

BÁO CÁO TÓM TẮT ĐỀ TÀI NGHIÊN CỨU KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ CẤP BỘ GIAO THÔNG VẬN TẢI

Chương 1. Đánh giá tổng quát về thiết bị đóng đường trên Đường sắt

1. Nghiên cứu tổng quan về tình hình sử dụng thiết bị đóng đường trên đường sắt thế giới;

Thiết bị đóng đường khu gian trên thế giới đã và đang có những bước phát triển vượt bậc về công nghệ cụ thể như:

- Đối với Đường sắt Trung Quốc. Từ những năm 1950 thiết bị đóng đường nửa tự động đã được đưa vào sử dụng với các loại hình 64Y (thiết bị đóng đường nửa tự động có xin đường trước) và loại hình 64D. Đến những năm 1960 thiết bị đóng đường tự động chia khu gian thành nhiều phân khu để chạy tàu kế tiếp cũng đã được lắp đặt sử dụng. Đến nay, cùng với việc sử dụng rộng rãi hệ thống tự động điều khiển tốc độ đoàn tàu và hệ thống tập trung điều độ chạy tàu. Tín hiệu của Đường sắt Trung Quốc đang bước sang một giai đoạn mới với những thay đổi hệ thống đóng đường khu gian chuyển từ phương thức phân khu đóng đường cố định sang phương thức phân khu đóng đường nửa di động hoặc di động.

- Đối với đường sắt Nhật Bản: Để nâng cao năng lực chạy tàu trên khu gian Đường sắt Nhật Bản đã thiết kế và đưa vào vận hành Tàu SHINKANSEN với tốc độ rất cao, để đảm bảo an toàn cho hành khách đi tàu, đảm bảo liên lạc giữa đoàn tàu và trung tâm chỉ huy... thì hệ thống thông tin liên lạc và điều khiển chạy tàu sử dụng các hệ thống CTC, ATC và ATP...

Hệ thống CTC là hệ thống điều khiển tàu tập trung, để vận hành đoàn tàu một cách hiệu quả, an toàn với tốc độ cao thì toàn bộ các đoàn tàu được quản lý tập trung tại một địa điểm, vị trí đoàn tàu, số hiệu đoàn tàu, khả năng khai thông của tuyến đường... được hiển thị trên bảng tổng hợp. Mỗi đoàn tàu trong khu gian đều có thể điều khiển bởi hệ thống CTC, nhân viên điều độ tại trung tâm có thể thông qua CTC để điều khiển từ xa các thiết bị ở ga như máy bẻ ghi, máy thông tin, hoặc điều khiển từ xa hệ thống điện cấp cho đoàn tàu... CTC trung ương sẽ gửi tín hiệu điều khiển tới CTC nhà ga qua mạng cáp quang, và từ hệ thống CTC nhà ga sẽ điều khiển các thiết bị phục vụ công tác chạy tàu.

Tuy nhiên, kinh phí để đưa vào lắp đặt và vận hành các loại hình thiết bị đóng đường khu gian có chạy tàu kế tiếp nói trên là rất lớn, hơn nữa nó chỉ phù hợp đối với những khu đoạn đường đôi, mật độ chạy tàu lớn.

2. Phân tích đánh giá tình hình sử dụng thiết bị đóng đường trên đường sắt Việt Nam

Đường sắt Việt Nam đã và đang sử dụng các loại thiết bị tín hiệu đóng đường khu gian như máy thẻ đường, thiết bị đóng đường nửa tự động, thiết bị đóng đường tự động.

- Thiết bị đóng đường bằng máy thẻ đường đang sử dụng trên tuyến Đường sắt Yên Viên – Lào Cai (đoạn Yên Bái – Lào Cai), Kép – Lưu Xá, Kép - Hạ Long, Bắc Hồng – Văn Điển, Đông Anh – Quán Triều. Tại khu gian Hà Nội – Gia Lâm những năm 1964-1966, Đường sắt Việt Nam đã cho lắp đặt và sử dụng thiết bị chạy tàu kế tiếp bằng thẻ đường phân

đôi. Thiết bị này là thiết bị cơ khí, thời gian tác nghiệp chậm nên năng lực thông qua khu gian rất hạn chế.

- Thiết bị đóng đường nửa tự động có các loại hình là máy đóng đường nửa tự động 64Y (lắp đặt và sử dụng những năm 1970 - 1980 trên tuyến đường sắt Hà Nội – Hải Phòng); máy đóng đường nửa tự động 64D và 64D-1A hiện đang sử dụng trên tuyến Yên Viên – Lào Cai (đoạn Yên Viên – Yên Bái), Gia Lâm – Hải Phòng, Vinh – Sài Gòn; Thiết bị đóng đường tự động một phân khu (Thiết bị xin đường và trả đường tự động) đang sử dụng trên các khu gian của tuyến Hà Nội – Vinh. Những thiết bị đóng đường này thực hiện tác nghiệp đơn giản nhưng chỉ cho phép có một đoàn tàu chạy trên khu gian nên năng lực thông qua không cao.

- Thiết bị đóng đường tự động có hai loại hình đó là đóng đường tự động truyền thống loại ba biểu thị (chia khu gian thành các phân khu và thực hiện phòng vệ bởi cột tín hiệu thông qua) đang sử dụng khu gian Hà Nội – Gia Lâm và Gia Lâm – Yên Viên. Thiết bị đóng đường này chia khu gian thành nhiều phân khu để thực hiện chạy tàu kế tiếp có năng lực thông qua cao nhưng chi phí đầu tư ban đầu lớn và chi phí bảo trì cao.

3. Nghiên cứu tổng quan sự cần thiết áp dụng thiết bị chạy tàu kế tiếp trong khu gian đóng đường nửa tự động

Trong những năm gần đây nhu cầu vận tải hành khách, hàng hóa bằng đường sắt, đặc biệt trên tuyến đường sắt Hà Nội – Hải Phòng, Hà Nội – Lào Cai và Vinh – TP Hồ Chí Minh ngày càng tăng. Tuy nhiên, do hiện trạng kết cấu hạ tầng đường sắt, đầu máy toa xe và phương thức tổ chức điều hành chạy tàu còn nhiều hạn chế, đặc biệt là thiết bị đóng đường chạy tàu khu gian chủ yếu là đóng đường nửa tự động và đóng đường tự động một phân khu (chỉ cho phép chạy một đoàn tàu trong khu gian) dẫn đến năng lực thông qua trên tuyến không cao.

Một trong những giải pháp để tăng năng lực chạy tàu trên các tuyến đường sắt này là tăng năng lực chạy tàu khu gian. Cụ thể

- Thứ nhất, nâng cấp cải tạo hệ thống kết cấu hạ tầng đường sắt hiện có để tổ chức chạy tàu đường đôi; trang bị đầu máy có sức kéo công suất lớn; Lắp đặt hệ thống thiết bị đóng đường tự động. Đây là các cách làm truyền thống, có kết quả khá rõ ràng, tuy nhiên cũng đòi hỏi nguồn lực tài chính rất lớn cho đầu tư xây dựng các công trình hạ tầng đường sắt, áp dụng khi mật độ chạy tàu lớn.

- Thứ hai, sử dụng thiết bị đóng đường nửa tự động sẵn có và thực hiện nâng cấp cải tạo để chạy tàu kế tiếp an toàn trên tuyến đường sắt đơn hiện có giúp tăng năng lực chạy tàu thông qua khu gian. Giải pháp này cho phép triển khai những khoản đầu tư xây dựng và bảo trì thấp, thời gian triển khai nhanh chóng, nhân lực làm chủ được thiết bị, đáp ứng nhu cầu vận tải trong các mục tiêu ngắn và trung hạn, đem lại hiệu quả cao.

Mỗi lần xin đường chạy tàu kế tiếp có thể cho chạy một chuyến kế tiếp hoặc nhiều chuyến kế tiếp, song căn cứ thực tế chạy tàu hiện nay (mật độ chạy tàu không cao, số lượng đường ga còn hạn chế), chủ yếu là chạy thêm một chuyến kế tiếp (sau chuyến chính), tuy có trường hợp cần chạy 2 hoặc nhiều chuyến kế tiếp, song không nhiều. Vì vậy để thiết bị được đơn giản, chỉ chia khu gian thành hai phân khu và thực hiện chạy kế tiếp 1 chuyến tàu.

Khi áp dụng phương pháp đóng đường nửa tự động chạy tàu kế tiếp bằng cách chia khu gian thành hai phân khu (trạm đóng đường đặt ở điểm chính giữa khu gian) thì năng lực chạy tàu trên khu gian sẽ tăng 25%. Cụ thể, giả sử thời gian chạy tàu thông qua 1 khu gian là 10 phút thì khi chia khu gian thành 2 phân khu để chạy tàu kế tiếp, đoàn tàu thứ nhất (đoàn tàu chính) chạy được 5 phút sẽ được gửi đoàn tàu kế tiếp. Như vậy, tổng thời gian để 2 đoàn tàu chạy qua khu gian là 15 phút.

Chương 2. Phân tích đặc điểm và nguyên lý hoạt động của thiết bị đóng đường nửa tự động 64D-1A

1. Đặc điểm của các mạch điện

Mạch điện thiết bị đóng đường nửa tự động 64D-1A hiện đang sử dụng trên đường sắt Việt Nam gồm 8 mạch điện thành phần.

1.1. Mạch phát tín hiệu

Gồm các rơle nguồn dương (RND), rơle nguồn âm (RNA), Tụ hoá C_1 và điện trở R_1

- *Tác dụng của mạch điện:*

Dùng để phát đi những xung điện (+) hoặc xung điện (-) sang ga bên trong quá trình đóng đường hoặc khôi phục máy.

- *Trạng thái làm việc của mạch điện*

+ Trạng thái bình thường: Rơle RNA, RND nhả sườn hút.

+ Khi đón gửi tàu: Nếu trực ban ga A ấn NĐĐ để xin đường ga bên thì RND sẽ hút sườn hút thời gian $6 \div 7$ giây là thời gian phát sang ga B một xung điện dương đủ để hai máy làm việc ổn định.

Sau khi ga B nhận được xung điện (+) thì RNA của ga B hút sườn hút trong thời gian $6 \div 7$ giây để phát sang ga A xung điện âm báo đồng ý đón tàu đủ để máy của 2 ga làm việc ổn định.

Khi tàu xuất phát đôi bánh tàu đầu tiên dè lên đoạn MĐĐR ga gửi thì RND tự động hút sườn hút khoảng $6 \div 7$ giây để phát xung (+) sang ga B báo tàu chạy.

Sau khi đoàn tàu đã vào ga B nguyên vẹn trực ban ga B ấn nút NKP để khôi phục máy về trạng thái bình thường thì RNA lại hút lên trong khoảng thời gian $6 \div 7$ giây để phát xung (-) sang ga B báo tàu đã đến.

1.2. Mạch rơle đường dây

Gồm: Rơle tín hiệu dương (RTD), Rơle tín hiệu âm (RTA)

- *Tác dụng của mạch điện:*

Dùng để truyền và nhận xung điện (+) xung điện (-) đồng thời là đường dây liên lạc giữa 2 ga liên quan.

- *Trạng thái làm việc của mạch điện*

+ Trạng thái bình thường: Rơle RTD, RTA nhả sườn hút.

+ Trạng thái đón gửi tàu: Khi trực ban ga A (ga gửi) ấn NĐĐ để xin đường ga B thì RTD của ga B sẽ hút sườn hút trong khoảng thời gian xung (+) của ga A phát đến.

Sau khi nhận được xung điện (+) của ga A phát sang thì máy của ga B tự động phát sang ga A một xung điện âm (-) làm cho RTA ga A hút trong khoảng thời gian xung (-) của ga A phát đến.

Nếu trực ban ga B đồng ý đón tàu ấn NĐĐ phát sang ga A xung điện dương (+) làm cho RTD ga A hút sườn hút, thời gian bằng xung (+) của ga B phát sang $6 \div 7$ giây.

Khi đoàn tàu chạy vào khu gian đôi bánh tàu dè lên MĐĐR máy đóng đường ga A tự động phát sang ga B xung điện (+) làm cho RTD ga B hút thời gian $6 \div 7$ giây báo tàu chạy.

Khi đoàn tàu đã vào ga B trọn vẹn trực ban ga B ấn NKP để khôi phục máy sẽ phát sang ga A xung điện - làm cho RTA ga A hút sườn hút thời gian $6 \div 7$ giây.

1.3. Mạch tín hiệu gửi tàu

Gồm các role: Role chuẩn bị (RCB), rơ le lựa chọn (RLC), rơ le mở đường (RMĐ), 2 bộ R-C

- Tác dụng của mạch điện:

Ghi nhận ga mình phát xung điện (+) xin đường của ga bên (thông qua việc rơ le RLC hút sườn)

+ Ghi nhận ga đối phương phát xung điện (-) trả lời. (RCB hút sườn).

+ Ghi nhận ga bên phát xung điện (+) đồng ý đón tàu. (RMĐ hút sườn).

- Trạng thái làm việc

+ Trạng thái bình thường: Các rơ le RCB, RLC, RMĐ đều nhả sườn hút.

+ Trạng thái đón gửi tàu: Khi trực ban ga gửi (ga A) ấn NĐĐ để xin đường ga bên thì RLC hút và tự giữ, khi trực ban bê tay bê hoặc ấn nút ấn trên đài không chế để mở tín hiệu ra ga thì rơ le RLC mới mất điện nhả sườn hút.

Sau khi nhận xung điện âm của ga B đồng ý đón tàu thì RCB↑ (ga A) và tự giữ cho đến khi tàu xuất phát đề lên MĐĐR của ga A vào chiếm dụng khu gian thì RCB↓ mới nhả sườn hút.

Cùng lúc nhận được xung điện (-) từ ga B phát sang đồng ý đón tàu thì RMĐ↑ hút sườn hút và tự giữ đến khi tàu xuất phát đề lên MĐĐR tiến vào khu gian thì RMĐ↓ nhả sườn hút.

1.4. Mạch điện tín hiệu đón tàu

Gồm các rơ le: rơ le trả lời (RTL), rơ le đồng ý (RĐY), rơ le thông báo (RTB)

- Tác dụng của mạch điện:

+ Ghi nhận ga bên đã phát xung điện (+) yêu cầu gửi tàu (RĐY hút).

+ Ghi nhận ga mình phát xung điện (-) trả lời đón tàu (RTL hút sườn rồi rơi xuống)

+ Ghi nhận ga bên phát xung điện (+) cho ga đón tàu báo tàu chạy (RTB hút)

+ Ghi nhận động tác của trực ban ga đón tàu ấn NKP báo tàu đến và khôi phục máy.

- Trạng thái làm việc

+ Trạng thái bình thường: các rơ le RTL, RĐY, RTB đều nhả sườn hút.

+ Trạng thái đón gửi tàu: Sau khi ga đón (ga B) nhận được xung điện (+) của ga gửi ấn NĐĐ phát sang thì rơ le RTL hút sườn hút cho đến khi hết xung (+) thì rơ le này ↓ mất điện. Nhưng do có mạch tự giữ làm cho các rơ le này chậm nhả từ 6 ÷ 7 giây nên sườn hút vẫn bị hút sau đó RTL sẽ nhả sườn hút.

Sau khi đoàn tàu chạy vào ga B đề lên đoạn MĐĐR thì rơ le RTL lại hút sườn hút và tự giữ cho đến khi trực ban ga B ấn NKP báo tàu đến và khôi phục máy thì RTL↓ nhả sườn hút.

Sau khi hết xung điện (+) xin đường ở ga gửi phát sang thì RĐY↑ hút sườn hút và tự giữ cho đến khi tàu rời khỏi ga bên thì nó nhả sườn hút. Khi tàu rời ga bên, rơ le thông báo có điện hút lên cho tới khi trực ban ga đón ấn NKP để báo tàu đến và khôi phục máy thì RTB↓ nhả sườn.

1.5. Mạch điện rơ le đóng đường

Gồm các role: Rơ le đóng đường (RĐĐ), Nút ấn đóng đường (NĐĐ), Nút khôi phục (NKP)

- Tác dụng của mạch điện:

Dùng để báo trạng thái khoá của máy đóng đường khi làm thủ tục đón gửi tàu.

- Trạng thái làm việc

+ Trạng thái bình thường: Role RĐĐ luôn hút sườn hút.

+ Trạng thái đón gửi tàu: Khi trực ban ga B đồng ý đón tàu thì ấn NĐĐ làm cho RĐĐ↓ nhả sườn hút.

Khi trực ban ga A gửi tàu sang ga B, sau khi tàu đề lên MĐĐR của ga A bắt đầu chiếm dụng khu gian thì RĐĐ↓ nhả sườn hút.

Sau khi tàu đã đến ga B tron ven trực ban ga B ấn nút khôi phục để khôi phục máy thì 2 rơ le RĐĐ ở 2 ga liên quan đều làm việc trở lại, RĐĐ↑ hút sườn hút.

1.6. Mạch rơ le khôi phục

Gồm các role: Role khôi phục – RKP, Nút đóng đường (NĐĐ), Nút trở ngại (NTN)

- *Tác dụng của mạch điện:*

Dùng để khôi phục máy trở về trạng thái bình thường sau khi đã gửi một đoàn tàu từ ga A đến ga B nguyên vẹn, hoặc trường hợp máy hỏng mới sửa chữa xong.

- *Trạng thái làm việc*

+ Trạng thái bình thường: Rơ le RKP nhả sườn hút.

+ Trạng thái đón gửi tàu: Sau khi ga B đón tàu vào ga tron vẹn thì trực ban ấn NKP, lúc này RKP cả 2 ga đều hút sườn hút trong khoảng 6 ÷ 7 giây. Sau khi khôi phục máy xong role khôi phục RKP nhả sườn hút. Khi Trực ban ga ấn nút NTN làm cho RKP↑ máy cũng trở lại trạng thái bình thường trong trường hợp khôi phục máy đặc biệt.

1.7. Mạch điện rơ le ray

Gồm có role mạch ray - RMR

- *Tác dụng của mạch điện*

Để ghi nhận trạng thái khi tàu đã chạy vào khu gian của ga gửi và tàu đã tới ga đối với ga đón.

- *Trạng thái làm việc*

+ Trạng thái bình thường: role RMR nhả sườn hút

+ Trạng thái đón gửi tàu: Ga A sau khi nhận được xung điện âm (-) của ga B thì rơ le mạch ray hút khi tàu của ga A bắt đầu chạy chiếm dụng khu gian đề lên MĐR thì RMR ↓ nhả sườn hút.

Ở ga B (ga đón) khi tàu ở ga gửi chạy vào khu gian đề lên mạch điện ray ở ga A thì RMR ở ga B có điện cho đến khi tàu vào ga đề lên MĐĐR ở ga B thì RMR↓ nhả sườn hút.

Khi tàu đi qua MĐĐR ga đón vào hẳn trong ga thì rơ le RMR ga đón lại có điện cho đến khi trực ban ấn NKP để khôi phục máy thì RMR↓ nhả sườn hút.

1.8. Mạch đèn báo

Gồm 2 dãy đèn báo: Đèn báo đón – ĐBĐ, đèn báo gửi – ĐBG. Mỗi dãy có 3 đèn: đỏ, lục, vàng.

- *Tác dụng mạch điện*

Biểu thị trạng thái máy trong quá trình làm thủ tục đóng đường giữa 2 ga để căn cứ vào trạng thái của thiết bị mà trực ban có thể chỉ huy chạy tàu thuận lợi chính xác, an toàn.

- *Trạng thái làm việc*

+ Trạng thái bình thường: Các dãy đèn báo đón, gửi tàu đều không sáng.

+ Trạng thái đón gửi tàu: Sau khi trực ban ga gửi xin đường 2 máy đóng đường liên quan hoạt động làm cho đèn báo gửi ga gửi và đèn báo đón ga đón sáng 1 đèn vàng.

Nếu trực ban ga đón đồng ý và ấn nút NĐĐ thì đèn vàng của 2 ga tắt khi đó ĐBĐ và ĐBG sáng màu lục.

Khi đoàn tàu xuất phát ở ga gửi vào khu gian đề nên MĐĐR ga gửi làm cho đèn lục 2 ga đều tắt và sáng đèn màu đỏ.

Khi tàu tới ga B thì đèn báo gửi ga này sáng màu đỏ.

Khi đoàn tàu đã vào ga đón tron vẹn trực ban ga ấn NKP khôi phục máy về trạng thái bình thường thì các đèn đỏ của 2 ga tắt.

2. Thủ tục thao tác và các trạng thái biểu thị

2.1. Khi đóng đường đón gửi tàu bình thường

Bình thường các dãy đèn báo gửi tàu, đón tàu đều không sáng, bất kỳ một trong hai ga đầu khu gian đều có thể làm thủ tục thao tác xin đường để gửi tàu vào khu gian sang hai bên. Khi đóng đường đón gửi tàu thì thủ tục thao tác và các trạng thái biểu thị của thiết bị diễn ra như sau:

Bước 1: Ga gửi (ga A) xin đường gửi tàu sang ga đón (ga B):

Trực ban ga A ấn nút đóng đường thì máy ga A phát sang ga B xung điện (+) xin đường. Sau đó máy ga B tự động phát xung điện (-) sang ga A trả lời đồng ý đón tàu. Lúc đó trên đài không chế ga A dãy đèn báo gửi tàu sáng màu vàng, ga B dãy đèn báo đón tàu sáng đèn vàng; lần lượt máy ga A và B đều kêu chuông trong thời gian từ $6 \div 7s$.

Bước 2: Ga B đồng ý cho đường ga A:

Trực ban ga B ấn nút đóng đường đồng ý đón tàu, máy ở ga B chuyển sang trạng thái đóng đường đón tàu, dãy đèn báo đón tàu sáng đèn màu lục. Đồng thời phát sang ga A một xung điện dương để cho đường. Máy ga A nhận xung điện dương từ ga B tới thì chuông kêu từ $6 \div 7s$ rồi cũng chuyển sang trạng thái đóng đường gửi tàu, dãy đèn báo gửi tàu sáng đèn màu lục. Lúc này trực ban ga A có thể mở tín hiệu ra ga, chuẩn bị cho tàu vào khu gian.

Bước 3: Ga A gửi tàu:

- Trực ban ga A thao tác mở tín hiệu ra ga cho phép tàu vào khu gian.
- Khi tàu chiếm dụng khu đoạn mạch điện đường ray ngang cột tín hiệu vào ga ngược chiều thì máy ở ga A tự động phát xung (+) sang ga B báo tàu chạy, lúc đó máy ở ga B kêu chuông $6 \div 7$ giây và đèn báo đón màu lục tắt, màu đỏ sáng. Ở ga A đèn báo gửi màu lục tắt, màu đỏ sáng, khu gian đang có tàu, máy của hai ga ở trạng thái đóng đường hoàn toàn. Nếu một trong 2 ga có muốn thao tác để gửi một đoàn tàu khác nữa thì không thể thực hiện được, hoặc nếu muốn khôi phục máy trở lại trạng thái bình thường thì cũng không thể làm được.

Bước 4: Tàu đến ga B:

Khi nhận được thông báo của ga A đoàn tàu thứ nhất đã ra ga, Trực ban ga B chuẩn bị đường chạy và mở tín hiệu vào ga để chuẩn bị đón tàu. Khi đoàn tàu vượt qua cột tín hiệu vào ga (chiếm dụng khu đoạn mạch điện đường ray ngang cột tín hiệu vào ga), thì trên đài không chế sáng thêm đèn báo gửi màu đỏ báo cho trực ban ga B biết tàu đã đến ga mình.

Bước 5: Ga B khôi phục máy đóng đường

Sau khi trực ban ga B xác nhận đoàn tàu đã về đến ga trọn vẹn thì đóng tín hiệu vào ga và ấn nút ấn khôi phục để khôi phục máy đóng đường hai ga về trạng thái ban đầu. Lúc này tại ga B các đèn báo đón gửi tàu màu đỏ tắt, đồng thời phát một xung âm sang ga A để khôi phục máy đóng đường ở ga A trở về trạng thái ban đầu, máy ga A reo chuông từ $6 \div 7$ giây, đèn báo gửi tàu màu đỏ tắt. Đến lúc này toàn bộ hệ thống máy đóng đường 2 ga trở về trạng thái bình thường.

2.2. Khi khôi phục máy trong các trường hợp bất thường

Thiết bị đóng đường nửa tự động 64D-1A cần phải đảm bảo làm việc ở những trạng thái như sau:

- Sau khi trực ban ga A ấn nút đóng đường phát một xung điện dương để xin đường ga B và máy ga B tự động một xung điện âm trả lời thì trên đài không chế ga A đèn báo gửi tàu sáng màu vàng. Lúc này nếu trực ban A không có yêu cầu gửi tàu nữa thì chỉ cần ấn nút ấn khôi phục là có thể huỷ bỏ trạng thái trên, thiết bị đóng đường ở cả 2 ga đều ở trạng thái ban đầu (bình thường)

- Khi thiết bị ở 2 ga đều ở trạng thái đóng đường tức là đang tiếp theo bước trên. Trực ban ga B đồng ý đón tàu và ấn nút đóng đường, đèn báo trên đài không chế ở 2 ga đều đã sáng. Ở ga A đèn báo gửi tàu sáng màu lục, ở ga B đèn báo đón tàu sáng đèn màu lục. Nếu

lúc này ga A không muốn gửi tàu nữa cần bãi bỏ trạng thái đóng đường thì trực ban ga A (gửi tàu) ấn nút ấn khôi phục mới khôi phục được máy đóng đường ở cả 2 ga trở về trạng thái bình thường.

- Trường hợp máy hỏng hoặc đường dây hỏng mà sau khi sửa chữa xong máy của 2 ga đều không ở trạng thái bình thường thì trực ban một trong 2 ga sẽ phá niêm phong chì của nút NTN và ấn để khôi phục máy trở về trạng thái bình thường.

3. Nguyên lý hoạt động của các mạch điện khi đóng đường đón gửi tàu

Trong quá trình trực ban làm thủ tục đóng đường để cho tàu chạy vào khu gian giữa 2 ga liên quan trình tự hoạt động các bước của mạch điện như sau:

3.1. Hoạt động của các mạch điện máy đóng đường 2 ga ở bước 1

3.1.1. Tại ga gửi

Trước khi trực ban ga gửi tàu (ga A) ấn NĐĐ để xin đường gửi tàu phải quay máy điện thoại để liên lạc với ga B. Vì dòng điện của máy điện thoại là dòng xoay chiều nên nó đi qua 4 tụ $2\mu F$ làm cho chuông máy điện thoại ga B kêu, đồng thời dòng điện gọi chuông này cũng đi qua RTA và RTD của 2 ga vì RTD và RTA chỉ hoạt động khi có dòng một chiều đi qua đúng chiều nên các role này không hoạt động.

Sau khi trực ban 2 ga đã liên lạc bằng điện thoại với nhau và ga B trả lời đồng ý đón tàu. Trực ban ga A ấn NĐĐ để xin đường gửi tàu làm cho RND ga A có điện, mạch điện như sau:

$KD \rightarrow RTD_5 \downarrow \rightarrow RTA_5 \downarrow \rightarrow R\overline{D}D_2 \uparrow \rightarrow RCB_2 \downarrow \rightarrow R\overline{D}Y_5 \downarrow \rightarrow N\overline{D}D(\text{ấn}) \rightarrow RTL_3 \downarrow \rightarrow \boxed{RND} \rightarrow KA$

Vì động tác ấn NĐĐ của trực ban không cố định nhưng yêu cầu role nguồn dương (RND) phải làm việc ổn định để cho thiết bị liên quan hoạt động, nên người ta lắp thêm tổ tiếp điểm và tụ C_1 với R_1 rồi mắc // với RND làm thành mạch nhả chậm.

Khi RND mất điện thì mạch này cung cấp nguồn cho RND tiếp tục hoạt động từ 6 ÷ 7 giây.

- Tụ C_1 thường xuyên được nạp điện sẵn theo mạch sau:

$+24V \rightarrow RNA_1 \downarrow \rightarrow RND_1 \downarrow \rightarrow R_1 \rightarrow C_1 \rightarrow -24V.$

- Tụ C_1 phóng điện cấp cho RND theo mạch sau:

$+C_1 \rightarrow R_1 \rightarrow RND_1 \uparrow \rightarrow \boxed{RND} \rightarrow -C_1$

* Role nguồn RND \uparrow có 2 tác dụng:

- Làm cho RLC \uparrow và tự giữ để tạo điều kiện chuẩn bị nhận xung trả lời của ga B theo mạch điện sau:

$KD \rightarrow RNA_6 \downarrow \rightarrow RKP_3 \downarrow \rightarrow R\overline{D}D_3 \uparrow \rightarrow R\overline{M}D_2 \downarrow \rightarrow RND_4 \uparrow \rightarrow \boxed{RLC} \rightarrow KA$

- Mạch tự giữ RLC như sau:

$KD \rightarrow RNA_6 \downarrow \rightarrow RKP_3 \downarrow \rightarrow R\overline{D}D_3 \uparrow \rightarrow R\overline{M}D_2 \downarrow \rightarrow RLC_1 \uparrow \rightarrow \boxed{RLC} \rightarrow KA$

- Phát xung điện (+) lên đường dây truyền dẫn sang ga B báo xin đường gửi tàu.

Sau khi máy ga B hoạt động gửi về ga A 1 xung âm, làm cho RTA hút lên theo mạch:

Ga B ($KD \rightarrow RNA_3 \uparrow$) $\rightarrow X_2 \rightarrow$ Ga A ($RNA_3 \downarrow \rightarrow RND_2 \downarrow \rightarrow \boxed{RTA}_4 \rightarrow \boxed{RTD}_1 \rightarrow RNA_2 \downarrow \rightarrow RND_3 \downarrow$) $\rightarrow X_1 \rightarrow$ Ga B ($RND_3 \downarrow \rightarrow RNA_2 \uparrow \rightarrow KA$)

Lúc này dòng điện đi qua cả hai cuộn dây role nhưng chỉ có RTA được cấp điện đúng chiều nên hút sừn hút.

Khi role RTA hút sẽ có 2 tác dụng:

- Chuông kêu theo mạch sau: $KD \rightarrow RTA_2 \uparrow \rightarrow \boxed{CH} \rightarrow KA$

- Nối mạch cho role RCB hút theo mạch sau:

$KD \rightarrow RNA_6 \downarrow \rightarrow RKP_3 \downarrow \rightarrow R\overline{D}\overline{D}_3 \uparrow \rightarrow RTA_5 \uparrow \rightarrow RLC_3 \downarrow \rightarrow \boxed{RCB} \rightarrow KA$

RCB hút khi $RTA \uparrow$ hút và khi RTA nhả sẽ tự giữ theo mạch sau:

$KD \rightarrow RNA_6 \downarrow \rightarrow RKP_3 \downarrow \rightarrow R\overline{D}\overline{D}_5 \downarrow \rightarrow RCB_1 \uparrow \rightarrow R_{CB} \rightarrow \boxed{RCB} \rightarrow KA$

Tiếp điểm $RCB_3 \uparrow$ để nạp điện cho tụ C_2 và khi mạch của RCB bị ngắt thì tụ C_2 phóng điện làm cho RCB nhả chậm.

Vì RCB hút và tự giữ nên khi RTA hút sườn hút có tác dụng nữa là khôi phục máy về trạng thái bình thường hoặc đặc biệt vì vậy RLC có chức năng phân biệt xung điện (-) trả lời hay khôi phục máy.

- Sau khi $RCB \uparrow$ và tự giữ thì $RMR \uparrow$ theo mạch:

$KD \rightarrow RR_1 \uparrow \rightarrow RCB_6 \uparrow \rightarrow \boxed{RMR} \rightarrow KA.$

- Sau khi $RMR \uparrow$ ổn định thì ga A đèn báo gửi tàu sáng vàng:

$KD \rightarrow RTB_7 \downarrow \rightarrow R\overline{D}Y_7 \downarrow \rightarrow R\overline{D}\overline{D}_1 \uparrow \rightarrow R\overline{M}\overline{D}_7 \downarrow \rightarrow RMR_7 \uparrow \rightarrow RLC_7 \uparrow \rightarrow \boxed{\overline{D}BG-V}$

$\rightarrow KA$

Kết thúc bước 1, ở ga gửi có $R\overline{D}\overline{D}$, RCB, RLC, RMR hút, đèn báo gửi sáng vàng.

3.1.2. Tại ga đón

Tại ga đón (ga B) khi nhận được xung điện dương từ ga gửi phát sang làm cho RTD hút theo mạch sau:

Ga A ($KD \rightarrow RND_3 \uparrow$) \rightarrow đường dây $X_1 \rightarrow$ Ga B ($RND_3 \downarrow \rightarrow RNA_2 \downarrow \rightarrow \boxed{RTD} \rightarrow$
 $\boxed{RTA}_4 \rightarrow RND_2 \downarrow \rightarrow RNA_3 \downarrow$) \rightarrow đường dây $X_2 \rightarrow$ Ga A ($RNA_3 \downarrow \rightarrow RND_2 \uparrow \rightarrow KA$)

Lúc này dòng điện đi qua cả hai cuộn dây role nhưng chỉ có RTD được cấp điện đúng chiều nên hút sườn hút.

Khi role RTD hút sẽ có 2 tác dụng:

- Làm cho chuông kêu theo mạch sau:

$KD \rightarrow RTD_2 \uparrow \rightarrow RTA_2 \downarrow \rightarrow \boxed{CH} \rightarrow KA$

Chuông kêu từ 6÷ 7 giây bằng thời gian hút sườn hút của RTD.

- Làm cho $RTL \uparrow$ theo mạch sau:

$KD \rightarrow R\overline{D}\overline{D}_5 \uparrow \rightarrow RTD_1 \uparrow \rightarrow RCB_5 \downarrow \rightarrow$

```

graph LR
    RTD1[RTD1] --> RCB5[RCB5]
    RCB5 --> RTB5[RTB5]
    RTB5 --> RTL[RTL]
    RTL --> RCB3[RCB3]
    RCB3 --> R2[R2]
    R2 --> C2[C2]
    C2 --> KA[KA]
  
```

Máy của ga B sẽ tự động phát xung âm (-) lên đường dây trả lời sang ga A, do đó yêu cầu RTL phải chậm nhả. Do vậy người ta ghép tụ C_2 nối tiếp R_2 và song song với RTL để khi $RTD \downarrow \rightarrow$ thì tụ C_2 sẽ cấp nguồn cho RTL để RTL làm việc. Nhưng tụ C_2 không được nạp điện sẵn như tụ C_1 mà nó có điện đồng thời cùng lúc với RTL.

Sau khi hết xung điện dương từ ga A phát sang thì $RTD \downarrow$ làm cho chuông ngừng kêu và RTL đang chậm nhả thì $R\overline{D}Y \uparrow$ theo mạch.

$KD \rightarrow R\overline{D}\overline{D}_5 \uparrow \rightarrow RTD \downarrow \rightarrow RLT_6 \downarrow \rightarrow RKP_6 \downarrow \rightarrow \boxed{R\overline{D}Y} \rightarrow KA.$

Và tự giữ theo mạch sau:

+ $KD \rightarrow RKP_5 \downarrow \rightarrow RMR_1 \downarrow \rightarrow R\overline{D}Y_1 \uparrow \rightarrow \boxed{R\overline{D}Y} \rightarrow KA$

Khi $R\overline{D}Y \uparrow$ có 2 tác dụng:

- Là điều kiện chuẩn bị cho đèn báo đón tàu màu vàng sáng

- Kết hợp với RTL chậm nhả làm cho $RNA \uparrow$.

$KD \rightarrow RTD_5 \downarrow \rightarrow RTA_5 \downarrow \rightarrow R\overline{D}D_2 \uparrow \rightarrow R\overline{D}Y_2 \uparrow \rightarrow RTL_2 \uparrow \rightarrow RTB_2 \downarrow \rightarrow \boxed{RNA} \rightarrow KA.$

Tương tự như cuộn dây role RND, khi RNA \uparrow hút ổn định tụ C₁ đã có điện áp sẵn để phóng làm cho RNA nhả chậm từ 6 ÷ 7 giây.

Sau khi RTL nhả hẳn sườn hút thì RNA được nhả chậm bởi tụ C₁ theo mạch: $+ C_1 \rightarrow R_1 \rightarrow RND_3 \downarrow \rightarrow RNA_1 \uparrow \rightarrow \boxed{RNA} \rightarrow - C_1$

Khi RNA đang hút sườn sẽ phát xung điện (-) lên đường dây sang ga A

Khi hết thời gian nhả chậm RNA của ga B nhả sườn hút làm cho đèn báo đón tàu ga này sáng màu vàng.

$KD \rightarrow RTB_7 \downarrow \rightarrow R\overline{D}Y_7 \uparrow \rightarrow R\overline{D}D_6 \uparrow \rightarrow RNA_5 \downarrow \rightarrow RTL_5 \downarrow \rightarrow \boxed{\overline{D}B\overline{D}-V} \rightarrow KA$

Kết thúc bước 1, tại ga đón có: $R\overline{D}D \uparrow$, $R\overline{D}Y \uparrow$ và đèn báo đón sáng vàng

3.2. Hoạt động của các mạch điện máy đóng đường 2 ga ở bước 2

3.2.1. Tại ga đón

Sau khi trực ban ga B đồng ý đón tàu thì ấn NĐĐ sẽ có 2 tác dụng.

- Làm cho $R\overline{D}D \downarrow$ nhả sườn hút.

+ Là điều kiện nối thông mạch RND tại ga B.

+ Sau khi $R\overline{D}D \downarrow$ thì đèn báo đón tàu màu vàng tắt đèn lục sáng

$KD \rightarrow RTB_7 \downarrow \rightarrow R\overline{D}Y_7 \uparrow \rightarrow R\overline{D}D_6 \downarrow \rightarrow \boxed{\overline{D}B\overline{D}-L} \rightarrow KA$

* Lúc này RND \uparrow ga B phải có 3 điều kiện:

- Trực ban ga B ấn nút NĐĐ

- $R\overline{D}D \downarrow$

- $R\overline{D}Y \uparrow$

Qua ba điều kiện trên ta thấy trực ban phải ấn NĐĐ thời gian lâu một chút. Vì khi trực ban ấn NĐĐ làm cho $R\overline{D}D \downarrow$ và phải có hai điều kiện trên nữa thì RND \uparrow theo mạch:

$KD \rightarrow RTD_5 \downarrow \rightarrow RTA_5 \downarrow \rightarrow R\overline{D}D_2 \downarrow \rightarrow R\overline{D}Y_5 \uparrow \rightarrow N\overline{D}D(\text{ấn}) \rightarrow RTL_3 \downarrow \rightarrow \boxed{RND} \rightarrow KA$

Khi trực ban bỏ tay khỏi NĐĐ làm cho tiếp điểm NĐĐ bị cắt điện bắt đầu nhả chậm, nhưng nhờ tụ C₁ trong mạch phóng điện cho cuộn dây RND.

$+ C_1 \rightarrow RND_1 \uparrow \rightarrow \boxed{RND} \rightarrow -C_1$

Khi RND \uparrow sẽ phát xung điện (+) sang ga A làm cho RTD \uparrow . Khi RND nhả hẳn sườn hút thì máy ga B sẽ ngừng phóng xung (+) lên đường dây.

Kết thúc bước 2 tại ga đón có: $R\overline{D}Y \uparrow$ và đèn báo đón sáng lục

3.2.2. Tại ga gửi

Sau khi nhận được xung điện (+) đồng ý đón tàu của ga B làm cho RTD \uparrow theo mạch:

Ga B ($KD \rightarrow RND_3 \uparrow$) $\rightarrow X_1 \rightarrow$ Ga A ($RND_3 \downarrow \rightarrow RNA_2 \downarrow \rightarrow \boxed{RTD} \rightarrow_1 \boxed{RTA} \rightarrow_4 \rightarrow RND_2 \downarrow \rightarrow RNA_3 \downarrow$) $\rightarrow X_2 \rightarrow$ Ga B ($RNA_3 \downarrow \rightarrow RND_2 \uparrow \rightarrow KA$)

Nguồn điện +24V đều đi qua 2 role RTD và RTA nhưng chỉ có RTD hút sườn hút, còn RTA không đúng cực tính nên không hoạt động.

Role RTD \uparrow sẽ có hai tác dụng:

- Làm cho chuông kêu theo mạch:

$KD \rightarrow RTD_2 \uparrow \rightarrow RTA_2 \downarrow \rightarrow \boxed{CH} \rightarrow KA$

- Nối mạch cho RMD \uparrow nhưng phải có thêm điều kiện RCB \uparrow (từ bước 1)

$KD \rightarrow RNA_6 \downarrow \rightarrow RKP_3 \downarrow \rightarrow R\overline{D}\overline{D}_3 \uparrow \rightarrow RCB_4 \uparrow \rightarrow RTD_4 \uparrow \rightarrow RMR \uparrow \rightarrow \boxed{RMD} \rightarrow KA$

Sau đó tự giữ theo mạch:

$KD \rightarrow RNA_6 \downarrow \rightarrow RKP_3 \downarrow \rightarrow R\overline{D}\overline{D}_3 \uparrow \rightarrow RCB_4 \uparrow \rightarrow RMD \uparrow \rightarrow \boxed{RMD} \rightarrow KA$

Khi $RMD \uparrow$ làm đèn vàng báo gửi tắt và đèn báo gửi lục sáng theo:

$KD \rightarrow RTB_7 \downarrow \rightarrow R\overline{D}Y_7 \downarrow \rightarrow R\overline{D}Y_7 \downarrow \rightarrow R\overline{D}\overline{D}_7 \uparrow \rightarrow RMD_7 \uparrow \rightarrow \boxed{DBG-L} \rightarrow KA$

Lúc này ga A có thể mở tín hiệu ra ga cho tàu chạy vào khu gian.

Khi hết xung điện (+) thì $RTD \downarrow$ nhả sườn hút và chuông ngừng kêu.

Kết quả: Kết thúc bước 2 tại ga gửi có:

$RCB_4 \uparrow, RMR_4 \uparrow, RLC_4 \uparrow, R\overline{D}\overline{D}_4 \uparrow, RMD_4 \uparrow$, đèn báo gửi sáng lục

3.3. Hoạt động của các mạch điện máy đóng đường 2 ga ở bước 3

3.3.1. Tại ga gửi

Sau khi RMD hút các, điều kiện không chế trong ga đầy đủ, trực ban bẻ tay bẻ gửi tàu hoặc ấn nút gửi trên đài không chế là có thể mở được tín hiệu ra ga của ga gửi tàu. Khi trực ban bẻ tay bẻ hoặc ấn nút ấn mở tín hiệu ra ga làm cho $RLC \downarrow$. Vì tiếp điểm phản vị của tay bẻ gửi tàu (hoặc tiếp điểm rơi của RKG) sẽ cắt mạch của RLC. Khi đôi bánh tàu đầu tiên đè lên đoạn mạch điện đường ray ở ngang cột tín hiệu vào ga của ga A làm cho RMR ở ngoài cũng như RMR ở trong máy nhả sườn hút.

Khi $RMR \downarrow$ sẽ cắt mạch $R\overline{D}\overline{D}$ làm cho role này rơi.

Trong mạch $R\overline{D}\overline{D}$ có mắc tiếp điểm $RLC_4 \uparrow$ song song với các tiếp điểm $RMR_4 \downarrow$; $RMD_4 \downarrow$ để có tác dụng khi lắp mạch điện đường ray gửi tàu riêng ở những khu đoạn ghi yết hầu hoặc khu đoạn $M\overline{D}\overline{D}R$ sau cột tín hiệu ra ga ở cột gửi. Nếu chưa gửi tàu có thể tranh thủ dồn tàu được. Khi đó nếu đoàn tàu dồn đè lên đoạn $M\overline{D}\overline{D}R$ sẽ không làm $R\overline{D}\overline{D}$ mất điện, vì lúc này không bẻ tay bẻ gửi tàu hoặc không ấn nút tín hiệu ra ga trên đài không chế nên $RLC \uparrow$ làm cho $R\overline{D}\overline{D}$ thông qua mạch tự giữ vẫn có điện.

- Khi $R\overline{D}\overline{D} \downarrow$ có 3 tác dụng:

+ Đèn báo gửi tàu lục tắt, đèn đỏ sáng theo mạch;

$KD \rightarrow RTB_7 \downarrow \rightarrow R\overline{D}Y_7 \downarrow \rightarrow \boxed{DBG-D} \rightarrow KA$

+ Làm cho $RND \uparrow$ theo mạch sau:

$KD \rightarrow RTD_5 \downarrow \rightarrow RTA_5 \downarrow \rightarrow R\overline{D}\overline{D}_2 \downarrow \rightarrow RMD_3 \downarrow \rightarrow RTL_3 \downarrow \rightarrow \boxed{RND} \rightarrow KA$

Khi $RND \uparrow$ sẽ phát xung điện (+) sang ga B báo tàu chạy.

+ Khi tiếp điểm $R\overline{D}\overline{D}_3 \downarrow$ sẽ cắt mạch của $RCB \downarrow$ nhưng (do trả chậm nên RCB vẫn có điện. Như vậy tiếp điểm $RCB_4 \downarrow$ làm cho $RMD \downarrow$ nhả sườn hút) tiếp điểm $RMD_3 \downarrow$ sẽ cắt mạch của RND nhưng vẫn chậm nhả. Như vậy RND vẫn được cấp điện suốt từ khi $R\overline{D}\overline{D} \downarrow$ cho đến khi $RMD \downarrow$ tương đương với thời gian RCB nhả chậm vẫn có điện do nhả chậm, vì vậy vẫn nối thông mạch RMD khi $RCB \downarrow$ thì $RCB_4 \downarrow$ ngắt mạch RMD . $RMD \downarrow$ làm cho cắt mạch không chế cho phép gửi tàu của cột tín hiệu ra ga tự động đóng lại (đèn lục trên cột TH ra ga tắt, đèn đỏ sáng).

Kết thúc bước 3 tại ga gửi tắt cả các role đều nhả sườn hút, đèn báo gửi sáng đỏ.

3.3.2. Tại ga đón

Sau khi nhận được xung điện (+) báo tàu chạy làm cho role RTD hút theo mạch:

Ga A ($KD \rightarrow RND_3 \uparrow$) $\rightarrow X_1 \rightarrow$ Ga B ($RND_3 \downarrow \rightarrow RNA_2 \downarrow \rightarrow \boxed{RTD} \rightarrow \boxed{RTA}$)
 $\rightarrow RND_2 \downarrow \rightarrow RNA_3 \downarrow \rightarrow X_2 \rightarrow$ Ga A ($RNA_3 \downarrow \rightarrow RND_2 \uparrow \rightarrow KA$)

Nguồn điện +24V đều đi qua 2 role RTD và RTA nhưng chỉ có RTD hút sườn hút, còn RTA không đúng cực tính nên không hoạt động.

Role RTD \uparrow sẽ có hai tác dụng:

- Làm cho chuông kêu theo mạch:

$KD \rightarrow RTD_2 \uparrow \rightarrow RTA_2 \downarrow \rightarrow \boxed{CH} \rightarrow KA$

- Nói mạch cho RTB \uparrow mạch điện như sau:

$KD \rightarrow RTD_2 \uparrow \rightarrow R\grave{D}Y_6 \uparrow \rightarrow R\grave{D}\grave{D}_4 \downarrow \rightarrow \boxed{RTB} \rightarrow KA$

và tự giữ theo mạch sau: $KD \rightarrow RTB_1 \uparrow \rightarrow RTB \rightarrow R\grave{D}\grave{D} \downarrow \rightarrow \boxed{RTB} \rightarrow KA$

* Role RTB \uparrow sẽ có hai tác dụng:

- Làm cho đèn báo đón lục tắt sáng đèn đỏ.

$KD \rightarrow RTB_7 \uparrow \rightarrow \boxed{\grave{D}B\grave{D}-\grave{D}} \rightarrow KA$

- Làm cho RMR \uparrow theo mạch sau:

$KD \rightarrow RR_1 \uparrow \rightarrow RTB_4 \uparrow \rightarrow \boxed{RMR} \rightarrow KA$

RMR \uparrow cắt mạch điện của R\grave{D}Y làm nhả sườn hút sau khi hết xung điện (+) RTD \downarrow chuông ngừng kêu.

Kết thúc bước 3 tại ga đón có: RTB \uparrow , RMR \uparrow , đèn báo đón sáng đỏ.

3.4. Hoạt động của các mạch điện máy đóng đường 2 ga ở bước 4

Nếu trực ban ga đón đã chuẩn bị đầy đủ các điều kiện để đón tàu thì thao tác mở tín hiệu vào ga, khi đôi bánh tàu đầu tiên đi lên đoạn M\grave{D}\grave{D}R ở cột tín hiệu ga làm cho RR \downarrow đồng thời RMR trong máy cũng mất điện làm cho RTL \uparrow .

Mạch RTL \uparrow như sau:

$KD \rightarrow RK\grave{D} \downarrow \rightarrow RMR_5 \downarrow \rightarrow R\grave{D}Y_5 \downarrow \rightarrow RTB_5 \uparrow \rightarrow \boxed{RTL} \rightarrow KA$

Sau đó tự giữ theo mạch sau:

$KD \rightarrow RTL_1 \uparrow \rightarrow R\grave{D}Y_5 \downarrow \rightarrow RTB_5 \uparrow \rightarrow \boxed{RTL} \rightarrow KA$

Khi RTL \uparrow làm cho đèn báo gửi sáng đỏ báo cho trực ban biết tàu đã vào ga.

$KD \rightarrow RTB_7 \uparrow \rightarrow RTL_7 \uparrow \rightarrow \boxed{\grave{D}BG-\grave{D}} \rightarrow KA.$

Khi tàu vào hãm trong ga thì RMR lại hút trở lại.

Kết thúc bước 4: Tại ga đón có: RTB \uparrow , RTL \uparrow , RMR \uparrow , \grave{D}BG và \grave{D}B\grave{D} sáng đỏ

3.5. Hoạt động của các mạch điện máy đóng đường 2 ga ở bước 5

3.5.1. Tại ga đón

Sau khi đoàn tàu đã lọt vào hãm trong ga, trực ban xác nhận đầy đủ thì thao tác đóng tín hiệu rồi ấn NKP. Khi trực ban ấn NKP thì RNA \uparrow sẽ có 2 tác dụng.

- Khôi phục máy đóng đường ga mình về trạng thái bình thường.

RNA \uparrow theo mạch sau:

$KD \rightarrow RTD_5 \downarrow \rightarrow RTA_5 \downarrow \rightarrow RMR_2 \uparrow \rightarrow RTB_2 \uparrow \rightarrow RTL_2 \uparrow \rightarrow R\grave{D}Y_2 \downarrow \rightarrow NKP_1(\text{ấn}) \rightarrow RK\grave{D}_6 \uparrow \rightarrow \boxed{RNA} \rightarrow KA.$

* RNA \uparrow ở ga đón tàu sẽ có 2 tác dụng:

- Phát xung điện (-) sang ga bên để khôi phục máy ga A.

- Làm cho RKP \uparrow để khôi phục máy ga mình:

$KD \rightarrow RNA_6 \uparrow \rightarrow RMR_6 \uparrow \rightarrow \boxed{RKP} \rightarrow KA$

Khi RKP \uparrow làm cho R\grave{D}\grave{D} \uparrow mạch như sau:

$KD \rightarrow RKP_4 \uparrow \rightarrow \boxed{R\grave{D}\grave{D}} \rightarrow KA$

Role RĐĐ↑ và tự giữ theo mạch như cũ lúc này tiếp điểm RĐĐ₆ cắt điện cấp cho mạch đèn báo màu đỏ làm cho đèn này tắt.

Vì RKP↑ suốt trong thời gian có xung điện (-) nên khi hết xung (-) nó cũng mất điện nhả sừn hút.

Khi RĐĐ↑ làm cắt mạch các đèn báo và RTB↓ và RNA↓. Như vậy RĐĐ↑ thường xuyên mới đảm bảo cho máy ở trạng thái bình thường. Do đó sau khi hút sừn xong thì phải tự giữ theo mạch.

$KD \rightarrow RĐĐ↑ \rightarrow RĐY↓ \rightarrow RMR_4↓ \rightarrow RMD_4↓ \rightarrow \boxed{RĐĐ} \rightarrow KA$

Đến đây thiết bị của ga đón tàu trở về trạng thái bình thường.

Kết thúc bước 5: Tại ga đón có RĐĐ↑

3.5.2. Tại ga gửi

Sau khi nhận được xung điện (-) của ga B phát sang thì RTA↑ theo mạch: Ga B (KD → RNA₃↑) → X₂ → Ga A (RNA₃↓ → RND₂↓ → \boxed{RTA}_4 → \boxed{RTD} → RNA₂↓ → RND₃↓) → X₁ → Ga B (RND₃↓ → RNA₂↑ → KA)

Lúc này dòng điện đi qua cả hai cuộn dây role nhưng chỉ có RTA được cấp điện đúng chiều nên hút sừn hút.

Khi role RTA hút sẽ có 2 tác dụng:

- Chuông kêu theo mạch sau: $KD \rightarrow RTA_2↑ \rightarrow \boxed{CH} \rightarrow KA$

- Nối mạch cho role cho RKP↑ theo mạch

$KD \rightarrow RTA_1↑ \rightarrow RLC_6↓ \rightarrow RTB_6↓ \rightarrow \boxed{RKP} \rightarrow KA$

RKP↑ làm cho RĐĐ↑ và tự giữ (mạch điện giống ga B).

Sau khi RĐĐ↑ làm cho đèn đỏ báo gửi tàu tắt, khi hết xung (-) thì RTA↓ chuông không kêu nữa, RKP nhả sừn hút.

Kết thúc bước 5: Tại ga gửi có RĐĐ↑

Chương 3. Thiết kế mạch điện chạy tàu kế tiếp trong khu gian đóng đường nửa tự động

1. Bố trí thiết bị

Để thực hiện chạy tàu kế tiếp, thiết bị đóng đường nửa tự động 64D-1A được cải tạo và lắp đặt thêm một số mạch điện role (mạch điện kế tiếp) và một trạm đóng đường phân khu để chia khu gian thành hai phân khu cho hai đoàn tàu sử dụng cùng một thời điểm (*sơ đồ các mạch điện cải tạo, mạch điện kế tiếp và mạch điện trạm đóng đường như phụ lục hình vẽ* . Cụ thể như sau:

1.1. Tại 2 ga đầu khu gian

1.1.1. Trên đài không chế

Ngoài các nút ấn và đèn biểu thị của thiết bị đóng đường nửa tự động 64D-1A lắp thêm một nút chạy tàu kế tiếp (NKT) và dãy đèn biểu thị chạy tàu kế tiếp (đèn lục và đèn vàng).

- Khi đón gửi tàu bình thường (không thực hiện chạy tàu kế tiếp): đèn biểu thị kế tiếp không sáng;

- Khi chạy tàu kế tiếp:

+ Khi hai ga làm xong thủ tục gửi tàu kế tiếp thì đèn biểu thị kế tiếp tại hai ga sáng vàng;

+ Khi ga gửi đủ điều kiện gửi tàu kế tiếp thì đèn biểu thị kế tiếp tại ga gửi sáng lục;

+ Khi ga đón đủ điều kiện đón đoàn tàu kế tiếp thì đèn biểu thị kế tiếp tại ga đón sáng lục;

+ Khi đoàn tàu kế tiếp tại ga gửi ra ga thì đèn biểu thị kế tiếp tại ga gửi tắt;

+ Khi đoàn tàu kế tiếp vào ga đón thì đèn biểu thị kế tiếp tại ga đón tắt. Lúc này có thể làm thủ tục để trả đường ga gửi như chạy tàu thông thường.

1.1.2. Trên giá role

Ngoài các role hiện có của máy đóng đường 64D-1A, trên giá role bố trí thêm 7 role của mạch điện chạy tàu kế tiếp gồm: role mở đường lặp lại (RMĐL), role nút ấn kế tiếp (RNKT), role xin gửi (RXG), role xin đón (RXĐ), role đón tàu kế tiếp (RĐKT), role lựa chọn lặp lại (RLCL), role thông báo lặp lại (RTBL) và role mạch ray lặp lại (RMRL).

1.2. Tại trạm đóng đường

Để chia khu gian thành 2 phân khu cho 2 đoàn tàu sử dụng, tại trạm đóng đường có đặt hai cột tín hiệu phòng vệ phân khu đóng đường, hai cột tín hiệu này có biểu thị Lục và Đỏ (theo mục 3.2.1.7 của Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia về tín hiệu đường sắt số QCVN 06:2018/BGTVT do Bộ giao thông vận tải ban hành ngày 15/5/2018).

Để không chế biểu thị của cột tín hiệu phòng vệ phân khu, tại trạm đóng đường bố trí một tủ role (chứa các role và nguồn điện không chế) và 02 mạch điện đường ray dài 900m về hai phía của trạm đóng đường.

2. Thủ tục thao tác và trạng thái biểu thị của thiết bị

2.1. Khi đóng đường đón gửi tàu bình thường

2.1.1. Trường hợp không gửi tàu kế tiếp

Sau khi thông thoại bằng máy điện thoại đóng đường, trực ban 2 ga thống nhất đón, gửi tàu thì thực hiện thao tác đóng đường đón gửi tàu. Lúc này thủ tục thao tác và trạng thái biểu thị của thiết bị như sau:

Bước 1: Ga gửi (ga A) xin đường gửi tàu sang ga đón (ga B):

Trực ban ga A ấn nút đóng đường thì máy ga A phát xung sang ga B xung điện (+) xin đường. Sau đó máy ga B tự động phát xung điện (-) sang ga A trả lời đồng ý đón tàu. Lúc đó trên đài không chế ga A dãy đèn báo gửi tàu sáng màu vàng, ga B dãy đèn báo đón tàu sáng đèn vàng; lần lượt máy ga A và B đều kêu chuông trong thời gian từ $6 \div 7s$.

Bước 2: Ga B đồng ý cho đường ga A:

Trực ban ga B ấn nút đóng đường đồng ý đón tàu, máy ở ga B chuyển sang trạng thái đóng đường đón tàu, dãy đèn báo đón tàu sáng đèn màu lục. Đồng thời phát xung sang ga A một xung điện dương để cho đường. Máy ga A nhận xung điện dương từ ga B tới thì chuông kêu từ $6 \div 7s$ rồi cũng chuyển sang trạng thái đóng đường gửi tàu, dãy đèn báo gửi tàu sáng đèn màu lục. Lúc này trực ban ga A có thể mở tín hiệu ra ga, chuẩn bị cho tàu vào khu gian.

Bước 3: Ga A gửi tàu:

- Trực ban ga A thao tác mở tín hiệu ra ga cho phép tàu vào khu gian.
- Khi tàu chiếm dụng khu đoạn mạch điện đường ray 1 thì máy ở ga A tự động phát xung (+) sang ga B báo tàu chạy, lúc đó máy ở ga B kêu chuông $6 \div 7$ giây và đèn báo đón màu lục tắt, màu đỏ sáng. Ở ga A đèn báo gửi màu lục tắt, màu đỏ sáng, khu gian đang có tàu, máy của hai ga ở trạng thái đóng đường hoàn toàn. Nếu một trong 2 ga có muốn thao tác để gửi một đoàn tàu khác nữa thì không thể thực hiện được, hoặc nếu muốn khôi phục máy trở lại trạng thái bình thường thì cũng không thể làm được.

- Khi tàu chiếm dụng khu đoạn mạch điện đường ray 2 (khu đoạn mạch ray đến) làm cho role mạch ray 2 nhả sườn, tại tủ role ở trạm đóng đường sẽ xác nhận hướng chạy tàu làm cho đèn biểu thị trên cột tín hiệu phân khu chiều lẻ sáng lục cho phép đoàn tàu vượt qua, đồng thời ngắt đường dây đóng đường khu gian làm 2 phân khu. Lúc này 2 ga sẽ không thể làm thủ tục gửi tàu kế tiếp hoặc khôi phục máy đóng đường được.

- Khi tàu vượt qua cột tín hiệu phân khu, chiếm dụng khu đoạn mạch ray 3 (khu đoạn mạch ray đi) làm role mạch ray 3 nhả sườn. Lúc này cột tín hiệu phân khu chiều lẻ chuyển sang sáng đỏ.

- Khi tàu giải phóng hoàn toàn khu đoạn mạch ray 2 thì tại tủ role trạm đóng đường sẽ tự động phát xung điện (+) về ga gửi làm chuông đóng đường ga gửi kêu cho đến khi tàu giải phóng hoàn toàn khu đoạn mạch ray 3 để báo hiệu tàu đã vượt qua trạm đóng đường phân khu.

Bước 4: Tàu đến ga B:

- Khi nhận được thông báo của ga A đoàn tàu thứ nhất đã ra ga, Trực ban ga B mở tín hiệu vào ga để chuẩn bị đón tàu. Khi đoàn tàu chiếm dụng khu đoạn mạch điện đường ray 4, thì trên đài không chế sáng thêm đèn báo gửi màu đỏ báo cho trực ban ga B biết tàu đã đến ga mình. Lúc này máy ga B tự động phát xung điện dương ra trạm đóng đường (cho đến khi đoàn tàu giải phóng khu đoạn mạch ray 4) để khôi phục thiết bị tại trạm đóng đường.

Bước 5: Ga B khôi phục máy đóng đường

Sau khi trực ban ga B xác nhận đoàn tàu đã về đến ga trọn vẹn thì đóng tín hiệu vào ga và ấn nút ấn khôi phục để khôi phục máy đóng đường hai ga về trạng thái ban đầu. Lúc này tại ga B các đèn báo đón gửi tàu màu đỏ tắt, đồng thời phát một xung âm sang ga A để khôi phục máy đóng đường ở ga A trở về trạng thái ban đầu, máy ga A reo chuông từ $6 \div 7$ giây, đèn báo gửi tàu màu đỏ tắt. Đến lúc này toàn bộ hệ thống máy đóng đường 2 ga trở về trạng thái bình thường.

2.1.2. Trường hợp gửi tàu kế tiếp

Sau khi thông thoại bằng máy điện thoại đóng đường, trực ban 2 ga thống nhất đón, gửi tàu kế tiếp thì thực hiện thao tác đóng đường đón gửi tàu. Lúc này thủ tục thao tác và trạng thái biểu thị của thiết bị như sau:

Bước 1: Ga gửi (ga A) xin đường gửi tàu sang ga đón (ga B):

Trực ban ga A ấn nút đóng đường thì máy ga A phát xung ga B xung điện (+) xin đường. Sau đó máy ga B tự động phát xung điện (-) sang ga A trả lời đồng ý đón tàu. Lúc đó trên đài không chế ga A dãy đèn báo gửi tàu sáng màu vàng, ga B dãy đèn báo đón tàu sáng đèn vàng; lần lượt máy ga A và B đều kêu chuông trong thời gian từ $6 \div 7s$.

Bước 2: Ga B đồng ý cho đường ga A:

Trực ban ga B ấn nút đóng đường đồng ý đón tàu, máy ở ga B chuyển sang trạng thái đóng đường đón tàu, dãy đèn báo đón tàu sáng đèn màu lục. Đồng thời phát xung ga A một xung điện dương để cho đường. Máy ga A nhận xung điện dương từ ga B tới thì chuông kêu từ $6 \div 7s$ rồi cũng chuyển sang trạng thái đóng đường gửi tàu, dãy đèn báo gửi tàu sáng đèn màu lục. Lúc này trực ban ga A có thể mở tín hiệu ra ga, chuẩn bị cho tàu vào khu gian.

Bước 3: Ga A gửi tàu:

- Trực ban ga A thao tác mở tín hiệu ra ga cho phép tàu vào khu gian.
- Khi đôi bánh tàu đầu tiên chiếm dụng mạch điện đường ray 1 thì máy ở ga A tự động phát xung (+) sang ga B báo tàu chạy, lúc đó máy ở ga B kêu chuông $6 \div 7$ giây và đèn đón tàu màu lục tắt, màu đỏ sáng. Đồng thời ở ga A đèn màu lục tắt, màu đỏ sáng, khu gian đang có tàu, máy của hai ga ở trạng thái đóng đường hoàn toàn. Nếu một trong 2 ga có muốn thao tác để gửi một đoàn tàu khác nữa thì không thể thực hiện được, hoặc nếu muốn khôi phục máy trở lại trạng thái bình thường thì cũng không thể làm được.

Bước 4: Ga A xin đường gửi tàu kế tiếp:

- Sau khi đoàn tàu xuất phát từ ga A đã ra ga nhưng chưa đến trạm đóng đường phân khu (chưa chiếm dụng khu đoạn đường ra 2), trực ban ga A ấn nút kế tiếp NKT để phát xung ga B xung điện (+) xin đường, làm chuông ga B kêu. Nếu đồng ý đón tàu kế tiếp thì trong khi nghe chuông kêu trực ban ga B ấn nút kế tiếp. Lúc này ga B chuyển sang đóng đường đón tàu kế tiếp đồng thời phát xung điện (-) sang ga A trả lời đồng ý đón tàu kế tiếp. Trên đài không chế ga A và ga B dãy đèn báo kế tiếp sáng màu vàng, kêu chuông trong thời gian từ $6 \div 7s$.

- Khi tàu đến khu đoạn mạch điện đường ray 2 (khu đoạn mạch ray đến) làm cho role mạch ray 2 nhả sườn, tại tủ role ở trạm đóng đường sẽ xác nhận hướng chạy tàu làm cho đèn biểu thị trên cột tín hiệu phân khu chiều lẻ sáng lục cho phép đoàn tàu gửi thứ nhất vượt qua. Đồng thời ngắt đường dây đóng đường khu gian làm 2 phân khu.

- Khi tàu vượt qua cột tín hiệu phân khu chiếm dụng khu đoạn mạch ray 3 (khu đoạn mạch ray đi) làm role mạch ray 3 nhả sườn. Lúc này cột tín hiệu phân khu chiều lẻ chuyển sang sáng đỏ.

- Khi tàu giải phóng hoàn toàn khu đoạn mạch ray 2 thì tại tủ role trạm đóng đường sẽ tự động phát xung điện (+) về ga gửi xác nhận phân khu thứ nhất thanh thoát để cho phép gửi đoàn tàu kế tiếp ra ga. Lúc này tại ga gửi chuông kêu cho đến khi đoàn tàu giải phóng hoàn toàn khu đoạn mạch ray 3, đèn biểu thị gửi tàu kế tiếp sáng lục.

Bước 5: Ga A gửi tàu kế tiếp:

- Khi đèn biểu thị kế tiếp sáng lục, Trực ban ga thao tác mở tín hiệu ra ga cho phép tàu chạy kế tiếp vào khu gian.

- Khi đoàn tàu chiếm dụng khu đoạn mạch điện đường ray 1 thì máy ở ga A đèn biểu thị kế tiếp màu lục tắt, chỉ còn đèn biểu thị đóng đường gửi tàu màu đỏ sáng.

Bước 6: Ga B đón đoàn tàu thứ nhất:

- Khi nhận được thông báo của ga A đoàn tàu thứ nhất đã ra ga, ga B mở tín hiệu vào ga để chuẩn bị đón tàu. Khi đoàn tàu đi vào khu đoạn mạch điện đường ray 4, thì trên đài không chế sáng thêm đèn báo gửi màu đỏ báo cho trực ban ga B biết tàu đã đến ga mình. Lúc này máy ga B tự động phát xung điện dương ra trạm đóng đường.

- Sau khi trực ban ga B xác nhận đoàn tàu đã vào ga trọn vẹn thì đóng tín hiệu vào ga và giải khóa ghi. Lúc này đèn báo kế tiếp màu vàng tắt, màu lục sáng, đèn báo gửi màu đỏ tắt, đèn báo đón vẫn sáng đỏ. Tại trạm đóng đường tín hiệu chiều lẻ sẽ chuyển từ đỏ sang lục (nếu đoàn tàu kế tiếp đã đến khu đoạn mạch ray 2) cho phép đoàn tàu kế tiếp đi vào phân khu thứ 2 hoặc tín hiệu chiều lẻ tắt (nếu đoàn tàu kế tiếp chưa đến khu đoạn mạch ray 2).

Bước 7: Ga B đón đoàn tàu kế tiếp và khôi phục thiết bị

- Khi đoàn tàu kế tiếp đến khu đoạn mạch ray 2 thì cột tín hiệu chiều lẻ sáng lục (nếu đoàn tàu thứ nhất đã vào ga trọn vẹn) hoặc cột tín hiệu chiều lẻ vẫn sáng đỏ (nếu đoàn tàu thứ nhất chưa vào ga đón);

- Khi vượt qua cột tín hiệu tại trạm đóng đường về ga đón tàu làm tín hiệu trạm đóng đường chuyển sang sáng đỏ.

- Khi đoàn tàu kế tiếp đi vào khu đoạn mạch điện đường ray 4, thì trên đài không chế đèn báo gửi tàu sáng đèn đỏ, đèn báo kế tiếp màu lục tắt báo cho trực ban ga B biết đoàn tàu kế tiếp đã vào ga mình. Lúc này máy ga B tự động phát xung điện dương ra trạm đóng đường để khôi phục thiết bị.

- Sau khi trực ban ga B xác nhận đoàn tàu đã về đến ga trọn vẹn thì đóng tín hiệu vào ga và ấn nút ấn khôi phục để khôi phục máy đóng đường hai ga về trạng thái ban đầu. Lúc này các đèn báo đón gửi tàu màu đỏ tắt đồng thời phát một xung điện âm sang ga A để khôi phục máy đóng đường ở ga A trở về trạng thái ban đầu, máy ga A reo chuông từ 6 ÷ 7 giây, đèn báo gửi tàu màu đỏ tắt. Đến lúc này toàn bộ hệ thống máy đóng đường 2 ga trở về trạng thái bình thường.

2.2. Khôi phục máy trong các trường hợp bất thường

Trong quá trình đóng đường đón gửi tàu, khi tàu đã vào ga đón trọn vẹn và mạch điện đường ray không có trở ngại thì việc khôi phục máy đóng đường được thực hiện bởi trực ban ga đón tàu như mục 2.7. Tuy nhiên trong thực tế công tác chạy tàu có trường hợp sau khi đã làm thủ tục đóng đường, do đoàn tàu gặp sự cố hoặc do thay đổi phương án chạy tàu mà không gửi tàu ra ga được hoặc do thiết bị phát sinh trở ngại thì máy đóng đường cũng cần phải được khôi phục về trạng thái bình thường để có thể thực hiện thủ tục đóng đường đón gửi tàu tiếp theo. Những trường hợp khôi phục máy như vậy gọi là khôi phục máy trong các trường hợp bất thường. Để đảm bảo an toàn chạy tàu, tùy theo từng trường hợp có thể khôi phục máy bằng các thủ tục thao tác khác nhau, thiết bị chạy tàu kế tiếp trên khu gian đóng đường nửa tự động 64D-1A có thể khôi phục máy trong những trường hợp như sau:

a. Khôi phục hủy bỏ

Sau khi đã làm thủ tục đóng đường, do đoàn tàu gặp sự cố hoặc do thay đổi phương án chạy tàu mà không gửi tàu ra ga được thì phải thực hiện khôi phục đóng đường. Khôi phục hủy bỏ đóng đường được thực hiện trong các trường hợp sau:

- Sau khi trực ban ga A ấn nút đóng đường để phát một xung điện dương xin đường ga B và máy ga B tự động phát một xung điện âm trả lời thì trên đài không chế ga A đèn báo gửi tàu sáng màu vàng. Lúc này nếu trực ban ga A không có yêu cầu gửi tàu nữa thì sau khi liên hệ bằng điện thoại với trực ban ga đón tàu, trực ban ga gửi chỉ cần ấn nút ấn khôi phục là có thể hủy bỏ trạng thái trên, thiết bị đóng đường ở cả 2 ga đều trở về trạng thái bình thường;

- Khi trực ban ga B đồng ý đón tàu và ấn nút đóng đường, trên đài không chế ở ga A sáng đèn báo gửi tàu màu lục, ở ga B đèn báo đón tàu sáng màu lục. Nếu lúc này ga A không muốn gửi tàu nữa cần hủy bỏ trạng thái đóng đường thì sau khi liên hệ bằng điện

thoại với trực ban ga đón tàu, trực ban ga gửi ấn nút ấn khôi phục để khôi phục được máy đóng đường ở cả 2 ga trở về trạng thái bình thường.

- Đối với ga điện khí tập trung, sau khi tín hiệu ra ga đã mở nếu lúc này ga A không muốn gửi tàu nữa sau khi liên hệ bằng điện thoại với trực ban ga đón tàu, trực ban ga gửi phải hủy bỏ đường chạy gửi tàu trước sau đó nút ấn khôi phục để khôi phục được máy đóng đường ở cả 2 ga trở về trạng thái bình thường.

Như vậy, việc khôi phục hủy bỏ đóng đường chỉ được thực hiện bởi trực ban ga gửi tàu. Trực ban ga đón tàu không thể thực hiện được.

b. Khôi phục khi trở ngại

Khôi phục khi trở ngại là trường hợp khôi phục đặc biệt, được thực hiện khi máy đóng đường không có khả năng khôi phục một cách bình thường. Khôi phục khi trở ngại không kiểm tra bất kỳ điều kiện nào mà hoàn toàn dựa vào nhân viên trực ban chạy tàu ga thực hiện vì vậy nhân viên trực ban chạy tàu hai ga nhất thiết phải cùng nhau xác nhận trong khu gian không có đoàn tàu nào chiếm dụng (đoàn tàu chưa hề xuất phát, trong khu gian không có toa tàu, đoàn tàu đến ga trọn vẹn), cột tín hiệu ra ga ở hai đầu khu gian đều ở trạng thái đóng, đồng thời phải được đăng ký trong sổ “Sổ đăng ký kiểm tra thiết bị chạy tàu”. Sau đó nhân viên trực ban chạy tàu ga mở niêm phong kẹp chì, ấn nút trở ngại để khôi phục máy đóng đường.

Khôi phục khi trở ngại máy đóng đường được thực hiện trong các trường hợp sau:

- Khi nguồn điện máy đóng đường bị mất điện sau đó có trở lại. Trường hợp này xảy ra ở ga nào thì trực ban ga đó làm các thủ tục liên quan rồi ấn nút trở ngại thì máy đóng đường sẽ được khôi phục;

- Khi đoàn tàu chạy đến ga đón tàu nhưng do sự cố trên mạch điện đường ray không thể thực hiện khôi phục máy sau khi tàu đến. Trường hợp này sau khi làm các thủ tục liên quan thì trực ban ga gửi ấn nút trở ngại, khi nghe chuông kêu trực ban ga đón ấn nút khôi phục để khôi phục máy đóng đường về trạng thái bình thường;

- Đối với ga chưa điện khí tập trung, sau khi tín hiệu ra ga đã mở nếu lúc này ga gửi không muốn gửi tàu nữa sau khi liên hệ bằng điện thoại với trực ban ga đón tàu, trực ban ga gửi phải hủy bỏ đường chạy gửi tàu trước sau đó nút ấn trở ngại để khôi phục được máy đóng đường ở cả 2 ga trở về trạng thái bình thường.

- Sau khi đã làm thủ tục đóng đường chạy tàu kế tiếp (lúc này đã có đoàn tàu chiếm dụng khu gian), nếu ga gửi không có nhu cầu gửi tàu kế tiếp nữa thì việc khôi phục máy đóng đường chỉ được khôi phục sau khi đoàn tàu thứ nhất đã vào ga trọn vẹn, trực ban 2 ga làm các thủ tục liên quan thì trực ban ga gửi ấn nút trở ngại, khi nghe chuông kêu trực ban ga đón ấn nút khôi phục để khôi phục máy đóng đường về trạng thái bình thường;

3. Thiết kế mạch điện của thiết bị

3.1. Mạch điện chạy tàu kế tiếp

Để thực hiện đóng đường nửa tự động chạy tàu kế tiếp, ngoài máy đóng đường nửa tự động 64D-1A hiện có sẽ lắp thêm các role và cải tạo các mạch điện như sau:

- Mạch điện chạy tàu kế tiếp gồm:

+ Role nút ấn kế tiếp (RNKT): Dùng để ghi nhận thao tác xin và cho đường đón gửi tàu kế tiếp;

+ Role mở đường lặp lại (RMĐL): có tác dụng lưu giữ trạng thái mở đường gửi tàu để khống chế role nút ấn kế tiếp tại ga gửi;

+ Role xin gửi kế tiếp (RXG): Dùng để xác nhận ga gửi xin đường ga đón để gửi đoàn tàu kế tiếp;

+ Role xin đón kế tiếp (RXĐ): Dùng để xác nhận ga đón đồng ý cho đường ga gửi gửi tàu kế tiếp.

+ Role đón tàu kế tiếp (RĐKT): Dùng để báo trạng thái ga đón đủ điều kiện đón đoàn tàu kế tiếp.

+ Đèn biểu thị chạy tàu kế tiếp: Đèn vàng sáng khi hai ga làm thủ tàu xin và cho đường chạy tàu kế tiếp; Đèn lục sáng khi đủ điều kiện gửi và đón tàu kế tiếp.

- Ngoài ra, trong mạch điện máy 64D-1A có lắp thêm các điều kiện khống chế trong mạch phát tín hiệu, mạch tín hiệu gửi tàu, mạch điện tín hiệu đón tàu, mạch điện role đóng đường và các role lặp lại role thông báo (RTBL), role lặp lại lựa chọn (RLCL) và role lặp lại mạch ray (RMRL).

3.2. Nguyên lý hoạt động của mạch điện khi chạy tàu kế tiếp

3.2.1. Trường hợp không chạy tàu kế tiếp

Khi thực hiện đóng đường để cho tàu chạy vào khu gian giữa 2 ga liên quan trình tự hoạt động các bước của mạch điện như máy đóng đường 64D-1A. Đối với mạch điện chạy tàu kế tiếp và trạm đóng đường phân khu hoạt động như sau:

Tại trạm đóng đường thiết bị hoạt động như sau:

a. Tại ga gửi

- Khi đoàn tàu thứ nhất ra ga chiếm dụng khu đoạn đường ray 1 (khu đoạn đường ray ngang cột tín hiệu vào ga ngược chiều), trong khi role mở đường RMD còn đang hút thì role mở đường lặp lại hút theo mạch điện:

+ Mạch điện kích từ:

$KD \rightarrow R\overline{D\overline{D}}_8 \downarrow \rightarrow RXG_3 \downarrow \rightarrow R\overline{M\overline{D}}_8 \uparrow \rightarrow \boxed{R\overline{M\overline{D}}_L} \rightarrow KA$

+ Sau khi hút, role RMDL tự giữ theo mạch điện:

$KD \rightarrow RTD_7 \downarrow \rightarrow RTA_7 \downarrow \rightarrow R\overline{M\overline{D}}_L \uparrow \rightarrow \boxed{R\overline{M\overline{D}}_L} \rightarrow KA$

- Khi nhận được xung điện dương từ trạm đóng đường phát về báo tàu đã chiếm dụng khu đoạn đường ray 3 và giải phóng khu đoạn đường ray 2, RTD hút theo mạch:

$\overline{T\overline{D\overline{D}}}(D\overline{D} \rightarrow RM_3 \downarrow \rightarrow RM_2 \uparrow \rightarrow RHL_1 \uparrow) \rightarrow X1 \rightarrow Ga A (RND_3 \downarrow \rightarrow RNA_2 \downarrow \rightarrow \boxed{RTD})_4 \rightarrow \boxed{RTA}_4 \rightarrow RND_2 \downarrow \rightarrow RNA_3 \downarrow \rightarrow X2 \rightarrow \overline{T\overline{D\overline{D}}}(RHL_2 \uparrow \rightarrow A\overline{D})$

Role RTD hút sẽ làm cho chuông kêu, đồng thời cắt mạch role mở đường lặp lại (RMDL \downarrow) báo hiệu từ thời điểm này sẽ không xin gửi tàu kế tiếp được nữa.

Khi tàu ra khỏi khu đoạn mạch ray 3 thì RTD nhả sườn hút, chuông ngừng kêu.

b. Tại trạm đóng đường

- Khi tàu đến mạch điện đường ray số 2 làm cho RM2 \downarrow →RHL hút theo mạch điện:

$KD \rightarrow RPKC_3 \downarrow \rightarrow RHC_7 \downarrow \rightarrow RM_2 \downarrow \rightarrow \boxed{RHL} \rightarrow KA$

Sau khi hút RHL tự giữ theo mạch: $KD \rightarrow RPKC_3 \downarrow \rightarrow RHL_7 \uparrow \rightarrow \boxed{RHL} \rightarrow KA$

Khi role hướng lẻ hút làm cho đường dây đóng đường nửa tự động bị cắt ra để nối nguồn điện từ trạm đóng đường cấp về ga gửi tàu (chuẩn bị cho chạy tàu kế tiếp) và nối role không chế ở trạm đóng đường lên đường dây để chuẩn bị nhận tín hiệu trả đường từ ga đón tàu. Đồng thời nối mạch cho cột tín hiệu phân khu đóng đường hướng lẻ sáng lục.

Hoạt động của các mạch điện như sau:

+ Mạch điện thả đèn cột tín hiệu phân khu đóng đường hướng lẻ:

$DB \rightarrow RHL_8 \uparrow \rightarrow R\overline{D\overline{D}}_6 \uparrow \rightarrow \boxed{T\overline{D\overline{D}}_CL-L} \rightarrow AB$

+ Khi tàu đến mạch điện đường ray số 3 làm cho RM3 \downarrow →R $\overline{D\overline{D}}$ \downarrow , lúc này cột tín hiệu phân khu hướng lẻ đèn lục tắt, sáng đèn đỏ:

$KD \rightarrow RHL_8 \uparrow \rightarrow R\overline{D\overline{D}}_6 \downarrow \rightarrow \boxed{T\overline{D\overline{D}}_CL-\overline{D}} \rightarrow KA$

+ Khi tàu ra khỏi mạch điện đường ray số 2 làm cho RM2 \uparrow , lúc này từ trạm phân khu sẽ phát xung điện dương về ga gửi cho đèn khi tàu rời khỏi khu đoạn mạch ray 3.

- Khi tàu chiếm dụng khu đoạn đường ray 4 (khu đoạn đường ray ngang cột tín hiệu vào ga của ga đón), tại ga đón sẽ tự động phát xung điện dương ra trạm đóng đường làm cho role RKC hút theo mạch:

Ga B ($KD \rightarrow RND_3 \uparrow$) $\rightarrow X1 \rightarrow \overline{T\overline{D\overline{D}}}(R\overline{D\overline{D}}_3 \downarrow \rightarrow RHL_5 \uparrow \rightarrow \boxed{RKC})_4 \rightarrow RHL_4 \uparrow \rightarrow X2 \rightarrow ga B (RNA_3 \downarrow \rightarrow RND_2 \uparrow \rightarrow KA)$

- Khi RKC \uparrow sẽ làm cho rơle phụ không chế RPKC hút và tự giữ theo mạch điện:

+ KD \rightarrow RKC $_1\uparrow$ \rightarrow $\boxed{\text{RPKC}}$ \rightarrow KA

+ KD \rightarrow RPKC $_1\uparrow$ \rightarrow RĐĐ $_2\downarrow$ \rightarrow $\boxed{\text{RPKC}}$ \rightarrow KA

- Khi hết xung điện từ ga đón phát ra (khi đoàn tàu giải phóng khu đoạn đường ray 4) thì RKC sẽ nhả sườn hút \rightarrow rơle RPKC sẽ nhả chậm để nối mạch cho rơle RĐĐ hút và tự giữ theo mạch điện:

+ KD \rightarrow RKC $_2\downarrow$ \rightarrow RPKC $_2\uparrow$ \rightarrow RM $_3\uparrow$ \rightarrow RM $_3\uparrow$ (RHC $_6\uparrow$) \rightarrow $\boxed{\text{RĐĐ}}$ \rightarrow KA

+ KD \rightarrow RĐĐ $_1\uparrow$ \rightarrow RM $_3\uparrow$ \rightarrow RM $_3\uparrow$ (RHC $_6\uparrow$) \rightarrow $\boxed{\text{RĐĐ}}$ \rightarrow KA

- Khi rơle đóng đường hút làm cho rơle hướng lẻ rơi thì cột tín hiệu ở trạm đóng đường tắt.

Thiết bị tại trạm đóng đường trở về trạng thái bình thường (RĐĐ \uparrow , RHL \downarrow , RHC \downarrow , RKC \downarrow , RPKC \downarrow , cột tín hiệu chiều chẵn, chiều lẻ đều tắt), đường dây đóng đường khu gian được khai thông.

c. Tại ga đón

Trực ban ga đón thao tác mở tín hiệu vào ga, khi tàu chiếm dụng khu đoạn mạch ray 4 làm cho RMR $_4$ nhả sườn \rightarrow RND \uparrow theo mạch sau:

KD \rightarrow RTD $_5\downarrow$ \rightarrow RTA $_5\downarrow$ \rightarrow RĐĐ $_2\downarrow$ \rightarrow RMĐ $_3\downarrow$ \rightarrow RXĐ $_7\downarrow$ \rightarrow RMRL $_6\downarrow$ \rightarrow RTBL $_6\uparrow$ \rightarrow RĐKT $_1\uparrow$ \rightarrow $\boxed{\text{RND}}$ \rightarrow KA

Role nguồn dương hút nối mạch phát xung điện dương ra trạm đóng đường cho đến khi đoàn tàu giải phóng khu đoạn đường ray 4.

3.2.2. Trường hợp chạy tàu kế tiếp

Khi trực ban 2 ga thực hiện đóng đường đón gửi tàu giữa 2 ga, trình tự hoạt động các bước của mạch điện như sau:

Bước 1. Ga A xin đường gửi tàu sang ga B

a. Tại ga gửi

Trước khi trực ban ga A ấn NĐĐ để xin đường gửi tàu phải quay máy điện thoại để liên lạc với ga B. Vì dòng điện của máy điện thoại là dòng xoay chiều nên nó đi qua 4 tụ 2 μ F làm cho chuông máy điện thoại ga B kêu, đồng thời dòng điện gọi chuông này cũng đi qua RTA và RTD của 2 ga vì RTD và RTA chỉ hoạt động khi có dòng một chiều đi qua đúng chiều nên các rơle này không hoạt động.

Sau khi trực ban 2 ga đã liên lạc bằng điện thoại với nhau và ga B trả lời đồng ý đón tàu. Trực ban ga A ấn NĐĐ để xin đường gửi tàu làm cho RND ga A có điện, mạch điện như sau:

KD \rightarrow RTD $_5\downarrow$ \rightarrow RTA $_5\downarrow$ \rightarrow RĐĐ $_2\uparrow$ \rightarrow RCB $_2\downarrow$ \rightarrow RĐY $_5\downarrow$ \rightarrow NĐĐ(ấn) \rightarrow RTL $_3\downarrow$ \rightarrow $\boxed{\text{RND}}$ \rightarrow KA

Vì động tác ấn NĐĐ của trực ban không cố định nhưng yêu cầu rơle nguồn dương (RND) phải làm việc ổn định để cho thiết bị liên quan hoạt động, nên người ta lắp thêm tổ tiếp điểm và tụ C $_1$ với R $_1$ rồi mắc // với RND làm thành mạch nhả chậm.

Khi thôi ấn nút đóng đường thì mạch điện này cung cấp nguồn cho RND tiếp tục hoạt động từ 6 ÷ 7 giây.

- Tụ C $_1$ thường xuyên được nạp điện sẵn theo mạch sau:

+ 24V \rightarrow RNA $_1\downarrow$ \rightarrow RND $_1\downarrow$ \rightarrow R $_1$ \rightarrow C $_1$ \rightarrow -24V.

- Tụ C $_1$ phóng điện cấp cho RND theo mạch sau:

+ $C_1 \rightarrow R_1 \rightarrow RND_1 \uparrow \rightarrow \boxed{RND} \rightarrow - C_1$

* Role nguồn $RND \uparrow$ có 2 tác dụng:

- Làm cho $RLC \uparrow$ và tự giữ để tạo điều kiện chuẩn bị nhận xung trả lời của ga B theo mạch điện sau:

$KD \rightarrow RNA_6 \downarrow \rightarrow RKP_3 \downarrow \rightarrow R\overline{D}\overline{D}_3 \uparrow \rightarrow RM\overline{D}_2 \downarrow \rightarrow RND_4 \uparrow \rightarrow \boxed{RLC} \rightarrow KA$

- Mạch tự giữ RLC như sau:

$KD \rightarrow RNA_6 \downarrow \rightarrow RKP_3 \downarrow \rightarrow R\overline{D}\overline{D}_3 \uparrow \rightarrow RM\overline{D}_2 \downarrow \rightarrow RLC_1 \uparrow \rightarrow \boxed{RLC} \rightarrow KA$

- Khi role RLC hút sẽ nối mạch cho role lựa chọn lặp lại như sau:

$KD \rightarrow RLC_8 \downarrow \rightarrow \boxed{RLCL} \rightarrow KA$

- Phát xung điện (+) lên đường dây truyền dẫn sang ga B báo xin đường gửi tàu.

Sau khi máy ga B hoạt động gửi về ga A xung âm, làm cho RTA hút lên theo mạch:

Ga B ($KD \rightarrow RNA_3 \uparrow$) $\rightarrow X_2 \rightarrow \overline{T\overline{D}\overline{D}}(RHL_4 \downarrow \rightarrow RHC_4 \downarrow \rightarrow R\overline{D}\overline{D}_8 \uparrow \rightarrow RHC_2 \downarrow \rightarrow RHL_2 \downarrow) \rightarrow$ Ga A ($RNA_3 \downarrow \rightarrow RND_2 \downarrow \rightarrow \boxed{RTA}_4 \rightarrow \boxed{RTD}_1 \rightarrow RNA_2 \downarrow \rightarrow RND_3 \downarrow$) $\rightarrow X_1 \rightarrow \overline{T\overline{D}\overline{D}}(RHL_1 \downarrow \rightarrow RHC_1 \downarrow \rightarrow R\overline{D}\overline{D}_2 \uparrow \rightarrow RHC_3 \downarrow \rightarrow RHL_3 \downarrow) \rightarrow$ Ga B ($RND_3 \downarrow \rightarrow RNA_2 \uparrow \rightarrow KA$)

Lúc này dòng điện đi qua cả hai cuộn dây role nhưng chỉ có RTA được cấp điện đúng chiều nên hút sừn hút.

Khi role RTA hút sẽ có 2 tác dụng:

- Chuông kêu theo mạch sau: $KD \rightarrow RTA_2 \uparrow \rightarrow \boxed{CH} \rightarrow KA$

- Nối mạch cho role RCB hút theo mạch sau:

$KD \rightarrow RNA_6 \downarrow \rightarrow RKP_3 \downarrow \rightarrow R\overline{D}\overline{D}_3 \uparrow \rightarrow RTA_5 \uparrow \rightarrow RLC_3 \downarrow \rightarrow \boxed{RCB} \rightarrow KA$

RCB hút khi $RTA \uparrow$ hút và khi RTA nhả sẽ tự giữ theo mạch sau:

$KD \rightarrow RNA_6 \downarrow \rightarrow RKP_3 \downarrow \rightarrow R\overline{D}\overline{D}_5 \downarrow \rightarrow RCB_1 \uparrow \rightarrow RCB \rightarrow \boxed{RCB} \rightarrow KA$

Tiếp điểm $RCB_3 \uparrow$ để nạp điện cho tụ C_2 và khi mạch của RCB bị ngắt thì tụ C_2 phóng điện làm cho RCB nhả chậm.

- Sau khi $RCB \uparrow$ và tự giữ thì $RMR \uparrow$ theo mạch:

$KD \rightarrow R\overline{D}R_{11} \uparrow \rightarrow RCB_6 \uparrow \rightarrow \boxed{RMR} \rightarrow KA.$

- Sau khi $RMR \uparrow$ thì $RMRL \uparrow$ theo mạch:

$KD \rightarrow RMR_8 \uparrow \rightarrow \boxed{RMRL} \rightarrow KA.$

- Sau khi $RMR \uparrow$ thì ga A đèn báo gửi tàu sáng vàng:

$KD \rightarrow RTB_7 \downarrow \rightarrow R\overline{D}Y_7 \downarrow \rightarrow R\overline{D}\overline{D}_1 \uparrow \rightarrow RM\overline{D}_7 \downarrow \rightarrow RMR_7 \uparrow \rightarrow RLC_7 \uparrow \rightarrow \boxed{\overline{D}BG-V} \rightarrow KA$

Kết thúc bước 1, ở ga gửi có $R\overline{D}\overline{D}$, RCB, RLC, RLCL, RMR, RMRL hút, đèn báo gửi sáng vàng.

b. Tại ga đón

Tại ga B khi nhận được xung điện dương từ ga gửi phát sang làm cho RTD hút theo mạch sau:

Ga A ($KD \rightarrow RND_3 \uparrow$) $\rightarrow X_1 \rightarrow \overline{T\overline{D}\overline{D}}(RHL_1 \downarrow \rightarrow RHC_1 \downarrow \rightarrow R\overline{D}\overline{D}_8 \uparrow \rightarrow RHC_3 \downarrow \rightarrow RHL_3 \downarrow) \rightarrow$ Ga B ($RND_3 \downarrow \rightarrow RNA_2 \downarrow \rightarrow \boxed{RTD}_4 \rightarrow \boxed{RTA}_1 \rightarrow RND_2 \downarrow \rightarrow RNA_3 \downarrow$) $\rightarrow X_2 \rightarrow \overline{T\overline{D}\overline{D}}(RHL_4 \downarrow \rightarrow RHC_4 \downarrow \rightarrow R\overline{D}\overline{D}_2 \uparrow \rightarrow RHC_2 \downarrow \rightarrow RHL_2 \downarrow) \rightarrow$ Ga A ($RNA_3 \downarrow \rightarrow RND_2 \uparrow \rightarrow KA$)

Lúc này dòng điện đi qua cả hai cuộn dây role nhưng chỉ có RTD được cấp điện đúng chiều nên hút sừn hút.

Khi role RTD hút sẽ có 2 tác dụng:

- Làm cho chuông kêu theo mạch sau:

$KD \rightarrow RTD_2 \uparrow \rightarrow RTA_2 \downarrow \rightarrow \boxed{CH} \rightarrow KA$

Chuông kêu từ 6 ÷ 7 giây bằng thời gian hút sườn hút của RTD.

- Làm cho RTL \uparrow theo mạch sau:

$KD \rightarrow R\overline{D}\overline{D}_5 \uparrow \rightarrow RTD_1 \uparrow \rightarrow RCB_5 \downarrow \rightarrow RTB_5 \downarrow$

```
graph LR; RTB5[RTB5 ↓] --> RTL[RTL ↑]; RTB5 --> RCB3[RCB3 ↓]; RCB3 --> R2[R2]; RCB3 --> C2[C2]; RTL --> KA[KA]; R2 --> KA; C2 --> KA;
```

Sau khi hết xung điện dương từ ga A phát sang thì $RTD \downarrow$ làm cho chuông ngừng kêu và RTL đang chậm nhả thì $R\overline{D}Y \uparrow$ theo mạch.

$KD \rightarrow R\overline{D}\overline{D}_5 \uparrow \rightarrow RTD \downarrow \rightarrow RLT_6 \downarrow \rightarrow RKP_6 \downarrow \rightarrow \boxed{R\overline{D}Y} \rightarrow KA$

Sau đó tự giữ theo mạch sau:

$KD \rightarrow RKP_5 \downarrow \rightarrow RMR_1 \downarrow \rightarrow R\overline{D}Y_1 \uparrow \rightarrow R\overline{X}\overline{D}_5 \downarrow \rightarrow \boxed{R\overline{D}Y} \rightarrow KA$

Khi $R\overline{D}Y \uparrow$ có 2 tác dụng:

- Là điều kiện chuẩn bị cho đèn báo đón tàu màu vàng sáng

- Kết hợp với RTL chậm nhả làm cho $RNA \uparrow$.

$KD \rightarrow RTD_5 \downarrow \rightarrow RTA_5 \downarrow \rightarrow R\overline{D}\overline{D}_2 \uparrow \rightarrow R\overline{D}Y_2 \uparrow \rightarrow RTL_2 \uparrow \rightarrow RTB_2 \downarrow \rightarrow \boxed{RNA} \rightarrow KA$

Tương tự như cuộn dây rơle RND, khi $RNA \uparrow$ hút ổn định tụ C_1 đã có điện áp sẵn để phóng làm cho RNA nhả chậm từ 6 ÷ 7 giây.

Sau khi RTL nhả sườn hút thì RNA được nhả chậm bởi tụ C_1 theo mạch:

$+ C_1 \rightarrow R_1 \rightarrow RND_3 \downarrow \rightarrow RNA_1 \uparrow \rightarrow \boxed{RNA} \rightarrow - C_1$

Khi RNA hút sẽ phát xung điện (-) lên đường dây sang ga A

Khi hết thời gian nhả chậm RNA nhả sườn hút làm cho đèn báo đón tàu ga này sáng màu vàng.

$KD \rightarrow RTB_7 \downarrow \rightarrow R\overline{D}Y_7 \uparrow \rightarrow R\overline{D}\overline{D}_6 \uparrow \rightarrow RNA_5 \downarrow \rightarrow RTL_5 \downarrow \rightarrow \boxed{\overline{D}\overline{B}\overline{D}-V} \rightarrow KA$

Kết thúc bước 1, tại ga đón có: $R\overline{D}\overline{D} \uparrow$, $R\overline{D}Y \uparrow$ và đèn báo đón sáng vàng.

Bước 2. Ga B đồng ý cho đường ga A

a. Tại ga đón

Sau khi trực ban ga B đồng ý đón tàu thì ấn $N\overline{D}\overline{D}$ sẽ có 2 tác dụng:

- Làm cho $R\overline{D}\overline{D} \downarrow$ nhả sườn hút.

+ Là điều kiện nối thông mạch RND:

$KD \rightarrow RTD_5 \downarrow \rightarrow RTA_5 \downarrow \rightarrow R\overline{D}\overline{D}_2 \downarrow \rightarrow R\overline{D}Y_5 \uparrow \rightarrow N\overline{D}\overline{D}(\text{ấn}) \rightarrow RTL_3 \downarrow \rightarrow \boxed{RND} \rightarrow KA$

+ Sau khi $R\overline{D}\overline{D} \downarrow$ thì đèn báo đón tàu màu vàng tắt đèn lục sáng:

$KD \rightarrow RTB_7 \downarrow \rightarrow R\overline{D}Y_7 \uparrow \rightarrow R\overline{D}\overline{D}_6 \downarrow \rightarrow \boxed{\overline{D}\overline{B}\overline{D}-L} \rightarrow KA$

Khi trực ban thôi ấn nút thì tụ C_1 phóng điện cho cuộn dây RND:

$+ C_1 \rightarrow RND_1 \uparrow \rightarrow \boxed{RND} \rightarrow -C_1$

Khi $RND \uparrow$ sẽ phát xung điện (+) sang ga A làm cho $RTD \uparrow$. Khi RND nhả sườn hút thì máy ga B sẽ ngừng phóng xung (+) lên đường dây.

Kết thúc bước 2 tại ga đón có: $R\overline{D}Y \uparrow$ và đèn báo đón sáng lục

b. Tại ga gửi

Sau khi nhận được xung điện (+) đồng ý đón tàu của ga B làm cho $RTD \uparrow$ theo mạch:

Ga B (KD→RND₃↑)→X₁→ TĐĐ (RHL₃↓ → RHC₃↓ → RĐĐ₈↑→ RHC₁↓ → RHL₁↓)→Ga A (RND₃↓→RNA₂↓→ $\boxed{\text{RTD}}$ ₄→ $\boxed{\text{RTA}}$ ₁→RND₂↓ → RNA₃↓)→ X₂→ TĐĐ (RHL₂↓→ RHC₂↓ → RĐĐ₂↑→ RHC₄↓ → RHL₄↓) → Ga B (RNA₃↓ → RND₂↑→KA)

Role RTD↑ sẽ có hai tác dụng:

- Làm cho chuông kêu theo mạch:

KD → RTD₂↑ → RTA₂↓ → $\boxed{\text{CH}}$ → KA

- Nối mạch cho RMĐ hút:

KD → RCB₄↑ → RTD₄↑ → RMR↑ → $\boxed{\text{RMĐ}}$ → KA

Sau đó tự giữ theo mạch:

KD → RCB₄↑ → RMĐ↑ → $\boxed{\text{RMĐ}}$ → KA

- Khi RMĐ↑ thì đèn vàng báo gửi tắt và đèn lục sáng theo mạch:

KD → RTB₇↓ → RĐY₇↓ → RĐY₇↓ → RĐĐ₇↑ → RMĐ↑ → $\boxed{\text{ĐBG-L}}$ → KA

Lúc này ga A có thể mở tín hiệu ra ga cho tàu chạy vào khu gian.

Khi hết xung điện (+) thì RTD↓ nhả sườn hút và chuông ngừng kêu.

Kết quả: Kết thúc bước 2 tại ga gửi có: RCB↑, RMR↑, RMRL↑, RLCL↑, RLC↑ RĐĐ↑, RMĐ↑, đèn báo gửi sáng lục

Bước 3. Ga A gửi tàu

a. Tại ga gửi

Sau khi RMĐ hút các điều kiện khống chế trong ga đầy đủ, trực ban mở tín hiệu ra ga. Khi trực ban thao tác mở tín hiệu ra ga làm cho RLC↓. Khi đôi bánh tàu đầu tiên dè lên đoạn mạch điện đường ray ở ngang cột tín hiệu vào ga của ga A làm cho RDR nhả sườn kéo theo RMR ở trong máy cũng nhả sườn hút.

Khi RMR↓ sẽ cắt mạch RĐĐ làm cho role này rơi.

- Khi RĐĐ ↓ có 4 tác dụng:

+ Đèn báo gửi tàu lục tắt, đèn đỏ sáng theo mạch;

KD → RTB₇ ↓ → RĐY₇ ↓ → RĐĐ₇ ↓ → $\boxed{\text{ĐBG-Đ}}$ → KA

+ Làm cho RND↑ theo mạch sau:

KD → RTD₅ ↓ → RTA₅ ↓ → RĐĐ₂ ↓ → RMĐ₃ ↑ → RTL₃ ↓ → $\boxed{\text{RND}}$ → KA

+ Làm cho RMĐL hút và tự giữ theo mạch sau:

Mạch điện kích từ: KD → RĐĐ₈ ↓ → RXG₃ ↓ → RMĐ₈ ↑ → $\boxed{\text{RMĐL}}$ → KA

Mạch điện tự giữ: KD → RTD₇ ↓ → RTA₇ ↓ → RMĐL₁ ↑ → $\boxed{\text{RMĐL}}$ → KA

+ Khi tiếp điểm RĐĐ₃↓ sẽ cắt mạch của RCB↓ nhưng (do trả chậm nên RCB vẫn có điện. Như vậy tiếp điểm RCB₄↓ làm cho RMĐ nhả sườn hút) tiếp điểm RMĐ₃↓ sẽ cắt mạch của RND nhưng vẫn chậm nhả. Nhưng RND vẫn được cấp điện suốt từ khi RĐĐ↓ cho đến khi RMĐ↓ tương đương với thời gian RCB nhả chậm, vì vậy vẫn nối thông mạch RMĐ khi RCB↓ thì RMĐ↓ làm cho cắt mạch khống chế cho phép gửi tàu của cột tín hiệu ra ga tự động đóng lại (đèn lục trên cột TH ra ga tắt, đèn đỏ sáng).

Khi RND↑ sẽ phát xung điện (+) sang ga B báo tàu chạy.

Kết thúc bước 3 tại ga gửi có RMĐL↑, đèn báo gửi sáng đỏ.

b. Tại ga đón

Sau khi nhận được xung điện (+) báo tàu chạy làm cho role RTD hút theo mạch:

Ga A (KD \rightarrow RND₃ \uparrow) \rightarrow X1 \rightarrow TĐĐ (RHL₁ \downarrow \rightarrow RHC₁ \downarrow \rightarrow RĐĐ₈ \uparrow \rightarrow RHC₃ \downarrow \rightarrow RHL₃ \downarrow) \rightarrow Ga B (RND₃ \downarrow \rightarrow RNA₂ \downarrow \rightarrow $\boxed{\text{RTD}}$ \rightarrow $\boxed{\text{RTA}}$ \rightarrow RND₂ \downarrow \rightarrow RNA₃ \downarrow) \rightarrow X2 \rightarrow TĐĐ (RHL₄ \downarrow \rightarrow RHC₄ \downarrow \rightarrow RĐĐ₂ \uparrow \rightarrow RHC₂ \downarrow \rightarrow RHL₂ \downarrow) \rightarrow Ga A (RNA₃ \downarrow \rightarrow RND₂ \uparrow \rightarrow KA)

Role RTD \uparrow sẽ có hai tác dụng:

- Làm cho chuông kêu theo mạch: KD \rightarrow RTD₂ \uparrow \rightarrow RTA₂ \downarrow \rightarrow $\boxed{\text{CH}}$ \rightarrow KA

- Nối mạch cho RTB hút như sau:

KD \rightarrow RTD₂ \uparrow \rightarrow RĐY₆ \uparrow \rightarrow RĐĐ₄ \downarrow \rightarrow $\boxed{\text{RTB}}$ \rightarrow KA

Sau đó RTB tự giữ theo mạch điện: KD \rightarrow RTB₁ \uparrow \rightarrow R_{TB} \rightarrow RĐĐ \downarrow \rightarrow $\boxed{\text{RTB}}$ \rightarrow KA

* Role RTB \uparrow sẽ có 3 tác dụng:

- Làm cho đèn báo đón lựu tắt sáng đèn đỏ.

KD \rightarrow RTB₇ \uparrow \rightarrow $\boxed{\text{ĐBĐ-Đ}}$ \rightarrow KA

- Làm cho RTBL \uparrow theo mạch sau: KD \rightarrow RTB₈ \uparrow \rightarrow $\boxed{\text{RTBL}}$ \rightarrow KA

- Làm cho RMR \uparrow theo mạch sau: KD \rightarrow RM₁ \uparrow \rightarrow RTB₄ \uparrow \rightarrow $\boxed{\text{RMR}}$ \rightarrow KA

RMR \uparrow làm cho RĐY nhả sườn hút;

Sau khi hết xung điện (+) RTD \downarrow chuông ngừng kêu.

Kết thúc bước 3 tại ga đón có: RTB \uparrow , RTBL \uparrow , RMR \uparrow , đèn báo đón sáng đỏ.

Bước 4. Ga A xin gửi tàu kế tiếp

a. Tại ga gửi

- Trong khi đoàn tàu xuất phát từ ga A còn chưa đến trạm phân khu đóng đường, ga A làm thủ tục xin đường cho đoàn tàu kế tiếp sang ga B (xin đường kế tiếp) bằng cách ấn nút kế tiếp NKT. Lúc này role RNKT hút theo mạch điện:

Mạch điện role nút ấn kế tiếp:

KD \rightarrow RĐĐ₈ \downarrow \rightarrow NKT (ấn) \rightarrow RMĐL₇ \uparrow \rightarrow $\boxed{\text{RNKT}}$ \rightarrow KA

Sau khi role RNKT hút làm cho role RND hút theo mạch điện:

KD \rightarrow RTD₅ \downarrow \rightarrow RTA₅ \downarrow \rightarrow RĐĐ₂ \downarrow \rightarrow RMĐ₃ \downarrow \rightarrow RMĐL₁ \uparrow \rightarrow RNKT₁ \uparrow \rightarrow $\boxed{\text{RND}}$ \rightarrow KA

- Khi RND hút sẽ nối mạch cho role xin gửi hút đồng thời phát sang ga B xung điện (+) xin đường kế tiếp. Mạch điện cấp nguồn cho RXG hút như sau:

KD \rightarrow RĐĐ₈ \downarrow \rightarrow RMĐL₅ \uparrow \rightarrow RNKT₅ \uparrow \rightarrow RND₈ \uparrow \rightarrow $\boxed{\text{RXG}}$ \rightarrow KA

Sau khi RXG hút \rightarrow RLC \uparrow và tự giữ để tạo điều kiện chuẩn bị nhận xung trả lời của ga B theo mạch điện sau: KD \rightarrow \rightarrow RXG₃ \uparrow \rightarrow RMĐ₂ \downarrow \rightarrow RND₄ \uparrow \rightarrow $\boxed{\text{RLC}}$ \rightarrow KA

- Mạch tự giữ RLC như sau:

KD \rightarrow RXG₂ \uparrow \rightarrow RMĐ₂ \downarrow \rightarrow RLC₁ \uparrow \rightarrow $\boxed{\text{RLC}}$ \rightarrow KA

Sau khi role lựa chọn hút sẽ nối mạch cho role lựa chọn lặp lại hút và nối mạch tự giữ cho role xin gửi:

- Mạch điện role RLCL như sau: KD \rightarrow RLC₈ \uparrow \rightarrow $\boxed{\text{RLCL}}$ \rightarrow KA

- Mạch điện tự giữ của role xin gửi: KD \rightarrow RXG₁ \uparrow \rightarrow RLCL₈ \uparrow \rightarrow $\boxed{\text{RXG}}$ \rightarrow KA

Sau khi máy ga B hoạt động gửi về ga A 1 xung âm, làm cho RTA hút lên theo mạch:

Ga B (KD \rightarrow RNA₃ \uparrow) \rightarrow X2 \rightarrow TĐĐ (RHL₄ \downarrow \rightarrow RHC₄ \downarrow \rightarrow RĐĐ₂ \uparrow \rightarrow RHC₂ \downarrow \rightarrow RHL₂ \downarrow) \rightarrow Ga A (RNA₃ \downarrow \rightarrow RND₂ \downarrow \rightarrow $\boxed{\text{RTA}}$ \rightarrow $\boxed{\text{RTD}}$ \rightarrow RNA₂ \downarrow \rightarrow RND₃ \downarrow) \rightarrow X1 \rightarrow TĐĐ (RHL₁ \downarrow \rightarrow RHC₁ \downarrow \rightarrow RĐĐ₈ \uparrow \rightarrow RHC₃ \downarrow \rightarrow RHL₃ \downarrow) \rightarrow Ga B (RND₃ \downarrow \rightarrow RNA₂ \uparrow \rightarrow KA)

Khi role RTA hút sẽ có 2 tác dụng:

- Chuông kêu theo mạch sau: $KD \rightarrow RTA_2 \uparrow \rightarrow \boxed{CH} \rightarrow KA$

- Nối mạch cho role RCB hút và tự giữ theo mạch sau:

+ $KD \rightarrow RXG_2 \uparrow \rightarrow RTA_5 \uparrow \rightarrow RLC_3 \downarrow \rightarrow \boxed{RCB} \rightarrow KA$

+ $KD \rightarrow RXG_2 \uparrow \rightarrow RCB_1 \uparrow \rightarrow R_{CB} \rightarrow \boxed{RCB} \rightarrow KA$

- Sau khi RCB \uparrow và tự giữ thì RMR \uparrow theo mạch:

$KD \rightarrow RR_1 \uparrow \rightarrow RCB_6 \uparrow \rightarrow \boxed{RMR} \rightarrow KA.$

- Sau khi RMR \uparrow thì ga A đèn báo gửi tàu sáng vàng:

$KD \rightarrow RXG_7 \uparrow \rightarrow RM\text{Đ}_6 \downarrow \rightarrow RMRL_7 \uparrow \rightarrow RLCL_7 \uparrow \rightarrow \boxed{\text{ĐBKT-V}} \rightarrow KA$

Kết thúc bước 4, ở ga gửi có RXG, RCB, RLC, RMR, RLCL, RMRL, RMĐL hút, đèn báo gửi sáng đỏ, đèn báo kế tiếp sáng vàng.

b. Tại ga đón

Sau khi nhận được xung điện (+) báo xin gửi tàu kế tiếp làm cho role RTD hút theo mạch: Ga A ($KD \rightarrow RND_3 \uparrow \rightarrow X1 \rightarrow \text{TĐĐ (RHL}_1 \downarrow \rightarrow RHC_1 \downarrow \rightarrow R\text{ĐĐ}_8 \uparrow \rightarrow RHC_3 \downarrow \rightarrow RHL_3 \downarrow) \rightarrow$ Ga B ($RND_3 \downarrow \rightarrow RNA_2 \downarrow \rightarrow \boxed{RTD} \xrightarrow{4} \boxed{RTA} \xrightarrow{4} RND_2 \downarrow \rightarrow RNA_3 \downarrow \rightarrow X2 \rightarrow \text{TĐĐ (RHL}_4 \downarrow \rightarrow RHC_4 \downarrow \rightarrow R\text{ĐĐ}_2 \uparrow \rightarrow RHC_2 \downarrow \rightarrow RHL_2 \downarrow) \rightarrow$ Ga A ($RNA_3 \downarrow \rightarrow RND_2 \uparrow \rightarrow KA$)

Role RTD \uparrow sẽ làm cho chuông kêu theo mạch:

$KD \rightarrow RTD_2 \uparrow \rightarrow RTA_2 \downarrow \rightarrow \boxed{CH} \rightarrow KA$

- Khi nghe chuông kêu nếu đồng ý đón tàu kế tiếp thì trực ban ấn nút kế tiếp làm cho role RNKT hút theo mạch điện:

$KD \rightarrow R\text{ĐĐ}_8 \downarrow \rightarrow NKT (\text{ấn}) \rightarrow RTD_8 \uparrow \rightarrow RTBL_7 \uparrow \rightarrow \boxed{RNKT} \rightarrow KA$

- Khi RNKT hút nối mạch cho role xin đón hút và tự giữ theo mạch điện:

+ Mạch điện kích từ: $KD \rightarrow R\text{ĐĐ}_8 \downarrow \rightarrow RTB_8 \uparrow \rightarrow RTD_8 \uparrow \rightarrow RNKT_6 \uparrow \rightarrow \boxed{RX\text{Đ}} \rightarrow KA$

+ Mạch điện tự giữ: $KD \rightarrow R\text{ĐĐ}_8 \downarrow \rightarrow RTBL_8 \uparrow \rightarrow RKP_7 \downarrow \rightarrow RX\text{Đ}_1 \uparrow \rightarrow \boxed{RX\text{Đ}} \rightarrow KA$

Sau khi hết xung điện (+) RTD \downarrow chuông ngừng kêu và nối mạch cho role nguồn âm hút theo mạch điện: $KD \rightarrow RTD_5 \downarrow \rightarrow RTA_5 \downarrow \rightarrow RNKT_3 \uparrow \rightarrow RTBL_2 \uparrow \rightarrow \boxed{RNA} \rightarrow KA$

Role nguồn âm hút phát xung điện âm sang ga gửi báo đồng ý đón tàu kế tiếp.

Khi role nguồn âm nhả sườn làm cho đèn báo kế tiếp sáng vàng.

$KD \rightarrow RX\text{Đ}_4 \uparrow \rightarrow RNA_7 \downarrow \rightarrow \boxed{\text{ĐBKT-V}} \rightarrow KA$

Kết thúc bước 4 tại ga đón có: RTB \uparrow , RTBL \uparrow , RMRL \uparrow , RXĐ \uparrow , đèn báo đón sáng đỏ, đèn báo kế tiếp sáng đèn vàng.

Bước 5. Đoàn tàu thứ nhất đến trạm đóng đường

a. Tại trạm đóng đường

Khi tàu đến mạch điện đường ray số 2 làm cho RM2 $\downarrow \rightarrow RHL$ hút theo mạch điện:

$KD \rightarrow RPKC_3 \downarrow \rightarrow RHC_7 \downarrow \rightarrow RM2_4 \downarrow \rightarrow \boxed{RHL} \rightarrow KA$

Sau khi hút RHL tự giữ theo mạch: $KD \rightarrow RPKC_3 \downarrow \rightarrow RHL_7 \uparrow \rightarrow \boxed{RHL} \rightarrow KA$

Khi role hướng lẻ hút làm cho đường dây đóng đường nửa tự động bị cắt ra để chuẩn bị nối nguồn điện từ trạm đóng đường cấp về ga gửi tàu và nối role khống chế ở trạm đóng đường lên đường dây để chuẩn bị nhận tín hiệu trả đường từ ga đón tàu. Đồng thời nối mạch cho cột tín hiệu phân khu đóng đường hướng lẻ sáng lục.

- Mạch điện thấp đèn cột tín hiệu phân khu đóng đường hướng lẻ:

$KD \rightarrow RHL_8 \uparrow \rightarrow R\overline{D\overline{D}}_6 \uparrow \rightarrow \boxed{T\overline{D\overline{D}}_CL-L} \rightarrow KA$

- Khi tàu đến mạch điện đường ray số 3 làm cho $RM3 \downarrow \rightarrow R\overline{D\overline{D}} \downarrow$, lúc này cột tín hiệu phân khu hướng lẻ đèn lục tắt, sáng đèn đỏ: $KD \rightarrow RHL_8 \uparrow \rightarrow R\overline{D\overline{D}}_6 \downarrow \rightarrow \boxed{T\overline{D\overline{D}}_CL-D} \rightarrow KA$

+ Khi tàu ra khỏi mạch điện đường ray số 2 làm cho $RM2 \uparrow$, Lúc này từ trạm phân khu sẽ phát xung điện dương về ga gửi cho đến khi tàu ra khỏi khu đoạn mạch ray 3.

b. Tại ga gửi

Khi nhận được xung điện dương từ trạm đóng đường phát về, RTD hút theo mạch:

$T\overline{D\overline{D}}(KD \rightarrow RM3_1 \downarrow \rightarrow RM2_1 \uparrow \rightarrow RHL_1 \uparrow) \rightarrow X1 \rightarrow Ga A (RND_3 \downarrow \rightarrow RNA_2 \downarrow \rightarrow \boxed{RTD})_4 \rightarrow \boxed{RTA})_4 \rightarrow RND_2 \downarrow \rightarrow RNA_3 \downarrow) \rightarrow X2 \rightarrow T\overline{D\overline{D}}(RHL_2 \uparrow \rightarrow KA)$

Role $RTD \uparrow$ sẽ làm cho chuông kêu (tương tự bước 2), cắt mạch tự giữ của role $RM\overline{D\overline{L}}(RM\overline{D\overline{L}} \downarrow)$, đồng thời nối mạch cho role mở đường hút theo mạch điện:

$KD \rightarrow RCB_4 \uparrow \rightarrow RTD_4 \uparrow \rightarrow RMR \uparrow \rightarrow \boxed{RM\overline{D}} \rightarrow KA$

Sau đó tự giữ theo mạch: $KD \rightarrow RCB_4 \uparrow \rightarrow RM\overline{D} \uparrow \rightarrow \boxed{RM\overline{D}} \rightarrow KA$

- Khi $RM\overline{D} \uparrow$ thì đèn vàng báo kế tiếp tắt và đèn lục sáng theo mạch:

$KD \rightarrow RXG_7 \uparrow \rightarrow RM\overline{D}_8 \uparrow \rightarrow \boxed{\overline{D}BKTL-L} \rightarrow KA$

Lúc này ga A có thể mở tín hiệu ra ga cho đoàn tàu tiếp theo chạy vào khu gian.

Khi đoàn tàu thứ nhất đã ra khỏi khu đoạn mạch ray 3 thì RTD nhả sườn hút, chuông ngừng kêu.

Kết quả: Kết thúc bước 5 tại ga gửi có: $RCB \uparrow, RMR \uparrow, RMRL \uparrow, RLC \uparrow, RLCL \uparrow, RM\overline{D} \uparrow, RXG \uparrow$, đèn báo kế tiếp sáng lục, đèn báo gửi sáng đỏ.

Bước 6. Ga A gửi tàu kế tiếp

- Tại ga gửi, khi đèn biểu thị kế tiếp sáng lục, đèn biểu thị gửi tàu sáng đỏ, Trục ban ga thao tác mở tín hiệu ra ga cho phép tàu chạy kế tiếp vào khu gian làm cho $RLC \downarrow$. Khi đoàn tàu kế tiếp ra ga đề lên khu đoạn mạch điện đường ray 1 làm cho $RM1$ nhả sườn kéo theo RMR ở trong máy cũng nhả sườn hút.

Khi $RMR \downarrow$ sẽ cắt mạch RXG làm cho role này rơi.

- Khi $RXG \downarrow \rightarrow RCB \downarrow \rightarrow RM\overline{D} \downarrow, RMR \downarrow$, đèn báo gửi tàu kế tiếp màu lục tắt.

Kết thúc bước 6, tại ga gửi tất cả các role đều rơi, đèn báo gửi sáng đỏ.

Bước 6. Đoàn tàu thứ nhất vào ga đón

a. Tại ga đón

Trục ban ga đón thao tác mở tín hiệu vào ga, khi tàu chiếm dụng khu đoạn mạch ray 4 làm cho $RM4 \downarrow \rightarrow RMR$ trong máy đóng đường nhả sườn $\rightarrow RTL \uparrow$ theo mạch sau:

$KD \rightarrow N\overline{D}_2(\text{ấn}) \rightarrow RMR_5 \downarrow \rightarrow R\overline{D\overline{Y}}_5 \downarrow \rightarrow RTB_5 \uparrow \rightarrow \boxed{RTL} \rightarrow KA$

Sau đó tự giữ theo mạch sau:

$KD \rightarrow RTL_1 \uparrow \rightarrow R\overline{D\overline{Y}}_5 \downarrow \rightarrow RTB_5 \uparrow \rightarrow \boxed{RTL} \rightarrow KA$

Khi $RTL \uparrow$ làm cho đèn báo gửi sáng đỏ báo cho trục ban biết tàu đã vào ga.

$KD \rightarrow RTB_7 \uparrow \rightarrow RTL_7 \uparrow \rightarrow \boxed{\overline{D}BG-D} \rightarrow KA$

Đồng thời nối mạch cho role chuẩn bị đón tàu kế tiếp hút theo mạch điện:

$KD \rightarrow RX\overline{D}_3 \uparrow \rightarrow N\overline{D}_3(\text{ấn}) \rightarrow RMRL_5 \downarrow \rightarrow \boxed{R\overline{D}KT} \rightarrow KA$

Khi tàu vào hãm trong ga, trục ban đóng tín hiệu vào ga làm cho role $RND \uparrow$ và $RKP \uparrow$ theo mạch sau:

- Mạch điện role nguồn dương:

$KD \rightarrow RTD_5 \downarrow \rightarrow RTA_5 \downarrow \rightarrow R\overline{D}\overline{D}_2 \downarrow \rightarrow R\overline{M}\overline{D}_3 \downarrow \rightarrow RX\overline{D}_7 \uparrow \rightarrow R\overline{D}KT_1 \uparrow \rightarrow \boxed{RND} \rightarrow KA$

Khi $RND \uparrow$ sẽ phát xung điện dương ra trạm đóng đường để khôi phục thiết bị tại trạm đóng đường.

- Mạch điện role khôi phục: $KD \rightarrow RX\overline{D}_3 \uparrow \rightarrow N\overline{D}_{31-33} \rightarrow R\overline{D}KT_7 \uparrow \rightarrow \boxed{RKP} \rightarrow KA$

- Khi $RKP \uparrow$ làm cho role xin đón nhà chậm, $R\overline{D}Y \uparrow$ theo mạch điện:

$KD \rightarrow RKP_5 \uparrow \rightarrow RX\overline{D}_5 \uparrow \rightarrow \boxed{R\overline{D}Y} \rightarrow KA$

Khi role $R\overline{D}Y \uparrow$ làm cho $RTL \downarrow \rightarrow$ đèn báo đón màu đỏ tắt.

Khi hết thời gian nhà chậm role $RX\overline{D} \downarrow \rightarrow RKP \downarrow \rightarrow R\overline{D}Y \downarrow$, đèn báo kế tiếp sáng lục.

Lúc này thiết bị của ga đón báo trạng thái khu gian đang có tàu ($RTB \uparrow$, $RMR \uparrow$, $RTBL \uparrow$, $RMRL \uparrow$, đèn báo đón sáng đỏ).

b. Tại trạm đóng đường

- Khi nhận được xung điện dương từ ga đón phát ra, role RKC hút theo mạch:

Ga B ($KD \rightarrow RND_3$) $\rightarrow X1 \rightarrow T\overline{D}\overline{D}$ ($R\overline{D}\overline{D}_3 \downarrow \rightarrow RHL_5 \uparrow \rightarrow \boxed{RKC}$) $\rightarrow RHL_4 \uparrow \rightarrow$

$X2 \rightarrow$ ga B ($RNA_3 \downarrow \rightarrow RND_2 \uparrow \rightarrow KA$)

- Khi $RKC \uparrow$ sẽ làm cho role phụ không chế $RPKC$ hút và tự giữ theo mạch điện:

+ $KD \rightarrow RKC_1 \uparrow \rightarrow \boxed{RPKC} \rightarrow KA$

+ $KD \rightarrow RPKC_1 \uparrow \rightarrow R\overline{D}\overline{D}_2 \downarrow \rightarrow \boxed{RPKC} \rightarrow KA$

- Khi hết xung điện từ ga đón phát ra thì RKC sẽ nhả sườn hút \rightarrow role $RPKC$ sẽ nhả chậm để nối mạch cho role $R\overline{D}\overline{D}$ hút và tự giữ theo mạch điện:

+ Mạch điện kích từ:

$KD \rightarrow RKC_2 \downarrow \rightarrow RPKC_2 \uparrow \rightarrow RM_3 \uparrow \rightarrow RM_2 \uparrow (RHC_6 \downarrow) \rightarrow \boxed{R\overline{D}\overline{D}} \rightarrow KA$

+ Mạch điện tự giữ: $KD \rightarrow R\overline{D}\overline{D}_1 \uparrow \rightarrow RM_3 \uparrow \rightarrow RM_2 \uparrow (RHC_6 \downarrow) \rightarrow \boxed{R\overline{D}\overline{D}} \rightarrow KA$

- Khi role đóng đường hút làm cho role hướng lẻ rơi thì cột tín hiệu ở trạm đóng đường tắt.

Thiết bị tại trạm đóng đường trở về trạng thái bình thường ($R\overline{D}\overline{D} \uparrow$, $RHL \downarrow$, $RHC \downarrow$, $RKC \downarrow$, $RPKC \downarrow$, cột tín hiệu chiều chặn, chiều lẻ đều tắt), đường dây đóng đường khu gian được khai thông.

Bước 7. Đoàn tàu thứ hai đến trạm đóng đường

a. Tại trạm đóng đường

Khi đoàn tàu kế tiếp (đoàn tàu thứ 2) đến trạm đóng đường thì thiết bị tại trạm đóng đường hoạt động giống như trường hợp đoàn tàu thứ nhất đến trạm đóng đường.

b. Tại ga gửi

Khi nhận được xung điện dương từ trạm đóng đường phát về, RTD hút tương tự như trường hợp đoàn tàu thứ nhất đến trạm đóng đường.

Khi role $RTD \uparrow$ sẽ làm cho chuông kêu báo tàu đã đến trạm đóng đường.

Bước 8. Đoàn tàu kế tiếp (đoàn tàu thứ 2) vào ga đón

a. Tại ga đón

Trực ban ga đón thao tác mở tín hiệu vào ga, khi tàu chiếm dụng khu đoạn mạch ray 4 làm cho $RM_4 \downarrow \rightarrow RMR$ trong máy đóng đường nhả sườn $\rightarrow RTL \uparrow$ tương tự bước 6, đồng thời làm cho role chuẩn bị đón tàu kế tiếp nhả ($R\overline{D}KT \downarrow$).

Khi role $R\overline{D}KT \downarrow$ sẽ nối mạch cho role nguồn dương hút theo mạch điện:

KD → RTD₅ ↓ → RTA₅ ↓ → RĐĐ₂ ↓ → RMD₃ ↓ → RXĐ₇ ↓ → RMRL₆ ↓ → RTBL₆ ↑ → RĐKT₁ ↓ → **RND** → KA

Khi RND ↑ sẽ phát xung điện dương ra trạm đóng đường để khôi phục thiết bị tại trạm đóng đường tương tự như khi đoàn tàu thứ nhất vào ga.

Khi tàu vào hãm trong ga thì RMR lại hút trở lại, Trục ban đóng tín hiệu vào ga, và ấn NKP thiết bị tại ga đón hoạt động tương tự như khi đón tàu bình thường (không chạy tàu kế tiếp)

b. Tại trạm đóng đường (hoạt động của các mạch điện tại trạm đóng đường tương tự bước 6)

- Khi nhận được xung điện dương từ ga đón phát ra, role RKC hút theo mạch:

Ga B (KD → RND₃) → X1 → **TĐĐ** (RĐĐ₃ ↓ → RHL₅ ↑ → **RKC**) → RHL₄ ↑ → X2 → **ga B** (RNA₃ ↓ → RND₂ ↑ → KA)

- Khi RKC ↑ sẽ làm cho role phụ không chế RPKC hút và tự giữ theo mạch điện:

+ KD → RKC₁ ↑ → **RPKC** → KA

+ KD → RPKC₁ ↑ → RĐĐ₂ ↓ → **RPKC** → KA

- Khi hết xung điện từ ga đón phát ra thì RKC sẽ nhả sườn hút → role RPKC sẽ nhả chậm để nối mạch cho role RĐĐ hút và tự giữ theo mạch điện:

+ Mạch điện kích từ:

KD → RKC₂ ↓ → RPKC₂ ↑ → RM₃ ↑ → RM₂ ↑ (RHC₆ ↓) → **RĐĐ** → KA

+ Mạch điện tự giữ:

KD → RĐĐ₁ ↑ → RM₃ ↑ → RM₂ ↑ (RHC₆ ↓) → **RĐĐ** → KA

- Khi role đóng đường hút làm cho role hướng lẻ rơi thì cột tín hiệu ở trạm đóng đường tắt.

Thiết bị tại trạm đóng đường trở về trạng thái bình thường (RĐĐ ↑, RHL ↓, RHC ↓, RKC ↓, RPKC ↓, cột tín hiệu chiều chẵn, chiều lẻ đều tắt), đường dây đóng đường khu gian được khai thông.

c. Tại ga gửi

Sau khi nhận được xung điện (-) của ga B phát sang thì RTA ↑ theo mạch:

Ga B (KD → RNA₃ ↑) → X₂ → **TĐĐ** (RHL₄ ↓ → RHC₄ ↓ → RĐĐ₂ ↑ → RHC₂ ↓ → RHL₂ ↓) → Ga A (RNA₃ ↓ → RND₂ ↓ → **RTA**) → **RTD** → RNA₂ ↓ → RND₃ ↓ → X₁ → **TĐĐ** (RHL₁ ↓ → RHC₁ ↓ → RĐĐ₈ ↑ → RHC₃ ↓ → RHL₃ ↓) → Ga B (RND₃ ↓ → RNA₂ ↑ → KA)

Khi role RTA hút sẽ có 2 tác dụng:

- Chuông kêu theo mạch sau: KD → RTA₂ ↑ → **CH** → KA

- Nối mạch cho role cho RKP ↑ theo mạch

KD → RTA₁ ↑ → RLC₆ ↓ → RTB₆ ↓ → **RKP** → KA

Khi RKP ↑ làm cho RĐĐ ↑ và tự giữ

Sau khi RĐĐ ↑ làm cho đèn đỏ báo gửi tàu tắt, khi hết xung (-) thì RTA ↓ chuông không kêu nữa, RKP nhả sườn hút. Thiết bị đóng đường tại ga gửi trở về trạng thái bình thường (RĐĐ ↑).