

# Giải pháp Thiết kế dự phòng hệ thống PLC đơn giản với SIMATIC S7 – 1500 R/H



- 1 Ứng dụng của hệ thống SIMATIC S7 – 1500 R/H
- 2 Các thách thức đối với hệ thống tự động hóa
- 3 Tính khả dụng của hệ thống với SIMATIC S7-1500 R/H
- 4 Thiết kế dự phòng đơn giản với SIMATIC S7-1500 R/H
- 5 Khả năng kết nối của SIMATIC S7 – 1500 R/H



- 1 Ứng dụng của hệ thống **SIMATIC S7 – 1500 R/H**
- 2 Các thách thức đối với hệ thống tự động hóa
- 3 Tính khả dụng của hệ thống với SIMATIC S7-1500 R/H
- 4 Thiết kế dự phòng đơn giản với SIMATIC S7-1500 R/H
- 5 Khả năng kết nối của SIMATIC S7 – 1500 R/H

# Hệ thống dự phòng và khả dụng cao – Yêu cầu đặt ra!



## Tránh hệ thống tắt máy (shutdown)

Tính khả dụng cao hơn tránh hoặc giảm việc ngừng sản xuất

## Tránh hư hỏng hàng hóa

Tính khả dụng cao hơn tránh thiệt hại vật chất cho nhà máy hoặc hàng hóa được sản xuất

## Thiết kế đơn giản hơn

Thiết kế đơn giản hơn so với giải pháp Applicative Solution

## Tránh mất dữ liệu

Tất cả các dữ liệu được đồng bộ và tiếp tục hoạt động sau khi có lỗi xảy ra

## Hoạt động mà không cần giám sát

Do tính khả dụng cao của hệ thống cho nên việc kế hoạch bảo trì hệ thống không quá khẩn cấp và luôn được tính trước.



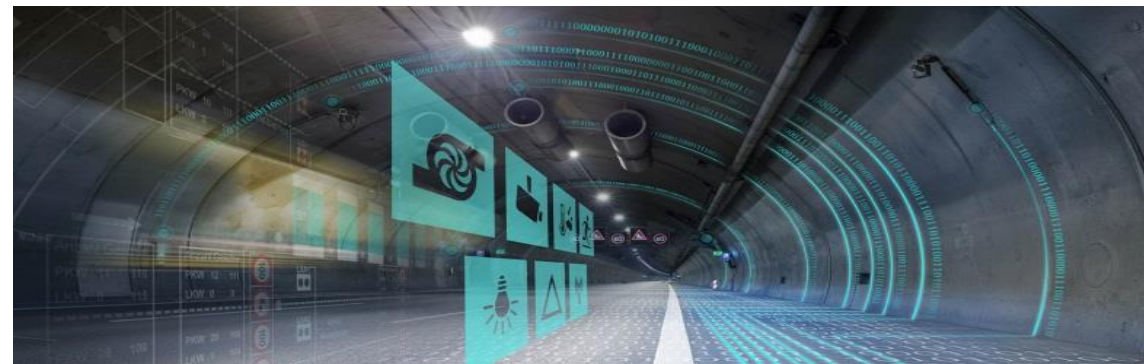
Hệ thống dự phòng giảm chi phí và đảm bảo tính sẵn sàng cao hơn của quy trình.

# Hệ thống dự phòng và khả dụng cao – Ứng dụng

**SIEMENS**  
*Ingenuity for life*



Hậu cần sân bay (Logistics)



Đường hầm



HVAC



Nước và Nước thải



- 1 Ứng dụng của hệ thống SIMATIC S7 – 1500 R/H
- 2 **Các thách thức đối với hệ thống tự động hóa**
- 3 Tính khả dụng của hệ thống với SIMATIC S7-1500 R/H
- 4 Thiết kế dự phòng đơn giản với SIMATIC S7-1500 R/H
- 5 Khả năng kết nối của SIMATIC S7 – 1500 R/H

# SIMATIC S7-1500R/H – Giải pháp Thiết kế dự phòng hệ thống PLC đơn giản

Dựa trên CPU S7-1500 chuẩn và PROFINET



## Lập trình minh bạch

Công cụ thiết kế chuẩn - TIA Portal

- Các chức năng dự phòng được tích hợp đầy đủ trong TIA Portal
- Xử lý chung giống như tiêu chuẩn
- Không cần kiến thức quá sâu về hệ thống dự phòng



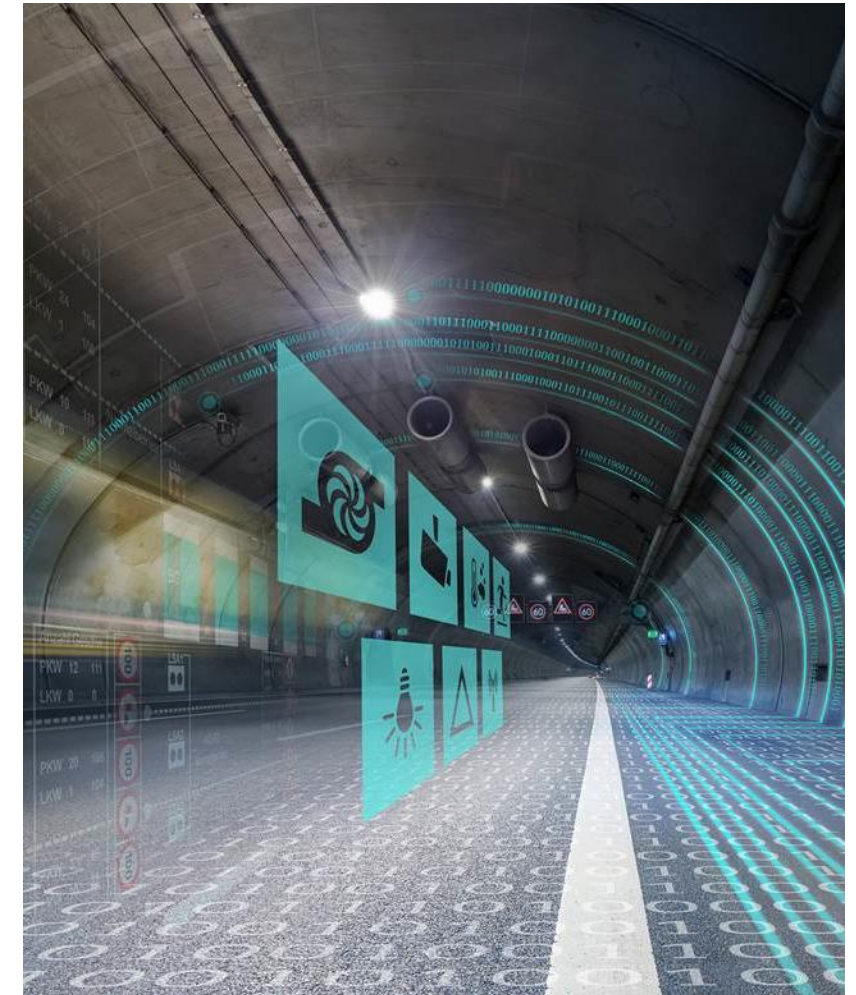
## Khả năng mở rộng

- Thời gian chuyển mạch (switchover time)
- Kiến trúc dự phòng
- Hiệu suất CPU (1513 → 1517)



## Sử dụng PROFINET làm hệ Fieldbus

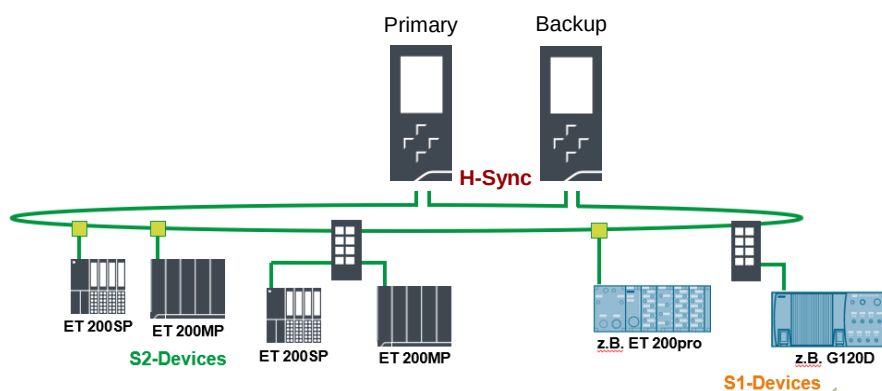
Hệ thống dự phòng chuẩn dựa trên nền tảng PROFINET



# SIMATIC S7-1500R/H – Tổng quan hệ thống



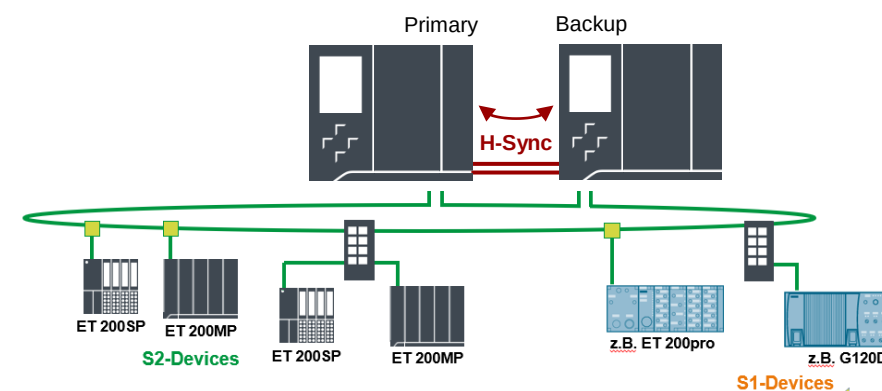
## Hệ thống dự phòng S7-1500R



Khái niệm chung: Cơ chế đồng bộ hóa giống nhau

Mở rộng hiệu suất chuyển đổi dựa trên tính khả dụng của băng thông với kết nối Sync

## Hệ thống dự phòng (HA) S7-1500H



CPU 1513R/CPU 1515R

Thông qua Profinet-Ring (MRP)

300 ms

PN-Ring đơn

Hỗ trợ cho NAP S1 và S2

CPU

Đồng bộ hóa

Thời gian chuyển mạch

Mạng PN

Thiết bị PROFINET

CPU 1517H

Thông qua mô-đun Sync-Module

50 ms

PN-Ring đơn

Hỗ trợ NAP S1 và S2

# Nội dung – Những thách thức cần giải quyết

## Thách thức 1

### Tính khả dụng?

Phần nào của hệ thống là quan trọng và yêu cầu tính khả dụng?

## Thách thức 2

### Thiết kế đơn giản

Tính nhất quán của dữ liệu và chương trình là những khía cạnh quan trọng để sử dụng giải pháp dự phòng.

## Thách thức 3

### Khả năng kết nối

Làm sao để kết nối:

- Tới thiết bị trường,
- Tới hệ thống tự động hóa khác
- Hệ thống HMI/SCADA



- 1 Ứng dụng của hệ thống SIMATIC S7 – 1500 R/H
- 2 Các thách thức đối với hệ thống tự động hóa
- 3 **Tính khả dụng của hệ thống với SIMATIC S7-1500 R/H**
- 4 Thiết kế dự phòng đơn giản với SIMATIC S7-1500 R/H
- 5 Khả năng kết nối của SIMATIC S7 – 1500 R/H

Thách thức 1

# Tính khả dụng của hệ thống?

## Phân loại tính khả dụng – “Các lớp khả dụng”



| Các lớp khả dụng (VK)          | Mô tả tính khả dụng    | Tính khả dụng tối thiểu | Thời gian ngừng máy/<br>Tháng | Thời gian ngừng máy/<br>Năm |
|--------------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------------|-----------------------------|
| <b>VK 0</b>                    | Không có gì            |                         |                               |                             |
| <b>VK 1</b>                    | Bình thường            | 99,0%                   | < 8 giờ                       | < 88 giờ                    |
| <b>VK 2</b>                    | Hơi cao                | 99,9%                   | < 44 phút                     | < 9 giờ                     |
| <b>VK 3</b>                    | Cao                    | 99,99%                  | < 5 phút                      | < 53 phút                   |
| <b>VK 4</b>                    | Rất cao                | 99,999%                 | < 26 giây                     | < 6 phút                    |
| <b>VK 5</b>                    | Môi trường khắc nghiệt |                         |                               |                             |
| <b>đang hoạt động liên tục</b> |                        |                         |                               |                             |

**Nguồn:** Văn phòng Liên bang Đức về An ninh Thông tin

## Phân loại tính khả dụng – Tính khả dụng theo môi trường (HRG)

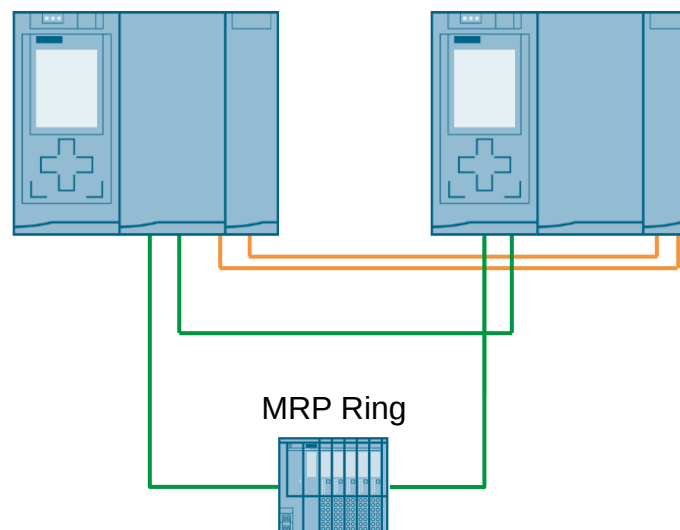
| AEC-Class    | Tên                   | Đặc điểm                                                                                  |
|--------------|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>AEC-0</b> | Thông thường          | Chức năng có thể bị gián đoạn, tính toàn vẹn của dữ liệu là không cần thiết               |
| <b>AEC-1</b> | Đáng tin cậy cao      | Chức năng có thể bị gián đoạn, tuy nhiên phải đảm bảo tính toàn vẹn của dữ liệu           |
| <b>AEC-2</b> | Tính khả dụng cao     | Chức năng có thể bị gián đoạn tối thiểu trong thời gian cố định trong giờ hoạt động chính |
| <b>AEC-3</b> | Khả năng hồi phục lỗi | Chức năng phải được duy trì, trong thời gian cố định trong giờ hoạt động chính, liên tục  |
| <b>AEC-4</b> | Khả năng chịu lỗi     | Chức năng phải được duy trì liên tục, với thời gian hoạt động 24/7 phải được đảm bảo      |
| <b>AEC-5</b> | Chịu đựng thiên tai   | Chức năng phải có sẵn trong mọi trường hợp                                                |

# Tính khả dụng – Tính toán mẫu

## Hệ thống có I/O dự phòng

### Giả thiết

- Tính toán tính khả dụng của ET 200SP DQ
- Thời gian sửa chữa 8 giờ
- Hoạt động 24/7
- Hệ thống H-System dựa trên Giá trị MTBF của hệ thống
- Khả năng có một điểm bị lỗi



### Tính khả dụng A

$$A_{\text{total}} = A_{\text{H-sys}} \times A_{\text{serie}}$$

$$A_{\text{total}} = 0.999992$$

### Tính khả dụng A tính theo %

$$A(t) = 99.9992\%$$

### Lớp khả dụng VK/HRG-Class

VK 3

HRG-Class: ACE 2

### Thống kê thời gian ngừng hoạt động mỗi năm

Tính toán khoảng 4 phút

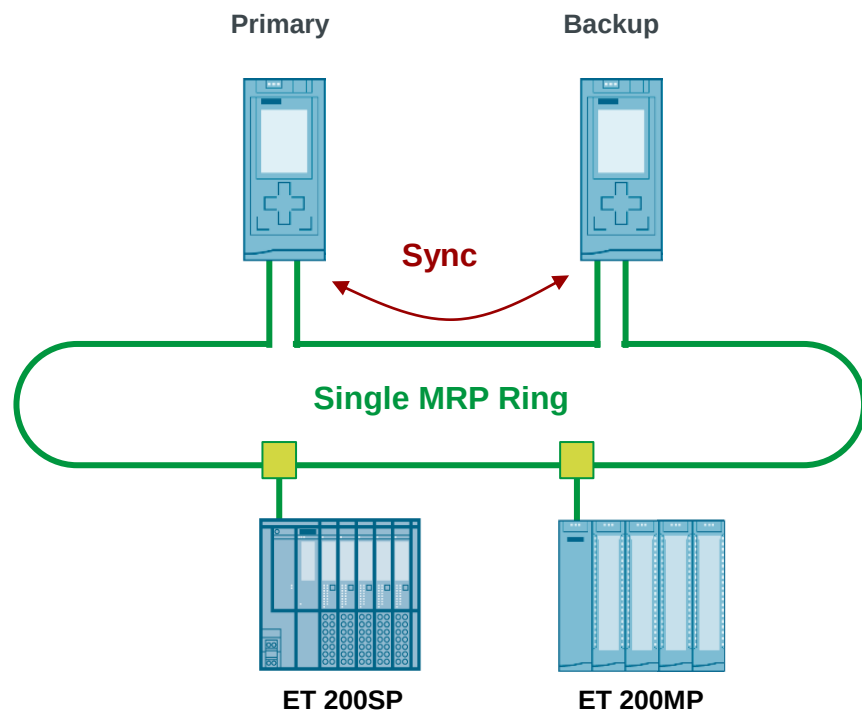


- 1 Ứng dụng của hệ thống SIMATIC S7 – 1500 R/H
- 2 Các thách thức đối với hệ thống tự động hóa
- 3 Tính khả dụng của hệ thống với SIMATIC S7-1500 R/H
- 4 **Thiết kế dự phòng đơn giản với SIMATIC S7-1500 R/H**
- 5 Khả năng kết nối của SIMATIC S7 – 1500 R/H

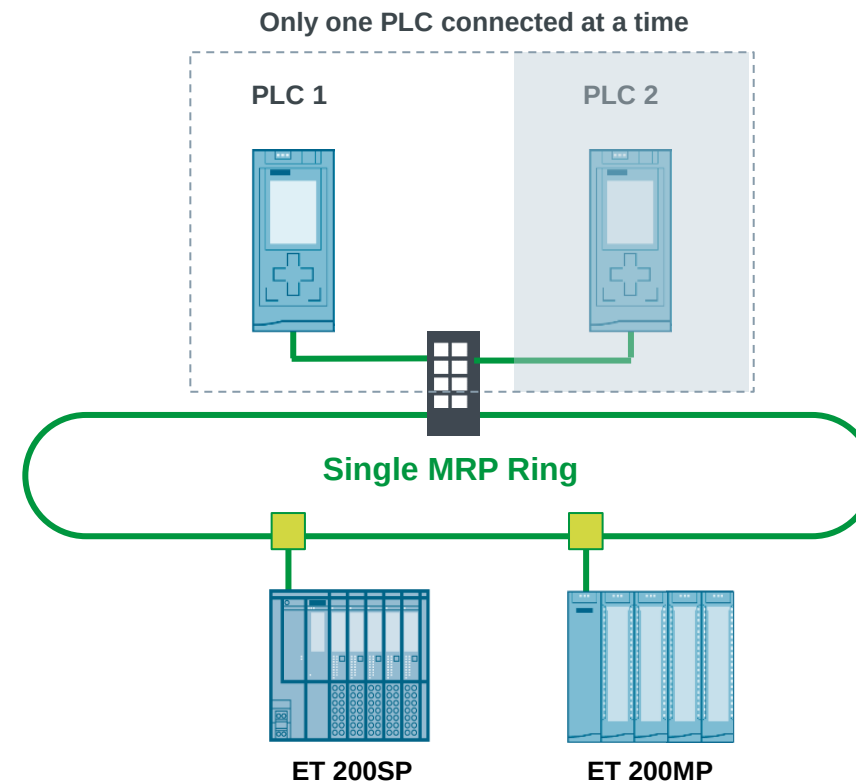
Thử thách 2

# Thiết kế đơn giản

# Hệ thống dự phòng R/H vs. Dự phòng bằng Applicative Cài đặt

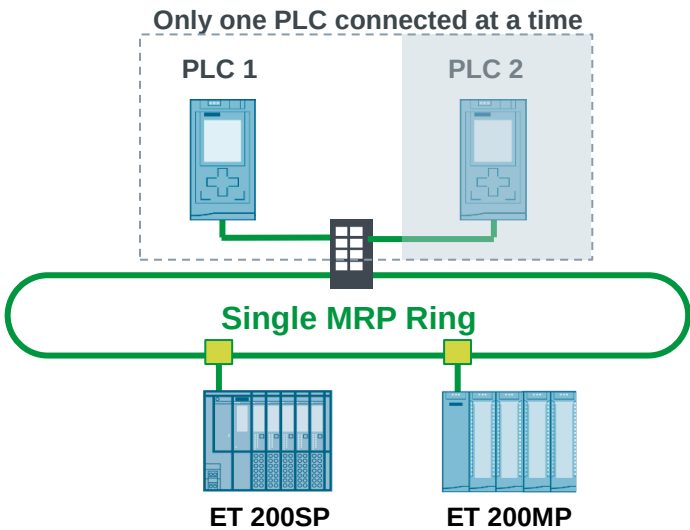
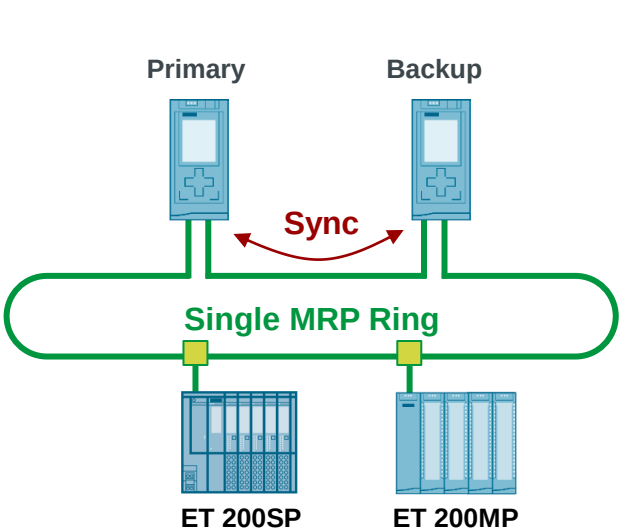


VS.



# Hệ thống dự phòng R/H vs. Dự phòng bằng Applicative

## Sự khác biệt chính



|                              |                            |                                       |
|------------------------------|----------------------------|---------------------------------------|
| Chuyển mạch I/O              | Không dẫn xóc ( Bump less) | Bị dẫn xóc                            |
| Thời gian chuyển mạch        | < 1 giây                   | Phút                                  |
| Tính thống nhất về Lập trình | Tự động                    | Người dùng phải chú ý trong lập trình |
| Tính thống nhất về Dữ liệu   | Tự động                    | Người dùng phải chú ý trong lập trình |



- 1 Ứng dụng của hệ thống SIMATIC S7 – 1500 R/H
- 2 Các thách thức đối với hệ thống tự động hóa
- 3 Tính khả dụng của hệ thống với SIMATIC S7-1500 R/H
- 4 Thiết kế dự phòng đơn giản với SIMATIC S7-1500 R/H
- 5 **Khả năng kết nối của SIMATIC S7 – 1500 R/H**

Thử thách 3

# Khả năng kết nối (phần 1)

# Dự phòng hệ thống mạng PROFINET – Khái niệm

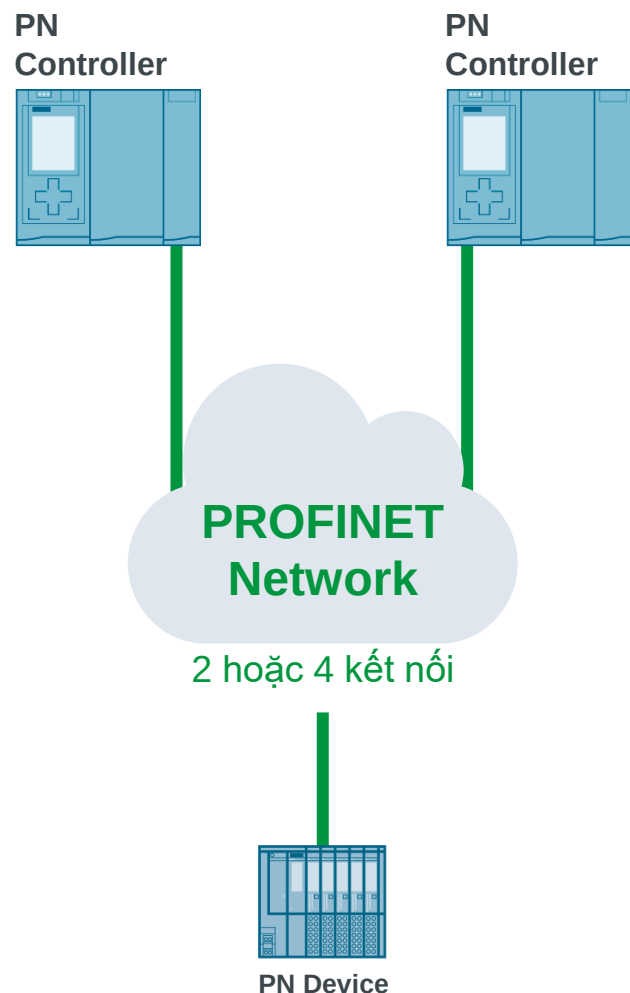
## PROFINET SR

Một hệ thống với các bộ điều khiển chuẩn PN dự phòng và các thiết bị đơn hoặc dự phòng chuẩn PN.

### Hệ thống dự phòng chia thành 3 cấp

1. Bộ điều khiển PN
2. Mạng PROFINET
3. Thiết bị I/O chuẩn PN

Dự phòng tại mỗi cấp độc lập với các cấp còn lại.



### System Redundancy

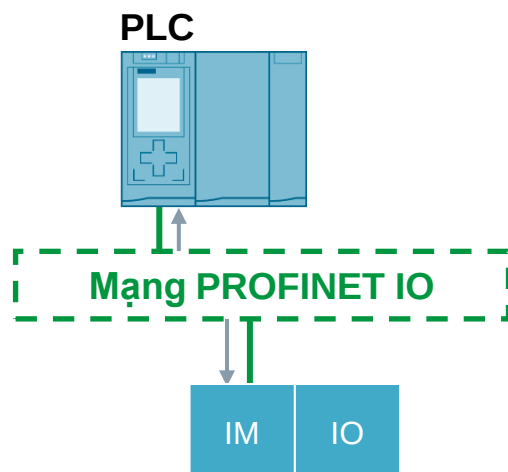
*Common profile  
for PROFINET*

Version 1.11 – Date: February 2017

Order No.: 7.122

# Dự phòng hệ thống mạng PROFINET

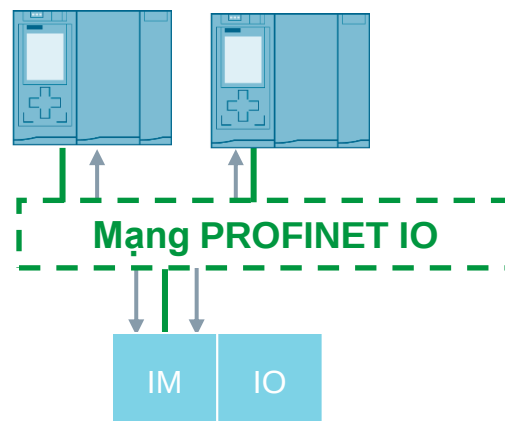
## Chế độ S1



### Thiết bị S1

- S → Giao tiếp đơn (Single)
- 1 → Một kết nối tới một PLC

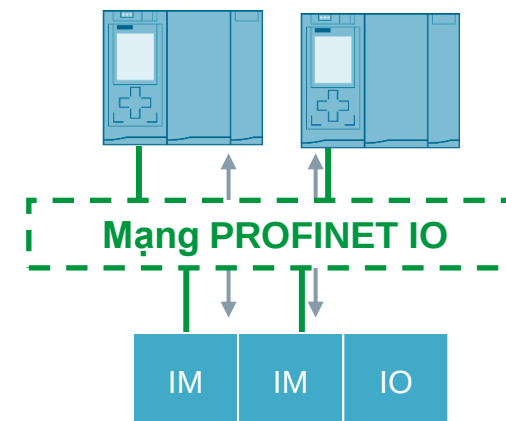
## Chế độ S2



### Thiết bị S2

- S → Giao tiếp đơn
- 2 → Có thể chuyển đổi giữa hai kết nối

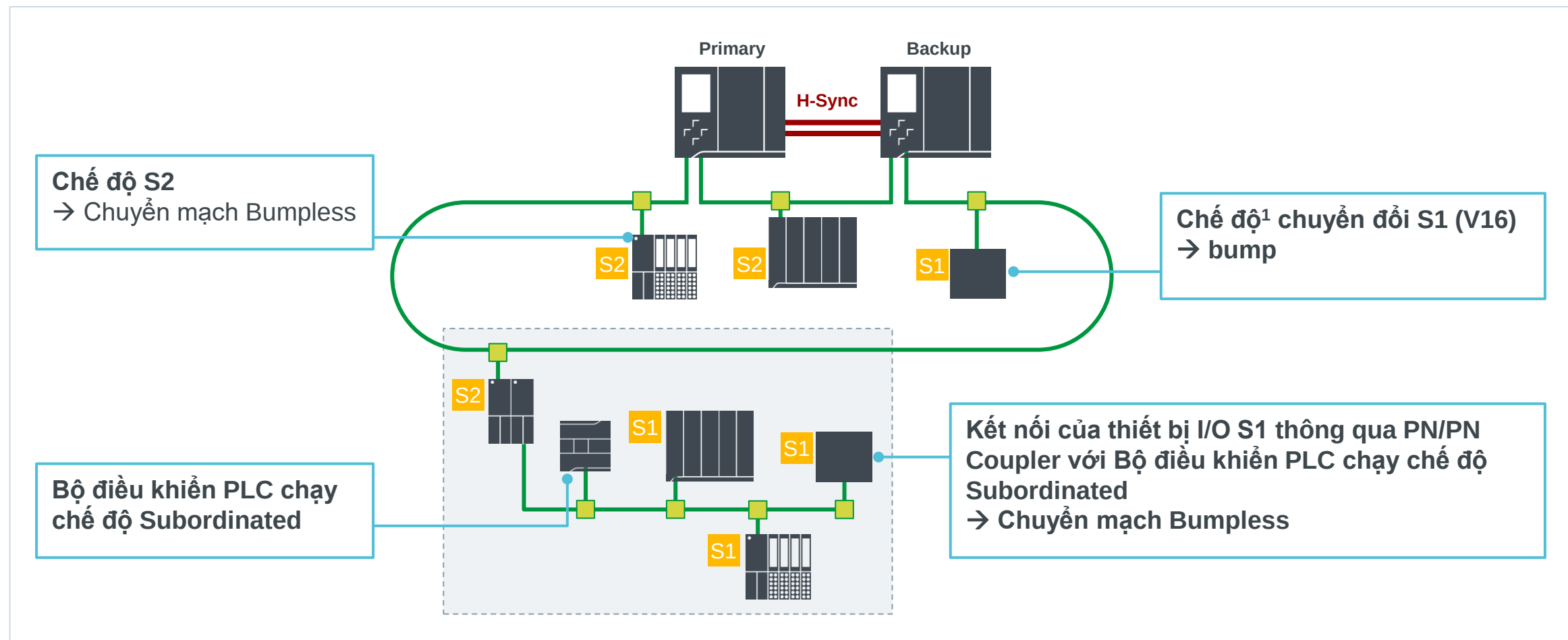
## Chế độ R1



### Thiết bị R1

- R → Giao tiếp dự phòng
- 1 → Mỗi giao tiếp có một kết nối tới PLC

# Cấu hình mạng với S7-1500 R/H – Kết nối của các thiết bị PROFINET



1 cho S7-1500R, thiết bị S1 phải được kết nối thông qua Switch tới mạch vòng MRP

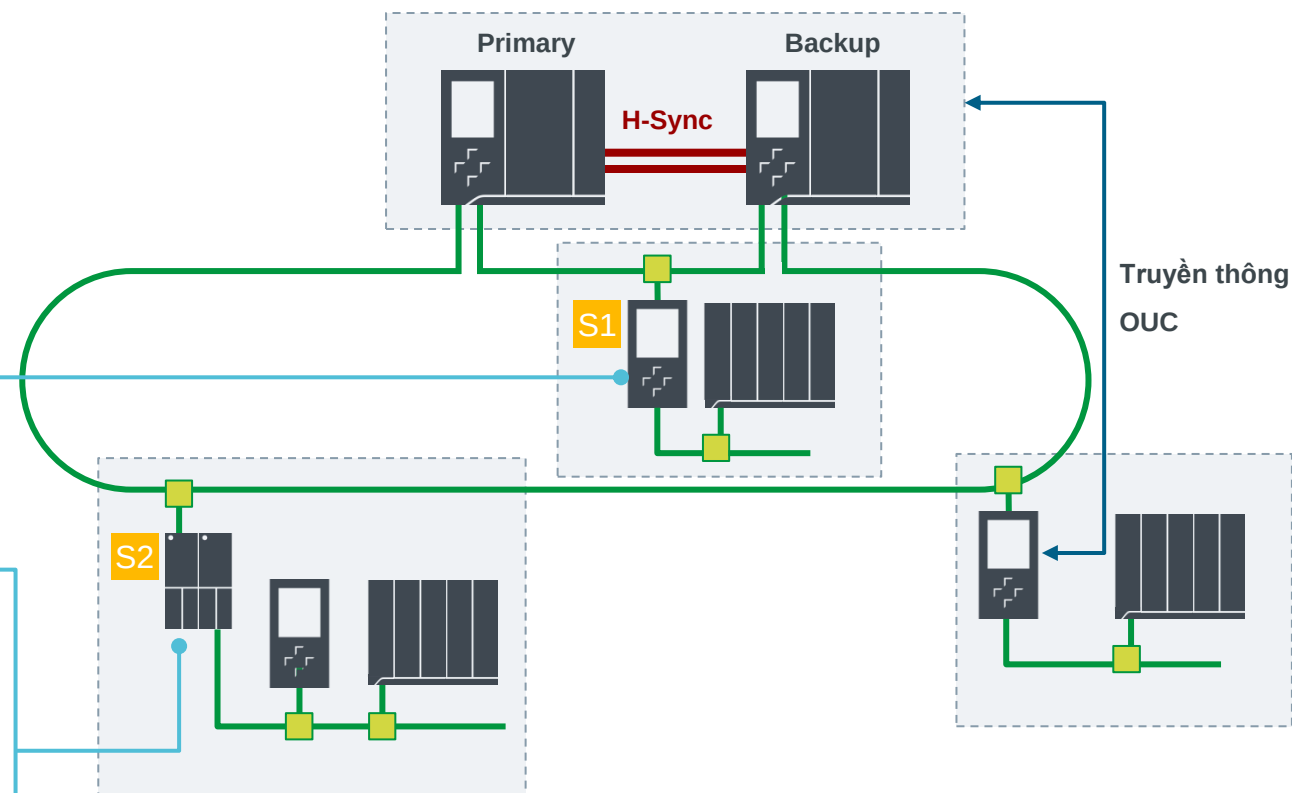
# Cấu hình mạng với S7-1500 R/H – Kết nối với bộ điều khiển PLC Subordinated

## Lựa chọn 1

Tích hợp như là iDevice trong chế độ “Switched S1”  
Hiện nay chỉ hỗ trợ GSD  
→ Kết nối tới R/H tạm thời bị ngắt khi xảy ra chế độ chuyển mạch R/H.

## Lựa chọn 2

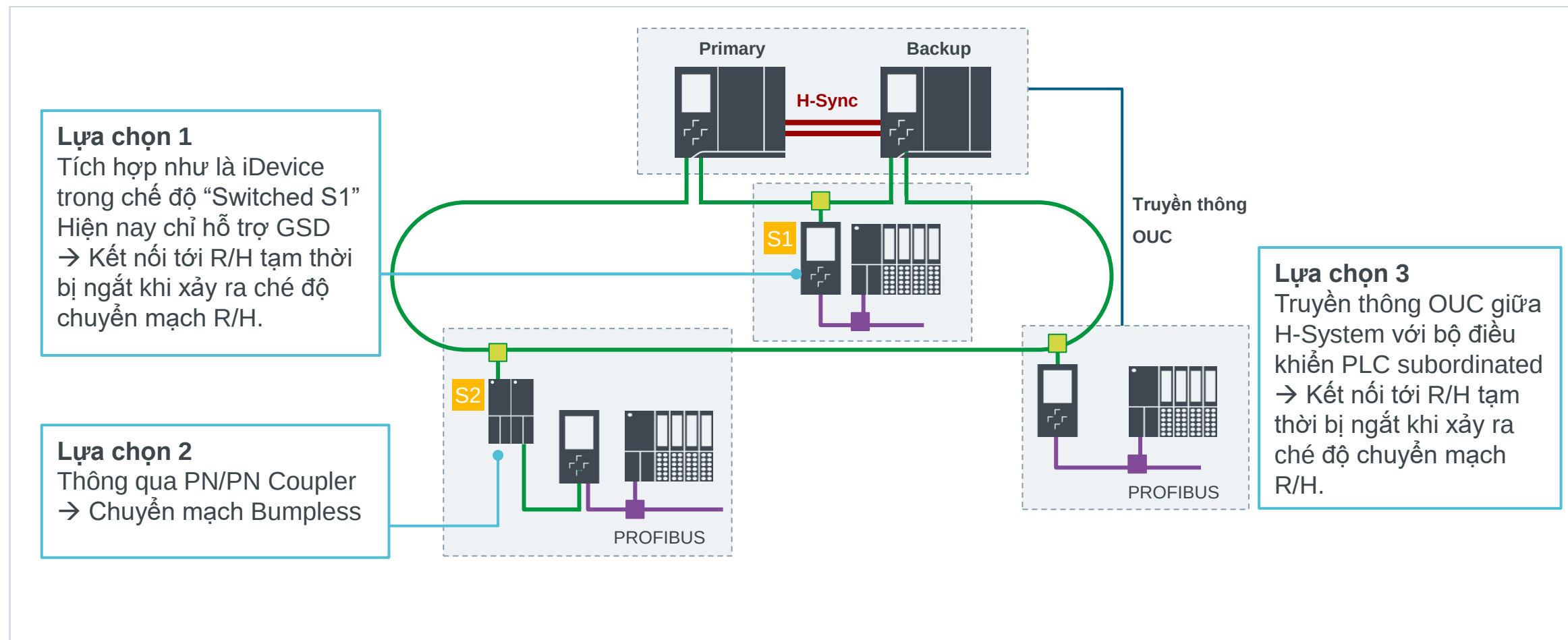
Thông qua PN/PN Coupler  
→ Chuyển mạch Bumpless



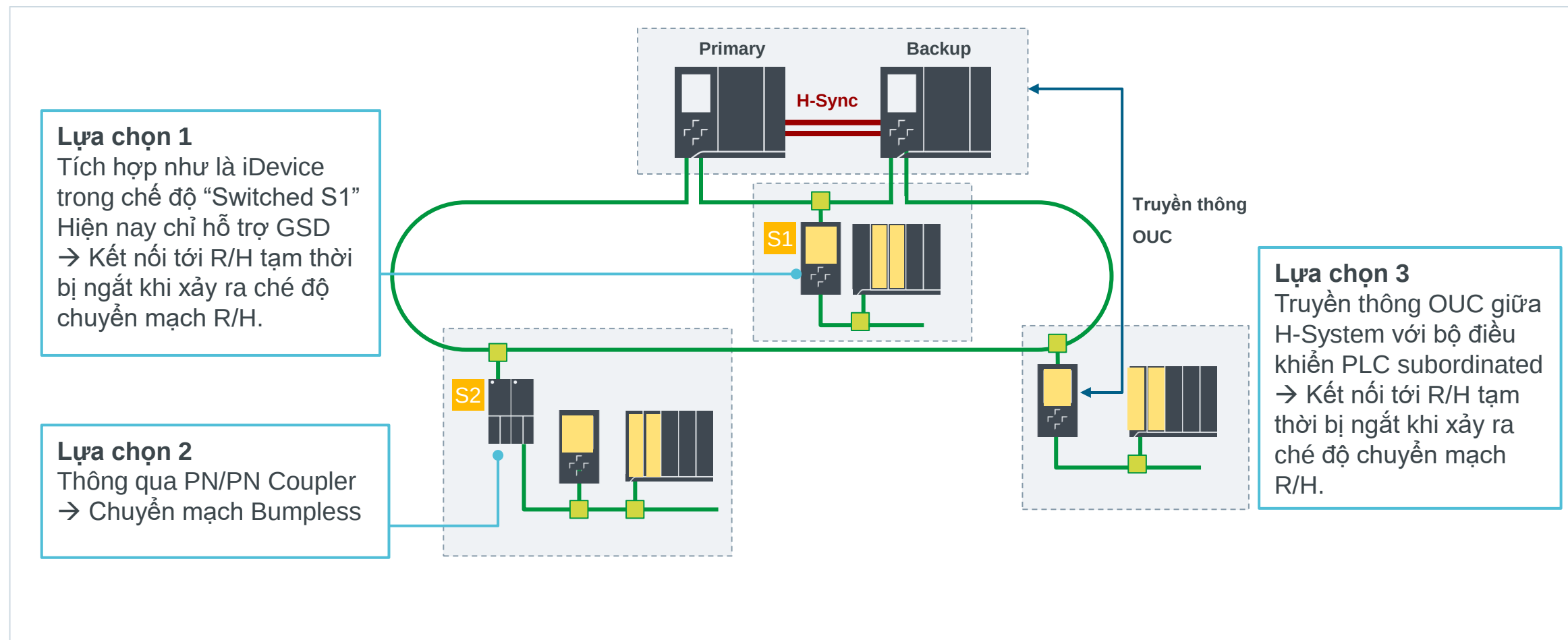
## Lựa chọn 3

Truyền thông OUC giữa H-System với bộ điều khiển PLC subordinated  
→ Kết nối tới R/H tạm thời bị ngắt khi xảy ra chế độ chuyển mạch R/H.

# Cấu hình mạng với S7-1500 R/H– Kết nối với PROFIBUS DP Slaves



# Cấu hình mạng với S7-1500 R/H – Kết nối với bộ điều khiển PLC Safety Subordinated

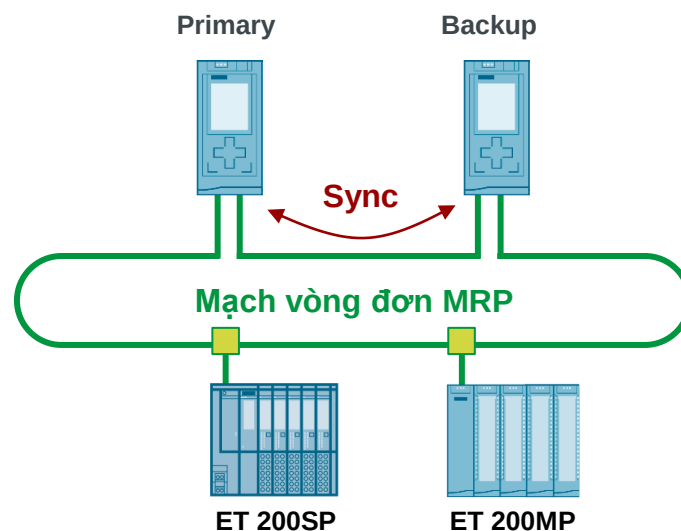


# Cấu hình mạng với S7-1500 R/H – Yêu cầu

## Yêu cầu để cấu hình mạng PROFINET

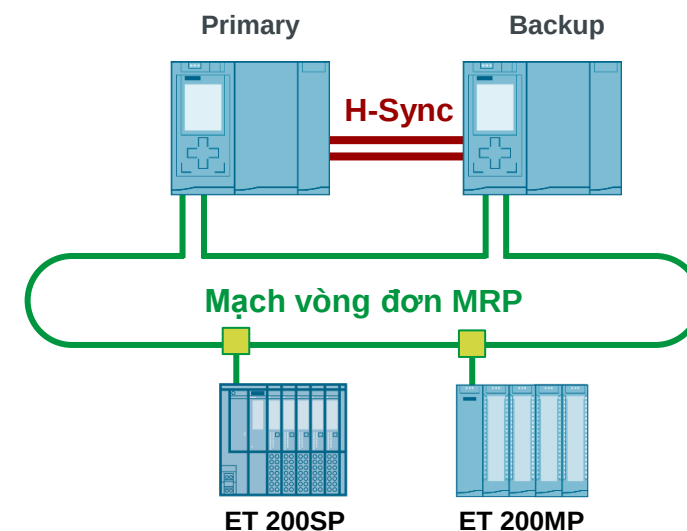
- Mạng vòng MRP (mặc định cài đặt trong cấu hình)
- Chỉ hỗ trợ PN IO tại giao tiếp X1
- PLC cần trở thành một phần của mạng vòng Ring
- S7-1500R → Không có thiết bị kết nối giữa hai PLC dự phòng.

### Dự phòng R – S7-1500R



Tối đa 16 thiết bị kết nối trực tiếp (coupled) trong mạch vòng  
Tối đa 66 thiết bị kết nối thông qua **switches**

### Dự phòng HA – S7-1500H



Tối đa 50 thiết bị kết nối trực tiếp (coupled) trong mạch vòng  
Tối đa 258 thiết bị kết nối thông qua **switches**

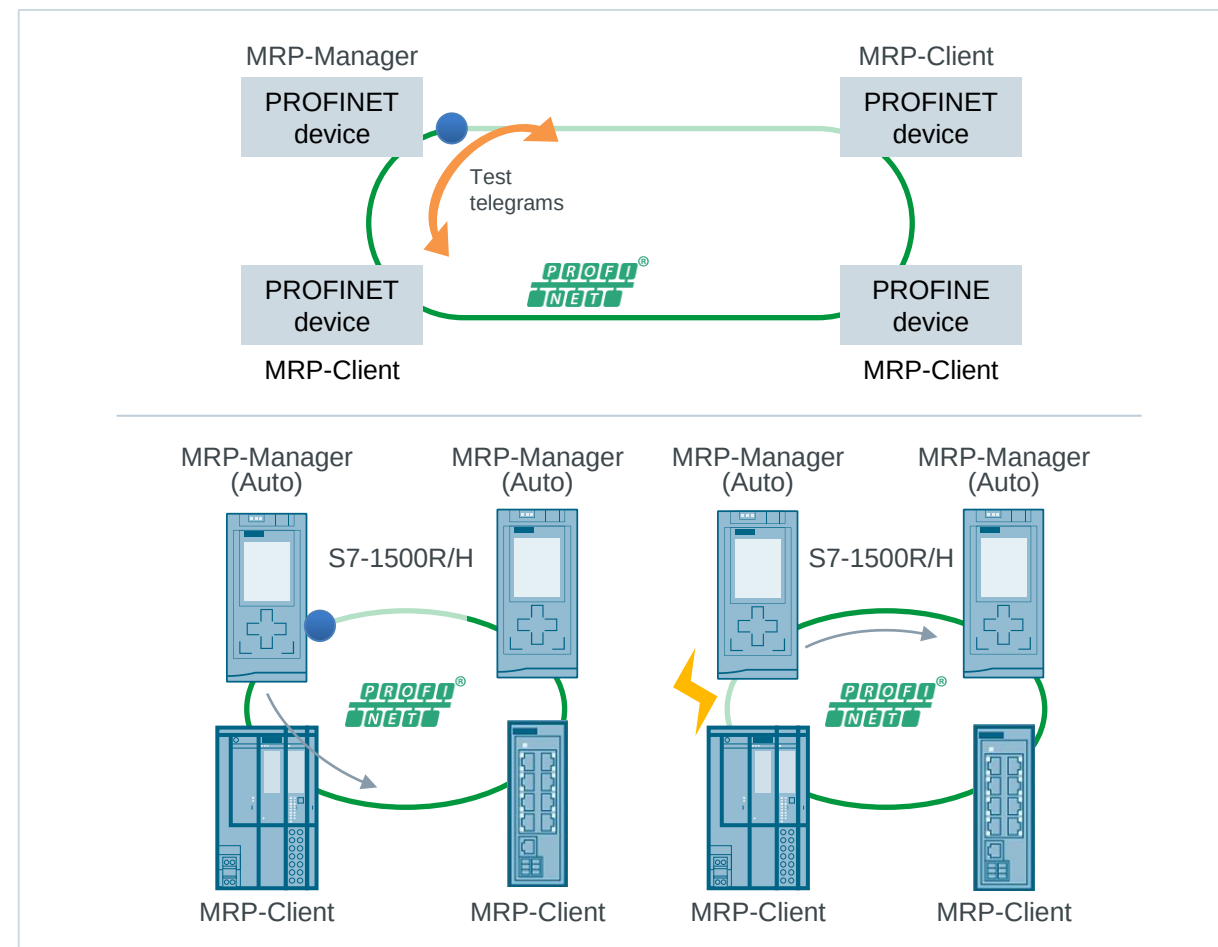
# Cấu hình mạng PROFINET R/H – MRP – Media Redundant Protocol

## Ưu điểm

- Tăng tính khả dụng của hệ thống
- Chẩn đoán mạng nhanh chóng khi bị nhiễu loạn mà không bị dừng hệ thống
- Bảo trì hệ thống mà không có lỗi xảy ra
- Giảm chi phí trong trường hợp lỗi do ngăn chặn thời gian ngừng sản xuất

## Yêu cầu và hạn chế

- Thời gian cấu hình lại 200 ms
- Lên đến 50 thiết bị tham gia MRP Ring
- Chỉ kết nối qua các cổng đã được cấu hình
- Tất cả các thiết bị phải thuộc cùng Domain của hệ thống dự phòng



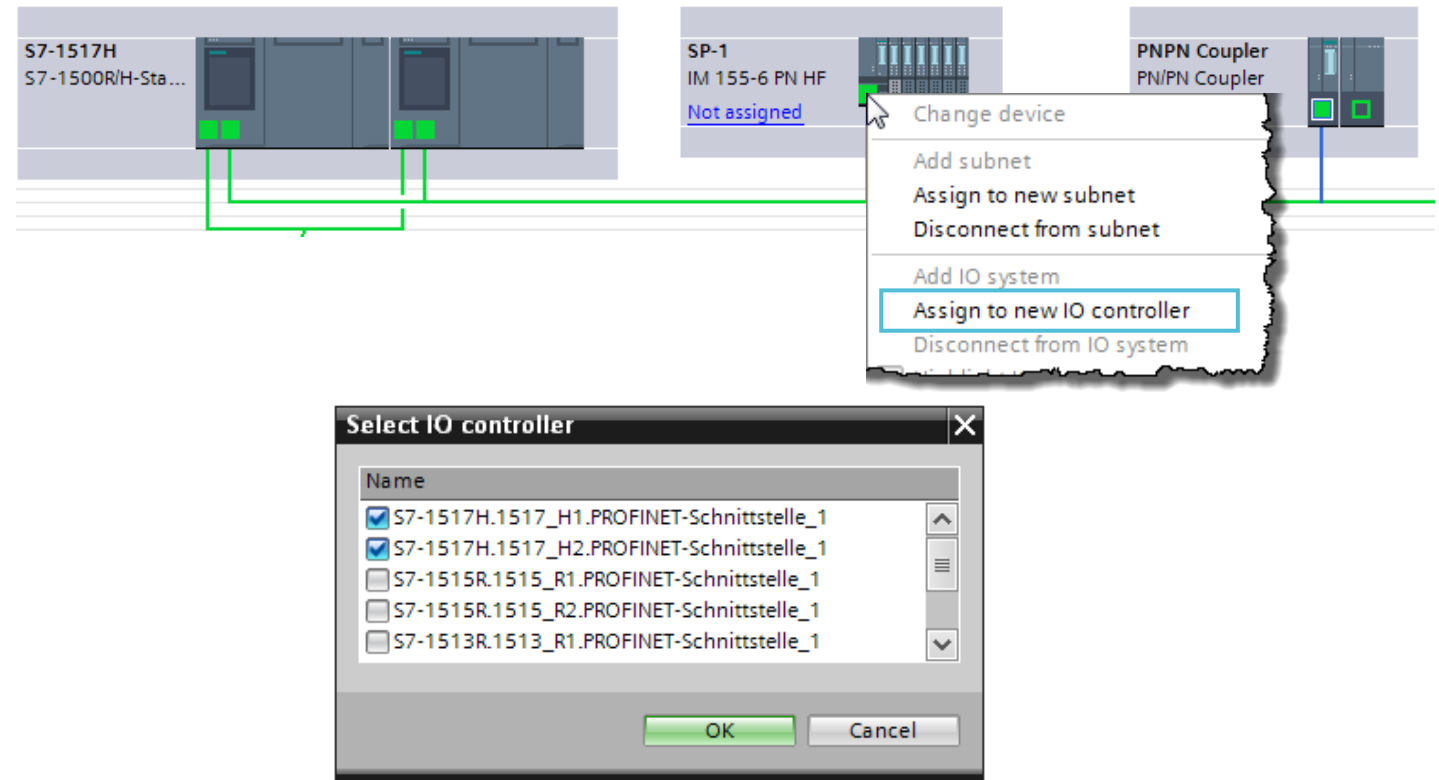
Link (SIOS): <https://support.industry.siemens.com/cs/ww/en/view/109739614>

# R/H PROFINET – Kết nối PN IO-Device tới bộ điều khiển dự phòng



## Gán ngoại vi cho cả hai PLC

- PN IO-devices cần phải được gán (assigned) tới cả hai PLC R/H
- PLC Primary luôn được kích hoạt truyền thông
- Khi có lỗi xảy ra, PLC standby trở thành PLC Primary và chiếm quyền chủ động kích hoạt
  - Kích hoạt thiết lập truyền thông với S2 PN IO-Device (primaryAR)
  - Thiết lập và cấu hình lại truyền thông với S1 PN IO-Device (singleAR)



# R/H PROFINET – Gán hệ số thời gian giám sát watchdog

## Các tham số PN IO-Device

Thời gian watchdog có thể cài đặt thông qua MRP và hệ thống dự phòng cho thiết bị S1 và S2.

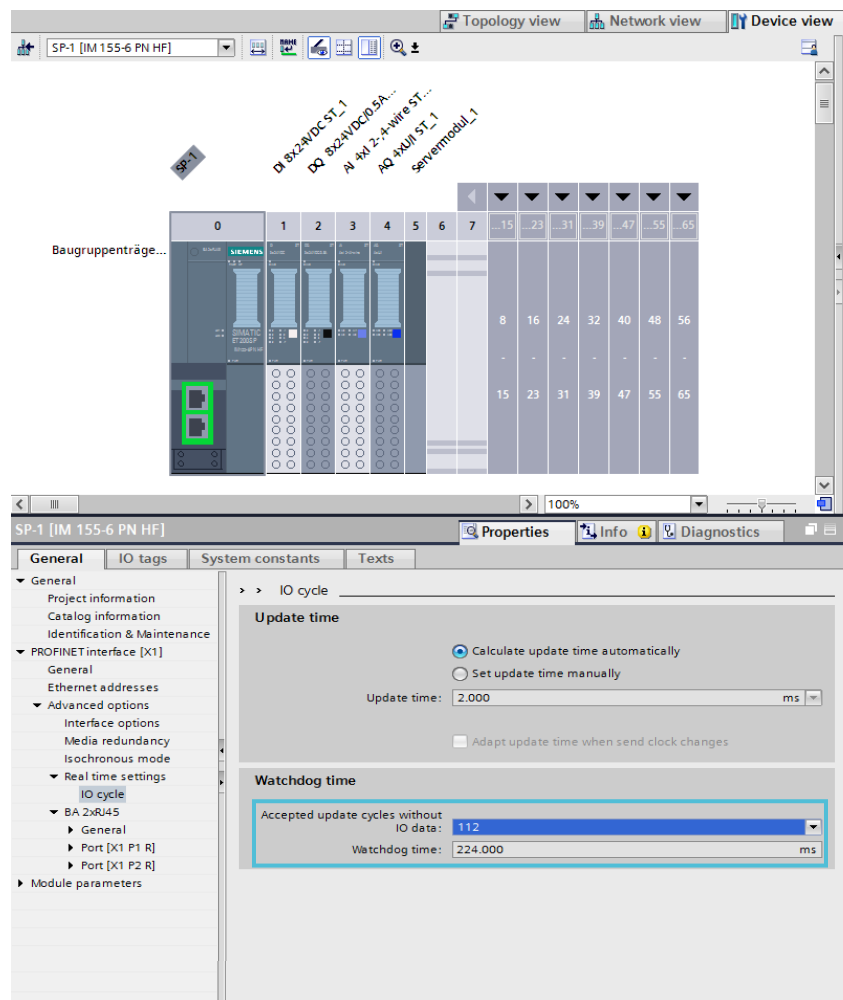
$$Watchdog > \frac{1,1 \times t_{MRP\ reconfig}}{t_{PN\ Update}} + 1$$

$$Watchdog > \frac{1,1 \times 200\ ms}{2\ ms} + 1 = 110 + 1$$

→ Watchdog nhỏ nhất 112 khoảng 2 ms

Công cụ hỗ trợ tính toán thời gian watchdog có thể tham khảo tại:

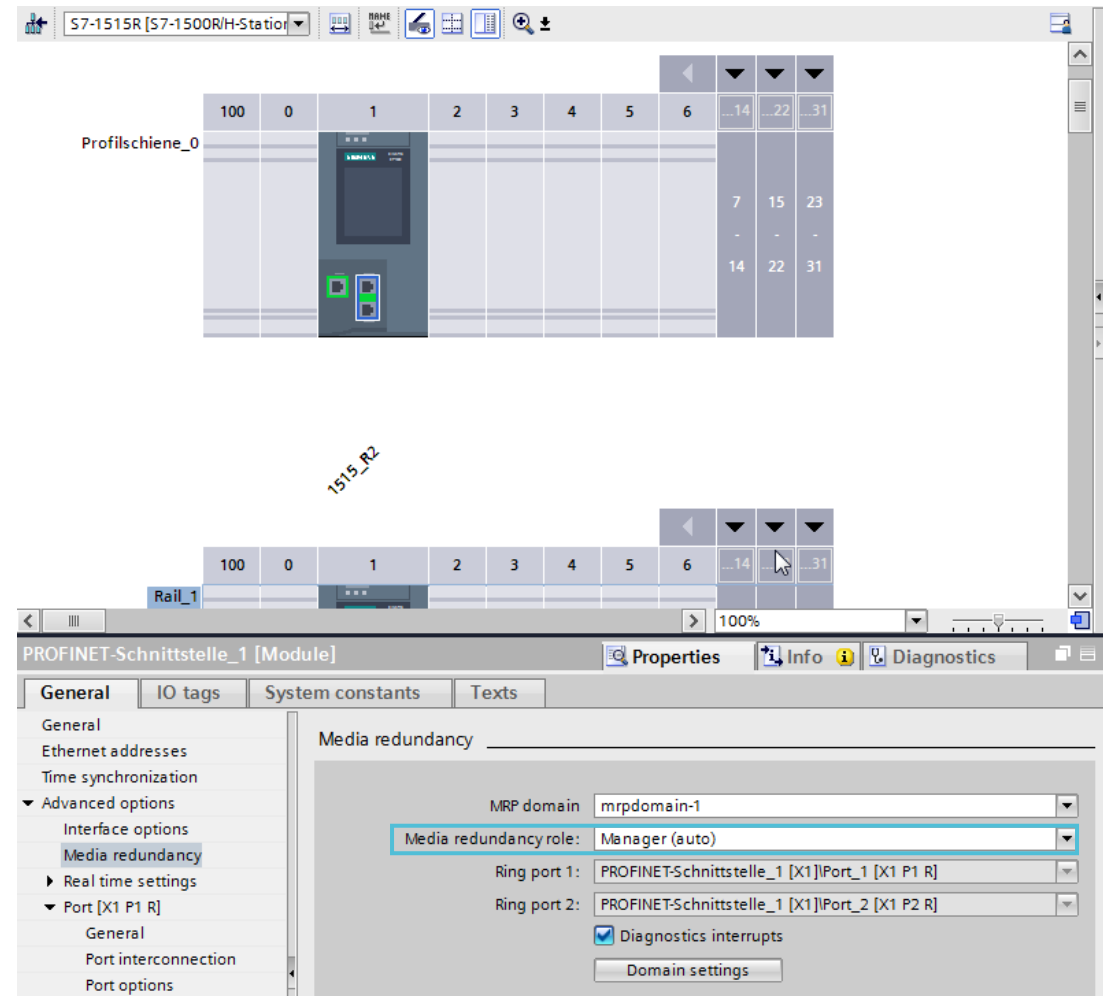
SIOS Entry: [109769093](#)



# R/H PROFINET – Cài đặt MRP

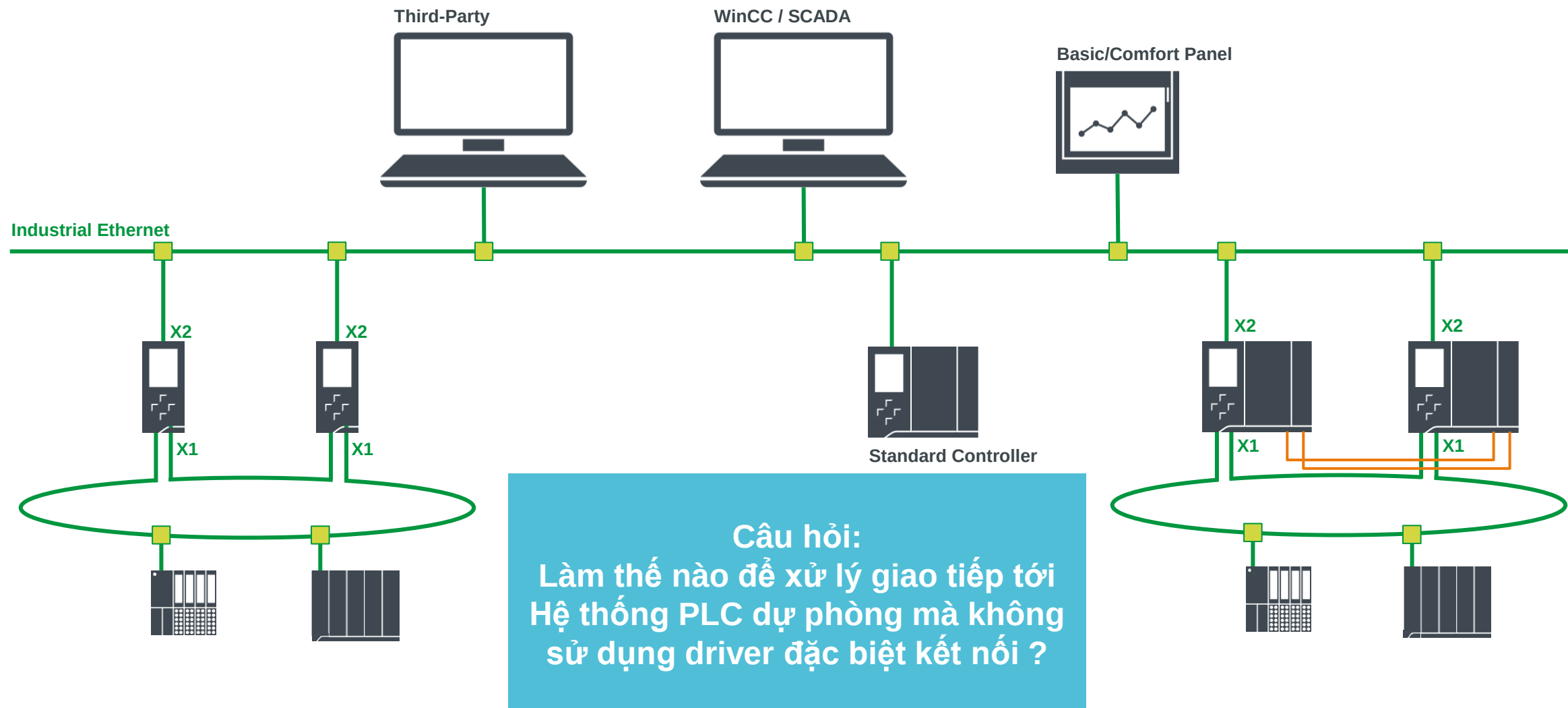
## Cấu hình thiết bị trong mạch vòng Ring

- Cả hai PLC R/H của hệ thống cần cài đặt chức năng MRP là “Manager(Auto)”
- Tất cả các thiết bị còn lại của mạng vòng Ring cần cấu hình là MRP-client

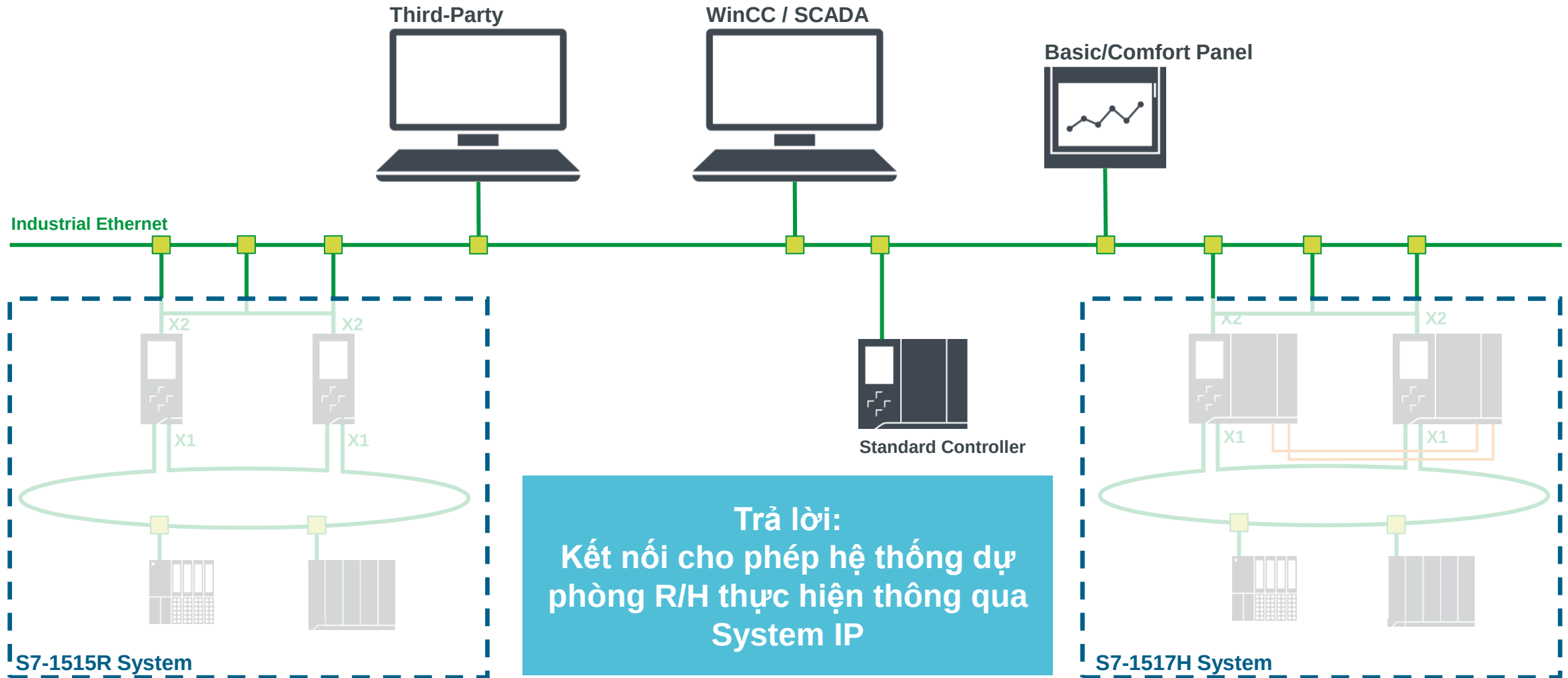


Thử thách 3

# Khả năng kết nối (phần 2)



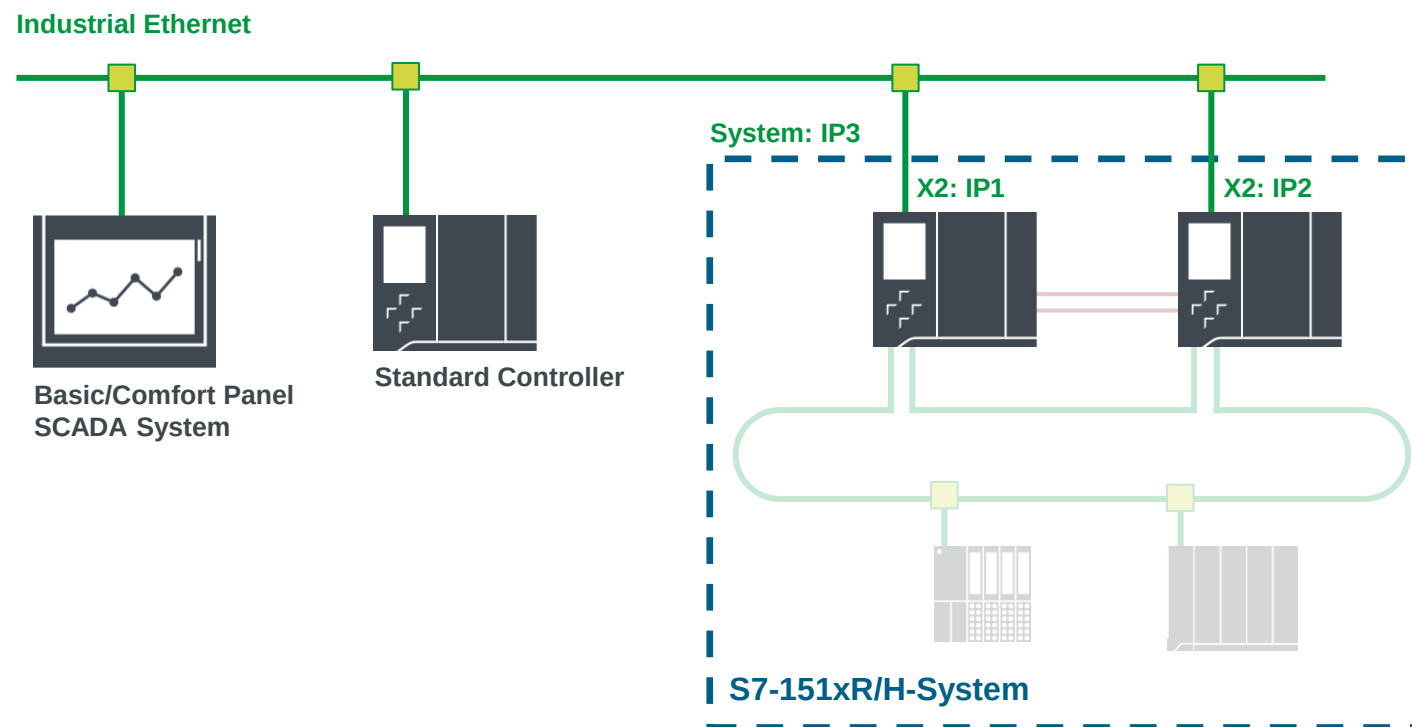
# Truyền thông System IP



# Truyền thông – System IP

## Sử dụng System IP thay vì sử dụng địa chỉ IP của PLC

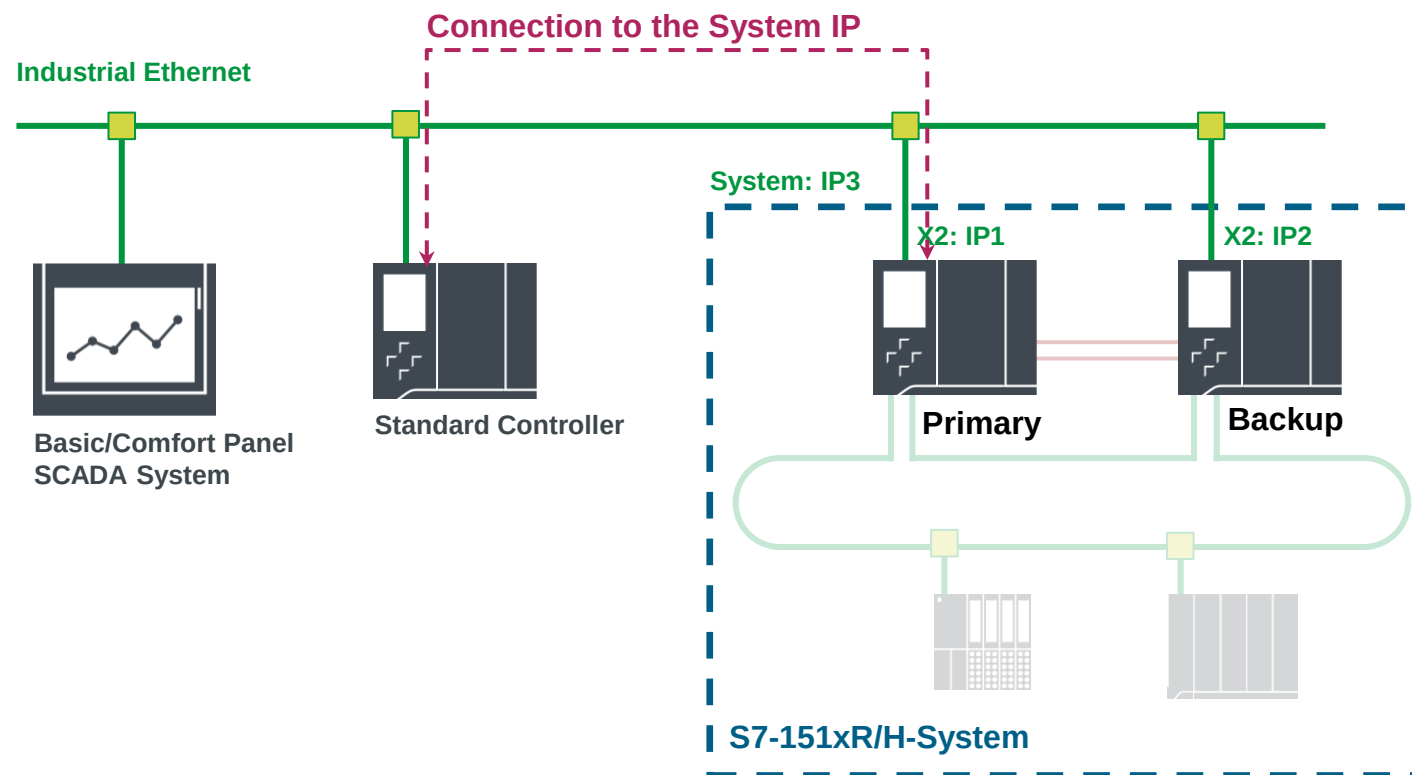
- Minh bạch truyền thông giữa PLC chuẩn và hệ thống dự phòng R/H
- Không cần cài đặt đặc biệt hoặc cấu hình mở rộng với PLC Partner.
- Truyền thông giữa PLC chuẩn tự động kết nối tới Primary PLC của hệ thống PLC dự phòng.



# Truyền thông – System IP

## Sử dụng System IP thay vì sử dụng địa chỉ IP của PLC

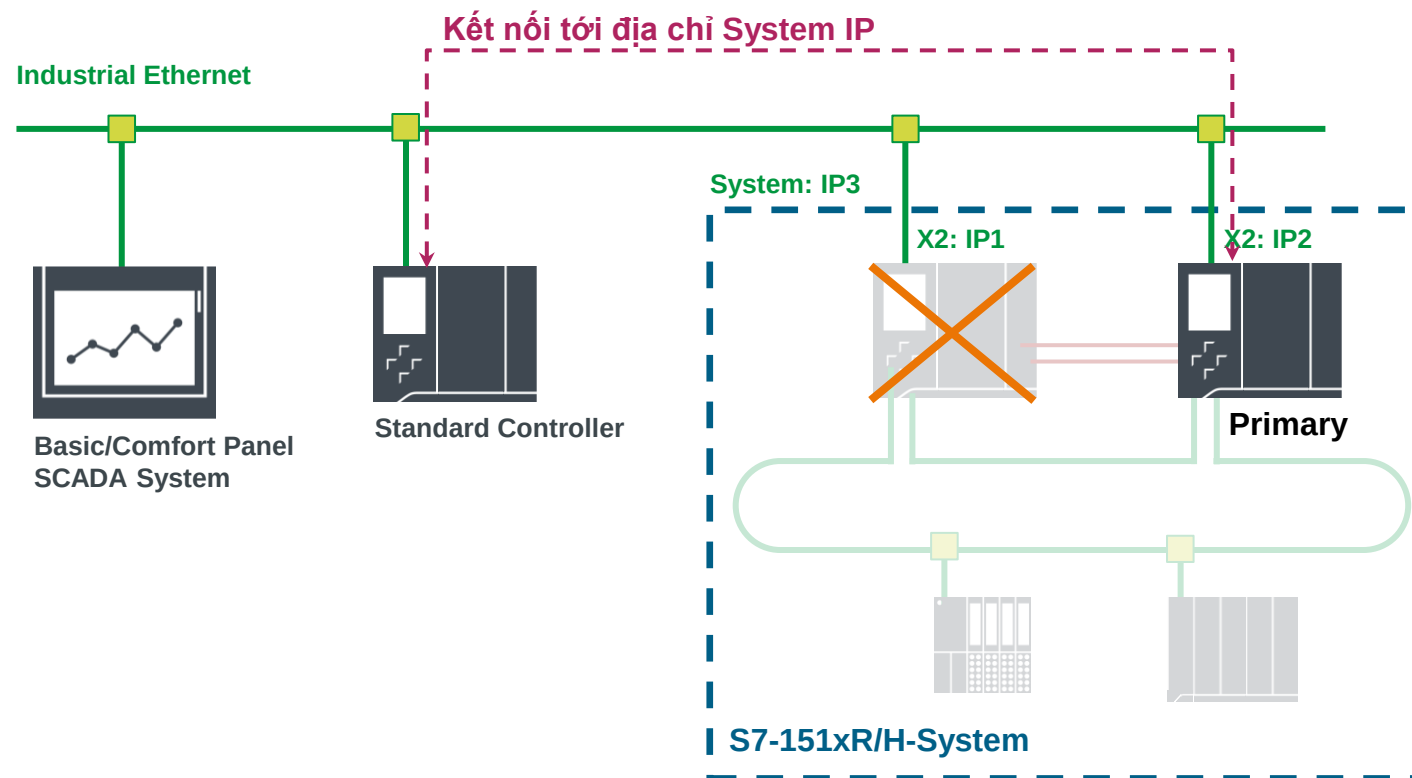
- Minh bạch truyền thông giữa PLC chuẩn và hệ thống dự phòng R/H
- Không cần cài đặt đặc biệt hoặc cấu hình mở rộng với PLC Partner.
- Truyền thông giữa PLC chuẩn tự động kết nối tới Primary PLC của hệ thống PLC dự phòng.



# Truyền thông – System IP

## Sử dụng System IP thay vì sử dụng địa chỉ IP của PLC

- Minh bạch truyền thông giữa PLC chuẩn và hệ thống dự phòng R/H
- Không cần cài đặt đặc biệt hoặc cấu hình mở rộng với PLC Partner.
- Truyền thông giữa PLC chuẩn tự động kết nối tới Primary PLC của hệ thống PLC dự phòng.



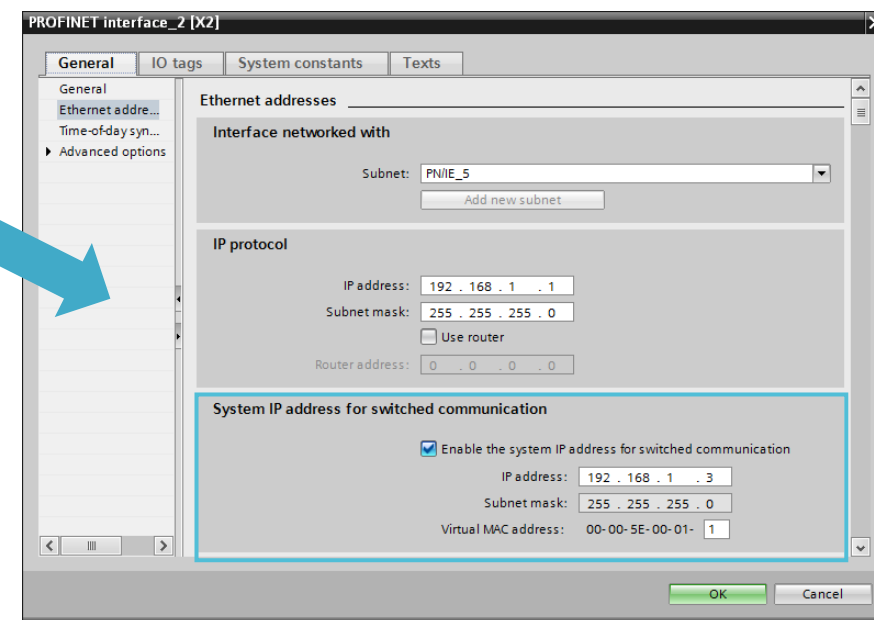
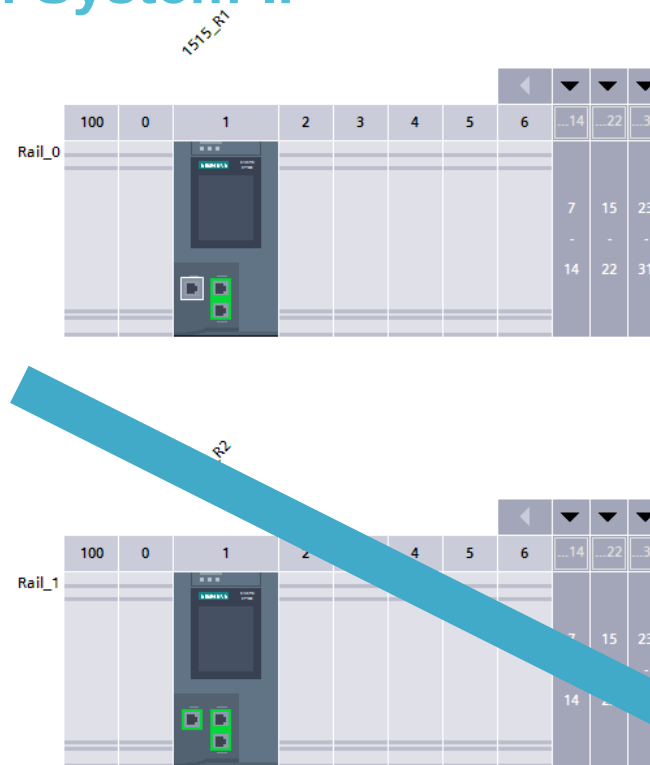
# Truyền thông

## System IP – Kích hoạt địa chỉ System-IP



### Cài đặt địa chỉ System IP

- Địa chỉ system-IP mặc định chưa được kích hoạt và cần phải kích hoạt độc lập ở mỗi PLC R/H.
- Kích hoạt system IP phải được thực hiện cả hai PLC đồng thời.
- Địa chỉ system IP cần phải cùng subnet với địa chỉ IP của PLC R/H.

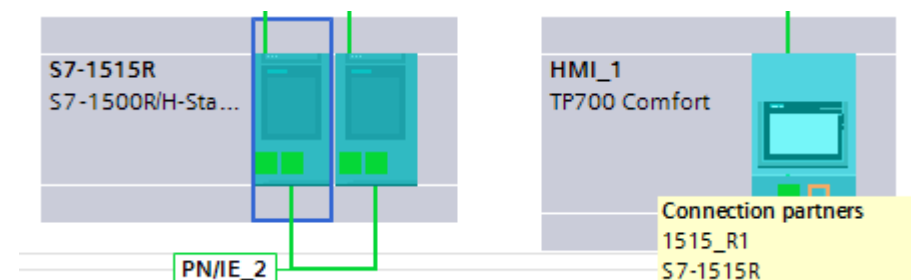


# Truyền thông – System IP và truyền thông HMI



## Kết nối HMI trong 1500 R/H

- **Lựa chọn 1 – Truyền thông tới R/H:**  
Kết nối thông qua địa chỉ System-IP
- **Lựa chọn 2 – Truyền thông từng CPU một:** Hệ thống R/H được truy cập hông qua cấu hình CPU primary và backup



Connection

Name: HMI\_Connection\_1

Connection path

Local Partner

End point: HMI\_1 1515\_R1 [CPU 1515R-2 PN]

Interface: HMI\_1.IE\_CP\_1, PROFINET Interface\_1[X1] 1515\_R1, PROFINET-Schnittstelle\_2[X2]

Interface type: Ethernet Ethernet

Subnet: PN/IE\_4 PN/IE\_4

Address: 10.13.100.60 10.13.100.22

☒ Use the system IP address for switched communication

Find connection path

### System IP address for switched communication

☒ Enable the system IP address for switched communication

IP address: 10 . 13 . 100 . 22

Subnet mask: 255 . 255 . 0 . 0

Virtual MAC address: 00-00-5E-00-01- 3

# Truyền thông – System IP và truyền thông OUC



## Truyền thông OUC với 1500 R/H

- **Lựa chọn 1 – Truyền thông tới R/H:** Kết nối thông qua địa chỉ System-IP
- **Lựa chọn 2 – Truyền thông từng CPU một:** Hệ thống R/H được truy cập hông qua cấu hình CPU primary và backup

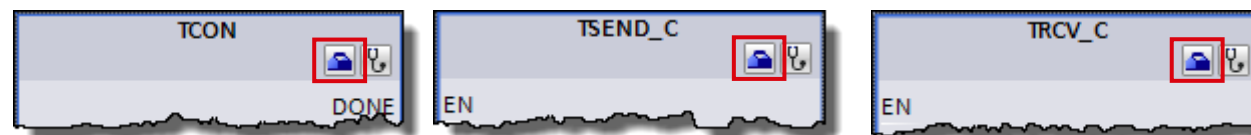
### System IP address for switched communication

☒ Enable the system IP address for switched communication

IP address: 10 . 13 . 100 . 22

Subnet mask: 255 . 255 . 0 . 0

Virtual MAC address: 00-00-5E-00-01- 3



Connection parameter

General

| Local                                                     | Partner                                                          |
|-----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| End point: S7-1500R/H-System_1 [S7-1500R/H-Station]       | S7-1500R/H-System_2 [S7-1500R/H-Station]                         |
| Interface: PLC_1, PROFINET interface_2[X2]                | PLC_3, PROFINET interface_2[X2]                                  |
| Subnet: PN/IE_3                                           | PN/IE_3                                                          |
| Address: 10.13.230.22                                     | 10.13.230.33                                                     |
| <input checked="" type="checkbox"/> Use system IP address | <input checked="" type="checkbox"/> Use system IP address        |
| Connection type: TCP                                      |                                                                  |
| Connection ID (dec): 1                                    | 1                                                                |
| Connection data: PLC_1_Connection_DB                      | PLC_3_Connection_DB                                              |
| <input type="radio"/> Active connection establishment     | <input checked="" type="radio"/> Active connection establishment |

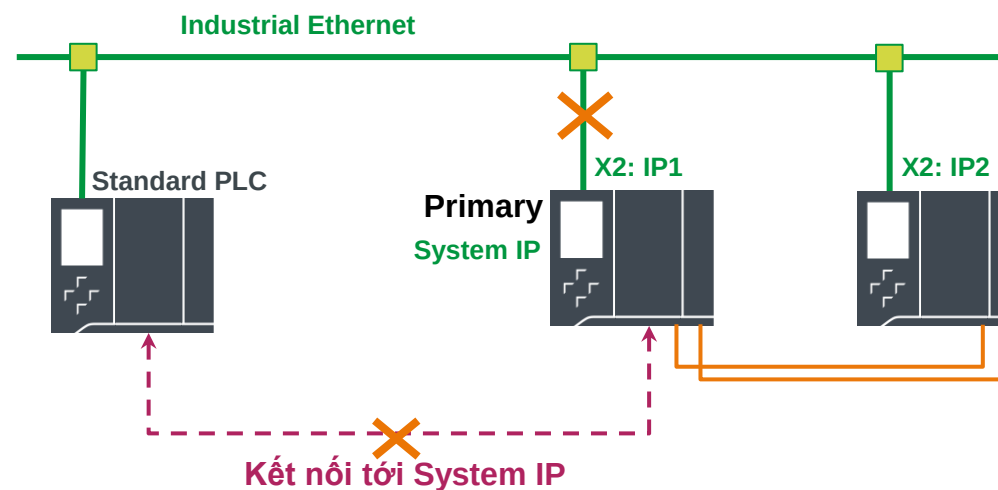
Address details

| Local Port           | Partner Port |
|----------------------|--------------|
| Port (decimal): 2000 |              |

# Truyền thông

## Giới hạn của địa chỉ System IP

- Địa chỉ IP của hai PLC phải cùng subnet.
- Nếu kết nối giữa mạng truyền thông và PLC Primary bị lỗi (rớt mạng, đứt dây) thì kết nối bị ngắt.  
→ Địa chỉ System IP được lưu giữ tại PLC Primary nên kết nối bị mất.



# Trân trọng cảm ơn!



**Trần Văn Hiếu**

Quản lý Trung tâm Đào tạo Công Nghiệp Số SITRAIN

Ban Công Nghiệp Số

Siemens Việt Nam

Email: [tran-van.hieu@siemens.com](mailto:tran-van.hieu@siemens.com)

[www.siemens.com.vn](http://www.siemens.com.vn)

[www.facebook.com/Siemens.Vietnam](https://www.facebook.com/Siemens.Vietnam)

**[siemens.com/s7-1500](https://siemens.com/s7-1500)**