

ĐIỀU KHIỂN TÍN HIỆU GA ĐƯỜNG SẮT BẰNG LIÊN KHOÁ MÁY TÍNH

ThS. KIỀU XUÂN ĐƯỜNG
Bộ môn Tín hiệu Giao thông
Khoa Điện – Điện tử
Trường Đại học Giao thông Vận tải

Tóm tắt: Trên cơ sở phát triển của Kỹ thuật Điện tử và Kỹ thuật thông tin, kỹ thuật điều khiển tín hiệu trong ga đường sắt bằng hệ thống Tập trung điện khí (TTĐK) cũng phát triển không ngừng và ngày càng hoàn thiện, đảm bảo năng lực chạy tàu lớn, độ tin cậy và an toàn chạy tàu cao. Hệ thống TTĐK liên khoá máy tính (Vital processor interlocking- VPI) ra đời chính là kết quả tích hợp của những tiến bộ khoa học và công nghệ nói trên.

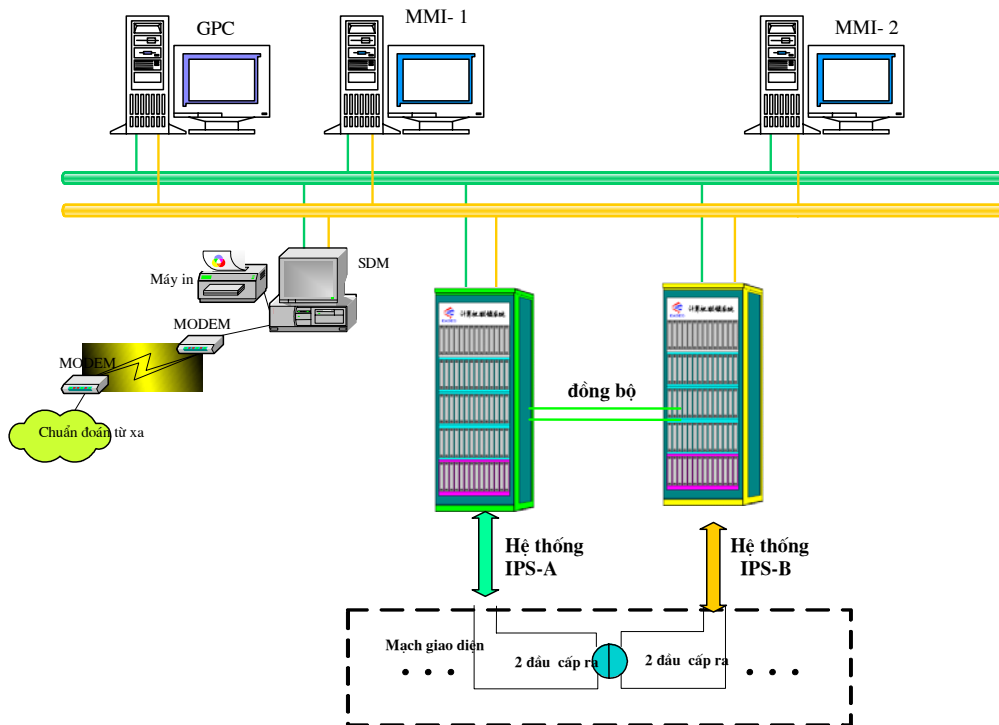
Summary: Based on the development of electronic and communication engineering, signaling control engineering in the railway stations by centralized electrification interlocking system (TTDK) is constantly developing and ever-improving, and ensuring high train operation capacity, improving safety and reliability. Computer based interlocking system (processor interlocking-Vital VPI) was born as a result of the integration of sciences and technologies above.

I. KẾT CẤU HỆ THỐNG VPI

Hệ thống liên khoá máy tính VPI gồm các bộ phận sau:

1. Hệ thống xử lý liên khoá (Interlocking Processor System - IPS).
2. Giao diện người máy (Human Machine Interface - HMI).
3. Thiết bị trong phòng trực ban (General Person Console - GPC).
4. Bộ phận chuẩn đoán trở ngại (Supervision Diagnosis Maintenance - SDM).
5. Hệ thống mạng (Redundant Net - RNET).
6. Hệ thống nguồn điện (Power - PWR).

Cụ thể như sơ đồ dưới đây:



Sơ đồ cấu tạo hệ thống liên khoá máy tính

II. CHỨC NĂNG CỦA HỆ THỐNG VPI

2.1. Bộ phận chuẩn đoán trở ngại

Hệ thống chuẩn đoán trở ngại SDM chủ yếu hoàn thành nhiệm vụ duy trì máy tính liên khoá và chức năng giám sát các giao diện. SDM thực hiện giám sát tại chỗ và ghi chép đối với thiết bị liên khoá và giao diện, đồng thời in ra ngày tháng và thời gian của các thông tin thao tác. Ngoài ra, SDM còn cung cấp một phương pháp tiên tiến “hướng dẫn tìm trở ngại điện tử”, thông qua đó nhân viên sửa chữa tín hiệu có thể tìm các thông tin về trở ngại một cách trực quan và nhanh chóng, kịp thời khắc phục trở ngại một cách có hiệu quả.

❖ Chức năng cơ bản của SDM:

- ◆ Bảo vệ đối với hệ thống nhánh liên khoá, tiếp nhận các thông tin chẩn đoán từ máy tính liên khoá, các tín hiệu đầu vào, đầu ra, các tín hiệu trong toàn ga đã đơn giản hóa, thông tin

chi tiết về các tham số chỉ định. Khi hệ thống làm việc bình thường không cần phải tra tìm, SDM tự động tiếp nhận các tin tức của hệ thống liên khóa nhánh. Khi SDM khôi phục sau khi có trở ngại hoặc sau khi khôi phục thông tin với máy tính liên khóa, SDM có thể lập tức tiếp nhận các thông tin cảnh báo trở ngại hoặc sai sót đã ghi lại trong một ngày của hệ thống máy tính liên khóa.

- ◆ Đọc và lấy các thông tin tự kiểm tra chủ chốt trong quá trình CPU của máy tính liên khóa khởi động.

- ◆ Thông qua mạng tiếp nhận các thông tin thao tác và biểu thị tại phòng Trực ban ga và ghi lại các biểu thị và thao tác chủ chốt.

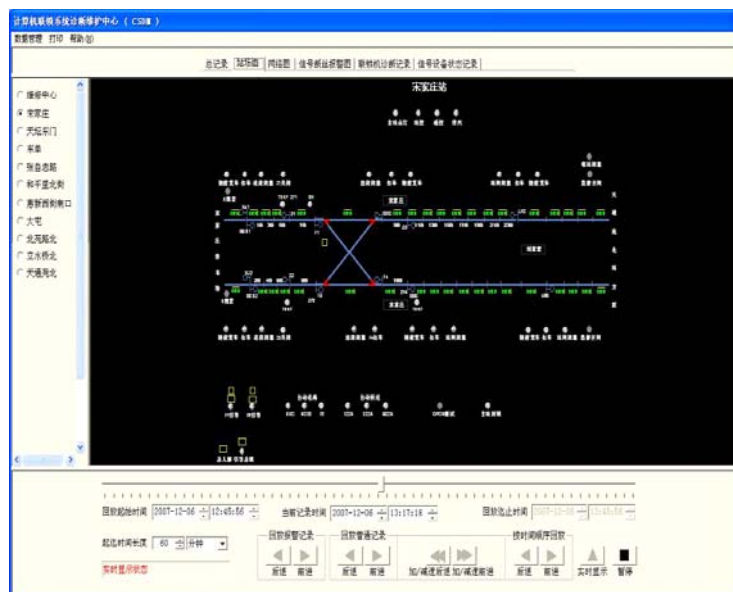
- ◆ Hiện thị trạng thái đường ga, khôi phục các thông tin trước đó.

- ◆ Quản lý mạng nội bộ của hệ thống liên khóa.

- ❖ Thao tác và hiển thị của hệ thống SDM

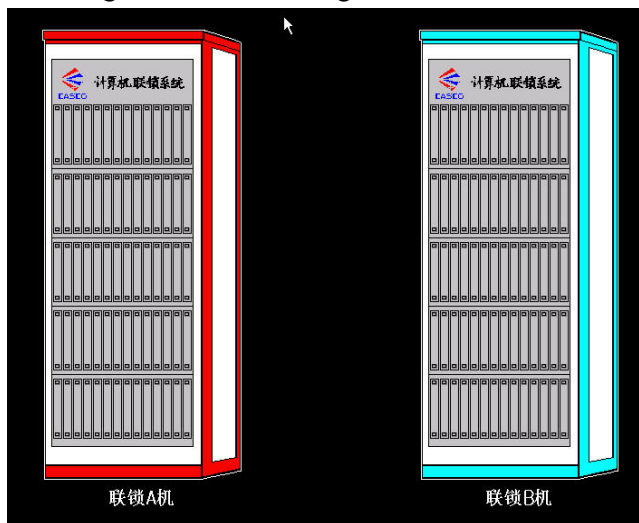
SDM dựa trên hệ điều hành Windows 2000 khởi động bằng cách chọn danh sách và cửa sổ. Sau khi được cấp điện, chức năng lưu giữ tự động khởi động. Cửa sổ cơ bản của SDM sẽ hiện thị vị trí kết nối cơ học của hệ thống liên khóa nhánh, những thư mục cấp cao sẽ cho phép lựa chọn các chức năng khác nhau; trước khi thao tác thì nhân viên duy tu phải nhập mật mã để xác nhận thao tác đối với hệ thống.

Nếu tại danh sách thư mục chọn phân tích trở ngại, thì hệ thống SDM sẽ hiển thị giá cơ học và hộp máy của hệ thống liên khóa con, mỗi hộp máy đều có các nút ấn chẩn đoán màu đỏ, vàng hoặc xanh, thể hiện trạng thái làm việc hiện thời; ấn hai lần một trong số các nút ấn đó, SDM sẽ phóng to hai lần đơn nguyên được chọn và hiển thị trạng thái làm việc của bảng mạch điện trong đơn nguyên đó.



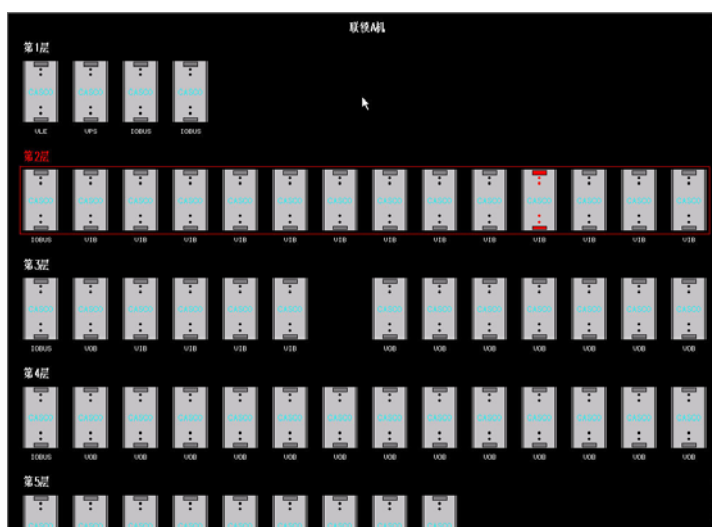
Ngoài chức năng lưu giữ các số liệu thông thường và thu thập số liệu hiện trường thì hệ thống SDM còn có các chức năng sau:

Tra tìm trở ngại của hệ thống liên khóa nhánh: Những hình dưới đây cho thấy, sau khi hệ thống liên khóa nhánh phát sinh trở ngại, hệ thống SDM hướng dẫn nhân viên duy tu làm thế nào để từng bước tra tìm trở ngại:



Hiện thị máy tính liên khóa nào phát sinh trở ngại

Màu đỏ là thể hiện máy tính liên khóa có trở ngại, ấn hai lần vào khung máy thì sẽ hiện tiếp hình sau:



Hiện thị trở ngại phát sinh tại hộp máy nào, hàng nào của máy tính liên khóa

Hàng màu đỏ hiển thị trong khung màu đỏ hiện chính là hàng của bảng mạch in phát sinh trở ngại, ví dụ hiển thị là cột thứ 11 ở tầng thứ 2 tức là cột thứ 11 của hộp máy I/0-1. ấn hai lần vào khung đỏ, sẽ hiện tiếp hình sau:

联锁A机(第2层) (绿灯表示正常 红灯表示故障)															
槽道1	槽道2	槽道3	槽道4	槽道5	槽道6	槽道7	槽道8	槽道9	槽道10	槽道11	槽道12	槽道13	槽道14		
1	UDFRNT	1-DBJ	25-29-DBJ	45-DBJ	16-18-DBJ	46-DBJ	641-DBJ	D19-DJ	D45-DJ	D14-DJ	D46-DJ	6025-DJ	37-43DG		
2	IO	2-1-FBJ	25-29-FBJ	45-FBJ	16-18-FBJ	46-FBJ	641-FBJ	D15-DJ	D47-DJ	D16-DJ	D48-DJ	6027-DJ	39-45DG		
3	SQA	3-DBJ	31-DBJ	47-DBJ	20-DBJ	63-DBJ	643-DBJ	D17-DJ	D49-DJ	D18-DJ	D50-DJ	6029-DJ	47DG		
4	SQB	4-3-FBJ	31-FBJ	47-FBJ	20-FBJ	63-FBJ	643-FBJ	D19-DJ	D51-DJ	D20-DJ	D52-DJ	6031-DJ	49-51DG		
5	SVSA	5-DBJ	33-DBJ	49-DBJ	22-DBJ	65-611-DBJ	645-DBJ	D21-DJ	D53-DJ	D22-DJ	D54-DJ	6033-DJ	53DG		
6		5-FBJ	33-FBJ	49-FBJ	22-FBJ	65-611-FBJ	645-FBJ	D23-DJ	D55-DJ	D24-DJ	D56-DJ	6035-DJ	61DG		
7	UPSA	7-9-DBJ	35-DBJ	51-DBJ	24-DBJ	613-619-DBJ	647-DBJ	D25-DJ	D57-DJ	D26-DJ	D58-DJ	605-DJ	1-5DG		
8	UPSB	8-9-FBJ	35-FBJ	51-FBJ	24-FBJ	613-619-FBJ	647-FBJ	D27-DJ	D59-DJ	D28-DJ	D60-DJ	607-DJ	3DG		
9	POFRA	9-11-13-DBJ	37-DBJ	53-DBJ	26-DBJ	621-DBJ	649-DBJ	D29-DJ	D61-DJ	D30-DJ	D62-DJ	609-DJ	7-13DG		
10	ZDSBJ	10-11-13-FBJ	37-FBJ	53-FBJ	26-FBJ	621-FBJ	649-FBJ	D31-DJ	D63-DJ	D32-DJ	D64-DJ	6011-DJ	9-11DG		
11	YFBJ	11-DBJ	39-DBJ	55-DBJ	28-DBJ	627-DBJ	D3-DJ	D33-DJ	D65-DJ	D34-DJ	D66-DJ	6013-DJ	15DG		
12	ZDV-GENG	12-15-FBJ	39-FBJ	55-FBJ	28-FBJ	627-FBJ	D3-DJ	D35-DJ	D67-DJ	D36-DJ	D68-DJ	6015-DJ	17-35DG		
13	FDV-GENY	13-18-DBJ	41-DBJ	59-DBJ	30-38-DBJ	629-635-DBJ	D5-DJ	D37-DJ	D69-DJ	D38-DJ	D70-DJ	6017-DJ	19DG		
14	RSBJ	14-17-FBJ	41-FBJ	59-FBJ	30-38-FBJ	629-635-FBJ	D7-DJ	D39-DJ	D71-DJ	D40-DJ	D72-DJ	6019-DJ	21-27DG		
15	VXR-6DJ	15-23-DBJ	43-DBJ	61-DBJ	40-44-DBJ	637-DBJ	D9-DJ	D41-DJ	D73-DJ	D42-DJ	D74-DJ	6021-DJ	29DG		
16	VHS-6DJ	16-19-23-FBJ	43-FBJ	61-FBJ	40-44-FBJ	637-FBJ	D11-DJ	D43-DJ	D75-DJ	D44-DJ	D76-DJ	6023-DJ	33-41DG		
16													16		

Hiện thị trở ngại phát sinh tại vị trí nào trong hàng

Như hình trên, ta thấy trở ngại phát sinh tại vị trí 16 của cột thứ 11.

- Kiểm tra sự thống nhất đầu vào của máy liên khóa chính và máy liên khóa dự phòng.

输入码位对照表															
槽道2	槽道3	槽道4	槽道5	槽道6	槽道7	槽道8	槽道9	槽道10	槽道11	槽道12	槽道13	槽道14			
1	UDFRNT	1-DBJ	25-29-DBJ	45-DBJ	16-18-DBJ	46-DBJ	641-DBJ	D19-DJ	D45-DJ	D14-DJ	D46-DJ	6025-DJ	37-43DG		
2	IO	2-1-FBJ	25-29-FBJ	45-FBJ	16-18-FBJ	46-FBJ	641-FBJ	D15-DJ	D47-DJ	D16-DJ	D48-DJ	6027-DJ	39-45DG		
3	SQA	3-DBJ	31-DBJ	47-DBJ	20-DBJ	63-DBJ	643-DBJ	D17-DJ	D49-DJ	D18-DJ	D50-DJ	6029-DJ	47DG		
4	SQB	4-3-FBJ	31-FBJ	47-FBJ	20-FBJ	63-FBJ	643-FBJ	D19-DJ	D51-DJ	D20-DJ	D52-DJ	6031-DJ	49-51DG		
5	SVSA	5-DBJ	33-DBJ	49-DBJ	22-DBJ	65-611-DBJ	645-DBJ	D21-DJ	D53-DJ	D22-DJ	D54-DJ	6033-DJ	53DG		
6		5-FBJ	33-FBJ	49-FBJ	22-FBJ	65-611-FBJ	645-FBJ	D23-DJ	D55-DJ	D24-DJ	D56-DJ	6035-DJ	61DG		
7	UPSA	7-9-DBJ	35-DBJ	51-DBJ	24-DBJ	613-619-DBJ	647-DBJ	D25-DJ	D57-DJ	D26-DJ	D58-DJ	605-DJ	1-5DG		
8	UPSB	8-9-FBJ	35-FBJ	51-FBJ	24-FBJ	613-619-FBJ	647-DBJ	D27-DJ	D59-DJ	D28-DJ	D60-DJ	607-DJ	3DG		
9	POFRA	9-11-13-DBJ	37-DBJ	53-DBJ	26-DBJ	621-DBJ	649-DBJ	D29-DJ	D61-DJ	D30-DJ	D62-DJ	609-DJ	7-13DG		
10	ZDSBJ	10-11-13-FBJ	37-FBJ	53-FBJ	26-FBJ	621-FBJ	649-FBJ	D31-DJ	D63-DJ	D32-DJ	D64-DJ	6011-DJ	9-11DG		
11	YFBJ	11-DBJ	39-DBJ	55-DBJ	28-DBJ	627-DBJ	D3-DJ	D33-DJ	D65-DJ	D34-DJ	D66-DJ	6013-DJ	15DG		
12	ZDV-GENG	12-15-FBJ	39-FBJ	55-FBJ	28-FBJ	627-FBJ	D3-DJ	D35-DJ	D67-DJ	D36-DJ	D68-DJ	6015-DJ	17-35DG		
13	FDV-GENY	13-18-DBJ	41-DBJ	59-DBJ	30-38-DBJ	629-635-DBJ	D5-DJ	D37-DJ	D69-DJ	D38-DJ	D70-DJ	6017-DJ	19DG		
14	RSBJ	14-17-FBJ	41-FBJ	59-FBJ	30-38-FBJ	629-635-FBJ	D7-DJ	D39-DJ	D71-DJ	D40-DJ	D72-DJ	6019-DJ	21-27DG		
15	VXR-6DJ	15-23-DBJ	43-DBJ	61-DBJ	40-44-DBJ	637-DBJ	D9-DJ	D41-DJ	D73-DJ	D42-DJ	D74-DJ	6021-DJ	29DG		
16	VHS-6DJ	16-19-23-FBJ	43-FBJ	61-FBJ	40-44-FBJ	637-FBJ	D11-DJ	D43-DJ	D75-DJ	D44-DJ	D76-DJ	6023-DJ	33-41DG		
16													16		

选择联锁机箱

第2层

绿色 一致为1
黄色 一致为0
红色 不一致

鼠标移至红色表示
灯出现提示信息

退出

Bảng trên dùng đối chiếu mã nhập thống nhất của máy liên khóa chính và máy dự phòng.

Do hai máy tính liên khóa được phối dây độc lập nên khi một bộ bị đứt dây, chập điện hoặc card truy nhập có trở ngại thì việc nhập dữ liệu của máy chủ và dự phòng sẽ không thông

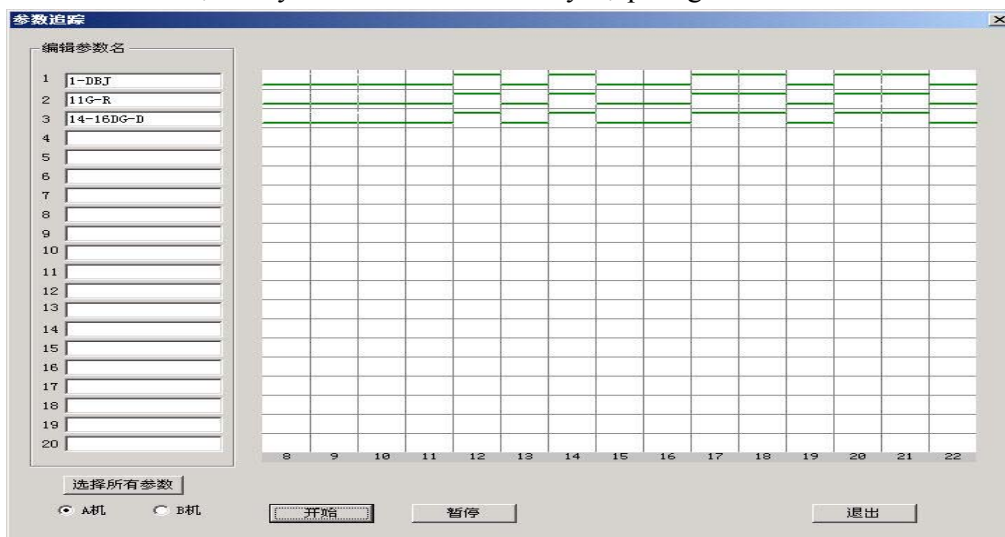
nhất. Hệ thống SDM có giao diện phân tích trở ngại, có thể kiểm tra được tình trạng truy nhập thống nhất giữa máy liên khóa chính và máy dự phòng.

Màu xanh: máy chủ và dự phòng thống nhất, mã là 1;

Màu vàng: máy chủ và dự phòng không thống nhất, mã là 0.

Màu đỏ: máy chủ và dự phòng không thống nhất, di chuột đến vị trí đèn đỏ sẽ hiện ra thông tin không thống nhất giữa máy chủ và dự phòng.

- Tra tìm số liệu máy liên khóa chính và máy dự phòng.



Bảng tra tìm số liệu của máy liên khóa chính và máy dự phòng

Hệ thống SDM có chức năng tra tìm dữ liệu đối với những dữ liệu của liên khóa chạy trong đại số Boolean. Nhân viên duy tu có thể cùng lúc tra tìm nhiều dữ liệu, cũng có thể lựa chọn tra tìm một nhóm dữ liệu. Đối với những trở ngại xảy ra trong thời gian rất nhanh và ngắn thì việc tra tìm dữ liệu có thể giúp nhân viên duy tu tìm được điểm phát sinh trở ngại.

2.2. Chức năng Module giao diện người máy

❖ Khái quát

Module giao diện người máy của hệ thống còn được gọi là hệ thống nhánh HMI, hệ thống sử dụng bộ hiển thị màn hình màu tinh thể lỏng có độ phân giải cao, nhân viên Trực ban ga thao tác qua chuột, hệ thống đưa ra biểu thị rõ ràng và nhắc nhở bằng ngôn từ. Phần mềm của hệ thống có tính ổn định tương đối cao, có khả năng phân biệt rõ ràng những thao tác bình thường hoặc không bình thường của người sử dụng, không dẫn đến việc treo máy hoặc hiện thị lẫn lộn, thực hiện nhắc nhở đối với những thao tác không đúng.

Hệ thống HMI có những chức năng sau:

- ◆ Người thao tác phát lệnh điều khiển và thu thập thông tin hiện trường.

- ◆ Các thông tin giữa các HMI, giữa HMI và hệ thống nhánh SDM và hệ thống mô phỏng đo kiểm đọc trao đổi qua mạng tốc độ cao.

- ◆ Thực hiện các chức năng logic liên khóa không yêu cầu an toàn (như lựa chọn đường chạy, hiển thị,...).

- ◆ Hiện thị bằng trị số dòng điện động tác của ghi ở ga chính, ga phụ.

- ◆ Các chức năng hiển thị và cảnh báo khác theo yêu cầu của người sử dụng

- ❖ Mô tả giao diện HMI

Giao diện của HMI bao gồm 4 phần: sơ đồ ga, cửa sổ thao tác, cửa sổ hiển thị thông tin và cửa sổ đồng hồ. Hệ thống đưa ra cho người sử dụng chức năng ngôn ngữ tiếng Anh hoặc tiếng địa phương; biểu tượng màn hình, thông tin cảnh báo, hiển thị thao tác, in cảnh báo của hệ thống đều hiển thị nhập, thoát bằng tiếng Anh hoặc tiếng địa phương. Các nội dung chính như sau:

- ◆ Mô hình bố trí thiết bị tín hiệu;

- ◆ Hiện thị thao tác chính;

- ◆ Biểu thị trạng thái của cột tín hiệu;

- ◆ Biểu thị trạng thái ghi;

- ◆ Biểu thị trạng thái khóa đường chạy tàu và dồn tàu;

- ◆ Biểu thị trạng thái đường ray và khu đoạn ghi bị chiếm dụng;

- ◆ Biểu thị các trạng thái cần thiết phản ánh quá trình khống chế đường chạy

- ◆ Biểu thị trạng thái đóng đường khu gian;

- ◆ Các biểu thị tương ứng với tác nghiệp dồn tàu không theo đường chạy, khống chế ghi cục bộ, dồn phóng trên mặt bằng và biểu thị của các hệ thống liên quan;

- ◆ Cảnh báo của các thiết bị chủ yếu;

- ◆ Có chức năng khóa các nút ấn, đường đón gửi, khu gian, khu đoạn ghi và có những nhắc nhở tương ứng;

- ◆ Có chức năng biểu thị trạng thái mạch điện đường ray phân mạch không tốt;

- ◆ Hiện thị số hiệu đoàn tàu;

- ◆ Các biểu thị và cảnh báo cần thiết khác.

- ❖ Giao diện với các hệ thống nhánh khác.

- ◆ Giao diện với cột tín hiệu: Giao diện giữa cột tín hiệu trong ga, khu gian và hệ thống liên khóa VPI được thực hiện theo phương thức sau:

+ Đầu ra của điều khiển lô gic khu vực (ZLC - Zonel logical control) nối với các role an toàn của mạch điện đèn tín hiệu (như các role LXJ, ZXJ, TXJ,...) để khởi động; mạch điện đèn tín hiệu giống như của liên khóa role.

+ Giữa hai ga cạnh nhau trực tiếp kết nối thông tin an toàn bằng đường cáp quang, bỏ các role giao diện tại mỗi ga.

+ Hướng chạy tàu giữa hai ga, do máy tính liên khóa ở hai ga xác định thông qua đường thông tin an toàn và do máy tính liên khóa trực tiếp khởi động, giảm bớt được số lượng các role mạch điện phương hướng, và các role liên quan đến chuyển đổi tín hiệu.

+ Trạng thái của tín hiệu (như trạng thái sợi đốt bóng đèn) thông qua tiếp điểm role, bộ thu thập của ZLC để thu thập vào máy tính.

◆ Giao diện với máy quay ghi: Giao diện của hệ thống liên khóa VPI với máy quay ghi được thực hiện như sau:

+ Đầu ra của ZLC nối với các role an toàn của mạch điện khởi động ghi (như các role DCJ, AFCJ, ASJ,...); Mạch điện khởi động ghi giống như của liên khóa role.

+ Trạng thái của bộ ghi (như role biểu thị định vị và phản vị), thông qua tiếp điểm role, bộ thu thập của ZLC để thu thập vào máy tính.

◆ Giao diện với hệ thống đếm trục: Hệ thống VPI thông qua giao diện với các role an toàn để thu thập dữ liệu của thiết bị đếm trục. SDM/MMS thông qua giao diện nối tiếp để thu thập các tín hiệu xác định trở ngại của thiết bị đếm trục. Có thể dành sẵn các giao diện khôi phục trở ngại đối với thiết bị đếm trục ở xa.

◆ Giao diện với hệ thống TDCS: Thông qua hệ thống ZNET, VPI trao đổi tin tức với hệ thống TDCS thông qua giao diện.

◆ Giao diện với hệ thống đo kiểm vi tính: Thông qua mạng giám sát đo kiểm, SDM/MMS chuyển các tin tức trở ngại do hệ thống liên khóa xác định đến trung tâm điều khiển.

◆ Giao diện VPI với ga bên cạnh: Giao diện giữa hai hệ thống liên khóa VPI của hai ga cạnh nhau sử dụng giao diện an toàn kỹ thuật số, sử dụng 4 ruột cáp quang để nối thiết bị liên khóa giữa hai ga.

❖ Giao diện với các hệ thống liên khóa khác.

Nếu hệ thống liên khóa ở ga bên cạnh là liên khóa hộp khóa điện hoặc liên khóa điện khí tập trung role, hệ thống liên khóa VPI đều có thể thực hiện kết nối bằng cách tăng thêm giao diện, hệ thống VPI cũng có thể cung cấp các điều kiện liên khóa liên quan cho ga bên cạnh. Mạch điện giao diện giữa hệ thống VPI và các hệ thống liên khóa khác sử dụng role an toàn.

KẾT LUẬN

Hệ thống TTĐK liên khoá máy tính đã và đang được áp dụng rộng rãi trên đường sắt Quốc gia của nhiều nước trong khu vực và thế giới. ĐSVN cũng đang hướng tới để sử dụng hệ thống này cho tuyến ĐS Hà Nội-Vinh, vì vậy ngoài việc phải có hạ tầng kỹ thuật hoàn chỉnh, cần phải đào tạo đội ngũ kỹ sư và cán bộ kỹ thuật đủ trình độ và tay nghề để quản lý và khai thác hệ thống có hiệu quả, tin cậy và lâu bền.

THUẬT NGỮ VIẾT TẮT CỦA HỆ THỐNG LIÊN KHÓA VI TÍNH

VPI (Vital processor interlocking) - Hệ thống liên khóa vi tính

IPS (Interlocking Processor System) - Hệ thống xử lý liên khóa

HMI (Human machine interface) - Hệ thống giao diện người máy

SDM/MMS (Supervision Diagnosis maintenance) - Hệ thống giám sát vi tính và chuẩn đoán bảo vệ

CLC (Central logical control) – Điều khiển logic trung tâm

UPS (Uninterruptible Power System) Bộ nguồn điện liên tục

ATP (Automatic Train Protection) - Hệ thống tự động phòng vệ đoàn tàu vượt tốc độ

ATS (Automatic Train Supervision) - Hệ thống tự động khống chế giám sát đoàn tàu

TDCS (Train Dispatching Command System) - Hệ thống điều độ chỉ huy chạy tàu

DMIS (Dispatching Management Information System) - Hệ thống quản lý dữ liệu điều độ chỉ huy vận tải

DSS/CTC (Decision Support Systems/ Centralized Traffic Control System) - Hệ thống điều độ tập trung

ADS (Application database Systems) - Hệ thống kho dữ liệu ứng dụng

EMI (Electromagnetic Interference) - Can nhiễu điện từ

CAA (Component Application Architecture) - Gói phần mềm ứng dụng

Tài liệu tham khảo

- [1]. *Kiểm Xuyên Đường, Vũ Trọng Thuật, Trần Công Thuyết*, Hệ thống tín hiệu ga F1, F2 Nhà xuất bản GTVT, 2006, 2010;
- [2]. Hệ thống khống chế tín hiệu ga, Trường Đại học giao thông Phương Bắc Trung Quốc, 1997.
- [3]. Tri thức mới về khoa học kỹ thuật Đường sắt, Đường sắt Việt Nam, 2003.
- [4]. Vital Processor Interlocking Control System, ALSTOM Signaling, 1999.
- [5]. *Vinod Chandra*, A fail-safe Interlocking System for Railways, Indian Institute of Technogy, New Dehli, 1991.
- [6]. Kator Shimamura, Shin'ichiro Yamaguchi, Nobuyasu Kanekawa, Naoto Miyazaki: A Faile-Safe Microprocessor Using Dual Syntheisizable Processor Cores, IEEE, 1999 ♦