

LỜI NÓI ĐẦU

Ngày nay khi mà các nguồn năng lượng hóa thạch như than đá, dầu mỏ, khí đốt... đang dần cạn kiệt bởi mức độ khai thác bừa bãi và khém khoa học của con người đang gây nên tình trạng lãng phí tài nguyên thiên nhiên. Việc sử dụng các nguồn năng lượng tái tạo như năng lượng mặt trời là hướng đi rất khả quan bởi nguồn năng lượng này là vô tận và không gây ô nhiễm.

Bộ biến đổi cầu 3 pha nối lưới PV không biến áp, là bộ biến đổi DC-AC biến đổi nguồn năng lượng điện một chiều được sản xuất từ nguồn năng lượng mặt trời thành năng lượng điện xoay chiều phục vụ cho quá trình sinh hoạt, sản xuất. Là một hệ thống mới đang được ứng dụng rộng rãi trong thực tế. Cấu trúc của bộ biến đổi vốn không phức tạp nhưng vấn đề điều khiển để đạt được hiệu suất cao cũng như chất lượng ổn định luôn là mục tiêu nghiên cứu. Vì vậy em được bộ môn giao cho đề tài tốt nghiệp “ *Nghiên cứu mô phỏng hệ thống biến đổi cầu 3 pha nối lưới PV không biến áp*”

Đề án gồm 3 chương:

Chương 1: Tổng quan về lưới điện mặt trời (lưới PV)

Chương 2: Các bộ biến đổi tĩnh

Chương 3: Mô phỏng đánh giá các bộ biến đổi cầu 3 pha

Em xin cảm ơn các thầy cô trong bộ môn Điện Tự Động Công Nghiệp và đặc biệt là thầy GS.TSKH Thân Ngọc Hoàn đã hướng dẫn nhiệt tình, cùng với quá trình tìm hiểu của bản thân giúp em hoàn thành bản đồ án này.

Hải Phòng, ngày....tháng....năm 2013

Sinh Viên

Trần Văn Thuyên

CHƯƠNG 1.

TỔNG QUAN VỀ LƯỚI ĐIỆN MẶT TRỜI (LƯỚI PV)

1.1. NĂNG LƯỢNG MẶT TRỜI

1.1.1. Tổng quan về năng lượng mặt trời

Trái Đất nhận được 174 petawatts (PW) của bức xạ mặt trời đến (sự phơi nắng) Khoảng 30% được phản xạ trở lại không gian trong khi phần còn lại được hấp thụ bởi các đám mây, đại dương và vùng đất. Bức xạ của ánh sáng mặt trời ở bề mặt của Trái Đất là chủ yếu được nhìn thấy từ cận bức xạ hồng ngoại và tới một phần nhỏ ở bức xạ tử ngoại.

Bề mặt Trái Đất, Biển và bầu không khí hấp thụ bức xạ mặt trời, và điều này làm tăng nhiệt độ của chúng. Không khí ẩm có chứa nước bốc hơi từ các đại dương tăng lên, gây ra lưu thông khí quyển hoặc đối lưu. Ở một tầng cao nhất định trong bầu khí quyển, nơi nhiệt độ thấp, hơi nước ngưng tụ thành mây, chuyển hóa thành mưa lên trên bề mặt của Trái Đất, hoàn thành chu kỳ nước. Tạo nên các hiện tượng tự nhiên như giông, lốc... Ánh sáng mặt trời bị hấp thụ bởi các đại dương và các vùng đất, giữ bề mặt ở nhiệt độ trung bình là 14 °C. Cây xanh chuyển đổi năng lượng mặt trời, trong đó sản xuất thực phẩm, gỗ và sinh khối từ nhiên liệu có nguồn gốc hóa thạch qua quá trình quang hợp.

Tổng số năng lượng mặt trời được hấp thụ bởi bầu khí quyển, đại dương của Trái Đất và vùng đất là khoảng 3.850.000 exajoules (EJ) mỗi năm. SMIL trích dẫn một thông lượng hấp thụ năng lượng mặt trời của 122 PW. Nhân con số này bằng số giây trong một năm sản lượng 3.850.000 EJ. -> Trong năm 2002, đây là năng lượng trong một giờ so với thế giới được sử dụng trong một năm . |archivedate = 2007-09-26 } }</ref>

Mặc dù vậy cường độ ánh sáng ban ngày là không đồng đều. Cho nên cần sử dụng năng lượng ánh sáng mặt trời một cách tiết kiệm. Những nghiên cứu gần đây đã cho thấy việc sử dụng năng lượng mặt trời là không thực sự khả quan bởi chi phí đầu tư lớn cũng như sự giới hạn về công suất. Việc đầu tư cho hệ thống không có lãi thậm chí là bị lỗ. Việc sử dụng năng lượng mặt trời bị ảnh hưởng rất nhiều bởi điều kiện địa lý khí hậu. Làm cho nó khó có thể ứng dụng rộng rãi mà chỉ mang tính chất đơn lẻ, cục bộ.

Bảng 1.1 Năng lượng và mức độ tiêu thụ năng lượng của con người

Năng lượng mặt trời thông lượng và tiêu thụ năng lượng con người hàng năm	
năng lượng mặt trời	3,850,000 EJ
Gió	2,250 EJ
Sinh khối	3,000 EJ
Sử dụng năng lượng sơ cấp (2005)	478EJ
Sản lượng điện (2005)	56,7 EJ

1.1.2. Điện mặt trời tập trung

Các hệ thống điện mặt trời tập trung (CSP) sử dụng ống kính, gương và các hệ thống theo dõi để tập trung một khu vực rộng lớn của ánh sáng mặt trời vào một chùm nhỏ. Nhiệt tập trung sau đó được sử dụng như một nguồn năng lượng cho một nhà máy điện thông thường. Một loạt các công nghệ tập trung tồn tại, phát triển nhất là máng parabol tập trung phản xạ tuyến tính Fresnel, đĩa Stirling và các tháp điện mặt trời. Kỹ thuật khác nhau được sử dụng để theo dõi Mặt trời và tập trung ánh sáng. Trong tất cả các hệ thống này một chất lỏng làm việc được làm nóng bởi ánh sáng mặt trời tập trung, và sau đó được sử dụng để phát điện hoặc lưu trữ năng lượng.

1.2. HỆ THỐNG QUANG ĐIỆN

1.2.1. Khái quát chung

Hệ thống quang điện (lưới PV) là hệ thống biến đổi năng lượng mặt trời thành năng lượng điện sử dụng trong sinh hoạt và trong sản xuất. Hệ thống quang điện dựa trên nguyên lý của hiệu ứng quang điện. Hiệu ứng quang điện là một hiện tượng điện - lượng tử, trong đó các điện tử được thoát ra khỏi vật chất sau khi hấp thụ năng lượng từ các bức xạ điện từ, bức xạ ánh sáng mặt trời. Hiệu ứng quang điện đôi khi được người ta dùng với cái tên Hiệu ứng Hertz, do nhà khoa học Heinrich Hertz tìm ra.

Công nghệ quang điện liên quan trực tiếp đến việc chuyển đổi nguồn năng lượng mặt trời thành nguồn năng lượng điện bằng phương pháp của một tế bào năng lượng mặt trời. Một tế bào năng lượng mặt trời thường được sản xuất bằng các thiết bị bán dẫn như silicon tinh thể hấp thụ ánh sáng mặt trời tạo ra điện thông trong một quá trình gọi là hiệu ứng quang điện. Hiệu quả của một tế bào quang điện thể hiện ở việc chuyển đổi năng lượng ánh sáng mặt trời thành năng lượng điện có thể sử dụng được và có thể có hiệu suất từ 10-15%. Do đó, để sản xuất số lượng đáng kể năng lượng điện, các tế bào năng lượng mặt trời phải có diện tích bề mặt lớn.

Các tế bào năng lượng mặt trời thường được sản xuất riêng lẻ và được kết hợp lại với nhau thành các modul gồm từ 36-72 tế bào quang điện, tùy thuộc vào điện áp và dòng điện đầu ra của các modul. Các modul khác nhau về kích thước tùy thuộc vào nhà sản xuất nhưng thường là từ 0.5 -1 m², và tạo ra khoảng 100w/m² năng lượng tối đa cho một modul với hiệu suất khoảng 10%. Ngoài ra các modul cũng có thể được nhóm lại với nhau với khối lượng và cấu hình khác nhau (được nói rõ ở phần sau). Để tạo thành các mảng có đặc tính dòng điện và điện áp đặc trưng. Phân biệt giữa modul và các mảng là rất quan trọng khi xem xét các cấu trúc điện tử công suất. Hình 1.1 trình bày

các tấm PV (photovoltaic) điển hình cấu trúc thành mảng. Đối với một hệ thống PV điện áp DC đầu ra là một hằng số có độ lớn phụ thuộc vào cấu hình mà trong đó các tế bào quang điện/modul được kết nối. Mặt khác, dòng điện đầu ra của PV phụ thuộc vào bức xạ năng lượng mặt trời có sẵn. Yêu cầu chính của bộ biến đổi điện tử công suất là chuyển đổi dạng năng lượng DC thành năng lượng AC thích hợp. Bộ nghịch lưu DC-AC lúc đó được chuyển đổi điện áp DC thành điện áp AC-50Hz. Quá trình điều khiển điện áp và dòng đầu ra của các mảng phải được tối ưu hóa trên điều kiện thời tiết. Các thuật toán điều khiển chuyên môn hóa được gọi là điểm giám sát công suất lớn (MPPT) để liên tục tách ra số lượng tối đa công suất từ các mảng trong điều kiện khác nhau. Quá trình điều khiển MPPT và tăng điện áp thường được thường được biến đổi bởi các bộ DC-AC, được sử dụng để điều khiển dòng lưới.



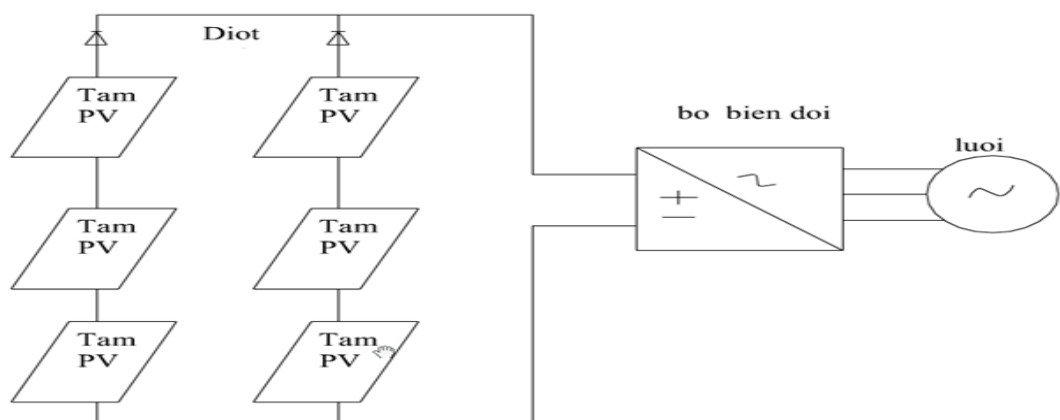
Hình 1.1. Các mảng PV.

1.2.2. Cấu trúc của hệ quang điện

Các modul PV(photovoltaic) được nối với nhau thành các mảng để sản xuất được số lượng điện năng lớn. Các mảng sau đó được kết nối với các thành phần của hệ thống như các bộ nghịch lưu để biến đổi nguồn DC thành

nguồn AC cung cấp cho các hộ tiêu thụ điện năng. Các bộ nghịch lưu cho hệ thống PV thực hiện nhiều chức năng khác nhau, nó biến đổi nguồn DC thành nguồn AC tương ứng với yêu cầu sử dụng. Nó cũng bao gồm chức năng cách ly để bảo vệ nguồn PV khi có vấn đề xảy ra. Biến tần giám sát các điều kiện thiết bị đầu cuối của modul PV bao gồm MPPT (maximum power point tracking) để tăng tối đa khả năng tăng năng lượng. MPPT duy trì hoạt động của mảng PV đạt hiệu quả cao nhất. Có thể qua một loạt các điều kiện đầu vào khi mà ngày và mùa thay đổi dẫn đến sự thay đổi của cường độ và thời gian chiếu sáng của ánh sáng mặt trời.

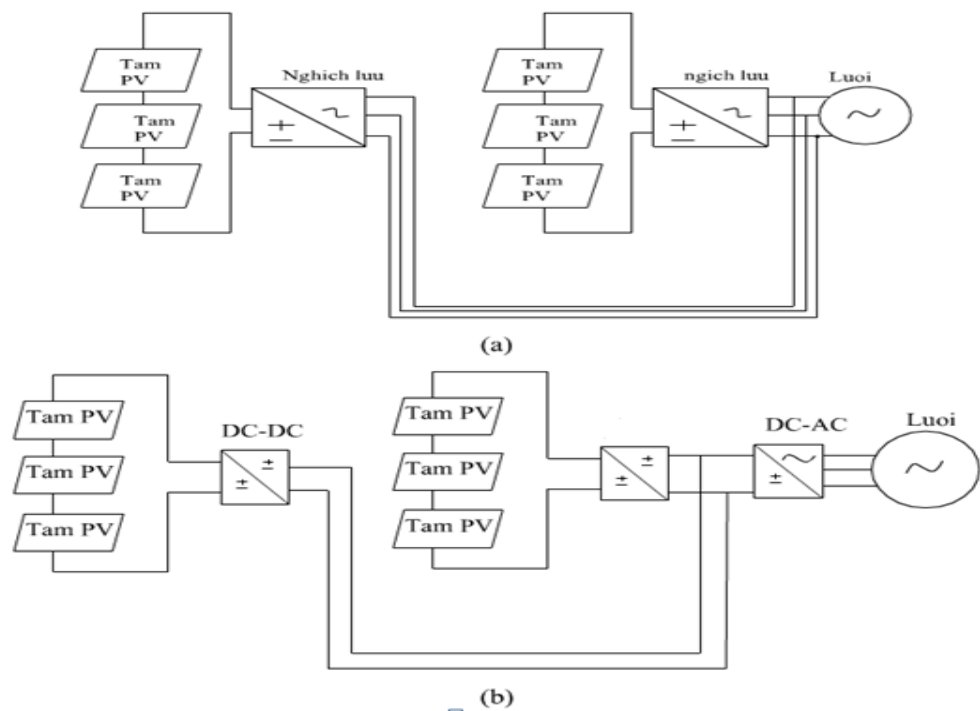
Hệ thống PV có thể được cấu trúc thành nhiều cấu hình hoạt động. Mỗi cấu hình lại dựa trên cấu trúc điện tử công suất mà nó kết nối với các hệ thống lưới điện. Hình 1.2 trình bày cấu hình ở đó biến tần tập trung được sử dụng. Đây là một cấu trúc phổ biến duy nhất đã sử dụng. Các modul PV được kết nối nối tiếp hoặc song song với nhau và kết nối tới bộ biến đổi tập chúng DC-AC. Ưu điểm chính của hệ thống này là : biến tần bộ phận tốn kém nhất của hệ thống mà trong hệ thống này chỉ có sự hiện diện của 1 biến tần. Còn nhược điểm chính của hệ thống là các thiết bị điện tử công suất có thể gây ra tổn hao cao hơn do không phù hợp giữa các modul và sự hiện diện của chuỗi diode. Độ tin cậy của hệ thống cũng không cao



Hình 1.2. Cấu trúc của hệ thống mảng PV tập trung

Hình 1.3. trình bày kết cấu của một chuỗi mảng PV. Một loạt các tấm PV được kết nối theo hình thức một chuỗi. thông thường, 15 tấm được kết nối với nhau trong một chuỗi và kết nối với nhau thông qua một biến tần nào đó. Ưu điểm của hệ thống này là không có các tổn thất do ghép nối trên các diode chuỗi và công suất lớn nhất điểm theo dõi có thể áp dụng cho mỗi chuỗi. Nhược điểm chính của hệ thống này là sự gia tăng chi phí cho các bộ biến tần.

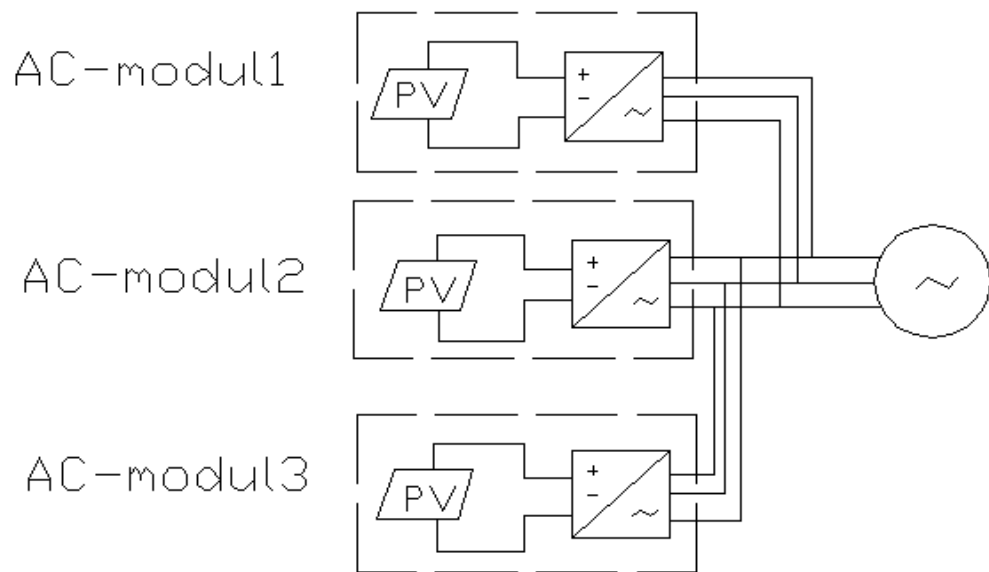
Điện áp đầu vào của chuỗi PV có thể đủ lớn để tránh việc phải khuếch đại điện áp. Nhưng chi phí cho các tấm PV vẫn còn khá đắt. Khuếch đại điện áp có thể thêm vào cùng với chuỗi biến tần để giảm đi các modul PV. Chuỗi biến tần đa năng là một sự phát triển mới của chuỗi biến tần có thể đưa qua một bộ biến đổi DC-DC để tăng điện áp rồi sau đó đưa qua bộ biến đổi DC-AC để kết nối với lưới.



Hình 1.3. Các mảng PV với cấu trúc nhiều chuỗi.

Hình 1.4. trình bày cấu trúc mà mỗi modul PV được ghép nối với biến tần riêng của nó. Thiết kế này được biết đến như một modul AC. Ưu điểm của

hệ thống này là nó đơn giản để thêm mỗi modul vì mỗi modul có bộ biến tần DC-AC riêng của nó. Và được thực hiện kết nối với lưới bởi kết nối wirings trường biến tần AC với nhau. Ngoài ra độ tin cậy của hệ thống cũng được đảm bảo hơn do không có điểm thất bại duy nhất của hệ thống, có tính linh hoạt cao, các tổn thất điện năng của hệ thống giảm do sự không tương thích giữa các phần giảm. Tuy nhiên hệ thống này về mặt chi phí là tốn kém hơn các hệ thống PV thông thường vì sử dụng thêm các bộ biến tần, các thiết bị điện tử công suất được lắp đặt bên ngoài tấm PV nên phải thích hợp với môi trường làm việc ngoài trời. Các modul AC là một sự lựa chọn đầy hứa hẹn cho tương lai vì nó có thể được sử dụng cho các cá nhân mà không cần am hiểu về chuyên ngành.



Hình 1.4. Cấu trúc của modul điện tử công suất AC.

1.3. PIN MẶT TRỜI

1.3.1. Khái quát

Pin năng lượng Mặt trời (hay pin quang điện, tế bào quang điện), là phần tử bán dẫn quang có chứa trên bề mặt một số lượng lớn các linh kiện cảm biến

ánh sáng là các dạng diod p-n, dùng biến đổi năng lượng ánh sáng thành năng lượng điện. Sự chuyển đổi này gọi là hiệu ứng quang điện.

Các pin năng lượng Mặt trời có nhiều ứng dụng trong thực tế. Do giá thành còn đắt, chúng đặc biệt thích hợp cho các vùng mà điện lưới khó vươn tới như núi cao, ngoài đảo xa, hoặc phục vụ các hoạt động trên không gian; cụ thể như các vệ tinh quay xung quanh quỹ đạo trái đất, máy tính cầm tay, các máy điện thoại cầm tay từ xa, thiết bị bơm nước... Các Pin năng lượng Mặt trời được thiết kế như những modul thành phần, được ghép lại với nhau tạo thành các tấm năng lượng Mặt trời có diện tích lớn, thường được đặt trên nóc các tòa nhà nơi chúng có thể có ánh sáng nhiều nhất, và kết nối với bộ chuyển đổi của mạng lưới điện. Các tấm pin Mặt Trời lớn ngày nay được lắp thêm bộ phận tự động điều khiển để có thể xoay theo hướng ánh sáng, giống như cây xanh hướng về ánh sáng Mặt Trời.

1.3.2. Lịch sử

Hiệu ứng quang điện được phát hiện đầu tiên năm 1839 bởi nhà vật lý Pháp Alexandre Edmond Becquerel. Tuy nhiên cho đến 1883 một pin năng lượng mới được tạo thành, bởi Charles Fritts, ông phủ lên mạch bán dẫn selen một lớp cực mỏng vàng để tạo nên mạch nối, thiết bị chỉ có hiệu suất 1%. Russell Ohl được xem là người tạo ra pin năng lượng Mặt trời đầu tiên năm 1946. Sven Ason Berglund đã có phương pháp liên quan đến việc tăng khả năng cảm nhận ánh sáng của pin.

1.3.3. Nền tảng

Tìm hiểu về pin Mặt trời, thì cần một chút lý thuyết nền tảng về vật lý chất bán dẫn. Để đơn giản, miêu tả sau đây chỉ giới hạn hoạt động của một pin năng lượng tinh thể silic.

Nguyên tố Silic thuộc nhóm IVA trong bảng tuần hoàn các nguyên tố hóa học, tức là có 4 electron lớp ngoài cùng. Silic nguyên tố không tìm thấy

trong tự nhiên mà tồn tại dạng hợp chất phân tử ở thể rắn. Cơ bản có 2 loại chất rắn silicon, là đa thù hình (không có trật tự sắp xếp) và tinh thể (các nguyên tử sắp xếp theo thứ tự dãy không gian 3 chiều). Pin năng lượng Mặt trời phổ biến nhất là dạng đa tinh thể silicon.

Silic là vật liệu bán dẫn. Nghĩa là trong thể rắn của silic, tại một tầng năng lượng nhất định, electron có thể đạt được, và một số tầng năng lượng khác thì không được. Đơn giản hiểu là có lúc dẫn điện, có lúc không dẫn điện. Lý thuyết này căn cứ theo thuyết cơ học lượng tử.

Ở nhiệt độ phòng thí nghiệm (khoảng 28°C), Silic nguyên chất có tính dẫn điện kém (cơ học lượng tử giải thích mức năng lượng Fermi trong tầng trống). Trong thực tế, để tạo ra các phân tử silic có tính dẫn điện tốt hơn, chúng được thêm vào một lượng nhỏ các nguyên tử nhóm III hay V trong bảng tuần hoàn hóa học. Các nguyên tử này chiếm vị trí của nguyên tử silic trong mạng tinh thể, và liên kết với các nguyên tử silic bên cạnh tương tự tạo thành một mạng silic (mạng tinh thể). Tuy nhiên các phân tử nhóm III có 3 electron ngoài cùng và nguyên tử nhóm V có 5 electron ngoài cùng. Vì thế nên có chỗ trong mạng tinh thể có dư electron còn có chỗ thì thiếu electron. Vì thế các electron thừa hay thiếu electron (gọi là lỗ trống) không tham gia vào các kết nối mạng tinh thể. Chúng có thể tự do di chuyển trong khối tinh thể. Silic kết hợp với nguyên tử nhóm III (nhôm hay gali) được gọi là loại bán dẫn p bởi vì năng lượng chủ yếu mang điện tích dương (positive), trong khi phần kết hợp với các nguyên tử nhóm V (phốt pho, asen) gọi là bán dẫn n vì mang năng lượng âm (negative). Lưu ý rằng cả hai loại n và p có năng lượng trung hòa, tức là chúng có cùng năng lượng dương và âm, loại bán dẫn n, loại âm có thể di chuyển xung quanh, tương tự ngược lại với loại p.

1.3.4. Vật liệu và hiệu suất

Đã có nhiều loại vật liệu khác nhau được thử nghiệm chế tạo pin Mặt trời. Có hai tiêu chuẩn đánh giá, là hiệu suất và giá cả.

Hiệu suất là tỉ số giữa năng lượng điện từ và năng lượng ánh sáng Mặt trời. Vào buổi trưa một ngày trời trong, ánh Mặt trời tỏa nhiệt khoảng 1000 W/m². trong đó 10% hiệu suất của 1 module 1m² cung cấp năng lượng khoảng 100 W. hiệu suất của pin Mặt trời thay đổi từ 6% từ pin Mặt trời làm từ silic không thù hình, và có thể lên đến 30% hay cao hơn nữa.

Có nhiều cách để nói đến giá cả của hệ thống cung cấp điện (chính xác là phát điện), là tính toán cụ thể giá thành sản xuất trên từng kilo Watt giờ điện (kWh). Hiệu năng của pin Mặt trời tạo dòng điện với sự bức xạ của Mặt trời là 1 yếu tố quyết định trong giá thành. Nói chung, với toàn hệ thống, là tổ hợp các tấm pin Mặt trời, thì hiệu suất là rất quan trọng. Và để tạo nên ứng dụng thực tế cho pin năng lượng, điện năng tạo nên có thể nối với mạng lưới điện sử dụng dạng chuyển đổi trung gian; trong các phương tiện di chuyển, thường sử dụng hệ thống ắc quy để lưu trữ nguồn năng lượng chưa sử dụng đến. Các pin năng lượng thương mại và hệ thống công nghệ cho nó có hiệu suất từ 5% đến 15%. Giá của 1 đơn vị điện từ 50 Eurocent/kWh (Trung Âu) giảm xuống tới 25 eurocent/kWh trong vùng có ánh Mặt trời nhiều.

Ngày nay thì vật liệu chủ yếu chế tạo pin Mặt trời (và cho các thiết bị bán dẫn) là silic dạng tinh thể. Pin Mặt trời từ tinh thể silic chia ra thành 3 loại:

- Một tinh thể hay tinh thể đơn (module) sản xuất dựa trên quá trình Czochralski. Đơn tinh thể loại này có hiệu suất tới 16%. Chúng thường rất mắc tiền do được cắt từ các thỏi silic hình ống, các tấm đơn thể này có các mặt trống ở góc nối các module.
- Đa tinh thể làm từ các thỏi đúc-đúc từ silic nung chảy cẩn thận được làm nguội và làm rắn. Các pin này thường rẻ hơn các đơn tinh thể, tuy

nhiên hiệu suất kém hơn. Tuy nhiên chúng có thể tạo thành các tấm vuông che phủ bề mặt nhiều hơn đơn tinh thể bù lại cho hiệu suất thấp của nó.

- Dải silic tạo từ các miếng phim mỏng từ silic nóng chảy và có cấu trúc đa tinh thể. Loại này thường có hiệu suất thấp nhất, tuy nhiên loại này rẻ nhất trong các loại vì không cần phải cắt từ thỏi silicon.

Nền tảng chế tạo dựa trên Công nghệ sản xuất tấm mỏng, có độ dày 300 μm và xếp lại để tạo nên các module tạo thành các loại pin trên.

1.3.5. Sự chuyển đổi ánh sáng

Khi một photon chạm vào một mảnh silic, một trong hai điều sau sẽ xảy ra:

Photon truyền trực xuyên qua mảnh silic. Điều này thường xảy ra khi năng lượng của photon thấp hơn năng lượng đủ để đưa các hạt electron lên mức năng lượng cao hơn.

Năng lượng của photon được hấp thụ bởi silic. Điều này thường xảy ra khi năng lượng của photon lớn hơn năng lượng để đưa electron lên mức năng lượng cao hơn.

Khi photon được hấp thụ, năng lượng của nó được truyền đến các hạt electron trong mạng tinh thể. Thông thường các electron này lớp ngoài cùng, và thường được kết dính với các nguyên tử lân cận vì thế không thể di chuyển xa. Khi electron được kích thích, trở thành dẫn điện, các electron này có thể tự do di chuyển trong bán dẫn. Khi đó nguyên tử sẽ thiếu 1 electron và đó gọi là "lỗ trống". Lỗ trống này tạo điều kiện cho các electron của nguyên tử bên cạnh di chuyển đến điền vào "lỗ trống", và điều này tạo ra lỗ trống cho nguyên tử lân cận có "lỗ trống". Cứ tiếp tục như vậy "lỗ trống" di chuyển xuyên suốt mạch bán dẫn.

Một photon chỉ cần có năng lượng lớn hơn năng lượng đủ để kích thích electron lớp ngoài cùng dẫn điện. Tuy nhiên, tần số của Mặt trời thường tương đương 6000°K , vì thế nên phần lớn năng lượng Mặt trời đều được hấp thụ bởi silic. Tuy nhiên hầu hết năng lượng Mặt trời có tác dụng nhiệt nhiều hơn là năng lượng điện sử dụng được.



Hình 1.5. Một tế bào quang điện

1.4. HỆ THỐNG ẮC QUY LƯU TRỮ

1.4.1. Khái niệm

Ắc quy thông thường được kết nối là các ắc quy axit. Ắc quy axit bao gồm các điện cực của kim loại chì và à oxit chì ngập trong dung dịch điện phân. Gồm 35% axit và nước. Dung dịch chất điện phân tạo ra các electron. Tạo ra dòng năng lượng chạy bên trong các mạch bên ngoài.

Các ắc quy axit là là hình thức phổ biến trong việc lưu trữ điện năng hiện nay. Có lịch sử thương mại hơn một thế kỷ, và đang được sử dụng trong mọi lĩnh vực của hệ thống công nghiệp bao gồm : điện tử viễn thông, điện dự phòng bởi chi phí thấp. Các ắc quy axit luôn là sự lựa chọn mặc định cho hệ thống lưu trữ trong các ứng dụng mới, và trong lĩnh vực lưu trữ nguồn năng lượng điện mặt trời là một ví dụ điển hình, nhưng đồng thời việc lưu trữ năng lượng điện bằng ắc quy cũng gặp phải những nhược điểm như : năng lượng và công suất lưu trữ thấp, tuổi thọ ngắn và có các môi nguy hại với môi trường.

Chu kỳ của ắc quy được thiết kế với thời gian để phóng gần đúng là 80%, với hiệu suất vào khoảng 80-90%. Tất cả các điện cực cung cấp sẽ cung cấp khoảng 2,14V/ điện cực (12-12,8 V cho một ắc quy 12 V khi được nạp đầy) . Ắc Quy lưu lượng làm việc tương tự như ắc quy axit, nhưng điện cực được lưu trữ trong các thùng chứa bên ngoài và lưu thông qua các tế bào pin ngăn xếp theo yêu cầu. Bể chứa ngoài của chất điện phân có thể lớn hơn cần thiết và được đặt ở nơi an toàn. Bởi vì mật độ tương đối cao và chi phí thấp của kẽm, công nghệ sạc pin kẽm từ lâu đã được coi là hấp dẫn với hệ thống lưu trữ năng lượng quy mô lớn. Tương tự như vậy dòng pin được công nhận là thuận lợi cho các hệ thống lớn. Vì nó có độ linh hoạt cao và mở rộng trong thiết kế. Dòng pin kẽm – brom là sự kết hợp của hai công nghệ này. Cùng với tiềm năng lớn cho các ứng dụng. Đối với pin lưu lượng dung dịch chất điện phân lỏng được bơm từ các thùng chứa thông qua các phản ứng hóa học của ngăn xếp nơi năng lượng hóa học được chuyển thành năng lượng điện hoặc năng lượng điện được chuyển thành hóa năng.

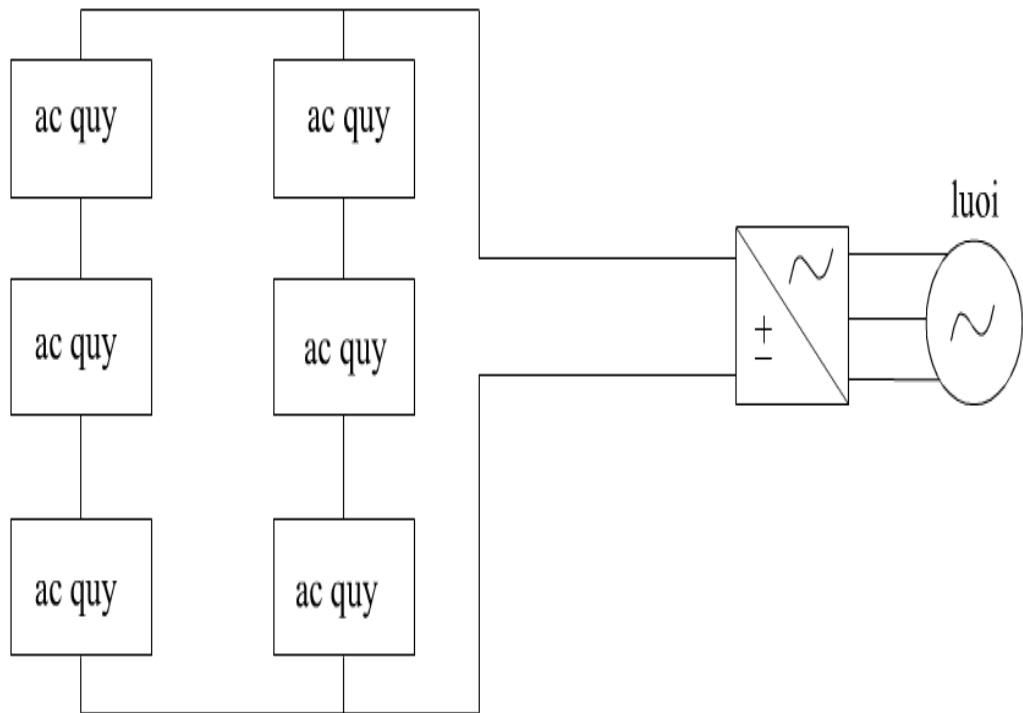
1.4.2. Cấu trúc hệ thống DC-AC sử dụng năng lượng lưu trữ ắc quy(BESS)

- Hình thức pin lưu trữ - bộ biến đổi (DC-AC) :

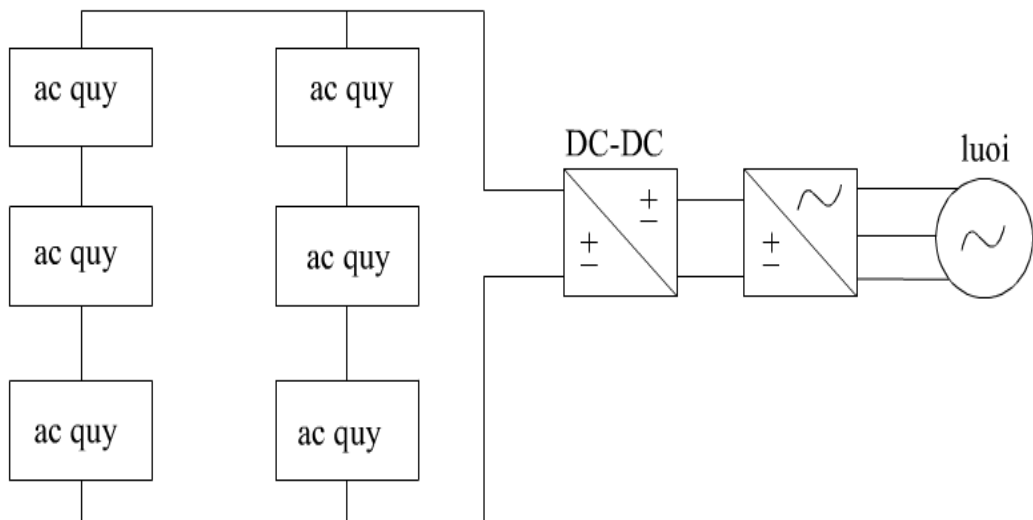
Là cấu trúc mà pin lưu trữ (ắc quy) được nối trực tiếp với bộ biến đổi AC để biến đổi ra điện áp xoay chiều, hệ thống này lấy năng lượng đầu vào là năng lượng điện một chiều điện áp bằng điện áp của ắc quy.

- Hình thức pin lưu trữ - bộ biến đổi (DC-DC)- bộ biến đổi (DC-AC) :

Là hình thức biến đổi điện áp một chiều sang điện áp xoay chiều mà trước khi đưa qua bộ biến đổi DC-AC thì tín hiệu được đưa qua bộ biến đổi DC-DC nhằm thay đổi biên độ điện áp một chiều.



Hình 1.6. Hệ BESS cùng với biến tần.



Hình 1.7. Hệ BESS cùng với bộ biến đổi DC-DC và biến tần

KẾT LUẬN CHƯƠNG 1:

Trong chương 1 của bản đồ án này chúng ta đã tìm hiểu được những vấn đề sau :

- Tìm hiểu về năng lượng mặt trời.
- Biết được cấu trúc của các bộ biến đổi nối lưới năng lượng điện mặt trời (lưới PV).
- Biết được cách thức về biến đổi năng lượng ánh sáng mặt trời thành điện năng sử dụng.
- Biết được cấu trúc của hệ thống ắc quy lưu trữ và cách dùng chúng trong việc sử dụng các bộ biến đổi.

Đó sẽ là tiền đề để chúng ta đi sâu vào nghiên cứu, các hệ thống cụ thể ở các chương sau.

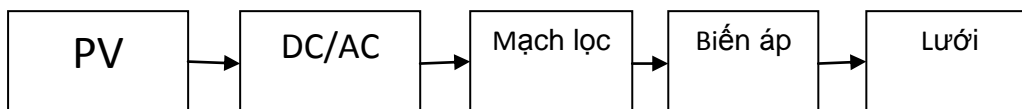
CHƯƠNG 2.

CÁC BỘ BIẾN ĐỔI TÍNH

2.1. BỘ BIẾN ĐỔI DC-DC

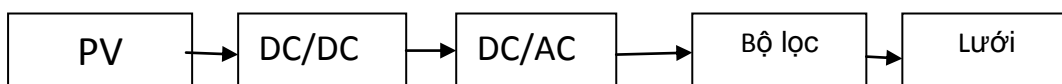
2.1.1. Đặt vấn đề.

Do việc sử dụng nguồn năng lượng mặt trời từ các mảng tế bào quang điện cung cấp cho các biến tần. Mà thường thì công suất của và điện áp của các tấm pin năng lượng mặt trời là khá nhỏ thường rơi vào từ 5-6kW, và khoảng 12(V)DC hoặc 24(V)DC. Do đó việc biến đổi thành hệ thống điện xoay chiều 220(V) hoặc 380(V)AC. Bắt buộc ta phải có thêm các hệ thống tăng áp. Việc tăng áp này có thể thực hiện theo cách là sử dụng biến áp để biến đổi tăng điện áp xoay chiều có biên độ nhỏ từ đầu ra của biến tần.



Hình 2.1 sơ đồ khối bộ biến đổi DC/AC sử dụng biến áp

Nhưng với đề tài được giao là : “ Nghiên cứu mô phỏng các bộ biến đổi cầu 3 pha nối lưới PV không biến áp” chúng ta sẽ không sử dụng bộ biến áp để tăng điện áp sau khi đã biến đổi từ nguồn một chiều sang xoay chiều. Thay vào đó chúng ta sẽ thực hiện một phương án khác đó là sử dụng bộ biến đổi DC/DC nhằm tăng điện áp một chiều trước khi đưa vào bộ biến đổi. Như vậy điện áp 1 chiều được đưa vào bộ biến đổi sẽ đáp ứng điều kiện về biên độ. Và sau khi đã biến đổi ta sẽ không cần phải dùng thêm khối biến áp như vậy sẽ tiết kiệm về chi phí hơn nữa hệ thống sẽ bớt cồng kềnh hơn.



Hình 2.2. sơ đồ khối bộ biến đổi DC/AC không biến áp

2.1.2. Các bộ biến đổi DC/DC

Với yêu cầu là đầu ra điện áp xoay chiều khi được hòa vào lưới là điện áp xoay chiều 3 pha 380(V)AC. Mỗi pha có điện áp là 220(V)AC: $U_{\text{dây}} = \sqrt{3} U_{\text{pha}}$.

$$\Rightarrow \text{Từ công thức : } U_A(t) = \frac{2}{3} E \sin \omega . t$$

$$\Rightarrow E = \frac{3}{2} U_A \Leftrightarrow E = \frac{3}{2} . 220 = 330(\text{V}) \quad (2.1)$$

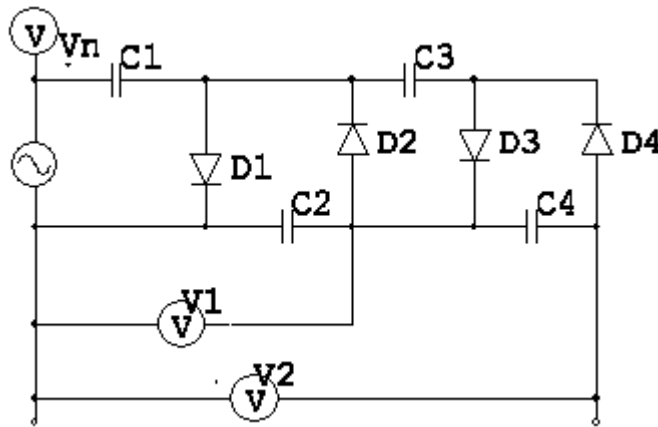
Với bộ biến đổi AC-DC sẽ được mô phỏng và trình bày ở chương sau thì điện áp đầu vào sẽ là 700V DC bởi vì xung mở tranzitor là chùm xung với tần số rất lớn do đó khi đưa qua bộ lọc tích cực LCL sẽ cho biên độ điện áp mong muốn.

Như vậy điện áp 1 chiều để đưa vào bộ biến tần có giá trị biên độ cần đạt đến ngưỡng biên độ là 700(V). Công việc của chúng ta trước hết là thiết kế một bộ biến đổi DC/DC : 24(V)DC/700V(AC).

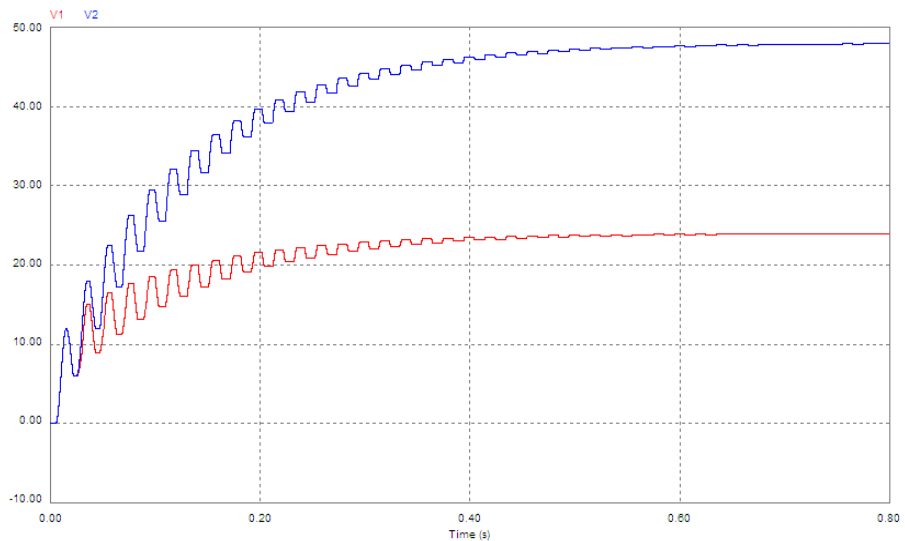
- Bộ biến đổi DC/DC thể sử dụng phương pháp là dùng bộ băm áp một chiều (bộ băm tăng áp) song việc sử dụng bộ băm tăng áp này có nhược điểm là dải điều chỉnh không cao, mạch cồng kềnh, phương pháp điều khiển phức tạp. Sử dụng phương pháp là biến đổi từ điện áp DC 24V lên AC 700 tần số rất lớn. Rồi từ AC 700V này sang DC 700V cấp cho bộ biến tần phương pháp này sử dụng các thiết bị đóng cắt, chuyển mạch công suất mà cụ thể ở đây là mosfet. Song sử dụng phương pháp này chúng ta phải sử dụng đến biến áp xung để nâng điện áp. Việc sử dụng biến áp mang lại kết quả đỡ dẹt về thay đổi biên độ điện áp, song phương pháp này có nhược điểm lớn là gây tổn hao công suất (tổn hao sắt từ).

- Mạch nhân điện áp : Bộ nhận điện áp để tăng giá trị biên độ điện áp lên nhiều lần ta có các bội nhân 2x,4x,8x...Hình (2.3) biểu diễn

mạch và kết quả của bộ nhân điện áp với điện áp đầu vào là 12VAC điện áp ra là 24 và 48VDC . tuy nhiên phương pháp này hiện cũng rất ít được sử dụng trong thực tế vì sử dụng khá nhiều tụ điện và các diode hơn nữa để nhân điện áp lên biên độ gấp nhiều lần ta phải sử dụng nhiều nấc biến đổi, mà muốn thế thì ta phải nhiều lần convers, (chuyển đổi) chúng thành dòng xoay chiều rồi mới đưa vào bộ nhân. Như vậy phương pháp này là không có triển vọng ứng dụng được.



a)



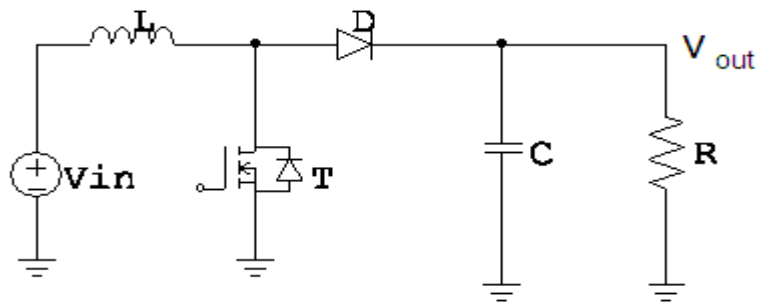
a)

Hình 2.3. Sơ đồ mạch nhân điện áp a) ; kết quả mô phỏng b)

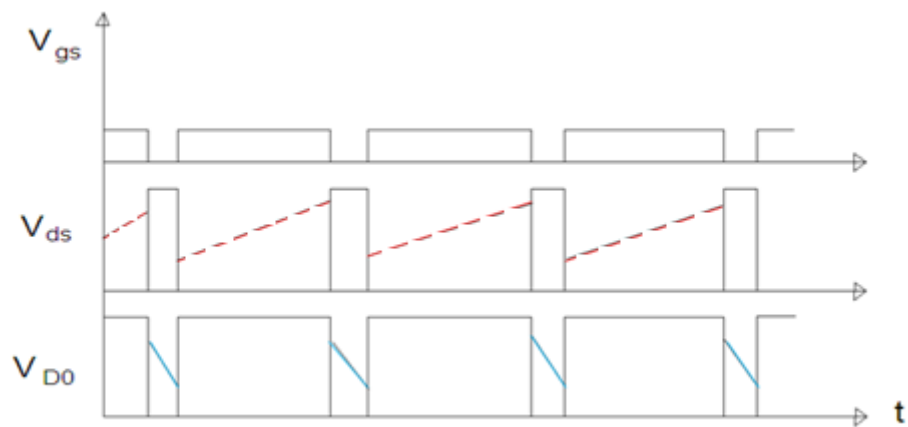
- Muốn biến đổi một điện áp DC tới một điện áp DC có giá trị lớn gấp nhiều lần để nâng điện áp tới giá trị rất cao ví dụ như 380V hoặc 720V để sử dụng cho các bộ biến đổi DC/AC. Hiện nay trong lĩnh vực năng lượng điện mặt trời người thường sử dụng bộ biến đổi Boots cho công việc biến đổi này.

2.1.3. Bộ biến đổi Boots.

2.1.3.1. Bộ biến đổi boots thông thường.



a)



b)

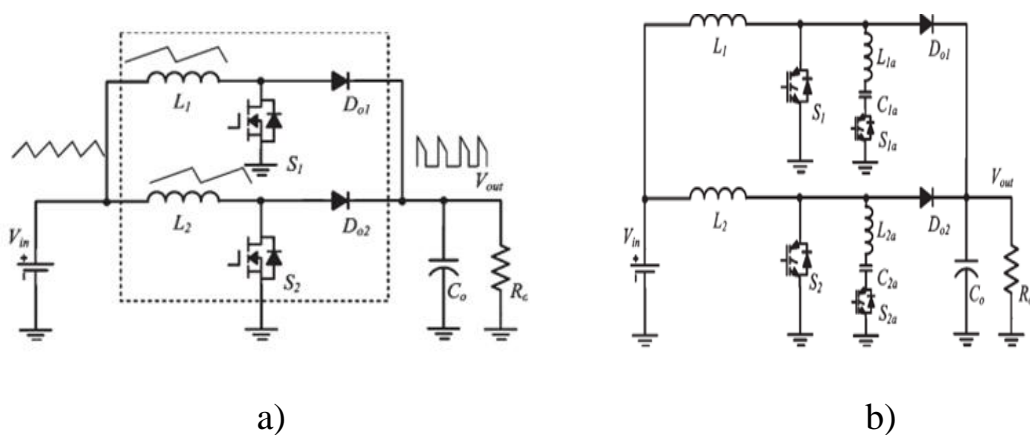
--- i_{ds}
 — i_{D0}

Hình 2.4. Bộ biến đổi boots đơn một pha nối tiếp a) ; giản đồ điện áp dòng điện b)

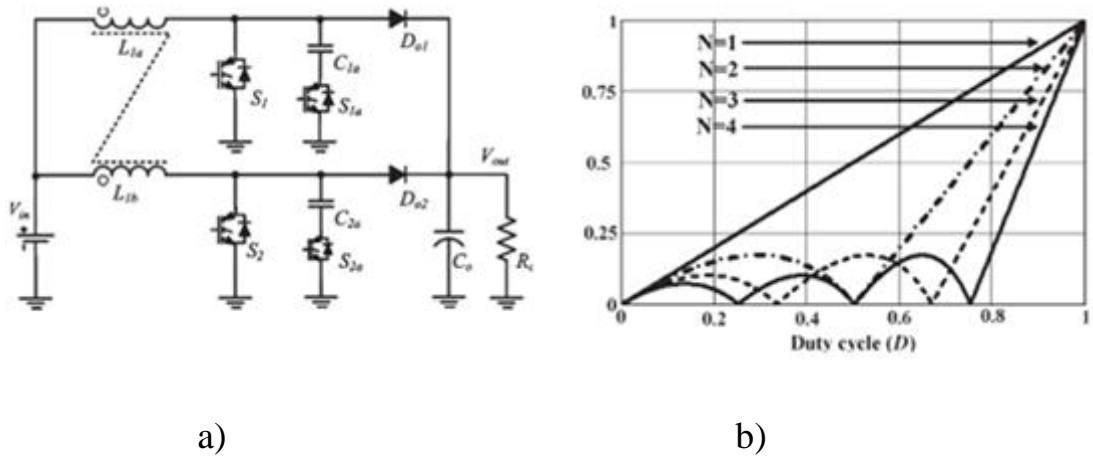
Nguyên lý hoạt động của boot nối tiếp : đầu tiên mở van MOSFET dòng chạy qua cuộn kháng, cảm ứng ở đó 1 sđđ. Khi MOSFET đóng lại sđđ cuộn kháng nạp qua tụ điện, qua diode, chu kỳ sau cũng lặp lại. Như vậy điện áp trên tụ sẽ được nâng lên. Về lý thuyết hệ số khuếch đại của boots nối tiếp là không hề giới hạn khi mà chu kỳ làm việc được khép kín qua một chu kỳ. Tuy nhiên chu kỳ ngắt của van lại ngắn hơn nhiều chu kỳ làm việc của van như ở hình 2.4. (b) . Điều này dẫn đến tổn hao lớn, các tổn hao đóng mở và biến đổi tương đối lớn do hoạt động đóng ngắt cứng. Để giảm mức độ tiêu hao năng lượng thường thực hiện bởi chế độ một pha một van.

2.1.3.2. Bộ biến đổi boots song song.

Việc bổ xung thêm một boots mắc song song nhằm tăng mức công suất và giảm tối đa các dao động dòng, cải thiện tính chất đáp ứng quá độ, giải quyết được sự phân bố nhiệt. Tuy nhiên hoạt động đóng cắt vẫn còn cứng và hiệu suất bị giới hạn vì tổn hao phóng điện ngược của diod. Và sẽ là nguy hiểm nếu áp dụng với điện áp cao. Để thêm một dòng điện zezo tích cực(ZCT) của boots ngược ta mắc thêm một van tích cực, một tụ và một cuộn dây (hình 2.5.b) để khi ngắt van chính sẽ xuất hiện dòng zezo và hiện tượng diod đảo chiều ra sẽ được giảm bớt.



Hình 2.5. a) Sơ đồ mắc song song thêm một boot; b) Thêm một dòng zezo tích cực



Hình 2.6. a) Bộ biến đổi chèn thêm có điện áp zezo tích cực có hồ cảm móc vòng ; b) chu kỳ công tác và các pha cài vào

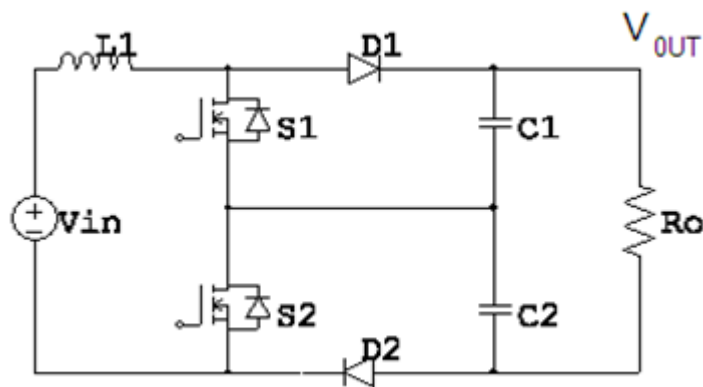
Vấn đề diod phóng điện có thể được giảm nhẹ và dòng zezo van ZCS có thể đạt được nhờ cảm kháng tản của cuộn móc vòng (hình 2.6.a). Một bộ biến đổi chèn thêm có điện áp ze-ro tích cực biểu diễn, một mạch ngoài gồm chỉ có một cực van công suất và tụ điện nhỏ được đưa vào mỗi pha của bộ biến ngược này với các cuộn dây hồ cảm. ZCS khi mở và (điện áp zero của van) ZVS khi đóng van được thực hiện ở mạch đảo chiều ngoài trong suốt quá trình chuyển mạch. Cảm kháng tản của cuộn kháng hồ cảm được sử dụng để điều khiển dòng ngắt của diod phóng điện ngược, cái đó làm giảm vấn đề phóng điện ngược của diod. Bộ biến đổi đối xứng và phù hợp với việc sử dụng công suất lớn, hiệu suất lớn dòng DC/DC. Một tổn thất tác dụng và bị động lớn tồn tại trong bộ biến ngược boost thường. Tuy nhiên phần lớn được cải thiện với sự có mặt của ứng dụng PFC. Nó không phù hợp với việc áp dụng để nối mạng PV có điện áp ra và hiệu suất cao. Mối quan hệ của một dòng điện dao động vào, chu kỳ công tác và các pha cài vào biểu diễn trên (hình 2.6.b) Bốn pha của bộ biến đổi này có thể tối thiểu hóa dao động dòng vào khi chu kỳ công tác là 0.75 0.75. Tuy nhiên hiệu quả loại trừ dòng dao động là kém khi chu kỳ công tác đạt 0,9. Vì vậy rất dễ thực hiện một chu kỳ

làm việc dài như thế do giới hạn của các IC tương tự. Vì vậy không đủ để tối thiểu hóa tính chất của mạch chỉ bằng việc thực hiện cấu trúc chèn trong ứng dụng điện áp ra cao.

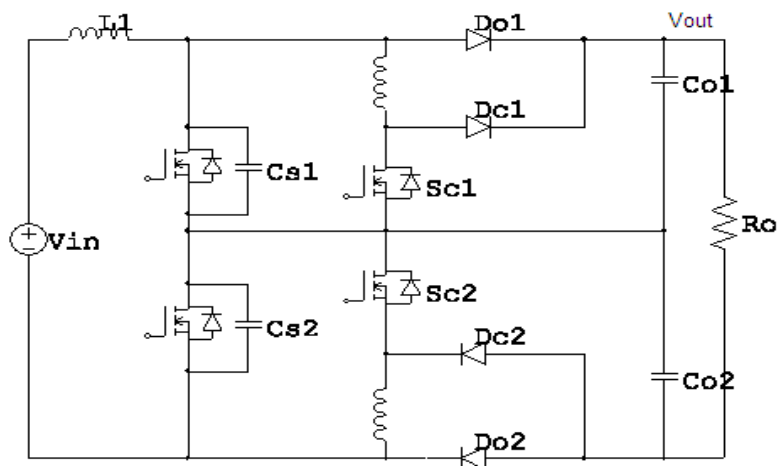
2.1.3.3. Bộ biến đổi boots 3 mức

Một bộ biến đổi 3 mức có thể khuếch đại điện áp lên 2 lần và có thể giảm xung điện áp trên các van công suất đi $\frac{1}{2}$ so với bộ biến đổi boost thông thường 2 mức, bộ biến đổi này phù hợp với các áp dụng có điện áp vào thấp điện áp ra cao. Bộ biến đổi truyền thống Boost 3 mức biểu diễn trên (hình 2.7) Điện áp xung thấp và tính chất cao của MOSFETS với R_{DS_ON} thấp có thể thực hiện để giảm giá thành mạch và tổn hao dẫn điện. Tổn hao đóng ngắt được giảm đi và nhiễu EMI được khử do xung điện áp thấp. Tuy nhiên thiết bị bán dẫn công suất làm việc dưới điều kiện đóng mở cứng và điện áp phóng ngược được sử dụng. Một số giải quyết việc đóng mở tích cực được biểu diễn để giải quyết tính chất đóng mở mềm cho các thiết bị công suất để giảm vấn đề diod phóng ngược ra. (Hình 2.8) chỉ ra một ví dụ về một điện áp chuyển đổi zero của bộ biến đổi boost 3 mức. Cực tích của van $S_{c1}(2)$ sẽ mở trước van chính $S_1(2)$. Điện áp quá độ ZVT(zero voltage transition) sẽ mở van chính được thực hiện bởi cộng hưởng của tụ $C_{s1}(2)$ và kháng $L_{r1}(2)$. Điện áp zero ngắt (zero voltage switch) sẽ ngắt van chính đạt được nhờ tụ song song $C_{s1}(2)$. Tuy nhiên cực tích cực của van làm việc với đóng mở cứng. Hơn nữa(Moreover) sự giảm rờ ràng (ringing) bởi các tụ ký sinh của cực tích cực van và cộng hưởng điện kháng sẽ tăng độ xung điện áp. Bên cạnh giải đáp ZVT tích cực thì tổn hao kháng lại thực hiện theo một con đường khác để đạt được hoạt động đóng mở mềm vì rằng cái đó không đòi hỏi phải thêm các thiết bị tích cực và thiết bị điều khiển van. (Hình 2.9) chỉ ra một ví dụ tổn hao bị động đóng ngắt mềm của bộ biến đổi boots 3 mức. Mỗi một tổn hao bị động đóng ngắt mềm được thực hiện bởi cộng hưởng cuộn dây

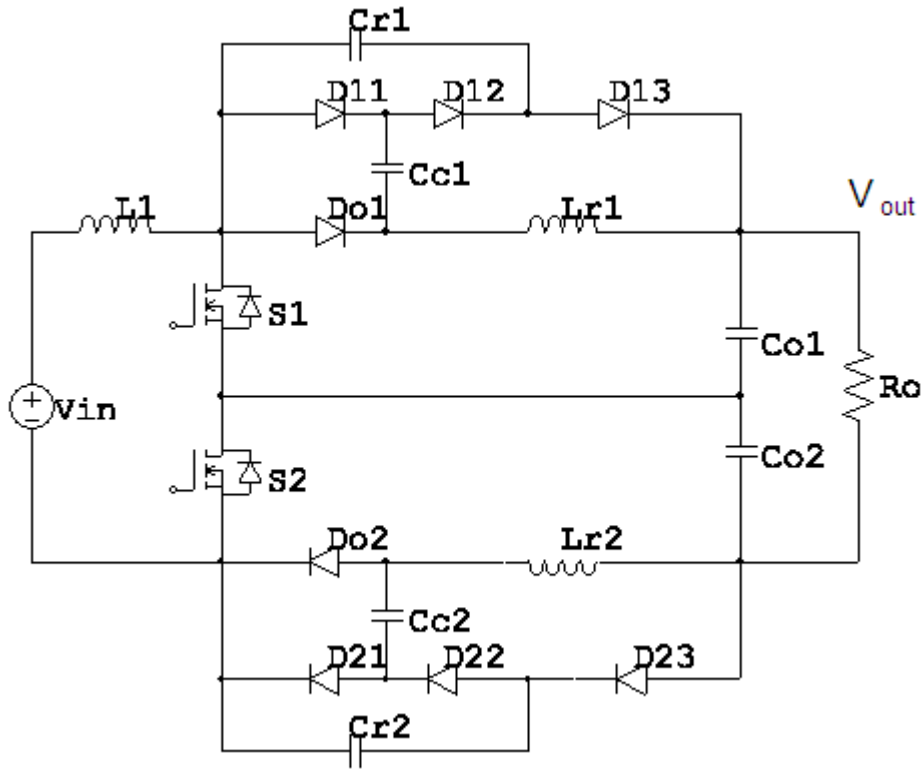
($L_{r1}(2)$), và tổn hao tụ điện ($C_{r1}(2)$), một tụ điện trích năng lượng ($C_{c1}(2)$), và 3 diod ($D1(2)1$, $D1(2)2$, & $D1(2)3$). Dòng zero van ZCS (zero current switch) sẽ mở và ZVS sẽ ngắt van chính $S1(2)$ và van ZCS ngắt còn ZVS mở của diod ra $D_{o1}(2)$ đã đạt được bởi sự cộng hưởng của cuộn dây $L_{r1}(2)$ các tụ điện $C_{r1}(2)$ & $C_{c1}(2)$. Ở mỗi một tầng sự cộng hưởng năng lượng đầu tiên được tích trữ ở $C_{c1}(2)$ và nó được chuyển ra tải. Tất cả các thiết bị công suất hoạt động dưới tác động của điều kiện đóng mở mềm để đạt được hiệu suất của sơ đồ mạch cao. Thiết bị điều khiển phụ không yêu cầu nhờ giả quyết.



Hình 2.7 Bộ biến đổi boots 3 mức truyền thống



Hình 2.8 Tạo điện áp zezo cho bộ biến đổi boots 3 mức

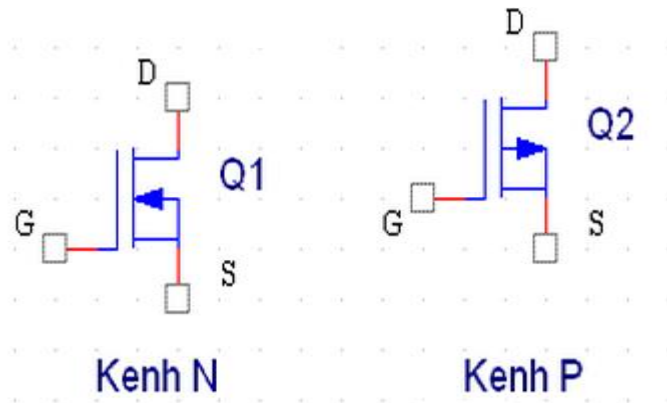
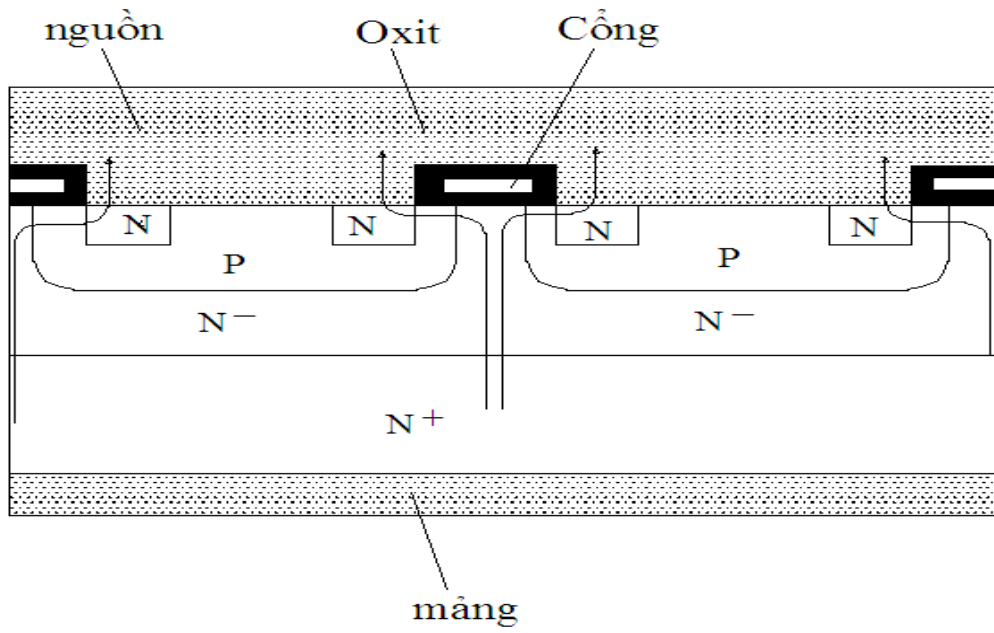


Hình2.9. Tổn hao bị động đóng ngắt mềm của bộ biến đổi boost 3

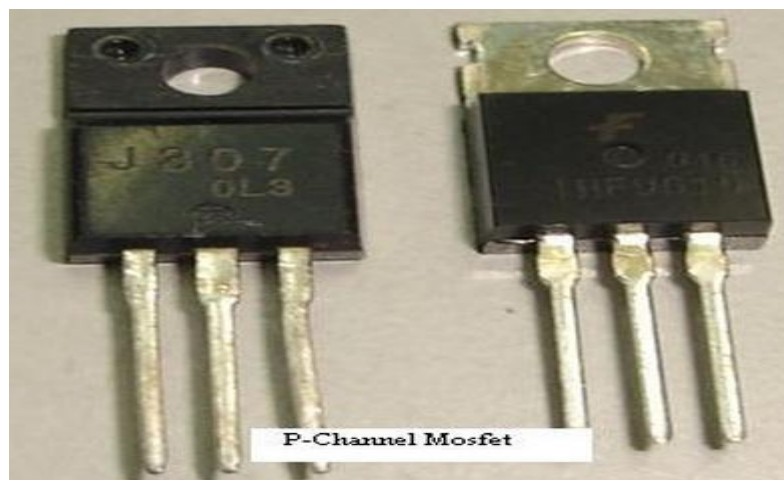
2.1.4. MOSFET

a) Cấu trúc

Mosfet được sử dụng đóng cắt trong bộ biến đổi điện áp DC-DC trong phần trên. Mosfet công suất ra đời do công nghệ mới cho phép dòng điện chạy theo chiều thẳng đứng, nghĩa là vuông góc với bề mặt như trong transistor lưỡng cực. Đầu tiên người ta tạo nên transistor kiểu VMOS (V=Vertier) ngày nay thường dùng DMOS (D=Double diffusion) kiểu khuếch tán kép. Điện áp V_{GS} dương lôi kéo các hạt thiểu số của miền P khỏi lớp oxit và đẩy các điện áp dương. Khi điện áp V_{GS} trở nên lớn hơn V_T sẽ xuất hiện trên các kênh khiến N, theo đó dòng điện có thể chạy từ máng về nguồn. (hình2.10). Một phần dòng điện nhỏ vẫn theo chiều ngang nhưng có thể thu được dòng điện máng lớn bởi vì transistor tạo nên từ nhiều đơn vị nguyên tố như trên hình.



Hình 2.10. Cấu tạo và ký hiệu của MOSFET



Hình 2.11. Cấu tạo của MOSFET kênh P

b) đặc tính ra

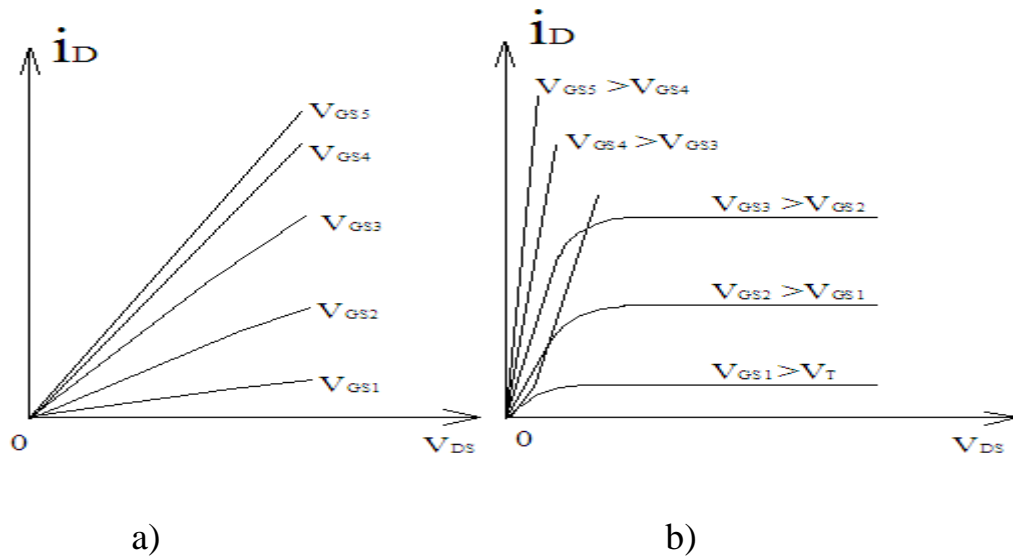
Các đặc tính ra cho dòng điện máng i_D theo điện áp máng nguồn V_{DS} với các giá trị điện áp V_{GS} khác nhau và được biểu diễn trên hình 2.12a , còn hình 2.12b, là mở rộng phần đầu của hình 2.12a. Dòng điện i_D chỉ chạy qua nếu điện áp V_{GS} lớn hơn ngưỡng điện áp V_T tạo nên các kênh điều khiển N. Tiết diện của các kênh phụ thuộc vào hiệu $V_{GS} - V_T$.

Khi V_{DS} còn nhỏ. Khoảng vài V, dòng điện i_D nhỏ, khi chạy qua không làm thay đổi điện trở xuất, dòng i_D tăng tuyến tính theo V_{DS} .

Khi i_D tương đối lớn, dòng điện tử làm bão hòa các kênh, i_D hầu như không đổi khi V_{DS} tăng, đặc tính nằm ngang. Giá trị V_{DS} ứng với việc bão hòa các kênh, i_D hầu như không đổi khi V_{DS} tăng, đặc tính sẽ nằm ngang. Giá trị V_{DS} ứng với việc bão hòa các kênh gọi là điện áp kẹp.

Trong kỹ thuật điện tử tuyến tính , ta làm việc trong vùng $i_D = f(V_{DS})$ nằm ngang. Trong điện tử công suất tranzitor phải làm việc ở chế độ đóng - mở.

- Chuyển mạch sẽ mở khi $V_{GS} < V_T$. Thực vậy chuyển mạch sẽ mở khi $V_{GS} = 0$ điện trở R_{DSoff} giữa máng và nguồn bằng vô cùng.
- Chuyển mạch sẽ đóng khi V_{GS} đủ để i_D tạo nên điện áp rơi V_{DS} bé. Tăng V_{GS} sẽ làm giảm V_{DS} như hình 2.12a. Tuy nhiên ở điện áp vài chục V việc giảm V_{DS} ở i_D đã cho sẽ không chạy nữa.



Hình 2.12. Đặc tính của MOSFET

c) Đặc tính vào

Công bị cách ly, trên thực tế không có dòng điện giữa công và nguồn. Thực tế vẫn có dòng điện dò rất bé cỡ μ ampe. Tổng trở vào là rất lớn, trên $1M\Omega$, là ưu điểm của mosfet so với tranzitor lưỡng cực.

Ta có thể vẽ đặc tính truyền đạt khi cho i_d theo V_{GS} và V_{DS} không đổi. Các đặc tính này cho thấy sau khi V_{GS} vượt qua điện áp ngưỡng V_T . Nói chung là từ 2 đến 4V, dòng điện i_D tăng nhanh. Độ dốc của đặc tính truyền đạt gọi là điện dẫn truyền đạt g_{FS} .

Tăng nhiệt độ làm tăng số hạt thiếu số trung bình trong miền p nhưng làm giảm độ linh động của các hạt đa số. Khi nhiệt độ tăng, điện áp ngưỡng giảm nhưng i_D tăng theo V_{GS} chậm hơn.

2.1.5. Mô phỏng bộ biến đổi DC/DC :24-700V.

Để biến đổi DC/DC từ điện áp thấp lên biên độ điện áp cao ta sử dụng 2 hay nhiều bộ biến đổi boots. Thiết kế Bộ biến đổi DC/DC : 24-700V sẽ thực hiện bằng phương pháp:

trước hết sử dụng boots nối tiếp để biến đổi điện áp DC từ 24V lấy từ đầu ra của các pin nhiên liệu được đấu nối tiếp hoặc từ các ắc quy 12V đấu nối tiếp. Điện áp đầu ra sẽ là 175V DC, điện áp này ta đưa qua 2 bộ biến đổi boots 3 mức để tăng gấp 2 lần biên độ khi qua mỗi bộ biến đổi. Như vậy điện áp ra sau cùng sẽ là 700V DC dùng cho bộ biến tần.

a. Bộ biến đổi (DC-DC : 24V-175V) qua boots nối tiếp.

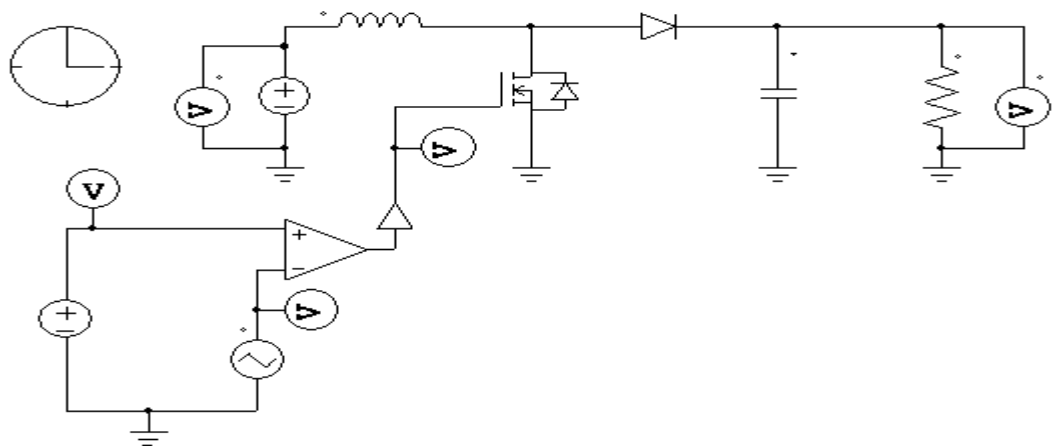
Các thông số của bộ biến đổi:

- $V_{in} = 24V$
- $L = 10\mu H$
- $R = 0.1 \Omega$
- $C = 0.5m F$
- $V_{out} = 175V$
- Thời gian mô phỏng là 0.1 (s)

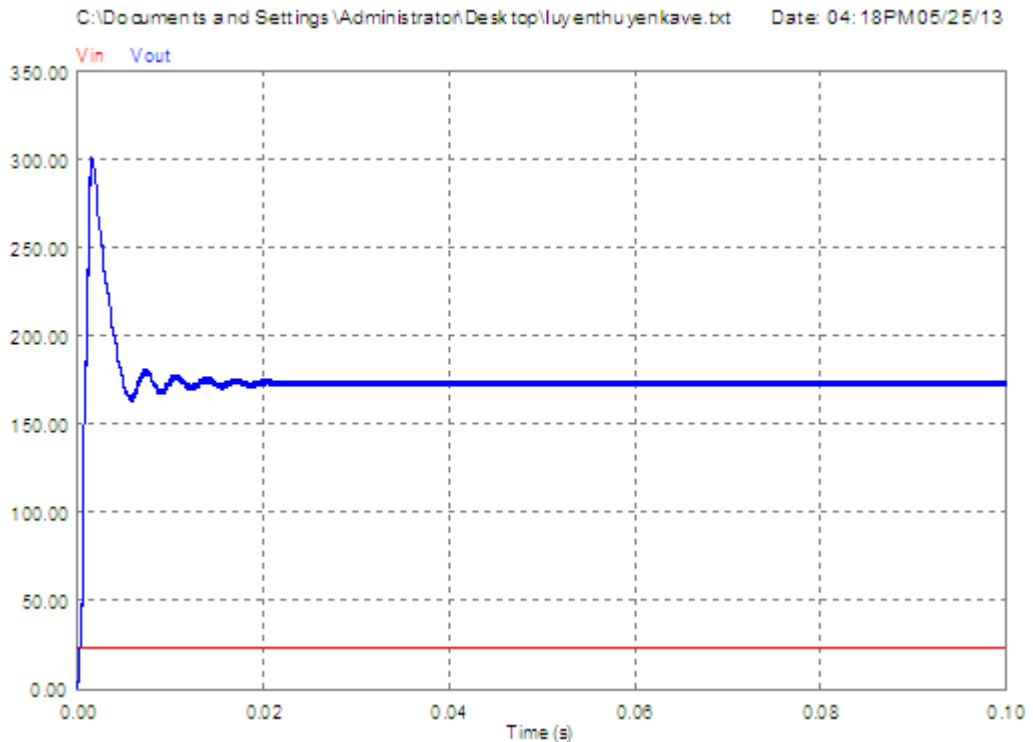
Bộ biến đổi boots có này có hệ số biến áp là : $175/24 = 7.29 = T/T_1$:

$$\Rightarrow \frac{T_1}{(T-T_1)} = \frac{(U_{rc}-U_{dk})}{U_{dk}} \Leftrightarrow 0.158 = \frac{(U_{rc}-U_{dk})}{U_{dk}} \quad (2.4)$$

Ta có U_{rc} là cố định , chọn $U_{rc} = 12V$. từ (2.4) $\Rightarrow U_{dk} = 10.35(V)$



Hình 2.13. Bộ biến đổi DC-DC : 24-175V sử dụng boots nối tiếp



Hình 2.14. Kết quả mô phỏng trên PSIM

Điện áp trên hình có: thời gian đạt đến ngưỡng ổn định tức thời gian quá độ phụ thuộc vào giá trị điện cảm và độ nhớt phụ thuộc vào giá trị tụ.

b. Bộ biến đổi (DC-DC: 175-350) boots 3 mức

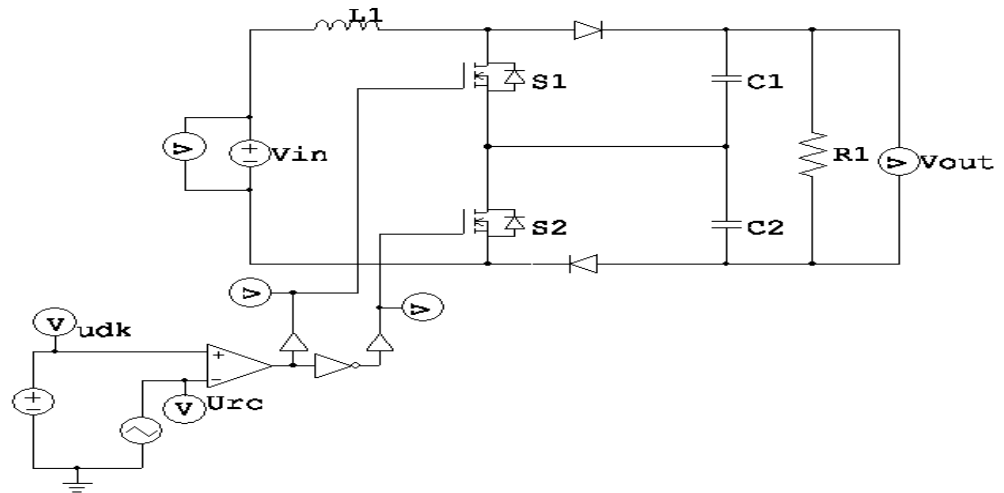
Các thông số của bộ biến đổi:

- $V_{in} = 175V$
- $L = 1mH$
- $R = 0.1 \Omega$
- $C = 50 \mu F$
- $V_{out} = 350V$
- Thời gian tiến hành mô phỏng :0.01 (s)

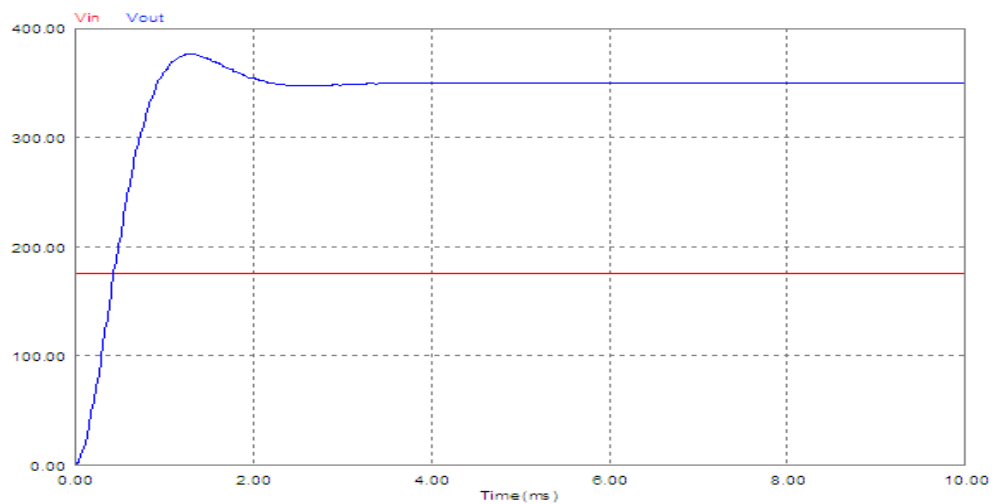
Bộ biến đổi boots có này có hệ số biến áp là : $350/175 = 2 = T/T_1$:

$$\Rightarrow \frac{T_1}{(T-T_1)} = \frac{(U_{rc}-U_{dk})}{U_{dk}} \Leftrightarrow 2 = \frac{(U_{rc}-U_{dk})}{U_{dk}} \quad (2.4)$$

Ta có U_{rc} là cố định, chọn $U_{rc} = 12V$. từ (2.4) $\Rightarrow U_{dk} = 6(V)$



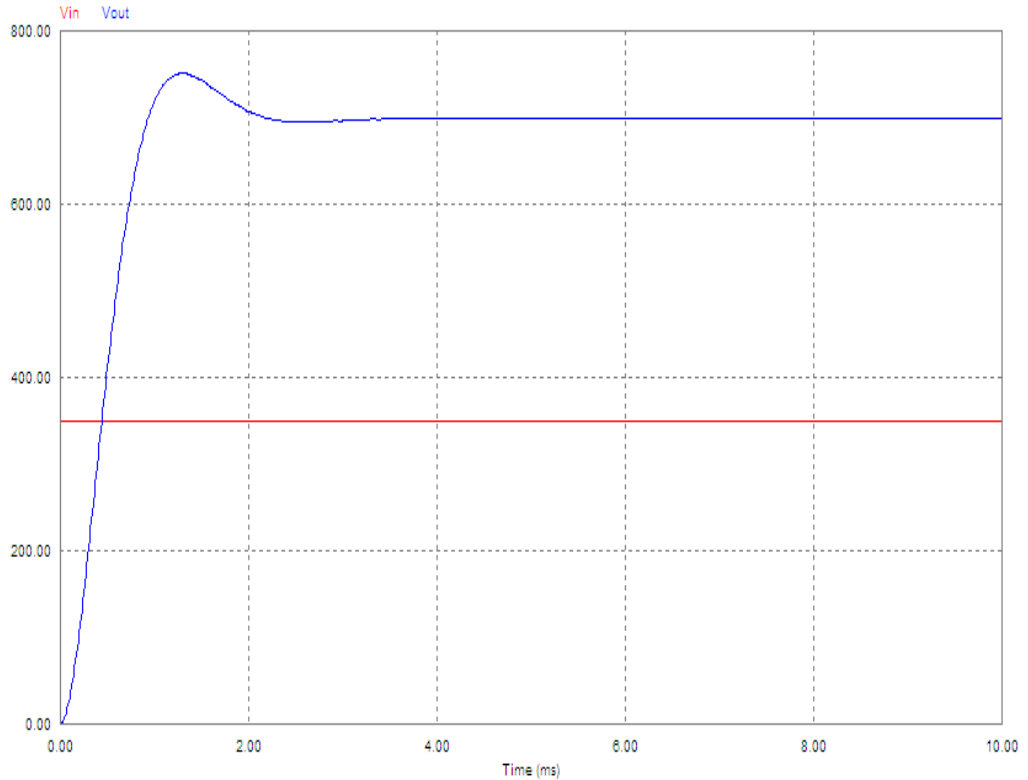
Hình2.15. Bộ biến đổi DC-DC : 175 – 350V sử dụng boots 3 mức



Hình 2.16. Kết quả mô phỏng trên PSIM

c. Bộ biến đổi (DC-DC : 350 -700) boots 3 mức

Bộ biến đổi có cấu trúc giống như Bộ biến đổi (DC-DC: 175-350V) boots 3 mức nhưng với điện áp $V_{in} = 350V$, $V_{out} = 700V$.



Hình 2.17. Kết quả mô phỏng trên PSIM

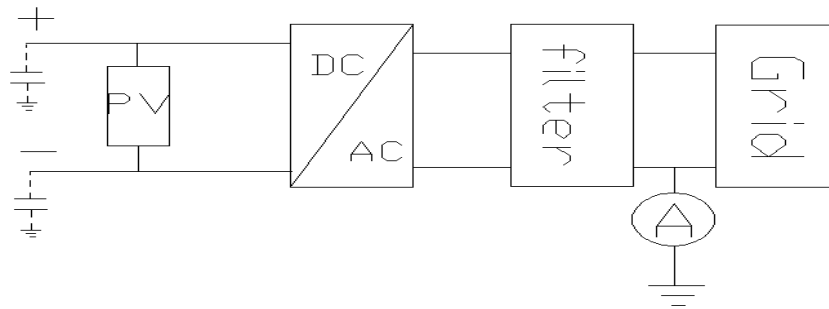
2.2. BỘ BIẾN ĐỔI DC-AC

2.2.1. Khái niệm

Hầu hết các hệ thống PV là hệ thống có quy mô nhỏ, công suất thường từ 5-6 Kw công suất có thể lớn hơn nếu đặt hệ thống các các tấm PV ở nơi có cường độ và diện tích chiếu sáng lớn chẳng hạn như trên mái của các tòa nhà. Là một nguồn năng lượng sạch có triển vọng lớn trong tương lai khi mà các vấn đề về ô nhiễm môi trường ngày nay càng nghiêm trọng. Bộ biến đổi DC-AC sử dụng năng lượng từ các tấm PV có đầu vào là nguồn điện 1 chiều có điện áp nhỏ qua các bộ biến đổi sử dụng các linh kiện điện tử công suất biến đổi thành nguồn năng lượng xoay chiều liên tục điện áp sin 1 pha hoặc 3 pha với tần số 50Hz điện áp 220V một pha và 380V 3 pha. Muốn vậy ta phải sử dụng mạch lọc điện áp gồm các tụ điện và điện cảm để lọc từ điện áp xoay

chiều 3 pha từ đầu ra của bộ biến tần chứa nhiều sóng hài có hại cho các thiết bị thành dạng sóng gần hình sin nhất để đưa vào sử dụng.

Vì lý do an toàn hầu hết tất cả các hệ thống PV có kết cấu cách điện tốt. Việc sử dụng biến áp để để tăng hoặc giảm hoặc cách ly điện áp theo yêu cầu sau khi thực hiện việc biến đổi từ điện áp DC sang điện áp AC là không khả quan do hệ thống sẽ khá cồng kềnh, gia tăng kích thước, chi phí sẽ tăng và tổn hao lớn gây ra ở lõi từ biến áp, Dẫn đến làm giảm hiệu quả của hệ thống. Việc bỏ qua biến áp cách ly cho chúng ta một kết quả là hệ thống có kích thước nhỏ hơn và giảm được chi phí. Ở hệ thống PV xuất hiện điện dung ký sinh điện dung xuống đất việc này là không thể tránh khỏi.



Hình 2.18. Bộ biến đổi DC-AC với điện dung ký sinh

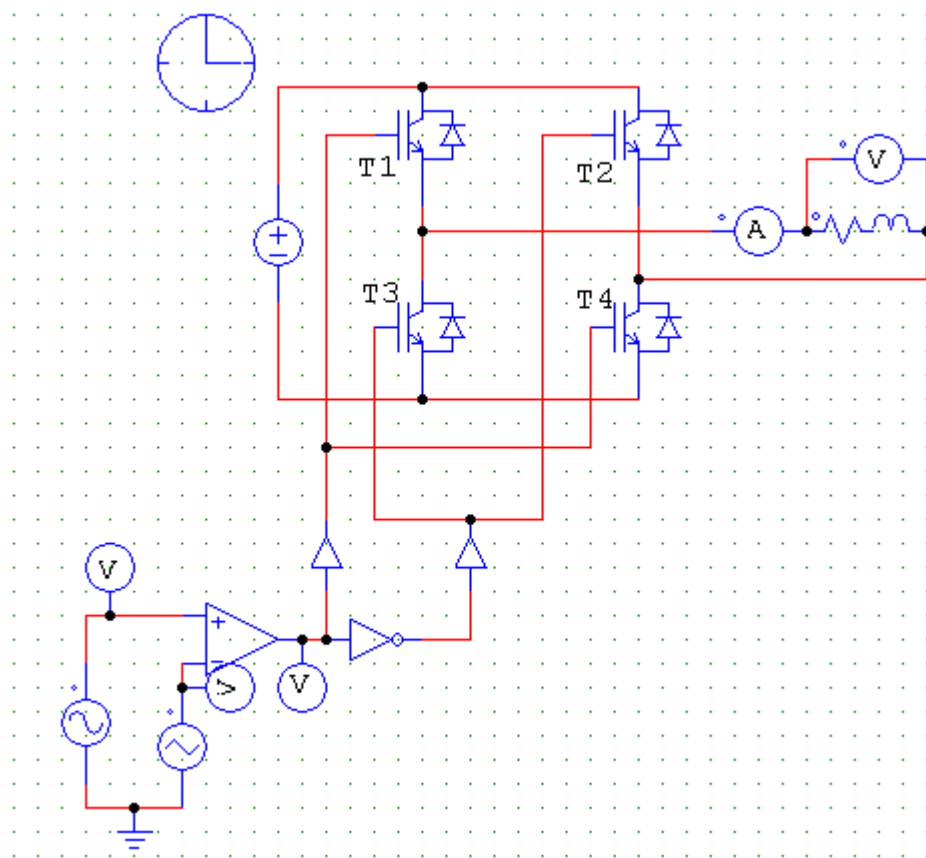
Hệ thống PV trên với điện dung ký sinh với đất được biểu diễn bằng các đường nét đứt. Việc cách điện không tốt có thể gây ra tổn thất điện áp tức là sẽ có dòng rò rỉ từ các tấm PV xuống đất. Điều này làm thay đổi điện áp +DC, và -DC. Mức độ rò rỉ này phụ thuộc vào biên độ và tần số của dao động điện áp, cũng như giá trị của điện dung ký sinh hay còn gọi là điện dung rò rỉ. Điều này dẫn đến điện dung ký sinh phụ thuộc vào nhiều yếu tố có thể liệt kê ra sau đây :

- Bảng PV và cấu trúc khung
- Bề mặt và khoảng cách của cá tế bào

- Modul khung
- Điều kiện thời tiết
- Độ ẩm
- Bụi
- Loại bộ lọc EMC.

2.2.2. Các bộ biến tần

2.2.2.1. Biến tần cầu 1 pha



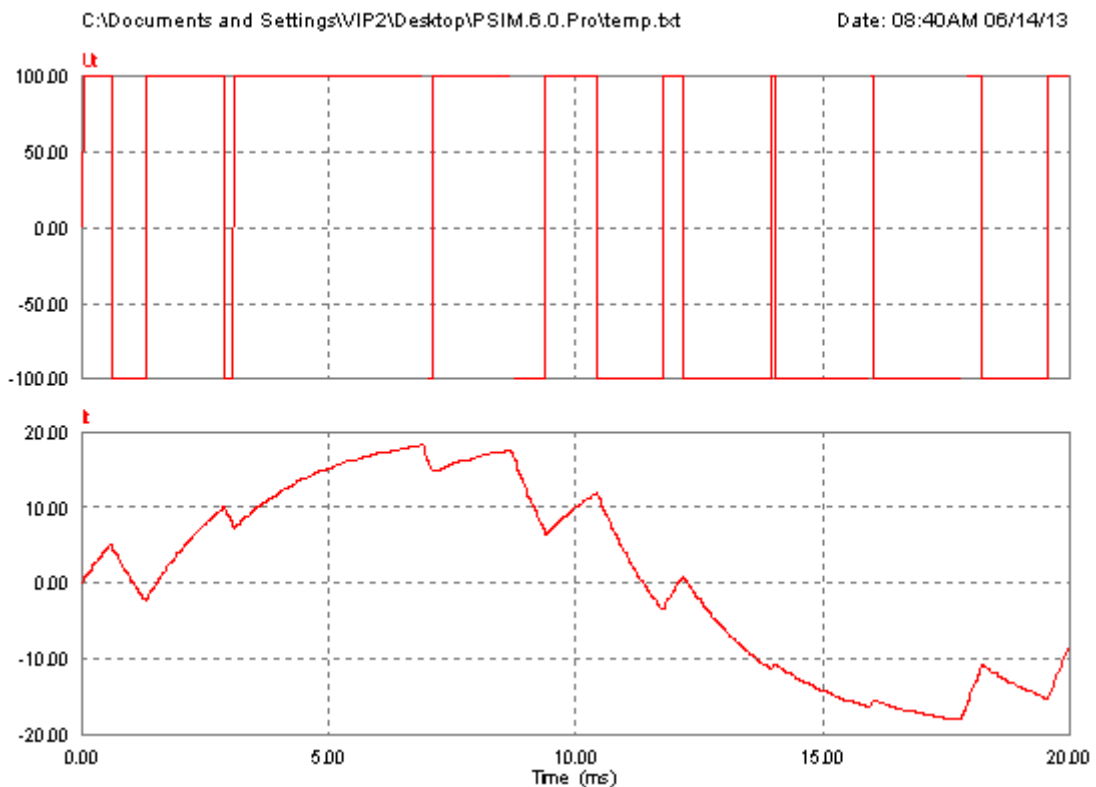
Hình 2.19. Sơ đồ bộ biến tần cầu 1 pha

a. Nguyên lý hoạt động

Ta lần lượt phát xung mở cho các cặp tranzitor T1 sẽ dẫn cùng T4. T2 sẽ dẫn cùng T3. Khi một cặp đang dẫn thì cặp kia sẽ khóa.

- Trong nửa chu kỳ đầu phát xung mở cho T1,T4 dòng điện chạy từ nguồn một chiều qua T1. Lúc này T2,T3 chưa có xung nên chưa dẫn. Dòng qua tải qua T4 về đầu kia của nguồn DC. Điện áp trên tải $U_T = U_N$.

- Trong nửa chu kỳ tiếp theo phát xung mở cho T2,T3. Dòng chạy từ nguồn một chiều qua T2. Lúc này T1,T4 chưa có xung nên khóa. Dòng qua tải qua T3 về đầu kia nguồn DC. Điện áp trên tải $U_T = - U_N$.

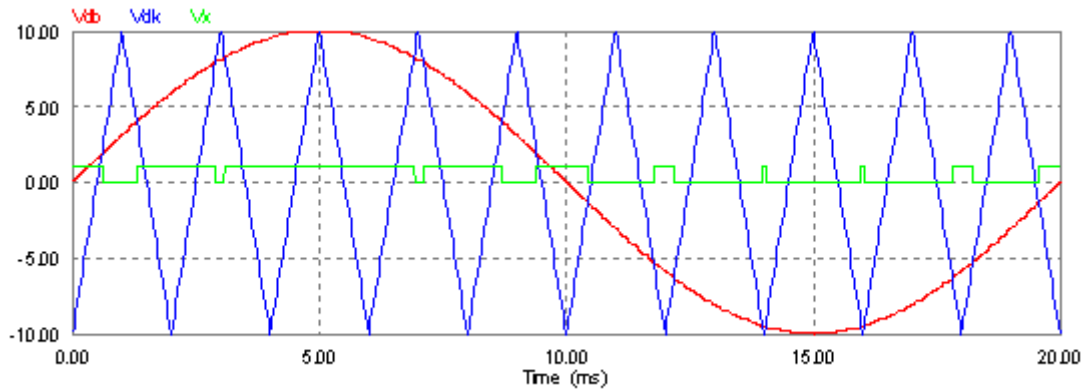


Hình 2.20. Dạng sóng của điện áp, dòng điện đầu ra của biến tần

Hình dạng của điện áp ra phụ thuộc vào xung điều khiển, có biên độ bằng với biên độ nguồn một chiều. Dòng điện ra không có dạng sóng giống điện áp do trên tải có điện cảm chống lại sự biến thiên đột ngột của dòng điện do đó dòng không thể đột ngột bằng 0 được.

b. Xung điều khiển biến tần cầu 1 pha

Xung điều khiển tranzitor của bộ biến tần cầu 1 pha được phát từ bộ tạo xung được mô tả trên Hình 2.21



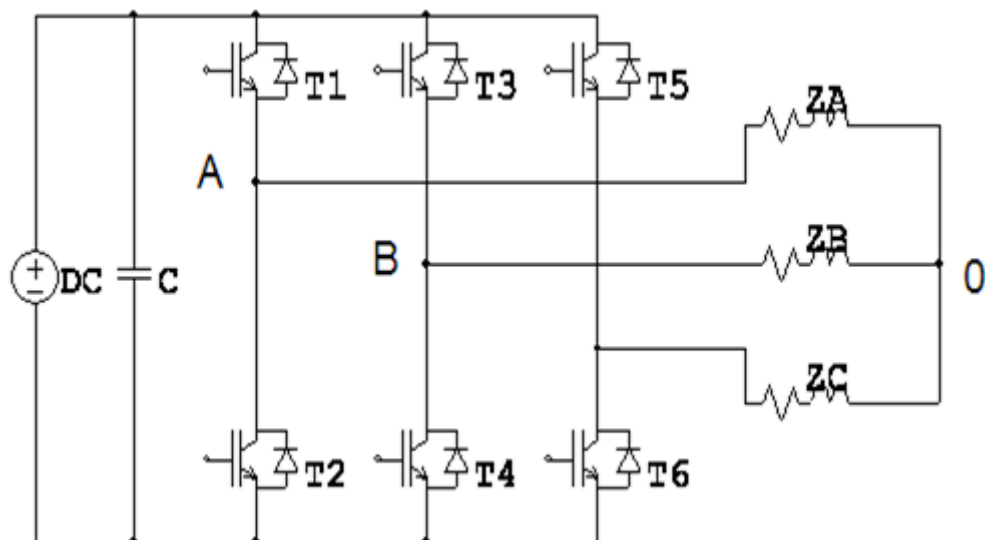
Hình 2.21. Xung điều bộ biến tần cầu 1 pha

Trên hình ta thấy xung điều khiển mở các tranzitor V_X có độ rộng phụ thuộc vào biên độ và tần số của điện áp tam giác (U_{dk}). Việc thay đổi độ rộng của V_X dẫn đến việc thay đổi điện áp ra của bộ biến tần. Trên hình là kết quả mô phỏng của bộ tạo xung với :

- U_{db} (điện áp động bộ) 12V, 50Hz
- U_{dk} (điện áp mang tam giác) 500Hz, 10V.

2.2.2.2. Bộ biến tần cầu 3 pha

a. Khái niệm



Hình 2.22. Sơ đồ nguyên lý bộ biến tần cầu 3 pha.

Bộ biến tần có cấu trúc gồm 6 tranzitor mắc thành cầu 3 pha tức là một nhóm 3 transistor (T1,T3,T5) nối chung Anot và một nhóm gồm 3 tranzitor nối chung katot (T2,T4,T6) các transistor này được mắc song song với ngược với các diode nhằm bảo vệ chúng khi tải xả năng lượng, dòng xả năng lượng này có thể dẫn đến làm hỏng các van trên. Bộ biến tần được nối trực tiếp với lưới PV (coi như là lưới điện 1 chiều DC) có mắc song song một tụ điện C để lọc điện áp nguồn đầu vào một chiều. Đầu ra là dòng điện xoay chiều 3 pha. Đầu ra này thường có thêm các mạch lọc điện áp từ điện áp đa hài xoay chiều (không sin) sang điện áp xoay chiều sóng hình sin. Sở dĩ ta cần thêm mạch lọc điện áp là vì các sóng không sin thường chứa các sóng bậc cao. Các sóng bậc cao này thường gây ra tổn thất điện năng. Đầu ra có thể nối với các tải tiêu thụ thường là các động cơ 3 pha công suất nhỏ hoặc được nối phát điện bổ xung cho lưới.

b. Nguyên lý hoạt động

Ta xét sự hoạt động của biến tần và điện áp trên một pha chẳng hạn như pha A các pha còn lại tương tự với điện áp lệch pha so với pha A lần lượt một góc 120° và 240°

- Trong khoảng thời gian từ 0-t1: các transistor (T1,T4,T5) được cấp xung điều khiển các transistor trên dẫn cho dòng chạy từ đầu +DC qua các tranzitor T1,T5, qua các tải ZA và ZC tới điểm 0 rồi qua tải ZB qua T4 về đầu -DC của nguồn một chiều. Như vậy điện áp rơi trên tải ZA bằng điện áp DC/3.

- Trong khoảng thời gian từ t1-t2: phát xung mở cho các transistor T1, T4,T6, các transistor trên dẫn cho dòng chạy qua, qua T1 qua tải ZA về điểm 0, qua các tải ZB qua T4, qua tải ZC qua T6 về -DC của nguồn. Các transistor còn lại chưa có xung điều khiển nên khóa. Như vậy điện áp trên pha A bằng $2DC/3$.

- Trong khoảng thời gian từ t2-t3: phát xung mở cho các transistor T1,T3,T6. Các transistor trên dẫn cho dòng chạy qua, các transistor còn lại chưa có xung

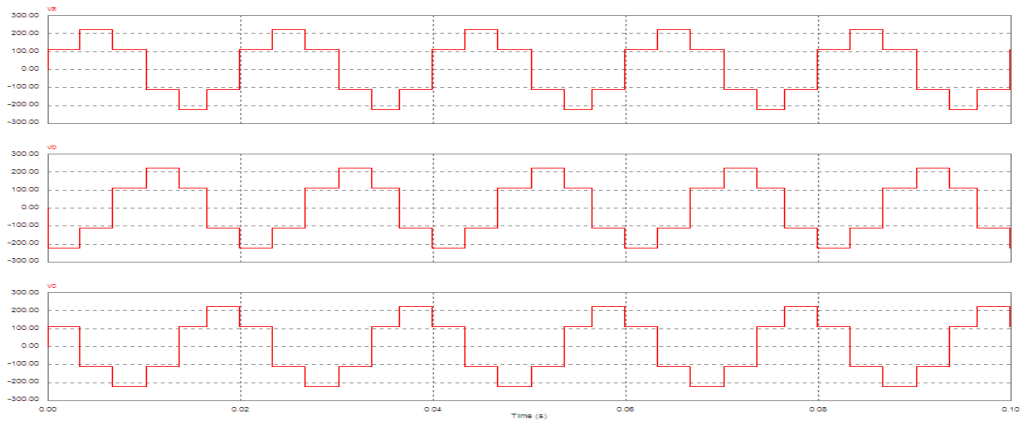
điều khiển nên chưa dẫn. Trong khoảng thời gian này dòng chạy từ +DC qua T1 qua tải ZA về 0, và chạy từ +DC qua T3 qua ZB về 0, qua ZC về đầu – DC của nguồn. điện áp trên tải ZA lúc này bằng $DC/3$.

- Trong khoảng thời gian từ t_3-t_4 : phát xung mở cho các transistor T3,T2,T6, các transistor này dẫn cho dòng chạy qua. Các transistor còn lại chưa có xung nên chưa dẫn. trong khoảng thời gian này dòng điện sẽ chạy từ +DC qua T3 qua qua ZB đến 0 rồi từ đây qua các tải ZA, ZC, qua các transistor T2 và T6 về đầu – DC của nguồn. lúc này áp trên tải pha A bằng $DC/3$ nhưng có chiều ngược lại tức là điện áp trên pha A lúc này sẽ là $-DC/3$.

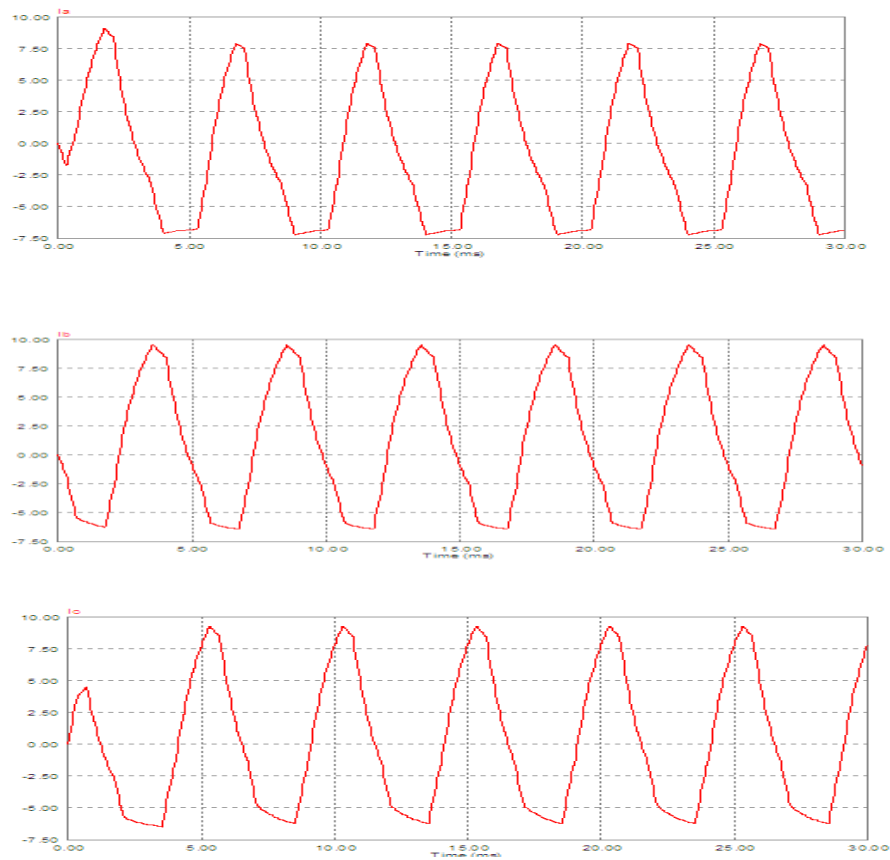
- Trong khoảng thời gian từ t_4-t_5 : phát xung mở cho các transistor T3,T5,T2. Các transistor này cho dẫn cho dòng chạy qua. Các transistor còn lại chưa có xung điều khiển nên vẫn ở trạng thái khóa. Trong khoảng thời gian này dòng điện sẽ chạy qua các transistor T3 và T5 qua các tải ZB và ZC đến điểm 0 rồi từ đây chạy qua tải ZA đến điểm A rồi từ đây qua T2 về đầu –DC của nguồn. lúc này điện áp trên tải ZA bằng $-2DC/3$ nhưng do dòng chạy từ 0 về A nên điện áp này sẽ là $-2DC/3$.

- Trong khoảng thời gian từ $t_5 - t_6$: phát xung mở cho các transistor T5,T2,T4. Các transistor này dẫn cho dòng chạy qua, các transistor còn lại chưa có xung điều khiển nên vẫn ở trạng thái khóa. Trong khoảng thời gian này dòng điện sẽ chạy qua T5 qua tải ZC đến điểm 0 rồi từ đây qua các tải ZA và ZC qua các transistor T2 và T4 về đầu –DC của nguồn. Điện áp trên tải pha A lúc này bằng $DC/3$. Nhưng dòng điện vẫn đang chạy từ 0 về A nên điện áp này sẽ là $-DC/3$.

- Trong các khoảng thời gian tiếp theo dòng điện chạy trong biến tần sẽ tương tự khoảng thời gian từ t_6-t_7 lặp lại khoảng thời gian từ 0-t1. Tương tự với các khoảng thời gian tiếp theo.



Hình 2.23. Điện áp trên các pha



Hình 2.24. Dòng điện trên các pha

Điện áp trên các pha có dạng như Hình 2.3 và có giá trị hiệu dụng được tính theo công thức sau:

$$\Rightarrow U_{pha} = \sqrt{\frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} U^2 pha(\theta) d\theta} = \frac{\sqrt{2}}{3} E \quad (3.1)$$

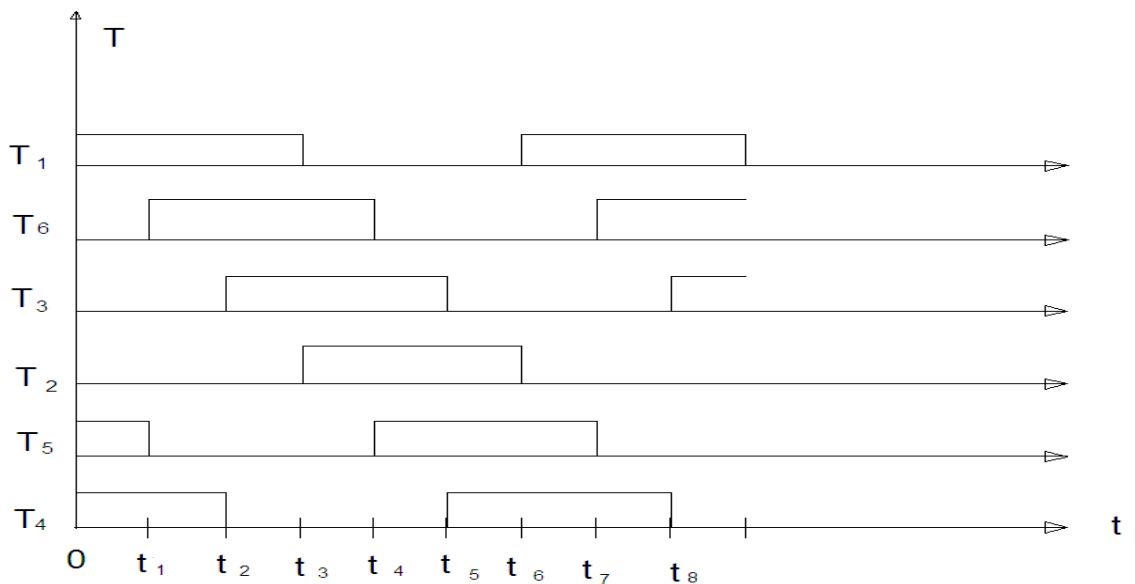
$$\Rightarrow U_A(t) = \frac{2}{3} E \sin \omega . t$$

$$\Rightarrow U_B(t) = \frac{2}{3} E \sin (\omega . t + 120)$$

$$\Rightarrow U_C(t) = \frac{2}{3} E \sin (\omega . t - 120)$$

c. Điều khiển mở các tranzitor.

Xung điều khiển mở tranzitor được phát bởi bộ tạo xung. Phát ra chuỗi xung điều khiển mở tranzitor các xung mở các tranzitor từ T1- T6 có cùng biên độ, tần số nhưng được đặt lệch pha nhau 1 góc là 60° các xung này tương tự như các xung mở cho bộ chỉnh lưu cầu 3 pha có điều khiển. Như vậy trong cùng một khoảng thời gian sẽ có 3 tranzitor ở các pha khác nhau cùng dẫn.



Hình 2.25. Thứ tự phát xung mở các tranzitor.

2.2.2.3. Tranzitor lưỡng cực IGBT

a) Khái quát:

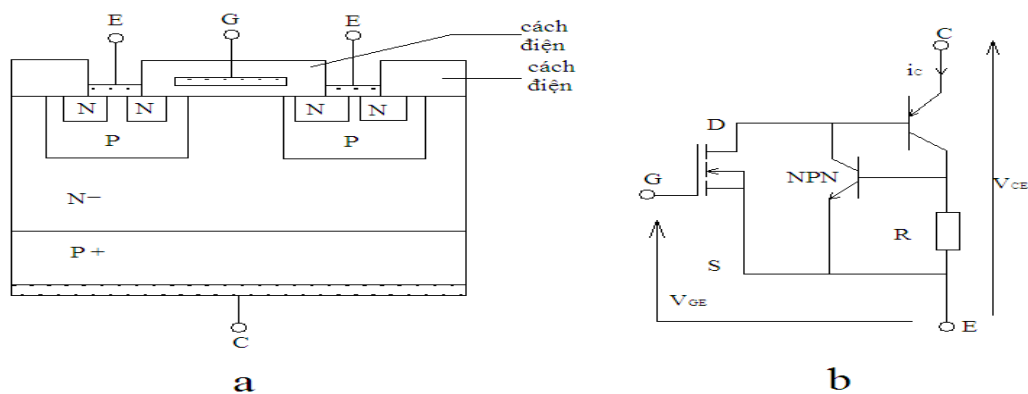
Tranzitor lưỡng cực công cách ly IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) là một linh kiện bán dẫn công suất, trong đó phối hợp hai tranzitor

lượng cực NPN, PNP và một MOSFET, có cấu trúc được biểu diễn trên hình 2.12a.

b) Cấu trúc của IGBT

Trong IGBT, phần MOSFET nằm trong các miền P và N ở trên lớp P⁺, tranzitor NPN cũng nằm trong vùng này, tranzitor NPN nằm trong 3 vùng từ C(collector) đến E (emitor). Điện trở tương ứng với miền P được gắn bởi 2 mẫu kiểu N tiếp xúc với emitor. Sơ đồ tương đương của IGBT được cho trên hình 2.26 b.

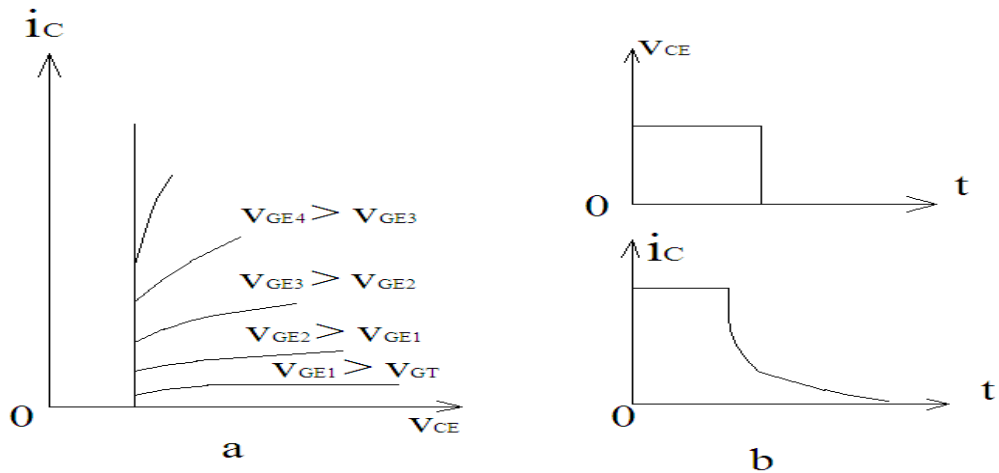
Các emitor nguyên tố được nối với cực E. Công điều khiển được cách ly vì điện trở đầu vào của MOSFET rất lớn.



Hình 2.26. Cấu trúc và sơ đồ tương đương của IGBT

- Môi IGBT

Điện áp V_{CE} dương khi điện áp V_{CE} lớn hơn một ngưỡng điện áp V_T , khi đó xuất hiện các kênh dẫn. Các điện tử chạy qua kênh này và bơm thêm vào lớp N⁻ có điện thế giảm đi. Chuyển tiếp P⁺N⁻ trở nên dẫn và đưa IGBT vào trạng thái dẫn.



Hình 2.27. Đặc tính tĩnh của IGBT

Vùng N^- nhận các điện trở của emitor và lỗ của collector, điện trở suất của nó sẽ giảm đi và điện trở biểu kiến của nó nhỏ hơn điện trở của MOSFET, do vậy vùng N^- sẽ không được bơm thêm các lỗ trống.

Đặc tính ra của $i_c = f(V_{CE})$ được biểu diễn trên hình 2.27a và hơi khác đặc tính của MOSFET một chút.

Ta nhận thấy dòng điện i_c chỉ khác không khi V_{CE} vượt quá điện áp ngưỡng chuyển tiếp P^+N^- và điện trở biểu kiến ở trạng thái dẫn là nhỏ nhất.

- Dập tắt IGBT

Việc dẫn bằng các hạt thiểu số có ưu điểm làm giảm điện áp rơi ở trạng thái dẫn, nhưng có nhược điểm làm tăng thời gian dập tắt, do đó hạn chế tần số sử dụng cho phép của IGBT.

Khi triệt tiêu tín hiệu điều khiển trên cổng, dòng điện i_c được tắt theo hai giai đoạn hình (2.27b).

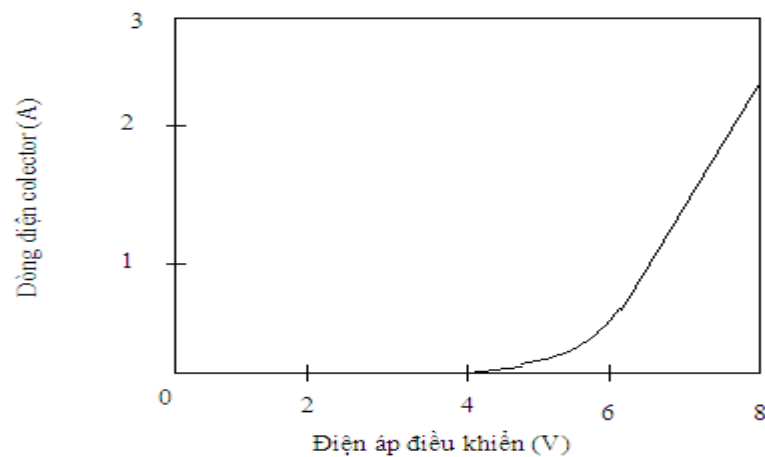
Đầu tiên các kênh dẫn mất và MOSFET bị khóa một cách nhanh chóng, điều này làm cho các i_c bước đầu bị giảm đi. Tiếp theo các hạt dư thừa của vùng N^- sẽ tái hợp dần và dòng i_c sẽ giảm chậm. Ta nhận thấy rằng, khi làm

việc bình thường dòng điện chạy qua điện trở chưa đủ để chuyển tiếp E – B của tranzitor NPN trở nên dẫn.

Chuyển tiếp C-B của tranzitor này có một điện dung ký sinh làm cho cực của nó có một điện áp gần bằng điện áp máng – nguồn của MOSFET đầu vào.

Ở thời điểm dập tắt, nếu điện áp máng – nguồn này giảm quá nhanh, dòng điện qua điện dung ký sinh gửi tới R sẽ phóng và có thể đưa tranzitor NPN vào trạng thái dẫn. Như vậy hai tranzitor lưỡng cực tác động như một triistor ở chế độ thác và dòng điện i_C không thể được điều khiển bằng điện áp V_{GE} nữa. Giá trị của i_C vượt quá giá trị xuất hiện hiệu ứng gọi là dòng điện chót.

Để IGBT có thể được điều khiển lại bằng cổng G thì I_C phải giảm dưới mức dòng điện duy trì thác. Việc giảm hệ số khuếch đại của các tranzitor PNP và NPN có thể tách được hiện tượng này. Giảm hệ số khuếch đại của tranzitor PNP làm tăng điện áp rơi thuận của IGBT, do đó tốt hơn là nên giảm hệ số khuếch đại của tranzitor NPN bằng cách sử dụng lớp đệm (buffer) và khuếch tán sâu P^+ . Tuy nhiên nếu mở rộng cùng P^+ quá mức có thể ảnh hưởng đến dòng điện chót, vì thế nên thận trọng để vùng khuếch tán P^+ không mở rộng vào kênh MOS.



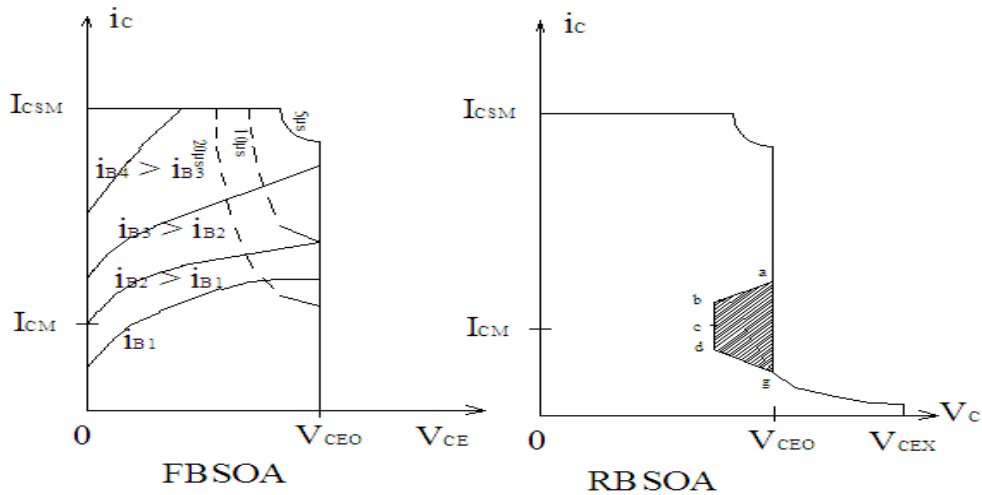
Hình 2.28. Dòng collector I_C khi dập tắt

c) Các thông số đặc trưng của IGBT

Các thông số đặc trưng được các nhà chế tạo cung cấp:

- Điện áp khóa C-E: là điện áp C-E cực đại ở trạng thái khóa khi cổng E ngắn mạch. Sự đánh thủng quy định dòng điện dò và thay đổi theo nhiệt độ với hệ số nhiệt dương.
- Điện áp cổng E (V_{GES}) : là điện áp cổng emitor cực đại cho phép khi C ngắn mạch với E. Chiều dày và độ tính lớp oxit ở cổng xác định điện áp này. Điện áp cổng phải giới hạn thấp hơn để hạn chế dòng điện collector khi bị sự cố.
- Dòng điện C một chiều i_C : là dòng điện một chiều cần thiết để nhiệt độ cực đại của chuyển tiếp không qua 150°C , nhiệt độ vô là 25°C .
- Dòng điện collector lặp lại I_{CM} : là dòng điện cực đại quá độ mà IGBT có thể chịu được , có trị số cao hơn i_C .
- Công suất tiêu tán cực đại P_m : là công suất tiêu tán lớn nhất cho phép khi nhiệt độ chuyển tiếp không quá 150°C , nhiệt độ vô là 25°C .
- Nhiệt độ chuyển tiếp T_J . Là nhiệt độ cho phép của chuyển tiếp khi làm việc.
- Dòng điện tải cảm I_{LM} : là dòng cực đại lặp lại mà IGBT có thể cắt được khi làm việc có dòng điện phục hồi qua diode thoát nối song song với tải điện cảm và làm tăng tổn hao khi chuyển mạch.
- Dòng điện dò C-E (I_{CES}) : là dòng điện dò ở điện áp định mức, dòng điện này quy định khi cổng được nối ngắn mạch với E.
- Điện áp C-E bão hòa $V_{CE\text{ SAT}}$
- Độ hở thuận g_{FE}
- Điện tích cổng Q_c
- Thời gian trễ khi đóng t_d
- Thời gian tăng trưởng t_r

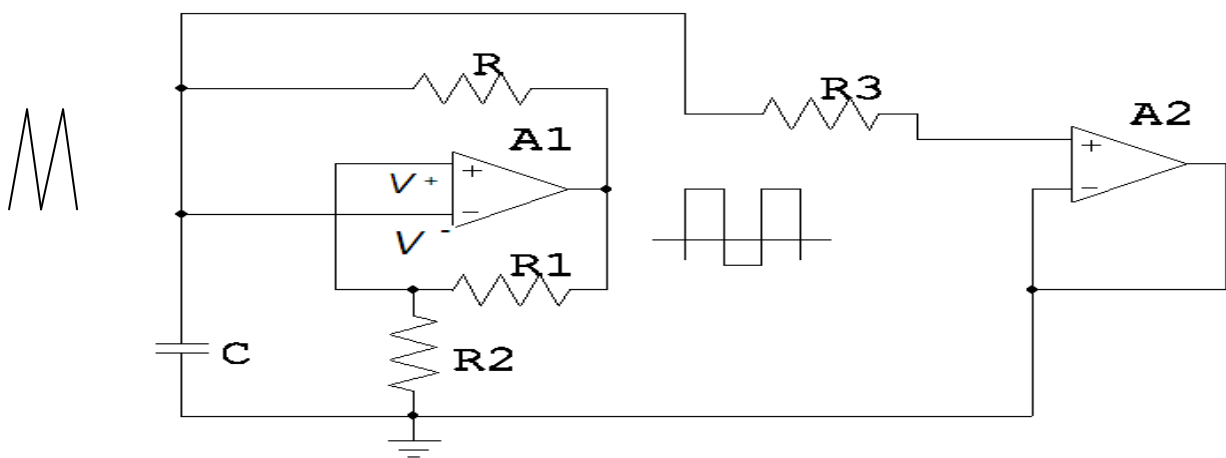
- Thời gian trễ mở $t_{d\text{ off}}$
- Thời gian giảm t_f
- Điện dung vào C_{ies}
- Điện dung ra C_{res}
- Điện dung truyền đạt ngược C_{res}
- Điện tích làm việc an toàn SOA.



Hình 2.29. vùng làm việc an toàn của IGBT

2.3. XUNG ĐIỀU KHIỂN CÁC LINH KIỆN ĐIỆN TỬ CÔNG SUẤT

- Tạo điện răng cưa bằng dao động đa hài.

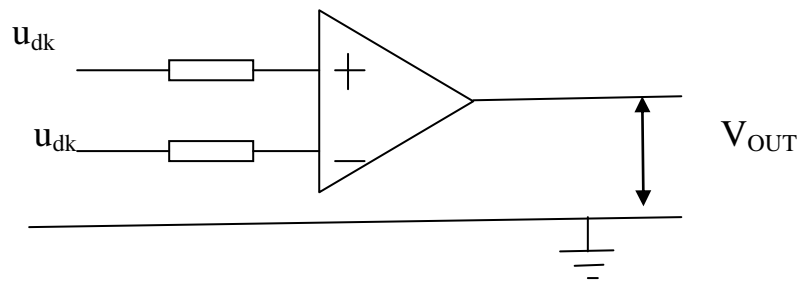


Hình 2.30. Tạo điện áp răng cưa bằng dao động đa hài.

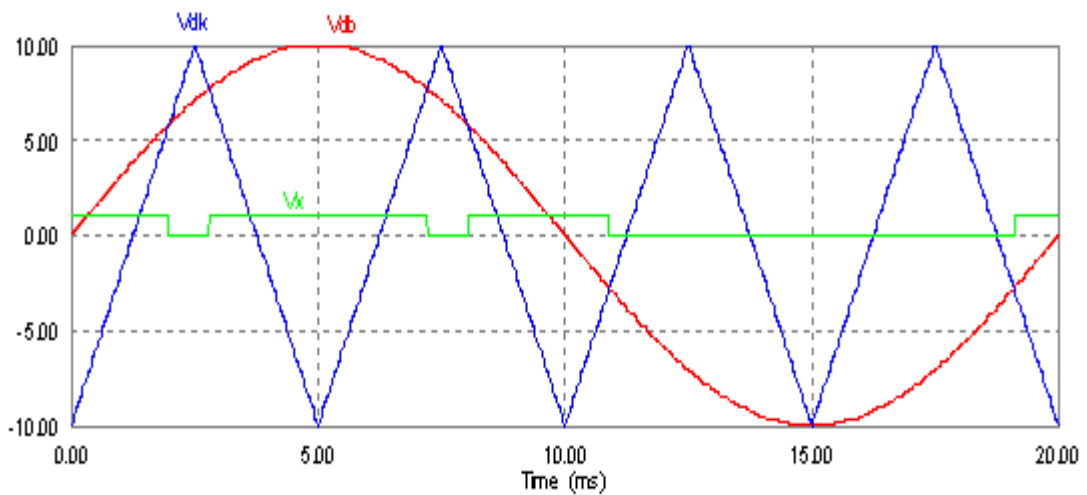
$$R_1 = R_2 = R \quad T = 2.R.C.\ln 3 = 2.R.C.1,1 = 2,2. R.C \quad T = 2.R.C.\ln\left(1 + \frac{2.R_1}{R_2}\right)$$

- Khâu so sánh :

Khâu so sánh là khâu mà khi đưa điện áp răng cưa và điện áp đồng bộ một vào khối so sánh sẽ cho ra xung điều khiển mở các linh liên bán dẫn công suất. Với độ rộng xung có thể thay đổi được nhờ thay đổi các thông số của điện áp răng cưa điều khiển như biên độ, tần số.



Hình 2.31. Sơ đồ khối so sánh



Hình 2.32. Sơ đồ tạo xung điều khiển V_x

2.4. BỘ LỌC TÍCH CỰC

2.4.1 Mục đích của bộ lọc tích cực

Bộ lọc tích cực là một bộ lọc đặt giữa lưới và tải, có tác dụng loại bỏ toàn bộ hoặc một phần các nhiễu loạn phát sinh trong lưới.

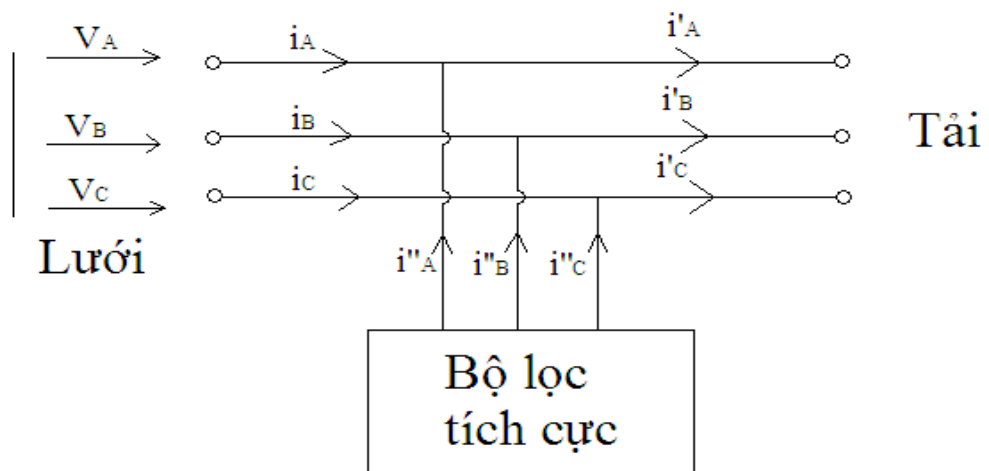
Giả thiết i'_A, i'_B, i'_C là các dòng điện tải và dòng điện từ lưới là i_A, i_B, i_C , dòng điện do các bộ lọc tích cực phát ra sẽ là:

$$i''_A = i'_A - i_A ; i''_B = i'_B - i_B ; i''_C = i'_C - i_C.$$

Dòng điện lưới hình sin, thành phần dòng điện cơ bản cùng pha với điện áp lưới. Trên hình 2.33 giả thiết các dòng điện i'_A, i'_B, i'_C được lấy từ chỉnh lưu tiristor làm việc với góc mỗi α .

- Nếu ta muốn dòng điện nguồn dòng i_A chỉ chứa các thành phần cơ bản I'_A thì bộ lọc phải cung cấp dòng điện I''_A bằng tổng các điều hòa bậc cao (hình 2.34a)
- Nếu ta muốn lưới chỉ cung cấp công suất tác dụng cho tải, thì bộ lọc phải cung cấp dòng điện bằng hiệu giữa I'_A và thành phần cơ bản trùng pha với điện áp (hình 2.34b)

Thông thường người ta phối hợp các bộ lọc tích cực với các bộ lọc thụ động là những mạch cộng hưởng theo các tần số điều hòa bậc thấp cần loại bỏ và các tụ điện.



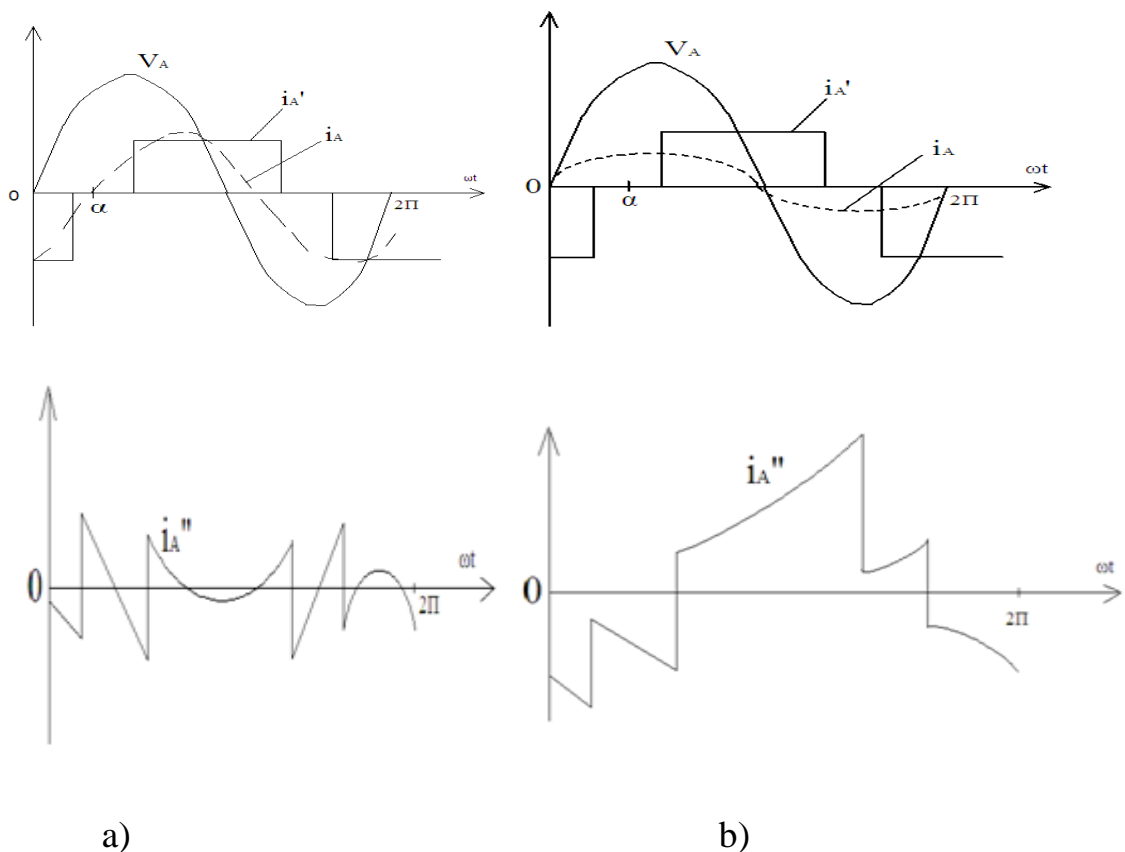
Hình 2.33. Bộ lọc tích cực

2.4.2. Cấu trúc của bộ lọc tích cực

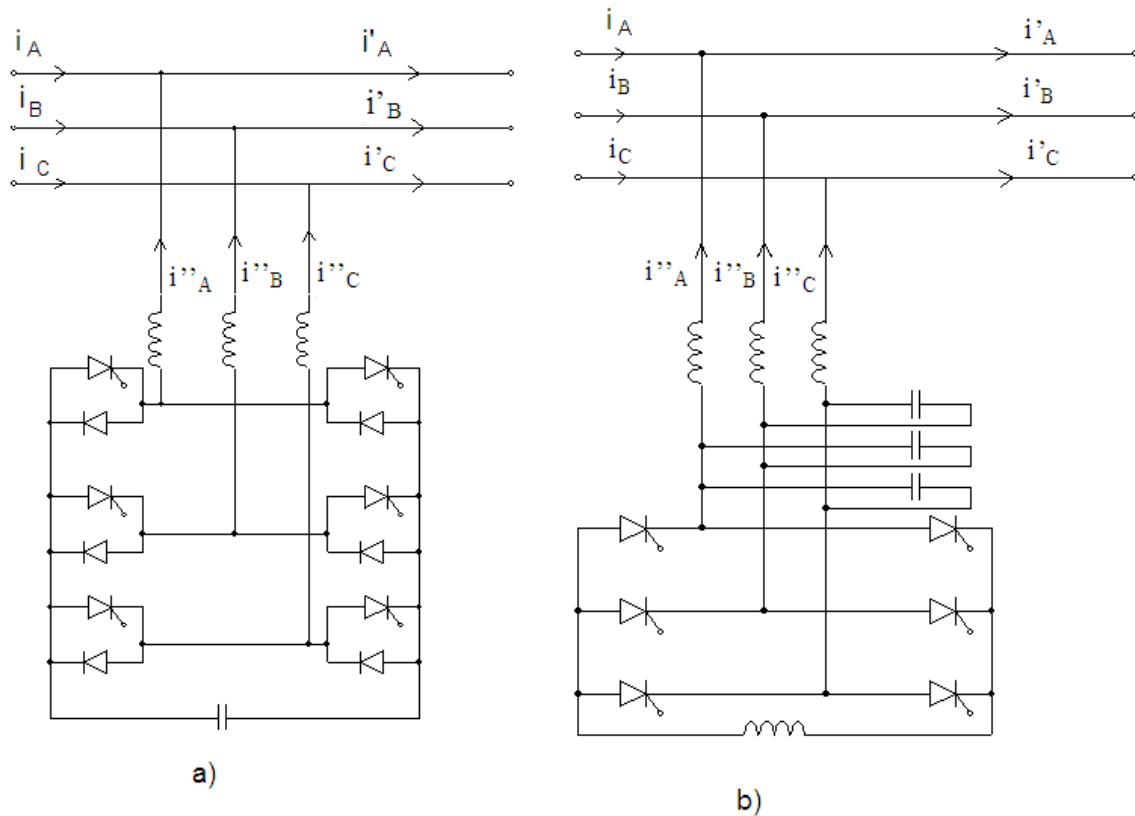
Các dòng điện i''_A , i''_B , i''_C hoặc các điện áp tương ứng tạo nên dòng điện, điện áp cho bộ nghịch lưu tạo nên bộ lọc. Bộ nghịch lưu này có thể là nghịch lưu áp (hình 2.35a) hoặc nghịch lưu dòng (hình 2.35b).

Công suất mà bộ lọc tích cực phát ra có giá trị trung bình bằng không như vậy nguồn cung cấp cho bộ nghịch lưu là phần tử phản kháng, là điện dung trong trường hợp nghịch lưu áp và là điện cảm trong trường hợp nghịch lưu dòng.

Để tín hiệu phát bám đúng tín hiệu chuẩn, tần số mang phải lớn. Để đảm bảo các điều hòa cao tần phát sinh khi điều biến, ta thêm một điện cảm nhỏ ở đầu ra bộ nghịch lưu áp và bộ lọc ở đầu ra bộ nghịch lưu dòng.



Hình 2.34. Dạng sóng dòng điện bộ lọc tích cực



Hình 2.35. Bộ lọc tích cực

a) Nghịch lưu áp; b) Nghịch lưu dòng

KẾT LUẬN CHƯƠNG 2:

Như vậy trong chương 2 này chúng ta đã tìm hiểu về các bộ biến đổi tĩnh . Và đã nghiên cứu được những vấn đề sau:

- Hiểu được nguyên lý cũng như mô phỏng được các bộ biến đổi DC-DC nhằm mục đích tăng biên độ điện áp một chiều.
- Tìm hiểu về các bộ biến tần một pha và ba pha
- Tìm hiểu về các linh kiện bán dẫn công suất (MOSFET, IGBT)
- Tìm hiểu về quá trình tạo xung mở các linh kiện bán dẫn ông xuất
- Tìm hiểu về mạch lọc tích cực

Từ những công việc trên giúp chúng ta đi vào chương 3 mô phỏng các bộ biến đổi cầu được dễ dàng.

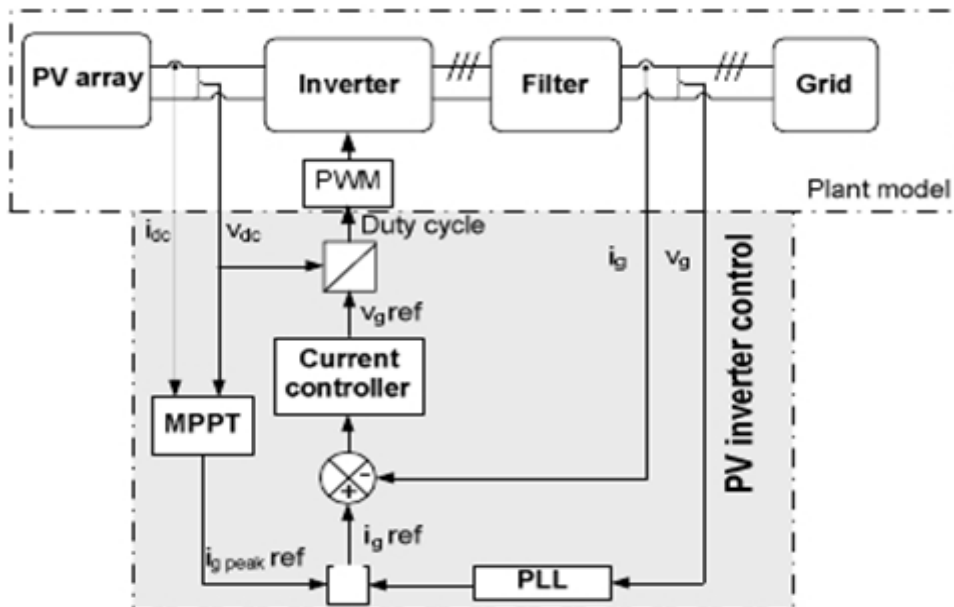
CHƯƠNG 3.

MÔ PHỎNG CÁC BỘ BIẾN ĐỔI CẦU 3 PHA NỐI LƯỚI NĂNG LƯỢNG MẶT TRỜI (LƯỚI PV)

3.1. ĐIỀU KHIỂN KẾT NỐI HỆ THỐNG BIẾN TẦN

Do các hệ thống PV phụ thuộc vào các điều kiện cường độ của ánh sáng mặt trời mà cường độ này thì thay đổi theo thời tiết, mùa vụ nên là cường độ ánh sáng mặt trời trong các khoảng thời gian là khác nhau. Do đó ảnh hưởng đến các thông số của hệ thống. Vì vậy cần ổn định các thông số để tránh ảnh hưởng đến tải và lưới.

Điều khiển biến tần được kết nối từ hệ thống lưới PV được điều khiển theo nguyên lý điều biên độ rộng xung PWM thông qua các mạch vòng điều khiển kín. Tín hiệu ra được phản hồi qua các cảm biến về các bộ điều khiển để thay đổi xung điều khiển nhằm ổn định các thông số của hệ thống.



Hình 3.1. Sơ đồ điều khiển hệ thống biến tần

Với hai vòng điều chỉnh kín là :

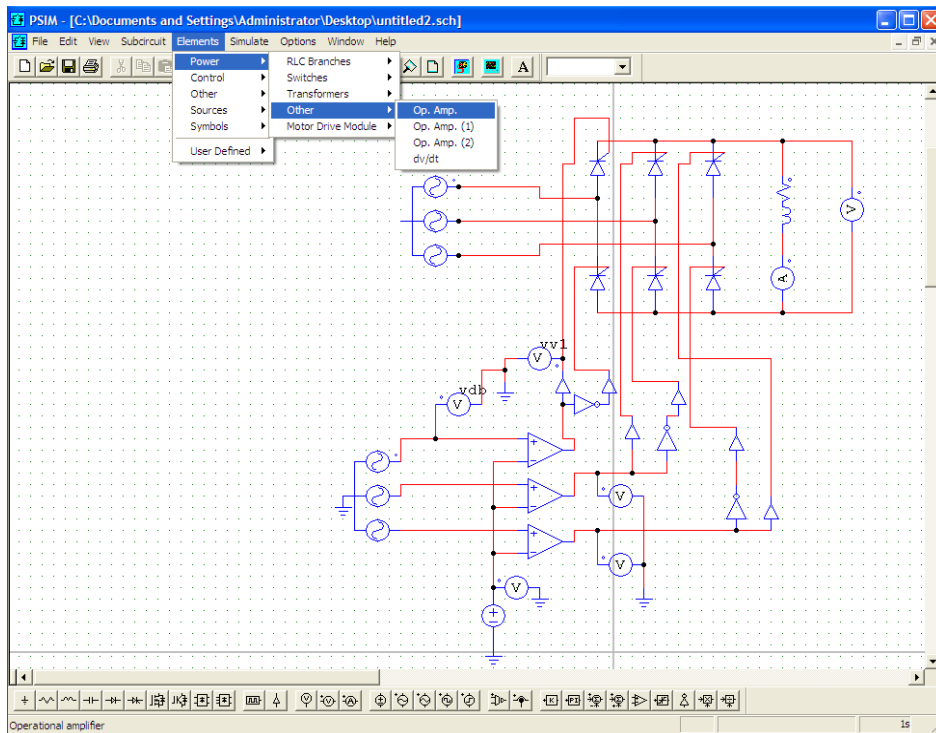
- Mạch vòng tự động điều chỉnh điện áp đầu ra V_g .
- Mạch vòng điều chỉnh dòng điện đầu ra i_g .

3.2. GIỚI THIỆU VỀ PHẦN MỀM MÔ PHỎNG PSIM

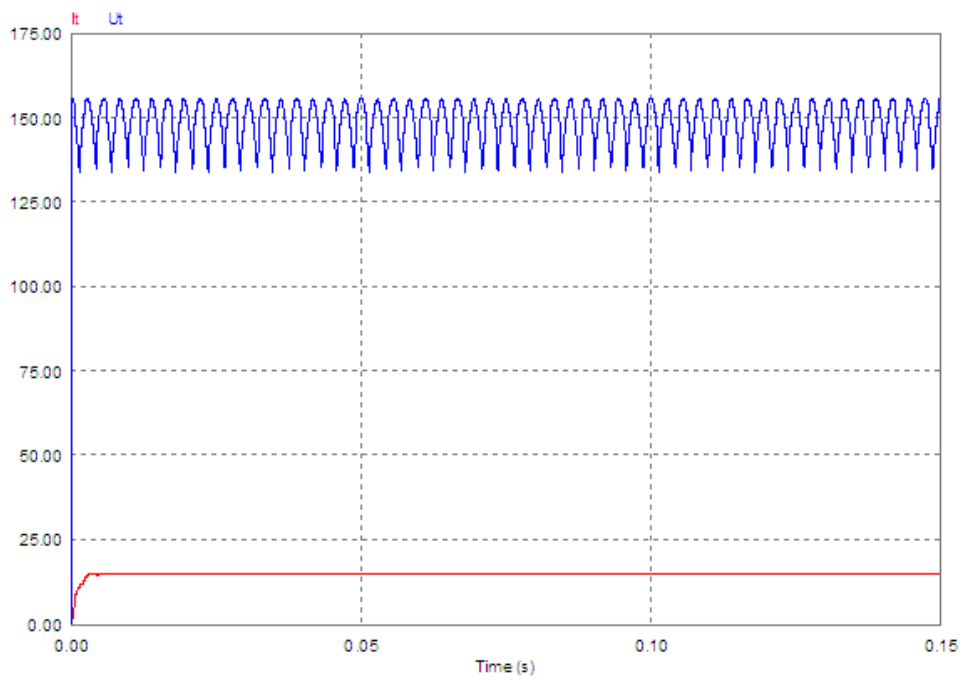
Trước khi đưa một hệ thống đi vào hoạt động việc cấp thiết là phải đưa vào mô phỏng và chạy thử các hệ thống trên các phần mềm mô phỏng. Việc mô phỏng hệ thống giúp ích cho chúng ta rất nhiều trong việc tìm hiểu sự hoạt động của hệ thống quan sát các thông số, tham số, biết được quá trình hoạt động và sự thay đổi của các thông số ra sao. Việc mô phỏng hệ thống trước khi đem ra vận hành còn giúp chúng ta tìm ra và khắc phục các sai sót để tránh các sự cố đáng tiếc khi đưa hệ thống thực vào vận hành. Hiện nay việc mô phỏng các hệ thống điện tử công suất chẳng hạn như các bộ biến đổi cầu 3 pha nối lưới PV không biến áp mà ta nghiên cứu trong bản đồ án này. Chúng ta có các phần mềm mô phỏng chuyên dụng như Mablapp, Pascal, PSIM... Với trình độ chuyên môn còn chưa cao thì việc lựa chọn PSIM để mô phỏng thay vì lựa chọn Mablapp hay pascal là sự lựa chọn thích hợp.

PSIM là phần mềm mô phỏng các mạch điện tử công suất được sử dụng ngày càng rộng rãi hiện nay, với ưu điểm là đơn giản và dễ mô phỏng, cho các thông số sát với thực tế.

Ví dụ sau là ví dụ việc mô phỏng mạch chỉnh lưu cầu 3 pha có điều khiển trên PSIM :



Hình 3.2. Mạch mô phỏng trên PSIM



Hình 3.3. Kết quả mô phỏng

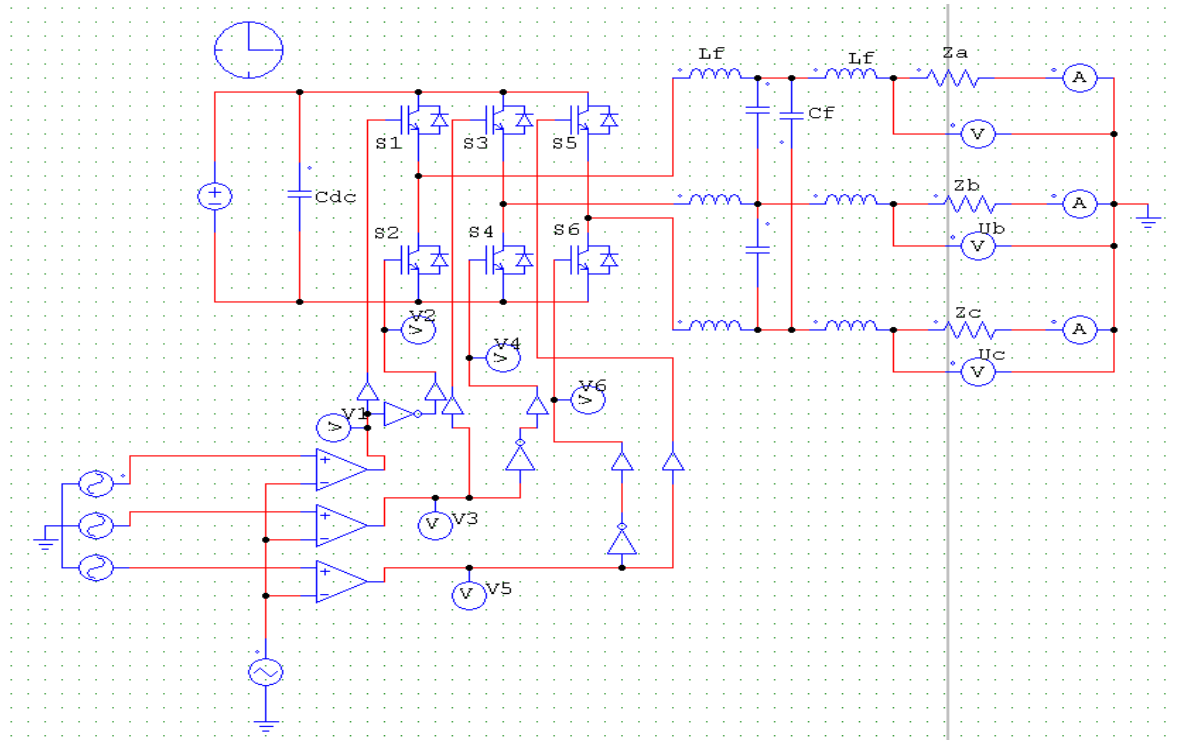
3.3. MÔ PHỎNG CÁC BỘ BIẾN ĐỔI CẦU 3 PHA NỐI LƯỚI PV

3.3.1. Cấu trúc 3FB

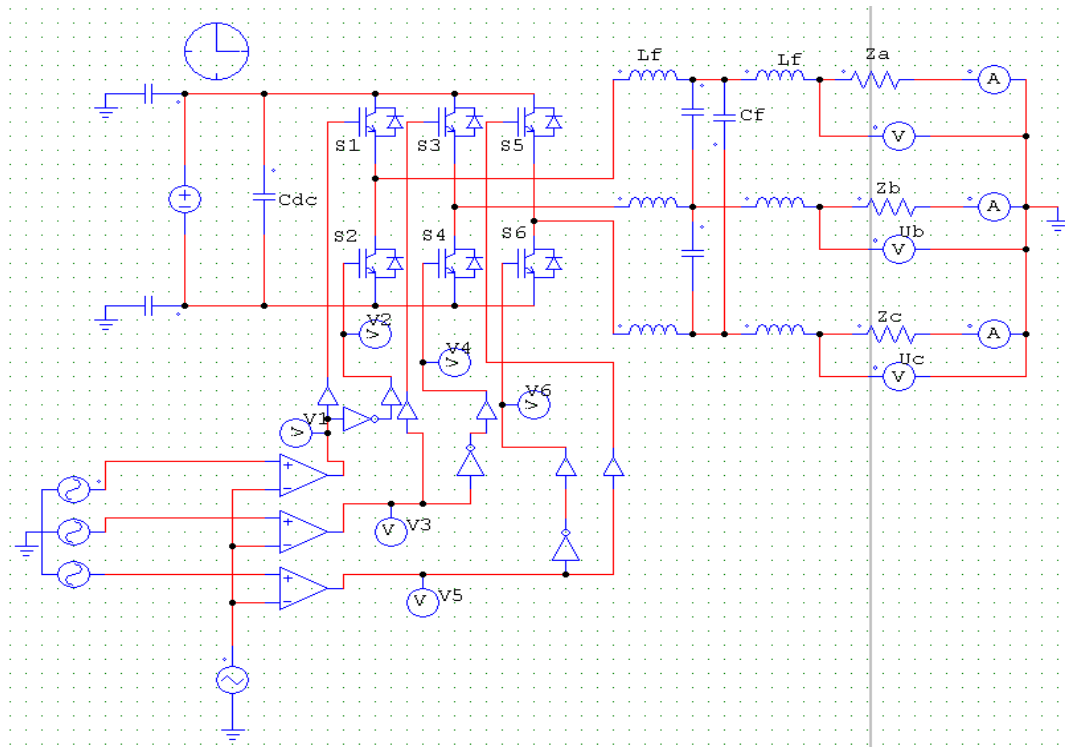
3.3.1.1. Cấu trúc và thông số

Hệ thống 3FB được mô phỏng với một nguồn đầu vào DC = 700. Là hệ thống biến tần đầu ra là 3 pha đầu sao không dây trung tính. Hệ thống được mô phỏng với 2 trường hợp là trường hợp các mảng PV cách điện với đất và trường hợp còn lại là có điện điện dung ký sinh với đất. Thông số của hệ thống như sau:

- $T_s = 1e-7$
- Nguồn PV đầu vào được thay thế bởi một nguồn DC = 700V
- Tần số xung điều khiển tam giác $f = 10\text{kHz}$, xung đồng bộ $f = 50\text{Hz}$
- Điện dung phía DC: $C_{DC} = 10\mu\text{F}$
- Bộ lọc LCL : $L_F = 1\text{mH}$; $C_F = 2,2 \mu\text{F}$
- Lưới điện được mô phỏng với tần số $f_g = 50\text{Hz}$; $V_G = 220\text{Vrms}$ (325V đỉnh); $L_G = 50 \mu\text{H}$ (cảm kháng lưới điện); điện trở lưới điện $R_g = 0,5 \Omega$; $C_g = 1\mu\text{F}$;
- Điện dung rò rỉ (kí sinh) : $C_{leak} = 100\text{nF}$;
- Hệ thống được mô phỏng trên PSIM với thời gian mô phỏng là 0.1s.



Hình 3.4. Sơ cấu trúc hệ thống 3FB với sự cách điện



Hình 3.5. Hệ thống 3FB với điện dung rò rỉ (điện dung ký sinh)

3.3.1.2. Nguyên lý hoạt động

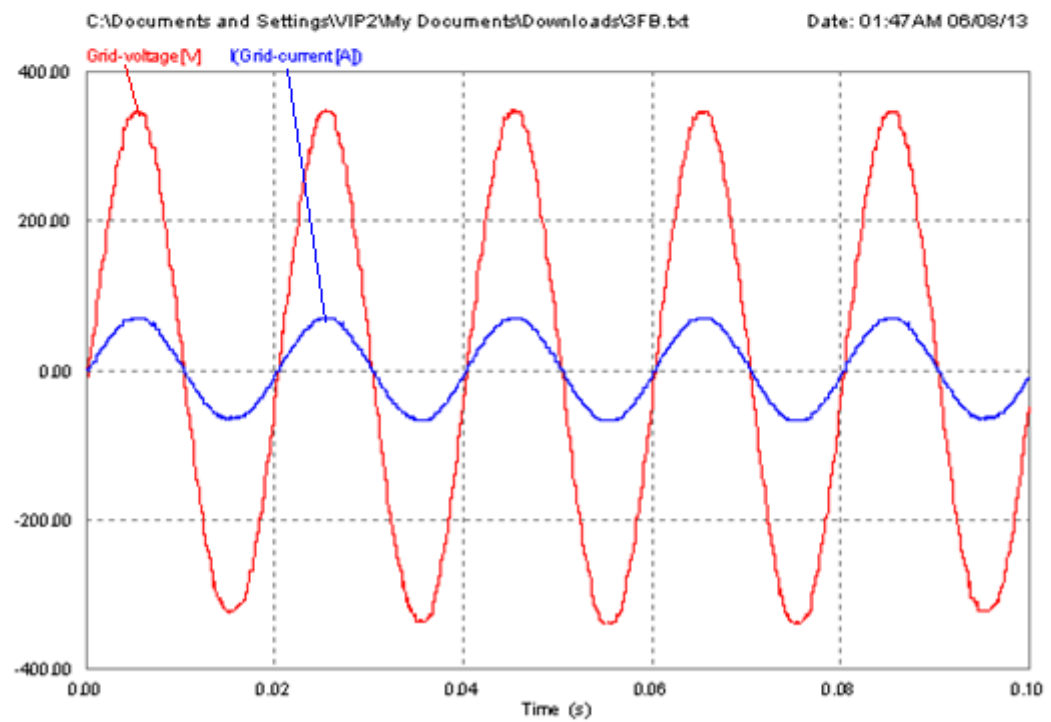
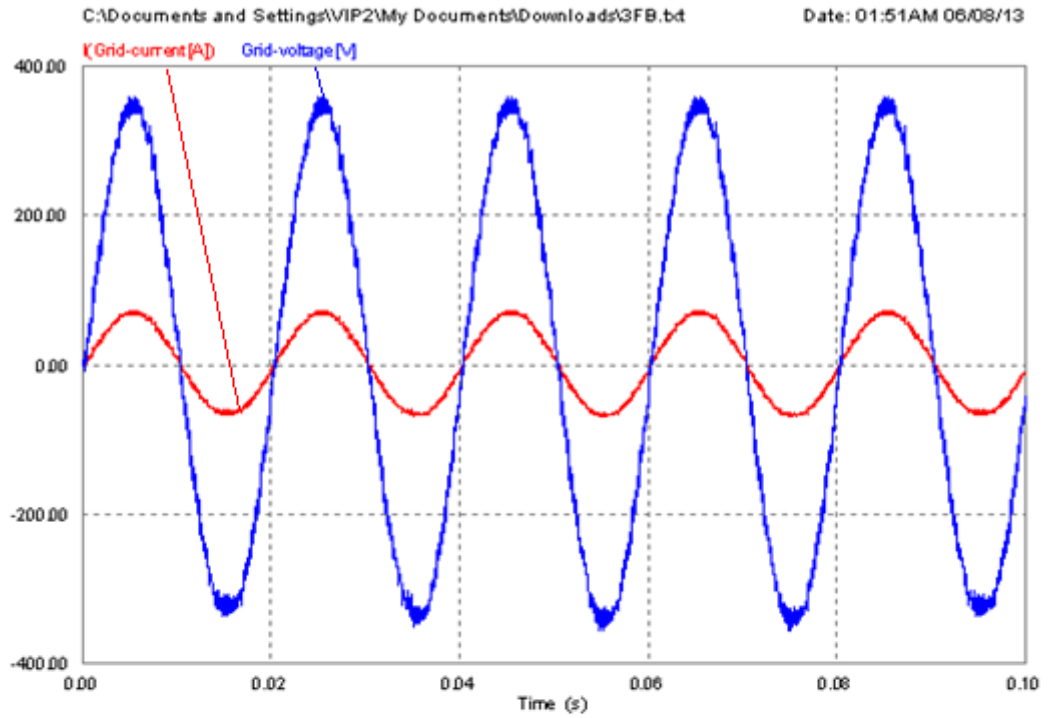
Hệ thống hoạt động dựa trên việc phát xung mở cho các tranzitor lưỡng cực IGBT, xung mở cho các van là chùm xung có tần số sóng mang tam giác là 10 kHz và lệch nhau 60° trên mỗi van. Trong một khoảng thời gian sẽ có 3 Tranzitor cùng dẫn thứ tự dẫn sẽ là : T1,T5,T4; T1,T4,T6; T1,T3,T6; T3,T2,T6; T3,T5,T2; T5,T2,T4. Như vậy sóng điện áp ra của bộ biến tần khi chưa cho qua bộ lọc LCL là các sóng hài bậc cao có biên độ bằng $2/3 U_{DC}$ dạng sóng này không phù hợp cho việc sử dụng. Để kết quả tạo ra sóng bậc 1 thì chúng ta phải đưa qua bộ lọc LCL nhằm mục đích triệt tiêu các sóng bậc cao, sao cho dạng sóng thu được gần hình sin nhất. Bộ lọc tích cực ở hệ thống 3FB được đấu như trên Hình 3.5. Các điện cảm L_f có tác dụng ngăn cản sự biến thiên đột ngột của dòng điện trong khi đó các tụ lọc C_f lại có tác dụng phóng nạp lọc các sóng điện áp bậc cao. Ở cấu trúc này tụ điện được kết nối tam giác còn điện cảm thì được đấu nối tiếp với lưới.

3.3.1.3. Kết quả mô phỏng

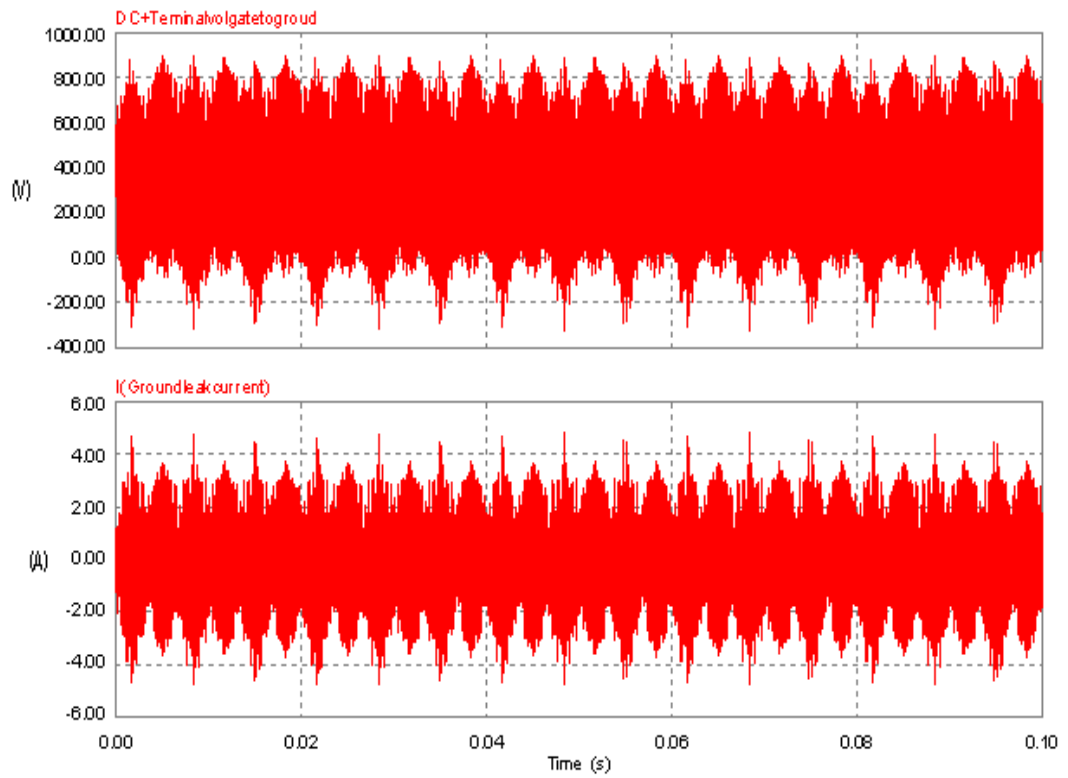
- Hình 3.6 là kết quả mô phỏng điện áp, dòng điện đầu ra của hệ thống 3FB. Có sự khác biệt lớn giữa hệ thống 3FB khi có sự cách điện và khi có điện dung ký sinh. Ở hệ thống có sự cách điện là dạng dạng sóng hình sin láng và mịn còn ở hệ thống với điện dung ký sinh thì có sự dao động, đó là một dạng sóng hình sin không mịn (gợn điện áp lớn) đặc biệt là ở các đỉnh sóng có sự dao động khá lớn. Như vậy làm giảm chất lượng của hệ thống.

- Hình 3.7 cho thấy điện áp đầu cực DC so với đất có sự dao động rất lớn từ (-200V) cho tới khoảng 900V. Còn dòng điện rò rỉ mặt đất khá lớn rơi vào tầm vài ampe

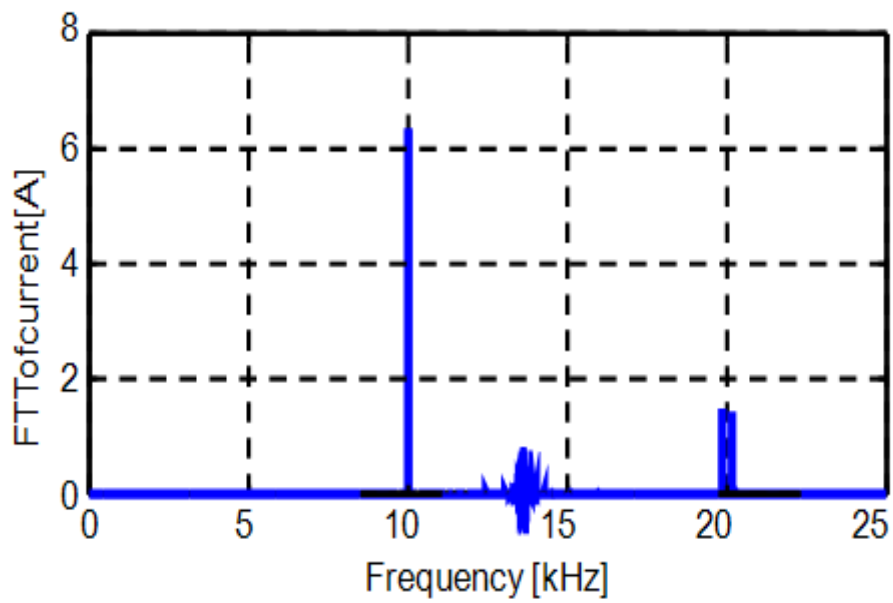
- Hình 3.8 cho thấy FFT dò rỉ của dòng điện với tần số càng lớn thì biên độ dòng rò rỉ giảm.



Hình 3.6. Điện áp, dòng điện lưới của hệ thống 3FB khi: có điện dung kí sinh (trên) và hệ thống 3FB với sự cách điện (dưới)



Hình 3.7. Điện áp đầu cực DC, và dòng rò rỉ



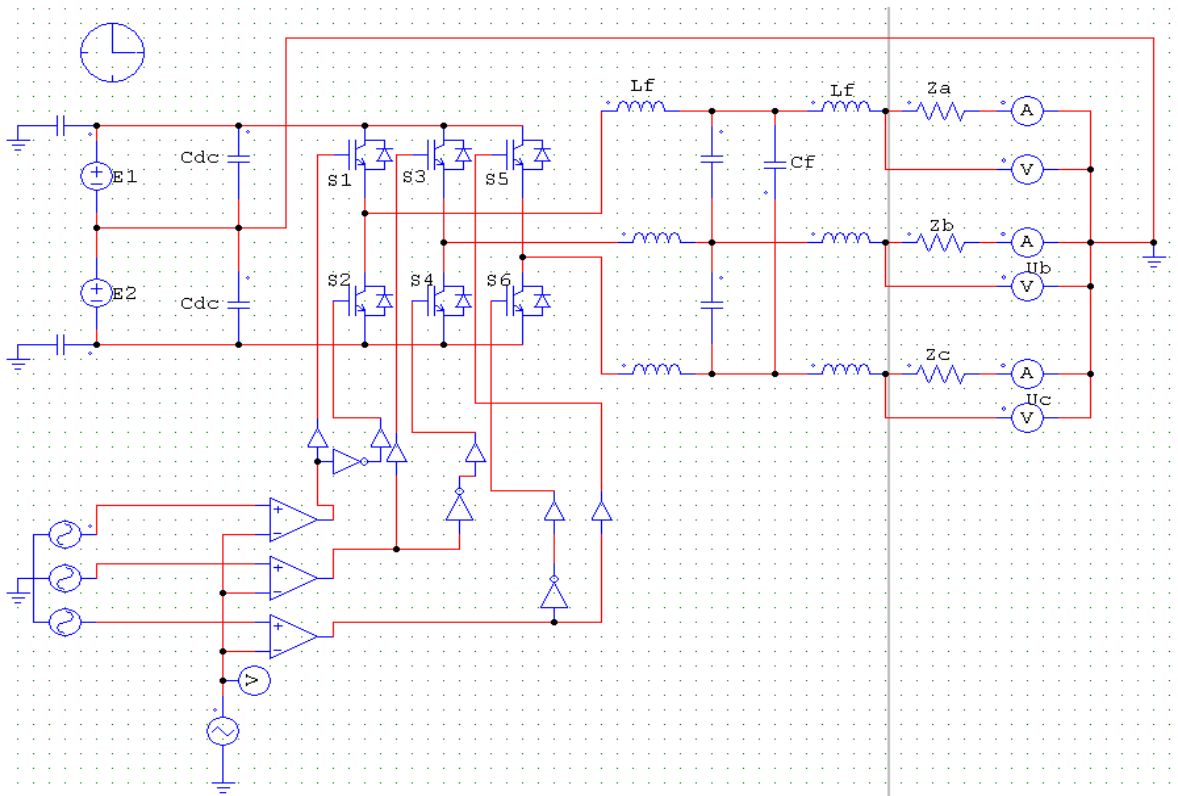
Hình 3.8. FFT của dòng điện rò rỉ

3.3.2. Cấu trúc 3FB-SC

3.3.2.1. Cấu trúc và thông số

Cấu trúc 3FB-SF. Là cấu trúc bộ biến đổi cầu 3 pha nối lưới PV có tạo điểm trung tính nhằm mục đích phục vụ cho các tải sử dụng điện áp xoay chiều một pha.

Các thông số của cấu trúc 3FB-SC tương tự như cấu trúc 3FB. Sự khác nhau giữa 2 cấu trúc chính là ở nguồn đầu vào 1 chiều DC. Ở cấu trúc 3FB nguồn đầu vào là nguồn 1 chiều có điện áp 700V. Trong khi đó ở cấu trúc 3FB-SC. Nguồn đầu vào được mô phỏng với 2 nguồn điện áp DC 350V. Như vậy tổng điện áp đầu vào cũng chính bằng 700V. Cấu trúc như trên cho phép tạo điểm trung tính ở nguồn DC đầu vào, kết hợp với điểm zezo ở lưới tạo thành dây trung tính.



Hình 3.9. Cấu trúc 3FB-SC với điện dung ký sinh

3.3.2.2. Nguyên lý hoạt động

Nguyên lý hoạt động của cấu trúc 3FB-SC tương tự như của hệ thống 3FB. Tức là cũng cùng thứ tự phát xung mở cho các tranzitor như ở hệ thống 3FB. Cấu trúc, thông số của mạch lọc LCL tương tự như của 3FB. Việc tạo điểm trung tính ở đầu cực DC và ở tải sẽ tạo dây trung tính nhằm mục đích sử dụng cho các phụ tải xoay chiều 1 pha. Hệ thống 3FB-SC được mô phỏng với hệ thống có điện dung ký sinh đất.

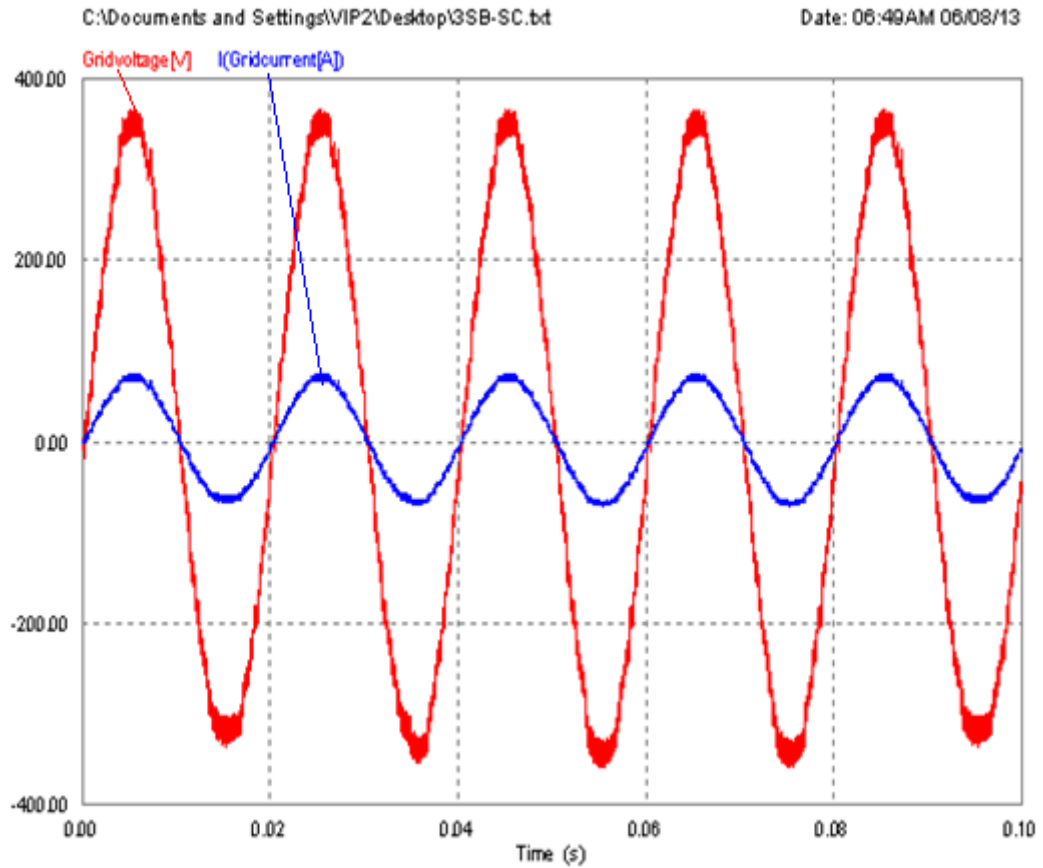
3.3.2.3. Các kết quả mô phỏng

- Hình 3.10 cho thấy điện áp, dòng điện đầu ra của cấu trúc 3FB-SC. Qua hình ta thấy rằng với cấu trúc có sự hiện diện của điện dung rò rỉ. Các đặc tính của nó thường không được mịn (gợn điện áp lớn) có sự dao động đặc biệt ở các đỉnh sóng là nơi dao động mạnh hơn cả.

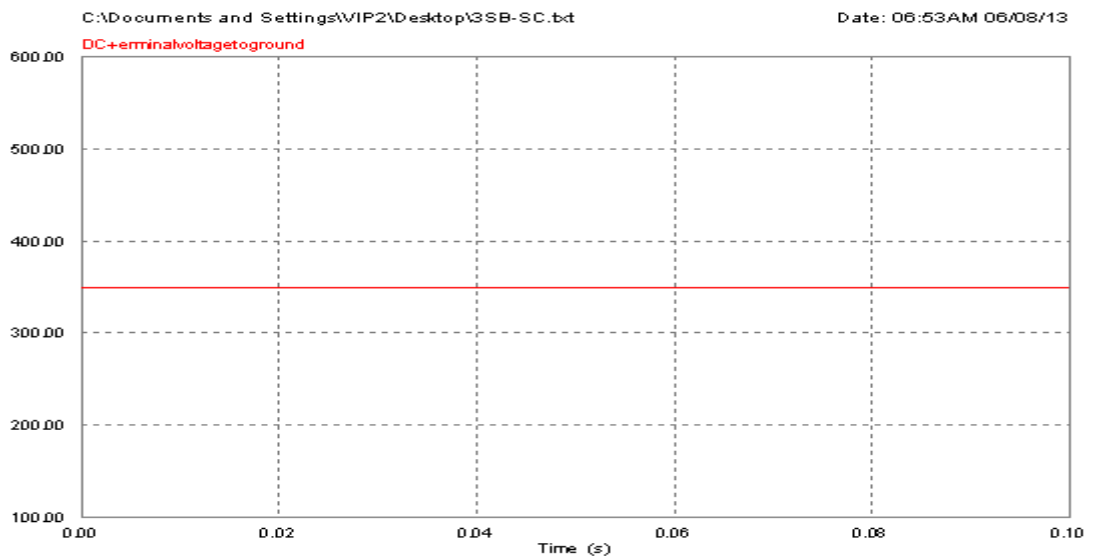
- Hình 3.11 cho thấy điện áp ở đầu cực DC và cuối cực DC. Tổng điện áp DC sẽ là: $+DC - (-DC) = 700V$. Ta nhận thấy rằng với việc xuất hiện của dây trung tính trong hệ thống 3FB-SC, cho dù được mô phỏng với điện dung ký sinh ở đầu và cuối cực DC thì điện áp ở đầu cực DC và cuối cực DC so với đất là hầu như không có sự dao động.

- Hình 3.12 cho thấy Mức độ rò rỉ ở đầu cực DC so với đất ở hệ thống 3EB-SC. Ta nhận thấy rằng mức độ rò rỉ này là rất thấp so với hệ thống 3FB. Sự rò rỉ ở đây rất nhỏ chỉ cỡ vài mA so với vài A ở hệ thống 3FB.

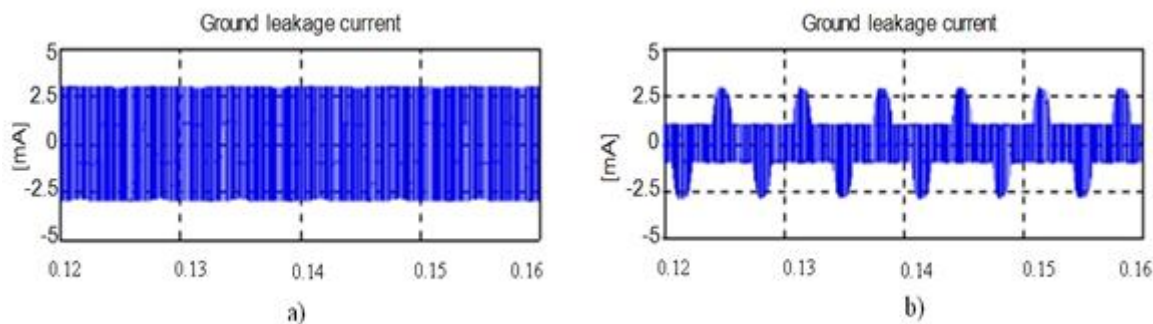
- Hình 3.13 cho thấy FFT của sự rò rỉ với đất. (3.13.a) FFT rò rỉ với đất của 3FB-SC thường; (3.13a) FFT rò rỉ mặt đất của 3FB-SC so le với PWM. Ta thấy biên độ của sự rò rỉ giảm rõ rệt khi tần số tăng ở (3.13a), giảm ít ở (3.13.b).



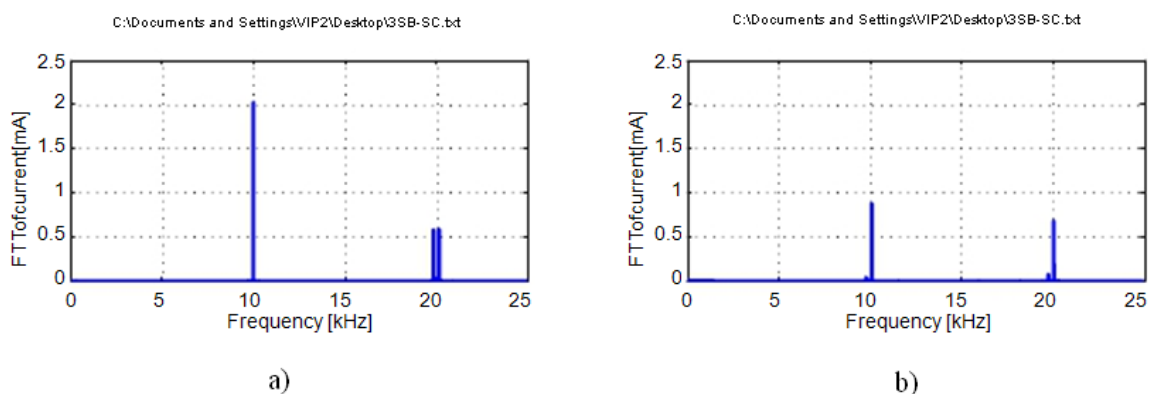
Hình 3.10. Điện áp, dòng điện đầu ra của cấu trúc 3FB-SC



Hình 3.11. Điện áp trên đầu cực DC



Hình 3.12. Mức độ dò rỉ ở đầu cực DC so với đất



Hình 3.13. FFT của dòng dò rỉ

3.3.3. Cấu trúc 3XNPC

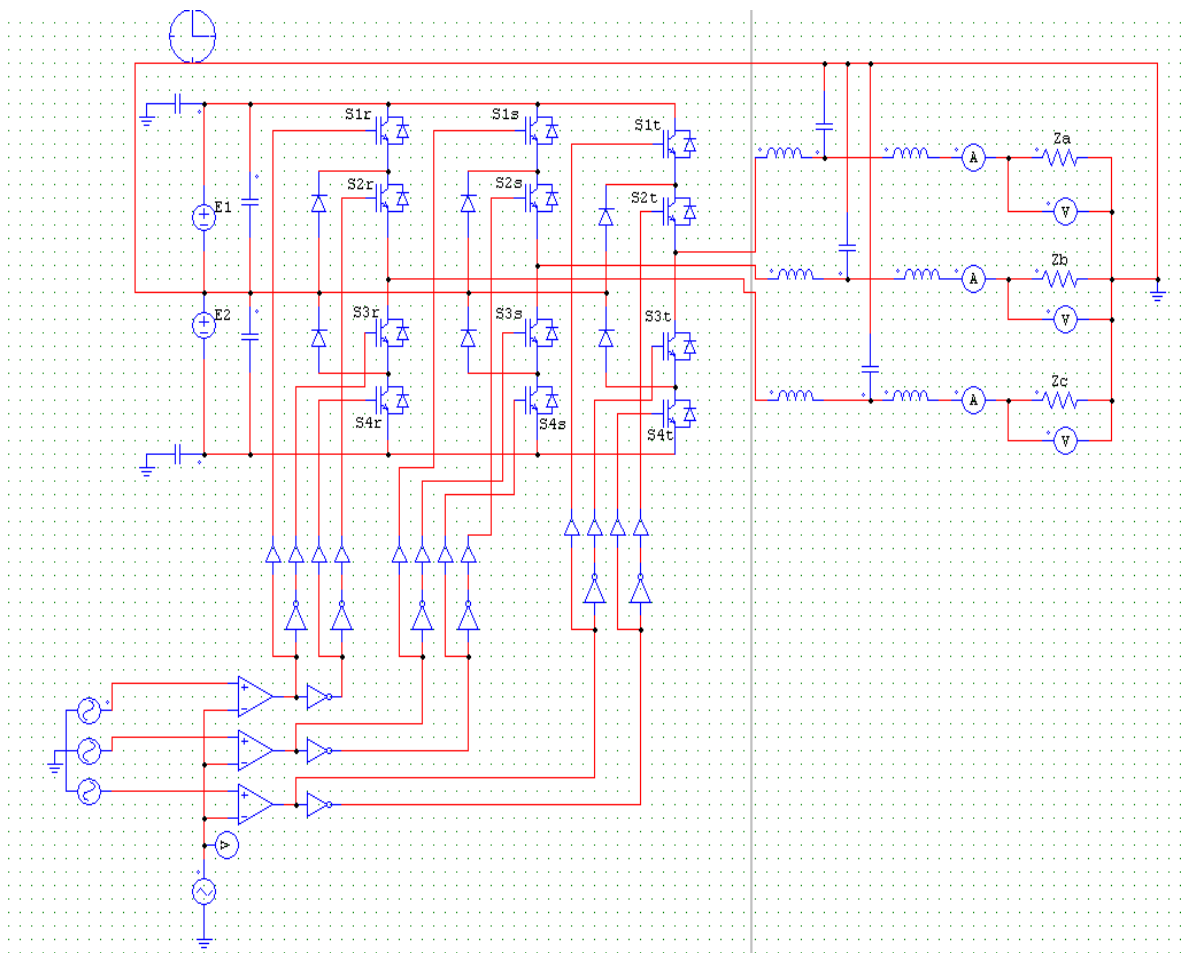
3.3.3.1. Cấu trúc và thông số

Cấu trúc 3XNPC là cấu trúc có tạo dây trung tính nhằm mục đích sử dụng với những phụ tải xoay chiều 1 pha. Cấu trúc hệ thống được biểu diễn ở (hình3.14)

Hệ thống 3XNPC được mô phỏng với:

- 2 nguồn điện DC mắc nối tiếp, mỗi nguồn có giá trị điện áp DC = 350V
- 12 IGBT: 6 nối trung Anot và 6 chung katot
- 6 diốt
- $T_s = 1e-7$

- Tần số xung điều khiển tam giác $f = 10\text{kHz}$
- Bộ lọc LCL : $L_F = 1\text{mH}$; $C_F = 2,2 \mu\text{F}$ với kết nối sao của các tụ lọc
- Lưới điện được mô phỏng với tần số $f_g = 50\text{Hz}$; $V_G = 220\text{Vrms}$ (325V đỉnh); $L_G = 50 \mu\text{H}$ (cảm kháng lưới điện); điện trở lưới điện $R_g = 0,5 \Omega$; $C_g = 1\mu\text{F}$;
- Điện dung rò rỉ (kí sinh) : $C_{\text{leak}} = 100\text{nF}$;
- Hệ thống được mô phỏng trên PSIM với thời gian mô phỏng là 0.1s.
- Điện dung phía DC : $C_{\text{dc}}=50\mu\text{F}$



Hình 3.14. Cấu trúc 3XNPC với điện dung ký sinh

3.3.3.2. Nguyên lý hoạt động

Cấu trúc 3XNPC hoạt động dựa trên nguyên lý đóng cắt 12 tranzitor thay vì 6 tranzitor như trong hệ thống 3FB và 3FB-SC. Trong mỗi khoảng thời gian có 3 tranzitor dẫn ở cấu trúc 3FB hoặc 3FB-SC, thì có đến 6 tranzitor dẫn trong cùng một khoảng thời gian ở cấu trúc 3XNPC. Như vậy ở mỗi pha sẽ có hai tranzitor dẫn. Việc này có nghĩa là trên mỗi tranzitor chỉ phải chịu một nửa điện áp so với các hệ thống trước đó cho nên giảm được nguy cơ quá áp. Tuy nhiên việc sử dụng nhiều linh kiện bán dẫn công suất nên tổn thất công suất trên các van là lớn hơn gấp đôi, Mạch điều khiển cấp xung mở cho các tranzitor cũng phức tạp hơn.

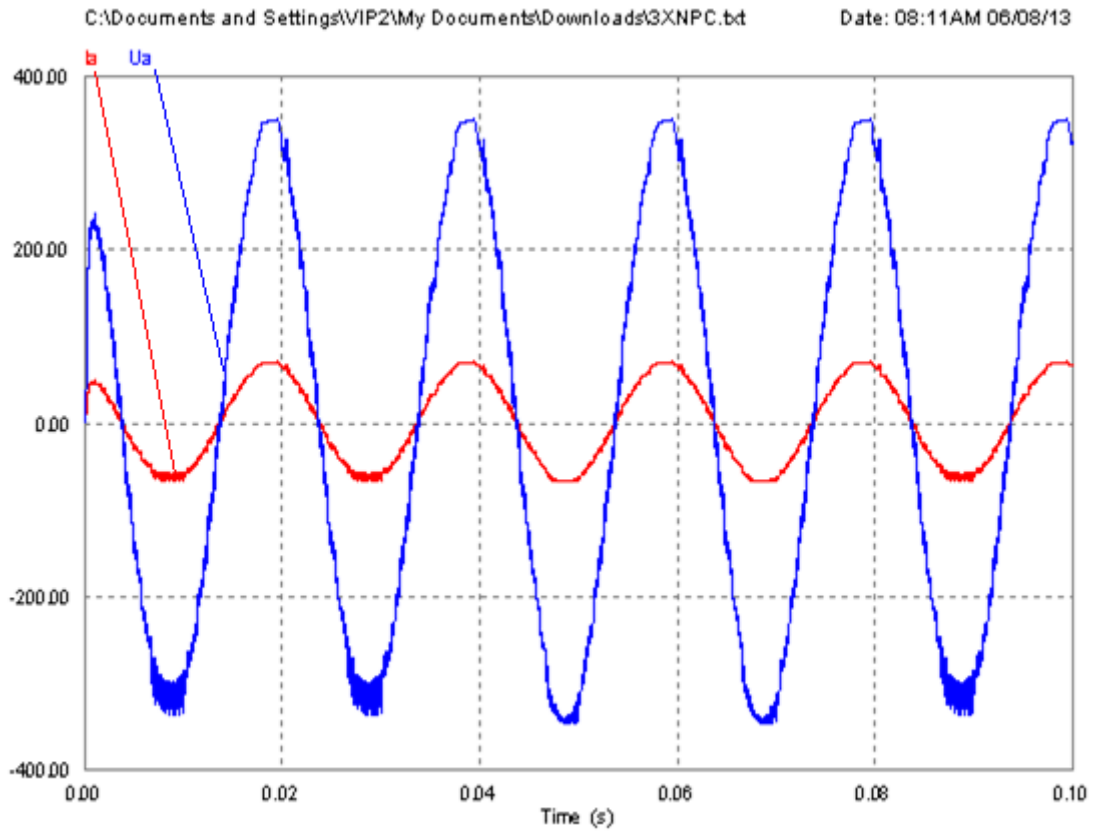
3.3.3.3. Các kết quả mô phỏng

- Hình 3.15 là kết quả mô phỏng dòng điện, điện áp đầu ra phía AC. Ta thấy rằng mức độ dao động điện áp (gợn điện áp) là nhỏ nhất so với các hệ thống 3FB VÀ 3FB-SC.

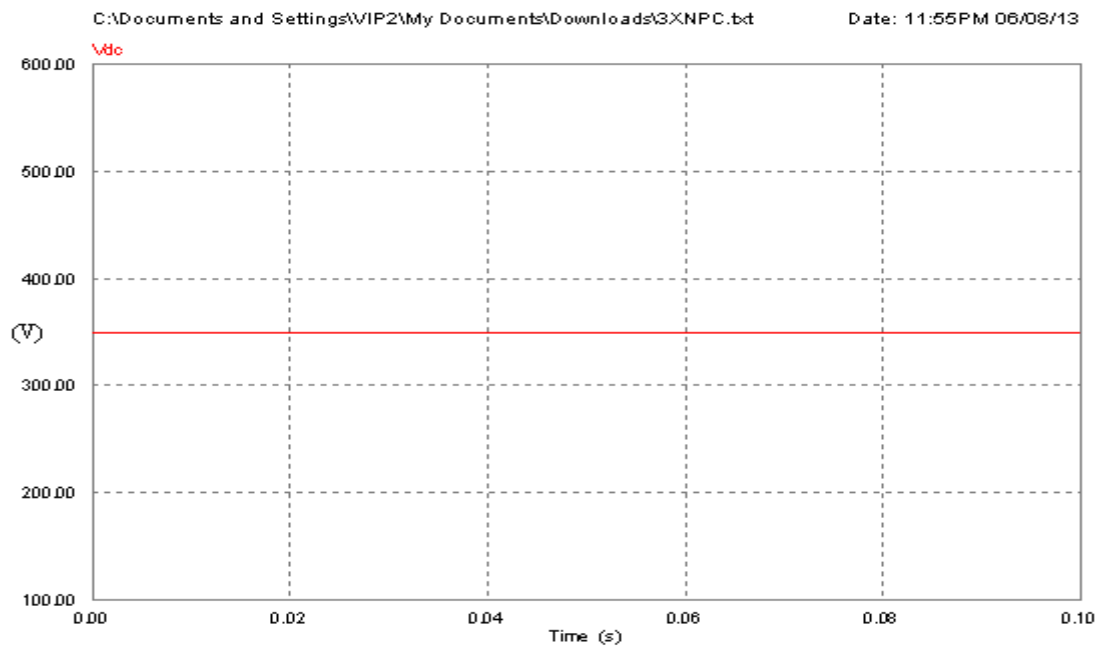
- Hình 3.16 cho thấy điện áp trên đầu cực DC. Điện áp này tương tự với điện áp đầu cực DC ở hệ thống 3FB-SC tức là hầu như không có sự dao động.

- Hình 3.17 cho thấy dòng dò rỉ mặt đất dòng này ở ngưỡng vài mA, tương tự như cấu trúc 3FB-SC, và nhỏ hơn hệ thống 3FB ở ngưỡng vài A.

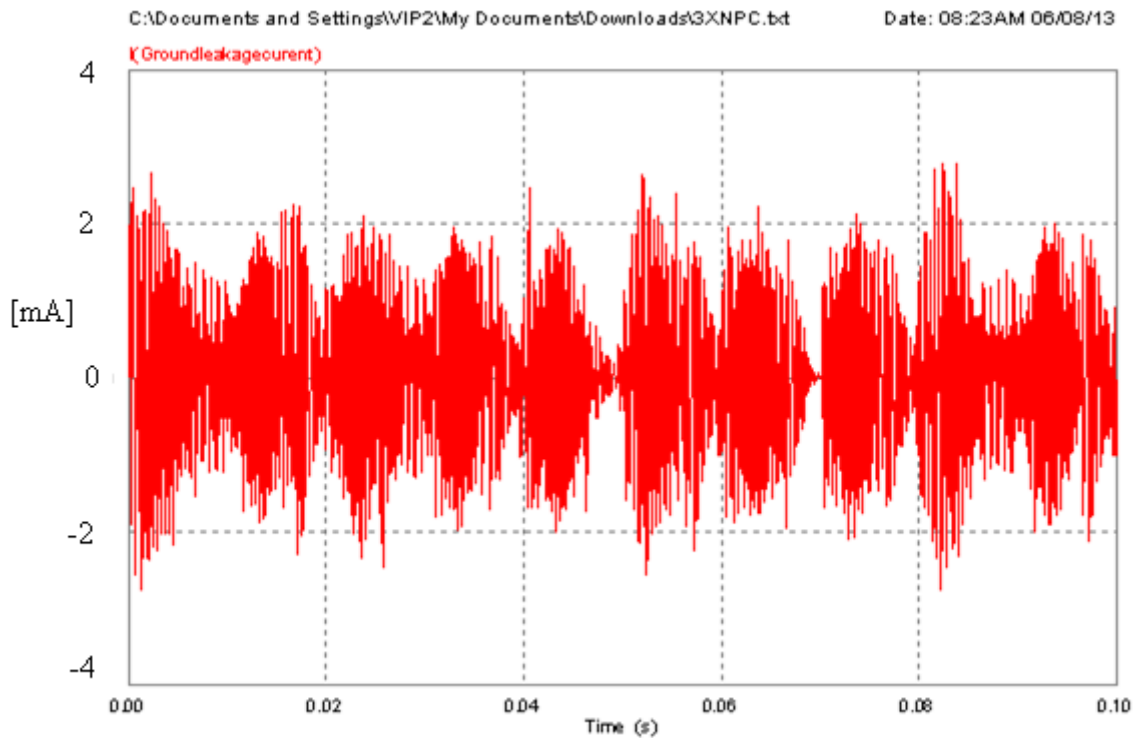
- Hình 3.18 cho thấy FFT của dòng dò rỉ ta thấy rằng biên độ của sự dò rỉ là không giảm đáng mấy khi mà tần số tăng.



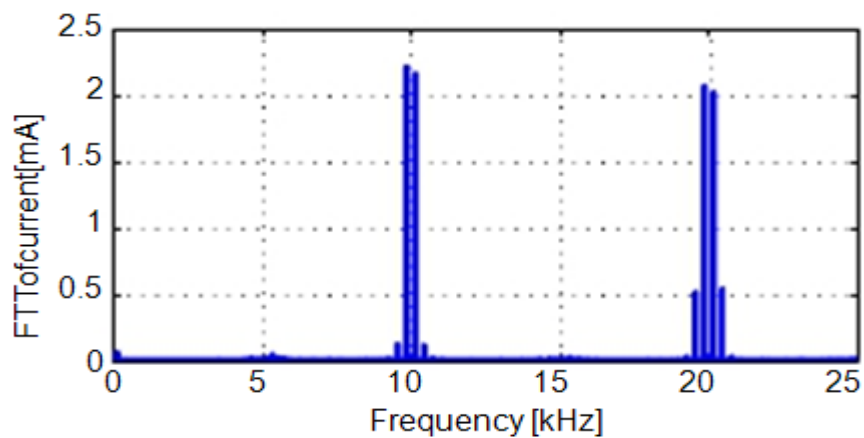
Hình 3.15. Hình dạng dòng điện và điện áp của lưới



Hình 3.16. Điện áp trên đầu cực DC



Hình 3.17. Dòng điện dò rỉ mặt đất



Hình 3.18. FFT của dòng dò rỉ

3.4. SO SÁNH ĐÁNH GIÁ GIỮA CÁC CẤU TRÚC

Trong phần này chúng ta sẽ đi vào so sánh các thông số, kết cấu, chất lượng của hệ thống như :Mức độ biến động điện áp và rò rỉ dòng điện, số lượng các thiết bị chuyển mạch, các thành phần thụ động, kích thước của đầu ra, bộ lọc và các thiết bị phụ trợ.

- Trong cấu trúc 3FB-SC và 3xNPC, dòng trung tính được kết nối với trung điểm của mảng PV, do đó làm cho cả hai đầu vào điện dung điện áp cân bằng trong quá trình hoạt động. Không có điện áp kiểm soát cân bằng là cần thiết cho những trường hợp này.
- Trong điều kiện của các thiết bị điện, có thể nói rằng 3xNPC cần gấp đôi các van bán dẫn và sáu điốt, so với hai cấu trúc liên kết. Lợi thế trong trường hợp này là các thiết bị điện tử công suất chỉ phải chịu một nửa điện áp so với 3FB và 3FB-SC, Gọn điện áp là thấp nhất.
- Trường hợp cấu trúc 3FB là cấu trúc không có điểm trung tính ta thấy rằng chứa nhiều song hài hơn các cấu trúc kia. Hình 3.4 trên.
- Dựa trên cấu trúc bộ lọc đầu ra thì bộ lọc lớn nhất trong trường hợp cấu trúc 3FB-SC.

Bảng 3.1. So sánh giữa các cấu trúc

Cấu trúc	3FB	3FB-SC	3XNPC
Số thiết bị chuyển mạch	6(1)	6(1)	12(1/2)
Điện áp trên các van	V_{DC}	V_{DC}	$\frac{1}{2} V_{DC}$
Số diode	6	6	18
Số tụ điện phí DC	1	2	2
Sự các ly với đất	có	không	không
Kiểm soát cân bằng điện áp	Không	Có	có
Bộ lọc đầu ra LCL	Nhỏ	Lớn	Trung bình
Dao động điện áp DC + thiết bị đầu cuối so mặt đất	$\pm V_{dc}$	$\pm 1\% V_{dc}$	$\pm 1\% V_{dc}$
Dòng rò rỉ với đất	Cao	Rất thấp	Rất thấp

KẾT LUẬN CHƯƠNG 3:

Trong chương 3 này chúng ta đã đi vào mô phỏng các bộ biến đổi cầu 3 pha. Thấy được sự hoạt động của hệ thống, các mô phỏng được thực hiện trên PSIM 6.0. Từ đó thấy được các kết quả sau:

- cấu trúc liên kết (3FB) là không phù hợp cho các ứng dụng PV transformerless, do sự hiện rò rỉ cao tạo ra.
- Mặt khác, cả hai 3FB-SC và 3xNPC đã cho kết quả đầy hứa hẹn. bởi dao động điện áp đầu cực DC rất thấp chỉ cỡ vài (mA) so với 3FB là cỡ vài (A).
- Các 3FB-SC, là giải pháp rẻ nhất, chỉ có 6 Linh kiện bán dẫn so với 12 của 3XNPC. Song cấu trúc bộ lọc đầu ra lớn hơn.
- Cấu trúc 3XNPC có gọn điện áp là nhỏ nhất. Song lại tốn gấp đôi số tranzitor và mất thêm 6 điốt. Bên cạnh đó vấn đề điều khiển cũng phức tạp hơn.

KẾT LUẬN:

Sau ba tháng nghiên cứu và thực hiện đề tài dưới sự hướng dẫn tận tình của GS.TSKH Thân Ngọc Hoàn cùng với sự cố gắng nỗ lực của bản thân, em đã hoàn thành đồ án tốt nghiệp của mình theo đúng kế hoạch được giao. Trong đề tài này em đã thực hiện được những vấn đề như sau:

- Tìm hiểu tổng quan về năng lượng mặt trời và lưới điện PV
- Tìm hiểu về các bộ biến đổi tĩnh: bộ biến đổi DC-DC, DC-AC
- Mô phỏng đánh giá các hệ thống biến đổi cầu 3 pha nối lưới PV sử dụng phần mềm PSIM 6.0

Tuy nhiên do thời gian có hạn việc còn thiếu kinh nghiệm trong quá trình làm đồ án. Bản đồ án chắc hẳn là không thể tránh khỏi những khiếm khuyết và thiết sót. Các thông số mô phỏng chưa thật đạt chuẩn so với mong muốn. Xong với một đề tài mới và ngày đang có những ứng dụng rộng rãi trong thực tế hi vọng rằng đề tài này sẽ là những gợi ý cho những nghiên cứu tiếp theo, và cho những ai quan tâm đến năng lượng tái tạo và các bộ biến đổi, sử dụng chúng.

Hải Phòng, ngày....tháng....năm 2013

Sinh viên

Trần Văn Thuyên

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. GS.TSKH. Thân Ngọc Hoàn (2004), *Điện tử công suất*, Nhà xuất bản Xây Dựng.
- [2]. GS.TSKH. Thân Ngọc Hoàn (1991), *Điện tử công suất lớn*, Nhà xuất bản Thông Vận Tải.
- [3]. Lê Văn Doanh –Nguyễn Thế Công –Trần Văn Thịnh (2005), *Điện tử công suất*, Nhà xuất bản khoa học và kỹ thuật.
- [4]. Nguyễn Bính (2000), *Điện tử công suất*, Nhà xuất bản khoa học và kỹ thuật.
- [5]. THS.Nguyễn Đoàn Phong, *Bài giảng điện tử công suất*, Khoa Điện trường Đại Học Dân Lập Hải Phòng.
- [6]. Năng lượng mặt trời (www.wikipedia.org).
- [7]. Diễn đàn Điện Tử Việt Nam (www.dientuviệtnam.net).
- [8]. Trang tìm kiếm thông tin (www.google.com).