



## PHỤ LỤC 7b

### HỆ THỐNG TÍN HIỆU VÀ ĐIỀU KHIỂN

A	KHÁI QUÁT CHUNG
---	-----------------

Nhiệm vụ của hệ thống Tín hiệu trong Metro là:

Đảm bảo sự an toàn cho các đoàn tàu trên toàn tuyến, kể cả khu vực Depot.

Đảm bảo cho việc vận hành các đoàn tàu một cách chính xác, hiệu quả nhất.

Một hệ thống tín hiệu hiện đại sẽ bao gồm các hệ thống con với các tính năng như sau:

- Đóng đường;
- Liên khóa;
- Các bộ ghi;
- Điều khiển các đoàn tàu.

B	HỆ THỐNG CON ĐÓNG ĐƯỜNG
---	-------------------------

Tính năng đóng đường đảm bảo đường chạy thanh thoát để cho mỗi đoàn tàu chạy được an toàn. Đường chạy thanh thoát có thể tính theo từng khu gian (là khoảng cách giữa hai ga trong đó tàu đang chạy) hay theo từng phân khu chạy tàu (là những phần nhỏ của một khu gian).

Việc xác định một đường chạy thanh thoát hay không được thực hiện bằng cách:

- Xác định chính xác vị trí mỗi đoàn tàu trên tuyến, hướng chạy và khoảng cách giữa các đoàn tàu gần nhau. Tính năng này do hệ thống con phát hiện đoàn tàu (ID) đảm nhiệm.
  - Xác định tình trạng các đường nhánh liên quan (tình trạng liên khóa) (IB).
- Thiết bị định vị đoàn tàu (ID):

Hiện nay trên thế giới áp dụng phổ biến các mô hình ID với các ưu nhược điểm như sau:



Bảng 1. Các mô hình ID phổ biến trên thế giới.

LOẠI HÌNH TIÊU CHÍ	Mạch điện đường ray tần số công nghiệp	Mạch điện đường ray tần số âm thanh	ĐẾM TRỰC	Tự định vị bằng cách đếm số vòng quay bánh xe
Số lượng thiết bị trên tuyến	x	xx	xxx	xxx
Xu hướng phát triển	x	xx	xxx	xxx
Đáp ứng nhu cầu chung	x	xxx	x	xxx
Tương thích với các tuyến khác	x	xxx	x	xx
Tính linh động	x	xx	xx	xxx
Chi phí bảo dưỡng	x	x	xxx	xxx
Kinh nghiệm sử dụng trong thực tiễn	xxx	xxx	x	x
Giá thành	x	x	xxx	xx
Các Ưu – nhược điểm khác	Có thể phát hiện ray gãy.	Có thể phát hiện ray gãy.	Khi mất điện rồi có điện trở lại phải reset lại toàn bộ hệ thống	Không thể tự định vị trong các đường rẽ, nhánh và chỉ định vị khi hệ thống đang vận hành.

(xxx: Tốt

xx: Trung bình

x: Kém)

▪ Tính năng đóng đường

Hệ thống đóng đường có thể là mô hình đóng đường cố định hay đóng đường di động, trên cơ sở mạch điện đường ray hay CBTC



Bảng 2. Các hệ thống đóng đường.

<b>Định nghĩa</b>		
Hệ thống đóng đường với Mạch điện đường ray truyền thống.	Hệ thống đóng đường với công nghệ CBTC, định vị đoàn tàu bằng Mạch điện đường ray	Hệ thống đóng đường với công nghệ CBTC, định vị đoàn tàu bằng cách đếm số vòng bánh xe (tự định vị)
Là phương thức điều khiển mà vị trí đoàn tàu được định vị bằng các mạch điện đường ray, dùng các mạch không chế bằng rơ-le để hiển thị các đèn tín hiệu và không chế thiết bị phục vụ đóng đường để đóng đường, đảm bảo an toàn. Công nghệ này dựa trên các mạch rơ-le điện từ. Các mạch điện đường ray kết nối trực tiếp với nhau.	Là phương thức điều khiển mà vị trí đoàn tàu cũng được định vị bằng các mạch điện đường ray, nhưng trao đổi số liệu thu được cùng với tình trạng đoàn tàu với máy tính xử lý thông tin (vô tuyến và hữu tuyến) rồi nhận lại tức thời các lệnh điều khiển.	Là phương thức điều khiển mà vị trí đoàn tàu được định vị bằng cách đếm số vòng bánh xe để máy tính trên tàu tính ra quãng đường đi được từ một mốc quy định trước. Máy tính trên tàu truyền tham số cho máy tính trung tâm và nhận lại các mệnh lệnh thông qua hệ thống thông tin (vô tuyến và hữu tuyến).
<b>Nhược điểm</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sử dụng toàn bộ rơ-le cơ điện nên cấu trúc phức tạp.</li> <li>- Suất đầu tư cao.</li> <li>- Phí duy tu cao.</li> <li>- Không chế tốc độ đoàn tàu theo kiểu bậc thang, tàu sẽ bị rung giật khi phanh.</li> <li>- Các nhà cung cấp thiết bị có xu hướng rời bỏ công nghệ này.</li> <li>- Về lâu dài khó chủ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sử dụng nhiều rơ-le cơ điện nên cấu trúc phức tạp.</li> <li>- Suất đầu tư cao.</li> <li>- Phí duy tu cao.</li> <li>- Không chế tốc độ đoàn tàu theo kiểu bậc thang</li> <li>- Vì có sử dụng nhiều rơ-le điện từ nên các nhà cung cấp thiết bị có xu hướng rời bỏ công nghệ này.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Là công nghệ mới, thời gian thử thách chưa nhiều.</li> <li>- Không áp dụng được ở những đoạn đường nhánh hay khu depot.</li> </ul>



<p>động trong cung ứng vật tư, thiết bị.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Chịu nhiều công nghiệp kém.</li> <li>- Khó áp dụng với đường sắt sức kéo điện.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Về lâu dài khó chủ động trong cung ứng vật tư, thiết bị.</li> </ul>	
<b>Ưu điểm</b>		
<p>Nguyên tắc hoạt động đơn giản, dễ hiểu.</p>	<p>Đã được thử thách và kiểm chứng thành công trong thực tế.</p> <p>Có thể đóng đường đi động.</p> <p>Đường nhánh – Depot.</p>	<p>Là xu hướng phát triển hiện nay.</p> <p>Mô hình đơn giản, tự động hóa hoàn toàn.</p> <p>Không chế tốc độ đoàn tàu theo kiểu lên tục, tàu sẽ không bị rung giật khi phanh.</p> <p>Suất đầu tư thấp.</p> <p>Phí duy tu thấp.</p> <p>Hoàn toàn dựa trên cơ sở máy tính nên tương lai lực lượng trong nước có thể chủ động về thiết bị, cả phần cứng lẫn phần mềm.</p> <p>Rất phù hợp với kỹ thuật đóng đường đi động.</p> <p>Rút ngắn gián cách chạy tàu, tăng năng lực thông qua.</p> <p>Dễ nâng cấp, mở rộng.</p>



C	HỆ THỐNG CON LIÊN KHÓA (IL)
---	-----------------------------

Hệ thống liên khóa (IL) có tác dụng khai thông đường chạy, khóa các đường liên quan một cách hợp lý, chống va chạm giữa các đoàn tàu. Hiện nay trên thế giới áp dụng phổ biến các mô hình liên khóa với các ưu nhược điểm như sau:

*Bảng 3. So sánh các loại hình thiết bị tín hiệu Liên khóa.*

Tiêu chí	Liên khoá rơ le	Liên khoá điện tử trên cơ sở PLC	Liên khoá điện tử trên cơ sở máy tính
Công nghệ	Rơ le (lạc hậu)	Số hoá (hiện đại)	Số hoá (xu hướng phát triển hiện nay)
Tính linh hoạt	Không	Linh hoạt	Linh hoạt cao
Độ tin cậy	Trung bình	Cao	Cao
Phù hợp với các hệ thống điều khiển phức tạp (Metro)	Không	Trung bình	Rất phù hợp
Khả năng cung cấp vật tư thay thế	Ngày càng thu hẹp	Đa dạng	Đa dạng và chủ động trong tương lai
Duy tu bảo dưỡng	Lớn và phức tạp	ít và đơn giản	ít và đơn giản
Chi phí đầu tư	Ngày càng tăng cao	Trung bình	Ngày càng giảm

D	HỆ THỐNG CON ĐIỀU KHIỂN ĐOÀN TÀU
---	----------------------------------

Trong một hệ thống metro hiện đại, để điều khiển các đoàn tàu hoạt động một cách an toàn, chính xác và có hiệu quả cao, hệ thống tín hiệu phải có các tính năng điều khiển sau:

- Tính năng điều khiển đoàn tàu tự động (ATC). Tính năng này bao gồm hai tính năng bên trong là:
  - Tính năng Bảo vệ đoàn tàu tự động (ATP)
  - Tính năng vận hành đoàn tàu tự động (ATO)



- Hệ thống con mô tả các đoàn tàu (TDS);
- Hệ thống con tự động Giám sát các đoàn tàu (ATS)

Các hệ thống con này liên kết với nhau trên nền hạ tầng viễn thông đường sắt. Nói chung có các phương pháp Điều khiển đoàn tàu phổ biến như sau:

*Bảng 4. So sánh các phương pháp điều khiển đoàn tàu.*

CÁC PHƯƠNG PHÁP	-Điều khiển tự động - chủ động phát hiện đoàn tàu (tự định vị), -Đóng đường đi động dựa trên hệ thống thông tin (CBTC). Có hoặc không có người lái	-Điều khiển tự động, -Đóng đường cố định với Mạch điện đường ray. Có người lái.	Điều khiển bằng tay có kiểm soát liên tục. Có người lái.	Điều khiển bằng tay có giới hạn tốc độ.
ĐỊNH NGHĨA	Đây là phương thức điều khiển đoàn tàu hiện đại nhất hiện nay và có lẽ là xu hướng phổ biến. Chủ động định vị đoàn tàu bằng cách dùng máy tính chuyên dụng đếm số vòng quay bánh xe, quy đổi ra quãng đường tàu đã chạy so với điểm mốc - lý trình 0km.	Là phương thức điều khiển mà sự di chuyển của đoàn tàu được điều khiển bởi máy tính trên tàu thông qua các thiết bị tự động, người lái tàu chỉ đảm nhận việc giám sát đóng mở cửa tại các bến đỗ và khởi động lại đoàn tàu. Định vị đoàn tàu bằng mạch điện	Là phương thức điều khiển mà lái tàu điều khiển phương tiện dưới sự giám sát liên tục của thiết bị ATP, trên tàu. Phương thức điều khiển này thường được áp dụng trong trường hợp có sự cố xảy ra trong hệ thống ATO	Là phương thức điều khiển mà lái tàu đảm nhận hoàn toàn việc điều khiển phương tiện với sự hạn chế duy nhất về tốc độ. Tốc độ giới hạn được đề xuất thường là 15km/h hoặc 25km/h. Phương thức điều khiển này thường được áp dụng trong trường



	Hệ thống này áp dụng phương thức đóng đường di động, hoàn toàn do máy tính trong hệ thống tín hiệu quyết trên cơ sở các số liệu về tuyến đường tại thời điểm hiện tại được cập nhật theo thời gian thực thông qua hệ thống Vô tuyến Trên tàu - mặt đất.	đường ray. Cần phân biệt rõ giữa phương thức điều khiển tàu tự động hoàn toàn không người lái (lái tàu tự động) và phương thức điều khiển tự động mà vẫn cần sự có mặt của lái tàu		hợp có xảy ra hỏng hóc trong hệ thống ATC hoặc được áp dụng trong một số khu vực của depot.
NHẬN XÉT	Ưu điểm			
	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Số lượng thiết bị ít nhất.</li> <li>-Dễ bảo dưỡng.</li> <li>-Dễ nâng cấp.</li> <li>-Trong tương lai có thể chủ động cung cấp cả phần cứng và phần mềm bằng lực lượng trong nước.</li> <li>-Là phương thức tối ưu để nâng tốc độ và số lượng đoàn tàu trong tương</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Phát hiện và định vị đoàn tàu trong mọi trường hợp, đặc biệt hữu hiệu tại các khu vực đường nhánh, đường rẽ.</li> <li>- Đã được ứng dụng nhiều trong thực tiễn, có tính truyền thống.</li> <li>-Có thể áp dụng trong mô hình “ tự động điều khiển,kiểm soát đoàn tàu dựa trên hệ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Phương thức này có thể phát hiện được các lỗi sai sót của lái tàu trong quá trình vận hành trong chế độ hạn chế tốc độ, đưa ra các cảnh báo tương ứng và tiến hành hãm tàu tự động nếu cần thiết.</li> </ul>	<p>Đây là phương thức cần thiết phải áp dụng khi hệ thống ATC tê liệt hoàn toàn.</p> <p>Nó cũng được áp dụng cho khu vực depot để đơn giản hóa hệ thống tín hiệu.</p>



	lai. -Giá thành thấp.	thông tin”- CBTC.		
	Nhược điểm			
	-Chỉ phát hiện đoàn tàu khi tàu vận hành. -Không có tác dụng trên các đường nhánh, đường rẽ. -Chưa phổ biến trên thế giới (ví dụ: Nhật Bản chưa có mô hình này vì đang trong giai đoạn nghiên cứu).	-Số lượng thiết bị nhiều. -Khó bảo dưỡng, nâng cấp. -Giá thành cao.	-Việc vận hành đoàn tàu còn phụ thuộc vào chủ quan người lái . -Mật độ chạy tàu chưa cao. -Chưa tối ưu hoá được quá trình vận hành đoàn tàu (tăng giảm tốc độ) để tăng tính tiện nghi và thoải mái cho hành khách đồng thời tiết kiệm năng lượng và kéo dài tuổi thọ phương tiện trong vòng đời khai thác.	-Việc vận hành đoàn tàu phụ thuộc nhiều vào chủ quan người lái. - Mật độ chạy tàu thấp. -Thiết bị, công nghệ lạc hậu, khó nâng cấp, giá thành bảo dưỡng cao. -Không tạo được tiện nghi cho khách đi tàu.

E	KIẾN NGHỊ
---	-----------

- Đóng đường di động trên nền CBTC vô tuyến và hữu tuyến, tự định vị đoàn tàu.
- Liên khóa điện tử, trên cơ sở máy tính.
- Điều khiển đoàn tàu tự động (ATC) với đầy đủ các tính năng ATP, ATO, ATS và có tính năng thu thập thông tin đoàn tàu tự động.
- Điều khiển đoàn tàu có sự tham gia của người lái.
- Hệ thống tín hiệu phải đảm bảo an toàn ở cấp SIL4.