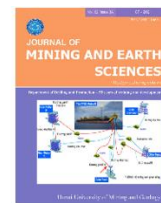




Journal of Mining and Earth Sciences

Website: <http://jmes.humg.edu.vn>



Optimization of control power sources and island driver system design for remotely operated vehicle (ROV)



Vinh Duc Le ^{1,*}, Giap Ba Le ², Tuan Thanh Nguyen ¹, Dung Anh Hoang ¹, Duyen Quang Le ¹

¹ Hanoi University of Mining and Geology, Hanoi, Vietnam

² Joint Venture Vietsovpetro, Ba Ria – Vung Tau, Vietnam

ARTICLE INFO

Article history:

Received 21st Feb. 2021

Revised 24th May 2021

Accepted 14th June 2021

Keywords:

Diving equipment,
Flip-Flop electronic circuit,
IC 74LS74,
Reverse steering,
ROV control.

ABSTRACT

Remotely Operated Vehicle (ROV) diving equipment system is an important device in oil and gas exploration and production, especially in the conditions of working in deep and complex water. By design, the ROV Panther Plus 932 has not reverse steering function, limited visibility and difficult operation. To overcome that shortcoming, the authors have studied and fabricated an electronic circuit to take charge of the power reversing function on the Joystick with a function button and a Forward/Revert status indicator light. After adjusting, designing, controlling the ROV in the opposite direction, there is no need to turn the head, avoid twisting, burning cables, getting caught in obstacles or being caught up in the ROV during work, increasing cable life.

Copyright © 2021 Hanoi University of Mining and Geology. All rights reserved.

*Corresponding author

E - mail: leducvinh@humg.edu.vn

DOI: 10.46326/JMES.2021.62(3a).10



Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Mỏ - Địa chất

Trang điện tử: <http://tapchi.humg.edu.vn>



Tối ưu hóa nguồn điện điều khiển và thiết kế đảo chiều hệ thống lái cho thiết bị lặn khảo sát ngầm ROV

Lê Đức Vinh ^{1,*}, Lê Bá Giáp ², Nguyễn Thanh Tuấn ¹, Hoàng Anh Dũng ¹, Lê Quang Duyến ¹

¹ Trường Đại học Mỏ-Địa chất, Hà Nội, Việt Nam

² Liên doanh Việt - Nga Vietsovpetro, Bà Rịa - Vũng Tàu, Việt Nam

THÔNG TIN BÀI BÁO

Quá trình:

Nhận bài 21/02/2021

Sửa xong 24/5/2021

Chấp nhận đăng 14/6/2021

Từ khóa:

Điều khiển ROV,

IC 74LS74,

Lái ngược,

Mạch điện Flip-Flop,

Thiết bị lặn.

TÓM TẮT

Hệ thống thiết bị lặn ROV (Remotely Operated Vehicle) là thiết bị quan trọng trong công tác thăm dò, khai thác dầu khí, đặc biệt trong điều kiện làm việc ở vùng biển nước sâu, phức tạp. Theo thiết kế, ROV Panther Plus 932 không có chức năng lái ngược (lái lùi), hạn chế tầm quan sát và khó khăn khi vận hành. Để khắc phục nhược điểm đó, các tác giả đã nghiên cứu chế tạo một mạch điện tử đảm nhận chức năng đảo nguồn trên bàn điều khiển (Joystick) có nút nhấn chức năng và đèn báo trạng thái Tiến/Lùi (Forward/Revert). Sau khi điều chỉnh, thiết kế, muốn điều khiển ROV đi theo hướng ngược lại, sẽ không cần phải quay đầu, tránh được hiện tượng xoắn, chày cáp, vướng vào chướng ngại vật hoặc cuốn vào ROV trong quá trình làm việc, tăng tuổi thọ của cáp.

© 2021 Trường Đại học Mỏ - Địa chất. Tất cả các quyền được bảo đảm.

1. Giới thiệu

Trong các công trình ngầm dầu khí, có những công trình mà độ sâu nước biển có thể lên tới hơn 100m. Để khảo sát, bảo dưỡng cũng như sửa chữa những công trình này biển này thì phương pháp người lặn gặp nhiều hạn chế, cho dù đó là những người thợ lặn giỏi nhất. Khi đó, những con robot lặn biển ROV (Remotely operated vehicle - thiết bị

được vận hành từ xa) đã được sử dụng mang lại rất nhiều ưu điểm cho công tác khảo sát đáy biển.

Ngoài ra, ROV còn được sử dụng trong việc quan sát, hỗ trợ thợ lặn trong quá trình làm việc: Đây là chế độ làm việc đơn giản nhất, được thực hiện bởi các camera, để quan sát tại một điểm hoặc di chuyển xung quanh một đối tượng (Seaeye Marine LTD., 2009). Hỗ trợ khảo sát đáy biển: kiểm tra trực quan và không phá hủy trước và sau khi lắp đặt đường ống, dây cáp, các công trình dưới đáy biển. Hỗ trợ khảo sát đường ống ngầm dưới biển: ROV được điều khiển đi dọc đường ống, để kiểm tra tình trạng của đường ống và các kết cấu đi kèm, kịp thời phát hiện các hư

*Tác giả liên hệ

E - mail: leducvinh@humg.edu.vn

DOI: 10.46326/JMES.2021.62(3a).10

hỏng như các điểm rò rỉ, dịch chuyển điểm treo ống (Palmer và King, 2008).

Một số ROV được trang bị bánh xích và lưỡi cày có chức năng đào rãnh, chôn các đường cáp điện và đường ống (Seaeeye Marine LTD., 2009).

2. Hạn chế của các ROV thế hệ cũ

Hầu như các dòng ROV cũ (từ năm 2009 trở về trước) không được trang bị tính năng lái nghịch, như dòng ROV Panther 911 của PTSC G&S, ROV workclass Diablo 09 của Vietsovpetro và các dòng ROV Comanche của công ty Hải Mã (Seahorse company),...

Khi không có chức năng lái nghịch, trong quá trình làm việc sẽ rất khó khăn, đòi hỏi người vận hành phải có kinh nghiệm mới xử lý được những việc khó hoặc trong không gian hẹp như chân đế giàn khoan, PLEM, xích neo tàu dầu.

Nhằm khắc phục nhược điểm đó, các tác giả tập trung nghiên cứu đảo nguồn cấp cho hai biển trở điều khiển X Axis và Y Axis trên bàn điều khiển (Joystick), TURN AXIS giữ nguyên vì khi lái lùi hay tiến việc quay trở là cùng chiều.

Từ đó, các tác giả đã nghiên cứu, chế tạo một mạch điện tử đảm nhận chức năng đảo nguồn cho X và Y Axis Joystick có nút nhấn chức năng và đèn báo trạng thái Forward/Revert.

Để đạt được mục đích trên, các tác giả đặt ra mục tiêu phát triển một mạch điện tử có khả năng lập trạng thái chuyển đổi ON/OFF bằng một nút nhấn không giữ khi kích hoạt. Nghĩa là, khi cấp nguồn mạch điện mạch sẽ cho ra một trạng thái ON hoặc OFF và giữ đấy, sau đó tác động vào nút nhấn (nhấn và nhả) mạch sẽ chuyển từ ON=>OFF hoặc ngược lại OFF=>ON. Việc chuyển trạng thái này sẽ kích hoạt hoặc tắt một relay tương ứng thao

tác chuyển mạch bằng công tắc chuyển mạch cơ khí thông thường.

3. Tối ưu hóa nguồn điện điều khiển

Các tác giả đã tối ưu hoá nguồn điện, thiết kế bo mạch cấp nguồn 5 VDC để cung cấp nguồn cho bo mạch lái đảo chiều hoạt động, vì nguồn chính của hệ thống không cung cấp nguồn 5 VDC. Ngoài ra, phương pháp thiết kế bo nguồn xung này đã thay thế cho nguồn sắt từ của hệ thống. Chúng ta có thể thiết kế ra các loại nguồn với điện thế khác nhau như 5 VDC, 12 VDC, 24 VDC, 36 VDC, 48 VDC,... phù hợp cho từng chức năng yêu cầu sử dụng của từng thiết bị nếu cải tiến, phát triển thêm chức năng cho ROV (Rashid, 2001). Cụ thể:

- Thay thế nguồn đặc chủng do hãng thiết kế và chế tạo bằng nguồn phổ thông có chức năng tương đương.

- Cấp độc lập nguồn cung cấp và nguồn điều khiển cho mỗi PSU (Power Supply Unit), (theo nhà máy chế tạo PSU#6 phụ muốn làm việc thì phải thông qua PSU#5 chính).

- Dùng nguồn độc lập PSU#6 cấp nguồn cho 2 camera lắp thêm vào ROV (không có trong thiết kế sẵn của nhà sản xuất).

Các tác giả không chỉ mua các PSU có bán sẵn trên thị trường, bổ sung vào hệ thống thay thế hàng đặc chủng, mà còn tự thiết kế, lắp ráp các PSU nguồn xung 5 VDC/2 A, để chạy board mạch ngoại vi theo yêu cầu và làm chủ công nghệ.

Sau khi nghiên cứu các thông số kỹ thuật (datasheet), các tài liệu hướng dẫn (Application note) từ các hãng uy tín sản xuất, chip IC (Integrated Circuit) uC3842 đã được các tác giả lựa chọn (Hình 1). Đây là dòng chip được chế tạo chuyên biệt cho bộ nguồn SMPS (Switching Mode Power Supply), có các tính năng chuẩn, đầy đủ



Hình 1. Hình ảnh thực tế uC3842 DIL-8 và loại SMD (surface - mount device - linh kiện dán).

Bảng 1. Chức năng nhiệm vụ của các cấu kiện trong IC 74LS74.

Số chân	Chức năng	Diễn giải
1	1CLR'	Xóa trạng thái flip flop số 1
2	1D	Ngõ vào dữ liệu Flip Flop số 1
3	CLK1	Xung nhịp flip-flop số 1
4	1SET'	Ngõ vào thiết lập flip-flop
5	1Q	Ngõ ra Flip Flop số 1
6	1Q'	Ngõ ra đảo Flip Flop số 1
7	GND	Ground – 0VDC
8	2Q'	Ngõ ra đảo Flip Flop số 2
9	2Q	Ngõ ra Flip Flop số 2
10	2SET'	Input SET pin for flip-flop
11	2CLK	Xung nhịp flip-flop số 2
12	2D	Ngõ vào dữ liệu Flip Flop số 2
13	2CLR'	Xóa trạng thái flip flop số 2
14	VCC	Nguồn nuôi

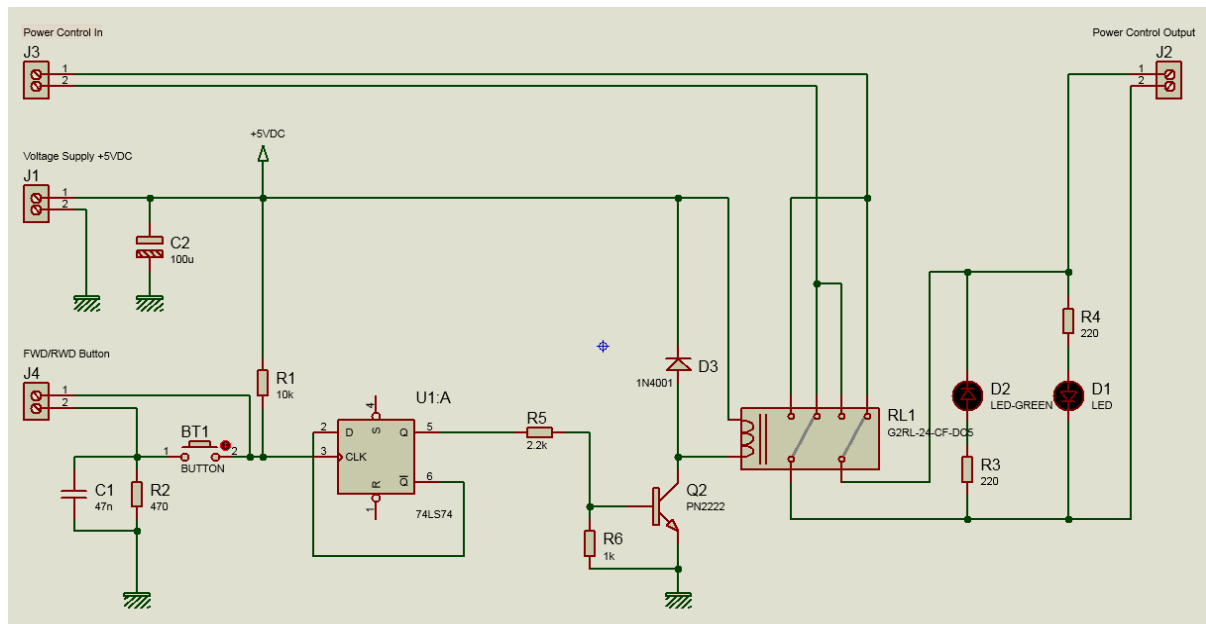
Các loại flip-flop này được phát triển theo thời gian, ngày càng hiện đại theo sự phát triển của

ngành điện tử. Từ ban đầu là flip-flop RS cho đến flip-flop T ngày nay.

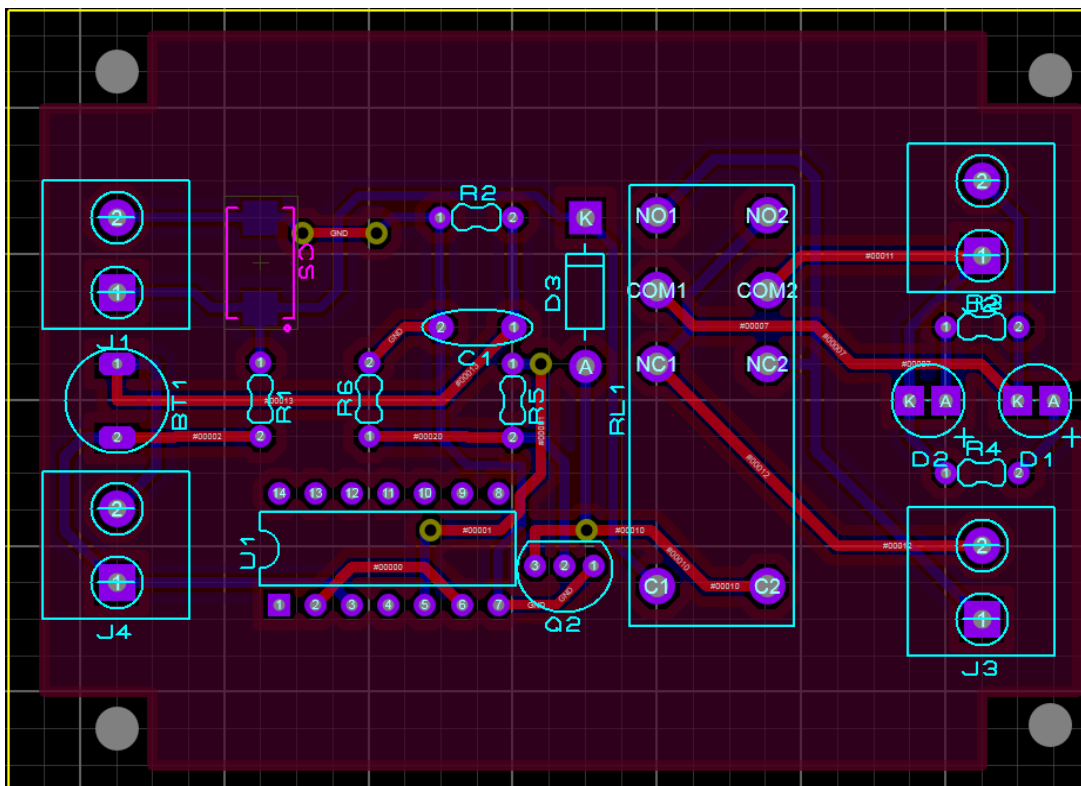
Trong nghiên cứu này, các tác giả không đi sâu phân tích về kỹ thuật điện tử, nên không bàn nhiều về các loại flip-flop, vì về cơ bản chúng tuy có cách thức hoạt động khác nhau nhưng có cùng một đặc tính chung là lưu giữ một trạng thái thông tin và sẽ thay đổi trạng thái ngược lại khi chịu một tác động từ ngõ vào (Vũ Quang Hồi, 2009).

Các tác giả đã lựa chọn mạch Flip-Flop loại D để sử dụng, vì nó khá đơn giản, đặc biệt đã được phát triển thành những vi mạch IC tích hợp cho thương mại dân dụng (Hình 5). Một trong những IC đó là 74LS74 (Hình 6), được sản xuất thương mại lần đầu bởi Motorola, có những đặc tính như sau:

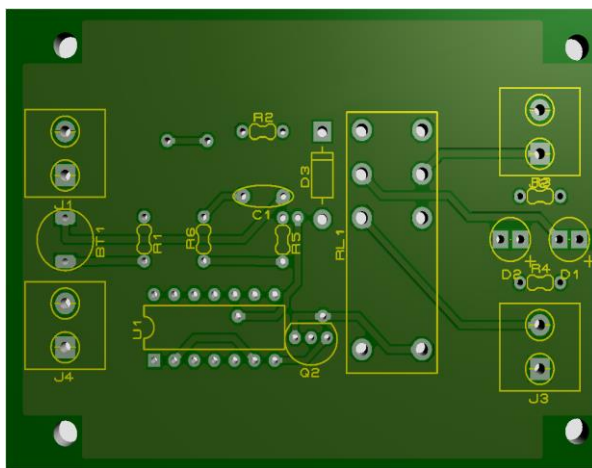
- Có 2 bộ mạch chức năng flip-flop D trong một vỏ đóng gói IC (Hình 7 và 8);
- Điện áp làm việc từ 4.5÷5.5 VDC;
- Mỗi bộ flip-flop có hai ngõ, có trạng thái đảo ngược nhau;
- Khả năng chống nhiễu tốt;
- Nhiệt độ làm việc từ 0÷70°C;
- Trạng thái OFF của ngõ vào tương ứng dưới 0.8 V và ON là từ 2 V;
- Trạng thái OFF ngõ ra tương ứng 0.



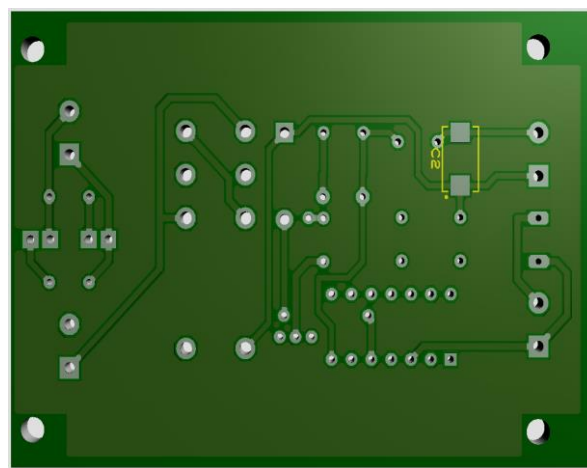
Hình 5. Sơ đồ mạch ứng dụng IC 74LS74: JB1- Đầu nối cấp nguồn nuôi 5VDC cho mạch (lấy từ OUTPUT bộ nguồn uC3842 – bộ nguồn ở mục 2.1); JB2-Đầu nối ngõ ra điện áp điều khiển Joystick nối vào Pin-1 và Pin-3 bộ biến trở lái thuận/ngịch; JB4- Đầu nối nút nhấn chuyển đổi chế độ lái thuận/ngịch.



Hình 6. Thiết kế PCB layout mạch ứng dụng IC 74LS74.



Hình 7. Mặt trên PCB mạch ứng dụng IC 74LS74.



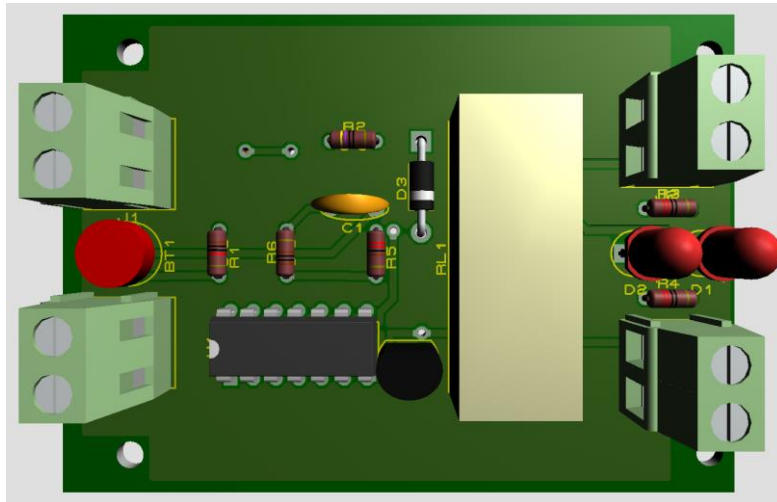
Hình 8. Mặt dưới PCB mạch ứng dụng IC 74LS74.

Chức năng từng chân của IC được mô tả trên Hình 4. Bộ mạch ứng dụng IC 74LS74 được lắp đặt như các Hình 9 và 10.

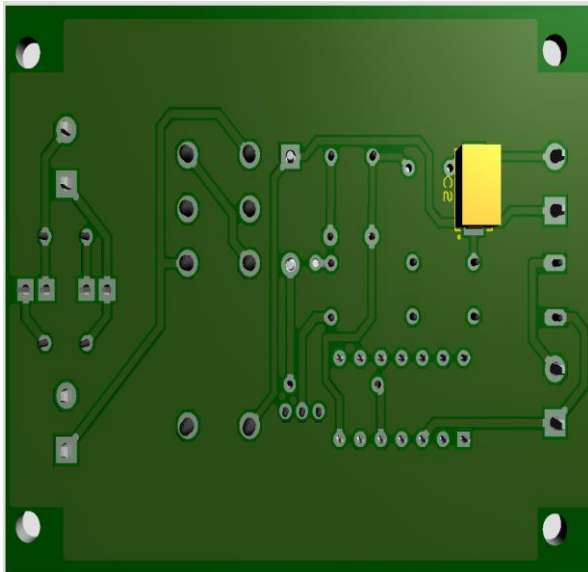
5. Kết luận

Sau khi lắp đặt bộ mạch IC 74LS74, thiết bị ROV làm việc ổn định hơn, tiết kiệm chi phí do không cần mua bộ mạch nguồn chính hãng, dễ dàng sửa

chữa và thay thế các linh kiện, các nguồn cấp làm việc độc lập với nhau. ROV giảm số lần quay trở không cần thiết, giảm thời gian thực hiện công việc, hạn chế hỏng cáp điều khiển, tăng khả năng quản lý cáp và dễ dàng vận hành, giúp cho công việc khảo sát các công trình ngầm dầu khí hiệu quả hơn. Các tác giả đã áp dụng thực nghiệm giải pháp này một cách có hiệu quả vào hệ thống ROV



Hình 9. Bo mạch lắp linh kiện ứng dụng IC 74LS74.



Hình 10. Mặt dưới bo mạch ứng dụng IC 74LS74.

Panther và ROV Workclass Diablo 09 tại Liên doanh Việt – Nga Vietsovptro. Có thể áp dụng kết quả nghiên cứu này vào các thiết bị ROV tương tự.

Đóng góp của các tác giả

Tác giả chính Lê Đức Vinh lên ý tưởng, xử lý số liệu và biên tập. Lê Bá Giáp cung cấp tài liệu. Nguyễn Thanh Tuấn, Hoàng Anh Dũng và Lê Quang Duyệt chỉnh sửa, hiệu đính nội dung.

Tài liệu tham khảo

- Seaeeye Marine LTD., (2009). Technical Manual Book Seaeeye Panther Plus. *Seaeeye Marine LTD.* UK, 932 pages.
- Andrew C. Palmer, & Roger A. King. (2008). *Subsea Pipeline Engineering*, 2nd Edition. *PennWell*. 238 pages.
- Muhammad H. Rashid. (2001). *Power electronics handbook* University of Florida. USA. 892 pages.
- Mohamed A. El-Reedy. (2012). *Offshore Structures, Design, Construction and Maintenance*. Gulf Professional Publishing. 664 pages.
- Vũ Quang Hồi. (2009). *Giáo trình kỹ thuật điều khiển động cơ điện*. Nhà xuất bản Giáo dục. Hà Nội. 156 trang.