

GIẢI PHÁP TẠO THỜI GIAN TRỄ HAI VỤ NỔ TRÊN ĐẦU ĐẠN TANDEM DÙNG MẠCH GIỮ CHẬM

RESEARCH THE SOLUTIONS OF USING ELECTRIC CIRCUITS IN ORDER TO DETONATE THE TANDEM-TYPE WARHEADS OF ANTI-TANK GUIDED MISSILES

Phạm Thành Vinh, Phạm Đức Hùng, Phạm Xuân Quyền
Học viện Kỹ thuật Quân sự

TÓM TẮT

Nội dung bài báo trình bày về giải pháp sử dụng mạch giữ chậm cho ngòi đạn xuyên lõm kiểu tandem của đạn phản lực chống tăng có điều khiển. Quá trình phân tích, đánh giá phương án sử dụng mạch điện tử được thực hiện trên phần mềm thiết kế và mô phỏng nguyên lý mạch Proteus, với sự hỗ trợ của phần mềm ta có thể xác định ra các bộ giá trị của những tham số làm việc của mạch điện tử. Trên cơ sở đó có thể tối ưu hóa được phương án giữ chậm điện tử, đáp ứng tốt yêu cầu đảm bảo thời gian giữ chậm.

Từ khóa: Giữ chậm; Kích nổ; Đạn tandem; Ngòi đạn.

ABSTRACT

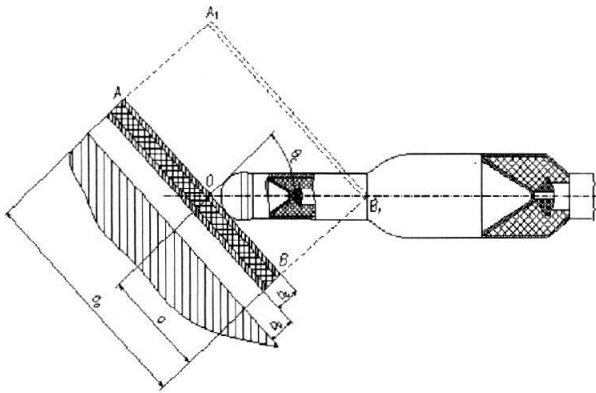
The article will be discussing on several methods of using electric circuits to ensure the delayed time between two stages of detonation of tandem-style shaped-charge projectiles of anti-tank guided missiles. The process of analyzing and judging different methods of using electric circuits is performed on Proteus – a software used for designing and simulating the principles of electric circuits, and with the support of the software, we can determine the value sets of the variables working in the circuits. Base on those variables, we can select the suitable solution of using circuit to ensure the delayed time between two explosion of tandem-style shaped-charge projectiles of anti-tank guided missiles.

Keywords: Keep slow; Detonate; Tandem; Anti-tank missile.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Với đầu đạn tandem, để đạt được uy lực cần thiết tại mục tiêu có giáp phản ứng nổ thì liều nổ chính phải nổ sau liều nổ sơ cấp một khoảng thời gian thích hợp – được gọi là thời

gian giữ chậm (t_{gc}) giữa hai vụ nổ [1, 2] (Hình 1). Do đó, các đầu đạn tandem dùng ngòi có giữ chậm phù hợp. Có một số giải pháp đảm bảo thời gian giữ chậm giữa hai vụ nổ như: sử dụng khoảng cách vật lý, liều thuốc giữ chậm, mạch điện tử...



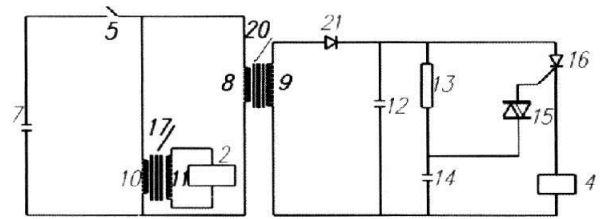
Hình 1. Sơ đồ nguyên lý tác dụng của đầu đạn tandem và thời gian giữ chậm:
1- Mục tiêu; 2- Giáp phản ứng nổ; 3- Đầu đạn xuyên lõm tandem.

Đối với đạn có điều khiển, quá tải tác dụng lên các chi tiết không lớn và có thể sử dụng được nguồn nuôi có sẵn thì giải pháp giữ chậm bằng một mạch điện là phù hợp. Trong bài báo này sẽ trình bày các kết quả nghiên cứu, xây dựng phương án giữ chậm bằng mạch điện tử, sử dụng công cụ thiết kế - mô phỏng mạch điện tử Proteus để khảo sát các tham số làm việc và đặc tính của mạch điện tử, từ đó lắp ráp, chế thử và thử nghiệm trong điều kiện phòng thí nghiệm.

2. XÂY DỰNG NGUYÊN LÝ MẠCH GIỮ CHẬM

Mạch giữ chậm dựa trên nguyên lý R-C (kết hợp giữa điện trở và tụ điện để tạo độ trễ thời gian). Đạn sử dụng ngòi nổ tụ điện gồm hai mạch nổ độc lập, một mạch nổ cùng các hệ thống chủ yếu của ngòi được đặt trong liều nổ sơ cấp. Mạch nổ thứ hai cùng hệ thống bảo hiểm sẽ đặt tại liều nổ chính, hai mạch nổ này đều có xung kích thích là xung điện áp.

Theo sơ đồ khối giữ chậm hình 2, khi chuẩn bị phóng, tụ điện C7 được nạp đầy điện áp từ nguồn điện bên ngoài.



Hình 2. Sơ đồ mạch tạo thời gian giữ chậm dùng cho ngòi đạn tandem:

- 2- Kíp nổ của liều sơ cấp; 4- Kíp nổ của liều thứ cấp; 5- Công tắc;
- 7- Nguồn điện; 8, 9 - Các cuộn cảm của máy biến áp 20; 10, 11- Các cuộn cảm của máy biến áp số 17; 12,14 - Tụ điện;
- 13 - Điện trở; 15 - Diac; 16, 21- Diốt.

Khi chạm mục tiêu, cảm biến chịu tác động của phản lực từ mục tiêu, khoá 5 sẽ đóng mạch điện, tụ điện C7 sẽ phóng điện, năng lượng điện gây ra các tác động đồng thời như sau:

- Năng lượng điện được khuếch đại công suất tại máy tăng áp 17 và kích nổ mạch nổ 1 cùng liều nổ sơ cấp 2, dòng xuyên sơ cấp phá huỷ hoàn toàn giáp phản ứng nổ.

- Đồng thời, khi khoá 5 đóng mạch thì năng lượng điện sẽ được khuếch đại tại máy tăng áp 20 và qua diot 21 nạp năng lượng cho tụ C12 theo chiều như hình vẽ 2, sau đó tụ C12 phóng điện qua mạch RC (R13, C14) là mạch vi phân tạo xung dao động là xung kim.

Thyristor 16 có cực điều khiển G được nối ra từ bán dẫn loại P gắn katốt, nên xung điều khiển tác động vào cực điều khiển G phải là xung dương và xung dương này có biên độ cực đại thì thyristor sẽ được thông hoàn toàn.

Do sử dụng DIAC 15, ban đầu xung điện qua nó là xung âm, tức là tại cực điều khiển G của thyristor 16 sẽ có điện áp âm, nên 16 đóng không cho dòng điện chạy qua. Sau một thời gian bằng chu kỳ dao động của xung kim thì xung điện áp qua DIAC là xung dương với biên độ cực đại nên thyristor 16 được thông (mở) hoàn toàn.



Thời gian giữ chậm giữa vụ nổ liều sơ cấp và vụ nổ liều chính của đạn tandem bằng chu kỳ dao động của xung kim (τ) trong mạch R-C.

Từ những lập luận và phân tích trên, đòi hỏi mạch vi phân RC, ban đầu nó phải tạo ra xung dao động là xung âm.

Sau khoảng thời gian giữ chậm theo yêu cầu (chu kỳ dao động của xung kim), xung kim là xung dương với biên độ cực đại sẽ qua DIAC 15 tác động vào cực điều khiển G của 16 và kích mở cho thiristor 16 thông hoàn toàn, dòng điện chạy qua nó và hai cực của kíp nổ phóng điện trong mạch nổ thứ 2 của ngòi nổ sẽ có điện áp theo yêu cầu. Kíp nổ phóng điện kích nổ hoàn toàn liều nổ chính tại thời điểm tối ưu và liều chính của đạn tandem sẽ phát huy uy lực cao nhất tiêu diệt hoàn toàn mục tiêu.

Thời gian giữ chậm giữa hai vụ nổ của mạch giữ chậm RC như trên được xác định theo công thức:

$$\tau = k_{in} \cdot RC \tag{1}$$

Trong đó:

- k_{in} : hệ số thực nghiệm và $k_{in} = 0,7$;
- R: điện trở, Ω ;
- C: điện dung của tụ điện, F;

Từ công thức (1), ta thấy việc điều chỉnh và thay đổi thời gian giữ chậm có thể thực hiện nhờ vào thay đổi giá trị của điện trở R13 và điện dung của tụ điện C14. Điện dung của tụ điện C14 cỡ micro Fara (μF).

Chẳng hạn với các giá trị $C14 = 15\mu F$ và $R13 = 30\Omega$, thì thời gian giữ chậm giữa hai vụ nổ sẽ được xác định:

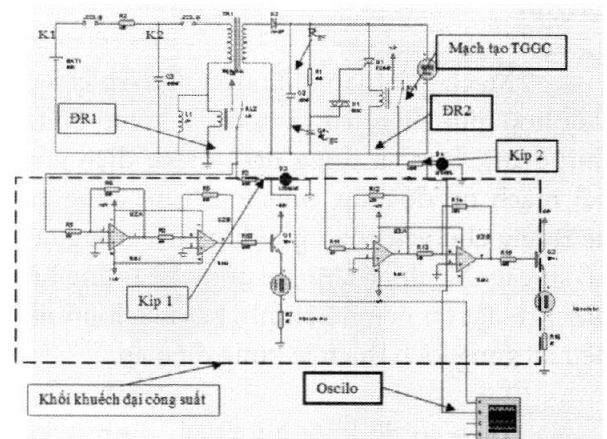
$$T_{gc} = \tau = k_{in} \cdot R13 \cdot C14 = 0,7 \cdot 30 \cdot 15 \cdot 10^{-6} = 3,15 \cdot 10^{-4} s = 315\mu s$$

Đối với các đạn tandem như Konkurs-M (Nga), 9M14M-2T (Serbia), theo tính toán của các tác giả, thời gian giữ chậm yêu cầu là khoảng $200 \div 450 \mu s$. Sử dụng công thức (1), có thể chọn ra các cặp giá trị R-C thỏa mãn yêu cầu về thời gian giữ chậm cho trước đối với từng đầu đạn.

3. XÂY DỰNG NGUYÊN LÝ MẠCH GIỮ CHẬM ĐIỆN TỬ R-C CÓ KHUẾCH ĐẠI CÔNG SUẤT

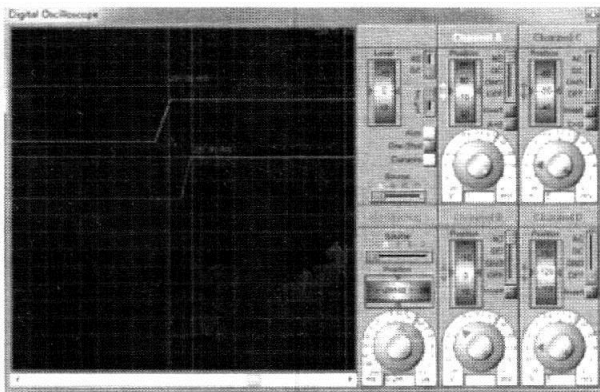
Đối với mạch giữ chậm, ngoài việc đảm bảo thiết đặt đúng thời gian giữ chậm như mong muốn còn phải đảm bảo công suất kích hoạt ống nổ, và do đó cần phải có thêm bộ phận khuếch đại công suất. Ta đi xem xét sơ đồ mạch giữ chậm R-C có khuếch đại công suất như Hình 3.

Trong sơ đồ này, mạch tạo thời gian giữ chậm là mạch R-C với nguyên lý đã được thể hiện ở hình 2 với tham số chính để tạo ra thời gian giữ chậm là R_{gc} và C_{gc} , tín hiệu đầu ra của mạch này gồm ĐR1 và ĐR2 được đưa qua khối khuếch đại công suất sau đó được đưa đến để đốt kíp nổ đầu nổ phụ (kíp 1) và kíp nổ đầu nổ chính (kíp 2).



Hình 3. Sơ đồ mạch giữ chậm R-C có khuếch đại công suất.

Khi phóng đạn lúc này khóa K1 đóng, tụ điện C3 được nạp đầy, do khóa K2 vẫn hở nên các role 1 và 2 chưa đóng dẫn đến chưa có dòng điện chạy qua để đốt kíp. Khi tên lửa chạm mục tiêu lúc này khóa K2 đóng làm thông mạch, các tín hiệu đầu ra được khuếch đại và đưa vào đốt các kíp 1 và kíp 2 với độ trễ thời gian được xác định trên màn hình Osilo ở hình 4.



Hình 4. Màn hình Osilo trên phần mềm mô phỏng khi tên lửa (đạn) chạm mục tiêu

Dựa vào biểu đồ điện áp trên Osilo ta xác định được thời gian từ khi đạn chạm mục tiêu đến khi phóng điện đốt kíp số 1 (T1) và kíp số 2 (T2) ta xác định được thời gian giữ chậm: $T_{gc} = 297,93 - 297,66 = 0,27 \text{ ms} = 270 \mu\text{s}$. Giá trị T_{gc} xác định được hoàn toàn đáp ứng được yêu cầu đảm bảo kích nổ đầu đạn xuyên lôm tandem tại mục tiêu đạt hiệu quả tiêu diệt mục tiêu là cao nhất.

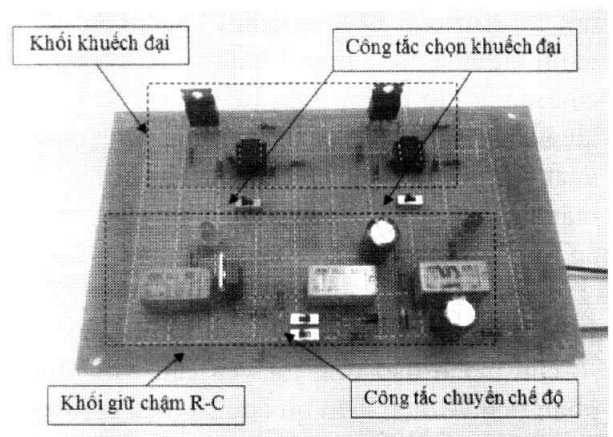
4. CHẾ THỬ VÀ THỬ NGHIỆM

Nhóm nghiên cứu đã chế thử, thử nghiệm nhiều lần và đi đến được một kết cấu phù hợp (Hình 5). Mạch giữ chậm R-C đơn thuần và mạch có khuếch đại chỉ khác nhau ở bộ khuếch đại công suất nên để thuận tiện trong việc chế thử và tiết kiệm chi phí, ta sẽ chế thử hai phương án này trên cùng một bảng mạch điện và hai phần này sẽ được đóng hay ngắt với

nhau thông qua các công tắc chuyển mạch. Mỗi giải pháp giữ chậm sẽ có 2 chế độ để đối chứng khả năng làm việc:

- Chế độ thứ nhất: khi đóng mạch điện (tương ứng với đạn chạm mục tiêu) thì 2 đèn led sẽ sáng trễ pha nhau bằng khoảng thời gian giữ chậm mong muốn ($200 \div 450 \mu\text{s}$), khi quan sát bằng mắt thường sẽ thấy 2 đèn led gần như sẽ sáng đồng thời do thời gian trễ là rất nhỏ;

- Chế độ thứ hai: khi đóng mạch điện (tương ứng với khi tên lửa chạm mục tiêu) thì 2 đèn led sẽ sáng trễ pha nhau một khoảng thời gian đủ lớn (cỡ vài giây) để mắt thường có thể phân biệt được độ trễ này.



Hình 5. Mạch giữ chậm điện tử R-C sau khi chế thử

Trong mạch giữ chậm điện tử như hình 5, các công tắc chuyển chế độ giúp ta chọn chế độ thứ nhất (giữ chậm μs) hoặc chế độ thứ hai (giữ chậm 1s). Các công tắc chọn khuếch đại cho phép ta lựa chọn thử nghiệm hoạt động của mạch giữ chậm R-C đơn thuần hay mạch giữ chậm R-C có khuếch đại công suất. Mạch điện có sẵn các đầu chờ để có thể thử nghiệm đốt kíp nổ nếu cần.

Mạch giữ chậm được kiểm tra và đánh giá hoạt động của hai phương án, mỗi phương

án hoạt động theo hai chế độ mà phương án chế thử đã đề xuất. Qua thử nghiệm thực tế cho thấy mạch giữ chậm điện tử đảm bảo hoạt động đúng theo thiết kế ban đầu đã đặt ra.

4. KẾT LUẬN

Trong nghiên cứu này đã xây dựng được sơ đồ nguyên lý, chức năng và kết cấu của mạch giữ chậm, nhờ sự hỗ trợ của công cụ mô phỏng số trên phần mềm Proteus đã giúp giải quyết vấn đề một cách đơn giản và hiệu quả. Qua khảo sát cho thấy, để hoàn thiện được phương án sử dụng mạch điện R-C, không chỉ cần chú trọng vào việc tìm ra những tham số của linh kiện để thiết lập được thời gian giữ chậm theo yêu cầu mà còn phải đáp ứng được công suất đốt kịp tin cậy. Ở khía cạnh khác, cần có sự đánh giá khả năng hiện thực hóa sơ đồ kết cấu của mạch giữ chậm điện tử nói trên với điều kiện công nghệ hiện có trong nước cũng như đề xuất các phương án cải tiến, khắc phục những mặt hạn chế và nâng cấp chức năng của phương án thiết kế này.

Ở phạm vi thử nghiệm tĩnh, các thông số của mạch đáp ứng tốt yêu cầu, với những phân tích về điều kiện quá tải và điện áp nguồn ở trên, mạch có thể đáp ứng được yêu cầu khi gắn vào ngòi với những bổ sung về bảo vệ và chống sốc, chống nhiễu của vụ nổ liều sơ cấp. Kết quả khảo sát, nghiên cứu có thể giúp lựa chọn ra các thông số làm việc phù hợp cho mạch giữ chậm kích nổ các đầu đạn tandem khác nhau. ❖

Ngày nhận bài: **25/12/2020**

Ngày phản biện: **05/3/2021**

Tài liệu tham khảo:

- [1]. Jack brothers (2002), Tandem Effect Antitank projectile, US Parttern.
- [2]. Tian Sheng Zhou (1996), Summary of tandem energy focusing explosive warhead technologies.
- [3]. Garrett Birkhoff, Duncan P. MacDougall, Emerson M. Pugh và Sir Geoffrey Taylor (1948), Explosives with Lined Cavities, J. Appl. Phys. 19, 563, doi: 10.1063/1.1698173.
- [4]. Eser Gürel (2009), Modeling and Simulation of Shaped Charges, Department of Mechanical Engineering, Middle East Technical University.