

NGHIÊN CỨU PHƯƠNG PHÁP ĐO THỜI GIAN HẸN GIỜ CỦA THIẾT BỊ HẸN GIỜ GÂY NỔ CƠ KHÍ HGCK-21 BẰNG CẢM BIẾN AS5048A

RESEARCH ON THE TIMER MEASUREMENT METHOD OF THE HGCK-21 MECHANICAL EXPLOSION TIMER BY AS5048A SENSOR

Trần Thế Nghiệp, Nguyễn Xuân Dũng, Đỗ Tùng Lâm, Nguyễn Văn Lâm, Nguyễn Đình Phúc
Viện Công nghệ, Tổng cục Công nghiệp quốc phòng

TÓM TẮT

Thiết bị hẹn giờ gây nổ cơ khí HGCK.21 được thiết kế và chế tạo theo kiểu thiết bị hẹn giờ gây nổ M564 để lắp cho các loại đạn bắn trên pháo 105 mm và 155 mm của Mỹ. Tính năng cơ bản của thiết bị gây nổ là có thể đặt giờ kích nổ đầu đạn trên quỹ đạo khi bắn trong khoảng thời gian từ (3 đến 100) giây, theo yêu cầu tác chiến. Vì vậy, trong quá trình sửa chữa, sản xuất việc đo kiểm thời gian hẹn giờ của thiết bị gây nổ là rất cần thiết nhằm kiểm soát chất lượng cũng như hiệu chỉnh trước khi xuất xưởng. Hiện nay, trong nước chưa có phương pháp, thiết bị thực hiện hạng mục quan trọng này.

Bài báo giới thiệu nguyên lý hoạt động của cụm đồng hồ trong thiết bị hẹn giờ gây nổ cơ khí HGCK.21 (phần tử thực hiện chức năng hẹn giờ của thiết bị gây nổ). Trình bày phương pháp đo thời gian hẹn giờ bằng sử dụng cảm biến góc AS5048A, kết hợp công tắc hành trình để xác định thời gian bắt đầu và kết thúc quá trình làm việc của cụm đồng hồ; nguyên lý hoạt động, thiết kế mạch đo và xử lý tín hiệu của cảm biến AS5048A. Hệ thống được xây dựng gồm mô-đun cảm biến AS5048A, vi điều khiển STM32, cho phép thu thập và tính toán thời gian hẹn giờ theo góc quay thực tế. Các thông số chính của hệ thống: độ phân giải góc $0,0219^\circ$, độ chính xác đo $\pm 0,5^\circ$, tốc độ đọc dữ liệu đến 1MHz, thời gian đáp ứng dưới 1 ms. Trên cơ sở đó, tính toán thiết kế và chế tạo thiết bị đo thời gian hẹn giờ. Thực hành đo thời gian hẹn giờ cho cụm hẹn giờ của thiết bị gây nổ HGCK.21.

Kết quả thử nghiệm cho thấy hệ thống đo bằng cảm biến AS5048A đạt độ ổn định cao, sai số nhỏ hơn 1% thời gian đặt giờ, và phù hợp cho việc kiểm tra, hiệu chỉnh cơ cấu đồng hồ trong thiết bị gây nổ. Đánh giá độ sai lệch phép đo, khẳng định độ tin cậy của phương pháp, thiết bị đo trong ứng dụng thực tế.

Từ khóa: Cụm đồng hồ; Cảm biến AS5048A; Thiết bị đo thời gian.

ABSTRACT

The HGCK.21 mechanical detonation timer is designed and manufactured according to the M564 detonation timer model to be installed on the ammunition fired on the American 105mm and 155mm artillery. The basic feature of the detonation device is to be able to set the time to detonate

the warhead on the trajectory when firing within a period of 3 to 100 seconds, according to combat requirements. Therefore, during the repair and production process, measuring and checking the detonation timer of the detonation device is very necessary to control the quality as well as calibrate before leaving the factory. Currently, there is no method or equipment in the country to perform this important item.

The article introduces the operating principle of the clock cluster in the HGCK.21 mechanical detonation timer (the element that performs the timer function of the detonation device). Presenting the method of measuring the timer using the AS5048A angle sensor, combined with the travel switch to determine the start and end time of the clock cluster; operating principle, measuring circuit design and signal processing of the AS5048A sensor.

The system is built with the AS5048A sensor module, STM32 microcontroller; allowing the collection and calculation of the timer time according to the actual rotation angle. Main parameters of the system: angle resolution 0.0219° , measurement accuracy $\pm 0.5^\circ$, data reading speed up to 1MHz, response time under 1 ms. On that basis, calculate the design and manufacture of the timer measuring device. Practice measuring the timer time for the timer cluster of the HGCK.21 explosive device. The test results show that the AS5048A sensor measurement system has high stability, the error is less than 1% of the set time, and is suitable for checking and calibrating the clock mechanism in explosive devices. The measurement error is evaluated, confirming the reliability of the method and measuring equipment in practical applications.

Keywords: Instrument cluster; AS5048A sensor; Time measuring device.

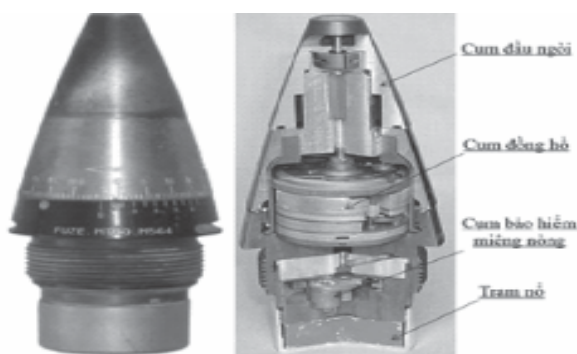
1. TỔNG QUAN

Thiết bị gây nổ được lắp cho các loại đạn pháo, đạn cối nhằm kích nổ đầu đạn ở một thời điểm nhất định trên quỹ đạo khi bắn, theo yêu cầu tác chiến. Thiết bị gây nổ thường được lắp cho các loại đạn nổ phá sát thương, đạn khói, đạn rải truyền đơn, đạn nhiệt nhôm và một số loại đạn đặc biệt khác. Thiết bị hẹn giờ gây nổ cơ khí thường có phạm vi hẹn giờ khoảng từ (3 đến 100) giây (tùy theo mỗi loại). Trên thế giới cũng như trong trang bị quân đội ta có nhiều loại thiết bị hẹn giờ gây nổ cơ khí, lắp cho các loại đạn khác nhau. Các thiết bị hẹn giờ gây nổ cơ khí thường có cơ cấu đồng hồ. Cấu tạo cơ bản của cơ cấu đồng hồ bao gồm: bộ phận nguồn dưới dạng lò xo cót để cung cấp năng lượng cho hệ thống hoạt động, hệ

thống truyền động dạng bánh răng, trục răng để truyền chuyển động từ bộ phận nguồn đến cơ cấu điều chỉnh vận hành. Bộ phận điều chỉnh vận hành gồm hệ thống thanh lắc, bánh răng vận hành có tác dụng điều hòa chuyển động, giúp hệ thống đồng hồ chuyển động ổn định trong suốt quá trình làm việc, không phụ thuộc vào sự suy giảm mô men của lò xo cót. Thiết bị hẹn giờ gây nổ cơ khí HGCK-21 được thiết kế trên cơ sở mẫu thiết bị hẹn giờ gây nổ cơ khí M564 của Mỹ, đây là một trong các loại thiết bị hẹn giờ cơ khí tiên tiến và điển hình trên thế giới hiện nay.

Cấu tạo thiết bị hẹn giờ gây nổ HGCK-21 về cơ bản giống thiết bị hẹn giờ gây nổ M564 gồm 04 bộ phận chính: Cụm đầu, cụm đồng hồ, cụm mở bảo hiểm miệng nòng và cụm trạm nổ.

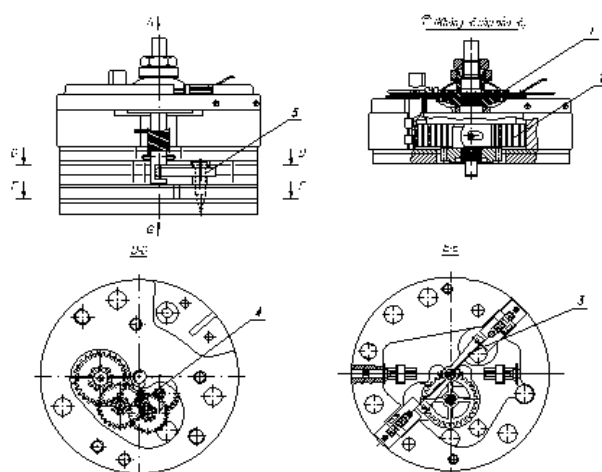
Thiết bị hẹn giờ gây nổ cơ khí có thể đặt giờ từ (3 đến 100) giây (theo hệ thống vạch khắc), nhờ xoay chuyển động tương đối giữa chóp gió và thân, thông qua chốt định giờ tác động trực tiếp vào đĩa định giờ trên cụm đồng hồ. Quá trình bắn, các cơ cấu bảo hiểm được giải phóng, cụm đồng hồ làm việc đến hết thời gian đặt giờ, phát hỏa, kích nổ trạm nổ và đầu đạn.



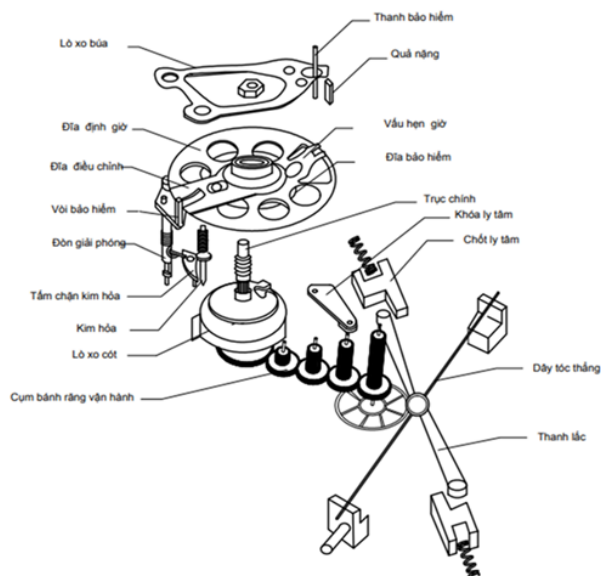
Hình 1. Cấu tạo thiết bị hẹn giờ gây nổ cơ khí M564 của Mỹ

Cụm đồng hồ (Hình 2) là một thiết bị có thể hoạt động độc lập, bao gồm: Cơ cấu định giờ (VT1); lò xo cót (VT2); con lắc điều hòa (VT3); hệ thống truyền động bánh răng (VT4); cơ cấu phát hỏa hẹn giờ (VT5). Hệ thống làm việc nhờ năng lượng tích lũy của lò xo cót, thông qua bộ truyền bánh răng, giải phóng kim hỏa hẹn giờ và kích nổ mạch hẹn giờ. Sơ đồ nguyên lý hoạt động của cụm đồng hồ được thể hiện trên Hình 3.

Ở trạng thái bảo quản và vận chuyển, lò xo cót đã được tích lũy năng lượng sẵn sàng giải phóng làm quay trục chính và hệ thống đĩa bảo hiểm, đĩa định giờ liên kết với nó qua lò xo đĩa. Nhưng trục chính chưa thể quay được vì nó còn liên kết với hệ thống truyền động đang bị giữ bởi hai chốt ly tâm, ngăn không cho thanh lắc làm việc. Lúc này đĩa bảo hiểm ngăn không cho vòi bảo hiểm chuyển động vào rãnh trên tâm 10, kim hỏa không thể giải phóng để phát hỏa.



Hình 2. Cấu tạo cụm đồng hồ thiết bị hẹn giờ gây nổ cơ khí HGCK-21



Hình 3. Sơ đồ nguyên lý hoạt động của cụm đồng hồ

Khi đặt giờ, thông qua chốt định giờ liên kết với chóp gió xoay đĩa định giờ đi một góc nhất định tương ứng với thời gian cần đặt ($1^\circ \approx 0,3$ giây). Khi bắn hoặc cho cụm đồng hồ quay ly tâm, dưới tác dụng của lực ly tâm, chốt ly tâm nén lò xo, giải phóng thanh lắc; đồng thời khóa ly tâm cũng thoát khỏi khoang trống trên vòng giữ cót. Thanh lắc bắt đầu hoạt động, nhờ năng lượng của lò xo cót trục bắt đầu quay, 

kéo theo đĩa định giờ, đĩa bảo hiểm quay đồng tốc. Trục chính quay với tốc độ được không chế bởi cơ cấu điều chỉnh vận hành thông qua hệ thống truyền động bánh răng, đảm bảo sự chính xác của cơ cấu đồng hồ. Trục chính quay cho đến khi phần rãnh trên đĩa định giờ đối diện với vôi bảo hiểm, vôi bảo hiểm dưới tác dụng của lò xo chuyển động vào rãnh trên đĩa định giờ, đồng thời thông qua rãnh khuyết trên đòn giải phóng, giải phóng kim hỏa. Kim hỏa lao xuống phát hỏa, kết thúc thời gian hẹn giờ.

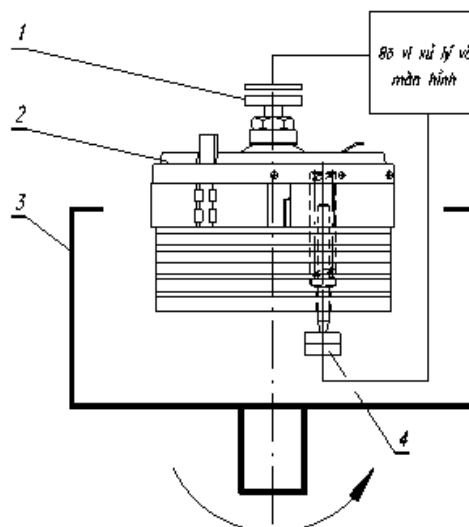
Như vậy, toàn bộ quá trình làm việc của cụm đồng hồ được tính từ lúc trục chính bắt đầu quay đến khi kim hỏa phát hỏa. Trong quá trình sửa chữa thiết bị gây nổ M564 của Mỹ hay chế tạo mới thiết bị gây nổ HGCK-21, cần thiết phải có phương pháp và thiết bị kiểm tra thời gian làm việc thực tế của cụm đồng hồ so với thời gian đặt trước từ đó để đánh giá độ chính xác đặt giờ cũng như điều chỉnh trong quá trình lắp ráp.

Phương pháp cụ thể như sau: Đặt trước thời gian cho cụm đồng hồ, cho cụm đồng hồ làm việc bằng cách giải phóng các cơ cấu bảo hiểm, đo thời gian làm việc của cụm đồng hồ, tính từ thời điểm trục chính bắt đầu chuyển động đến khi kim hỏa phát hỏa. Ghi nhận giá trị đo thời gian thực tế, so sánh với thời gian đặt giờ để đánh giá độ chính xác hẹn giờ. Thời gian hẹn giờ của cụm đồng hồ yêu cầu từ $(0,9 \div 1) \%$ giá trị đặt giờ.

Yêu cầu đối với thiết bị đo thời gian hẹn giờ: đảm bảo độ chính xác 0,1% giá trị đo, tin cậy hoạt động trong điều kiện bình thường và khi chịu tốc độ quay đồng trục tới $\omega = 3500$ vòng/phút, thời gian để đạt được tốc độ quay max khoảng 10 giây; Dải thời gian đo từ 2 giây đến 120 giây. Thiết bị hoạt động độc lập, có nguồn năng lượng riêng, có khả năng duy trì

hoạt động trong suốt quá trình đo và lưu trữ, hiển thị kết quả đo sau mỗi phép đo. Thao tác vận hành đơn giản, sử dụng lâu dài trong điều kiện công nghiệp, không bị ảnh hưởng bởi sóng điện từ. Thiết bị nhỏ gọn, trọng lượng nhẹ không quá 500 g.

Nhóm nghiên cứu đã thiết kế và chế tạo thiết bị đo thời gian hẹn giờ. Thiết bị sử dụng cảm biến AS5048A thu thập chính xác thời điểm trục chính bắt đầu quay, kết hợp với công tắc hành trình để xác định thời điểm kim hỏa phát hỏa. Dữ liệu thu được được đưa về bộ vi điều khiển STM32 để xử lý tín hiệu, tính toán thời gian và hiển thị kết quả đo. Thiết bị chỉ có vai trò kiểm tra và đánh giá độ chính xác hẹn giờ, nó không được thiết kế để thay thế hay tích hợp vào cấu trúc chức năng của thiết bị gây nổ. Kết quả nghiên cứu nhằm cung cấp giải pháp đo lường chính xác, ổn định để phục vụ việc hiệu chỉnh, kiểm tra chất lượng cụm đồng hồ trong sửa chữa và sản xuất trước khi lắp ráp vào sản phẩm hoàn chỉnh.



Hình 4. Sơ đồ nguyên lý đo thời gian làm việc của cụm đồng hồ:

1. Cảm biến AS5048A; 2. Cụm đồng hồ đã đặt giờ;
3. Đò gá quay ly tâm; 4. Công tắc hành trình

2. ĐỀ XUẤT NGUYÊN LÝ LÀM VIỆC VÀ THIẾT KẾ, CHẾ TẠO THIẾT BỊ ĐO THỜI GIAN THIẾT BỊ HẸN GIỜ GÂY NỖ CƠ KHÍ HGCK.21

2.1. Nguyên lý làm việc của thiết bị đo thời gian

Thiết bị làm việc dựa trên nguyên lý đo góc bằng phương pháp đo góc từ tính dựa trên hiệu ứng Hall vi sai (Differential Hall Effect).

- Nguyên lý hiệu ứng Hall:

Hiệu ứng Hall được Edwin Hall phát hiện năm 1879 [3]. Khi một dòng điện I chạy qua một tấm vật dẫn hoặc bán dẫn đặt trong từ trường vuông góc, một hiệu điện thế Hall (V_H) sẽ xuất hiện vuông góc với cả dòng điện và hướng từ trường.

Hiệu điện thế Hall được xác định theo công thức:

$$V_H = \frac{B \cdot I}{n \cdot q \cdot t}$$

Trong đó:

- B - Cảm ứng từ (Tesla);
- I - Dòng điện qua vật dẫn (A);
- n - Mật độ hạt mang điện (m^{-3});
- q - Điện tích của hạt mang điện (C);
- t - Độ dày lớp bán dẫn (m).

Tín hiệu Hall này tỷ lệ tuyến tính với cường độ từ trường B , do đó có thể dùng để đo giá trị của từ trường hoặc sự thay đổi vị trí, góc, tốc độ quay của nam châm [4].

- Nguyên lý đo góc bằng cảm biến Hall vi sai:

Trong phương pháp đo góc từ tính, người ta không dùng chỉ một cảm biến Hall đơn, mà sử dụng nhiều phần tử Hall bố trí đối

xúng nhau để đo các thành phần khác nhau của từ trường [5].

Ở cảm biến AS5048A, có 4 cảm biến Hall vi sai bố trí vuông góc trên cùng một mặt phẳng, chia làm hai cặp:

- Một cặp đo thành phần từ trường theo trục X (B_x).
- Một cặp đo thành phần từ trường theo trục Y (B_y).

Nam châm vĩnh cửu hình trụ được gắn đồng trục với cảm biến và có cực từ Bắc – Nam dọc theo trục quay.

Khi nam châm quay, vector từ trường trên mặt chip thay đổi hướng theo góc quay θ :

$$B_x = B \cdot \cos(\theta), B_y = B \cdot \sin(\theta)$$

- Nguyên lý “vi sai” (Differential Hall): Mỗi cặp cảm biến Hall được bố trí đối xứng qua tâm từ trường, nên tín hiệu giữa hai cảm biến trong cùng cặp có độ lệch pha 180° .

Ví dụ:

- Cảm biến Hall X1 và X2 đo từ trường theo trục X nhưng ở hai phía đối diện nhau.
- Mạch điện trong chip lấy hiệu điện áp vi sai:

$$V_x = V_{x1} - V_{x2} \Rightarrow V_x \propto B_x$$

Tương tự, cặp Hall Y1 và Y2 cho:

$$V_y = V_{y1} - V_{y2} \Rightarrow V_y \propto B_y$$

Cách đo “vi sai” này có ba ưu điểm lớn [6]:

- + Khử nhiễu từ môi trường: Vì nhiễu từ chung ảnh hưởng như nhau lên cả hai cảm biến nên bị triệt tiêu khi lấy hiệu.



+ Tăng độ nhạy: Do điện áp hiệu tăng gấp đôi so với một cảm biến đơn.

+ Ổn định theo nhiệt độ: Vì hai cảm biến cùng chịu tác động nhiệt, nên sai lệch do nhiệt được bù trừ tự nhiên.

- Tính toán góc quay tuyệt đối:

Hai tín hiệu đầu ra V_x và V_y sau khi được khuếch đại và số hóa (ADC) sẽ đại diện cho hai thành phần vuông góc của véc-tơ từ trường tại tâm chip.

Mạch xử lý bên trong cảm biến tính toán góc quay tuyệt đối của trục nam châm dựa trên:

$$\theta = \text{atan2}(V_y, V_x)$$

Công thức này cho kết quả góc liên tục từ 0° đến 360° , và vì nó phụ thuộc vào tỉ số V_y/V_x , nên hầu như không bị ảnh hưởng bởi biên độ tổng thể của từ trường B [7].

- Chuyển đổi và truyền dữ liệu:

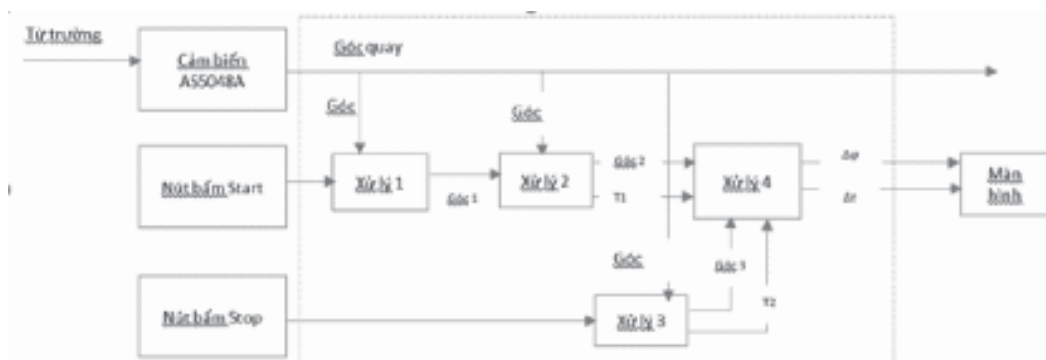
Sau khi tính toán, góc θ được chuyển đổi thành dữ liệu số 14 bit, tương ứng với:

$$\text{Độ phân giải} = \frac{360^\circ}{2^{14}} = 0,0219^\circ$$

Dữ liệu này được truyền ra qua giao tiếp SPI hoặc I2C, có thể đọc trực tiếp bằng vi điều khiển (STM32).

Cảm biến cũng tích hợp bit kiểm tra lỗi (Parity Bit) giúp phát hiện sai sót trong quá trình truyền dữ liệu [8].

- Nguyên lý đo góc và thời điểm kích nổ bằng cảm biến AS5048 và vi điều khiển STM32:



Hình 5. Sơ đồ nguyên lý đo góc và thời điểm kích nổ

* Mục đích:

Đo thời gian từ lúc trục chính cụm đồng hồ quay (thời điểm t_1) tới lúc kim hỏa phát hỏa (thời điểm t_2). Từ đó, ta tính được thời gian hẹn giờ $\Delta t = t_2 - t_1$.

* Phương pháp đo như sau:

Nam châm được cố định lên trục chính cụm đồng hồ và cảm biến từ trường AS5048A cố định trên nắp chụp của thiết bị đo. Khoảng cách từ cảm biến từ trường đến nam châm không quá 2 mm. Trước khi tiến hành đo thời

gian hẹn giờ, ta bấm nút “Start”, khi này cảm biến sẽ cảm nhận được góc φ_1 và thời điểm t_1 . Các tín hiệu này sẽ được đưa vào trong bộ vi điều khiển STM32 (khối xử lý 1 trong sơ đồ). Khi đồng hồ bắt đầu làm việc, trục chính quay, cảm biến sẽ bắt tín hiệu góc φ_2 và thời điểm t_1 , tín hiệu đưa vào khối xử lý 2 trong sơ đồ. Khi này bắt đầu so sánh nếu như $|\varphi_2 - \varphi_1| \geq 0,17^\circ$ thì xác định trục chính bắt đầu quay. Trục chính tiếp tục quay, bộ điều khiển tiếp tục ghi nhận giá trị góc lệch, tới khi kim hỏa được giải phóng. Kim hỏa lao xuống tác động trực tiếp vào công tắc hành trình “Stop”, cảm biến đo được tín hiệu góc φ_3 và thời điểm t_2 đưa vào khối xử lý 3. Khối xử lý 4 sẽ tính toán được góc quay của trục chính là $|\varphi_3 - \varphi_1|$ và thời gian đo được là $t_2 - t_1$. Sau đó tín hiệu sẽ được hiển thị lên màn hình OLED.

2.2. Thiết kế, chế tạo thiết bị đo thời gian hẹn giờ

2.2.1. Yêu cầu kỹ thuật cơ bản đối với các phần tử của thiết bị đo

Cụm đồng hồ có cấu trúc nhỏ, thời điểm đo bắt đầu và kết thúc chuyển động gắn liền với trục thiết bị và kim hỏa nằm bên trong cụm, do đó khó khăn trong việc bố trí các loại cảm biến có kích thước to, công kênh hay quá trình đo phức tạp. Từ đó, ta lựa chọn được các thiết bị đo phù hợp như sau:

*** Đối với cảm biến AS5048A:** Cảm biến từ trường sử dụng nguyên lý Hall, nam châm được cố định chắc chắn trên trục chính cụm hẹn giờ, còn cảm biến và khối xử lý tín hiệu được gắn trên nắp chụp của thiết bị, khi đo tín hiệu không ảnh hưởng tới hoạt động độc lập của cụm hẹn giờ.

*** Đối với bộ điều khiển:** Thiết bị hẹn giờ đòi hỏi chính xác rất cao trong việc tính

toán giải phóng kim hỏa. Do đó, ta lựa chọn dòng STM32, tốc độ xử lý lên tới 72MHz đảm bảo xử lý tín hiệu tốc độ cao, đồng thời STM32 có hỗ trợ đủ các ngắt cần thiết cũng như các kiểu truyền thông để giao tiếp với cảm biến AS5048A, màn hình OLED.

*** Đối với công tắc hành trình:** Công tắc sử dụng trong thiết bị là loại công tắc loại nhỏ nhất cùng dòng 6mm, có thể đặt trong thân của thiết bị hẹn giờ để lấy tín hiệu giải phóng kim hỏa, từ đó đưa vào khối xử lý.

*** Đối với màn hình hiển thị:** Màn hình lựa chọn cũng là loại nhỏ gọn có thể bố trí phù hợp trên khối thiết bị.

*** Đối với pin:** Sử dụng pin 1500mAh có thể đáp ứng thiết bị hoạt động liên tục trên 3h đồng hồ, đồng thời nó có kích thước nhỏ gọn có thể cố định trong thiết bị xử lý tín hiệu.

Để đáp ứng yêu cầu về độ chính xác của thiết bị đo, yêu cầu thông số chính của cảm biến AS5048 như sau:

- Độ phân giải của cảm biến là $0,0219^\circ$;
- Độ chính xác đo góc của thiết bị: $\pm 0,5^\circ$;
- Sai lệch thời gian tính thời điểm t_1 là 51 ms;
- Thời gian giữa các lần đo góc liên tục của STM32 lấy từ cảm biến AS5048 là 70 ms.

2.2.2. Thiết kế, chế tạo thiết bị

Thiết bị đo góc và thời gian hẹn giờ gồm cụm mạch xử lý tín hiệu, nắp chụp, thân, công tắc hành trình.

- Cụm mạch xử lý tín hiệu gồm có:
 - + Màn hình hiển thị OLED (dài $\times$ rộng): (25 $\times$ 15) mm; Nguồn 5V; cổng giao tiếp: I2C. 

+ Cảm biến AS5048A:

- ✓ Độ phân giải: 14-bit;
- ✓ Độ chính xác góc: $0,0219^\circ$ LSB;
- ✓ Phạm vi đo: $(0 - 360)^\circ$;
- ✓ Nguồn điện: $(3 - 5,5)V$;
- ✓ Cảm biến: Hall Effect (từ tính);
- ✓ Từ trường yêu cầu: 30 mT – 70 mT.

+ Vi điều khiển STM32F103C8T6:

- ✓ Kiến trúc: ARM Cortex-M3, 32-bit;
- ✓ Tần số tối đa: 72 MHz;
- ✓ Bộ nhớ Flash: 64 KB;
- ✓ SRAM: 20 KB;
- ✓ ADC: 2×12 -bit, 10 kênh (Đo tín hiệu analog);
- ✓ Nguồn điện: $(2 - 3,6)V$.

- Nắp chụp:

+ Kích thước bao (đường kính $\times$ chiều dài): (55×44) mm;

+ Trọng lượng: 87 (g).

- Thân:

+ Kích thước (đường kính $\times$ dày): (6×2) mm.

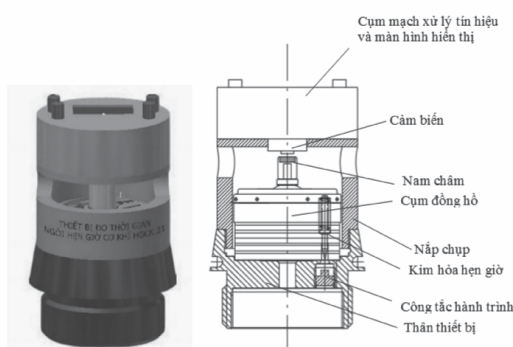
+ Trọng lượng: 113 (g).

- Công tắc hành trình:

+ Đường kính nút: 6 mm.

+ Điện áp: 250VAC/1A, 125VAC/3A.

+ Công tắc dạng nút nhấn.



Hình 6. Mô hình thiết bị đo thời gian hẹn giờ



Hình 7. Thiết bị đo thời gian hẹn giờ thiết bị hẹn giờ gây nổ cơ khí HGCK.21 qua chế tạo

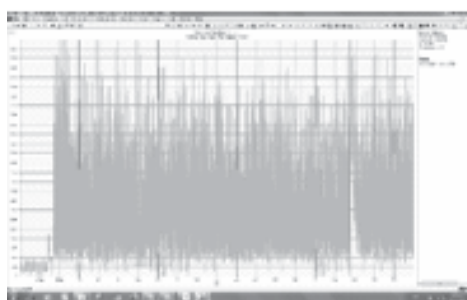
3. KẾT QUẢ ĐO THỰC TẾ

Tiến hành đo thực tế cụm đồng hồ thiết bị hẹn giờ gây nổ cơ khí HGCK-21 do đề tài nghiên cứu thiết kế và chế tạo tại Viện Công nghệ và Nhà máy Z129/Tổng cục Công nghiệp quốc phòng. Thực hành đo ở hai trạng thái.

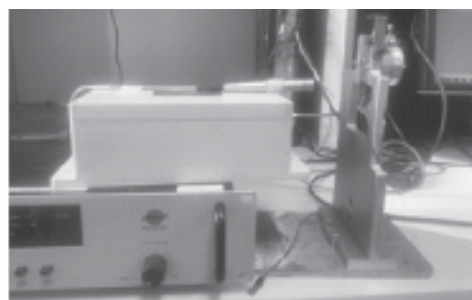
a) Trạng thái tĩnh: Đặt thời gian hẹn giờ 7 giây bằng đồ gá chuyên dụng; lắp cụm đồng hồ vào thiết bị đo, giải phóng chốt ly tâm; cụm đồng hồ làm việc khi đó khóa ly tâm chuyển động trong khoang chống vòng giữ cốt; hết thời gian hẹn giờ, kim hỏa phát hỏa, cụm đồng hồ dừng hoạt động; thiết bị đo thời gian ghi nhận và hiển thị thời gian làm việc của cụm đồng hồ. Khi thử ở trạng thái tĩnh, nhóm đề tài đã sử dụng thêm một thiết bị ghi âm độc lập, ghi lại âm thanh phát ra từ thanh lắc va chạm với bánh răng 1.1 trong suốt quá trình làm việc đến khi kim hỏa phát hỏa. Thời gian phát ra âm thanh thu được cũng chính là thời gian thực tế làm việc của cụm đồng hồ. So sánh kết quả đo của hai phương pháp cho ra kết quả tương đương. Điều đó khẳng định phương pháp, thiết bị đo thời gian hẹn giờ làm việc tin cậy, có thể sử dụng để thực hiện các phép đo tiếp theo.

* Kết quả đo ở trạng thái tĩnh, khi đặt thời gian hẹn giờ 7 giây:

TT	Thiết bị đo/ Phương pháp	Thời gian hẹn giờ	Kết quả (giây)			Ghi chú
			Lần 1	Lần 2	Lần 3	
1	Thiết bị đo thời gian hẹn giờ/ trạng thái tĩnh	7 giây	6,98	7,01	7,02	Sai số giữa hai thiết bị: 0,01 giây
2	Đo bằng phương pháp ghi âm sử dụng Microphone đo lường Brüel & Kjær/ trạng thái tĩnh		6,99	7,00	7,01	



Kết quả đo



Thiết bị đo Micro

Hình 8. Kết quả thử nghiệm đo bằng phương pháp ghi âm sử dụng Micro đo lường Brüel & Kjær của Viện Đo lường Việt Nam

b) Trạng thái quay ly tâm: Đặt thời gian cho cụm đồng hồ 60 giây bằng đồ gá đặt giờ chuyên dụng; lắp cụm đồng hồ vào thiết bị đo hẹn giờ; khởi động thiết bị; lắp thiết bị vào máy quay ly tâm, đặt tốc độ quay $\omega = 2.500$ vòng/phút. Nhờ tốc độ quay của thiết bị ly tâm, các cơ cấu bảo hiểm của cụm đồng hồ được giải phóng, cụm đồng hồ làm việc. Thiết bị đo thời gian tự động đo, tính toán và lưu trữ kết quả đo.

Kết thúc thời gian đo, dừng máy quay ly tâm, tháo thiết bị đo ra khỏi máy ly tâm, quan sát đồng hồ hiển thị, ghi lại số liệu thời gian. Khi đo trong trạng thái ly tâm không thể sử dụng phương pháp đo bằng âm thanh như trong trạng thái tĩnh.

* Kết quả đo ở trạng thái quay ly tâm, khi đặt thời gian hẹn giờ 60 giây:

TT	Thiết bị đo/ Phương pháp	Thời gian hẹn giờ	Kết quả (giây)			Ghi chú
			Lần 1	Lần 2	Lần 3	
1	Thiết bị đo thời gian hẹn giờ/ trạng thái quay ly tâm	60 giây	60,33	60,19	60,21	



Kết quả đo thực tế cho thấy, thiết bị làm việc tin cậy, ổn định. Độ chính xác đáp ứng yêu cầu khi đo cụm đồng hồ thiết bị hện giờ gây nổ cơ khí. Thiết bị cho phép sử dụng trong quá trình triển khai đề tài nghiên cứu, sửa chữa, chế tạo mới các loại thiết bị hện giờ gây nổ cơ khí.

4. KẾT LUẬN

Đo thời gian hện giờ của thiết bị hện giờ gây nổ cơ khí nói chung và thiết bị hện giờ gây nổ HGCK-21 nói riêng là lĩnh vực đặc thù, hiện trong nước chưa có phương pháp và thiết bị kiểm tra. Bài báo đã mô tả, phân tích nguyên lý hoạt động của cụm đồng hồ thiết bị hện giờ gây nổ cơ khí, làm cơ sở xây dựng phương pháp đo thời gian hoạt động của cụm đồng hồ đảm bảo chính xác, khách quan. Đã đề xuất phương án đo kiểm, tính toán thiết kế thiết bị đo thời gian hoạt động của cụm đồng hồ phù hợp với điều kiện thực tế nghiên cứu, thử nghiệm sản phẩm trong nước.

Kết quả nghiên cứu đã chế tạo 01 thiết bị đo thời gian hoạt động của cụm đồng hồ cho phép áp dụng trong triển khai đề tài nghiên cứu cũng như ứng dụng trong sản xuất, sửa chữa thiết bị hện giờ gây nổ cơ khí sau này. Thiết bị đã được sử dụng thực tế cho độ chính xác và tin cậy.

Lời cảm ơn:

Nghiên cứu này được tài trợ bởi đề tài cấp Bộ Quốc phòng. Tác giả xin cảm ơn Viện Công nghệ, Tổng cục Công nghiệp quốc phòng, Học viện Kỹ thuật quân sự đã hỗ trợ thời gian, phương tiện và cơ sở vật chất cho nghiên cứu này. ❖

Ngày nhận bài: **01/11/2025**

Ngày phản biện: **12/11/2025**

Tài liệu tham khảo:

- [1]. AMS AG, “AS5048A 14-bit Rotary Position Sensor with SPI Interface – Datasheet”, Version 1.0, ams AG, 2016.
- [2]. STMicroelectronics, “STM32F103x8 Datasheet – Medium-density performance line ARM®-based 32-bit MCU”, Rev. 18, STMicroelectronics, 2023.
- [3]. Edwin H. Hall, “On a New Action of the Magnet on Electric Currents”. American Journal of Mathematics, 1879.
- [4]. “Hall Effect – Definition, Formula, Applications”, Byju’s Physics (2023).
- [5]. “AS5048A – 14-bit Magnetic Rotary Encoder Datasheet”, ams OSRAM AG, 2021.
- [6]. “Application Note: Magnet Selection Guide for Rotary Magnetic Sensors”, ams OSRAM AG, 2022.
- [7]. “Understanding Sin/Cos Output Magnetic Encoders”, ams Technical Note, 2019.
- [8]. “AS5048A Datasheet”, Section “Data Transmission and Parity Bit Check”, ams OSRAM AG.