

# THIẾT BỊ GHI ĐO TIẾNG ỒN PHỤC VỤ QUÁ TRÌNH KIỂM TRA TÀU BIỂN

## NOISE LEVEL METER EQUIPMENT FOR SHIP TESTING PROCESS

Đặng Xuân Kiên<sup>1</sup>, Đỗ Việt Dũng<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Đại học Giao thông vận tải Tp.Hồ Chí Minh

<sup>2</sup>Cao đẳng nghề Công nghệ cao Đồng An

**Tóm tắt:** Ô nhiễm tiếng ồn là mối nguy hiểm lớn ảnh hưởng trực tiếp đến người lao động. Với Công ước quốc tế về an toàn sinh mạng con người trên biển (SOLAS) và Quy định II-1/3-12 thông qua yêu cầu bắt buộc về bảo vệ chống tiếng ồn trên tàu biển tại khóa họp thứ 91 (tháng 11 năm 2012), nhóm nghiên cứu đã thiết kế chế tạo thiết bị ghi đo tiếng ồn phục vụ quá trình kiểm tra tàu với khả năng lưu trữ dữ liệu, kết cấu nhỏ gọn và kết nối máy tính tạo thuận lợi cho việc kiểm tra tiếng ồn trong các môi trường làm việc trên tàu. Với thiết bị này, chúng tôi hướng tới đáp ứng những yêu cầu cơ bản nhất của SOLAS và hỗ trợ tiện ích cho quá trình kiểm tra trên tàu.

**Từ khóa:** Tàu biển, máy đo tiếng ồn, ô nhiễm, hàng hải.

**Abstract:** The impact of noise pollution is a direct threat influencing to laborers health. The International Convention for the Safety of Life at Sea (SOLAS), gives Provisions II-1/3-12 "Protection against noise" at the 91st session (November, 2012). Based on this provision, we design and manufacture the compact structure noise level meter equipment with a data storage capacity, easy connecting to the computer. We aim to meet the most basic requirements of SOLAS and utility supporting for the inspection process on board.

**Keywords:** Ship, noise level meter, pollution, maritime.

### 1. Giới thiệu

Tiếng ồn chủ yếu trên tàu biển có nguồn gốc cơ học phát sinh từ sự chuyển động va đập của chi tiết máy. Ngoài ra việc sinh hoạt hay chuyển động chính của con tàu trên mặt biển cũng là nguyên nhân dẫn đến tiếng ồn. Việc kiểm soát và thực hiện các biện pháp bảo vệ nhằm làm giảm thiểu nguy hại của chúng đến sức khỏe là việc đáng quan tâm hiện nay. Công tác quản lý và kiểm soát tiếng ồn hiện tại ở Việt Nam còn nhiều bất cập và tốn nhiều công sức, như khi kiểm tra tàu có trọng tải lớn sẽ có nhiều nơi cần đo mức tiếng ồn, các nhân viên đo kiểm phải đến từng phòng tiến hành kiểm tra, ghi lại số liệu, sau đó tiến hành thẩm định xem có đạt chuẩn hay không [1-2], việc này rất lãng phí thời gian và dễ dẫn đến sai sót. Thiết bị ghi đo tiếng ồn phục vụ quá trình kiểm tra tàu do nhóm nghiên cứu đề xuất chế tạo với chức năng lưu trữ dữ liệu trực tiếp trên máy đo nên việc đo kiểm diễn ra liên tục, như vậy sẽ rút ngắn được thời gian, đồng thời truy xuất kết quả kiểm định trên máy tính làm tăng tính tiện lợi và giảm sai sót, hướng tới thị trường khu vực Việt Nam và Đông Nam Á.

Bài báo gồm năm phần: Đặt vấn đề được trình bày trong phần 1, phần 2 nêu tổng

quan về tiếng ồn và các thiết bị cấu thành, các khối chức năng. Thi công máy đo ghi tiếng ồn sẽ được trình bày ở phần 3. Trong phần 4 đưa ra kết quả và phần V là kết luận.

### 2. Tổng quan

#### 2.1. Tiếng ồn

Đơn vị âm thanh phổ biến là Decibel, là bội số 10 của Bel ( $1\text{dB} = B/10$ ). Mức  $\text{dB} = 0$  là ngưỡng tai người nghe được, tăng  $10\text{dB}$  thì âm thanh (cảm giác) tăng gấp đôi.

#### 2.1.1. Tần số, bước sóng, biên độ, chu kỳ

• **Bước sóng (Wavelength,  $\lambda$ ):** Khoảng cách giữa 2 đỉnh sóng đơn.

$$\lambda = c / f = c \cdot T \quad (1)$$

• **Tần số (Frequency,  $f$ ):** Số lần lặp lại sóng điều trong 1s. Đơn vị tần số là Hz.

$$f = 1/T$$

$$f = c/\lambda \quad (2)$$

$$k = 2\pi / \lambda$$

Trong đó:

- +  $c$ : Vận tốc truyền sóng (m/s).
- +  $f$ : Tần số (1/s).
- +  $\lambda$ : Bước sóng (m).
- +  $k$ : Số lượng sóng trong một khoảng cách nhất định.

• **Biên độ (Amplitude):** Là biên độ áp suất lớn nhất ( $P_M$ ), biên độ áp suất căn bậc hai trung bình  $P_{rms}$ , đơn vị là ( $Pa$ ).

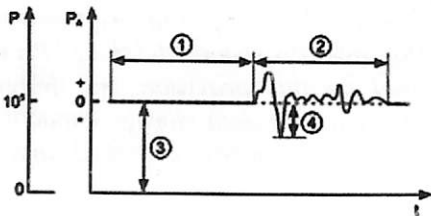
$$P_{rms} = 0.707 P_M \quad (3)$$

• **Chu kỳ (Period, T):** Thời gian cần thiết truyền được một khoảng cách bằng một bước sóng (chu kỳ sóng).

$$T = 1/f \quad (4)$$

**2.1.2. Mức áp suất âm, mức cường độ âm**

- **Mức áp suất âm:** Áp suất âm (Acoustic Pressure) là chênh lệch giữa áp suất âm và khí quyển.



**Hình 1.** Biểu đồ áp suất âm.

1. Yên tĩnh, 2. Nghe thấy, 3. Khí quyển, 4. Tức thời.

Cơ sở của đơn vị đánh giá âm thanh theo thang Logarit gọi là mức âm.

$$L_p = 10 \lg(P_{rms}/P_{ref}) 2 = 20 \lg P_{rms} - 20 \lg P_{ref} \quad (5)$$

Trong đó:

+  $P_{rms}$ : Áp suất trung bình ( $Pa$ ).

+  $P_{ref}$  ( $P_0$ ): Áp suất âm đối,  $P_{ref} =$

$$2 \cdot 10^{-5} N/m^2 = 2 \cdot 10^{-5} Pa \quad [9].$$

Mức áp suất âm tương đương liên tục theo đặc tính A (dB):  $L_{Aeq,T}$ .

$$L_{Aeq,T} = 10 \lg \left[ \frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} \frac{P_A^2(t)}{P_0^2} dt \right] \quad (6)$$

Trong đó:

+  $L_{Aeq,T}$ : Mức áp suất âm tương đương theo đặc tính A (dBA), bắt đầu từ  $t_1$  và kết thúc ở  $t_2$  ( $T = t_2 - t_1$ ).

+  $P_A(t)$ : Mức áp suất âm tức thời theo đặc tính A của một tín hiệu âm thanh.

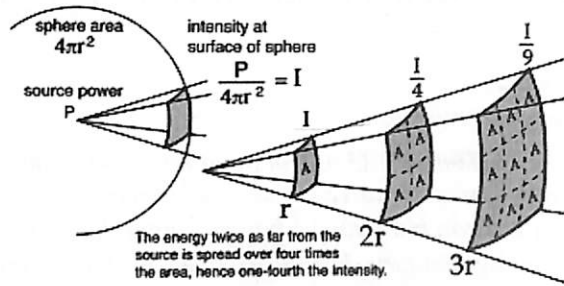
+  $P_0$  ( $P_{rms}$ ): Áp suất âm đối chiếu.

+  $L_{Aeq,T}$ : Được dùng đánh giá tiếng ồn môi trường.

- **Mức cường độ âm và công suất âm:**

Cường độ âm ở một điểm nào đó trên phương đã cho trong trường âm là tổng năng

lượng âm thanh đi qua một đơn vị diện tích bề mặt S vuông góc với phương truyền âm, tại điểm đó trong một đơn vị thời gian.



**Hình 2.** Mô tả cường độ âm trên một đơn vị diện tích.

Đối với sóng phẳng:

$$I = \frac{P}{\rho C} \left( I = \frac{P_{rms}^2}{\rho C} \right) W / m^2 (J/m^2 \cdot s) \quad (7)$$

Đối với sóng cầu:

$$I = W / 4\pi r^2 (W/m^2) \quad (8)$$

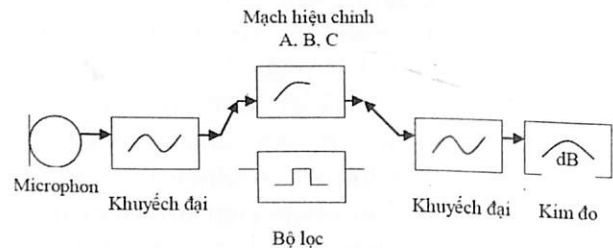
Sóng truyền qua qua không gian chủ yếu là sóng hình cầu.

- **Công suất âm:** Công suất âm là tổng năng lượng âm thanh phát ra từ một nguồn trong một khoảng thời gian, đơn vị Watt.

$$P = I \cdot A \quad (A \text{ là diện tích}) \quad (9)$$

**2.2. Thiết bị đo tiếng ồn**

Tiến hành thiết kế thiết bị đo tiếng ồn [3-4], nhóm tác giả chia thành 3 phần chính như trên hình 3.



**Hình 3.** Sơ đồ khối cấu tạo thiết bị đo tiếng ồn.

- Khối thu nhận tín hiệu: Micro.
- Khối xử lý: Khuyếch đại, hiệu chỉnh.
- Khối hiển thị: Màn hình cảm ứng.

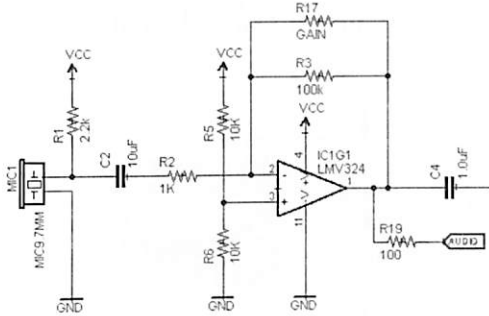
**2.2.1. Khối thu nhận tín hiệu**

Yêu cầu đặt ra tín hiệu thu được phải chuẩn, không dao động lớn do tạp âm nhiễu gây ra [5]. Cảm biến âm thanh bao gồm mạch xử lý ngõ ra điện áp tuyến tính và mạch xử lý ngõ ra tín hiệu số.

- **Mạch xử lý ngõ ra điện áp tuyến tính:**

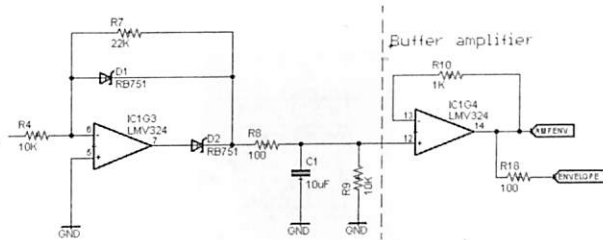
Tín hiệu từ Micro thông qua mạch đệm sẽ có

đầu ra điện áp DC tuyến tính (Audio), tín hiệu này đã được chuẩn hóa nên giảm được sai số. Vì điều khiển sẽ lấy tín hiệu chuẩn hóa trên qua kênh chuyển đổi ADC để tiến hành việc kiểm tra, hiệu chỉnh hay xử lý theo mong muốn người lập trình. Mạch ngõ ra điện áp thiết kế trên hình 4.



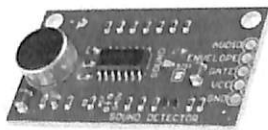
Hình 4. Mạch ngõ ra điện áp.

- **Mạch xử lý ngõ ra tín hiệu số:** Song song với đầu ra điện áp, tín hiệu sẽ cấp cho đầu vào mạch xử lý tín hiệu số (hình 5). Qua bộ đệm chúng ta nhận được thêm hai thông số của tiếng ồn là tần số (Envelope) và trạng thái On/Off (Gate).



Hình 5. Mạch ngõ ra tín hiệu số.

Hai dữ liệu về tiếng ồn và tần số là cơ sở để so sánh và tạo điều kiện cho việc lập trình đơn giản và chính xác hơn.



Hình 6. Mô đun cảm biến âm thanh.

**2.2.2. Khối xử lý tín hiệu**

Đây là khối chức năng trung tâm của máy đo [6]. Tín hiệu ra được hiển thị trên màn hình phải qua hai giai đoạn xử lý là: lọc nhiễu và hiệu chỉnh.

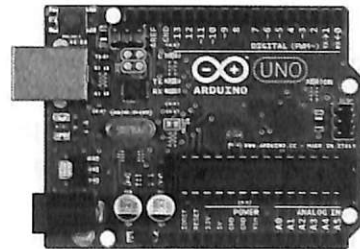
- **Bộ lọc trung bình:** Ta có phương trình biến đổi của bộ lọc:

$$v[m,n] = \sum_{k=1}^3 \sum_{l=1}^3 h[k,l].u[m+k-2,n+l-2] \quad (10)$$

Với  $h[k,l]$  là các giá trị trọng số và cũng là các giá trị của mặt nạ bộ lọc. Điểm trung tâm của bộ lọc ứng với  $k=1=2$  và điểm này được áp vào tọa độ  $[m,n]$ . Với việc lấy trung bình thì năng lượng của nhiễu cũng giảm đi một lần bằng với trọng số của bộ lọc. Nhóm nghiên cứu ứng dụng trực tiếp giải thuật bộ lọc trung bình thực hiện trên nền vi điều khiển, từ đó tăng độ linh hoạt cho lập trình.

- **Khối hiệu chỉnh:** Tiếng ồn là tập hợp những âm thanh có cường độ và tần số khác nhau, sắp xếp không trật tự. Tiếng ồn là một khái niệm tương đối, tùy thuộc từng người mà có cảm nhận tiếng ồn khác nhau, mức ảnh hưởng sẽ khác nhau nên việc hiệu chỉnh tín hiệu từ bộ lọc tuyến tính thành mức độ áp suất âm không chính xác, mà phải đánh giá bằng thang đo Logarit theo đặc tính A(5) với đơn vị Decibel (dB).

- **Bộ xử lý trung tâm Adruno:** Để thực hiện hai chức năng trên, nhóm nghiên cứu đã khảo sát chọn Adruno (hình 7) làm bộ xử lý trung tâm với kết cấu nhỏ gọn và được tích hợp thành Kit thuận tiện cho việc liên kết thực hiện các chức năng ngoại vi như giao tiếp máy tính hay hiển thị thông số điều khiển bằng màn hình cảm ứng.



Hình 7. Kit lập trình Adruno.

Một thuận lợi khác là lưu trữ dữ liệu đo được tại các khoang tàu trên EEPROM với dung lượng lớn trực tiếp trên Kit Adruno thuận tiện quản lý, kiểm soát tiếng ồn trên tàu mà không mất nhiều thời gian.

**2.2.3. Khối hiển thị**

Những thiết bị đo tiếng ồn hiện tại trên thị trường thường có nhiều nút nhấn để chọn lựa thang đo và chế độ, mặt khác màn hình hiển thị số liệu đo đạc nhỏ dẫn tới kết cấu máy đo cồng kềnh và mất cân đối. Để khắc phục các nhược điểm trên cũng như tăng tính

thảm mỹ, màn hình cảm ứng đa sắc được sử dụng làm giao diện hiển thị và điều khiển.

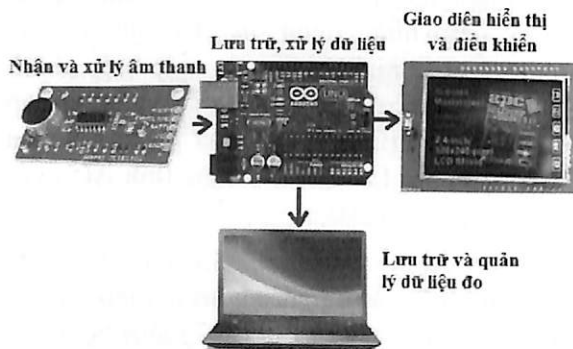


Hình 8. Màn hình LCD cảm ứng.

### 3. Thi công máy đo ghi tiếng ồn

#### 3.1. Phần cứng

Máy đo tiếng ồn phục vụ kiểm tra tàu có cấu trúc (hình 9) và quy trình điều khiển theo lưu đồ thuật toán trên hình 10.



Hình 9. Sơ đồ khối cấu trúc máy đo tiếng ồn.

Quy trình thực hiện việc ghi đo tiếng ồn như sau: Tín hiệu âm thanh thu được từ môi trường sẽ được mô đun cảm biến âm thanh nhận, xử lý thành 3 tín hiệu là điện áp ra tuyến tính, tín hiệu trạng thái On/Off và tín hiệu tần số. Các tín hiệu này sẽ truyền sang kit Arduino lọc nhiễu và hiệu chỉnh Logarit quy đổi sang chỉ số cường độ âm thanh đang thực hiện ghi đo trong môi trường. Chỉ số này sẽ được hiển thị lên màn hình LCD cảm ứng và lưu trữ lại trong EEPROM để kiểm soát và quản lý kết quả.

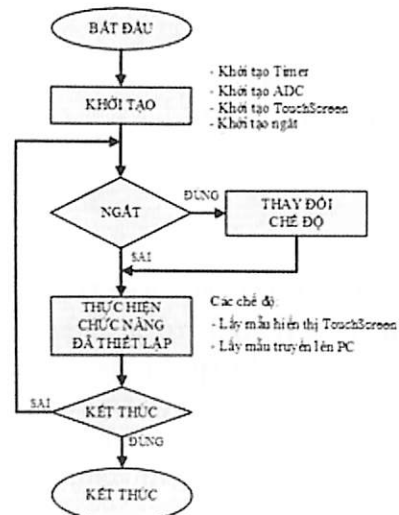
#### 3.2. Phần mềm

Giao diện quản lý dữ liệu được lập trình bằng ngôn ngữ Visual basic hoạt động nhiều tính năng. Thiết bị sau khi khởi động sẽ tiến hành khởi tạo các khối chức năng trong thiết bị để đưa chúng sẵn sàng hoạt động khi được gọi. Khối xử lý liên tục kiểm tra ngắt để xem có yêu cầu thay đổi chế độ hoạt động hay không.

- Truyền nhận dữ liệu: Khi truyền dữ liệu từ máy đo tiếng ồn lên máy tính nhấn nút "View" từ màn hình cảm ứng thì kiểm tra ngắt nhận được yêu cầu và tiến hành khởi

tạo chức năng nhận và lưu trữ dữ liệu trên máy tính.

- Hiển thị kết quả: Muốn xem kết quả đo các khoang máy đạt chuẩn hay không? Chỉ cần thao tác đơn giản lựa chọn thông số cần thiết và nhấn nút "Display" từ màn hình giao diện trên máy tính. Kết quả được thể hiện trực quan qua chữ số và biểu đồ.



Hình 10. Lưu đồ hoạt động tổng quát.



Hình 11. Thiết bị đo tiếng ồn hoàn chỉnh.

### 4. Kết quả và nhận xét

Thực nghiệm tại một xưởng máy với nhiều phòng cần kiểm định tiếng ồn. Tiến hành kiểm tra tiến ồn lần lượt tất cả các phòng với nhiều thời gian khác nhau (môi trường có nguồn tiếng ồn tương đương với các khu vực trong buồng máy tàu thủy). Chỉ sử dụng máy đo do nhóm tác giả chế tạo mà không cần thêm thiết bị phụ trợ khác. Sau khi thực hiện kiểm tra xong kết nối máy tính và cho kết quả với như sau (dự kiến kết quả này sẽ được kiểm định tại cơ quan Đăng kiểm Việt Nam – VR):

- Kết quả đo tại Xưởng mài (lúc 10h00 ngày 22/2/2016) biểu diễn trên hình 12, kết

