

Mục lục

Mục lục.....	3
DANH MỤC HÌNH VẼ.....	4
ĐẶT VẤN ĐỀ	5
CHƯƠNG I – TỔNG QUAN VỀ PHÁT ĐIỆN VÀ VẬT LIỆU ÁP ĐIỆN	7
1.1 Năng lượng điện.....	7
1.2 Máy phát điện	7
1.2.1 Máy phát điện một chiều	8
1.2.2 Máy phát điện xoay chiều.....	8
1.3 Pin điện hóa.....	10
1.4 Vật liệu áp điện và hiệu ứng áp điện (Piezoelectric material).....	11
1.4.1 Hiệu ứng áp điện	11
1.4.2 Vật liệu áp điện.....	12
CHƯƠNG II – PHÁT ĐIỆN BẰNG VẬT LIỆU ÁP ĐIỆN	15
2.1 Nguyên lý phát điện từ vật liệu áp điện	15
2.2 Dao động dầm công xôn với mô đun vật liệu áp điện.....	16
2.3 Mạch chỉnh lưu	17
Kết luận.....	18
Tài liệu tham khảo.....	19

DANH MỤC HÌNH VẼ

Hình 1.1 – Máy phát điện một chiều trong đăng ký bản quyền sáng chế tại Hoa Kỳ năm 1887	8
Hình 1.2 – Cấu tạo của máy phát điện xoay chiều.....	9
Hình 1.3 – Nguyên lý phát điện sử dụng hiệu ứng điện từ.....	10
Hình 1.4 – Nguyên lý, cấu tạo của máy phát điện xoay chiều ba pha	10
Hình 1.5 – Cấu tạo pin điện hóa.....	11
Hình 1.6 – Hiệu ứng áp điện thuận	11
Hình 1.7 – Hiệu ứng áp điện nghịch.....	12
Hình 1.8 – Cấu trúc một phân tử thạch anh.....	12
Hình 1.9 – Cấu trúc tinh thể của vật liệu gốm áp điện Barium Titanium ($BaTiO_3$)	13
Hình 1.10 – Mômen lưỡng cực hình thành trên phân tử của vật liệu áp điện	14
Hình 2.1 – Một số nguồn dao động thường gặp	15
Hình 2.2 – Mô hình phát điện từ vật liệu áp điện sử dụng nguồn dao động cơ học.....	15
Hình 2.3 – Kết cấu mô đun vật liệu áp điện kiểu thanh và kiểu màng đàn hồi.....	16
Hình 2.4 – Mô hình thiết bị phát điện kiểu dầm công xôn 3 lớp của vật liệu áp điện.....	16
Hình 2.5 – Sơ đồ nguyên lý của mạch chỉnh lưu và lưu điện.....	17

ĐẶT VẤN ĐỀ

Cách mạng công nghiệp 4.0 với mục tiêu là số hóa, tự động hóa, vạn vật kết nối đòi hỏi việc sử dụng số lượng lớn các máy và thiết bị thông minh có khả năng linh hoạt giám sát, vận hành và kết nối các khâu các bước trong các quy trình sản xuất sản phẩm cũng như trong các lĩnh vực kinh tế xã hội khác. Thiết bị thông minh về cơ bản là các thiết bị điện tử được sản xuất dựa trên trí tuệ nhân tạo có khả năng kết nối với các thiết bị thông minh, không dây khác thông qua 4G, WiFi ... để tạo nên một mạng lưới thiết bị giám sát, điều khiển; xét trên phạm vi năng lượng thì tất cả các thiết bị này đều thuộc nhóm tiêu thụ năng lượng, cần năng lượng điện để vận hành. Do vậy, bài toán cung cấp điện cho các máy và thiết bị thông minh này cũng dần trở nên cấp thiết, đặc biệt trong bối cảnh số lượng và chủng loại của các thiết bị điện tử tiên tiến được phát minh, phát triển và sử dụng ngày càng nhiều. Hiện nay các thiết bị thông minh cỡ nhỏ như các camera, cảm biến, công tắc thông minh ... được cấp điện thông qua một số phương pháp như: sử dụng điện lưới, sử dụng pin điện hóa hoặc pin năng lượng mặt trời ... tuy đơn giản và có độ phổ biến cao nhưng các phương pháp nêu trên đều có những nhược điểm rất khó khắc phục:

+ Với sử dụng điện lưới: yêu cầu vị trí lắp đặt các thiết bị phải có nguồn điện, do vậy hoặc vị trí lắp đặt khó tối ưu hoặc phải bố trí sơ đồ tổ chức cung cấp điện cho thiết bị sẽ phức tạp; thiết bị cũng thường cần có thêm bộ chuyển đổi điện áp để chuyển nguồn từ 220 VAC sang mức điện áp vận hành của thiết bị (ví dụ như 5V DC hoặc 12V DC).

+ Với sử dụng pin điện hóa: nguồn điện trong pin điện hóa là hữu hạn, do đó sẽ cần phải thay mới hoặc nạp lại pin sau một khoảng thời gian vận hành để đáp ứng nguồn đầu vào ổn định cho thiết bị; thêm nữa pin điện hóa thường được chế tạo từ các thành phần, nguyên liệu hóa học ít thân thiện, nguy hại với môi trường, do vậy phát thải pin điện hóa có nguy cơ gây ô nhiễm môi trường rất cao, nếu không việc tái chế xử lý cũng rất tốn kém và phức tạp.

+ Với sử dụng pin năng lượng mặt trời: bị hạn chế về vị trí lắp đặt do yêu cầu phải có ánh sáng mặt trời, khả năng phát điện phụ thuộc vào thời tiết, khí hậu; và cũng giống như pin điện hóa, pin năng lượng mặt trời có tuổi thọ cố định và thành phần cấu tạo cũng bao gồm nhiều chất có nguy cơ gây ô nhiễm môi trường, do đó phạm vi áp dụng cũng thường bị hạn chế.

Việc nghiên cứu áp dụng hiệu ứng áp điện và vật liệu áp điện vào quá trình sản xuất năng lượng đã được thực hiện ở một số nơi trên thế giới và chứng tỏ được tiềm năng trong việc tạo ra nguồn năng lượng sạch, ổn định, lâu dài, không gây ô nhiễm môi trường. Tuy công suất phát điện không lớn, nhưng khả năng của thiết bị là hứa hẹn trong việc thay thế sử dụng nguồn điện từ các pin hóa học cỡ nhỏ thông thường, pin năng lượng mặt trời ở một

số vị trí lắp đặt phù hợp nhất định, giảm thiểu tác nhân gây ô nhiễm môi trường từ nguồn phát thải của các pin đã qua sử dụng.

Bên cạnh mục tiêu nghiên cứu về vấn đề năng lượng, việc nghiên cứu vật liệu áp điện còn có ý nghĩa khoa học rất lớn trong việc đào tạo ngành học cơ điện tử của Bộ môn Máy và thiết bị công nghiệp, khoa Cơ – Điện, trường Đại học Mỏ – Địa Chất, thể hiện đúng định hướng đào tạo của ngành cơ điện tử: học gì và làm gì, sinh viên và việc kết hợp các kiến thức cơ khí, vật liệu và điện tử ... tổng hợp với kiến thức tổng quan, thực tế kinh tế xã hội để tìm hiểu và tạo ra các sản phẩm khoa học tiên tiến giải quyết một bài toán một vấn đề cấp thiết, đóng góp vào xây dựng và phát triển kinh tế xã hội của đất nước.

Vì vậy, việc nghiên cứu về thiết bị phát điện sử dụng vật liệu áp điện là cần thiết, phù hợp định hướng phát triển đào tạo và nghiên cứu khoa học của trường Đại học Mỏ – Địa chất, đảm bảo yếu tố sáng tạo và chất lượng hướng tới phát triển bền vững.

CHƯƠNG I – TỔNG QUAN VỀ PHÁT ĐIỆN VÀ VẬT LIỆU ÁP ĐIỆN

1.1 Năng lượng điện

Năng lượng điện, gọi tắt **điện năng**, là chỉ năng lực sử dụng điện nhằm mục đích sinh công bằng mọi hình thức. Điện năng không những là hình thái nguồn năng lượng kinh tế, thực dụng, sạch sẽ, hơn nữa dễ dàng kiểm soát và chuyển đổi, lại còn là một sản phẩm đặc thù do bộ, ban, ngành điện lực cung cấp cho các hộ gia đình sử dụng điện lực, và do ba bên phát - cấp - dùng cùng nhau bảo chứng chất lượng (nó có sẵn một số đặc trưng của sản phẩm đồng dạng, thí dụ như có thể được đo lường, dự kế, bảo chứng hoặc cải thiện) [1].

Điện năng được ứng dụng rộng khắp ở các lĩnh vực như động lực, chiếu sáng, hoá học, dệt may, thông tin, phát thanh,... là động lực chủ yếu để cho khoa học - công nghệ phát triển và kinh tế nhân dân nhảy vọt. Điện năng đóng vai trò trọng đại trong đời sống của chúng ta.

Lợi dụng điện năng là dấu hiệu chủ yếu của cách mạng công nghiệp lần thứ hai, từ đó xã hội loài người bước vào thời đại điện khí. Điện năng là đại lượng vật lí biểu thị dòng điện làm ra bao nhiêu công, điện năng chỉ năng lực sử dụng điện nhằm mục đích sinh công bằng mọi hình thức (vì thế có lúc cũng gọi là **công điện** - electric work).

Điện năng chia làm điện năng dòng một chiều, điện năng dòng xoay chiều, điện năng tần số cao, điện năng tần số trung, điện năng tần số thấp, ... Những loại điện năng này đều có thể chuyển đổi qua lại lẫn nhau.

Điện năng sử dụng trong sinh hoạt thường ngày, chủ yếu đến từ chuyển đổi năng lượng hình thức khác, bao gồm thủy năng (phát điện dựa vào sức nước chảy), nhiệt năng (phát điện dựa vào sức lửa đốt), năng lượng kết hợp hạt nhân (điện hạt nhân), phong năng (phát điện dựa vào sức gió thổi), hoá năng (pin) và quang năng (pin Mặt Trời).

Điện năng cũng được chuyển đổi thành hình thức năng lượng khác cần thiết, thí dụ như nhiệt năng, quang năng, động năng,...

Điện năng có thể thực hiện truyền tải với khoảng cách xa, bằng hình thức hữu tuyến hoặc vô tuyến.

1.2 Máy phát điện

Máy phát điện là thiết bị biến đổi cơ năng thành điện năng thông thường sử dụng nguyên lý cảm ứng điện từ. Nguồn cơ năng sơ cấp có thể là các động cơ tua bin hơi, tua bin nước, động cơ đốt trong, tua bin gió hoặc các nguồn cơ năng khác [2].

Máy phát có hai loại chính là máy phát điện xoay chiều (alternator) và một chiều (dynamo).

Máy phát điện đầu tiên được sáng chế vào năm 1831 là đĩa Faraday, do nhà khoa học người Anh Michael Faraday.

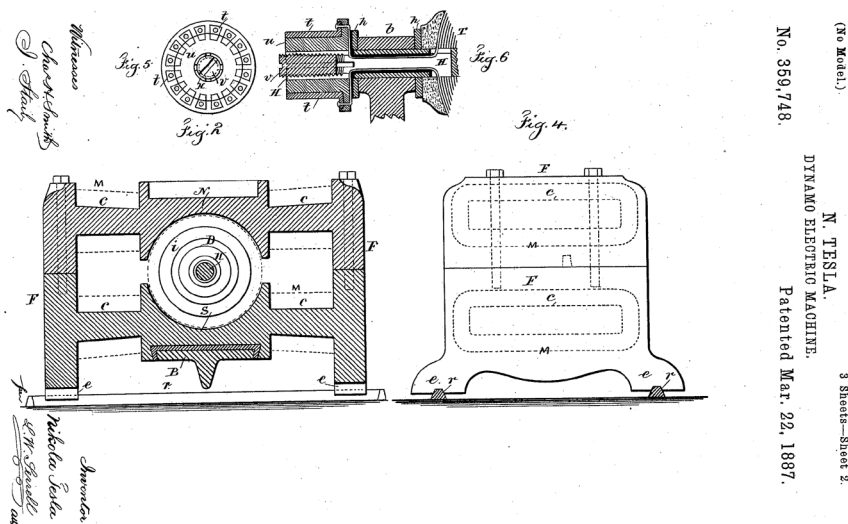
Để chuyển đổi ngược điện năng sang cơ năng, người ta dùng động cơ điện. Máy phát điện và động cơ điện có rất nhiều đặc điểm giống nhau, vậy nên một số loại động cơ có thể biến thành máy phát điện để tạo ra điện năng.

Máy phát điện giữ một vai trò then chốt trong các thiết bị cung cấp điện. Nó thực hiện ba chức năng: phát điện, chỉnh lưu, hiệu chỉnh điện áp.

1.2.1 Máy phát điện một chiều

Máy phát điện một chiều hay **Dynamo** là máy phát điện tạo ra dòng điện một chiều bằng cách sử dụng hệ thống cổ góp [3].

Máy phát điện một chiều là máy phát điện đầu tiên có khả năng cung cấp năng lượng cho công nghiệp và là nguyên lý nền tảng cho nhiều thiết bị chuyển đổi năng lượng điện khác sau này, bao gồm: động cơ điện, máy phát điện xoay chiều và bộ chuyển đổi quay. Sau đó máy phát điện đơn giản thống trị sản xuất điện quy mô lớn, vì lý do hiệu quả, độ tin cậy và chi phí.



Hình 1.1 – Máy phát điện một chiều trong đăng ký bản quyền sáng chế tại Hoa Kỳ năm 1887

Tuy nhiên máy phát điện dùng cổ góp cơ khí có nhiều nhược điểm và thiếu tin cậy. Vì thế việc tạo ra dòng điện một chiều đã được thực hiện bằng các thiết bị chỉnh lưu nguồn, như bằng đèn chỉnh lưu thủy ngân hoặc Điốt bán dẫn, có hiệu suất và tính kinh tế tốt hơn. Do đó máy phát điện một chiều trở thành thiết bị lỗi thời, đặc biệt sau sự ra đời của máy phát điện xoay chiều.

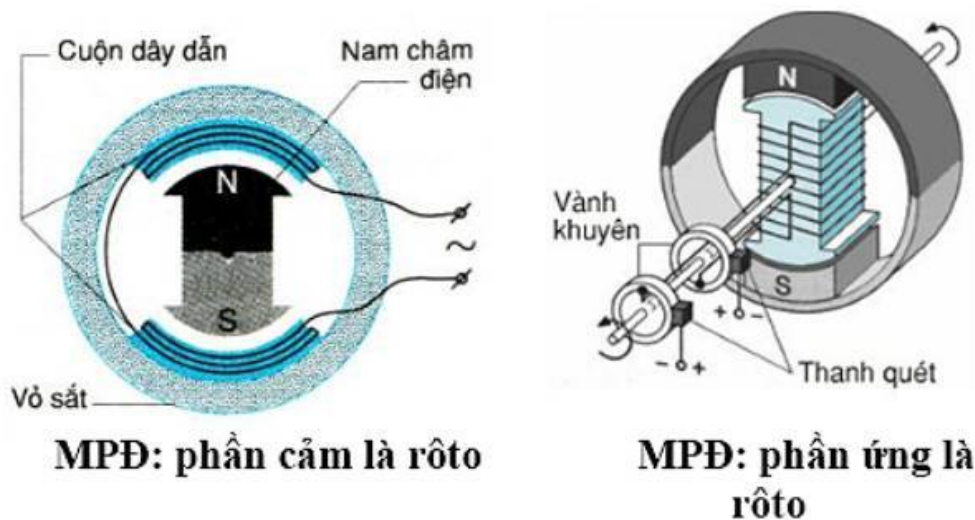
1.2.2 Máy phát điện xoay chiều

Máy phát điện xoay chiều là một máy phát điện chuyển đổi năng lượng cơ học thành điện năng dưới dạng của điện xoay chiều. Vì lý do chi phí và đơn giản, hầu hết các phát điện sử dụng một từ trường quay với một thiết bị cố định. Đôi khi người ta cũng sử dụng một máy phát điện xoay chiều tuyến tính có phần bao ngoài quay còn từ trường lại đứng yên. Về nguyên tắc, bất kỳ máy phát điện tạo ra điện xoay chiều nào cũng có thể được gọi là một phát

điện xoay chiều, nhưng thường là từ này đề cập đến các máy làm quay trục do ô tô và các động cơ đốt trong điều khiển. Máy phát điện xoay chiều sử dụng nam châm vĩnh cửu để tạo từ trường được gọi là magneto. Máy phát điện xoay chiều dùng trong nhà máy điện được thúc đẩy bằng tuốc bin hơi nước được gọi là máy phát điện tuốc bin. Các máy phát điện 3 pha 50 Hz hay 60 Hz loại lớn trong các nhà máy điện sản xuất ra hầu hết năng lượng điện của thế giới, sau đó điện năng được hệ thống điện lưới phân phối [4].

Cấu tạo máy phát điện xoay chiều gồm 2 phần chính là phần cảm và phần ứng.

- Phần cảm (roto): gồm các nam châm điện có chức năng tạo ra từ thông.
- Phần ứng (stato): được tạo thành bởi hệ thống các cuộn dây điện cố định, giống nhau về kích thước.



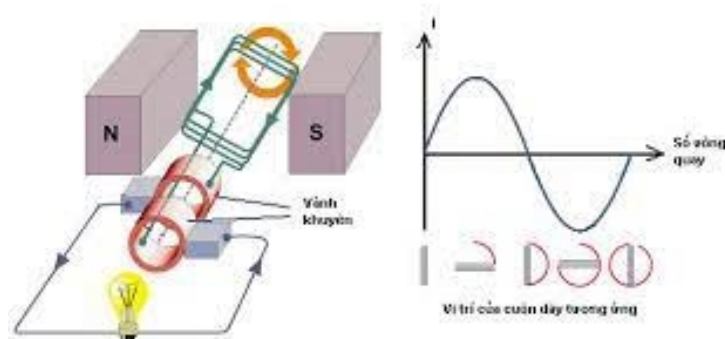
Hình 1.2 – Cấu tạo của máy phát điện xoay chiều

Bên cạnh 2 bộ phận chính trên còn các bộ phận cấu thành khác như: đầu phát, hệ thống nhiên liệu, làm mát, hệ thống xả,...

Máy phát điện xoay chiều hoạt động dựa trên hiện tượng cảm ứng điện từ. Khi số đường sức từ của nam châm xuyên qua tiết diện của cuộn dây luân phiên tăng giảm (hay còn gọi là từ thông qua cuộn dây biến thiên) thì dòng điện cảm ứng xuất hiện trong cuộn dây cũng luân phiên đổi chiều. Từ thông qua cuộn dây tăng giảm có thể là do cuộn dây quay tròn hoặc nam châm quay tròn. Nếu chu trình cứ tái diễn liên tục như vậy thì sẽ hình thành nên dòng điện.

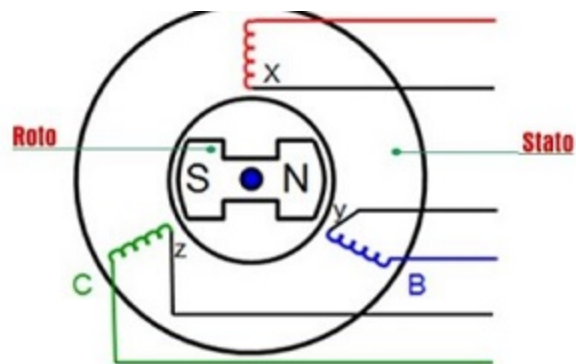
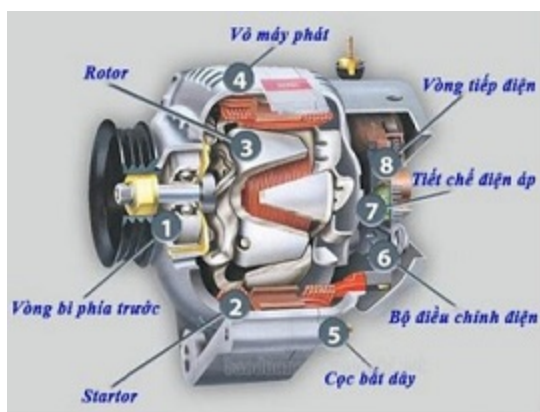
Trên thực tế, có hai loại máy phát điện xoay chiều đó là máy phát điện 3 pha và máy phát điện 1 pha. Về cơ bản, hai loại máy này đều là máy đồng bộ, gồm có 2 phần là phần cảm và phần ứng và chỉ khác nhau một chút về cấu tạo và nguyên tắc hoạt động.

Với máy phát điện 1 pha: phần cảm thường là 1 nam châm vĩnh cửu quay bên trong một vòng tròn tạo bởi 1 cuộn dây điện có kích thước tương đương nhau, hoặc ngược lại.



Hình 1.3 – Nguyên lý phát điện sử dụng hiệu ứng điện từ

Máy phát điện ba pha sử dụng phần cảm (rô to) là một nam châm điện, quay quanh trục cố định; phần ứng (stato) gồm 3 cuộn dây điện đặt lệch nhau 120° và giống nhau về kích thước và số vòng dây.

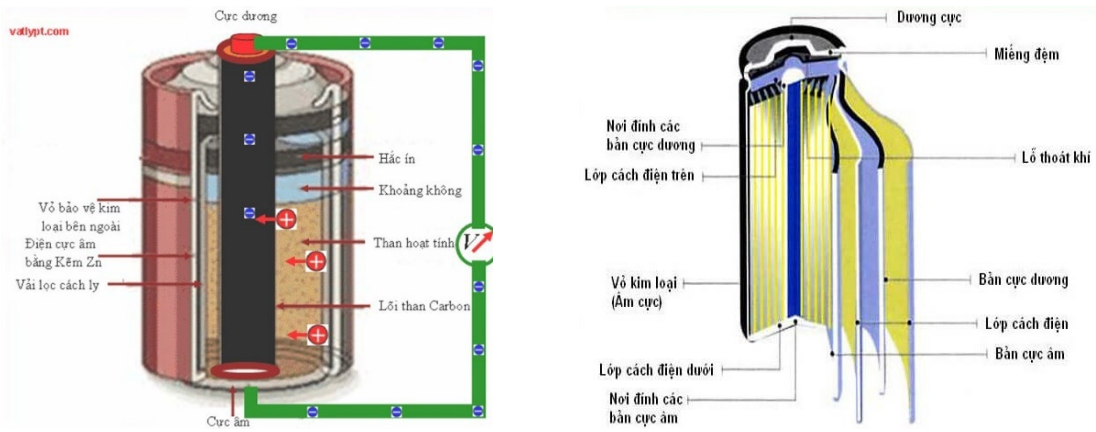


Hình 1.4 – Nguyên lý, cấu tạo của máy phát điện xoay chiều ba pha

1.3 Pin điện hóa

Pin (bắt nguồn từ từ tiếng Pháp *pile*), còn được viết theo tiếng Anh là "battery", là một hoặc nhiều pin điện hóa (electrochemical cell) biến đổi năng lượng hóa học thành năng lượng điện. Từ khi được sáng chế lần đầu ("pin Volta") năm 1800 bởi Alessandro Volta, pin đã trở thành nguồn năng lượng thông dụng cho nhiều đồ vật trong gia đình cũng như cho các ứng dụng công nghiệp. Theo ước lượng năm 2005, công nghiệp sản xuất pin mang lại doanh thu 48 tỷ USD mỗi năm, với tốc độ tăng trưởng 6% trên năm [5].

Có hai loại pin: pin sơ cấp (pin dùng 1 lần), được thiết kế để sử dụng 1 lần sau đó vứt đi, và pin thứ cấp (pin nạp được), được thiết kế để nạp được nhiều lần. Các pin cỡ nhỏ được sản xuất cho các thiết bị tiêu thụ ít năng lượng như đồng hồ đeo tay; những pin lớn có thể cung cấp năng lượng cho các phương tiện giao thông chạy điện như xe máy điện, ô tô điện, hoặc các hệ thống lưu trữ năng lượng.



Hình 1.5 – Cấu tạo pin điện hóa

a. Pin volta

b. Pin Lithium

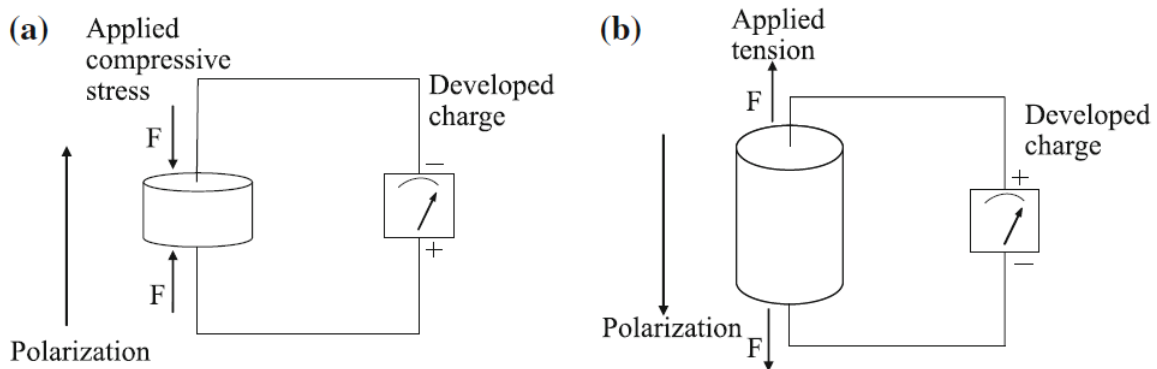
Pin phổ biến và xuất hiện nhiều nhất ngày nay là **pin lithium**, nó có hiệu suất cao và tuổi thọ dài nên thường được sử dụng nhiều trên hầu hết các thiết bị cần khả năng lưu trữ điện hiện đại.

1.4 Vật liệu áp điện và hiệu ứng áp điện (Piezoelectric material)

1.4.1 Hiệu ứng áp điện

Vật liệu áp điện (piezoelectric) là từ có nguồn gốc từ tiếng Hy Lạp và có nghĩa là *điện tạo ra từ áp lực*, được phát hiện lần đầu vào thế kỷ XVIII, khi một số nhà khoa học quan sát thấy rằng một số vật liệu như tinh thể và một số vật liệu gốm sẽ tạo ra điện khi có sự thay đổi nhiệt độ, đặc biệt là khi căng hoặc ép vật liệu với áp lực lớn, hình 1.6. Hiệu ứng này được gọi là hiệu ứng áp điện (piezoelectric) và các loại vật liệu có hiệu ứng này được gọi là vật liệu áp điện (piezoelectric materials) [6].

Trong quá trình nghiên cứu về vật liệu áp điện, hai nhà bác học Jacques Curie và Pierre Currie đã xác nhận sự tồn tại của hiệu ứng nghịch (hiệu ứng áp điện nghịch), khi đặt tinh thể vật liệu áp điện vào một trường điện áp thì nó sẽ dài ra hoặc co lại theo chiều phân cực của trường và tỉ lệ thuận với độ lớn của trường điện áp, hình 1.7.

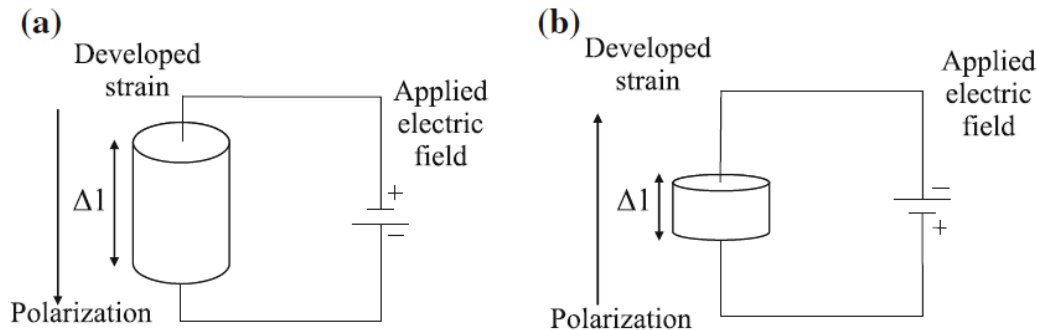


Hình 1.6 – Hiệu ứng áp điện thuận

a. Khi áp dụng lực nén

b. Khi áp dụng lực kéo

Trong quá trình nghiên cứu cải tiến vật liệu điện tử, các nhà khoa học của Hoa Kỳ, Nhật Bản và Liên Xô đã phát hiện một số vật liệu gốm nhân tạo có đặc tính áp điện cao gấp khoảng 100 lần so với vật liệu tự nhiên. Đặc biệt do quá trình chế tạo gốm áp điện không quá phức tạp nên đã thúc đẩy mạnh mẽ các nghiên cứu và áp dụng của vật liệu áp điện.



Hình 1.7 – Hiệu ứng áp điện nghịch

a. Vật liệu dãn dài dưới tác dụng của điện trường b. Vật liệu co ngắn dưới tác dụng của điện trường

Hiện nay, nghiên cứu về vật liệu áp điện và hiệu ứng áp điện là một nhánh của vật lý tinh thể và là cơ sở của các ngành công nghệ điện tử hiện đại như:

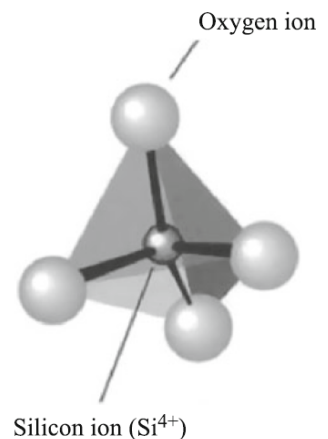
- + Điều khiển tần số và xử lý tín hiệu;
- + Microphone và loa siêu âm;
- + Mô tơ và các cơ cấu chấp hành siêu nhỏ;
- + Các loại sensor, cảm biến: cảm biến áp suất, cảm biến lực, cảm biến âm thanh ...
- + Tạo ra điện năng từ các chuyển động cơ khí: bật lửa dùng vật liệu áp điện, thiết bị phát điện sử dụng vật liệu áp điện ...

1.4.2 Vật liệu áp điện

Vật liệu áp điện có thể được phân loại thành hai nhóm là vật liệu tự nhiên và vật liệu nhân tạo.

Vật liệu áp điện tự nhiên bao gồm các vật liệu dạng tinh thể như thạch anh (SiO_2), các loại muối như Rochelle, topaz, các khoáng chất trong nhóm tourmaline và một số chất hữu cơ như lụa, gỗ, men, răng, xương, tóc và cao su. Nhưng vật liệu này có tính chất áp điện do cấu trúc phân tử đặc biệt hình thành sự phân cực điện khi có sự tác động của ngoại lực.

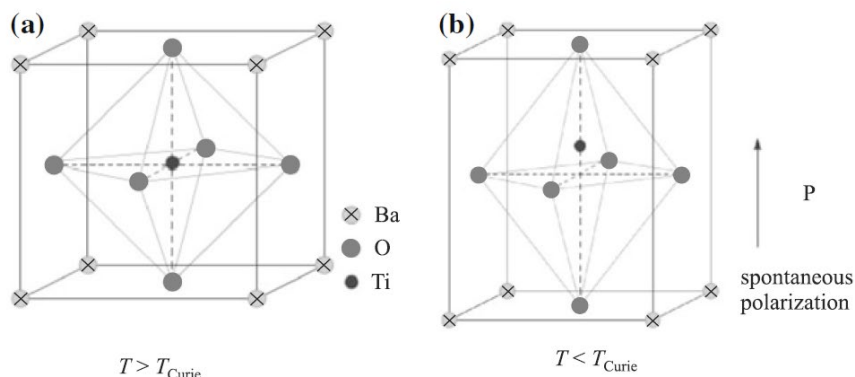
Hình 1.8 thể hiện cấu trúc tinh thể của một phân tử thạch anh, có dạng một khối tứ diện được tạo bởi các nguyên tử oxy xung quanh một nguyên tử Silic. Các nguyên tử oxy có cùng khoảng cách tới nguyên tử Silic và khoảng cách giữa các nguyên tử oxy cũng là như nhau. Khi bị tác động bởi ngoại lực



Hình 1.8 – Cấu trúc một phân tử thạch anh

khoảng cách giữa các nguyên tử bị thay đổi, dẫn đến sự lưỡng cực trong phân tử, từ đó tạo ra điện trường.

Vật liệu áp điện nhân tạo bao gồm các tinh thể tương tự như thạch anh, polyme và vật liệu tổng hợp (composite). Trong tổng số 32 nhóm tinh thể mà con người tổng hợp được, chỉ có 20 nhóm cho tính chất áp điện; trong đó có 10 nhóm có sự lưỡng cực tự nhiên mà không cần tác động ngoại lực, 10 nhóm còn lại chỉ có sự lưỡng cực khi tác động một ngoại lực cơ học lên khối vật liệu.



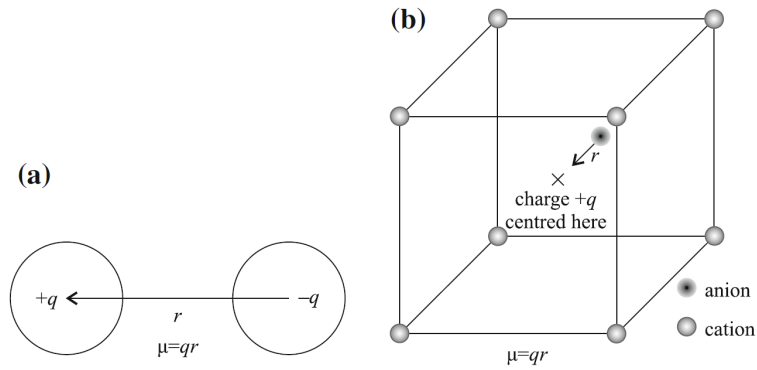
Hình 1.9 – Cấu trúc tinh thể của vật liệu gốm áp điện Barium Titanium ($BaTiO_3$)

Vật liệu áp điện nhân tạo thường được tạo ra bằng cách trộn hỗn hợp bột mịn của các oxit kim loại thành phần, sau đó được nung nóng để tạo ra một hỗn hợp đồng nhất. Tùy theo hình dạng kết cấu vật liệu mong muốn (hình đĩa, thanh, tấm ...) mà hỗn hợp đồng nhất kể trên sẽ được trộn với một số chất kết dính hữu cơ đặc biệt khác nhau. Các thành phần này sau đó được thiêu kết theo các quy trình đặc biệt ở các dải nhiệt độ khác nhau trong những khoảng thời gian khác nhau để tạo ra cấu trúc tinh thể cho vật liệu. Sản phẩm cuối cùng được làm nguội, cắt thành các kiểu hình tương ứng với yêu cầu ứng dụng cụ thể để có thể gắn các điện cực thực hiện cách chu trình thuận hay nghịch. Mỗi một tinh thể sẽ có một nhiệt độ kết tinh (bão hòa) khác nhau, quyết định đến tính lưỡng cực của tinh thể, nhiệt độ kết tinh này được gọi là độ Curie.

Hình 1.9 thể hiện cấu trúc của gốm áp điện Barium Titanium ($BaTiO_3$) khi kết tinh ở nhiệt độ trên và dưới điểm Curie. Khi kết tinh ở nhiệt độ cao hơn T_{Curie} cấu trúc tinh thể có dạng lập phương đối xứng, không có sự lưỡng cực, hình 1.9a; khi kết tinh ở nhiệt độ thấp hơn T_{Curie} tinh thể $BaTiO_3$ có dạng tứ diện hoặc hình thoi đối xứng, dẫn đến sự hình thành tinh thể lưỡng cực, hình 1.9b.

Về mặt bản chất, vật liệu lưỡng cực có điện tích cân bằng (tổng điện tích dương $+q$ và điện tích âm $-q$ bằng 0), trong vật liệu lưỡng cực thường không có các điện tích tự do (electron) nên ban đầu chúng được coi là các vật liệu cách điện. Tuy nhiên khi đặt vật liệu vào trong điện trường, dưới tác động của lực điện trường đủ lớn, các nguyên tử sẽ bị di chuyển, dẫn đến khoảng cách giữa các nguyên tử không đều nhau một khoảng r đủ lớn, hệ quả là tạo ra mômen lưỡng cực ($\mu = qr$) và các phân tử lưỡng cực. Mômen lưỡng cực là một

vector có hướng từ cực âm đến cực dương, do đó các điện tích dương di chuyển về phía trường điện bên ngoài và các điện tích âm di chuyển theo hướng ngược lại, hình 1.10.



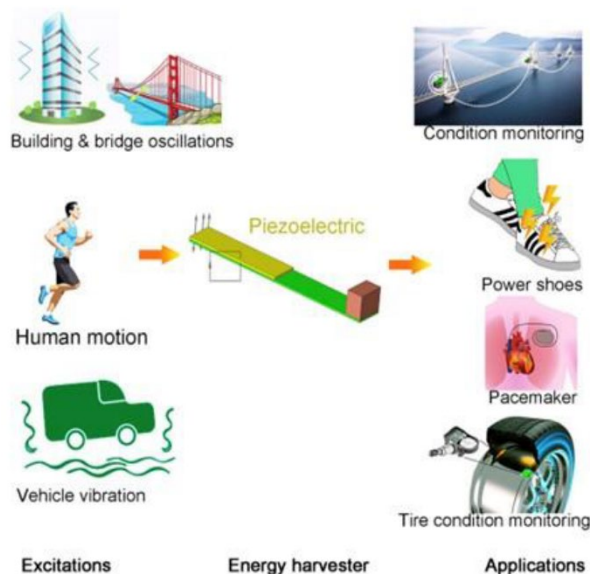
Hình 1.10 – Mômen lưỡng cực hình thành trên phân tử của vật liệu áp điện

CHƯƠNG II – PHÁT ĐIỆN BẰNG VẬT LIỆU ÁP ĐIỆN

2.1 Nguyên lý phát điện từ vật liệu áp điện

Theo đặc tính và cấu tạo của vật liệu áp điện đã đề cập ở trên (mục 1.4), điện năng sẽ được tạo ra từ vật liệu áp điện theo nguyên lý áp điện thuận, các ngoại lực cơ học sẽ tác động trực tiếp vào tấm vật liệu để tạo ra dòng điện.

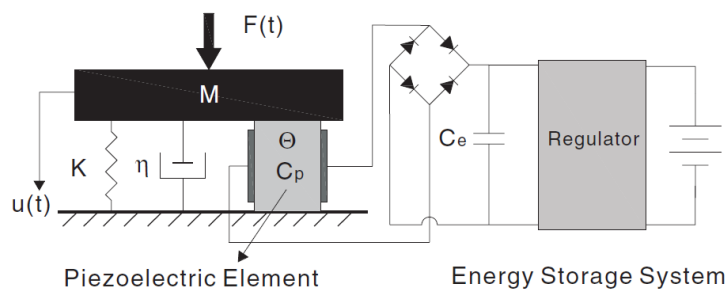
Để tạo ra một dòng điện có tính liên tục và ổn định, thì yêu cầu lực tác dụng lên khối vật liệu phải liên tục và đều, do đó lựa chọn nguồn ngoại lực cơ học tối ưu ở đây là các nguồn dao động cơ học ổn định, có thể kể đến như dao động của các tòa nhà, cây cầu, dao động của xe máy, ô tô và các thành phần cấu kiện như lốp xe, dao động của đế giày dép và một số nhóm cơ trên cơ thể người trong quá trình di chuyển, hình 2.1.



Hình 2.1 – Một số nguồn dao động thường gặp

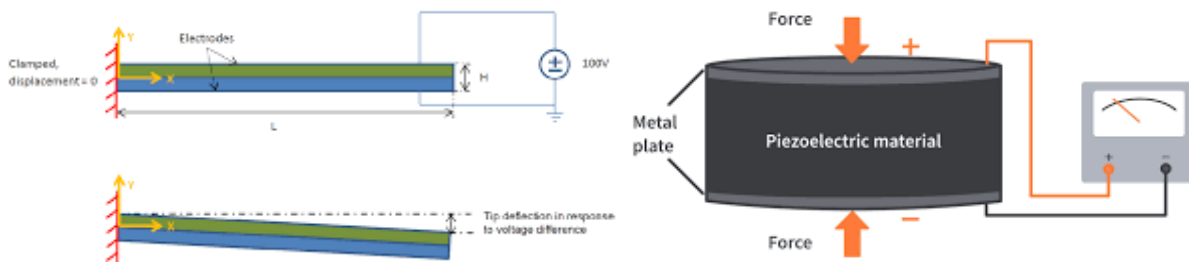
Vật liệu áp điện sẽ được chế tạo với hình dáng thích hợp như dạng thanh, tấm hay màng để gắn, dán vào các điểm rung động, từ đó hấp thu ngoại lực cơ học để tạo ra các dòng điện cần thiết.

Một thiết bị phát điện sử dụng vật liệu áp điện được mô hình hóa như là một hệ thống gồm vật dao động + lò xo + giảm chấn + cấu trúc vật liệu áp điện kết hợp với một mô đun lưu trữ năng lượng, hình 2.2.



Hình 2.2 – Mô hình phát điện từ vật liệu áp điện sử dụng nguồn dao động cơ học

Vật dao động có khối lượng M được gắn vào một lò xo có độ cứng K , và bộ đập tắt dao động có hệ số giảm chấn η ; vật M được dẫn động bởi nguồn ngoại lực $F(t)$. Mô đun của vật liệu áp điện được gắn vào vật M có hệ số phát điện áp điện Θ và điện dung C_p .

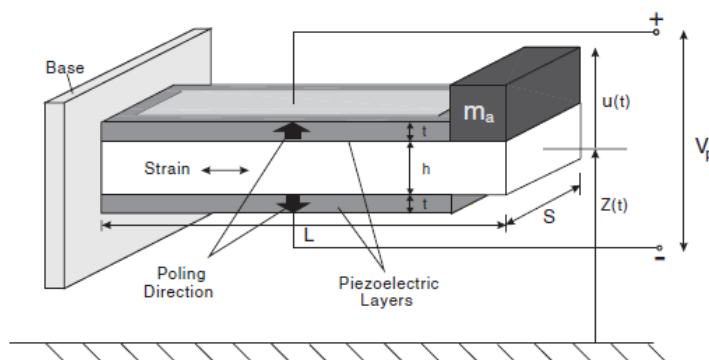


Hình 2.3 – Kết cấu mô đun vật liệu áp điện kiểu thanh và kiểu màng đàn hồi

Modun của vật liệu áp điện tùy theo nguồn dao động và vị trí lắp đặt mà thường có một trong hai dạng là dạng thanh hoặc dạng màng dao động, hình 2.3. Với mỗi loại kết cấu của vật liệu khác nhau ta sẽ có các phương trình dao động tương ứng khác nhau. Trong nội dung của báo cáo học thuật này chỉ đề cập tới phương pháp tính toán cho mô đun piezoelectric dạng tấm được dán ở hai mặt bên của một thanh dầm dao động, hình 2.4.

2.2 Dao động dầm công xôn với mô đun vật liệu áp điện

Dựa theo mô hình trên hình 2.4, bài toán dao động lúc này trở thành dao động của dầm công xôn 3 lớp, trong đó hướng phân cực của vật liệu là theo chiều dày, dòng điện cũng sẽ được tạo ra theo hướng chiều dày, còn độ biến dạng cơ học sẽ xảy ra theo hướng chiều dài của tấm vật liệu; do đó mô hình ứng suất sử dụng là mô hình {3-1}.



Hình 2.4 – Mô hình thiết bị phát điện kiểu dầm công xôn 3 lớp của vật liệu áp điện

Gọi $u(t)$ là biên độ dao động của khối lượng M và mô đun áp điện, ta có phương trình dao động của dầm được xác định theo công thức:

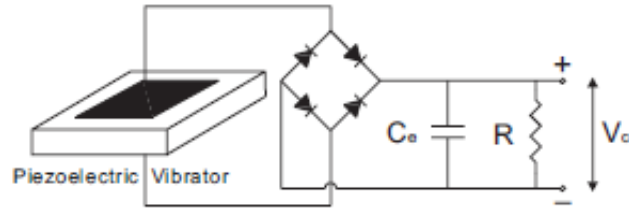
$$\begin{aligned} M\ddot{u}(t) + \eta\dot{u}(t) + Ku(t) + \Theta V_p(t) &= F(t) \\ -\Theta\dot{u}(t) + C_p\dot{V}_p(t) &= -I(t) \end{aligned}$$

với V_p là điện áp xuất hiện bên trong tấm vật liệu áp điện.

Giải hệ hai phương trình ở trên cho ta kết quả về hiệu điện thế và dòng điện tạo ra bởi thiết bị phát điện dạng dầm công xôn 3 lớp.

2.3 Mạch chỉnh lưu

Do nguồn tạo năng lượng điện là nguồn dao động cơ học có tần số, nên nguồn điện thu được trực tiếp từ thiết bị cũng dao động và không ổn định. Để có thể sử dụng nguồn điện này, cần thiết phải sử dụng một mạch chỉnh lưu và lưu điện lắp đặt ngay phía sau của thiết bị phát. Kết cấu của mạch chỉnh lưu và lưu điện được thể hiện trên hình 2.5.



Hình 2.5 – Sơ đồ nguyên lý của mạch chỉnh lưu và lưu điện

Kết luận

Thông qua kết quả nghiên cứu, báo cáo đã xây dựng được mô hình và tính toán sơ bộ cho thiết bị phát điện sử dụng vật liệu áp điện.

Tuy đặc tính công nghệ phức tạp, công suất phát điện của thiết bị nhỏ, nhưng đây là nguồn năng lượng sạch, có thể tái tạo, có khả năng hứa hẹn trong cung cấp nguồn năng lượng để vận hành các thiết bị thông minh nhỏ gọn ngày càng phổ biến.

Báo cáo viên mong muốn giới thiệu các công nghệ mới, hướng nghiên cứu mới đang nổi bật ở các nước tiên tiến tới đồng đảo người đọc và người nghe có quan tâm hứng thú. Từ đó thúc đẩy tinh thần nghiên cứu, học hỏi của các đồng nghiệp và các bạn sinh viên.

Tài liệu tham khảo

1. Elgerd, O.I., *Electric energy systems theory: an introduction*. 1982.
2. Boldea, I.J.C.T.o.E.M. and Systems, *Electric generators and motors: An overview*. 2017. 1(1): p. 3-14.
3. Tesla, N.J.P.U.A., *Dynamo electric machine*. 1888.
4. Fitzgerald, A.E., C. Kingsley, and S.D. Umans, *Electric machinery*. 2003.
5. White, R.E., *Electrochemical cell design*. 2012: Springer Science & Business Media.
6. Dineva, P., et al., *Piezoelectric materials*. 2014: Springer.