

MÔ HÌNH TRẠM PHÁT ĐIỆN GIÓ ỨNG DỤNG BỘ TRUYỀN ĐỘNG THỦY LỰC

THE MODEL OF WIND POWER STATION USING HYDRAULIC TRANSMISSION

TS. Hoàng Sinh Trường
Trường Đại học Bách Khoa Hà Nội.

TÓM TẮT

Hiện nay, trên thế giới, năng lượng gió là nguồn năng lượng tái tạo rất được quan tâm khai thác. Đặc biệt là sau thảm họa sóng thần gây ô nhiễm phóng xạ hạt nhân tại Nhật Bản năm 2009. Năng lượng gió lại càng được đặc biệt quan tâm đầu tư. Nội dung của bài viết này cung cấp một ý tưởng nhằm tối ưu hóa việc chuyển đổi năng lượng gió thành năng lượng hữu ích với một hệ thống truyền động thủy lực nhỏ gọn và hiệu quả.

ABSTRACT

Today in the world, wind power is a renewable energy source, which is highly interested to exploit and develop. Especially after tsunami nuclear radioactive pollution in Japan 2009, wind power investments have increased dramatically. This abstract content provides an idea to optimize the conversion of wind energy into useful energy with a hydraulic transmission, which is a compact and efficient system.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

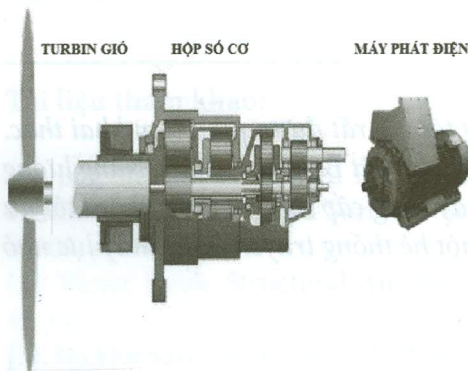
Khi khai thác năng lượng gió để chuyển đổi thành nguồn điện năng tần số ổn định, các sản phẩm thương mại trên thị trường hiện nay đều có mô hình với kết cấu lắp đặt toàn bộ phần hộp số, máy phát, thiết bị điều khiển v.v... Nằm trong bầu rotor của động cơ gió. Có nghĩa là toàn bộ khối lượng thiết bị của trạm phát điện gió đều phải lắp đặt trên độ cao của tuabin gió thường là 12m đến 45m hoặc cao hơn. Điều này, là một vấn đề khó khăn mà tất cả các hệ thống đều gặp không chỉ trong quá trình lắp đặt mà phí tổn còn liên quan đến các vấn đề bảo hành bảo trì suốt quá trình khai thác. Một chi phí hoàn toàn không hề nhỏ để có thể giảm chi phí lắp đặt cũng như thuận

tiện cho công tác bảo hành bảo trì trạm phát điện gió. Một hệ thống truyền động thủy lực thể tích được ứng dụng thay thế cho hệ truyền hộp số cơ khí truyền thống và khi đó toàn bộ hệ thống phát điện có thể được lắp đặt dưới mặt đất, hoàn toàn thuận tiện cho công tác bảo hành bảo trì, đây chính là nội dung đề cập trong bài báo này.

2. TRẠM ĐIỆN GIÓ VỚI KHỐI LƯỢNG THIẾT BỊ LẮP ĐẶT TRÊN CAO

Trạm điện gió chỉ với công suất 50-100KW với kết cấu truyền thống thì riêng hệ truyền cơ khí, turbin gió, máy phát điện, những thiết bị cần lắp đặt trên cao trong bầu turbin đã có trọng lượng

tính bằng vài tấn. Kinh nghiệm trong vận hành các trạm điện gió lớn cho thấy rằng để thay thế một hộp số cơ khí cho 1 trạm điện gió công suất 2MW có thể chi phí tốn đến 500,000 USD và một tuần thi công phải dừng khai thác. Điều này cho thấy mô hình sử dụng hệ truyền động cơ khí với việc lắp đặt thiết bị phát điện trên cao đòi hỏi chi phí lớn thế nào không chỉ khi lắp đặt mà cho cả suốt quá trình khai thác vận hành (thường tính là 20 năm và không dưới 50 lần bảo trì sửa chữa lớn).



Hình 1. Phân thiết bị nặng hàng tấn lắp trên cao của trạm điện gió.

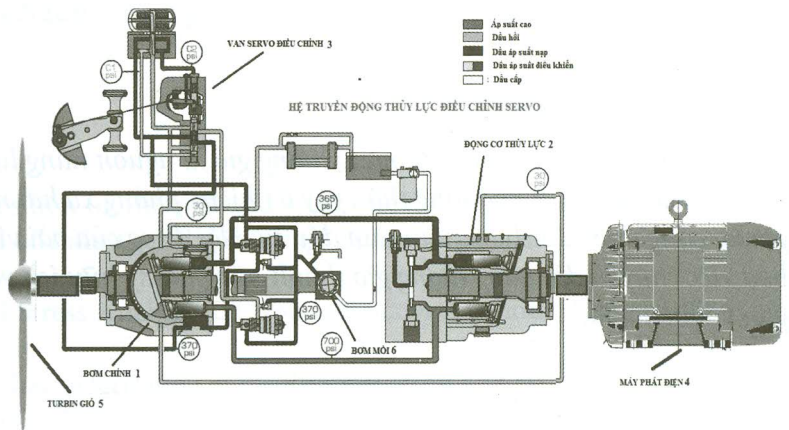
3. MÔ HÌNH TRẠM ĐIỆN GIÓ VỚI BỘ TRUYỀN ĐỘNG THỦY LỰC THỂ TÍCH ĐIỀU CHỈNH VÔ CẤP

Trong các hệ truyền năng lượng, hệ truyền động thủy lực thể tích có nhiều ưu điểm vượt trội. Đây là hệ truyền động có tỷ trọng khối lượng thiết bị trên công suất truyền rất nhỏ. Chỉ số này gấp hàng chục lần so với hệ thống cơ khí và truyền động điện.

Hệ truyền động thủy lực là bộ truyền có ưu điểm vượt trội, đó là khả năng điều chỉnh tỷ số truyền vô cấp. Điều này rất ý nghĩa khi tính năng này cho phép đơn giản hóa hệ thống điều chỉnh, một trong những vấn đề

giải quyết khó khăn nhất đối với trạm phát điện gió do đặc điểm không ổn định của nguồn năng lượng này (điều này sẽ được làm rõ ở phần sau).

Hệ truyền động thủy lực cũng là bộ truyền có độ bền và độ tin cậy cao trong vận hành sử dụng. Điều này đã được chứng minh qua thực tế, khi ngày một mở rộng phạm vi ứng dụng truyền động thủy lực trong các lĩnh vực công nghiệp, nhất là các lĩnh vực sử dụng có điều kiện khắc nghiệt như khai thác mỏ, trên tàu biển, giàn khoan dầu ngoài khơi v.v.. Điều đó cho thấy tuổi thọ thiết bị thủy lực rất cao và phù hợp cho điều kiện ngoài trời.



Hình 2. Mô hình trạm phát điện gió với bộ truyền thủy lực điều chỉnh vô cấp.

Trên hình 2 là mô hình trạm phát điện gió sử dụng bộ truyền động thủy lực. Việc truyền công suất giữa bơm thủy lực 1 nối đồng trục với turbine gió 5 đến động cơ thủy lực 2 nối đồng trục với máy phát điện 4 được thực hiện thông qua hệ truyền động thủy lực mạch kín. Với mô hình trên, hệ thống bỏ qua hộp số cơ, với kết cấu gọn nhẹ và có thể tận dụng được các lợi thế đặc biệt:

- Do có thể tách biệt giữa cụm turbine- bơm và cụm động cơ thủy lực- máy phát bằng hệ thống đường ống dẫn nên với trạm điện gió kiểu này khối lượng thiết bị cần lắp đặt trên cao theo turbine chỉ còn lại bơm thủy lực nhỏ gọn dễ lắp đặt bảo trì.

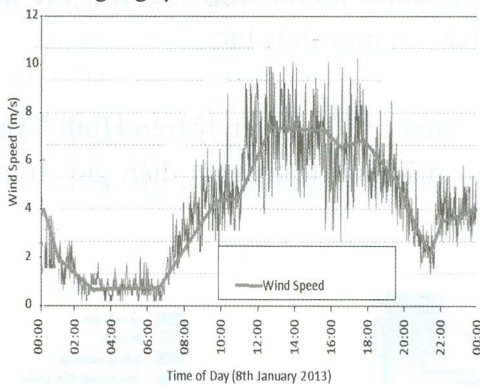
- Nhờ khả năng điều chỉnh lưu lượng bơm vô cấp bằng van điều chỉnh servo 3 cho phép hệ thống có tính vượt trội trong việc hạn chế ảnh hưởng tính không ổn định của tốc độ gió.

4. TURBIN GIÓ - BƠM THỦY LỰC ĐIỀU CHỈNH TẠO NGUỒN ÁP NĂNG LƯU TRỮ ĐƯỢC

Đối với turbin gió trục ngang, công suất trên trục khi ở chế độ ổn định được tính theo công thức:

$$P = 1/2 \cdot \rho \cdot \pi \cdot r^2 \cdot V^3 \cdot C_p \quad (1)$$

Trong đó: ρ - tỷ trọng không khí; V - Vận tốc gió; r - Bán kính cánh turbin gió; C_p - Hệ số hữu ích Betz biến đổi năng lượng gió. Giá trị hệ số C_p phụ thuộc tỷ lệ λ giữa vận tốc quay của turbin gió ω và vận tốc gió V : $\lambda = \omega \cdot r / V$ và phụ thuộc góc cánh turbin gió. Theo tính toán lý thuyết trường hợp hiệu suất cao nhất có $C_{pmax} = 0,593$. Khi tính toán xây dựng ta có thể chọn: $C_p = 0,30 - 0,35$. Với một turbin gió chọn trước ta có thể xác định công suất P có thể tạo ra của nguồn gió. Tuy nhiên, ta thấy rằng V vận tốc của gió là đại lượng biến thiên liên tục theo thời gian ví dụ vận tốc gió thay đổi trong ngày như trên hình 3.



Hình 3. Biểu đồ vận tốc gió trong ngày.

Chính vì vậy để tận dụng tối đa nguồn năng lượng không ổn định này là nhiệm vụ rất khó khăn trong khai thác năng lượng gió, tuy nhiên vấn đề có thể được giải quyết thuận tiện hơn khi sử dụng bộ truyền thủy lực điều chỉnh vô cấp như cho trên Hình 5.

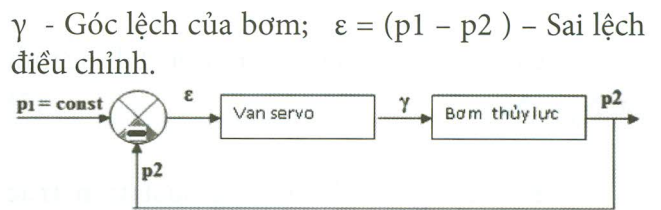
Khi turbin nối đồng trục với bơm thủy lực, toàn bộ công suất của turbin được biến đổi thành năng lượng thủy lực theo công thức:

$$N_T = 10^{-3} p \cdot n \cdot q / 612 \quad (2)$$

Trong đó: N_T công suất trên trục turbin gió (KW) ; p - Áp suất thủy lực do bơm tạo ra (bar);

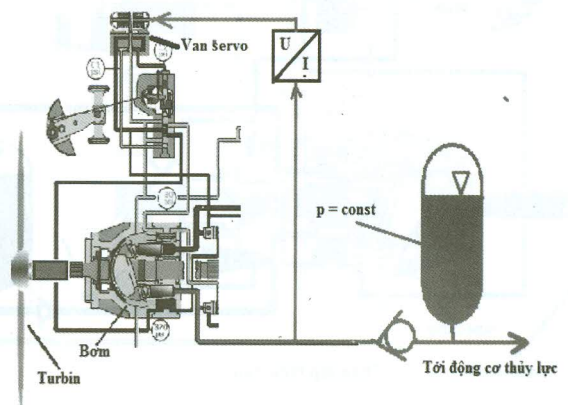
n - vận tốc quay của turbin và trục bơm (v/p); q - Lưu lượng riêng của bơm thủy lực (cm^3/v).

Xem xét (2) ta nhận thấy n biến thiên theo vận tốc gió V , cánh turbin và tải do bơm thủy lực tạo ra; p là đại lượng phụ thuộc theo tải; q - đại lượng có thể điều chỉnh bằng van servo 3 (xem Hình 5). Biểu đồ tốc độ gió trên Hình 6 cho thấy công suất gió N_T luôn biến thiên theo vận tốc gió, tuy nhiên, nếu chọn tốc độ n phù hợp và chọn quy luật điều chỉnh q đáp ứng điều kiện, ta vẫn có thể có $p = const$ ở cửa ra của bơm. Nghĩa là với bộ điều chỉnh phù hợp, cụm turbin- bơm có thể tạo nguồn áp năng có áp suất ổn định. Điều này cực kỳ ý nghĩa vì nó cho phép tích trữ nguồn năng lượng này không phụ thuộc vào tốc độ gió. Điều này có thể hiện thực bằng sơ đồ điều chỉnh sau:



Hình 4. Sơ đồ hệ thống tự động ổn định áp suất nguồn bơm thủy lực $p = const$.

Với nguyên lý điều chỉnh tự động trên Hình 4 ta có hệ thống như trên Hình 5 để tạo nguồn áp năng với $p = const$. Điều này cho phép hệ thống có thể tích trữ năng lượng có áp suất ổn định vào một bình ắc quy thủy lực dạng khí trơ, dạng piston hay dạng tải trọng với dung tích tùy chọn.



Hình 5. Turbin gió- bơm thủy lực tạo nguồn áp năng ổn định lưu trữ được.