

# NGHIÊN CỨU THIẾT KẾ MÁY TRỢ THỞ

**Trần Trọng Hiếu, Nguyễn Hoàng Anh Vũ, Lê Thành Tới\***

*Trường Đại học Công nghiệp Thực phẩm TP.HCM*

\*Email: [toilt@hufi.edu.vn](mailto:toilt@hufi.edu.vn)

Ngày gửi bài: 28/10/2020; Ngày chấp nhận đăng: 06/01/2021

## TÓM TẮT

Máy trợ thở hiện nay đang rất được chú trọng trong việc nghiên cứu và sản xuất nhằm phục vụ quá trình điều trị cho các bệnh nhân gặp khó khăn về hô hấp và các bệnh nhân bị nhiễm virus COVID-19. Trong nghiên cứu này, máy trợ thở được chế tạo dựa trên nguyên lý của các máy trợ thở thông thường, nhưng nó được cải tiến một số tính năng cho phù hợp với mọi đối tượng. Tần số bóp bóng của máy trợ thở có thể thay đổi trong phạm vi rộng từ 12 đến 40 lần/phút, tỷ lệ I:E tối đa bằng 1:4 phù hợp với cả bệnh nhân thông thường và bệnh nhân nhiễm COVID-19. Thiết kế cơ khí của cánh tay kẹp bóng được mô phỏng dựa trên hoạt động của tay người, lực bóp đến từ hai phía mặt bóng Ambu nên không bị biến dạng nhiều, tốc độ bóp bóng nhanh, có thể điều chỉnh lượng khí cung cấp cho bệnh nhân theo ý muốn. Mạch điều khiển sử dụng board Arduino làm trung tâm điều khiển nên dễ dàng phát triển thêm chức năng mới. Ngoài ra, sản phẩm trong nghiên cứu này được tích hợp thêm cảm biến đo nhịp tim, điều này làm tăng hiệu quả giám sát và chăm sóc bệnh nhân.

*Từ khóa:* Trợ thở, bóp bóng Ambu, máy trợ thở, COVID-19.

## 1. GIỚI THIỆU

Hiện nay, có rất nhiều trường hợp bệnh nhân cần phải được trợ thở để duy trì sự sống như trường hợp bệnh nhân được cấp cứu khi bị tai nạn, trong quá trình phẫu thuật, bệnh nhân trong quá trình hồi sức, bệnh nhân bị suy hô hấp, bệnh nhân nhiễm COVID-19 [1]. Đối với những trường hợp bệnh nhân cần bóp bóng trợ thở trong một thời gian ngắn thì các y tá, bác sĩ hay người nhà bệnh nhân có thể tự thực hiện thao tác bóp bóng trợ thở cho người bệnh, nhưng đối với những trường hợp cần duy trì trợ thở trong một thời gian dài và liên tục thì khó đảm bảo được. Ngoài ra, những trường hợp mà bệnh nhân bị mắc các bệnh truyền nhiễm, dễ lây lan qua đường hô hấp, tiếp xúc ngoài da thì việc để một người trực tiếp hỗ trợ hô hấp thì thật nguy hiểm, hay trường hợp bóp bóng trợ thở không đúng tần suất hô hấp, điều này có thể khiến người bệnh hoặc không đủ oxy để hô hấp hoặc bị tràn oxy quá nhiều vào phổi [2], cả 2 trường hợp này đều rất nguy hiểm. Chính vì vậy, việc sử dụng một chiếc máy trợ thở là điều tất yếu cần thiết. Việc bệnh nhân được trợ thở với cường độ hô hấp thích hợp sẽ giúp họ mau chóng hồi phục sức khỏe. Máy trợ thở không những giải quyết những khó khăn trên mà còn giúp tiết kiệm tiền bạc, thời gian, công sức cho người nhà bệnh nhân. Tuy nhiên, hiện nay máy trợ thở trong các bệnh viện còn hạn chế do giá thành cao và thường phải thuê thêm từ các cơ sở y tế tư nhân và cũng chưa có máy chuyên dùng cho bệnh nhân nhiễm COVID-19. Việc thiếu hụt máy trợ thở trong thời điểm dịch COVID-19 là những thách thức lớn mà các y bác sĩ phải đối mặt và đang nỗ lực tìm ra giải pháp cho tình trạng thiếu máy thở trên toàn cầu. Riêng tại Hoa Kỳ, các y bác sĩ đang làm việc tại tuyến đầu chống dịch đã lên tiếng báo động về tình trạng khan hiếm đồ bảo hộ y tế và trang thiết bị điều trị bệnh nhân COVID-19, đặc biệt là tình trạng thiếu máy thở. Theo ông Marney Gruber, bác sĩ làm việc tại nhiều phòng cấp cứu ở thành phố New York, cho biết các loại thuốc đang cạn dần gồm midazolam và fentanyl, đây

là 2 loại thuốc cần dùng để điều trị những bệnh nhân đã bị viêm phổi nặng và phải có máy thở hỗ trợ hô hấp [3]. Vì vậy, mục tiêu của nghiên cứu là thiết kế ra máy trợ thở với chi phí tốt để đáp ứng cho nhu cầu của bệnh nhân và có thể thích hợp dùng điều trị cho bệnh nhân nhiễm COVID-19.

## 2. NGHIÊN CỨU NGUYÊN LÝ BÓP BÓNG TRỢ THỞ CHO BỆNH NHÂN

Bóng Ambu là một trong những dụng cụ không thể thiếu trong quá trình hồi sức cấp cứu, việc sử dụng bóng Ambu một cách hiệu quả là bước quan trọng nhất trong quá trình cấp cứu những bệnh nhân có tình trạng suy hô hấp nặng, thở chậm hoặc ngừng thở, nạn nhân được gây mê. Để trợ thở cho bệnh nhân đúng cách ta phải lưu ý những điểm sau:

- Thời gian cho mỗi chu kỳ bóp bóng thường từ 1,5 giây đến 5 giây ứng với tần số bóp bóng từ 40 lần/phút trở về 12 lần/phút [4].

- Tần số bóp bóng tùy theo lứa tuổi hoặc cân nặng, đối với người lớn và trẻ lớn trên 15 kg thì số lần bóp bóng từ 12 đến 30 lần/phút, đối với trẻ nhỏ dưới 15 kg số lần bóp bóng từ 30 đến 40 lần/phút.

- Áp lực bóp bóng: đối với trẻ sơ sinh và trẻ nhỏ thì áp lực từ 15 đến 30 cmH<sub>2</sub>O, trẻ lớn và người lớn từ 30 đến 60 cmH<sub>2</sub>O. Bình thường áp lực bóp bóng là 40 cmH<sub>2</sub>O, bóp bóng đều đặn phù hợp với nhịp thở của bệnh nhân, không bóp quá mạnh hay bóp quá chậm. Bóp bóng cho đến khi lồng ngực hay bụng nhô lên 1 cm đến 2 cm là đủ. Khi sử dụng máy bóp bóng cần phải đặt máy càng gần bệnh nhân càng tốt, để ngăn chặn tình trạng tái tạo khí CO<sub>2</sub> do đường ống dẫn khí dài. Qua các thông tin trên ta chỉ cần lưu ý đến các thông số như tần số, thời gian và áp lực [5].

- Áp suất tối đa tại đường thở  $P_{max} = 40$  cmH<sub>2</sub>O.

- Tốc độ hô hấp tối đa  $R_{max} = 40$  lần/phút.

- Tỷ lệ I:E biểu thị tỷ lệ của mỗi chu kỳ hơi thở dành cho giai đoạn hít vào và thở ra. Thời gian của mỗi giai đoạn sẽ phụ thuộc vào tỷ lệ này kết hợp với tốc độ hô hấp chung. Tổng thời gian của một chu kỳ hô hấp được xác định bằng cách lấy 60 giây chia cho tốc độ hô hấp. Thời gian hít vào và thời gian thở ra sau đó được xác định bằng cách chia nhỏ chu kỳ hô hấp dựa trên tỷ lệ đã thiết lập [6]. Tỷ lệ I:E của bệnh nhân bình thường được thể hiện trên Hình 1.

Chế độ trợ thở tiêu chuẩn thường sử dụng tỷ lệ I:E là 1:2, hoặc cao đến 1:3 hoặc 1:4 trong một số trường hợp nhất định. Trong những trường hợp này, giai đoạn thở ra được đặt lâu hơn giai đoạn hít vào để bắt chước gân giống nhịp thở sinh lý bình thường. Ta chọn trường hợp nguy hiểm nhất đối với bệnh nhân mắc COVID-19 với tỷ lệ I:E = 1:4 [7]. Vậy thời gian một chu kỳ hô hấp sẽ được chia thành 5 phần bằng nhau. Thể tích khí lưu thông trong một lần hít vào và thở ra bình thường:  $V_{max} = 800$  cm<sup>3</sup>. Trong trường hợp tối đa, động cơ cần phải nén không khí ở áp suất 40 cmH<sub>2</sub>O trong khoảng thời gian:

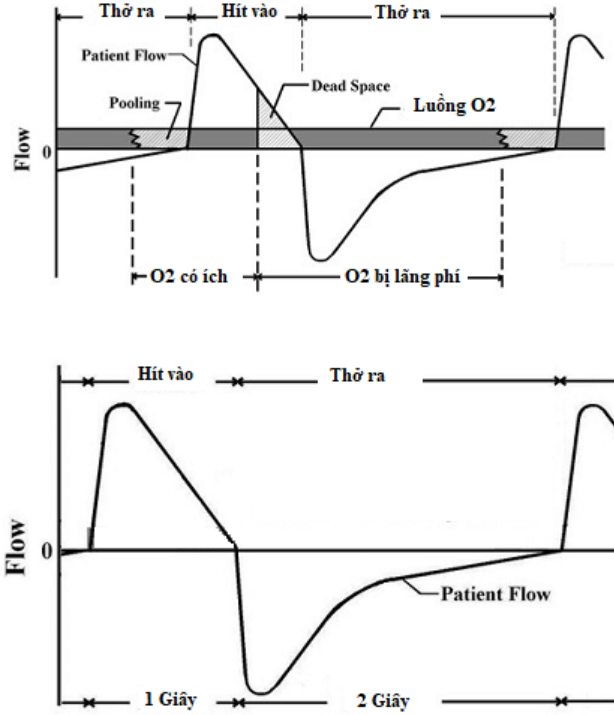
$$t_{hít} = \frac{\left(\frac{60}{R_{max}}\right)}{5} = \frac{\left(\frac{60}{40}\right)}{5} = 0,3 \text{ (giây)} \quad (1)$$

Tuy nhiên, một phần công suất được sử dụng để bóp bóng bị mất do biến dạng túi, ma sát và hãy ước tính rằng chỉ khoảng hơn 50% được chuyển đổi thành công suất. Dựa vào những yếu tố về thiết kế cơ học của bộ kẹp bóp bóng, công suất ngõ ra cần thiết để có thể bóp được bóng Ambu còn phụ thuộc vào các đại lượng sau:

- Tần số bóp bóng tối đa ứng với tốc độ hô hấp tối đa  $R_{max} = 40$  lần/phút.

- Áp suất tối đa tại đường thở  $P_{max} = 40$  cmH<sub>2</sub>O.

- Tỷ lệ I:E ở mức cao: I:E = 1:4.
- Lượng không khí tối đa cung cấp  $V_{max} = 800 \text{ cm}^3$ .
- Diện tích tiếp xúc tối đa của một bên tay kẹp với bề mặt bóng Ambu  $A_{max}$ .
- Chiều dài một bên tay kẹp  $h_{tay}$ .
- Góc quét một bên tay kẹp  $\alpha_{sweep}$ .



Hình 1. Tỷ lệ I:E của bệnh nhân bình thường [8]

Từ các thông số trên ta tính được:

Thời gian bóp bóng tối đa trong 1 chu kỳ (giây) được tính như sau [7]:

$$t_b = \frac{60}{R(I+E)_{max}} \quad (2)$$

Lực ép bóng của một bên tay kẹp (N) được tính như sau [7]:

$$F = A_{max} \cdot P_{max} \quad (3)$$

Mô-men xoắn (Nm) được tính như sau [7]:

$$\tau = F \cdot h_{tay} \cdot \sin(\alpha_{sweep}) \quad (4)$$

Công suất cần thiết để cánh tay bóp bóng (W) được tính như sau [7]:

$$P_{tay} = 2\tau \cdot \omega_{tay} = 2\tau \left( \frac{2\pi}{t_b} \right) \quad (5)$$

Tuy nhiên, một phần công suất được sử dụng để bóp bóng bị mất do biến dạng túi, ma sát và hãy ước tính rằng chỉ khoảng hơn 50% được chuyển đổi thành công suất. Từ đây ta cần chọn động cơ có công suất:

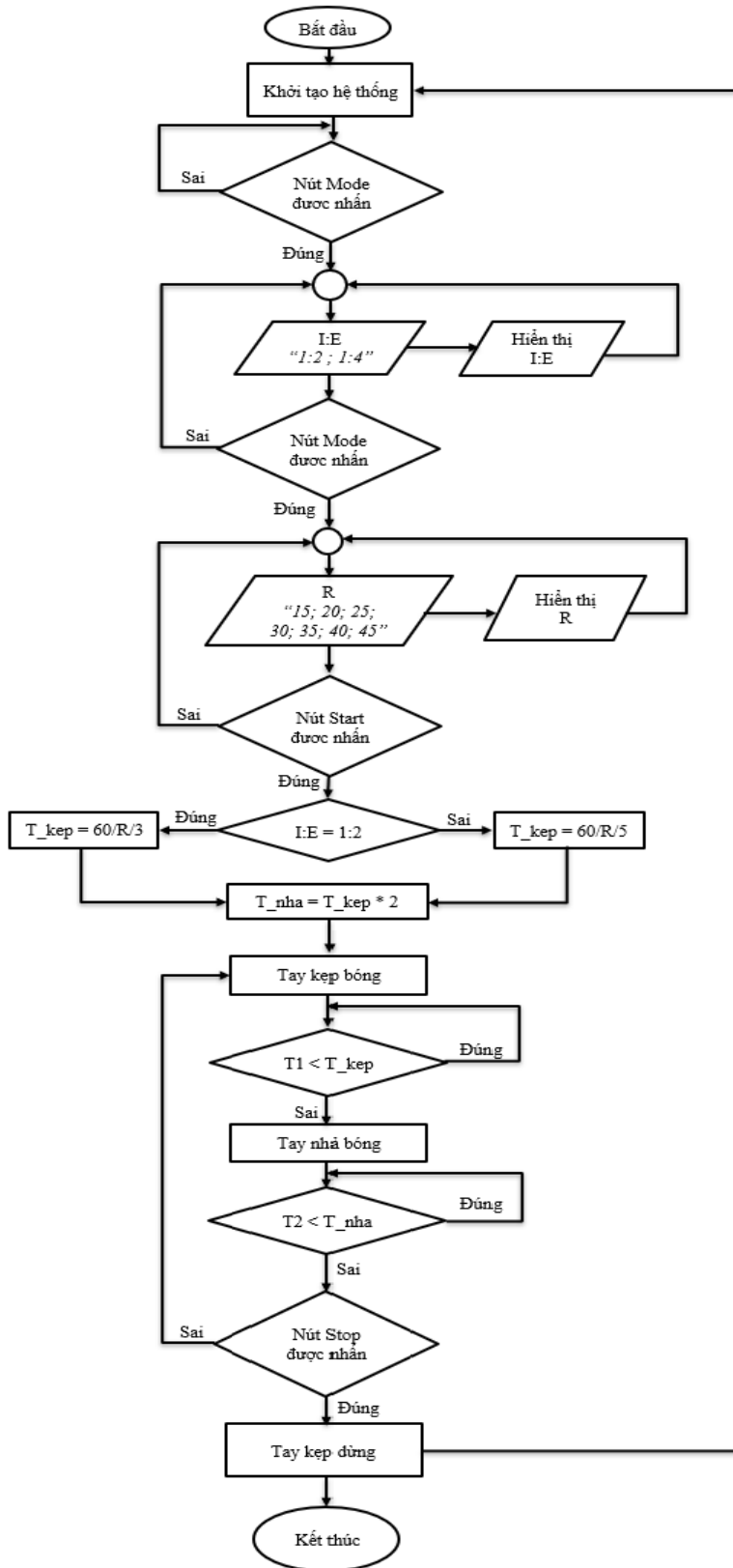
$$P_{dc} = 2P_{tay} \quad (6)$$

### 3. THIẾT KẾ CẢNH TAY VÀ VỎ MÁY

Cánh tay kẹp bóp bóng được lấy ý tưởng từ hình dạng cây kéo với phần kẹp được bẻ cong ra ngoài. Cánh tay kẹp hoạt động nhờ vào một con đội hình bầu dục nối với động cơ DC thông qua các bánh răng pully và dây curoa. Khi con đội quay sẽ làm phần cán của cánh tay được mở rộng ra và khép lại, lúc này phần kẹp ngược với phần cán sẽ khép lại và mở rộng ra. Nhờ nguyên lý này mà con đội chỉ việc xoay tròn là đã có thể khiến cho cánh tay kẹp hoạt động. Để giảm ma sát giữa con đội và cánh tay thì ở 2 đầu của con đội đã được gắn thêm 2 bánh xe bằng nhựa.

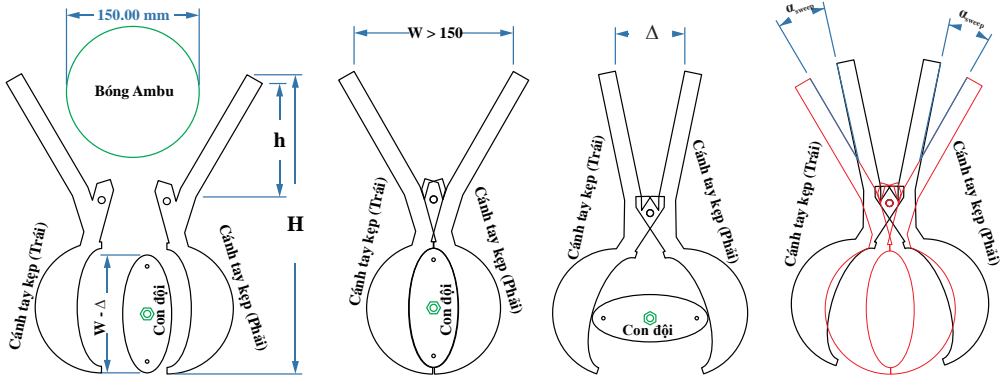
Nguyên nhân chọn thiết kế tay bóp bóng theo kiểu trên là vì tốc độ động cơ sử dụng cho máy chỉ là 27 vòng/phút. Nhưng nhờ thiết kế kiểu như vậy thì khi động cơ quay được nửa vòng là đã xong một chu kỳ bóp bóng. Như vậy số lần bóp bóng sẽ nhanh gấp đôi số vòng quay của động cơ có thể lên tới 54 lần. Nhưng trên thực tế do ma sát và kết cấu cơ khí thì đo được khoảng 50 lần bóp bóng trong một phút. Trước khi đi vào thiết kế phần cơ khí cho máy trợ thở, ta cần biết nguyên lý hoạt động của máy thông qua lưu đồ thuật toán ở Hình 2.

Giải thích lưu đồ thuật toán: Khi bật công tắc nguồn, máy sẽ tự khởi động về vị trí sẵn sàng hoạt động tạm gọi là vị trí Home. Khi đã khởi động xong, máy sẽ chờ cho nút Mode được nhấn. Sau khi nút Mode được nhấn lần 1, thì sẽ vào chọn chế độ hoạt động của máy là (1) hoặc (2) tương ứng với I:E = 1:2 hoặc I:E = 1:4, đồng thời sẽ hiển thị ra màn hình quan sát. Để chọn chế độ đang hiển thị trên màn hình thì ta nhấn tiếp nút Mode để sang chọn tần số bóp bóng. Để chọn tần số bóp bóng đang hiển thị trên màn hình, thì ta nhấn nút Start. Khi nút Start được nhấn, hệ thống sẽ dựa vào chế độ I:E đang chọn để tính toán thời gian bóp bóng ( $T_{kẹp}$ ) và thời gian nhả bóng ( $T_{nhả}$ ). Ngay sau đó, cánh tay bóp bóng sẽ kẹp vào, thời gian bắt đầu được đếm cho đến khi lớn hơn thời gian  $T_{kẹp}$  thì cánh tay nhả bóng và thời gian bắt đầu đếm lại cho tới khi lớn hơn thời gian  $T_{nhả}$ . Vòng tuần hoàn được lặp lại liên tục cho tới khi nút Stop được nhấn thì cánh tay kẹp dừng lại và quay lại lúc hệ thống khởi động về Home. Tắt công tắc nguồn, máy ngừng hoạt động.



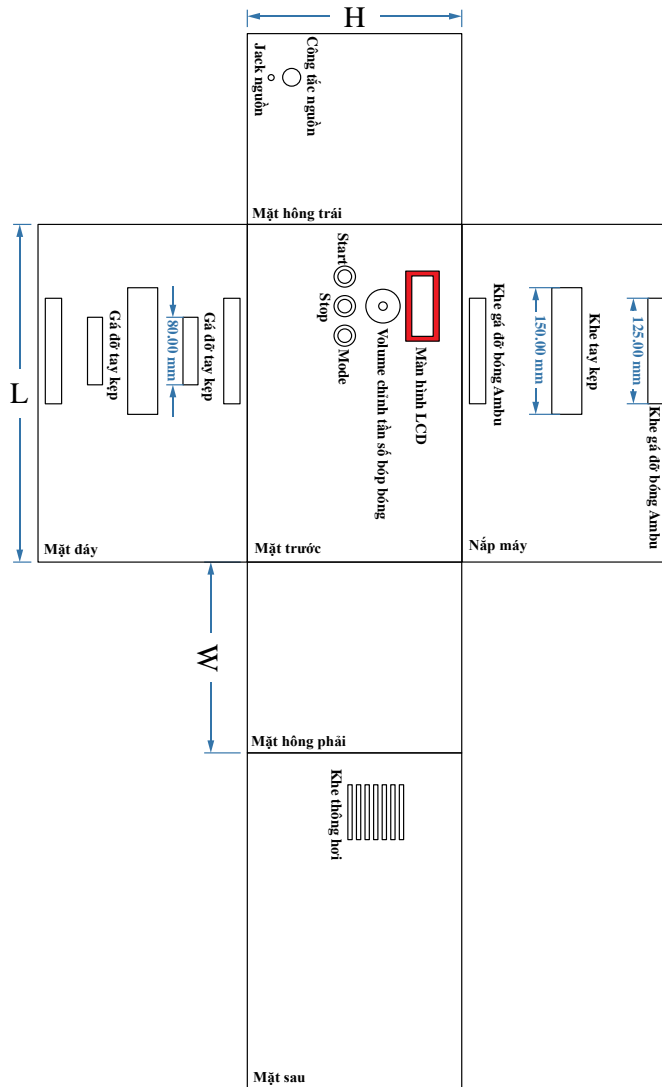
Hình 2. Lưu đồ thuật toán điều khiển

### 3.1. Cánh tay máy bóp bóng

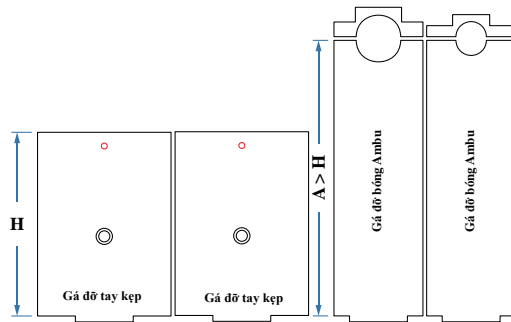


Hình 3. Bản vẽ tay kẹp bóng

### 3.2. Khung máy



Hình 4. Bản vẽ khung máy



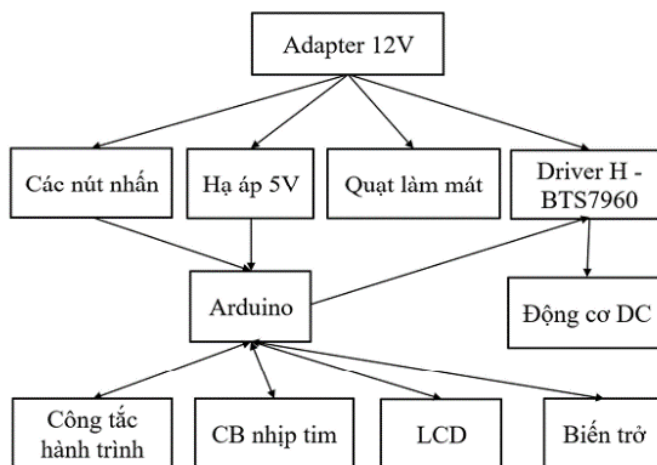
Hình 5. Bản vẽ gá đỡ tay kẹp và bóng Ambu

Phần khung máy có hình hộp chữ nhật và được làm bằng ván ép nhằm tiện cho việc thay đổi thiết kế một cách dễ dàng và nhanh chóng. Trên khung, ở mặt trước được bố trí các nút điều khiển bao gồm nút nhấn STOP, MODE và START, một biên trở để điều chỉnh số lần bóp bóng của máy, một màn hình LCD hiển thị các thông số và dữ liệu và có một cổng kết nối với cảm biến nhịp tim. Mặt hông trái được bố trí một cổng kết nối nguồn 12VDC và một công tắc nguồn. Mặt sau nằm gần động cơ DC nên được gắn thêm một quạt làm mát phía bên trong, hút gió từ phía ngoài thông qua các khe hở thổi vào làm mát cho động cơ DC. Mô hình máy trợ thở hoàn chỉnh được trình bày ở Hình 6.



Hình 6. Hình ảnh thực tế máy trợ thở

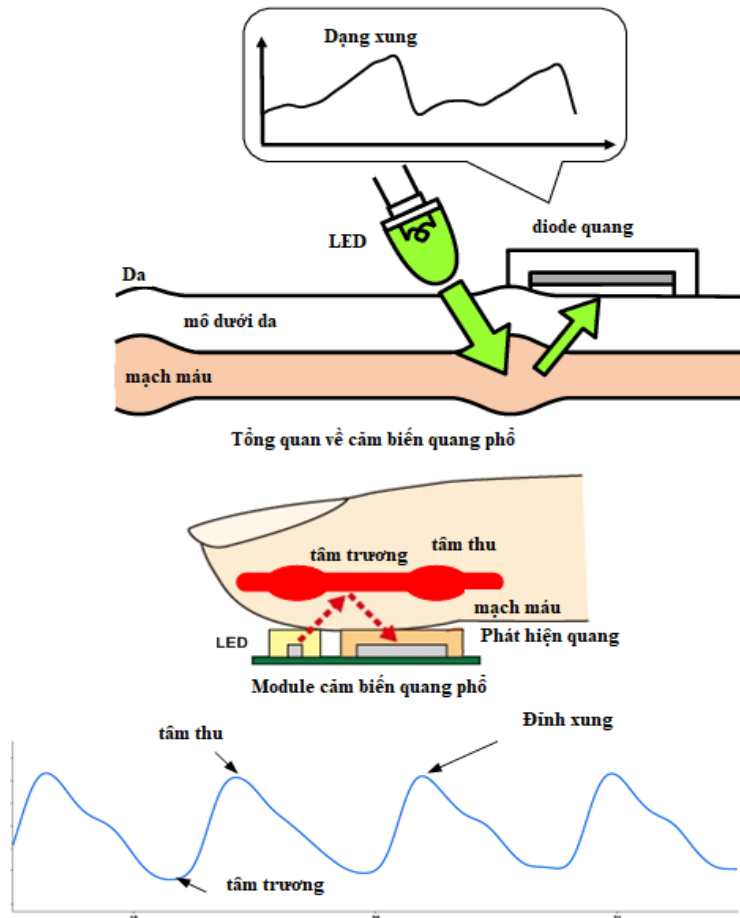
#### 4. SƠ ĐỒ KHỐI CHỨC NĂNG MÁY TRỢ THỞ ĐƯỢC ĐỀ XUẤT



Hình 7. Sơ đồ kết nối các khối chức năng

Khởi các nút nhấn START và STOP có chức năng gửi tín hiệu cho Arduino biết là cho phép máy chạy hay là dừng; nút nhấn MODE dùng để chọn chế độ I:E là “1:2” hay “1:4”. Biến trở có chức năng điều chỉnh số lần bóp bóng bằng cách gửi về Arduino một điện áp 0-5VDC, từ đó Arduino sẽ quy đổi ra số lần bóp bóng tương ứng với dãy điện áp nhận được. Các công tắc hành trình sẽ cho biết vị trí tương đối của cánh tay bóp bóng là kẹp hay mở. Khối driver điều khiển động cơ có chức năng nhận xung điều khiển từ Arduino để điều chỉnh cho động cơ DC chạy và điều chỉnh tốc độ động cơ DC. Khối hiển thị LCD có chức năng là hiển thị các thông tin từ Arduino đưa lên. Khối điều khiển trung tâm Arduino ở Hình 7 chính là cái nhân của máy trợ thở nó sẽ nhận các tín hiệu điều khiển và xử lý để đưa ra tín hiệu xuất lên màn hình LCD và điều khiển khối driver.

Ta có mối quan hệ giữa “nhịp hô hấp: nhịp tim” là khoảng “1:4”, điều này có nghĩa là với mỗi hơi thở, tim sẽ đập 4 lần [9]. Cho nên cảm biến nhịp tim được thêm vào để giúp cho những người chăm sóc bệnh nhân có thể theo dõi được một phần nào tình trạng sức khỏe của bệnh nhân, nhằm có thể điều chỉnh máy trợ thở ở các mức phù hợp với tình trạng hiện tại. Cảm biến đo được nhịp tim trên Hình 8 là nhờ vào sự hấp thụ quang học của máu. Khi tim bóp máu sẽ được đẩy đi lưu thông khắp cơ thể, chính lúc này các tế bào máu sẽ tập trung nhiều tại các đầu ngón tay. Lúc này cảm biến sẽ nhận diện được và tạo một xung nhịp truyền về giao tiếp với Arduino [10]. Lưu đồ thuật toán điều khiển của cánh tay được trình bày trên Hình 2.



Hình 8. Cách cảm biến nhịp tim hoạt động [11, 12]



Bảng 1. So sánh tính năng máy trợ thở của nhóm tác giả với các phiên bản trước

	Máy trợ thở của nhóm tác giả	Máy trợ thở [14]	Máy trợ thở [13]	Máy trợ thở [15]
Tần số bóp bóng (lần/phút)	12 - 40	12 - 20	Chưa rõ	17 - 23
Tỷ lệ I:E tối đa	1:4	1:3	Chưa rõ	Chưa rõ
Chức năng khác	Theo dõi nhịp tim	Không có	Không có	Không có
Cơ khí bóp bóng	- Dựa trên mô phỏng tay người. Lực tác dụng đều từ 2 phía mặt bóng Ambu không bị biến dạng nhiều; - Tốc độ đáp ứng nhanh; - Có thể điều chỉnh lượng khí cung cấp.	- Bóp bóng thông qua di chuyển tay kẹp tới lui trên trục vitme làm giảm tốc độ, bóng Ambu bị biến dạng về một bên; - Có thể điều chỉnh lượng khí cung cấp.	- Bóp bóng thông qua con đội tác động lên cánh tay đòn. Lực tác dụng từ một phía làm bóng Ambu biến dạng về một bên; - Tốc độ đáp ứng nhanh; - Không điều chỉnh được lượng khí cung cấp.	- Dựa trên mô phỏng tay người. Lực tác dụng đều từ 2 phía mặt bóng Ambu không bị biến dạng nhiều; - Tốc độ đáp ứng nhanh; - Có thể điều chỉnh lượng khí cung cấp.

## 5. KẾT LUẬN

Trong nghiên cứu này, nhóm tác giả đã chế tạo mô hình máy trợ thở có kèm thêm chức năng đo nhịp tim, đây là điểm nổi bật của nó so với những máy trợ thở hiện nay. Nghiên cứu đã đưa ra giải thuật điều khiển cánh tay bóp bóng sao cho nhịp thở do cánh tay tạo ra gần giống với nhịp thở sinh lý bình thường. Có thể chọn chế độ trợ thở riêng cho bệnh nhân COVID-19 với tỷ lệ I:E là 1:4.

Quá trình thử nghiệm mô hình hoạt động liên tục trong một ngày và được lặp đi lặp lại nhiều lần đã cho thấy máy hoạt động tốt, đúng với ý tưởng và thiết kế ban đầu đề ra. Máy đo được nhịp tim của bệnh nhân và hiển thị lên LCD, nút MODE cho phép chọn chế độ sử dụng phù hợp cho từng đối tượng. Ngoài ra, biến trở dùng để chỉnh số nhịp thở phù hợp cho tình trạng của từng bệnh nhân và số nhịp thở cũng được hiển thị lên LCD để người chăm sóc bệnh nhân dễ dàng giám sát. Máy được thiết kế có hệ thống giải nhiệt tốt giúp máy hoạt động trong thời gian dài mà không bị nóng. Giá thành sản xuất thấp hơn thị trường rất nhiều nên dễ dàng thương mại thành sản phẩm thực tế phục vụ cộng đồng. Tuy nhiên, sản phẩm vẫn còn một vài nhược điểm cần cải thiện trước khi được đưa vào thương mại hóa như phần vỏ hộp nên thiết kế lại và thay thế vật liệu gỗ bằng vật liệu kim loại thì máy sẽ hoàn thiện hơn.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Vinmec - Máy thở và bệnh nhân COVID-19 (truy cập tại: [https://www.vinmec.com/vi/tin-tuc/thong-tin-suc-khoe/suc-khoe-tong-quat/may-tho-va-benh-nhan-covid-19-nhung-dieu-can-biet/?link\\_type=related\\_posts](https://www.vinmec.com/vi/tin-tuc/thong-tin-suc-khoe/suc-khoe-tong-quat/may-tho-va-benh-nhan-covid-19-nhung-dieu-can-biet/?link_type=related_posts).)
2. Vinmec - Kỹ thuật bóp bóng Ambu (truy cập tại: <https://www.vinmec.com/vi/tin-tuc/thong-tin-suc-khoe/suc-khoe-tong-quat/bop-bong-ambu-la-gi/>)
3. D. Kim Thoa - Nhiều bệnh nhân Mỹ đang cạn dần thuốc men, máy thở, thiết bị y tế, Báo Tuổi trẻ (2020) (truy cập tại: <https://tuoitre.vn/nhieu-benh-vien-my-dang-can-dan-thuoc-men-may-tho-thiet-bi-y-te-20200328103721383.htm>).
4. Vinmec - Bóp bóng Ambu là gì? (truy cập tại: <https://www.vinmec.com/vi/tin-tuc/thong-tin-suc-khoe/suc-khoe-tong-quat/bop-bong-ambu-la-gi/>).
5. Bệnh viện Nhi đồng 2 - Các loại bóng, mặt nạ giúp thở (truy cập tại: [http://www.benhviennhi.org.vn/articles\\_ddr/Bong%20mask.pdf](http://www.benhviennhi.org.vn/articles_ddr/Bong%20mask.pdf)).

6. Erik S., Devang S., Abhishek B. - Inverse ratio ventilation (2020) (truy cập tại: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK535395>).
7. Design toolbox - MIT Emergency Ventilator Project (2020) (truy cập tại: <https://emergency-vent.mit.edu>).
8. Inspired Respiratory Care - Oxygen Delivery Fundamentals (truy cập tại: <http://www.inspiredrc.com/products/oxygendelivery-fundamentals.html>).
9. GARMIN – Mối quan hệ quan trọng giữa nhịp hô hấp, nhịp tim và nhịp bước chạy? (2020) (truy cập tại: <https://www.garmin.com/vi-VN/blog/moi-quan-he-quan-trong-giua-nhip-ho-hap-nhip-tim-va-nhip-buoc-chay/>).
10. Nguyễn Văn Hải, Nguyễn Minh Quân - Giám sát nhịp tim qua điện thoại Android, Trường Đại học Bà Rịa – Vũng Tàu (2017) (truy cập tại: <https://www.slideshare.net/trongthuy2/luan-van-giam-sta-nhip-tim-qua-dien-thoai-android-hay-9d>).
11. Kana S., S. Izumi, M. Yoshimoto - A low-power photoplethysmography sensor using correlated double sampling and reference readout circuit, 2019 IEEE Sensors, 1-4.
12. Richtek Technology Corporation - ECG/PPG Measurement Solution, Taiwan (2018) (truy cập tại: <https://www.richtek.com/Design%20Support/Technical%20Document/AN057>).
13. Thu Hường, Lan Hương - Trường Đại học Điện lực nghiên cứu thành công máy trợ thở (2020) (truy cập tại: <https://congthuong.vn/truong-dai-hoc-dien-luc-nghien-cuu-thanh-cong-may-tro-tho-135881.html>).
14. Sinh viên ngành Kỹ thuật điều khiển chế tạo máy hỗ trợ thở (2020) (truy cập tại: <http://www.tnut.edu.vn/sinh-vien-nganh-ky-thuat-dieu-khien-che-tao-may-ho-tro-tho-dt3682.html>).
15. Duy Thanh - Thầy giáo trường nghề làm máy trợ thở, Báo tuổi trẻ (2020) (truy cập tại: <https://tuoitre.vn/thay-giao-truong-nghe-lam-may-tro-tho-20200823194854767.htm>).

## **ABSTRACT**

### **RESEARCH ON DESIGNING THE VENTILATOR**

Tran Trong Hieu, Nguyen Hoang Anh Vu, Le Thanh Toi\*  
*Ho Chi Minh City University of Food Industry*  
\*Email: [toilt@hufi.edu.vn](mailto:toilt@hufi.edu.vn)

Ventilators are currently very focused on research and production to serve the treatment process for patients with respiratory difficulties and patients infected with the COVID-19 virus in particular. In this study, the ventilator is fabricated on the principles of conventional ventilators, but it is improved in a number of features to suit all subjects. The frequency of the ventilator can vary widely from 12 to 40 beats/min, and the maximum I:E ratio (equal 1: 4) is suitable for both normal and COVID-19 infected patients. Mechanically, the arm of the machine is simulated based on the human arm, the squeezing force comes from both sides of the Ambu ball so it does not deform much, and the squeezing speed of the machine is fast, which can adjust the amount of air provided to the patients. The ventilator in this study is integrated an extra heart-beat measuring sensor, which is useful for caring and supervising patients. In addition, our ventilator uses the Arduino board as a central control unit, so it is easy to develop many new functions.

*Keywords:* Breathing aids, Ambu bag squeezing, ventilators, Covid-19.