

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC QUẢN LÝ VÀ CÔNG NGHỆ HẢI PHÒNG**



ISO 9001:2015

ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP

NGÀNH : ĐIỆN TỰ ĐỘNG CÔNG NGHIỆP

Sinh viên : Đào Hữu Toàn

Giảng viên hướng dẫn: ThS. Ngô Quang Vĩ

HẢI PHÒNG – 2020

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC QUẢN LÝ VÀ CÔNG NGHỆ HẢI PHÒNG**

**NĂNG LƯỢNG GIÓ ĐI SÂU TÌM HIỂU ĐIỂM CÔNG
SUẤT CỰC ĐẠI CHO TUABIN GIÓ**

**ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP ĐẠI HỌC HỆ CHÍNH QUY
NGÀNH: ĐIỆN TỰ ĐỘNG CÔNG NGHIỆP**

Sinh viên : Đào Hữu Toàn

Giảng viên hướng dẫn: ThS. Ngô Quang Vĩ

HẢI PHÒNG – 2020

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC QUẢN LÝ VÀ CÔNG NGHỆ HẢI PHÒNG

NHIỆM VỤ ĐỀ TÀI TỐT NGHIỆP

Sinh viên: Đào Hữu Toàn

Mã SV : 1612102016

Lớp : DC2001

Ngành : Điện Tự Động Công Nghiệp

Tên đề tài: Năng lượng gió đi sâu tìm hiểu điểm công suất cực đại cho tuabin gió

NHIỆM VỤ ĐỀ TÀI

1. Nội dung và các yêu cầu cần giải quyết trong nhiệm vụ đề tài tốt nghiệp

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. Các tài liệu, số liệu cần thiết

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. Địa điểm thực tập tốt nghiệp

.....

CÁN BỘ HƯỚNG DẪN ĐỀ TÀI TỐT NGHIỆP

Họ và tên : Ngô Quang Vĩ
Học hàm, học vị : Thạc sĩ
Cơ quan công tác : Trường Đại học Quản lý và Công nghệ Hải Phòng
Nội dung hướng dẫn : Toàn bộ đề tài

Đề tài tốt nghiệp được giao ngày 30 tháng 03 năm 2020

Yêu cầu phải hoàn thành xong trước ngày 30 tháng 06 năm 2020

Đã nhận nhiệm vụ ĐTTN

Sinh viên

Đã giao nhiệm vụ ĐTTN

Giảng viên hướng dẫn

Hải Phòng, ngày tháng năm 2020

HIỆU TRƯỞNG

Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam

Độc lập - Tự do - Hạnh phúc

PHIẾU NHẬN XÉT CỦA GIẢNG VIÊN HƯỚNG DẪN TỐT NGHIỆP

Họ và tên giảng viên : Ngô Quang Vĩ

Đơn vị công tác : Trường Đại học Quản lý và Công nghệ Hải Phòng

Họ và tên sinh viên : Đào Hữu Toàn

Chuyên ngành : Điện Tự Động Công Nghiệp

Nội dung hướng dẫn : Toàn bộ đề tài

1. Tinh thần thái độ của sinh viên trong quá trình làm đề tài tốt nghiệp

.....
.....
.....
.....

2. Đánh giá chất lượng của đề án/khóa luận(so với nội dung yêu cầu đã đề ra trong nhiệm vụ Đ.T.T.N, trên các mặt lý luận, thực tiễn, tính toán số liệu...)

.....
.....
.....

3. Ý kiến của giảng viên hướng dẫn tốt nghiệp

Được bảo vệ Không được bảo vệ Điểm hướng dẫn

Hải Phòng, ngày.....tháng.....năm 2020

Giảng viên hướng dẫn

(ký và ghi rõ họ tên)

Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam

Độc lập - Tự do - Hạnh phúc

PHIẾU NHẬN XÉT CỦA GIÁNG VIÊN CHẤM PHẢN BIỆN

Họ và tên giảng viên:.....

Đơn vị công tác:.....

Họ và tên sinh viên:**Chuyên ngành:**.....

Đề tài tốt nghiệp:

.....

1. Phần nhận xét của giảng viên chấm phản biện

.....

.....

.....

.....

2. Những mặt còn hạn chế

.....

.....

.....

.....

3. Ý kiến của giảng viên chấm phản biện

Được bảo vệ Không được bảo vệ Điểm hướng dẫn

Hải Phòng, ngày.....tháng.....năm 2020

Giảng viên chấm phản biện

(ký và ghi rõ họ tên)

MỤC LỤC

| | |
|---|----|
| LỜI MỞ ĐẦU | 8 |
| CHƯƠNG 1. LÝ THUYẾT TỔNG QUAN VỀ NĂNG LƯỢNG GIÓ | 10 |
| 1.1 Thực trạng năng lượng và môi trường | 10 |
| 1.2 Sự hình thành năng lượng gió | 13 |
| 1.3 Các đặc trưng của năng lượng gió | 14 |
| 1.3.1 Tốc độ gió | 14 |
| 1.3.2 Hướng gió | 16 |
| 1.4 Ưu điểm năng lượng gió | 16 |
| 1.5 Nhược điểm năng lượng gió | 17 |
| CHƯƠNG 2: CÁC LÝ THUYẾT CƠ BẢN VÀ CẤU TẠO TUA BIN GIÓ | 19 |
| 2.1 Nguyên lý biến đổi năng lượng gió | 19 |
| 2.2 Phân loại Tua-bin gió | 22 |
| 2.3 Các dạng truyền động | 23 |
| 2.4 Định luật cảm ứng điện từ | 25 |
| 2.4.1 Trường hợp từ thông xuyên qua vòng dây biến thiên | 25 |
| 2.4.2 Trường hợp thanh dẫn chuyển động trong từ trường | 25 |
| 2.5 Định luật lực điện từ | 25 |
| 2.6 Hòa đồng bộ | 26 |
| 2.7 Cấu Tạo Tua-Bin Gió | 27 |
| 2.8 Roto gió | 30 |
| 2.8.1 Hệ thống Roto | 30 |
| 2.8.2 Những nguyên tắc điều chỉnh hệ thống Roto | 37 |
| 2.9 Bộ truyền động và bộ phận phanh | 39 |
| 2.10 Vỏ và hệ thống định hướng | 40 |
| CHƯƠNG 3. ĐI SÂU TÌM HIỂU ĐIỂM CÔNG SUẤT CỰC ĐẠI CHO TUA BIN GIÓ VÀ MÔ PHÒNG MATLAB | 42 |
| 3.1 Giới thiệu chung | 42 |
| 3.2. Bộ biến đổi DC-DC. | 45 |
| 3.3 Bộ biến đổi DC-DC tăng áp (Boost converter). | 46 |

| | |
|---|----|
| 3.4 Giới hạn của MPPT | 52 |
| 3.5 Mô phỏng mô hình giải thuật bằng Matlab | 53 |
| 3.6 Kết quả mô phỏng | 57 |
| KẾT LUẬN | 59 |
| TÀI LIỆU THAM KHẢO | 60 |

LỜI MỞ ĐẦU

Nhu cầu về năng lượng trong thời đại khoa học kỹ thuật không ngừng gia tăng. Tuy nhiên các nguồn năng lượng truyền thống đang được khai thác như : than đá, dầu mỏ, khí đốt, khí thiên nhiên và ngay cả thủy điện...đang ngày càng cạn kiệt. Không những thế chúng còn có tác hại xấu đối với môi trường như: gây ra ô nhiễm môi trường, ô nhiễm tiếng ồn, mưa axit, trái đất ấm dần lên, thủng tầng ozon... Do đó, việc tìm ra và khai thác các nguồn năng lượng mới như năng lượng hạt nhân, năng lượng địa nhiệt, năng lượng gió và năng lượng sóng là rất cần thiết.

Việc nghiên cứu năng lượng gió ngày càng thu hút sự quan tâm của các nhà nghiên cứu, nhất là trong tình trạng thiếu hụt nghiêm trọng năng lượng hiện nay. Năng lượng mặt trời là nguồn năng lượng sạch, dồi dào, hoàn toàn miễn phí, không gây ô nhiễm môi trường và không gây ô nhiễm tiếng ồn ... Hiện nay, năng lượng gió đã dần dần đi vào cuộc sống của con người, chúng được áp dụng khá rộng rãi trong dân dụng và trong công nghiệp dưới nhiều hình thức khác nhau.

Năng lượng gió có rất nhiều các ưu điểm ưu việt. Vì vậy, cần có một phương pháp nào đó để theo dõi được sự di chuyển của điểm có công suất cực đại và áp đặt cho hệ thống làm việc tại đó. Do đó nên em đã chọn đề tài: “ **Năng lượng gió đi sâu tìm hiểu điểm công suất cực đại cho tuabin gió** ”. Đề tài này được trình bày trong 3 chương:

- **Chương 1 : Lí thuyết tổng quan về năng lượng gió**
- **Chương 2 : Các lí thuyết cơ bản và cấu tạo tuabin gió .**
- **Chương 3 : Đi sâu tìm hiểu điểm công suất cực đại và mô phỏng Matlab.**

Trong quá trình thực hiện đề án tốt nghiệp, em đã cố gắng tìm tòi, học hỏi và nghiên cứu kiến thức để hoàn thành bản đề án. Do kinh nghiệm và kiến thức của bản thân còn nhiều hạn chế nên báo cáo đề án tốt nghiệp này của em khó tránh khỏi những thiếu sót. Vậy em rất mong nhận được sự góp ý từ phía thầy cô để em hoàn thiện thêm kiến thức cho bản thân.

Qua đây em xin gửi lời cảm ơn chân thành tới thầy giáo ThS. Ngô Quang Vĩ đã hướng dẫn và giúp đỡ em trong suốt quá trình làm đề án tốt nghiệp.

Hải Phòng, ngày....tháng....năm 2020
Sinh viên thực hiện

Đào Hữu Toàn

CHƯƠNG 1. LÝ THUYẾT TỔNG QUAN VỀ NĂNG LƯỢNG GIÓ

1.1 Thực trạng năng lượng và môi trường

Năng lượng là một trong các điều kiện thiết yếu của đời sống con người. Từ thế kỷ 20, con người đã sử dụng năng lượng hóa thạch, năng lượng hạt nhân, bước đầu sử dụng năng lượng tái tạo để phát điện nhằm phục vụ sản xuất và cải thiện đời sống cho nhân loại. Ngày nay trữ lượng than, dầu, khí đang ngày càng cạn kiệt. Mặt khác, khi dùng chúng phát điện sẽ thải khí nhà kính vào khí quyển làm cho Trái Đất ngày càng nóng lên, gây biến đổi khí hậu toàn cầu. Xây dựng các nhà máy điện bằng sức gió là một giải pháp nhanh chóng nâng cao sản lượng điện, đáp ứng nhu cầu điện năng trong một thời gian không lâu.

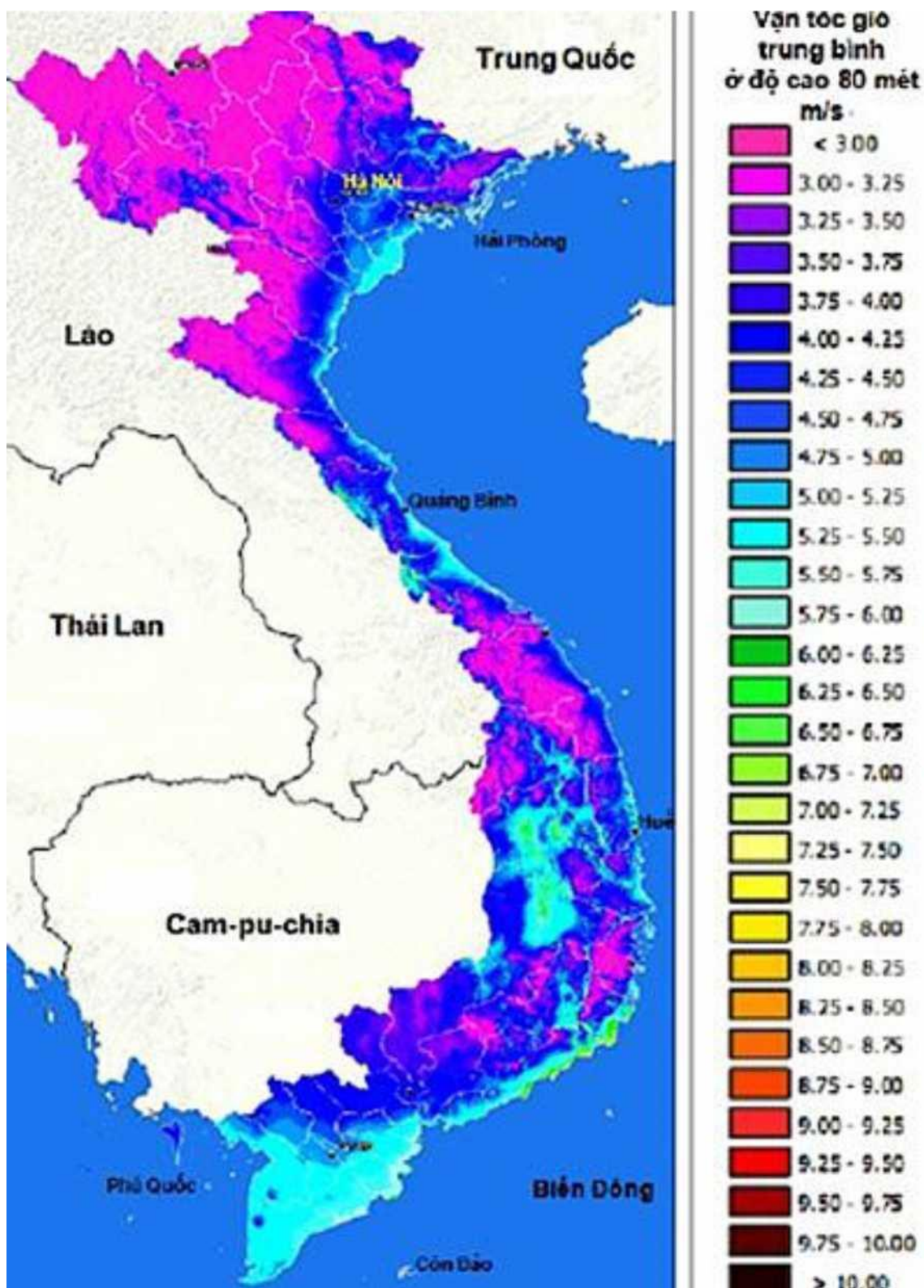
Các máy phát điện sử dụng sức gió đã được sử dụng nhiều ở các nước Châu Âu, Châu Mỹ và các nước công nghiệp phát triển khác. Sau thảm họa Chernobyl (Ukraine 1986), cuộc đấu tranh đòi hủy bỏ các nhà máy điện nguyên tử tại Đức diễn ra ngày càng mãnh liệt nên điện bằng sức gió phát triển rất mạnh, sản lượng đã vượt xa sản lượng thủy điện và trở thành nguồn năng lượng đáng kể trên cường quốc công nghiệp này.

Tại Việt Nam, năm 2004 đầu tư cho đảo Bạch Long Vĩ 800 kW điện gió 414 kW kết hợp điêden hết 938150 USD. Đầu tư cho điện gió không lớn so với đầu tư cho các nhà máy điện khác tại Việt Nam: nhà máy điện Uông Bí 890000 USD/MW, Nhà máy điện Ninh Bình 2 gần 1 triệu USD/MW, Nhà máy điện Khí Phú Mỹ 3: 627784 USD/MW, thủy điện Đại Ninh: 1.45 triệu USD/MW, thủy điện Sơn la 1 triệu USD/MW.

Theo bản đồ phân bố các cấp độ gió của tổ chức Khí tượng thế giới và bản đồ phân bố các cấp tốc độ gió của khu vực Đông Nam Á, do tổ chức True Wind Solutions LLC (Mỹ) lập theo yêu cầu của Ngân hàng Thế giới, xuất bản năm 2001 cho thấy: Khu vực ven biển từ Bình Định đến Bình Thuận, Tây Nguyên, dãy Trường Sơn phía Bắc trung bộ, nhiều nơi có tốc độ gió đạt từ 7.0; 8.0 và 9.0 m/giây, có thể phát điện với công suất lớn (nồi lưới điện quốc gia), hầu hết ven biển còn lại trên lãnh thổ, một số nơi, vùng núi trong đất liền.

Bảng 1.1: Tiềm năng năng lượng gió của Việt Nam (Theo World Bank-2001)

| Tốc độ gió TB | Kém (<6m/s) | Khá (6-7 m/s) | Tốt (7-8 m/s) | Rất tốt (8-9 m/s) | Tuyệt vời (>9 m/s) |
|----------------------------------|-------------|---------------|---------------|-------------------|--------------------|
| Diện tích đất (km ²) | 197342 | 100367 | 25679 | 2187 | 113 |
| % Tổng diện tích | 60.6 | 30.8 | 7.9 | 0.7 | ~0 |
| MW tiềm năng | 3kw | 401444 | 102716 | 8748 | 452 |



Hình 1.1: Bản đồ phân bố gió ở Việt Nam tại độ cao 80 mét (World Bank-2001).

Gần đây, Việt Nam đã đưa vào vận hành Tua-bin phát điện gió với công suất 800 kW kết hợp điêden có công suất 414 kW tại đảo Bạch Long Vĩ. Tổng công ty Điện lực Việt Nam đầu tư 142 tỷ đồng xây dựng hệ thống điện gió kết

hợp điêden tại đảo Phú Quý (Bình Thuận). Hiện có ba phương áp xây dựng điện gió: Phương Mai I 30 MW đang triển khai xây dựng, Phương Mai II 36 MW và Phương Mai III 50 MW đang triển khai dự án khả thi.

Kết quả nêu trên chỉ dung cho dự án tiền khả thi, muốn xây dựng được dự án khả thi phải có số liệu đo trực tiếp ở độ cao trên 65 m tại những nơi để Tua-bin phát điện gió. Do đó, cần có một đề tài khoa học đánh giá diện tích đặt Tua-bin gió, xác định tổng công suất điện gió trên toàn lãnh thổ, làm cơ sở để kêu gọi các nhà đầu tư trong nước và ngoài nước.

Sử dụng điện gió sẽ tiết kiệm nguồn năng lượng hóa thạch, bảo vệ môi trường và phát triển bền vững, khắc phục khủng hoảng năng lượng trong tương lai. Ở nước ta có các diện tích ven biển, thềm lục địa, vùng Tây Nguyên và các nơi khác trên lãnh thổ có nhiều tiềm năng về điện gió, rất cần được ưu tiên nghiên cứu, khai thác điện gió để cùng với các nguồn điện khác đáp ứng nhu cầu về điện phục vụ sản xuất và đời sống.

1.2 Sự hình thành năng lượng gió

Năng lượng gió là hình thức gián tiếp của năng lượng mặt trời, là động năng của không khí di chuyển trong bầu khí quyển trái đất. Sở dĩ như vậy là do các nguyên nhân sau:

- Bức xạ mặt trời chiếu xuống bề mặt trái đất không đều nhau. Một nửa bề mặt trái đất (mặt ban đêm) bị che khuất không nhận được bức xạ mặt trời và thêm vào đó là bức xạ mặt trời gần xích đạo nhiều hơn các cực dẫn đến có sự khác nhau về áp suất, do đó không khí giữa xích đạo và hai cực cũng như không khí giữa mặt ban ngày và ban đêm của trái đất di động tạo thành gió.

- Trái đất xoay tròn cũng góp phần làm xoáy không khí, vì trục quay của trái đất nghiêng so với mặt phẳng quỹ đạo khi quay quanh mặt trời nên tạo thành các dòng không khí theo mùa.

- Hiệu ứng Coriolis được tạo thành từ sự tự quay của trái đất làm không khí đi từ áp cao đến áp thấp không chuyển động thẳng mà tạo thành các cơn gió

xoáy có chiều xoáy khác nhau giữa bắc bán cầu và nam bán cầu. Nếu nhìn từ vũ trụ thì trên bắc bán cầu không khí di chuyển vào một áp thấp ngược với chiều kim đồng hồ và ra khỏi một áp cao theo chiều kim đồng hồ. Trên nam bán cầu thì chiều hướng ngược lại.

- Ngoài các yếu tố có tính toàn cầu trên, gió cũng bị ảnh hưởng bởi địa hình tại từng địa phương, đã tạo nên các loại gió như : gió đất - biển, gió núi - thung lũng, gió phơn.

1.3 Các đặc trưng của năng lượng gió

Gió được đặc trưng bởi tốc độ và hướng di chuyển của không khí.

1.3.1 Tốc độ gió

Là khoảng cách di chuyển của không khí trong một đơn vị thời gian. Tốc độ gió thường biểu thị bằng m/s, Km/h hoặc hải lý (Knot) ($1 \text{ knot/h} = 1.852 \text{ km/g} \sim 0.5 \text{ m/s}$). Căn cứ vào tốc độ gió, gió được chia thành nhiều cấp theo bảng 1.2.

Bảng 1.2: Các cấp gió.

| Cấp gió | KTS (knots) | m/s | Km/s |
|---------|-------------|---------|------------|
| 0 | <1 | 0 - 0.2 | <1 |
| 1 | 1 - 3 | 1 - 2 | 0 - 5 |
| 2 | 4 - 6 | 2 - 3 | 6 - 10 |
| 3 | 7 - 10 | 3 - 5 | 12 - 19 |
| 4 | 10 - 16 | 6 - 8 | 20 - 28 |
| 5 | 17 - 21 | 8 - 11 | 29 - 38 |
| 6 | 22 - 27 | 11 - 14 | 39 - 49 |
| 7 | 28 - 33 | 14 - 17 | 50 - 61 |
| 8 | 34 - 40 | 17 - 21 | 62 - 74 |
| 9 | 41 - 47 | 21 - 24 | 75 - 88 |
| 10 | 47 - 55 | 24 - 28 | 89 - 102 |
| 11 | 56 - 63 | 28 - 33 | 103 - 117 |
| 12 | 64 - 71 | 33 - 37 | 118 - 133 |
| 13 | 72 - 80 | 37 - 41 | 134 - 149 |
| 14 | 81 - 89 | 41 - 46 | 150 - 166 |
| 15 | 90 - 99 | 46 - 51 | 167 - 1836 |
| 16 | 100 - 108 | 51 - 56 | 184 - 201 |

| | | | |
|----|-----------|---------|----------|
| 17 | 109 - 118 | 56 - 61 | 202- 220 |
|----|-----------|---------|----------|

1.3.2 Hướng gió

Hướng gió là hướng của luồng khí từ đâu thổi tới người quan sát. Hướng gió có thể biểu thị bằng độ phương vị từ 0 - 360⁰. Trong khí tượng thực hành người ta chia 360⁰ phương vị ra làm 16 phần bằng nhau gọi là các hướng gió.

Bảng 1.3: Tên viết tắt của 16 hướng gió Việt Nam và Thế Giới.

| STT | Tên tiếng Việt | Ký hiệu chung | STT | Tên tiếng Việt | Kí hiệu chung |
|-----|----------------|---------------|-----|----------------|---------------|
| 1 | Hướng Bắc | N | 9 | Hướng Nam | S |
| 2 | Bắc Đông Bắc | NNE | 10 | Nam Tây Nam | SSW |
| 3 | Đông Bắc | NE | 11 | Tây Nam | SW |
| 4 | Đông Đông Bắc | ENE | 12 | Tây Tây Nam | WSW |
| 5 | Hướng Đông | E | 13 | Hướng Tây | W |
| 6 | Đông Đông Nam | ESE | 14 | Tây Tây Bắc | WNW |
| 7 | Đông Nam | SE | 15 | Tây Bắc | NW |
| 8 | Nam Đông Nam | SSE | 16 | Bắc Tây Bắc | NNW |

1.4 Ưu điểm năng lượng gió

- Năng lượng gió là nguồn năng lượng cạnh tranh: ngày nay năng lượng gió đã được nghiên cứu kỹ, và giá thành có thể cạnh tranh với các nguồn năng lượng khác. Năm 2006, trong báo cáo của viện nghiên cứu năng lượng mới, giá thành năng lượng gió chỉ cao hơn nhà máy điện chạy năng lượng than đá một ít và tương đương với năng lượng khí thiên nhiên, nhưng không thải khí CO₂.
- Năng lượng gió có thể dự đoán trước: giá dầu, ga thiên nhiên, than đá và các nhiên liệu khác dao động lên xuống không dự đoán được. Giá của năng lượng gió là dự đoán được - nó miễn phí. Đây là nguồn động lực lớn cho người dân và chính phủ đầu tư tiên vào.
- Năng lượng gió nhanh: nhanh ở đây có nghĩa là một nhà máy điện chạy bằng sức gió được xây dựng nhanh chóng, điều này có ý nghĩa lớn với các quốc gia đang thiếu điện như nước ta.

- Năng lượng gió độc lập: chúng ta biết gió là nguồn năng lượng vô tận và không thuộc quyền quản lý của một tổ chức nào, mọi người dân, tổ chức đều có quyền sử dụng năng lượng gió.
- Năng lượng gió là nguồn năng lượng sạch: ưu điểm dễ thấy nhất của điện bằng sức gió là không tiêu tốn nhiên liệu, không gây ô nhiễm môi trường như các nhà máy điện, dễ chọn địa điểm và tiết kiệm đất xây dựng, khác hẳn với các nhà máy thủy điện chỉ có thể xây dựng gần dòng nước mạnh với những điều kiện đặc biệt và cần diện tích rất lớn cho hồ chứa nước. Các Tua-bin gió sau khi đã hết tuổi thọ hoạt động có thể tái chế đến 80%.
- Các trạm điện bằng sức gió có thể đặt gần nơi tiêu thụ điện, như vậy sẽ tránh được chi phí cho việc xây dựng đường dây tải điện. Ngày nay điện bằng sức gió đã trở nên rất phổ biến, thiết bị được sản xuất hàng loạt, công nghệ lắp ráp đã hoàn thiện nên chi phí cho việc hoàn thành một trạm điện bằng sức gió hiện nay thấp và thời gian chỉ khoảng 1 - 2 năm.

1.5 Nhược điểm năng lượng gió

Điểm bất thuận lợi chính yếu của nguồn năng lượng gió là phụ thuộc vào thiên nhiên. Dù công nghệ gió đang phát triển cao, và giá thành của một Tua-bin gió giảm dần từ hơn 10 năm qua, xét về chất lượng điện năng thì mức đầu tư ban đầu cho nguồn năng lượng này vẫn còn cao hơn mức đầu tư các nguồn năng lượng cổ điển.

Gió đến từ thiên nhiên cho nên không đáp ứng được những nhu cầu cần thiết của con người, vì con người không thể kiểm soát được nguồn gió và nguồn điện năng này không thể giữ lại được và điện dư thừa trừ khi chuyển điện qua các bình điện dự trữ, rất tốn kém và không hiệu quả kinh tế.

Nguồn gió nhiều và đều đặn thường ở khu vực xa thành phố, do đó ngoài việc sử dụng tại chỗ, điện năng từ gió khó được chuyển về các khu đông dân cư. Do đó, trước khi có những biện pháp nhằm giải quyết các bất lợi trên, năng lượng từ gió có thể xem như một nguồn năng lượng dự phòng ngoài các nguồn năng lượng chính yếu khác.

Ảnh hưởng đáng lưu tâm của Tua-bin gió là gây ra tiếng động làm đảo lộn các luồng gió trong không khí có thể làm xáo trộn hệ sinh thái của các loài chim hoang dã và gây ra nhiều trở ngại cho việc phát sóng trong truyền thanh và truyền hình.

Tất nhiên, gió là dạng năng lượng vô hình và mang tính ngẫu nhiên rất cao nên khi đầu tư vào lĩnh vực này cần có các số liệu thống kê đủ tin cậy. Nhưng chắc chắn chi phí đầu tư cho điện bằng sức gió thấp hơn so với thủy điện

CHƯƠNG 2: CÁC LÝ THUYẾT CƠ BẢN VÀ CẤU TẠO TUA BIN GIÓ

2.1 Nguyên lý biến đổi năng lượng gió

Gió là luồng không khí chuyển động và năng lượng gió chính là động năng của luồng không khí chuyển động đó.

Bộ phận dùng để đón gió và nhận năng lượng từ gió gọi là Rotor gió. Rotor gió làm nhiệm vụ tiếp nhận động năng của luồng gió và chuyển thành cơ năng trên trục quay. Nó có cấu trúc là một giàn xoay có gắn các lá cánh. Ta đặt Rotor gió trong một trường gió vuông góc với mặt Rotor. Theo thuyết Bezt's ta có:

Động năng của khối không khí (luồng gió) di chuyển với vận tốc v (m/s) là:

$$P = \frac{1}{2}mv^2 \quad (2.1)$$

Thể tích của khối khí đó là:

$$V = vS \text{ (m}^3\text{/s)} \quad (2.2)$$

Khối lượng khối khí với mật độ ρ (kg/m³) là :

$$m = \rho V = \rho vS \text{ (Kg/s)} \quad (2.3)$$

Năng lượng từ của khối khí di chuyển đó là:

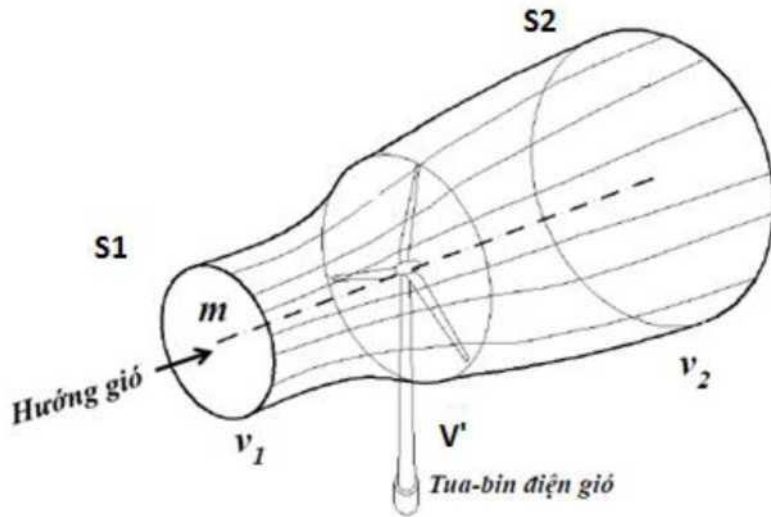
$$P = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}\rho v^3 \quad (2.4)$$

Đối với Rotor hình đĩa (cánh quạt), hiệu động năng của khối khí di chuyển trước và sau khi qua Rotor là:

$$P = \frac{1}{2}\rho(S_1v_1^3 - s_2v_2^3)(W) \quad (2.5)$$

Theo định luật bảo toàn khối lượng ta có:

$$Pv_1S_1 = Pv_2S_2 \text{ (Kg/s)} \quad (2.6)$$



Hình 2.1: Ống động lực học Bezt trong điều kiện khí lý tưởng.

Công suất được Rotor hấp thụ là:

$$P = \frac{1}{2} \rho v_1 s_1 (v_1^2 - v_2^2) \quad (2.7)$$

Hay:

$$p = \frac{1}{2} m (v_1^2 - v_2^2) \quad (2.8)$$

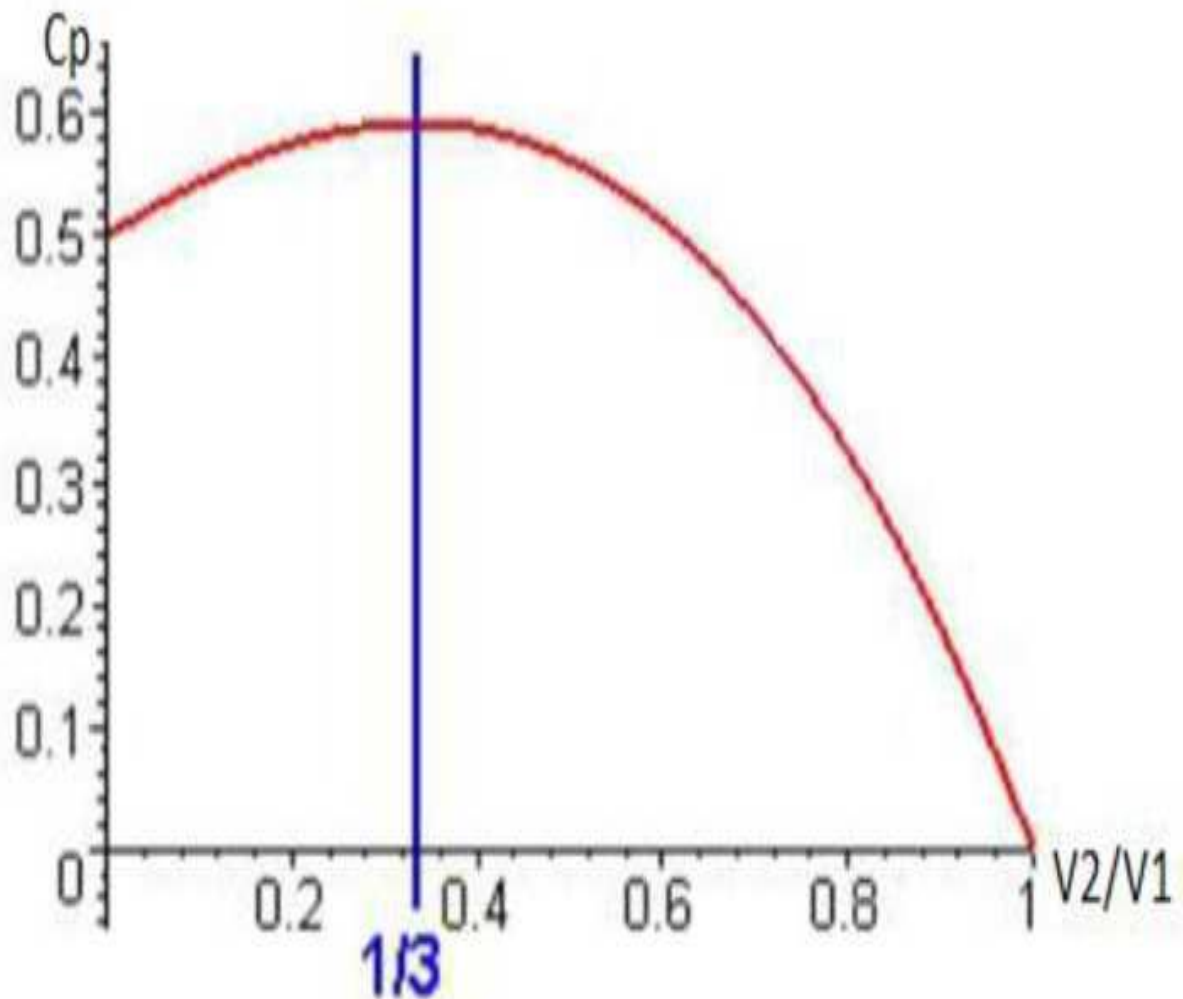
Từ phương trình trên ta có hiệu suất Rotor là cực đại khi $v_2 = 0$, điều này chỉ đạt được khi vận tốc khối khí đầu vào $v_1 = 0$ tức là không có gió. Do đó, ta quan tâm chỉ số v_2/v_1 đạt cực đại, điều này đòi hỏi ta quan tâm đến lực không khí tác động lên cánh quạt Rotor:

$$F = m(v_1 - v_2) \quad (2.9)$$

Công suất gió đặt trên cánh quạt là

$$P = Fv' = m(v_1 - v_2)v' \quad (W) \quad (2.10)$$

Theo hình 2.2, thuyết Bezt's:



Hình 2.2: Tỷ số vận tốc v_2/v_1 .

Tỷ số cực đại của vận tốc là: $v_2/v_1 = 1/3$ nên:

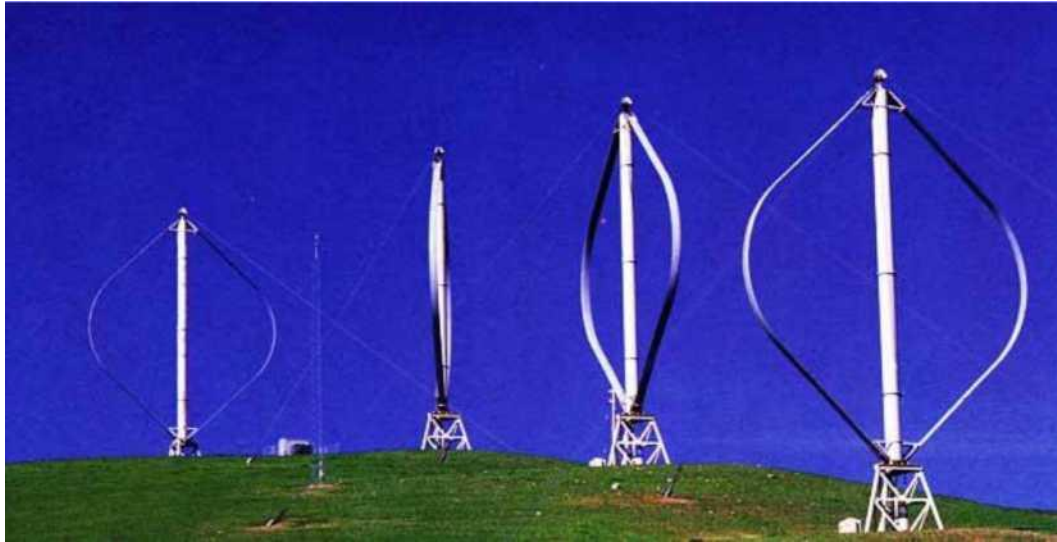
$$C_p = 16/27 = 0.593 \quad (2.11)$$

Trong thực tế C_p của các động cơ gió quay chậm nằm trong khoảng từ 0.4 đến 0.5. Điều này là do trong điều kiện vận hành thực tế động cơ gió còn gặp các tổn thất do việc sinh ra các luồng xoáy khi khối khí di chuyển qua cánh quạt.

2.2 Phân loại Tua-bin gió

Tua-bin gió gồm hai loại là Tua-bin dọc trục và Tua-bin ngang trục:

- Tua-bin gió dọc trục:



Hình 2.3: Tua-bin gió dọc trục.

- Ưu điểm: không lệ thuộc vào hướng gió. Hệ thống hộp số và máy phát nằm gần mặt đất nên dễ dàng bảo trì. Tua-bin không cần thùng nacelle và chân trụ không cao như Tua-bin trục ngang. Lực tác động vào cánh quạt phân bố đều, trục quay không bị cong vì trọng lượng hệ thống trục và momen xoắn. Cánh quạt cấu hình giản dị, dễ sản xuất, chi phí thấp.

- Nhược điểm: Hệ số công suất tương đối thấp, tối đa 40%. Lực tác động và lực ly tâm luôn thay đổi nên ảnh hưởng đến sức bền vật liệu.

- Tua-bin gió ngang trục:



Hình 2.4: Tua-bin gió trục ngang.

- Ưu điểm: Hệ số công suất cao. Hệ số tốc độ gió đầu cánh cao. Công suất tạo ra cao hơn.
- Nhược điểm: Lực tác động và lực xoắn không được phân bố đều nên độ bền những chi tiết cơ bị ảnh hưởng. Độ rung hệ thống không ổn định. Độ ồn phát sinh cao.

2.3 Các dạng truyền động

Gồm 3 dạng chính: truyền bánh răng, đai, xích.

- Bộ truyền bánh răng: làm việc theo nguyên lý ăn khớp, thực hiện truyền chuyển động và công suất nhờ vào sự ăn khớp của các răng truyền trên bánh răng. Bộ truyền bánh răng có thể truyền chuyển động quay giữa hai trục song song, giao nhau, chéo nhau hay biến đổi chuyển động quay thành chuyển động tịnh tiến hay ngược lại.
- Bộ truyền xích: là cơ cấu truyền chuyển động quay giữa các trục song song gồm bánh xích lắp cố định trên các trục và dây xích liên vòng ôm ăn khớp với hai bánh xích.

Bảng 2.1: Ưu, nhược điểm của bộ truyền động đai xích và bánh răng.

| Đặc điểm | Bộ truyền | | |
|-----------------------|-----------|-----------|-----------|
| | Đai | Xích | Bánh răng |
| Hiệu suất | Rất tốt | Rất tốt | Rất tốt |
| Chuyển động cưỡng lực | Rất tốt | Rất tốt | Rất tốt |
| Khoảng cách trục lớn | Rất tốt | Rất tốt | Không tốt |
| Khả năng chịu mài mòn | Tốt | Rất tốt | Rất tốt |
| Sử dụng nhiều dây | Rất tốt | Rất tốt | Không tốt |
| Khả năng chịu nhiệt | Không tốt | Rất tốt | Tốt |
| Tính trợ hóa học | Không tốt | Rất tốt | Tốt |
| Làm việc trong dầu | Không tốt | Rất tốt | Rất tốt |
| Khả năng tải | Tốt | Rất tốt | Rất tốt |
| Vận tốc cao | Rất tốt | Không tốt | Rất tốt |
| Dễ bảo trì | Tốt | Rất tốt | Không tốt |
| Môi trường | Không tốt | Rất tốt | Rất tốt |

Dựa vào bảng ưu, nhược điểm trên ta thấy truyền động xích và bánh răng có nhiều điểm ưu việt cho Tua-bin gió. Tuy nhiên truyền động xích không truyền được vận tốc cao (Khoảng 1500 vòng/phút) cho ứng dụng kéo máy phát điện nên ta dùng bộ truyền bánh răng cho Tua-bin gió.

2.4 Định luật cảm ứng điện từ

2.4.1 Trường hợp từ thông xuyên qua vòng dây biến thiên

Khi từ thông $\Phi = \Phi(t)$ xuyên qua vòng dây biến thiên, trong vòng dây sẽ cảm ứng sức điện động $e(t)$. Sức điện động đó có chiều sao cho dòng điện do nó sinh ra tạo ra từ thông chống lại sự biến thiên của từ thông sinh ra nó.

Sức điện động trong một vòng dây được tính theo công thức Maxwell:

$$e = - \frac{d\Phi}{dt} (v) \quad (2.12)$$

Trong đó $\psi = N\Phi$ (WB) gọi là từ thông móc vòng của cuộn dây.

2.4.2 Trường hợp thanh dẫn chuyển động trong từ trường

Khi thanh dẫn chuyển động thẳng góc với đường sức từ trong thanh dẫn cảm ứng sức điện động có trị số là:

$$e = Blv (V) \quad (2.13)$$

Trong đó:

- B - là cường độ từ cảm (T)
- l - chiều dài tác dụng của thanh dẫn (m)

Còn chiều sức điện động cảm ứng xác định bằng quy tắc bàn tay phải: đặt bàn tay phải sao cho đường sức từ có hướng chui vào lòng bàn tay, còn ngón tay cái duỗi ra (90°) theo chiều chuyển động của dây dẫn, các ngón tay còn lại chỉ chiều của dòng điện cảm ứng.

2.5 Định luật lực điện từ

Khi thanh dẫn mang điện đặt thẳng góc với đường sức từ trường, thanh dẫn sẽ chịu một lực điện từ tác dụng có trị số là:

$$f = Bil \text{ (N)} \quad (2.14)$$

Trong đó:

- B - cường độ từ cảm (T)
- i - dòng điện chạy trong thanh dẫn (A)
- l - Chiều dài thanh dẫn (m)
- f - lực điện từ đo bằng Niuton (N)

Chiều của lực điện từ xác định bằng nguyên tắc bàn tay trái: đặt bàn tay trái lên đoạn mạch điện sao cho các ngón tay vươn thẳng hướng theo chiều dòng điện, các đường sức của từ trường chui vào lòng bàn tay thì ngón tay cái dũi ra chỉ hướng của của lực tác động lên dây dẫn điện.

2.6 Hòa đồng bộ

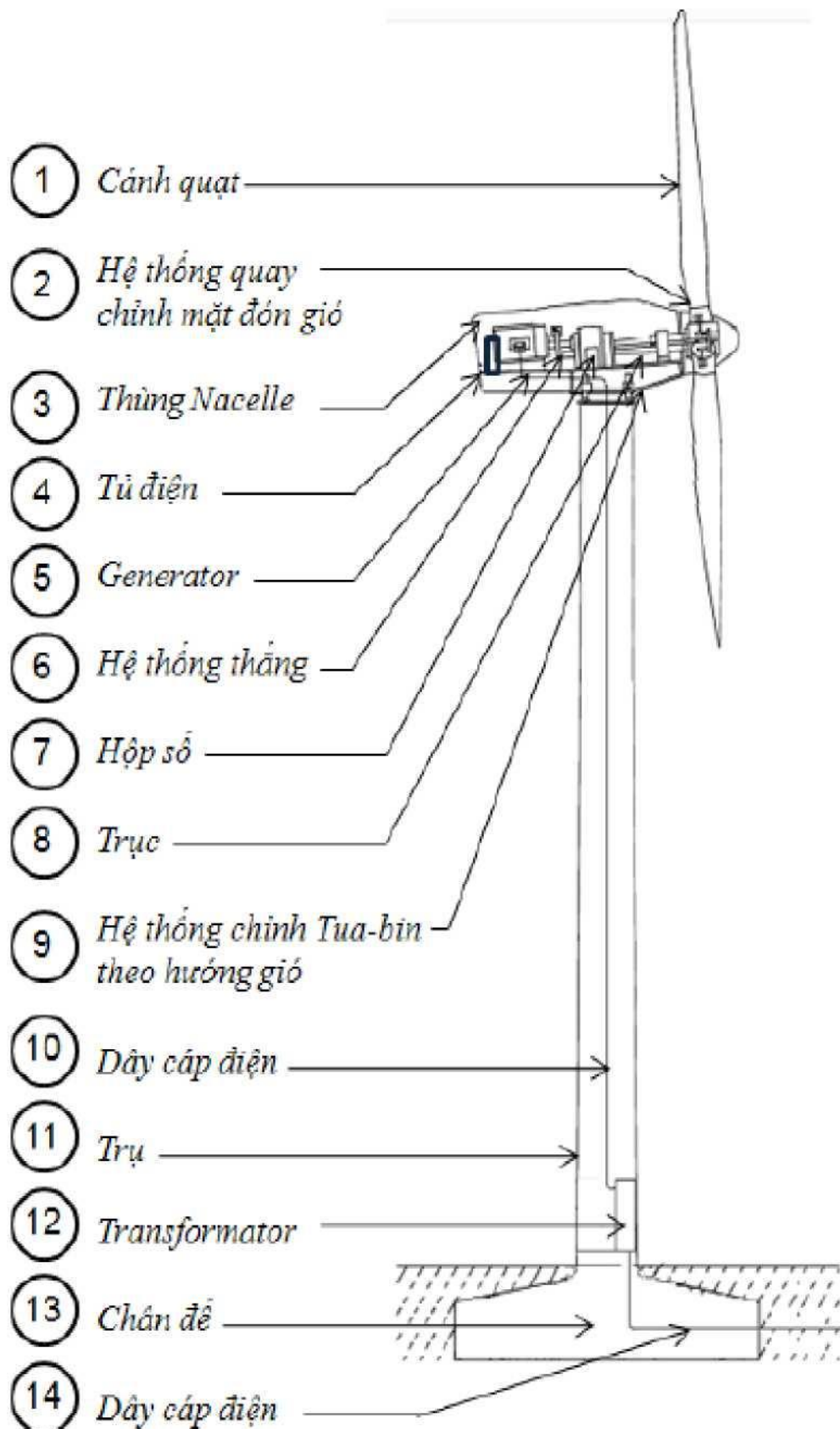
Để hòa điện vào lưới điện phát ra phải thỏa 3 điều kiện sau:

- Tần số máy phát ra phải bằng tần số lưới.
- Điện áp máy phát ra phải bằng điện áp lưới.
- Phải cùng thứ tự pha, và góc pha phải trùng với nhau.

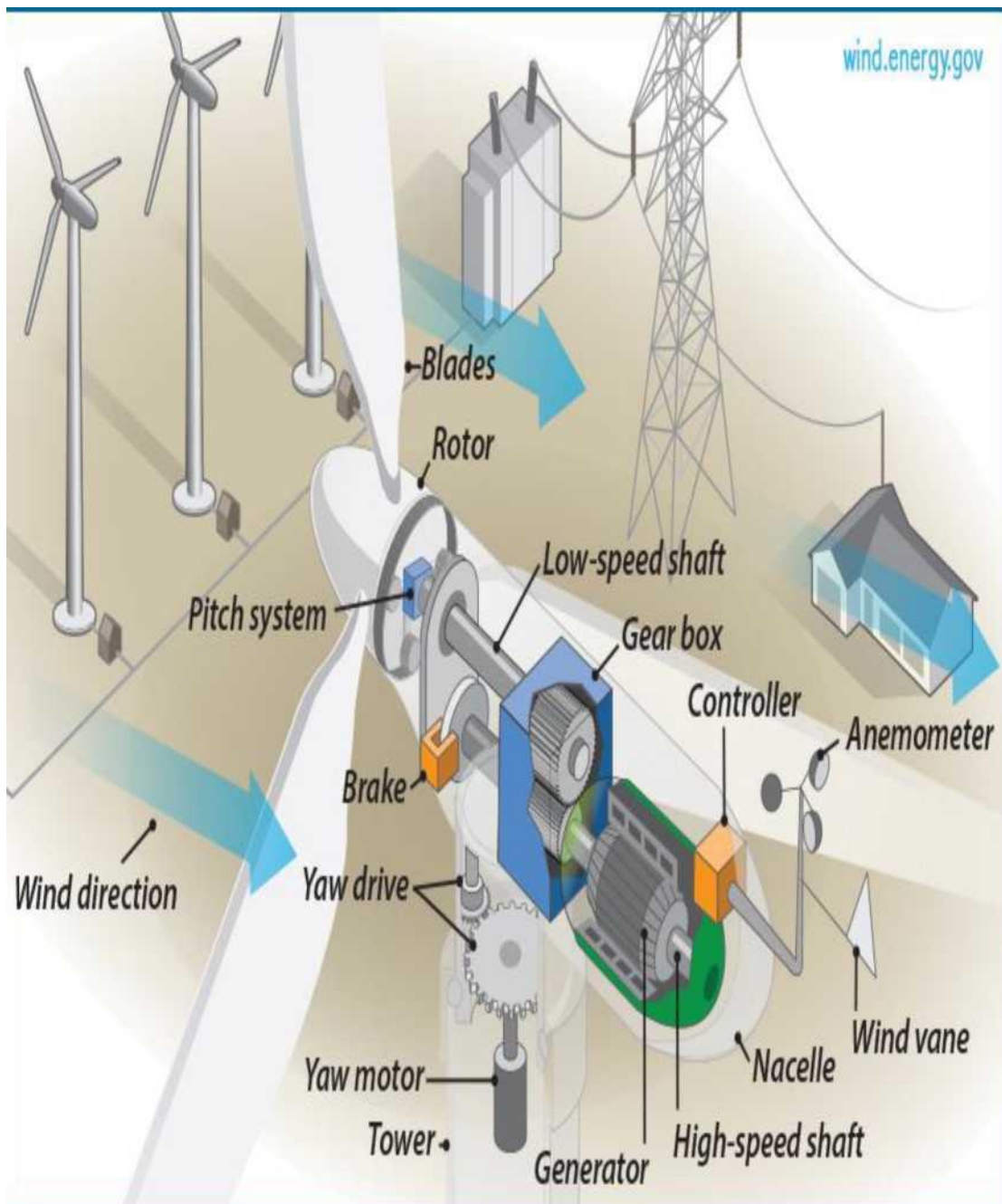
2.7 Cấu Tạo Tua-Bin Gió

Tua-bin điện gió là thiết bị dùng chuyển động năng của sự vận chuyển không khí thành cơ năng và từ cơ năng chuyển thành điện năng để cung cấp cho tải tiêu thụ. Để tạo được một Tua-bin điện gió dựa trên nhiều kiến thức trong các lĩnh vực như: cơ khí, điện, điện tử, khí tượng v.v... Trong những thập niên vừa qua, việc nghiên cứu, thử nghiệm và đưa vào hoạt động có nhiều tiến triển đặc biệt. Cấu trúc Tua-bin gió hiện đại gồm các phần:

- Roto gió.
- Bộ truyền động và bộ phận thắng.
- Vỏ và hệ thống định hướng.
- Bộ điều khiển.
- Hệ thống chống sét, chống cháy nổ.
- Tháp và nền.
- Máy phát điện.



Hình 2.5: Cấu hình Tua-bin điện gió trục ngang và thân trụ dùng hộp số.



Hình 2.6: Cấu tạo bên trong Tua-bin gió trục ngang.

Trong đó:

- Wind direction: Hướng gió.
- Anemometer: Máy đo gió.
- Blades: Cánh Tua-bin.
- Low-speed shaft: Trục tốc độ thấp.

- Yaw drive: Truyền động cho động cơ góc phương vị.
- Brake: Bộ hãm.
- Controller: Bộ điều khiển.
- Gear box: Hộp số.
- Generator: Máy phát điện.
- High-speed shaft: Trục tốc độ cao.
- Low-speed shaft: Trục tốc độ thấp.
- Nacelle: Thùng Nacelle.
- Pitch system: Hệ thống điều chỉnh góc Pitch cánh quạt.
- Rotor: Bao gồm cánh quạt và trục chính.
- Tower: Tháp gió.
- Wind vane: Chong chóng gió.
- Yaw drive: Truyền động cho động cơ góc phương vị.
- Yaw motor: Động cơ góc phương vị.
- Gear box: Hộp số.

2.8 Roto gió

2.8.1 Hệ thống Roto

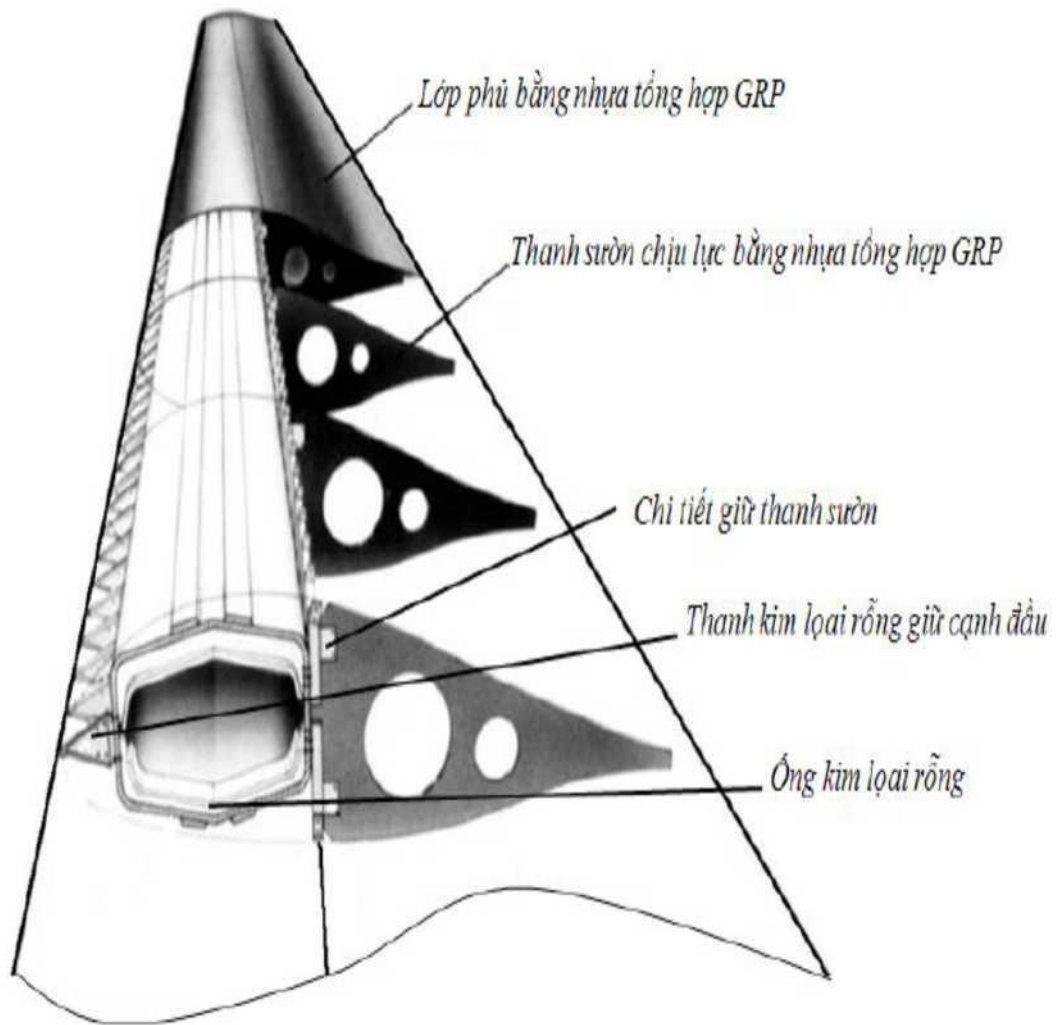
Là phần chuyển động quay chính của Tua-bin điện gió với chức năng đón dòng gió làm xoay cánh quạt để chuyển thành cơ năng. Trong hệ thống Roto, cánh quạt được gắn vào đùm bằng những vòng đỉnh ốc có sức chịu lực cao.



Hình 2.7: Hệ thống đùm nối cánh quạt.

Cánh quạt là bộ phận đón dòng gió để quay và chuyển cơ năng vào hộp số hoặc chuyển thẳng cơ năng vào máy phát điện nam châm vĩnh cửu.

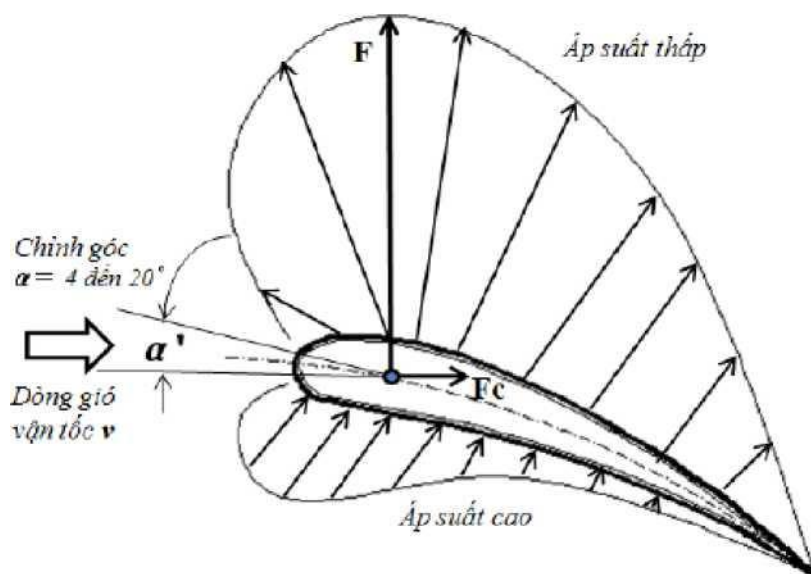
Cấu hình cánh quạt được thiết kế theo nguyên tắc cơ bản về khí động lực học và định luật Bezt's và được thiết kế thon và dài, bên trong thân cánh rỗng và có những phần chịu lực, bề mặt là những lớp nhựa tổng hợp và sơn bảo vệ.



Hình 2.8: Cấu trúc bên trong cánh quạt Tua-bin gió Growian.

Đường kính cánh quạt tùy theo công suất và công nghệ nên có chiều dài khác nhau. Ví dụ: Nordex N150-6000 công suất 6MW có đường kính 150 mét, Vesta V90 công suất 2 MW có đường kính cánh quạt là 90 mét v.v...

Khi điều chỉnh mặt đón gió của cánh quạt, ta điều chỉnh được lực tác động vào cánh quạt, có nghĩa là chỉnh được số vòng quay của hệ thống Roto.



Hình 2.9: Nguyên tắc khí động học điều chỉnh cánh quạt.

Khi chỉnh góc α từ 3 đến 19^o thì lực cản F_c sẽ khoảng 0,2 đến 0,01% của lực tác động F . Lực cản F_c này sẽ tăng nhanh khi góc chỉnh α lớn hơn 20^o. Vì thế hầu như góc chỉnh của những Tua-bin điện gió hiện nay chỉ nằm trong giới hạn từ 4 đến 20^o.

Những trạng thái có thể xảy ra đối với cánh quạt như độ cong và tần số rung không đều của cánh quạt khi mưa bão; khi Tua-bin được lắp đặt tại vùng có nhiệt độ thấp sẽ có tình trạng đóng băng tại thân cánh nên những Tua-bin này được lắp hệ thống sưởi từ dòng khí nóng đến từ thùng Nacelle hoặc thiết bị sưởi trực tiếp bằng điện.

Số cánh quạt: Trong thiết kế Tua-bin điện gió, hệ số tốc độ gió tại đầu cánh X là yếu tố quan trọng giữa việc quyết định số cánh quạt, công suất, độ bền và kinh phí.

$$\lambda = \frac{v_{top}}{v} \quad (2.15)$$

Trong đó:

- v_{top} : Tốc độ gió tại đầu cánh quạt (m/s).
- v : Tốc độ gió (m/s).

Bảng 2.2: Số cánh quạt liên quan đến hệ số tốc độ đầu cánh.

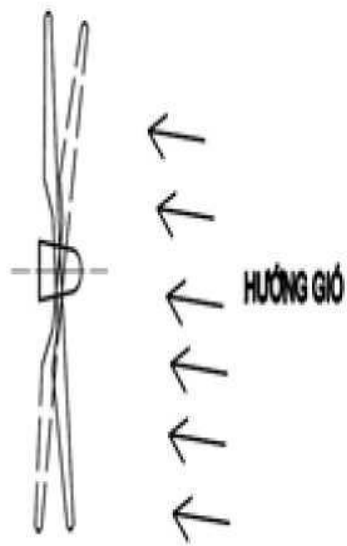
| Số cánh quạt n | Ăn ở hệ số Bezt lý tưởng |
|----------------|--------------------------|
| 1 | Xấp xỉ 15 |
| 2 | Xấp xỉ 10 |
| 3 | Xấp xỉ 6-8 |

Trên phương diện động lực học thì số cánh quạt càng ít thì hiệu quả càng cao nhưng trên phương diện cơ học thì Tua-bin hoạt động với số vòng quay nhanh sẽ phát sinh nhược điểm cơ bản như sự rung, phân bố lực không đều và phát sinh tiếng ồn. Tua-bin điện gió 3 cánh nhờ sự phân bố đều về lực trong diện tích vòng quay nên hoạt động ổn định hơn, độ rung hệ thống ít bị xáo động hơn 1 và 2 cánh và tỉ lệ công suất cao hơn khoảng 3-4%. Việc nâng số cánh lên nhiều hơn thì chỉ được công suất tăng thêm tối đa 1-2% so với Tua-bin có 3 cánh và chỉ tồn tại trong thử nghiệm vì không kinh tế.

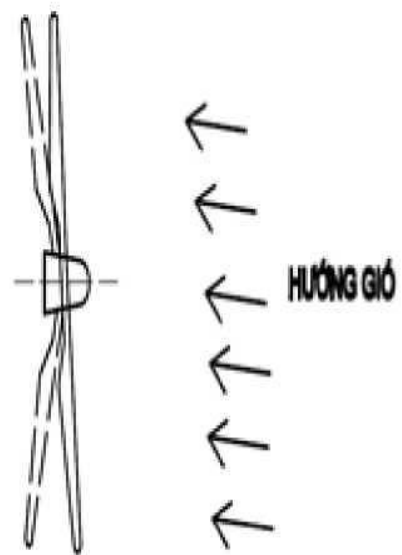
Chiều quay của cánh quạt: Phương diện vật lý, công suất Tua-bin không phụ thuộc chiều quay và hiện nay không có tiêu chuẩn riêng, hầu hết mọi nhà sản xuất Tua-bin điện gió trên thế giới đều định chiều quay quan trắc từ hướng gió thổi đến là chiều kim đồng hồ.

Bảng 2.3: So sánh các dạng hoạt động của cánh quạt.

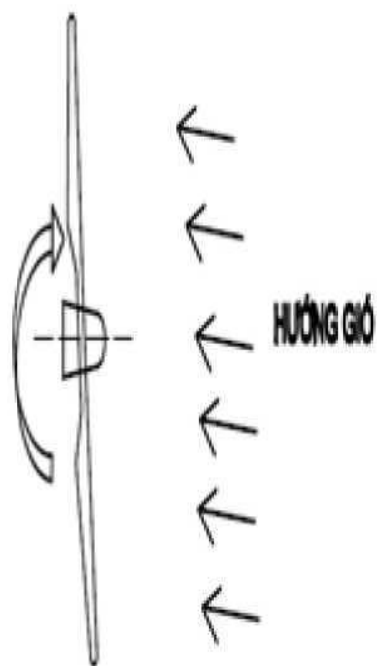
| | |
|--|---|
| <p>Hệ thống Roto với cánh quạt quay quanh trục và đôi góc chéo (Hình a)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ưu điểm: Lực tác động vào Tua- bin giảm. Thường ứng dụng cho Tua-bin 2 cánh và loại đón gió từ phía sau. - Nhược điểm: Thiết kế phức tạp, chi tiết quay dễ hư hỏng, độ bền kém. | <p>Hệ thống Roto với cánh quạt quay quanh trục và đôi góc đều (Hình b)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ưu điểm: Lực tác động vào chân cánh và trục Tua-bin giảm. Ứng dụng cho Tua-bin 3 cánh loại nhỏ và đón gió từ phía sau. - Nhược điểm: Thiết kế phức tạp, chi tiết quay dễ hư hỏng, độ bền kém. |
| <p>Hệ thống Roto với cánh quạt chỉ quay quanh trục (Hình c)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ưu điểm: Thiết kế giản dị và độ bền Roto cao. - Nhược điểm: Lực tác động vào trục Tua-bin rất cao, lực xoắn tác động vào chân cánh quạt cao. | <p>Hệ thống Roto với cánh quạt quay quanh trục và quay quanh thân để chỉnh mặt đón gió (Hình d)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ưu điểm: Giảm được lực tác động vào những chi tiết cơ khác, chỉnh được mặt đón gió phù hợp với từng tình trạng gió, bão. - Nhược điểm: Thiết kế phức tạp, chi phí cao. |



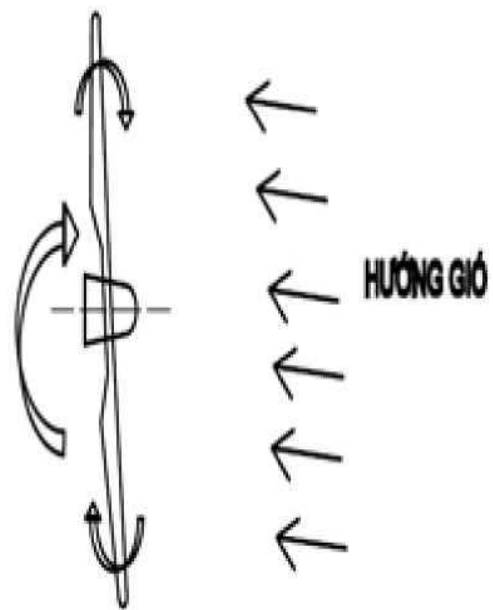
Hình a



Hình b



Hình c



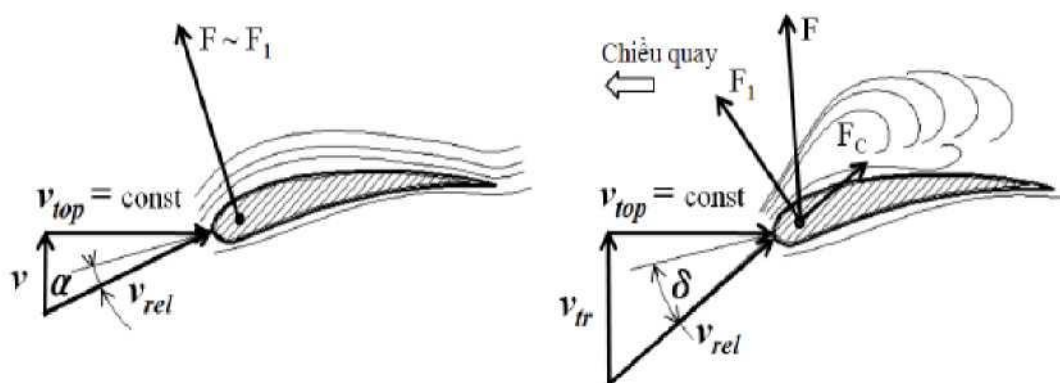
Hình d

Hình 2.10: Các trạng thái hoạt động của cánh quạt.

2.8.2 Những nguyên tắc điều chỉnh hệ thống Roto

a. Điều chỉnh tình trạng gió trượt của cánh quạt

- **Điều chỉnh thụ động:** là điều chỉnh dòng tránh gió qua thân cánh quạt với một góc nhất định. Khi dòng gió có tốc độ cao thổi vào bề mặt sẽ gây ra tình trạng gió bị xáo động và trượt qua thân cánh để hạn chế lực tác động. Khuyết điểm là không thể đổi mặt đón gió và lượng gió tránh không điều chỉnh chính xác được.



Hình 2.11: Khí động học trong điều chỉnh cánh quạt.

- **Điều chỉnh tích cực:** là thiết kế thêm thanh cản gió tại đầu cánh hoặc thêm thanh cản tại thân cánh hoặc thiết kế bộ phận chỉnh góc quay đến 90° tại đầu cánh.

b. Điều chỉnh mặt đón gió của cánh quạt

Khi dòng gió có tốc độ thấp, hệ thống cánh quạt phải chỉnh mặt diện tích đón gió cao để được công suất tối ưu. Khi tốc độ gió lên cao hệ thống phải giảm diện tích mặt đón gió để tiếp tục hoạt động. Khi tốc độ gió quá cao, hệ thống phải chỉnh góc không đón gió để ngưng hoạt động.

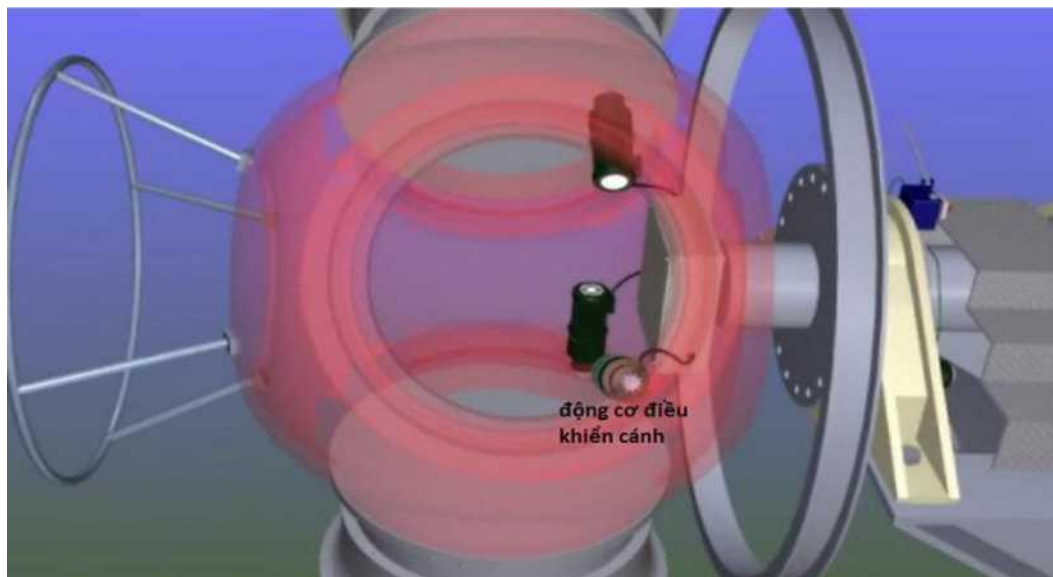
Nguyên tắc khí động lực học ứng dụng điều chỉnh mặt đón gió trong các tình huống sau:

- Khi vận tốc gió dưới 3 m/s: Hệ thống Roto quay chậm hoặc ngưng hoạt động. Trạng thái này thân cánh quạt nằm tại vị trí 90° .
- Khi vận tốc gió từ 4 đến 11 m/s: thân cánh quạt nằm ở vị trí tối ưu là 0° .

- Khi tốc độ gió từ 12 đến 25 m/s: việc điều chỉnh mặt đón gió của cánh quạt được tự động thực hiện quay quanh thân 0 đến 90°.
- Khi tốc độ lên cao trên 25 m/s, góc quay cánh quạt sẽ được chỉnh thẳng đứng với chiều gió, đó là chức năng thẳng, khi đó cánh quạt quay quanh thân cánh về vị trí 90°.

Hệ thống chỉnh mặt đón gió tùy theo công suất và độ lớn của Tua-bin điện gió thường được áp dụng chi tiết cơ, ống thủy lực hoặc động cơ điện:

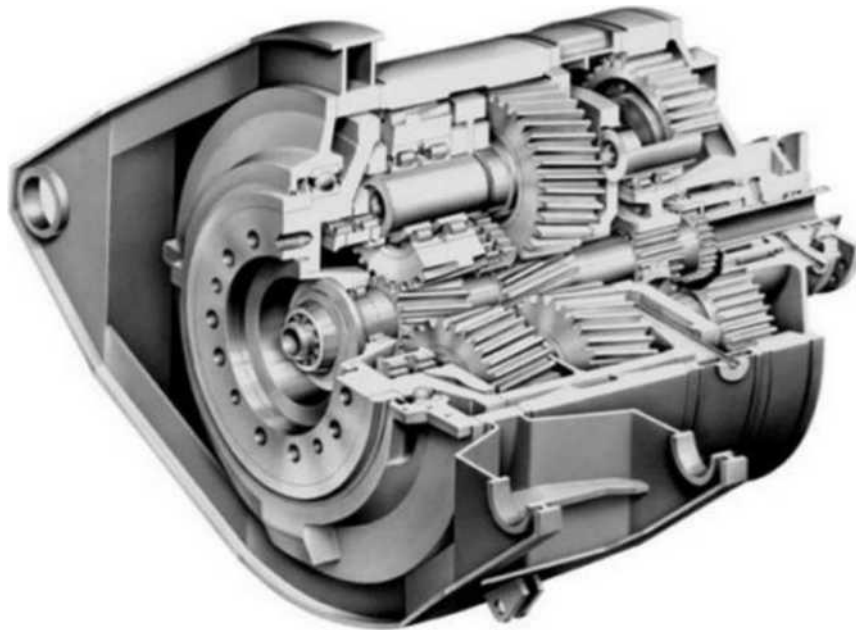
- Đối với công suất Tua-bin dưới 100 KW: thường được thiết kế hoạt động với những chi tiết cơ lò xo.
- Đối với công suất Tua-bin cao hơn 300 KW: điều chỉnh bằng ống thủy lực.
- Đối với Tua-bin có công suất cao hơn 1 MW: điều chỉnh bằng động cơ điện. Những động cơ này thường là động cơ một chiều DC, hoặc xoay chiều AC. Cả hai động cơ này đều có bộ phận hộp số truyền động, đồng hồ chỉ số vòng quay, thiết bị biến mã và bộ phận thẳng.



Hình 2.12: Động cơ điều khiển góc Pitch

2.9 Bộ truyền động và bộ phận phanh

Bộ truyền động là các bộ phận truyền chuyển động từ Roto gió sang máy phát. Chúng bao gồm trục tốc độ thấp (phía Roto gió), hộp số và trục tốc độ cao (phía máy phát), thắng và các vòng bi. Mục đích của hộp số là tăng tốc độ đến tốc độ yêu cầu của máy phát, thắng có nhiệm vụ dừng Roto, vòng bi giúp cải thiện hiệu suất cơ.



Hình 2.13: Hộp số bánh răng trong Tua-bin gió 2MW đến 3MW.



Hình 2.14: Bánh thắng tại trục tốc độ cao trong Tua-bin gió.



Hình 2.15 : Vòng bi 1 lớp và 2 lớp.

2.10 Vỏ và hệ thống định hướng

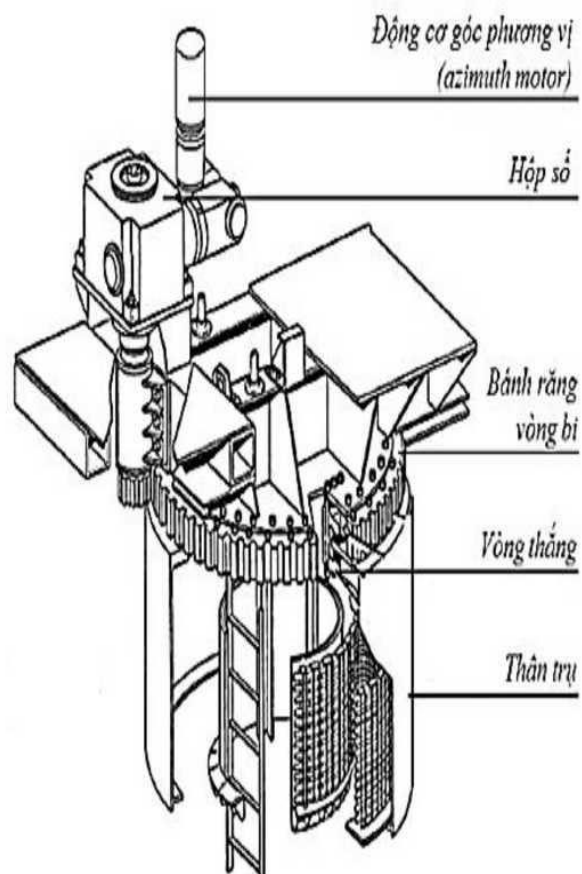
Vỏ-(Thùng Nacelle) dùng để bảo vệ các bộ phận bên trong Tua-bin khỏi tác động thời tiết. Hệ thống chỉnh hướng gió luôn chỉnh Roto theo hướng đón gió. Thiết bị chính là vòng bi lớn gắn với khung chính của tháp. Một động cơ nhỏ đủ để quay phần trên Tua-bin theo hướng gió. Động cơ này được điều khiển bởi bộ điều khiển, bộ điều khiển này lấy tín hiệu từ cảm biến hướng gió đặt trên vỏ.



Hình 2.16: Thùng Nacelle hãng Avantis.



hình 2.17: Hệ thống chỉnh Tua-bin theo hướng gió.



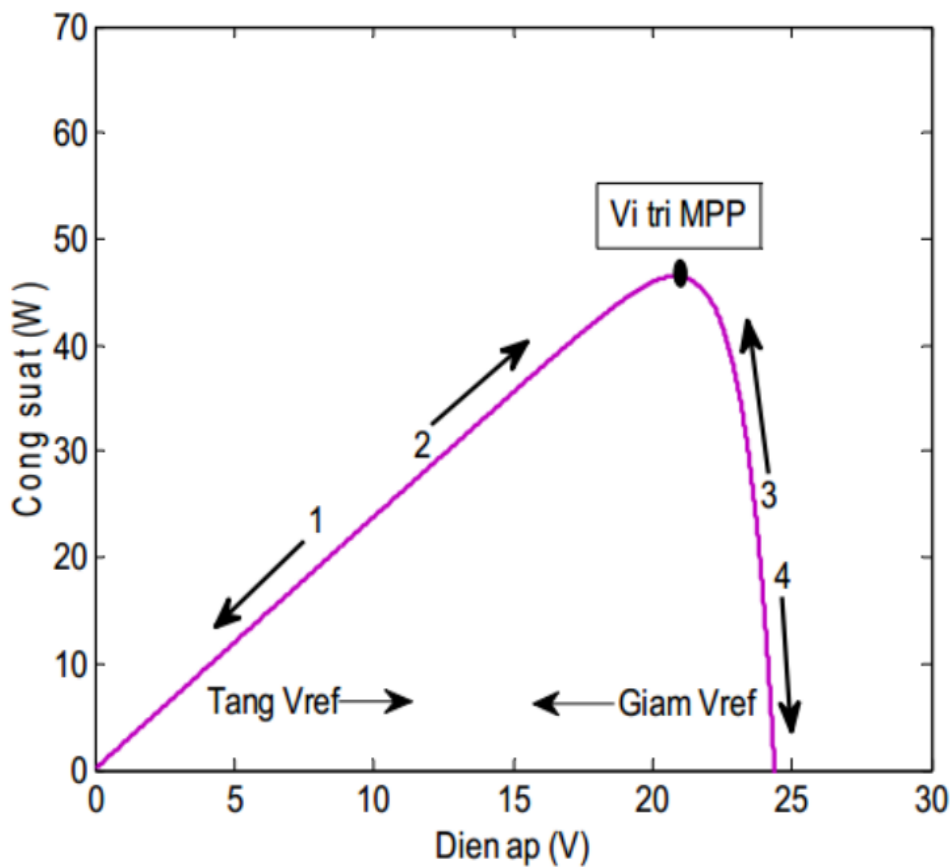
Hình 2.18: Thân tuabin gió .

CHƯƠNG 3. ĐI SÂU TÌM HIỂU ĐIỂM CÔNG SUẤT CỰC ĐẠI CHO TUA BIN GIÓ VÀ MÔ PHỎNG MATLAB

3.1 Giới thiệu chung

Maximum power point tracking (MPPT) là phương pháp dò tìm điểm làm việc có công suất tối ưu của các hệ thống năng lượng điện thông qua việc điều khiển chu kỳ đóng mở khóa điện tử dùng trong bộ tăng áp boost converter. Maximum power point tracking (MPPT) có nhiều kỹ thuật điều khiển như thuật toán nhiễu loạn và quan sát P&O, điều khiển tốc độ đầu cánh (TSR), điều khiển tối ưu - mối quan hệ - cơ sở ORBC,... Trong các thuật toán nêu trên thì thuật toán nhiễu loạn và quan sát P&O là thuật toán tương đối cơ bản, đơn giản, dễ áp dụng và được sử dụng khá rộng rãi và phổ biến. Đối với thuật toán TSR, mặc dù đây là thuật toán đơn giản và trực giác nhưng nó phụ thuộc nhiều vào sự chính xác của việc đo lường tốc độ gió, đây là một khó khăn cho thuật toán này. Đối với thuật toán ORBC, nhược điểm chính của nó là đòi hỏi sự hiểu biết về thông số của hệ thống một cách chính xác mà những thông số này thay đổi từ hệ thống này sang hệ thống khác và thậm chí có thể thay đổi theo thời gian nên phải cập nhật liên tục. Thuật toán P&O không cần đo lường tốc độ gió, điều này làm giảm nhiều chi phí. Để làm việc với thuật toán không cần sự hiểu biết trước về những thông số của hệ thống, điều này làm cho thuật toán đáng tin cậy và ít phức tạp hơn .

Thuật toán nhiễu loạn và quan sát (P&O) được sử dụng thông dụng nhờ sự đơn giản trong thuật toán và việc thực hiện dễ dàng. Thuật toán này xem xét sự tăng, giảm tốc độ rotor theo chu kỳ để tìm được điểm làm việc có công suất lớn nhất. Nếu sự biến thiên của tốc độ rotor làm công suất tăng lên thì sự biến thiên tiếp theo sẽ giữ nguyên chiều hướng tăng hoặc giảm. Ngược lại, nếu sự biến thiên làm công suất giảm xuống thì sự biến thiên tiếp theo sẽ có chiều hướng thay đổi ngược lại. Khi MPP được xác định trên đường cong đặc tính thì sự biến thiên tốc độ rotor sẽ dao động xung quanh MPP đó. Phương pháp P&O còn gọi là phương pháp “leo đồi”.



Hình 3.1. Nguyên lý hoạt động thuật toán P&O

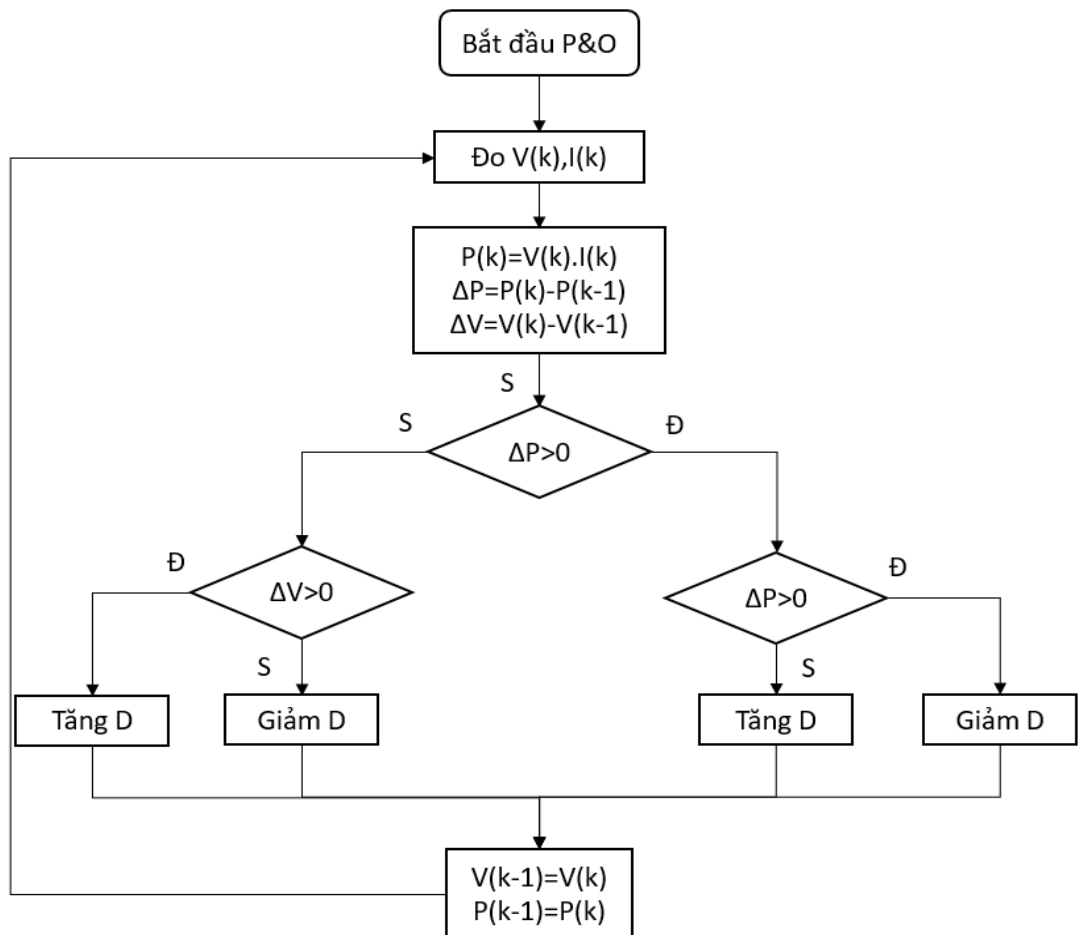
Nếu điểm hoạt động của hệ thống đang di chuyển theo hướng 1 ($\Delta P < 0$ và $\Delta V < 0$) thì cần tăng điện áp hoạt động lên để di chuyển điểm hoạt động tới điểm MPP.

Nếu điểm hoạt động của hệ thống đang di chuyển theo hướng 2 ($\Delta P > 0$ và $\Delta V > 0$) thì cần tăng điện áp hoạt động lên để di chuyển điểm hoạt động tới điểm MPP.

Nếu điểm hoạt động của hệ thống đang di chuyển theo hướng 3 ($\Delta P > 0$ và $\Delta V < 0$) thì cần giảm điện áp hoạt động lên để di chuyển điểm hoạt động tới điểm MPP.

Nếu điểm hoạt động của hệ thống đang di chuyển theo hướng 4 ($\Delta P < 0$ và $\Delta V > 0$) thì cần giảm điện áp hoạt động lên để di chuyển điểm hoạt động tới điểm MPP.

Lưu đồ thuật toán :



Hình 3.2. Lưu đồ thuật toán P&O điều khiển trực tiếp chu kỳ nhiệm vụ

D

Nhận xét:

- Thời gian đáp ứng của các tầng công suất và nguồn PV tương đối chậm (10 – 50 mili giây tùy thuộc từng loại tải). Thuật toán MPPT thay đổi hệ số làm việc D, sau đó lần lấy mẫu điện áp và dòng PV tiếp theo nên được thực hiện sau khi hệ đạt đến trạng thái ổn định để tránh đo phải giá trị đang ở trạng thái chuyển tiếp.

- Tỷ lệ lấy mẫu của phương pháp này thường từ 1 đến 100 lần trên 1 giây trong khi tỷ lệ lấy mẫu của bộ điều khiển PI thường nhanh hơn, vì vậy phương pháp điều khiển trực tiếp này cho độ bền vững đối với sự thay đổi đột ngột của tải.

3.2 Bộ biến đổi DC-DC.

Bộ biến đổi DC-DC là bộ điều khiển dòng điện, điện áp một chiều khi nguồn cấp là một chiều. Và được sử dụng nhiều trong nguồn điện một chiều với mục đích đổi nguồn một chiều không ổn định thành nguồn một chiều có thể điều khiển được.

Trong hệ thống pin mặt trời, bộ biến đổi DC-DC được kết hợp chặt chẽ với thuật toán MPPT. Thuật toán MPPT sử dụng bộ biến đổi DC/DC để điều chỉnh nguồn điện áp vào lấy từ nguồn pin mặt trời, chuyển đổi và cung cấp điện áp lớn nhất phù hợp với tải. Nhìn chung bộ biến đổi DC/DC thường bao gồm các phần tử cơ bản là một khóa điện tử, một cuộn cảm để giữ năng lượng, một diode dẫn dòng và một tụ điện để lọc nguồn.

Có nhiều loại bộ biến đổi DC-DC được sử dụng nhưng phổ biến nhất vẫn là 3 loại là: Bộ tăng áp Boost, Bộ giảm áp Buck và Bộ hỗn hợp tăng giảm Boost – Buck. Cả 3 loại DC-DC trên đều sử dụng nguyên tắc đóng mở khóa điện tử theo một chu kỳ được tính toán sẵn để đạt được mục đích sử dụng. Các loại bộ biến đổi DC-DC thường dùng trong hệ PV gồm: bộ giảm áp (buck) bộ tăng áp (boost).

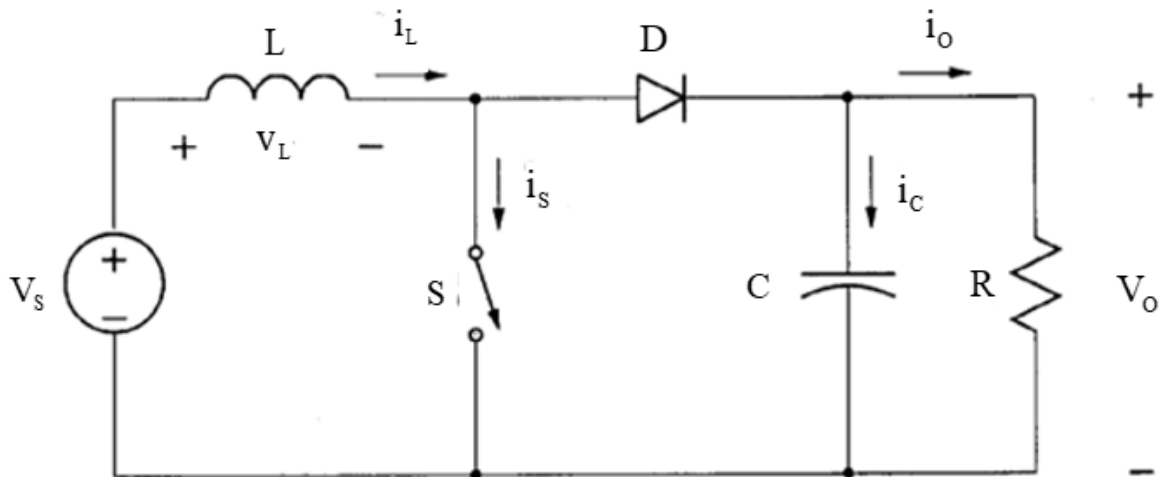
- Bộ giảm áp Buck có thể định được điểm làm việc có công suất tối ưu mỗi khi điện áp vào vượt quá điện áp ra của bộ biến đổi, trường hợp này ít thực hiện được khi cường độ bức xạ của ánh sáng xuống thấp.

- Bộ tăng áp boost có thể định điểm làm việc tối ưu ngay cả với cường độ ánh sáng yếu. Hệ thống làm việc với lưới dùng bộ Boost để tăng điện áp ra cấp cho tải trước khi đưa vào bộ biến đổi DC-AC.
- Bộ Buck – boost vừa có thể tăng vừa có thể giảm áp.

Trong ba bộ biến đổi DC-DC thì bộ biến đổi DC-DC tăng áp (Boost converter) dùng cuộn kháng hồ cảm với hệ số biến đổi điện áp và hiệu suất cao (90%-95%), phù hợp với hệ thống pin năng lượng mặt trời.

3.3 Bộ biến đổi DC-DC tăng áp (Boost converter).

Bộ biến đổi Boost là bộ biến đổi DC – DC thông dụng thường được áp dụng cho các ứng dụng đòi hỏi điện áp ra cao hơn điện áp vào. Mô hình bộ biến đổi DC-DC tăng áp có cấu hình đầy đủ như được trình bày trong hình 3.1. Trong đó để xây dựng các biểu thức toán học và tìm hiểu nguyên lý hoạt động được dễ dàng hơn, nên loại bỏ ảnh hưởng của $R_{esr} = 0$, RL được chọn khác 0.

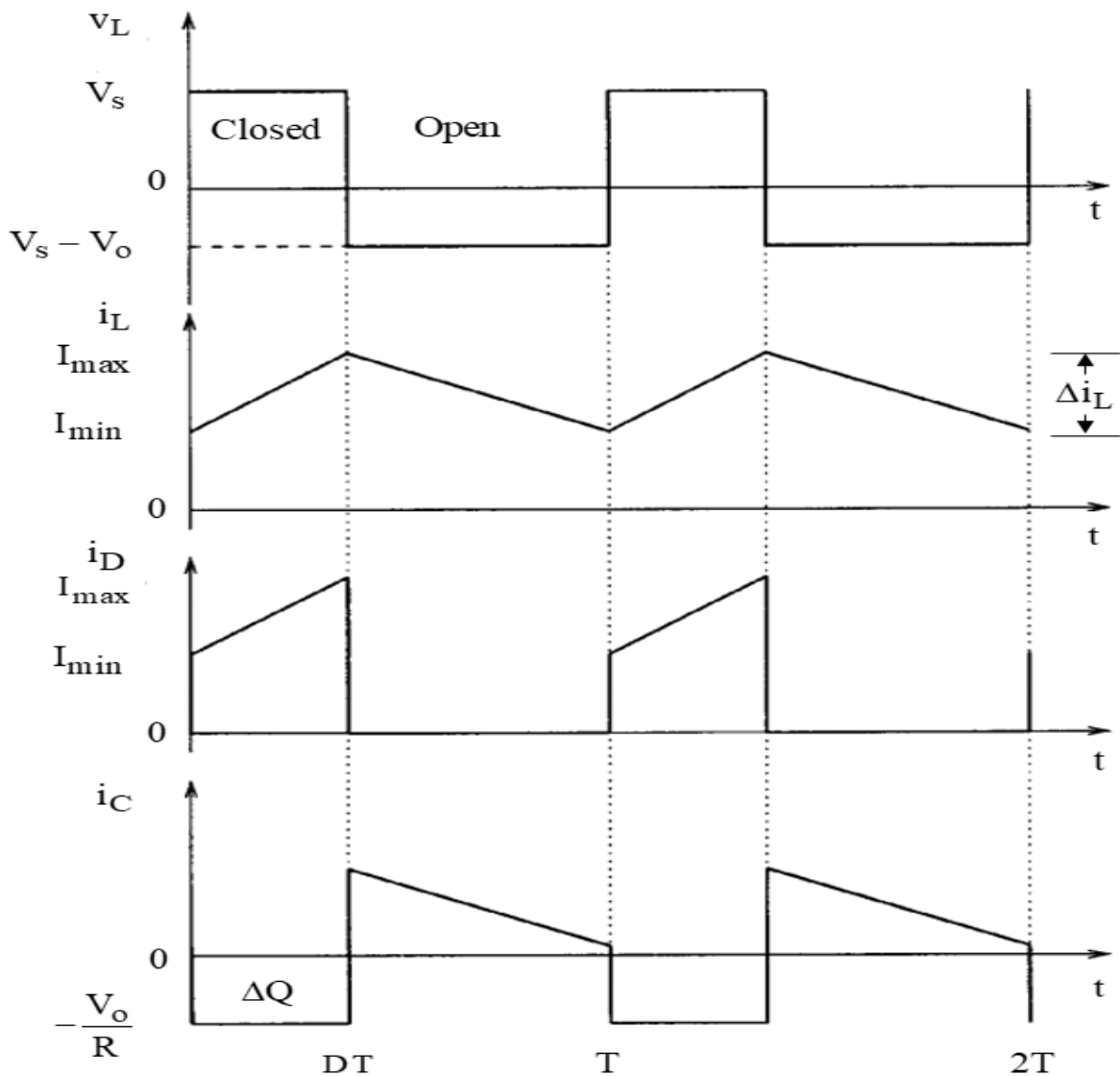


Hình 3.3. Mô hình bộ biến đổi DC-DC tăng áp.

Các kí hiệu trong sơ đồ:

- V_s là nguồn điện một chiều tuyến tính đầu vào.
- C là tụ phân cực, dùng để lọc ngõ ra của bộ biến đổi.
- S là thiết bị chuyển mạch. Thiết bị chuyển mạch là bộ kích hoạt để sạc và xả điện dẫn đầu vào. Hiện nay, có các thiết bị chuyển mạch phổ biến như IGBT, MOSFET, v.v ... MOSFET thường có thể chuyển đổi ở tần số tương đối cao hơn, so với IGBT.

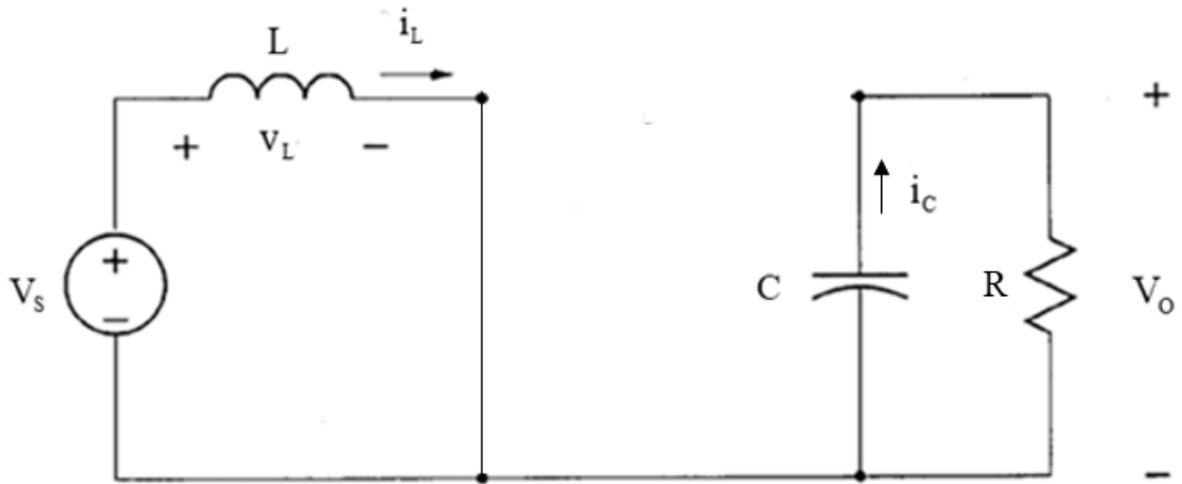
- L là cuộn cảm, là một thiết bị lưu trữ năng lượng trung bình.
- D là diode. Nó điều chỉnh hướng dòng điện trong thời gian S bật và tắt.
- R là tải. Tải có thể là bóng đèn, động cơ, ac-quy ,...
- ❖ Đặc điểm của bộ biến đổi DC-DC tăng áp :
 - Dòng và áp tồn tại ở chế độ xác lập.
 - Chu kỳ chuyển mạch là T, khóa S đóng trong khoảng thời gian DT, và khóa mở trong khoảng thời gian (1-D)T.
 - Dòng cuộn cảm liên tục.
 - Tụ điện rất lớn, và điện áp ngõ ra là hằng số tại V_o .
 - Để xây dựng các biểu thức toán học và tìm hiểu nguyên lý hoạt động được dễ dàng hơn thì các linh kiện xem như lý tưởng.
- ❖ Phân tích các trường hợp của bộ biến đổi khi đóng, mở van S.



Hình 3.4: Các dạng sóng của bộ biến đổi DC-DC tăng áp.

- Khi van S đóng (0 - DTs) :

Dòng điện $i_L(t)$ chạy từ cực dương của nguồn qua điện cảm L rồi qua van trở về cực âm của nguồn và dòng điện $i_C(t)$ khép vòng qua điện trở R, tụ điện C, và không có dòng chảy qua điốt D. Được mô tả như hình 4.3.



Hình 3.5: Bộ biến đổi DC-DC tăng áp khi đóng khóa S.

Theo định luật Kirchhoff :

$$V_L = V_s = L \frac{di_L}{dt} \quad (3.1)$$

$$\Rightarrow \frac{di_L}{dt} = \frac{V_s}{L} \quad (3.2)$$

Tỉ lệ thay đổi của dòng điện là hằng số, nên dòng tăng tuyến tính khi khóa S đóng.

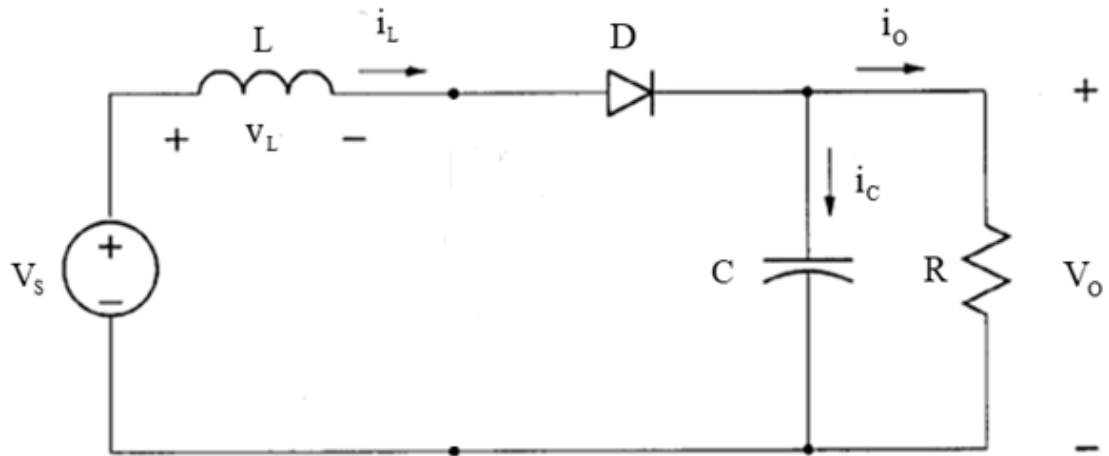
Thay đổi dòng trong cuộn dây khi khóa S đóng là :

$$\frac{\Delta i_L}{\Delta t} = \frac{\Delta i_L}{DT} = \frac{V_s}{L} \quad (3.3)$$

$$\Rightarrow (\Delta i_L)_{\text{close}} = \frac{D.T.V_s}{L} \quad (3.4)$$

- Khi khóa S mở (DTs - Ts) :

Dòng điện trong cuộn dây không thể thay đổi tức thời. Diot được phân cực thuận duy trì dòng qua cuộn cảm. Sơ đồ mạch tương đương như hình 4.3.



Hình 3.6 : Bộ biến đổi DC-DC tăng áp khi mở khóa S.

Từ sơ đồ mạch điện dễ dàng tìm được điện áp qua cuộn cảm :

$$V_L = V_s - V_o = L \frac{di_L}{dt} \quad (3.5)$$

$$\Rightarrow \frac{di_L}{dt} = \frac{V_s - V_o}{L} \quad (3.6)$$

Tỉ lệ thay đổi dòng cuộn cảm là hằng số, nên dòng thay đổi tuyến tính khi khóa mở.

Thay đổi dòng trong cuộn dây khi khóa S mở là :

$$\frac{\Delta i_L}{\Delta t} = \frac{\Delta i_L}{(1-D)T} = \frac{V_s - V_o}{L} \quad (3.7)$$

$$\Rightarrow (\Delta i_L)_{\text{open}} = \frac{(V_s - V_o)(1-D)T}{L} \quad (3.8)$$

Để trạng thái hoạt động ổn định, độ gợn dòng trong cuộn cảm phải bằng 0:

$$(\Delta i_L)_{\text{close}} + (\Delta i_L)_{\text{open}} = 0 \quad (3.9)$$

$$\Leftrightarrow \frac{D.T.V_s}{L} + \frac{(V_s - V_o)(1-D)T}{L} = 0 \quad (3.10)$$

$$\Leftrightarrow V_o = \frac{V_s}{1-D} \quad (3.11)$$

Cũng như vậy, điện áp trung bình của cuộn cảm phải bằng 0 trong chu kỳ:

$$V_L = V_s D + (V_s - V_o)(1 - D) = 0 \quad (3.12)$$

Nếu khóa luôn mở và D bằng không thì điện áp ngõ ra bằng điện áp ngõ vào.

Khi tỉ số D tăng lên nghĩa là mẫu số của phương trình điện áp V_o giảm. Kết quả là điện áp ngõ ra lớn.

Dòng điện trung bình qua cuộn dây được xác định bởi công suất trung bình của nguồn bằng với công suất trung bình của tải.

Công suất ngõ ra là :

$$P_o = \frac{V_o^2}{R} = V_o I_o \quad (3.13)$$

Công suất ngõ vào là :

$$P_s = V_s I_s \quad (3.14)$$

Cân bằng phương trình :

$$\begin{aligned} V_s I_L &= \frac{V_o^2}{R} \\ &= \frac{[V_s / (1 - D)]^2}{R} \\ &= \frac{V_s^2}{(1 - D)^2 R} \end{aligned} \quad (3.15)$$

Dòng trung bình qua cuộn cảm là :

$$\begin{aligned} I_L &= \frac{V_s}{(1 - D)^2 R} \\ &= \frac{V_o^2}{V_s R} \\ &= \frac{V_o I_o}{V_s} \end{aligned} \quad (3.16)$$

Xác định dòng cuộn cảm lớn nhất và nhỏ nhất :

$$I_{L_{\max}} = I_L + \frac{\Delta i_L}{2} = \frac{V_s}{(1 - D)^2 R} + \frac{D.T.V_s}{2L} \quad (3.17)$$

$$I_{L\min} = I_L - \frac{\Delta i_L}{2} = \frac{V_s}{(1-D)^2 R} - \frac{D.T.V_s}{2L} \quad (3.18)$$

Vì dòng qua cuộn dây là liên tục nghĩa là nó luôn dương, nên I_{\min} là dương :

$$I_{L\min} = \frac{V_s}{(1-D)^2 R} - \frac{D.T.V_s}{2L} > 0 \quad (3.19)$$

$$\Leftrightarrow \frac{V_s}{(1-D)^2 R} > \frac{D.T.V_s}{2L} = \frac{DV_s}{2Lf} \quad (3.20)$$

Điện cảm tối thiểu cho dòng liên tục trong bộ biến đổi là :

$$L_{\min} = \frac{D(1-D)^2 R}{2f} \quad (3.21)$$

Thiết kế bộ biến đổi DC-DC tăng áp để dòng liên tục thì phải có giá trị cuộn cảm lớn hơn L_{\min} :

$$L = \frac{D.T.V_s}{\Delta i_L} = \frac{D.V_s}{f.\Delta i_L} \quad (3.22)$$

- Độ gợn sóng điện áp ngõ ra :

Giả sử điện áp ngõ ra là hằng số, nên có thể xem giá trị điện dung là rất lớn.

Thực tế điện dung có giá trị giới hạn nên điện áp ngõ ra sẽ biến thiên hoặc gợn sóng.

Gợn sóng điện áp ngõ ra có thể được tính từ dạng sóng dòng tụ như hình 4.2.

Thay đổi tụ điện được tính từ :

$$|\Delta Q| = \left(\frac{V_o}{R} \right).D.T = C.\Delta.V_o \quad (3.23)$$

Biểu thức điện áp gợn sóng là :

$$\Delta V_o = \frac{V_o.D.T}{R.C} = \frac{V_o.D}{R.C.f} \quad (3.24)$$

Hoặc

$$\frac{\Delta V_o}{V_o} = \frac{D}{RCf} \quad (3.25)$$

Điện dung được tính :

$$C = \frac{D}{R(\Delta V_o / V_o)f} \quad (3.26)$$

Trở kháng của tụ điện có thể góp phần đáng kể vào gợn sóng điện áp ngõ ra.

Sự biến thiên dòng qua tụ cũng giống như dòng max trong cuộn cảm (hình 4.2).

Gợn sóng điện áp do trở kháng tương đương (ESR) là :

$$\Delta V_{O,ESR} = \Delta I_C \cdot r_C = I_{L,max} \cdot r_C \quad (3.27)$$

3.4 Giới hạn của MPPT

Giới hạn chính của MPPT là không tác động gì đến tín hiệu ra trong khi xác định điểm làm việc có công suất lớn nhất. Nó không thể cùng một lúc tác động lên tín hiệu vào và tín hiệu ra. Vì vậy, nếu hệ thống cần điện áp ra ổn định thì phải sử dụng đến ắc quy để duy trì điện áp ổn định.

Một nhược điểm khác của MPPT nữa là: việc xác định điểm làm việc có công suất tối ưu sẽ dừng lại nếu như tải không thể tiêu thụ hết lượng công suất sinh ra. Đối với hệ PV làm việc độc lập có tải bị giới hạn bởi dòng và áp lớn nhất thì phương pháp MPPT sẽ dịch chuyển điểm làm việc ra khỏi điểm MPP và gây tổn hao công suất. Với hệ này, việc xác định chính xác dung lượng của tải là rất quan trọng để có thể tận dụng được hết dung lượng của các pin mặt trời. Ngược lại, hệ PV làm việc với lưới luôn xác định điểm làm việc có công suất lớn nhất vì nếu thừa công suất hệ thống có thể bơm vào lưới điện để tăng lợi nhuận.

Tuy nhiên, hiệu suất của bộ biến đổi DC/DC thực tế dùng trong MPPT không bao giờ đạt được 100%. Hiệu suất tăng lên từ phương pháp MPPT là rất lớn nhưng hệ thống pin mặt trời cũng cần phải tính đến tổn hao công suất do bộ biến đổi DC/DC gây ra. Cũng phải cân nhắc giữa hiệu suất và giá thành. Việc phân tích tính kinh tế giữa hệ thống pin mặt trời với các hệ thống cung cấp điện khác cũng như việc tìm ra các cách thức khác để nâng cao hiệu suất cho hệ thống pin mặt trời (chẳng hạn như dùng máy theo dõi mặt trời) cũng là việc làm cần thiết.

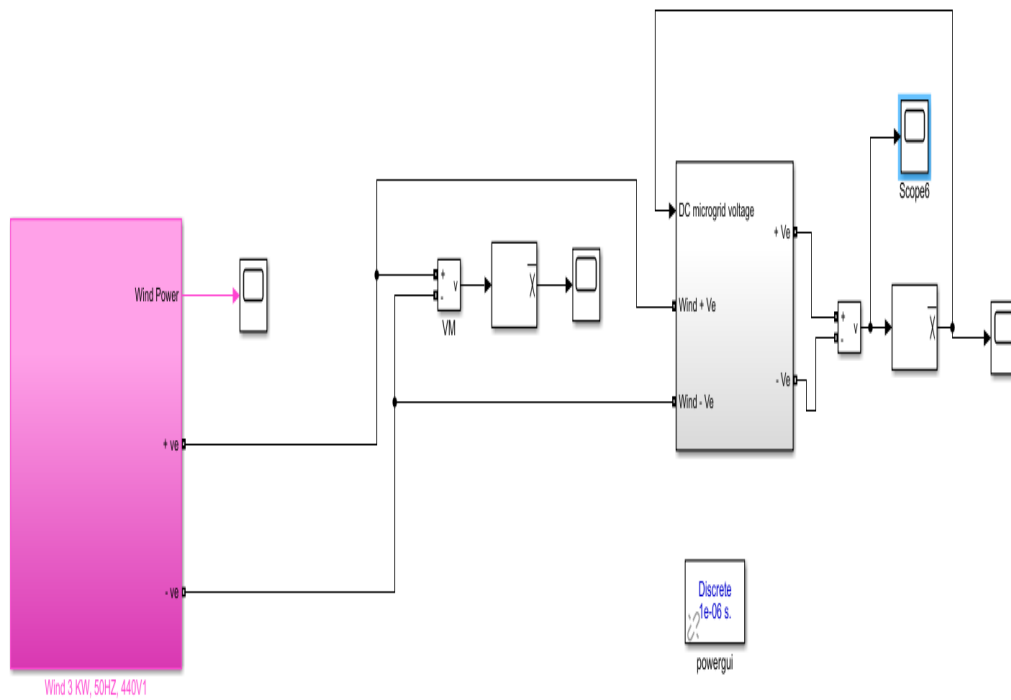
Nhìn chung, cả ba phương pháp điều khiển thuật toán trên tương đối giống nhau. Nhưng để chọn ra phương pháp đơn giản, tối ưu nhất và phù hợp với nhu cầu thực tế thì ta nên chọn phương pháp thứ hai điều khiển trực tiếp chu kỳ nhiệm vụ D.

3.5 Mô phỏng mô hình giải thuật bằng Matlab

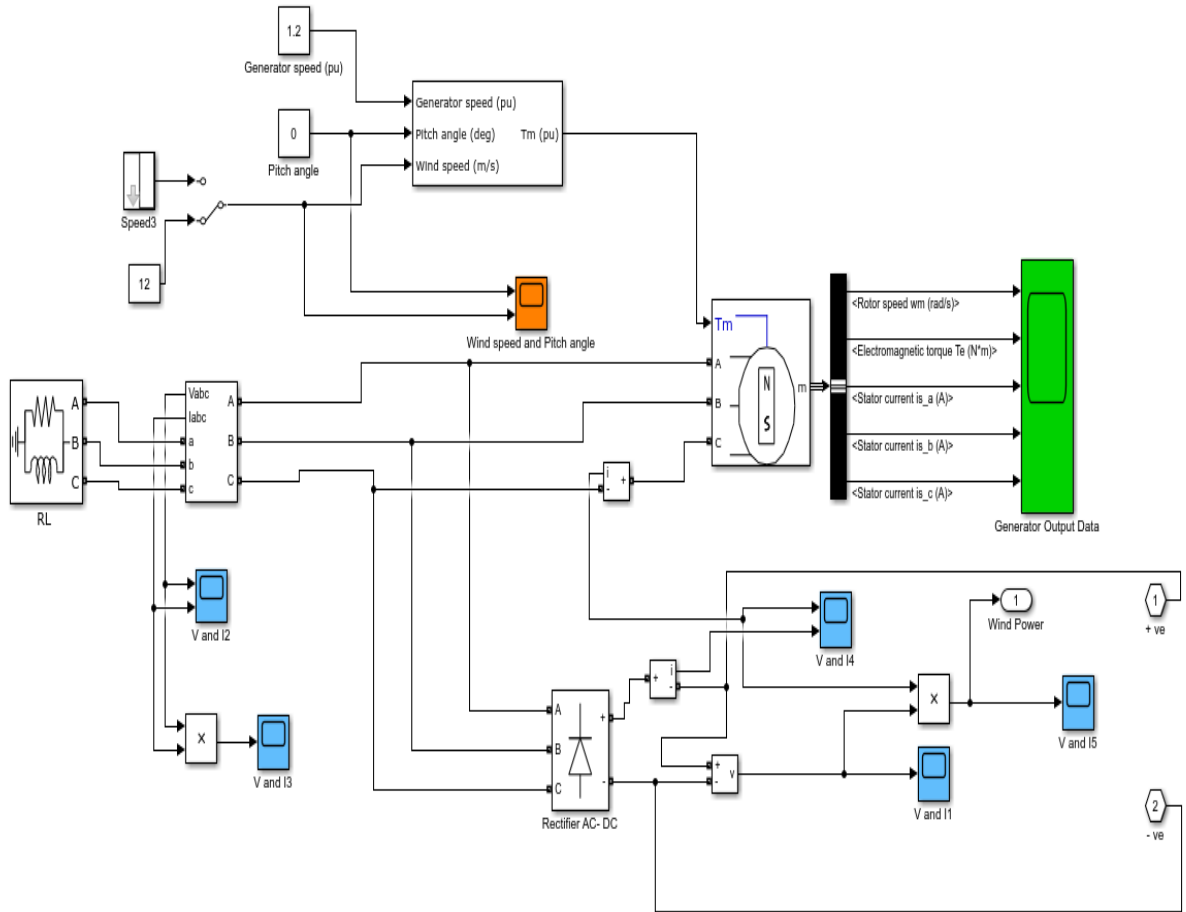
MATLAB là một chương trình được sử dụng để mô phỏng và mô hình hóa các mạch điện tử tương tự. Chương trình này nó cho phép chúng ta mô phỏng các thiết kế trước khi bắt tay vào xây dựng phần cứng. Các chương trình mô phỏng cho phép chúng ta quan sát nhưng thay đổi của mạch điện khi ta thay đổi tín hiệu đầu vào hoặc giá trị của các thành phần trong mạch điện. Do đó có thể kiểm tra lại các thiết kế được coi là đã hoàn thành để xem chúng có chạy đúng trong thực tế hay không. MATLAB chỉ mô phỏng và tiến hành các phép đo kiểm tra chứ không phải là phần thiết kế các mạch điện.

Để khảo sát một mạch điện nói chung cũng như một mạch điện tử công suất nói riêng ta tiến hành theo các bước sau:

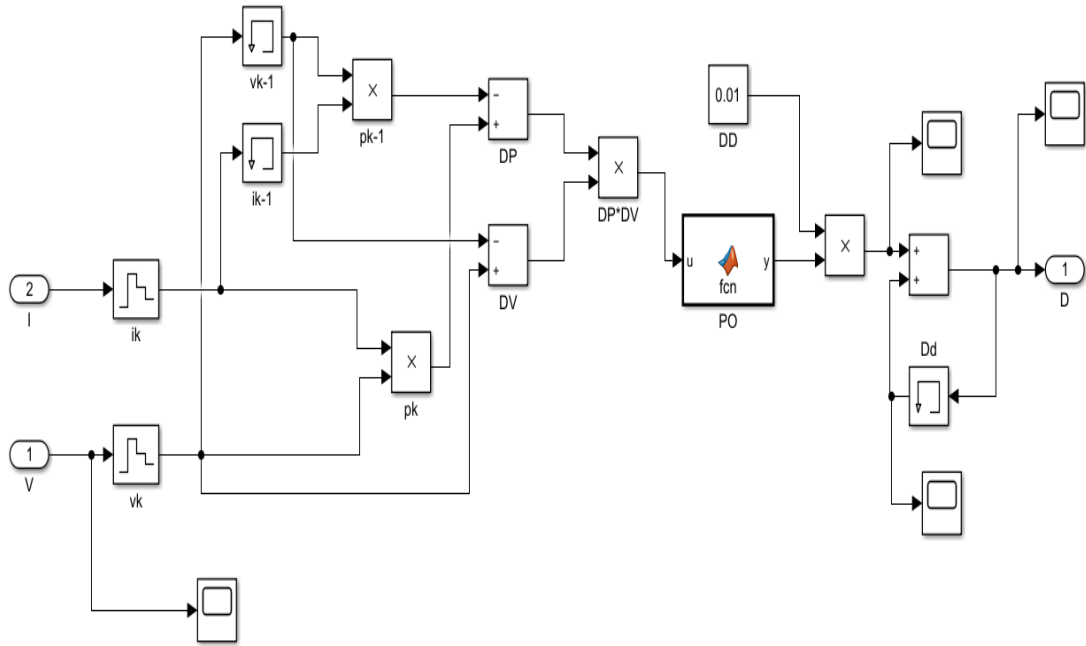
- Xác định mô hình các phần tử cần thiết để xây dựng mạch điện. Đa số các phần tử này đều có trong thư viện mô hình của chương trình, tuy nhiên trong một số trường hợp ta phải xây dựng mới. Mô hình trong MATLAB phản ánh đúng đặc điểm và tính chất vật lý của thiết bị thực. Mô hình càng gần với thực tế thì kết quả phân tích càng đáng tin cậy. Mặc dù vậy trong một số trường hợp, khi khảo sát một đặc tính nào đó thì chỉ cần mô hình hóa các tham số, thông số liên quan đến đặc tính đó.
- Thiết lập sơ đồ nguyên lý của mạch cần nghiên cứu. Cần phải đảm bảo chắc chắn rằng sơ đồ nguyên lý được xây dựng là đúng đắn.
- Thiết lập các thông số của sơ đồ và các tham số khảo sát.
- Tiến hành khảo sát, thường chia làm hai giai đoạn: Trước hết chạy thử chương trình với chế độ mà kết quả đã biết trước để kiểm tra độ chính xác của mô hình. Tiếp theo, khi mô hình đạt độ tin cậy cần thiết, tiến hành nghiên cứu với các chế độ cần khảo sát theo yêu cầu đặt ra.



Hình 3.7 : Mô phỏng hệ thống tua bin năng lượng gió



Hình 3.8: Mô phỏng hệ thống tua bin năng lượng gió



Hình 3.9: Mô phỏng giải thuật P&O

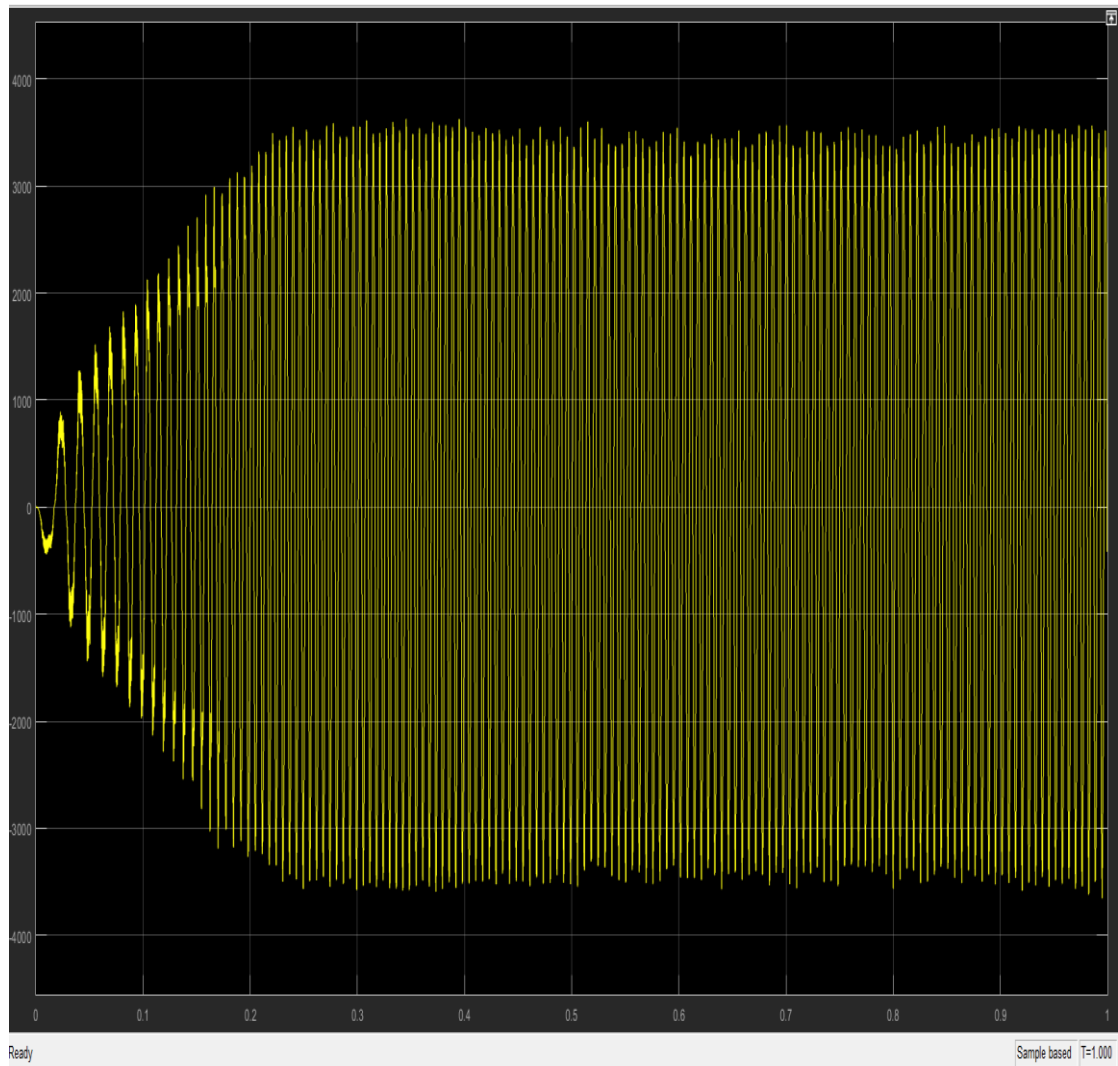
```

Editor - Block: MICROGRID_PV_Wind2/Subsystem3/MPPT P&O/PO
Subsystem3/MPPT P&O/PO
1 function y = fcn(u)
2     y=0;
3     if(u==0)
4         y=0;
5     elseif(u>0)
6         y=-1;
7     else
8         y=1;
9     end

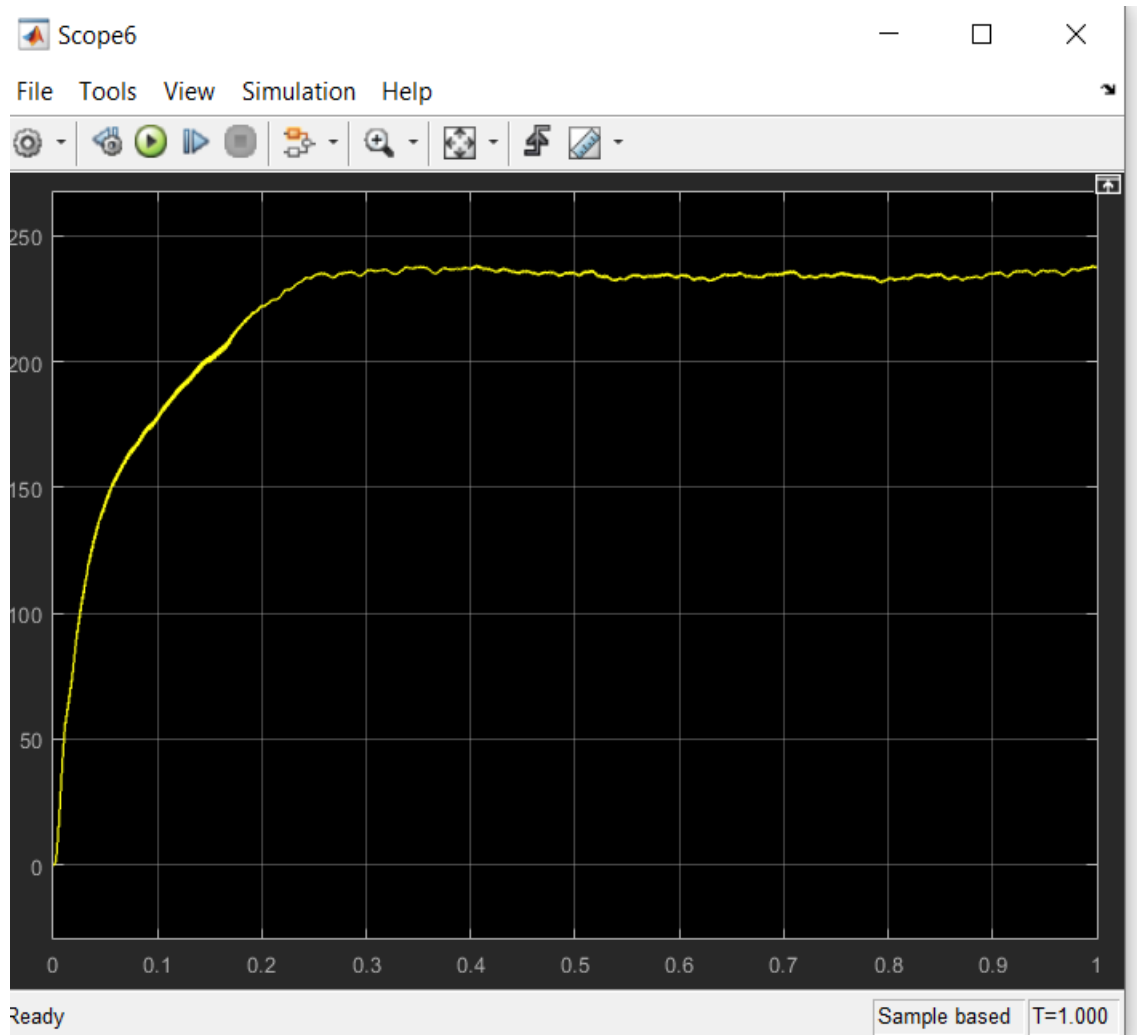
```

Hình 3.10: Mô phỏng giải thuật P&O

3.5 Kết quả mô phỏng



Hình 3.11: Năng lượng gió thu được trước khi sử dụng MPPT



Hình 3.12:Điện áp ngõ ra sau khi sử dụng MPPT

KẾT LUẬN

Sau một thời gian nghiên cứu và làm việc nghiêm túc dưới sự hướng dẫn tận tình của ThS. Ngô Quang Vĩ em đã hoàn thành quyển đồ án tốt nghiệp này và đã giải quyết được các vấn đề nêu ra trong đề tài:

- Đã tìm hiểu được các cách chuyển đổi năng lượng gió .
- Tìm hiểu được cấu tạo, nguyên lý hoạt động, đặc tính làm việc của năng lượng gió.
- Nghiên cứu thuật toán bám điểm công suất cực đại P&O.
- Tiến hành mô phỏng và đưa ra kết quả.

Tuy nhiên do thời gian có hạn cũng như trình độ của bản thân còn nhiều hạn chế, thiếu sót nên em vẫn chưa hoàn thành đề tài một cách suýt sặc.

Em rất mong muốn nhận được sự chỉ bảo, sửa chữa, đóng góp ý kiến của các thầy cô để em có thể thực hiện, hoàn thành đề tài tốt hơn và củng cố thêm kiến thức cho bản thân.

Em xin chân thành cảm ơn!

Hải Phòng, ngày.....tháng.....năm 2020

Sinh viên thực hiện

Đào Hữu Toàn

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] TS Nguyễn Dáo “ Giáo trình năng lượng tái tạo”, Đại học Tôn Đức Thắng. XB năm 2008
- [2] Đặng Đình Thống, silde: “Năng Lượng Bức Xạ Mặt Trời, Công nghệ điện và nhiệt mặt trời”, Viện VLKT – BKHN.XB năm 2006
- [3] Roberto F. Coelho, Filipe M. Concer, Denizar C. Martins, “Analytical and Experimental Analysis of DC-DC Converters in Photovoltaic Maximum Power Point Tracking Applications ”, Federal University of Santa Catarina - Brazil. XB năm 2001
- [4] Roberto F. Coelho, Walbermark M. dos Santos and Denizar C. Martins. “Influence of Power Converters on PV Maximum Power Point Tracking Efficiency”, Federal University of Santa Catarina – Electrical Engineering Department. XB năm 2005
- [5] Robert W. Erickson ,*Fundamentals of Power Electronics, second edition*. Kluwer Academic Publishers, 2001.
- [6] Colonel Wm. T. McLyman ,*Transformer and inductor design handbook, Third edition*, Marcel Decker Inc, 2004.
- [7] Nguyễn Phùng Quang, *Matlab & Simulink dành cho kỹ sư điều khiển tự động*, NXB. Khoa học và Kỹ thuật, 2008.
- [8] Akihiro Oi, “Design and simulation of photovoltaic water pumping system”, September 2005.
- [9] <http://pinmattrois.com/kien-thuc-co-ban-ve-pin-mat-troi.html>
- [10] Liyu Cao, “Design Type II Compensation In A Systematic Way”, Ametek Programmable Power.
Website: <http://vi.scribd.com/doc/215284187/Type-II-Compensator>
- [11] Masoum, Mohammad A. S. Dehbonei, Hooman, “*Design, Construction and Testing of a Voltage-based Maximum Power*

- Point Tracker (VMPPT) for Small Satellite Power Supply*
SSC99-XII-7
- [12] Enslin, J. H. R. and Snyman, D. B., “*Simplified Feed-Forward Control of the Maximum Power Point in PV Installations*” Proceedings of the IEEE International Conference on Power Electronics Motion Control, Vol.1, pp.548-553(1992).
- [13] Mayssa Farhat, Lassâad Sbita “*Advanced Fuzzy MPPT Control Algorithm for Photovoltaic Systems* ” Science Academy Transactions on Renewable Energy Systems Engineering and Technology Vol. 1, No. 1, March 2011
- [14] Mohamed Salhi, Rachid El-Bachtri “*Maximum Power Point Tracker using Fuzzy Control for Photovoltaic System*” International Journal of Research and Reviews in Electrical and Computer Engineering (IJRRECE) Vol. 1, No. 2, June 2011, ISSN: 2046-5149
- [15] R. Belaidi, M. Fathi, A. Haddouche, A. Chikouche, G. Mohand Kaci and Z. Smara, “*Study and Simulation of a Mppt controller based on Fuzzy logic controller for photovoltaic system*” IGEC-VI-2011-208
- [16] Theodoros L. Kottas, Athanassios D. Karlis, “*New Maximum Power Point Tracker for PV Arrays Using Fuzzy Controller in Close Cooperation With Fuzzy Cognitive Networks*” IEEE TRANSACTIONS ON ENERGY CONVERSION, VOL. 21, NO. 3, SEPTEMBER 2006
- [17] “*slide PV module simmulink models*”, Spring 2008.
- [18] <http://vietnamese.alibaba.com/product-gs/80w-mono-solar-panel-ks80m-36-18v-769735851.html>