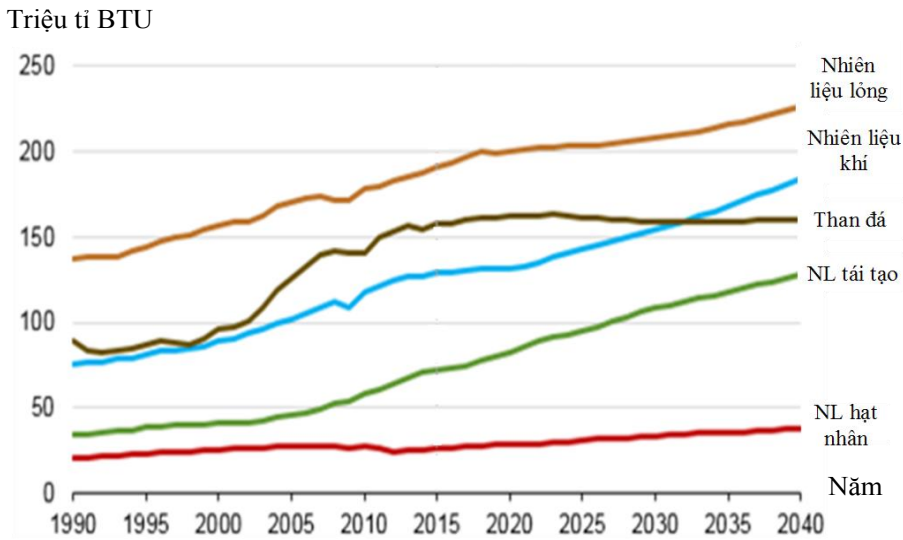
CHƯƠNG 1 TỔNG QUAN VỀ PHƯƠNG PHÁP THU NĂNG LƯỢNG SÓNG BIỂN BẰNG HỆ HẤP THU TUYẾN TÍNH

1.1 Thực trạng nguồn năng lượng trên thế giới

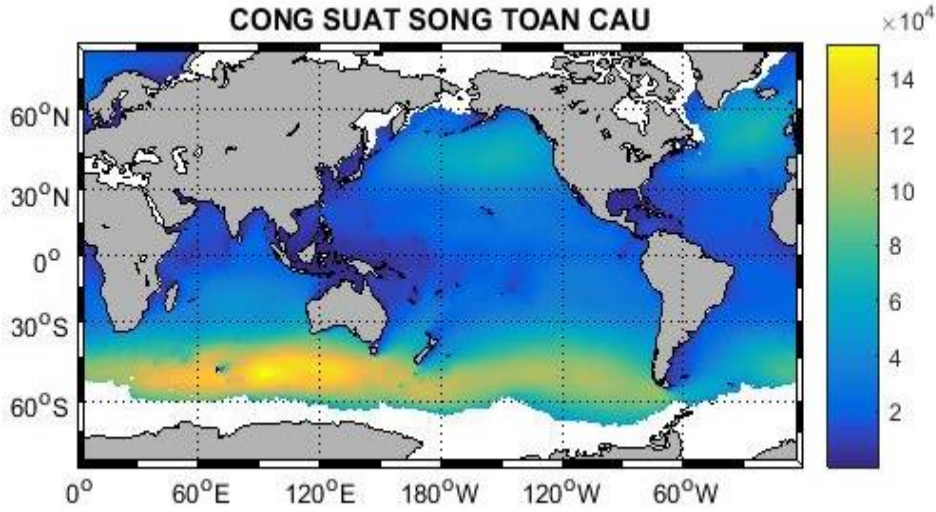


Hình 1.1 *Biểu đồ các nguồn năng lượng trên thế giới đến năm 2040*

Hiện nay, an ninh năng lượng trên thế giới và khu vực đang bị đe dọa bởi nguồn tài nguyên thì có hạn mà việc khai thác thì không ngừng tăng. Từ biểu đồ hình 1.1 ta thấy năng lượng từ nhiên liệu hóa thạch là năng lượng được tiêu thụ nhiều nhất, tuy nhiên nguồn năng lượng này đang ngày càng cạn kiệt và không thể tái tạo được, hơn nữa việc sử dụng nguồn năng lượng này sẽ phát thải khí CO_2 rất nhiều gây ô nhiễm môi trường vì vậy việc tìm các nguồn năng lượng khác có thể tái tạo được và không gây ô nhiễm môi trường để thay thế nhiên liệu hóa thạch là vấn đề hết sức cần thiết. Một trong những nguồn năng lượng dồi dào nhất trên hành tinh, đó là năng lượng sóng biển.

1.2 Biểu đồ phân bố năng lượng sóng biển trên thế giới và Việt Nam

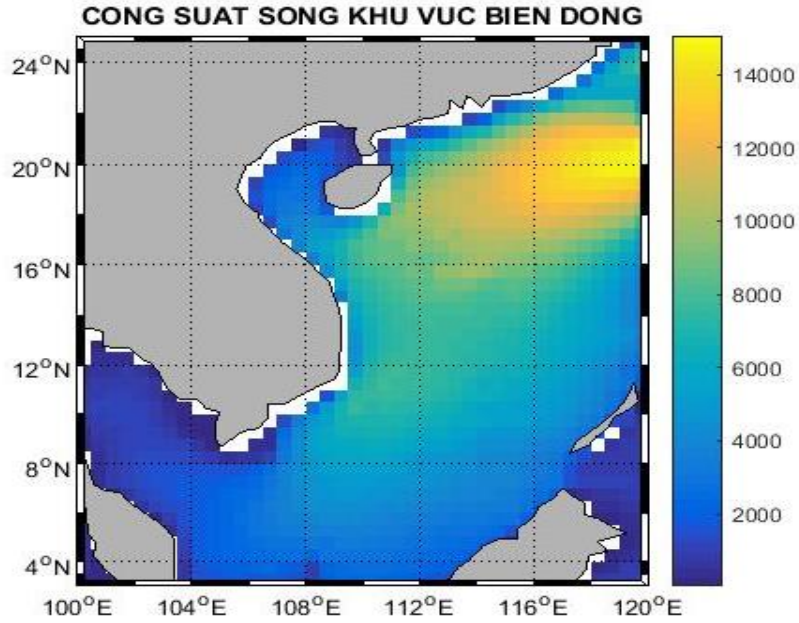
1.2.1 Biểu đồ phân bố năng lượng sóng biển trên thế giới



Hình 1.2 *Phân bố nlsb trên toàn thế giới (kW/m).*

Từ hình 1.2 ta thấy năng lượng sóng toàn cầu chủ yếu tập trung ở nam bán cầu, khu vực phía nam Ấn Độ Dương và Đại Tây Dương là khu vực có năng lượng sóng trung bình năm lớn nhất thế giới ($10x10^4$ đến $14x10^4$ kW/m), khu vực bắc Thái Bình Dương và bắc Đại Tây Dương cũng có năng lượng sóng trung bình năm khá lớn ($8x10^4$ đến $10x10^4$ kW/m), Khu vực biển Đông là vùng biển kín nên năng lượng sóng khu vực này khá nhỏ ($2x10^4$ đến $4x10^4$ kW/m).

1.2.2 Biểu đồ phân bố năng lượng sóng biển ở Việt Nam



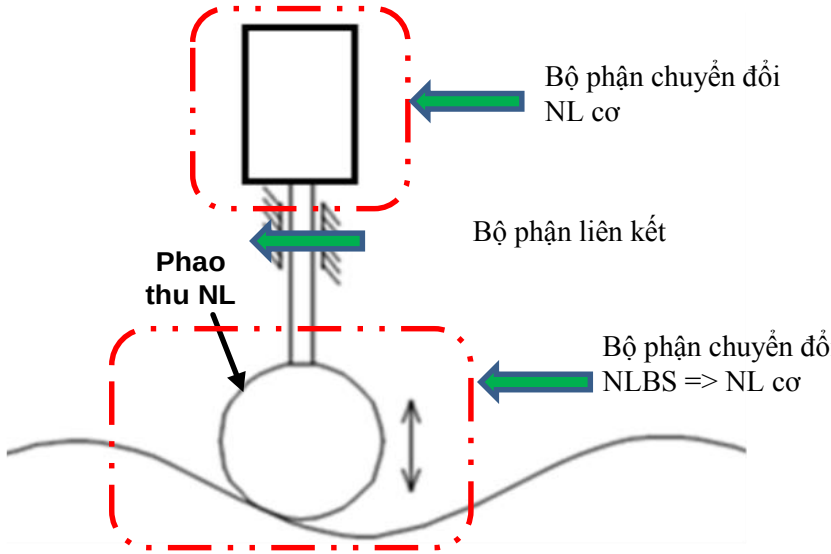
Hình 1. 3 *Công suất sóng trung bình năm 2018 ở biển Đông (W/m)*

Năng lượng sóng nước ta chủ yếu tập trung ở các vùng biển thuộc Trung Bộ và Nam Trung Bộ.

1.3 Các phương pháp khai thác năng lượng sóng biển trên thế giới

1.3.1 Phương pháp sử dụng hệ tuyến tính

Hệ tuyến tính là một cơ hệ gồm phao và các phần tử trong cơ hệ đều chuyển động tính tiến. Hệ tuyến tính được minh họa như hình sau:



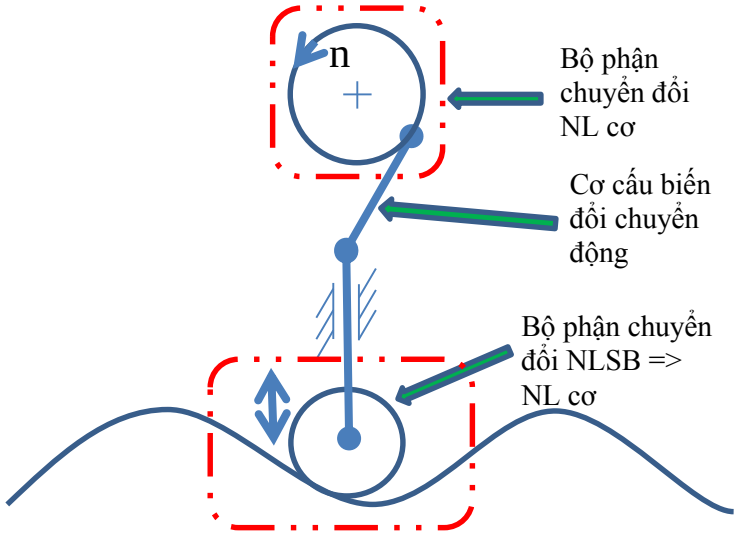
Hệ tuyến tính gồm 3 bộ phận chính:

- Bộ phận thu NLSB sang NL cơ (cụm phao)
- Bộ phận liên kết.
- Bộ phận chuyển đổi NL cơ

Hiện nay phương pháp sử dụng hệ tuyến tính ứng dụng trong thực tiễn rất hạn chế.

1.3.2 Phương pháp sử dụng hệ không tuyến tính

Hệ không tuyến tính là một cơ hệ gồm nhiều phần tử, trong đó phần tử chuyển đổi năng lượng có chuyển động quay. Hệ không tuyến tính được minh họa như hình sau:



Hình 1.5 Hệ không tuyến tính

Hệ không tuyến tính gồm 3 bộ phận chính:

- Bộ phận thu NLSB sang NL cơ (cụm phao)
- Bộ phận biến đổi chuyển động.
- Bộ phận chuyển đổi NL cơ.

1.3.3 So sánh hệ thu NLSB dùng hệ tuyến tính và không tuyến tính

Bảng 1.1 Bảng so sánh hệ không tuyến tính và hệ tuyến tính

Hệ không tuyến tính	**Hệ tuyến tính**
Làm việc thích hợp với năng lượng sóng lớn	Làm việc thích hợp với năng lượng sóng nhỏ
Mất mát hiệu suất ở cơ cấu biến đổi chuyển động	Không mất mát hiệu suất do không có cơ cấu biến đổi chuyển động

Cấu tạo hệ thống phức tạp	Cấu tạo hệ thống đơn giản
Thích hợp triển khai vùng sóng biển xa bờ (NLSB lớn)	Thích hợp triển khai vùng sóng biển gần bờ (NLSB nhỏ)
Hệ thống chiếm nhiều không gian để bố trí.	Hệ thống chiếm ít không gian để bố trí.
Bảo trì bảo dưỡng khó khăn	Dễ dàng bảo trì, bảo dưỡng
Kinh phí đầu tư cao	Kinh phí đầu tư ít

Qua nghiên cứu NLSB ở Việt Nam ta thấy NLSB Việt Nam nhỏ nên phù hợp với việc dùng hệ hấp thu tuyến tính để khai thác NLSB Việt Nam.

1.3.4 Các nghiên cứu ngoài nước về hệ thống thu NLSB tuyến tính.

1.3.4.1 Vật liệu làm phao

Vì phải hoạt động trong môi trường khác nghiệt, đối với vật liệu chế tạo phao thu NLSB phải đảm bảo các điều kiện sau:

- Cơ tính tốt
- Không bị ăn mòn trong môi trường nước biển
- Chịu được ánh nắng mặt trời trực tiếp (tia UV)
- Tuổi thọ cao

1.3.4.2 Đặt trưng hình học của phao.

Có nhiều nghiên cứu về đặt trưng hình học của phao. Các nghiên cứu tập trung chủ yếu ảnh hưởng của hình dạng, kích thướt phao đến khả năng thu NL. Qua những nghiên cứu trên, tác giả nhận thấy đối với hệ thu năng lượng tuyến tính thì việc dùng phao cầu là phù hợp nhất để chuyển đổi từ NLSB sang NL cơ.

Các nghiên cứu để tối đa khả năng thu NL của phao ứng với các điều kiện biên cụ thể (độ chìm phao, độ nhảy phao, sự cộng hưởng của phao, giải pháp công nghệ thay đổi đặc trưng hình học của phao,…) còn rất hạn chế.

1.3.5 Tình hình nghiên cứu ở Việt Nam về khai thác NLSB

Hiện nay Việt Nam đã có nhiều nhà đầu tư xây dựng nhiều công trình năng lượng sạch như năng lượng gió, năng lượng mặt trời, Các nghiên cứu năng lượng biển, đặc biệt là NLSB Việt Nam mới ở giai đoạn sơ khai, chúng ta chỉ có các nghiên cứu sơ bộ và đã có được một vài tài liệu về năng lượng biển. Tuy nhiên vẫn chưa có những ứng dụng cụ thể phát điện trên biển. Các nghiên cứu mới chỉ được thực hiện thông qua đề tài nghiên cứu khoa học.

1.3.6 Những nội dung mới cần nghiên cứu giải quyết.

a) Tính mới về thực tiễn

Qua phân tích các công trình nghiên cứu trong và ngoài nước về các thiết bị khai thác NLSB, tác giả nhận thấy những vấn đề chưa được giải quyết mang ý nghĩa về khoa học cũng như thực tiễn như sau:

- Hiện nay chưa có một công trình nào nghiên cứu sâu về đặc trưng sóng biển gần bờ của Việt Nam.

- Hiện tại chưa có một công trình nghiên cứu về việc dùng hệ tuyến tính thu NLSB với công suất nhỏ, lắp ráp gần bờ, phù hợp với điều kiện sóng biển Việt Nam.

- Chưa có công trình nào nghiên cứu NLSB trong phòng thí nghiệm tương thích với đặc trưng sóng thực tế.

- Chưa có công trình nghiên cứu đánh giá hiệu suất thu hồi năng lượng từ sóng biển Việt Nam để từ đó làm cơ sở cho các nhà đầu tư trong và ngoài nước.

- Hầu như chưa có công trình nào nghiên cứu ảnh hưởng của thủy triều đến hoạt động của hệ thu NLSB bằng nguyên lý tuyến tính

b) Về mặt ý nghĩa khoa học

- Chưa có một công trình nào thiết lập mô hình toán của hệ tuyến tính (mô hình động lực học) để tiến hành mô phỏng cũng như thực nghiệm để nâng cao hiệu suất thu hồi năng lượng.

- Chưa có một giải pháp công nghệ để đáp ứng với lý thuyết mô phỏng đã nghiên cứu.

c) Tính cấp thiết của đề tài

Trong bối cảnh chung trên thế giới đang đối mặt với sự cạn kiệt các nguồn năng lượng hóa thạch như dầu mỏ, khí đốt, than đá,… và vấn đề ô nhiễm môi trường đang đến mức báo động. Việc nghiên cứu các nguồn năng lượng tái tạo nói chung và nghiên cứu khai thác NLSB nói riêng là thực sự cần thiết để đáp ứng được mục tiêu chiến lược phát triển kinh tế nước ta. Đặc biệt, xây dựng hệ thu NL công suất nhỏ, hoạt động độc lập và gần bờ phù hợp với điều kiện sóng biển, điều kiện kinh tế và xã hội Việt Nam.

1.4 Xác định nhiệm vụ nghiên cứu

1.4.1 Mục tiêu của đề tài nghiên cứu

a. Mục tiêu tổng quát: Nghiên cứu giải pháp cung cấp năng lượng cho thiết bị và phương tiện đánh bắt hải sản gần bờ bằng hệ thống hấp thu NLSB tuyến tính.

b. Mục tiêu cụ thể: Nghiên cứu tiềm năng khai thác NLSB ở Việt Nam và giải pháp nâng cao hiệu suất khai thác NLSB bằng hệ hấp thu tuyến tính.

1.4.2 Đối tượng và phạm vi nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu là hệ thống khai thác NLSB trong điều kiện sóng biển Việt Nam được thực hiện thông qua kênh tạo sóng trong phòng thí nghiệm, phù hợp với sóng thực tế.

1.4.3 Phương pháp và nội dung nghiên cứu

- Nghiên cứu cơ sở lý thuyết về NLSB, lý thuyết về chuyển đổi NLSB sang năng lượng cơ.

- Từ cơ sở lý thuyết, tiến hành thiết kế mô hình thí nghiệm,

- Làm thực nghiệm để đánh giá hiệu quả.

- Xác lập mô hình toán để tìm thông số hệ phao thích hợp và kiểm chứng bằng thực nghiệm.

- Từ mô hình toán, xây dựng các ràng buộc phù hợp để nâng cao hiệu suất khai thác NLSB

1.4.4 Ý nghĩa khoa học và thực tiễn của luận án

a. Ý nghĩa khoa học

Luận án đã khái quát đặc điểm của NLSB Việt Nam, xây dựng mô hình tạo NLSB và mô hình hấp thu NLSB phù hợp với đặc điểm của NLSB Việt Nam, đề ra giải pháp nâng cao hiệu suất khai thác, từ đó làm cơ sở cho các nghiên cứu, ứng dụng và phát triển các vấn đề khoa học về tính toán mô phỏng, thiết kế, chế tạo các thiết bị khai thác NLSB cho các nghiên cứu tiếp theo. Cụ thể như sau:

- Đã mô phỏng các quá trình tạo sóng, các thông số sóng như chiều cao, bước sóng có thể thay đổi tự động trong quá trình thí nghiệm để phù hợp với sóng thực tế.

- Đã tiến hành mô phỏng và thực nghiệm để đánh giá hiệu suất thu hồi

- Đã tiến hành mô phỏng để xác định vị trí lắp đặt phao trong bể tạo sóng để đạt hiệu quả thu năng lượng cao nhất.

- Đã thiết lập mô hình toán (mô hình động lực học) để tiến hành mô phỏng cũng như thực nghiệm để nâng cao hiệu suất thu hồi năng lượng.

- Đã đề xuất giải pháp công nghệ để thực hiện lý thuyết đã nghiên cứu.

b. Ý nghĩa thực tiễn

Cung cấp cơ sở khoa học cho nghiên cứu lựa chọn thiết bị chuyển đổi NLSB phù hợp với đặc điểm sóng tại Việt Nam từ đó xây dựng mô hình vật lý phát và thu NLSB trong PTN làm cơ sở cho việc xây dựng trạm thu NLSB công suất nhỏ, lắp ráp gần bờ phục vụ các phương tiện trên biển.

CHƯƠNG 2 CƠ SỞ LÝ THUYẾT VÀ MÔ PHỎNG HIỆU SUẤT THU HỒI CỦA HỆ TUYẾN TÍNH

2.1 Cơ sở lý thuyết về NLSB

Sóng nước là sự dao động mực nước tuần hoàn giữa vị trí mực nước cao nhất (đỉnh sóng) và mực nước thấp nhất (đáy sóng) qua vị trí mực nước trung bình trong khoảng thời gian nhất định (1/2 chu kỳ).

2.1.1 Phương trình mô tả mặt nước tự do đối với sóng đơn hình Sine

Phương trình mô tả dạng của mặt nước tự do khi có sóng là một hàm của thời gian t và khoảng cách x có dạng:

$$\eta = \mathrm{A}\cos\left(\frac{2\pi x}{\lambda} - \frac{2\pi}{T}\right) = \frac{H}{2}\cos\left(\frac{2\pi x}{\lambda} - \frac{2\pi t}{T}\right) = \frac{H}{2}\cos(kx - \omega t)$$

2.1.2 Năng lượng sóng

Tổng năng lượng sóng bao gồm động năng và thế năng:

- Động năng được gây ra bởi tốc độ quỹ đạo của hạt nước trong chuyển động sóng.

- Thế năng thể hiện ở độ cao của phần nước phía trên bụng sóng

2.1.3 Thông lượng năng lượng sóng

Thông lượng năng lượng sóng là năng lượng sóng truyền theo hướng truyền sóng, qua một mặt phẳng vuông góc với hướng truyền sóng tính từ mặt biển đến đáy biển.

2.1.4 Công suất sóng:

Theo tài liệu công suất sóng trên một đơn vị chiều dài sóng $\mathrm{P_{wavefront}}$ (w/m) được xác định bằng công thức:

$$P_{wavefront} = \frac{\rho g^2}{16\pi} T H^2$$

Theo tài liệu công suất sóng trên một đơn vị diện tích mặt nước $\mathrm{P_{density}}$ ($\mathrm{w/m^2}$) được xác định bằng công thức:

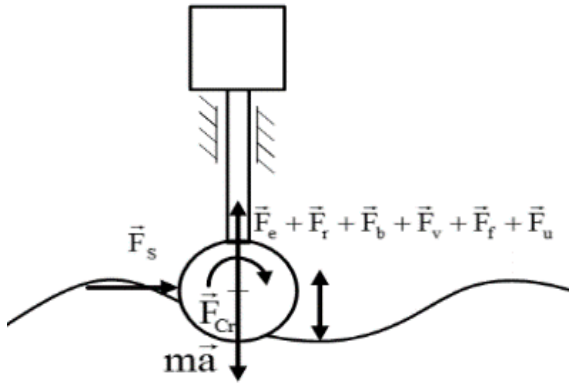
$$P_{density} = \frac{\rho g A^2}{2T}$$

2.2 Cơ sở của phương pháp chuyển đổi năng lượng sóng sang năng lượng cơ

Theo tài liệu cho thấy vùng gần mặt sóng là vùng tập trung nhiều năng lượng nhất nên việc nghiên cứu phát triển các cơ cấu để chuyển đổi NLSB thành năng lượng cơ trên bề mặt sóng là hiệu quả nhất. Vì vậy việc chuyển đổi NLSB thành năng lượng cơ được thực hiện chủ yếu qua các phao thu năng lượng.

2.2.1 Xây dựng mô hình động lực học của hệ phao đang được nghiên cứu

Xét một phao cầu dao động trên mặt nước trong vùng lan truyền sóng hình Sine như hình sau:



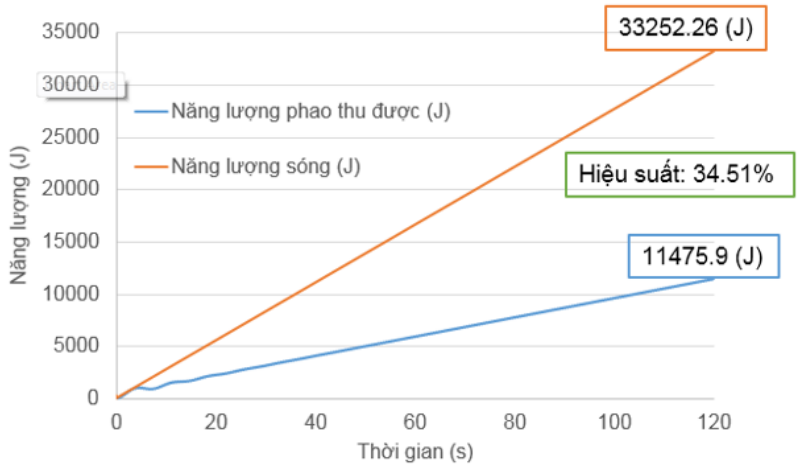
Hình 2.3 Sơ đồ phân tích lực của phao cầu

Theo định luật II Newton, phương trình cân bằng lực của hệ phao theo phương thẳng đứng có dạng:

$$m_m \ddot{z} = \overrightarrow{F_e} + \overrightarrow{F_r} + \overrightarrow{F_b} + \overrightarrow{F_v} + \overrightarrow{F_f} + \overrightarrow{F_u}$$

2.2.2 Mô phỏng sơ bộ hoạt động của hệ phao thu năng lượng

Mô phỏng chọn thông số sóng biển đầu vào là tháng có năng lượng sóng biển thấp nhất cụ thể là tháng 5. Tác giả mô phỏng được NL phao thu được như hình sau:



Hình 2.4 Mô phỏng sơ bộ năng lượng cơ phao thu được ứng với thông số sóng tháng 5

Nhận xét:

Kết quả mô phỏng sơ bộ cho thấy hiệu suất thu hồi NL sóng từ phao khá lớn (đạt 34.51%), điều này cho thấy NLSB ở Việt Nam có tiềm năng khai thác rất lớn. Việc nghiên cứu khai thác NLSB ở khu vực có NLSB nhỏ như ở Việt Nam bằng hệ hấp thu tuyến tính rất khả thi.

CHƯƠNG 3 NGHIÊN CỨU XÂY DỰNG HỆ THỐNG THU NĂNG LƯỢNG SÓNG BIỂN THEO NGUYÊN LÝ HỆ HẤP THU TUYẾN TÍNH PHỤC VỤ THÍ NGHIỆM

3.1 Giới thiệu

Trong luận văn này, mục đích là đánh giá hiệu suất thu hồi từ năng lượng sóng biển được tiến hành trong phòng thí nghiệm, nên không đặt nặng vấn đề công suất điện năng thu được mà chỉ cần thu được điện năng để đủ đánh giá, tuy nhiên sóng tạo ra trong phòng thí nghiệm phải phù hợp với sóng thực tế trên biển. Để tiến hành chế tạo hệ phao và hệ cơ tuyến tính, ta nghiên cứu một số vấn đề kỹ thuật liên quan đến hai hệ này.

3.2 Nghiên cứu xây dựng hệ thống thí nghiệm

Thông số kỹ thuật của bộ chuyển đổi năng lượng sóng sang năng lượng cơ được xác định như sau:

a) Điều kiện đầu vào:

Đặc trưng sóng của phòng thí nghiệm (biên độ, bước, tần số) phù hợp với sóng thực tế

b) Những thông số cần tính toán khi chế tạo hệ thu NL tuyến tính:

Thông số của phao (Đường kính, trọng lượng, độ bền, .v.v...)

- Ở đây, đường kính và trọng lượng của phao cũng như trọng lượng của bộ phận chuyển đổi NL cơ là những thông số quan trọng liên quan đến lực đẩy Archimedes và vị trí của phao so với mặt sóng.

- Kiểm tra lực đẩy Archimedes để phao không bị chìm.

3.2.1 Nghiên cứu xây dựng kênh tạo sóng có khả năng tạo ra sóng có thông số đồng dạng với thông số sóng thực tế.

Mục tiêu của việc xây dựng mô hình tạo sóng là thiết lập được bộ số liệu sóng trong phòng thí nghiệm đồng dạng với số liệu sóng ngoài môi trường thực tế, để làm cơ sở cho việc bước đầu xây dựng hệ thống khai thác điện từ NLSB và đánh giá một cách tin cậy hiệu quả của hệ thống trong phòng thí nghiệm trước khi xây

dựng ngoài môi trường biển thực tế. Vì vậy ta cần tìm hiểu về lý thuyết đồng dạng trước khi xây dựng bộ số liệu sóng trong phòng thí nghiệm sao cho tương thích với sóng biển thực tế ở Việt Nam

3.2.1.1 Cơ sở lý thuyết đồng dạng

Có hai tiêu chuẩn phổ biến trong nghiên cứu mô hình thủy lực là tiêu chuẩn Reynolds và tiêu chuẩn Froude.

Khi dòng chảy bị ảnh hưởng của lực ma sát (độ nhớt) là chính yếu như dòng chảy trong ống, lực cản trên các vật thể chuyển động với vận tốc thấp thì tiêu chuẩn Reynolds được sử dụng.

$$Re_m = Re_p$$

Khi dòng chảy bị ảnh hưởng của trọng lực là chủ yếu như dòng chảy trong sông, sóng nước, máy thủy lực .. thì tiêu chuẩn Froude được sử dụng.

$$Fr_m = Fr_p$$

3.2.1.2 Các tỷ lệ trong tiêu chuẩn froude:

a. Các tỷ lệ cho mô hình chính thái (undistorted model)

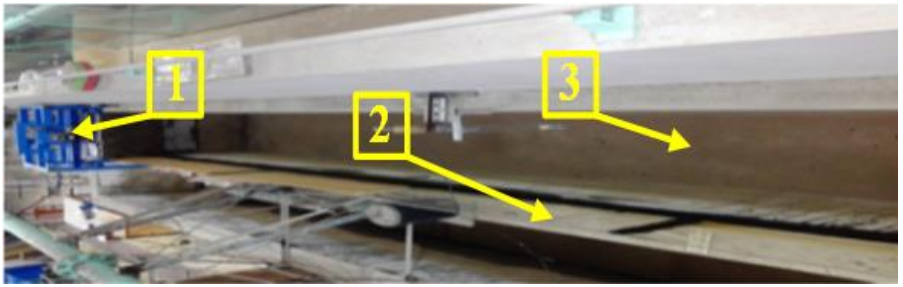
Khi tỷ lệ hình học trong mô hình bằng nhau cho tất cả các phương thì mô hình được gọi là mô hình chính thái.

b. Các tỷ lệ cho mô hình không chính thái (distorted model)

Trong thí nghiệm mô hình, nhiều lúc nếu lấy tỷ lệ theo phương ngang và phương đứng giống nhau sẽ đưa đến chiều sâu của quá nhỏ, dẫn đến ảnh hưởng của ma sát rất lớn và đồng thời rất khó xây dựng theo đúng tỷ lệ của mô hình (ví dụ độ nhám) cũng như rất khó để đo các thông số trong thí nghiệm. Do đó phải xác định tỷ lệ theo phương đứng và phương ngang khác nhau, và trong trường hợp này được gọi là mô hình không chính thái.

3.3 Xây dựng hệ thống kênh tạo sóng

a. Kênh tạo sóng

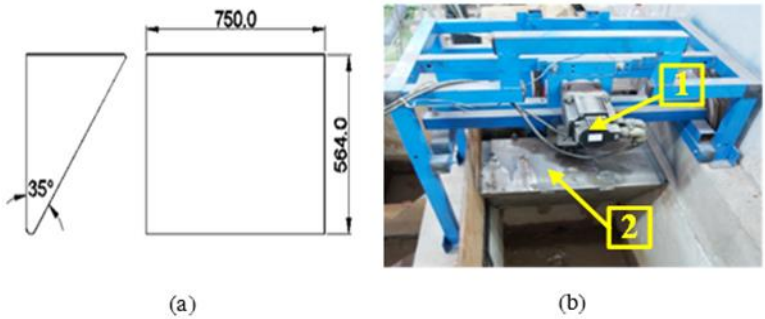


Hình 3.1 Kênh sóng đã được xây dựng trong phòng thí nghiệm, (1) Máy tạo sóng, (2) Thành mica, (3) Kênh nước

Kênh tạo sóng được xây dựng bằng bê tông có chiều rộng 0.75 mét, chiều cao 1.3 mét và chiều dài là 11 mét. Mực nước trong kênh được duy trì ổn định 0.9 mét. Một bên thành kênh được làm từ mica trong suốt được chống đỡ bằng các khung sắt để quan sát biên dạng sóng.

b. Cơ cấu tạo sóng

Sóng được tạo ra bằng cách sử dụng một hình nêm chuyển động tịnh tiến theo phương thẳng đứng, góc của hình nêm là 35^0



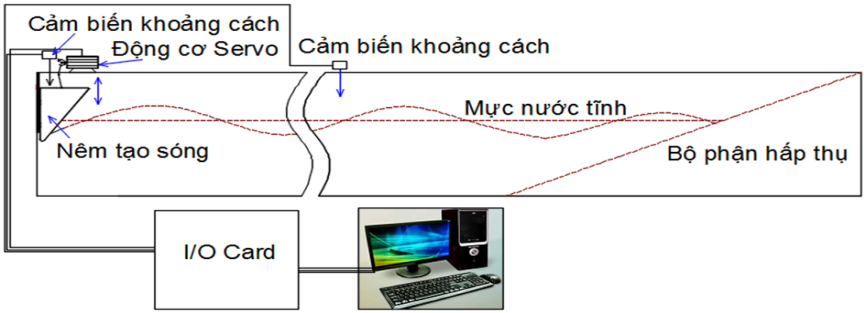
Hình 3.4 Hình nêm tạo sóng

c. Bộ phận triệt tiêu NL sóng (bộ phận hấp thu)

Bộ phận hấp thụ rất quan trọng trong kênh tạo sóng để hấp thu năng lượng sóng tới nhằm giảm tối đa sóng phản xạ

d. Hệ thống điều khiển và đo thông số sóng

Hệ thống điều khiển và đo thông số sóng hoạt động theo sơ đồ sau:



Hình 3.5 Sơ đồ hệ thống điều khiển và đo thông số sóng

e. Xây dựng bộ số liệu thông số sóng đồng dạng

Từ kênh tạo sóng có khả năng điều khiển được thông số đã được chế tạo, tác giả tiến hành tính toán để xây dựng bộ thông số sóng đồng dạng với thông số sóng biển thực.

Tháng	Chu kỳ sóng thực (s)	Chu kỳ sóng đồng dạng (s)	Chu kỳ sóng tạo được trong kênh (s)	Sai số chu kỳ (%)	Chiều cao sóng thực (m)	Chiều cao sóng đồng dạng (m)	Chiều cao sóng tạo được trong kênh (m)	Sai số chiều cao (%)
1	3,520	1,113	1,153	3,614	1,170	0,117	0,116	0,668
2	2,960	0,936	1,016	8,586	1,230	0,123	0,125	1,922
3	3,720	1,176	1,176	0,031	1,020	0,102	0,102	0,368
4	4,050	1,281	1,393	8,782	0,840	0,084	0,081	3,301
5	**3,420**	**1,081**	**1,113**	**2,920**	**0,460**	**0,046**	**0,048**	**4,385**
6	**3,280**	**1,037**	**1,019**	**1,762**	**0,750**	**0,075**	**0,074**	**1,038**
7	2,820	0,892	0,937	5,078	1,060	0,106	0,106	0,315
8	3,820	1,208	1,254	3,796	1,000	0,100	0,099	0,868
9	4,200	1,328	1,399	5,315	0,620	0,062	0,066	5,670
10	4,100	1,297	1,308	0,896	0,860	0,086	0,090	4,265
11	3,120	0,987	0,939	4,812	1,020	0,102	0,100	2,002

12	**4,170**	**1,319**	**1,233**	**6,531**	**1,160**	**0,116**	**0,116**	**0,334**
TB	3,598	1,138	1,178	3,481	0,933	0,093	0,093	0,229

Kênh tạo sóng có thể tạo được các con sóng có thông số khác nhau dựa vào khả năng có thể thay đổi được biên độ và tần số dao động của nêm tạo sóng thông qua việc thay đổi độ lệch tâm e và số vòng quay động cơ servo của cơ cấu tạo sóng, nên đã tạo được các sóng đồng dạng với sóng ngoài điều kiện thực tế với sai số nhỏ hơn 10% như bảng 3.1. Sai số này có thể chấp nhận được trong các mô hình thí nghiệm thủy lực.

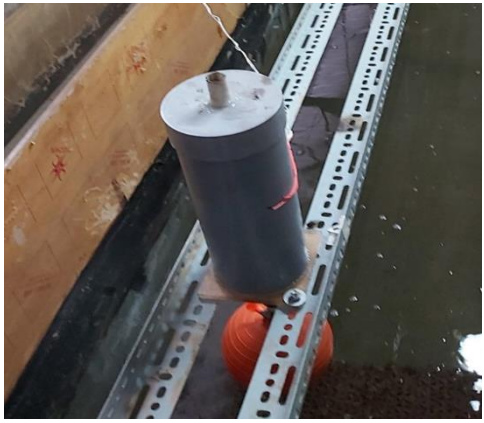
3.4 Chế tạo hệ thu năng lượng tuyến tính phục vụ thí nghiệm

3.4.1 Chế tạo phao cầu.

Do điều kiện chế tạo phao khó khăn, tác giả đã liên hệ với các công ty, cơ sở sản xuất để cung cấp phao cầu. Với phao 120 mm, không thỏa mãn điều kiện Archimedes, phao bị chìm. Phao đường kính 200 mm bằng nhựa khá thích hợp, tác giả dùng loại phao này để nghiên cứu.

3.4.2 Xây dựng bộ phận chuyển đổi NL cơ sang NL điện

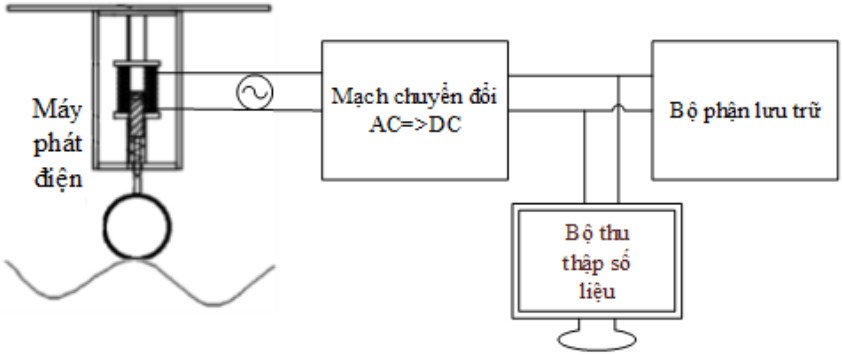
Trong luận án để thuận tiện việc đánh giá hiệu suất thu hồi NLSB sang NL có ít (cụ thể là NL điện) tác giả dùng máy phát điện tuyến tính là công cụ để chuyển đổi NL cơ thu được từ hệ phao sang NL điện.



Hình 3.9 Máy phát điện tuyến tính sau khi chế tạo

3.4.3 Thiết kế, chế tạo hệ thống thu năng lượng điện

Để nạp điện vào bộ lưu trữ, tác giả đã thiết kế và chế tạo hệ thống thu NL như sau:



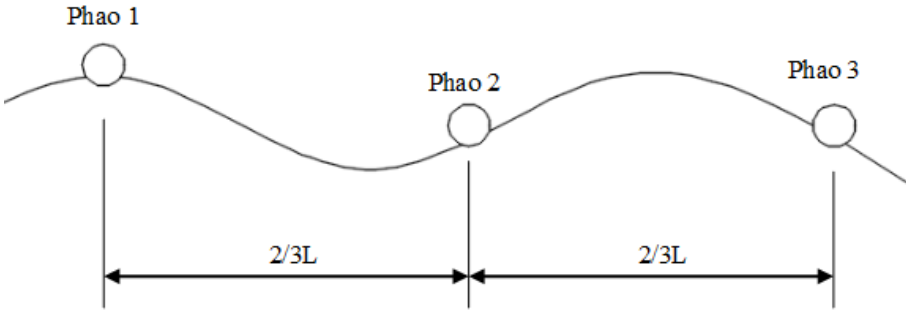
Hình 3.10 Hệ thống thu NLSB

CHƯƠNG 4 NGHIÊN CỨU MÔ PHỎNG VÀ THỰC NGHIỆM, ĐÁNH GIÁ HIỆU SUẤT THU NĂNG LƯỢNG QUY MÔ PHÒNG THÍ NGHIỆM

4.1 Thực nghiệm thu NLSB của hệ thống thu tuyến tính

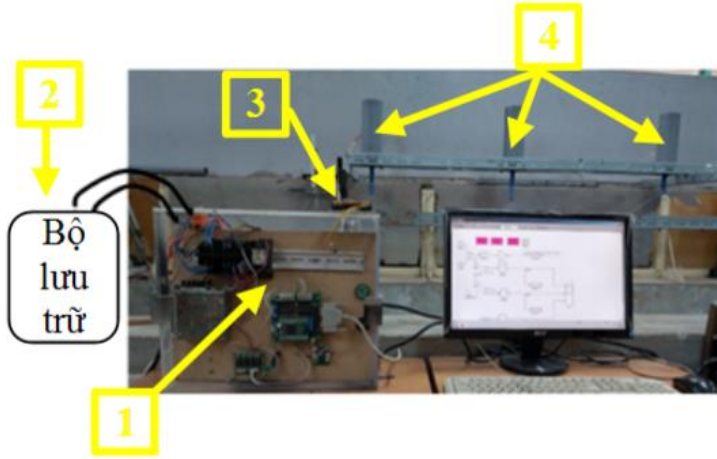
a. Bố trí phao để thu năng lượng

Trong nghiên cứu này, phao được bố trí theo sơ đồ sau để đảm bảo năng lượng thu được lớn và ổn định:



Hình 4.1 Sơ đồ bố trí phao theo con sóng

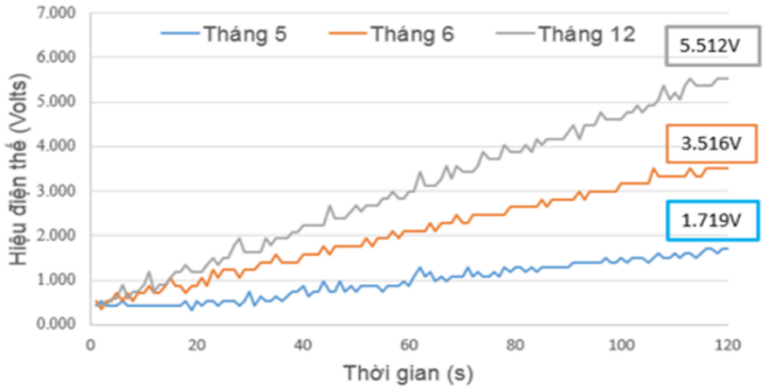
Sơ đồ thí nghiệm được bố trí như hình sau:



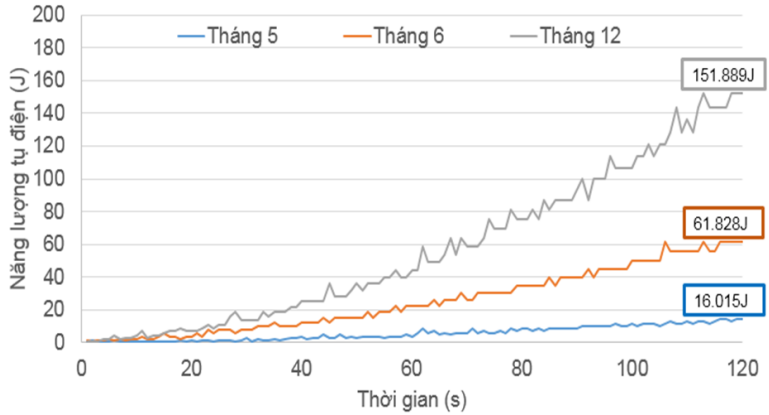
Hình 4.3 Sơ đồ hệ thống thí nghiệm

(1) I/O Card, (2) Bộ lưu trữ, (3) Mạch chuyển đổi AC, (4) máy phát tuyến tính

Mỗi trường hợp thí nghiệm được thực hiện 3 lần, mỗi lần số liệu được ghi nhận trong thời gian 2 phút, với thời gian lấy mẫu là 1(s). Sau đó tính trung bình để có được bộ số liệu hiệu điện thế tụ điện tăng dần trong quá trình nạp điện (phụ lục 3), từ bộ số liệu ta có được đồ thị hiệu điện thế và năng lượng của tụ như hình sau:



Hình 4.4 Đồ thị hiệu điện thế tụ điện trong quá trình thí nghiệm



Hình 4.5 Đồ thị năng lượng tụ điện thu được trong quá trình thí nghiệm

Từ hình 4.4 và 4.5 ta thấy hiệu điện thế và năng lượng tụ tăng liên tục theo thời gian trong quá trình nạp điện. Từ hai bộ số liệu này ta sẽ đánh giá được hiệu suất thu NLSB của hệ thống thí nghiệm.

4.2 Đánh giá hiệu suất thu năng lượng của hệ thống thu tuyến tính

Áp dụng công thức (4.24) ta xác định được hiệu suất chuyển đổi từ NLSB sang năng lượng điện như bảng sau:

Bảng 4.1 Hiệu suất chuyển đổi NLSB sang năng lượng điện của hệ thống

Tháng	**NL sóng**	**Năng lượng tụ (J)**	**Hiệu suất (%)**
5	117.924	16.015	13.581
6	268.67	61.828	23.013
12	624.177	151.889	24.334

CHƯƠNG 5 NGHIÊN CỨU GIẢI PHÁP NÂNG CAO HIỆU SUẤT THU HỒI NĂNG LƯỢNG TỪ SÓNG BIỂN

5.1 Xây dựng các ràng buộc để phao thu được NL sóng tối đa.

Để hệ phao thu được năng lượng lớn nhất, hệ phao cần thỏa mãn những điều kiện sau:

a. Điều kiện 1:

Để thu được NL lớn nhất thì biên độ dao động của phao phải bằng biên độ dao động của sóng nên phải có sự cộng hưởng giữa dao động phao và dao động của sóng, khi đó tần số dao động riêng của hệ phao phải bằng tần số dao động của sóng,

b. Điều kiện 2:

Để phao không nhảy khỏi mặt nước làm ảnh hưởng đến hệ thống khi phao dao động theo con sóng

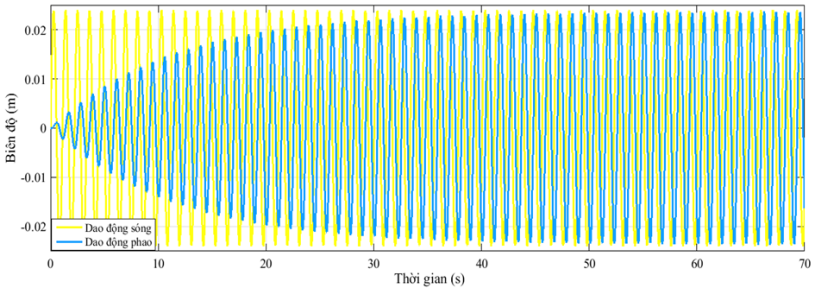
c. Điều kiện 3:

Để hệ phao hoạt động ổn định theo tài liệu thì phao phải chìm trong khoảng ½ đến 3/4 thể tích phao

5.2 Tính toán, mô phỏng hệ phao

5.2.1 Trường hợp thỏa 3 điều kiện

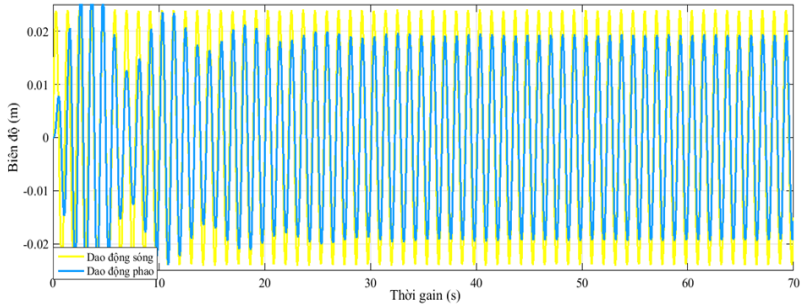
a=0.1m, m_p=1.86kg.



Hình 5.1 Biên độ dao động của phao ở trường hợp tối ưu.

5.2.2 Trường hợp bất kỳ

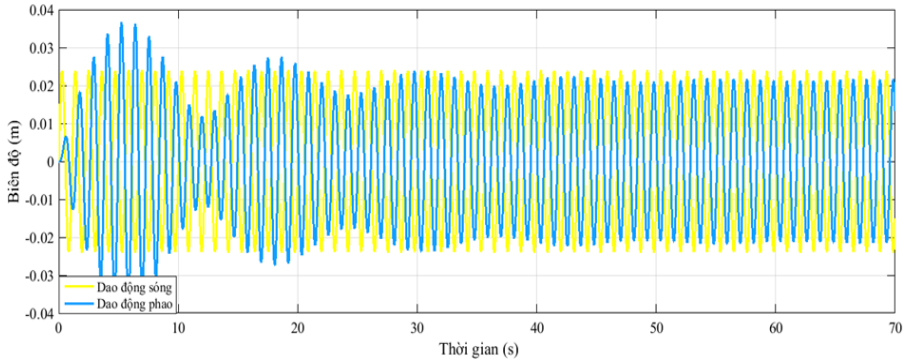
- a=0.1; m_p=1.2kg



Hình 5.3 Biên độ dao động của phao

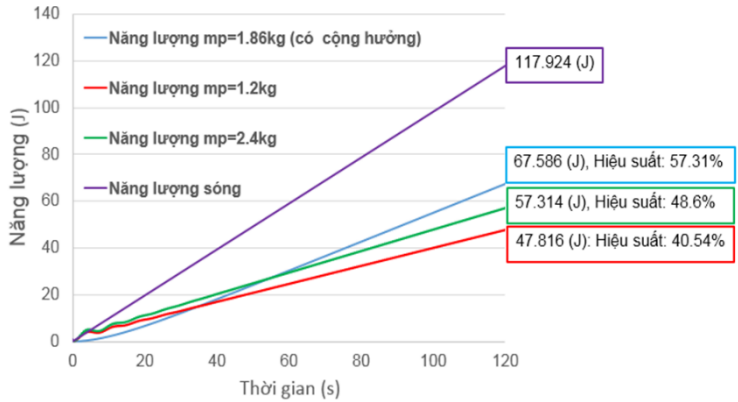
- a=0.1; mp=2.4kg

Ứng với thông số này, ta mô phỏng biên độ dao động của phao như các hình sau:



Hình 5.5 Biên độ dao động của phao

5.2.3 Hiệu suất phao thu được



Hình 5.8 Hiệu suất phao thu được ở ba trường hợp phao

Qua đồ thị ta thấy khi thông số phao thỏa mãn ba điều kiện thì hiệu suất thu hồi NL từ sóng sẽ đạt giá trị cao nhất.

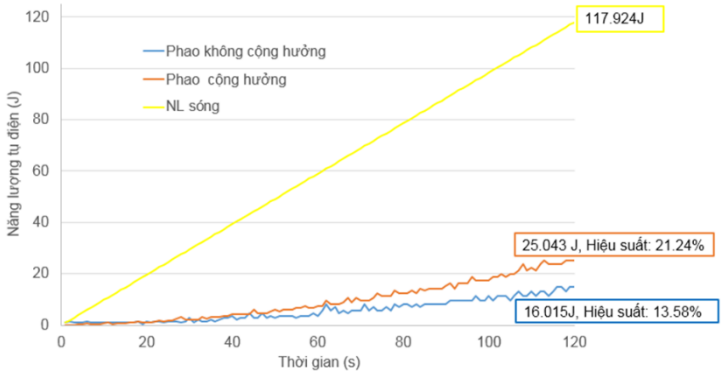
5.3 Thí nghiệm kiểm chứng hiệu quả

5.3.1 Chuẩn bị thí nghiệm

Ta điều chỉnh lại hệ phao có sẵn sao cho thỏa điều kiện như trên. Đường kính phao sẵn có a=0.1, khối lượng phao có sẵn là 0.2 kg, để đạt điều kiện tối ưu ta tiến hành tăng khối lượng phao bằng cách bơm thêm nước vào phao để đạt khối lượng thỏa điều kiện (mp=1.86kg)

5.3.2 Thí nghiệm

Sau khi có hệ phao với thông số tính toán tối ưu, tác giả thực hiện quá trình thí nghiệm thu NL để nạp tụ điện tương tự như ở chương 4, ở đây ta chọn thông số sóng của phòng thí nghiệm phù hợp với sóng tháng 5 (và H=0.048m) để làm thí nghiệm, ta được kết quả như sau:

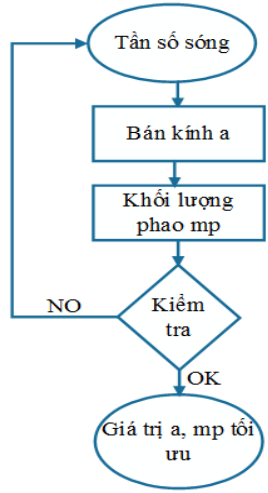


Hình 5.1 *Biểu đồ thu NLSB của hai dạng phao*

Nhận xét: Khi thí nghiệm với phao có thông số tối ưu ta thấy hiệu quả thu hồi NL tăng lên rõ rệt (từ 13,58% lên 21,24%), qua đó ta thấy hiệu quả của việc sử dụng phao có thông số thỏa 3 điều kiện.

5.4 Giải pháp công nghệ

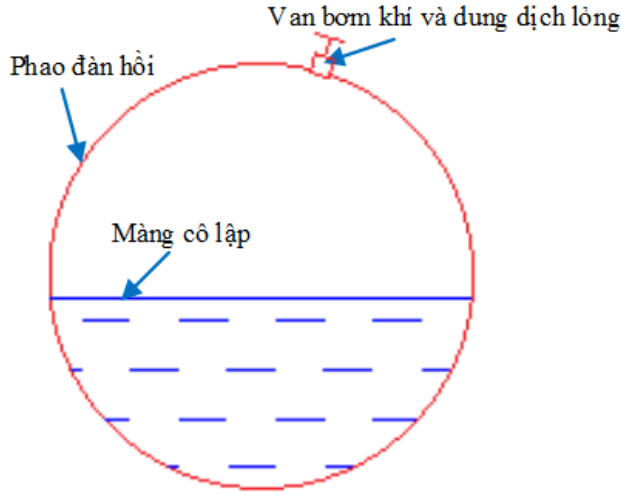
Ở phần này tác giả đưa ra giải pháp công nghệ để thực hiện trên điều kiện sóng biển thực tế:



Hình 5.13 Lưu đồ xác định thông số tối ưu cho hệ phao

Để sử dụng hệ phao ngoài hiện trường ta phải có giải pháp công nghệ để thực hiện hiệu quả việc thay đổi thông số hệ phao. Cụ thể là thay đổi bán kính phao a và khối lượng phao mp. Tác giả đề xuất giải pháp công nghệ như sau:

- Phao sử dụng để khai thác NLSB là phao cầu được làm bằng vật liệu có khả năng đàn hồi khi bơm khí vào hay hút khí ra, giải pháp này nhằm thay đổi bán kính phao phù hợp với lực đẩy Archimedes
- Trên phao có gắn van để bơm khí và dung dịch lỏng vào, mục đích của việc bơm dung dịch là để thay đổi khối lượng mp của phao.



Hình 5.2 *Cấu tạo phao cầu với thông số phao thay đổi được*

CHƯƠNG 6 HƯỚNG PHÁT TRIỂN

6.1 Các kết quả của luận án

Luận án đã đạt được các kết quả sau:

- Luận án đã tổng hợp được đặc điểm sóng biển trên thế giới và của khu vực biển Đông của Việt Nam làm cơ sở cho các nghiên cứu về sóng cũng như khai thác NLSB.
- Đã khái quát hóa tình hình khai thác NLSB trên thế giới và tại Việt Nam, các phương pháp chuyển đổi NLSB thành điện năng đang được áp dụng.
- Lập mô hình động lực học thu NL cơ của hệ tuyến tính.
- Mô phỏng để xác định hiệu suất sơ bộ của hệ thu NL tuyến tính
- Xây dựng được kênh tạo sóng có thông số sóng điều khiển được có khả năng tạo ra các con sóng có thông số đồng dạng với các con sóng thực tế ở vùng biển Việt Nam.
- Xây dựng được hệ thống thu NLSB theo nguyên lý hệ hấp thu tuyến tính phù hợp với đặc thù của sóng biển Việt Nam.
- Đã xây dựng hệ thống thu NLSB trong phòng thí nghiệm và đánh giá hiệu suất thu năng lượng của hệ thống, với hiệu suất khai thác năng lượng sóng có thể đạt được từ 13,58% đến 24,49%.
- Đã đề xuất giải pháp tăng hiệu quả khai khác NLSB bằng việc xây dựng các ràng buộc cho phương trình động học của hệ phao từ đó tính toán thông số phao tăng hiệu suất thu hồi NLSB.

6.2 Hướng phát triển của đề tài

Đề tài có định hướng tiếp tục nghiên cứu để xây dựng các trạm thu NLSB để phục vụ nhu cầu năng lượng cho các phương tiện lưu thông trên biển. Đặc biệt các trạm thu này không bị ảnh hưởng bởi thủy triều.