi.

Liên quan đến điện tử công suất và các sơ đồ điều khiển đi kèm, thì yêu cầu chính là đảm bảo rằng hệ thống nạp hiệu quả. Vì vậy, sơ đồ có tần số cao và kỹ thuật chuyển mạch mềm được sử dụng để làm giảm độ gọn sóng dòng điện nạp và kéo dài tuổi thọ của ắc quy. Trong số những bộ biến đổi điện chuyển mạch mềm hiện tại, bộ biến đổi cộng hưởng nhóm D là những thiết bị phổ biến nhất do cấu tạo mạch đơn giản của chúng và dễ thực hiện sơ đồ điều khiển, tổn hao chuyển mạch thấp và tính linh hoạt cao trong điều tiết dòng điện nạp.

Bộ chỉnh lưu này trong thực tế đã loại bỏ dòng điện gợn sóng tần số cao và tần số thấp trong ắc quy, do vậy làm tăng tối đa tuổi thọ của ắc quy mà không phải gây cản trở dòng điện trong bộ nạp. Ngoài ra, hoạt động mức cộng hưởng được ưu tiên, do các công tắc nguồn điện tại dòng điện zero và điện áp zero; vì vậy diốt xoay tự do không cần phải có các đặc tính phục hồi đảo ngược nhanh. Mạch bộ nạp ắc quy có ít bộ phận và tổn hao chuyển đổi năng lượng thấp, đặc tính này làm tăng hiệu suất chung của hệ thống. Các chế độ vận hành mạch được xác định từ mô tả đặc tính dẫn điện.

Các bộ biến đổi cộng hưởng nhóm D có thể được phân loại thành 3 loại dưới đây, tùy thuộc vào cách thức tách dòng điện ra từ mạch(tank) cộng hưởng:

- Bộ biến đổi cộng hưởng nối tiếp
- Bộ biến đổi cộng hưởng song song
- Bộ biến đổi song song - nối tiếp

Bộ biến đổi điện cộng hưởng nối tiếp vốn đã ngắn mạch và được bảo vệ bằng mạch tổng trở cộng hưởng. Tuy nhiên, hạn chế của bộ biến đổi điện cộng hưởng nối tiếp là điện áp nạp không thể điều chỉnh được tại điều kiện không tải và có tải nhẹ. Hạn chế của máy đổi điện song song là dòng điện trong các bộ phận cộng hưởng tương đối độc lập với tải. Tổn hao truyền dẫn được cố định và hiệu suất của bộ biến đổi điện tương đối thấp đối với các tải nhẹ. Mặt khác, máy đổi điện nối tiếp- song song kết hợp các đặc tính tốt của máy đổi điện nối tiếp và máy đổi điện song song.

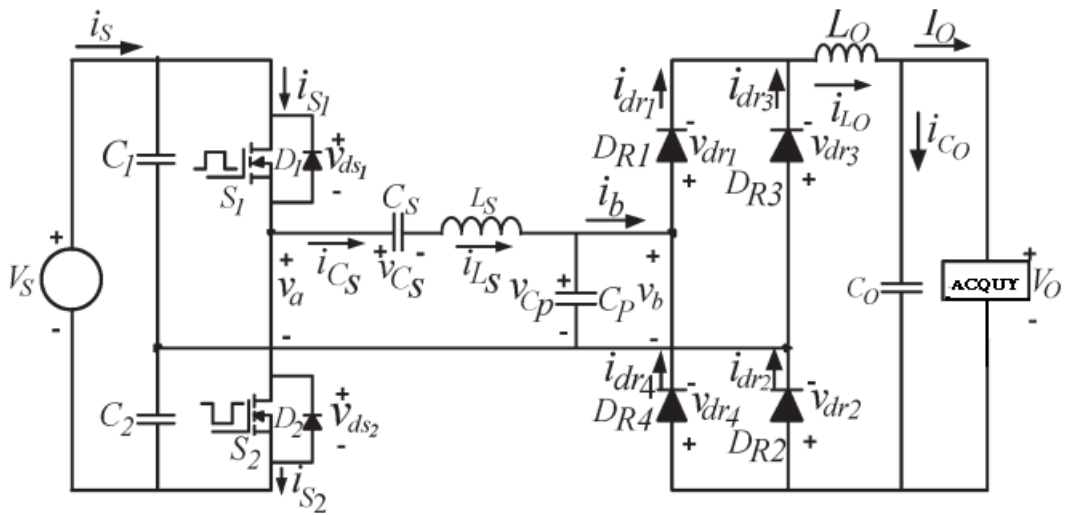
Đầu ra là có thể điều chỉnh được đối với điều kiện không tải hay có tải nhẹ, và hiệu suất khi tải nhẹ là tương đối cao. Theo đó, một bộ biến đổi điện DC-DC nối tiếp-song song được lắp đặt giữa nguồn đầu vào DC và các ắc quy để điều khiển các điểm hoạt động của nguồn DC

3.1.2. Sơ đồ nguyên lý

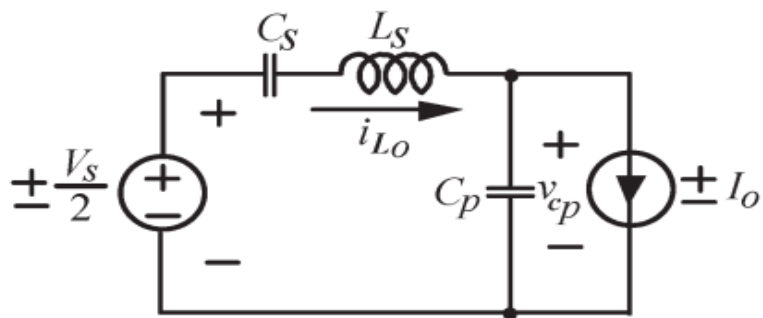
*Mô tả mạch

Để giảm tổn hao chuyển mạch do tần số vận hành của bộ nạp ắc quy cao hơn, thì bộ biến đổi công suất cộng hưởng nhận được sự quan tâm mới. Những bộ biến đổi điện này thường vận hành ở tần số cao để tận dụng điều kiện chuyển mạch tự nhiên. Kết quả là, các bộ biến đổi điện cộng hưởng có vài ưu thế so với bộ biến đổi điện thyristo truyền thống. Kích cỡ và trọng lượng nhỏ gọn hơn, giảm thiểu tổn hao chuyển mạch, hàm lượng sóng hài thấp hơn đó là một số ưu thế của máy đổi điện kiểu này. Với tầm quan trọng và tính ứng dụng ngày càng tăng của bộ biến đổi điện cộng hưởng, một vài nỗ lực gần đây đã được thực hiện trong việc mô hình hoá và phân tích máy đổi điện cộng hưởng. Bộ nạp ắc quy HBSPRC(BỘ BIẾN ĐỔI NỬA CẦU NỐI TIẾP SONG SONG) nhóm D bao gồm bộ biến đổi đổi điện nhóm D và bộ chỉnh lưu dùng van điều khiển điện áp.

Bộ bộ biến đổi điện nhóm D sử dụng hai công tắc hai chiều S_1 và S_2 , một mạch cộng hưởng $L_s-C_s-C_p$, và bộ chỉnh lưu cầu, như trong Hình 3.1. Hai bộ tụ điện C_1 và C_2 ở đầu vào có giá trị lớn và chia điện áp đầu vào của nguồn. Bộ tụ điện C_s được mắc nối tiếp với cuộn cảm L_s như trong bộ đổi điện cộng hưởng nối tiếp, và bộ chỉnh lưu cầu được mắc song song với tụ điện C_p như trong bộ biến đổi cộng hưởng song song. Mỗi một van công suất hai chiều gồm một MOSFET và điốt. Để tạo điều kiện thuận lợi cho việc phân tích, chúng ta giả thiết rằng các van điện tử công suất tích cực có thể được đặc trưng bởi một cặp công tắc hai chiều hoạt động theo tỷ lệ 50% trong một chu kỳ chuyển mạch T . Đối với sơ đồ nửa cầu, mỗi van công suất hai chiều có một van tích cực và một điốt mắc song song ngược. Những van công suất tích cực này được điều khiển bằng các xung tín hiệu dạng chữ nhật không chồng nhau V_{GS1} và V_{GS2} với thời gian chết.



Hình 3.1: Mạch nạp acquy với diode HBSPRC



Hình 3.2: Sơ đồ tương đương của mạch nạp ắc quy

Do vậy, chúng ta có thể biểu diễn hiệu quả của các van điện thông qua một nguồn điện áp sóng vuông tương đương, với một biên độ bằng $\pm V_S/2$. Điện áp bộ tụ điện cộng hưởng được chỉnh lưu để được điện áp DC. Điện áp DC có thể thay đổi và được điều chỉnh kín bằng cách điều khiển tần số chuyển mạch. Do việc biến đổi nguồn điện từ AC sang DC trong trường hợp này có được bằng cách chỉnh lưu điện áp rơi trên tụ điện C_P , nên một cuộn

cảm lọc lớn L_0 được cần đến để hạn chế tối đa ảnh hưởng tải của mạch đầu ra và để chắc chắn rằng dòng điện đi qua là hầu như không bị gợn sóng. Kết quả là, đầu vào dòng điện đối với bộ chỉnh lưu cầu có biên độ cố định $+I_o$ và $-I_o$, tùy thuộc vào việc liệu điện áp $V_{cp}(t)$ là dương hay âm. Tần số của dạng sóng dòng điện này tương tự với tần số chuyển mạch. Từ những quan sát đó, HBSPRC có thể được thiết kế như một mạch cộng hưởng và nguồn dòng điện sóng vuông $\pm I_o$ mắc song song với bộ tụ điện cộng hưởng. Mạch tương đương đã được đơn giản hoá dành cho bộ nạp ắc quy có HBSPRC chỉ ra trong hình 3.2.

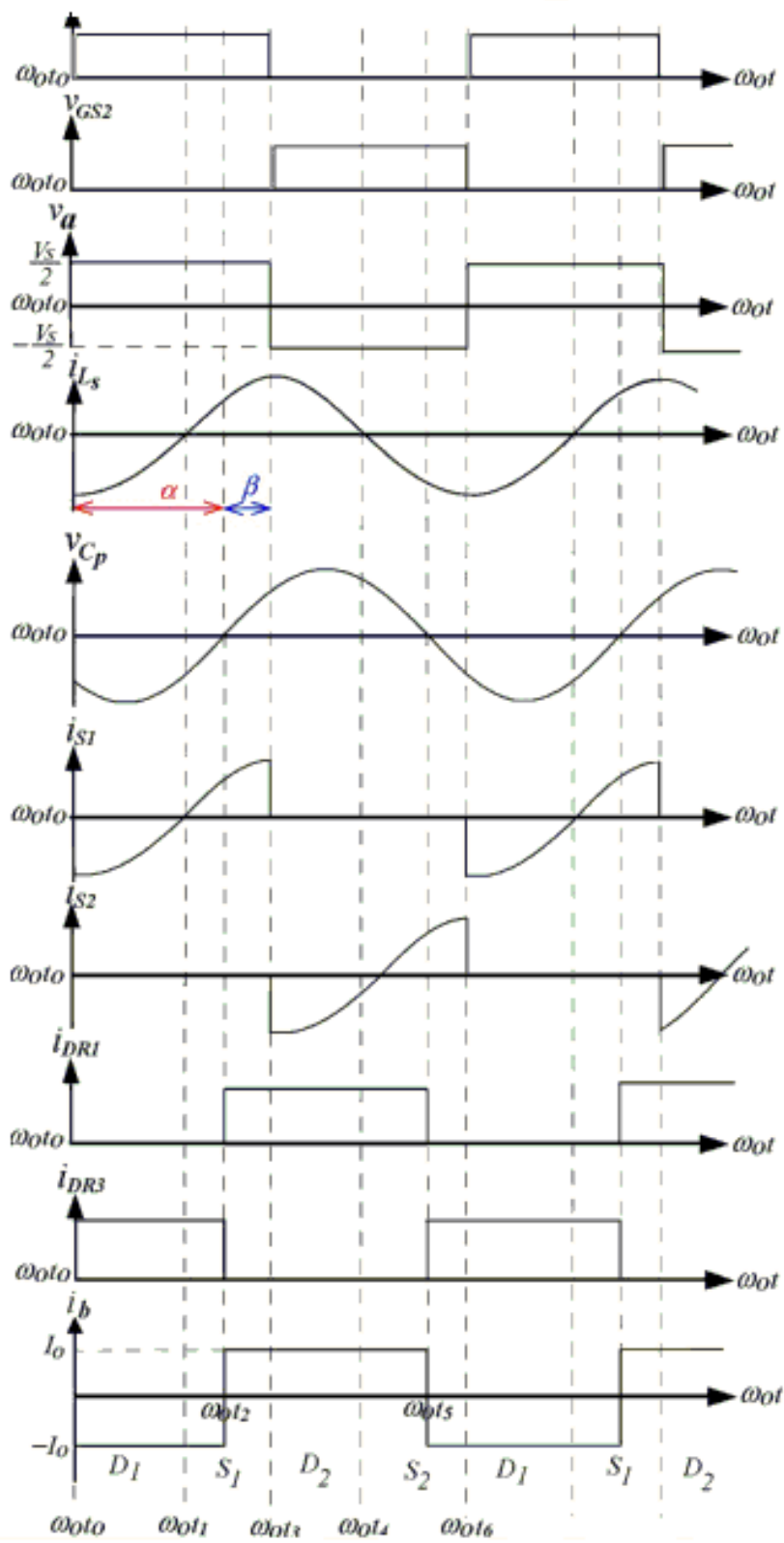
3.2. NGUYÊN LÝ HOẠT ĐỘNG VÀ PHÂN TÍCH MẠCH

3.2.1. Nguyên lý hoạt động

Hình 3 biểu diễn điện áp chính và dạng sóng dòng điện trong HBSPRC nhóm D đối với một tần số chuyển mạch f_s lớn hơn tần số cộng hưởng f_0 . Một hoạt động trên cộng hưởng được chú ý hơn, vì rằng các van công suất mở tại dòng zero và điện áp zero; do vậy điốt mắc song song (phóng điện) không cần phải có các đặc tính phục hồi đặc tính tắt nhanh. Ở nửa chu kì dương của điện áp đặt trên tụ điện cộng hưởng v_{cp} , nguồn điện được cung cấp cho ắc quy thông qua các điốt DR1 và DR2. Trong nửa chu kì âm của điện áp đặt trên bộ tụ điện cộng hưởng, nguồn điện được cung cấp cho ắc quy thông qua các điốt DR3 và DR4.

HBSPRC nhóm D dành cho các bộ nạp ắc quy được phân tích dựa trên các giả định dưới đây:

1) Các phần tử chuyển mạch của bộ biến đổi điện là lý tưởng nên độ sụt điện áp thuận khi trên trở của công tắc ở chế độ ON là không đáng kể

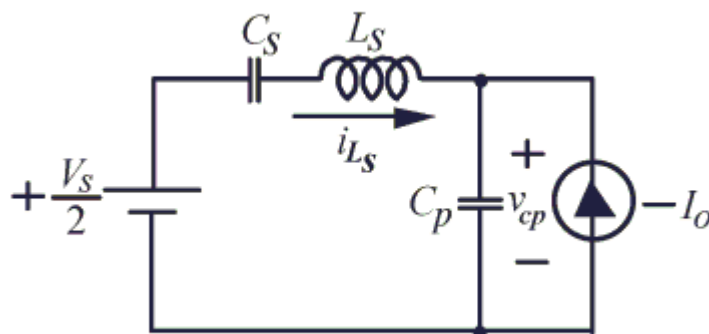


Hình 3.3: Dạng sóng ra của diode HSPRC

- 2) Điện trở nối tiếp tương đương của điện dung và tổn hao dòng có thể bỏ qua
- 3) Các đặc tính của bộ phận thụ động được coi là tuyến tính, thời gian là bất biến và tần số là độc lập
- 4) Điện cảm bộ lọc L_0 tại đầu nối ra của bộ chỉnh lưu nửa cầu thường là rất lớn, và do đó, dòng điện đầu ra qua cuộn cảm L_0 có thể được coi như một dòng điện DC lý tưởng trong mỗi chu kì chuyển mạch.
- 5) Các công tắc điện tích cực S_1 và S_2 lần lượt bật và tắt, sử dụng điện áp sóng vuông đi qua mạch HBSPRC. Nếu hệ số chất lượng tải trọng của HBSPRC nhóm D là đủ cao, thì dòng điện cộng hưởng i_{L_S} là dạng hình sin.

Điều kiện vận hành ở trạng thái ổn định của HBSPRC nhóm D đối với mạch bộ nạp ắc quy trong một giai đoạn chuyển mạch có thể được phân chia thành 4 chế độ vận hành.

Chế độ 1: Giữa $\omega_0 t_0$ và $\omega_0 t_2$: sự đóng ngắt chu kì của mạch cộng hưởng giữa điện áp $+V_s/2$ và $-V_s/2$ tạo ra điện áp sóng vuông đặt lên đầu vào. Do dòng điện đầu ra được giả thiết là dòng điện không đổi I_o , nên dòng điện đầu ra đối với bộ chỉnh lưu cầu là $+I_o$ khi v_{cp} dương và là $-I_o$ khi v_{cp} âm. Do vậy, hình 4 thể hiện mạch tương đương của HBSPRC nhóm D đối với bộ nạp ắc qui trong hình 2.



Hình 3.4: Sơ đồ tương đương của chế độ 1

Khoảng thời gian này kết thúc khi V_{cp} đạt zero tại $\omega_0 t_2$. Trước $\omega_0 t_0$, công tắc S_2 được kích hoạt và dẫn một dòng điện bằng dòng điện mạch cộng hưởng i_{Ls} . Công tắc điện S_1 được bật lên tại $\omega_0 t_0$. Tuy nhiên, dòng điện mạch cộng hưởng i_{Ls} là âm và đi qua điốt D_1 . Tại $\omega_0 t_1$ tức thời, dòng điện mạch cộng hưởng i_{Ls} đảo chiều và đổi chiều tự nhiên từ điốt D_1 đến công tắc S_1 . Trong chế độ này, các công tắc được bật tại điện áp zero và dòng điện zero. Do vậy, công tắc là âm sau khi bật và dương sau khi tắt.

Các điều kiện ban đầu của bộ tụ điện nối tiếp C_s , cuộn cảm cộng hưởng L_s và bộ tụ điện song song C_p là V_{sco} và V_{cpo} tương ứng. Sau đó, dòng điện tức thời cuộn cảm cộng hưởng và các điện áp đi qua bộ tụ có thể được tăng lên, tại đây tần số cộng hưởng góc $\omega_0 = 2\pi f_0$ và đặc trưng tổng trở $Z_0 = \sqrt{L_s/C}$. Vì vậy, ta có:

$$i_{Ls} = -\frac{C_s}{C_s + C_p} I_0 + \left[I_{Lso} + \frac{C_s}{C_s + C_p} I_0 \right] \cos(t - t_0) + \left[\frac{V_s - V_{CSO} - V_{CPO}}{Z_0} \right] \sin \omega_0 (t - t_0) \quad (1)$$

$v_{Sc}(t)$

$$= \frac{1}{\omega_0 C_s} \left\{ \left(-\frac{C_s}{C_s + C_p} I_0 \right) \omega_0 (t - t_0) + \left(I_{Lso} + \frac{C_s}{C_s + C_p} I_0 \right) \sin \omega_0 (t - t_0) + \left(\frac{V_s - V_{CSO} - V_{CPO}}{Z_0} \right) [1 - \cos \omega_0 (t - t_0)] \right\} + V_{Sco} \quad (2)$$

$$\begin{aligned}
& v_{C_P}(t) \\
&= \frac{1}{\omega_0 C_P} \left\{ \left(-\frac{C_S}{C_S + C_P} I_0 \right) \omega_0 (t - t_0) + \left(I_{L_{S0}} + \frac{C_S}{C_S + C_P} \right) \sin \omega_0 (t - t_0) + \left(\frac{V_S - V_{C_{S0}} - V_{C_{P0}}}{Z_0} \right) [1 - \cos \omega_0 (t - t_0)] + I_0 [\omega_0 (t - t_0)] \right\} + V_{S_{C0}}
\end{aligned}$$

(3)

Dòng điện trong các công tắc được bật tại điện áp zero và dòng điện zero để loại bỏ tổn hao mở mạch, nhưng các công tắc bắt buộc phải tắt một dòng điện hữu hạn; do vậy, có thể tồn tại tổn hao tắt.

Bảng I : Giá trị dòng và áp trong các chế độ khác nhau

Chế độ	Điện áp phân cực của nguồn	Dòng điện phân cực nguồn
II	$+V_S/2$	$+I_0$
III	$-V_S/2$	$+I_0$
IV	$-V_S/2$	$-I_0$

May thay, các tụ điện nhỏ có thể được bố trí đi qua công tắc để hoạt động như các thiết bị tiêu tán năng lượng để loại bỏ tổn hao tắt.

Chế độ 2: Giữa $\omega_0 t_2$ và $\omega_0 t_3$: Chu kì này bắt đầu tại $\omega_0 t_2$ khi điện áp tụ điện v_{C_P} cộng hưởng từ các giá trị âm đến zero. Tại $\omega_0 t_3$, trước khi nửa chu kì của dao động dòng điện cuộn cảm cộng hưởng i_{L_S} kết thúc, công tắc S_1 buộc phải

tắt đi, làm cho dòng điện âm đi qua điốt D_2 phía dưới. Bảng 1 hiển thị độ phân cực riêng của nguồn điện áp và hướng dành điện của chế độ 2.

Điện áp đầu vào DC dương áp dụng qua mạch cộng hưởng gây dòng điện cộng hưởng chạy qua công tắc điện nhanh chóng đạt giá trị zero tại $\omega_0 t_3$. Trong thời gian này, dòng điện cuộn cảm i_{Ls} được biểu diễn dưới đây, tại đó i_{Ls1} là dòng điện ban đầu trong cuộn cảm i_{Ls} .

Ta có:

$$i_{Ls}(t) = -\frac{C_S}{C_S + C_P} I_O + \left[I_{Ls1} + \frac{C_S}{C_S + C_P} I_O \right] \cos \omega(t - t_2) + \left[\frac{V_S - V_{Cs1} - V_{Cp1}}{Z_o} \right] \sin \omega(t - t_2) \quad (4)$$

$$I_{Ls1} = i_{Ls1}(t = t_2) - \frac{C_S}{C_S + C_P} I_O + \left[I_{Ls0} + \frac{C_S}{C_S + C_P} I_O \right] \cos \alpha + \left[\frac{V_S - V_{Cs0} - V_{Cp0}}{Z_o} \right] \sin \alpha \quad (5)$$

Vì thế : $\alpha = (t_2 - t_0)$

Các điện áp v_{CS} cộng hưởng trên C_S cho bởi (6) với V_{Cs1} là điện áp ban đầu trên tụ C_S :

v_{CS}

(t)

$$\begin{aligned}
&= \frac{1}{\omega_0 C_S} \left\{ \left(\frac{C_S}{C_S + C_P} I_0 \right) \omega_0 (t - t_2) + \left(I_{Ls1} + \frac{C_S}{C_S + C_P} \right) \sin \omega_0 (t - t_2) + \right. \\
&\quad \left. \left(\frac{V_S - V_{Cs1} - V_{Cp1}}{Z_0} \right) [1 - \cos \omega_0 (t - t_2)] \right\} \\
&+ V_{Cs1} \quad (6)
\end{aligned}$$

$v_{Cs1}(t)$

$$\begin{aligned}
&= v_{Cs}(t = t_2) = \frac{1}{\omega_0 C_S} \left\{ \left(-\frac{C_S}{C_S + C_P} I_0 \right) \alpha + \left(I_{Ls0} + \frac{C_S}{C_S + C_P} \right) \sin \alpha + \right. \\
&\quad \left. \left(\frac{V_S - V_{Cs0} - V_{Cp0}}{Z_0} \right) [1 - \cos \alpha] \right\} \\
&+ V_{Cs0} \quad (7)
\end{aligned}$$

Các điện áp trên các tụ điện song song v_{Cp} được cho bởi (8) với V_{Cp1} là điện áp ban đầu trên các tụ C_p

v_{Cp}

(t)

$$\begin{aligned}
&= \frac{1}{\omega_0 C_p} \left\{ \left(\frac{C_S}{C_S + C_P} I_0 \right) \omega_0 (t - t_2) + \left(I_{Ls1} + \frac{C_S}{C_S + C_P} \right) \sin \omega_0 (t - t_2) + \right. \\
&\quad \left. \left(\frac{V_S - V_{Cs2} - V_{Cp2}}{Z_0} \right) [1 - \cos \omega_0 (t - t_2)] \right\} \\
&+ V_{Cp1} \quad (8)
\end{aligned}$$

$$V_{Cp1} = v_{Cp}(t = t_2) = \frac{1}{\omega_0 C_p} \left[\left(-\frac{C_s}{C_s + C_p} I_0 \right) \alpha + \left(I_{Ls0} + \frac{C_s}{C_s + C_p} \right) \sin \alpha + \left(\frac{V_s - V_{Cs0} - V_{Cp0}}{Z_0} \right) [1 - \cos \alpha] + I_0(\alpha) \right] + V_{Cp0} \quad (9)$$

Chế độ 3: Giữa $\omega_0 t_3$ và $\omega_0 t_5$: một tín hiệu bắt đầu tắt được áp dụng cho công tắc điện S1. Sau đó, dòng điện cuộn cảm đảo chiều tự nhiên từ công tắc điện hoạt tính S1 đến điốt xoay tự do D2.

Chế độ 3 bắt đầu tại $\omega_0 t_5$, khi điốt D2 được bật như trong Bảng I, tạo ra một giai đoạn cộng hưởng giữa bộ tụ điện C_s , cuộn cảm L_s và tụ điện C_p . Ba bộ phận này cộng hưởng. Sau đó, dòng điện cuộn cảm i_{Ls} , điện áp tụ điện v_{Cs} , và điện áp tụ điện v_{Cp} của mạch cộng hưởng được chỉ ra như trong (10) và (11), tại đây V_{Cs2} và V_{Cp2} là các điện áp ban đầu đi qua các tụ điện cộng hưởng C_s và C_p , và dòng điện i_{Ls2} là điều kiện ban đầu của cuộn cảm cộng hưởng L_s .

$$i_{Ls}(t) = -\frac{C_s}{C_s + C_p} I_0 + \left[I_{Ls2} + \frac{C_s}{C_s + C_p} I_0 \right] \cos \omega_0 (t - t_3) + \left[\frac{V_s - V_{Cs2} - V_{Cp2}}{Z_0} \right] \sin \omega_0 (t - t_3) \quad (10)$$

$$\begin{aligned}
& v_{C_S}(t) \\
&= \frac{1}{\omega_0 C_S} \left\{ \left(\frac{C_S}{C_S + C_P} I_0 \right) \omega_0 (t - t_3) + \left(I_{L_{S2}} + \frac{C_S}{C_S + C_P} \right) \sin \omega_0 (t - t_3) + \right. \\
&\quad \left. \left(\frac{\frac{V_S}{2} - V_{C_{S2}} - V_{C_{P2}}}{Z_0} \right) [1 - \cos \omega_0 (t - t_3)] \right\} \\
&+ V_{C_{S2}} \quad (11)
\end{aligned}$$

v_{C_P}

(t)

$$\begin{aligned}
&= \frac{1}{\omega_0 C_P} \left\{ \left(\frac{C_S}{C_S + C_P} I_0 \right) \omega_0 (t - t_3) + \left(I_{L_{S1}} + \frac{C_S}{C_S + C_P} \right) \sin \omega_0 (t - t_3) + \right. \\
&\quad \left. \left(\frac{-\frac{V_S}{2} - V_{C_{S2}} - V_{C_{P2}}}{Z_0} \right) [1 - \cos \omega_0 (t - t_3)] \right\} \\
&+ V_{C_{P2}} \quad (12)
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
I_{L_{S2}} &= i_{L_{S2}}(t = t_3) - \frac{C_S}{C_S + C_P} I_0 + \left[I_{L_{S1}} + \frac{C_S}{C_S + C_P} I_0 \right] \cos \beta \\
&+ \left[\frac{\frac{V_S}{2} - V_{C_{S1}} - V_{C_{P1}}}{Z_0} \right] \sin \beta \quad (13)
\end{aligned}$$

- Khi $\beta = \omega_0 (t_3 - t_2)$

và $V_{C_{S2}} = v_{C_S}(t = t_3)$

=

$$\frac{1}{\omega_0 C_S} \left[\left(-\frac{C_S}{C_S + C_P} I_O \right) \beta + \left(I_{LS1} + \frac{C_S}{C_S + C_P} \right) \sin \beta + \left(\frac{V_S - V_{CS1} - V_{CP1}}{Z_0} \right) [1 - \cos \beta] \right] + V_{CS1} \quad (14)$$

$$V_{CP2} = v_{CP}(t = t_3) =$$

$$\frac{1}{\omega_0 C_S} \left[\left(-\frac{C_S}{C_S + C_P} I_O \right) \beta + \left(I_{LS1} + \frac{C_S}{C_S + C_P} \right) \sin \beta + \left(\frac{V_S - V_{CS1} - V_{CP1}}{Z_0} \right) [1 - \cos \beta] - I_O(\beta) \right] + V_{CP1} \quad (15)$$

Trước $\omega_0 t_5$, tín hiệu trigger v_{gs2} kích hoạt công tắc S_2 . Khi điện áp tụ điện V_{cp} thay đổi hướng, thì diốt bộ chỉnh lưu D_{R1} và D_{R2} được tắt đi tại $\omega_0 t_5$ và chế độ 3 kết thúc. Bảng I hiển thị mạch tương đương riêng.

Chế độ 4: Giữa $\omega_0 t_5$ và $\omega_0 t_6$: Khi điện áp tụ điện v_{cp} là âm, thì diốt bộ chỉnh lưu D_{R3} và D_{R4} được bật lên với điều kiện điện áp zero tại $\omega_0 t_5$ tức thời.

Việc áp dụng luật Kirchoff đối với mạch tương đương này tạo ra dòng điện cuộn cảm i_{Ls}

$$i_{Ls}(t) = -\frac{C_S}{C_S + C_P} I_O + \left[I_{LS3} + \frac{C_S}{C_S + C_P} I_O \right] \cos \omega_0 (t - t_5) + \left[\frac{V_S - V_{CS3} - V_{CP3}}{Z_0} \right] \sin \omega_0 (t - t_5) \quad (16)$$

Phương trình 17 cung cấp điện áp v_{CS} cho các tụ điện:

v_{CS}

(t)

$$= \frac{1}{\omega_0 C_S} \left\{ \left(\frac{C_S}{C_S + C_P} I_O \right) \omega_0 (t - t_5) + \left(I_{Ls3} + \frac{C_S}{C_S + C_P} \right) \sin \omega_0 (t - t_5) + \left(\frac{\frac{V_S}{2} - V_{Cs3} - V_{Cp3}}{Z_0} \right) [1 - \cos \omega_0 (t - t_5)] \right\}$$

$$+ V_{Cs3} \quad (17)$$

Điện áp v_{Cp} của tụ C_p có thể được viết là:

$v_{Cp}(t)$

$$= \frac{1}{\omega_0 C_p} \left\{ \left(-\frac{C_S}{C_S + C_P} I_O \right) \omega_0 (t - t_5) + \left(I_{Ls3} + \frac{C_S}{C_S + C_P} \right) \sin \omega_0 (t - t_5) + \left(\frac{-\frac{V_S}{2} - V_{Cs3} - V_{Cp3}}{Z_0} \right) [1 - \cos \omega_0 (t - t_5)] - I_O [\omega_0 (t - t_5)] \right\}$$

$$+ V_{Cp3} \quad (18)$$

Các phương trình sau đây mang lại giá trị ban đầu ở các chế độ trước

$$I_{Ls3} = i_{Ls}(t = t_5) = -\frac{C_S}{C_S + C_P} I_O +$$

$$\left[I_{Ls2} + \frac{C_S}{C_S + C_P} I_O \right] \cos \omega_0 (t_5 - t_3) + \left[\frac{-\frac{V_S}{2} - V_{Cs2} - V_{Cp2}}{Z_0} \right] \sin \omega_0 (t_5 - t_3)$$

(19)

$$V_{Cs_3} = v_{Cs}$$

$$(t=t_5)$$

$$= \frac{1}{\omega_0 C_S} \left\{ \left(\frac{C_S}{C_S + C_P} I_0 \right) \omega_0 (t_5 - t_3) + \left(I_{Ls2} - \frac{C_S}{C_S + C_P} I_0 \right) \sin \omega_0 (t_5 - t_3) + \left(\frac{V_S - V_{Cs2} - V_{Cp2}}{Z_0} \right) [1 - \cos \omega_0 (t_5 - t_3)] \right\}$$

$$+ V_{Cs2} \quad (20)$$

$$V_{Cp_3} = v_{Cp} (t$$

$$= t_5)$$

$$= \frac{1}{\omega_0 C_S} \left\{ \left(\frac{C_S}{C_S + C_P} I_0 \right) \omega_0 (t_5 - t_3) + \left(I_{Ls2} - \frac{C_S}{C_S + C_P} I_0 \right) \sin \omega_0 (t_5 - t_3) + \left(\frac{V_S - V_{Cs2} - V_{Cp2}}{Z_0} \right) [1 - \cos \omega_0 (t_5 - t_3)] - I_0 [\omega_0 (t_5 - t_3)] \right\}$$

$$+ V_{Cp2} \quad (21)$$

Giá trị dòng và áp tại $t = t_6$ có thể được tính như sau:

$$I_{Ls4} = i_{Ls} (t = t_6)$$

$$= -\frac{C_S}{C_S + C_P} I_0 + \left[I_{Ls3} + \frac{C_S}{C_S + C_P} I_0 \right] \cos \omega_0 (t_6 - t_3)$$

$$+ \left[\frac{V_S - V_{Cs3} - V_{Cp3}}{Z_0} \right] \sin \omega_0 (t_6 - t_3) \quad (22)$$

$$V_{Cs_4} = v_{Cs}$$

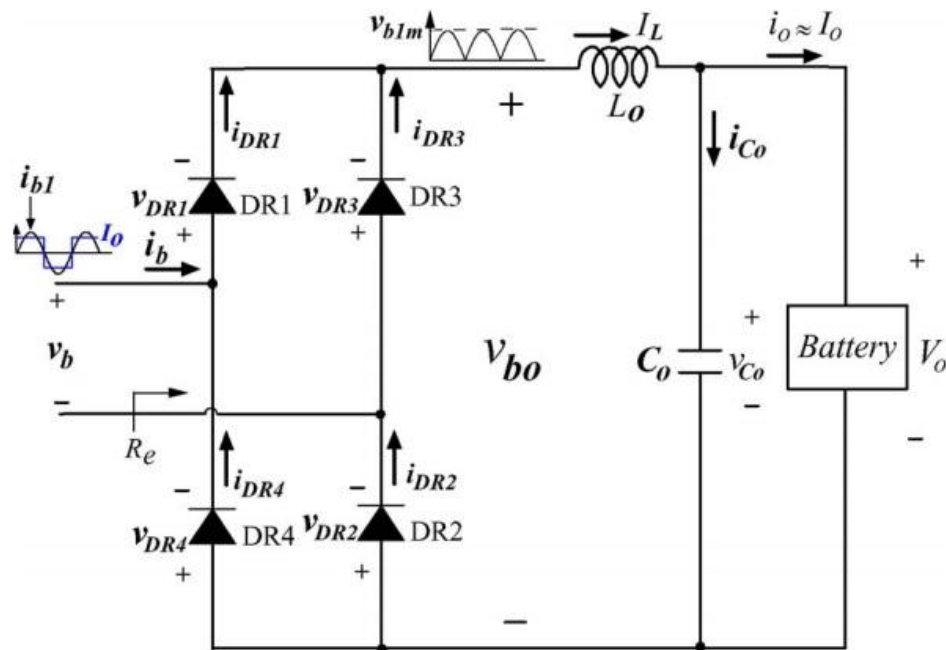
$$(t=t_6)$$

$$= \frac{1}{\omega_0 C_S} \left\{ \left(-\frac{C_S}{C_S + C_P} I_O \right) \omega_0 (t_6 - t_3) + \left(I_{Ls3} - \frac{C_S}{C_S + C_P} I_O \right) \sin \omega_0 (t_6 - t_3) + \left(\frac{V_S - V_{CS3} - V_{CP3}}{Z_0} \right) [1 - \cos \omega_0 (t_6 - t_3)] \right\} + V_{CS3} \quad (23)$$

$$V_{CP4} = v_{CP} (t = t_6)$$

$$= \frac{1}{\omega_0 C_S} \left\{ \left(-\frac{C_S}{C_S + C_P} I_O \right) \omega_0 (t_6 - t_3) + \left(I_{Ls3} - \frac{C_S}{C_S + C_P} I_O \right) \sin \omega_0 (t_6 - t_3) + \left(\frac{V_S - V_{CS3} - V_{CP3}}{Z_0} \right) [1 - \cos \omega_0 (t_6 - t_3)] - I_O [\omega_0 (t_6 - t_3)] \right\} + V_{CP3} \quad (24)$$

Khi tín hiệu điều khiển V_{gs1} lại kích hoạt công tắc điện S_1 , thì chế độ này kết thúc, và vận hành quay trở lại chế độ 1 trong chu kì kế tiếp.



Hình 3.5: Đơn giản hóa đầu ra cho mạch HBSPRC để nạp ac quy

Trong suốt nửa chu kì dương của điện áp đi qua bộ tụ điện cộng hưởng V_{cp} , nguồn điện được cung cấp cho ắc quy thông qua các điốt D_{R1} và D_{R2} . Trong nửa chu kì âm của điện áp đi qua bộ tụ điện cộng hưởng, nguồn điện được cung cấp cho ắc quy thông qua các điốt D_{R3} và D_{R4} .

3.2.2. Phân tích mạch.

Bộ biến đổi HBSPRC nhóm D điển hình có điện áp hoặc dòng điện có tính chất chu kì chứ không phải có dạng hình sin. Đối với trường hợp tổng quát, chuỗi Fourier có thể được sử dụng để mô tả các dạng sóng chu kì không hình sin đối với loạt đường hình sin. Hình 5 thể hiện giai đoạn chỉnh lưu của HBSPRC nhóm D dành cho các bộ nạp ắc quy. Tần số chuyển mạch của các công tắc điện hoạt tính được giả định vượt quá tần số cộng hưởng làm cho dòng điện cộng hưởng là liên tục. Đặt một bộ lọc cuộn cảm lớn ở đầu nối ra, thì dòng điện nạp có thể được coi là không đổi.

Mạch bộ nạp ở hình 2 có thể được đơn giản hoá thành mạch sơ đồ như trong Hình 5 để tạo điều kiện thuận lợi cho việc phân tích quy trình hoạt động của HBSPRC nhóm D. Trong bộ chỉnh lưu cầu, khi v_{cp} dương, các điốt D_{R1} và D_{R2} dẫn điện, $v_{bo} = v_b$ và $i_o = I_o$. Khi tự nhiên v_{cp} âm, các điốt D_{R3} và D_{R4} dẫn điện, do đó $v_{bo} = -v_b$ và $i_o = -I_o$. Do đó, tại bất kì thời điểm nào, điện áp đầu ra bên DC của bộ chỉnh lưu cầu có thể được biểu thị bằng:

$$\begin{aligned} v_{bo} &= |v_b| \\ &= |v_{b1m} \sin \omega_o t| \end{aligned} \quad (25)$$

Do dòng điện đầu ra được coi là một hằng số I_o , nên dòng điện đầu vào đối với bộ chỉnh lưu cầu đầu ra i_b là I_o khi v_{cp} dương và là $-I_o$ khi v_{cp} âm.

Sau đó, điện áp đầu ra v_b của bộ chỉnh lưu cầu có thể có được bằng cách ấn định một mốc thời gian tùy ý $t = 0$ trong hình 5 và sau đó tích phân $v_b(t) = v_{b1m} \sin \omega_0 t$ trên 1/2 chu kỳ, có:

$$\begin{aligned} V_0 &= \frac{1}{\pi} \int_0^{\pi} V_{b1m} \sin \omega_0 t \cdot d(\omega_0 t) \\ &= \frac{2V_{b1m}}{\pi} \end{aligned} \quad (26)$$

Phương trình (27) cho giá trị biên độ của điện áp v_b và điện áp nạp V_0 ,

$$V_{b1m} = \frac{\pi}{2} V_0 \quad (27)$$

Dòng điện AC của bộ chỉnh lưu cầu có thể được hiển thị như:

$$i_b(t) = \begin{cases} -I_0, & \text{nếu } v_{cp} < 0 \\ +I_0, & \text{nếu } v_{cp} > 0 \end{cases} \quad (28)$$

Và điều kiện chuyển tiếp giữa hai giá trị là tức thời do giả thiết cuộn cảm bộ lọc lớn L_0 .

Lỗi do phép tính gần đúng này là rất nhỏ khi tần số chuyển mạch cao hơn tần số cộng hưởng. Trong trường hợp dòng điện sóng vuông i_b , chuỗi Fourier chứa song bậc ba lẻ và có thể được biểu diễn như

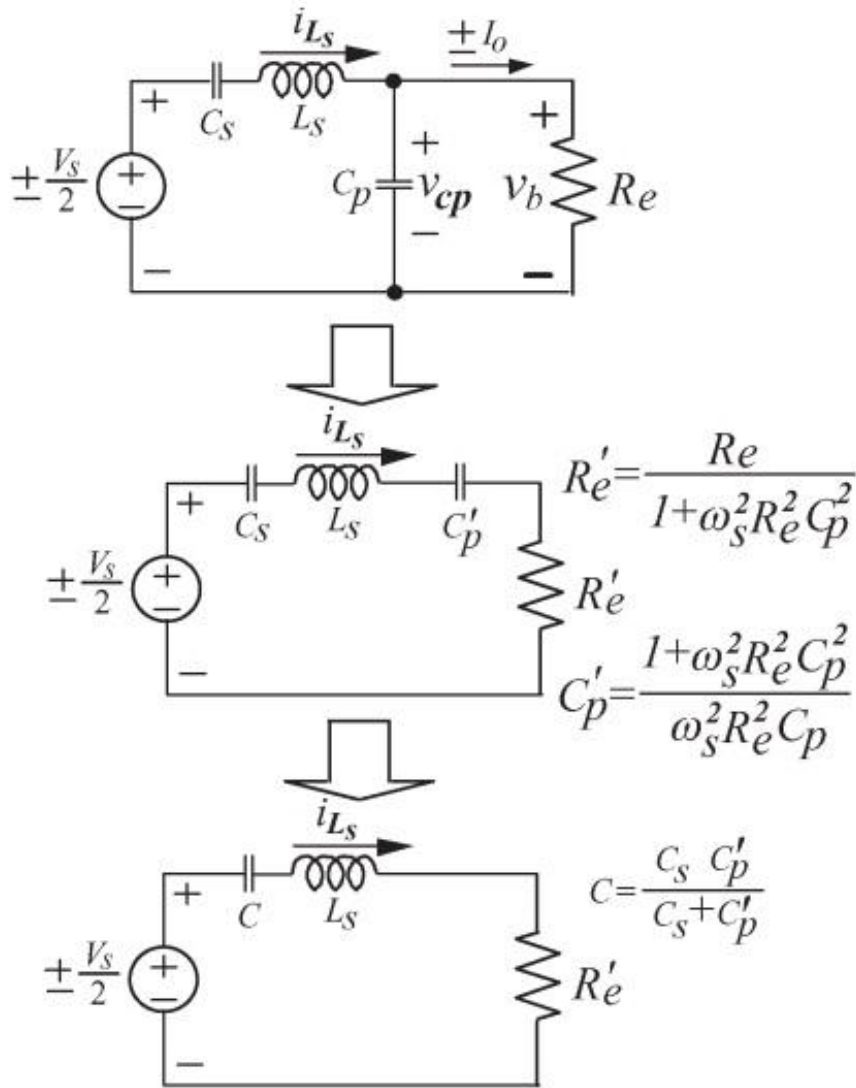
$$i_b(t) = \sum_{n=1,3,5,\dots}^{\infty} \frac{4I_0}{n\pi} \sin \omega_0(t) \quad (29)$$

Phương trình (30) cho giá trị cao nhất của thành phần cơ sở của dòng i_b .

$$i_{b1} = \frac{4I_0}{\pi} \quad (30)$$

Điện trở đầu ra trong mạch tương đương này của HBSRPC được xác định bằng tỉ số điện áp trên dòng điện tại đầu nối vào của bộ chỉnh lưu cầu. Do vậy Phương trình (31) định rõ điện trở.

$$R_e = \frac{V_{b1m}}{I_{b1}} = \frac{\pi^2}{8} \cdot \frac{V_0}{I_0} \quad (31)$$



Hình 2.6: Nguồn gốc các mạch AC tương ứng mạch HBSPRC

Mối quan hệ giữa đầu vào và đầu ra được tính xấp xỉ bằng phân tích mạch AC có sử dụng các tần số cơ bản của phương trình điện áp và dòng điện. Hình 6 là đồ thị dẫn xuất của mạch AC tương đương thuộc HBSPRC nhóm D dành cho các bộ nạp ắc quy.

Do đó, tần số cộng hưởng thuộc góc ω_0 và hệ số chất lượng chất tải Q có thể được biểu thị như:

$$\omega_0 = 2\pi f_0 = \frac{1}{\sqrt{L_S C}} \quad (32)$$

$$Q = \frac{\omega_0 L_S}{R_e} \quad (33)$$

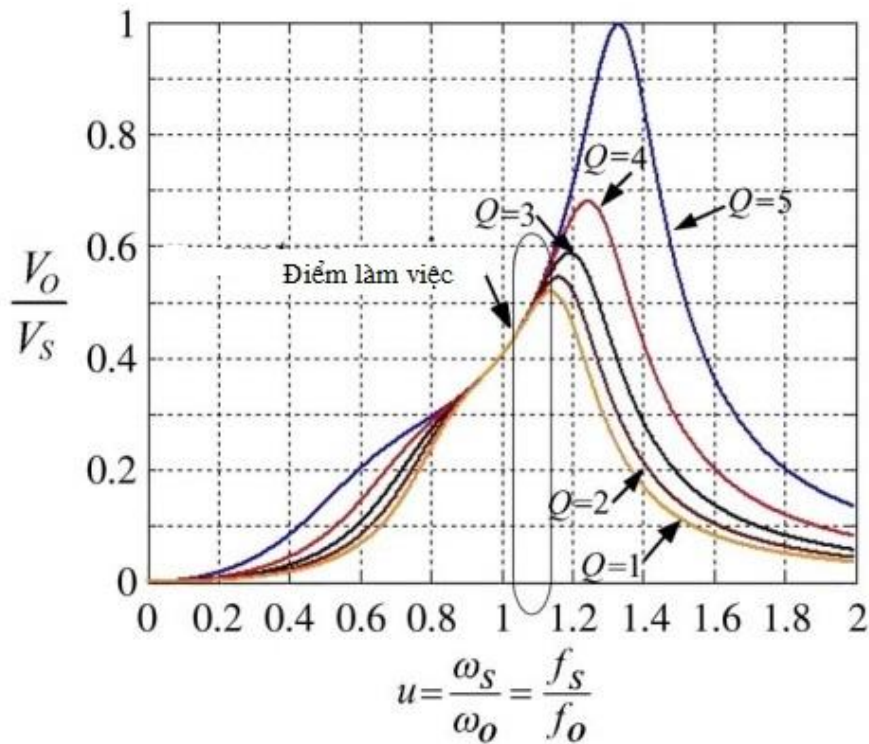
Để đạt được chế độ cộng hưởng, thì mạch cộng hưởng phải thỏa mãn điều kiện

$$R_e \leq 2\sqrt{\frac{L_S}{C}} \quad (34)$$

Phần đầu vào của HBSPRC nhóm D dành cho các bộ nạp ắc quy có một điện áp đầu vào DC, nguồn V_S và một bộ công tắc hai chiều. Các công tắc điện này được điều khiển để sinh điện áp sóng vuông v_a . Do mạch cộng hưởng tác động đến dòng điện hình sin, nên chỉ có điện áp của bộ phận cơ sở được chuyển từ nguồn đầu vào đến mạch cộng hưởng. Do vậy, chỉ có bộ phận cơ sở của bộ biến đổi cần được xem xét đến. Phương trình (35) định rõ chức năng chuyển đổi điện áp của HBSPRC dành cho các bộ nạp ắc quy

$$\frac{V_0}{V_S} = \frac{1}{2\sqrt{\left(1 + \frac{\omega_S L_S - \frac{1}{\omega_S C}}{R_e}\right)}} \quad (35)$$

Điện kháng của mạch cộng hưởng tùy thuộc vào tần số chuyển mạch. Do vậy, điện áp đầu ra có thể được điều chỉnh bằng cách thay đổi tần số chuyển mạch của bộ biến đổi điện. Vì thế, bộ biến đổi điện là rất thích hợp sử dụng cho mọi trường hợp có yêu cầu điện áp đầu vào thấp và dòng điện đầu ra cao, đặc biệt đối với các mức điện áp trung bình (ví dụ: trong ứng dụng này, nạp ắc quy) do đặc tính sơ đồ mạch điện đơn giản và đầu vào điển hình của nó



Hình 3.7: Điện áp đầu ra ở các điểm khác nhau.

Trong hình 2.7, điện áp ra định mức V_o/V_s được vẽ như một hàm của f_s/f_o tại các hệ số chất lượng tải khác nhau Q . Trong chu kỳ nạp ắc quy, điện áp ắc quy tăng tuyến tính, trùng với miền hoạt động của đường cong đặc tính trong hình 2.7. Như vậy, đặc tính của HBSRPC nhóm D đáp ứng như bộ nạp ắc quy.

Năng lượng nạp vào ac quy trong khoảng thời gian $\omega_0 t_0 \leq \omega_0 t \leq \omega_0 t_2$ được cho bởi:

$$\varepsilon L_1 = \int_0^{t_2-t_0} -I_o v_{Cp}(t) dt$$

=

$$-\frac{I_0}{\omega_0^2 C_P} \left[\frac{1}{2} \left(-\frac{C_S}{C_S + C_P} I_0 \right) \alpha^2 + \left(I_{LS0} + \frac{C_S}{C_S + C_P} I_0 \right) (1 - \cos \alpha) + \left(\frac{V_S - V_{C_{S0}} - V_{C_{P0}}}{Z_0} \right) (\alpha - \sin \alpha) + \frac{1}{2} I_0 \alpha^2 - \frac{\omega_0 C_P}{I_0} V_{C_{P0}} \alpha \right] = -\frac{I_0}{\omega_0^2 C_P} A$$

(36)

A được tính bằng:

A ≡

$$\left[\left[\frac{1}{2} \left(-\frac{C_S}{C_S + C_P} I_0 \right) \alpha^2 \right] + \left(I_{LS0} + \frac{C_S}{C_S + C_P} I_0 \right) (1 - \cos \alpha) + \left(\frac{V_S - V_{C_{S0}} - V_{C_{P0}}}{Z_0} \right) (\alpha - \sin \alpha) + \frac{1}{2} I_0 \alpha^2 - \frac{\omega_0 C_P}{I_0} V_{C_{P0}} \alpha \right]$$

(37)

Năng lượng nạp vào ac quy trong khoảng thời gian $\omega_0 t_2 \leq \omega_0 t \leq \omega_0 t_3$ được cho bởi :

$$\varepsilon L_2 = \int_0^{t_3 - t_2} -I_0 v_{C_P}(t) dt$$

=

$$-\frac{I_0}{\omega_0^2 C_P} \left[\frac{1}{2} \left(-\frac{C_S}{C_S + C_P} I_0 \right) \beta^2 + \left(I_{LS1} + \frac{C_S}{C_S + C_P} I_0 \right) (1 - \cos \beta) + \left(\frac{V_S - V_{C_{S1}} - V_{C_{P1}}}{Z_0} \right) (\beta - \sin \beta) + \frac{1}{2} I_0 \beta^2 - \frac{\omega_0 C_P}{I_0} V_{C_{P1}} \beta \right]$$

(38)

Thay (5),(7) và (9) vào phương trình trên ta có:

εL_2

=

$$\begin{aligned}
& \frac{I_0}{\omega_0^2 C_P} \left[\frac{1}{2} \left(\frac{C_S}{C_S + C_P} I_0 \right) \beta^2 + \right. \\
& \left[\left(-2 \frac{C_S}{C_S + C_P} I_0 \right) + \left(I_{LS0} + \frac{C_S}{C_S + C_P} I_0 \right) \cos \alpha + \right. \\
& \left. \left. \left(\frac{V_S - V_{C_{S0}} - V_{C_{P0}}}{Z_0} \right) \sin \alpha \right] (1 - \cos \beta) + \right. \\
& \frac{1}{Z_0} \left[\frac{V_S}{2} - \frac{C_S + C_P}{\omega_0 C_S C_P} \left[\left(-\frac{C_S}{C_S + C_P} I_0 \right) \alpha + \left(I_{LS0} + \frac{C_S}{C_S + C_P} I_0 \right) \sin \alpha + \right. \right. \\
& \left. \left. \left(\frac{V_S - V_{C_{S0}} - V_{C_{P0}}}{Z_0} \right) (1 - \cos \alpha) \right] + \frac{1}{\omega_0 C_P} I_0 (\alpha) + V_{C_{S0}} + V_{C_{P0}} \right] (\beta - \\
& \sin \beta) - \frac{1}{2} I_0 \beta^2 + \\
& \left. \frac{\beta}{I_0} \left[\left(-\frac{C_S}{C_S + C_P} I_0 \right) \alpha + \left(I_{LS0} + \frac{C_S}{C_S + C_P} I_0 \right) \sin \alpha \left(\frac{V_S - V_{C_{S0}} - V_{C_{P0}}}{Z_0} \right) (1 - \right. \right. \\
& \left. \left. \cos \alpha) + I_0 (\alpha) + V_{C_{P0}} \right] \right]
\end{aligned}$$

(39)

công thức trên có thể viết lại được như sau:

$$\varepsilon L_1 = \frac{I_0}{C_P \omega_0^2} B \quad (40)$$

B được định nghĩa:

B

≡

$$\begin{aligned}
& \left[\frac{1}{2} \left(\frac{C_S}{C_S + C_P} I_0 \right) \beta^2 + \left[\left(-2 \frac{C_S}{C_S + C_P} I_0 \right) + \left(I_{L_{S0}} + \frac{C_S}{C_S + C_P} I_0 \right) \cos \alpha + \right. \right. \\
& \left. \left. \left(\frac{V_S - V_{C_{S0}} - V_{C_{P0}}}{Z_0} \right) \sin \alpha \right] (1 - \cos \beta) + \right. \\
& \frac{1}{Z_0} \left[\frac{V_S}{2} - \frac{C_S + C_P}{\omega_0 C_S C_P} \left[\left(-\frac{C_S}{C_S + C_P} I_0 \right) \alpha + \left(I_{L_{S0}} + \frac{C_S}{C_S + C_P} I_0 \right) \sin \alpha + \right. \right. \\
& \left. \left. \left(\frac{V_S - V_{C_{S0}} - V_{C_{P0}}}{Z_0} \right) (1 - \cos \alpha) \right] + \frac{1}{\omega_0 C_P} I_0 (\alpha) + V_{C_{S0}} + V_{C_{P0}} \right] (\beta - \\
& \sin \beta) - \frac{1}{2} I_0 \beta^2 + \\
& \left. \frac{\beta}{I_0} \left[\left(-\frac{C_S}{C_S + C_P} I_0 \right) \alpha + \left(I_{L_{S0}} + \frac{C_S}{C_S + C_P} I_0 \right) \sin \alpha \left(\frac{V_S - V_{C_{S0}} - V_{C_{P0}}}{Z_0} \right) (1 - \right. \right. \\
& \left. \left. \cos \alpha) + I_0 (\alpha) + V_{C_{P0}} \right] \right]
\end{aligned}$$

(41)

Vì thế , tổng năng lượng được nạp vào ac quy trong khoảng thời gian $\omega_0 t_0 \leq \omega_0 t \leq \omega_0 t_3$ được xác định bởi :

$$\varepsilon L = \varepsilon L_1 + \varepsilon L_2 = \frac{I_0}{\omega^2 C_P} (B - A) \quad (42)$$

Năng lượng từ được nạp từ các nguồn DC trong khoảng thời gian $\omega_0 t_0 \leq \omega_0 t \leq \omega_0 t_2$ được xác định bởi:

$$\varepsilon_{S1} = \int_0^{t_2 - t_0} -I_0 v_{C_P}(t) dt =$$

$$-\frac{V_S}{2\omega_0} \left[\left(-\frac{C_S}{C_S+C_P} I_O \right) \alpha + \left(I_{L_{S0}} + \frac{C_S}{C_S+C_P} I_O \right) \sin\alpha + \left(\frac{\frac{V_S}{2} - V_{C_{S0}} - V_{C_{P0}}}{Z_0} \right) (1 - \cos\alpha) \right] = \frac{V_S}{2\omega_0} C$$

(43)

C được tính bằng:

C ≡

$$\left[\left(-\frac{C_S}{C_S+C_P} I_O \right) \alpha + \left(I_{L_{S0}} + \frac{C_S}{C_S+C_P} I_O \right) \sin\alpha + \left(\frac{\frac{V_S}{2} - V_{C_{S0}} - V_{C_{P0}}}{Z_0} \right) (1 - \cos\alpha) \right]$$

(44)

Năng lượng từ được nạp từ các nguồn DC trong khoảng thời gian $\omega_0 t_2 \leq \omega_0 t \leq \omega_0 t_3$ được xác định bởi :

$$\varepsilon_{S2} = \frac{V_S}{2} \int_0^{t_3-t_2} i_{L_S}(t) dt =$$

$$\frac{V_S}{2\omega_0} \left[\left(-\frac{C_S}{C_S+C_P} I_O \beta \right) + \left(I_{L_{S1}} + \frac{C_S}{C_S+C_P} I_O \right) \sin\beta + \left(\frac{\frac{V_S}{2} - V_{C_{S1}} - V_{C_{P1}}}{Z_0} \right) (1 - \cos\beta) \right]$$

(45)

Thay (5),(7) và (9) vào phương trình trên ta có :

$$\begin{aligned} \varepsilon_{S2} = & \frac{V_S}{2\omega_0} \left\{ \left(\frac{C_S}{C_S+C_P} I_0 \beta \right) + \left[\left(-2 \frac{C_S}{C_S+C_P} I_0 \right) + \left(I_{LS0} + \frac{C_S}{C_S+C_P} I_0 \right) \cos\alpha + \right. \right. \\ & \left. \left(\frac{\frac{V_S}{2} - V_{C_{S1}} - V_{C_{P1}}}{Z_0} \right) \sin\alpha \right] \cos\beta + \frac{1}{Z_0} \left[\frac{V_S}{2} - \frac{C_S+C_P}{\omega_0 C_S C_P} \left[\left(-\frac{C_S}{C_S+C_P} I_0 \right) \alpha + \right. \right. \\ & \left. \left. \left(I_{LS0} + \frac{C_S}{C_S+C_P} I_0 \right) \sin\alpha + \left(\frac{\frac{V_S}{2} - V_{C_{S1}} - V_{C_{P1}}}{Z_0} \right) (1 - \cos\alpha) \right] + \right. \\ & \left. \left. \frac{1}{\omega_0 C_P} I_0 (\alpha) + V_{C_{S0}} + V_{C_{P0}} \right] (1 - \cos\beta) \right\} \end{aligned}$$

(46)

D được tính bằng:

$D \equiv$

$$\begin{aligned} & \left\{ \left(\frac{C_S}{C_S+C_P} I_0 \beta \right) + \left[\left(-2 \frac{C_S}{C_S+C_P} I_0 \right) + \left(I_{LS0} + \frac{C_S}{C_S+C_P} I_0 \right) \cos\alpha + \right. \right. \\ & \left. \left(\frac{\frac{V_S}{2} - V_{C_{S1}} - V_{C_{P1}}}{Z_0} \right) \sin\alpha \right] \cos\beta + \frac{1}{Z_0} \left[\frac{V_S}{2} - \frac{C_S+C_P}{\omega_0 C_S C_P} \left[\left(-\frac{C_S}{C_S+C_P} I_0 \right) \alpha + \right. \right. \\ & \left. \left. \left(I_{LS0} + \frac{C_S}{C_S+C_P} I_0 \right) \sin\alpha + \left(\frac{\frac{V_S}{2} - V_{C_{S1}} - V_{C_{P1}}}{Z_0} \right) (1 - \cos\alpha) \right] + \right. \\ & \left. \left. \frac{1}{\omega_0 C_P} I_0 (\alpha) + V_{C_{S0}} + V_{C_{P0}} \right] (1 - \cos\beta) \right\} \end{aligned}$$

(47)

Vi vậy năng lượng được nạp bởi các nguồn DC :

$$\varepsilon_S = \varepsilon_{S1} + \varepsilon_{S2} = \frac{V_S}{2\omega_0} (C + D) \quad (48)$$

Đối với tổn hao hệ thống, hai nguồn này bằng nhau trong trạng thái ổn định. Vì vậy (49) cho ta giá trị dòng điện nạp:

$$I_O = \frac{V_S \omega_O C_P}{2} \left(\frac{C+D}{B-A} \right) \quad (49)$$

Sóng hình sin AC trên phần tải của bộ nạp lọc bằng mạch cộng hưởng sẽ được điều chỉnh bằng bộ chỉnh lưu cầu, sau đó được điều chỉnh bằng bộ lọc thông thấp L_o - C_o tại đầu ra. Điện áp và dòng điện nạp ắc quy đã được lọc.

Bảng II: Các giá trị của dòng điện

Điện áp đầu vào V_S	40V
Tần số chuyển đổi	85kHz
Tần số cộng hưởng	83kHz
Giá trị đầu vào của tụ C_1, C_2	1000 μ F
Điện cảm cộng hưởng L_S	7.57 μ F
Giá trị cộng hưởng của bộ tụ C_S	0.6 μ F
Giá trị cộng hưởng của tụ song song C_P	0.6 μ F
Độ tự cảm của bộ lọc L_o	4.9mH
Điện dung của tụ điện C_o	1000 μ F

Bảng III: Các giá trị của công tắc hai chiều S_1, S_2

Đặc trưng	Giá trị
Điện áp nguồn tiêu hao	200V
Dòng điện trung bình	18A
Biên độ dòng	18A
Xung dòng	72A

Bảng IV: Thông số của diode:

Đặc trưng	Giá trị
Điện áp ngược cực đại	100V
Biên độ điện áp ngược	70V
Dòng điện trung bình	10A
Biên độ dòng	10A
Xung dòng	200A

Độ gợn sóng sau khi lọc tần số cao sẽ nhỏ hơn tại thời điểm lọc tần số thấp. Do vậy, điện áp và dòng điện giống như nguồn DC thuần thì hữu ích hơn cho việc nạp ắc quy thứ cấp. Bộ nạp cộng hưởng có tải nối tiếp- song song cầu là một thiết bị nạp có dòng điện không đổi được xác định bởi loại lọc tại đầu nối ra. Tiện ích quan trọng nhất của HBSPRC là có thể đạt được hiệu suất nạp tối đa cho bộ biến đổi điện vận hành trên tần số cộng hưởng.

Tiện ích này làm cho HBSPRC được ưu tiên định dạng cho ứng dụng bộ nạp ắc quy thứ cấp.

3.3. MÔ PHỎNG HỆ THỐNG BẰNG PSIM

3.3.1. Giới thiệu PSIM

Để mô phỏng Điện tử công suất ,có khá nhiều phần mềm, có thể kể ra như: PSIM, TINA,PSPICE(tích hợp trong ORCARD, CIRCUIT MAKER...) SIMULINK(trong MATLAB)...,mỗi phần mềm có những ưu điểm và có những hạn chế nhất định. Trong bài này em xin giới thiệu về phần mềm mô phỏng PSIM – một phần mềm được nhiều người sử dụng với những ưu thế là dễ sử dụng, trực quan, dung lượng bản cài nhẹ và khá mạnh trong lĩnh vực Điện tử công suất.

PSIM là phần mềm mô phỏng của hãng Powersimtech Inc, trang chủ của hãng www.powersimtech.com, được nghiên cứu và phát triển bởi tập đoàn Models of Natural Computing (MNC), Verona, Italy, được thiết kế đặc biệt cho các hệ thống điện tử và các mạch điều khiển.

Một số bản PSIM về trước thường thiếu một số module như Motor Diver Module, Simcouple Module, Digital Control Module...

Phần mềm PSIM được thiết kế với giao diện dễ sử dụng và cho phép người dùng mô phỏng nhanh chóng

Phần mềm PSIM cơ bản bao gồm ba chương trình:

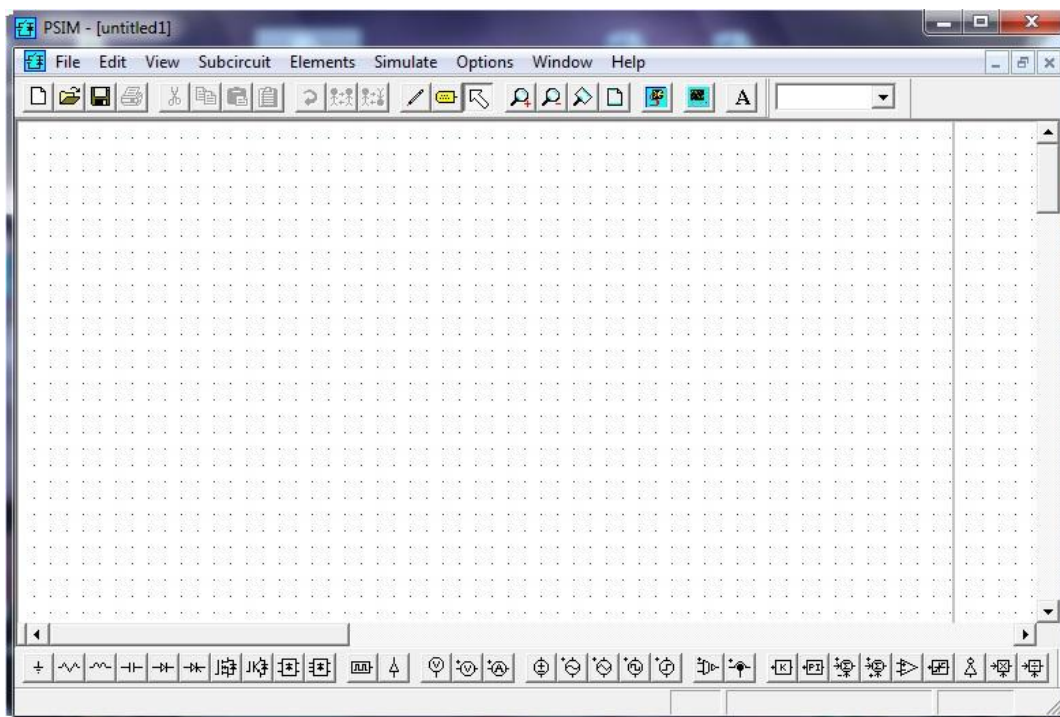
- + vẽ mạch (SIMCAD)
- + mô phỏng chương trình (PSIM)
- +hiển thị chương trình (SIMVIEW)

*Ứng dụng:

Phần mềm PSIM được ứng dụng trong rất nhiều lĩnh vực khoa học kỹ thuật thuộc ngành điện như:

- Chuyển đổi AC – DC, Hệ số công suất
- Kiểm sát chuyển đổi kỹ thuật số trong điện tử
- Mô hình hóa và mô phỏng
- Điện áp / nguồn biến tần, chuyển đổi ma trận
- Điều khiển động cơ cảm ứng
- Không gian vũ trụ và quốc phòng
- Năng lượng tái tạo: quang điện và pin nhiên liệu
- Năng lượng tái tạo: năng lượng gió

Ta có giao diện của PSIM khi khởi động chương trình:



Hình 3.8: Giao diện của PSIM trên windows

Nhìn qua giao diện ta có thể thấy được những thành phần cơ bản của PSIM :

Phần trên cùng là thanh chuẩn (Standard) gồm File, Edit, View, Subcircuit, Element, Simulate, Option, Window, Help. Mọi thao tác trong PSIM đều có thể thực hiện từ thanh chuẩn này

Thanh dưới bao gồm các công cụ hay dùng như New, Save, Open,... và các lệnh thường dùng như Wire(nối dây), Zoom, Run, Simulation(chạy mô phỏng)...

Bằng việc vẽ mạch điện và thay đổi các thông số ta có đặc tính đầu ra của các hệ thống cần nghiên cứu.

3.3.2. Mô phỏng hệ thống bằng PSIM

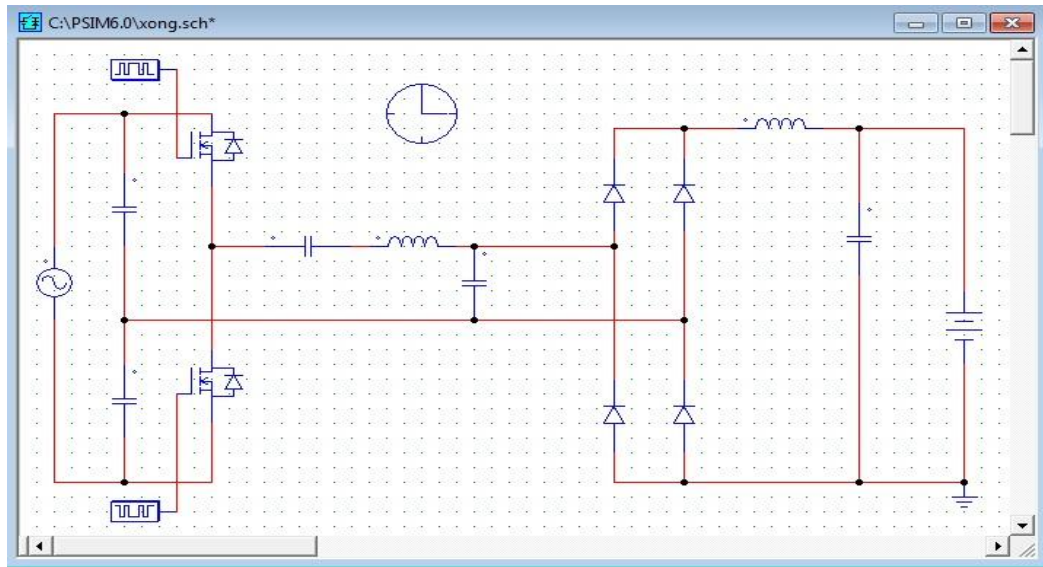
Hệ thống nửa cầu bộ ngắt mạch song song nối tiếp (Hình 3.1) bao gồm nguồn V_S , các tụ C_1, C_2, C_S, C_P, C_O , hai công tắc hai chiều S_1, S_2 , bốn diode D_1, D_2, D_3, D_4 và cuộn cảm L_S, L_O và ac quy thứ cấp V_O với điện áp nạp bằng 40 V

Khi phân tích ta đã giả thiết rằng cầu chỉnh lưu một pha được nối với dòng điện AC hình sin và dòng điện này được cấp bởi nguồn V_S .

Các thông số mô phỏng

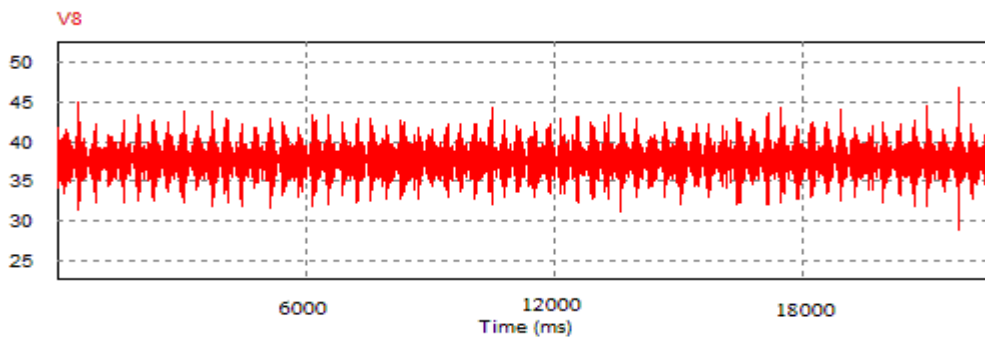
- Tần số công tắc hai chiều $f_s = 85$ kHz
- Tần số cộng hưởng : $f_0 = 80$ kHz
- Dòng điện nạp: $I_o = 10$ A
- Định mức điện áp của các tụ điện và cuộn cảm : 100 V
- Định mức dòng điện của các tụ điện và cuộn cảm : 10 A
- Điện áp ngược cực đại của diode : 100 V

*Mô phỏng bằng PSIM



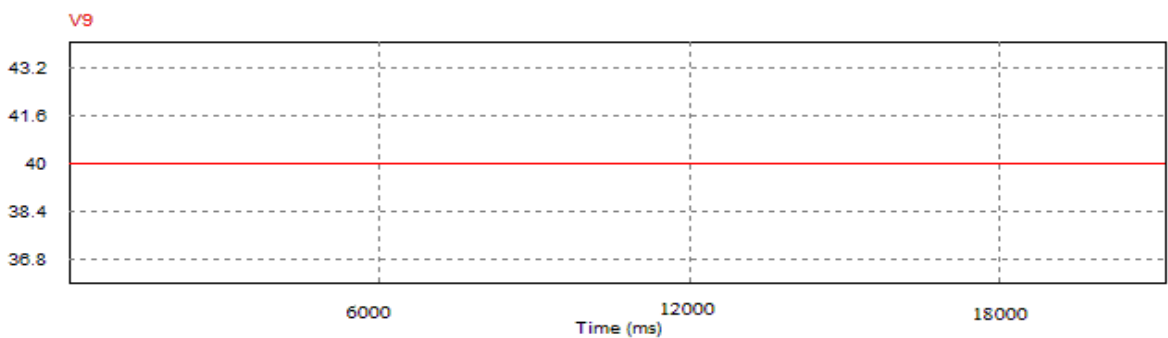
Hình 3.9: Sơ đồ bộ biến đổi nối tiếp song song biểu diễn trên PSIM

Ta có đặc tính của điện áp khi chưa qua bộ lọc L_O



Hình 3.10 : Biểu diễn điện áp ra trước khi qua cuộn cảm L_O

Điện áp trước khi đưa vào ac quy

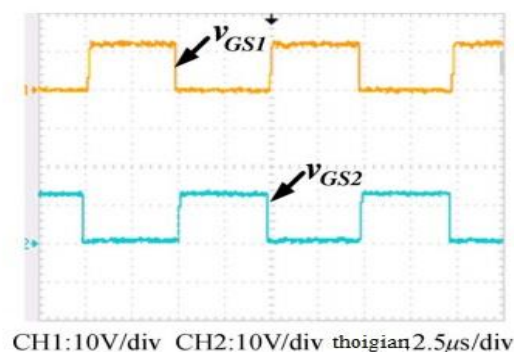


Hình 3.11 : Điện áp đưa vào nạp ắc quy

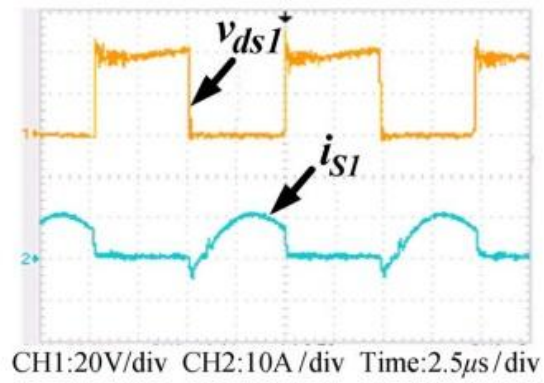
Hệ thống nửa cầu bộ ngắt mạch song song nối tiếp để nạp ac quy có một lượng lớn năng lượng nhiễu giữa 2 tầng số. Do đó sẽ gây hiện tượng xuất hiện dao động giữa dòng và điện áp đầu ra (thể hiện ở hình 3.4). Hiện tượng này sẽ gây ra tổn hao năng lượng của nguồn cấp.

3.4. KẾT QUẢ KIỂM NGHIỆM TRONG THỰC TẾ.

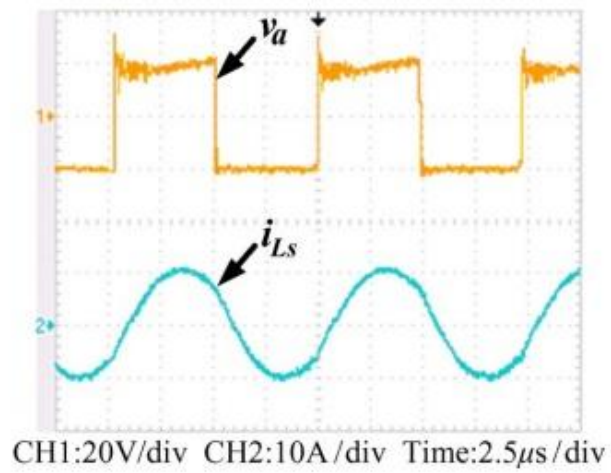
Một mẫu thử của bộ nạp ắc quy có cấu trúc liên kết HBSRPC nhóm D được tạo ra trong phòng thí nghiệm nhằm xác minh các chức năng hoạt động. Mạch bộ nạp mà đã được phát triển sẽ ứng dụng cho một ắc quy axit chì 12-V 48-Ah. Các điều kiện thử nghiệm như sau: tần số chuyển mạch $f_s = 85\text{kHz}$, tần số cộng hưởng $f_o = 80\text{kHz}$, dòng điện nạp trung bình $I_o = 6,9\text{A}$, điện áp ngắt mạch nạp $V_{BA} = 15,5\text{V}$, và điện áp mạch hở của ắc quy $V_{oc} = 10,5\text{V}$. Dưới điều kiện vận hành bình thường, các thông số mạch của HBSRPC nhóm D dành cho bộ nạp ắc quy được nêu tại bảng II. Quy cách điện của các van điện tích cực và các điốt được nêu tại Bảng III và IV, tương ứng. Định mức điện áp và dòng điện của các tụ điện và cuộn cảm tương ứng là 100V và 10A. Các điện tích cực được điều khiển bởi một tần số chuyển mạch không đổi 85kHz để sinh ra điện áp sóng vuông V_a . Các dạng sóng được đo đạc bằng cách sử dụng một đồng hồ vạn năng kỹ thuật số. Hình 3.12 là sơ đồ các dạng sóng của tín hiệu khởi động V_{GS1} và V_{GS2} .



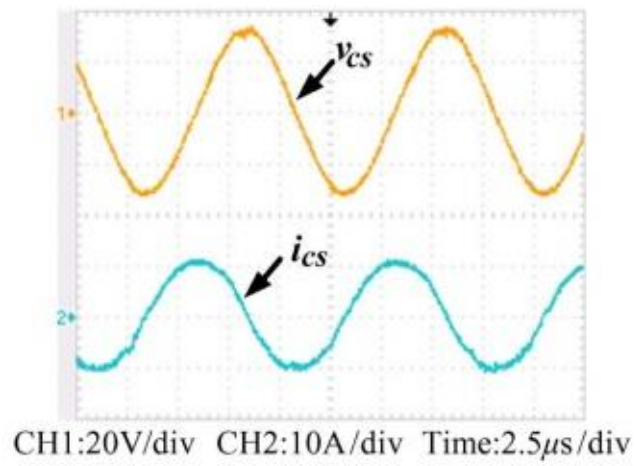
Hình 3.12: Tín hiệu kích hoạt các giá trị chuyển mạch của công tắc



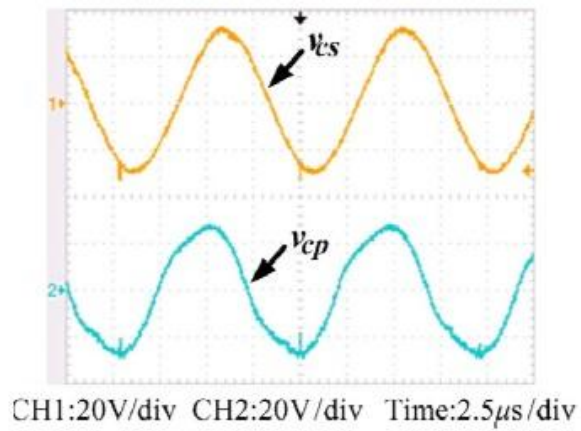
Hình 3.13: Dạng sóng điện áp và dòng của công tắc S1



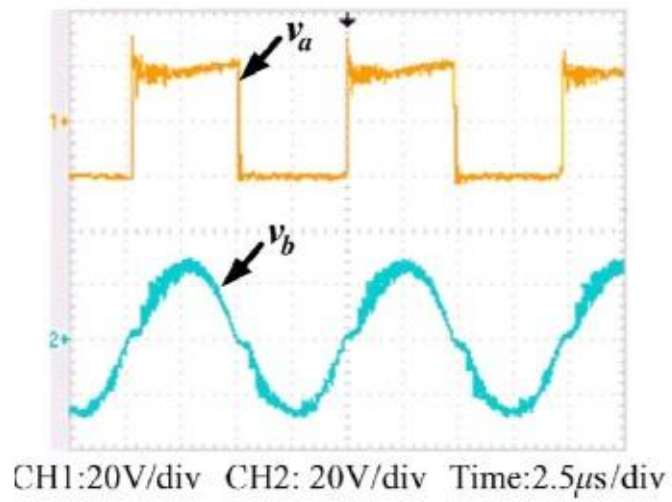
Hình 3.14: Dạng sóng điện áp và dòng điện tại thiết bị cuối đầu vào của mạch cộng hưởng



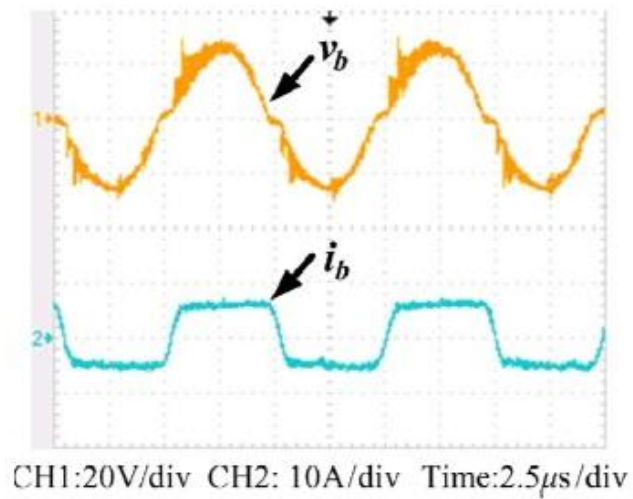
Hình 3.15: Dạng sóng điện áp và dòng tại tụ điện Cs



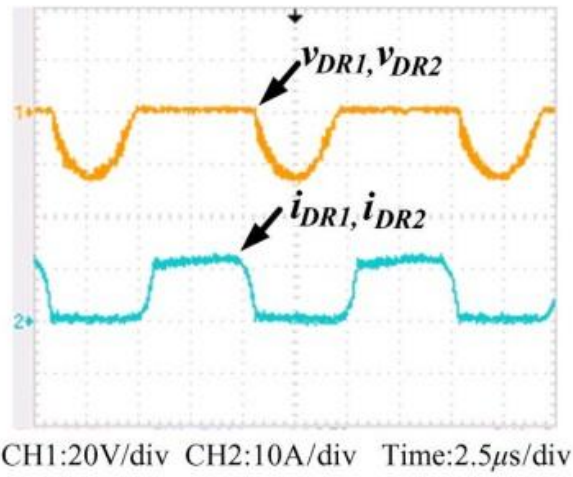
Hình 3.16: So sánh giá trị điện áp giữa 2 tụ Cs và Cp



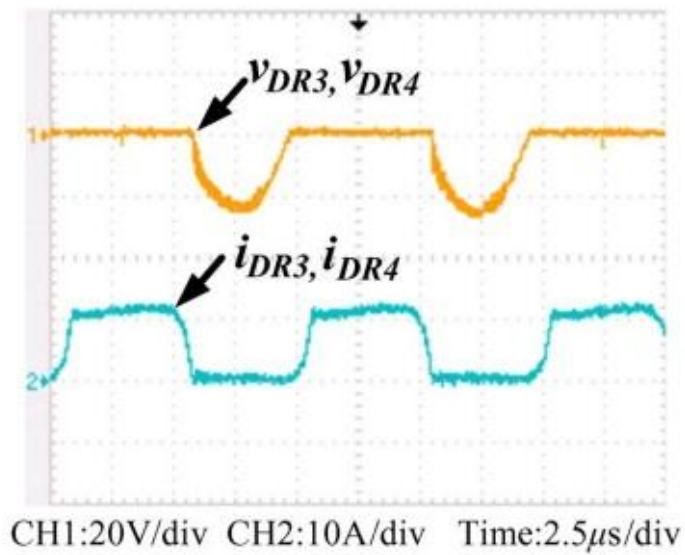
Hình 3.17: Giá trị điện áp đầu vào và đầu ra của mạch cộng hưởng



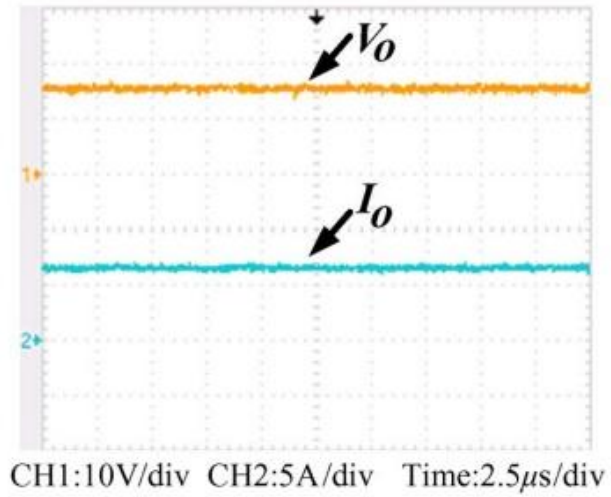
Hình 3.18: Điện áp đầu ra của mạch nạp và dòng điện đầu vào của chỉnh lưu cầu



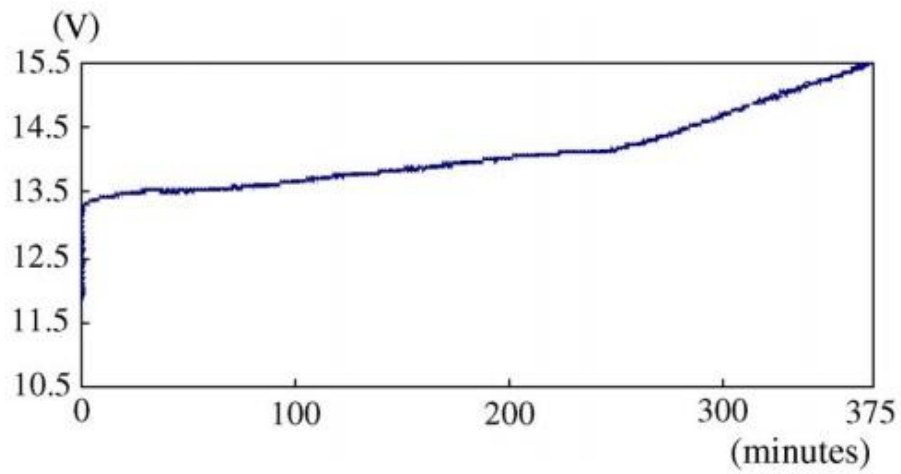
Hình 3.19: Điện áp và dòng điện của diode D_{R1}, D_{R2}



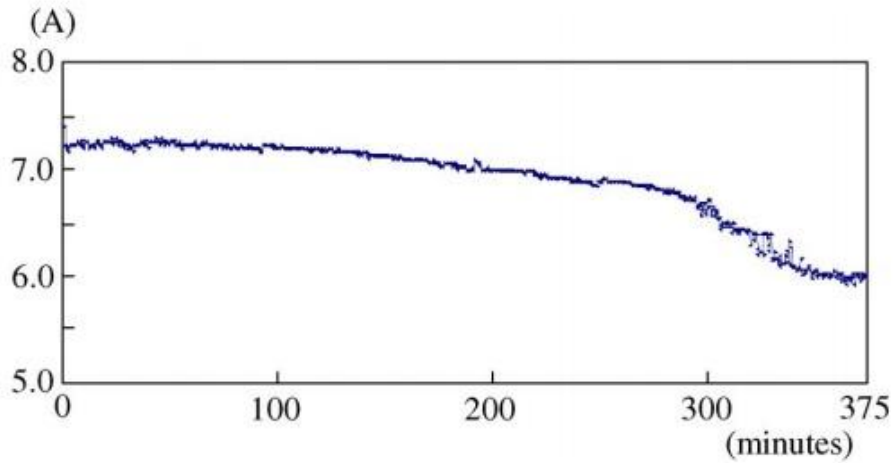
Hình 3.20: Điện áp và dòng điện của diode D_{R3}, D_{R4}



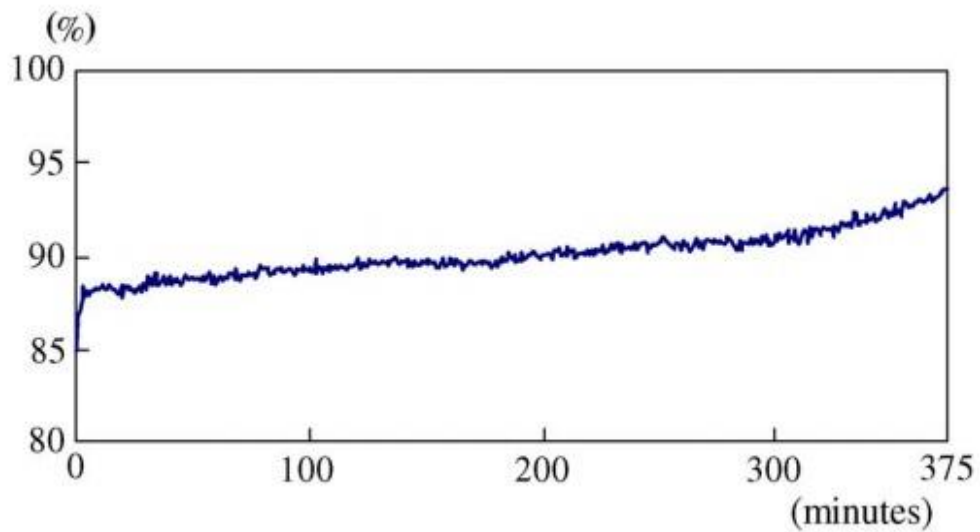
Hình 3.21: Điện áp và dòng điện nạp của ac quy



Hình 3.22: Điện áp của cực ac quy trong khoảng nạp



Hình 3.23: Dòng điện ắc quy trong khoảng nạp



Hình 3.24: Hiệu suất ắc quy trong khoảng nạp

Hình 3.13 hiển thị các dạng sóng điện áp và dòng điện của công tắc điện hoạt tính S1. Một trong những ưu điểm của bộ biến đổi điện này là điện áp thấp đi qua các van điện tích cực, bằng với điện áp đầu vào. Trường hợp này làm cho bộ biến đổi điện thích hợp với những ứng dụng điện áp cao, ví dụ, một điện áp dòng chỉnh lưu 220 hoặc 277 V được sử dụng để cung cấp HBSRPC nhóm D. Hình 3.14 mô phỏng các dạng sóng điện áp và dòng điện của đầu nối vào trong mạch cộng hưởng. Hình 3.15 phác họa các dạng sóng

điện áp và dòng điện của tụ điện cộng hưởng V_{CS} . Hình 3.16 chỉ các dạng sóng điện áp của các tụ điện cộng hưởng C_S và C_p . Hình 3.17 chỉ điện áp đầu vào điện áp đầu ra của đầu nối mạch cộng hưởng.

Theo lý thuyết, v_{cp} bằng v_b . Tuy nhiên, cảm kháng phân tán trong các dây điện dài và điện dung lớp chuyển tiếp trong các điốt cầu sẽ dẫn tới dao động trong hình 3.18. Hình 3.19 mô phỏng dạng sóng điện áp đầu ra của đầu nối mạch cộng hưởng và dạng sóng dòng điện đầu vào của bộ chỉnh lưu cầu. Hình 3.20 hiển thị các dạng sóng điện áp và dòng điện của các điốt chỉnh lưu cầu D_{R1} và D_{R2} . Hình 3.21 chỉ các dạng sóng điện áp và dòng điện của các điốt chỉnh lưu cầu D_{R3} và D_{R4} .

Hình 3.22 chỉ các dạng sóng điện áp và dòng điện nạp của đầu nối ắc quy. Trong hình này, chúng ta có thể thấy đầu ra là một điện áp và dòng điện DC đều, đây là mạch lý tưởng dành cho các bộ nạp ắc quy. Hình 3.23 mô phỏng đường cong biến thiên điện áp của ắc quy. Điện áp đầu nối của ắc quy tăng từ 10,5 V lên 15,5V trong 375 phút. Hình 3.24 và hình 3.25 tương ứng là sơ đồ về dòng điện nạp và hiệu suất nạp. Dòng điện nạp mất 375 phút để duy trì khoảng 6 A. Hiệu suất tối đa và tối thiểu của mạch nạp ắc quy là khoảng 85,14% và 93,98%, và hiệu suất nạp trung bình của HBSPRC nhóm D là 90,02%.

***NHẬN XÉT**

Đồ án này trình bày một ứng dụng mới của HBSPRC nhóm D dành cho các bộ nạp ắc quy. Hoạt động trên tần số cộng hưởng, mạch bộ nạp đem lại những lợi thế chuyển mạch điện áp zero, giảm tổn hao chuyển mạch và tăng hiệu suất nạp. Dòng điện nạp có thể được xác định từ trở kháng đặc trưng của mạch cộng hưởng bằng tần số chuyển mạch có thể điều chỉnh của bộ biến đổi, trong khi đó HBSPRC nhóm D được sử dụng cho bộ nạp thứ cấp để tạo ra các điều kiện nạp phù hợp.

Hiệu suất nạp tối đa của HBSPRC nhóm D dành cho các bộ nạp ắc quy cao 93,98%.

Qua quá trình mô phỏng bằng PSIM “*bộ biến đổi cộng hưởng song song nối tiếp để nạp ắc quy*” ta thấy bộ HBSPRC đã có những ưu điểm hơn hẳn những bộ nạp ắc quy thông thường khác.

Mạch nạp ắc quy có hiệu suất cao trên 90%.

Loại bỏ được dòng điện gợn sóng cao khi nạp ắc quy, kéo dài tuổi thọ ắc quy. Cấu tạo của mạch nạp đơn giản trọng lượng nhẹ, kích cỡ tương đối nhỏ gọn, dễ sử dụng, sửa chữa, bảo dưỡng.

KẾT LUẬN

Qua thời gian thực hiện đồ án tốt nghiệp: ”*Phân tích và mô phỏng bằng PSIM nửa cầu bộ ngắt mạch song song nối tiếp để nạp ac quy*” đã giúp em nắm vững thực tế chuyên môn, nhằm củng cố thêm những kiến thức đã học ở nhà trường.

Đồ án tốt nghiệp đã thực hiện được một số vấn đề sau

- Tìm hiểu về ac quy và các phương pháp nạp ac quy
- Tìm hiểu về các bộ biến đổi dòng một chiều
- Phân tích, thực hiện được mô phỏng, và xây dựng được bộ nguồn nạp ac quy với hiệu suất cao.

Do thời gian có hạn và năng lực còn hạn chế nên đồ án của em còn nhiều thiếu sót, mong thầy cô và các bạn đóng góp ý kiến để đồ án của em được hoàn thiện hơn.

Em xin chân thành cảm ơn !

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Bính (2000), ***Điện tử công suất***, Nhà xuất bản khoa học và kỹ thuật
2. T. S. Mundra and A. Kumar , (Aug. 2007), ***An innovative battery charger for safe charging of NiMH/NiCd batteries***, IEEE Trans. Consum. Electron., vol. 53, no. 3, pp. 1044–1052.
3. B. P. McGrath, D. G. Holmes, P. J. McGoldrick, and A. D. McIver, (Jul. 2007) , ***Design of a soft-switched 6-kW battery charger for traction applications***, IEEE Trans. Power Electron., vol. 22, no. 4, pp. 1136–1144.
4. F. Boico, B. Lehman, and K. Shujaee, (Sep. 2007) , ***Solar battery chargers for NiMH batteries***, IEEE Trans. Power Electron., vol. 22, no. 5, pp. 1600–1609.
5. X. Liu and S. Y. Hui, (Jan. 2008), ***Optimal design of a hybrid winding structure for planar contactless battery charging platform***, IEEE Trans. Power Electron., vol. 23, no. 1, pp. 455–463.
6. L. Schuch, C. Rech, H. L. Hey, H. A. Gründling, H. Pinheiro, and J. R. Pinheiro, (Sep./Oct. 2006). ***Analysis and design of a new high-efficiency bidirectional integrated ZVT PWM converter for DC-bus and battery-bank interface***, IEEE Trans. Ind. Appl., vol. 42, no. 5, pp. 1321–1332.
7. C. G. Kim, D. H. Seo, J. S. You, J. H. Park, and B. H. Cho, (Dec. 2001), ***Design of a contactless battery charger for cellular phone***, IEEE Trans. Ind. Electron, vol. 48, no. 6, pp. 1238–1247.

