

CHƯƠNG I: **GIỚI THIỆU CÔNG NGHỆ**

A) TỔNG QUÁT VỀ CẤU TẠO VÀ NGUYÊN LÝ LÀM VIỆC CỦA ẮC QUY

Trong thực tế hiện nay người ta sử dụng cả hai loại ắc quy axit và ắc quy kiềm nhưng thông dụng nhất từ trước đến nay vẫn là ắc quy axit vì so với ắc quy kiềm nó có sức điện động của mỗi “cặp bản” cực cao hơn, có điện trở trong nhỏ hơn mặc dù ắc quy kiềm có khá nhiều ưu điểm và có triển vọng tốt trong tương lai.

1. Cấu tạo của bình ắc quy axit

Bình ắc quy axit gồm vỏ bình có các ngăn riêng thường là ba hoặc sáu ngăn tùy theo loại ắc quy 6V hay 12V. Trong mỗi ngăn có đặt khối bản cực gồm phân phối bản cực dương và phân phối bản cực âm ngăn cách với nhau bằng các tấm ngăn. Mỗi ngăn như vậy được coi là một ắc quy đơn. Các ắc quy đơn nối tiếp với nhau bằng các cầu nối và tạo thành bình ắc quy. Ngăn đầu và ngăn cuối có đầu tự do và được làm theo dạng côn. Mặt trên có dấu

(+) hoặc (-) tạo thành các đầu cực của ắc quy. Dung dịch điện phân (dung dịch axit sunfuric) được đổ vào từng ngăn theo mức quy định. Thường người ta để ngập quá cạnh trên của các bản cực khoảng 10 – 15 mm. Để tránh hư hỏng cho các tấm ngăn và bản cực khi kiểm mức dung dịch trong mỗi ngăn người ta thường đặt trên mỗi bản cực một tấm bảo vệ bằng lưới clovinhin hoặc vinhiplat. Trên cùng của mỗi ngăn có nắp và để đảm bảo độ kín giữa nắp với thành vỏ bình người ta đổ một lớp sáp chịu axit gồm khoảng 75% nhựa đường và 25% dầu máy.

a) 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 sóng 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 .

b) 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 phân khối bản cực và có hai chân để tỳ lên các sóng 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 phân 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 nrrn 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 cửa 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 .

c) 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

d) Nắp , nút và cầu nối :

Nắp làm bằng nhựa êbônít (đối với bình làm bằng êbônít) và bằng bakêlít (đối với bình bằng nhựa axphantôpéc) . Nắp có hai loại :

1-Tùng nắp riêng cho mỗi ngăn (nắp ngăn)

2-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 luồn các vấu cực của khối bản cực ra . Lỗ có ren 2 ổ giữa được gọi là lỗ đổ , 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 đổ 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 đổ . 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.

e)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 .

2). Quá trình hoá học trong các ắc quy axit :

Trong ắc quy thường xảy ra hai quá trình hoá học thuận nghịch đặc trưng là quá trình nạp và phóng điện .

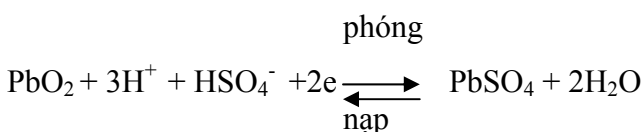
-Khi nạp nhờ nguồn điện nạp mà ở mạch ngoài các điện tử “e” chuyển động từ các bản cực âm đến các bản cực dương - đó là dòng điện nạp I_n .

-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 .

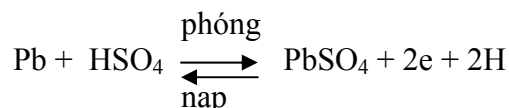
-Khi ắc quy đã nạp no , chất tác dụng ở các bản cực dương là PbO_2 còn ở các bản cực âm là chì xốp Pb , khi phóng điện các chất tác dụng ở hai bản cực đều trở thành sunfat chì $PbSO_4$ có dạng tinh thể nhỏ .

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 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 sunfuric)	Pb (Chì nguyên chất) xốp
	↓ ↑	↓ ↑	↓ ↑
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 sunfuric 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 .

3) .Các đặc tính của ắc quy axit

Mỗi ngăn của bình ắc quy là một ắc quy đơn có đầy đủ các tính chất đặc trưng cho cả bình .Sở dĩ người ta nối tiếp nhiều ngăn lại thành bình ắc quy là để tăng thế hiệu của bình ắc quy đến một giá trị định mức nào đó như 6V , 12V chẳng hạn . Do đó khi nghiên cứu đặc tính của bình ắc quy ta chỉ cần khảo sát một ắc quy đơn là đủ .

a) Sức điện động của ắc quy axit

Sức điện động của ắc quy axit phụ thuộc chủ yếu vào điện thế trên các cực , tức là phụ thuộc vào đặc tính lý hoá của vật liệu để làm các bản cực và các dung dịch điện phân mà không phụ thuộc vào kích thước của các bản cực

Sức điện động còn phụ thuộc vào nồng độ của dung dịch điện phân và có thể xác định được một cách khá chính xác bằng công thức thực nghiệm sau :

$$E_o = 0,85 + \rho \text{ (V)}$$

+) E_o : Sức điện động của ắc quy đơn . Sức điện động tĩnh đo trong trường hợp ắc quy không phóng điện và bằng vôn kế đặc biệt .

+) ρ : Nồng độ của dung dịch điện phân không lấy theo đơn vị g/cm^3 mà tính bằng V quy về $+15^\circ\text{C}$

Như vậy , đối với các ắc quy axit có nồng độ dung dịch thay đổi trong khoảng $1,12 \div 1,29 \text{ g/cm}^3$,sức điện động của ắc quy cũng tăng nhưng nồng độ của dung dịch không thể tăng hoặc giảm quá như đã nói ở trên . Thực tế

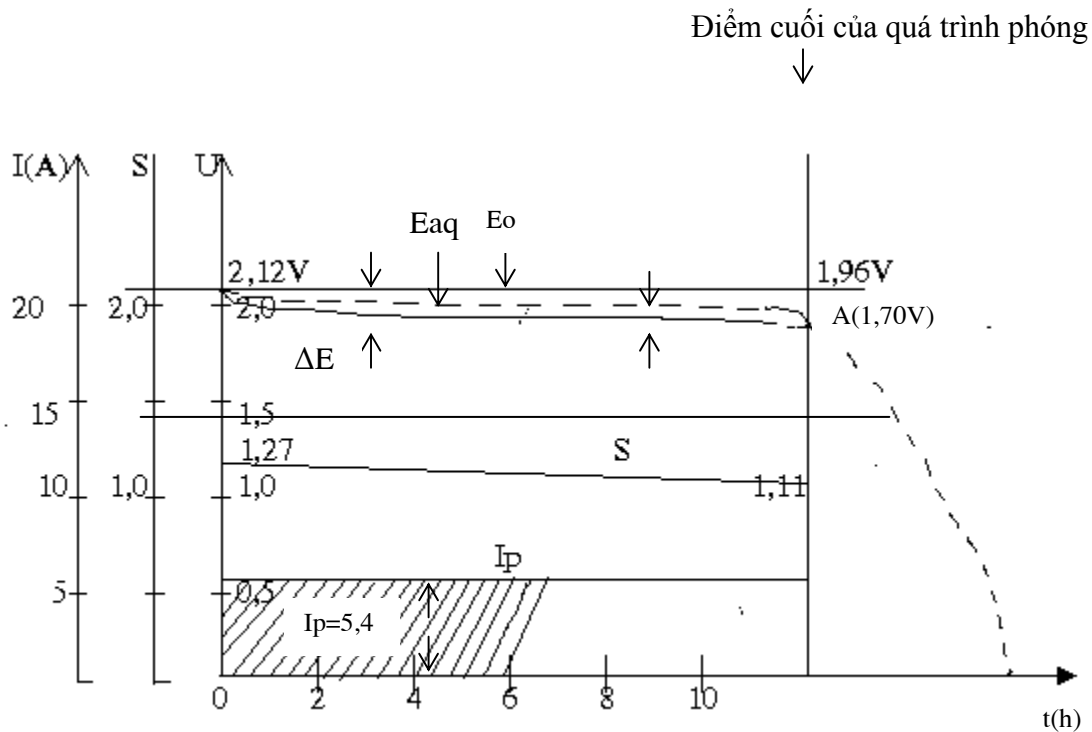
cho thấy rằng ắc quy làm việc khá tốt khi nồng độ dung dịch điện phân bằng $1,23 \div 1,29 \text{ g/cm}^3$ còn ở nước ta tốt nhất là $1,23 \div 1,26 \text{ g/cm}^3$

Ngoài ra , sức điện động còn phụ thuộc vào nhiệt độ của dung dịch điện phân nữa

VD: Nhiệt độ thay đổi từ $20^\circ\text{C} \div - 40^\circ\text{C}$ thì sức điện động của ắc quy đơn giảm từ 2,12 V đến 2,096 V .

b) Các đặc tính phóng và nạp của ắc quy

+) Đặc tính phóng điện :



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 $E_{qq} = H_p + I_p R_{qq}$ thì sức điện động E_{qq} sẽ nhỏ hơn sức điện động E_0 một lượng bằng ΔE

R_{aq} - Điện trở trong của ắc quy

I_p - Cường độ dòng điện phóng

U_p - 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_{qq} và E_0 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_0 . Sức điện động thực tế E_{qq} 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 coi là ắc quy đã bị phóng hết điện.

+) Đặc tính nạp của ắc quy

(Đặc tính nạp với dòng điện không đổi và nạp một nấc)

Hình trên miêu tả nạp bằng dòng điện không đổi. Nồng độ dung dịch nạp tăng theo quy luật đường thẳng từ $1,11 \text{ g/cm}^3$ đến $1,27 \text{ g/cm}^3$ ở cuối quá trình nạp. Thế hiệu trên các cực của ắc quy khi nạp U_n và U_{aq} thay đổi theo quy luật ngược với khi phóng điện và cũng được giải thích bằng hiện tượng khuếch tán dung dịch.

Khi nạp điện, trong lòng các bản cực tạo thành axit sunfuric và nồng độ dung dịch chứa trong các bản cực trở nên đậm đặc hơn nồng độ dung dịch chung m do đó E_{qq} khi nạp lớn hơn E_o một lượng bằng ΔE , còn thế hiệu của ắc quy khi nạp bằng:

$$U_n = E_{qq} + I_n - R_{aq}$$

Ở cuối quá trình nạp sức điện động và thế hiệu U_n tăng lên khá nhanh cùng với các bọt khí được tạo thành trong ắc quy. Khi quá trình nạp kết thúc và chất tác dụng ở các bản cực đã trở lại trạng thái ban đầu thì dòng điện nạp I_n coi như thừa. Nó chỉ điện phân nước thành oxy và hydro và thoát ra dưới dạng các bọt khí. Hiện tượng này gọi là sự sôi của ắc quy và đó là dấu hiệu cuối quá trình nạp.

Trong khi điện phân nước , các Ion H^+ tiến tới các bản cực âm , chúng bị trung hoà một ít (tức là liên kết với các điện tử trong các bản cực âm để thành nguyên tử khí hydrô) còn phần lớn dồn lại quanh bản cực âm và tạo nên một điện thế phụ khoảng 0,33 V . Đó chính là nguyên nhân gây nên sự tăng thế ở cuối quá trình nạp .

Sự sôi bắt đầu trong ắc quy khi hiệu điện thế ở mỗi ắc quy đơn tăng tới 2,4 V rồi ngay sau đó thế hiệu tăng vọt và đến khi đã đạt giá trị tận cùng 2,70 V thì ngừng tăng (điểm B trên hình trên) . Điểm này thực chất đã là điểm cuối quá trình nạp và có thể kết thúc nạp ở đây , nhưng thường người ta phải tiếp tục nạp khoảng 3h nữa , khi thấy rằng suốt trong thời gian đó thế hiệu và nồng độ ắc quy không thay đổi thì mới tin chắc là ắc quy đã được nạp no .

Sau khi ngắt dòng điện nạp , thế hiệu của ắc quy sụt hẳn xuống bằng E_{aq} và sau một khoảng thời gian “nghỉ” (tức là khi đã cân bằng nồng độ dung dịch và đã thoát hết bọt khí) nó giảm tối đa sức điện động tĩnh cho đến giá trị $E_0 = 2,11V \div 1,12 V$ ứng với ắc quy đã được nạp no .

Như vậy những dấu hiệu biểu thị mức cuối cùng của quá trình nạp là :

<1> Thế hiệu và nồng độ dung dịch của ắc quy ngừng tăng và chúng không thay đổi trong 3 giờ liền .

<2> Có sự sôi mạnh trong tất cả các ngăn .

Điện lượng cung cấp cho ắc quy khi nạp Q_n tính bằng $Q_n = I_n \cdot t_n$ trong đó t_n tính đến B . Trong khi ắc quy làm việc do có tổn hao về nhiệt và cho quá trình phản ứng hoá học không hoàn lại nên khi nạp phải cung cấp cho ắc quy một điện lượng nhiều hơn lượng nó có thể sản sinh ra khi phóng điện . Ngoài ra , do phải tiêu tốn năng lượng cho việc điện phân H_2O trong 3 giờ nên khi nạp điện lượng cung cấp cho ắc quy cần phải lớn hơn điện dung Q thu được trong quá trình phóng khoảng $10 \div 15 \%$ nữa .

4). Các phương pháp nạp điện cho ắc quy

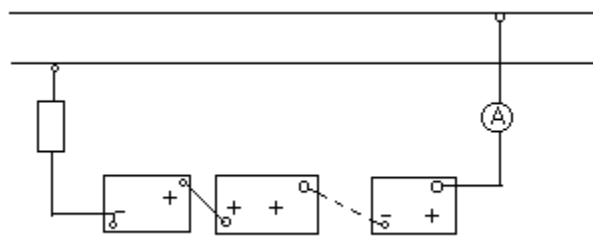
Để nạp điện cho ắc quy người ta sử dụng hai phương pháp cơ bản sau :

a) Nạp bằng 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 vô 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 .



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

$$R = \frac{U_{ng} - 2N_{aq}}{I_n}$$

Naq: tổng số ắc quy đơn khi nối tiếp nhau trong mạch nạp

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.

b)Nạp bằng phương pháp thế hiệu 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 .

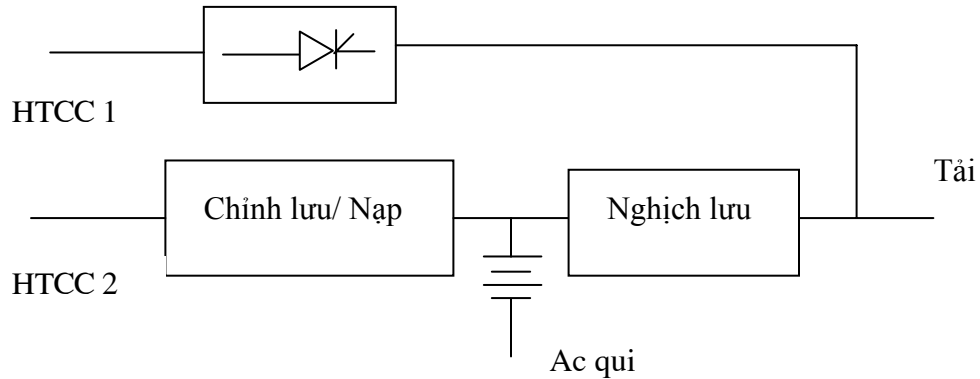
B) TỔNG QUAN VỀ UPS

UPS (Uniterruptible Power Supply) là bộ nguồn liên tục. Với kỹ thuật tương tự chất lượng điện chỉ bao gồm 2 chỉ tiêu quan trọng nhất là điện áp và tần số. Vào cuối thế kỷ thứ 20, độ tin cậy cung cấp điện của các nước công nghiệp phát triển vào khoảng 99.9%. Điều này qui ra thời gian mất điện trong 1 năm là 8h, phổ biến dưới dạng mất 1 vài phút. Thời lượng mất điện như vậy không quan trọng lắm với hệ thống chiếu sáng hoặc hệ thống điện cơ.

Đối với hệ thống kỹ thuật số, vấn đề không đơn giản như vậy. Độ tin cậy cung cấp điện của các hệ thống có máy tính công nghiệp cần phải tăng lên rất nhiều vì mất điện dù chỉ trong 1 vài mili giây có nguy cơ mất hết thông tin hoặc làm rối loạn quá trình trao đổi dữ liệu máy tính ; yêu cầu hệ thống kỹ thuật số phải khởi động lại. Ngày nay, yêu cầu độ tin cậy cung cấp điện lên tới 10 con số 9 nghĩa là 99.909999999%!

- **Các ứng dụng của UPS.**
- **Ngày nay UPS được ứng dụng rất rộng rãi như trong y học các thiết bị điện tử y sinh, trong các phòng mổ (scanner, điện tâm đồ, thận nhân tạo ...).**
- **Trong ngân hàng: máy rút tiền, thị trường chứng khoán...**

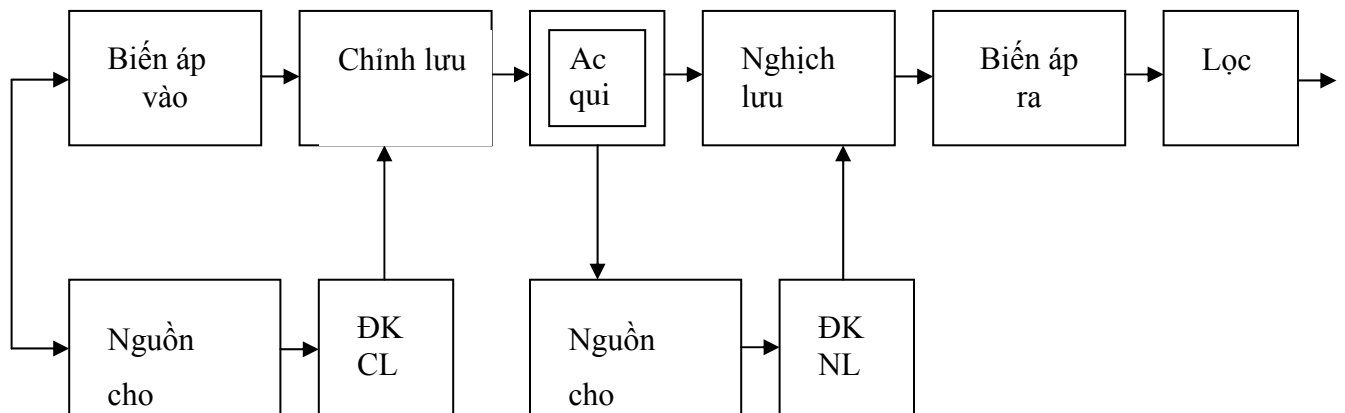
- Trong ngành thông tin liên lạc(điện thoại, truyền hình, fax)...
- Đặc biệt các hệ thống đo lường điều khiển hiện đại như các bộ logic lập trình PLC, các bộ điều khiển giám sát và thu nhập dữ liệu Scada, các máy tính công nghiệp, các dây chuyền sản xuất tự động.
- Sơ đồ khối của UPS.



***)Các chế độ vận hành của UPS**

Việc vận hành UPS theo các chế độ khác nhau tùy theo tình trạng nguồn và tải. Bình thường tải được cung cấp từ hệ thống cung cấp 1 (HTCC1); ắc quy luôn được nạp từ hệ thống cung cấp 2 (HTCC 2). Khi xảy ra sự cố lưới cung cấp, tải được cấp điện từ ắc quy qua bộ nghịch lưu.

Sơ đồ khối chi tiết:



2. Nhiệm vụ thiết kế phần chỉnh lưu với tham số.

- Điện áp nguồn 220 VAC ± 10%; f = 50 Hz.

- Công suất 15 kVA $\pm 1\%$.
- Điện áp ra 220 VAC $\pm 1\%$.
- Acqui axít loại kín.
+Thời gian lưu điện 10 phút.

CHƯƠNG II: THIẾT KẾ VÀ TÍNH TOÁN MẠCH LỰC

1) Tính dung lượng acqui

- Với yêu cầu công suất $P = 15\text{kW}$.
- Thời gian liên điện là $10' = 1/6 \text{ h}$.

\Rightarrow Chọn 18 bình acqui 12V ($18 \cdot 12\text{V}$).

Giả sử khi phóng điện áp trên bình acqui là đầy. Vì 18 bình là mắc nối tiếp nên:

$$\Rightarrow U = 18 \cdot 12 = 216(\text{V})$$

Dòng điện phóng của acqui:

$$I_p = \frac{P}{U} = \frac{15 \cdot 10^3}{216} = 69.4(\text{A})$$

Dung lượng của acqui là:

$$A_u = I_p t = 69.4 \cdot \frac{1}{6} = 11.57(\text{Ah})$$

Trong thực tế không cho acqui phóng quá mức, nếu không những hạt sunphát chì nhỏ sẽ bám vào chất hữu hiệu thành những hạt kết tinh có nội trở lớn, khi nạp điện rất khó khôi phục như cũ.

Trong trường hợp này, để đảm bảo tuổi thọ cho acqui, phải chọn tăng dung lượng lớn hơn gấp 4 lần so với tính toán.

$$A_{thucte} = 4 * A_n = 4 * 11.57 = 46.28(Ah)$$

⇒ Chọn acqui có dung lượng 50 Ah. Chọn dòng nạp là $I_n = 10\%A = 5A$ (trong 10h).

Điện áp đặt lên acqui lúc nạp no là:

$$2.7 * 6 * 18 = 291.6(V)$$

2. Tính chọn van.

Với số liệu ban đầu $P = 15 \text{ kW}$.

Để chọn van phải dựa vào chế độ làm việc nặng nề nhất mà van phải chịu.

*) Tính $U_{ng \max}$:

Van phải chịu điện áp nặng nề nhất khi nạp no ⇒ $U_{ng \max} = 291.6(V)$

Dòng điện trung bình lớn nhất:

$$I_{tb \max} = \frac{I_d}{3} = \frac{5}{3} \approx 1.7(A)$$

Thực tế phải chọn van chịu được hệ số quá áp $k_u = 1.6$ và hệ số quá dòng $k_i = 1.2$

Điện áp ngược:

$$U_{ng} = k_u * U_{ng \max} = 291.6 * 1.6 = 466.56(V)$$

Dòng điện van:

$$I_v = k_i * I_{tb \max} = 1.2 * 1.7 = 2.04(A)$$

Chọn van có chế độ làm mát:

Van có điều kiện làm mát bằng không khí có cánh tản nhiệt là 25%, dùng quạt là 30 ÷ 35%, tản nhiệt bằng nước là 80%, ở đây van dẫn dòng không lớn lắm nên chọn phương pháp tản nhiệt bằng cánh tản nhiệt cho đỡ phức tạp và tốn kém.

$$I_v = \frac{2.04}{0.25} = 8.16(A)$$

Từ các thông số tính toán, chọn loại thyristor 50RIF60W20 có các thông số sau:

- Điện áp ngược cực đại: $U_n = 600A$.
- Dòng điện làm việc cực đại: $I_{dm} = 50A$.
- Dòng điện đỉnh cực đại: $I_{pik} = 1000A$.
- Dòng điện xung điều khiển: $I_g = 150 \text{ mA}$.
- Điện áp xung điều khiển: $U_g = 3 \text{ V}$.
- Dòng điện rò: $I_r = 15 \text{ mA}$.
- Dòng điện tự giữ: $I_h = 200 \text{ mA}$.
- Sụt áp trên thyristor ở trạng thái dẫn: $\Delta U = 2V$
- Đạo hàm điện áp: $\frac{dU}{dt} = 500V / s$.
- Thời gian chuyển mạch : $t_{cm} = 15 \mu s$.
- Nhiệt độ làm việc cực đại: $T_{max} = 125^{\circ}C$.

3) Bảo vệ van

a) Bảo vệ quá dòng điện cho van.

Aptomat dùng để đóng cắt mạch động lực, tủ động lực, bảo vệ khi quá tải và ngắn mạch thyristor, ngắn mạch đầu ra bộ biến đổi, ngắn mạch thứ cấp máy biến áp, ngắn mạch ở chế độ nghịch lưu.

Chọn 1 aptomat có:

$$I_{dm} = 1.1I_{hd} = 1.1 * \sqrt{3}I_1 = 1.1 * \sqrt{3} * 1.5 = 2.85(A)$$

$$U_{dm} = 220V$$

Có 3 tiếp điểm chính, có thể đóng cắt bằng tay hoặc bằng nam châm điện.

Chỉ định dòng ngắn mạch

$$I_{nm} = 2.5I_{hd} = 2.5 * 2.59 = 6.5(A)$$

Dòng quá tải

$$I_{qt} = 1.5I_{hd} = 1.5 * 2.59 = 3.9(A)$$

Cầu dao dùng để tạo khe hở an toàn khi sửa chữa hệ truyền động, chọn cầu dao có dòng định mức

$$I_{cd} = 1.1\sqrt{3}I_1 = 2.86(A)$$

Dùng dây chảy tác động nhanh để bảo vệ ngắn mạch các thyristor, ngắn mạch đầu ra của bộ nghịch lưu.

Nhóm 1 cầu chì : dòng điện định mức dây chảy nhóm 1 cầu chì

$$I_{1cc} = 1.1 * I_2 = 1.1 * 4.08 = 4.488(A)$$

Nhóm 2 cầu chì : dòng điện định mức dây chảy nhóm cầu chì

$$I_{2cc} = 1.1 * I_v = 1.1 * 1.7 = 1.87(A)$$

Nhóm 3 cầu chì : dòng điện định mức dây chảy nhóm 3 cầu chì

$$I_{3cc} = 1.1 * I_d = 1.1 * 5 = 5.5(A)$$

Vậy chọn cầu chảy nhóm

- nhóm 1 cầu chì: loại 5(A)
- nhóm 2 cầu chì: loại 2(A)
- nhóm 3 cầu chì: loại 6(A)

b) Bảo vệ quá điện áp cho van

Bảo vệ quá điện áp do quá trình đóng cắt các thyristor được thực hiện được bằng cách mắc R-C song song với T. Khi có sự chuyển mạch, các điện

tích tụ trong các lớp bán dẫn phóng ra ngoài tạo dòng điện ngược trong khoảng thời gian ngắn. Sự biến thiên nhanh chóng của dòng điện ngược gây ra sức điện động cảm ứng rất lớn trong các điện cảm làm cho quá điện áp giữa anốt và catốt của thyristor. Khi có mạch R-C mắc song song với thyristor tạo ra vòng phóng điện trong quá trình chuyển mạch nên thyristor không bị quá điện áp.

4.) Tính toán máy biến áp chỉnh lưu

-Chọn máy biến áp 3 pha 3 trụ sơ đồ đầu dây Δ/Y làm mát bằng không khí tự nhiên.

-Tính các thông số cơ bản.

1. Công suất biểu kiến của máy biến áp

Tính cho chế độ làm việc nặng nề nhất của máy biến áp.

$$U_{d \max} = 291.6(\text{V})$$

$$I_{d \max} = 5\text{A}$$

$$U_2 = \frac{\pi U_{d \max}}{3\sqrt{6}} = \frac{\pi 291.6}{3\sqrt{6}} = 124.6(\text{V})$$

$$I_2 = I_d \sqrt{\frac{2}{3}} = 5 \sqrt{\frac{2}{3}} = 4.08(\text{A})$$

$$\Rightarrow P_2 = 3U_2 * I_2 = 3 * 124.6 * 4.08 = 1525.8 (\text{W})$$

Lấy hiệu suất $\eta = 0.85$

$$S = k_s \frac{P_2}{\eta} = 1.05 * \frac{1525.8}{0.85} = 1884.81(\text{VA})$$

2. Điện áp pha sơ cấp MBA: $U_1 = 380(\text{V})$

3. Điện áp pha thứ cấp MBA

Phương trình cân bằng điện áp khi tải:

$$U_{do} \cos \alpha_{\min} = U_d + 2\Delta U_v + \Delta U_{dn} + \Delta U_{ba}$$

Trong đó:

$\alpha_{\min} = 10^\circ$ góc dự trữ khi có suy giảm điện áp lưới.

$\Delta U = 2V$ sụt áp trên thyristor.

$\Delta U_{dn} = 0$ sụt áp trên dây nối.

$\Delta U_{ba} = \Delta U_r + \Delta U_x$: sụt áp trên điện trở và dây kháng MBA.

Chọn sơ bộ: $\Delta U_{ba} = 6\%U_d = 0.06 * 291.6 = 17.5(V)$

Từ phương trình cân bằng điện áp khi có tải, có :

$$U_{do} = \frac{U_d + 2\Delta U_V + \Delta U_{dn} + 2\Delta U_{ba}}{\cos \alpha_{\min}} = \frac{291.6 + 2 * 2 + 0 + 17.5}{\cos 10^\circ} = 317.9(V)$$

Điện áp pha thứ cấp MBA:

$$U_2 = \frac{U_{do}}{k_{tt}} = \frac{317.9}{3\sqrt{6}/\pi} = 135.8(V)$$

4. Dòng điện hiệu dụng thứ cấp MBA: $I_2 = \sqrt{\frac{2}{3}}I_d = 4.08(A)$

5. Dòng điện hiệu dụng sơ cấp MBA

$$I_1 = k_{ba}I_2 = \frac{135.8}{380}4.08 = 1.5(A)$$

6. Tiết diện sơ bộ trụ:

$$Q_{Fe} = K_Q \sqrt{\frac{S_{ba}}{m * f}}$$

K_Q : hệ số phụ thuộc vào phương thức làm mát, lấy $K_Q = 6$.

m: số trụ của biến áp, m=3.

f: tần số nguồn điện xoay chiều, f=50 Hz.

Thay số:

$$Q_{Fe} = K_Q \sqrt{\frac{S_{ba}}{m * f}} = 6 * \sqrt{\frac{1884.81}{3 * 50}} = 21.3(cm^2)$$

7. Đường kính trụ:

$$d = \sqrt{\frac{4Q_{Fe}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 * 21.3}{\pi}} = 5.2(cm)$$

Chuẩn hoá đường kính trụ theo tiêu chuẩn (bảng 4.2a-Phụ lục sách thiết kế máy biến áp - Phan Tử Thụ) : d = 8 cm.

8. Chọn loại thép , các lá thép có độ dày 0.5 mm.

Chọn sơ bộ mật độ từ cảm trong trụ $B_T = 1(T)$.

9. Chọn tỉ số $m = \frac{h}{d} = 2.3 \Rightarrow h = m * d = 2.3 * 8 = 18.4(cm)$.

(Thông thường $m = 2 \div 2.5$)

Chọn chiều cao trụ $h = 19$ cm.

Tính toán dây quấn:

10. Số vòng dây mỗi pha sơ cấp máy biến áp:

$$W_1 = \frac{U_1}{4.44 f Q_{Fe} B_T} = \frac{380}{4.44 * 50 * 21.3 * 10^{-4} * 1} = 804(vong)$$

11. Số vòng dây mỗi pha thứ cấp của máy biến áp:

$$W_2 = \frac{U_2}{U_1} W_1 = \frac{135.8}{380} * 804 = 289(vong)$$

12. Chọn sơ bộ mật độ dòng điện trong máy biến áp.

Với dây dẫn bằng đồng, máy biến áp chọn $J_1 = J_2 = 2.75(A/mm^2)$

13. Tiết diện dây dẫn sơ cấp máy biến áp.

$$S_1 = \frac{I_1}{J_1} = \frac{1.5}{2.75} = 0.54(mm^2)$$

Chọn dây dẫn có tiết diện tròn và có cách điện.(Bảng 20 - thiết kế máy điện- Phan Tử Thụ).

Chọn dây dẫn đồng ΠB có tiết diện $0.5809(mm^2)$; đường kính $d = 0.86(mm)$; đường kính kể cả cách điện $D = 0.95(mm)$.

14. Tiết diện dây dẫn thứ cấp máy biến áp.

$$S_2 = \frac{I_2}{J_2} = \frac{4.08}{2.75} = 1.48(\text{mm}^2)$$

Chọn dây đồng có tiết diện tròn, cách điện 2 phía $2\delta = 0.3 \text{ mm}$.

Chọn dây đồng ΠB có tiết diện 1.5394 mm^2 ; đường kính $d = 1.4(\text{mm})$
đường kính kể cả cách điện $D = 1.9(\text{mm})$.

Kết cấu dây quấn sơ cấp.

Thực hiện dây quấn đồng tâm theo chiều dọc trụ.

15. Tính sơ bộ vòng dây trên 1 lớp của dây quấn sơ cấp.

$$W_{1.1} = \frac{h - 2hg}{d} k_e$$

k_e : hệ số ép chặt $k_e = 0.95$.

h : chiều cao của trụ.

hg : khoảng cách từ gông đến cuộn dây sơ cấp.

d : đường kính dây.

Chọn sơ bộ khoảng cách cách điện đến gông: $hg = 1.5 \text{ cm}$.

$$W_{1.1} = \frac{h - 2hg}{d} k_e = \frac{19 - 2 \cdot 1.5}{0.095} * 0.95 = 160(\text{vong})$$

16. Tính sơ bộ số lớp dây ở cuộn sơ cấp.

$$n_{1.1} = \frac{W_1}{W_{1.1}} = \frac{804}{160} = 5(\text{lop})$$

Chọn $n_{1.1} =$

17. Chiều cao thực tế của cuộn sơ cấp

$$h_1 = \frac{W_{1.1} * d}{k_e} = \frac{160 * 0.095}{0.95} = 16(\text{cm})$$

18. Chọn ống quấn dây làm bằng vật liệu cách điện có bề dày $S_{01} = 0.1 \text{ cm}$

19. Khoảng cách từ trụ tới cuộn dây sơ cấp: $a_{01} = 1.0 \text{ cm}$.

20. Đường kính trong của ống cách điện.

$$D_{t1} = d_{Fe} + 2a_{01} - 2S_{01} = 8 + 2 * 1 - 2 * 0.1 = 9.8(\text{cm})$$

21. Đường kính trong của cuộn dây sơ cấp

$$D_{isc} = D_t + 2 * S_{o1} = 9.8 + 2 * 0.1 = 10(cm)$$

22. Chọn bề dày cách điện giữa các lớp dây ở cuộn sơ cấp: $cd_{1,1} = 0.1(mm)$.

23. Bề dày cuộn sơ cấp

$$B_{d1} = (a_1 + cd_{1,1})n_{1,1} = (0.95 + 0.1) * 5 = 0.525(cm)$$

24. Đường kính ngoài của cuộn sơ cấp.

$$D_{n1} = D_{isc} + 2B_{d1} = 10 + 2 * 0.525 = 11.05(cm)$$

25. Đường kính trung bình của cuộn dây sơ cấp:

$$D_{tb} = \frac{D_{isc} + D_{n1}}{2} = \frac{10 + 11.05}{2} = 10.025(cm)$$

26. Chiều dài dây quấn sơ cấp.

$$l_1 = W_1 \Pi D_{tb1} = 804 * \Pi * 10.025 = 25308(cm) = 283.1(m)$$

27. Chọn bề dày cách điện giữa cuộn sơ cấp và cuộn thứ cấp: $cd_{01} = 1.0(cm)$

Kết cấu dây quấn thứ cấp.

28. Chọn sơ bộ chiều cao cột thứ cấp :

$$h_1 = h_2 = 16(cm)$$

29. Tính sơ bộ số vòng dây trên 1 lớp.

$$W_{1,2} = \frac{h_2}{d_2} k_c = \frac{16}{0.14} * 0.95 = 109(vong)$$

30. Tính sơ bộ số lớp dây quấn thứ cấp

$$n_{1,2} = \frac{W_2}{W_{1,2}} = \frac{289}{109} = 2.65 = 2.65(lop)$$

Chọn $n_{1,2} = 3$ lớp.

31. Chiều cao thực tế của cuộn thứ cấp

$$h_2 = \frac{W_{1.2}}{k_e} d_2 = \frac{109 * 0.14}{0.95} = 16.06(cm)$$

32. Đường kính trong của cuộn dây thứ cấp

$$D_{isc} = D_t + 2 * S_{o1} = 9.8 + 2 * 0.1 = 10(cm)$$

33. Chọn bề dày cách điện giữa các lớp dây ở cuộn sơ cấp: $cd_{1.2} = 0.1(mm)$.

34. Bề dày cuộn sơ cấp

$$B_{d2} = (a_2 + cd_{2.2})n_{1.2} = (0.14 + 0.01) * 3 = 0.45(cm)$$

35. Đường kính ngoài của cuộn thứ cấp.

$$D_{n2} = D_{isc} + 2B_{d2} = 13.85 + 3 * 0.45 = 15.2(cm)$$

36. Đường kính trung bình của cuộn dây thứ cấp:

$$D_{tb} = \frac{D_{isc} + D_{n2}}{2} = \frac{13.05 + 15.2}{2} = 14.125(cm)$$

37. Chiều dài dây quấn thứ cấp.

$$l_2 = W_2 \Pi D_{tb2} = 289 * \Pi * 14.125 = 12817.8(cm) = 128.2(m)$$

38. Đường kính trung bình các cuộn dây.

$$D_{1.2} = \frac{D_{t1} + D_{n2}}{2} = \frac{9.8 + 12.5}{2} = 11.15(cm)$$

27. Chọn khoảng cách giữa 2 cuộn thứ cấp: $a_{2.2} = 2.0(cm)$.

Tính kích thước mạch từ

40. Với $d=8\text{ cm} \Rightarrow$ tiết diện trụ có số bậc là 4

(bảng 41a-Thiết kế máy điện- Phan Tử Thụ).

Các bậc thang ghép thành trụ.

41. Toàn bộ tiết diện bậc thang của trụ.

$$Q_{bt} = 7.5 * 1.4 + 6.5 * 0.9 + 5.5 * 0.6 + 4 * 0.5 = 21.65(cm^2)$$

42. Tiết diện hiệu quả của trụ:

$$Q_1 = k_{hq} * Q_{bt} = 0.95 * 21.65 = 20.57(cm^2)$$

43. Tổng chiều dày các bậc thang của trụ.

$$d_1 = 2(1.4 + 0.9 + 0.6 + 0.5) = 6.8(\text{cm})$$

44. Số lá thép dùng trong các bậc .

$$\text{Bậc 1: } n_1 = 2 * \frac{14}{0.5} = 56 (\text{lá thép}).$$

$$\text{Bậc 2: } n_2 = 2 * \frac{9}{0.5} = 36 (\text{lá thép}).$$

$$\text{Bậc 3: } n_3 = 2 * \frac{6}{0.5} = 24 (\text{lá thép}).$$

$$\text{Bậc 4: } n_4 = 2 * \frac{5}{0.5} = 20 (\text{lá thép}).$$

Để đơn giản trong chế tạo công từ, chọn công có tiết diện hình chữ nhật có các kích thước sau:

- Chiều dày công bằng chiều dày của trụ: $b = d_7 = 6.8(\text{cm})$.
- Chiều cao của công bằng chiều rộng tập lá thép thứ nhất của trụ $a = 7.5(\text{cm})$.

Tiết diện công: $Q_{bg} = a * b = 6.8 * 7.5 = 51(\text{cm}^2)$.

45. Tiết diện hiệu quả của công:

$$Q_{hg} = k_{hq} * Q_{bg} = 0.95 * 51 = 48.45(\text{cm}^2)$$

46. Số lá thép dùng trong 1 công:

$$h_g = \frac{b}{0.5} = \frac{6.8}{0.5} = 13.6 (\text{lá thép})$$

47. Tính chính xác mật độ từ cảm trong trụ:

$$B_1 = \frac{U_1}{4.44 f W_1 Q_T} = \frac{380}{4.44 * 50 * 804 * 20.57 * 10^{-4}} = 1.03(T)$$

48. Mật độ từ cảm trong công:

$$B_g = B_T \frac{Q_T}{Q_g} = 1.03 * \frac{20.57}{48.45} = 0.43(T)$$

49. Chiều rộng cửa sổ

$$c = 2(a_{01} + B_{d1} + a_{12} + B_{d2}) + a_{22} = 2 * (1 + 0.525 + 1 + 0.45) + 2 = 7.95(cm)$$

50. Tính khoảng cách giữa 2 tâm trục

$$c' = c + d = 7.95 + 8 = 15.95(cm)$$

51. Chiều rộng mạch từ

$$l = 2c + 3d = 2 * 7.95 + 3 * 8 = 39.9(cm)$$

52. Chiều cao mạch từ

$$H = h + 2a = 19 + 2 * 7.5 = 34(cm)$$

Tính khối lượng của sắt và đồng

53. Thể tích của trụ

$$V_1 = 3 * Q_t * h = 3 * 20.57 * 19 = 1172.49(cm^3) = 1.17249(dm^3)$$

54. Thể tích của gông

$$V_g = 2 * Q_g * L = 2 * 48.45 * 39.9 = 3866.31(cm^3) = 3.86631(dm^3)$$

55. Khối lượng của trụ

$$M_t = V_t * m_{Fe} = 1.17249 * 7.85 = 9.2(kg)$$

56. Khối lượng của gông

$$M_g = V_g * m_{Fe} = 3.86631 * 7.85 = 30.4(kg)$$

57. Khối lượng của sắt

$$M_{Fe} = M_t + M_g = 9.2 + 30.4 = 39.6(kg)$$

58. Thể tích của đồng

$$V_{Cu} = 3(S_1 l_1 + S_2 l_2) = 3(0.5809 * 253.1 * 10^{-2} + 15394 * 128.2 * 10^{-2}) = 1.033(dm^3)$$

Tính các thông số của máy biến áp

60. Điện trở trong của cuộn sơ cấp máy biến áp ở 75°C

$$R_1 = \rho \frac{l_1}{s_1} = 0.02133 * \frac{253.1}{0.5809} = 9.3(\Omega)$$

trong đó $\rho_{75} = 0.02133(\Omega mm^2 / m)$

61. Điện trở trong của cuộn thứ cấp máy biến áp ở 75°C

$$R_2 = \rho \frac{l_2}{s_2} = 0.02133 * \frac{128.2}{1.5394} = 1.77(\Omega)$$

trong đó $\rho_{75} = 0.02133(\Omega mm^2 / m)$

62. Điện trở máy biến áp qui đổi về thứ cấp

$$R_{ba} = R_2 + R_1 \left(\frac{W_2}{W_1}\right)^2 = 1.77 + 9.3 \left(\frac{289}{804}\right)^2 = 5.1(\Omega)$$

63. Sụt áp trên điện trở máy biến áp

$$\Delta U_r = R_{ba} I_2 = 5.11 * 4.08 = 20(V)$$

64. Điện kháng máy biến áp qui đổi về thứ cấp

$$\begin{aligned} X_{ba} &= 8 * \Pi^2 (W^2) \left(\frac{r}{h_{qd}}\right) \left(a_{12} + \frac{B_{d1} + B_{d2}}{3}\right) w * 10^{-7} \\ &= 8 * 3.14^2 * 75^2 \left(\frac{6.525}{16}\right) (0.01 + 10^{-2} \frac{0.525 + 0.45}{3}) 314 * 10^{-7} = 0.076 \end{aligned}$$

65. Điện cảm máy biến áp qui đổi về thứ cấp

$$L_{ba} = \frac{X_{ba}}{w} = \frac{0.076}{314} = 0.00024(H) = 0.24(mH)$$

66. Sụt áp trên điện kháng máy biến áp

$$\Delta U_x = \frac{3}{\Pi} X_{ba} I_2 = \frac{3}{\Pi} * 0.076 * 4.08 = 0.3(V)$$

$$R_d = \frac{3}{\Pi} X_{ba} = \frac{3}{\Pi} * 0.076 = 0.073(\Omega)$$

67. Sụt áp trên máy biến áp

$$\Delta U_{ba} = \sqrt{\Delta U_r^2 + \Delta U_x^2} = \sqrt{20^2 + 0.3^2} = 20(V)$$

68. Điện áp trên tải có góc mở $\alpha_{\min} = 10^\circ$

$$U = U_{do} * \cos \alpha_{\min} - 2\Delta U_v - \Delta U_{ba} = 319.7 * \cos 10^\circ - 281.6 - 20 = 291.6(V)$$

Đủ dùng khi nạp no.

69. Tổng trở ngắn mạch qui đổi về thứ cấp

$$Z_{ba} = \sqrt{R_{ba}^2 + X_{ba}^2} = \sqrt{5.11^2 + 0.076^2} = 5.11(\Omega)$$

70. Tổn hao ngắn mạch trong máy biến áp

$$\Delta P_n = 3 * R_{ba} * I_2^2 = 3 * 5.11 * 4.08^2 = 255(W)$$

$$\Delta P_n\% = \frac{\Delta P_n}{S} 100\% = \frac{255}{1884.81} * 100\% = 13\%$$

71. Tổn hao không tải có kể đến 15% tổn hao phụ

$$P_o = 1.3 * n_f (M_T B_1^2 + M_g B_b^2) = 1.3 * 1.15 (9.2 * 1.03^2 + 30.4 * 0.43^2) = 22.99(W)$$

$$\Delta P_o\% = \frac{P_o}{S} * 100\% = \frac{22.99}{1884.81} * 100\% = 1.2\%$$

72. Điện áp ngắn mạch tác dụng

$$U_{nr} = \frac{R_{ba} I_2}{U_2} * 100\% = \frac{5.11 * 4.08}{135.8} = 1.5\%$$

73. Điện áp ngắn mạch phản kháng

$$U_{nx} = \frac{X_{ba} I_2}{U_2} * 100\% = \frac{0.076 * 4.08}{135.8} * 100\% = 0.3\%$$

74. Điện áp ngắn mạch phần trăm

$$U_n = \sqrt{U_{nr}^2 + U_{nx}^2} = \sqrt{1.5^2 + 0.3^2} = 1.53\%$$

75. Dòng điện ngắn mạch xác lập

$$I_{2nm} = \frac{U_2}{Z_{ba}} = \frac{135.8}{5.11} = 26.4(A)$$

76. Dòng điện ngắn mạch tức thời cực đại

$$I_{\max} = \sqrt{2} I_{2nm} (1 + e^{-\pi \frac{U_{nr}}{U_{nx}}}) = \sqrt{2} * 26.4 (1 + e^{-3.14 * \frac{1.5}{0.3}}) = 37.3$$

$$I_{\max} (= 37.3A) < I_{pik} (= 1000A)$$

I_{pik} : đỉnh xung dòng điện lớn nhất của thyristor

77. Kiểm tra máy biến áp thiết kế có đủ điện kháng để hạn chế tốc độ biến thiên của dòng điện chuyển mạch.

Giả sử chuyển mạch từ T_1 sang T_5 có phương trình

$$2U_{ba} \frac{di_c}{dt} = U_{23} - U_{2a} = \sqrt{6}U_2 \sin(\theta - \alpha)$$
$$\Rightarrow \frac{di_c}{dt} \Big|_{\max} = \frac{\sqrt{6}U_2}{2L_{ba}} = \frac{\sqrt{6} * 135.8}{2 * 0.24 * 10^{-3}} = 0.693 * 10^{-3} \text{ A/sec} = 0.693 \text{ A} / \mu\text{s}$$
$$\frac{di_c}{dt} \Big|_{\max} < \frac{di_c}{dt} \Big|_{cp} = 100 \text{ A} / \mu\text{s}$$

Vậy biến áp sử dụng tốt.

CHƯƠNG 4

TÍNH TOÁN VÀ THIẾT KẾ MẠCH ĐIỀU KHIỂN

A. THIẾT KẾ MẠCH ĐIỀU KHIỂN TIRISTOR

I - Nguyên lý chung mạch điều khiển

- 1) Đặc điểm Tiristor về mặt điều khiển
 - Tiristor chỉ mở khoá khi có hai điều kiện:
 - Điện áp (+) đặt vào A
 - Điện áp (-) đặt vào K

- Xung điều khiển đặt vào G
- Khi Tiristor đã mở thì xung điều khiển không có tác dụng gì nữa.
- Điều chỉnh được vị trí xung điều khiển trong phạm vi nửa chu kỳ dương của điện áp đặt lên A - K của Tiristor.
- Tạo ra xung phải có đủ điều kiện mở Tiristor, độ rộng xung $t_x < 10 \mu s$.

Biểu thức độ rộng xung:

$$t_x = \frac{I_{dt}}{di/dt}$$

I_{dt} : dòng duy trì của Tiristor

di/dt : tốc độ tăng trưởng của dòng tải

2) Cấu trúc sơ đồ khối của mạch điều khiển Tiristor

U_{dk} : điện áp điều khiển, điện áp một chiều

U_r : điện áp đồng bộ, điện áp xoay chiều hoặc biến thể của nó, đồng bộ với điện áp A - K của Tiristor.

Hiệu điện áp $U_{dk} - U_r$ được đưa vào khâu so sánh 1 làm việc như một trigơ. Khi $U_{dk} - U_r = 0$ thì trigơ lật trạng thái, ở đầu ra của nó ta nhận được 1 chuỗi xung sinus chữ nhật.

Khâu 2: đa hài 1 trạng thái ổn định

Khâu 3 : khuếch đại xung

Khâu 4 : BA xung

Bằng cách tác động vào U_{dk} có thể điều chỉnh được vị trí xung điều khiển tức là điều chỉnh góc α .

3) Nguyên tắc điều khiển

Trong thực tế thường dùng hai phương pháp điều khiển:

- + Thăng đứng tuyến tính
- + Thăng đứng arcos

để thực hiện việc điều chỉnh vị trí xung trong nửa chu kỳ dương của điện áp đặt trên Tiristor.

a) Nguyên tắc điều khiển thẳng đứng tuyến tính

Theo nguyên tắc này người ta dùng hai điện áp :

+ Điện áp đồng bộ, kí hiệu là U_r có dạng răng cưa, đồng bộ với điện áp đặt trên A - K Tiristor

+ Điện áp đk, kí hiệu U_{dk} là điện áp 1 chiều có thể điều chỉnh biên độ.

hình 4.1 - nguyên tắc điều khiển tuyến tính

tổng đại số của $U_{dk} + U_r$ được đưa đến đầu vào 1 khâu so sánh.

Như vậy, bằng cách làm biến đổi U_{dk} người ta có thể đk được thời điểm xuất hiện xung ra tức là đk được góc α .

Khi $U_{dk} = 0$ ta có $\alpha = 0$

$U_{dk} < 0$ ta có $\alpha > 0$

Giữa α và U_{dk} có quan hệ :

$$\alpha = \frac{U_{dk}}{U_{rmax}}$$

người ta lấy $U_{dkmax} = U_{rmax}$

a) Nguyên tắc điều khiển thẳng đứng arcs

Theo nguyên tắc này người ta cũng dùng hai điện áp :

+ Điện áp đồng bộ U_r vượt trước điện áp A - K Tiristor 1 góc bằng $\pi/2$.

Nếu $U_{AK} = A \sin \omega t$ thì $U_r = B \cos \omega t$.

+ Điện áp điều khiển U_{dk} là điện áp 1 chiều có thể điều chỉnh biên độ theo hai hướng (+) và (-).

hình 4.2 - nguyên tắc điều khiển thẳng đứng arcsin

trên hình vẽ đường nét đứt là điện áp A - K Tiristor, từ điện áp này người ta tạo ra U_r . Tổng đại số $U_r + U_{dk}$ được đưa đến đầu vào của khâu so sánh. Khi $U_r + U_{dk} = 0$ ta nhận được 1 xung ở đầu ra của khâu so sánh

$$U_{dk} + B \cos \alpha = 0$$

Trong đó $\alpha = \arcsin(-U_{dk}/B)$

Thường lấy $B = U_{dkmax}$

Khi $U_{dk} = 0$ thì $\alpha = \pi/2$

Khi $U_{dk} = U_{dkmax}$ thì $\alpha = \pi$

Khi $U_{dk} = -U_{dkmax}$ thì $\alpha = 0$

Như vậy khi cho U_{dk} biến thiên từ $-U_{dkmax}$ đến $+U_{dkmax}$ thì α biến thiên từ 0 đến π

Nguyên tắc này được sử dụng trong các thiết bị chỉnh lưu đòi hỏi chất lượng cao.

Nhận xét:

Ta chọn mạch điều khiển dựa trên nguyên tắc đk thẳng đứng tuyến tính vì phương pháp này đơn giản hơn mà vẫn phù hợp với yêu cầu thiết kế.

TÍNH BẠX

Theo phần tính toán ở mạch lực ta chọn van Tiristor loại C149D. Van có các thông số:

$$U_g = 3 \text{ V}$$

$$I_g = 150 \text{ mA}$$

Giá trị này là giá trị dòng và áp ở thứ cấp máy biến áp.

Chọn vật liệu lõi sắt Ferit HM lõi có dạng hình xuyên, làm việc trên một phần của đặc tính từ hoá có $\Delta B = 0,3 \text{ T}$; $\Delta H = 30 \text{ A/m}$ không có khe hở không khí.

+ Tỷ số BAX : thường $m = 2 \div 3$, chọn $m = 3$

+ Điện áp cuộn thứ cấp BAX

$$U_2 = U_{dk} = 3,0 \text{ V}$$

+ Điện áp đặt lên cuộn sơ cấp BAX :

$$U_1 = m.U_2 = 3.3 = 9 \text{ V}$$

+ Dòng điện thứ cấp BAX:

$$I_2 = I_{dk} = 0,15 \text{ A}$$

+ Dòng điện sơ cấp BAX:

$$I_1 = \frac{I_2}{m} = \frac{0,15}{3} = 0,05 \text{ A}$$

+ Độ từ thẩm trung bình tương đối của lõi sắt:

$$\mu_{tb} = \frac{\Delta B}{\mu_0 \Delta H} = \frac{0,3}{1,25 \cdot 10^{-6} \cdot 30} = 8 \cdot 10^3$$

trong đó :

$\mu_0 = 1,25 \cdot 10^{-6} \text{ H/m}$ là độ từ thẩm của không khí

+ Thể tích của lõi thép cần có:

$$V = Ql = \frac{\mu_{tb} \mu_0 t_x S_x U_1 I_1}{\Delta B^2}$$

Trong đó : μ_{tb} : độ từ thẩm trung bình của lõi sắt

μ_0 : độ từ thẩm của không khí

t_x : chiều dài xung truyền qua BAX có giá trị từ $10 \div 600$

μs . ở đây chọn $t_x = 100 \mu\text{s}$

S_x : độ sụt biên độ xung lấy $S_x = 0,15$

U_1 : điện áp sơ cấp

I_1 : dòng điện sơ cấp

Thay số vào ta được :

$$V = \frac{8 \cdot 10^3 \cdot 1,25 \cdot 10^{-6} \cdot 0,15 \cdot 9 \cdot 0,05}{(0,3)^2}$$

$$= 7,5 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$$

⇒ chọn mạch từ có thể tích $V = 1,4 \text{ cm}^3$ với thể tích đó ta có các kích thước mạch từ:

$$a = 4,5 \text{ mm}$$

$$b = 6 \text{ mm}$$

$$d = 12 \text{ mm}$$

$$D = 21 \text{ mm}$$

$$Q = 0,27 \text{ cm}^2 = 27 \text{ mm}^2$$

Chiều dài trung bình mạch từ :

$$l = 5,2 \text{ cm}$$

Số vòng quấn dây sơ cấp BAX:

Theo luật cảm ứng điện từ :

$$U_1 = w_1 Q \frac{dB}{dt} = w w_1 Q \frac{\Delta B}{t_x}$$

$$\rightarrow w_1 = \frac{U_1 \cdot t_x}{\Delta B \cdot Q} = \frac{9 \cdot 100 \cdot 10^{-6}}{0,3 \cdot 27 \cdot 10^{-6}} = 111 \text{ vòng}$$

Số vòng dây thứ cấp :

$$w_2 = \frac{w_1}{m} = \frac{111}{3} = 37 \text{ vòng}$$

tiết diện dây quấn thứ cấp

$$S_1 = \frac{I_1}{J_1}$$

Chọn mật độ dòng điện $J_1 = 6 \text{ A/mm}^2$

$$\rightarrow S_1 = \frac{5 \cdot 10^{-6}}{6} = 0,0083 \text{ mm}^2$$

Đường kính dây quấn sơ cấp :

$$d_1 = \sqrt{\frac{4S_1}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,0083}{3,14}} = 0,1 \text{ mm}$$

→ chọn dây có đường kính 0,1 mm

Tiết diện dây quấn thứ cấp:

$$S_2 = \frac{I_2}{J_2} = \frac{0,15}{4} = 0,0375 \text{ mm}^2$$

Chọn mật độ dđ $J_2 = 4 \text{ A/mm}^2$

Đường kính dây quấn thứ cấp:

$$d_2 = \sqrt{\frac{4S_2}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,0375}{3,14}} = 0,218 \text{ mm}$$

→ chọn dây có đường kính $d_2 = 0,22 \text{ mm}$

Kiểm tra hệ số lấp đầy:

$$k_{ld} = \frac{S_1 w_1 + S_2 w_2}{\left(\pi \cdot \frac{d^2}{4}\right)} = \frac{d_1^2 w_1 + d_2^2 w_2}{d^2} = \frac{0,1^2 \cdot 111 + 0,22^2 \cdot 37}{12^2}$$

$$= 0,02 < 1$$

Như vậy cửa sổ đủ diện tích cần thiết.

Tính toán khâu KĐ cuối cùng

T_{r3} : chọn transistor công suất loại 2SC911 làm việc ở chế độ xung có các thông số:

- + transistor loại npn, vật liệu bán dẫn là Si
- + điện áp giữa collector và bazơ là khi hở mạch Emito : $U_{CB0} = 40 \text{ V}$
- + điện áp giữa Emito và Bazơ khi hở mạch Colecto : $U_{EB0} = 4 \text{ V}$
- + dòng điện lớn nhất ở Colecto có thể chịu đựng được : $I_{Cmax} = 500$

mA

- + công suất tiêu tán ở Colecto : $P_C = 1,7 \text{ W}$
- + Nhiệt độ lớn nhất ở mặt tiếp giáp $T_1 = 175^\circ \text{ C}$
- + Hệ số khuếch đại $\beta = 50$

+ Dòng làm việc của colector $I_{C\#} = I_1 = 50\text{mA}$

+Dòng làm việc của bazo $I_{B_3} = \frac{I_{C_3}}{\beta} = \frac{50}{50} = 1\text{mA}$

Ta thấy rằng với loại Tiristo đã chọn có công suất điều khiển khá bé $U_{dk} = 3\text{ V}$; $I_{dk} = 0.15\text{ A}$ nên dùng dòng colector – bazo của Tranzito I_{r_3} khá bé, trong trường hợp này ta chỉ cần dùng 1 tranzito mà vẫn đủ công suất điều khiển Tranzito

+ Chọn nguồn cung cấp cho máy biến áp xung : $E = + 12\text{ V}$. Với nguồn 12V ta phải mắc thêm điện trở R nối tiếp với cực Emito của T_{r_3} .

$$R = \frac{E - U_1}{I_1} = \frac{12 - 9}{0.05} = 60(\Omega)$$

+Tất cả các Diot trong mạch điều khiển dùng loại 1N4009 có các tham số :

- Dòng điện định mức : $I_{dm} = 10\text{ (mA)}$
- Điện áp ngược lớn nhất : $U_N = 25\text{ (V)}$
- Điện áp để cho Diot mở thông : $U_m = 1\text{ (V)}$

-

