شرکت پالایش گاز شهید هاشمی نژاد

Shahid Hasheminejad Gas Refinery Company

SIMATIC S7-400H

The Fault-tolerant Automation System

SIEMENS

Ingenuity for life

مهندس اکبر اویسی فر

Akb_Oveisifar@yahoo.Com

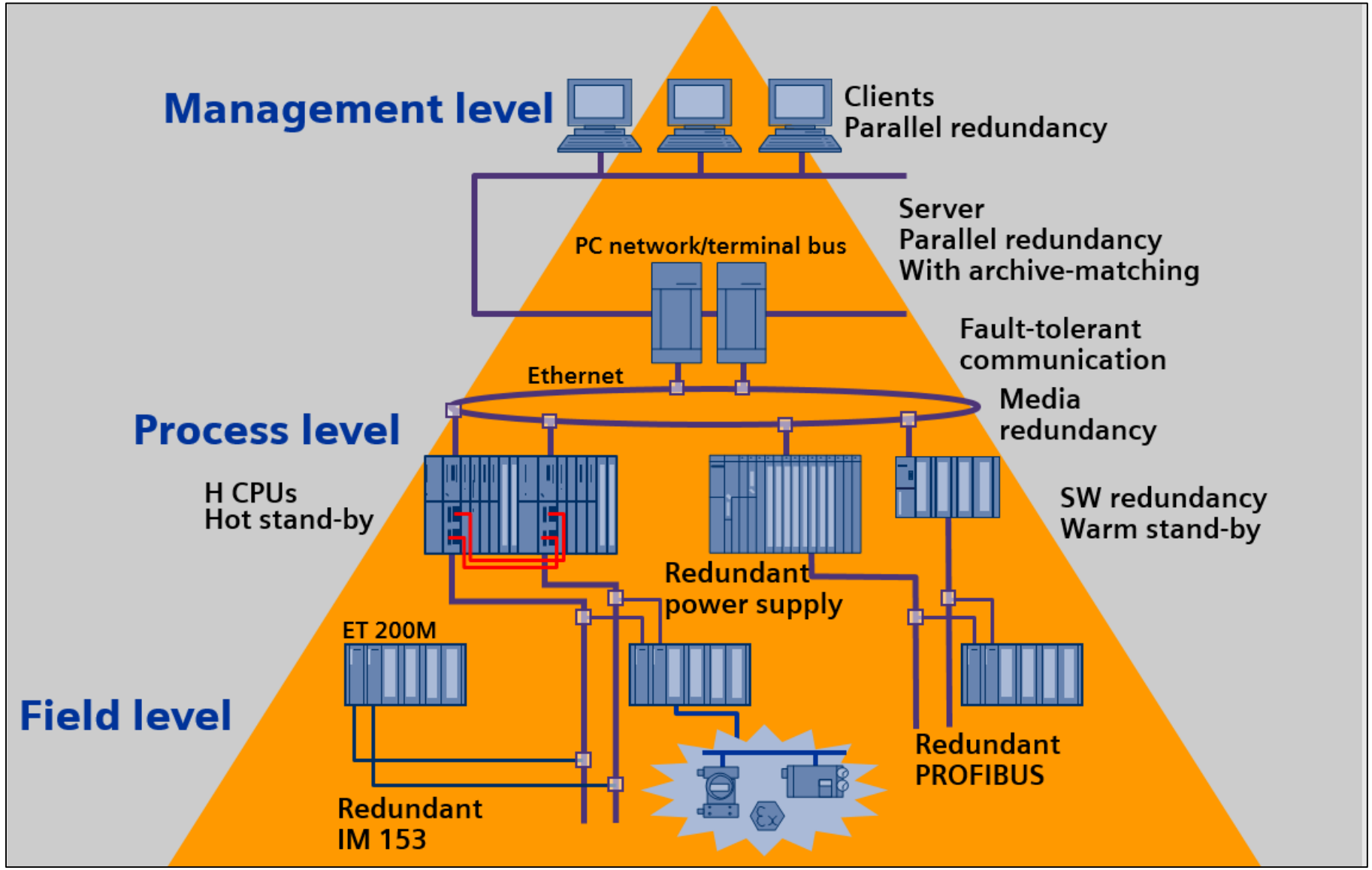
آشنایی با سیستم های Redundant

همانطور که می دانید توقف در برخی پروسه های صنعتی به دلیل خطا در سیستم کنترلی (مثلا خطا در CPU) می تواند خسارات زیادی را به مجموعه وارد کند. یکی از روش های افزایش میزان دسترسی سیستم کنترل، استفاده از سیستم Redundant می باشد. در این ساختار از دو CPU جهت کنترل پروسه استفاده می شود که یکCPU به عنوان Master و CPU دیگر به عنوان رزرو یا Standby می باشد. زمانی که CPU مستر دچار فالت شود، سیستم کنترل در یک زمان کوتاه به کنترلر Standby سوئیچ شده و کار کنترل پروسه ادامه می یابد.

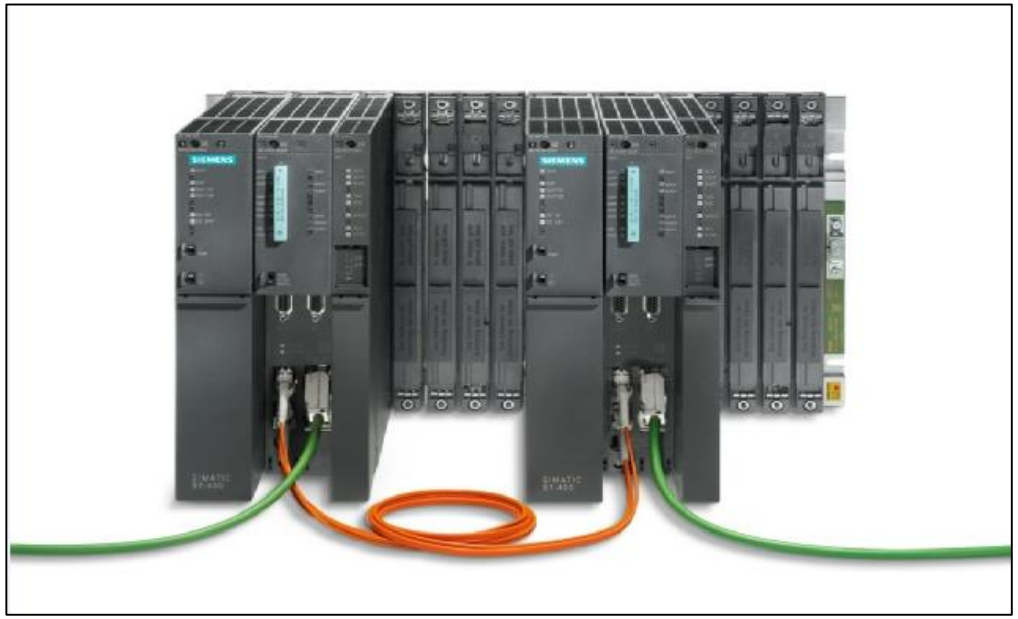
برخی از صنایع پرکاربرد

- ❖ تولید و توزیع (نفت، گاز، برق)
- ❖ نیروگاه ها
- ❖ خطوط انتقال
- ❖ صنایع شیمیایی، پتروشیمی و دارویی
- ❖ کارخانجات فولاد و سیمان
- ❖ صنایع شیشه

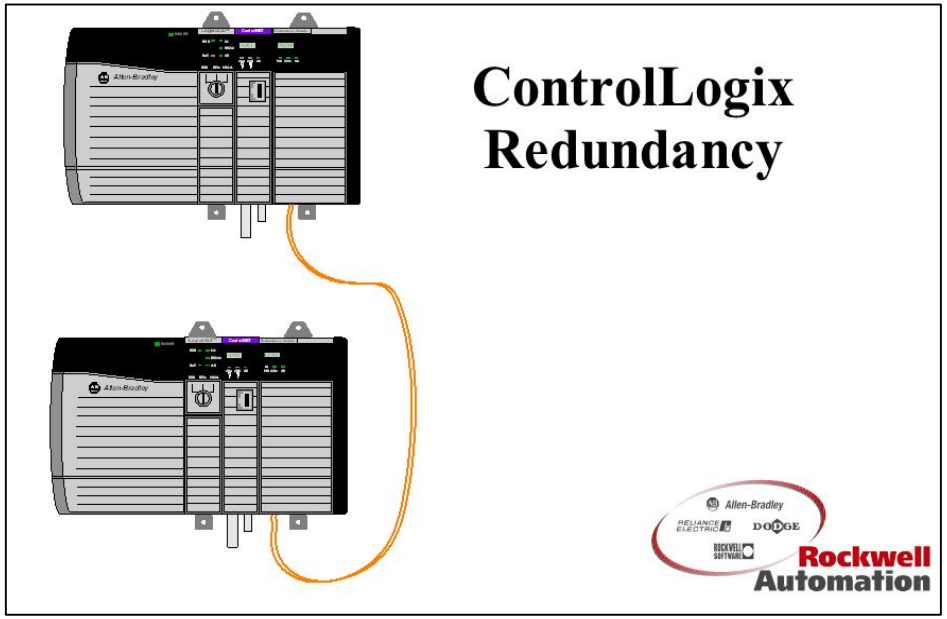
معماری سیستم



بحث افزونگی یا Redundancy می تواند با توجه به حساسیت پروسه در سطوح مختلف طراحی و اجرا شود. یکی از مهمترین سطوح افزونگی، افزونگی در سطح CPU می باشد. در این صورت سیستم کنترل دارای دو CPU مشابه بوده و هر دو CPU دارای یک برنامه یکسان می باشند. در واقع در این ساختار یک CPU مشغول اجرای برنامه می باشد(Master) و CPU دوم به عنوان کنترلر Standby می تواند کار کنترل را در صورت ایجاد فالت بر روی CPU مستر، به عهده گیرد.



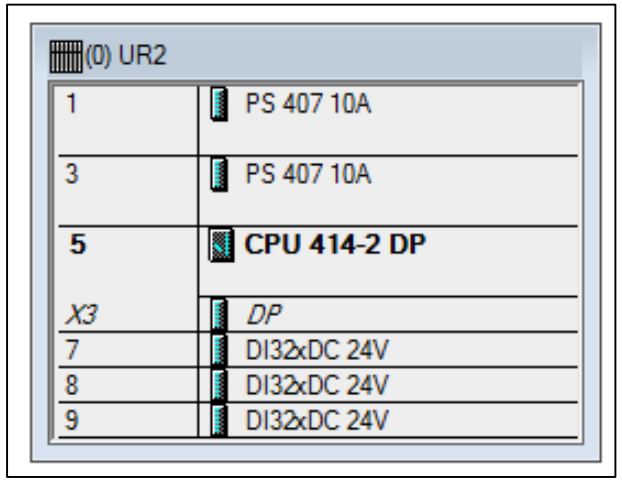
سیستم Redundant شرکت زیمنس



سیستم Redundant شرکت Allen Bradley

همانطور که در شکل فوق ملاحظه می کنید، سیستم کنترل دارای دو CPU می باشد که CPU ها توسط فیبر نوری با یکدیگر در ارتباط می باشند.

بحث افزونگی می تواند در سطح پاور نیز اجرا شود. در این صورت زمانی که یکی از پاورها دچار مشکل یا فالت شود، تغذیه رک بطور اتوماتیک توسط پاور دوم تامین می شود. در شرکت زیمنس پاورهای S7-400 در دو مدل Standard و Redundant عرضه می شوند. با استفاده از پاورهای Redundant می توان سطح دسترسی رک به تغذیه را افزایش داد. در این صورت در یک رک از دو پاور استفاده می شود.



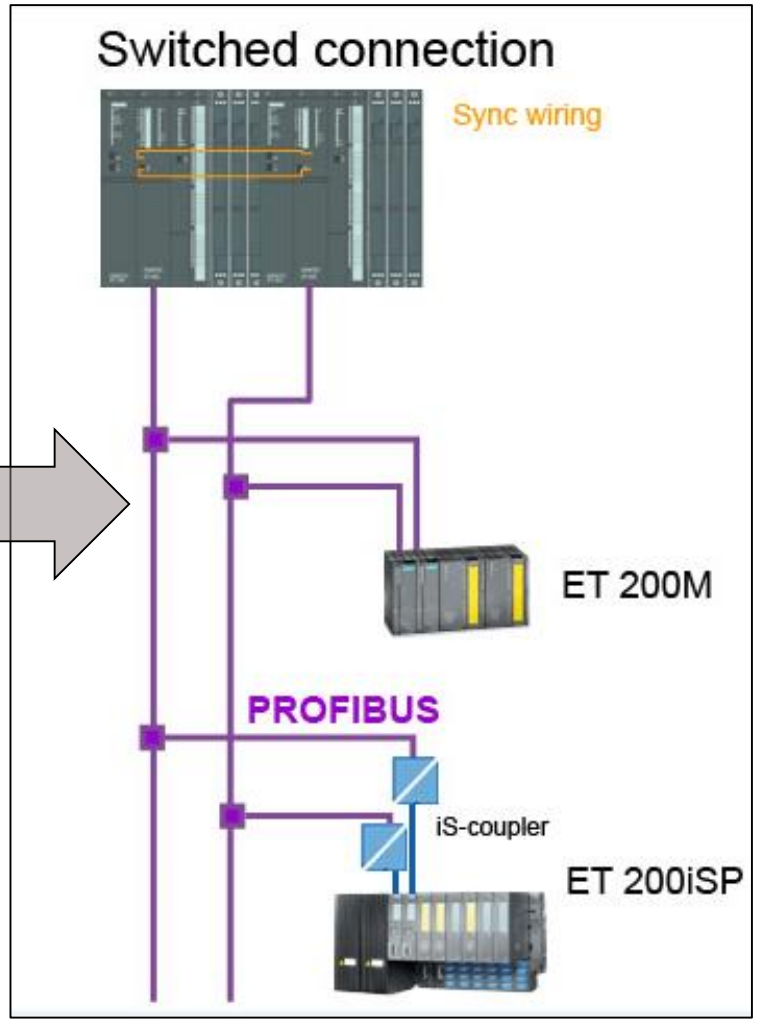
6ES7 407-0KR02-0AA0

You can insert two redundant power supply modules into the subrack of an S7-400 station

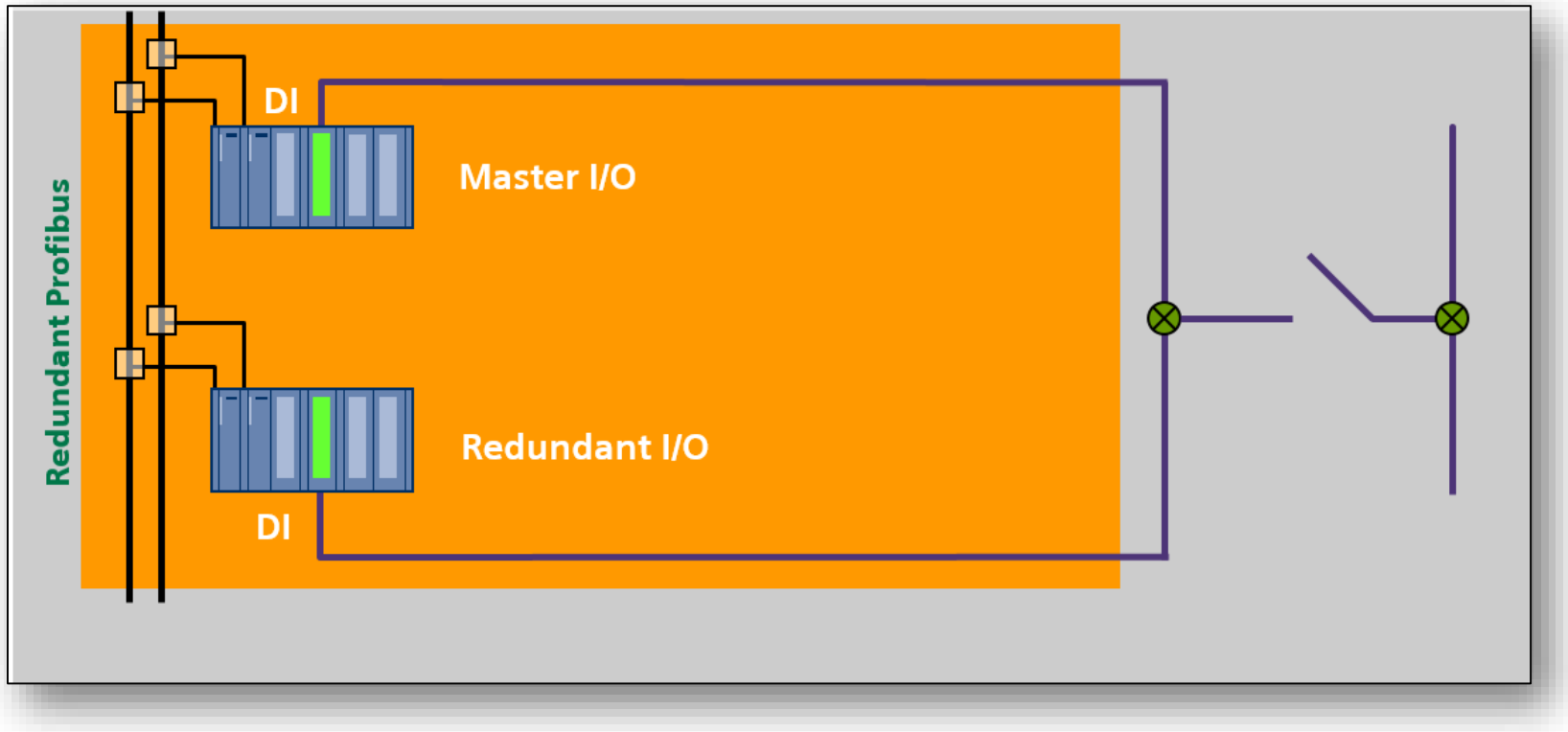
- It is only possible to slot redundant power supply modules in the subracks designed for this.
- Redundant power supply modules can only be operated with the designated CPUs. Non-suitable CPUs are rejected when configuring. The two redundant power supply modules must be slotted directly next to each other as of slot 1. No gaps are permitted.
- You can not have mixed operation of redundant and non-redundant power supply modules.

بحث افزونگی می تواند در سطح شبکه باشد. در این صورت می توان برای دسترسی به I/O ها از دو مسیر شبکه استفاده کرد. در صورت قطع شدن کابل شبکه، سیستم کنترل از مسیر جایگزین می تواند به I/O ها دسترسی داشته باشد. در بحث های بعدی به طور کامل با نصب I/O ها در سیستم های Redundant آشنا می شویم.

از دو مسیر یا خط پروفیباس استفاده شده است



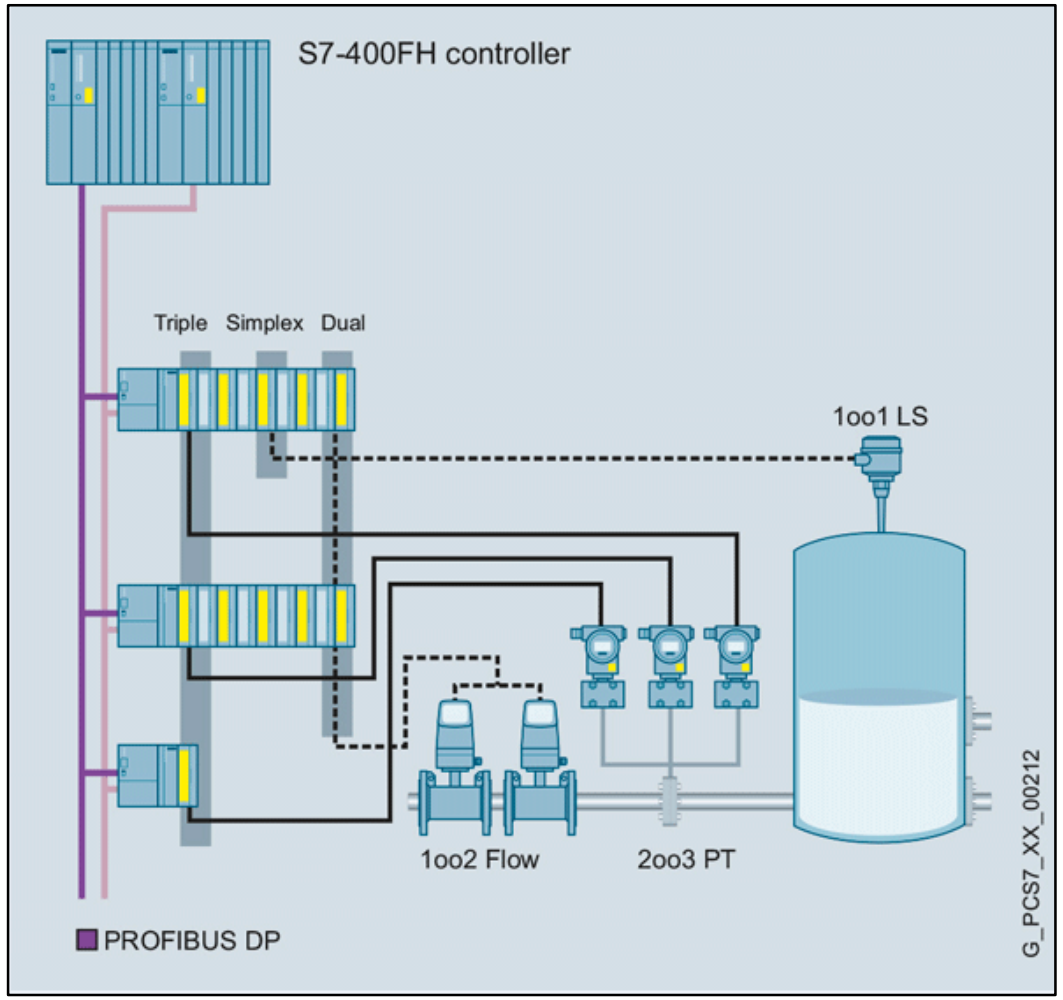
در پروسه های حساس ، امکان طراحی و اجرای افزونگی، در سطوح ماژول های I/O نیز وجود دارد. در این صورت یک تجهیز می تواند همزمان به دو کارت I/O متصل شود. در صورتی که یکی از ماژول ها دچار مشکل شود، اطلاعات توسط ماژول بعدی در دسترس می باشد.



همانطور که در شکل فوق ملاحظه می کنید، یک سوئیچ همزمان به دو ماژول DI متصل شده است. این موضوع برای تجهیزات آنالوگ نیز صادق می باشد.

باز هم با توجه به حساسیت پروسه، امکان استفاده از تجهیزات به صورت پارالل در سطح فیلد نیز وجود دارد. در این طرح در صورتی که یکی از تجهیزات آسیب ببیند، کمیت توسط تجهیز جایگزین در اختیار سیستم کنترل قرار می گیرد. به عنوان مثال فرض کنیم از دو Pressure Transmitter جهت اندازه گیری فشار یک مخزن استفاده شده است.

یک سیستم کنترل می تواند در تمامی سطوح بررسی شده به صورت افزونه باشد.



انواع سیستم Redundant

یک سیستم Redundant می تواند به صورت نرم افزاری(SWR) یا سخت افزاری(HWR) طراحی و اجرا شود. استفاده از هر طرح، بستگی به حساسیت پروسه دارد.

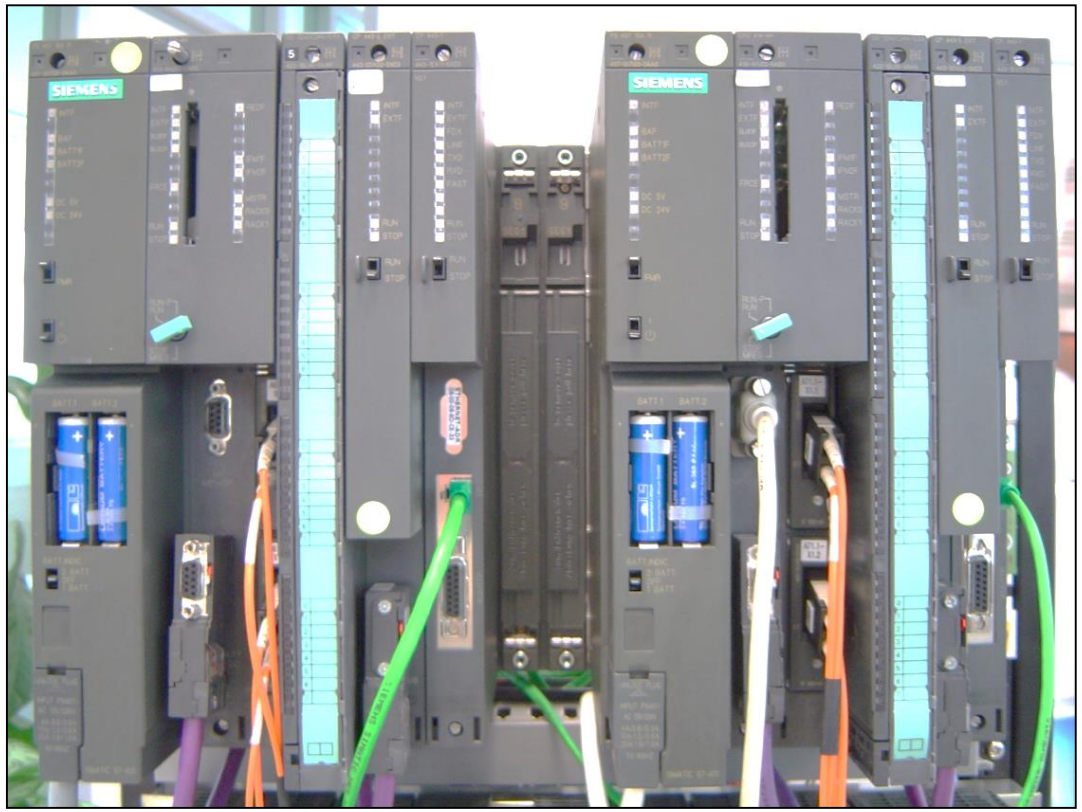
(HWR): این افزونگی به صورت سخت افزاری می باشد. در واقع ارتباط بین دو CPU توسط سیستم عامل انجام می شود. این افزونگی تنها با PLC های سری S7-400H در شرکت زیمنس قابل اجرا می باشد. افزونگی سخت افزاری حتی با تمامی سری های S7-400 نیز قابل اجرا نمی باشد. در افزونگی به صورت HWR زمان جا به جایی بین CPU ها بسیار کوتاه و در حد چند میلی ثانیه می باشد. اجرای این نوع افزونگی، بحث افزایش هزینه را نسبت به حالت نرم افزاری به دنبال دارد.

Hardware Redundancy

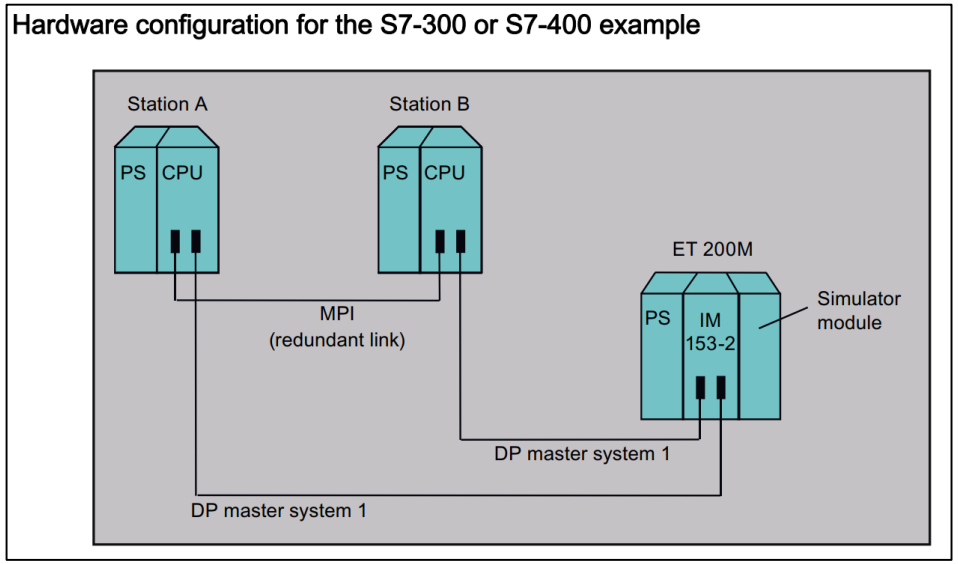
- For Fast Processes — Switch Over time : few M. Sec.

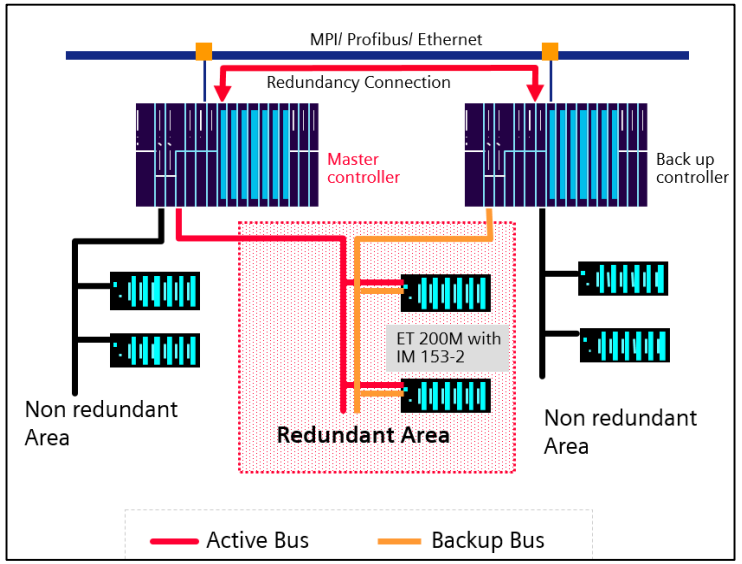
Software Redundancy

- For Slow Processes — Switch Over time : few Sec.



(SWR): در افزونگی نرم افزاری بحث هزینه به مراتب کمتر از افزونگی سخت افزاری می باشد. موضوع مهم در SWR(افزونگی نرم افزاری) زمان سوئیچ از یک CPU به CPU دیگر می باشد. در SWR این زمان بیشتر از HWR و در حد چند ثانیه می باشد. در نتیجه بحث دسترسی در افزونگی نرم افزاری پایین تر بوده و در پلنت هایی استفاده می شود که اگر چند ثانیه تاخیر در سوئیچ از یک CPU به CPU دیگر داشته باشیم ، مشکلی در فرآیند ایجاد نشود. افزونگی نرم افزاری توسط PLC های سری S7-300 و S7-400 نیز قابل اجرا می باشد. در این حالت ارتباط بین دو CPU توسط شبکه های صنعتی برقرار می شود.





سخت افزار مورد نیاز برای پیکربندی افزونگی سخت افزاری(HWR)

همانطور که در بحث قبل به طور کلی بیان شد، این نوع افزونگی دارای ضریب اطمینان بیشتر نسبت به افزونگی نرم افزاری می باشد. زمان جا به جایی بین دو CPU بسیار کوتاه و در حد چند میلی ثانیه می باشد. این نوع افزونگی تنها با CPU های سری H در S7-400 قابل اجرا می باشد. شرکت زیمنس CPU های زیر را با پسوند H جهت استفاده در افزونگی HWR تولید و عرضه می کند.

High-availability CPUs
CPU 412H, CPU 414H, CPU 416H,
CPU 417H

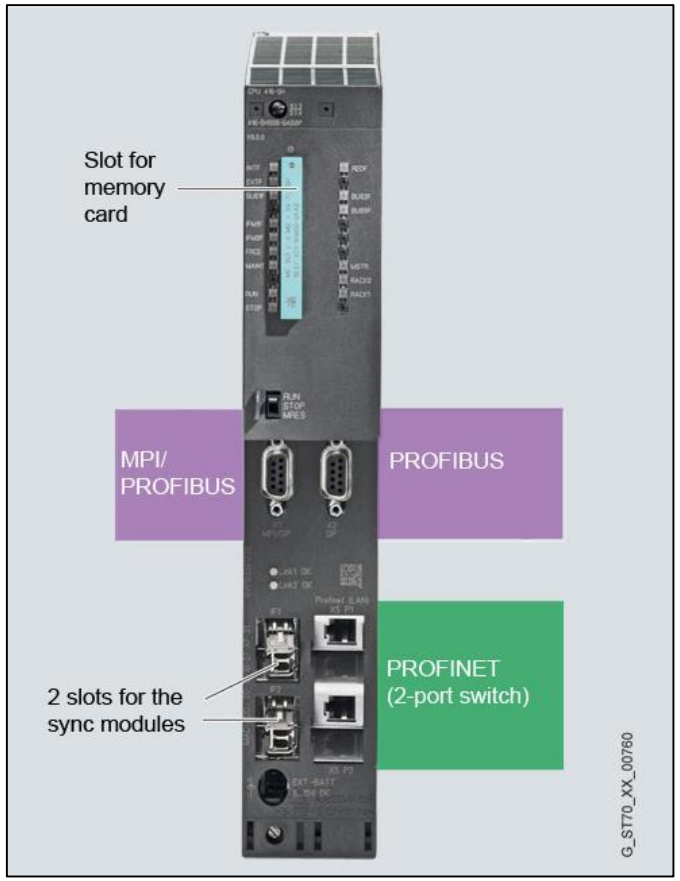
همانطور که مشاهده کردید، تمامی CPU ها دارای پسوند H می باشند. این CPU ها به لحاظ پورت های شبکه در ۳ گروه زیر تقسیم بندی می شوند:

3H : دارای دو اسلات جهت نصب ماژول های سنکرون ساز(SYNC) و پورت MPI/DP می باشد.

4H : دارای دو اسلات جهت نصب ماژول های سنکرون ساز(SYNC) و پورت MPI/DP و پورت DP می باشد.

5H : دارای دو اسلات جهت نصب ماژول های سنکرون ساز(SYNC) و پورت MPI/DP ، پورت DP و پورت PN می باشد.

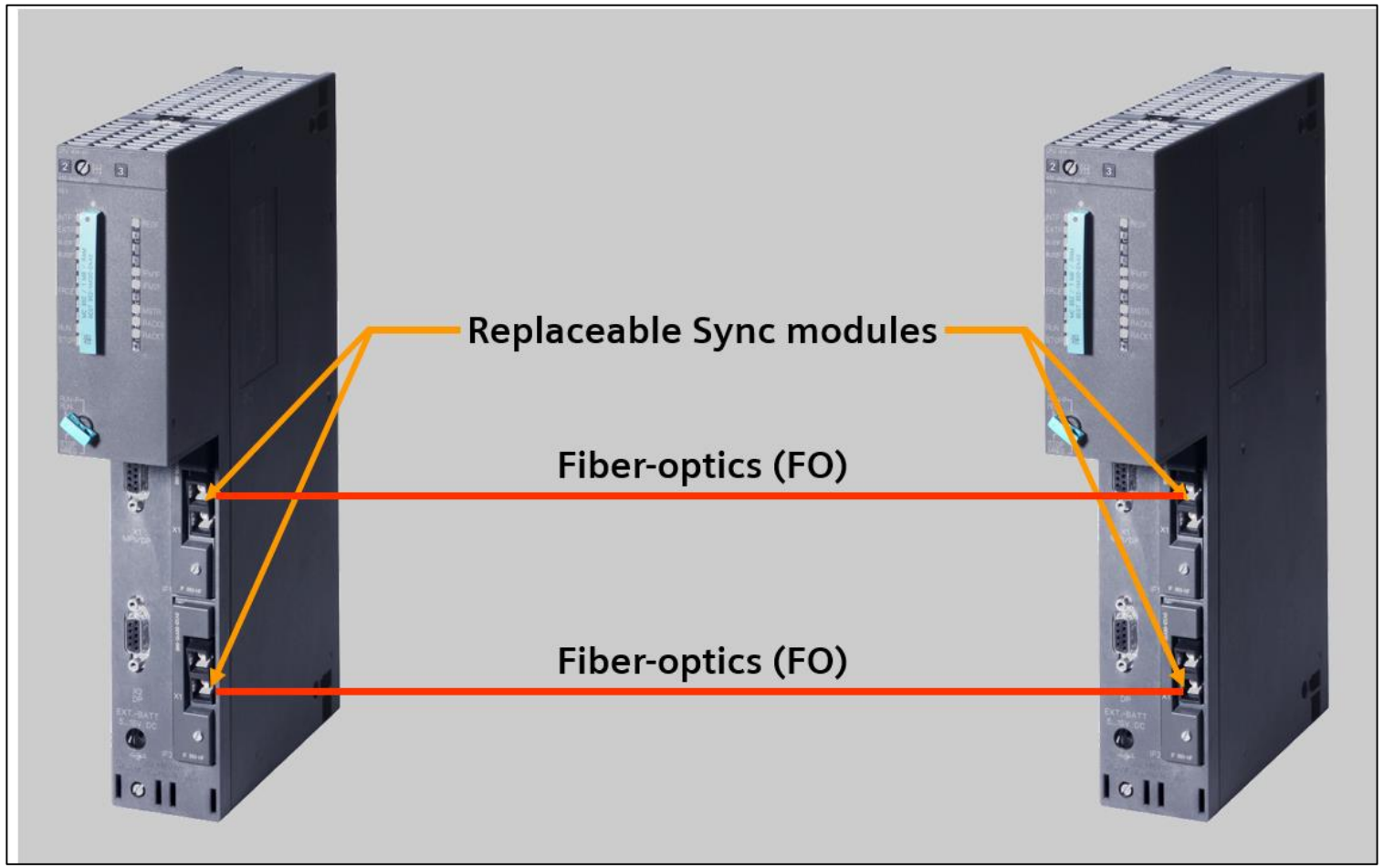
- ✓ CPU 412-3H
- ✓ CPU 412-5H PN/DP
- ✓ CPU 414-4H
- ✓ CPU 416-5H PN/DP
- ✓ CPU 417-4H
- ✓ CPU 417-5H PN-DP

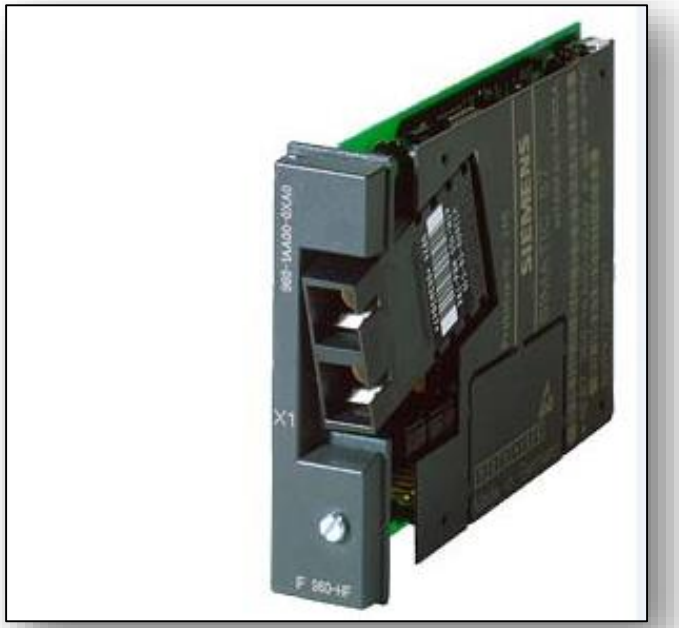


در قسمت زیر مشخصات کلی برخی از CPU های H را مشاهده می کنید.

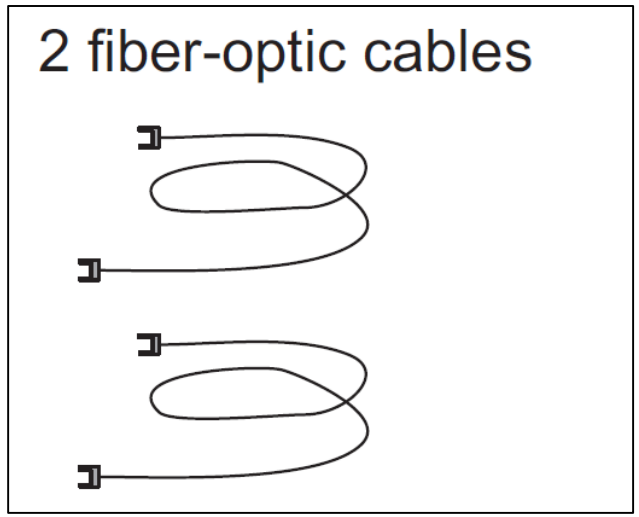
SIMATIC S7-400H, CPU 412-3H central processing unit for S7-400H and S7-400F/FH, 3 interfaces: 1 MPI/DP and 2 for sync modules, 768 KB memory (256 KB data/512 KB program)
SIMATIC S7-400H, CPU 412-5H, central processing unit for S7-400H and S7-400F/FH, 5 interfaces: 1x MPI/DP, 1x DP, 1x PN and 2 for sync modules, 1 MB memory (512 KB data/512 KB program)
SIMATIC S7-400H, CPU 414H central processing unit for S7-400H and S7-400F/FH, 4 interfaces: 1 MPI/DP, 1 DP and 2 for sync modules, 2.8 MB memory (1.4 MB data/1.4 MB program)
SIMATIC S7-400H, CPU 414-5H, central processing unit for S7-400H and S7-400F/FH, 5 interfaces: 1x MPI/DP, 1x DP, 1x PN and 2 for sync modules, 4 MB memory (2 MB data/2 MB program),
SIMATIC S7-400H, CPU 416-5H, central processing unit for S7-400H and S7-400F/FH, 5 interfaces: 1x MPI/DP, 1x DP, 1x PN and 2 for sync modules, 16 MB memory (10 MB data/6 MB program)
SIMATIC S7-400H, CPU 417-5H, central processing unit for S7-400H and S7-400F/FH, 5 interfaces: 1x MPI/DP, 1x DP, 1x PN and 2 for sync modules, 32 MB memory (16 MB data/16 MB program)

در افزونگی سخت افزاری ارتباط بین CPU ها توسط ماژول SYNC برقرار می شود. در واقع عملیات سنکرون سازی بین دو CPU به صورت سخت افزاری و توسط این ماژول ها صورت می گیرد. ارتباط بین ماژول های SYNC هر CPU نیز توسط فیبر نوری برقرار می شود.





در این صورت بر روی هر CPU می بایست دو ماژول SYNC به صورت سخت افزاری نصب شود. ماژول های SYNC نیز در انواع مختلف تولید و عرضه شده است. همانطور که اشاره شد برای ارتباط ماژول های SYNC نیز می بایست از فیبر نوری استفاده شود. در این صورت ماژول های SYNC به صورت مستقیم به یکدیگر متصل می شوند.



Synchronization modules

The synchronization modules are used to link the two CPUs. They are installed in the CPUs and interconnected by means of fiber-optic cables.

There are two types of synchronization modules: one for distances up to 10 meters, and one for distances up to 10 km between the CPUs.

طول فیبر نوری، با توجه به نوع ماژول SYNC استفاده شده و همچنین نوع فیبر، می تواند تا 10Km افزایش یابد.

- MLFB Module: 6ES7 960-1AA04-0XA0
- MLFB FO-Cable 1m: 6ES7 960-1AA04-5AA0
- MLFB FO-Cable 2m: 6ES7 960-1AA04-5BA0
- MLFB FO-Cable 10m: 6ES7 960-1AA04-5KA0

- MLFB Module: 6ES7 960-1AB04-0XA0
- Monomode FO-Cable LC/LC Duplex crossed 9/125µ

★ ارتباط بین ماژول های SYNC به صورت مستقیم می باشد. ★

RACK

در S7-400 تمامی ماژول ها بر روی رک نصب می شوند. در واقع ارتباط بین ماژول ها توسط رک انجام می شود.در ساختار رک وجود فضای خالی مشکلی در بحث ارتباط بین CPU با سایر کارت ها ایجاد نمی کند. در رک هم دیتا و هم تغذیه ماژول ها وجود دارد.

انواع رک:

UR : هم به عنوان رک اصلی و هم به عنوان رک توسعه استفاده می شود.

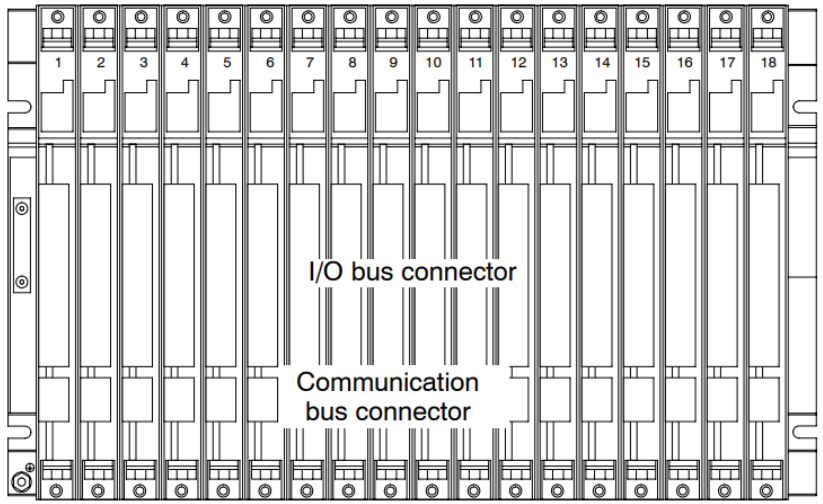
CR : فقط به عنوان رک اصلی استفاده می شود.

ER : فقط به عنوان رک توسعه استفاده می شود.

در یک رک جهت تبادل دیتا، ۲ باس می تواند وجود داشته باشد:

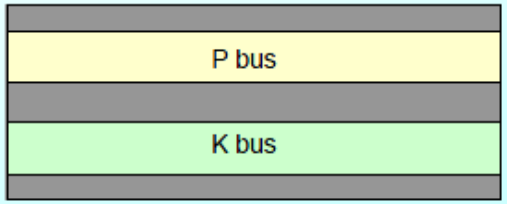
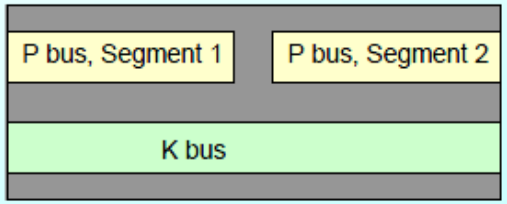
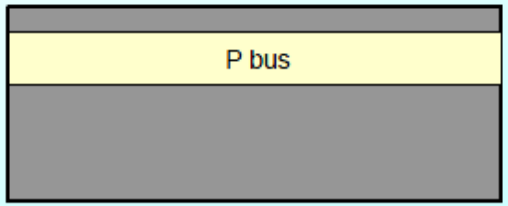
I/O Bus

C Bus



انواع Rack در S7-400

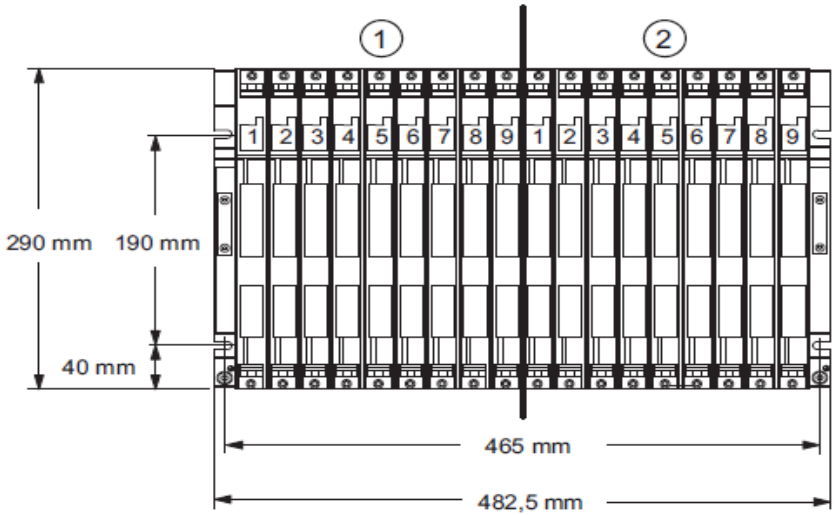
Racks of the S7 - 400

Type of Rack		Usable in: Central rack	Usable in: Extension rack
UR1 / UR2 (Universal Rack)		Yes	Yes
CR2 (Central Rack)		Yes	No
ER1 / ER2 (Extension Rack)		No	Yes

رک قابل استفاده در سیستم H معمولا رک UR2H می باشد. البته از دو رک معمولی UR2 یا UR1 نیز می توان به صورت جداگانه استفاده نمود. ساختار رک UR2H به صورت زیر می باشد.

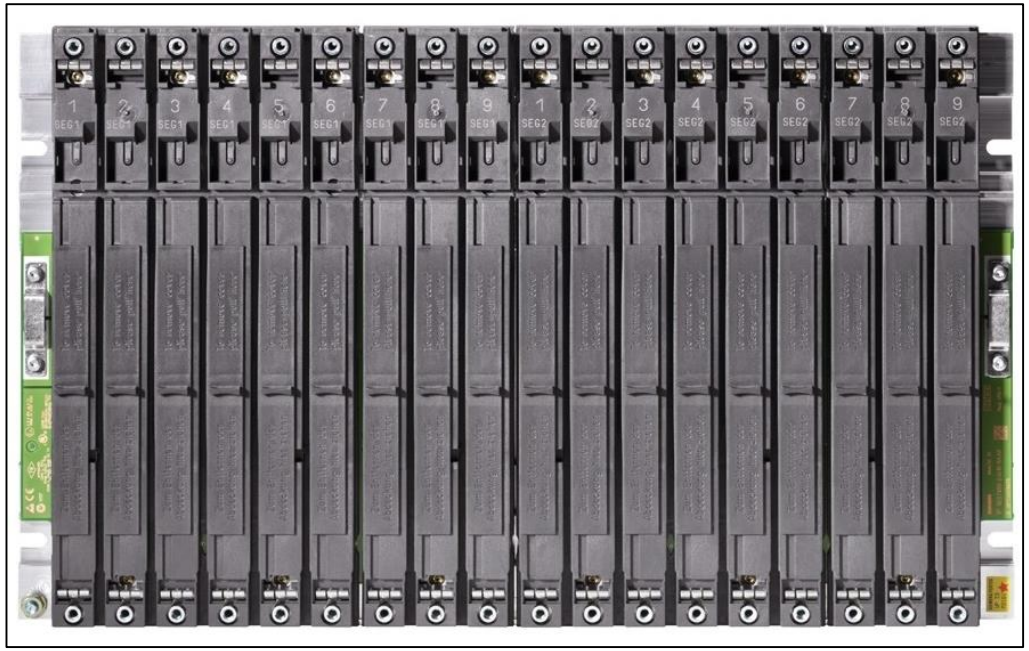
Design of the UR2-H

The following figure shows the design of the UR2-H rack with 2x9 slots.



(1) System I
(2) System II

Figure 2-3 Rack dimensions



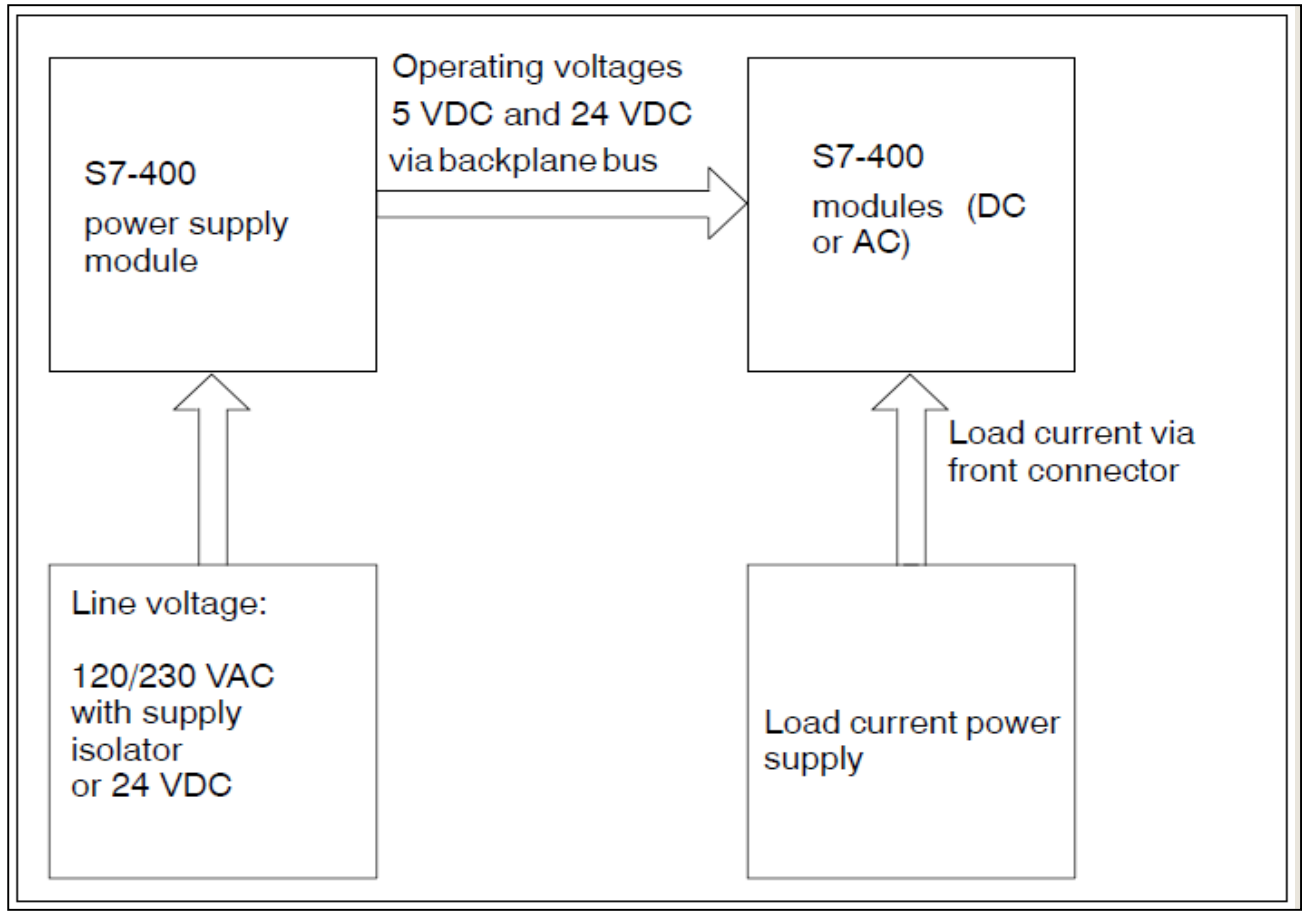
باس های I/O و C در رک UR2H کاملا از یکدیگر جدا می باشند.

در تصویر زیر از دو رک UR2 به جای UR2H استفاده شده است.

در تصویر زیر از رک UR2H استفاده شده است.

Power Supply

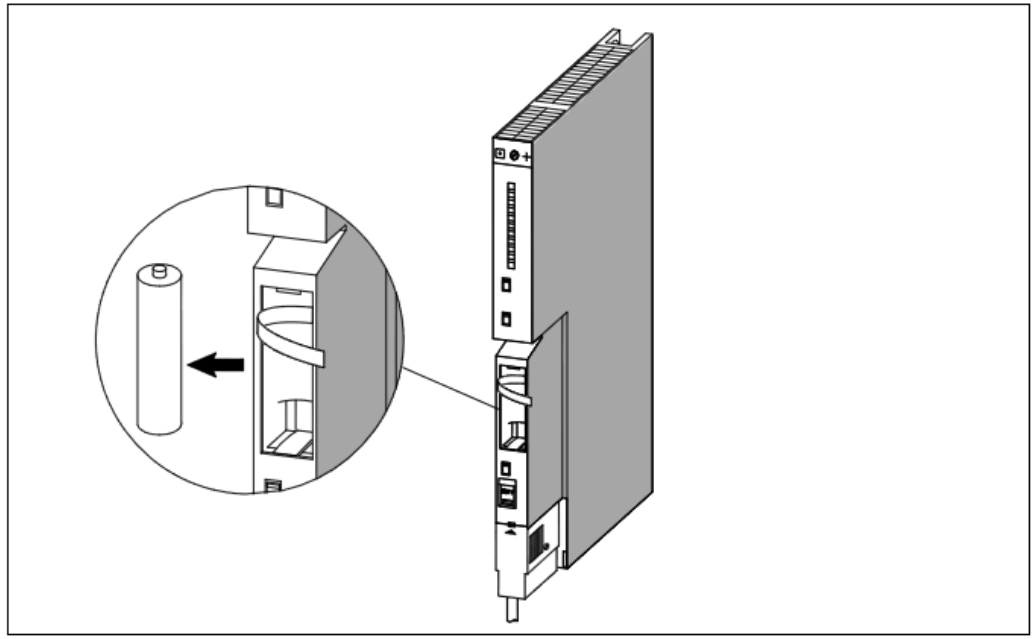
در S7-400 تغذیه ماژول ها توسط کارت P.S از طریق Backplane Bus در رک تامین می شود. نوع منبع تغذیه استفاده شده بستگی به ولتاژ ورودی و جریان مصرفی دارد. در S7-400 ، منابع تغذیه فاقد ترمینال خروجی جهت دریافت ولتاژ می باشند. ولتاژ خروجی پاور در دو سطح ولتاژ 5 و 24 ولت DC، در رک برقرار می باشد.



Replacing the Backup Battery

Replacing the Backup Battery

1. Discharge any static charge by touching a grounded metal part of the S7-400.
2. Open the cover of the power supply module.
3. Using the loop(s), pull the backup battery/batteries out of the battery compartment.



Meaning of the LEDs

The meaning of the LEDs on the power supply modules is described in the tables below. The following section contains a list of the faults indicated by these LEDs and notes on how to acknowledge the faults.

LEDs INTF, 5 VDC, 24 VDC

Table 3- 2 LEDs INTF, 5 VDC, 24 VDC

LED	Color	Meaning
INTF	Red	Lights up in the event of an internal fault
5 VDC	green	Lights up as long as the 5 V voltage is within the tolerance limits
24 VDC	green	Lights up as long as the 24 V voltage is within the tolerance limits

LEDs BAF, BATT1F, BATT2F

Power supply modules with two backup batteries have the following indicators:

Table 3- 4 LEDs BAF, BATT1F, BATT2F

LED	Color	Meaning
BAF	Red	Lights up if the battery voltage on the backplane bus is too low and the BATT.INDIC switch is at the 1 BATT or 2 BATT position
BATT1F	Yellow	Lights up if battery 1 is empty or if the polarity is reversed or if the battery is missing, and the BATT.INDIC switch is at the 1 BATT or 2 BATT position
BATT2F	Yellow	Lights up if the battery 2 is empty, if the polarity is reversed, or if the battery is missing, and the BATT.INDIC switch is at the 2 BATT position

Backup voltage to the backplane bus

The backup voltage is either supplied by the backup battery or fed externally into the CPU or receiver IM. In its normal state, the level of the backup voltage is between 2.7 V and 3.6 V.

The backup voltage is monitored at the lower limit. Violation of the lower limit is indicated by the BAF LED and reported to the CPU.

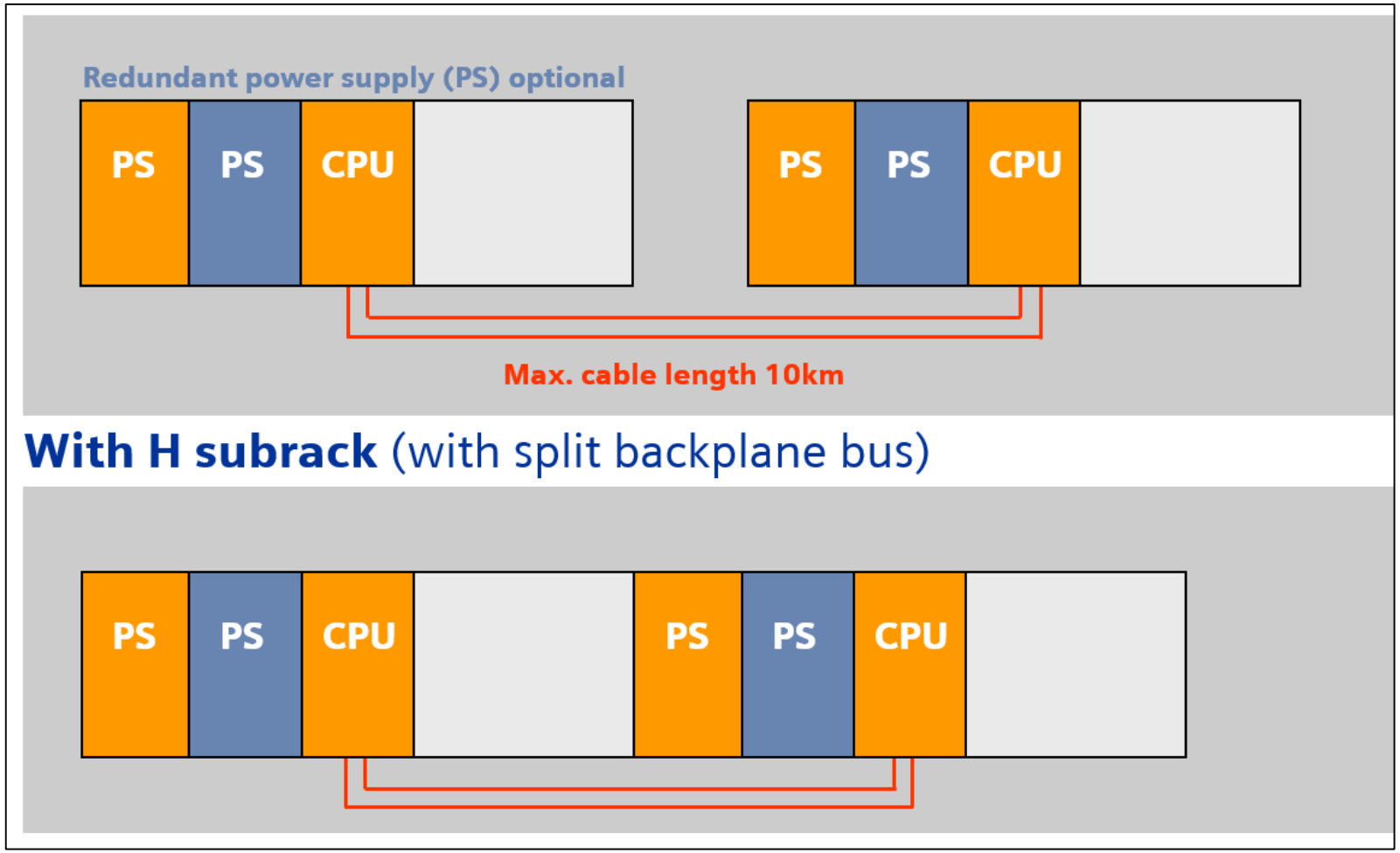
BAF lights up if the backup voltage on the backplane bus is too low. Possible causes of this include:

- Battery (batteries) empty or battery polarity has been reversed.
- External supply via CPU or receive IM is defective or supply from secondary power supply module is defective or missing.
- Short-circuit or overload on the battery voltage.

Table 3- 5 Function of the operator controls of the power supply modules

Control	Function	
FMR button	For acknowledging and resetting a fault indicator after correcting the fault	
Standby switch	Switches the output voltages (5 V VDC24 VDC) to 0 V by intervening in the control loop (no mains disconnection).	
	• |	Output voltages at nominal value
	• ⏻	Output voltage 0 V
Switches BATT.INDIC	Used for setting LEDs and battery monitoring Where one battery can be used (PS 407 4A, PS 405 4A): • OFF: LEDs and monitor signals inactive • BATT: BAF/BATTF LEDs and monitor signals active Where two batteries can be used (PS 407 10A, PS 407 20A, PS 405 10A, PS 405 20A): • OFF: LEDs and monitor signals inactive • 1 BATT: Only BAF/BATT1F LEDs (for battery 1) active. • 2 BATT: BAF/BATT1F/BATT2F LEDs (for batteries 1 and 2) active.	
Battery compartment	For backup battery (batteries)	
Power connection	3-pin connector for the power main (do not pull and plug under power)	

در افزونگی سخت افزاری می توان از پاور استاندارد یا ریداندانت استفاده نمود. در صورت استفاده از پاورهای استاندارد، در هر رک نیاز به یک پاور می باشد. در صورت ایجاد افزونگی در سطح پاور، نیاز به نصب ۲ پاور ریداندانت در هر رک می باشد.



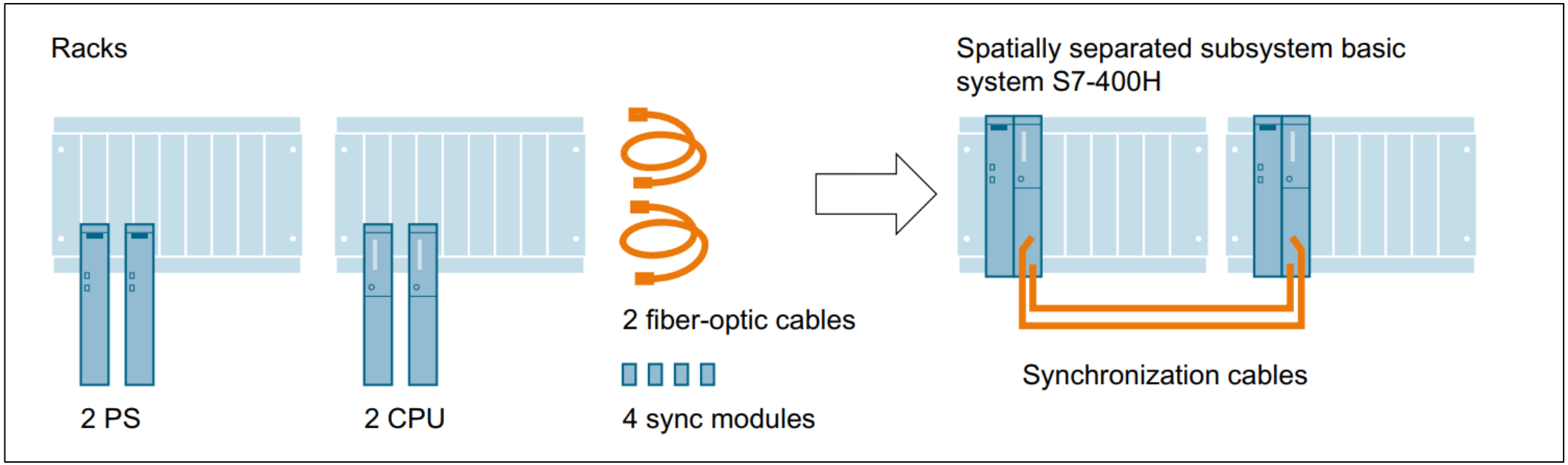
Lectrurer:A.Oveisifar

انواع منبع تغذیه Redundant

Table 3- 1 Redundant power supply modules

Type	Order number	Input voltage	Output voltage
PS 407 10A R	6ES7407-0KR00-0AA0	85 to 264 VAC or 88 to 300 VDC	5 VDC/10 A and 24 VDC/1 A
PS 407 10A R	6ES7 407-0KR02-0AA0	85 to 264 VAC or 88 to 300 VDC	5 VDC/10 A and 24 VDC/1 A
PS 405 10A R	6ES7405-0KR00-0AA0	19.2 to 72 VDC	5 VDC/10 A and 24 VDC/1 A
PS 405 10A R	6ES7 405-0KR02-0AA0	19.2 to 72 VDC	5 VDC/10 A and 24 VDC/1 A

موارد بررسی شده به عنوان اجزای اصلی یک سیستم H می باشند.



Central modules

Power supply

Fiber-optic cables

Rack for S7–400H

Synchronization modules

قوانین:

جهت نصب و راه اندازی یک سیستم H لازم است نکات زیر رعایت شود:

۱-CPU استفاده شده در هر رک می بایست دارای مشخصات دقیقا یکسان باشند.(Order، Version و Firmware)

۲-فضای حافظه و نوع آن در هر CPU می بایست دارای مشخصات یکسان باشند. در واقع فضای حافظه Load Memory هر CPU می بایست دارای ظرفیت یکسان باشد. توسعه حافظه توسط کارت RAM، می بایست برای هر دو CPU انجام شود. همچنین استفاده از کارت Flash نیز می بایست برای هر دو CPU انجام شود.

۳-ماژول های CPU در هر رک می بایست در اسلات مشابه نصب شوند.

۴-جهت نصب یک سیستم H نیاز به رک UR2H یا دو رک UR1 یا UR2می باشد.

۵-ارتباط فیبرها به صورت مستقیم می باشد.

۶-خط شبکه پروفیباس استفاده شده در هر CPU جهت اتصال به Remote I/O ها می بایست یکسان باشد. به عنوان مثال اگر در یک CPU از رابط DP مربوط به CPU استفاده می شود، در طرف مقابل هم می بایست از همین پورت CPU استفاده کرد. در این حالت امکان استفاده از پورت MPI/DP یا کارت شبکه وجود ندارد.

۷-منبع تغذیه استفاده شده در هر رک می بایست دارای مشخصات یکسان باشند.

۸-ماژول های SYNC نصب شده در هر دو CPU ، می بایست دارای مشخصات یکسان باشند.

Rules for the assembly of fault-tolerant stations

The following rules have to be complied with for a fault-tolerant station, in addition to the rules that generally apply to the arrangement of modules in the S7-400:

- The CPUs have to be inserted in the same slots.
- Redundantly used external DP master interfaces or communication modules must be inserted in the same slots in each case.
- External DP master interfaces for redundant DP master systems must only be inserted in central devices rather than in expansion devices.
- Redundantly used modules (e.g. CPU 41x-4H, DP slave interface module IM 153-2) must be identical, i.e. they must have the same order number, the same version or firmware version.

Requirement

The size of the load memory on the master and reserve CPU is the same. Both Sync links exist and are working.

Synchronization modules

The synchronization modules are used to link the two CPUs. They are installed in the CPUs and interconnected by means of fiber-optic cables.

There are two types of synchronization modules: one for distances up to 10 meters, and one for distances up to 10 km between the CPUs.

A fault-tolerant system requires 4 synchronization modules of the same type. For more information on synchronization modules, refer to section Synchronization modules for S7–400H (Page 261).

The redundant system mode is only supported with CPUs of the same version and firmware version.

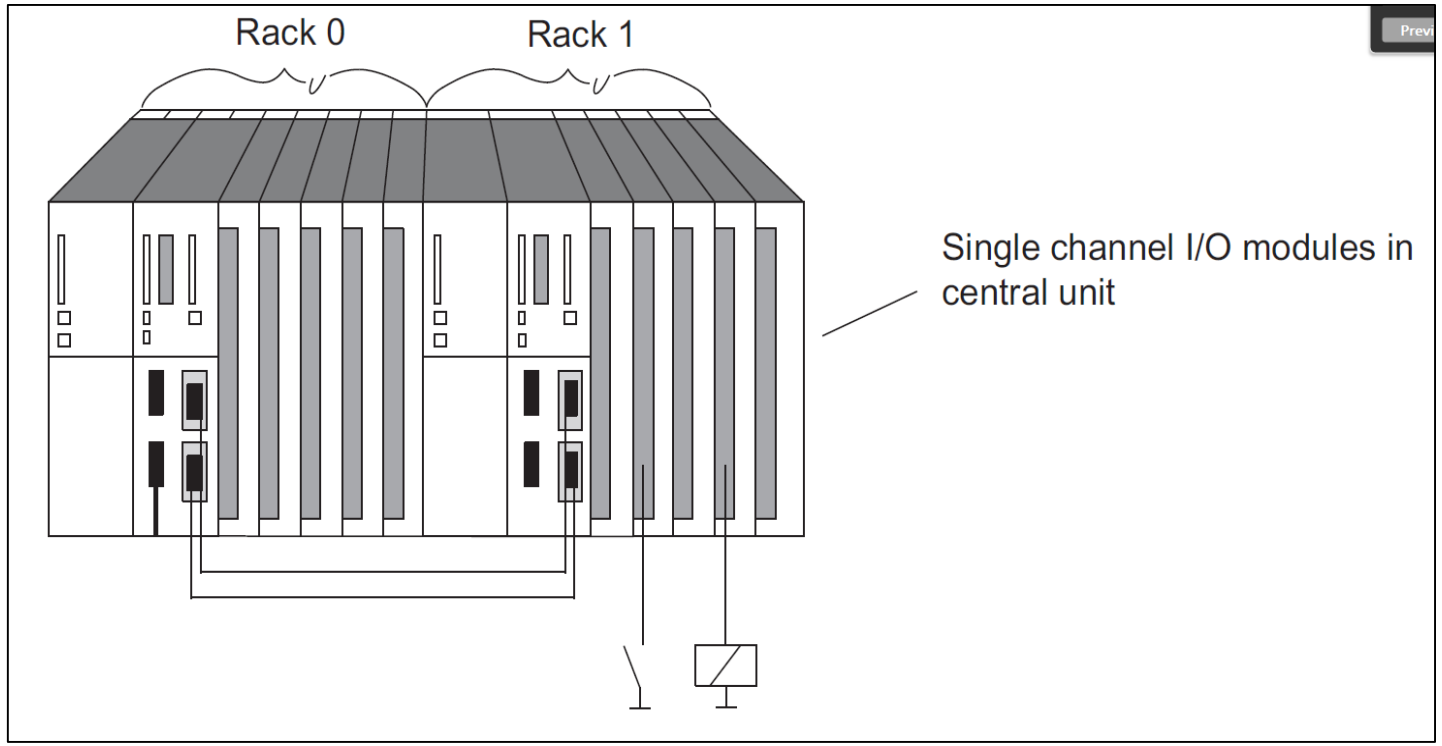
Modules interconnected in redundant mode (e.g. DP slave interface module IM 153-2) must be in identical pairs, i.e. the two redundant linked modules have the same order number and product or firmware version.

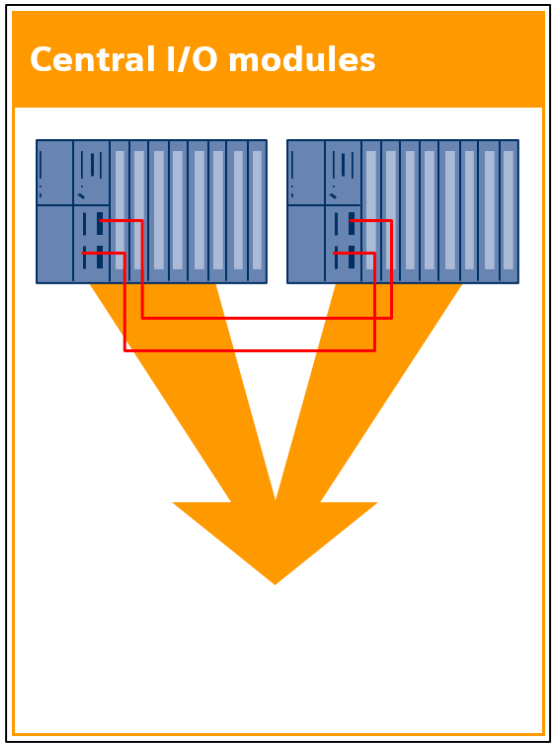
ماژول I/O در سیستم H

در یک سیستم Redundant، امکان نصب ماژول های I/O بر روی رک اصلی UR در کنار CPU، یا رک های توسعه و همچنین نصب I/O ها در قالب ایستگاه های Remote I/O نیز وجود دارد. در اکثر پروژه های صنعتی، استفاده از ایستگاه های Remote I/O مرسوم تر می باشد.

- Central units
- Expansion units
- Distributed via PROFIBUS DP
- Distributed via PROFINET

در طرح زیر،کارت های I/O در رک اصلی، کنار CPU نصب می شوند.در این صورت می بایست در هر رک ماژول های مشابه نصب شوند.





امکان نصب ماژول های I/O در رک های توسعه S7-400 نیز وجود دارد.

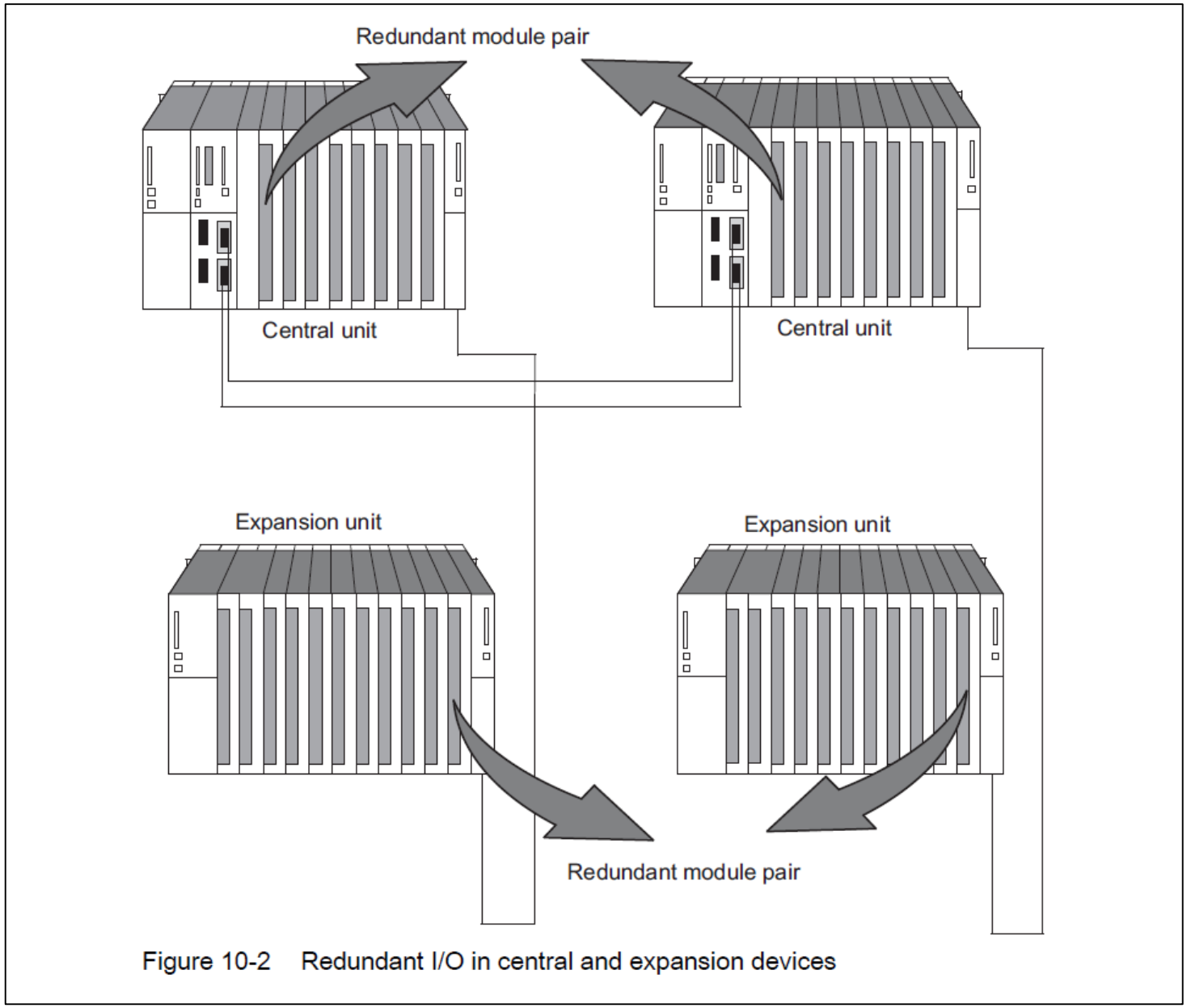
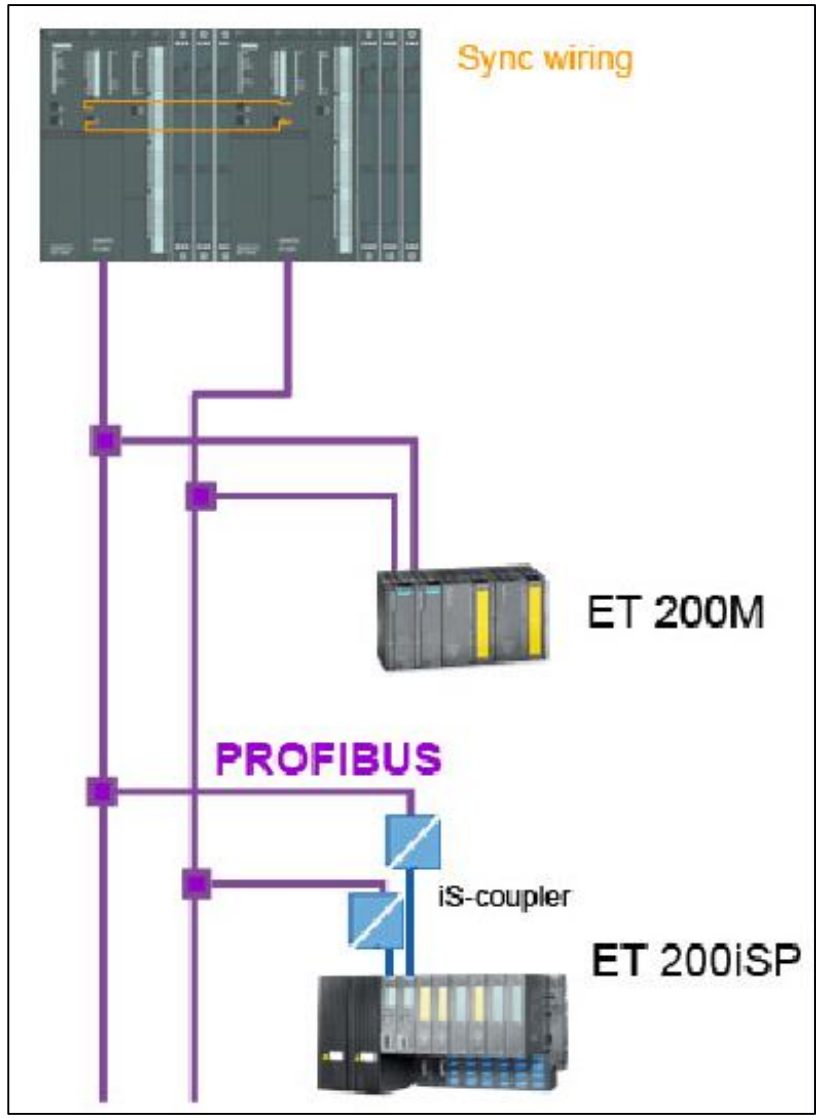


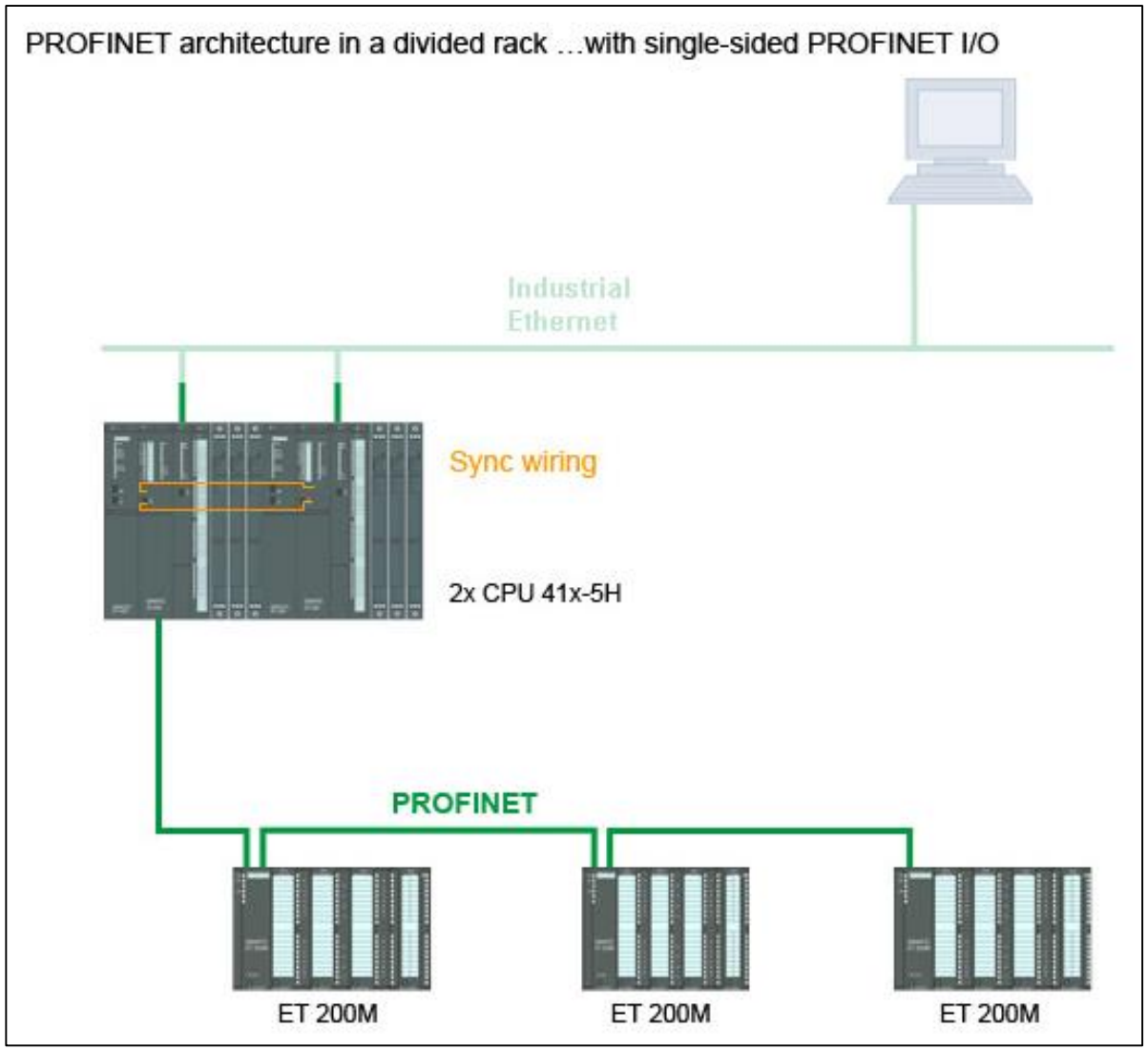
Figure 10-2 Redundant I/O in central and expansion devices

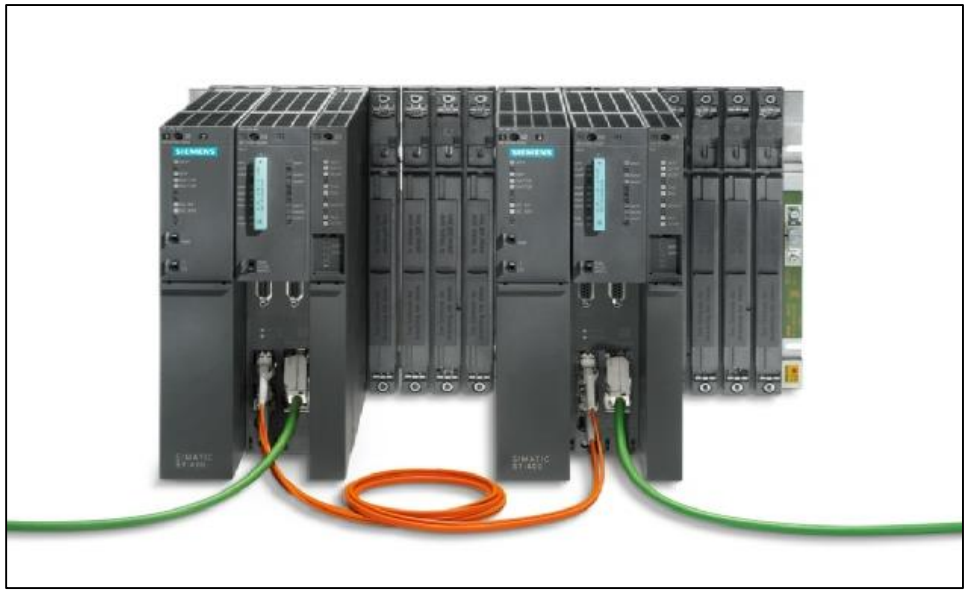
روش پرکاربرد، استفاده از ایستگاه های Remote I/O می باشد. در این حالت سیستم H توسط شبکه های صنعتی می تواند به I/O دسترسی پیدا کند. نکات تکمیلی در ادامه بحث بیان خواهد شد. در شکل زیر از شبکه پروفیباس جهت اتصال به ایستگاه Remote I/O استفاده شده است.



ایستگاه Remote I/O

جهت اتصال به ایستگاه Remote I/O می توان از شبکه Profinet نیز استفاده نمود.



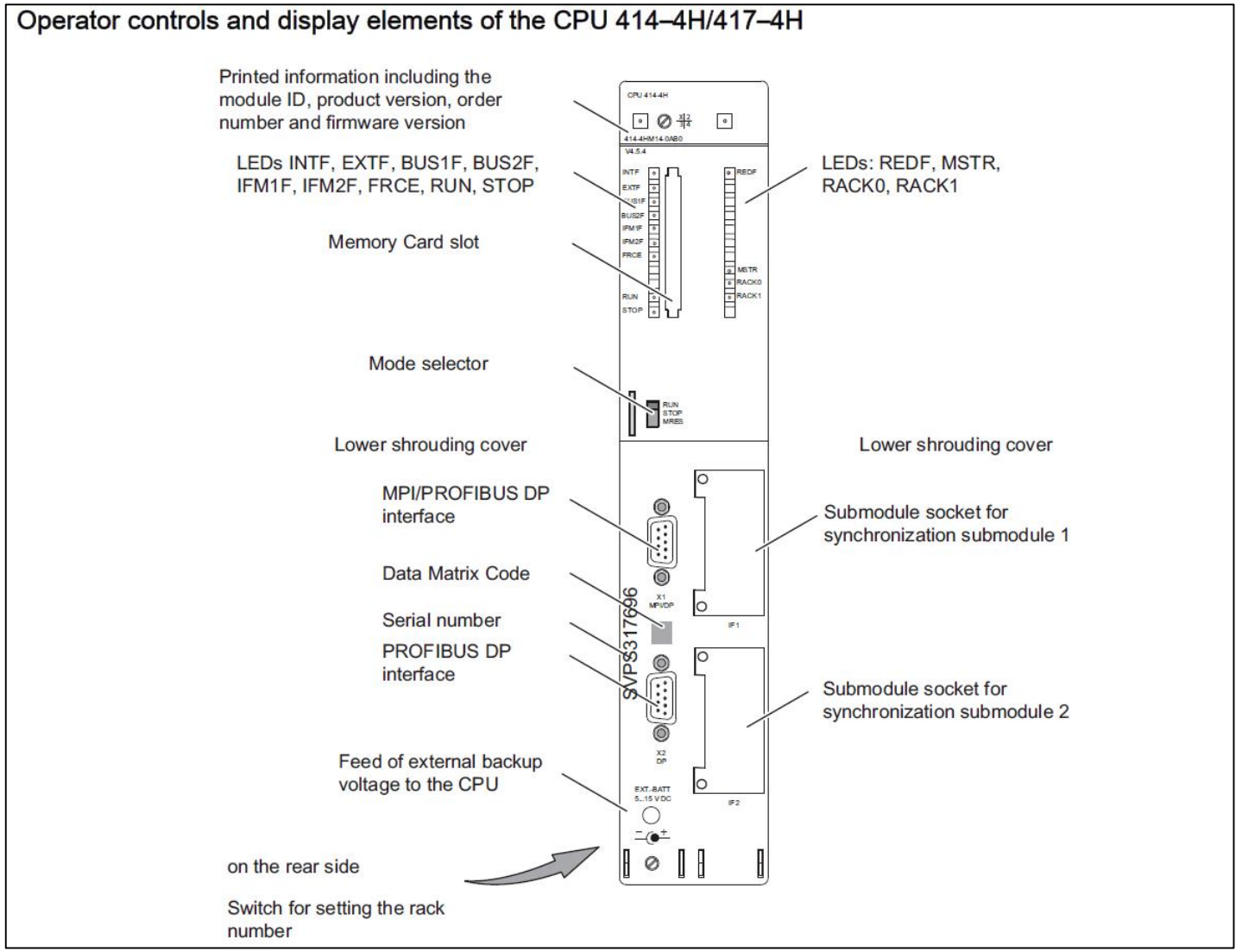


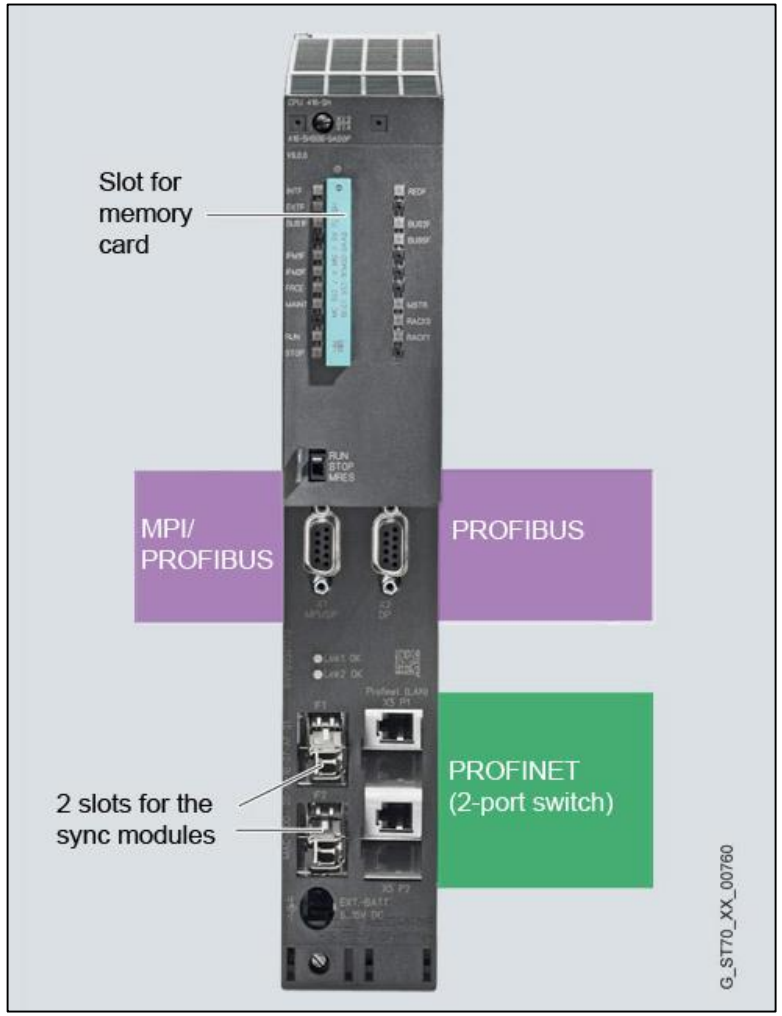
در اکثر سیستم های Redundant ،استفاده از کارت شبکه CP 443-1 در هر رک، جهت اتصال به سیستم مانیتورینگ(OS) و همچنین سیستم ES نیز مرسوم می باشد. استفاده از کارت حافظه RAM یا FLASH نیز در سیستم H اختیاری بوده، ولی در اکثر پروژه ها این موارد استفاده می شوند.

تا این قسمت از بحث، با ساختار کلی یک سیستم Redundant و اجزای آن به طور کلی آشنا شدیم. در ادامه جزئیات سخت افزار در سیستم H بررسی خواهد شد.

آشنایی با CPU

همانطور که در بحث های قبلی بیان شد، CPU های استفاده شده در سیستم های Redundant سخت افزاری شرکت زیمنس، CPU های H در S7-400 می باشند.





همانطور که در شکل ملاحظه می کنید، LED های موجود در این CPU ، نسبت به CPU های معمولی در S7-400 بیشتر است.

Table 5- 1 LED displays on the CPUs

LED	Color	Meaning
INTF	red	Internal error
EXTF	red	External error
FRCE	yellow	Active force request
RUN	green	RUN mode
STOP	yellow	STOP mode
BUS1F	red	Bus fault on MPI/PROFIBUS DP interface 1
BUS2F	red	Bus fault on PROFIBUS DP interface 2
MSTR	yellow	CPU controls the process
REDF	red	Loss of redundancy/Redundancy fault
RACK0	yellow	CPU in rack 0
RACK1	yellow	CPU in rack 1
IFM1F	red	Error in synchronization module 1
IFM2F	red	Error in synchronization module 2

این CPUها دارای یک LED با نام REDF می باشند. رنگ این LED قرمز می باشد. روشن بودن این LED نشان دهنده خارج شدن سیستم از مد Redundant می باشد. زمانی که سیستم به هر دلیل از مد Redundant خارج شود، مد کاری را Single یا Solo می گویند. خارج شدن سیستم از مد Redundant می تواند به دلیل ایجاد فالت در یک CPU، قطع شدن پاور یک CPU، مشکل در فیبر نوری یا ماژول های SYNC، مشکل در شبکه و....باشد. پس در شرایط نرمال و کاری سیستم، این LED می بایست در هر دو CPU خاموش باشد.

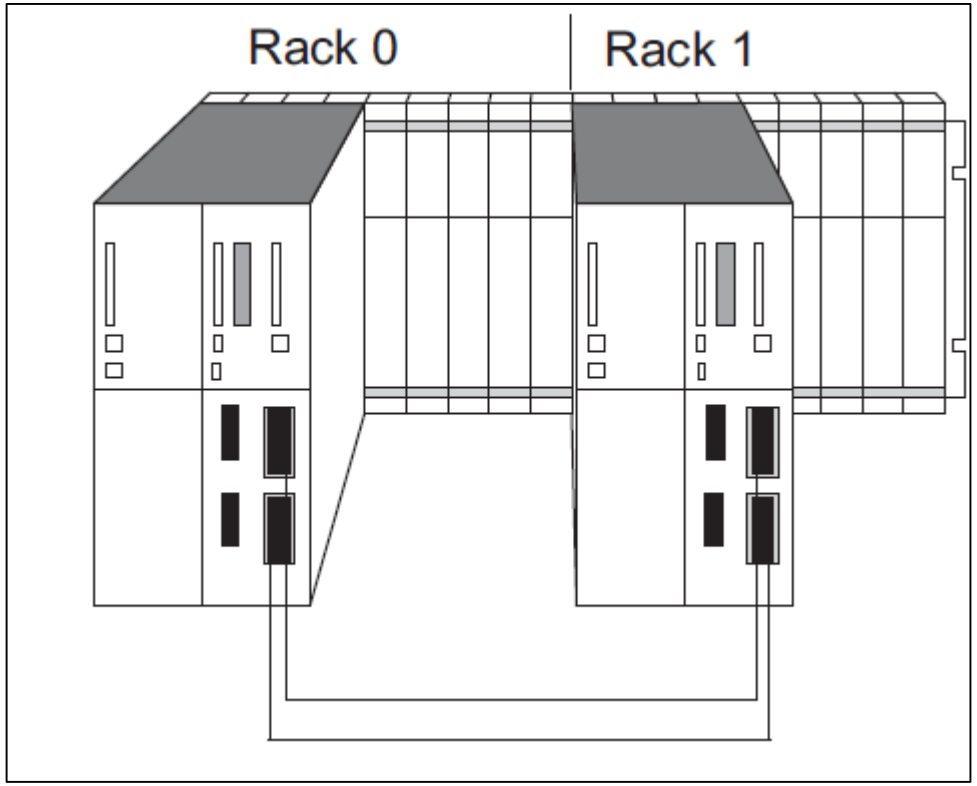
چراغ های IFM1F و IFM2F مربوط به وجود خطا در ماژول های سنکرون ساز بوده که به رنگ قرمز می باشند. این دو LED هم زمانی که سیستم در مد Redundant می باشد و مشکلی در ارتباط ماژول های SYNC با یکدیگر وجود نداشته باشد، خاموش می باشند.

چراغ های RACK0 یا RACK1 نیز نشان دهنده وضعیت نصب CPU در رک می باشد. جهت اختصاص شماره RACK از سوئیچ تعبیه شده در پشت کارت CPU استفاده می شود. این سوئیچ دارای دو وضعیت می باشد که برای هر CPU می بایست تنظیم شود. وضعیت این سوئیچ برای یک CPU می بایست در حالت RACK 0 و برای CPU دیگر در حالت RACK 1 تنظیم شود.

در ابتدای نصب ماژول های یک سیستم H، می بایست وضعیت این سوئیچ برای تعیین شماره رک تنظیم شود. معمولا CPU نصب شده در RACK 0 را به عنوان CPU 0 و CPU نصب شده در RACK 1 را به عنوان CPU 1 در نظر می گیرند.

The two CPUs are the heart of the S7-400H. Use the switch **on the rear** of the CPU to set the rack numbers. In the following sections, we will refer to the CPU in rack 0 as CPU 0, and to the CPU in rack 1 as CPU 1.

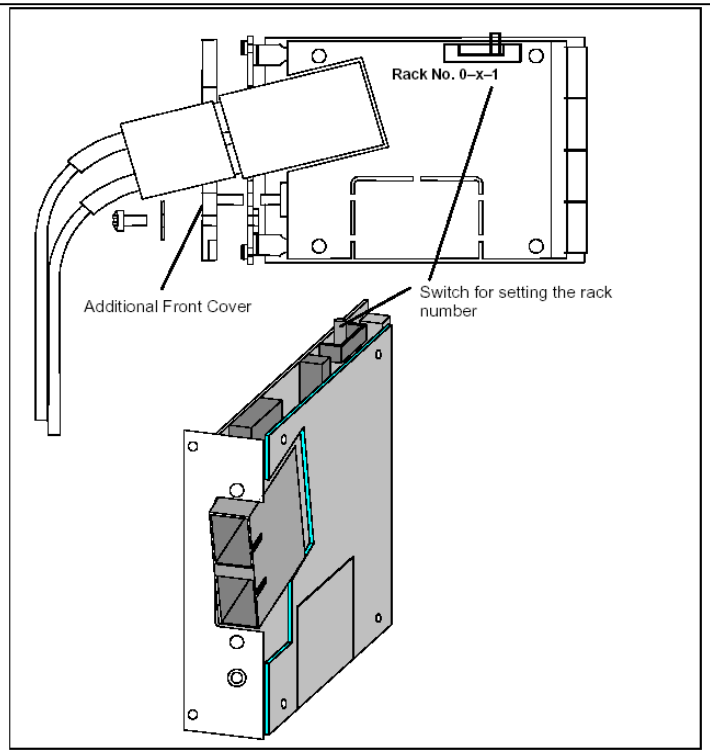
Switch Position:Rack 0



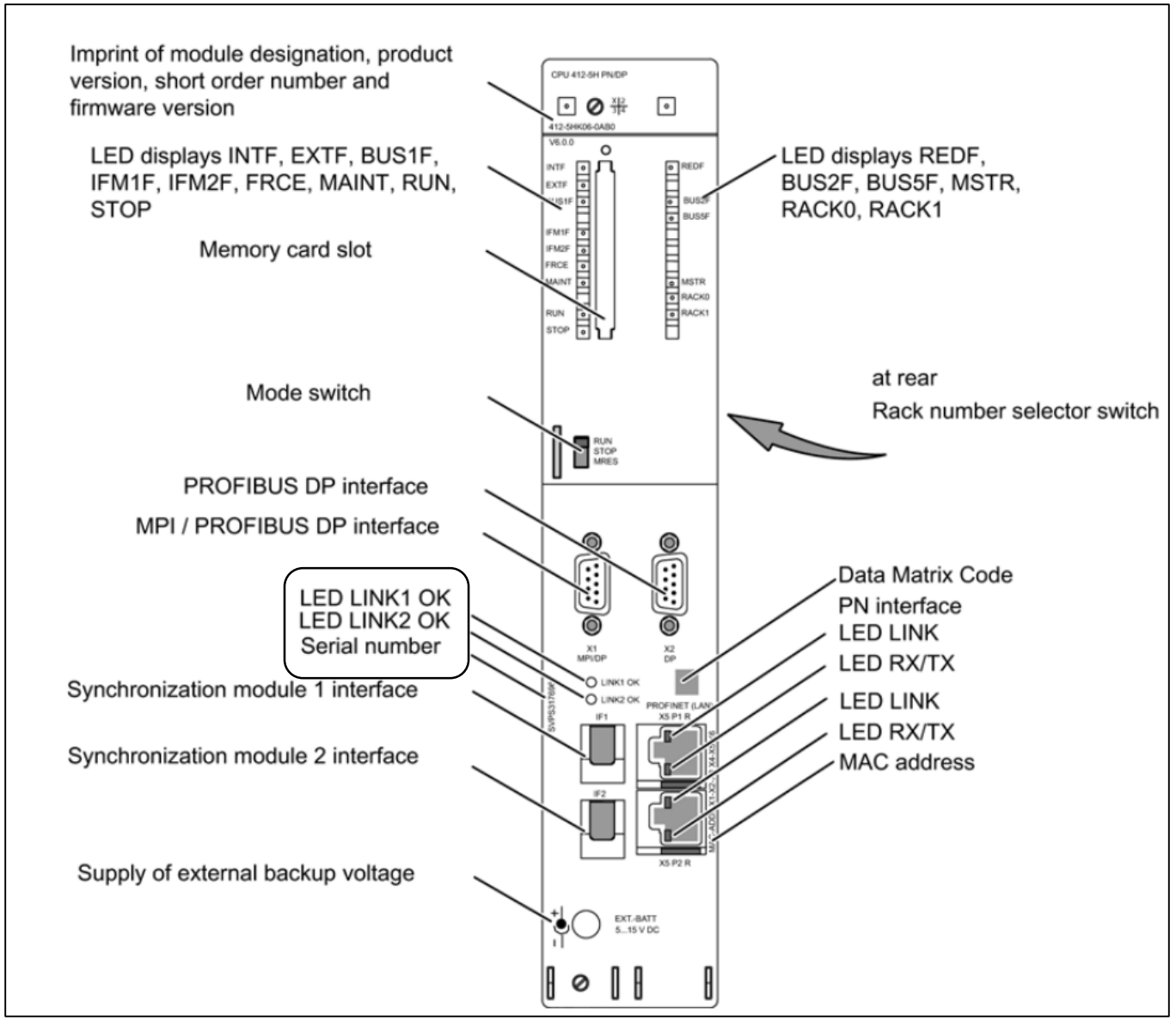
Switch Position:Rack 1

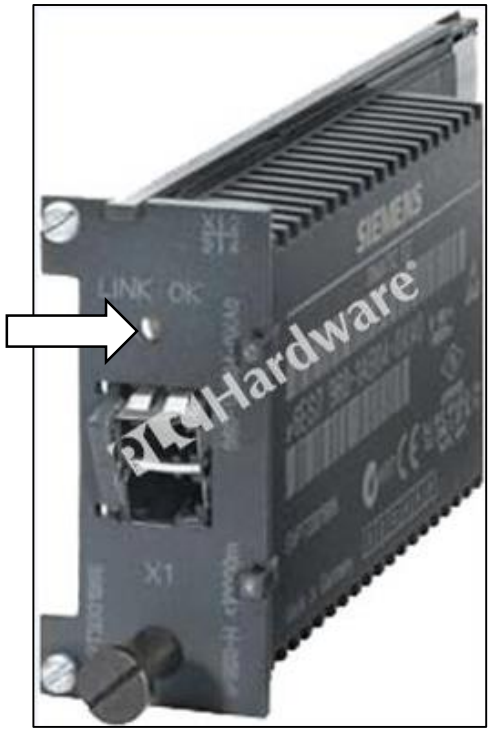
در CPU های قدیمی تر، این سوئیچ بر روی ماژول SYNC تعبیه شده بود. همانطور که در بحث های قبلی اشاره شد، وظیفه این ماژول ها ارتباط بین دو CPU و سنکرون کردن آنها می باشد.

Switch Position	Meaning
	The CPU has rack number 1
	The CPU has not been assigned a rack number
	The CPU has rack number 0



بر روی ماژول های SYNC چراغی تعبیه شده است. روشن بودن این چراغ نشان دهنده برقرار بودن ارتباط یک ماژول با ماژول مقابل می باشد. در CPU های 5H این LED بر روی CPU تعبیه شده است.





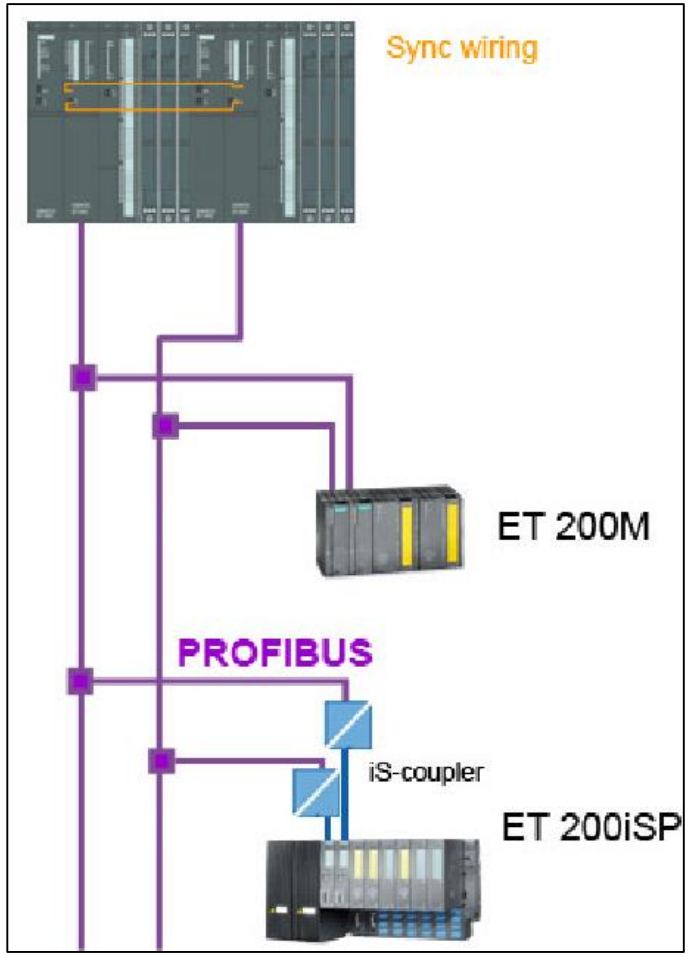
آشنایی با ایستگاه Remote I/O در سیستم Redundant

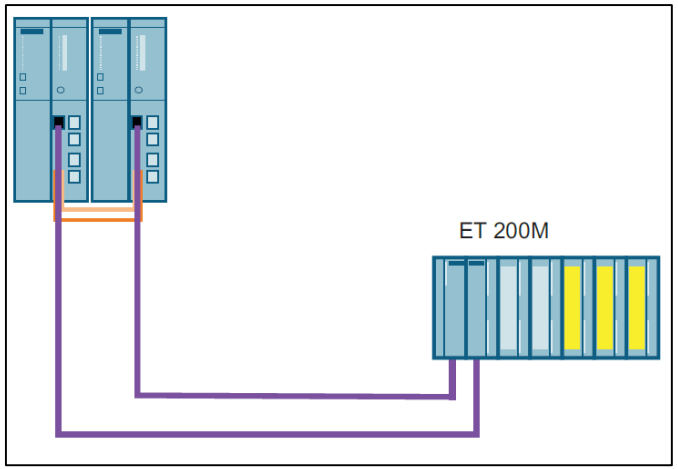
همانطور که در بحث های قبلی بیان شد، یکی از روش های متداول جهت نصب I/Oها در سیستم H، استفاده از ایستگاه های Remote I/O می باشد. در این صورت ماژول های I/O توسط یک اینترفیس و با استفاده از شبکه های صنعتی به سیستم H متصل می شود. شرکت زیمنس ET هایی با قابلیت اتصال مستقیم به سیستم H را طراحی و عرضه کرده است.

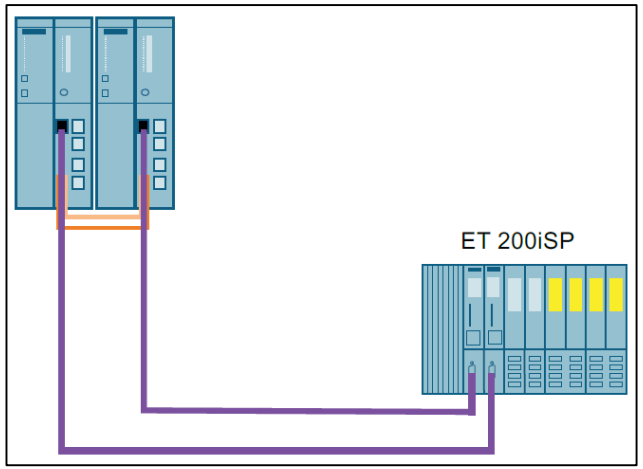
ET200M

ET200 iSP

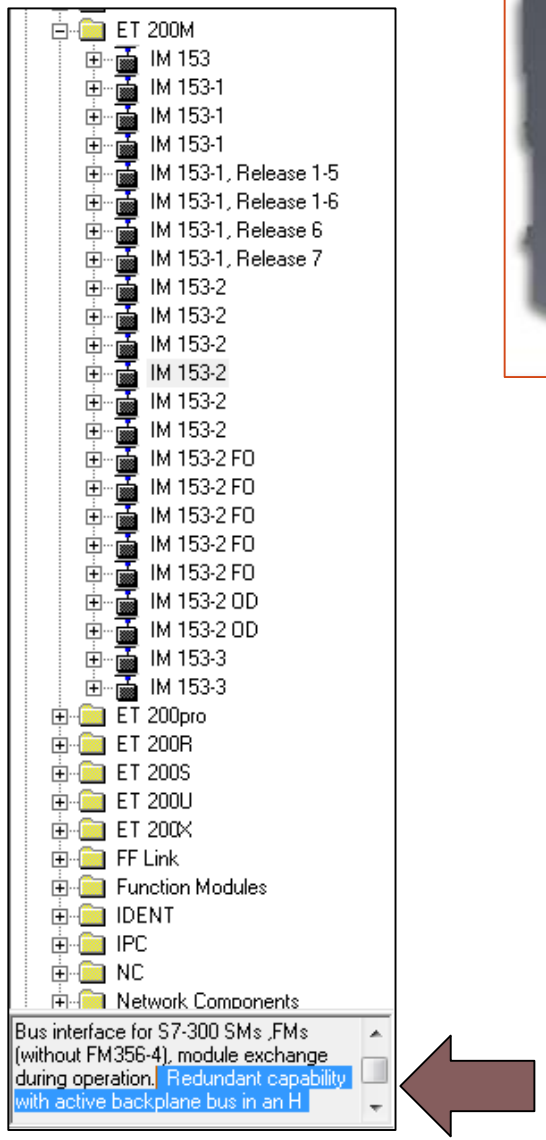
مدل ET200M یکی ازRemote I/O پرکاربرد شرکت زیمنس می باشد که ماژول های I/O آن همان ماژول های S7-300 می باشد.ET200iSP هم برای محیط های Ex استفاده می شود.







دو ET معرفی شده قابلیت اتصال به سیستم H بدون واسط را دارا می باشند.ET200M دارای IM های مختلف با قابلیت های متفاوت می باشد:



- IM153 ✓
- IM153-1 ✓
- IM153-2 ✓
- IM153-2FO ✓
- IM153-3 ✓
- I53-4 PN ✓

در مشخصات برخی از کارت های IM فوق قابلیت اتصال به سیستم Redundancy ذکر شده است.

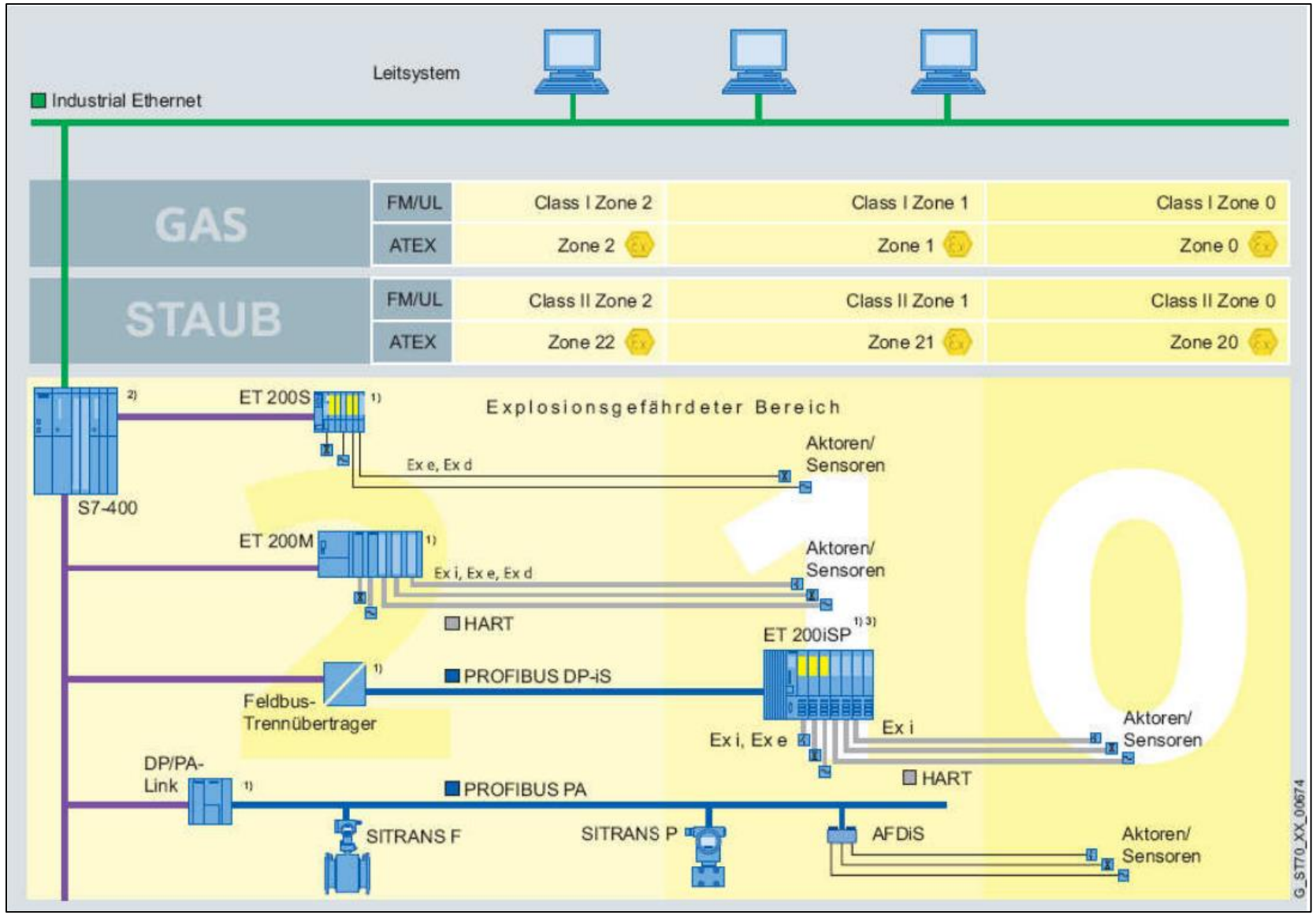
ماژول های IM که دارای پسوند FO می باشند، قابلیت اتصال مستقیم به فیبرنوری را دارند. جهت اتصال ایستگاه ET200M به شبکه Profinet می بایست از IM ها با پسوند PN استفاده شود.(IM153-4 PN)

جمع بندی

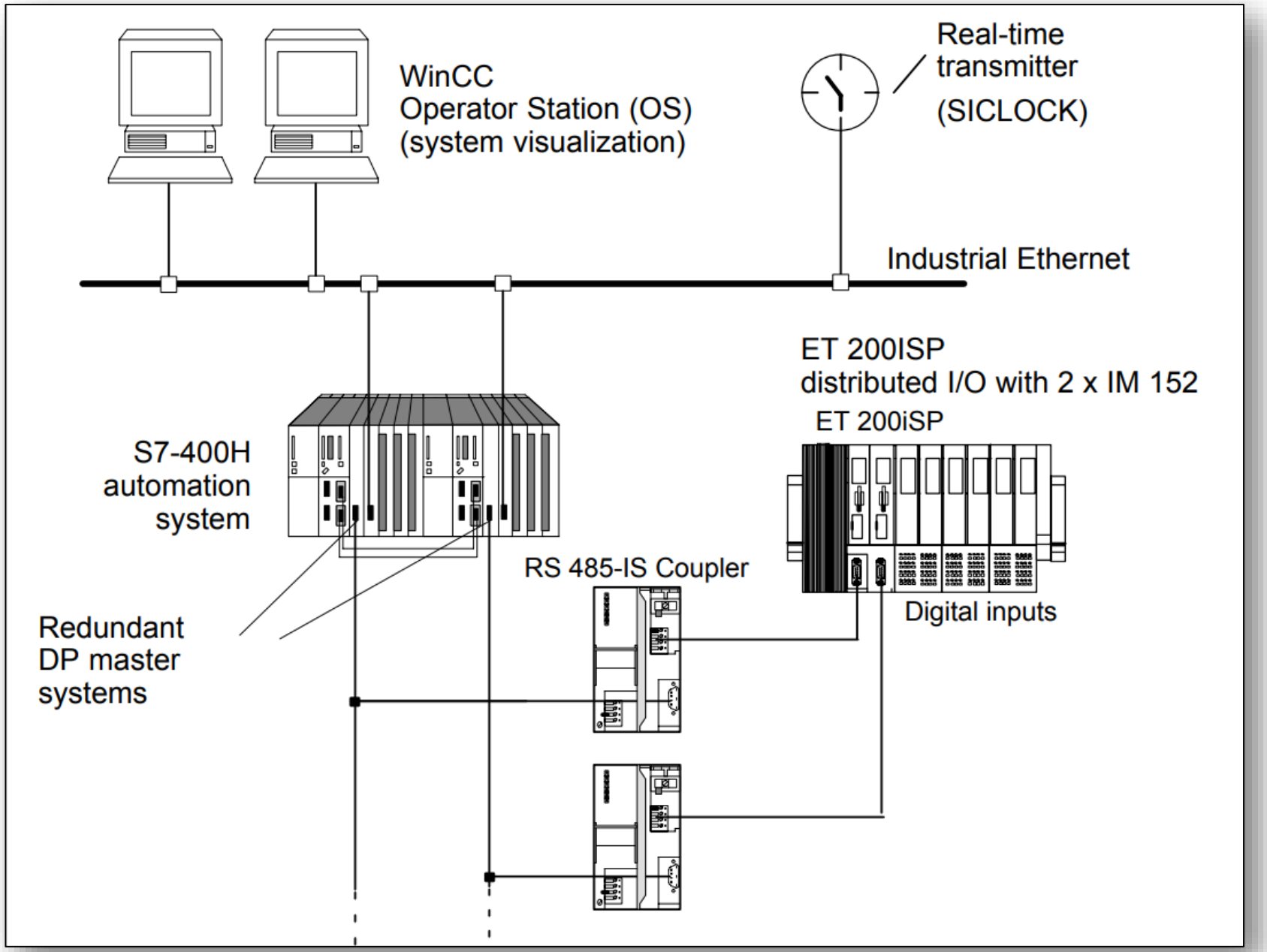
استفاده از ایستگاه های Remote I/O یکی از روش های متداول اتصال I/O ها به یک سیستم Redundant می باشد. در این صورت ایستگاه ET با داشتن قابلیت Redundant، می تواند به صورت مستقیم به یک سیستم H متصل شود.

در شرکت زیمنس ET200M و ET200iSP جهت اتصال به سیستم Redundant بدون استفاده از واسط، می توان از این دو مدل استفاده کرد. در ضمن لازم به ذکر هست تمامی IM های ذکر شده قابلیت اتصال به سیستم H را ندارند. از ET200iSP می توان در محیط های Ex استفاده کرد.

کاربرد ET200 iSP در محیط های Ex



در شکل زیر یک ایستگاه ET200iSP را ملاحظه می کنید که به یک سیستم H متصل شده است.



آشنایی با ET200M

همانطور که اشاره شد، این ET به عنوان یکی از Remote I/O های پرکاربرد شرکت زیمنس در صنایع مختلف می باشد. ماژول های این ET همان ماژول های S7-300می باشند. این ET می تواند به عنوان یک ایستگاه I/O در شبکه Profibus یا Profinet به PLC های مختلف متصل شود. پس در نظر داشته باشید که این ET در کاربردهای استاندارد نیز قابل استفاده می باشد. IM153-1 یک اینترفیس استاندارد، جهت کاربردهای عمومی می باشد.

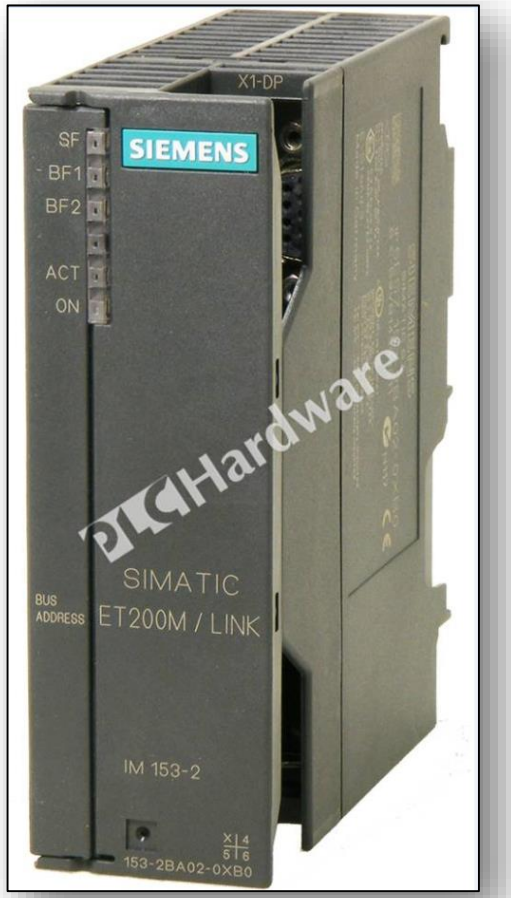
این IM قابلیت اتصال به سیستم H را ندارد و به عنوان یک ایستگاه I/O می تواند جهت اتصال به PLC S7-300,400 یا برندهای دیگر، ایفای نقش کند. بر روی این IM جهت تعیین آدرس ایستگاه در شبکه ، یک Dip Switch تعبیه شده است که آدرس ایستگاه، از جمع ارزش Dip هایی که در وضعیت On قرار گرفته اند به دست می آید. در شکل زیر آدرس ایستگاه بر روی عدد ۴ تنظیم شده است.

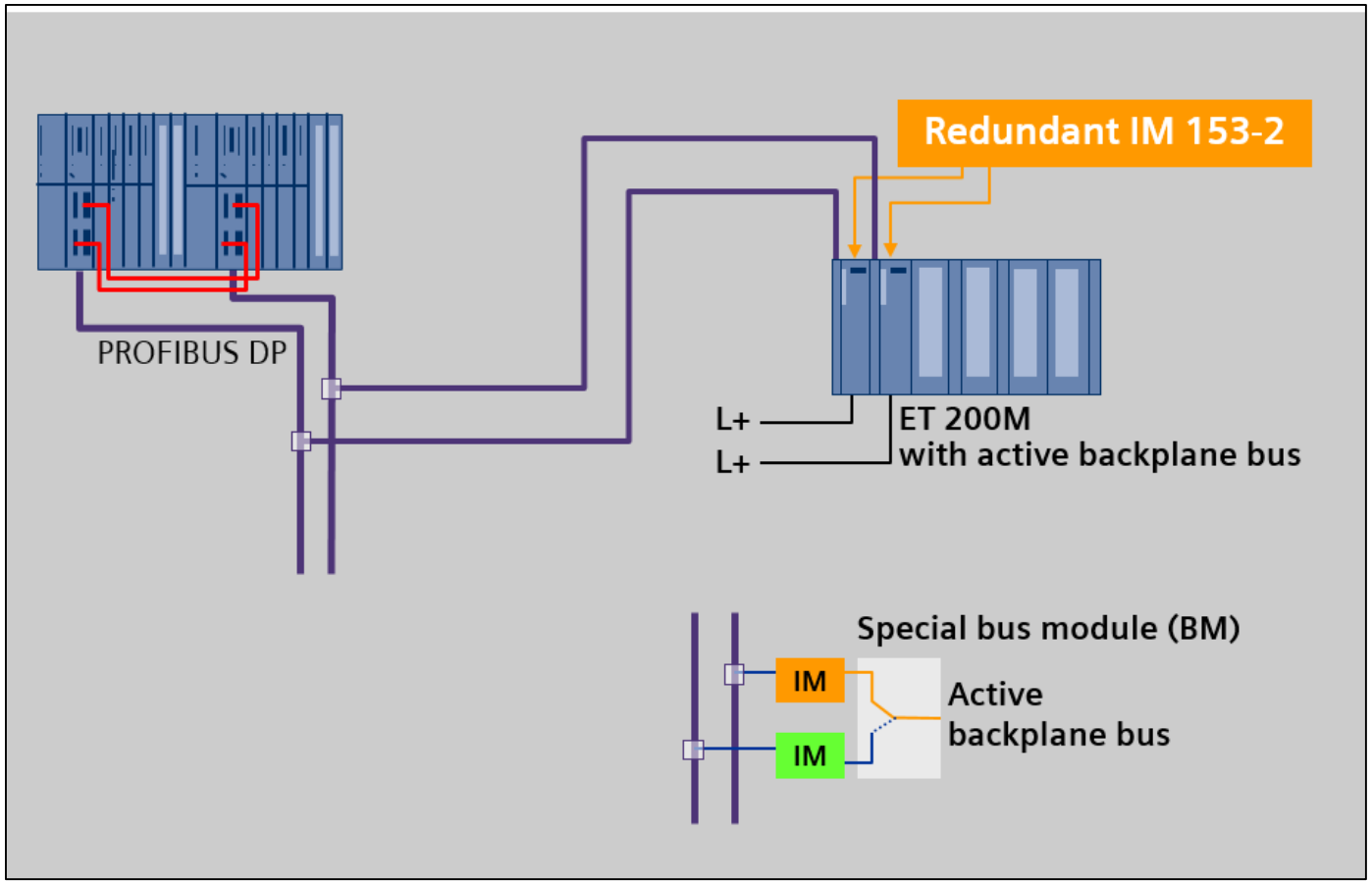
بر روی این IM چراغ های جهت نمایش وضعیت خطای سیستمی و شبکه تعبیه شده است.

ماژول های این IM بر روی ریل های استاندارد S7 قرار گرفته و توسط باس کانکتور به یکدیگر متصل می شوند. همانطور که بیان شد، برخی از IM های این ET قابلیت اتصال به سیستم Redundant را دارا می باشند. این قابلیت در مشخصات کارت IM درج شده است.

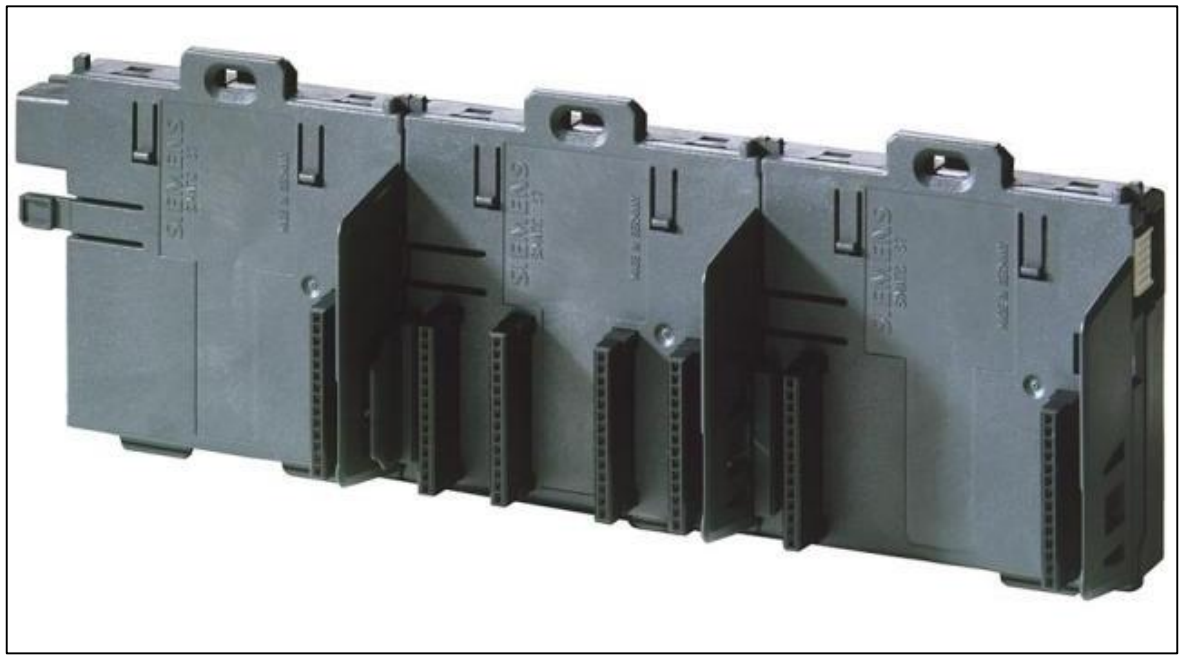
Redundant capability with active backplane bus in an H system

ماژول IM153-2 و IM153-3 قابلیت اتصال به سیستم H را دارا می باشند. در اکثر پروژه های صنعتی استفاده از IM153-2مرسوم تر می باشد.





نکته قابل توجه در این ET ، زمانی که به یک سیستم H متصل می شود، استفاده از باس اکتیو می باشد. در واقع در این حالت ارتباط ماژول ها توسط Bus Module ها برقرار می شوند که امکان جا به جایی کارت در حین کارت در این صورت وجود دارد. ریل استفاده شده در این حالت نیز یک ریل خاص با عمق بیشتر می باشد که اجزای باس اکتیو در آن نصب می شوند.

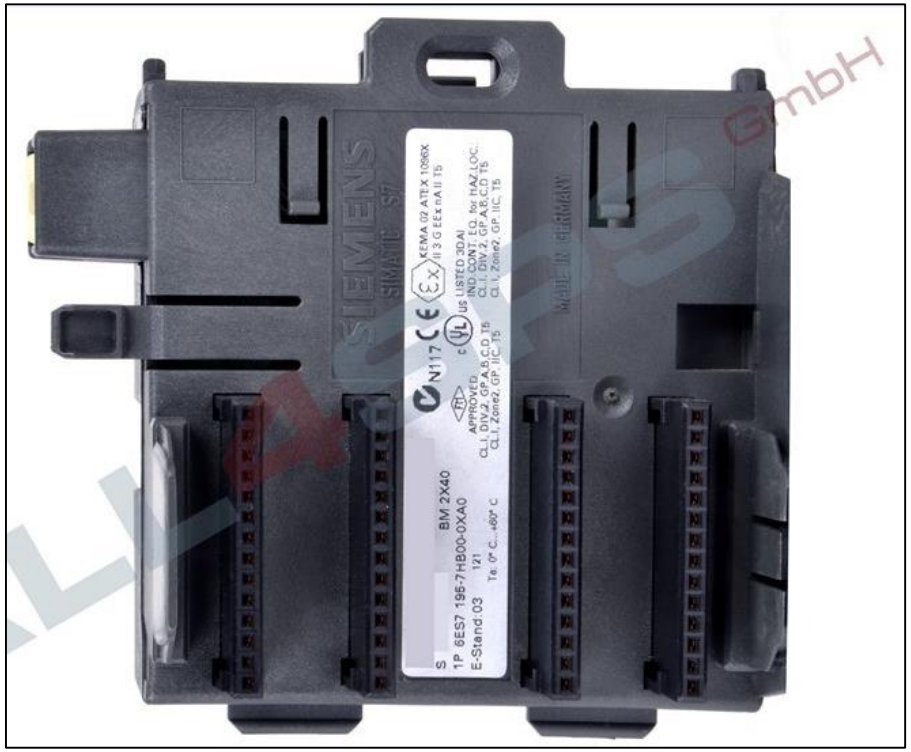


Active Bus

Rail

دقت نمایید که BM که جهت نصب کارت های IM در دسترس می باشد، با BM مربوط به کارت های I/O متفاوت می باشد.

در شکل زیر دو مدل BM را ملاحظه می کنید.



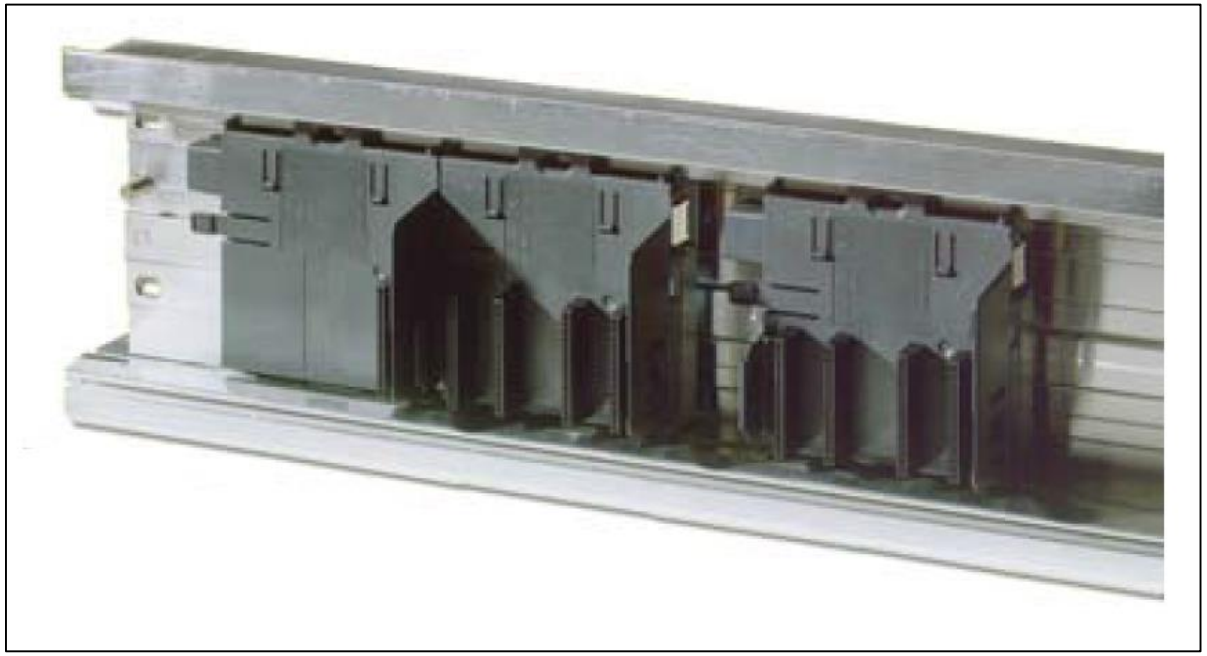
BMجهت نصب ماژول های I/O

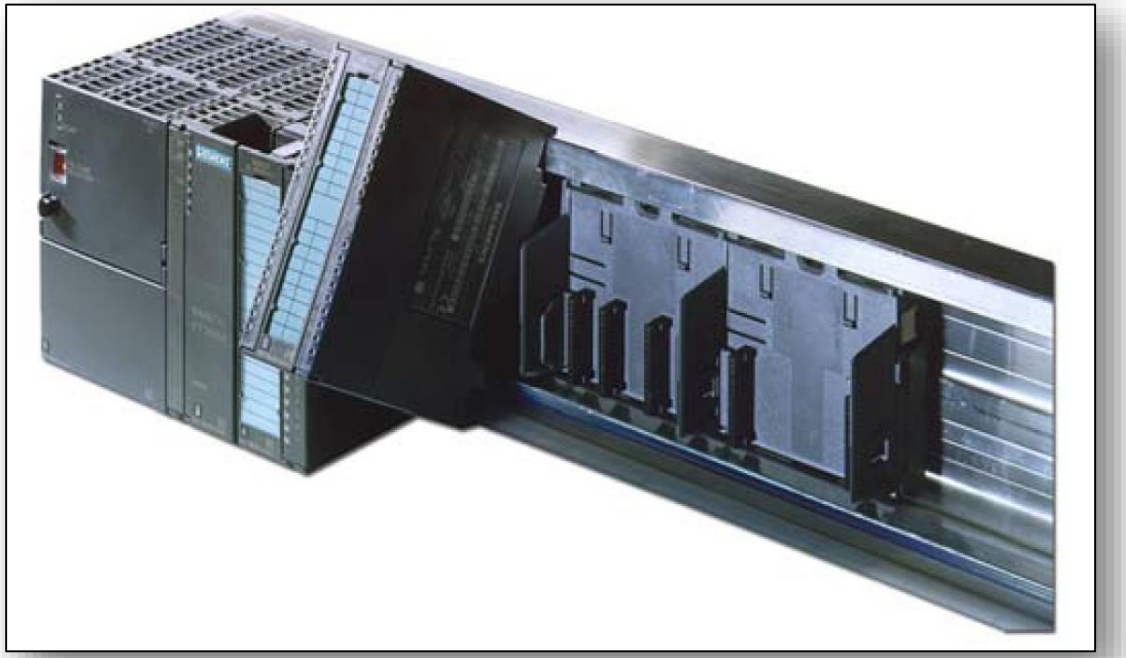
6ES7195-7HB00-0XA0 SIMATIC ET200M BM 240 Active Bus Module

BMجهت نصب ماژول های IM

6ES7195-7HD80-0XA0 SIMATIC ET200M BM IM/IM Active Bus Module

در شکل زیر، BM نصب شده در ریل را مشاهده می کنید. در واقع تمامی ماژول ها بر روی BM ها نصب می شوند که در نهایت Active Bus تشکیل می شود.





زمانی که یک ایستگاه ET200M به یک سیستم H متصل می شود، از دو IM153-2 استفاده می شود. در این صورت سطح دسترسی به I/O ها و شبکه افزایش می یابد.

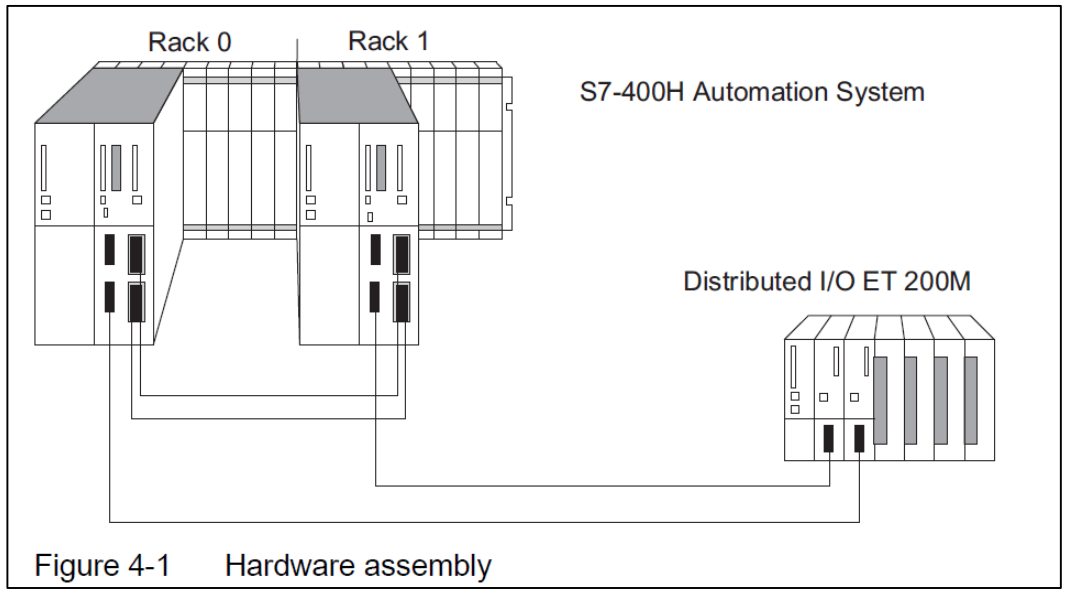
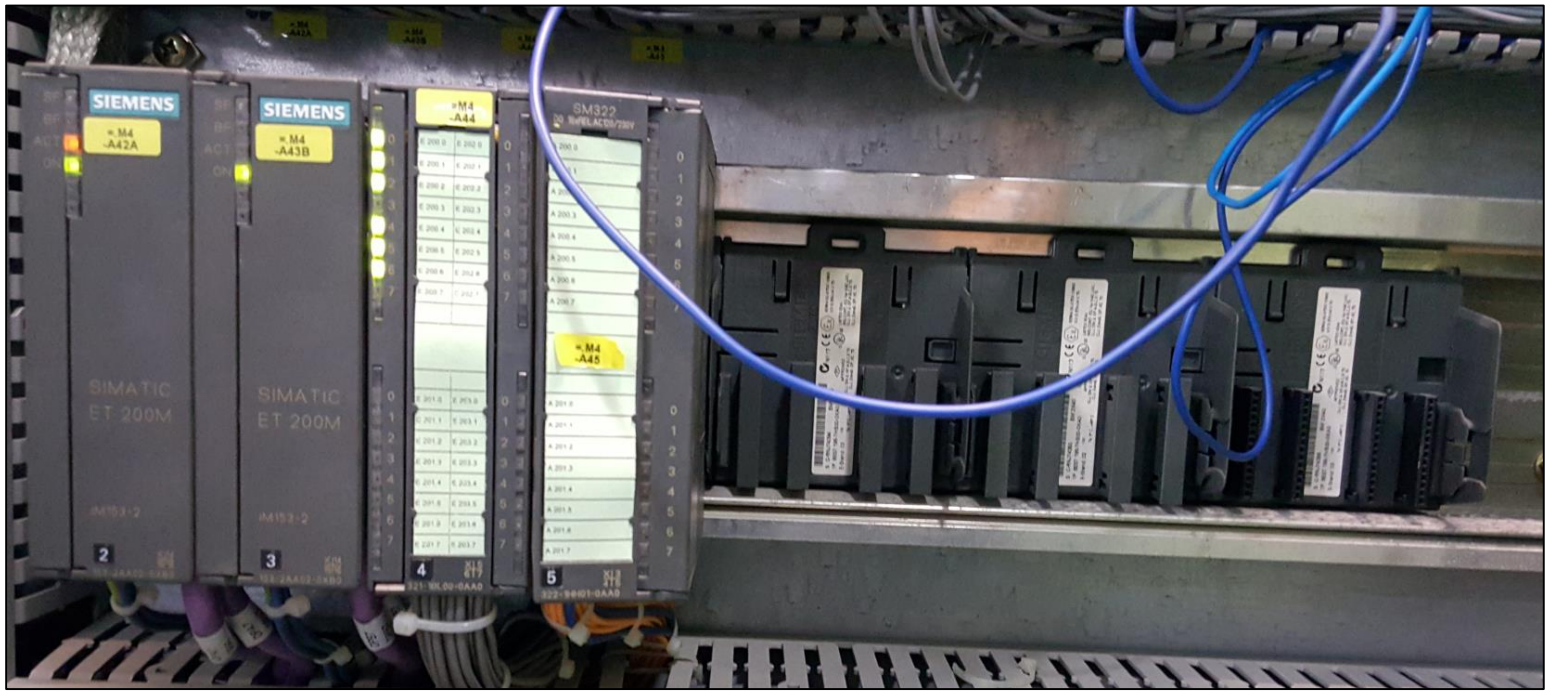
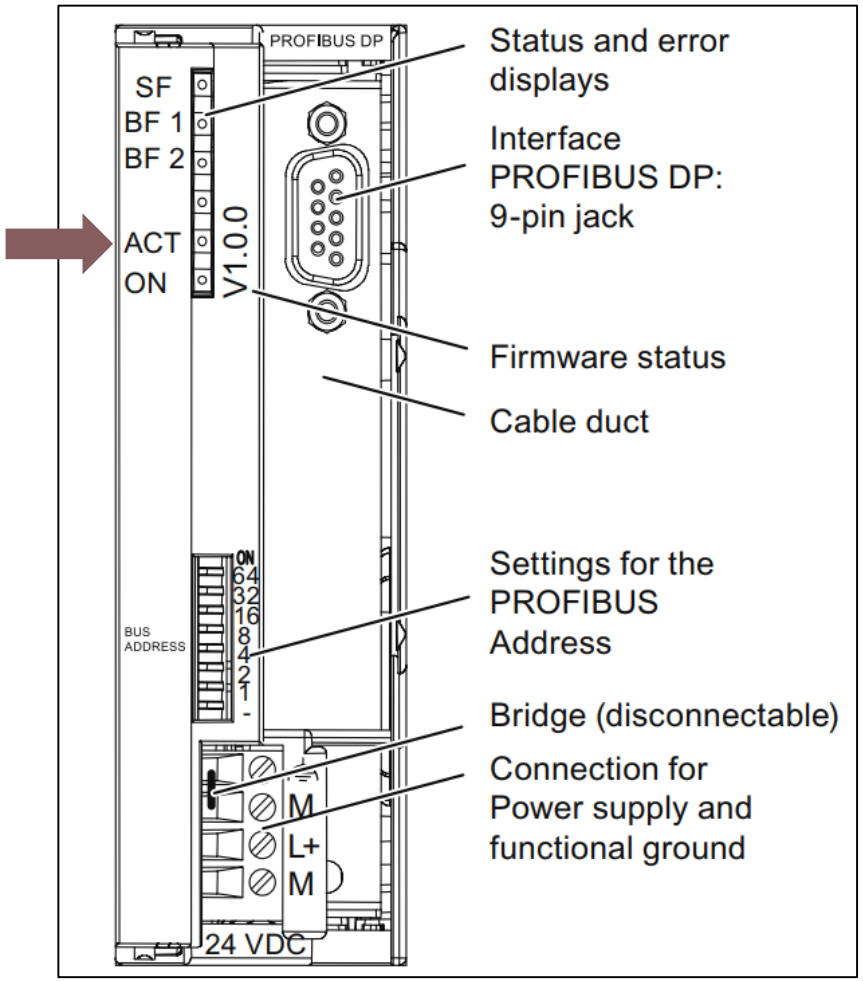


Figure 4-1 Hardware assembly

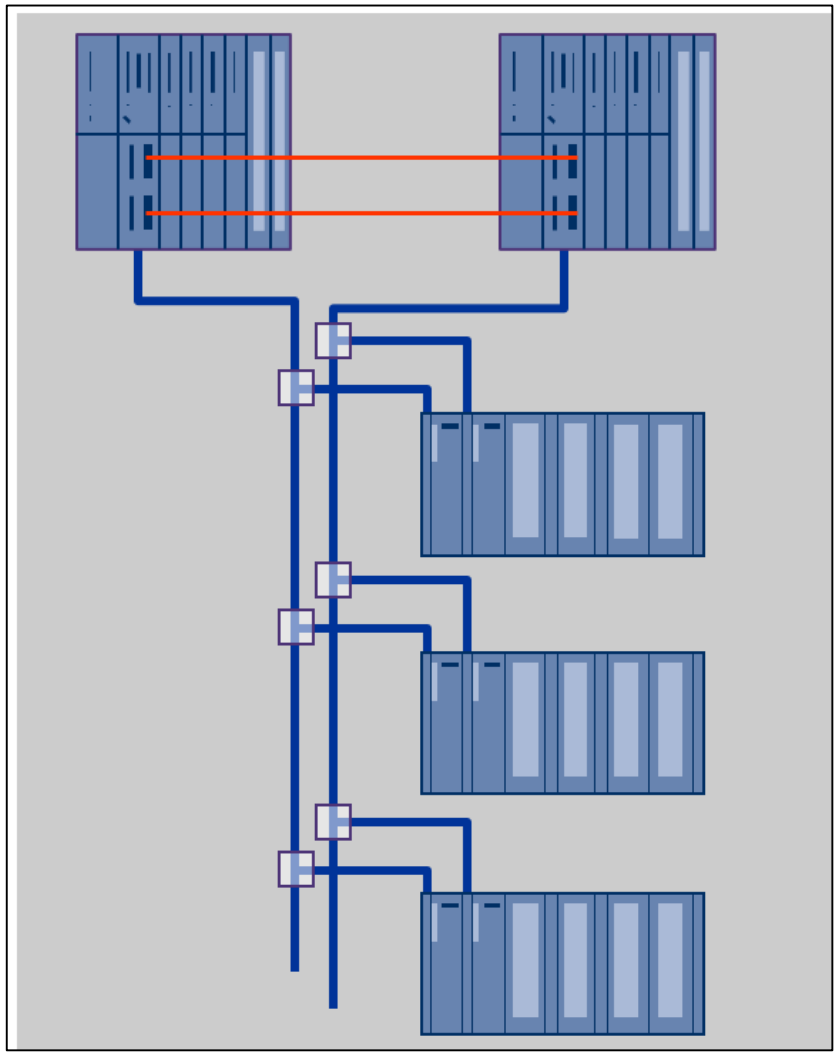


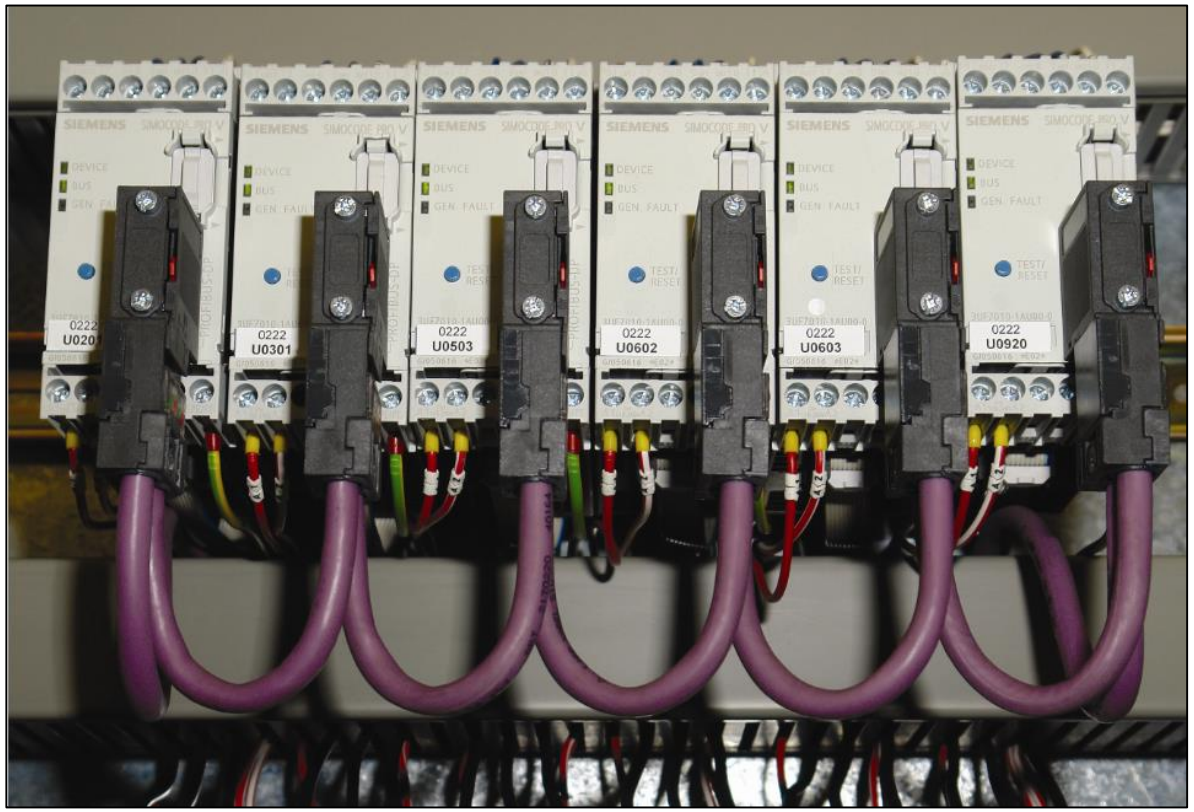
بر روی IM153-2 یک LED با نام ACT وجود دارد که فعال بودن کارت IM را نشان می دهد. در واقع روشن بودن این LED بر روی هر IM به نشانه برقراری ارتباط آن IM با پردازنده Master می باشد. سیستم H در هر لحظه از یکی از اینترفیس ها استفاده می کند.

The fault-tolerant system uses only one of the interfaces at any given time. The active interface is indicated by the ACT LED on the corresponding IM IM 153–2 or IM 157.



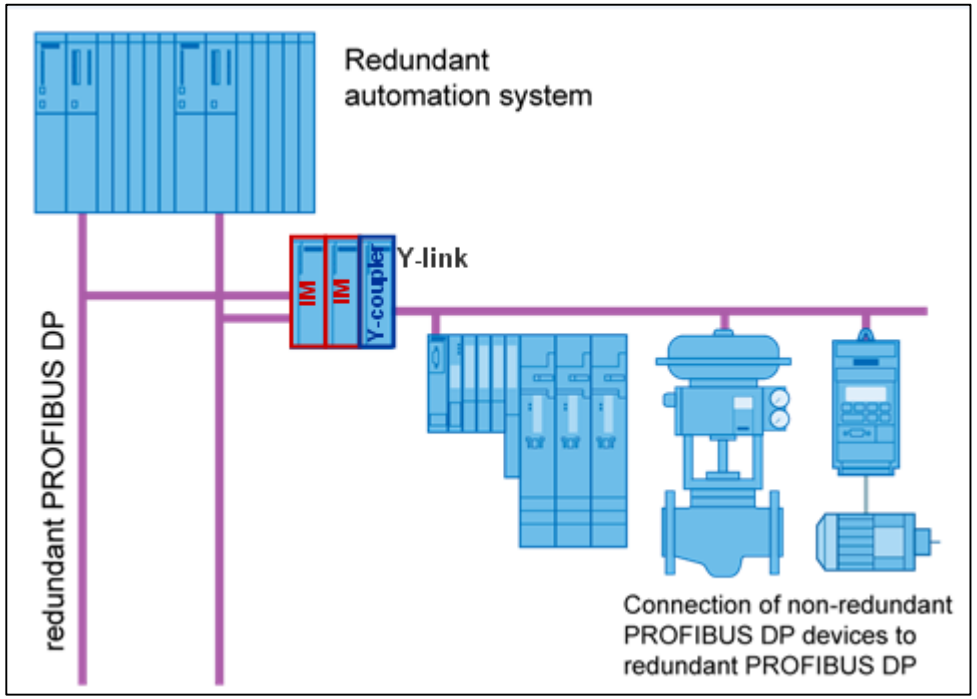
بر روی این IM نیز از یک Dip Switch جهت تعیین آدرس ایستگاه در شبکه استفاده شده است. زمانی که در سیستم H از دو ماژول IM استفاده می کنیم،آدرس تنظیم شده برای هر دو IM می بایست یکسان باشد. این آدرس در محیط نرم افزار نیز ست می شود. زمانی که چند ایستگاه ET متصل به سیستم H داشته باشیم، اتصال بین ET ها در شبکه پروفیباس به صورت Daisy Chain می باشد.

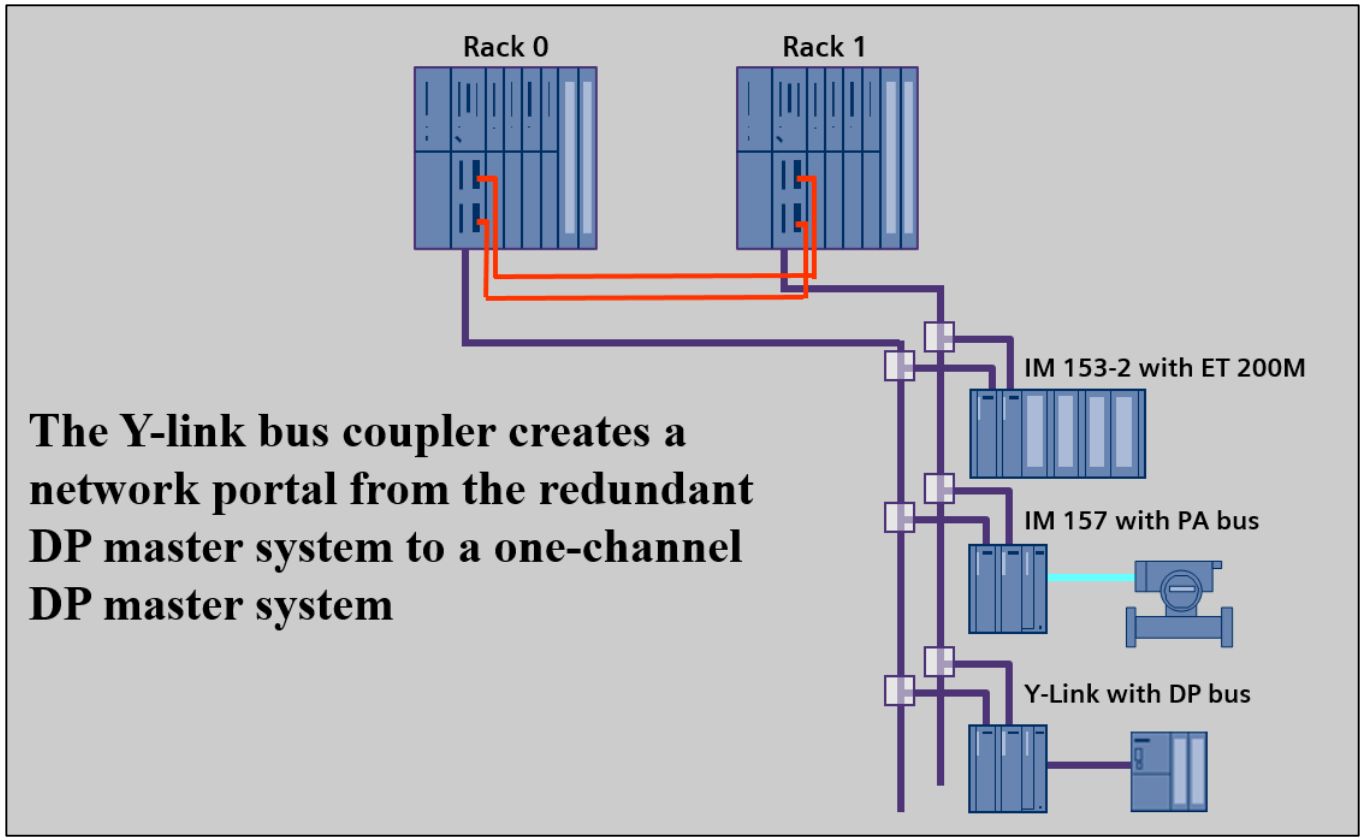




ارتباط به صورت Daisy Chain

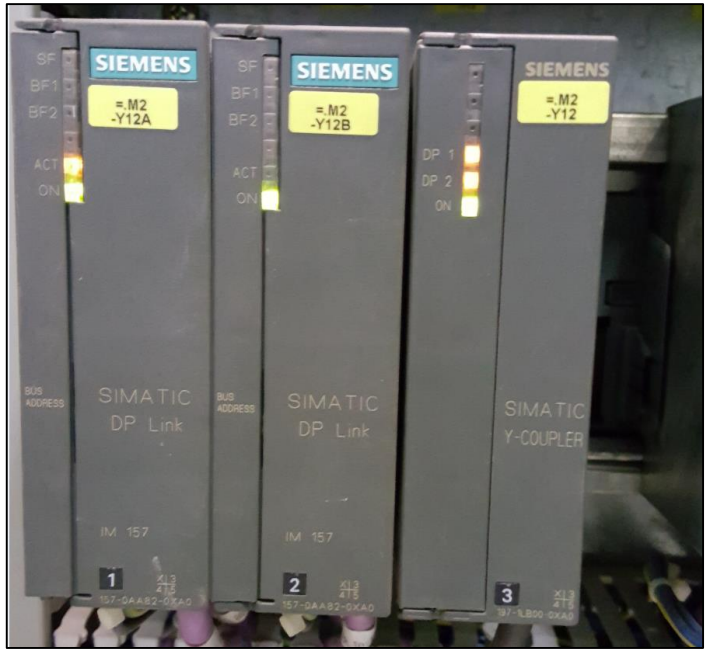
ایستگاه هایی که قابلیت اتصال مستقیم به سیستم Redundant را ندارند، می توانند با استفاده از کوپلرهای تعبیه شده، به سیستم H متصل شوند. این ایستگاه ها می توانند سایر ET ها، درایوها و ... باشند. این کوپلر تحت عنوان Y-LINK در دسترس می باشد.



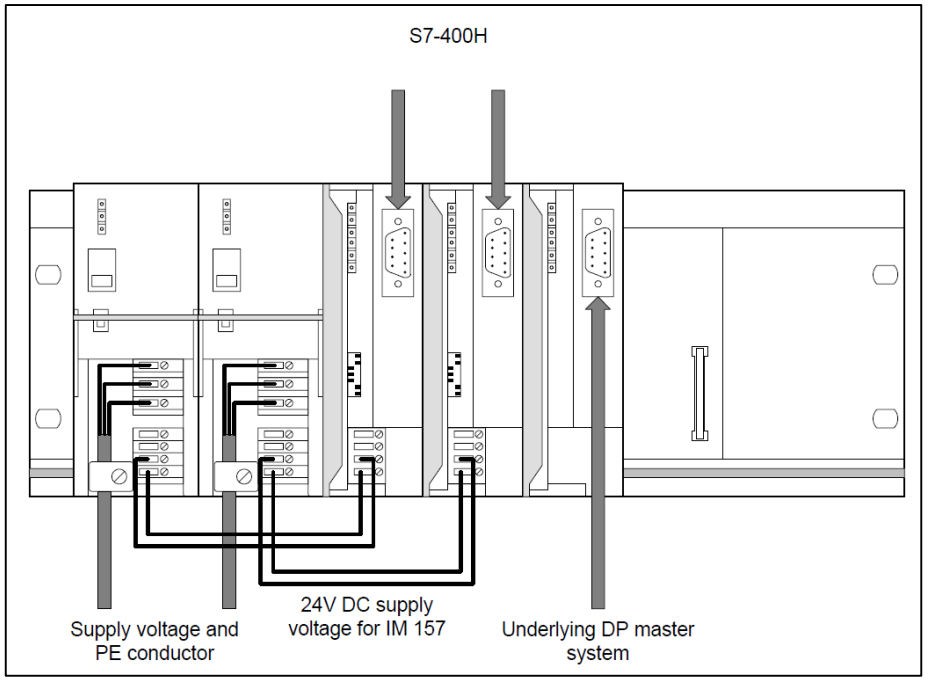


در واقع Y-LINK دیتا را از دو مسیر متفاوت در شبکه پروفیباس از سیستم H دریافت می کند و آن را به ایستگاه پایین دست ارسال می کند. همانطور که در شکل فوق ملاحظه می کنید، یک Y-LINK از دو کارت IM و یک کارت کوپلر تشکیل شده است. دو مسیر پروفیباس از سیستم H به دو کارت IM متصل می شوند. توسط ماژول کوپلر نیز ارتباط با ایستگاهی که قابلیت اتصال به سیستم H را نداشت، برقرار می شود.

ماژول IM می تواند شامل دو ماژول IM153-2/Link یا دو ماژول IM157 باشد.



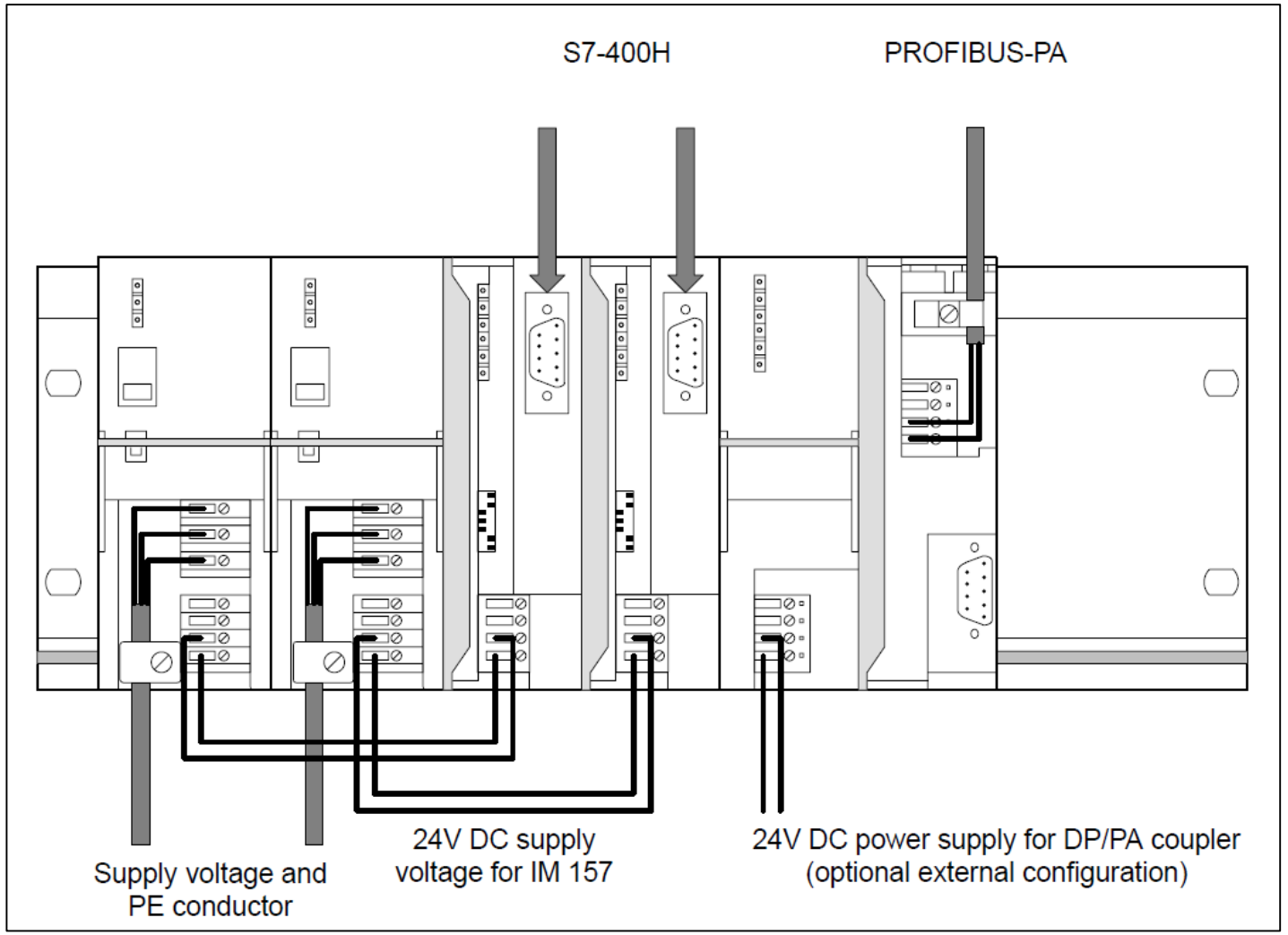
IM157 IM157 COUPLER



IM153-2/Link

ایستگاه فوق توسط دو کارت IM153-2/Link و یک ماژول COUPLER نیز قابل پیکربندی می باشد.

در ایستگاه ET200M می توان جهت اطمینان بیشتر از دو منبع تغذیه برای هر IM استفاده کرد. در ضمن یک کوپلر با نام DP/PA نیز وجود دارد که دارای خروجی جهت اتصال به شبکه Profibus_PA می باشد. توسط این شبکه امکان اتصال به تجهیزات ابزاردقیق و محرک های آنالوگ فراهم می شود. در این حالت نیز ماژول های IM157 یا IM153-2/Link می توانند ارتباط را با سیستم H برقرار سازند.



اتصال ایستگاه Remote I/O توسط شبکه Profinet به سیستم H

همانطور که در بحث های قبلی بیان شد، CPU های سری 5H دارای پورت PN بر روی CPU می باشند. توسط این رابط، امکان اتصال به ایستگاه های Remote I/O روی شبکه Profinet وجود دارد.

در ادامه به برخی از ET هایی که قابلیت اتصال به سیستم H در بستر Profinet را دارند، اشاره شده است.

ET200M

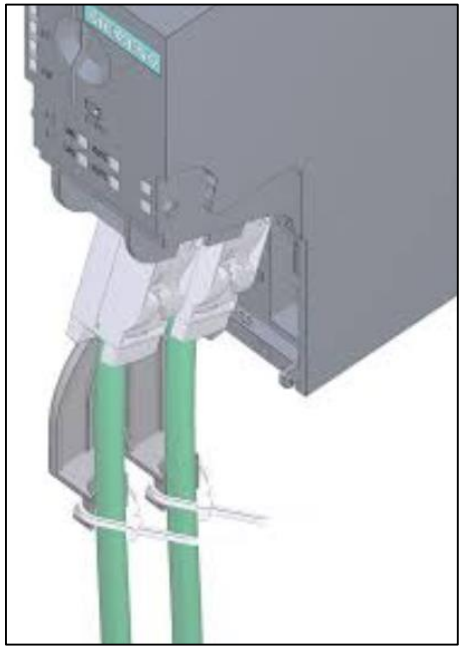
ET200S

ET200SP

ET200MP

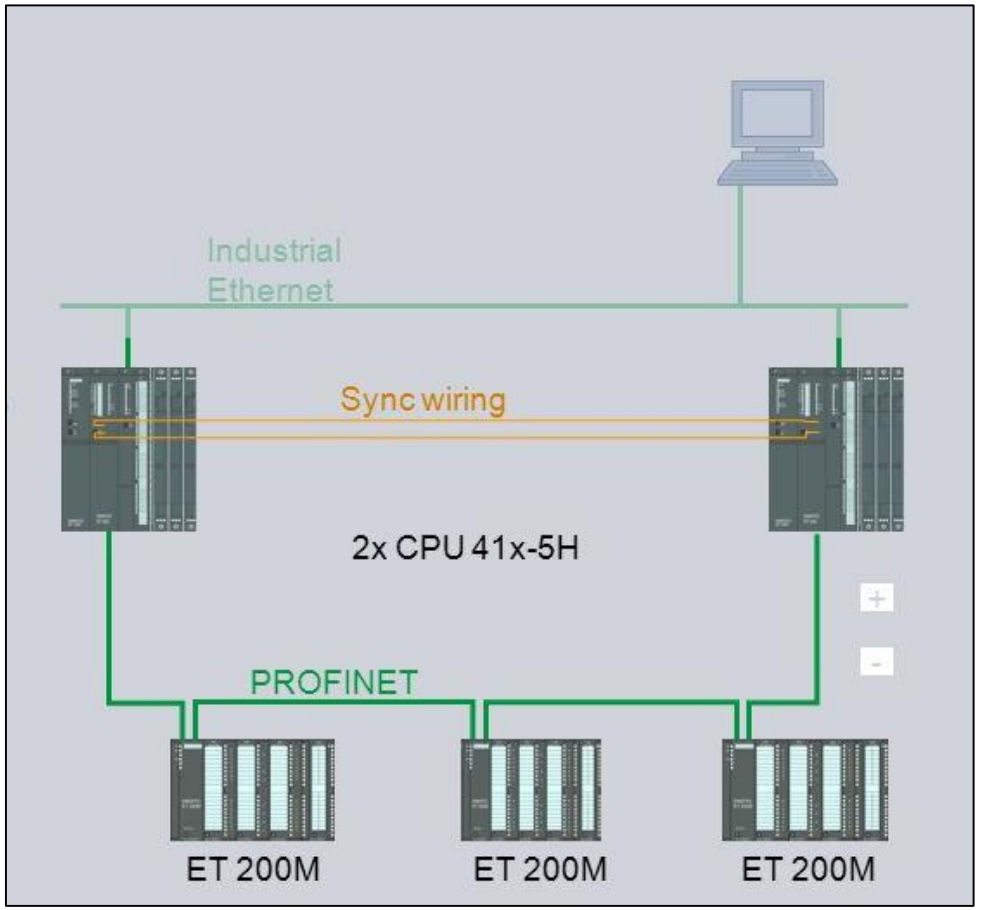
ماژول های IM در این حالت می توانند دارای دو پورت PN باشند. در این صورت از این پورت همانند یک سوئیچ می توان جهت اتصال به سیستم H استفاده کرد.

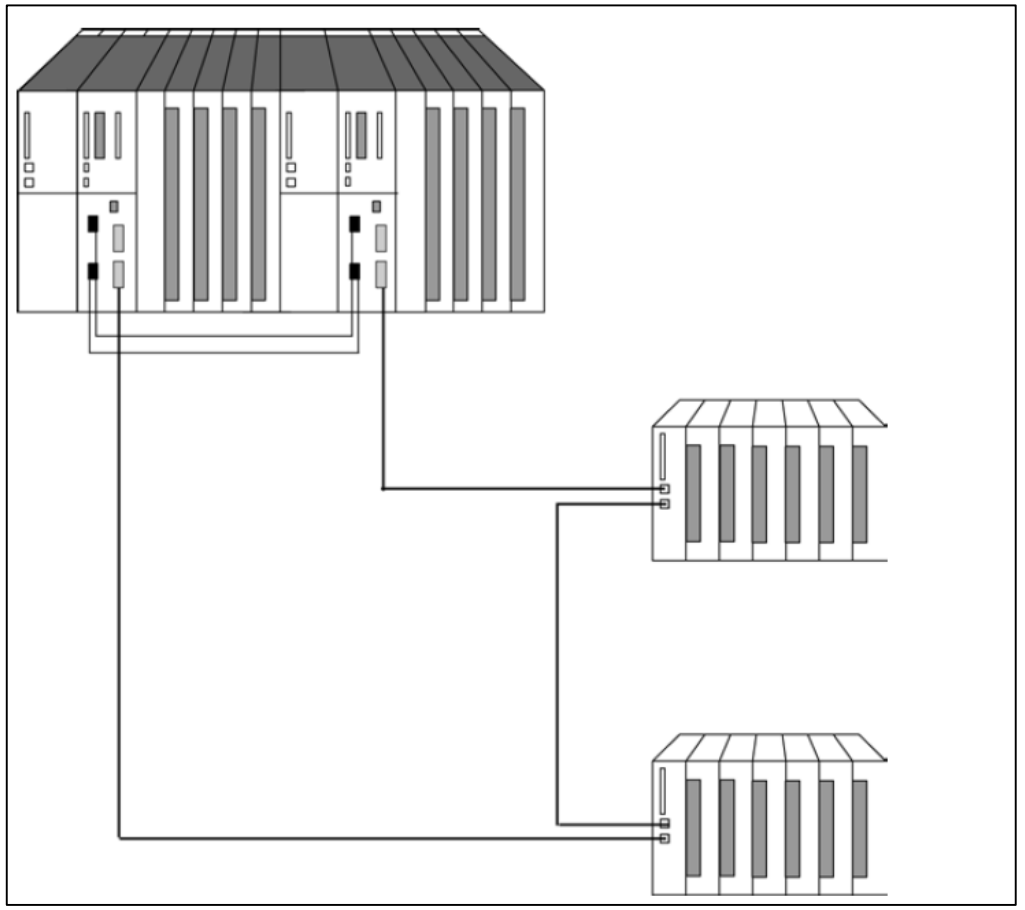
در شکل زیر ماژول IM153-4 که اینترفیس ET200M می باشد را ملاحظه می کنید که دارای دو رابط PN می باشد.



در شکل زیر نیز ماژول IM151-3 PN که اینترفیس ET200S می باشد را ملاحظه می کنید.

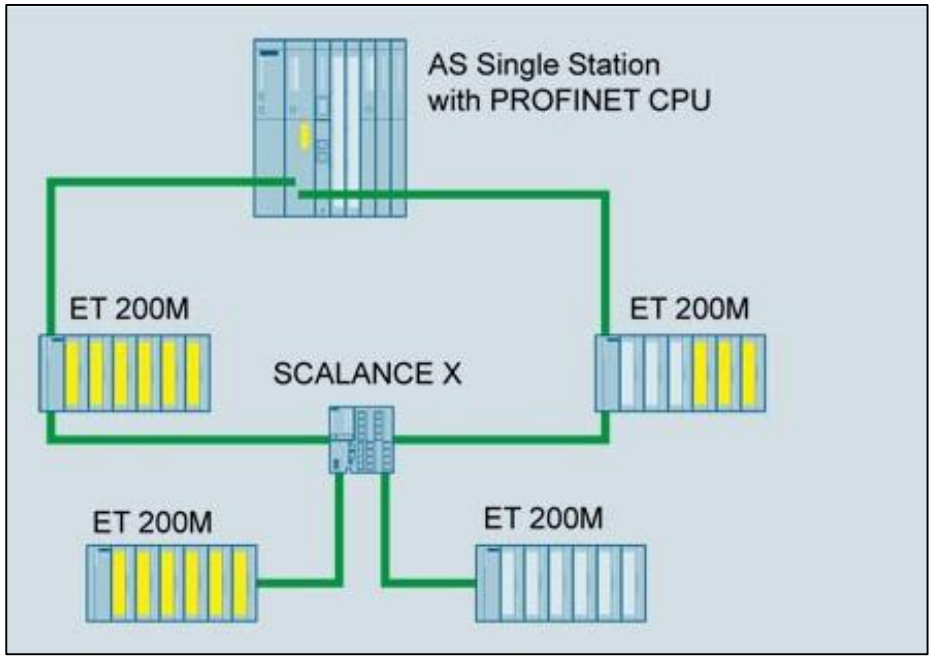
در شکل زیر نحوه اتصال یک سیستم H به چندین ایستگاه ET توسط شبکه Profinet را مشاهده می کنید. در این ساختار از سوئیچ استفاده نشده است.





در شکل فوق از رابط PN موجود بر روی IM، به عنوان سوئیچ استفاده شده است

ارتباط بین سیستم H با ایستگاه های I/O می تواند توسط سوئیچ نیز برقرار شود.



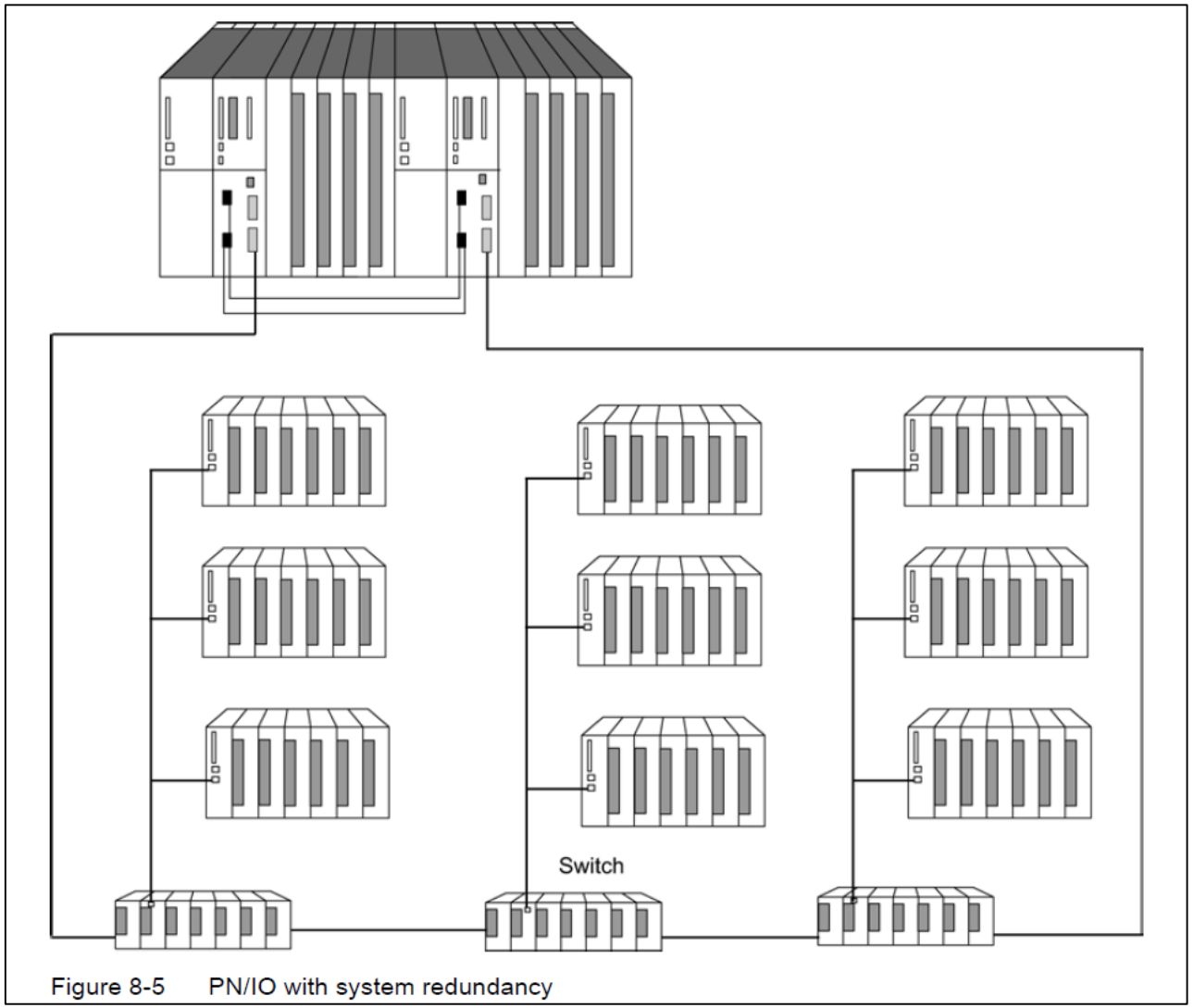


Figure 8-5 PN/IO with system redundancy

در ادامه مطالب تکمیلی در رابطه با کارت های حافظه در S7-400 ارائه می شود.

همانطور که می دانید در S7-400، CPU ها به صورت داخلی دارای فضای Load Memory جهت ذخیره پروژه یا به عبارت دیگر برنامه کاربر می باشند. فضای این حافظه در دیتاشیت یک CPU درج می شود. جنس این حافظه از نوع RAM می باشد. به همین دلیل در S7-400 بحث باطری Backup جهت حفاظت از برنامه مطرح می باشد. محل قرار گیری باطری پشتیبان در کارت پاور می باشد. منبع تغذیه می تواند دارای یک یا دو باطری به صورت پشتیبان باشد.

Memory types of the S7-400H CPUs

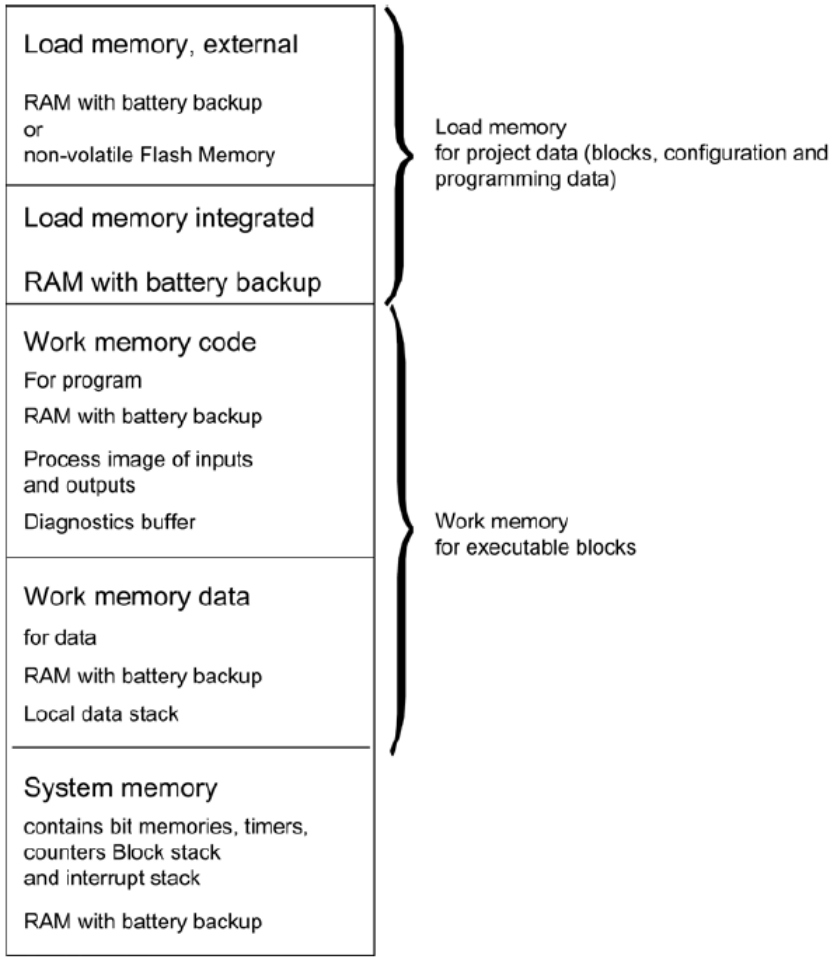
- Load memory for the project data, e.g. blocks, configuration, and parameter settings.
- Work memory for the runtime-relevant blocks (logic blocks and data blocks).
- System memory (RAM) contains the memory elements that each CPU makes available to the user program, such as bit memories, timers and counters. System memory also contains the block stack and interrupt stack.
- System memory of the CPU also provides a temporary memory area (local data stack, diagnostics buffer, and communication resources) that is assigned to the program for the temporary data of a called block. This data is only valid as long as the block is active.

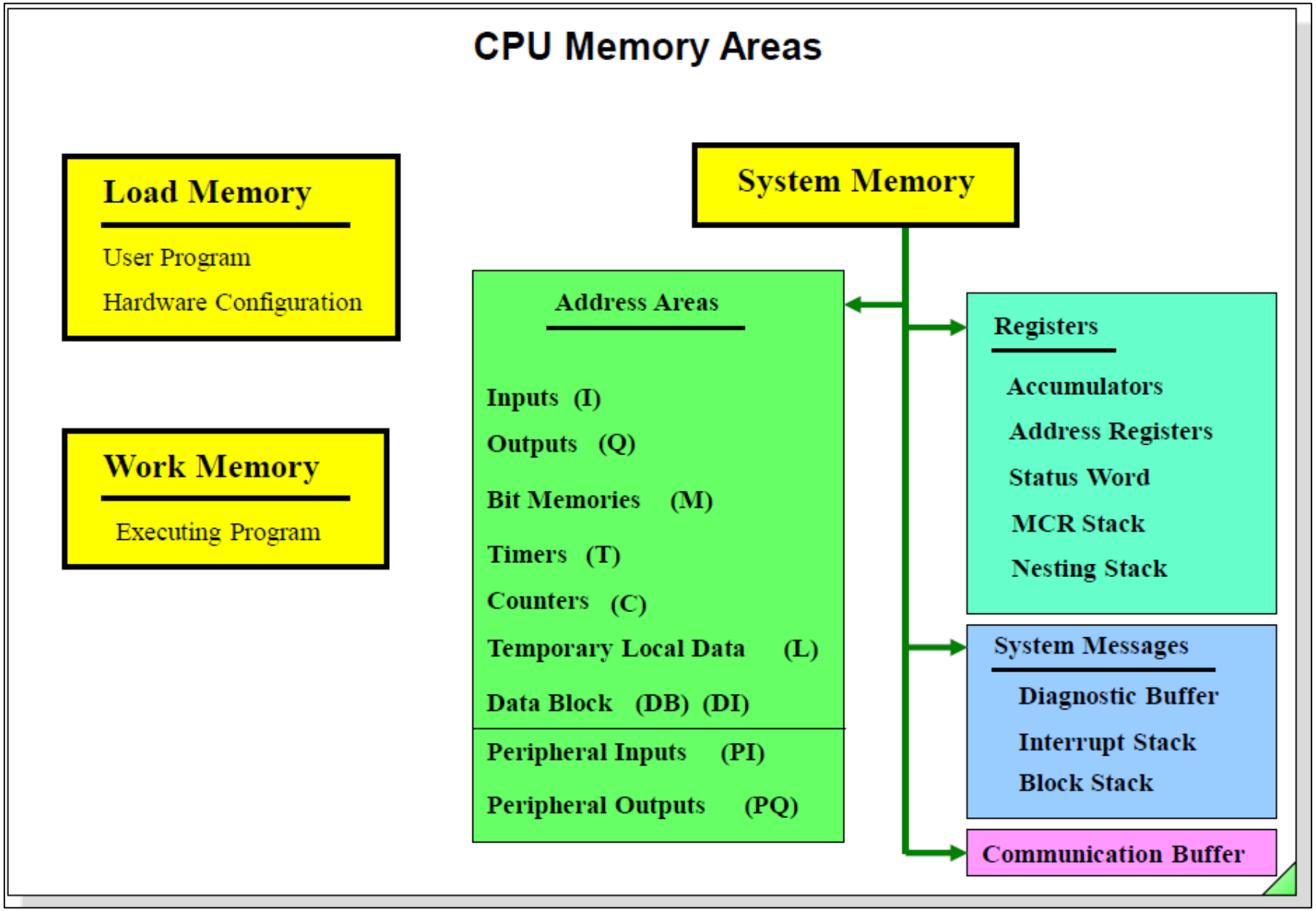
  By changing the default values for the process image, local data, diagnostics buffer, and communication resources (see object properties of the CPU in HW Config), you can influence the work memory available to the runtime-relevant blocks.

فضای حافظه در CPU های سری H

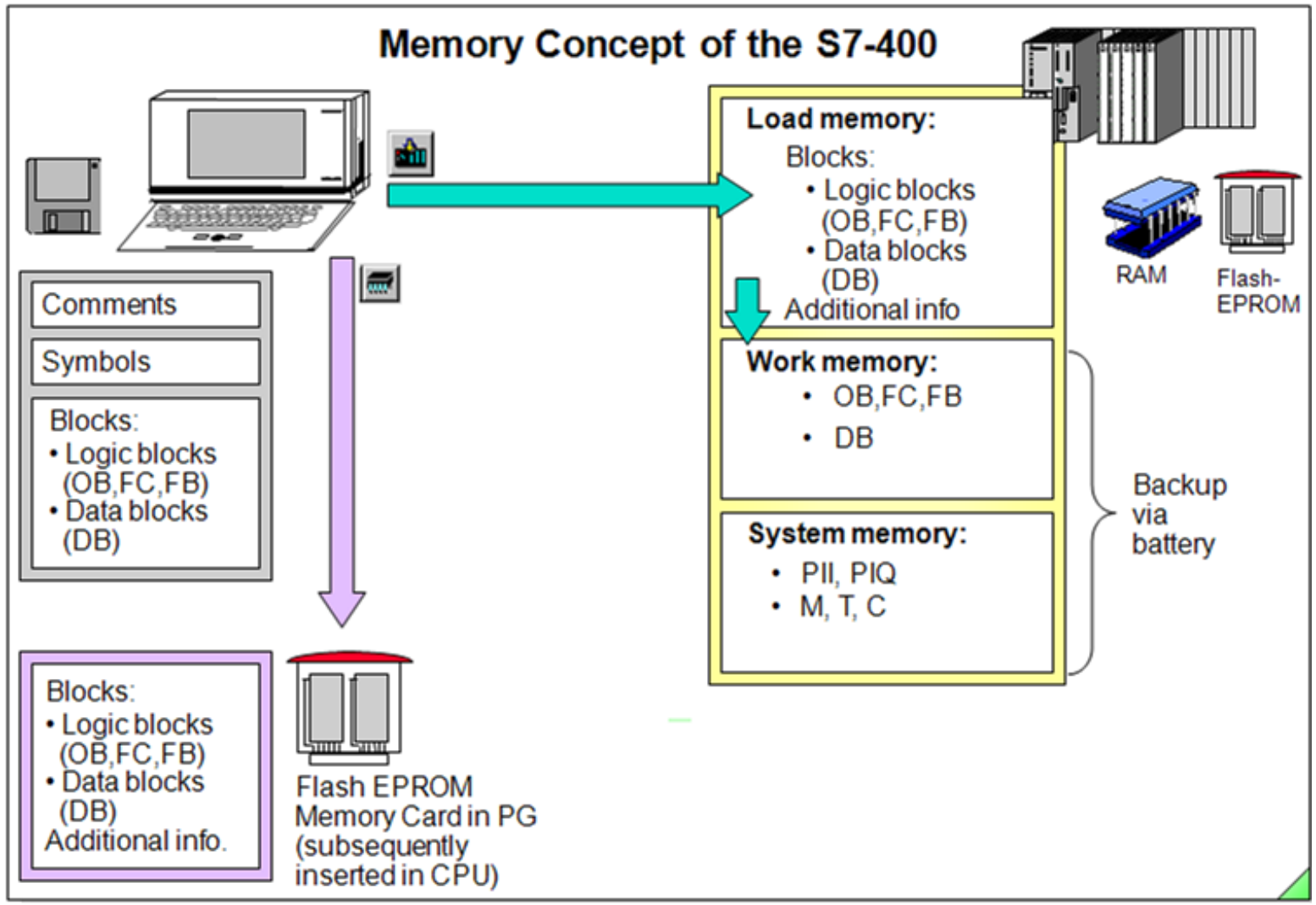
Organization of Memory Areas

The memory of the S7-400H CPUs can be divided into the following areas:




CPU Memory Areas
Load Memory
User Program
Hardware Configuration
Work Memory
Executing Program
System Memory
Address Areas
Inputs (I)
Outputs (Q)
Bit Memories (M)
Timers (T)
Counters (C)
Temporary Local Data (L)
Data Block (DB) (DI)
Peripheral Inputs (PI)
Peripheral Outputs (PQ)
Registers
Accumulators
Address Registers
Status Word
MCR Stack
Nesting Stack
System Messages
Diagnostic Buffer
Interrupt Stack
Block Stack
Communication Buffer

مفهوم حافظه در S7-400



Flexible memory space

● Work memory:

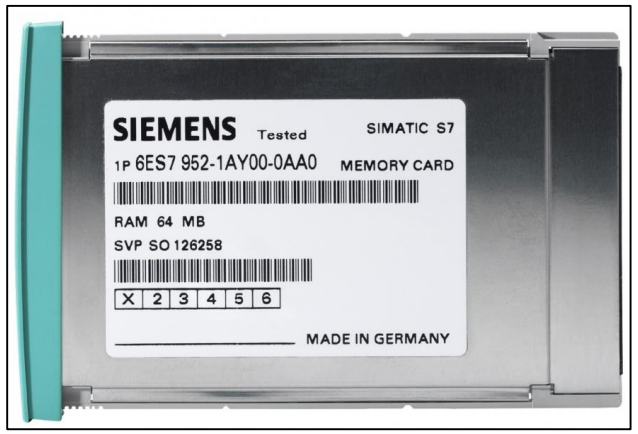
The capacity of the work memory is determined by selecting the appropriate CPU from the graded range of CPUs.

● Load memory:

The integrated load memory is sufficient for small and medium-sized programs. The load memory can be increased for larger programs by inserting the RAM memory card.

Flash memory cards are also available to ensure that programs are retained in the event of a power failure even without a backup battery. Flash memory cards (8 MB or more) are also suitable for sending and carrying out operating system updates.

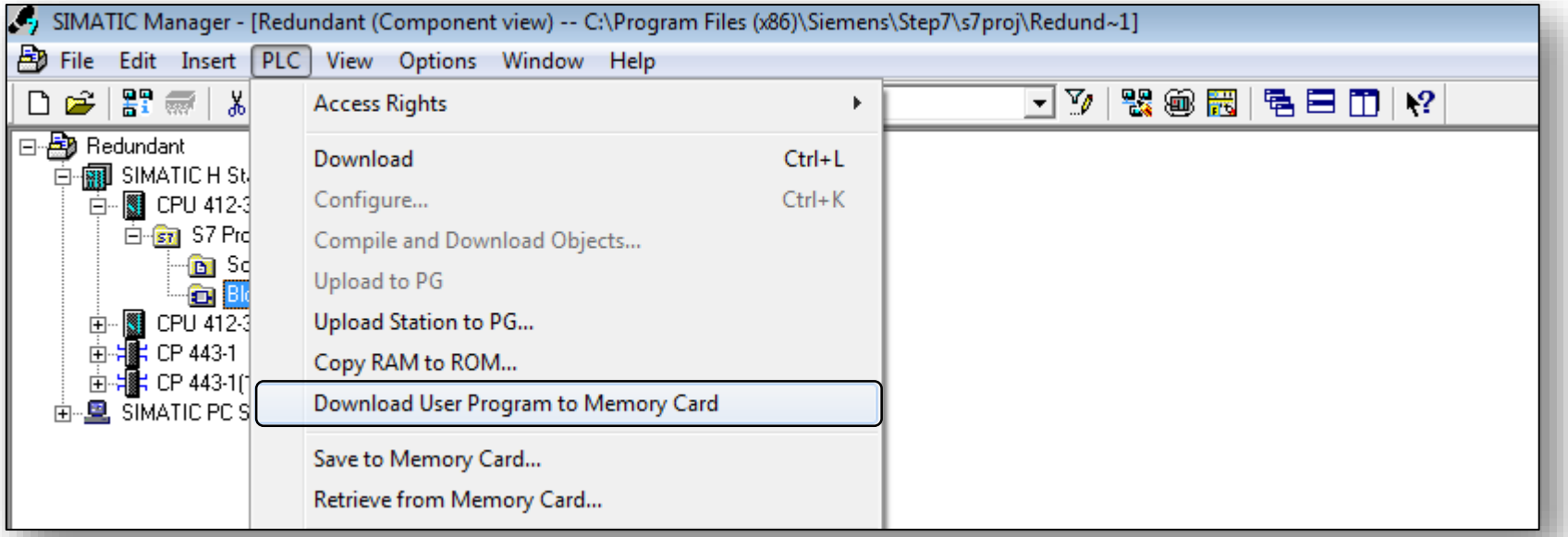
در بسیاری از پروژه ها با توجه به حجم برنامه کنترلی، نیاز به توسعه حافظه Load Memory داخلی CPU می باشد. این موضوع معمولا توسط یک کارت بیرونی از جنس RAM انجام می شود. پس یک کارت حافظه در S7-400 می تواند از جنس RAM باشد. در این صورت CPU دارای یک حافظه یکپارچه از ترکیب حافظه داخلی و کارت حافظه می باشد.



عملیات دانلود در این حالت به صورت معمولی و توسط گزینه دانلود انجام می شود. دانلود بلوک های برنامه و اعمال تغییرات، در حالت Run نیز امکان پذیر می باشد.نکته قابل توجه، پاک شدن اطلاعات کارت RAM در زمان خارج شدن از اسلات مربوطه و قطع شدن تغذیه در صورت نبود باطری می باشد. پس توسط این کارت امکان داشتن یک نسخه پشتیبان از برنامه بدون وجود باطری، وجود ندارد.

توسعه حافظه Load Memory توسط کارت از جنس Flash نیز امکان پذیر می باشد، ولی کمتر بدین منظور استفاده می شود. از کارت حافظه Flash معمولا جهت داشتن یک نسخه پشتیبان از برنامه استفاده می شود. با خارج شدن کارت از اسلات مربوطه یا نبود باطری، اطلاعات داخل کارت پاک نمی شود. لازم به ذکر هست که استفاده از کارت Flash می بایست با رعایت نکاتی همراه باشد:

- دانلود برنامه بر روی کارت Flash به صورت معمولی و توسط گزینه Download در نرم افزار انجام نمی شود. برای دانلود پروژه بر روی Flash می بایست از گزینه مشخص شده در شکل زیر استفاده نمود.



- در زمان دانلود پروژه بر روی کارت Flash، حتما سیستم می بایست در وضعیت Stop باشد.
- دانلود بر روی Flash می بایست به صورت کلی انجام شود.
- پروگرام کردن کارت فلش توسط PG یا پروگرامر خارج از اسلات CPU نیز امکان پذیر می باشد.

Memory card slot

You can insert a memory card into this slot.

There are two types of memory card:

- **RAM cards**

You can expand the CPU loading memory with the RAM card.

- **Flash cards**

A FLASH card can be used for fail-safe backup of the user program and data without a backup battery. You can program the flash card either on the programming device or in the CPU. The flash card also expands the load memory of the CPU.

Data stored on the memory card

The following data can be stored on memory card:

- The user program, i.e. the OBs, FBs, FCs, DBs and system data
- Parameters that determine the behavior of the CPU
- Parameters that determine the behavior of I/O modules
- The full set of project files on suitable memory cards.

Types of memory cards for the S7–400

Two types of memory card are used for the S7-400:

- RAM cards
- Flash cards

What type of memory card to use?

Whether you use a RAM card or a Flash card depends on your application.

If you ...	then ...
also want to be able to edit your program in RUN,	use a **RAM card**
want to keep a permanent backup of your user program on the memory card when power is off, i.e. without a backup battery or outside the CPU,	use a **Flash card**

Insert the RAM card to download the user program to the CPU. Download the user program in STEP 7 by selecting "PLC > Download

You can load the entire user program or individual elements such as FBs, FCs, OBs, DBs, or SDBs to the load memory when the CPU is in STOP or Run mode.

When you remove the RAM card from the CPU, the information stored on it will be lost. The RAM card is not equipped with an integrated backup battery.

If the power supply is equipped with an operational backup battery, or the CPU is supplied with an external backup voltage at the "EXT. BATT." input, the RAM card contents are retained when power is switched off, provided the RAM card remains inserted in the CPU and the CPU remains inserted in the rack.

If you use a Flash card, there are two ways of loading the user program:

- Use the mode selector switch to set the CPU to STOP. Insert the FLASH card into the CPU, and then download the user program to the Flash card in STEP 7 by selecting "PLC > Download user program to Memory Card".

- Load the user program into the Flash card in offline mode on the programming device/programming adapter, and then insert the FLASH card into the CPU.

The FLASH card is a non-volatile memory, i.e. its data are retained when it is removed from the CPU or your S7-400 is being operated without backup voltage (without a backup battery in the power supply module or external backup voltage at the "EXT. BATT." input of the CPU).

You always download the full user program to a FLASH card

Downloading additional user program elements

You can download further elements of the user program from the programming device to the integrated load memory of the CPU. Note that the content of this integrated RAM area will be deleted if the CPU performs a memory reset, i.e. load memory is updated with the user program stored on the FLASH card after a CPU memory reset.

What memory card capacity to use?

The capacity of your memory card is determined by the scope of the user program.

Determining memory requirements using SIMATIC Manager

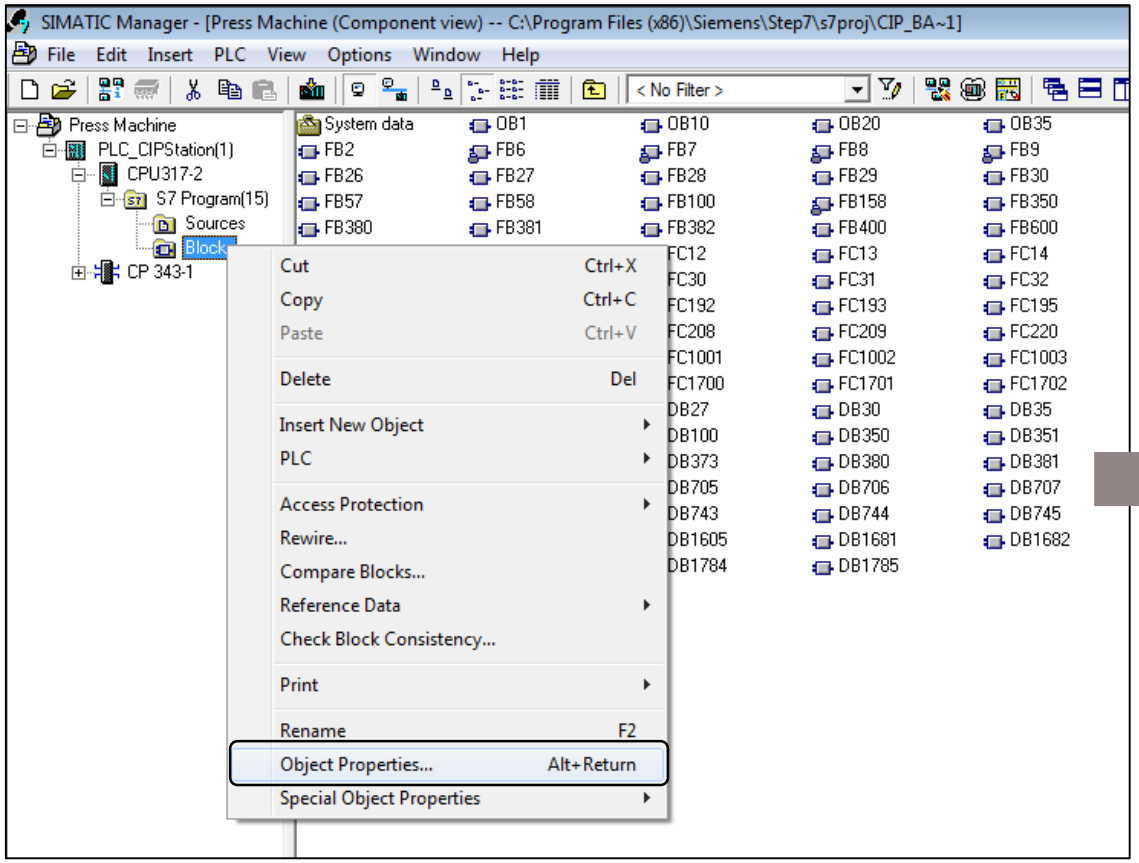
You can view the block lengths offline by selecting the "Properties - Block folder offline"dialog box (Blocks > Object Properties > Blocks tab).

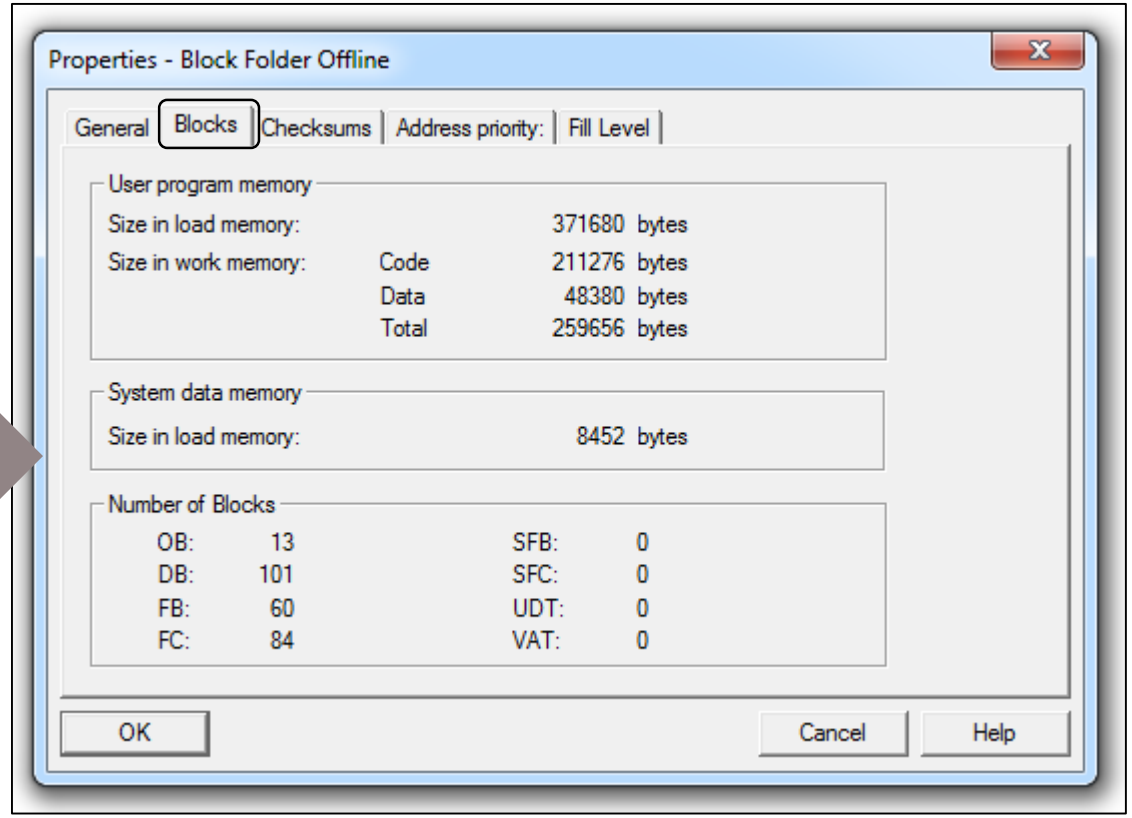
The offline view shows the following lengths:

- Size (sum of all blocks, without system data) in load memory of the PLC
- Size (sum of all blocks, without system data) in the RAM of the PLC

Block lengths on the engineering device (PG/PC) are not shown in the properties of the block container.

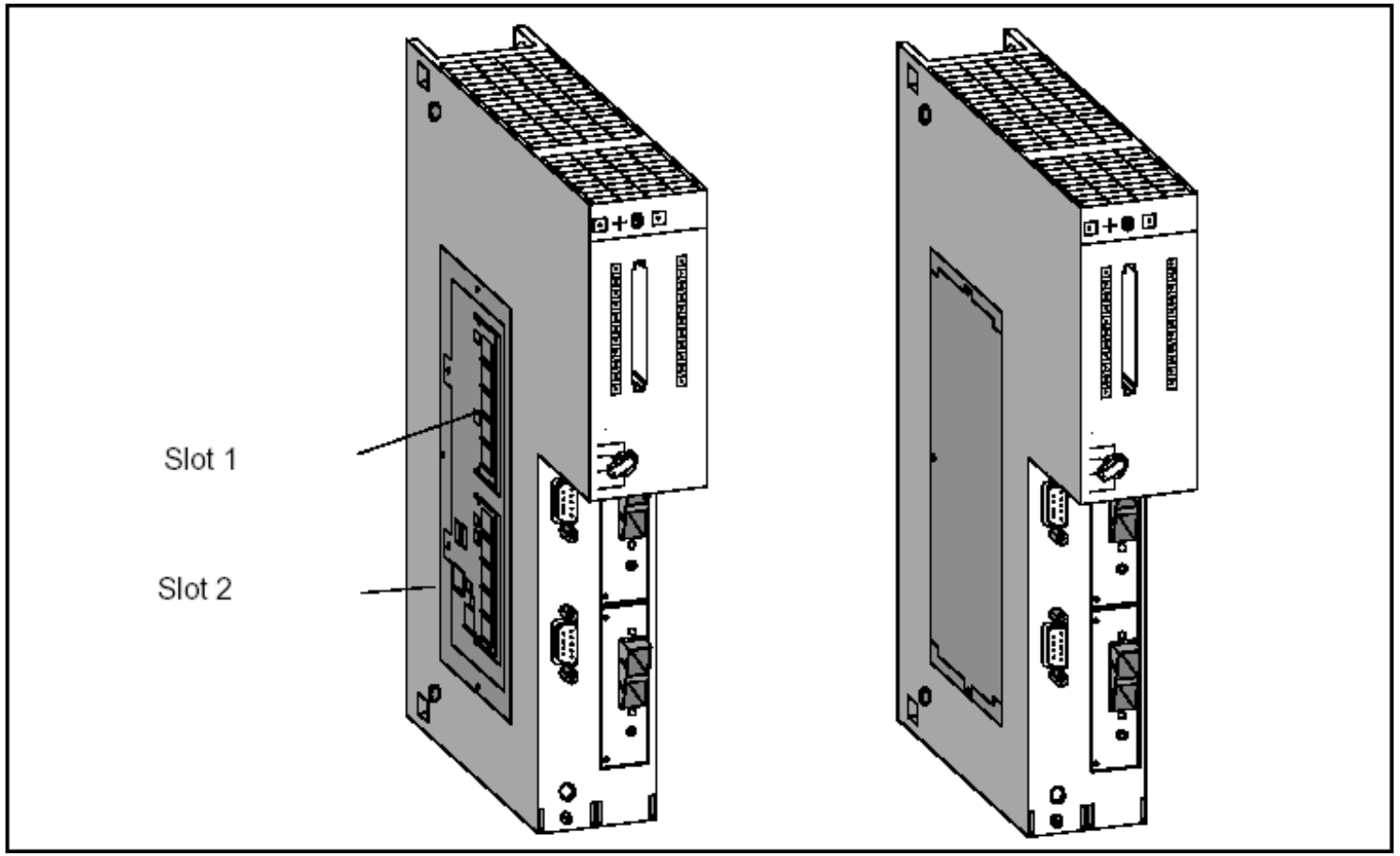
مسیر مشاهده حجم برنامه



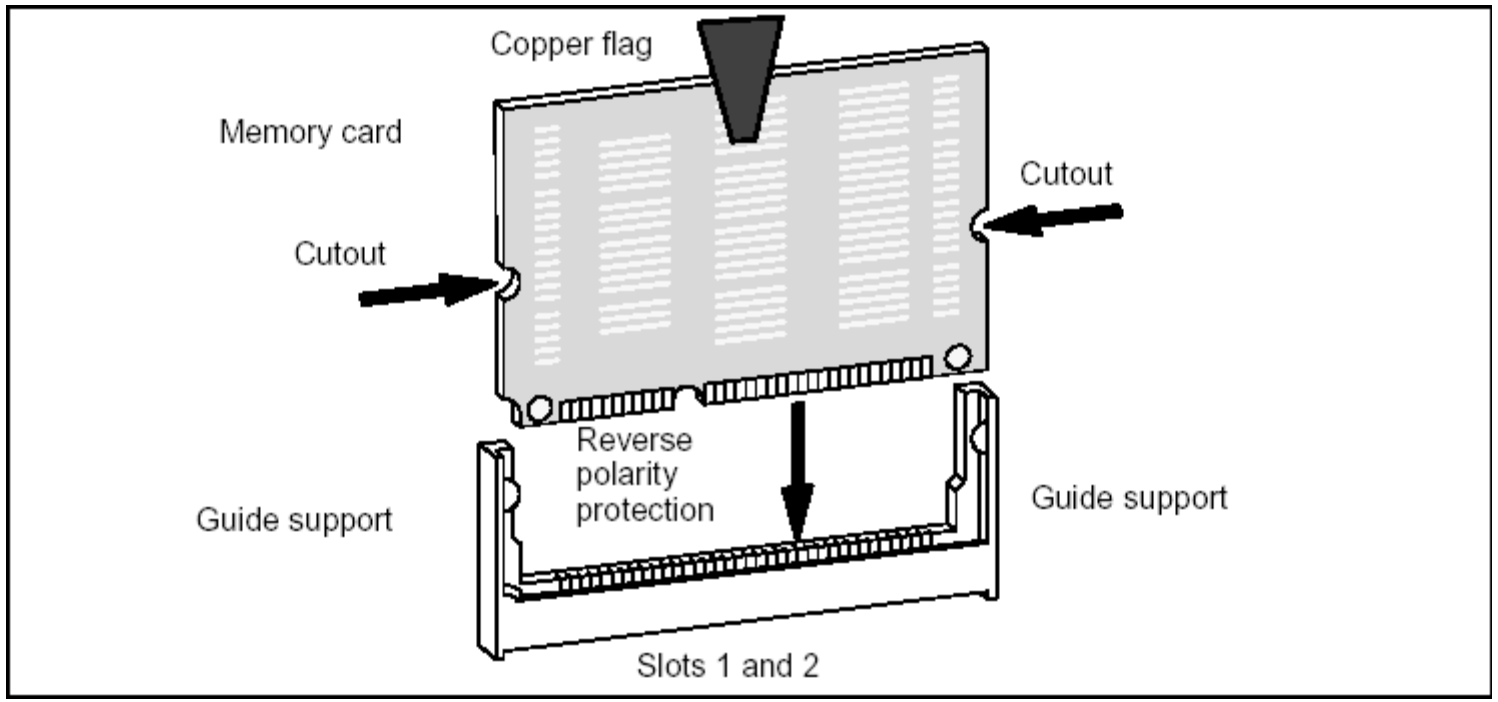


همانطور که در شکل فوق مشاهده می کنید، فضای حافظه Work Memory و Load Memory مورد نیاز برای اجرای این برنامه نیز مشخص می باشد. لازم به ذکر است که فضای حافظه Work Memory جزء فضای داخلی CPU می باشد و جزء در یک CPU، امکان توسعه وجود ندارد. بخش های اجرایی برنامه جهت اجرا به این حافظه منتقل می شوند.

Expanding the Working Memory of the CPU 417-4 H with Memory Modules



Memory Modules



Combination	Slot 1	Slot 2
1	2 Mbytes	–
2	4 Mbytes	–
3	4 Mbytes	2 Mbytes
4	4 Mbytes	4 Mbytes

بررسی مدهای کاری در S7-400H

معرفی

یک سیستم S7-400H شامل دو Subsystem پیکربندی شده به صورت Redundant می باشد که توسط ماژول های سنکرون ساز و فیبر نوری با یکدیگر در ارتباط می باشند. در یک سیستم H تمامی اجزا به طور همزمان در حال کار می باشند و هدف، کاهش زمان توقف در صورت ایجاد خطا در سیستم کنترل می باشد.

در ادامه برای معرفی از دو عبارت Master و Reserve برای Subsystem ها استفاده می کنیم. کنترلر Reserve همیشه در هماهنگی با Master تمامی وقایع را پردازش می کند. در واقع یک برنامه یکسان توسط هر دو اجرا می شود.

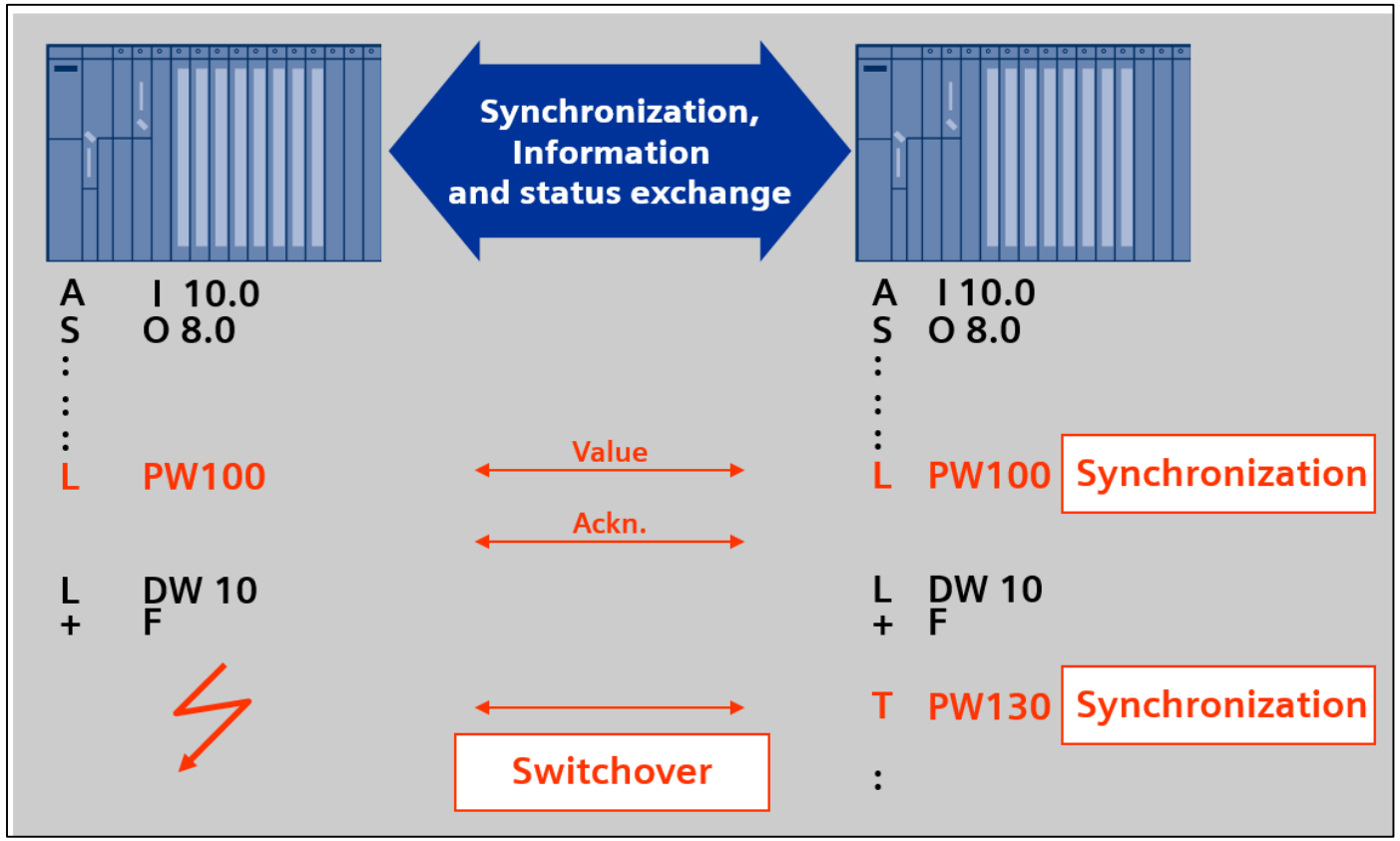
اختصاص Master/Slave

هنگامی که S7-400H در ابتدا روشن می شود، CPU که زودتر راه اندازی(Startup) شود، به عنوان Master و CPU دیگر به عنوان Reserve در نظر گرفته می شود. در ادامه Master/Reserve اختصاص داده شده در زمان Power Up حفظ می شود. وضعیت Master/Reserve در شرایط زیر تغییر می کنند:

- ✓ CPU رزرو زودتر از CPU مستر راه اندازی شود(حداقل ۳ ثانیه)
- ✓ CPU مستر دچار فالت شود و در مد Redundant به وضعیت STOP رود.
- ✓ برنامه ریزی توسط بلوک SFC90-H-CTRL

عملیات سنکرون سازی subsystem ها

Master و Reserve توسط فیبر نوری به یکدیگر لینک می شوند. هر دو پردازنده توسط این اتصال، برنامه اجرایی و رویدادها را اجرا می کنند.



عملیات سنکرون سازی به صورت اتوماتیک توسط سیستم عامل انجام می شود. در واقع برای سنکرون سازی در این حالت، نیاز به برنامه نویسی نمی باشد.سنکرون سازی در S7-400H به صورت Event-driven می باشد. منظور از این عبارت یعنی دیتای پردازنده مستر و رزرو در زمان رخ دادن یک رویداد که ممکن است وضعیت داخلی متفاوتی برای Subsystem ها ایجاد کند، سنکرون می شوند.

Master و Reserve در شرایط زیر با یکدیگر سنکرون می شوند:

- There is direct access to the I/O
- Interrupts occur
- User timers (e.g. S7 timers) are updated
- Data is modified by communication functions

در سنکرون سازی به صورت Event Driven این ضمانت وجود دارد که در صورت ایجاد فالت در Master، ادامه کار توسط پردازنده Reserve بدون وقفه ادامه یابد.

مد Self-Test

در سیستم H وجود خطا می بایست در اسرع وقت شناسایی و گزارش شود. به همین دلیل در S7-400H از مد Self-Test استفاده می شود که این مد به صورت اتوماتیک Run می شود. در این مد موارد زیر تست می شوند:

- Coupling of the central racks
- Processor
- Internal memory of the CPU
- I/O bus

اجرای یک Self-Test کامل در اولین Power On ممکن است بین 10 تا 15 دقیقه بسته به حجم Load Memory به طول انجامد. یک Self-Test کامل زمانی که سیستم برای بار اول راه اندازی می شود، اجرا می گردد. با خارج شدن CPU از اسلات و یا رخ دادن یک Power On بدون وجود ولتاژ Backup، منجر به اجرای یک Self-Test کامل می شود. اگر ولتاژ Backup در زمان خاموش شدن تغذیه برقرار باشد و به شرط خارج نشدن CPU از اسلات، زمان Self-Test در راه اندازی های بعدی کوتاه می باشد. اگر در مد Self-Test خطایی تشخیص داده شود، سیستم در مد Redundant قرار نمی گیرد و دلیل خطا در بافر تشخیص ثبت می شود.

Hardware fault with one-sided call of OB 121

If a hardware fault occurs with a one-sided OB 121 call for the first time since the previous POWER ON without backup, the faulty CPU enters ERROR-SEARCH mode. The fault tolerant system switches to standalone mode. The cause of the error is written to the diagnostic buffer.

اجرای مد Self-Test در مد Run و تقسیم آن به بخش های کوچکتر

In Run the operating system splits the self-test routine into several small program sections ("test slices") which are processed in multiple successive cycles. The cyclic self-test is organized to perform a single, complete pass in a certain time. The default time of 90 minutes can be modified in the configuration.

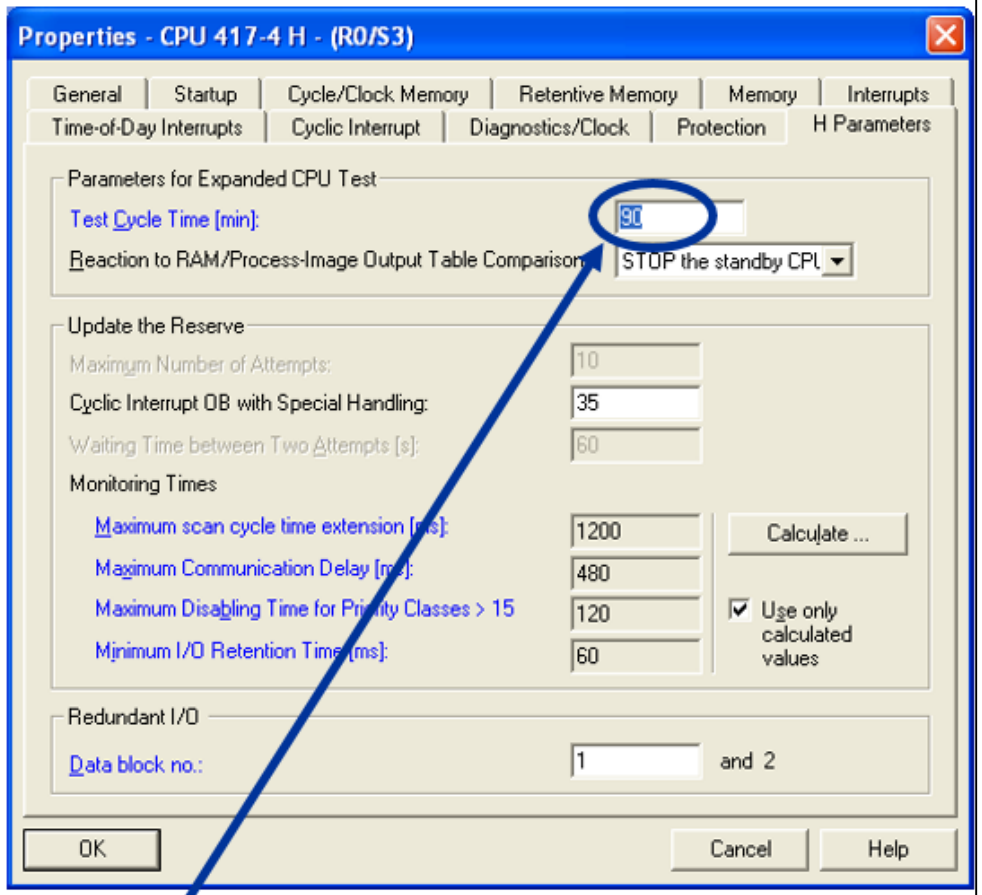
Self-test

Scope:

- CPU
- Memory
- Synchronization link

Organization:

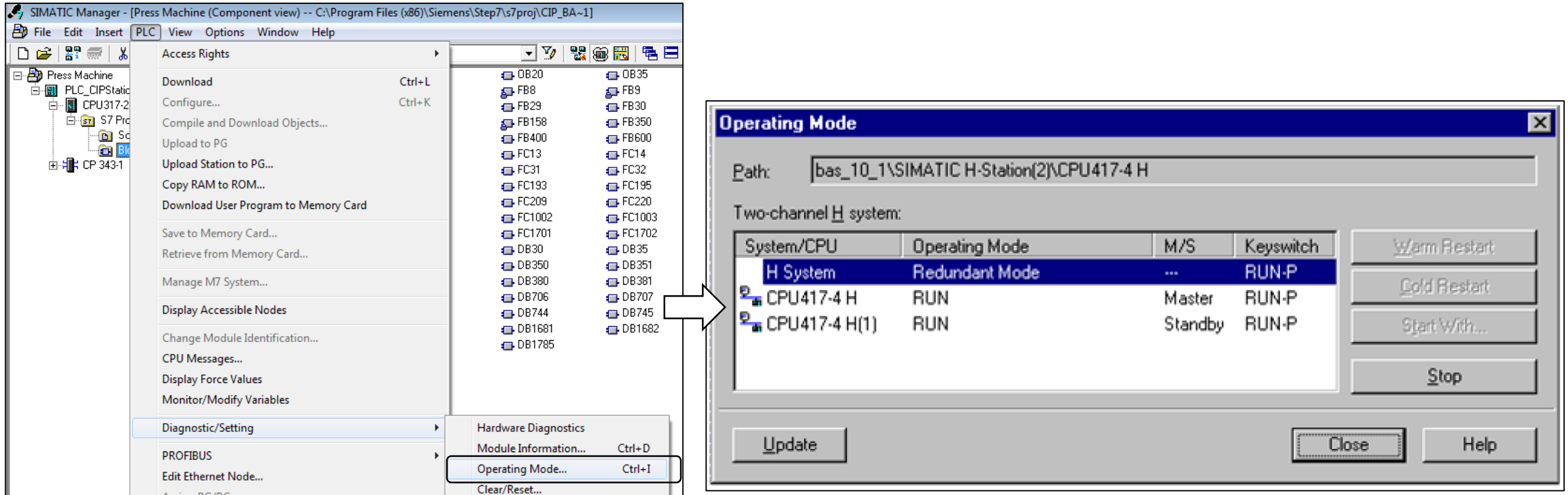
- Startup self-test
  - Complete test
- Self-test in cyclic mode
  - Executes permanently as background task
  - Executes in its entirety within a specifiable amount of time (default: 90 minutes)



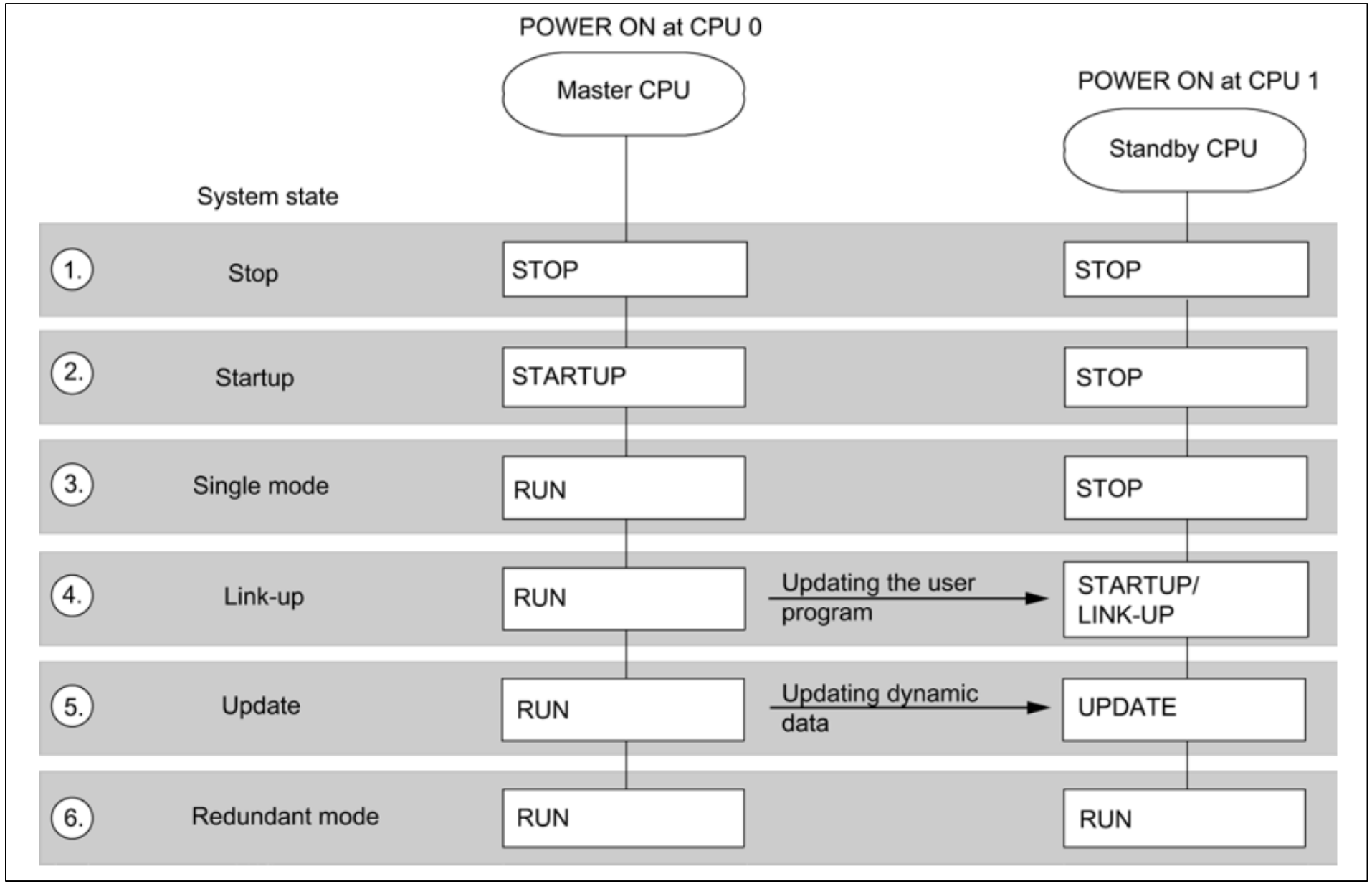
S7-400H دارای مدهای زیر می باشد:

System states of the S7–400H	Operating states of the two CPUs	
	Master	Reserve
Stop	STOP	STOP, power off, DEFECTIVE
Start-up	STARTUP	STOP, power off, DEFECTIVE, no synchronization
Single mode	RUN	STOP, ERROR-SEARCH, power off, DEFECTIVE, no synchronization
Link-up	RUN	STARTUP, LINK-UP
Update	RUN	UPDATE
Redundant	RUN	RUN
Hold	HOLD	STOP, ERROR-SEARCH, power off, DEFECTIVE, no synchronization

در نرم افزار STEP 7 توسط گزینه Operating Mode، مد کاری سیستم قابل مانیتور و تغییر می باشد.



مدهای کاری یک سیستم H از زمان Power On تا قرار گرفتن سیستم در مد Redundant



Point	Description
1.	After the power supply has been turned on, the two CPUs (CPU 0 and CPU 1) are in STOP state.
2.	CPU 0 changes to the STARTUP state and executes OB 100 or OB 102 according to the startup mode; see also section STARTUP mode (Page 125).
3.	If startup is successful, the master CPU (CPU 0) changes to standalone mode. The master CPU executes the user program alone. At the transition to the LINK-UP system state, no block may be opened by the "Monitor" option, and no tag table may be active.
4.	If the standby CPU (CPU 1) requests LINK-UP, the master and standby CPUs compare their user programs. If any differences are found, the master CPU updates the user program of the standby CPU, see also section LINK-UP and UPDATE modes (Page 126).
5.	After a successful link-up, updating is started, see section Update sequence (Page 143). The master CPU updates the dynamic data of the standby CPU. Dynamic data includes inputs, outputs, timers, counters, bit memories and data blocks. Following the update, the memories of both CPUs have the same content; see also section LINK-UP and UPDATE modes (Page 126).
6.	The master and standby CPUs are in RUN after the update. Both CPUs process the user program in synchronous mode. Exception: Master/standby changeover for configuration/program modifications. The redundant system state is only supported with CPUs of the same version and firmware version.

مد Startup

در این مد پردازنده Master وضعیت I/O های موجود را با کانفیگ سخت افزاری محیط STEP7 مقایسه می کند. این مد تنها توسط Master انجام می شود. اگر در این مد تفاوتی تشخیص داده شود، سیستم H همانند یک CPU معمولی S7-400 رفتار می کند. در این مد با توجه به نوع راه اندازی، برنامه موجود در بلوک های OB مربوط به Startup اجرا می شوند.

Startup processing by the master CPU

The startup system mode of an S7-400H is always processed by the master CPU. During STARTUP, the master CPU compares the existing I/O configuration with the hardware configuration that you created in STEP 7. If any differences are found, the master CPU reacts in the same way as a standard S7-400 CPU.

The master CPU checks and parameterizes the following:

- the switched I/O devices
- its assigned one-sided I/O devices

Startup of the standby CPU

The standby CPU startup routine does not call an OB 100 or OB 102. The standby CPU checks and parameterizes the following:

- its assigned one-sided I/O devices

وضعیت چراغ های روی CPU در زمان Startup به صورت زیر می باشد:

1. All LEDs light up
2. The STOP LED flashes as it does during a memory reset
3. The Run and STOP LEDs flash for about 2 seconds
4. The Run LED flashes briefly 2 to 3 times
5. The STOP LED lights up for about 25 seconds
6. The Run LED restarts flashing Start up is about to begin.

مد Linkup و Update

اگر مد Startup با موفقیت به پایان برسد، Master به صورت Standalone بالا می آید. در این حالت برنامه کاربر به تنهایی توسط Master اجرا می شود. در ادامه پردازنده Standby تقاضای رفتن به مد Linkup را می کند. در این مد نباید بلوک برنامه یا جدول VATدر حالت Monitor باشد. پردازنده Master قبل از اینکه به مد Redundant برود، در مد Linkup محتوای حافظه مربوط به پردازنده Standby را چک می کند. اگر تفاوتی تشخیص داده شود، برنامه کاربر در Standby آپدیت می شود. شرایط هر دو CPU در مد Linkup به صورت زیر می باشد.

The master CPU is always in Run mode and the reserve CPU is in LINK-UP or UPDATE mode during the link-up and update phases.

بعد از گذر از مد Linkup ، پردازنده Master در مد Update، شروع به آپدیت کردن دیتاهای Dynamic پردازنده Standby می کند. این دیتاها فضاهای Input ، Output ، Memory، Timer ، Counter ، و DB می باشند.

مد Linkup و Update توسط چراغ های REDF هر دو CPU نمایش داده می شود. در مد Linkup چراغ ها با فرکانس 0.5HZ و در مد Update با فرکانس 2HZ چشمک می زنند.

دو نوع مد Linkup و Update وجود دارد:

۱-اجرای این مدها به صورت نرمال: زمانی که سیستم H می خواهد از مد Standalone به مد Redundant سوئیچ شود. بعد از گذر از این دو مد، هر دو CPU ، یک برنامه یکسان را در مد Redundant اجرا می کنند.

۲-اجرای این مد در زمان Changeover یا جابه جایی: در این حالت CPU دوم وظیفه کنترل پروسه را بر عهده می گیرد.

نحوه استارت مد Linkup و Update

در وضعیت اولیه سیستم: در مد Single Mode زمانی که یکی از CPU ها در وضعیت Run قرار می گیرد.

۱-زمانی که سوئیچ پردازنده Standby از وضعیت STOP به Run تغییر حالت می دهد.

۲-در زمان Power On پردازنده Standby(سوئیچ در وضعیت Run باشد)

۳-کنترل توسط PG/PC

If a link-up and update operation is interrupted on the standby CPU (for example due to POWER OFF, STOP), this may cause data inconsistency and lead to a memory reset request on this CPU. The link-up and update

مد Redundant

در مد Redundant هر دو CPU همیشه در وضعیت Run می باشند و چراغ های REDF هر دو CPU خاموش می باشند. در این مد هر دو CPU به طور هزمان یک برنامه یکسان را اجرا می کنند.

In redundant system mode it is not possible to test the user program with breakpoints.

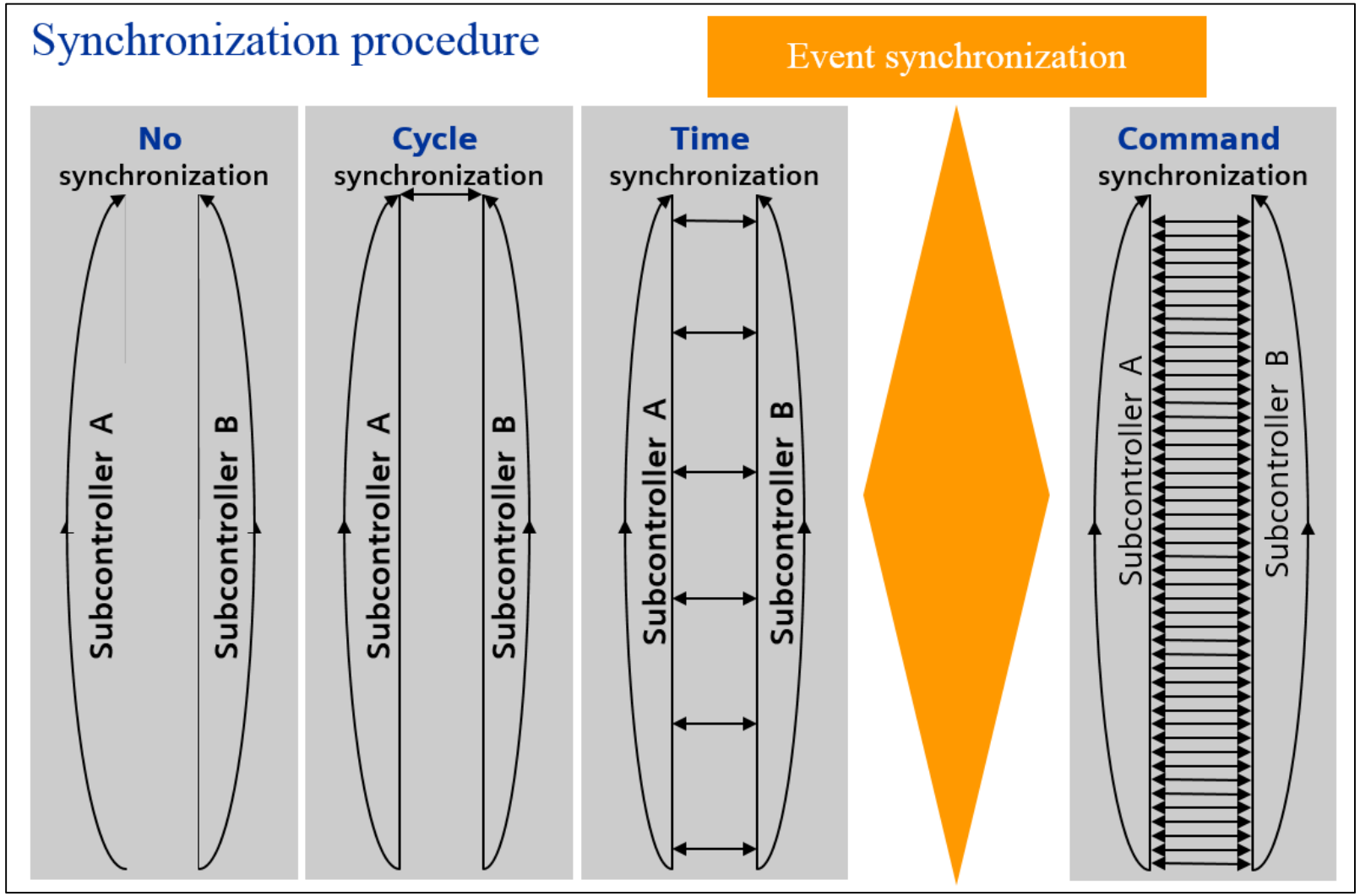
The redundant system state is only supported with CPUs of the same version and firmware version. Redundancy will be lost if one of the errors listed in the following table occurs.

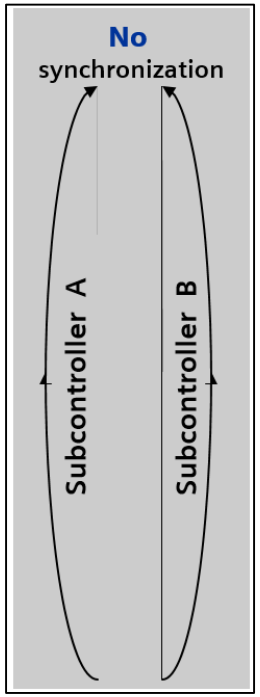
برخی از دلایلی که منجر به خارج شدن سیستم H از مد Redundant می شوند:

Cause of error	Reaction
Failure of one CPU	Failure and replacement of a CPU (Page 253)
Failure of the redundant link (synchronization module or fiber-optic cable)	Failure and replacement of a synchronization module or fiber-optic cable (Page 259)
RAM comparison error	ERROR-SEARCH mode (Page 128)

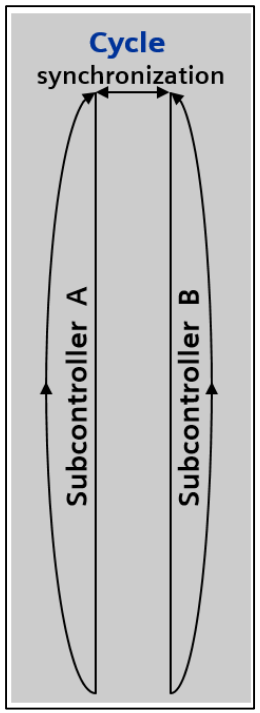
روش های سنکرون سازی

یکی از نکات مهم در سیستم های Redundant، بحث روش سنکرون سازی بین دو CPU می باشد. این موضوع ارتباط مستقیم با آپدیت بودن دیتا در زمان Switchover می باشد. در شکل زیر روش های سنکرون سازی بین دو پردازنده A و B را مشاهده می کنید.

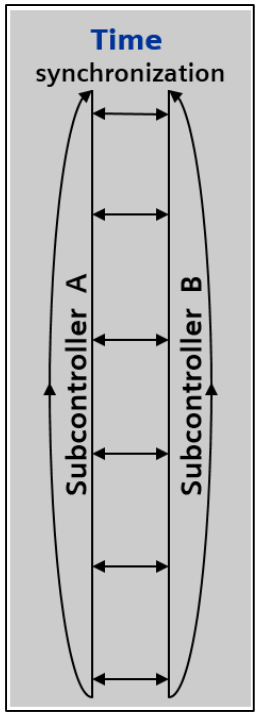




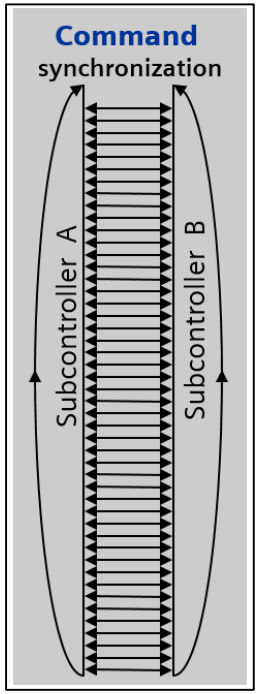
در حالت ۱ پردازنده ها مستقل از یکدیگر کار پردازش را انجام می دهند و هیچ عملیات سنکرون سازی وجود ندارد.



در حالت ۲ که نوع سنکرون سازی به صورت سیکلی می باشد، عملیات سنکرون سازی ابتدای هر سیکل بین دو CPU انجام می شود.

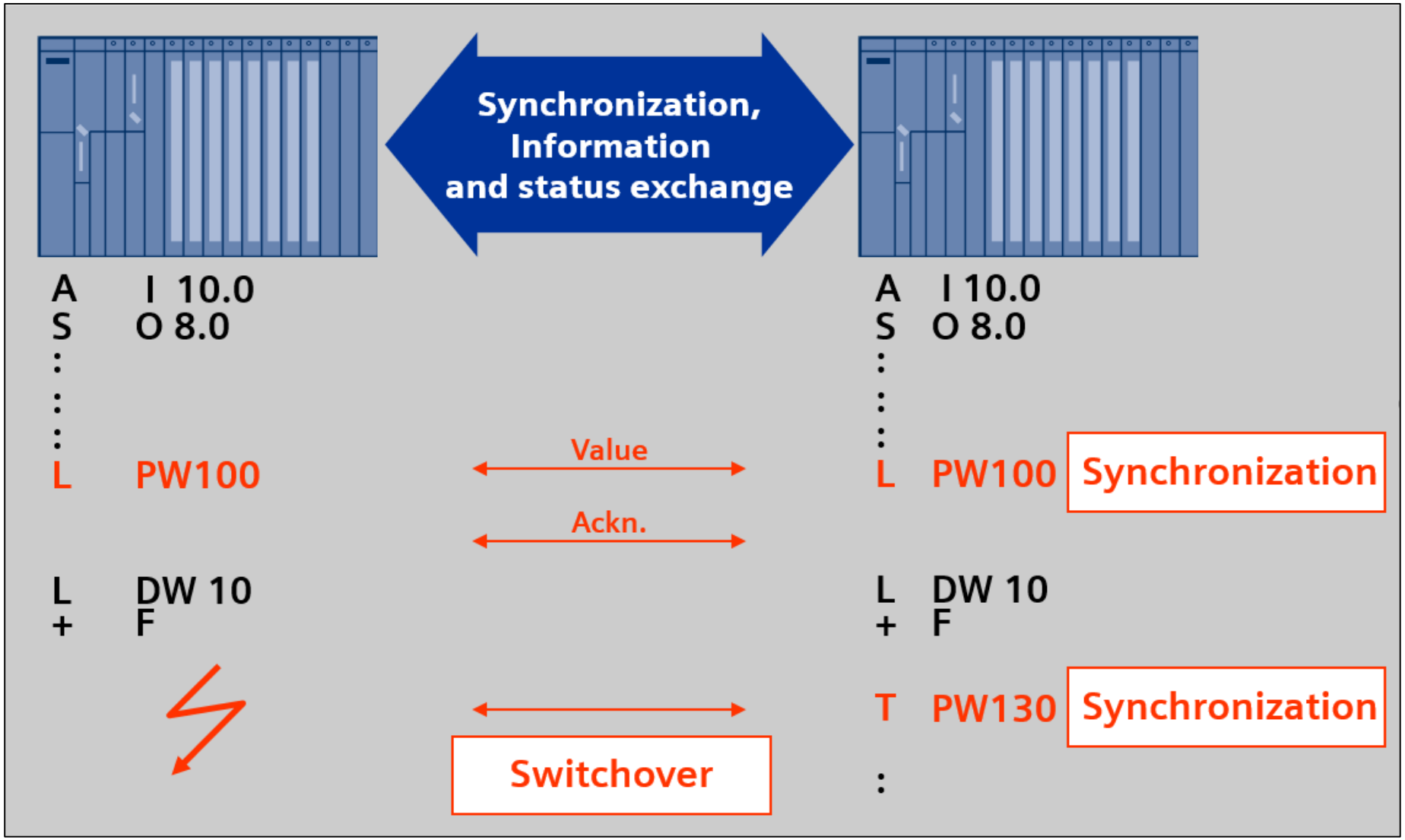


در حالت ۳، در فواصل مختلف زمانی مشخص در هر سیکل، عملیات سنکرون سازی بین دو CPU انجام می شود.



در حالت ۴، با اجرای هر خط از برنامه، عملیات سنکرون سازی انجام می شود. در واقع در این حالت سنکرون سازی به روش Command synchronization می باشد. یعنی مقادیر با اجرای هر خط از برنامه به روز می شوند. همانطور که مشخص می باشد، در این حالت دیتای بین هر دو کنترلر دارای اطمینان بیشتری بوده و همچنین در زمان Switchover، پردازنده بعدی با آخرین و جدیدترین اطلاعات پردازنده قبلی، کنترل پروسه را بر عهده می گیرد. در سیستم H عملیات سنکرون سازی بدین صورت می باشد.

در شکل زیر نحوه سنکرون سازی به صورت Command synchronization را ملاحظه می کنید.



نکات نصب سخت افزار یک سیستم H پایه:

1. Assemble both modules of the S7-400H automation system as described in the S7-400 Automation Systems, Installation and Module Specifications manuals.

2. Set the rack numbers using the switch on the rear of the CPUs. An incorrectly set rack number prevents online access and the CPU might not start up.

3. Install the synchronization modules in the CPU. See chapter Synchronization modules

4. Connect the fiber-optic cables.
Always interconnect the two upper and two lower synchronization modules of the CPUs. Route your fiber-optic cables so that they are reliably protected against any damage. You should also always make sure that the two fiber-optic cables are routed separately. This increases availability and protects the fiber-optic cables from potential double errors caused, for example, by interrupting both cables at the same time.
Furthermore, always connect at least one fiber-optic cable to both CPUs before you switch on the power supply or the system. Otherwise both CPUs may execute the user program as master CPU.

5. Configure the distributed I/O as described in the ET 200M Distributed I/O Device manual.

نکات نصب سخت افزار یک سیستم H پایه:

6. Connect the programming device to the first fault-tolerant CPU (CPU0). This CPU will be the master of your S7-400H.

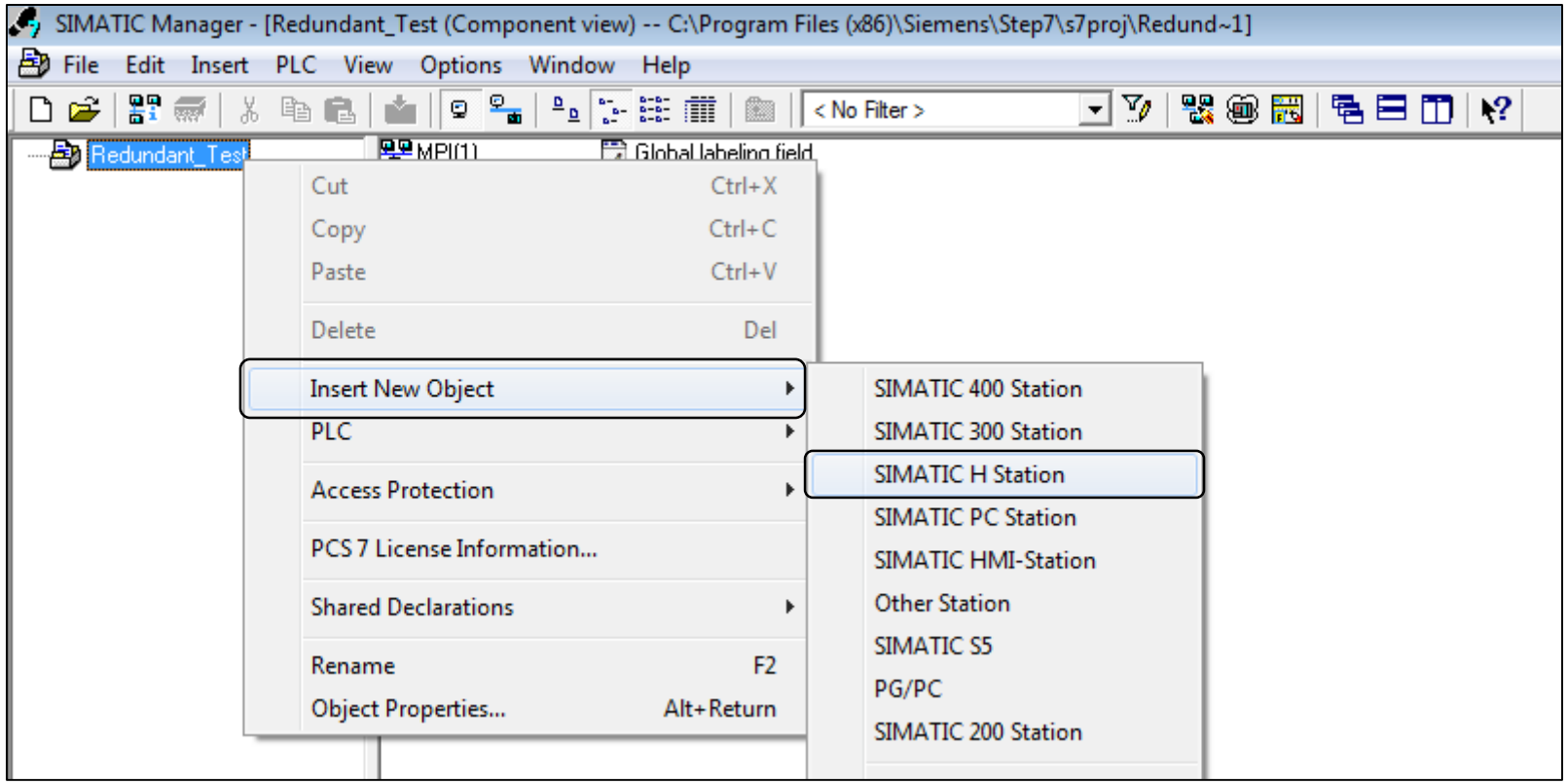
7. A high-quality RAM test (self-test) is executed after POWER ON. The self-test takes at least 10 minutes.

The CPU cannot be accessed and the STOP LED flashes for the duration of this test. If you use a backup battery, this test is no longer performed when you power up in future.

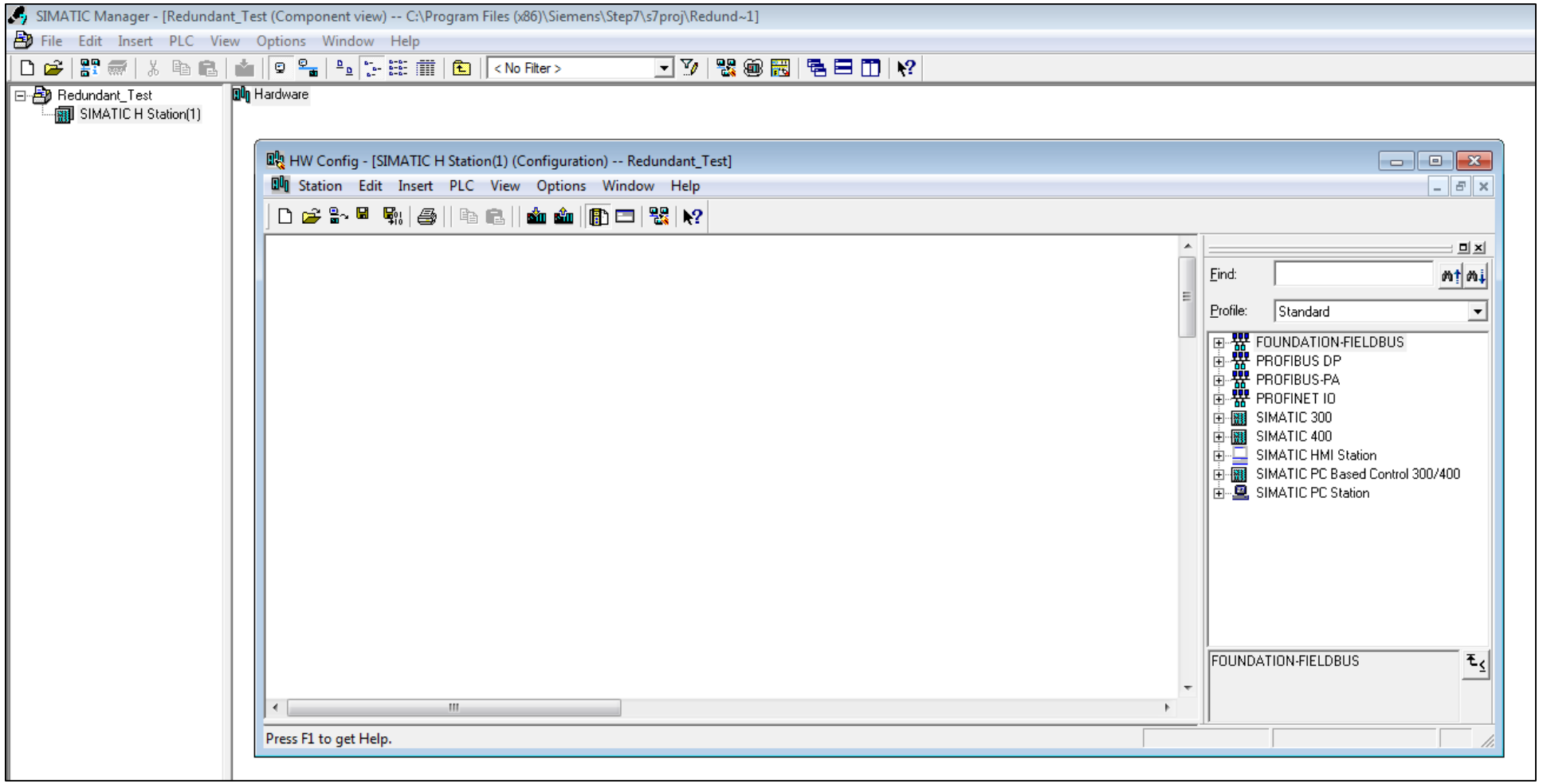
پیکربندی یک سیستم H در نرم افزار STEP7

بعد از آشنایی با سخت افزار یک سیستم H ، نوبت به پیکربندی یک سیستم Redundant در نرم افزار می باشد. بدین منظور لازم است که علاقمندان با نرم افزار **STEP7** آشنایی کافی داشته باشند.

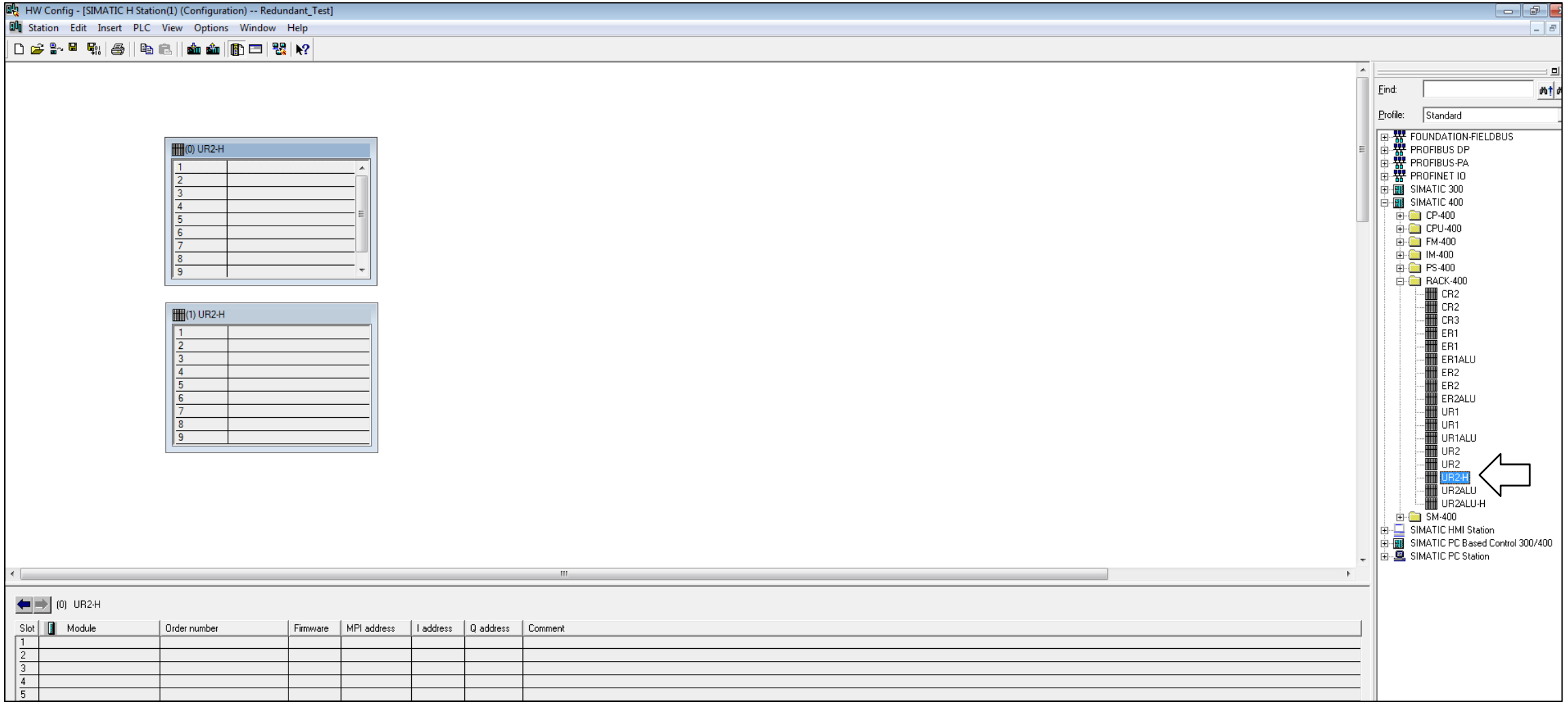
در قدم اول می بایست یک ایستگاه H ایجاد شود.



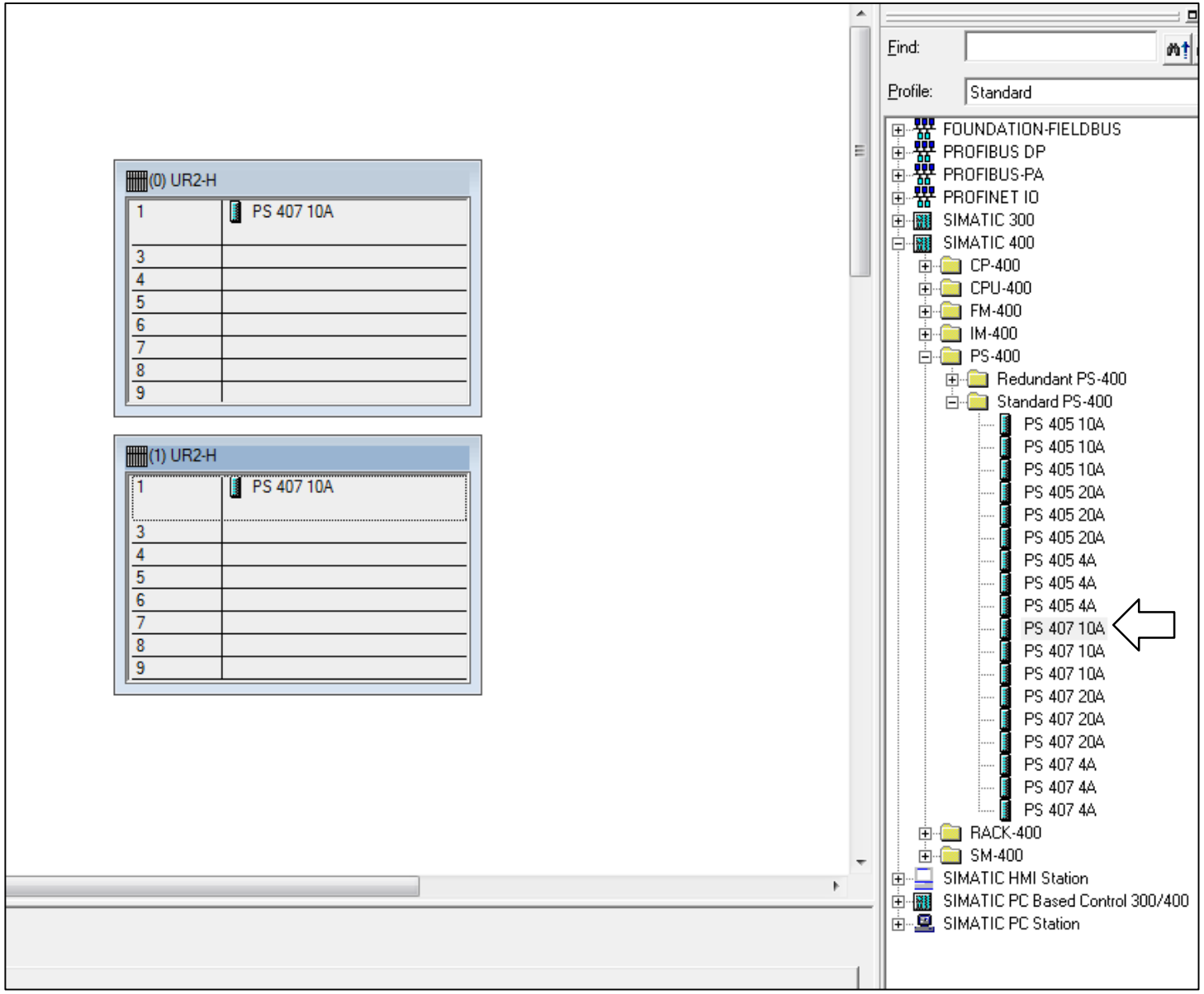
بعد از ساخت ایستگاه H، وارد محیط HW ایستگاه می شویم.



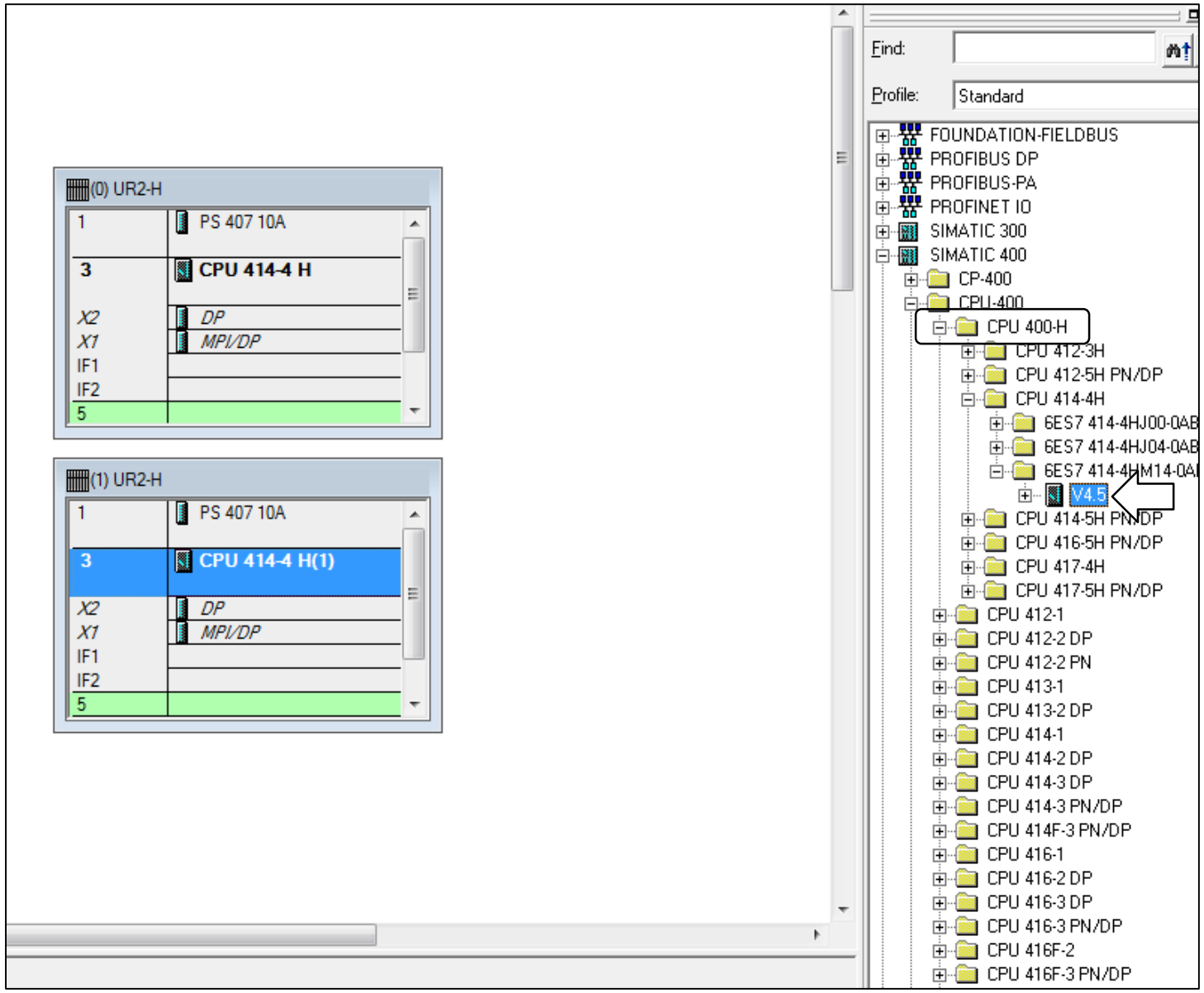
در محیط HW یک رک مناسب را از لیست اضافه می کنیم. در این مثال از رک UR2H استفاده شده است. پس لازم است دو رک UR2H که هر کدام ۹ اسلات دارد ، وارد محیط HW شود.



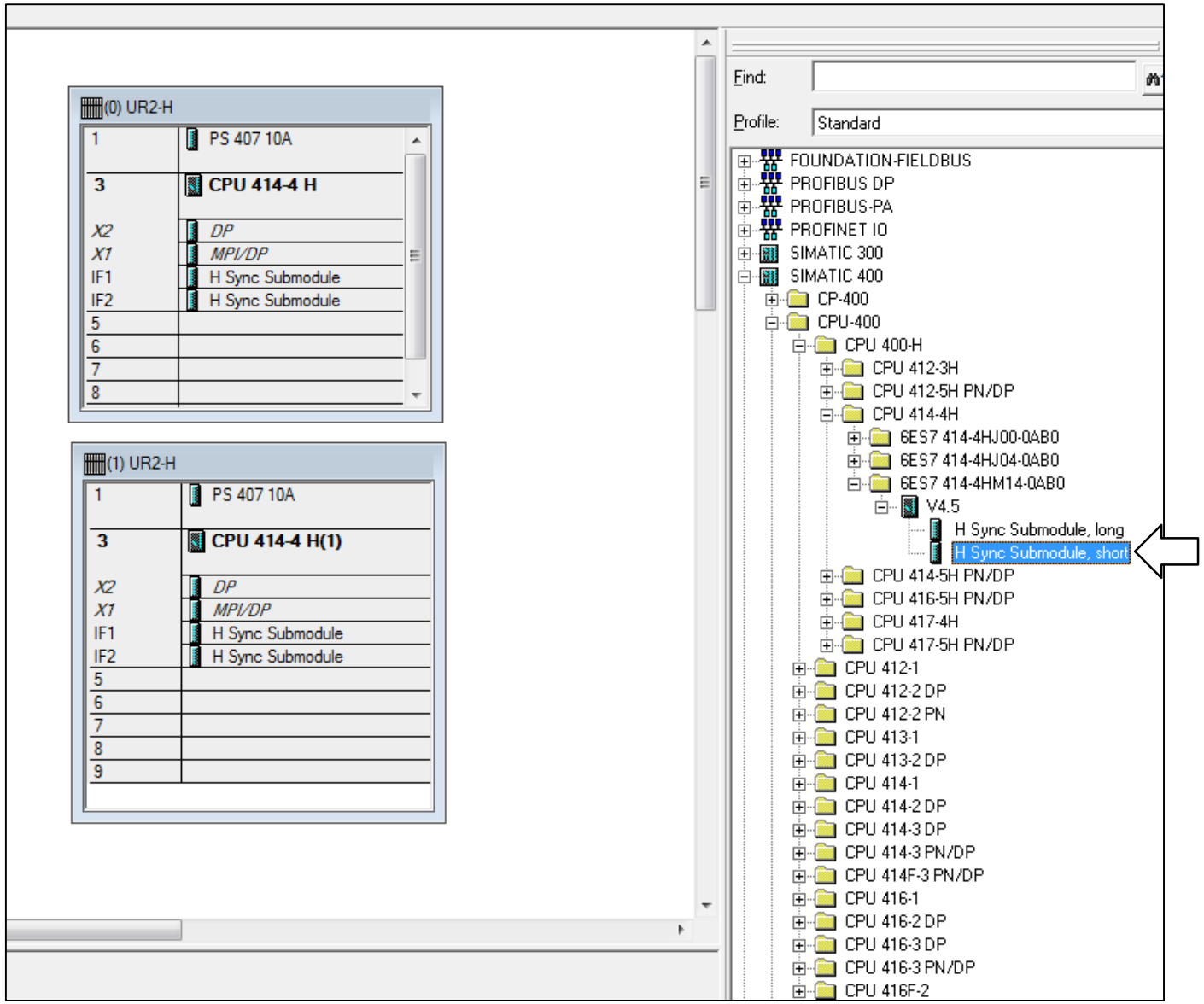
در ادامه دو کارت منبع تغذیه Standard با مشخصات یکسان برای هر رک در نظر می گیریم.(به عنوان مثال PS407-10A)



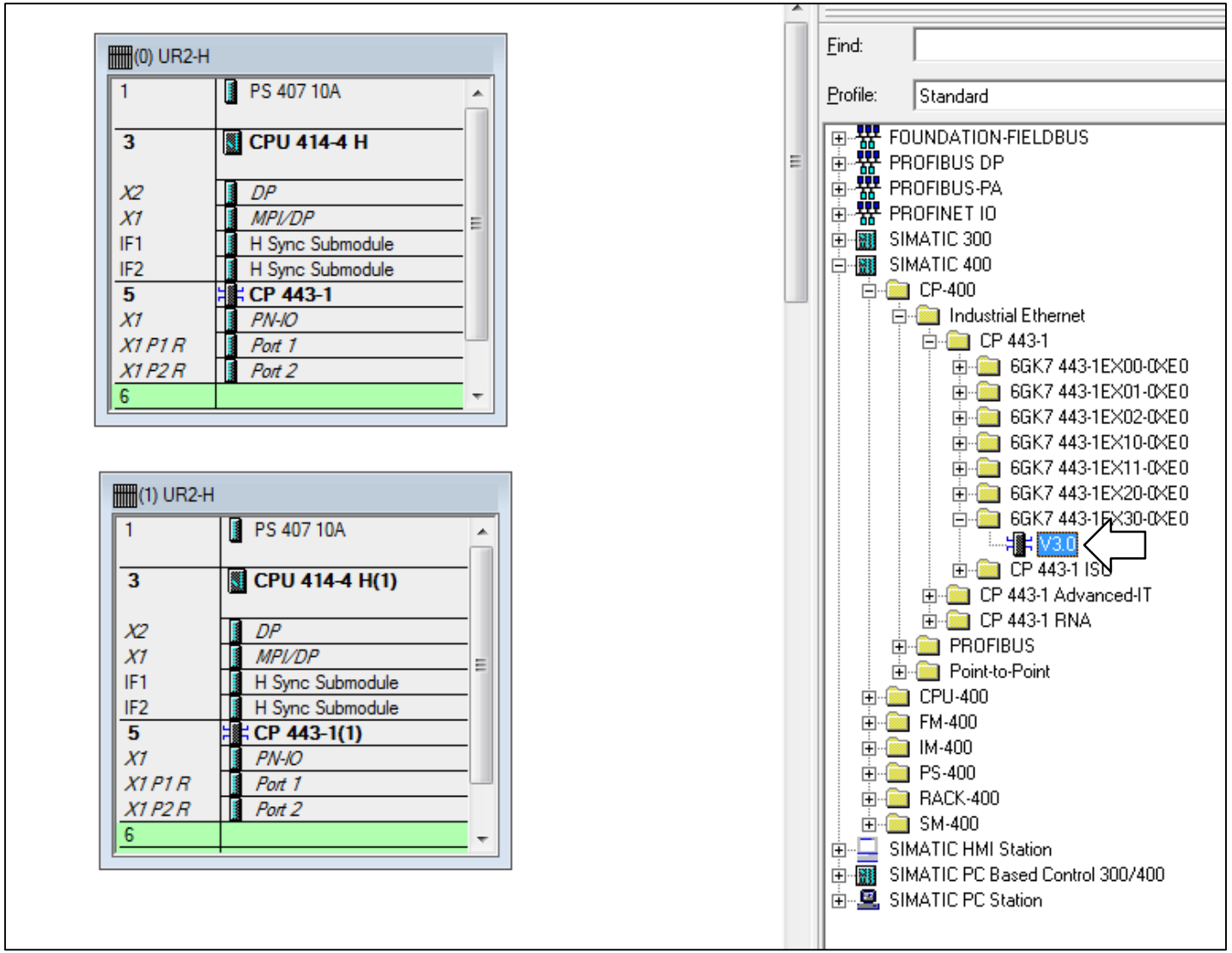
در مرحله بعد دو CPU با مشخصات دقیقا یکسان برای هر رک وارد می کنیم.(به عنوان مثال CPU 414-4H)



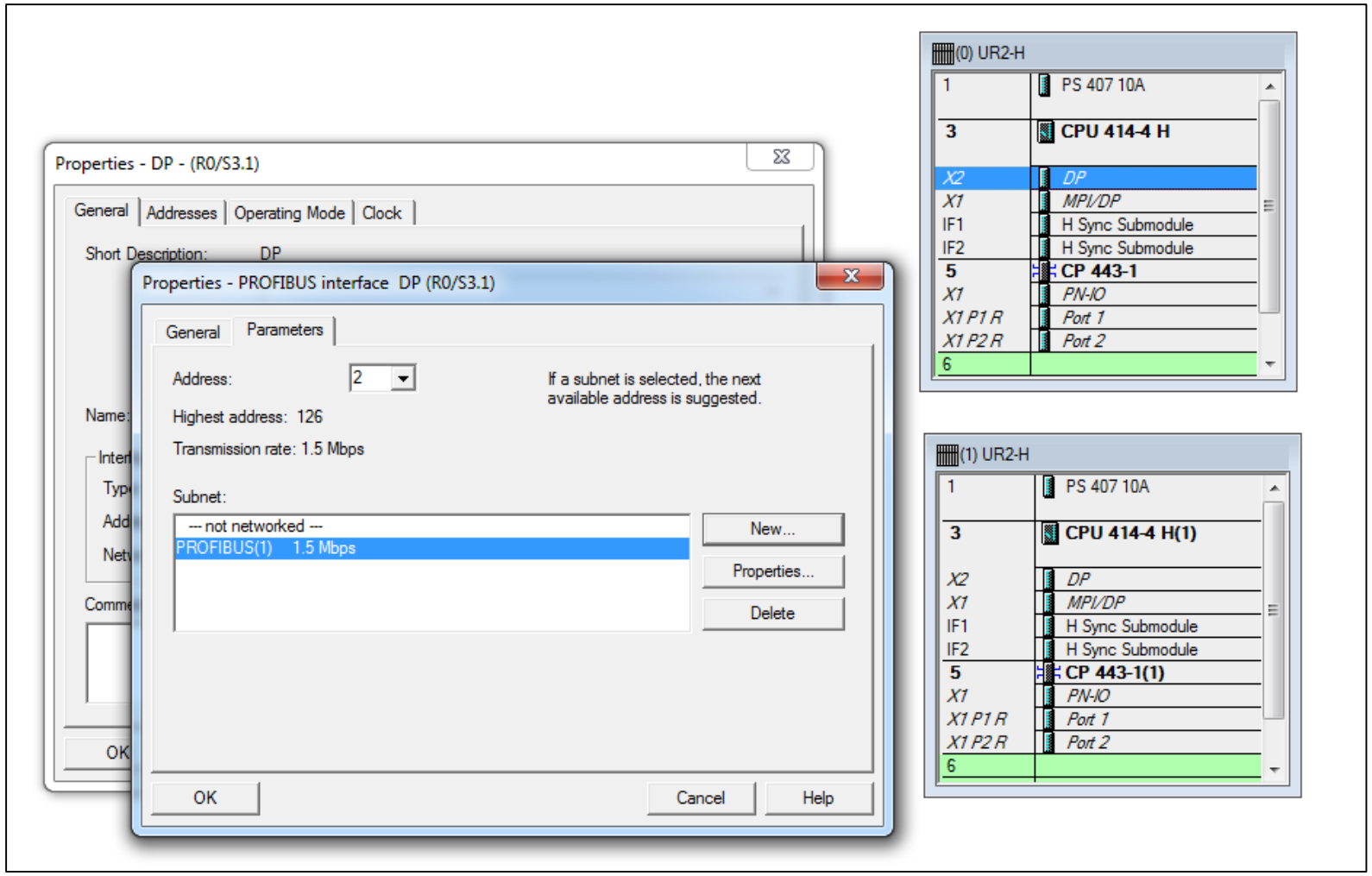
بعد از وارد کردن دو CPU در اسلات رک، می بایست ماژول SYNC برای هر طرف در محیط نرم افزار کانفیگ شوند. زیرمجموعه CPU، ماژول های SYNC در دسترس می باشد. برای هر CPU دو ماژول سنکرون ساز می بایست در نظر گرفته شود. در این پروژه ماژول های SYNC تا مسافت 10m انتخاب شده است.



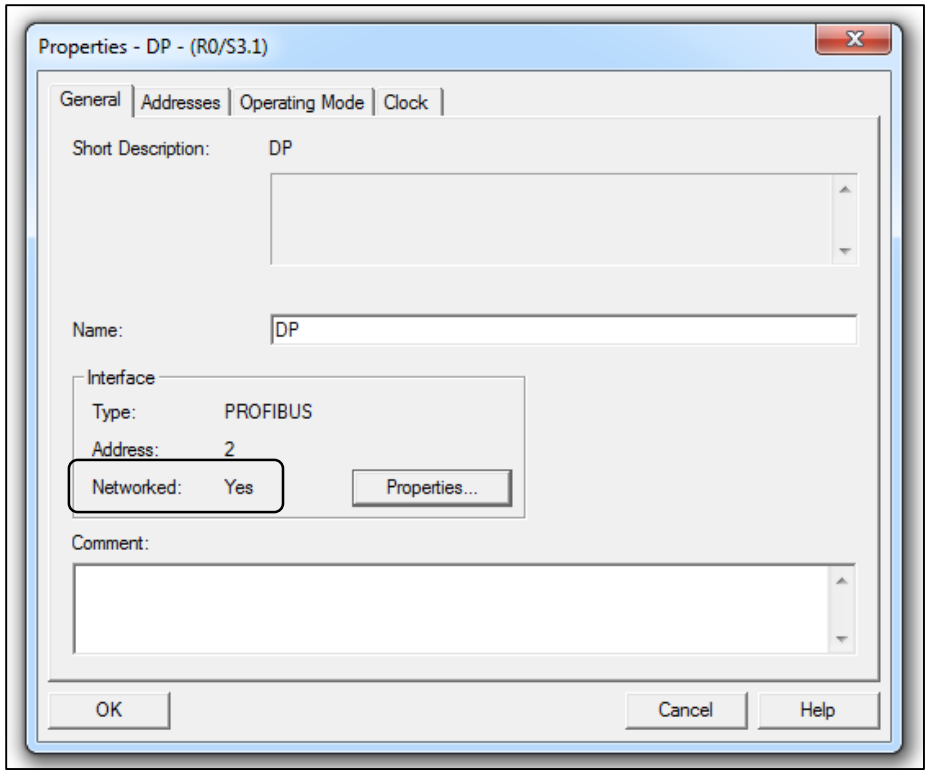
همانطور که بیان شد، در سیستم H معمولا جهت کاربردهای مهندسی و مانیتورینگ، نیاز به پورت اترنت می باشد. در این پروژه بر روی هر رک یک کارت CP443-1 نصب شده است.



در ادامه نوبت به ایجاد خطوط شبکه می باشد. در ابتدا شبکه پروفیباس را برای هر CPU فعال می کنیم. در هر سمت از پورت DP جهت اتصال به ایستگاه های Remote I/O استفاده شده است. برای فعال کردن خط شبکه، بر روی پورت DP هر CPU دابل کلیک می کنیم.

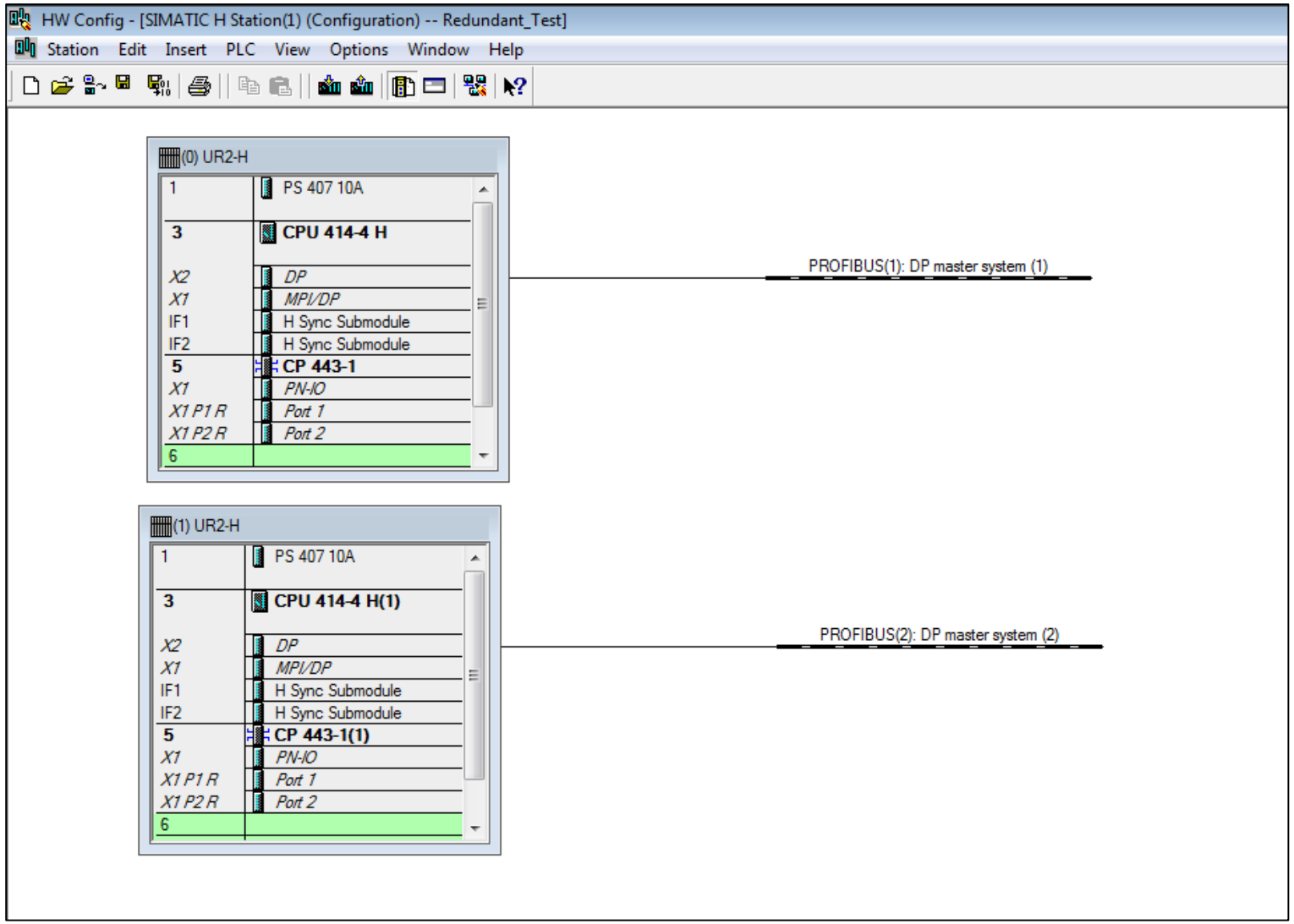


بعد از فعال کردن پورت DP، عبارت Yes را مشاهده می کنید.

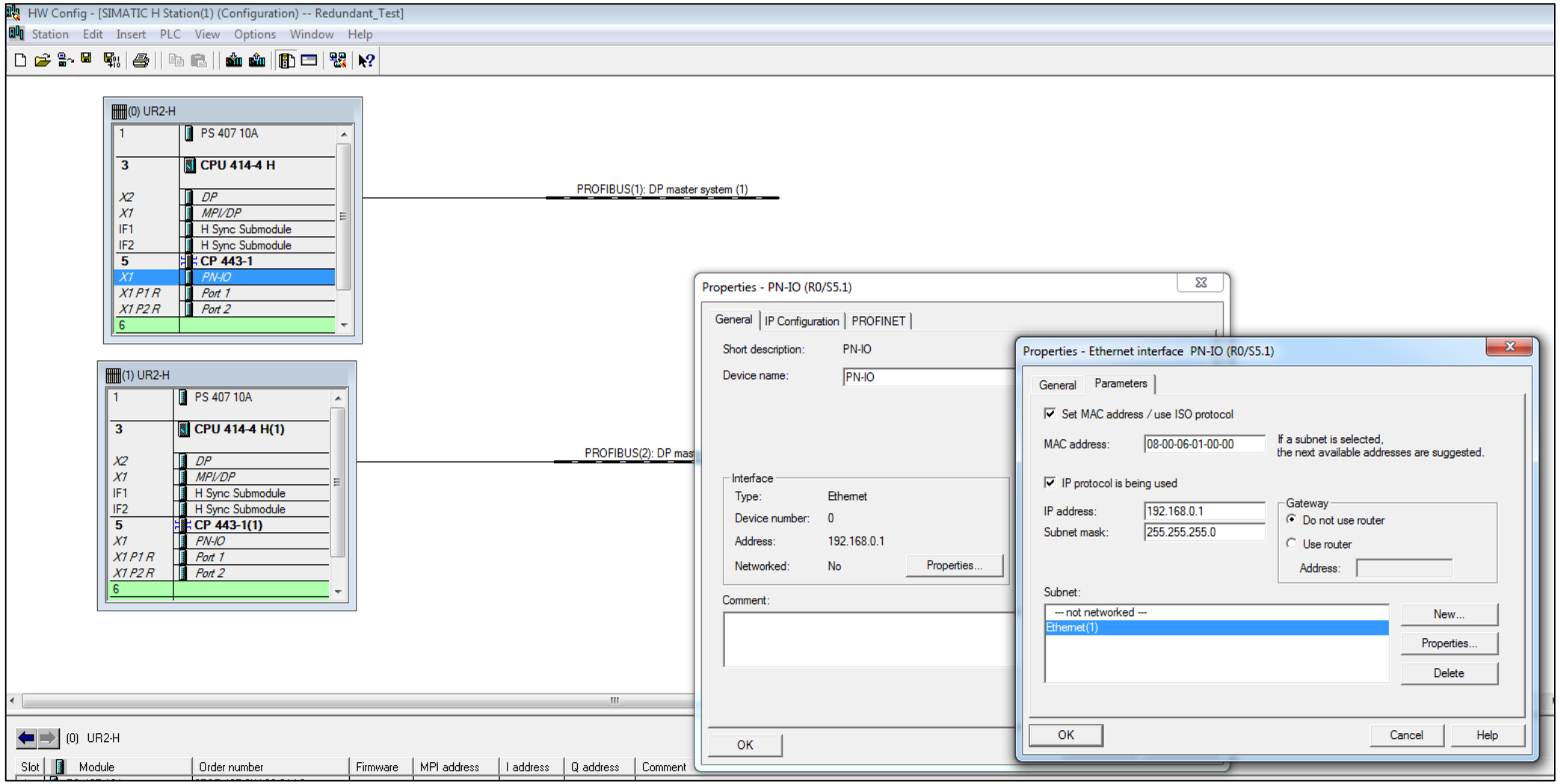


مرحله ایجاد خط شبکه برای CPU دوم را با ساخت یک خط جدید تکرار کنید.

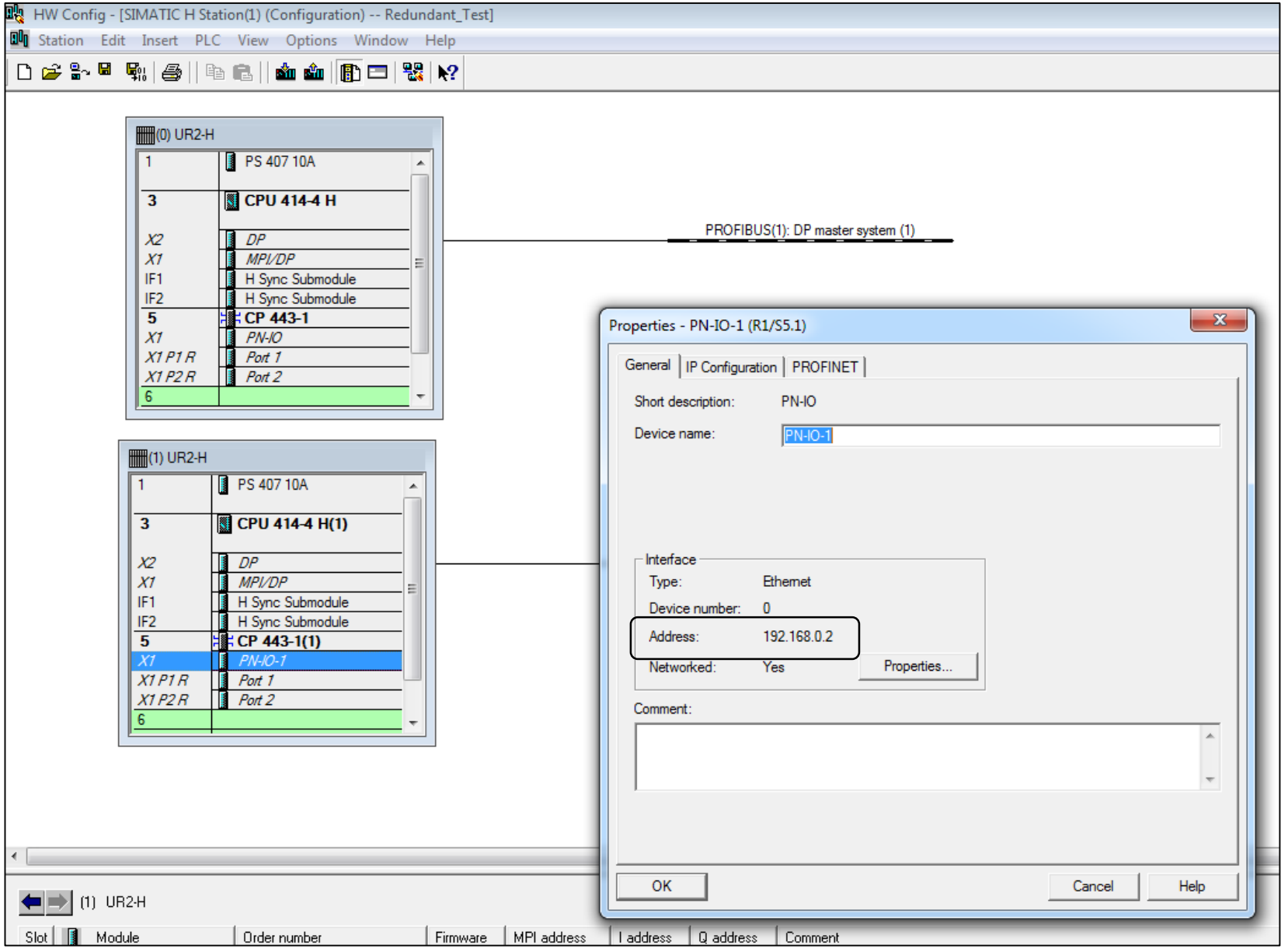
همانطور که در شکل زیر مشاهده می کنید، خطوط شبکه برای هر دو CPU فعال شده است.



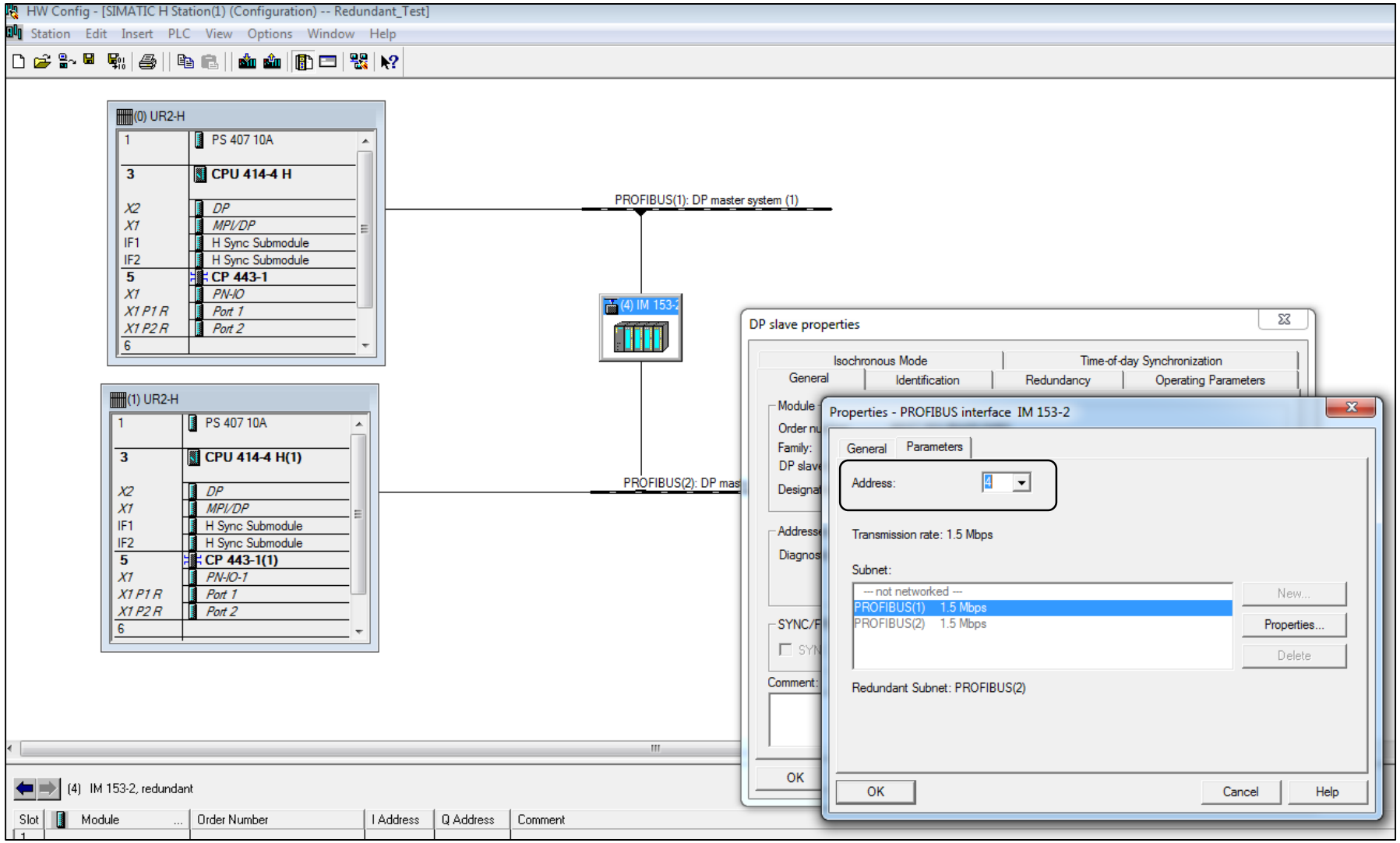
در مرحله بعد می بایست کارت های CP443-1 کانفیگ شوند. بدین منظور به پنجره تنظیمات کارت CP مراجعه می کنیم.(دابل کلیک بر روی پورت PN-IO) برای کارت CP یک خط Ethernet ایجاد و یک IP اختصاص می دهیم. همچنین می توان MAC کارت را هم فعال نمود. شماره MAC درج شده بر روی کارت CP می بایست در این پنجره وارد شود. در اولین دانلود، از MAC استفاده می شود. چون هنوز به کارت CP آدرس IP اختصاص داده نشده است.

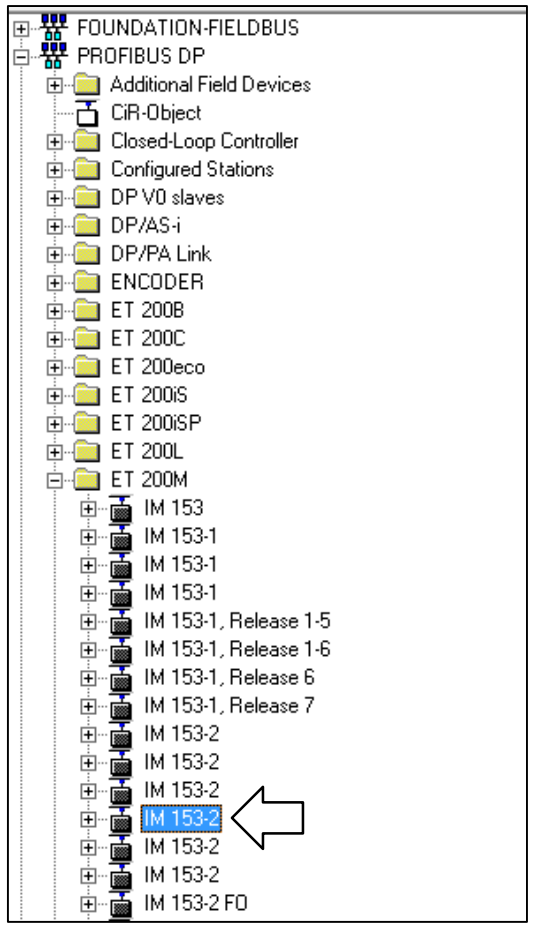


مرحله قبل را برای کارت CP دوم با آدرس IP متفاوت تکرار می کنیم. لازم به ذکر هست، هر دو کارت CP روی یک خط شبکه اترنت قرار می گیرند.

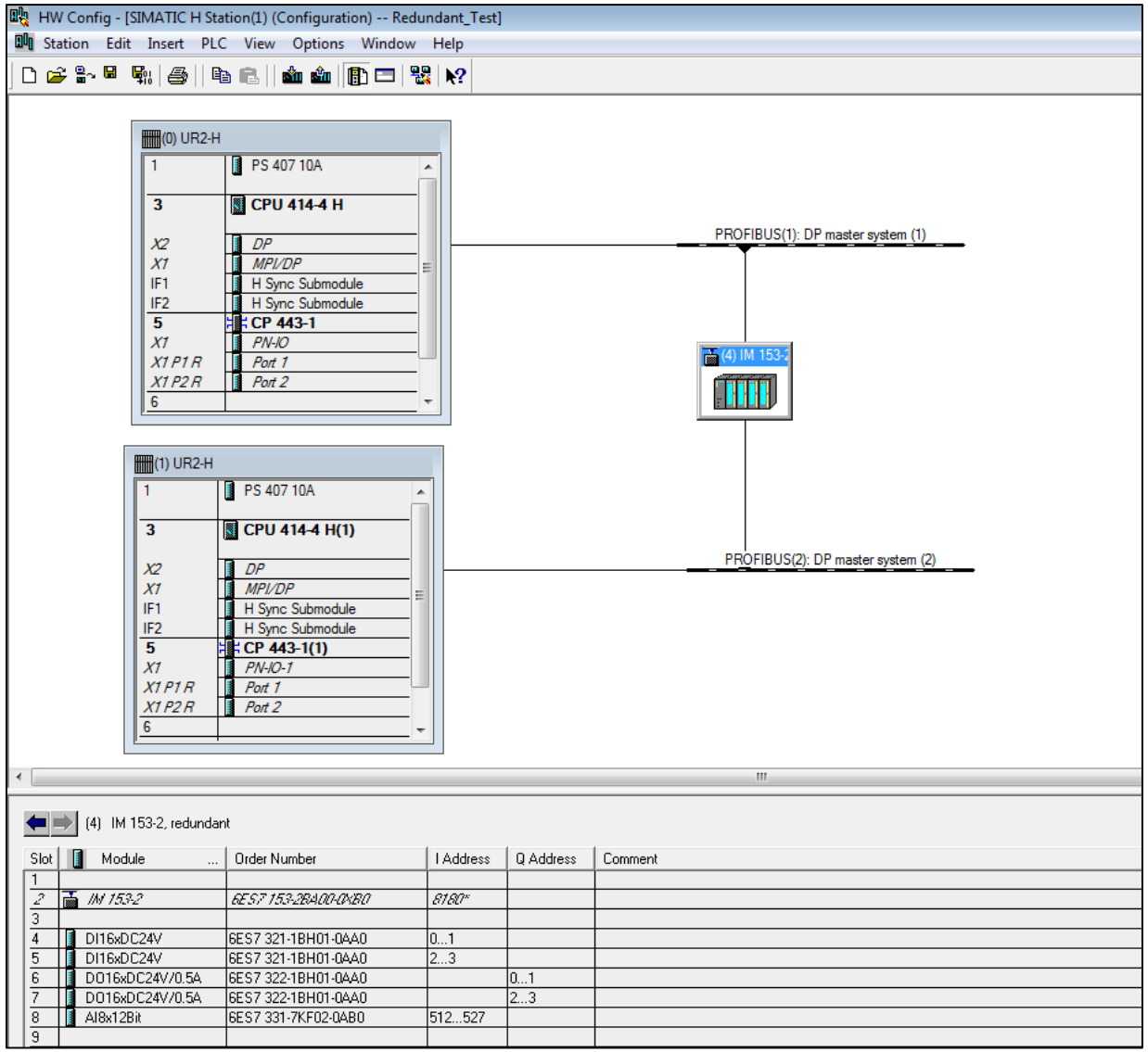


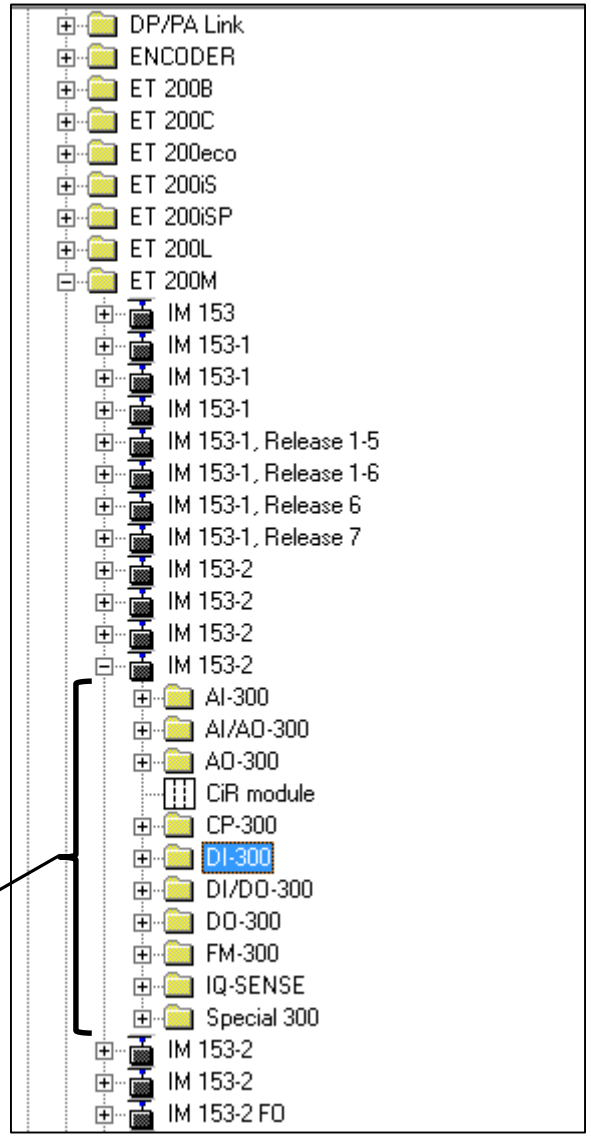
در مرحله بعد می توانیم ایستگاه های ET200M، با قابلیت اتصال به سیستم H را روی خطوط پروفیباس قرار دهیم. با قرار دادن IM153-2 روی خط شبکه، پنجره ای جهت تعیین آدرس ایستگاه در شبکه ظاهر می شود. در این پروژه آدرس 4 تعیین شده است. این آدرس برای هر دو کارت IM این ایستگاه، می بایست به صورت سخت افزاری نیز ست شود.



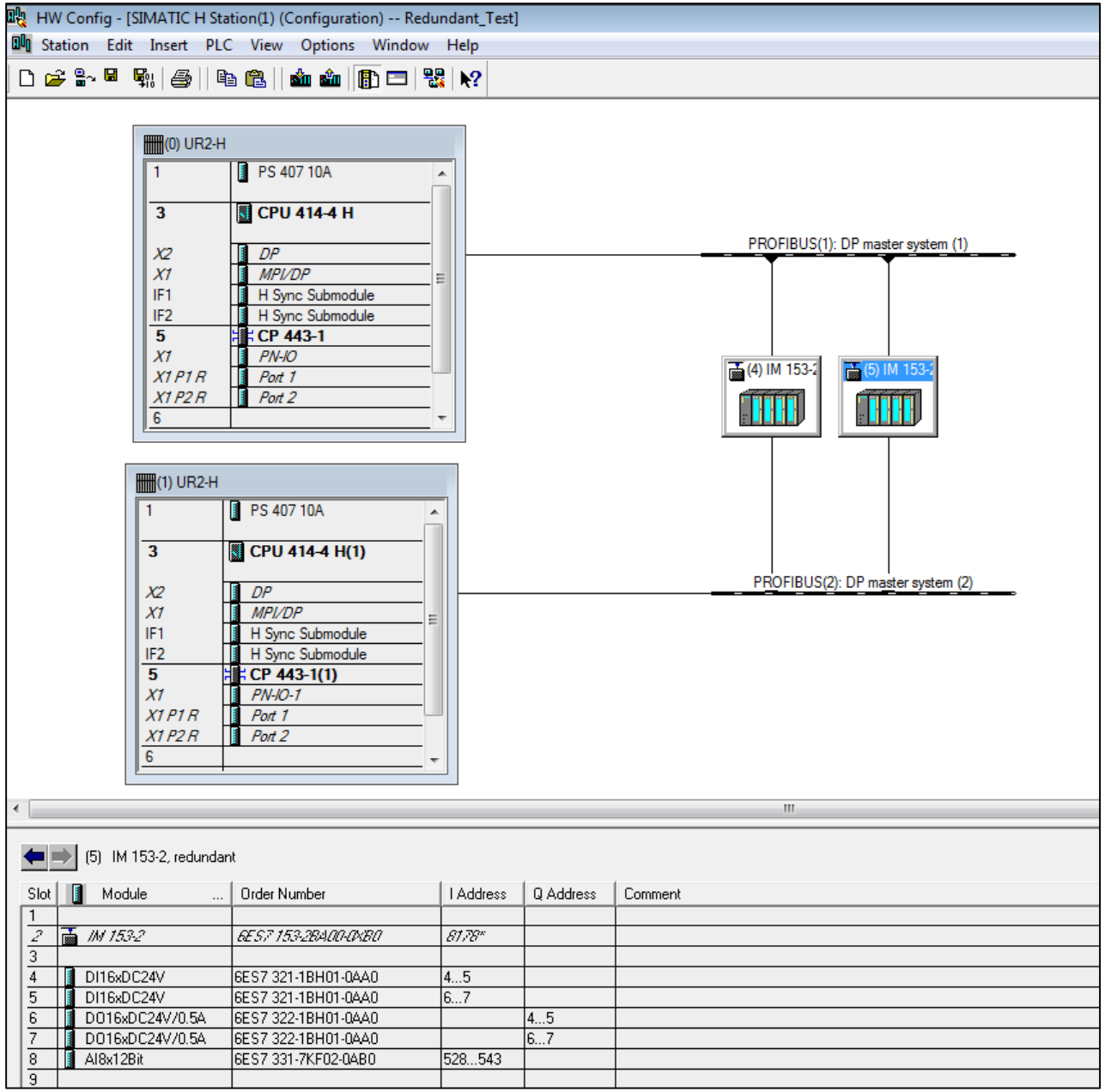


ماژول IM153-2 در این حالت به صورت اتوماتیک به هر دو خط شبکه پروفیباس متصل می شود. در مرحله بعد لازم است کارت های I/O نصب شده بر روی ایستگاه ET200M کانفیگ شوند. از زیرمجموعه IM153-2 می توان ماژول های مورد نیاز برای ET را در اسلات های مربوطه قرار داد.

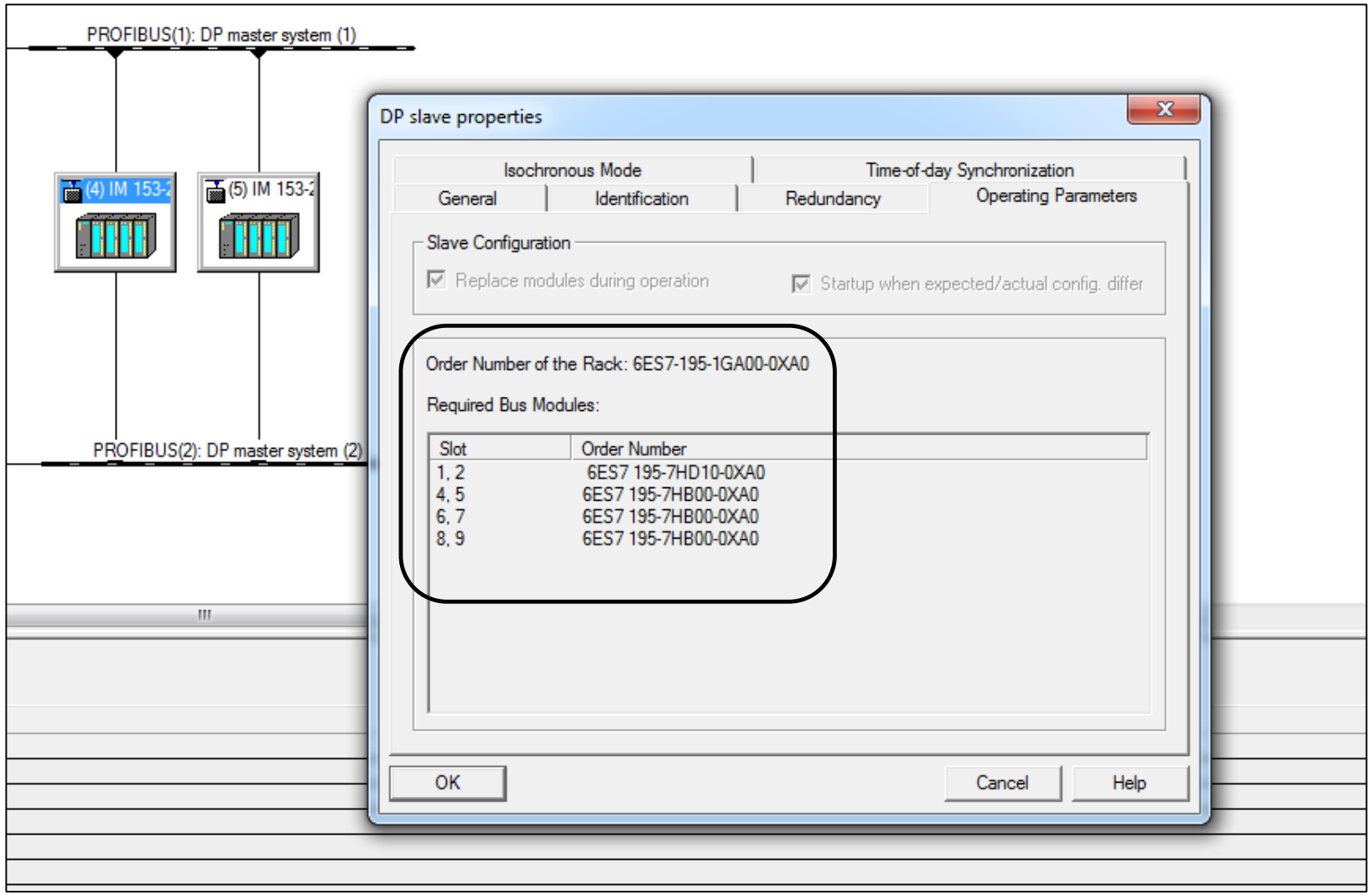




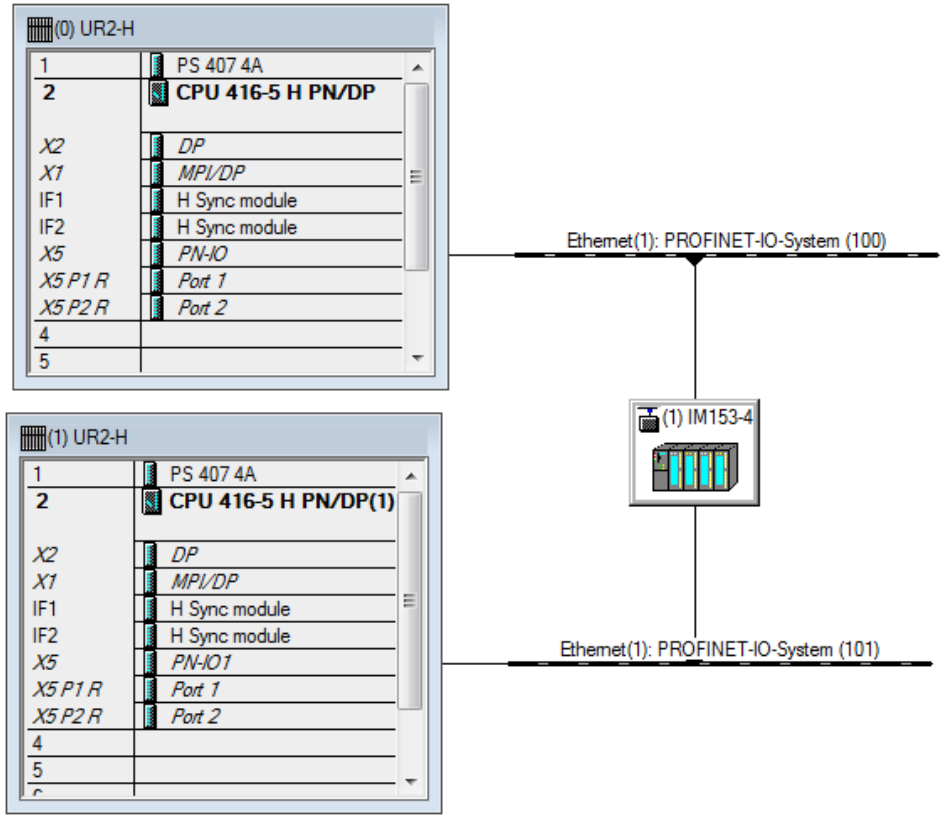
در این پروژه فرض کنیم از دو ایستگاه ET200M استفاده شده است. برای ایستگاه بعدی آدرس را بر روی 5 تنظیم کنید.

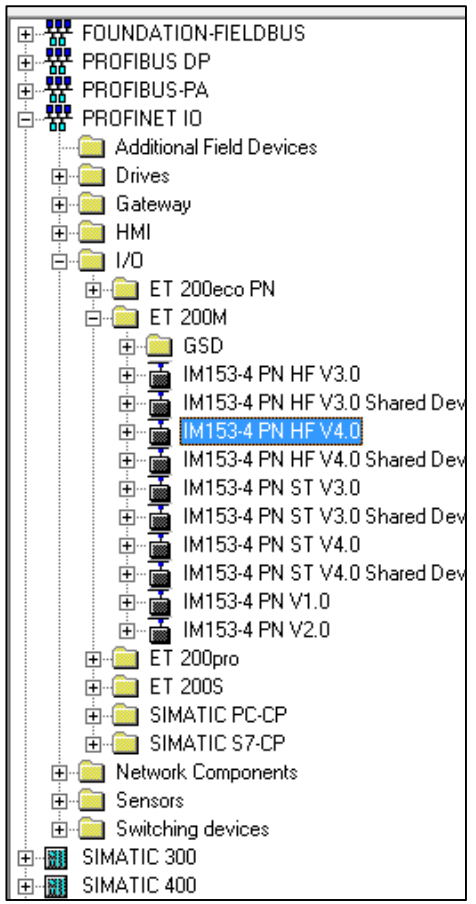


با مراجعه به پنجره تنظیمات هر ایستگاه، تعداد Bus Module به همراه مدل آنها و همچنین شماره Order رک استفاده شده، مشخص شده است.



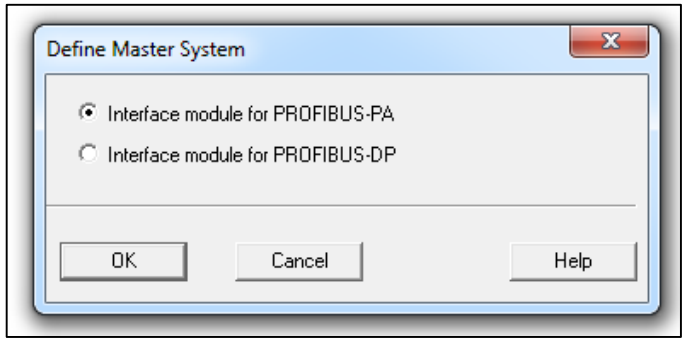
اگر CPU دارای پورت PN باشد، امکان اتصال ایستگاه ET200M، به شبکه Profinet وجود دارد. بدین منظور باید، شبکه Profinet را برای هر CPU فعال و سپس IM153-4 را به سیستم H متصل نمود. این ET زیرمجموعه Profinet IO در کاتالوگ می باشد.



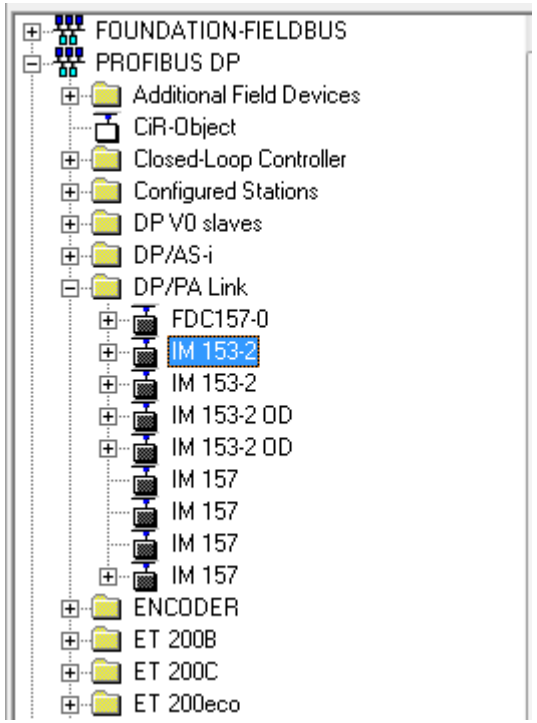


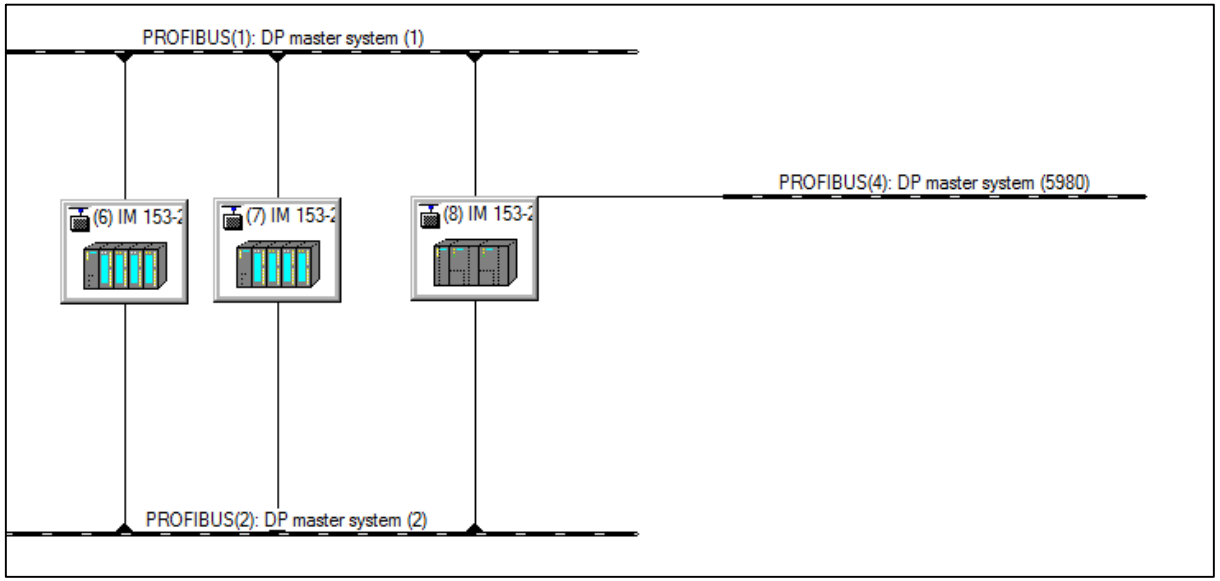
پیکربندی کوپلر Y-Link

همانطور که اشاره شد، سایر ایستگاه ها می توانند توسط این کوپلر، به سیستم H متصل شوند. این کوپلر می تواند توسط IM153-2/Link یا IM157 پیاده سازی شود.



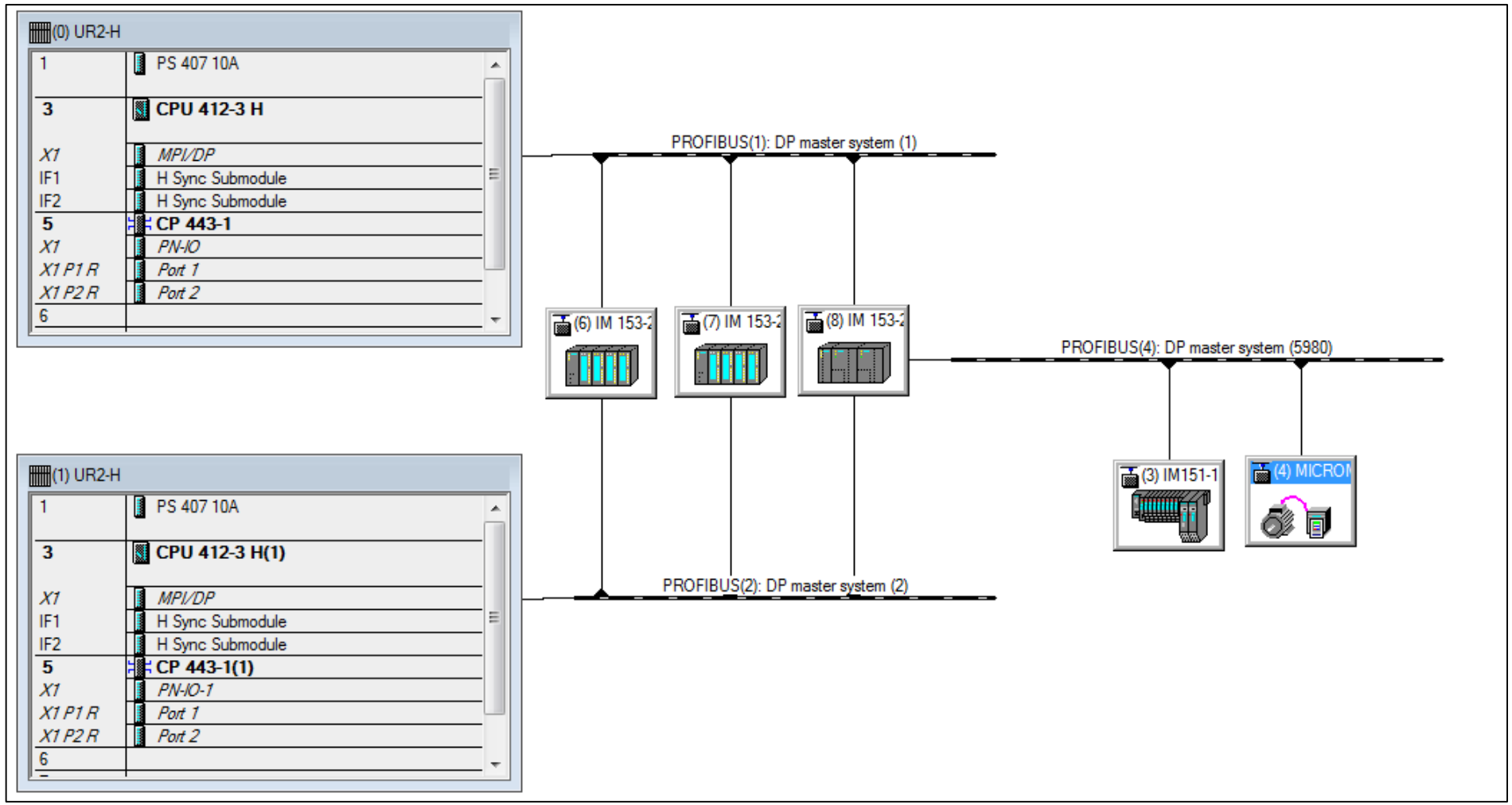
انتخاب شبکه خروجی کوپلر-DP یا PA



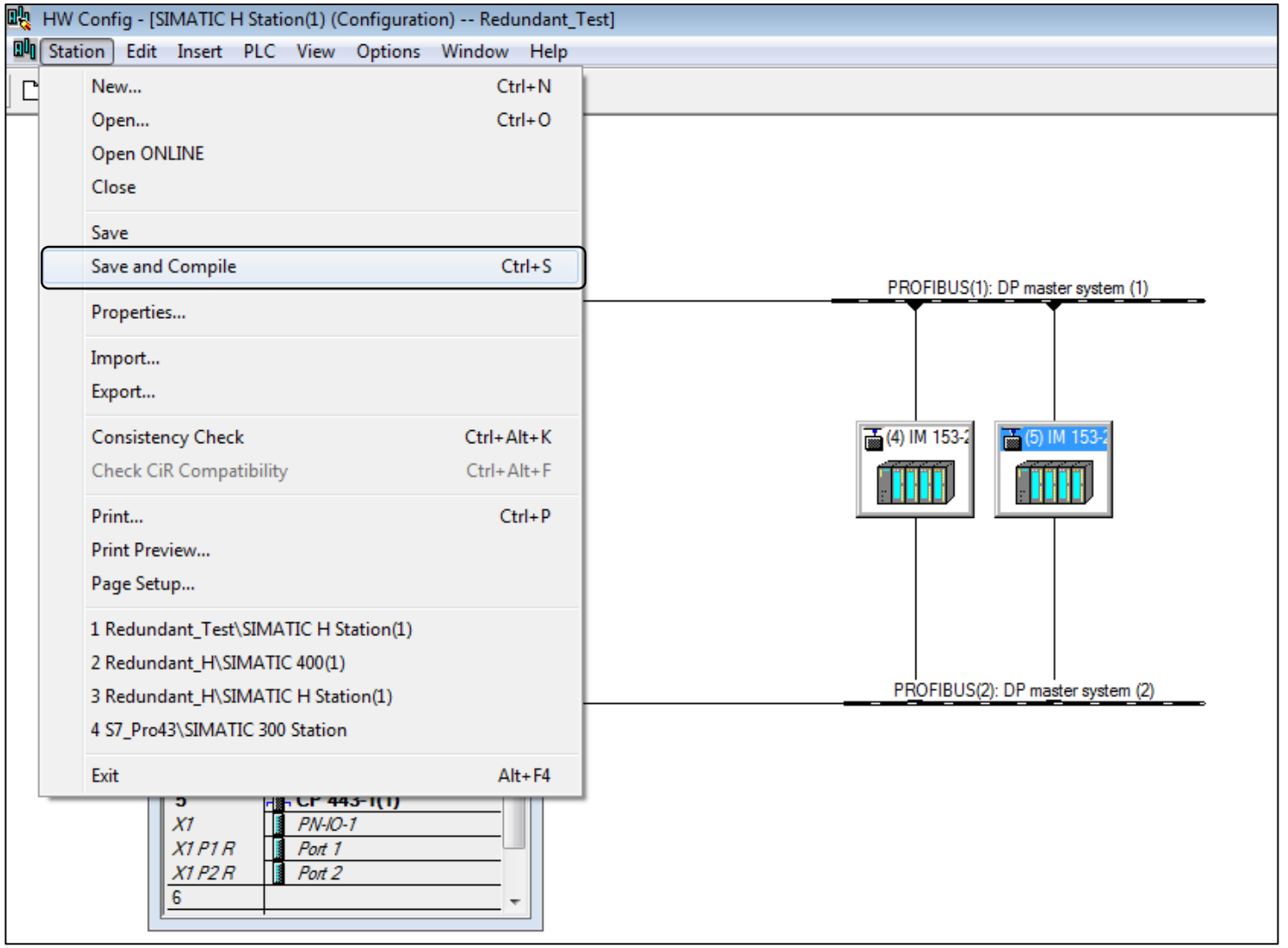


قرار دادن IM روی خط شبکه

در ادامه سایر ایستگاه ها را می توان به سیستم H متصل کرد. در شکل زیر یک ایستگاه ET200S و یک درایو میکرومستر توسط کوپلر، به سیستم H متصل شده اند.



پروژه را تا این مرحله Save and Compile می کنیم.

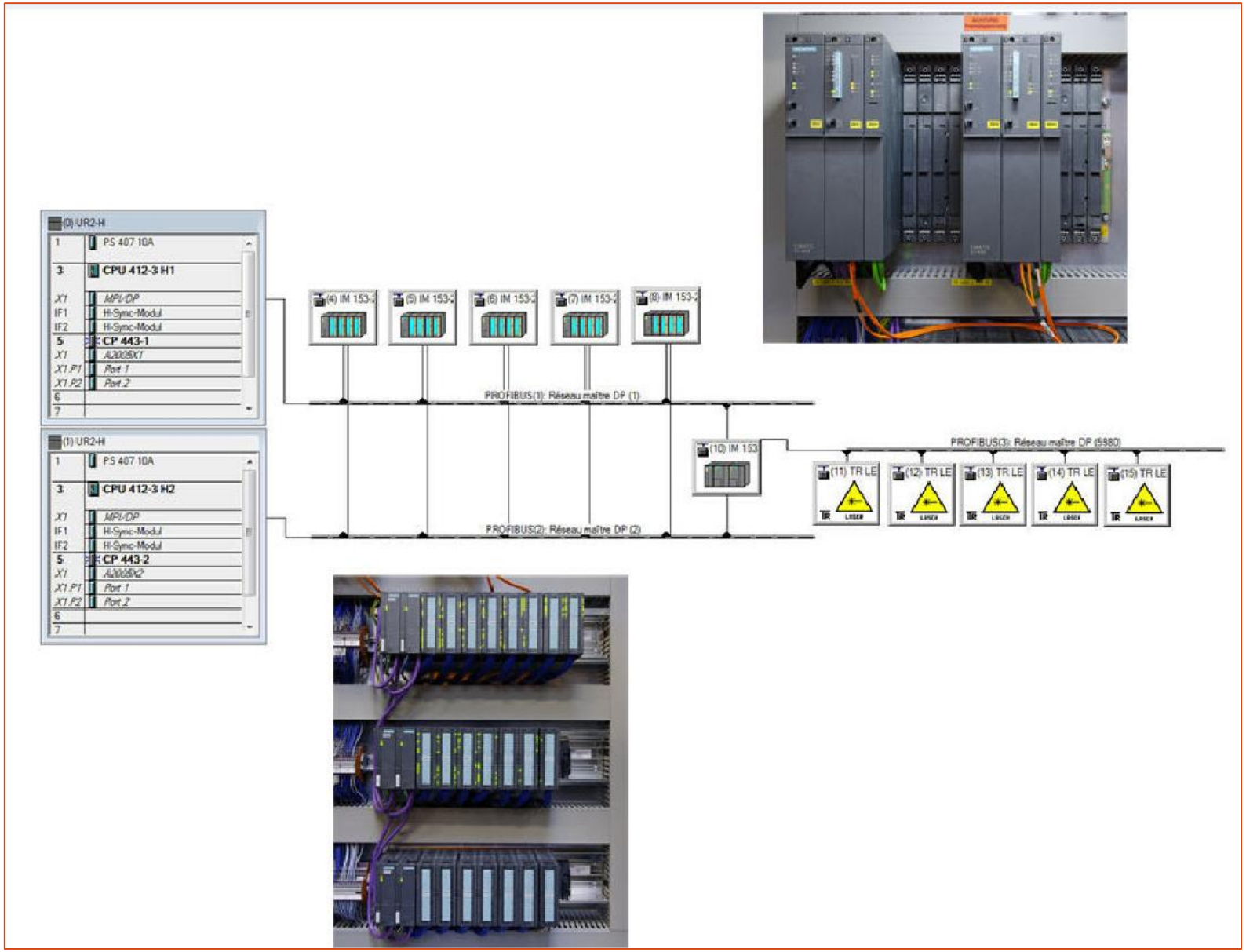


نکات:

- در این پروژه به جای استفاده از یک رک UR2H ، می توان از دو رک UR1 یا از دو رک UR2 استفاده نمود.
- ماژول های نصب شده در هر رک می بایست دارای مشخصات کاملا یکسان باشند.
- ماژول های سیستم H می بایست در اسلات های مشابه در هر رک نصب شوند.
- در اکثر سیستم های H معمولا از دو کارت CP443-1 برای کاربردهای Engineering و SCADA استفاده می شود. در این حالت هر کارت CP توسط کابل شبکه به یک سوئیچ متصل می شود. سایر کامپیوترهای ES یا OS نیز به سوئیچ متصل که در این ساختار کار مهندسی بسیار راحت می باشد.
- برای کارت CP امکان فعال کردن MAC و IP به طور همزمان وجود دارد. با فعال کردن MAC کارت، امکان دانلود پروژه برای اولین بار بدون کابل PC Adaptor وجود دارد. این شرایط برای IP برای اولین بار امکان پذیر نیست.کدهای هگز مربوط به MAC بر روی کارت CP توسط شرکت سازنده درج شده است. برای مشاهده آدرس MAC کارت شبکه، می توان در حالت Online از نرم افزار S7 NCM استفاده نمود.
- ایستگاه های ET200M پیکربندی شده در سیستم H مجهز به Active Bus بوده و با رعایت نکاتی، امکان تعویض کارت بدون توقف سیستم کنترل وجود دارد.
- آدرس ست شده برای هر کارت IM در ایستگاه ET200M می بایست یکسان و مطابق آدرس اختصاص داده شده در نرم افزار باشند.
- در سیستم H می توان در هر رک از دو منبع تغذیه Redundant جهت افزایش دسترسی رک به تغذیه استفاده نمود.
- فضای Load Memory هر دو CPU می بایست دقیقا برابر و از یک جنس باشند.(در صورت استفاده از کارت حافظه)
- تعیین وضعیت RACK 0 یا RACK 1 می بایست در ابتدا مشخص شود. این موضوع توسط سوئیچ تعبیه شده در پشت CPU می بایست تنظیم شود.

نکات:

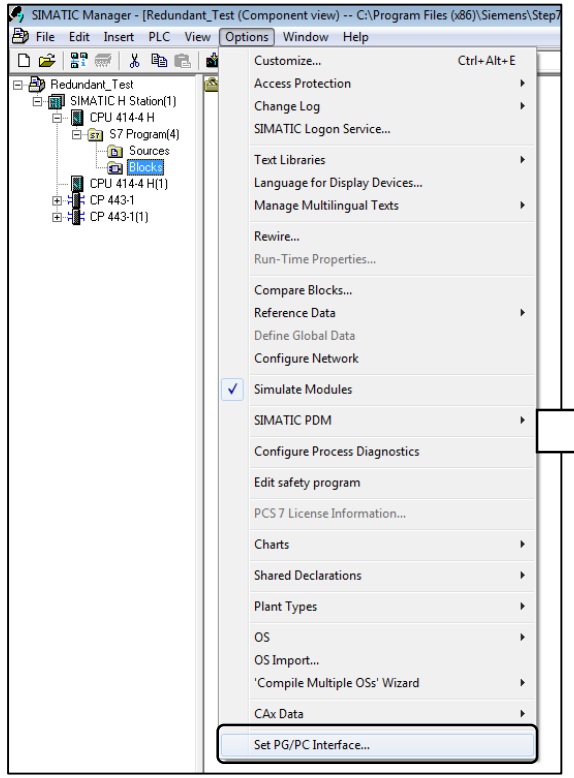
- پورت پروفیباس استفاده شده جهت اتصال به I/O ها می بایست در هر CPU یکسان باشند. مثلا در هر دو طرف پورت DP یا MPI/DP یا کارت شبکه استفاده شده باشد.
- اتصال به ایستگاه I/O می تواند توسط شبکه Profinet در سری های 5H انجام شود.
- در اولین Power On، سیستم به طور اتوماتیک مد Self-Test را حداقل به مدت 10 دقیقه اجرا می کند.
- وجود باطری و اطمینان از سلامت آن، علاوه بر حفظ برنامه RAM در زمان Power Off، جهت کوتاه شدن زمان Self-Test نیز مفید می باشد.
- با وارد کردن یا خارج کردن کارت حافظه از اسلات مربوطه، حتما سیستم STOP شده و CPU درخواست Reset می کند.
- اتصال ماژول های SYNC می بایست به صورت مستقیم برقرار شود. وجود هر دو کانکشن در مد Redundant الزامی می باشد.
- با توجه به نوع فیبر و ماژول SYNC ، فاصله بین رک ها می تواند از 1m تا 10Km باشد.
- قبل از Power On، حداقل یک ارتباط فیبر بین دو ماژول SYNC را برقرار کنید. در غیر اینصورت ممکن است که هر دو CPU به عنوان Master برنامه کاربر را اجرا کنند.
- یک سیستم H تا 20 رک قابل توسعه می باشد.

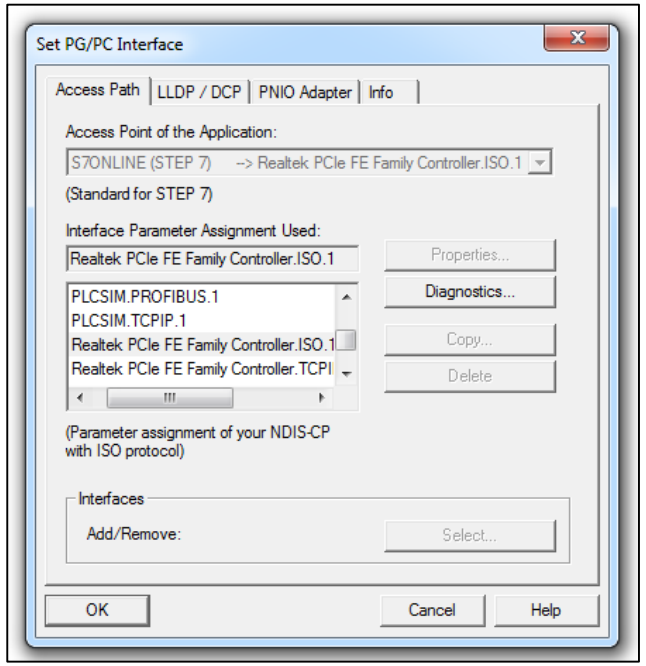

(0) UR2-H
1 PS 407 10A
3 CPU 412-3 H1
X1 MPI/DP
IF1 Hi-Sync-Modul
IF2 Hi-Sync-Modul
5 CP 443-1
X1
X1 P1 Port 1
X1 P2 Port 2
6
7
(1) UR2-H
1 PS 407 10A
3 CPU 412-3 H2
X1 MPI/DP
IF1 Hi-Sync-Modul
IF2 Hi-Sync-Modul
5 CP 443-2
X1
X1 P1 Port 1
X1 P2 Port 2
6
7
(4) IM 153-2
(5) IM 153-2
(6) IM 153-2
(7) IM 153-2
(8) IM 153-2
PROFIBUS(1): Réseau maître DP (1)
PROFIBUS(2): Réseau maître DP (2)
(10) IM 153
PROFIBUS(3): Réseau maître DP (5980)
(11) TR LE
(12) TR LE
(13) TR LE
(14) TR LE
(15) TR LE

راه اندازی یک سیستم H

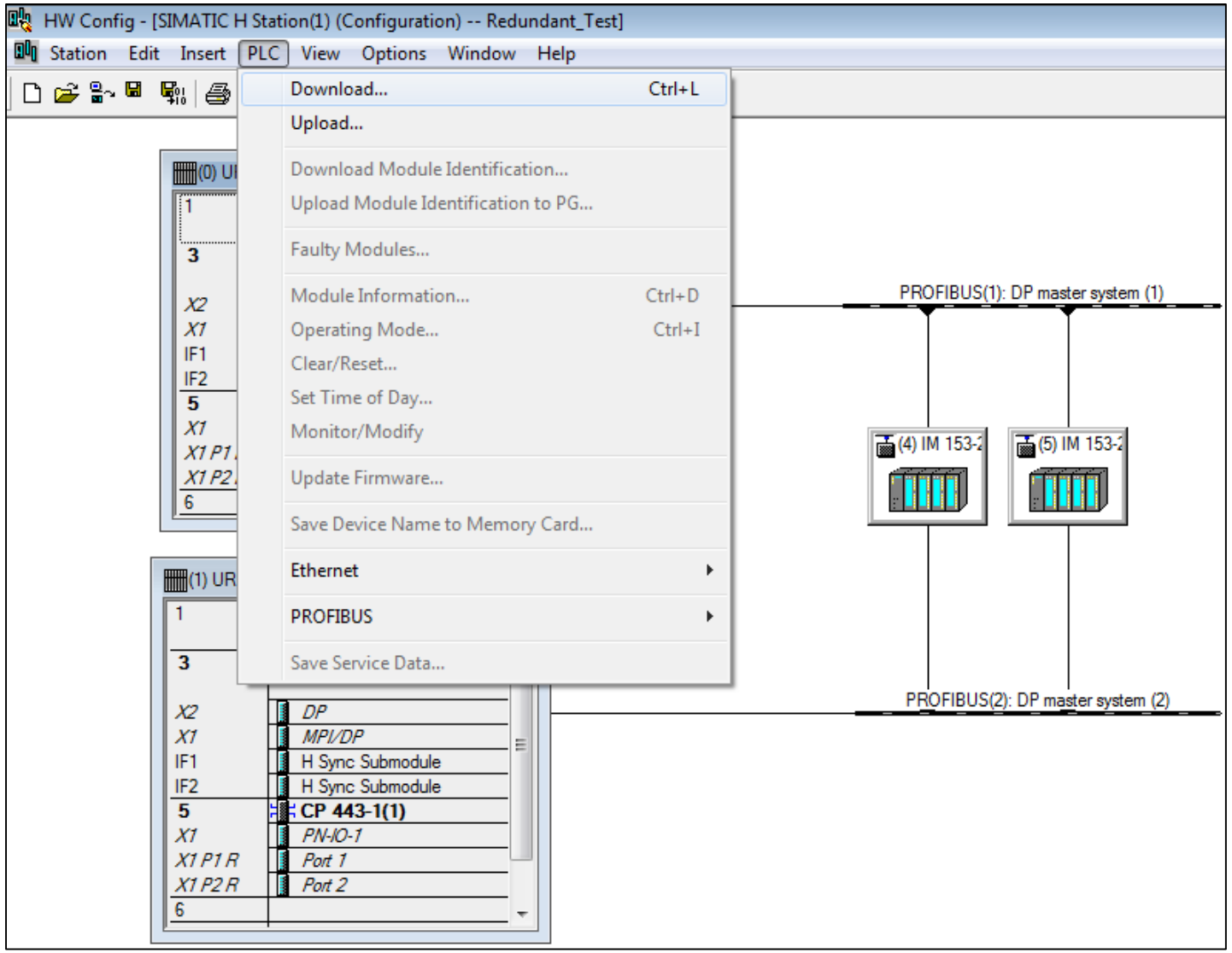
بعد از نصب و آماده سازی سخت افزار S7-400H و انجام مراحل پیکربندی در محیط HW ، نوبت به دانلود محیط HW به سیستم H می باشد.

در این پروژه، روشن بودن یک خروجی دیجیتال به عنوان برنامه سیستم H در نظر گرفته می شود. همانطور که در محیط STEP7 در حالت Offline مشاهده می کنید، زیرمجموعه CPU 1، فاقد پوشه S7 Program بوده و تنها CPU 0 دارای زیرمجموعه جهت نوشتن برنامه کنترلی می باشد. اولین دانلود می تواند هم توسط PC Adaptor و هم از طریق کارت شبکه CP انجام شود. با داشتن کارت CP، بهتر است مباحث Engineering توسط شبکه Ethernet انجام شود. بدین منظور برای اولین دانلود می بایست تنظیمات Set PG/PC Interface بر روی ISO باشد تا دانلود توسط MAC فعال شده برای کارت CP انجام شود. در ادامه امکان دانلود توسط TCP-IPنیز امکان پذیر می باشد.

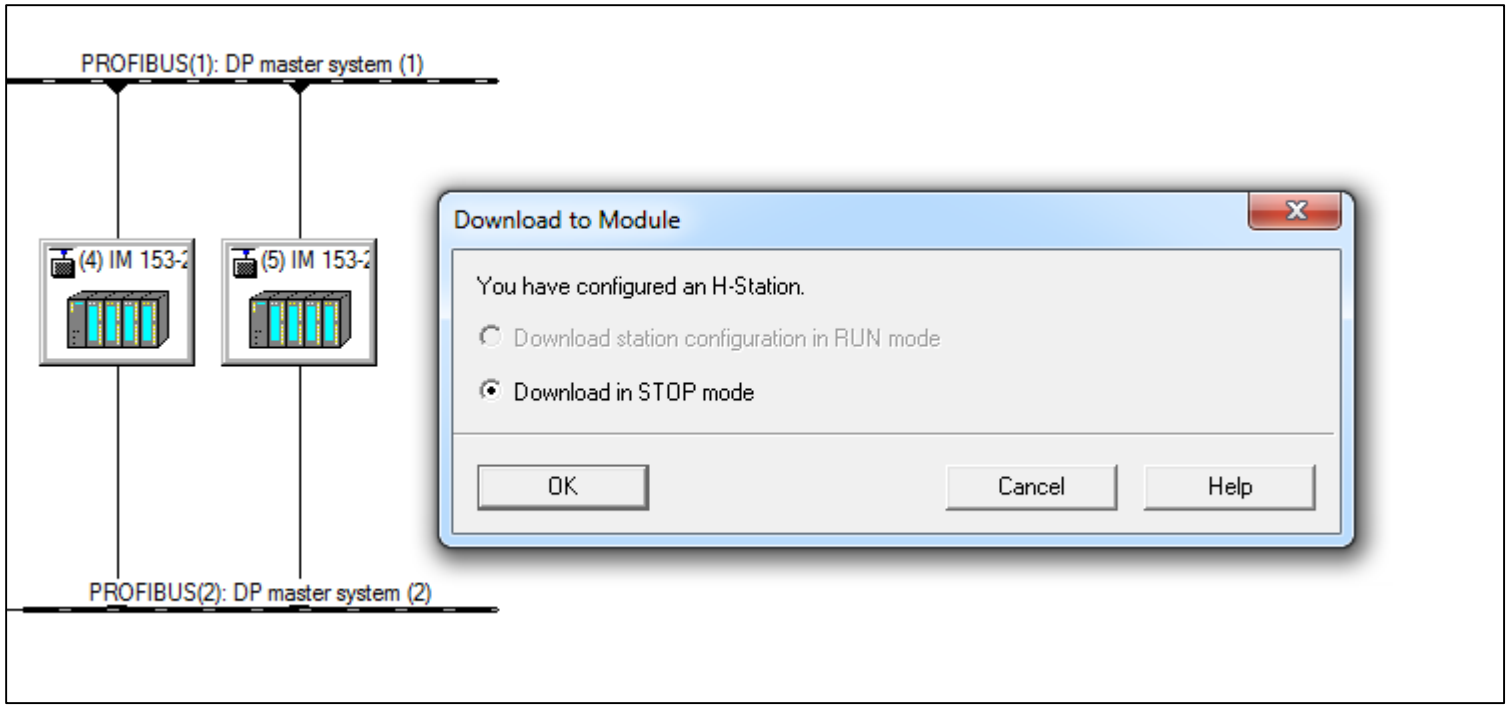




در ادامه در محیط HW بر روی آیکون یا گزینه دانلود کلیک می کنیم.

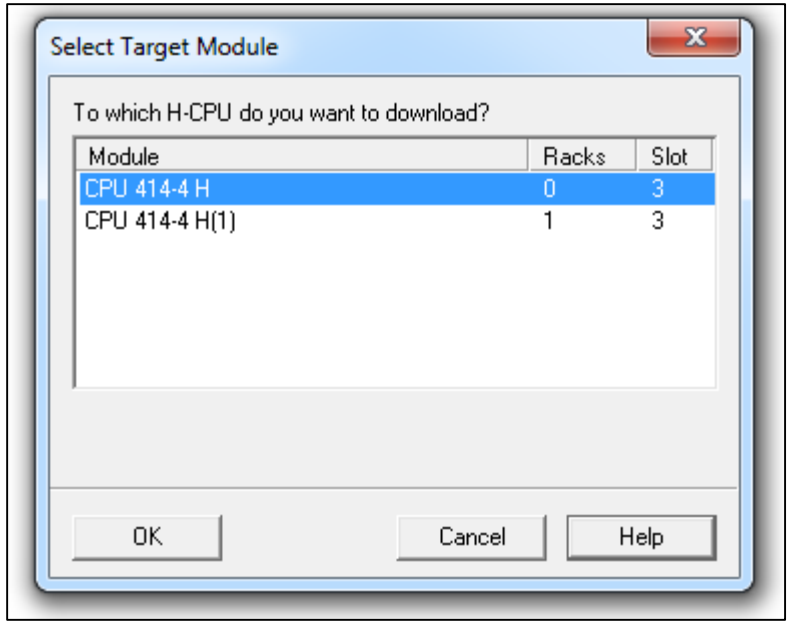


با کلیک بر روی گزینه دانلود، پنجره شکل زیر باز می شود.



اولین دانلود همیشه در مد STOP انجام می شود. در ادامه در مد Redundant با انتخاب گزینه اول، امکان دانلود محیط HW ، بدون توقف در پروسه، در مد Run نیز وجود دارد.

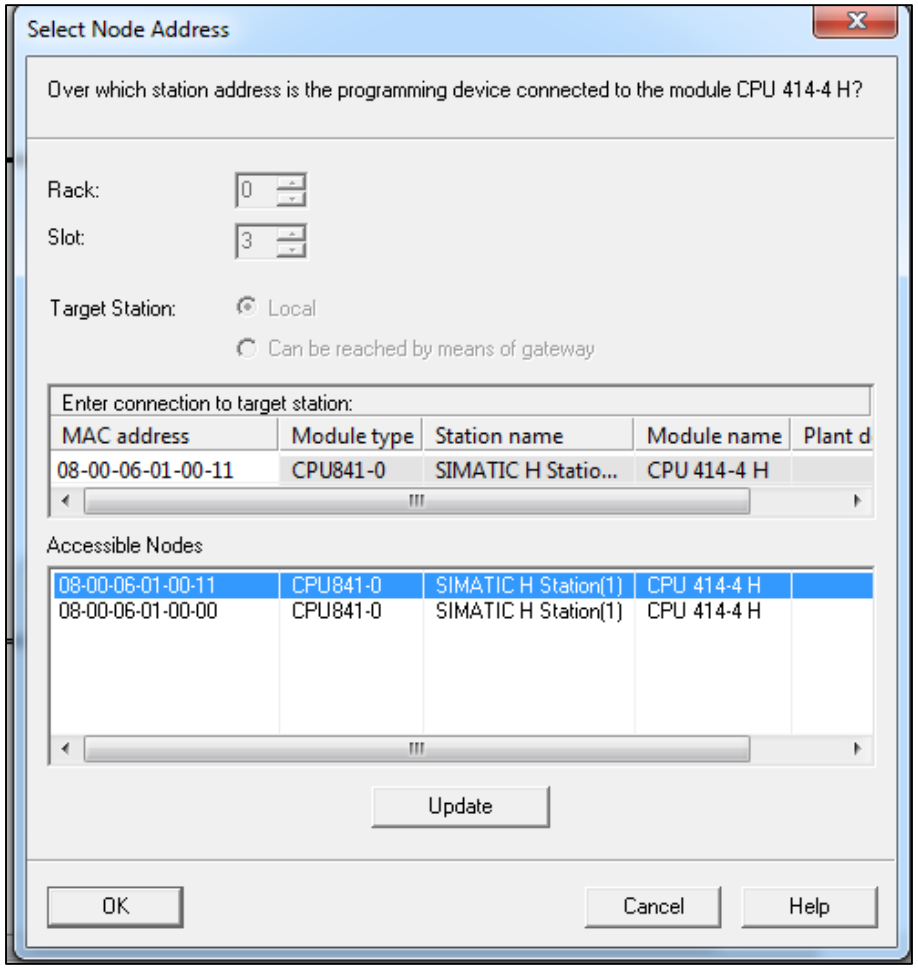
با کلیک بر روی گزینه Ok وارد مرحله بعد می شویم.

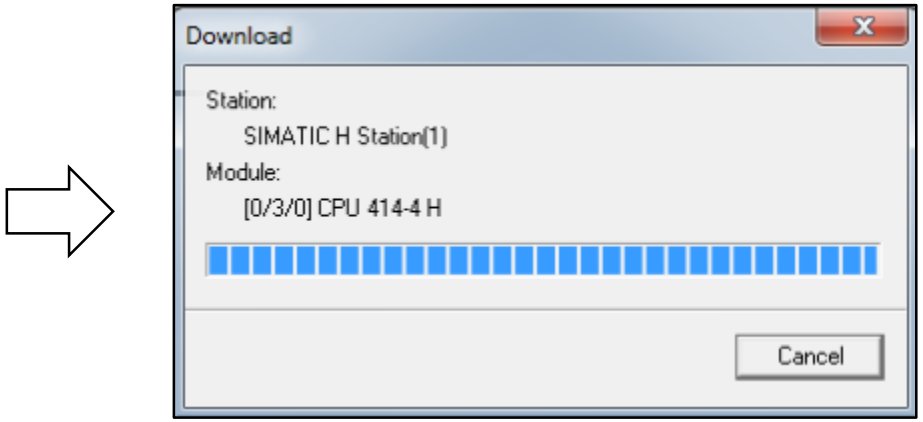


در این مرحله می بایست CPU نصب شده در RACK 0 را انتخاب و بر روی گزینه OK کلیک می کنیم. اولین دانلود به CPU 0 انجام می شود که به عنوان Master در سیستم H ایفای نقش می کند. با کلیک بر روی گزینه Ok، نرم افزار وارد مرحله بعد جهت شناسایی سیستم می شود.

با کلیک بر روی گزینه View ، در صورتی که اتصالات برقرار باشد، آدرس MAC مربوط به کارت های CP در قسمت Accessible Nodes نمایش داده می شود. با انتخاب MAC مربوط به CPU 0 و کلیک بر روی گزینه Ok ، دانلود به CPU 0 در مد STOP آغاز می شود.

شناسایی MAC مربوط به کارت های شبکه و انجام عملیات دانلود





بعد از دانلود محیط HW، ابتدا سوئیچ مربوط به CPU 0 را در وضعیت Run قرار می دهیم. این CPU بعد از گذر از مد Startup و فراخوانی و اجرای بلوک های مربوطه در صورت وجود، به عنوان Master در وضعیت Run قرار می گیرد. این مد کاری، مد SOLO یا Single Mode می باشد. در ادامه سوئیچ مربوط به CPU 1 را در وضعیت Run قرار می دهیم. سیستم H بعد از عبور از مدهای Linkup و Update، CPU 1 را به عنوان پردازنده Reserve وارد مدار می کند و هر دو CPU در مد Run قرار می گیرند و در صورت نبود مشکل، چراغ های REDF هر دو CPU خاموش می شوند. این مد کاری، مد Redundant می باشد.

Commissioning the S7–400H

Follow the steps outlined below to commission the S7–400H:

1. In SIMATIC Manager, open the sample project "HProject". The configuration corresponds to the hardware configuration described in "Requirements".

2. Open the hardware configuration of the project by selecting the "Hardware" object, then by right-clicking and selecting the shortcut menu command "Object -> Open". If your configuration matches, continue with step 6.

3. If your hardware configuration does not match the project, e.g. there are different module types, MPI addresses or DP addresses, edit and save the project accordingly. For additional information, refer to the basic help of SIMATIC Manager.

4. Open the user program in the "S7 program" folder.

In the offline view, this "S7 program" folder is only assigned to CPU0. The user program is executable with the described hardware configuration. It activates the LEDs on the digital output module (Running light).

5. Edit the user program as necessary to adapt it to your hardware configuration, and then save it.

6. Select "PLC -> Download" to download the user program to CPU0.

7. Start up the S7-400H automation system by setting the mode switch of CPU0 to Run and then the switch on CPU1. The CPU performs a restart and calls OB 100. Result: CPU0 starts up as the master CPU and CPU1 as the reserve CPU. After the reserve CPU is linked and updated, the S7-400H assumes redundant mode and executes the user program. It activates the LEDs on the digital output module (Running light).

دانلود محیط HW بدون توقف سیستم H

یکی از قابلیت های مهم در سیستم H، دانلود محیط HW در حین کار سیستم می باشد. البته این موضوع نیز با در نظر گرفتن نکاتی همراه می باشد. در این حالت به صورت پیش فرض ابتدا پردازنده Reserve به وضعیت STOP سوئیچ شده و HW تغییر یافته را دریافت می کند. در ادامه عملیات Switch to انجام می شود و پردازنده Reserve با HW جدید به عنوان مستر در مد Run قرار گرفته و پردازنده مستر به مد STOP می رود. در ادامه پردازنده متوقف شده به عنوان Reserve نیز به مد Run رفته و سیستم در مد Redundant قرار می گیرد.

نکته:در صورت تغییر در برخی از پارامترهای CPU در محیط HW و دانلود مجدد، سیستم H حتما می بایست STOP شود.

در ادامه پاسخ سیستم H به چند مورد خطا را بررسی می کنیم.

۱- ایجاد فالت در CPU0 و یا منبع تغذیه در مد Redundant

Example 1: Failure of a CPU or power supply module

Initial situation: The S7-400H is in redundant system mode.

1. Simulate a CPU0 failure by turning off the power supply.

Result: The LEDs REDF, IFM1F and IFM2F light up on CPU1. CPU1 goes into single mode and continues to process the user program.

2. Turn the power supply back on.

Result:

– CPU0 performs an automatic LINK-UP and UPDATE.

– CPU0 changes to Run, and now operates as reserve CPU.

– The S7-400H is now in redundant system mode.

۲- قطعی فیبرنوری در مد Redundant

در تست اول یکی از فیبرها را قطع می کنیم.

1. Disconnect one of the fiber-optic cables.

Result: The LEDs REDF and IFM1F or IFM2F (depending on which fiber-optic cable was disconnected) now light up on both CPUs. The reserve CPU changes to ERRORSEARCH mode. The other CPU remains master and continues operation in single mode.

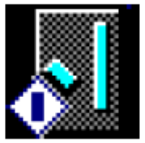
همانطور که مشاهده می کنید، در این تست جا به جایی صورت نگرفت و CPU رزرو در مد ERRORSEARCH قرار گرفت و CPU مستر در مد Single باقی ماند و کار کنترل پروسه ادامه پیدا کرد.

پس از وصل مجدد فیبر قطع شده:

2. Reconnect the fiber-optic cable.

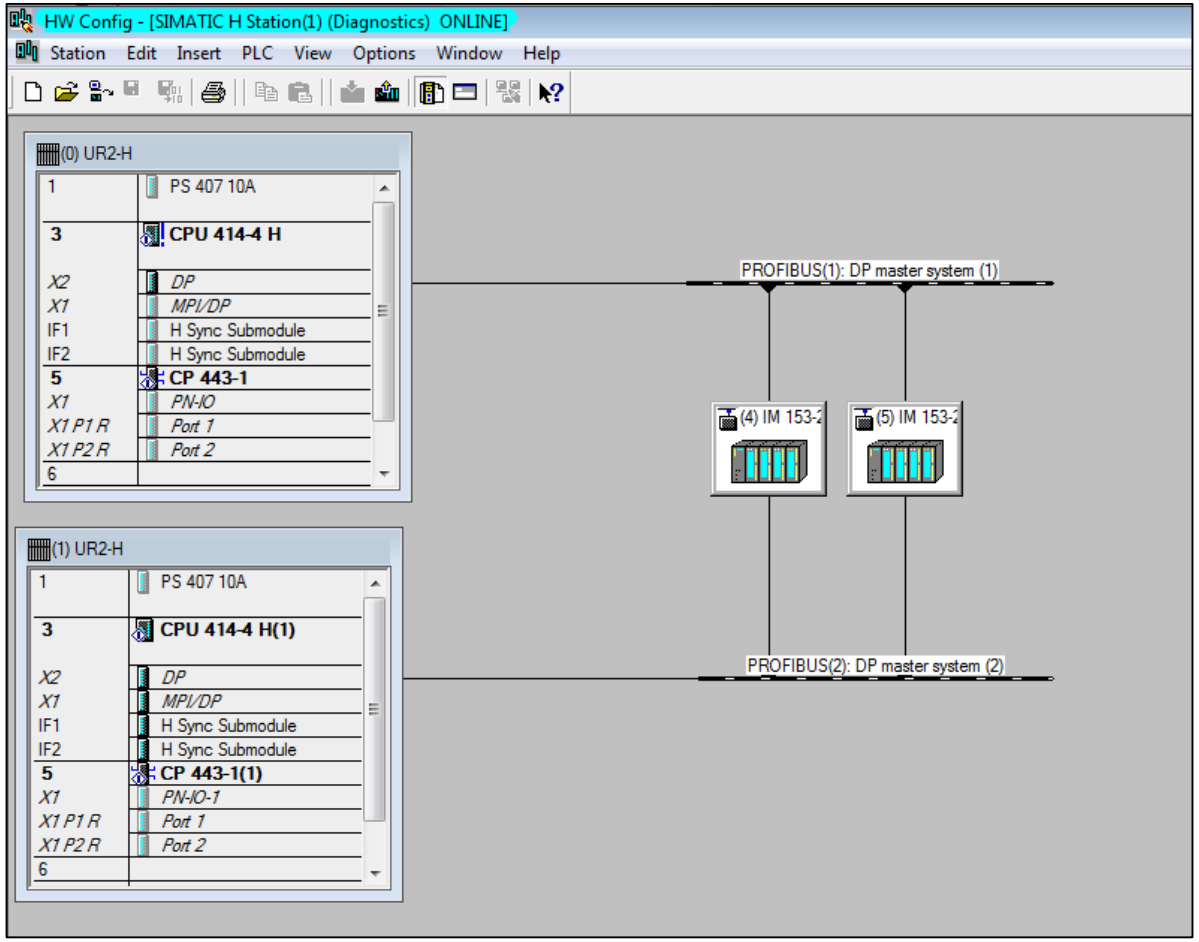
Result: The reserve CPU performs starts a LINK-UP and UPDATE. The S7–400H resumes redundant system mode.

همانطور که در بحث های قبلی بیان شد، برنامه کاربر و پوشه S7 Program در حالت Offline تنها در زیرمجموعه CPU 0 موجود می باشد. در حالت Online پوشه S7 Program برای هر دو CPU نمایش داده می شود. در حالت Online در محیط HW در نرم افزار، وضعیت CPU با سمبل ها استاندارد نمایش داده می شود.

CPU icon	Operating state of the respective CPU
	Master CPU is in RUN state
	Standby CPU is in RUN state
	Master CPU is in STOP state
	Standby CPU is in STOP state
	Master CPU is in STARTUP state

	Standby CPU is in LINK-IN or UPDATE state
	Standby CPU is in ERROR-SEARCH operating state
	Malfunction of the master CPU or of a module parameterized by it.
	Malfunction of the standby CPU, or of a module parameterized by it.
	Maintenance required on master CPU
	Maintenance required on standby CPU

	Maintenance request on master CPU
	Maintenance request on standby CPU



کارت حافظه در سیستم H

یکی از مواردی که در سیستم H باید به آن دقت شود، سایز مربوط حافظه Load Memory هر دو CPU می باشد. همچنین نوع کارتی که در هر دو طرف استفاده می شود نیز می بایست مشابه باشد.

The redundant system state is only possible if both CPUs have the same memory configuration.

در بسیاری از پروسه های صنعتی نیاز به توسعه حافظه Load Memory مربوط به سیستم H در حین کار یا تغییر مدل کارت حافظه می باشد.

- The size and type of load memory (RAM or FLASH) on both CPUs must match.

The memory configuration of the CPUs can be modified in operation. Possible modifications of S7-400H memory:

- Expanding load memory
- Changing the type of load memory

توسعه حافظه Load Memory به دو روش امکان پذیر می باشد:

- Upgrade the load memory by inserting a memory card with more memory space
- Upgrade the load memory by inserting a RAM card, if no memory card was previously inserted

اگر به این روش حافظه را تغییر دهید، کل برنامه کاربر در طول پروسه Link-up از پردازنده Master به Reserve کپی می شود. برای اضافه کردن کارت حافظه RAM یا تغییر ظرفیت آن بر روی هر CPU بدون از دست رفتن پروسه، مراحل زیر را دنبال کنید.

Step	What to do?	How does the system react?
1	Switch the reserve CPU to STOP using the programming device.	The system is now operating in single mode.
2	Replace the memory card in the CPU with a card which has the required (higher) capacity.	Reserve CPU requests memory reset.
3	Reset the reserve CPU using the programming device.	–
4	Start the reserve CPU with the menu command "PLC > Mode > Switch to CPU ... with expanded memory configuration".	• The reserve CPU links up, is updated and becomes the master. • Previous master CPU changes to STOP. • System operates in single mode.
5	Turn off power to the second CPU.	The subsystem is disabled.
6	Modify the memory configuration of the second CPU as you did in steps 2 to 3 for the first CPU.	–
7	Start the second CPU with the menu command "PLC > Mode > Switch to CPU ... with expanded memory configuration".	• The second CPU is linked up and updated. • The system is now operating again in redundant system mode.

تعویض مدل کارت حافظه در سیستم H

The following types of memory cards are available for load memory:

- RAM card for the test and commissioning phase
- FLASH Card for permanent storage of the completed user program

If you change your memory configuration in this way, the system does not transfer any program parts from the master CPU to the reserve CPU.

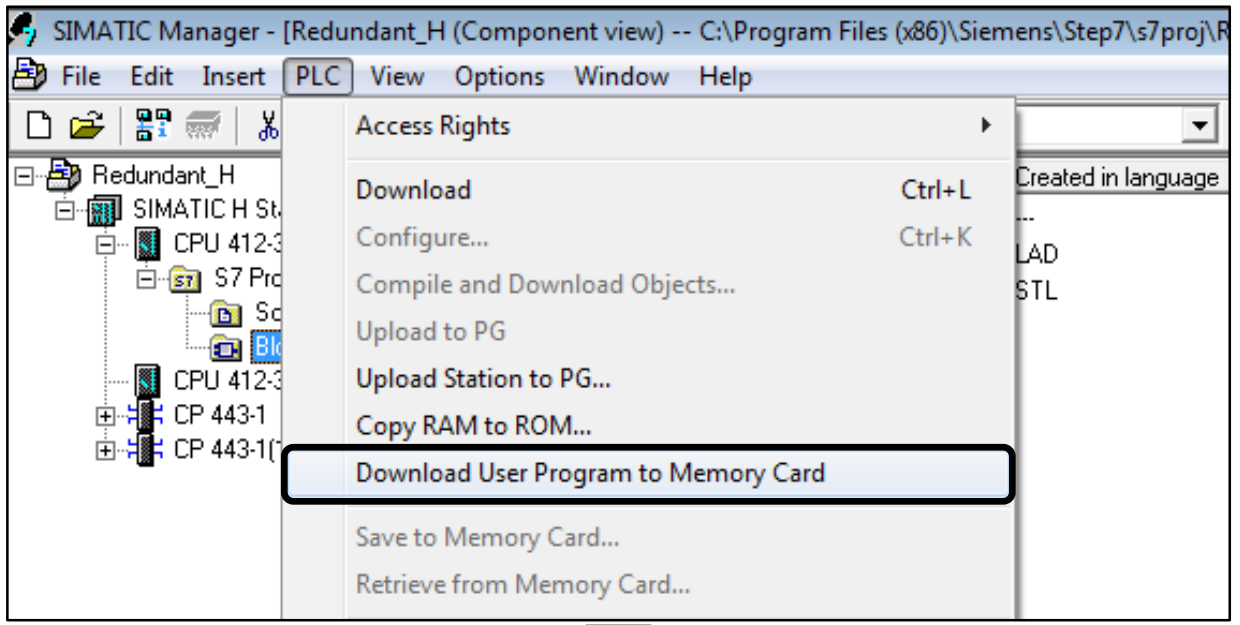
Step	What to do?	How does the system react?
1	Switch the reserve CPU to STOP using the programming device.	The system is now operating in single mode.
2	Replace the existing memory card in the reserve CPU with a new one of the required type.	Reserve CPU requests memory reset.
3	Reset the reserve CPU using the programming device.	–
4	Download the program data to the reserve CPU in STEP 7 by selecting the "Download User Program to Memory Card" command. **Notice**: Select the correct CPU from the selection dialog.	–
5	Start the reserve CPU with the menu command "PLC > Mode > Switching to CPU with modified configuration".	• The reserve CPU links up, is updated and becomes the master. • Previous master CPU changes to STOP. • System operates in single mode.
6	Modify the memory configuration of the second CPU as you did for the first CPU in step 2.	–
7	Download the user program and the hardware configuration to the second CPU.	–
8	Start the second CPU from the PG.	• The second CPU is linked up and updated. • The system is now operating again in redundant system mode.

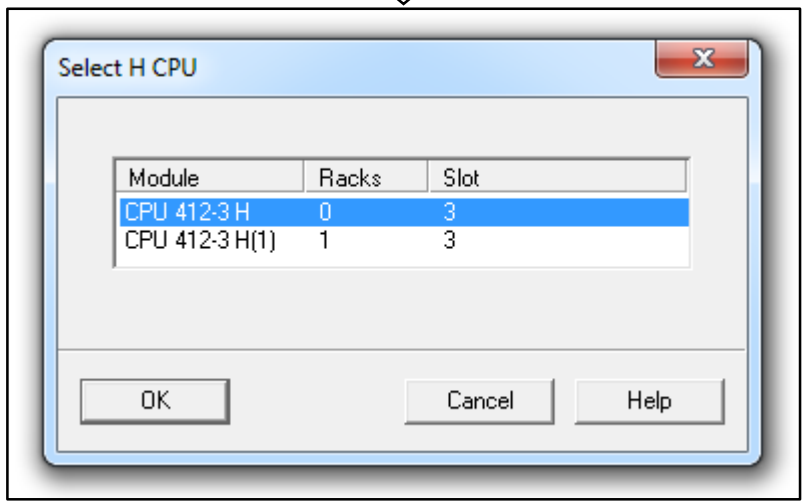
Removing the FLASH card

The online and offline data consistency described earlier also applies when you remove FLASH Cards from a fault-tolerant system. In addition, the available RAM size must not be less than the actual size of the STEP 7 program (STEP 7 Program > Block Container >"Blocks" Properties).

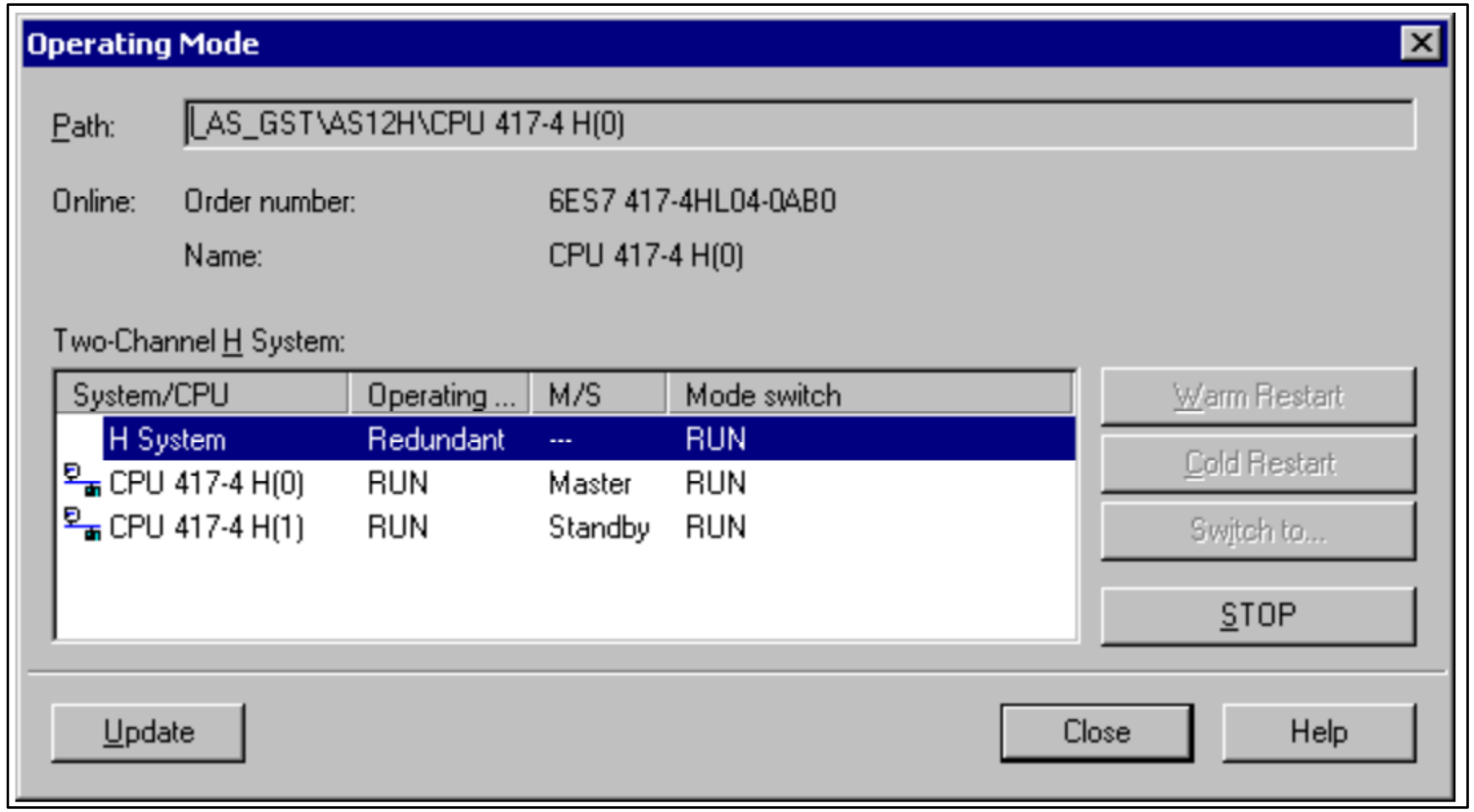
1. Set the reserve CPU to STOP and remove the FLASH Card. Adapt the memory configuration as required.
2. Reset the CPU using STEP 7.
3. Download the block container using STEP 7.
4. Switch to the CPU with the changed configuration using the "Operating Mode" dialog.
5. Remove the FLASH Card from the CPU which is now in STOP. Adapt the RAM configuration as required, and then perform a CPU memory reset.
6. Execute a warm restart of the reserve CPU using the "Operating Mode" dialog. The system status now changes to "Redundant" mode.

دانلود پروژه بر روی فلش توسط گزینه زیر انجام می شود. دقت کنید که در زمان دانلود، CPU را به درستی انتخاب شود.





پنجره Operating Mode در مد Redundant



دانلود برنامه به سیستم H

1- Make sure you have downloaded all error OBs.
2- The download depends whether you have RAM or EPROM.
If you have RAM then just like what is said above. Modify blocks (no interface change) and hit the download button and the modified blocks will be transferred to CPU1 (master or standby) and this CPU will update CPU2 (master or standby) automatically.

If you have EPROM (not recommended for frequent program changes), you can do the same but blocks will be downloaded to work memory of both CPUs.
This means that at any power failure, the CPU will work with the unchanged blocks loaded in EPROMs.
To download your blocks to load memory (EPROM), you have to select the blocks folder and go PLC>Download user program to memory card.
To do it without stopping the H-system you have to do the following:

1- CNTRL+I to display the H-status.
2- Stop one of the CPUs
3- Select blocks folder and download user program to memory card.
4- It will ask you whether to make a worm restart or not. Press no.
5- Click switch to CPU with modified configuration.
6- The CPU should go in Run and the other CPU (with old program) will go to STOP.
7- Download user program to memory card of the stopped CPU.
8- Make a warm restart for the stopped CPU.

Both CPUs should be working with same modified program that's downloaded to EPROMs.

Communication functions

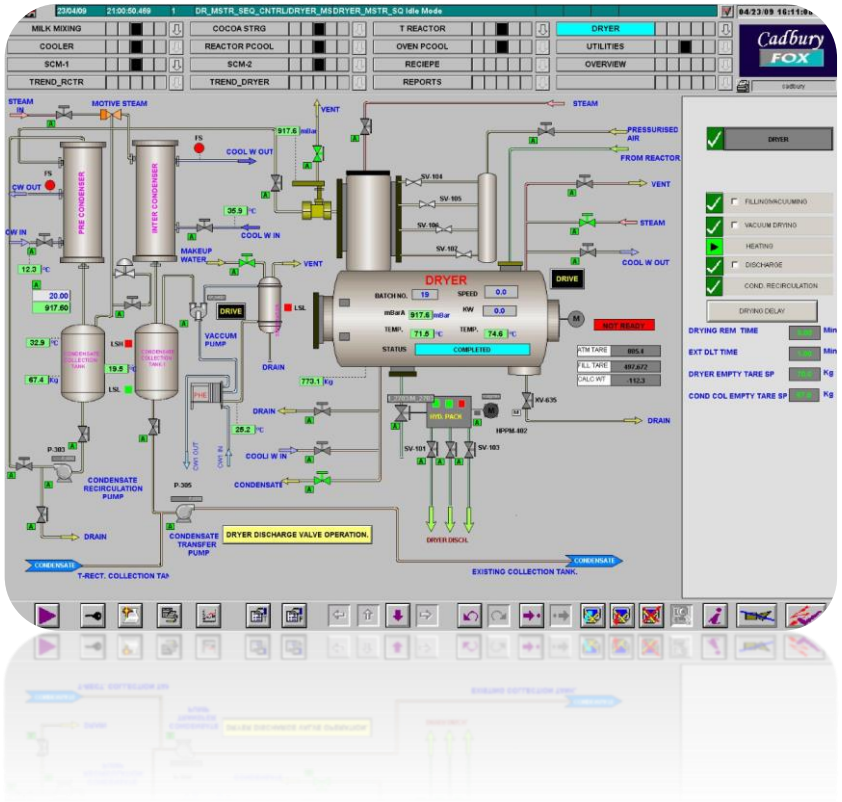
For programming device (PG) functions that establish online connections (e.g. downloading and deleting blocks), one of the two CPUs has to be selected even if the function affects the entire system over the redundant link.

● Data which is modified in one of the central processing units in redundant operation affect the other CPUs over the redundant link.

● Data which is modified when there is no redundant link (i.e. in single mode) initially affects only the processed CPU. The blocks are applied by the master CPU to the reserve CPU during the next link-up and update. Exception: No new blocks are applied after changing the configuration. Loading the blocks is then the responsibility of the user.

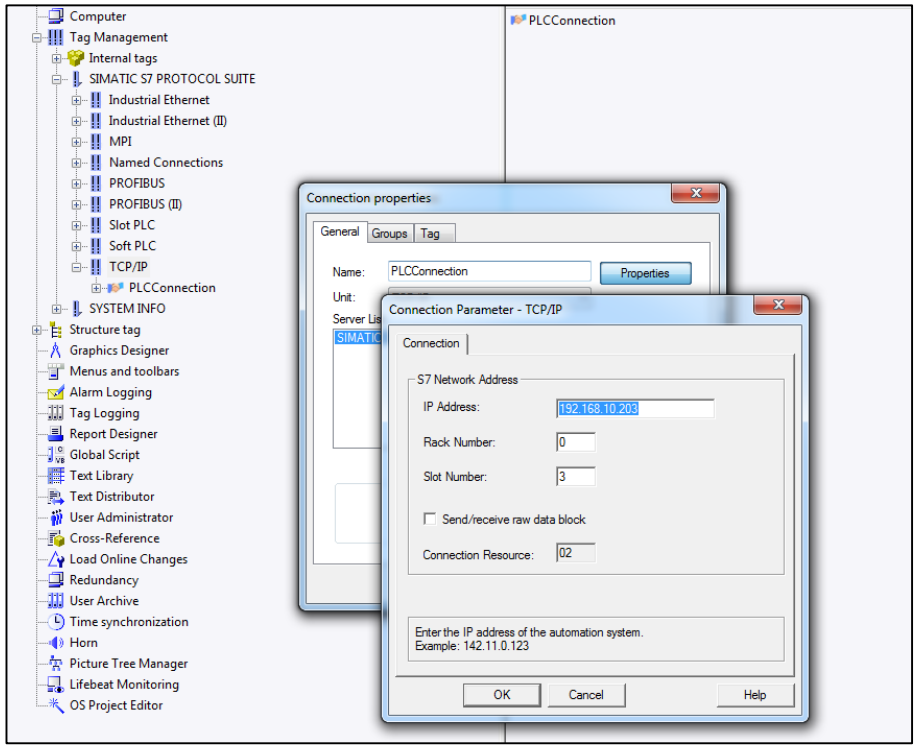
مانیتورینگ در سیستم های Redundant

همانطور که می دانید امروزه در اکثر پروژه های اتوماسیون صنعتی، بحث مانیتورینگ یکی از بحث های اصلی در فاز طراحی می باشد. سیستم مانیتورینگ می تواند به صورت Panel Base یا PC Base باشد. در سیستم های H ، بحث مانیتورینگ می تواند به هر دو صورت پیاده سازی شود.

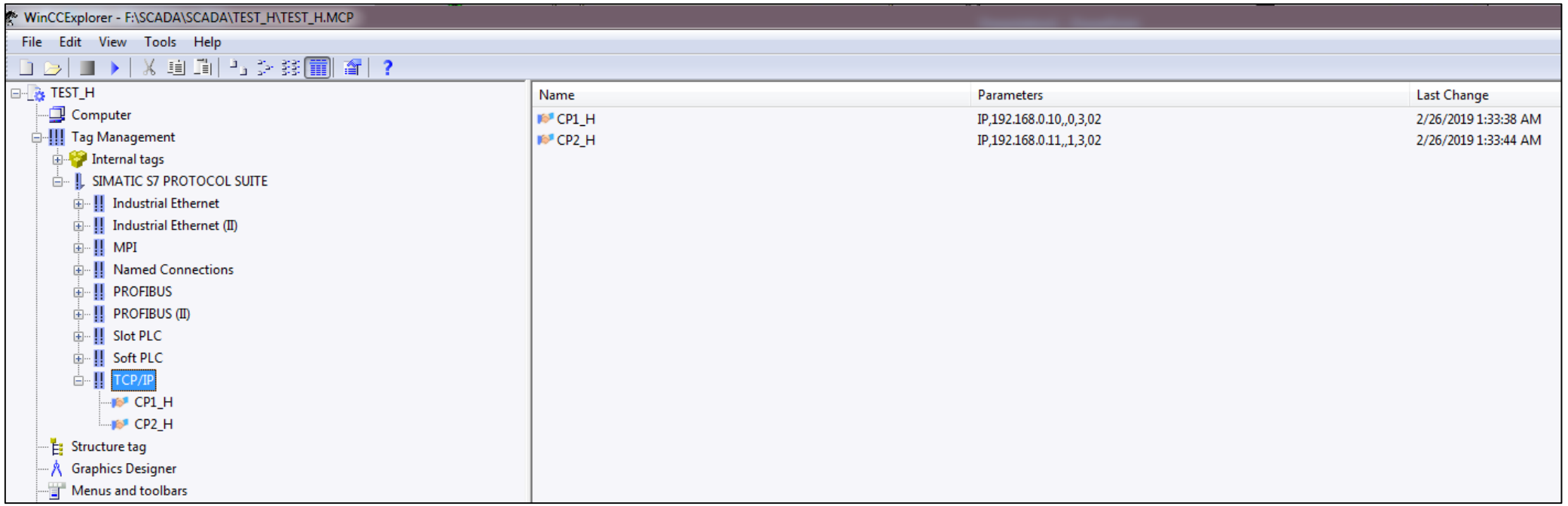


سیستم مانیتورینگ نیز با توجه به حساسیت پروسه، می تواند به روش های مختلف پیکربندی شود. در ساده ترین حالت، یک ایستگاه PC توسط نرم افزار WinCC می تواند به سیستم H متصل شود.

در نرم افزار WinCC یک کانکشن در TCP/IP ایجاد کرده و آدرس IP یکی از کارت های CP را وارد می کنیم. در این حالت سیستم مانیتورینگ با یکی از CPU ها در ارتباط می باشد و زمانی که Switch Over در سیستم H رخ دهد، سیستم مانیتورینگ از دست می رود. دلیل از دست رفتن مانیتورینگ نیز کاملا مشخص است. چون در کانکشن ساخته شده، آدرس IP یا MAC کارت CP دوم وارد نشده است. این ساده ترین ارتباط سیستم مانیتورینگ توسط پورت LAN معمولی PC با سیستم H می باشد که در سیستم H با توجه به حساسیت پلنت، کاربرد چندانی ندارد.



شاید این سوال مطرح شود که ساختن دو کانکشن برای ارتباط با دو CPU، راه حل مناسبی باشد. در این حالت در تنظیمات هر کانکشن، آدرس IP یا MAC هر کارت CP ست می شود. نکته ای که باید به آن دقت شود این است که در این صورت می بایست دو دسته تگ ساخته شود و از طرفی به یک Object هم می بایست ، دو تگ اختصاص داده شود که این کار برای تعداد تگ بالا بسیار سخت و زمان بر می باشد. در واقع در این روش برای هر Object می بایست دو تگ که مربوط به دو کانکشن می باشند را به صورت OR اختصاص داد.



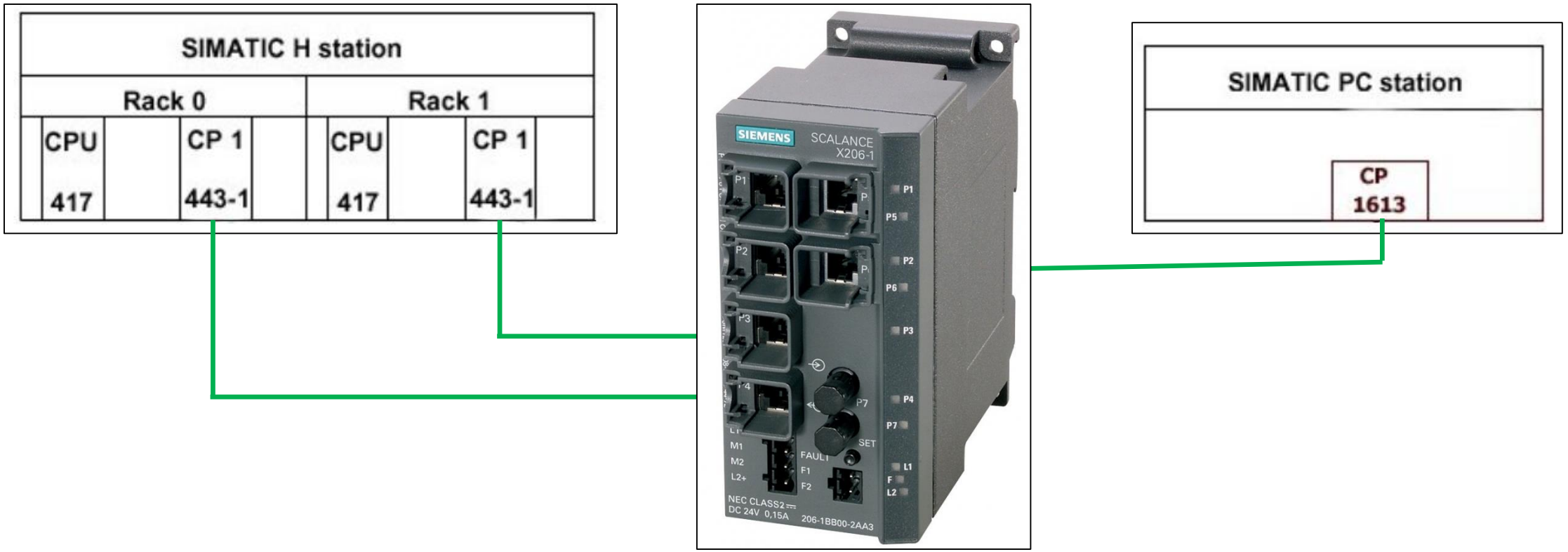
این روش با توجه به موارد ذکر شده، روش متداول نیست.

در روش سوم می بایست از کارت های شبکه زیمنس استفاده شود. این کارت ها می توانند در سیستم های مانیتورینگ برای اتصال به PLC های معمولی نیز استفاده شوند. یکی از کارت های شبکه پرکاربرد جهت اتصال به سیستم H، کارت CP1613 می باشد. در واقع توسط این کارت امکان سوئیچ بین دوCPU فراهم می شود.

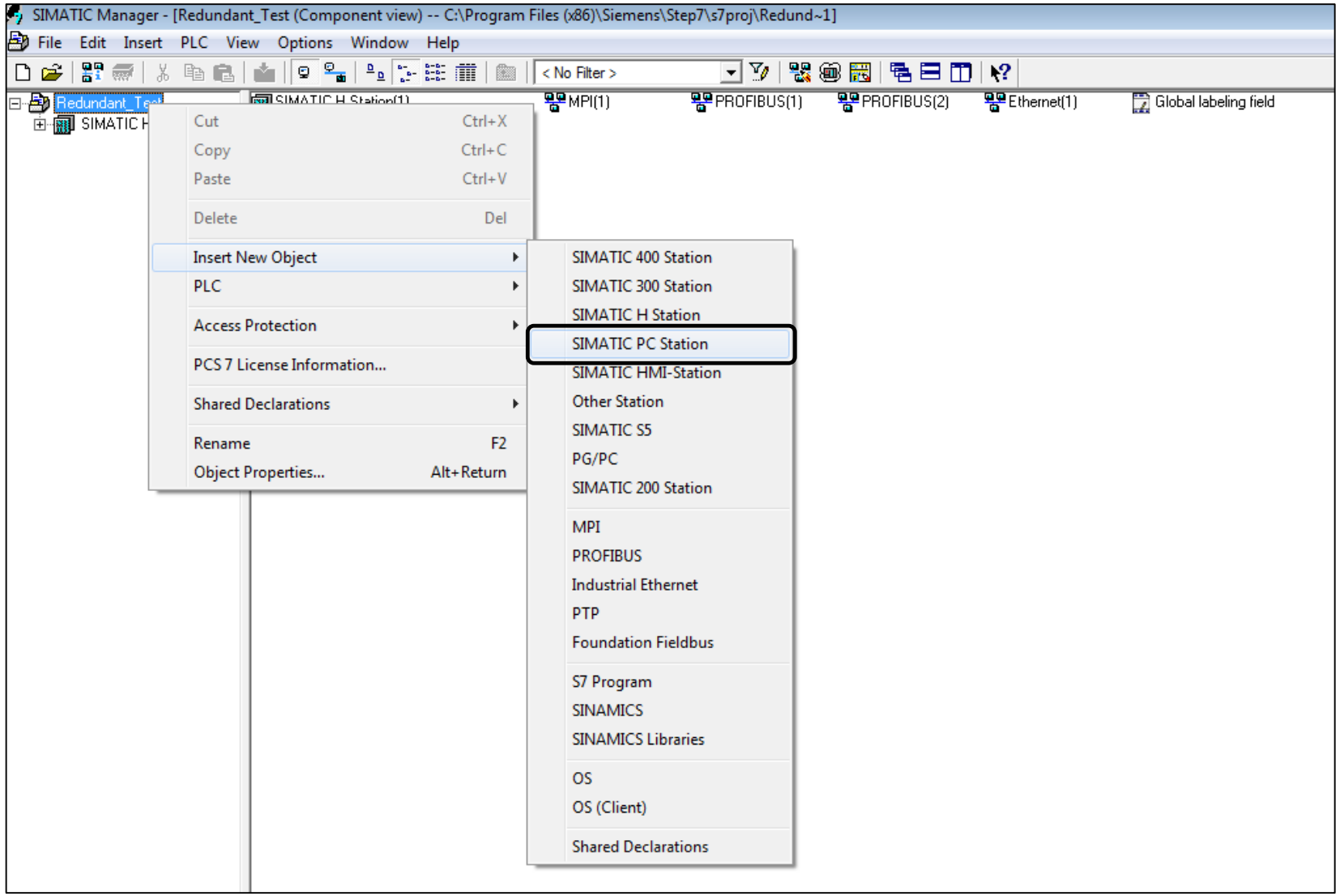
این کارت دارای رابط AUI جهت اتصال به اترنت های قدیم نیز می باشد. لازم به ذکر هست که زیمنس کارت های CP متنوعی عرضه کرده است.

پیکربندی کارت CP1613

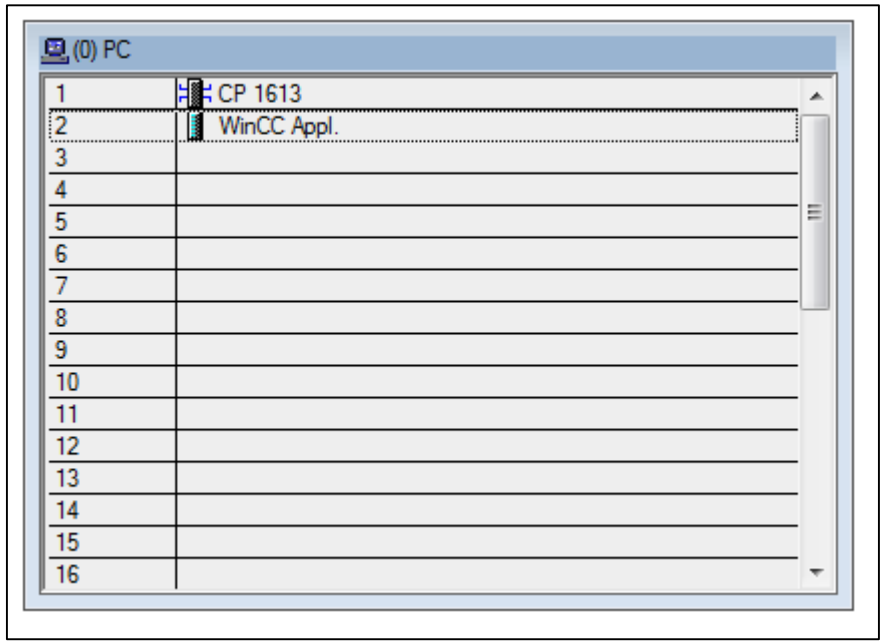
در این روش یک کارت CP1613 در اسلات PC نصب شده و PC توسط این کارت، مجهز به رابط RJ45 جدید می شود. این پورت توسط کابل شبکه می بایست به سوئیچ متصل گردد. هر کارت CP در سیستم H نیز به یک پورت سوئیچ متصل می شود. البته لازم به ذکر هست که برای اتصال سیستم مانیتورینگ در روش های قبلی نیز نیاز به سوئیچ می باشد. این سوئیچ می تواند ساخت شرکت زیمنس باشد.

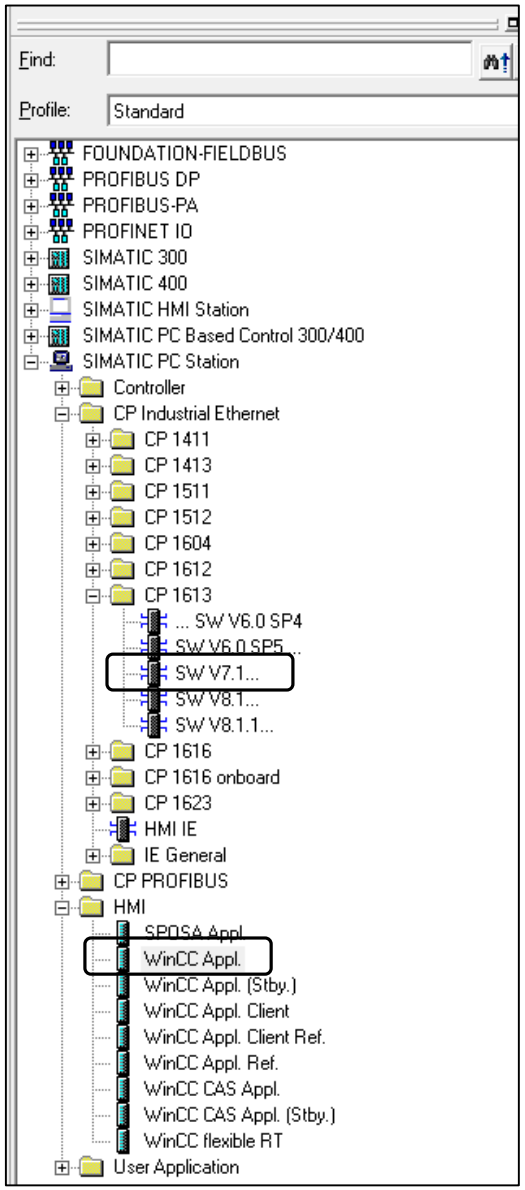


جهت پیکربندی کارت CP1613 در نرم افزار STEP 7 می بایست یک ایستگاه PC ایجاد شود.

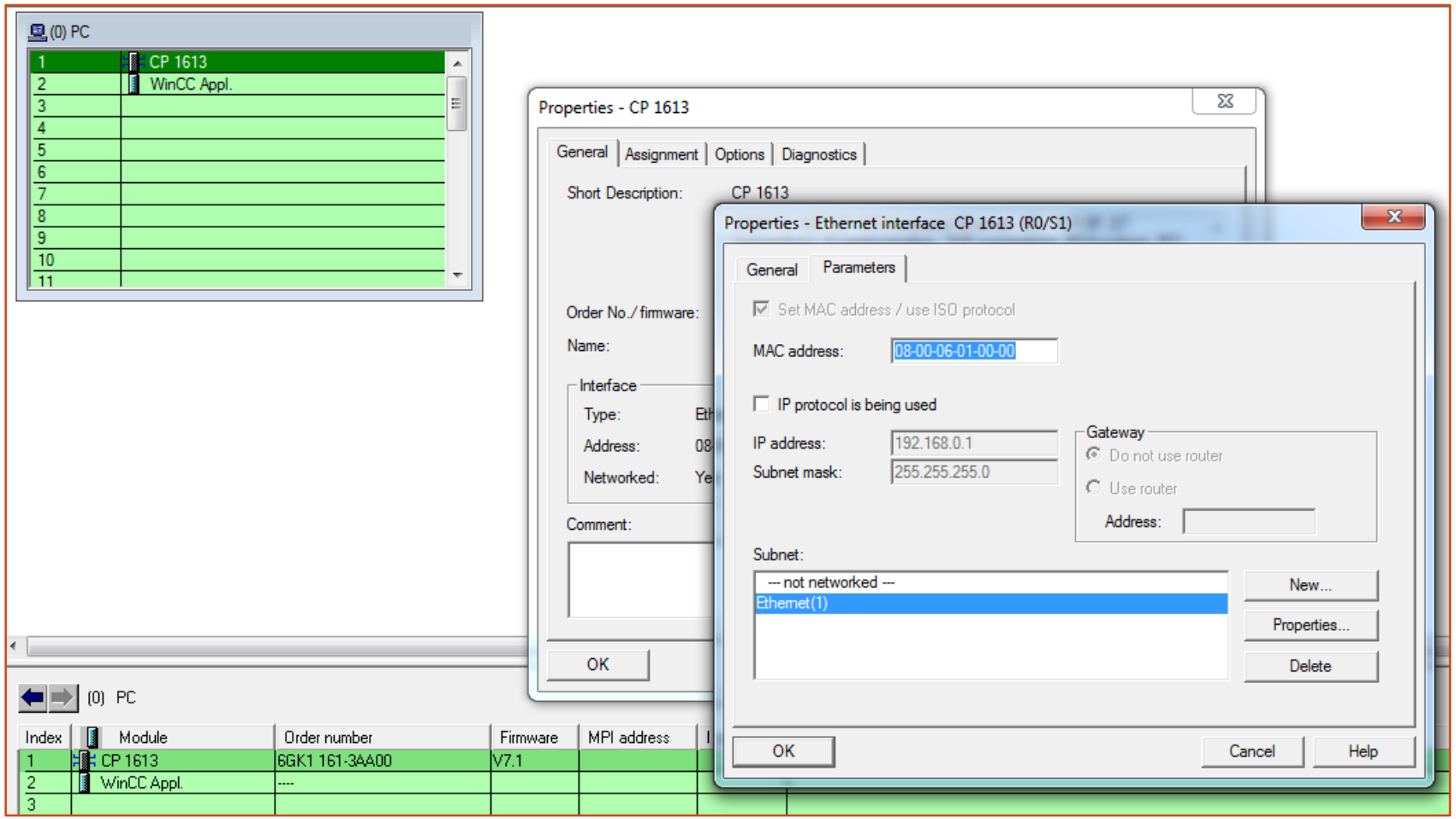


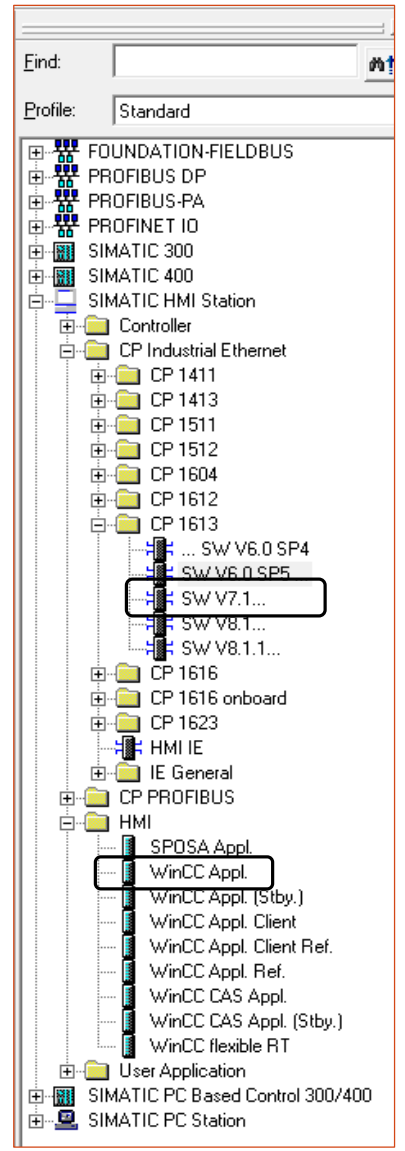
با مراجعه به محیط Hardware ایستگاه PC، مطابق شکل زیر یک کارتCP1613 در اسلات اول و در اسلات دوم نیز WinCC Application را وارد می کنیم.



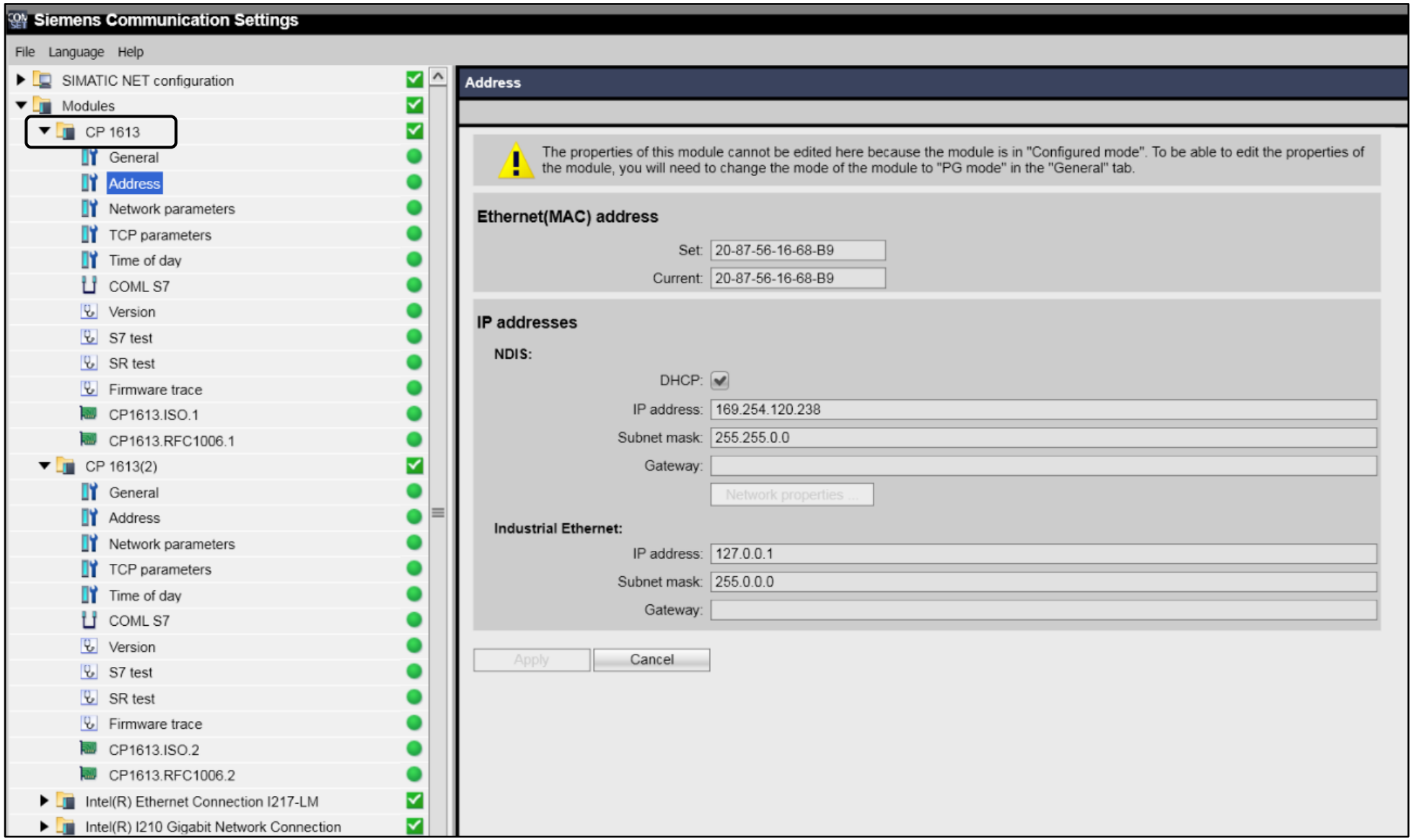


در پنجره باز شده، آدرس MAC کارت CP را وارد و آن را به شبکه ایجاد شده، متصل می کنیم.

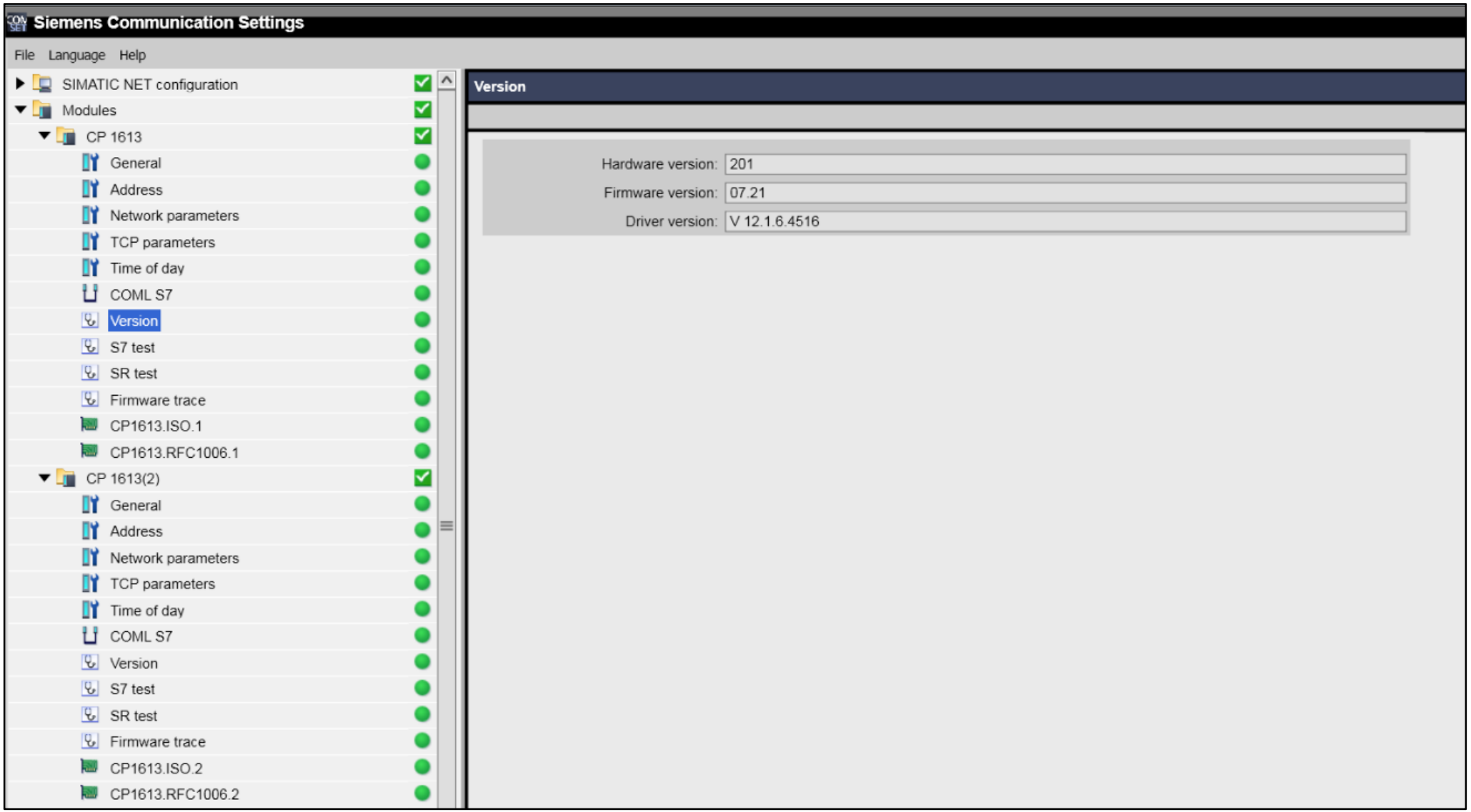




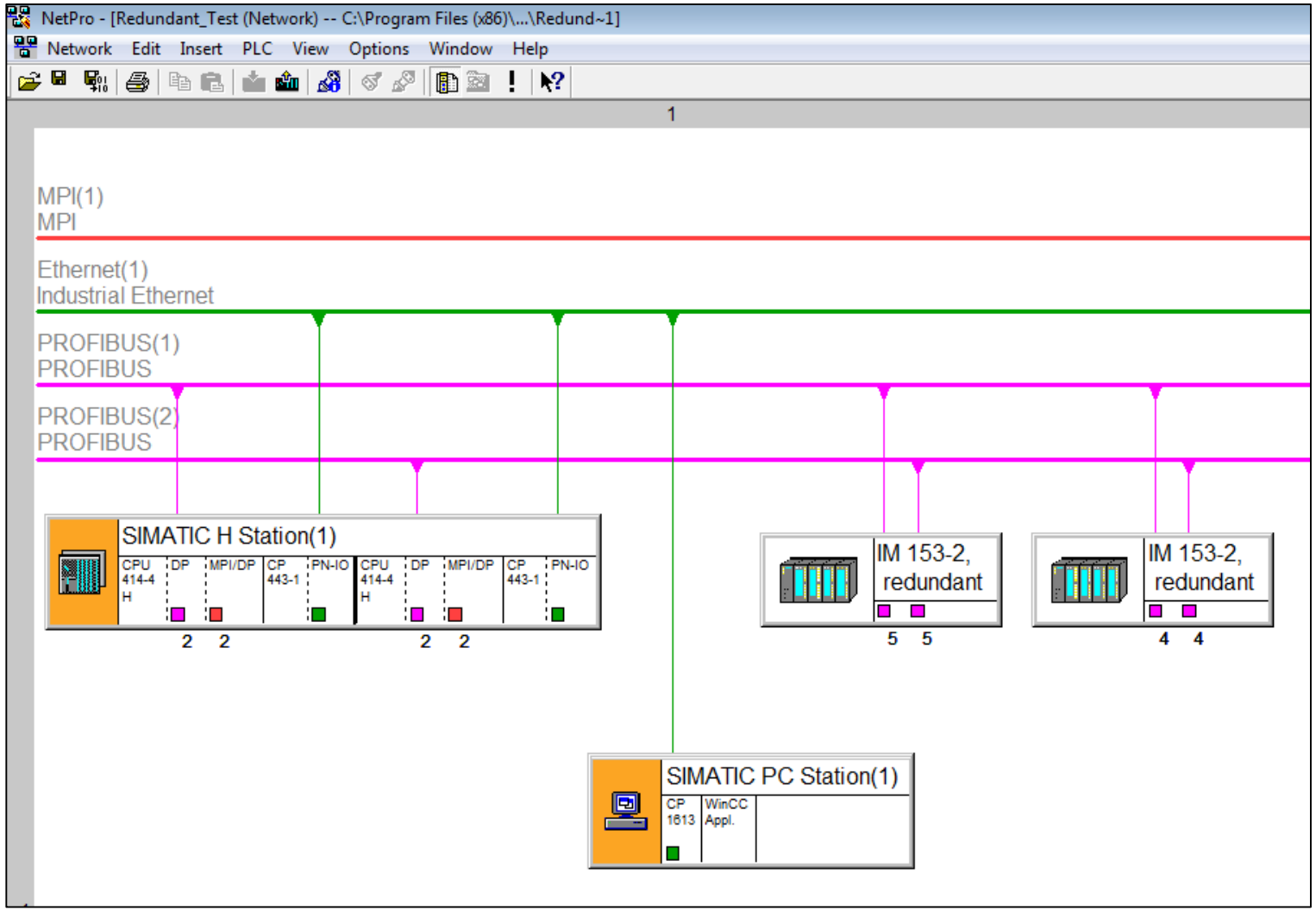
برای مشاهده آدرس MAC کارت CP1613، از نرم افزار Communication Settings یا Configuration Console استفاده کنید.



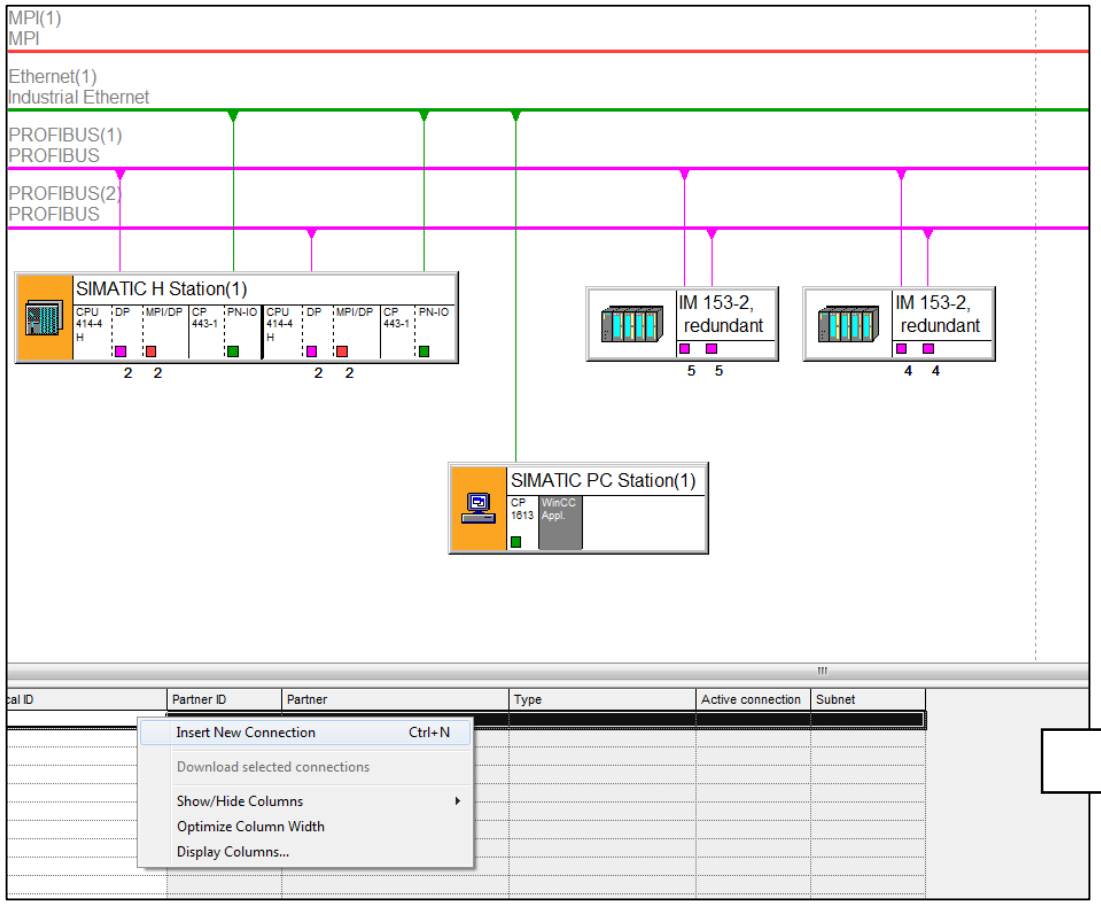
در این نرم افزار، ورژن کارت به همراه Firmware نیز قابل روئیت می باشد.

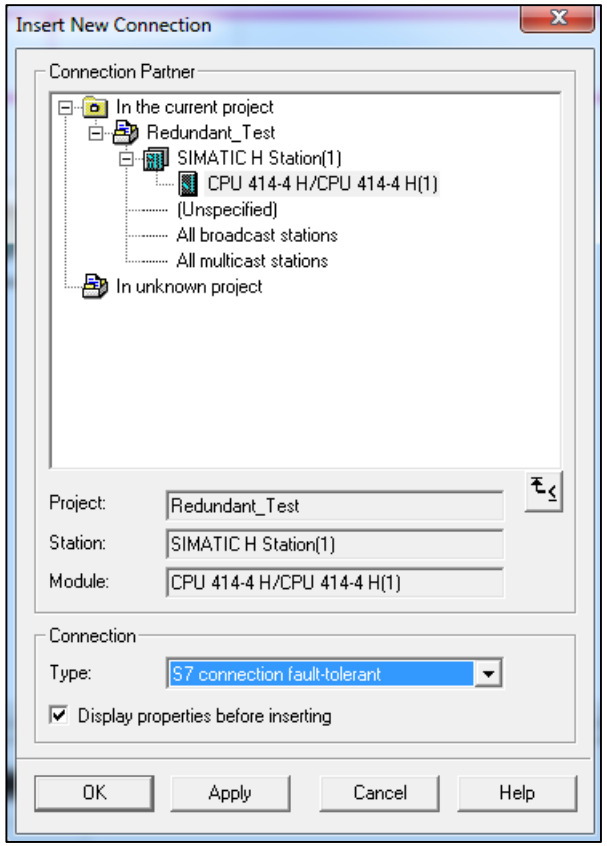


این محیط را Save and Compile کرده و به محیط NetPro مراجعه می کنیم.

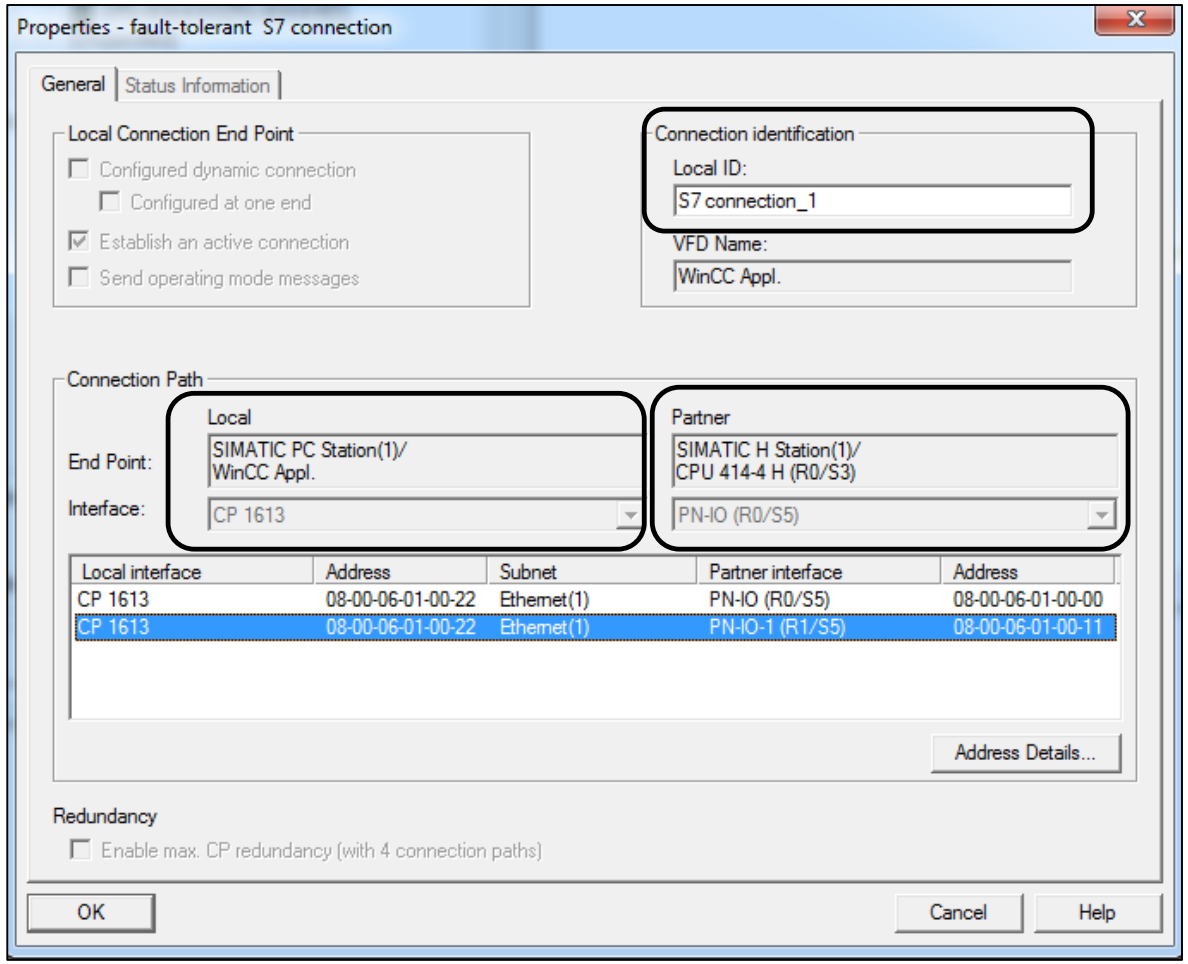


همانطور که در محیط Netpro مشاهده شد، کارت های CP مربوط به سیستم H روی خط اترنت، با کارت CP1613 در ارتباط می باشند. در ادامه می بایست یک کانکشن S7 Connection Fault Tolerant ایجاد شود. بدین منظور بر روی WinCC Application کلیک و در جدول ظاهر شده، کانکشن را ایجاد می کنیم. در پنجره ظاهر شده، کانکشن مربوطه را انتخاب می کنیم.





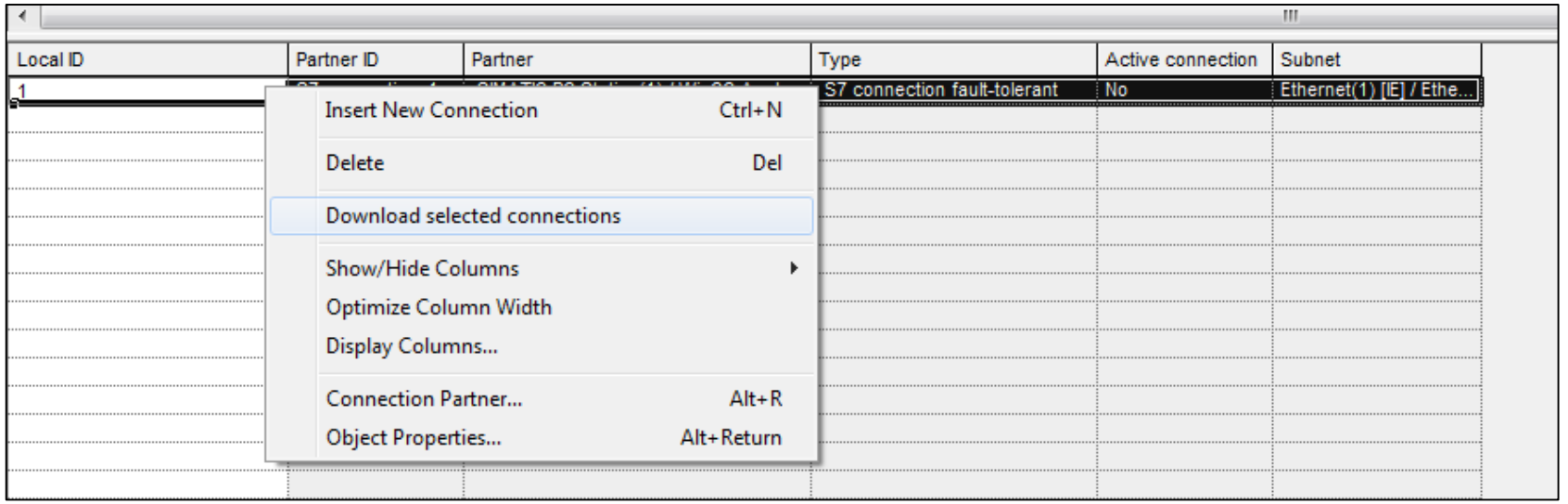
در پنجره نهایی، نام کانکشن به همراه کانکشن ایجاد شده با سیستم H مشخص می باشد.



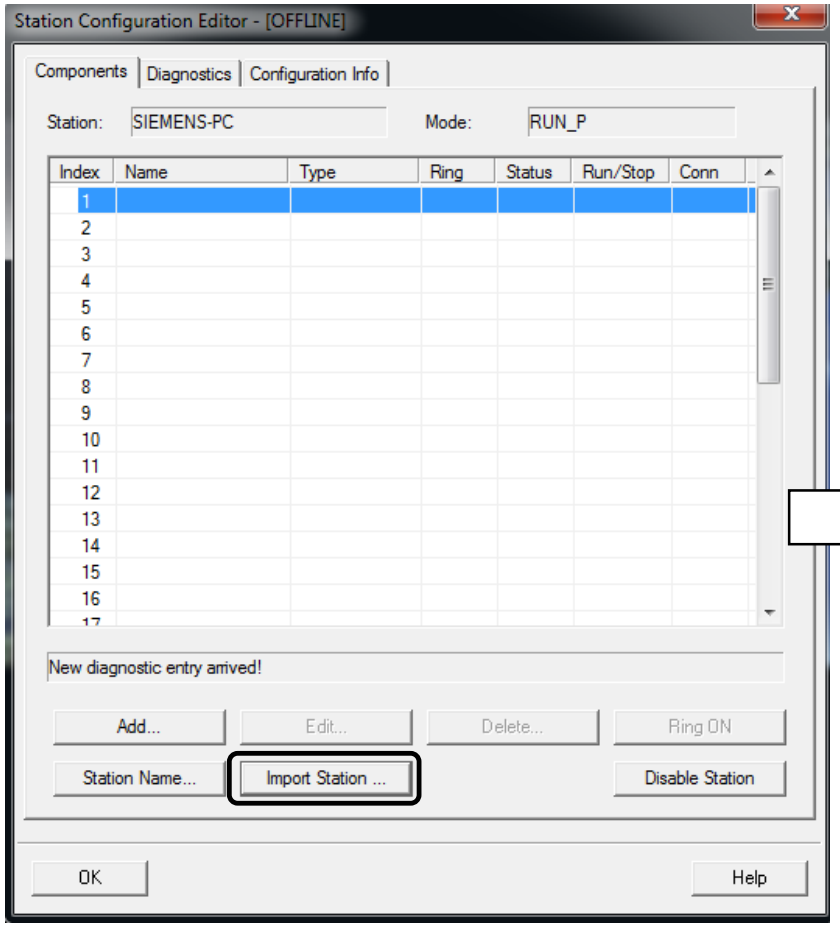
در شکل زیر کانکشن ساخته شده را ملاحظه می کنید.

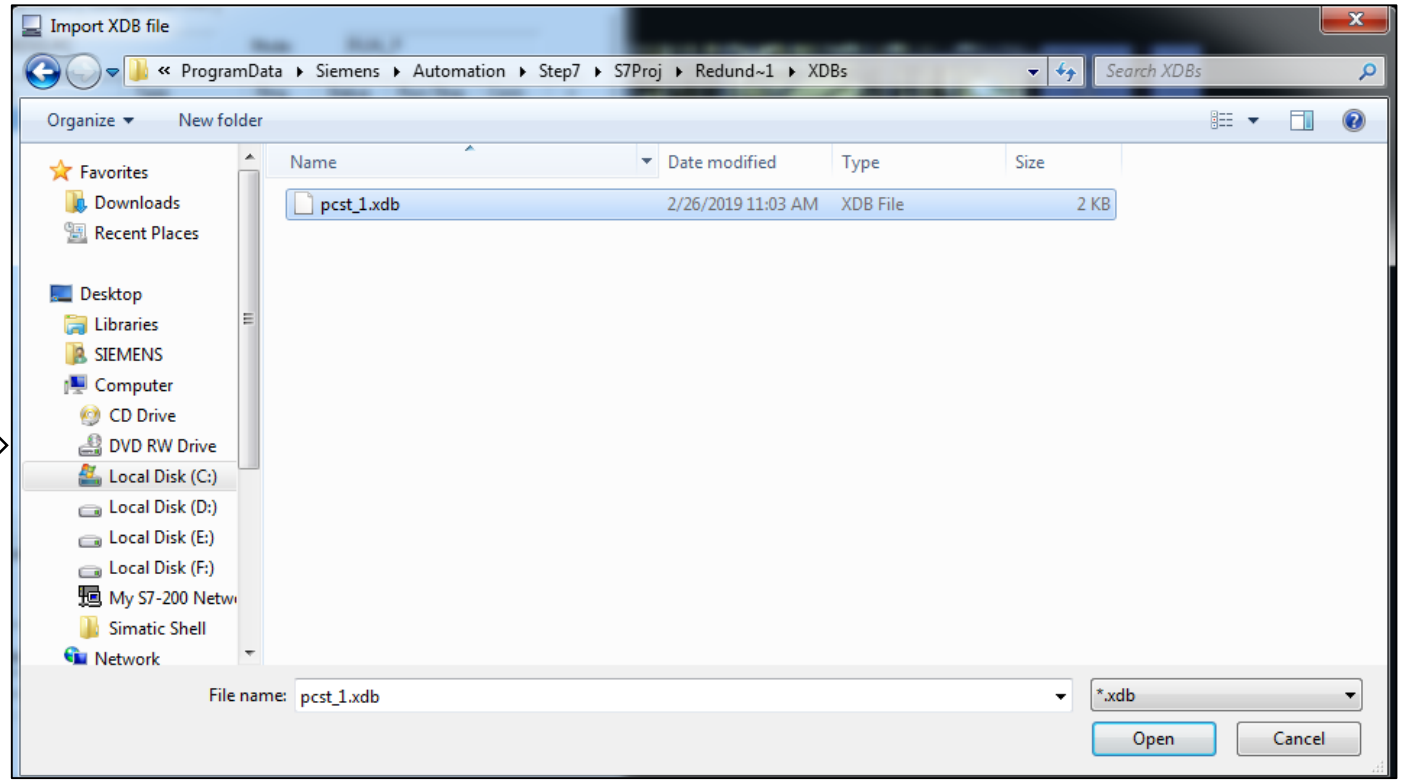
Local ID	Partner ID	Partner	Type	Active connection	Subnet
S7 connection_1	1	SIMATIC H Station(1) / CPU 414-4 H / ...	S7 connection fault-tolerant	Yes	Ethernet(1) [IE] / Ethe...

در ادامه می بایست کانکشن ایجاد شده به سیستم H دانلود شود.



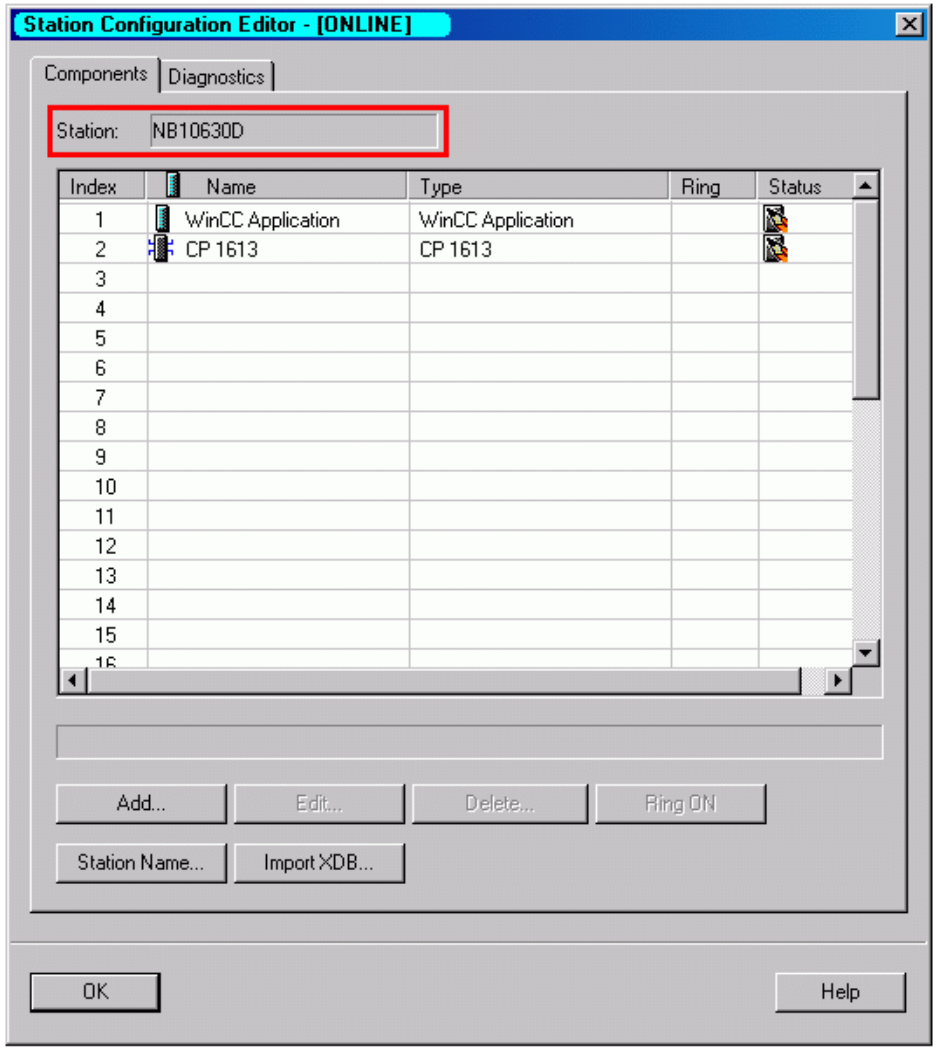
تنظیمات ایستگاه PC نیز در قالب یک فایل با پسوند xdb. در مسیر پروژه ایجاد شده است که توسط برنامه Station Configurator امکان بارگذاری این فایل به ایستگاه PC جهت دریافت تنظیمات کارت CP1613 وجود دارد. در محیط این برنامه توسط گزینه Import Station امکان بارگذاری فایل xdb. وجود دارد.



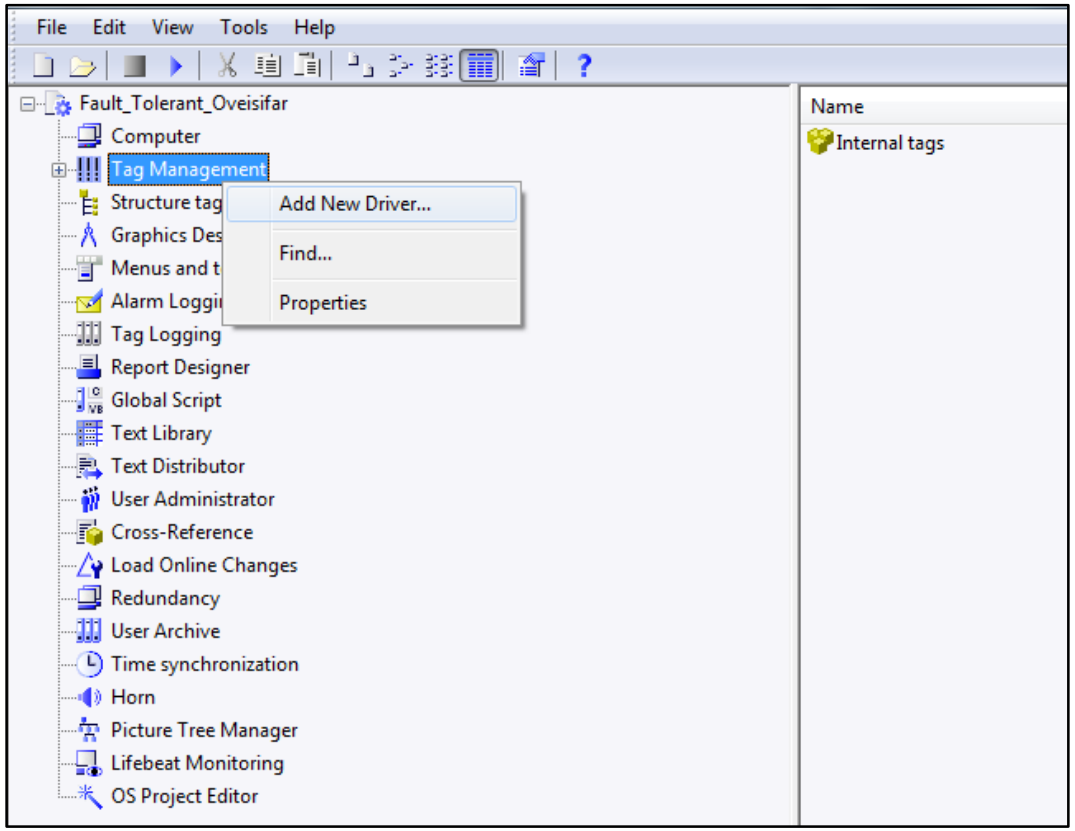


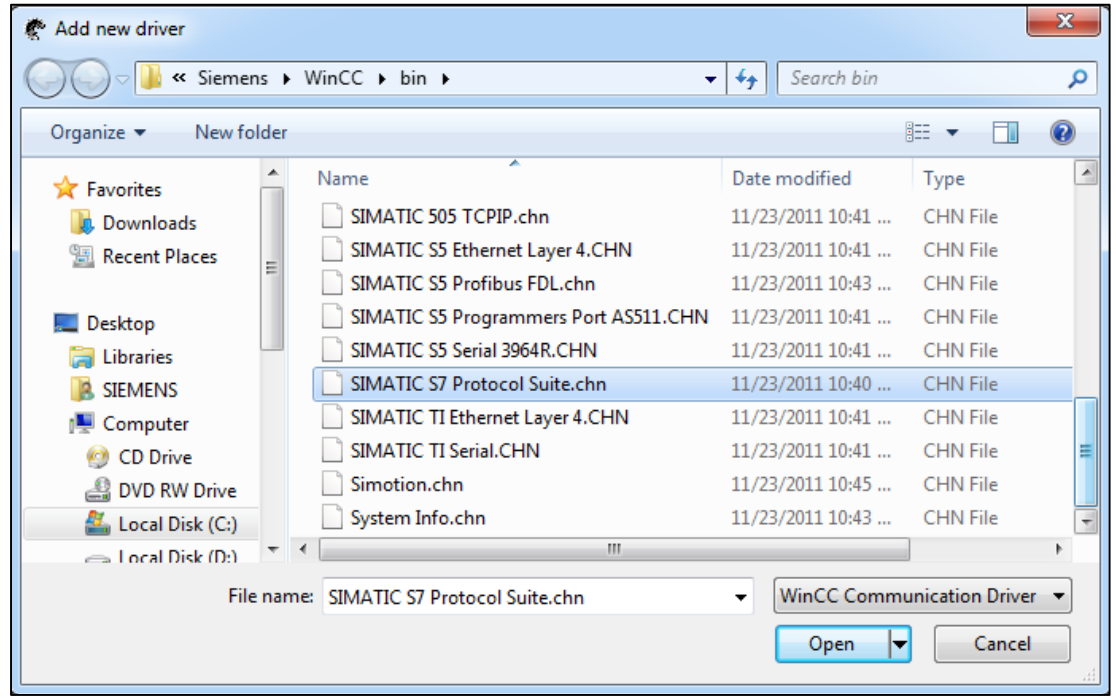
این فایل در مسیر پروژه وجود دارد.

محیط Station Configurator بعد از بارگذاری فایل xdb.

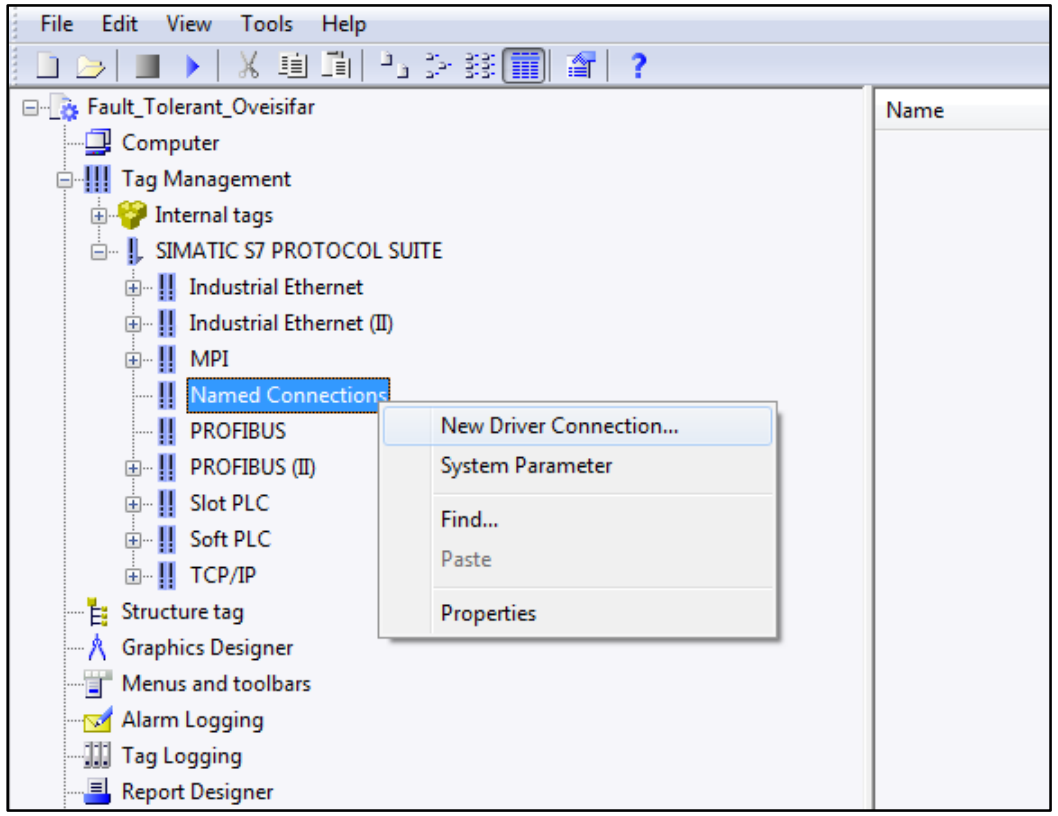


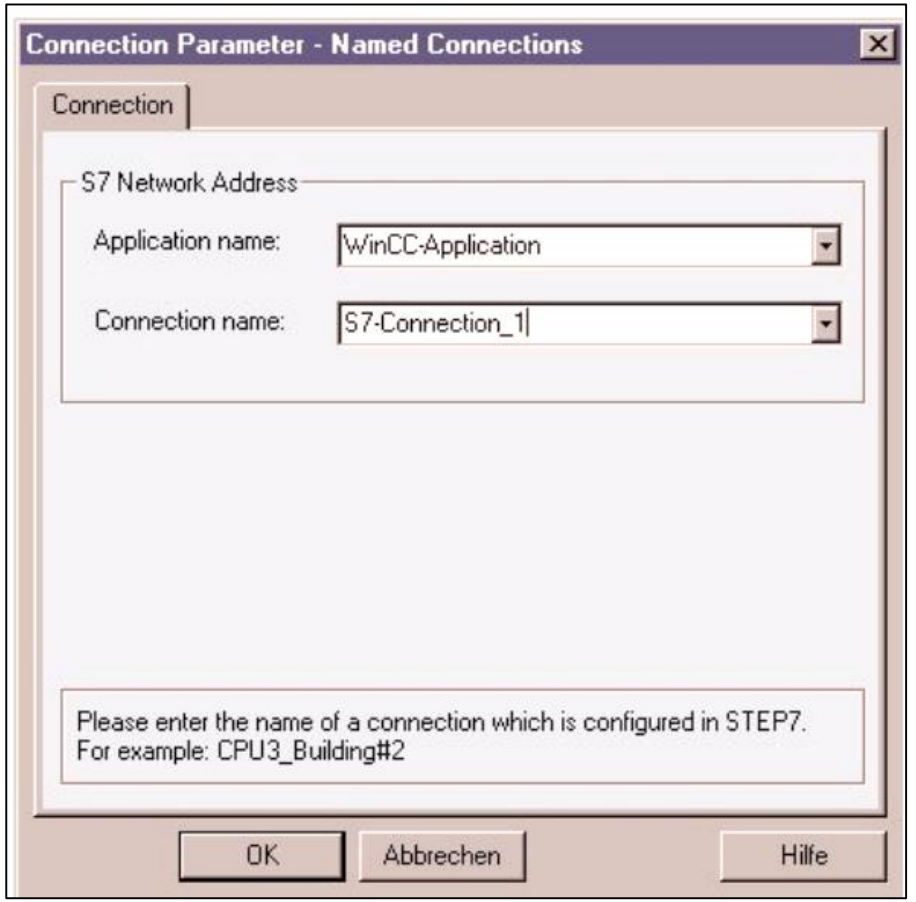
در ادامه در محیط WinCC یک پروژه جدید ایجاد و درایور S7 Protocol را انتخاب می کنیم.





در ادامه به پنجره تنظیمات گزینه Named Connection مراجعه و گزینه WinCC Application را از لیست انتخاب و کانکشن ایجاد شده نیز در قسمت پایین ظاهر می شود. این نام، همان کانکشن ساخته شده در محیط NetPro می باشد.

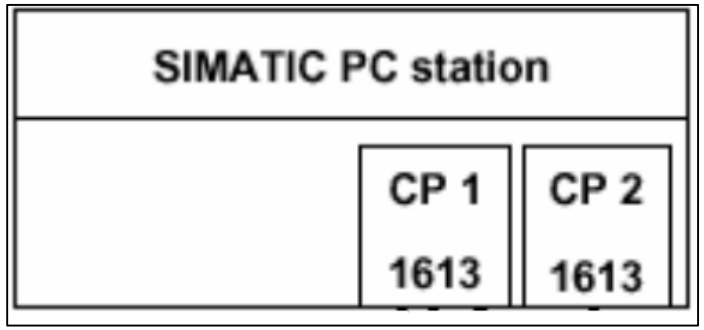




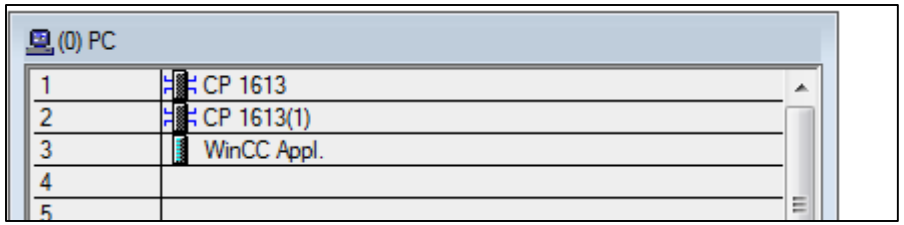
در ادامه زیرمجموعه Named Connection تگ های مورد نظر را یکبار ایجاد می کنیم. در این حالت تگ های سیستم مانیتورینگ در زمان Switchover نیز در دسترس می باشند. این طرح توسط پورت LAN سیستم یا همان IE General امکان پذیر نمی باشد.

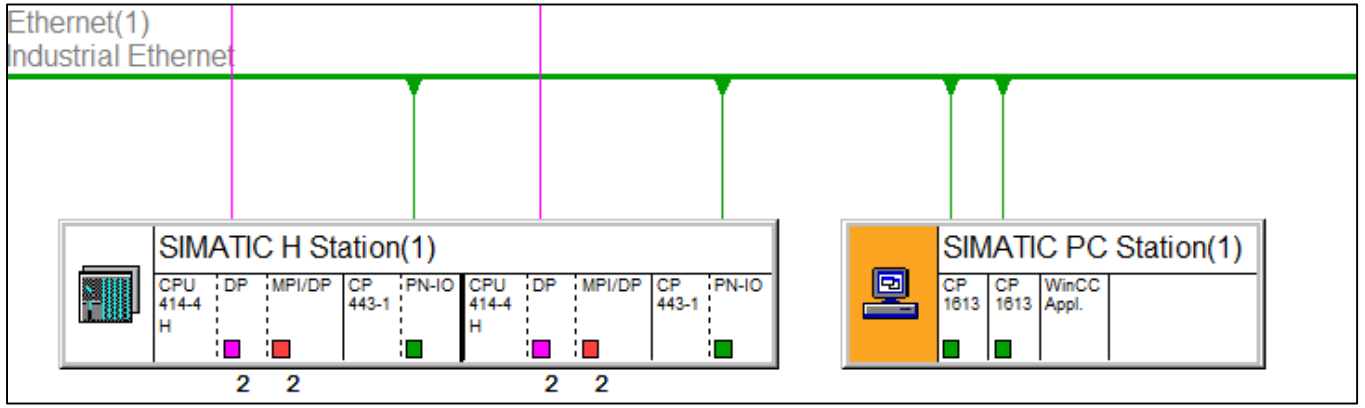
استفاده از دو کارت CP1613 در PC

بحث دسترسی به سیستم مانیتورینگ را با توجه به حساسیت پروسه می توان افزایش داد. در این صورت در PC دو عدد کارت CP1613 می بایست نصب شود.

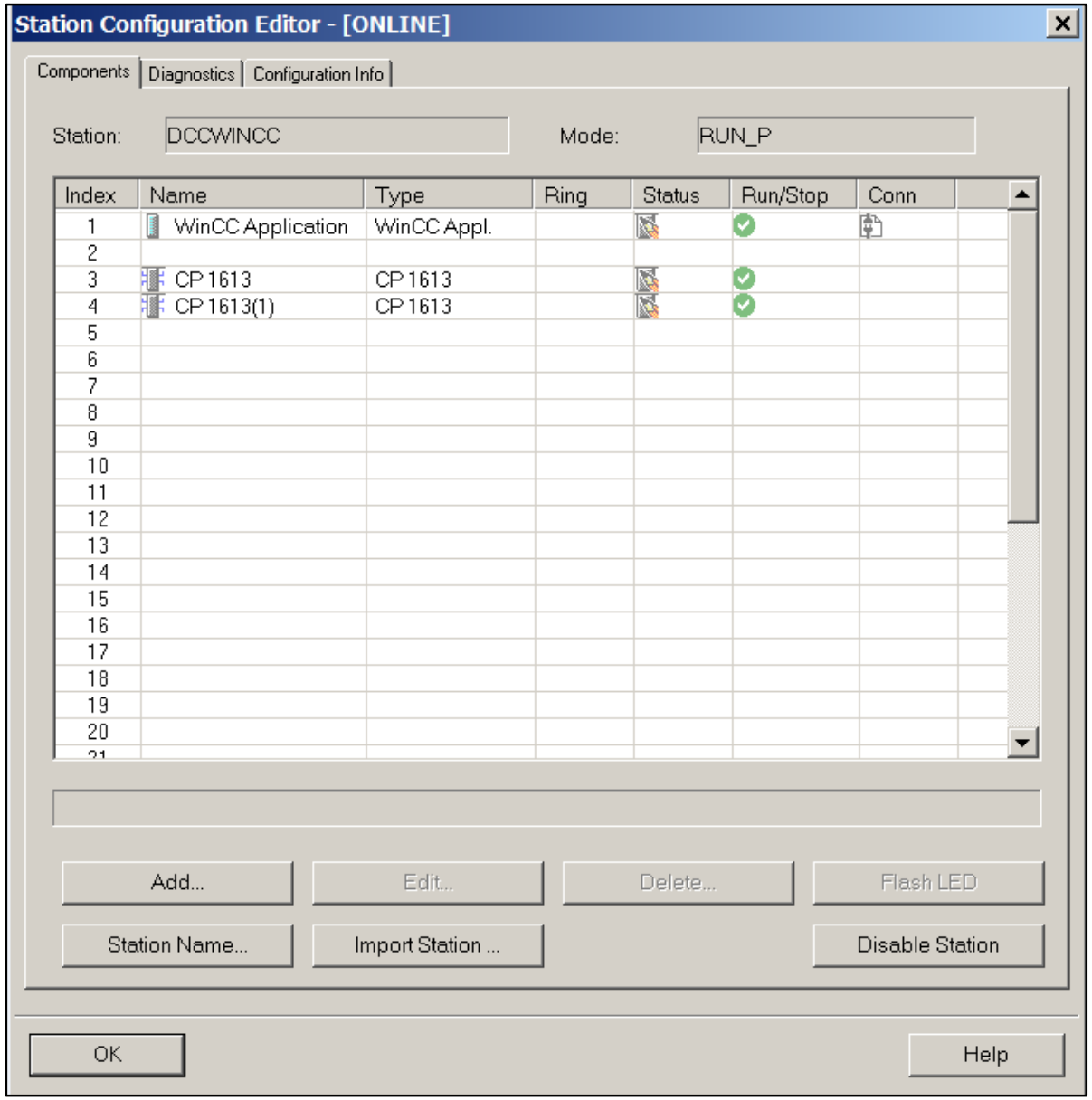


در این حالت در ایستگاه PC می بایست دو کارت CP1613 در دو اسلات وارد شود.

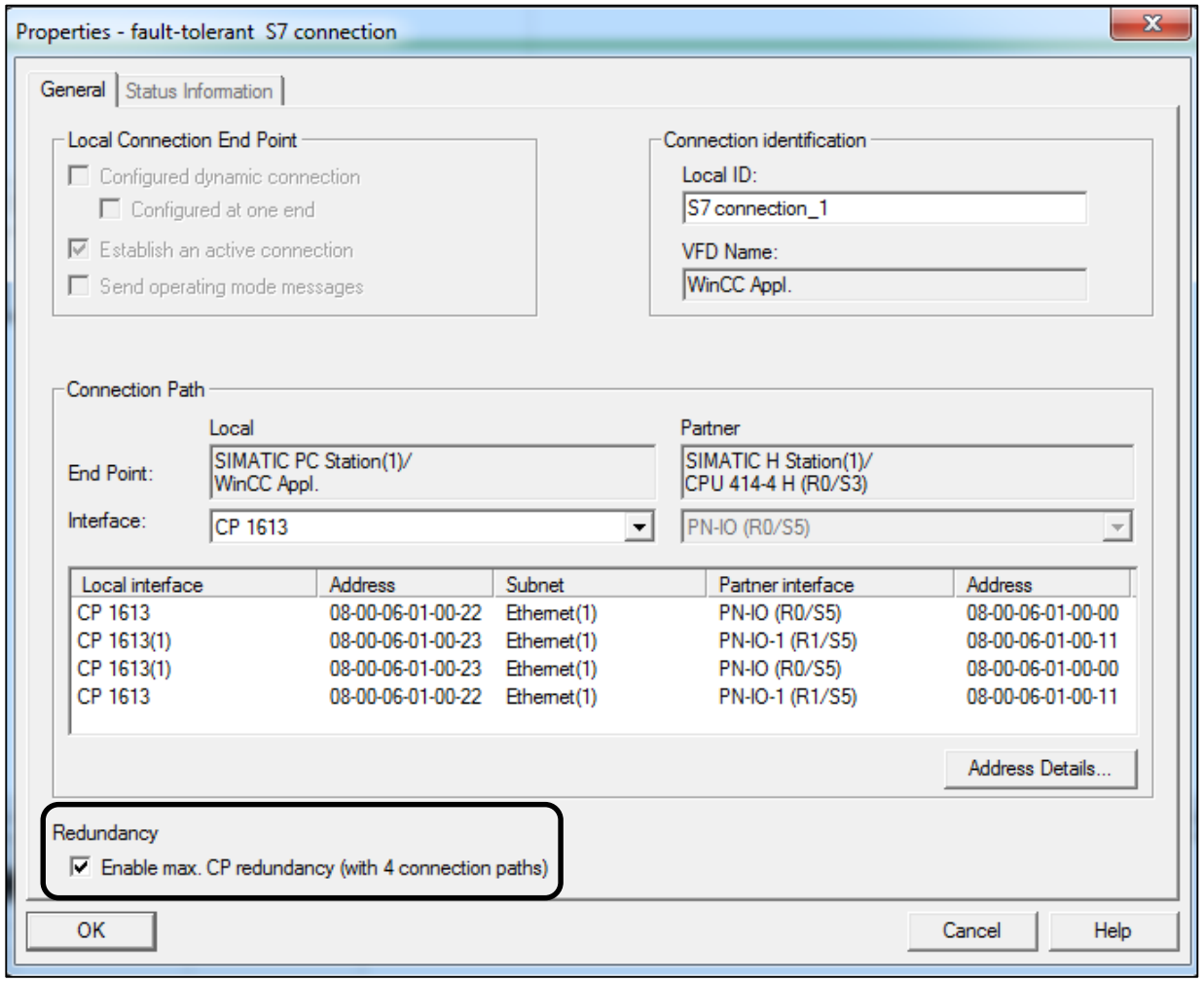




فایل xdb. را مطابق آنچه که در بحث قبلی بیان شد، به ایستگاه PC لود می کنیم.

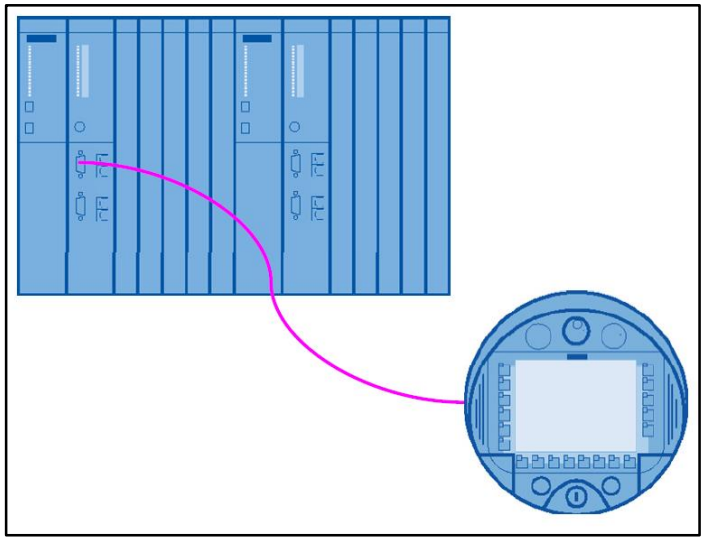


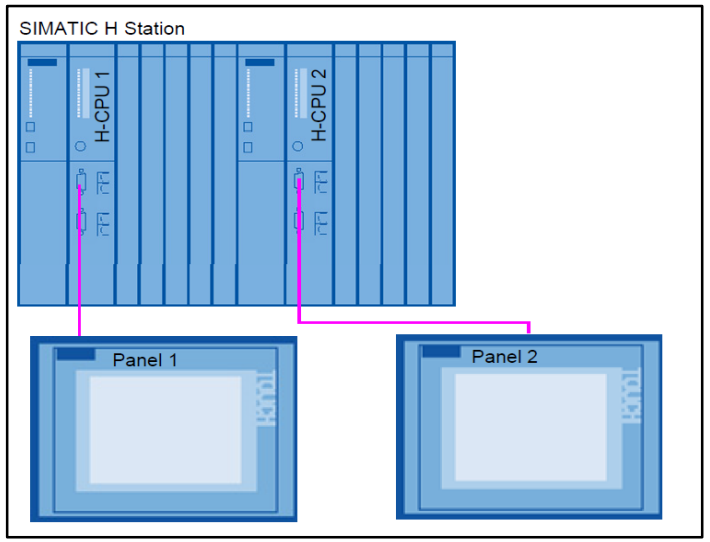
در کانشن ایجاد شده می بایست گزینه زیر جهت افزایش سطح دسترسی فعال شود. در این حالت اگر در یک کارت CP1613 یا یک کارت CP سیستم H هم مشکلی ایجاد شود، باز هم سیستم مانیتورینگ از دست نمی رود. در شکل زیر چهار اتصال ایجاد شده بین دو کارت CP1613 با دو کارت CP سیستم H را مشاهده می کنید.

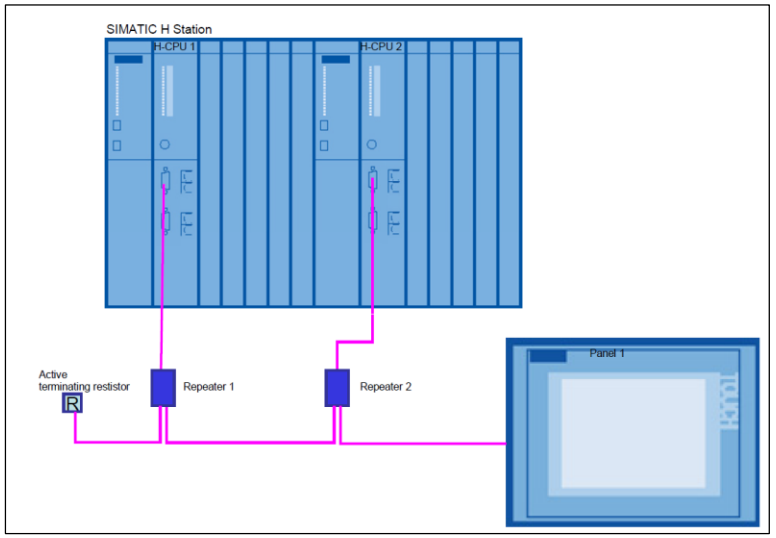


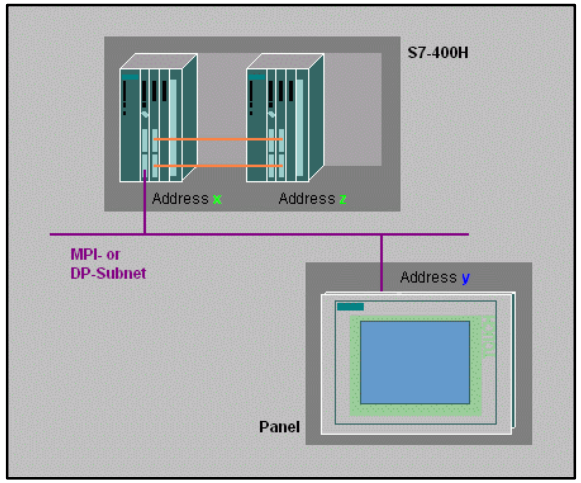
اتصال پانل به سیستم H

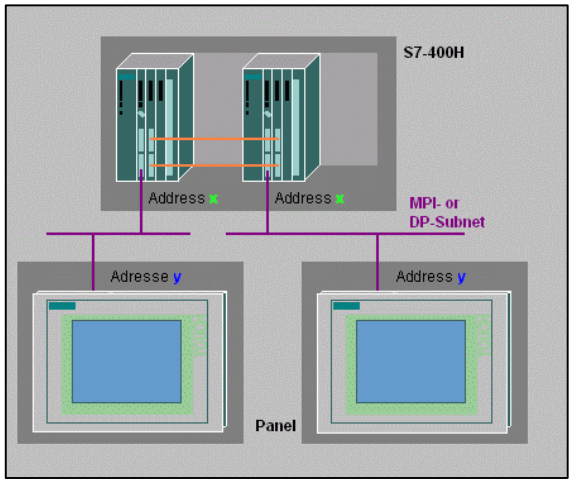
همانطور که در بخش قبلی بیان شد، در بسیاری از پروسه های صنعتی، سیستم مانیتورینگ می تواند توسط پانل های صنعتی طراحی و اجرا شود. این پانل ها معمولا در کنار ماشین آلات صنعتی و یا خطوط تولید، در اختیار اپراتور می باشد. زمانی که سیستم کنترل از نوع H باشد، اتصال پانل صنعتی به این سیستم هم موضوع مهمی می باشد. در ادامه این موضوع بررسی خواهد شد. در شکل زیر روش های مختلف اتصال پانل به سیستم H نشان داده شده است.

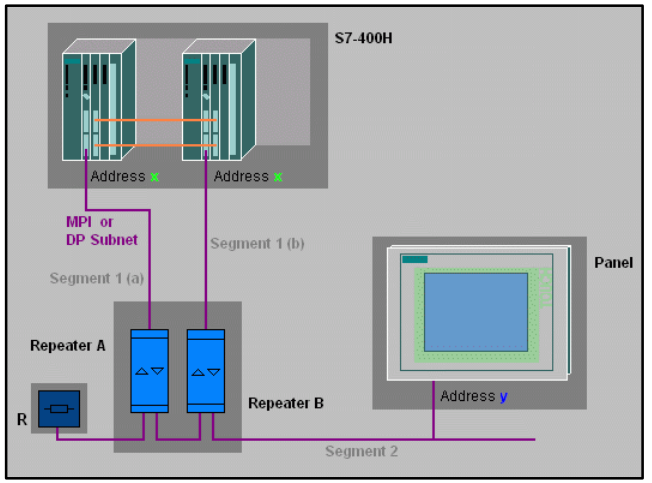




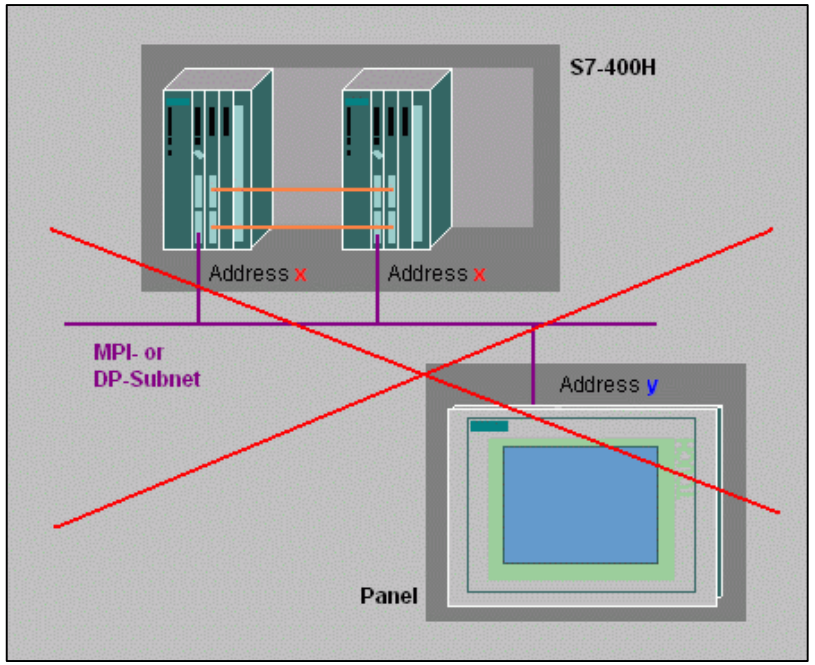








دقت کنید که اتصال یک HMI به یک خط MPI با آدرس های مشابه برای هر دو CPU امکان پذیر نمی باشد.



The connection of operator panels - except Push Button Panels - to an H controller via a Y link is **not** released

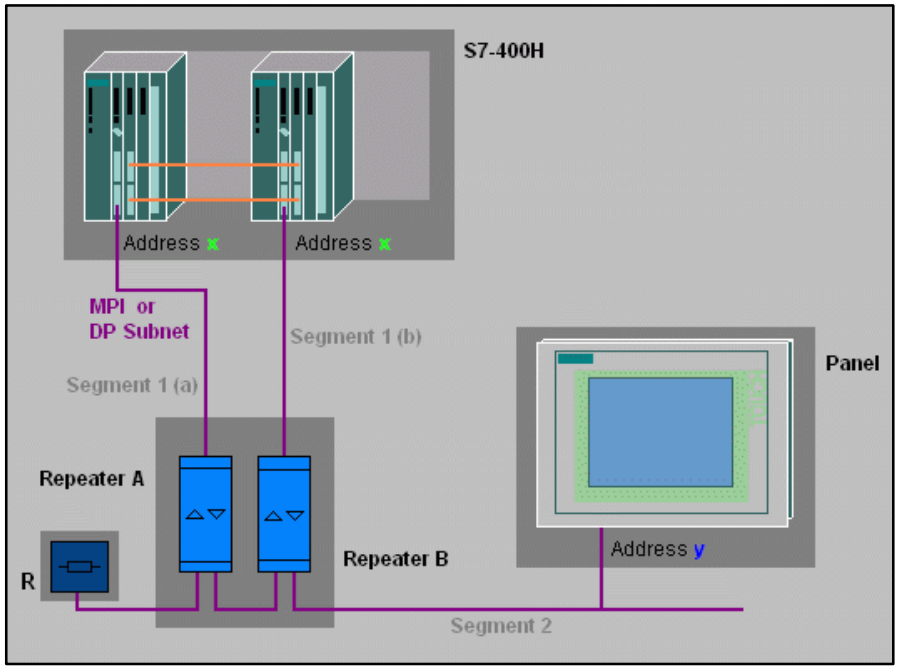
یکی از روش های اتصال پانل به سیستم H ، استفاده از Repeater می باشد.

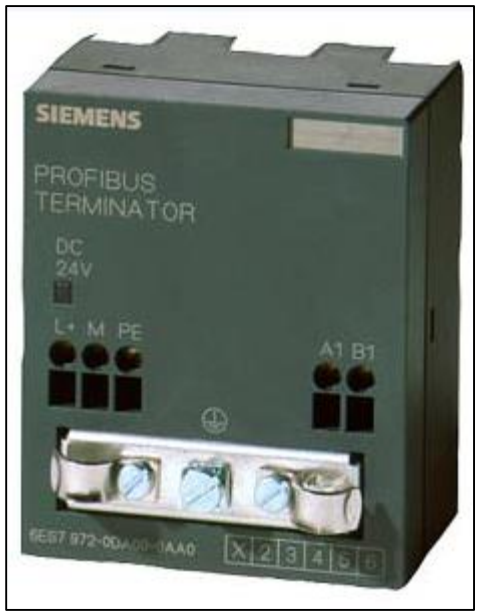
- If you switch off Repeater 1, the internal terminator is not active. So you need an active terminator.

Table 4-1

Components	MLFB
Repeater	6ES7 972-0AA01-0XA0
Active terminator	6ES7 972-0DA00-0AA0

- The distributed I/O must be connected in a separate network.



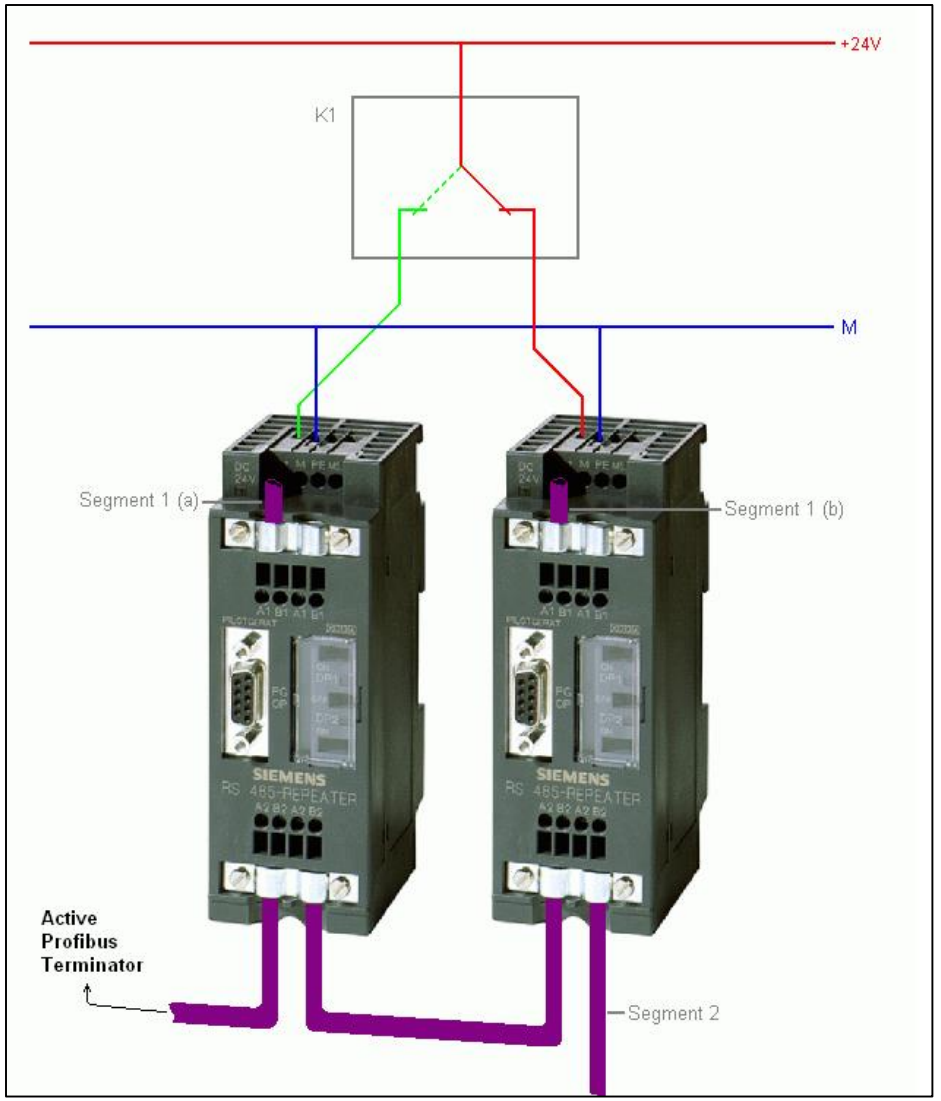


If you enter data on one panel, it is available on both H CPUs.

Supply power to just one repeater.
Power on/off options:

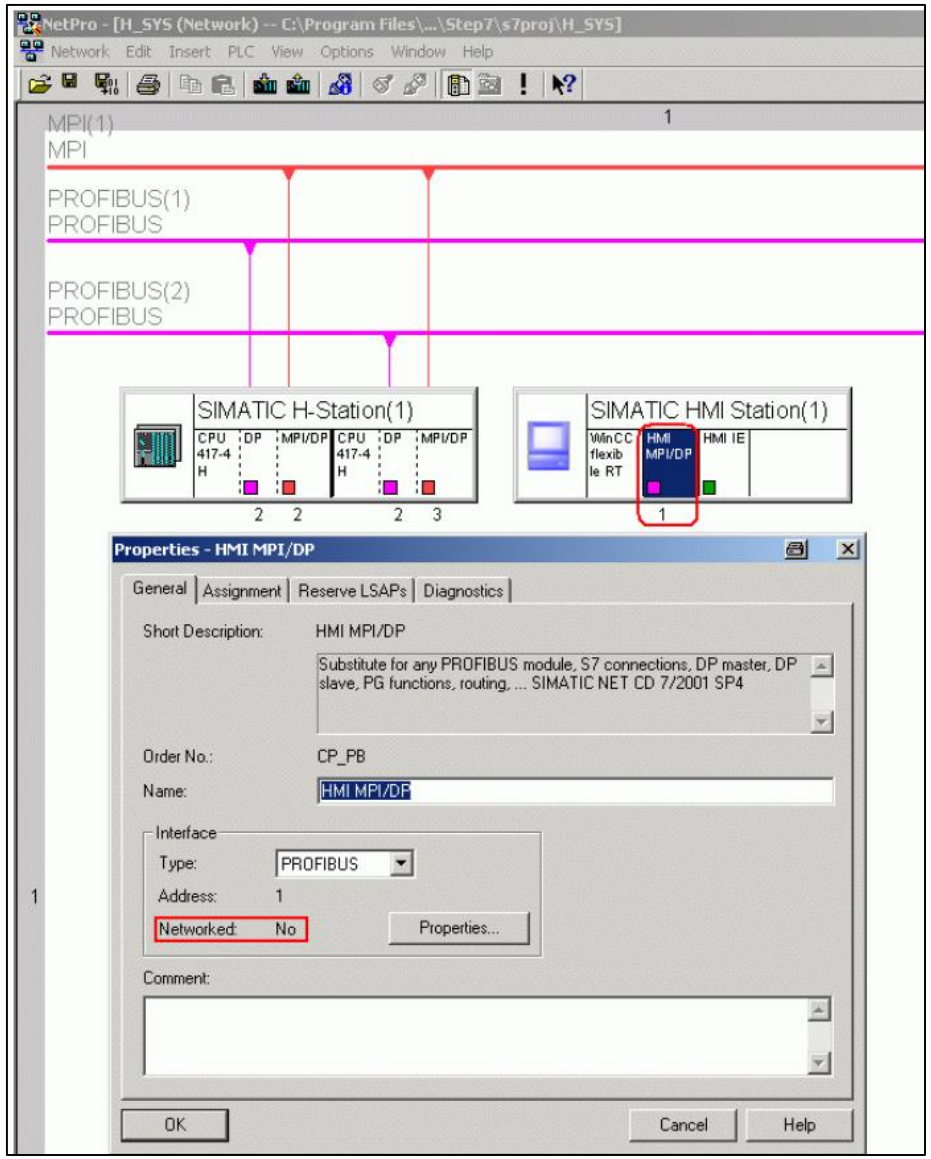
- Manually via a switch
- Automatically via the digital outputs

The power supply can be connected to the repeaters via "changeover switches", for example. This means that only one repeater is connected to the power supply at any one time. The switchover can be made manually via a switch or automatically upon CPU switchover via digital outputs. Since when the first repeater is disconnected, the internal terminating resistor is not effective, you need an active terminating resistor.



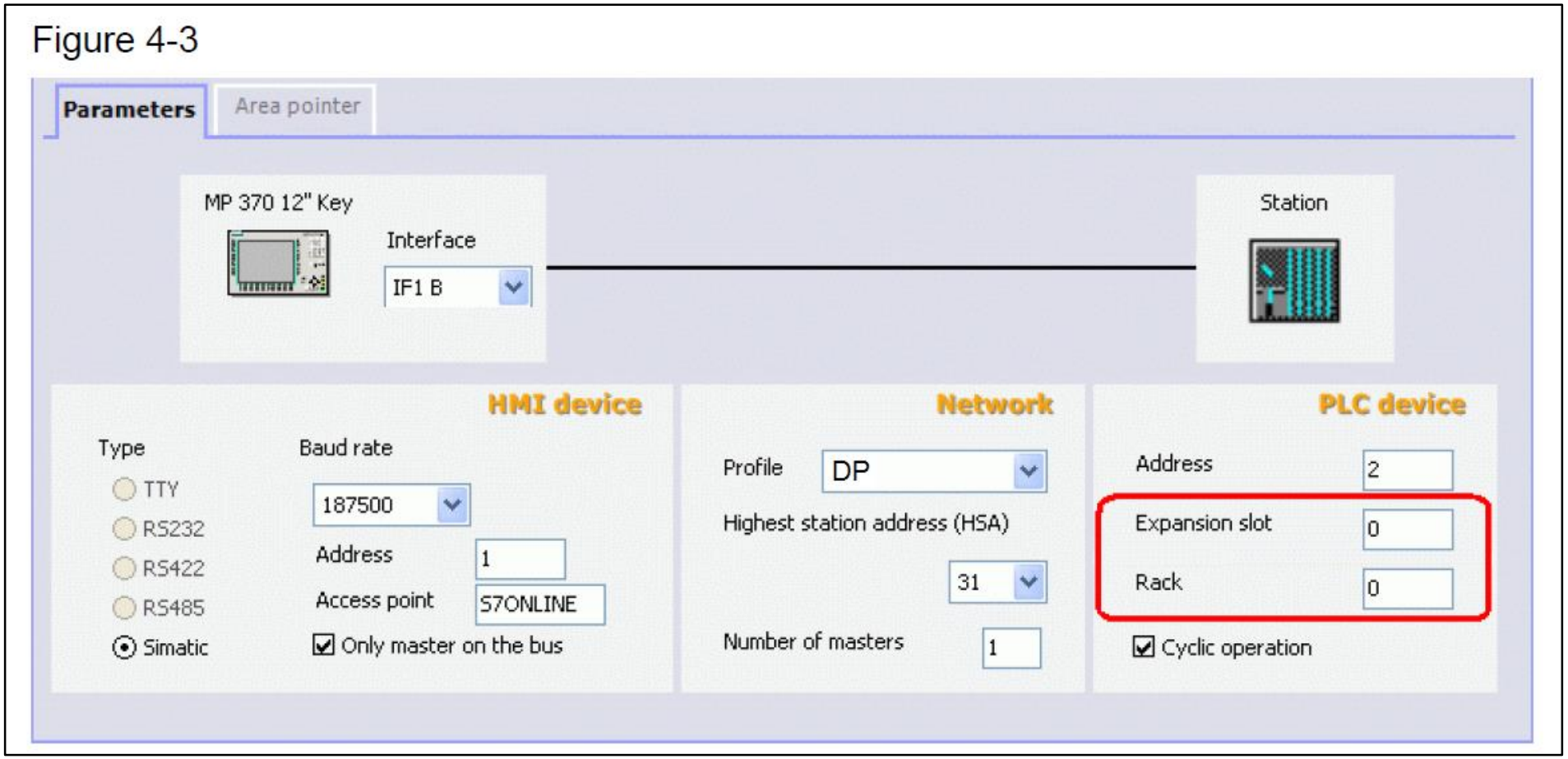
NetPro settings in STEP 7

1. You set the same MPI/PROFIBUS address on both H CPUs.
2. You set the panel to "Networked: No"



در تنظیمات کانکشن، می بایست شماره رک و اسلات وارد شود.آدرس پورت DP هم برای هر دو CPU یکسان می باشد.

Figure 4-3



Then, regardless of the rack and slot, a connection is set up to the H CPU. The panel finds the H CPU through the node address.

اگر پانل مورد استفاده دارای پورت PN باشد، از روش زیر جهت اتصال این پانل به سیستم H استفاده می شود. در قسمت زیر سخت افزار و نرم افزار مورد استفاده لیست شده است:

Hardware used

- Multi Panel MP370 10" Touch
- 2 x CPU 417-4H
- For communication via Industrial Ethernet: 2 x CP443-1

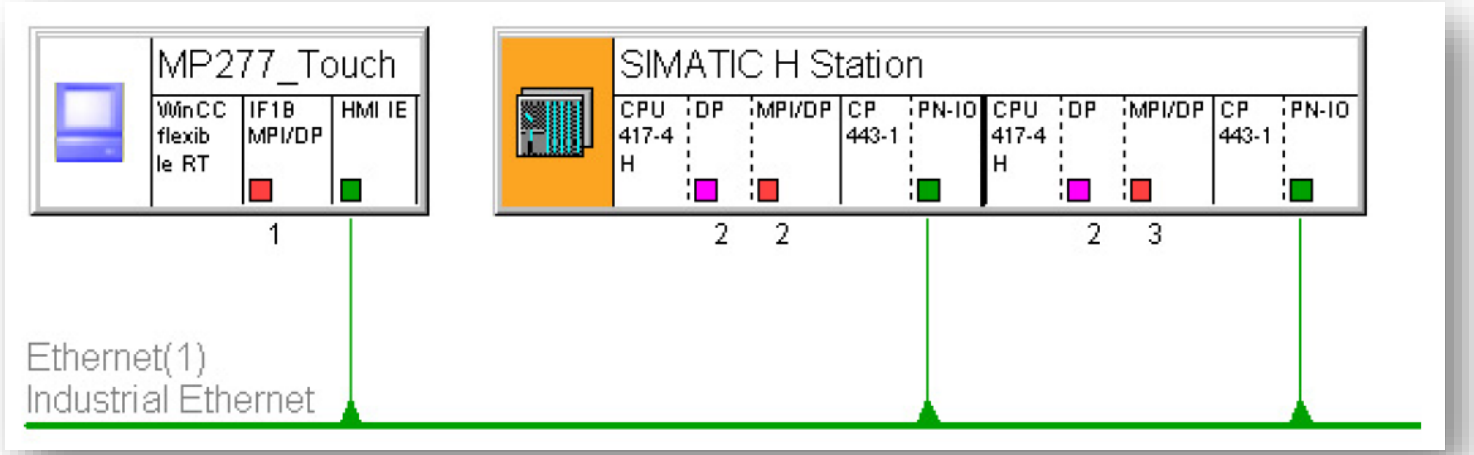
Software used

- WinCC flexible 2008 SP1
- STEP 7 V5.4 SP5

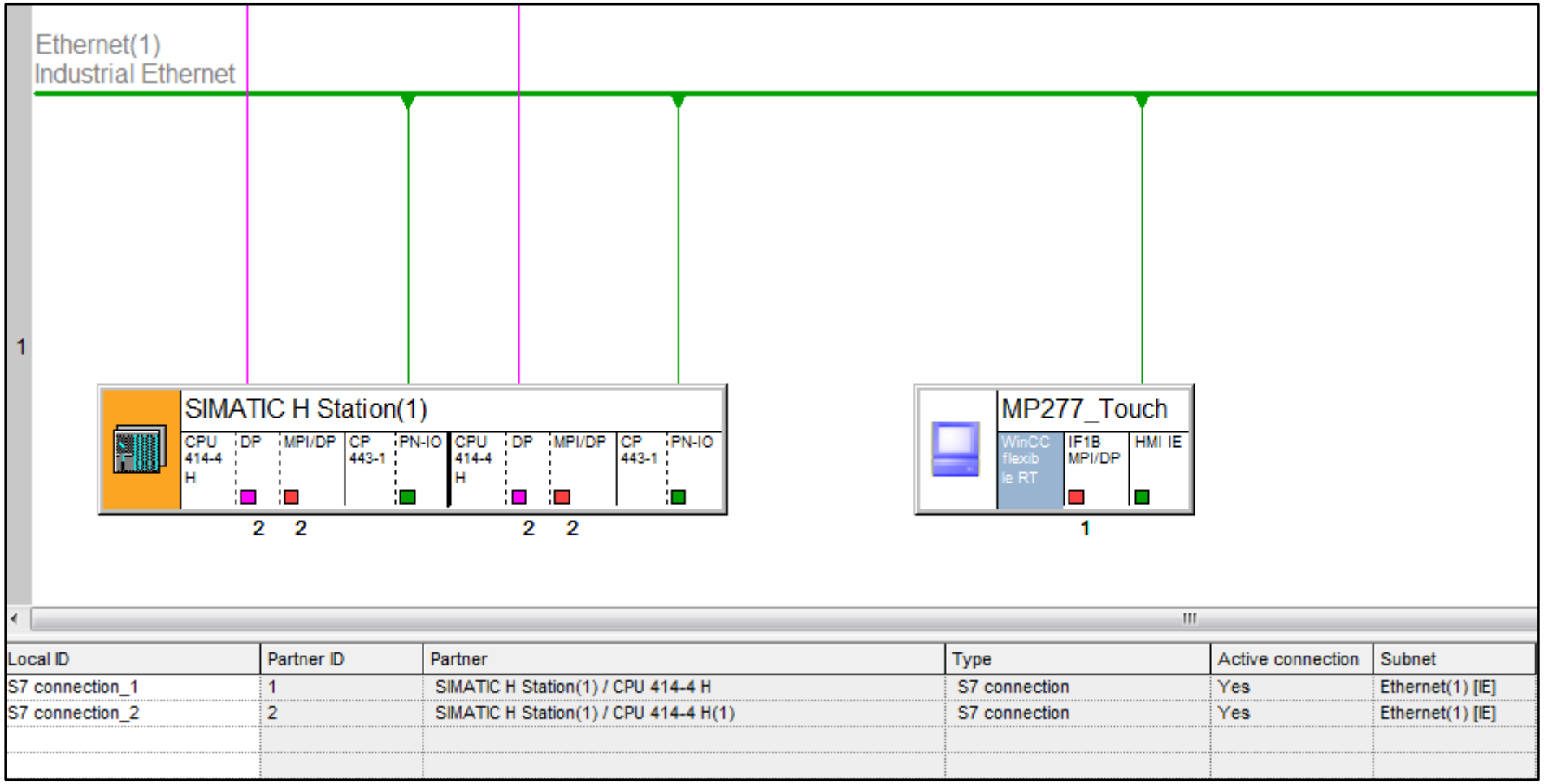
در نرم افزار STEP 7 لازم است که هر دو کارت CP به یک خط شبکه Ethernet متصل شوند. پانل MP هم با یک IP آدرس متفاوت، به همین خط شبکه متصل می کنیم.

IP addresses in example

- CPU_1: 192.168.0.130
- CPU_2: 192.168.0.131
- MP: 192.168.0.3



در ادامه دو کانکشن در محیط NetPro ایجاد می کنیم.



Local ID	Partner ID	Partner	Type	Active connection	Subnet
S7 connection_1	1	SIMATIC H Station(1) / CPU 414-4 H	S7 connection	Yes	Ethernet(1) [IE]
S7 connection_2	2	SIMATIC H Station(1) / CPU 414-4 H(1)	S7 connection	Yes	Ethernet(1) [IE]

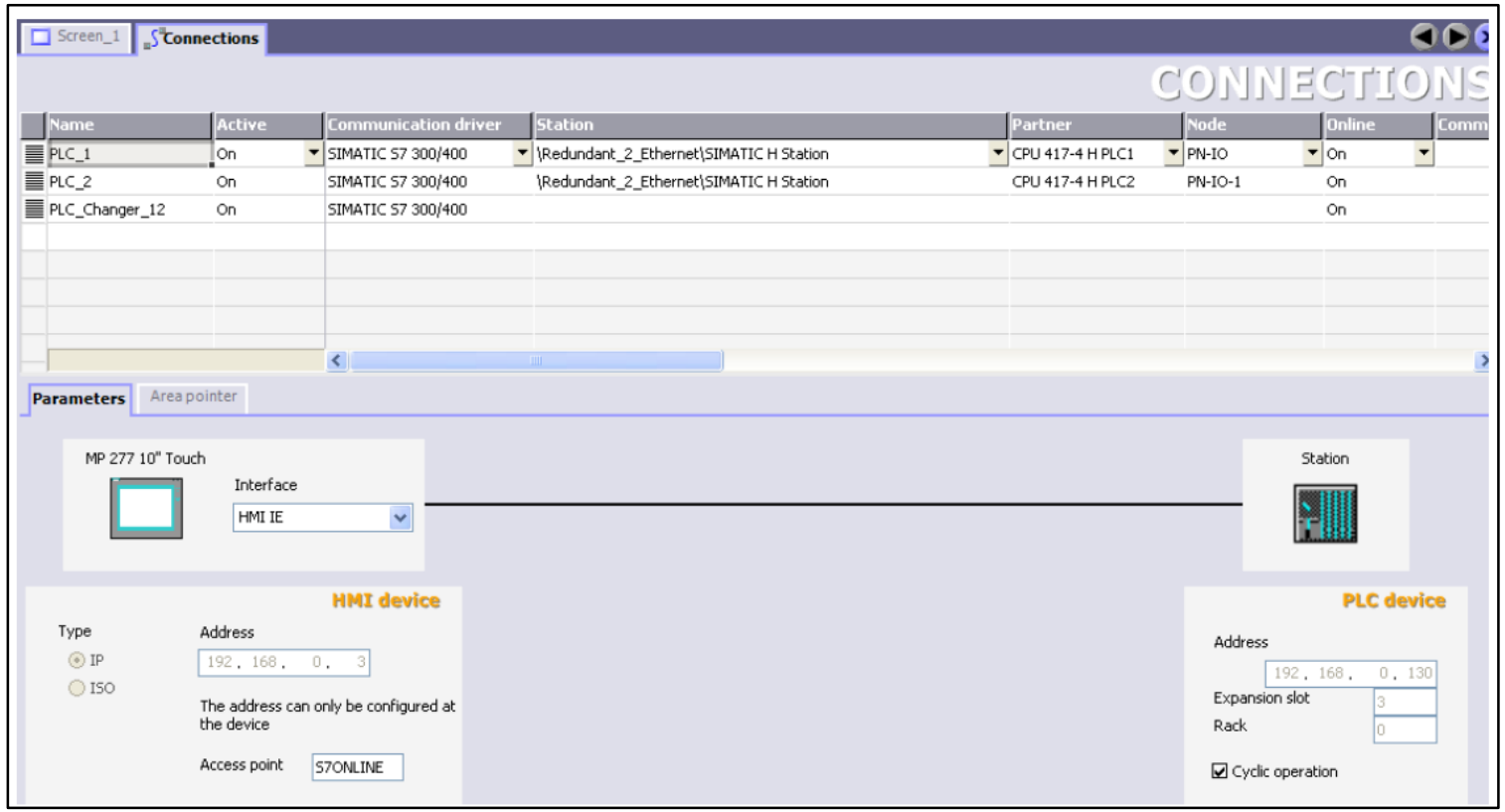
– S7 connection_1 → CPU417-4 H to "WinCC flexible RT"
– S7 connection_2 → CPU417-4 H(1) to "WinCC flexible RT"

در نرم افزار WinCC Flexible هم سه کانکشن با نام های زیر ایجاد می کنیم.

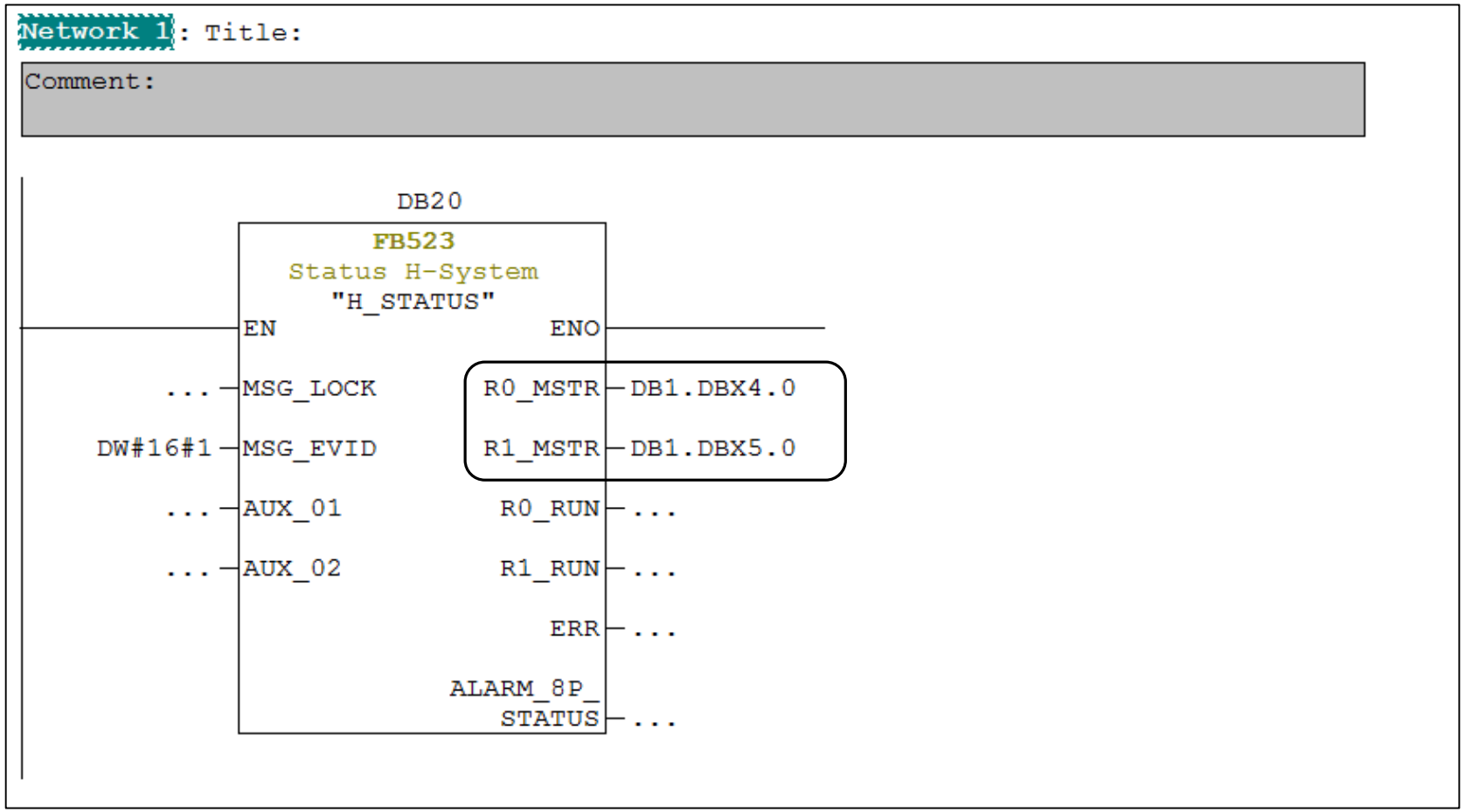
Three connections have been created.

- PLC_1
- PLC_2
- PLC_Changer_12

کانکشن PLC_1 بین پانل با اولین CPU-H و کانکشن PLC_2 نیز با CPU-H دوم می باشد. کانکشن PLC_Changer_12 هم می بایست به صورت دستی با PLC S7-300,400 توسط شبکه Ethernet ایجاد شود.

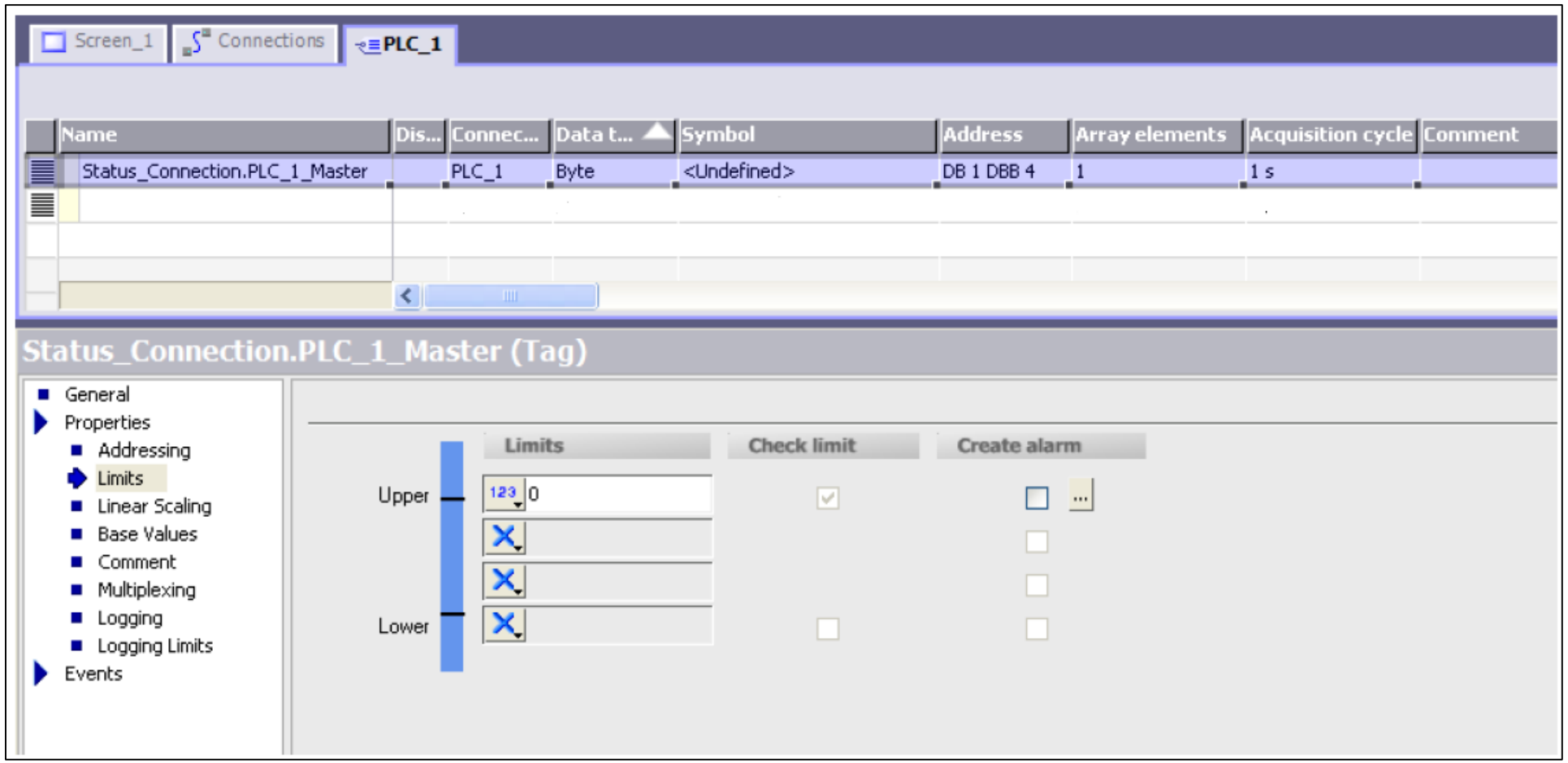


در ادامه جهت تشخیص اینکه کدام CPU به عنوان Master در سیستم H می باشد، از بلوک FB523 استفاده می کنیم.



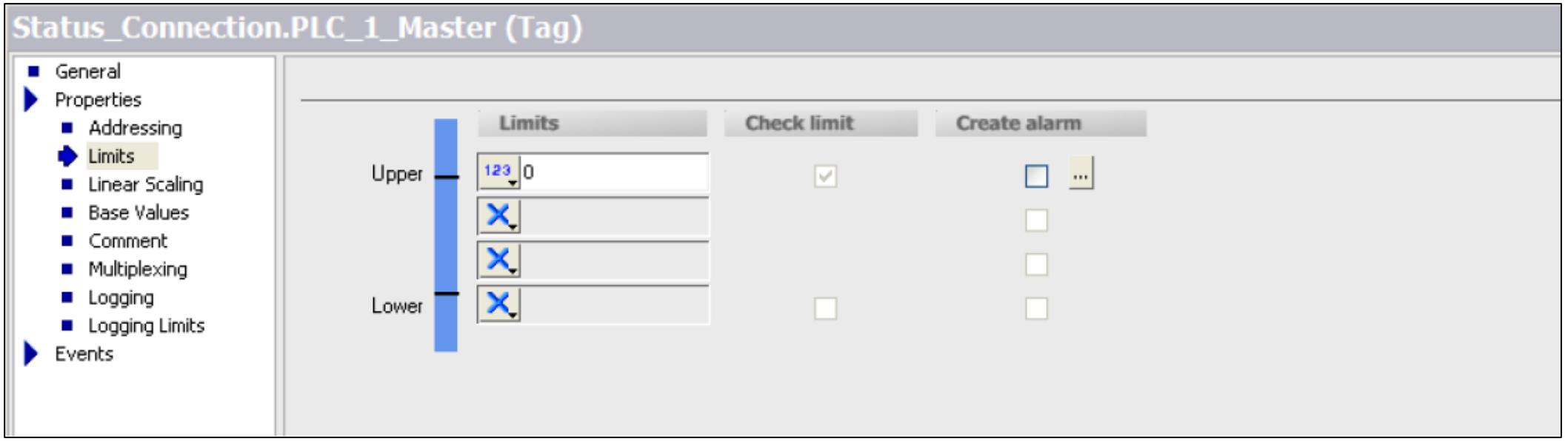
توسط دو خروجی بیتی آدرس دهی شده در شکل فوق، امکان تشخیص Master در سیستم H وجود دارد.

در نرم افزار WinCC Flexible در قسمت Tag دو Folder با نام های PLC_1 و PLC_2 ایجاد می کنیم. در زیرمجموعه PLC_1 تگ زیر را ایجاد می کنیم.

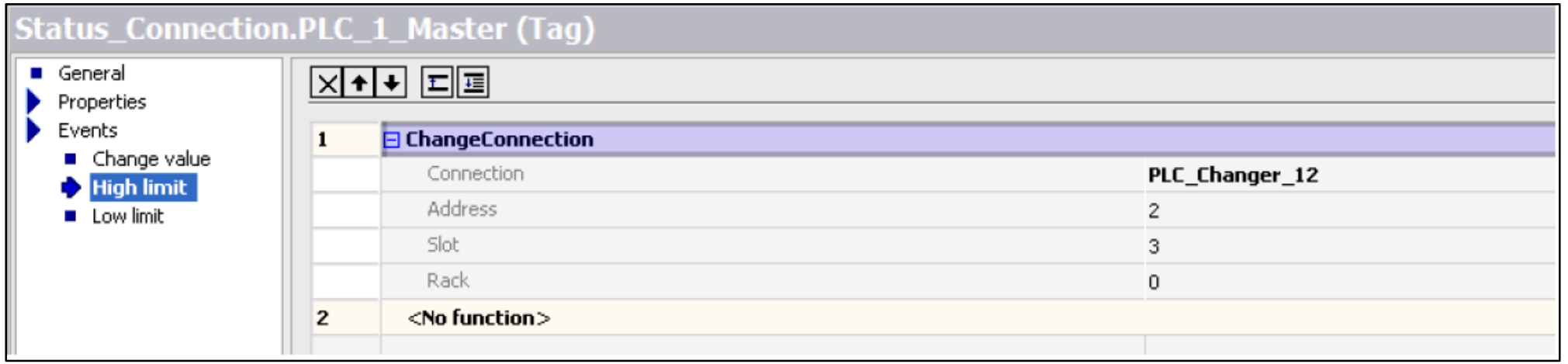


مشابه PLC_1 ، یک تگ به آدرس DB1.DBB5 در زیرمجموعه PLC_2 ایجاد می کنیم.

در قسمت Limit هر تگ، مقدار ثابت 0 را به عنوان مقدار Upper وارد می کنیم.

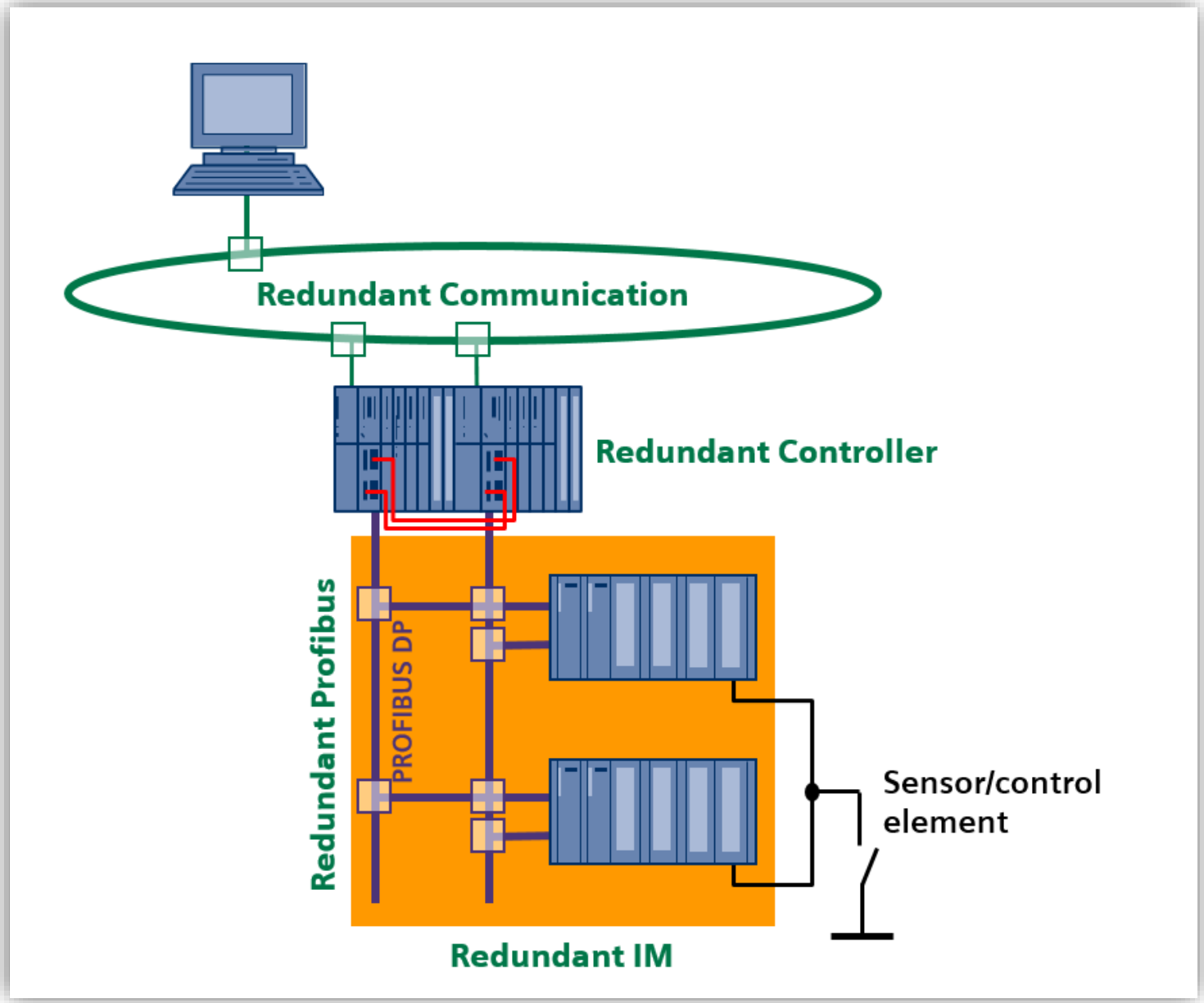


در قسمت Event هر تگ، فانکشن Change Connection را ایجاد می کنیم. شماره رک و شماره اسلات و آدرس پورت MPI مربوط به CPU اول را وارد می کنیم.



در این طرح با جا به جایی CPU ها، خروجی های تابع FB523 تغییر وضعیت می دهد. با توجه به اینکه مقدار از 0 به 1 تغییر می کند، Event مربوط به هر تگ اجرا می شود. با اجرای Function ایجاد شده، کانکشن هم چنان کانکشن PLC Changer-12 می باشد. تگ های فرآیندی در نهایت زیرمجموعه کانکشن سوم یعنی کانکشن PLC Changer-12 ساخته می شوند که در هر حالت در دسترس می باشد.

استفاده از I/O ها در S7-400H



استفاده از I/O ها در S7-400H

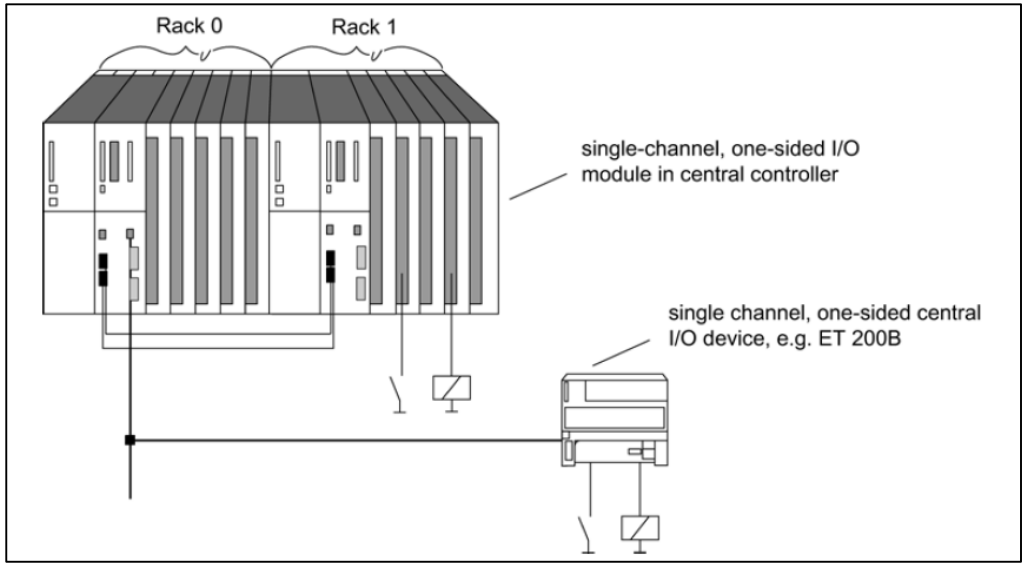
همانطور که در بحث های قبلی اشاره گردید، اتصال I/O ها به سیستم H می تواند به روش های مختلف انجام شود.

Configuration	Availability
Single-channel one-sided	normal
Single-channel switched	enhanced
System redundant	enhanced
Dual-channel redundant	high

Single-channel, one-sided

در این حالت ماژول های I/O تنها در یک Subsystem وجود دارند و تنها توسط این Subsystem آدرس دهی می شوند. ماژول ها می توانند در رک اصلی، رک توسعه یا در ایستگاه Remote I/O نصب شوند.

- Central and expansion devices
- Distributed I/O devices at the PROFIBUS DP interface
- Distributed I/O devices at the PROFINET interface



در این حالت دسترسی به I/O ها خیلی بالا نمی باشد.

در این حالت در مد Redundant، آدرس ها توسط یک Subsystem خوانده شده و به صورت اتوماتیک به پردازنده دوم منتقل می شود. وقتی عملیات انتقال به پایان برسد، در مد Redundant، I/O ها در برنامه هر دو CPU در دسترس می باشند. در این حالت مهم نیست که I/O ها به ماژول های Master متصل شده اند یا به ماژول های پردازنده Standby. در مد Standalone، I/O ها تنها برای همان CPU که به آن متصل شده اند ، در دسترس می باشند. پس این روش برای I/O هایی که دارای حساسیت بالا می باشند، مورد استفاده قرار نمی گیرد.

In redundant system mode, the data read from one-sided components (such as digital inputs) is transferred automatically to the second subsystem.

When the transfer is completed, the data read from the single-channel one-sided I/O is available on both subsystems and can be evaluated in their identical user programs. For data processing in the redundant system mode, it is therefore irrelevant whether the I/O is connected to the master or to the standby CPU.

In standalone mode, access to one-sided I/O assigned to the partner subsystem is not possible. This must be considered as follows when programming: Assign functions to the single-channel one-sided I/O that can only be executed conditionally. This ensures that specific I/O access functions are only called in redundant system mode and when the relevant subsystem is in standalone mode.

Failure of the single-channel one-sided I/O

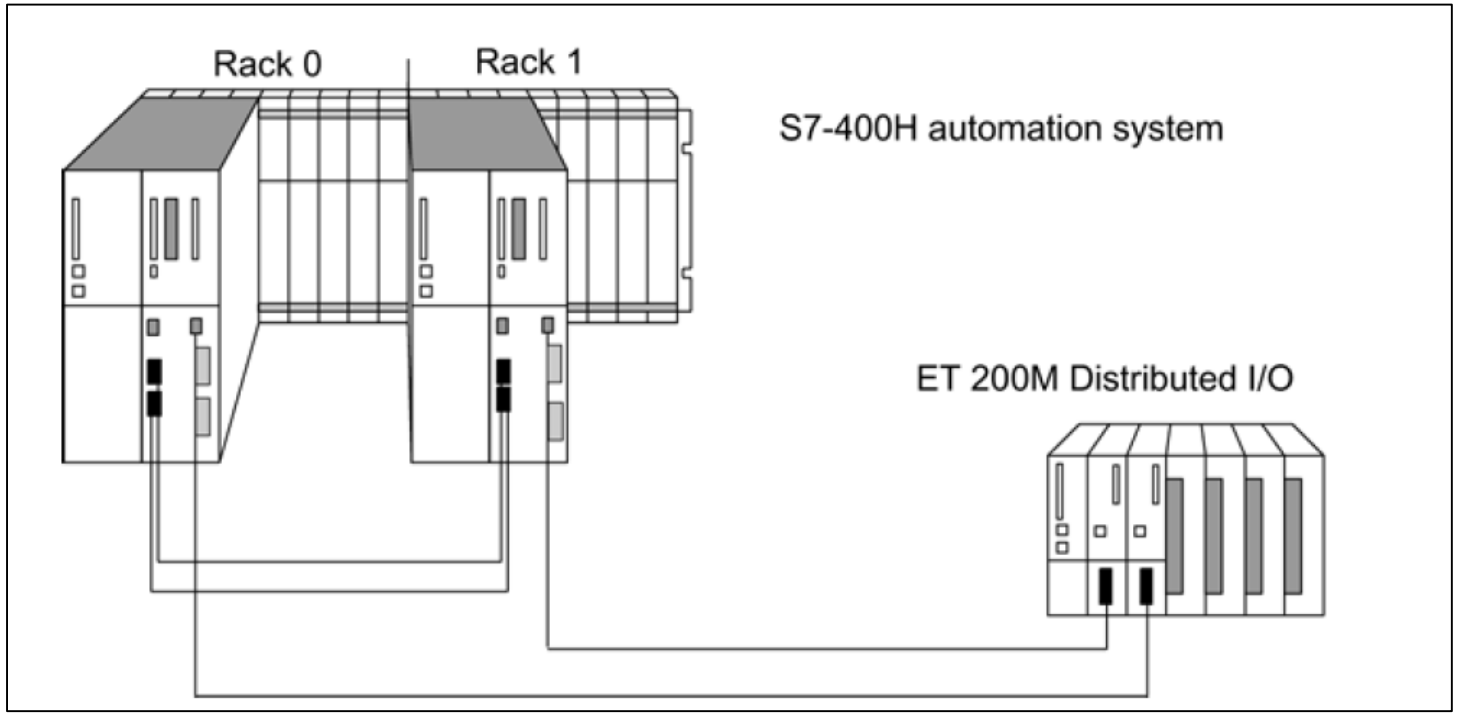
The fault-tolerant system with single-channel one-sided I/O responds to errors just like a standard S7-400 system.

- The I/O is no longer available after it fails.
- If the subsystem to which the I/O is connected fails, the entire process I/O of this subsystem is no longer available.

Single-channel switched I/O

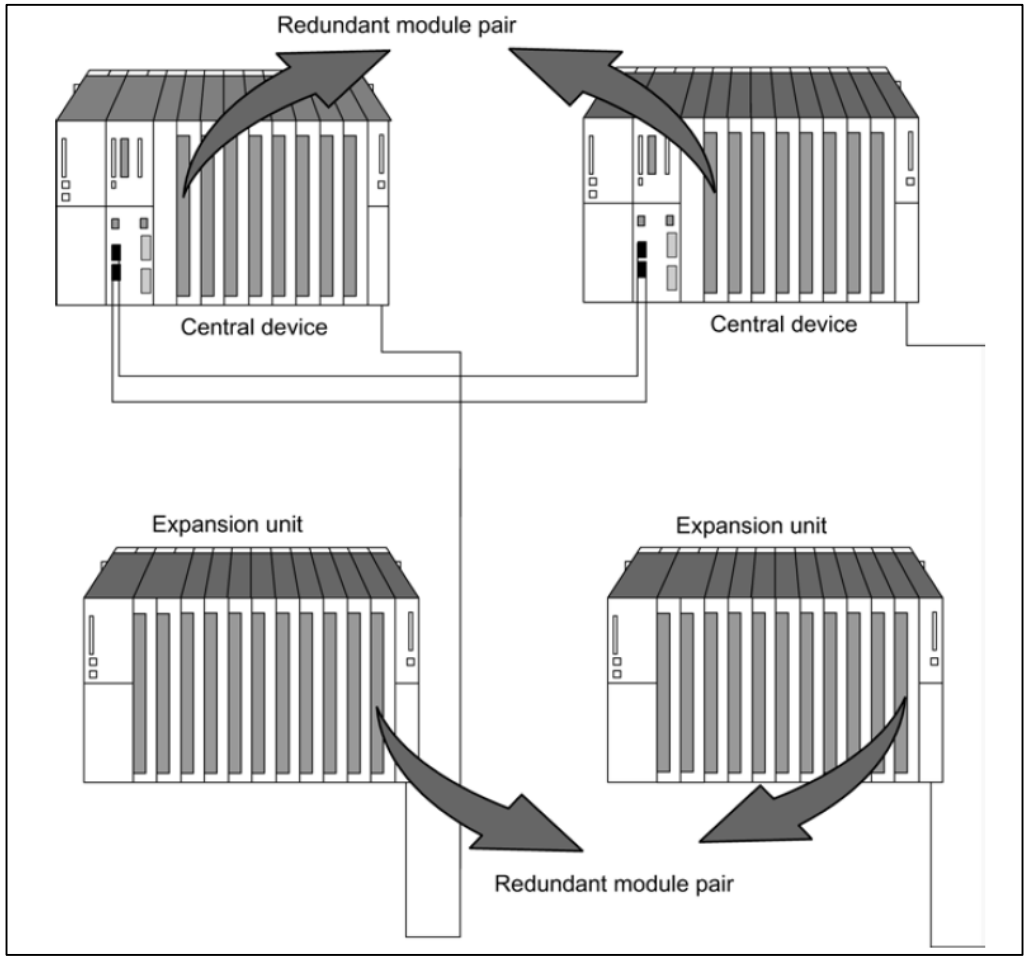
در این حالت برای هر ورودی یا خروجی همچنان یک کانال اختصاص داده می شود، ولی در مدRedundant و Solo، تمامی I/O ها برای پردازنده Master در دسترس می باشند. ماژول های I/O در این روش بر روی Remote I/O با دارا بودن قابلیت Active Bus نصب می شوند.

In the single-channel switched configuration, the input/output modules are present singly (single-channel).
In redundant mode, these can addressed by both subsystems.
In standalone mode, the master subsystem can always address all switched I/Os (in contrast to one-sided I/O).

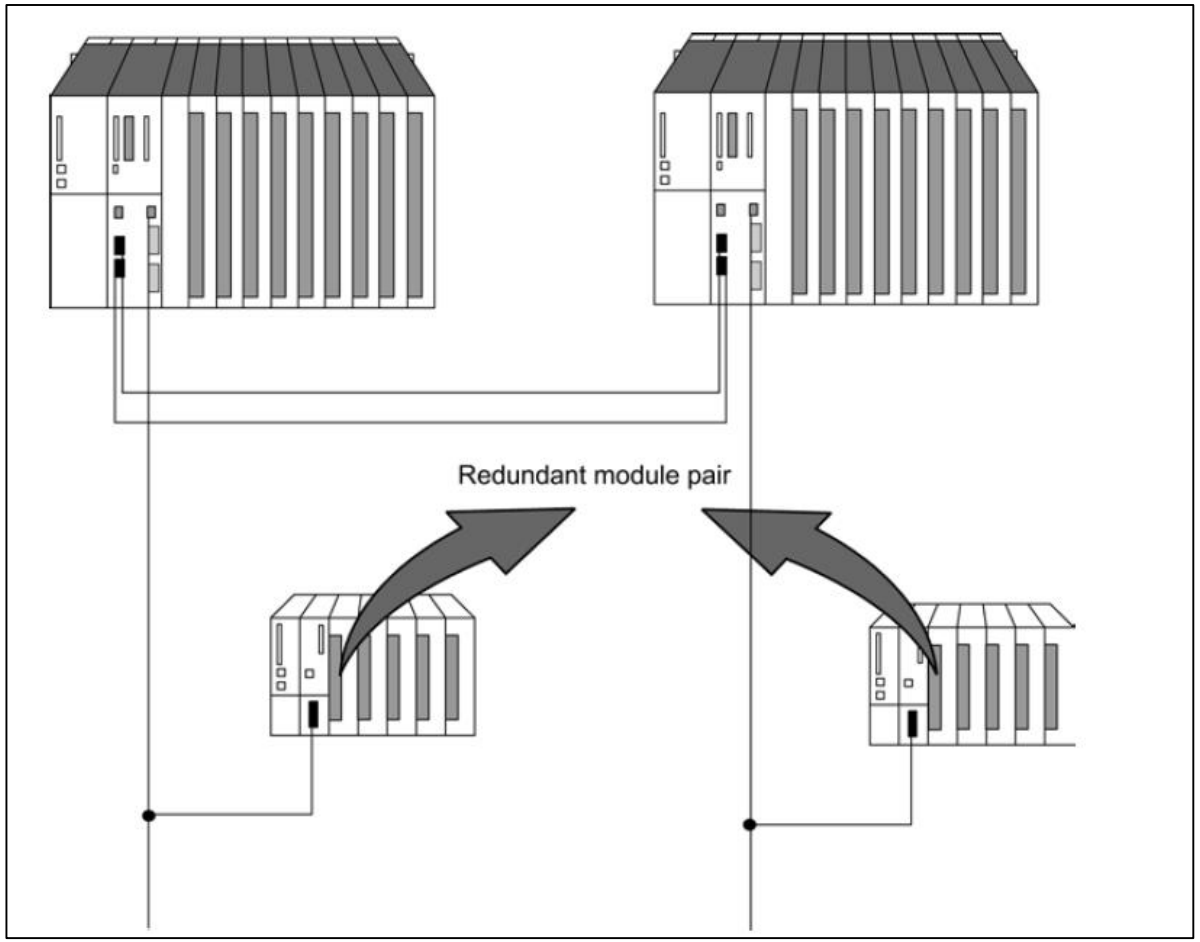


افزونگی در سطح I/O ها چیست؟

در ادامه حالتی را بررسی می کنیم که بحث افزونگی در سطح ماژول های I/O نیز اجرا می شود. در واقع در پروسه های حساس، کارت های I/O به صورت جفتی مورد استفاده قرار می گیرند. ماژول های I/O به صورت جفتی می توانند در رک اصلی یا رک های توسعه باشند. استفاده از این روش خیلی مرسوم نمی باشد.



ماژول های I/O می توانند در ایستگاه ET200M به صورت جفتی نصب شوند.



استفاده از این روش هم مرسوم نمی باشد. چون ایستگاه ET200M دارای یک کارت IM بوده و به صورت افزونه به کار نرفته است.

در این حالت، هم ماژول های IM به صورت جفتی می باشند و هم ماژول های I/O .این روش به عنوان پرکاربردترین روش در پلنت های صنعتی مورد استفاده قرار می گیرد.

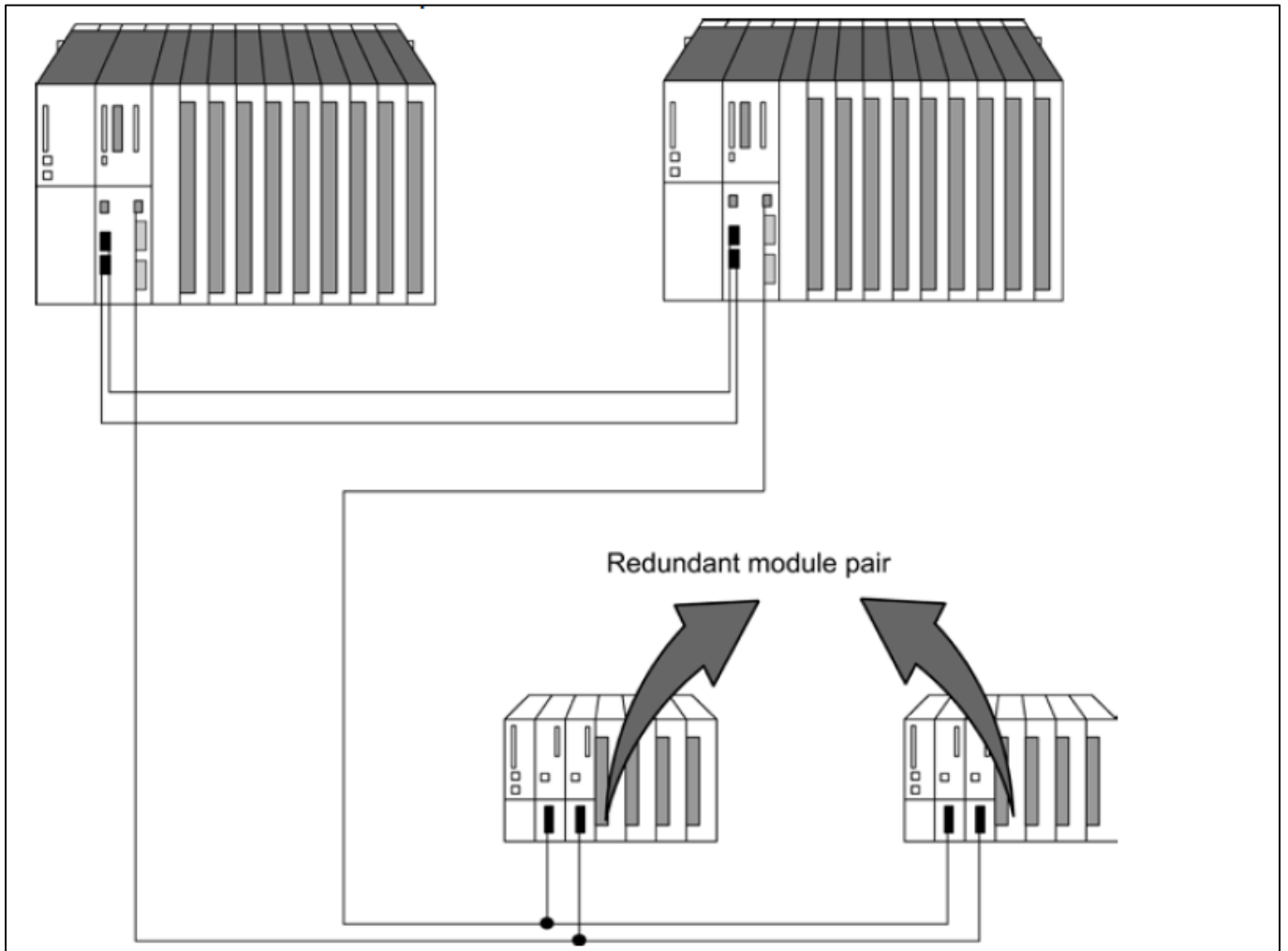
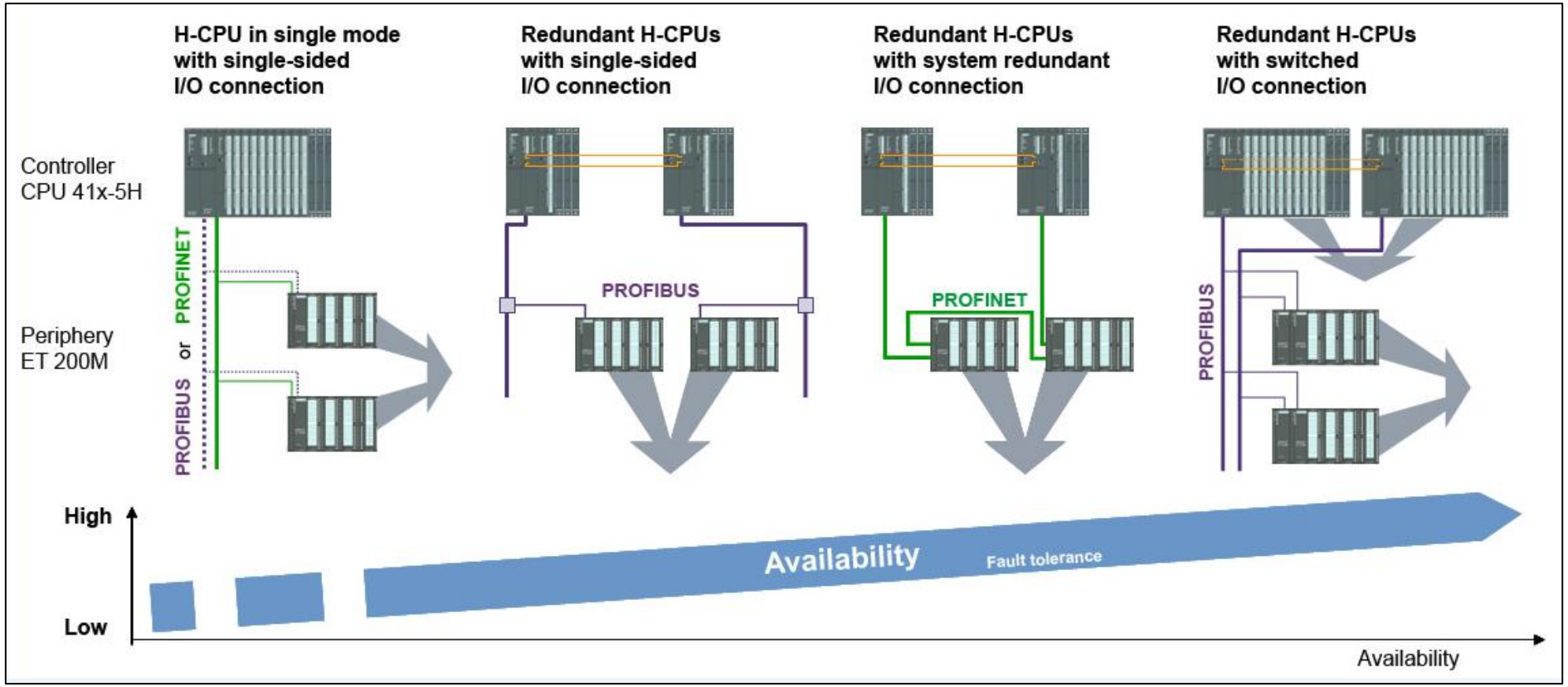
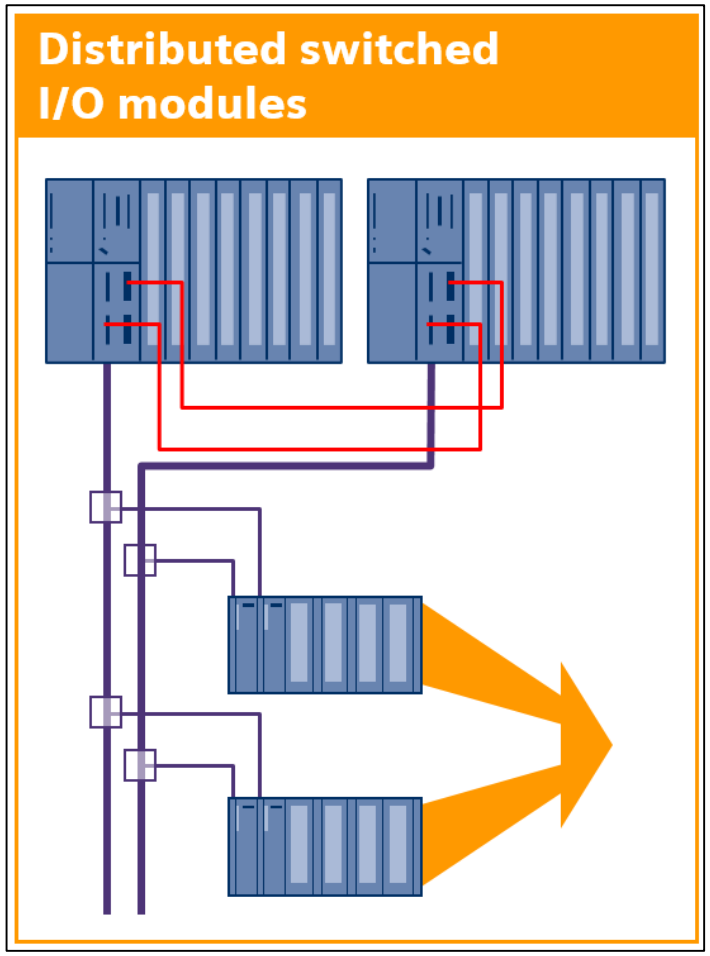


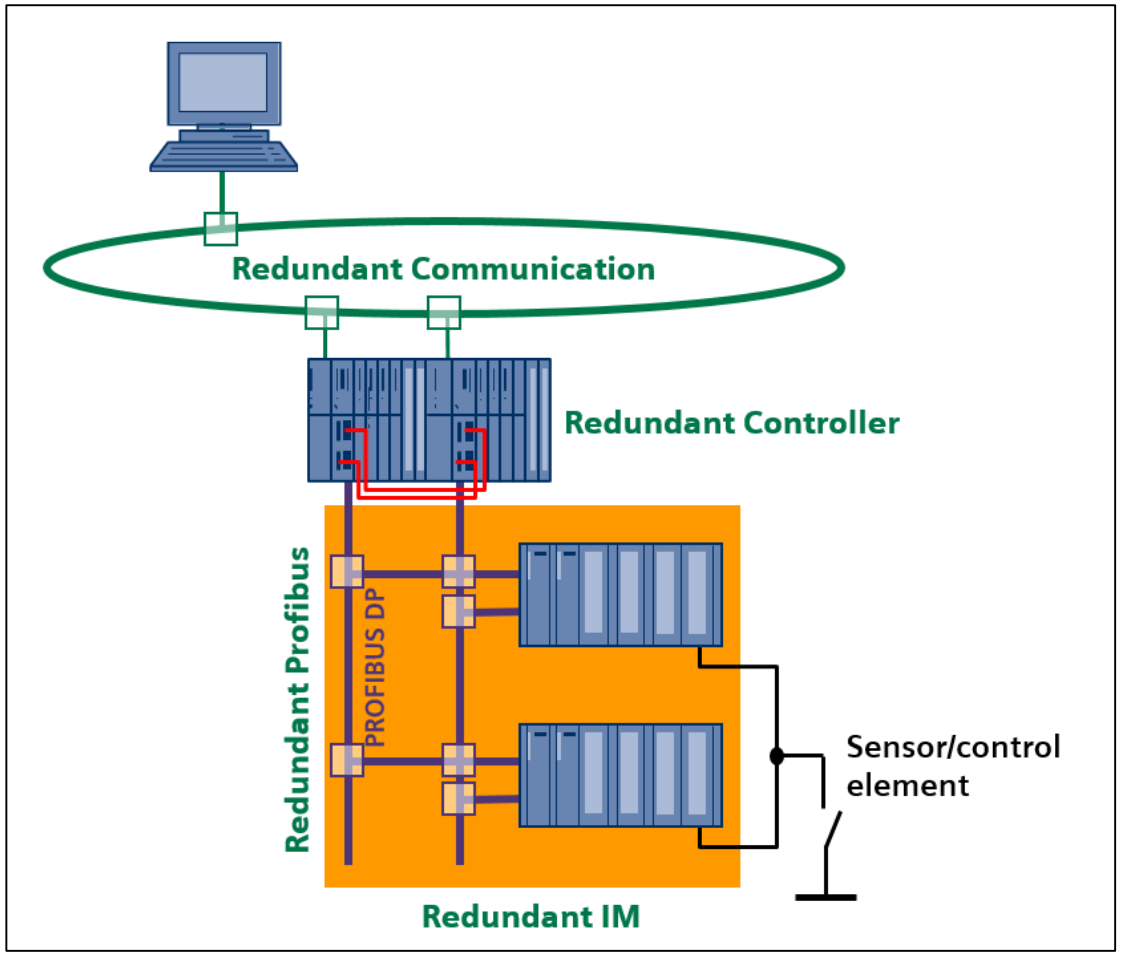
Figure 13-5 Redundant I/O in the switched DP slave

همانطور که در بحث قبلی بیان شد، استفاده از ET200M افزونه به همراه ماژول های I/O دوتایی، به عنوان پرکاربردترین روش با دارا بودن سطح دسترسی بالاتر نسبت به روش های قبلی، معرفی شد.



در این حالت یک سنسور می تواند به دو کارت DI متصل شود. اگر مشکلی در یکی از کارت های DI پیش آید، سیگنال سنسور توسط کارت DI دوم در دسترس می باشد.





دقت کنید که تمامی ماژول های I/O قابلیت استفاده به صورت افزونه را ندارند. در ادامه ماژول هایی که دارای این قابلیت هستند، لیست شده اند.

ماژول های ورودی دیجیتال در S7-400 با قابلیت Redundant

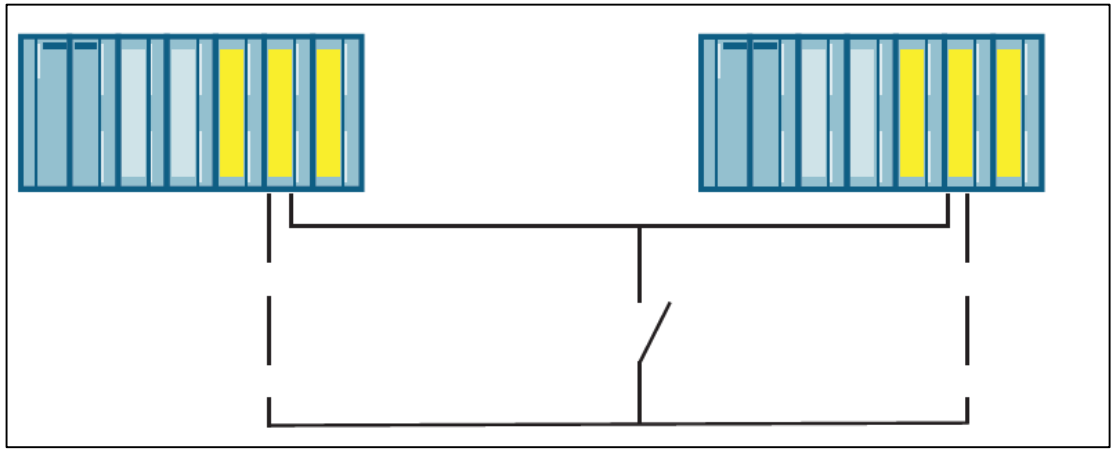
Library V5.x	Library V4.x	Library V3.x	Module	Order number
Central: Redundant DI dual-channel				
X		X	DI 16xDC 24V interrupt	6ES7 421–7BH0x–0AB0
			Use with non-redundant encoder • This module supports the "wire break" diagnostic function. To implement this function, make sure that a total current between 2.4 mA and 4.9 mA flows even at signal state "0" when you use an encoder that is evaluated at two inputs in parallel. You achieve this by connecting a resistor across the encoder. Its value depends on the type of switch and usually ranges between 6800 and 8200 ohms for contacts. For BEROS, calculate the resistance based on this formula: (30 V/(4.9 mA – I_R_Bero) < R < (20 V/(2.4 mA – I_R_Bero)	
X		X	DI 32xDC 24V	6ES7 421–1BL0x–0AA0
X		X	DI 32xUC 120V	6ES7 421–1EL00–0AA0

Distributed: Redundant DI dual-channel				
X		X	DI16xDC 24 V, interrupt	6ES7 321–7BH00–0AB0
X	X	X	DI16xDC 24 V	6ES7 321–7BH01–0AB0
			In the event of an error on one channel, the entire group (2 channels) is passivated. When using the module with HF index, only the faulty channel is passivated in the event of a channel error. Use with non-redundant encoder • This module supports the "wire break" diagnostic function. To implement this function, make sure that a total current between 2.4 mA and 4.9 mA flows even at signal state "0" when you use an encoder that is evaluated at two inputs in parallel. You achieve this by connecting a resistor across the encoder. Its value depends on the type of switch and usually ranges between 6800 and 8200 ohms for contacts. For BEROS, calculate the resistance based on this formula: (30 V/(4.9 mA – I_R_Bero) < R < (20 V/(2.4 mA – I_R_Bero)	
X		X	DI16xDC 24 V	6ES7 321–1BH02–0AA0
			In some system states, it is possible that an incorrect value of the first module is read in briefly when the front connector of the second module is removed. This is prevented by using series diodes like those shown in figure F.1.	
X		X	DI32xDC 24 V	6ES7 321–1BL00–0AA0
			In some system states, it is possible that an incorrect value of the first module is read in briefly when the front connector of the second module is removed. This is prevented by using series diodes like those shown in figure F.2.	

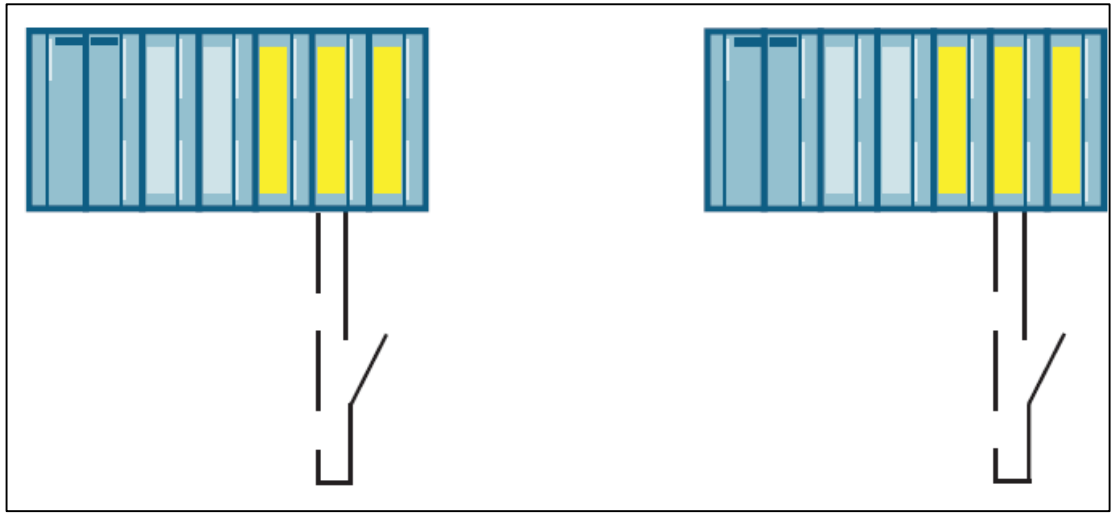
ماژول های ورودی دیجیتال در ایستگاه ET200M با قابلیت Redundant

Library V5.x	Library V4.x	Library V3.x	Module	Order number
X		X	DI 8xAC 120/230V	6ES7 321–1FF01–0AA0
X		X	DI 4xNamur [EEx ib]	6ES7 321–7RD00–0AB0
			You cannot use the module for applications in hazardous areas in redundant mode. Use with non-redundant encoder • You can only connect 2-wire NAMUR encoders or contact makers. • Equipotential bonding of the encoder circuit should always be at one point only (preferably encoder negative). • When selecting encoders, compare their properties with the specified input characteristics. Remember that this function must always be available, regardless of whether you are using one or two inputs. Example of valid values for NAMUR encoders: for "0" current > 0.2 mA; for "1" current > 4.2 mA.	
X		X	DI 16xNamur	6ES7321–7TH00–0AB0
			Use with non-redundant encoder • Equipotential bonding of the encoder circuit should always be at one point only (preferably encoder negative). • Operate the two redundant modules on a common load power supply. • When selecting encoders, compare their properties with the specified input characteristics. Remember that this function must always be available, regardless of whether you are using one or two inputs. Example of valid values for NAMUR encoders: for "0" current > 0.7 mA; for "1" current > 4.2 mA.	
X		X	DI 24xDC 24 V	6ES7326–1BK00–0AB0
			F module in standard mode	
X		X	DI 8xNAMUR [EEx ib]	6ES7326–1RF00–0AB0
			F module in standard mode	

در اتصال سیگنال های دیجیتال به سیستم H، امکان اتصال خروجی یک سنسور به دو کارت DI وجود دارد.



همچنین جهت دسترسی بیشتر به سیگنال، امکان استفاده از دو سنسور نیز وجود دارد. سیگنال می تواند از یک سنسور با دو خروجی به صورت دوبل باشد.



در نرم افزار STEP 7، کارت هایی که قابلیت Redundancy دارند، دارای یک زبانه با این نام می باشند. در این زبانه، اتصال کارت های افزونه در اسلات های مشابه با یکدیگر برقرار می شود. در واقع در این قسمت دو ماژولی که قرار است به صورت افزونه استفاده شوند، به یکدیگر کوپل می شوند.

Slot

DP address

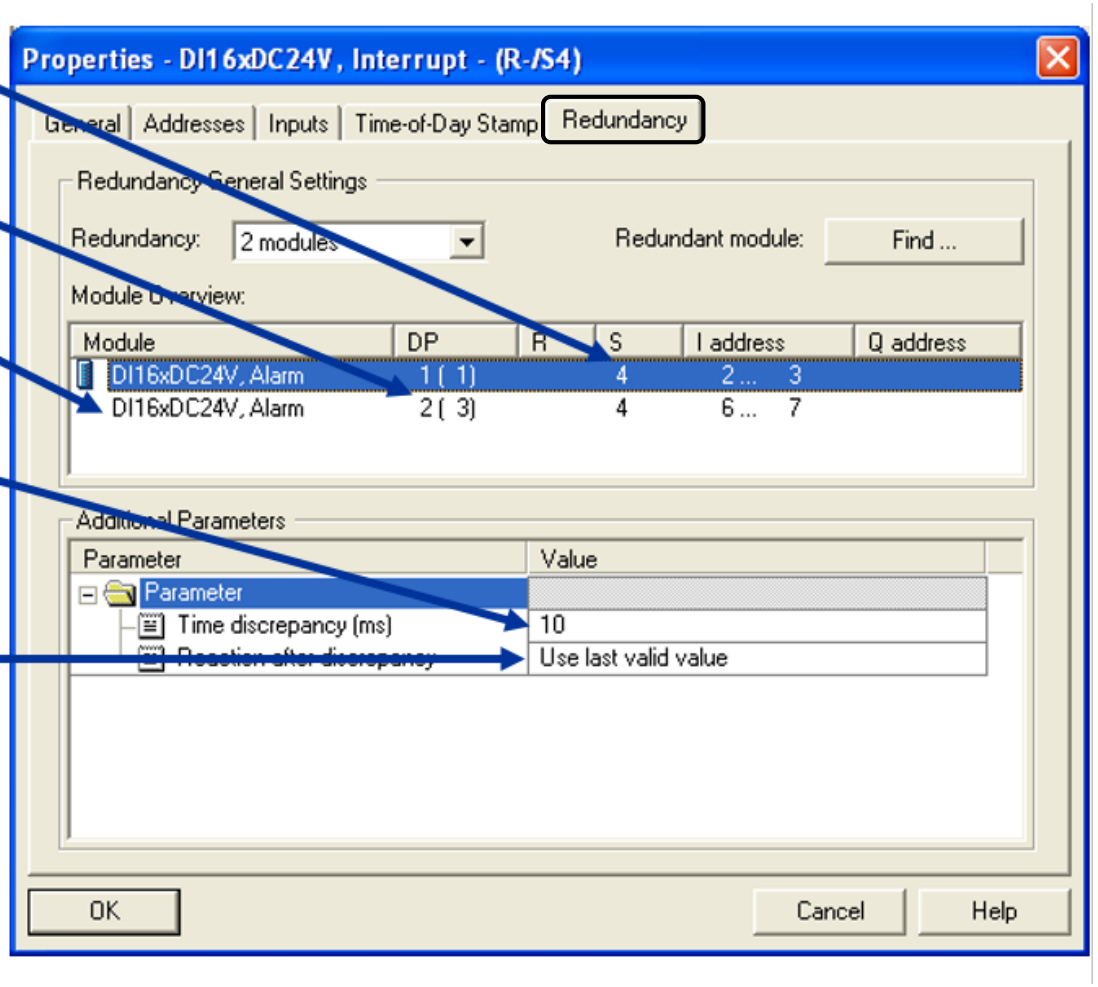
Redundant DI

Time discrepancy in ms

Response time following discrepancy

Possible options:

- AND gate
- OR gate
- Use last valid value



در پنجره تنظیمات ماژول های DI یک زمان برای خطای Discrepancy (تناقض) می بایست در نظر گرفته شود. این خطا زمانی رخ می دهد که سیستم H در دو ماژول که مربوط به یک سیگنال می باشد، دو مقدار متفاوت تشخیص دهد. به عبارت دیگر این زمان ماکزیمم زمانی ایست که سیگنال های ورودی ریداندانت می توانند متفاوت باشند.

اگر هر سیگنال ورودی ریداندانت یکسان تشخیص داده شوند، این مقدار در آدرس **کوچکتر** فضای PII نوشته می شود. اگر تناقض تشخیص داده شود، زمان ست شده برای خطای Discrepancy شروع می شود. در طول این زمان، جدیدترین یا به عبارت دیگر آخرین مقدار قبل از تشخیص Discrepancy در فضای PII ماژول با آدرس پایین تر نوشته می شود. این پروسه تا زمانی که یکبار سیگنال ها برابر شوند یا اینکه زمان Discrepancy به پایان برسد، تکرار می شود. بعد از اینکه زمان سپری شد، خطای Discrepancy رخ می دهد.

"Redundant I/O: discrepancy time at digital input expired, error not yet localized".

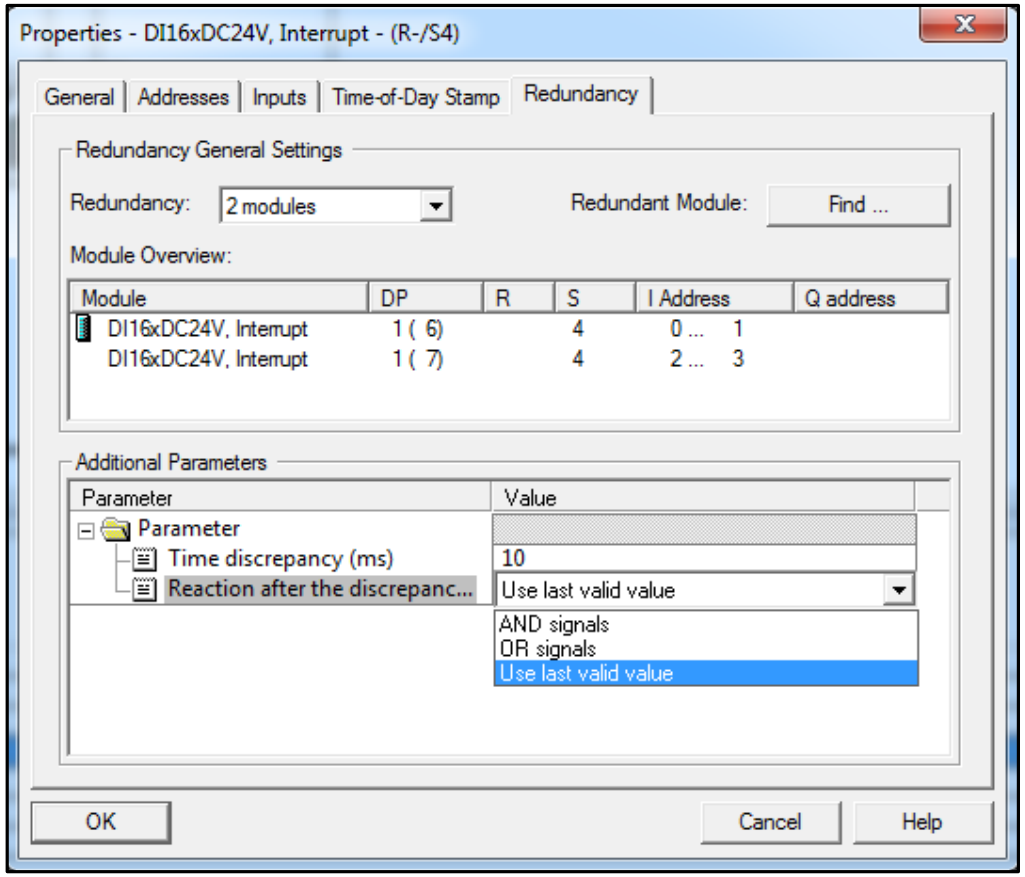
Note

The time that the system actually needs to determine a discrepancy depends on various factors: Bus delay times, cycle and call times in the user program, conversion times, etc. Redundant input signals can therefore be different for a longer period than the configured discrepancy time.

بعد از رخ دادن خطای Discrepancy ، سه عکس العمل قابل تنظیم می باشد:

Possible options:

- ❑ AND gate
- ❑ OR gate
- ❑ Use last valid value



Use last valid value: The most recent matching value is written to the process image of the module with the lower address.

❑ **استفاده از آخرین مقدار نوشته شده در PII ماژول با آدرس پایین تر**

Link signals with AND: The two read values are linked with AND for each module pair and written to the process image of the module with the lower address.

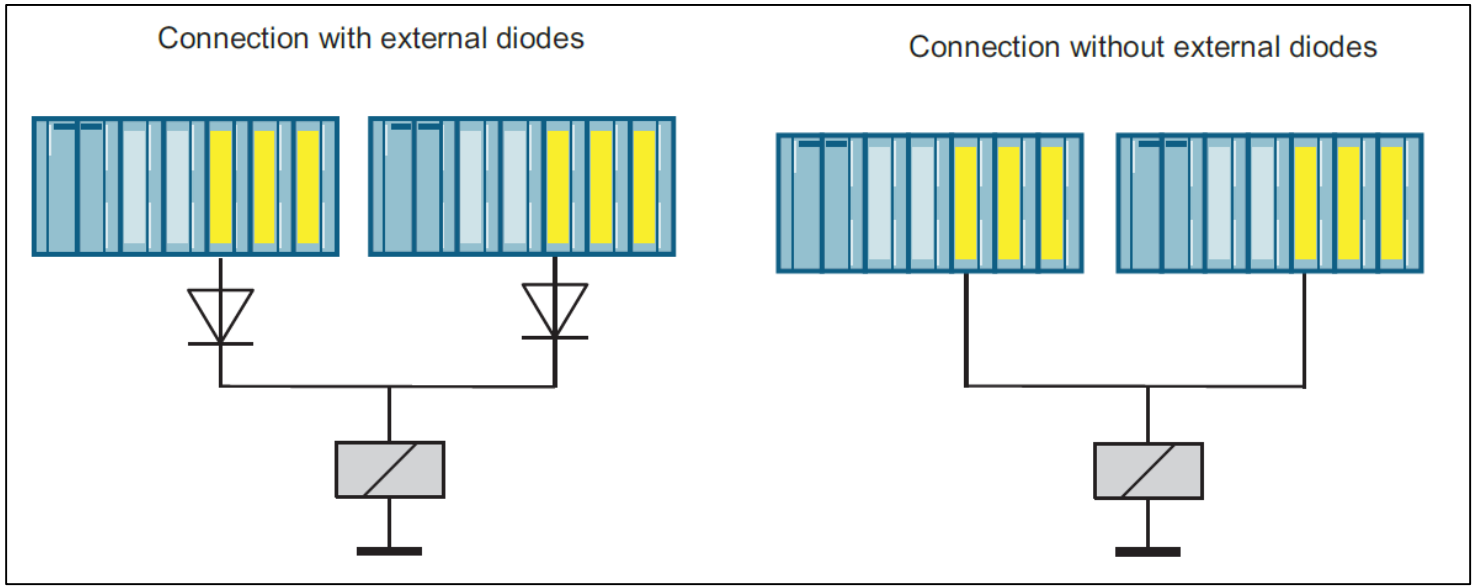
- **استفاده از منطق AND بین دو سیگنال ورودی و نوشتن آن در فضای PII ماژول با آدرس پایین تر**

Link signals with OR: The read values are linked with OR for each module pair and written to the process image of the module with the lower address.

- **استفاده از منطق OR بین دو سیگنال ورودی و نوشتن آن در فضای PII ماژول با آدرس پایین تر**

ماژول های DO با قابلیت Redundant

جهت افزایش سطح دسترسی به مصرف کننده های دیجیتال در سیستم H ، امکان استفاده از دو ماژول DO جهت ارسال فرمان به یک مصرف کننده وجود دارد.



جهت حفاظت بیشتر و جلوگیری از ایجاد لوپ جریان گردشی، می توان از دیودهای یکسوساز با مشخصات زیر استفاده نمود.

Suitable diodes are diodes with U_r>=200 V and I_F>= 1 A (e.g. types from the series 1N4003 ... 1N4007).

برخی از کارت های DO را می توان بدون دیود بست.

Table 13- 4 Interconnecting digital output modules with/without diodes

Module	with diodes	without diodes
6ES7 422–7BL00–0AB0	X	-
6ES7 422–1FH00–0AA0	-	X
6ES7 326–2BF01–0AB0	X	X
6ES7 322–1BL00–0AA0	X	-
6ES7 322–1BF01–0AA0	X	-
6ES7 322–8BF00–0AB0	X	X
6ES7 322–1FF01–0AA0	-	X
6ES7 322–8BH01–0AB0	-	X
6ES7 322–8BH10–0AB0	-	X
6ES7 322–5RD00–0AB0	X	-
6ES7 322–5SD00–0AB0	X	-

کارت هایی که قابلیت استفاده به صورت افزونه را دارند.S7-400

Central: Redundant DO dual-channel				
X		X	DO 32xDC 24V/0.5A	6ES7422–7BL00–0AB0
			A clear evaluation of the diagnostics information "P short-circuit", "M short-circuit" and wire break is not possible. Deselect these individually in your configuration. The minimum I/O retention time remains ineffective in the case of a plant change during operation. As a result, no bumpless switchover of this module is possible, with configured module redundancy, for example. There is always a gap of 3 to 50 ms.	
X		X	DO 16xAC 120/230V/2A	6ES7422–1FH00–0AA0

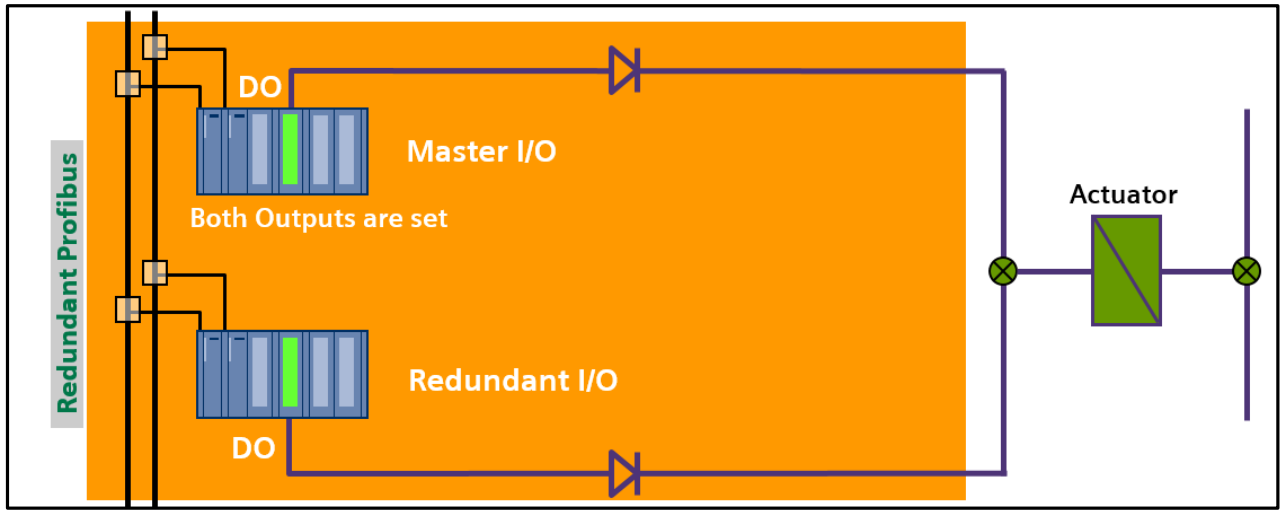
کارت هایی که قابلیت استفاده به صورت افزونه را دارند.ET200M

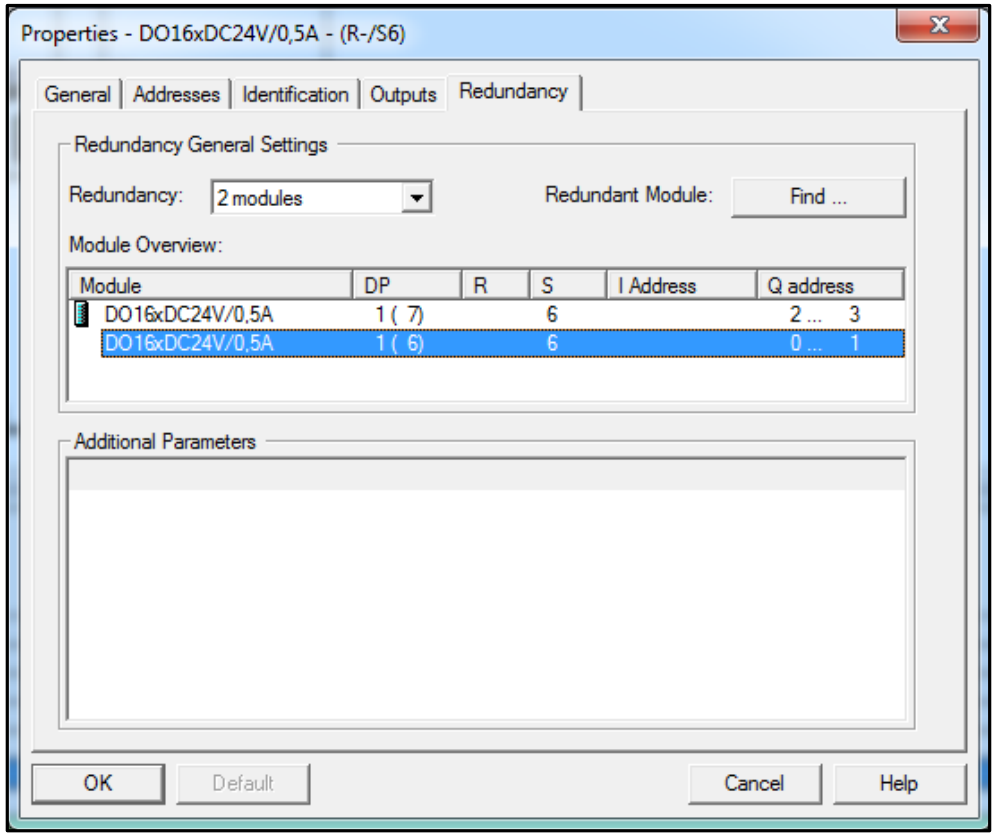
Distributed: Redundant DO dual-channel				
X		X	DO8xDC 24 V/0.5 A	6ES7322–8BF00–0AB0
			A definite evaluation of the diagnostics information "P short-circuit" and "wire break" is not possible. Deselect these individually in your configuration.	
X		X	DO8xDC 24 V/2 A	6ES7322–1BF01–0AA0
X		X	DO32xDC 24 V/0.5 A	6ES7322–1BL00–0AA0
X		X	DO8xAC 120/230 V/2 A	6ES7322–1FF01–0AA0

کارت هایی که قابلیت استفاده به صورت افزونه را دارند.ET200M

Library V5.x	Library V4.x	Library V3.x	Module	Order number
X		X	DO 4x24 V/10 mA [EEx ib]	6ES7322–5SD00–0AB0
			You cannot use the module for applications in hazardous areas in redundant mode.	
X		X	DO 4x24 V/10 mA [EEx ib]	6ES7322–5RD00–0AB0
			You cannot use the module for applications in hazardous areas in redundant mode.	
X	X	X	DO 16xDC 24 V/0.5 A	6ES7322–8BH01–0AB0
			• The equipotential bonding of the load circuit should always take place from one point only (preferably load minus). • Diagnostics of the channels is not possible.	
X	X	X	DO 16xDC 24 V/0.5 A	6ES7322–8BH10–0AB0
			• The equipotential bonding of the load circuit should always take place from one point only (preferably load minus).	
X	X	X	DO 10xDC 24 V/2 A, product version 3 or higher	6ES7326–2BF01–0AB0
			F module in standard mode The inputs and outputs must have the same address.	

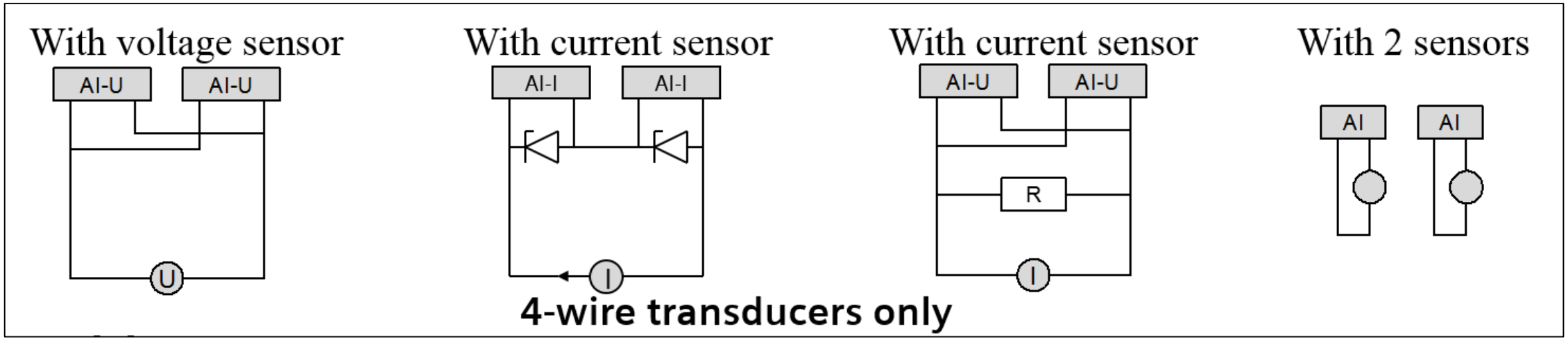
در نرم افزار نیز جهت کوپل کردن دو کارت به یکدیگر، مطابق آنچه در بحث قبلی بیان شد عمل می کنیم.

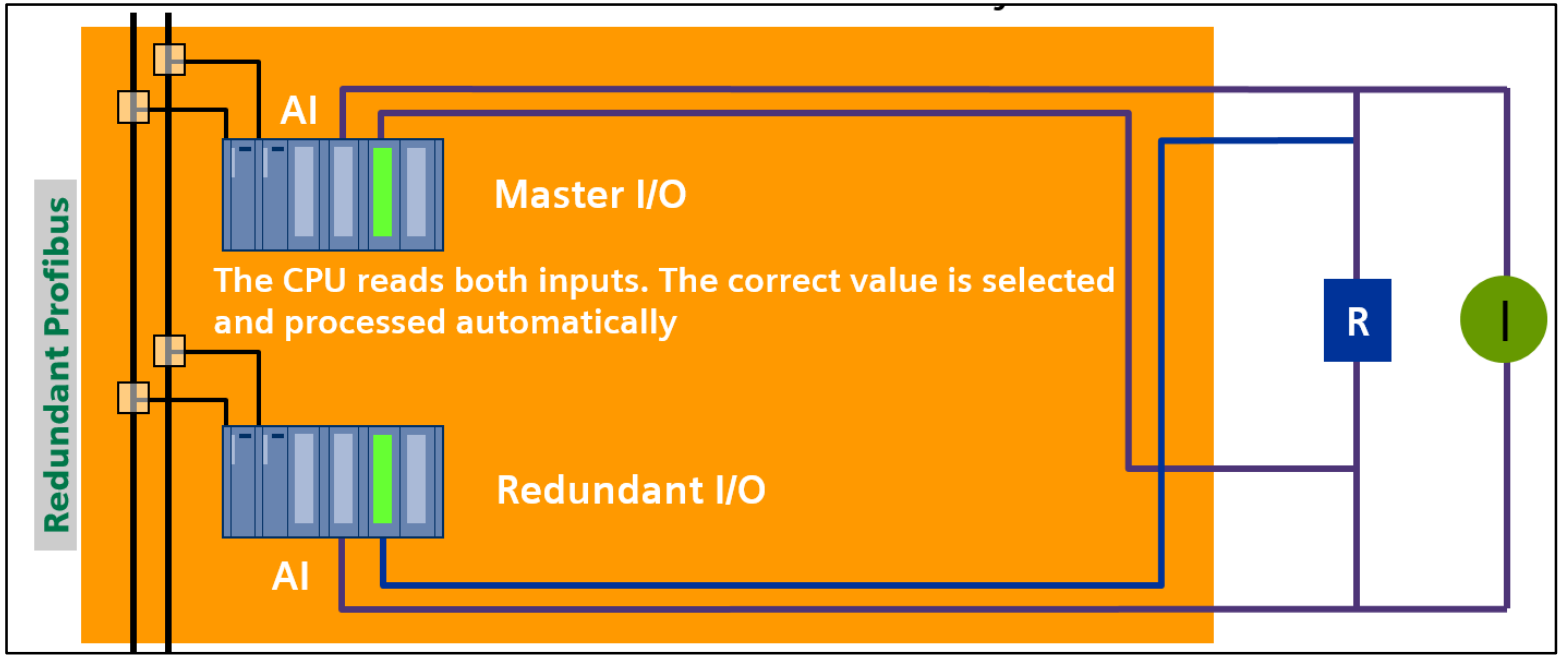


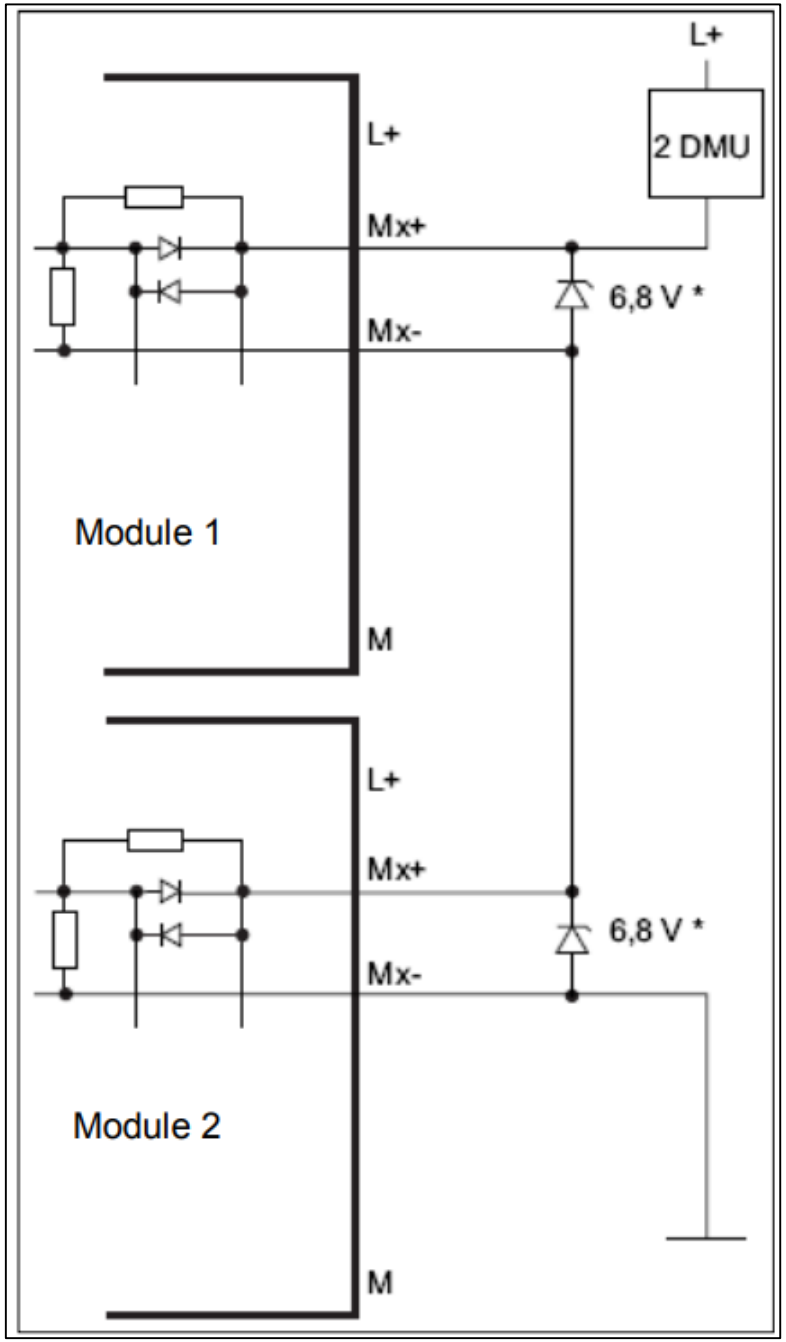


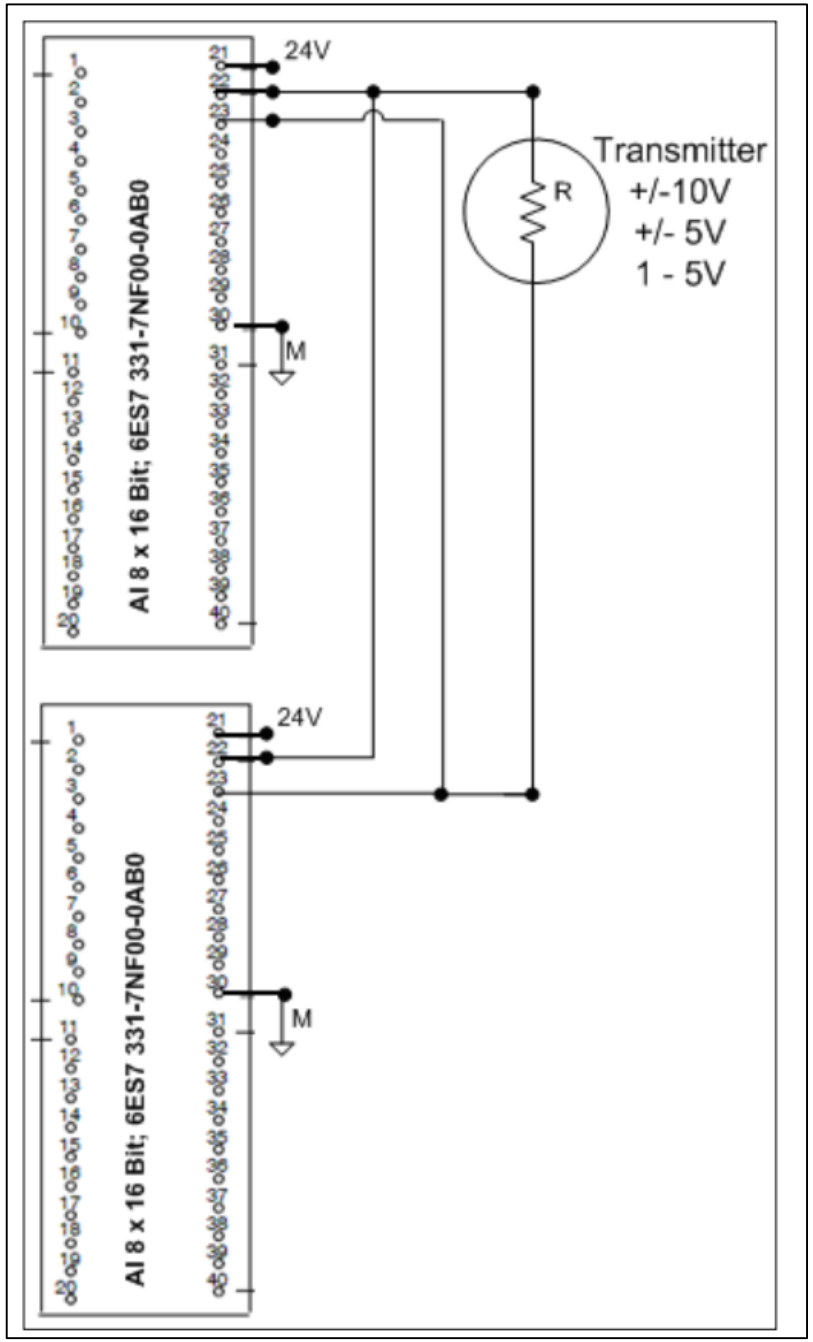
ماژول های ورودی آنالوگ با قابلیت افزونه در S7-400 و ET200M

- AI 16x16Bit 6ES7431–7QH00–0AB0
- AI8x12Bit 6ES7331–7KF02–0AB0
- AI 8x16Bit 6ES7 331–7NF00–0AB0
- AI 8x16Bit 6ES7 331–7NF10–0AB0
- AI 6xTC 16Bit 6ES7331-7PE10-0AB0 6ES7331-7PE10-0AB0
- AI 4x15Bit [EEx ib] 6ES7331-7RD00-0AB0
- AI 6x13Bit 6ES7 336–1HE00–0AB0
- AI 8x0/4...20mA HART 6ES7 331–7TF01-0AB0

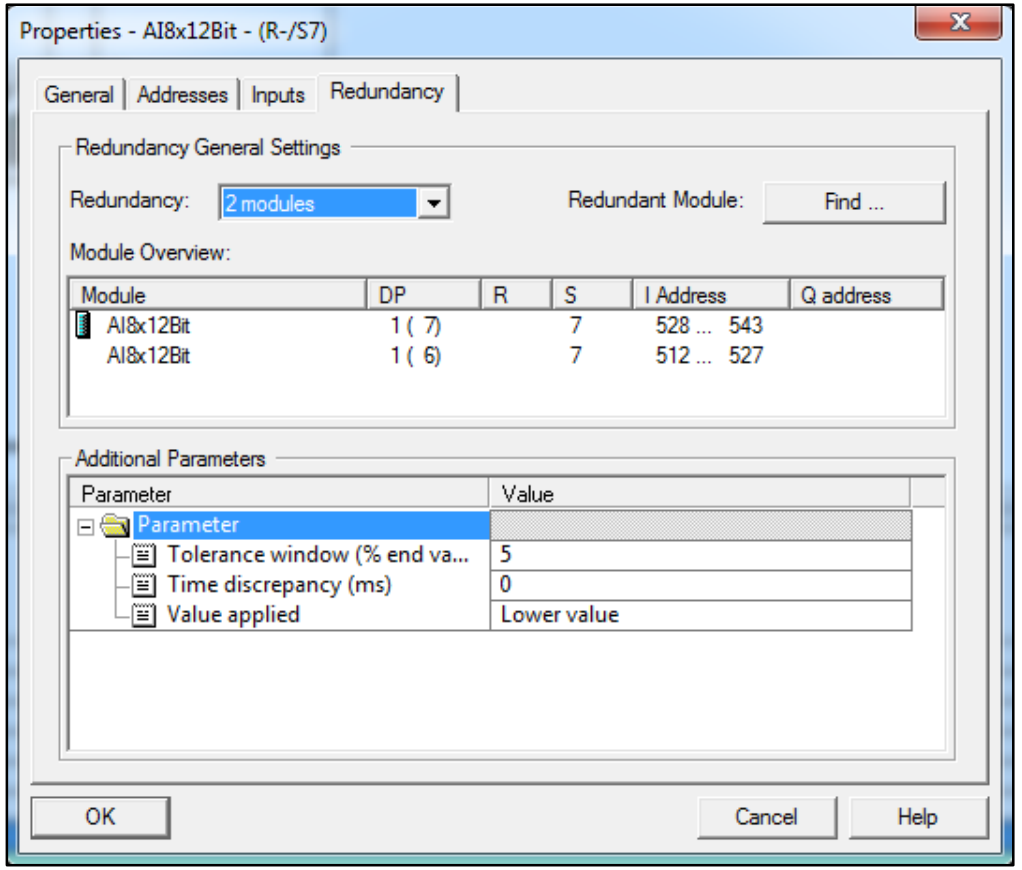

With voltage sensor
AI-U
AI-U
U
With current sensor
AI-I
AI-I
I
With current sensor
AI-U
AI-U
R
I
With 2 sensors
AI
AI
4-wire transducers only


Redundant Profibus
AI
Master I/O
The CPU reads both inputs. The correct value is selected and processed automatically
Redundant I/O
AI
R
I


L+
2 DMU
L+
Mx+
Mx-
6,8 V *
Module 1
M
L+
Mx+
Mx-
6,8 V *
Module 2
M


24V
AI 8 x 16 Bit; 6ES7 331-7NF00-0AB0
M
Transmitter
R
+/-10V
+/- 5V
1 - 5V
24V
AI 8 x 16 Bit; 6ES7 331-7NF00-0AB0
M

در نرم افزار برای کارت های AI افزونه، تنظیمات زیر در دسترس می باشد.



<u>Tolerance window</u> (configured as a percent of the end value of the measuring range)

Two analog values are the same when they within the tolerance window.

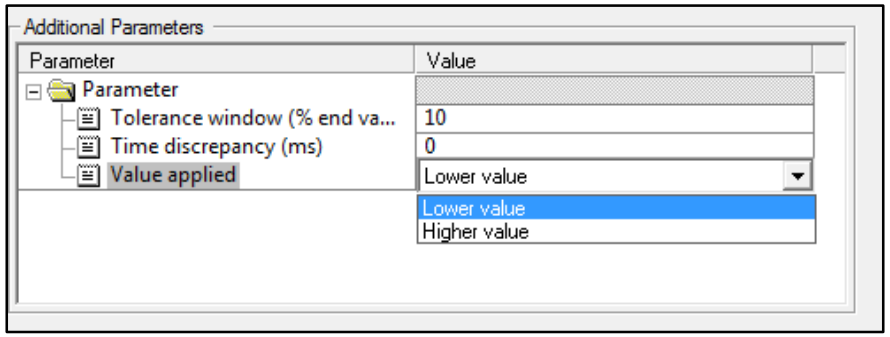
- **اگر اختلاف دو سیگنال بیشتر از این مقدار که به صورت درصد می باشد شود، خطا تشخیص داده می شود.**

Discrepancy time (maximum allowed time in which the redundant input signal can be outside the tolerance window). The set discrepancy time must be a multiple of the update time of the process image and therefore also of the basic conversion time of the channels.

- **ماکزیمم زمانی ایست که سیگنال های ورودی آنالوگ می توانند خارج از درصد تعیین شده در Tolerance Window باشند. بعد از سپری شدن این زمان، خطای Discrepancy رخ می دهد.**

Applied value

The applied value is the value from the two analog input values that is entered into the user program



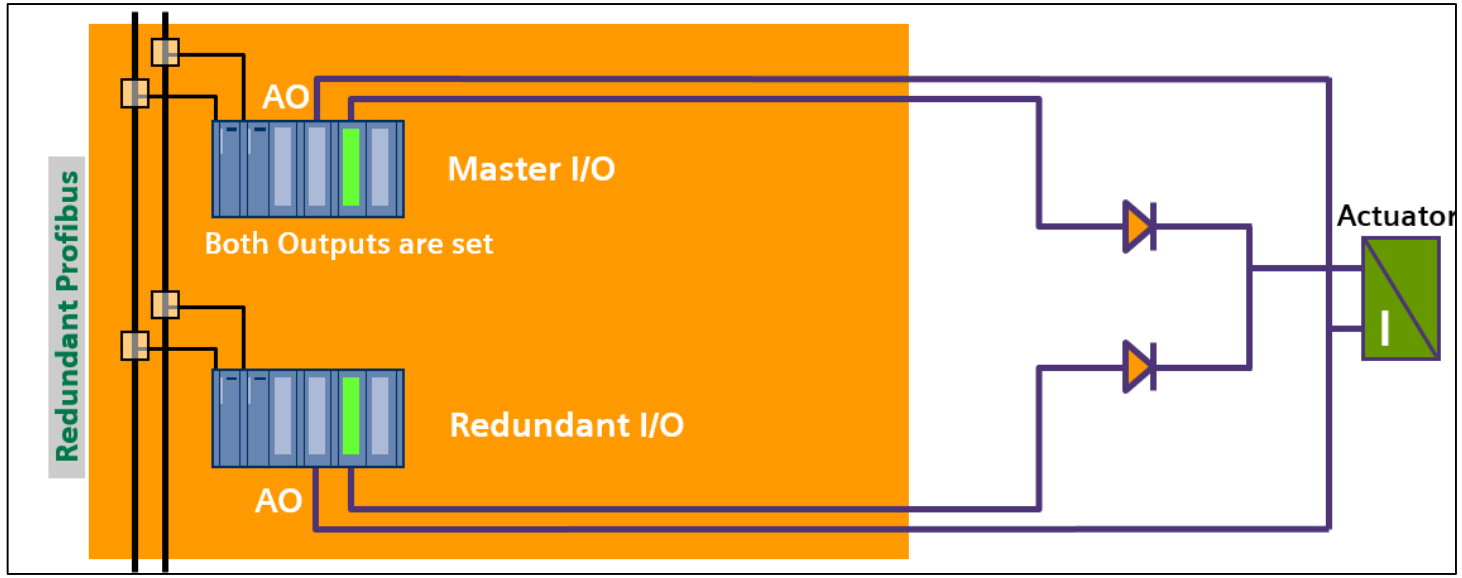
- **توسط این گزینه می توان مقدار اعمال شده به برنامه را پس از رخ دادن خطای Discrepancy مشخص نمود. این مقدار می تواند سیگنال با مقدار بیشتر یا کمتر باشد.**

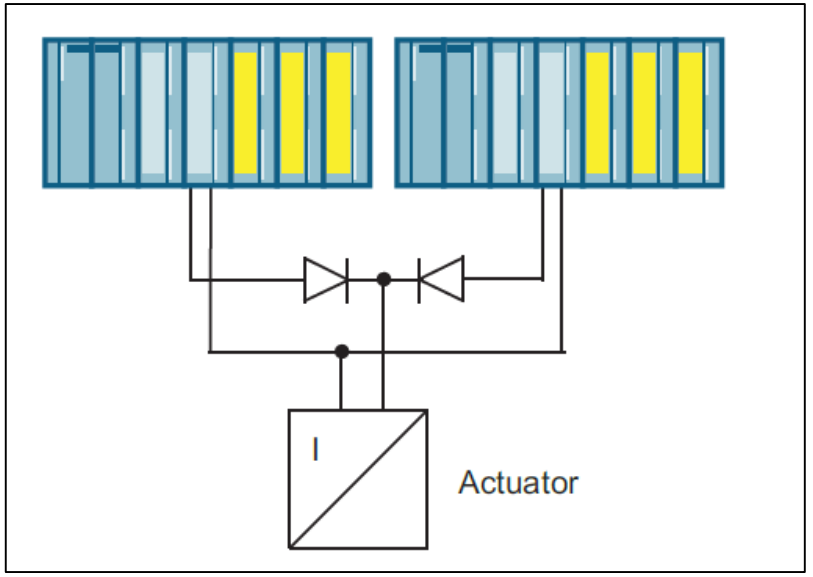
Remember the following when connecting an encoder to multiple analog input modules:

- Connect the analog input modules in parallel for voltage sensors (left in figure).
- You can convert a current into voltage using an external load to be able to use voltage analog input modules connected in parallel
- 2-wire transmitters are powered externally to allow you to repair the module online.

ماژول های خروجی آنالوگ با قابلیت افزونه در S7-400 و ET200M

- AO4x12 Bit 6ES7332–5HD01–0AB0
- AO8x12 Bit 6ES7332–5HF00–0AB0
- AO4x0/4...20 mA [EEx ib] 6ES7332–5RD00–0AB0
- AO 8x0/4...20mA HART 6ES7 332–8TF01-0AB0





زمانی که کارت های AO به صورت افزونه استفاده می شوند، سیگنال خروجی، توسط هر دو ماژول تولید می شود. مثلا اگر سیگنال ارسالی به Actuator برابر 12mA باشد، هر کارت 6mA تولید می کند. اگر یک کارت دچار مشکل شود، این سیگنال به طور کامل توسط ماژول دوم تولید می شود.

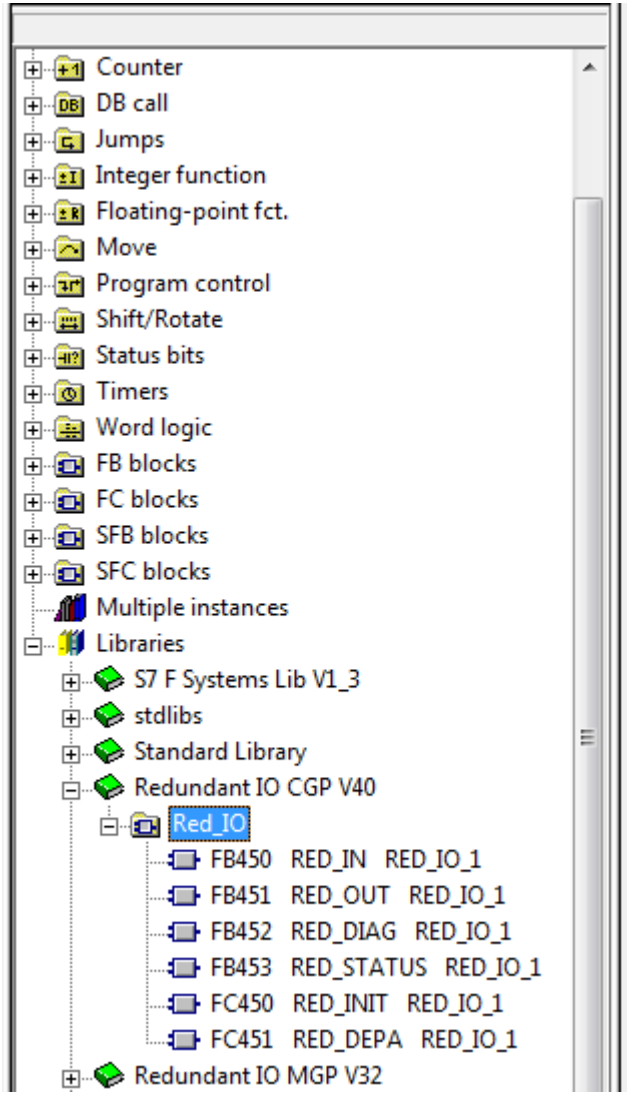
Each Output outputs half the value. When one of the modules fails, the output that is still intact provides the full value

The output value is divided by 2, and each of the two modules outputs half. If one of the modules fails, the failure is detected and the remaining module outputs the full value. As a result, the surge at the output module in the event of an error is not as high.

برای سیگنال های آنالوگ نیز، آدرس کوچکتر در برنامه استفاده می شود.

برنامه نویسی I/O های Redundant در سیستم H

- FC 450 "RED_INIT": Initialization function
- FC 451 "RED_DEPA": Initiate depassivation
- FB 450 "RED_IN": Function block for reading redundant inputs
- FB 451 "RED_OUT": Function block for controlling redundant outputs
- FB 452 "RED_DIAG": Function block for diagnostics of redundant I/O
- FB 453 "RED_STATUS": Function block for redundancy status information



بلوک FC450

جهت برقراری I/O Redundancy در بلوک های Startup استفاده می شود.

FC 450 "RED_INIT" is used to initialize I/O redundancy during startup of a fault-tolerant system.

بلوک FB450

جهت خواندن سیگنال های I/O Redundancy استفاده می شود.

FB 450 must be called in one of the following OBs:

- OB1 "Cyclical Program"
- OB 30 to OB 38 "Watchdog OB"

FB 450 reads the signals of the redundant input I/O (DI, AI) that are assigned to the process image partition of the priority class of the invoking OB. SZL 0x25 is used to determine which OB is assigned to which process image partition. The redundant module pairs always have to be assigned to the same process image partition.
FB 450 performs a discrepancy analysis of the redundant input I/O and saves a valid value at the lower address of the process image of the inputs (PII). You may only access this in your user program. The PII of the higher module is not relevant.

Reading digital inputs (each input bit corresponds to a channel)

First, the input signals of the paired redundant modules are checked. The two values are check to see if they match. If the values match the uniform valve is saved in the appropriate working DB for use as the old value and the discrepancy time is set to 0. The processing for a module pair ends at this point. The input signals of the other module pairs are read and processed accordingly.

When a discrepancy occurs the system time is read and saved for each discrepant channel. In addition, the result of the discrepancy analysis is saved for further analysis and localization. If is the first
discrepancy, it is marked and then the permitted discrepancy time is checked. If the discrepancy time has not yet expired the most recently save result of the discrepancy analysis representing the last matching (non-discrepant) value is written to the process image of the module with the lower address. This procedure is repeated until the values once again match within the discrepancy time or until the discrepancy time of a channel has expired and a signal transition has occurred.

Reading analog inputs (each input corresponds to a channel)

First the two values of the analog input channels are read and checked to see if they are within the allowed discrepancy window. If both values are within this range a uniform value, which has been set in the hardware configuration (min/max), is formed and written to the lower memory area of the input's process image. Following this, the uniform value of the channel is saved in the appropriate DB. The discrepancy time is reset.

If there is a discrepancy and it is the first discrepancy, it is marked and the system time is read, in other words, the discrepancy time is started.

While the discrepancy is active, the configured uniform value (min/max) is written to the process image of the channel with the lower address and is available for the process, If the discrepancy time has elapsed, the channel with the configured uniform value is declared as valid and the other channel is passivated. If the maximum value of the two channels was set, this value is taken for further program execution and the channel with the minimum value is passivated. If the minimum value is configured, this value is taken for further program execution and the channel with the maximum value is passivated. In either case, the passivated channel is entered in the diagnostic buffer.

The discrepancy analysis is only performed when both channels are actively participating in the process. If one of the channels in a redundant pair is passivated, the value of the remaining available channel is used and written to the low address in the process image.

For discrepancy analysis, the current values of both channels and the values of the last read must be available. These values are stored for each channel in the work data block DB_RED_WORK_I.

If the last available channel of one of the modules of a module pair is passivated, the module is also marked as passivated and vice versa. If one of the passivated channels of a module are depassivated again, the associated module is marked as depassivated

بلوک FB451

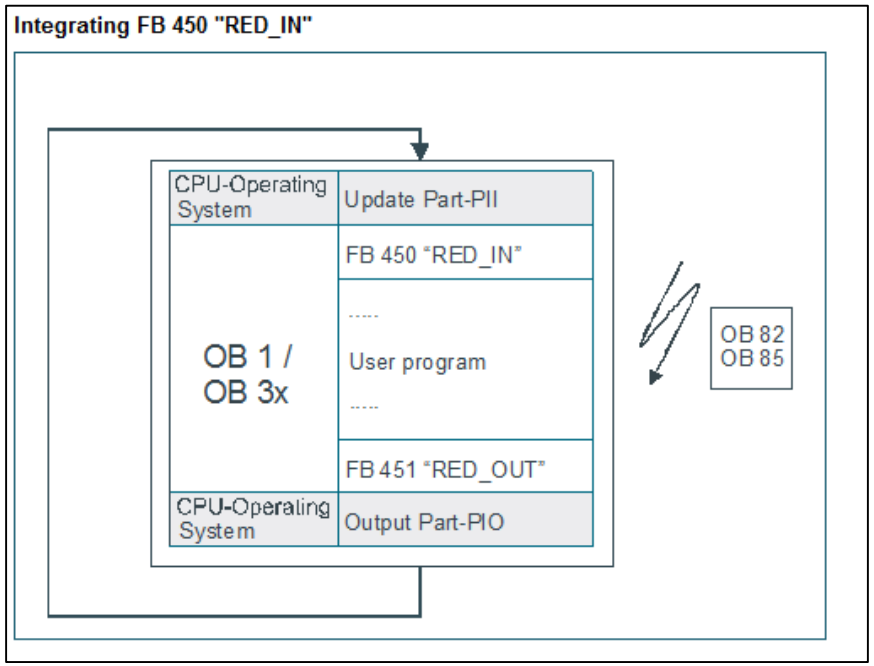
جهت نوشتن فرمان به خروجی های افزونه استفاده می شود.

FB 451 "RED_OUT" is used to output redundant I/O signals.

FB 451 must be called in one of the following OBs:

- OB1 "Cyclical Program"
- OB 30 to OB 38 "Watchdog OB"

FB 451 outputs the redundant I/O signals that are assigned to the process image partition of the priority class of the invoking OB. SZL 0x25 is used to determine which OB is assigned to which process image partition. The modules of a redundant module pair must always be assigned to the same process image partition.



بلوک FB451

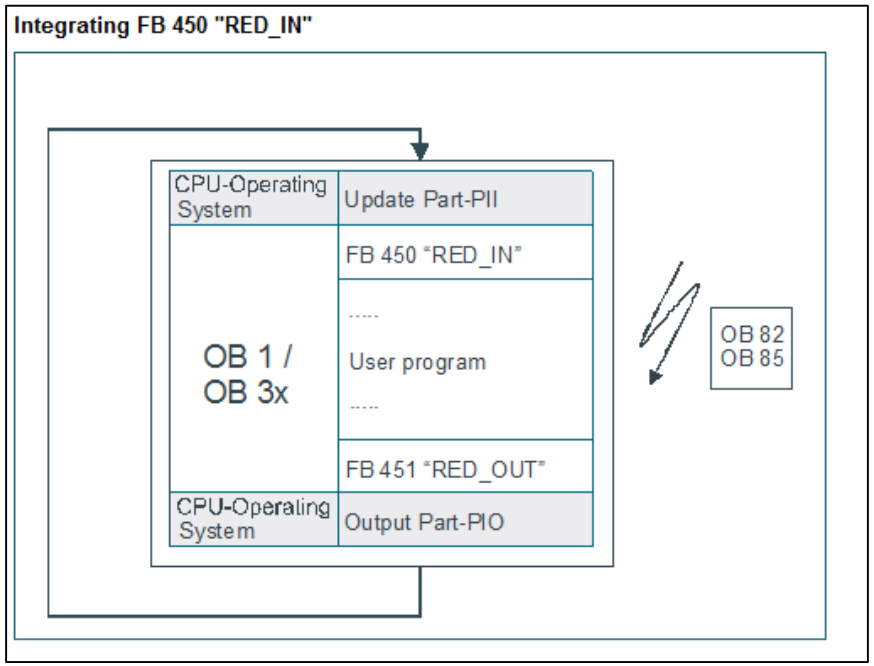
جهت نوشتن فرمان به خروجی های افزونه استفاده می شود.

FB 451 "RED_OUT" is used to output redundant I/O signals.

FB 451 must be called in one of the following OBs:

- OB1 "Cyclical Program"
- OB 30 to OB 38 "Watchdog OB"

FB 451 outputs the redundant I/O signals that are assigned to the process image partition of the priority class of the invoking OB. SZL 0x25 is used to determine which OB is assigned to which process image partition. The modules of a redundant module pair must always be assigned to the same process image partition.



Outputting digital output signals

FB 451 evaluates the information in the available working DBs and copies the values of the modules with the lower addresses to the modules with the higher addresses in the redundant module pairs. After copying to the higher addresses the values from the system are output. This is performed either through the process image at the end of the OB1 or through a process image partition at the end of a watchdog OB. For redundant digital outputs no check is made if the module has been passivated.

This is not necessary because FB RED_OUT only copies the values from the lower address to the higher address in the process image.

Note:

An additional circuit is needed for digital output modules with DC outputs to decouple the redundant outputs from each other. The decoupling can be achieve with a simple diode circuit. When using fail-safe digital output modules in standard mode you can use the internal serial diodes for the decoupling. No additional diode for redundant control of an actuator is required for these modules. The outputs of digital output modules with DC outputs must be connected to the same phase.

Analog Outputs:

Only analog output module with current outputs can be operated redundantly (0...20 mA, 4...20 mA).

The value to be output is halved and half of the valve is output from each of the two channels or modules. If channel or module failure is detected, this is recognized and the remaining channel or module then outputs the entire value. The current trigger to the output channel or output module is therefore not very high when a failure occurs. If one redundant output channel of a redundant output module fails, the output value decreases by half for a brief period and is elevated to the correct value once the program reacts. The full value available in the interrupt OB is then output to the remaining module.

Redundant analog outputs output a minimum current of approximately 120 µA per channel (i.e., a total of approx. 240 µA) in order to always output a positive valve within the tolerance. The output values mentioned above (120 µA per channel) are also obtained when a substitute value of 0 mA is configured. In redundant mode the configuration of the current outputs is always set automatically to "no current or voltage". All channels that are not operated redundantly and for which the substitute values are configured, automatically receive the same setting.

A setting of 4...20 mA has the affect that the module in a redundant configuration is assigned the parameter 0...20 mA and FB 451 converts the 4...20 mA process value to 0...20 mA.

When one of the channels is passivated the full value is output on the other channel. The minimum value of 120µA is output on the passivated channel.

When both channels or modules are passivated (for example by OB 85), half of the current value is still output to each of the memory locations in the process image of the outputs. If a module or channel is passivated, the full value is output to the module or channel which is once again available. If this is undesired, a substitute value always needs to be written to the lowest channel of the two modules before FB 451 "RED_OUT" is executed.

بلوک FB452

جهت تشخیص خطاهای I/O Redundancy استفاده می شود. این بلوک می تواند در بلوک های زیر فراخوانی شود.

- ✓ OB 72 CPU redundancy error (only in H systems)
- ✓ OB 82 Diagnostic interrupt
- ✓ OB 83 Remove/insert interrupt
- ✓ OB 85 Program sequence error

بلوک FB453

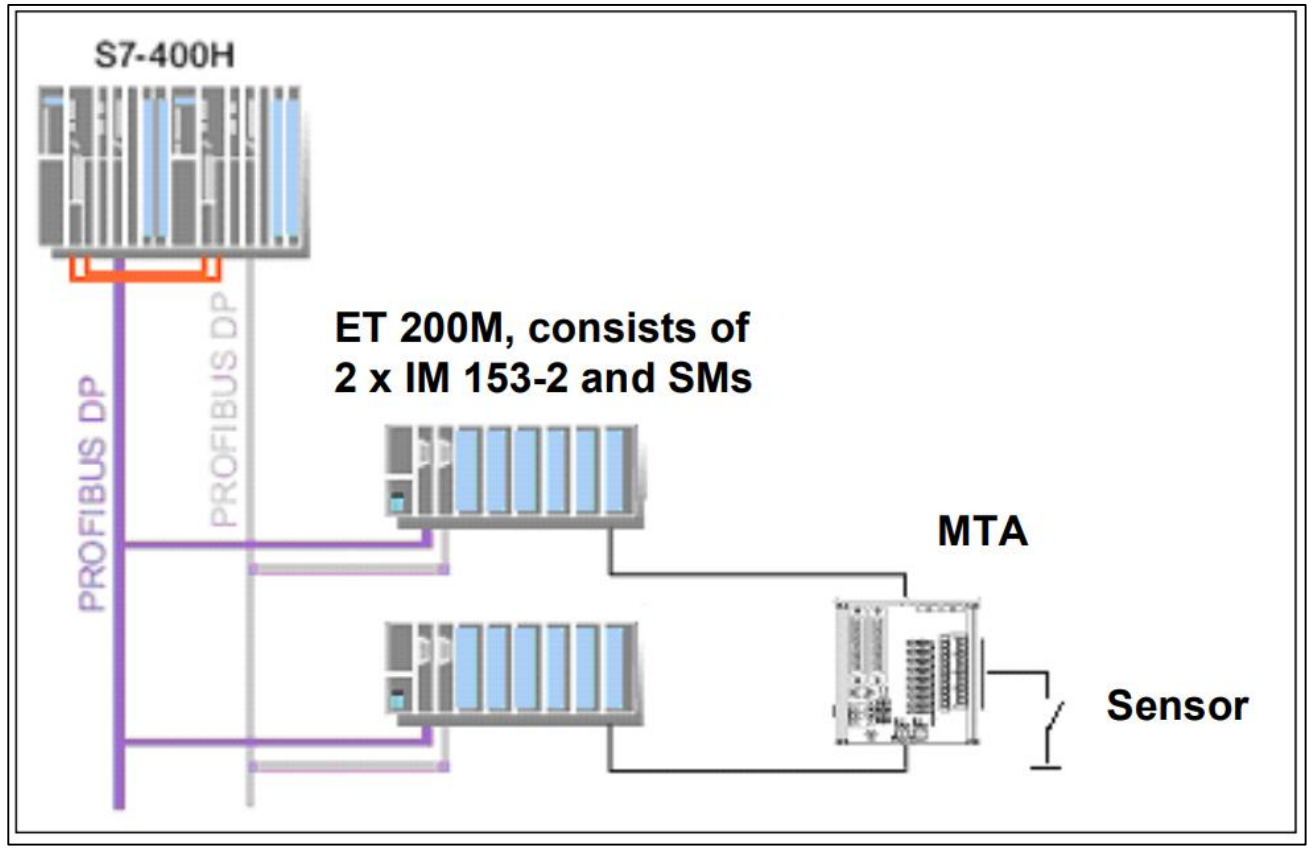
از این بلوک جهت دریافت گزارشات و وضعیت I/O Redundancy استفاده می شود.

- ✓ • OB 1 "Cyclic program" (Fault-tolerant systems only)
- ✓ • OB 30 to OB 38 "Cyclic interrupt"

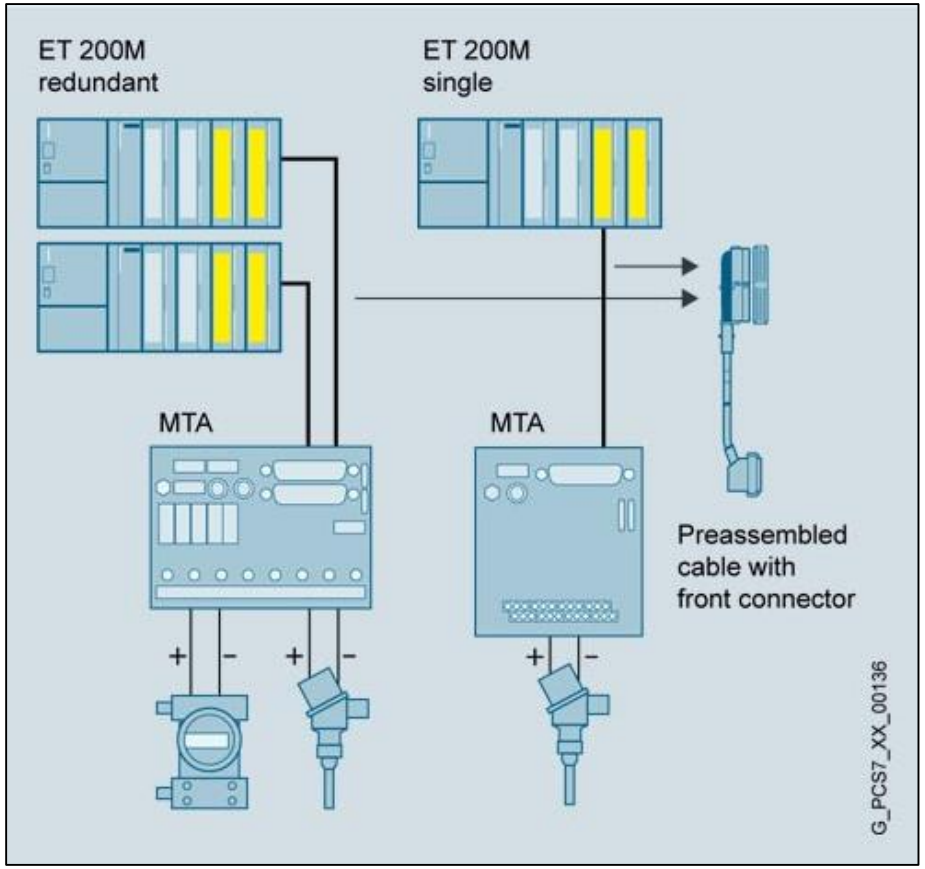
The valid values that can be processed by the user program are always located at the lower address of both redundant modules. This means that only the lower address can be used for the application; the values of the higher address are not relevant for the application

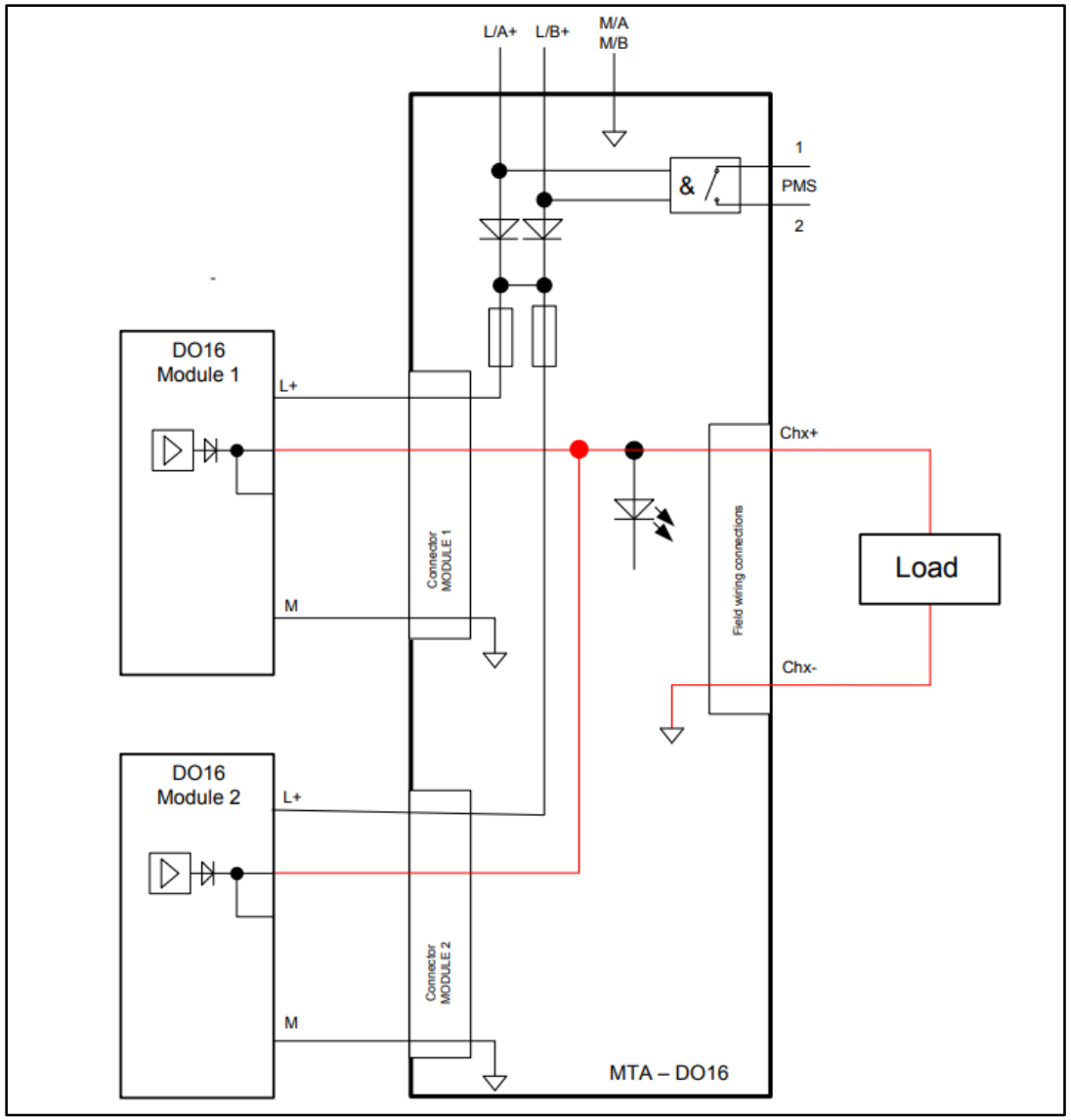
جهت اتصال Sensor ها و Actuator های فیلد به I/O Redundancy ، می توان از MTA نیز استفاده کرد. در این حالت بحث کابل کشی و خطاهای ناشی از کابل کشی کاهش می یابد.

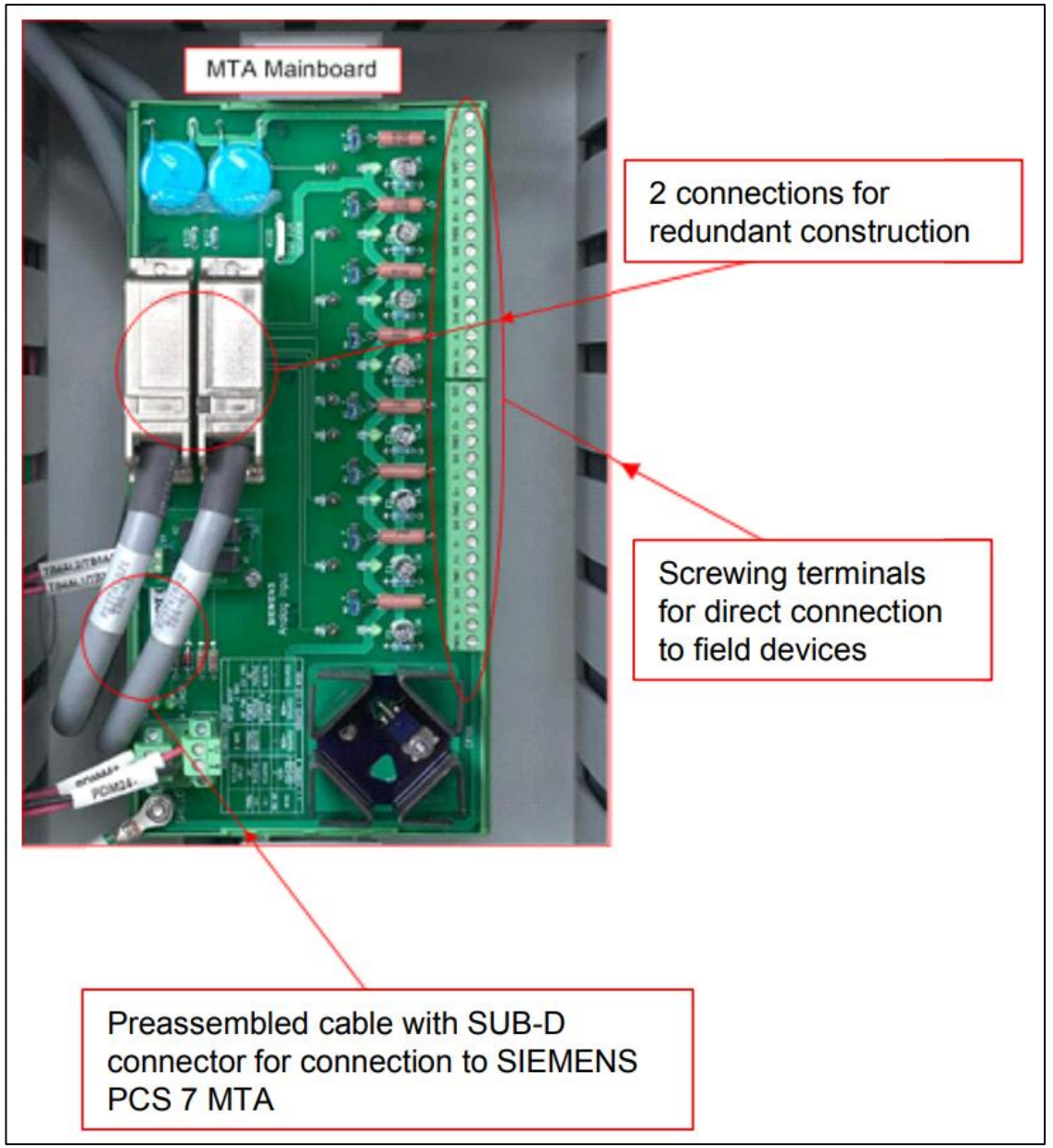
Marshalled Termination Assemblies (MTA)



این ماژول در مدل های مختلف در دسترس می باشد.

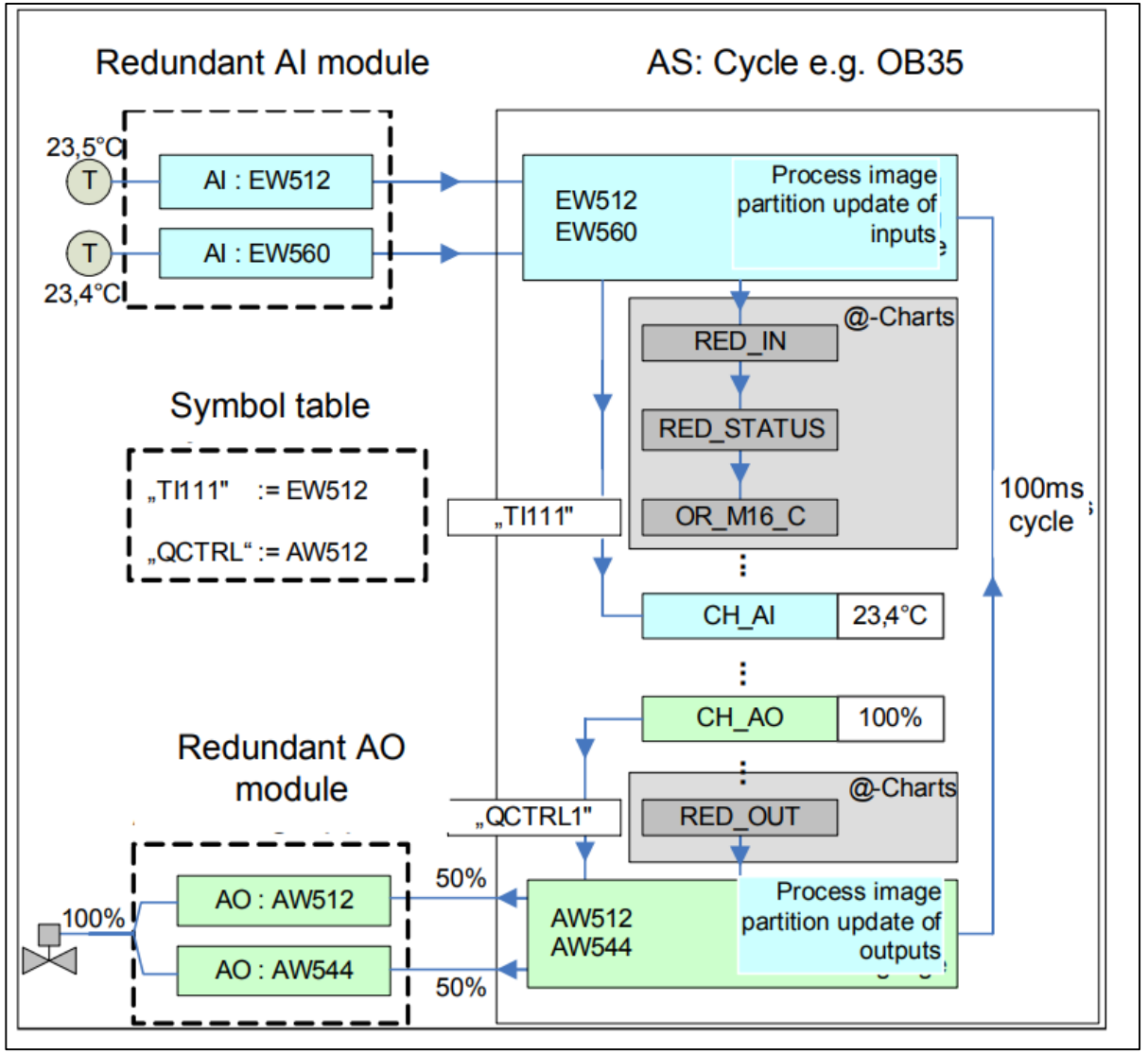




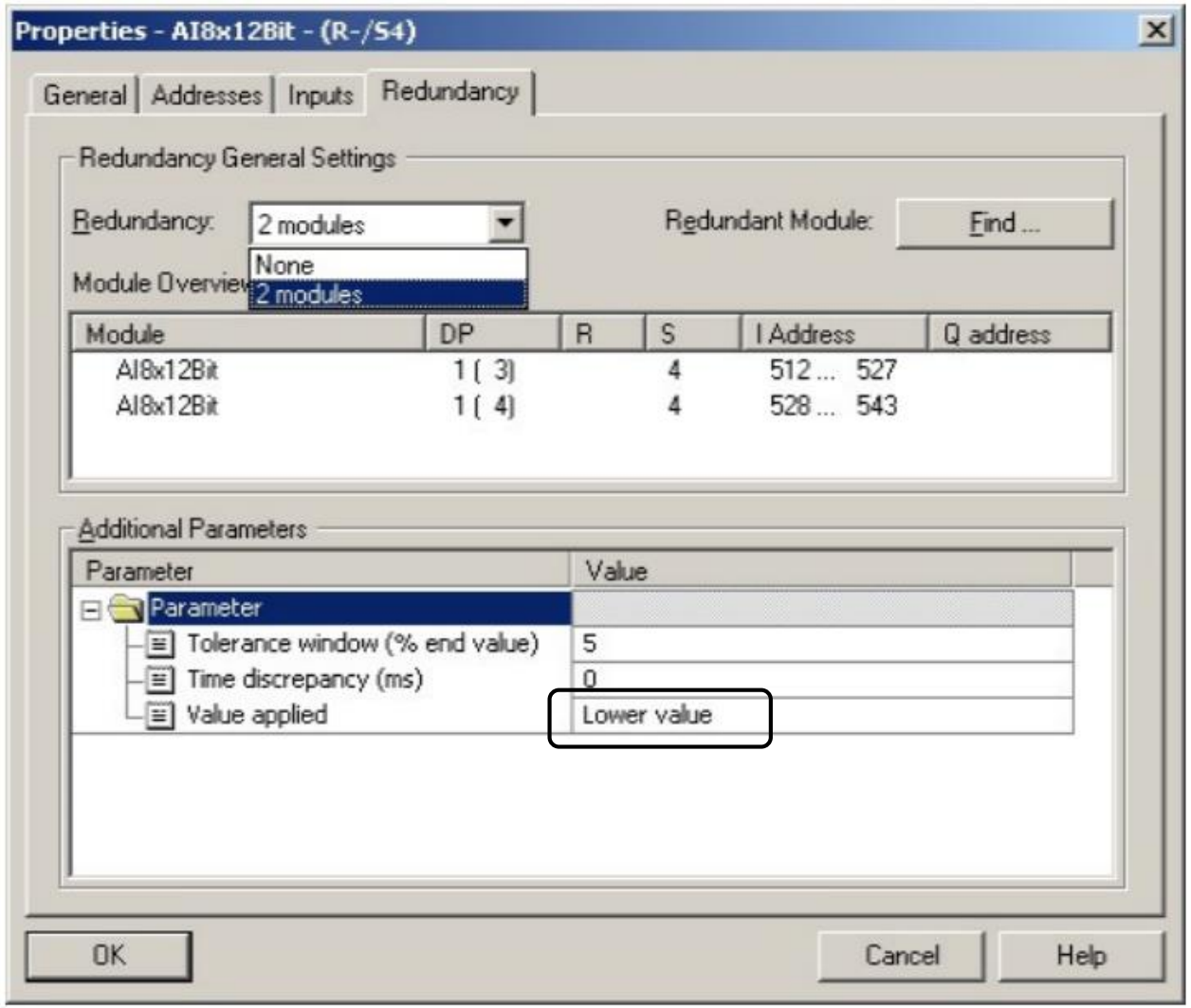

MTA Mainboard
2 connections for redundant construction
Screwing terminals for direct connection to field devices
Preassembled cable with SUB-D connector for connection to SIEMENS PCS 7 MTA

مثال

در این مثال از دو سنسور برای اندازه گیری دمای یک سیستم استفاده شده است. دو کارت AI نیز به صورت افزونه، وظیفه خواندن مقادیر سنسورها را بر عهده دارند. در خروجی نیز از یک شیر تناسبی جهت کنترل فلوی بخار استفاده شده است. سیگنال ارسالی به شیر توسط دو کارت AO که به صورت افزونه می باشند، تامین می شود.



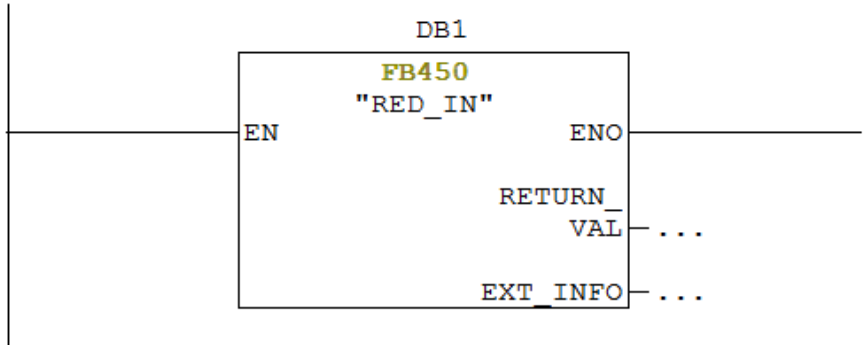
در این برنامه، از دو سنسور جهت خواندن مقدار دما استفاده شده است. تنظیمات را در حالت Lower Value قرار می دهیم.



در برنامه از آدرس PIW یا IW کوچکتر استفاده می کنیم.به عبارت دیگر آدرس IW512 را ورودی بلوک FC105 قرار می دهیم تا عملیات اسکیل سیگنال انجام شود. در اولین Network از بلوک OB1 یا OB35 ، می بایست بلوک FB450 برای خواندن ورودی های افزونه فراخوانی شود.

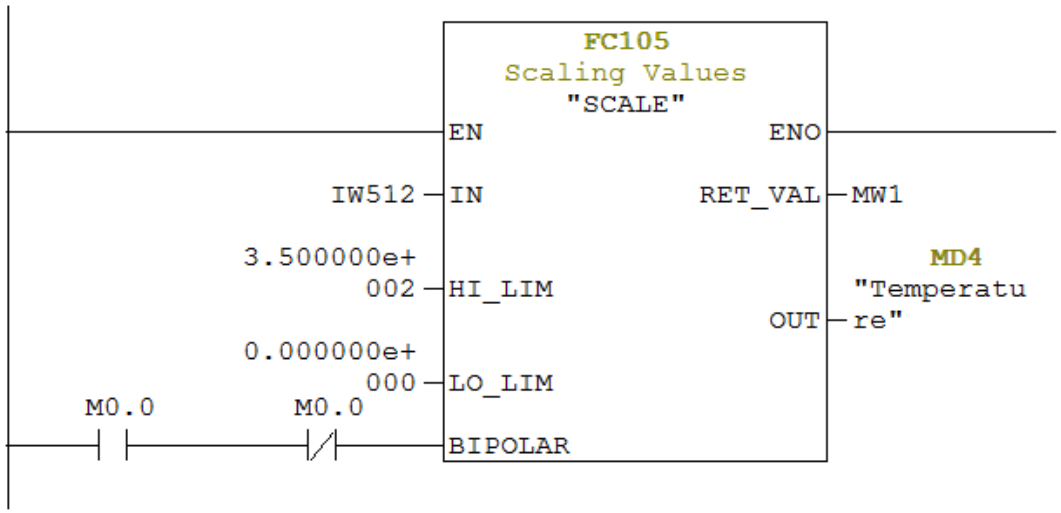
Network 1: Title:

Comment:



Network 2: Title:

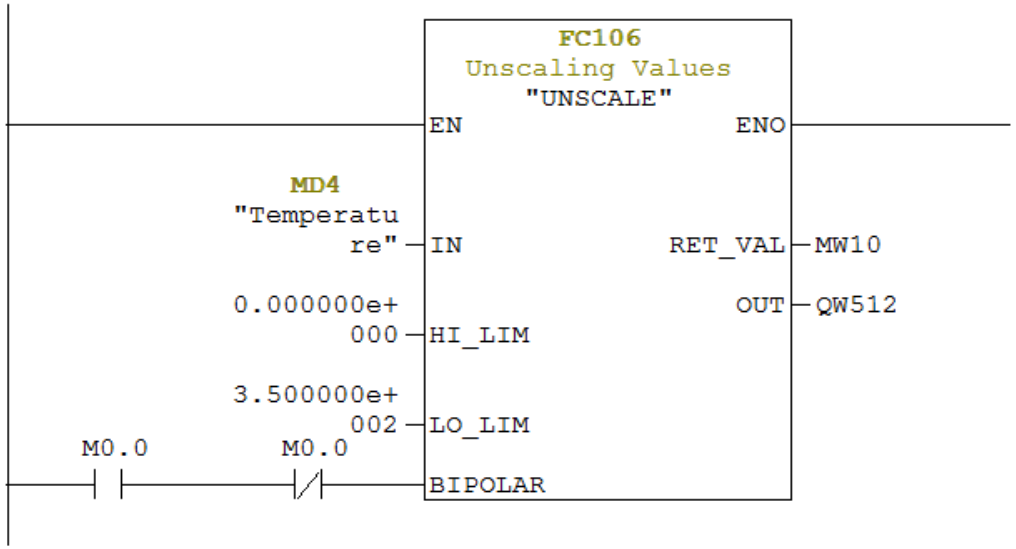
Comment:



در ادامه از بلوک FC106 جهت Unsacle کردن سیگنال خروجی استفاده می گردد. در انتهای برنامه نیز بلوک FB451 جهت ارسال فرمان به خروجی های افزونه، فراخوانی شده است.

Network 3 : Title:

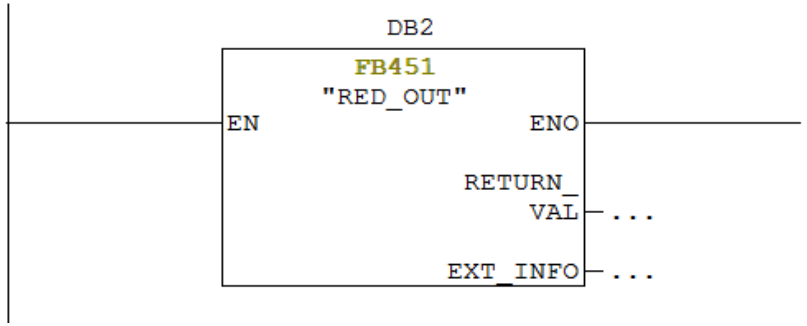
Comment:



در این مثال، با افزایش دما، درصد شیر تناسبی کم می شود. به عبارت دیگر هر چقدر دما بالاتر رود، شیر تناسبی فلوی بخار را کمتر می کند. اسکیل ورودی دما بین 0 تا 350درجه می باشد. سیگنال خروجی آنالوگ، توسط هر دو ماژول AO تولید می شود. در صورت ایجاد خطا در یکی از ماژول ها، سیگنال به طور کامل توسط ماژول بعدی تامین می شود.

Network 4 : Title:

Comment:



از بلوک FB453 نیز می توان در برنامه اصلی جهت دریافت وضعیت I/O Redundancy استفاده نمود.

بلوک های وقفه در سیستم H

در سیستم H تعدادی بلوک OB خاص وجود دارد. وجود یا عدم وجود این بلوک ها، تاثیری در وضعیت Stop یا Run سیستم H ندارد.

OB70: I/O Redundancy Error OB

Description

The operating system of the H CPU calls up the OB 70 when a redundancy loss or a redundancy return occurs at least at one IO device / DP slave at a PROFINET IO system / DP master system
Examples for start events of the OB 70:

- Error in the interface of an IO device / DP slave

- Bus failure at an active DP master that results in a redundancy loss at at least one DP slave.

Note: If a DP master system fails or returns and the redundancy status of all the DP slaves remains the same in the process, OB 86 is called.

The CPU does not change to the STOP mode if a start event occurs and OB70 is not programmed. If OB70 is loaded and if the H system is in the redundant mode, OB70 is executed on both CPUs. The H system remains in the redundant mode.

CPU Redundancy Error OB (OB72)

Description

The operating system of the H CPU calls OB72 when one of the following events occurs:

- Loss of CPU redundancy
- Reserve-master switchover
- Synchronization error
- Error in a SYNC module
- Updating aborted
- Comparison error (for example, RAM, PIQ)

OB72 is executed by all CPUs that are in the Run or STARTUP mode following a suitable start event.

Communication Redundancy Error OB (OB73)

Note:
The communications redundancy error OB (OB73) is only available in firmware version V2.0.x for the CPU 417-4H.

Description

The operating system of the H CPU calls OB73 when the first loss of redundancy occurs in a fault-tolerant S7 connection (Fault-tolerant S7 connections only exist for S7 communication. For more information, see "S7-400 H Programmable Controller, Fault-Tolerant Systems."). If a loss of redundancy occurs for additional fault-tolerant S7 connections, there are no more OB73 starts.

Another OB73 start will not occur until you have restored redundancy for all S7 connections that were fault tolerant.

The CPU does not change to the STOP mode if a start event occurs and the OB73 is not programmed.

خرابی و تعویض اجزای مختلف در مد Redundant

در سیستم H با رعایت نکاتی، امکان تعویض اجزای زیر در زمان کاری سیستم وجود دارد.

Which components can be replaced?

The following components can be replaced during operation:

- Central processing units (e.g. CPU 417–4H)
- Power supply modules (e.g. PS 405, PS 407)
- Signal and function modules
- Communication processors
- Synchronization modules and fiber-optic cables
- Interface modules (e.g. IM 460, IM 461)

ایجاد مشکل در یکی از CPU ها و مراحل تعویض آن

Starting situation for replacement of the CPU

Failure	How does the system react?
The S7-400H is in redundant system mode and a CPU fails.	• The partner CPU switches to single mode. • The partner CPU reports the event in the diagnostic buffer and in OB 72.

نکات انتخاب CPU جدید

Requirements for replacement

The module replacement described below is possible only if the "new" CPU

- has the same operating system version as the failed CPU and
- if it is equipped with the same load memory as the failed CPU.

مراحل تعویض CPU

Step	What has to be done?	How does the system react?
1	Turn off the power supply module.	• The entire subsystem is switched off (system operates in single mode).
2	Replace the CPU. Make sure the rack number is set correctly on the CPU.	–
3	Insert the synchronization modules.	–
4	Plug in the fiber-optic cable connections of the synchronization modules.	–
5	Switch the power supply module on again.	• CPU runs the self-tests and changes to STOP.
6	Perform a CPU memory reset on the replaced CPU.	–
7	Start the replaced CPU (for example STOP³RUN or Start using the PG).	• The CPU performs an automatic LINK-UP and UPDATE. • The CPU changes to RUN and operates as the reserve CPU.

خطای دسترس به حافظه Load Memory

Starting situation for replacement of the load memory

Failure	How does the system react?
The S7-400H is in redundant system mode and a **load memory access error** occurs.	• The relevant CPU changes to STOP and requests a memory reset. • The partner CPU switches to single mode.

تعویض کارت حافظه

Step	What has to be done?	How does the system react?
1	Replace the memory card on the stopped CPU.	–
2	Perform a memory reset on the CPU with the replaced memory card.	–
3	Start the CPU.	• The CPU performs an automatic LINK-UP and UPDATE. • The CPU changes to RUN and operates as the reserve CPU.

تعویض ماژول منبع تغذیه

Starting situation

Both CPUs are in RUN.

Failure	How does the system react?
The S7-400H is in redundant system mode and a power supply module fails.	• The partner CPU switches to single mode. • The partner CPU reports the event in the diagnostic buffer and in OB 72.

Proceed as follows to replace a power supply module in the central rack:

Step	What has to be done?	How does the system react?
1	Turn off the power supply (24 V DC for PS 405 or 120/230 V AC for PS 407).	• The entire subsystem is switched off (system operates in single mode).
2	Replace the module.	–
3	Switch the power supply module on again.	• The CPU executes the self-tests. • The CPU performs an automatic LINK-UP and UPDATE. • The CPU changes to RUN (redundant system mode) and operates as reserve CPU.

تعویض یک ماژول I/O یا FM

Starting situation

Failure	How does the system react?
The S7-400H is in redundant system mode and an input/output or function module fails.	• Both CPUs report the event in the diagnostic buffer and via appropriate OBs.

مراحل تعویض ماژول در ایستگاه ET200M

Step	What has to be done?	How does the system react?
1	Remove the failed module (in RUN mode).	• Both CPUs process the swapping interrupt OB 83 synchronized with each other.
2	Disconnect the front connector and wiring.	• Call OB 82 if the module concerned is capable of diagnostic interrupts and diagnostic interrupts are enabled in the configuration. • Call OB 122 if you are accessing the module by direct access • Call OB 85 if you are accessing the module using the process image

3	Plug the front connector into the new module.	• Call OB 82 if the module concerned is capable of diagnostic interrupts and diagnostic interrupts are enabled in the configuration.
4	Insert the new module.	• Both CPUs process the swapping interrupt OB 83 synchronized with each other. • Parameters are assigned automatically to the module by the CPU concerned and the module is addressed again.

مراحل تعویض ماژول در ایستگاه S7-400

Step	What has to be done?	How does the system react?
1	Disconnect the front connector and wiring.	• Call OB 82 if the module concerned is capable of diagnostic interrupts and diagnostic interrupts are enabled in the configuration. • Call OB 122 if you are accessing the module by direct access • Call OB 85 if you are accessing the module using the process image
2	Remove the failed module (in RUN mode).	• Both CPUs process the swapping interrupt OB 83 synchronized with each other.
3	Insert the new module.	• Both CPUs process the swapping interrupt OB 83 synchronized with each other. • Parameters are assigned automatically to the module by the CPU concerned and the module is addressed again.
4	Plug the front connector into the new module.	• Call OB 82 if the module concerned is capable of diagnostic interrupts and diagnostic interrupts are enabled in the configuration.

Starting situation

Failure	How does the system react?
The S7-400H is in redundant system mode and a communication module fails.	• Both CPUs report the event in the diagnostic buffer and via appropriate OBs. • In communication via standard connections: Connection failed • In communication via redundant connections: Communication is maintained without interruption over an alternate channel.

مراحل تعویض ماژول های شبکه Profibus یا Ethernet

Step	What has to be done?	How does the system react?
1	Remove the module.	• Both CPUs process the swapping interrupt OB 83 synchronized with each other.
2	Make sure that the new module has no parameter assignment data in its integrated FLASH EPROM and plug it in.	• Both CPUs process the swapping interrupt OB 83 synchronized with each other. • The module is automatically configured by the appropriate CPU.
3	Turn the module back on.	• The module resumes communication (system establishes communication connection automatically).

تعویض ماژول های Sync یا فیبرهای نوری

Starting situation

Failure	How does the system react?
Failure of a fiber-optic cable or synchronization module: The S7-400H is in redundant system mode and a fiber-optic cable or synchronization module fails.	• The master CPU reports the event in the diagnostic buffer and with OB 72. • The reserve CPU changes to ERROR-SEARCH mode for some minutes. If the error is eliminated during this time, the reserve CPU switches to redundant system mode, otherwise it switches to STOP. • The diagnostic LED on the synchronization module is lit

تعویض ماژول های Sync یا فیبرهای نوری

Procedure

Follow the steps below to replace a synchronization module or fiber-optic cable:

Step	What has to be done?	How does the system react?
1	First, check the fiber-optic cable.	–
2	Start the reserve CPU (for example, STOP-RUN or Start using the programming device).	The following responses are possible: 1. CPU changes to RUN mode. 2. CPU changes to STOP mode. In this case continue at step 3.
3	Remove the faulty synchronization module from the reserve CPU.	–
4	Insert the new synchronization module in the reserve CPU.	–
5	Plug in the fiber-optic cable connections of the synchronization modules.	• The diagnostic LED on the synchronization module goes off • Both CPUs report the event in the diagnostic buffer
6	Start the reserve CPU (for example, STOP-RUN or Start using the programming device).	The following responses are possible: 1. CPU changes to RUN mode. 2. CPU changes to STOP mode. In this case continue at step 7.

7	If the reserve CPU changed to STOP in step 6: Remove the synchronization module from the master CPU.	• The master CPU processes swapping interrupt OB 83 and redundancy error OB 72 (entering state).
8	Insert the new synchronization module into the master CPU.	• The master CPU processes swapping interrupt OB 83 and redundancy error OB 72 (exiting state).
9	Plug in the fiber-optic cable connections of the synchronization modules.	–
10	Start the reserve CPU (for example, STOP-RUN or Start using the programming device).	• The CPU performs an automatic LINK-UP and UPDATE. • The CPU changes to RUN (redundant system mode) and operates as reserve CPU.

Note

If both fiber-optic cables or synchronization modules are damaged or replaced one after the other, the system responses are the same as described above. The only exception is that the reserve CPU does not change to STOP but instead requests a memory reset

تعویض اجزای ایستگاه Remote I/O

- PROFIBUS DP master
- PROFIBUS DP interface module (IM 153-2 or IM 157)
- PROFIBUS DP slave
- PROFIBUS DP cable

تعویض ماژول IM در ایستگاه Remote I/O

Starting situation

Failure	How does the system react?
The S7-400H is in redundant system mode and a PROFIBUS DP interface module (IM 153–2, IM 157) fails.	Both CPUs report the event in the diagnostic buffer and via OB 70.

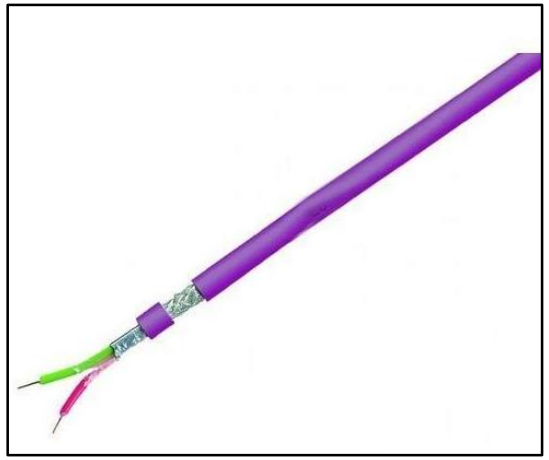
مراحل تعویض ماژول IM در ایستگاه Remote I/O

Replacement procedure

Proceed as follows to replace the PROFIBUS DP interface module:

Step	What has to be done?	How does the system react?
1	Turn off the supply for the affected DP interface module.	–
2	Remove the bus connector.	–
3	Insert the new PROFIBUS DP interface module and turn the power supply back on.	–
4	Plug the bus connector back in.	• The CPUs process the rack failure OB 70 synchronized with each other (outgoing event). • Redundant access to the station by the system is now possible again.

مراحل تعویض کابل شبکه پروفیباس



Starting situation

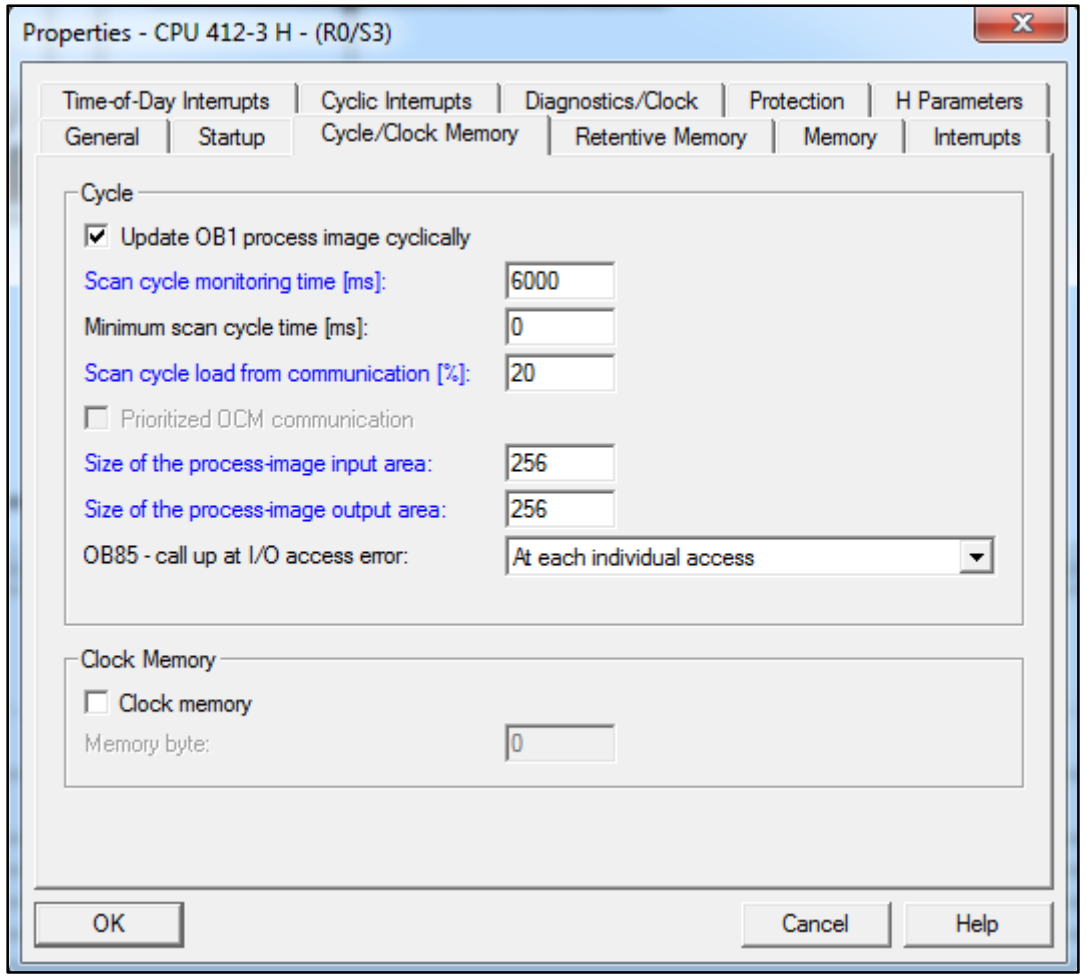
Failure	How does the system react?
The S7-400H is in redundant system mode and the PROFIBUS DP cable is defective.	• With single-channel one-sided I/O: Rack failure OB (OB 86) is started (incoming event). The DP master can no longer process connected DP slaves (station failure). • With switched I/O: I/O redundancy error OB (OB 70) is started (incoming event). DP slaves are addressed via the DP master of the partner.

مراحل تعویض کابل شبکه پروفیباس

Step	What has to be done?	How does the system react?
1	Check the cabling and localize the interrupted PROFIBUS DP cable.	–
2	Replace the defective cable.	–
3	Switch the failed modules to RUN mode.	The CPUs process the error OBs synchronized with each other • With one-sided I/O: Rack failure OB 86 (outgoing event) The DP slaves can be addressed via the DP master system. • With switched I/O: I/O redundancy error OB 70 (outgoing event). The DP slaves can be addressed via both DP master systems.

اضافه کردن اجزاء در نرم افزار STEP7

در سیستم H همانند آنچه که در سخت افزار بیان شد، با رعایت نکاتی، امکان تغییرات در برنامه و پارامترهای CPU و ماژول ها در زمان کار سیستم وجود دارد. لازم به ذکر هست که تغییر در برخی از پارامترهای CPU و دانلود به سیستم H، می تواند موجب STOP شدن سیستم شود. پارامترهایی که در پنجره تنظیمات CPU به رنگ آبی می باشند، امکان دانلود در مد Run را دارا می باشند.



پارامترهای قابل تغییر در مد Run

Table 14- 1 Modifiable CPU parameters

Tab	Editable parameter
Start-up	Monitoring time for signaling readiness by modules
	Monitoring time for transferring parameters to modules
Cycle/clock memory	Scan cycle monitoring time
	Cycle load due to communication
	Size of the process image of inputs *)
	Size of the process image of outputs *)
Memory	Local data for the various priority classes *)
	Communication resources: Maximum number of communication jobs.You may only increase the configured value of this parameter *).
Time-of-day interrupts (for each time-of-day interrupt OB)	"Active" checkbox
	"Execution" list box
	Starting date
	Time
Watchdog interrupt (for each watchdog interrupt OB)	Execution
	Phase offset
Diagnostics/clock	Correction factor
Security	Security level and password
H parameter	Test cycle time

ادامه

	Maximum cycle time extension
	Maximum communication delay
	Maximum inhibit time for priority classes > 15
	Minimum I/O retention time
*) Modifying these parameters also modifies the memory content.	

اضافه کردن سخت افزار جدید

Add the new components to the system.

– Plug new central modules into the racks.

– Plug new module into existing modular DP stations

– Add new DP stations to existing DP master systems.

انجام اتصالات مربوط به سنسورها و محرک ها

2. Connect the required sensors and actuators to the new components.

New components are not yet addressed

پیکربندی در محیط HW

Starting situation
The fault-tolerant system is operating in redundant system mode. The modules added are not yet addressed.

Procedure
1. Perform all the modifications to the hardware configuration relating to the added hardware offline.
2. Compile the new hardware configuration, but do not load it into the target system just yet.

دانلود بلوک های وقفه

1. Verify that the interrupt OBs 4x, 82, 83, 85, 86, OB 88 and 122 react to any interrupts of the new components as intended.
2. Download the modified OBs and the corresponding program elements to the target system.

قرار دادن پردازنده Reserve در مد Stop

Starting situation
The fault-tolerant system is operating in redundant system mode.

Procedure
1. In SIMATIC Manager, select a CPU of the fault-tolerant system, then choose "PLC >Operating Mode" from the menu.
2. In the "Operating Mode" dialog box, select the reserve CPU, then click "Stop".

Result
The reserve CPU switches to STOP mode, the master CPU remains in Run mode, the faulttolerant system works in single mode. The one-sided I/O of the reserve CPU is no longer addressed. OB 70 (I/O redundancy loss) is not called due to the higher-priority CPU redundancy loss (OB72).

دانلود محیط HW جدید

Starting situation
The fault-tolerant system is operating in single mode.

Procedure
Load the compiled hardware configuration in the reserve CPU that is in STOP mode.

NOTICE
The user program and connection configuration cannot be downloaded in single mode.

Result
The new hardware configuration of the reserve CPU does not yet have an effect on ongoing operation.

انجام عملیات Switch to

Starting situation
The modified hardware configuration is downloaded to the reserve CPU.

Procedure
1. In SIMATIC Manager, select a CPU of the fault-tolerant system, then choose "PLC >Operating Mode" from the menu.
2. In the "Operating Mode" dialog box, click the "Switch to..." button.
3. In the "Switch" dialog box, select the "with altered configuration" option and click the "Switch" button.
4. Acknowledge the prompt for confirmation with "OK".

Result

The reserve CPU links up, is updated and becomes the master. The previous master CPU switches to STOP mode, the fault-tolerant system operates with the new hardware configuration in single mode.

رفتن به مد Redundant

Starting situation

The fault-tolerant system is operating with the new hardware configuration in single mode.

Procedure

1. In SIMATIC Manager, select a CPU of the fault-tolerant system, then choose "PLC >Operating Mode" from the menu.

2. From the "Operating Mode" dialog box, select the reserve CPU, then click "Warm Restart".

Result

The reserve CPU links up and is updated. The fault-tolerant system is operating with the new hardware configuration in redundant system mode.

Starting situation

The fault-tolerant system is operating with the new hardware configuration in redundant system mode.

CAUTION

Any attempts to modify the structure of an FB interface or the instance data of an FB in redundant system mode will lead to stop system mode (both CPUs in STOP mode).

Procedure

1. Adapt the program to the new hardware configuration.
You can add, edit or remove OBs, FBs, FCs and DBs.
2. Download only the program changes to the target system.
3. Configure the interconnections for the new CPs on both communication partners and download them to the target system.

Result

The fault-tolerant system processes the entire system hardware with the new user program in redundant system mode.

اتصالات در Redundant I/O

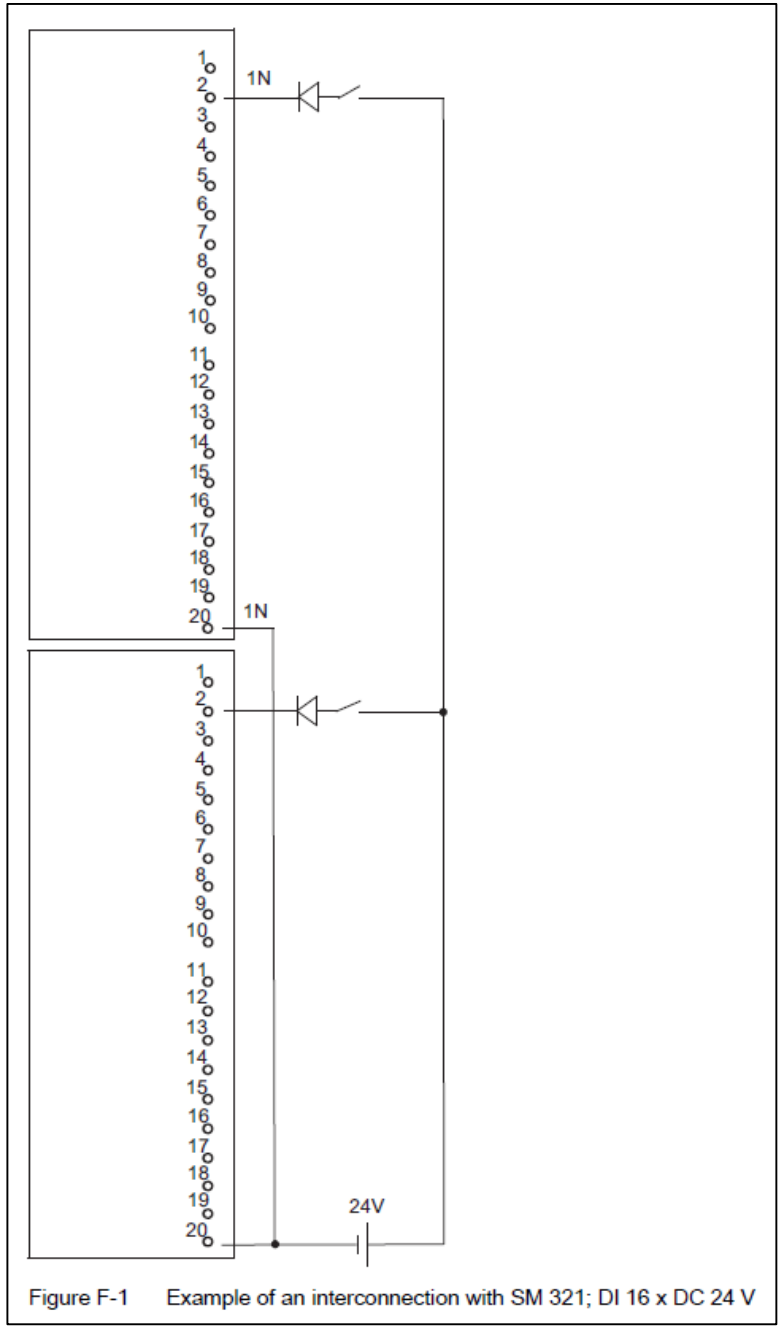


Figure F-1 Example of an interconnection with SM 321; DI 16 x DC 24 V

اتصالات در Redundant I/O

The diagram below shows the connection of two redundant encoder pairs to two redundant SM 321; DI 32 x DC 24 V. The encoders are connected to channel 0 and channel 16 respectively.

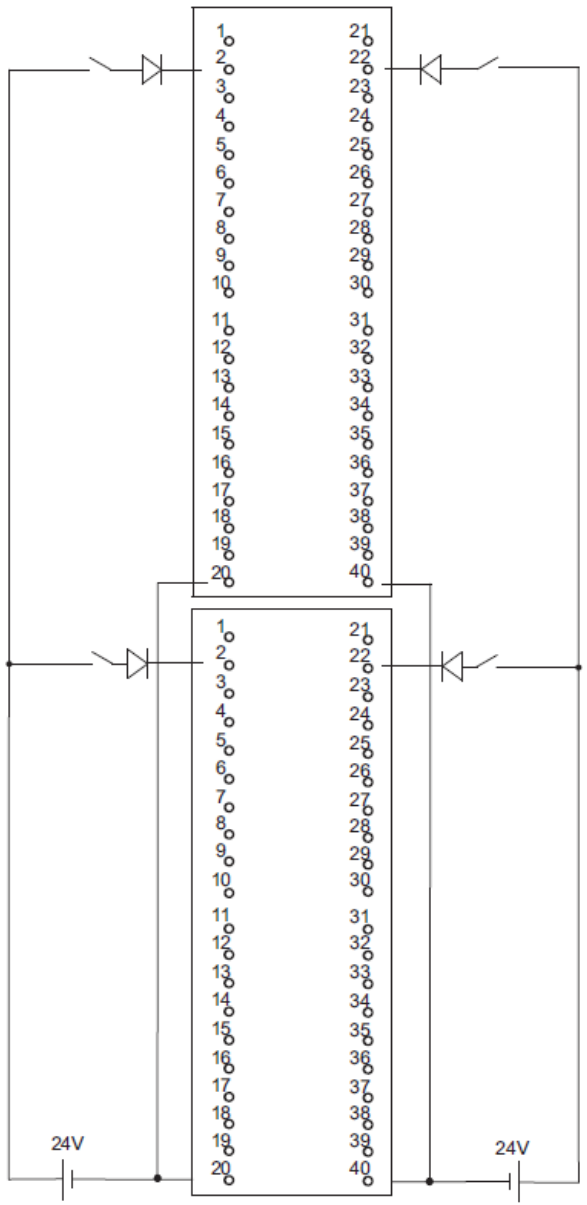


Figure F-2 Example of an interconnection with SM 321; DI 32 x DC 24 V

اتصالات در Redundant I/O

The diagram below shows the connection of two redundant encoders to two SM 321; DI 16 x AC 120/230 V. The encoders are connected to channel 0.

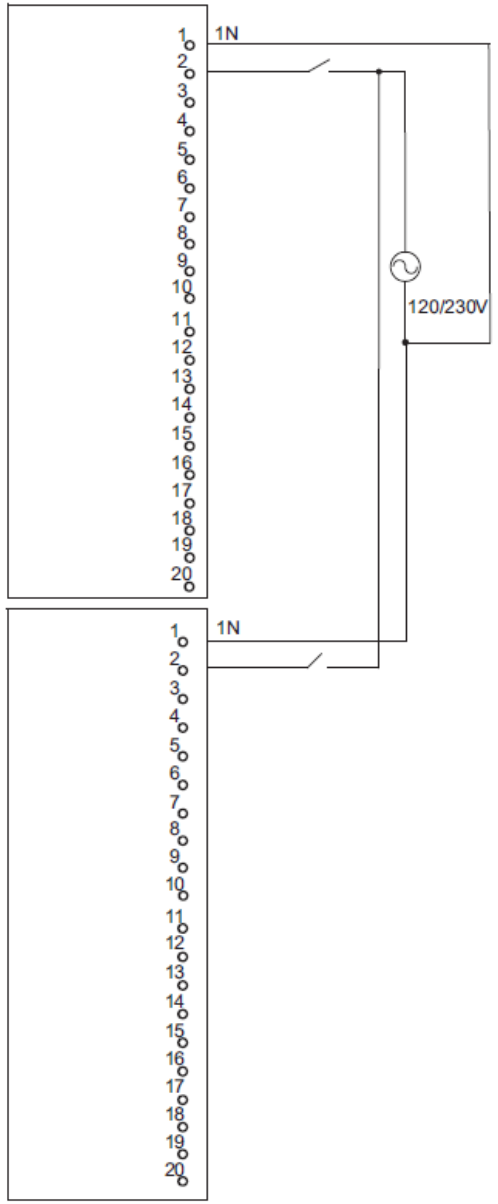


Figure F-3 Example of an interconnection with SM 321; DI 16 x AC 120/230 V

اتصالات در Redundant I/O

The diagram below shows the connection of two redundant encoders to two SM 321; DI 16 x AC 120/230 V. The encoders are connected to channel 0.

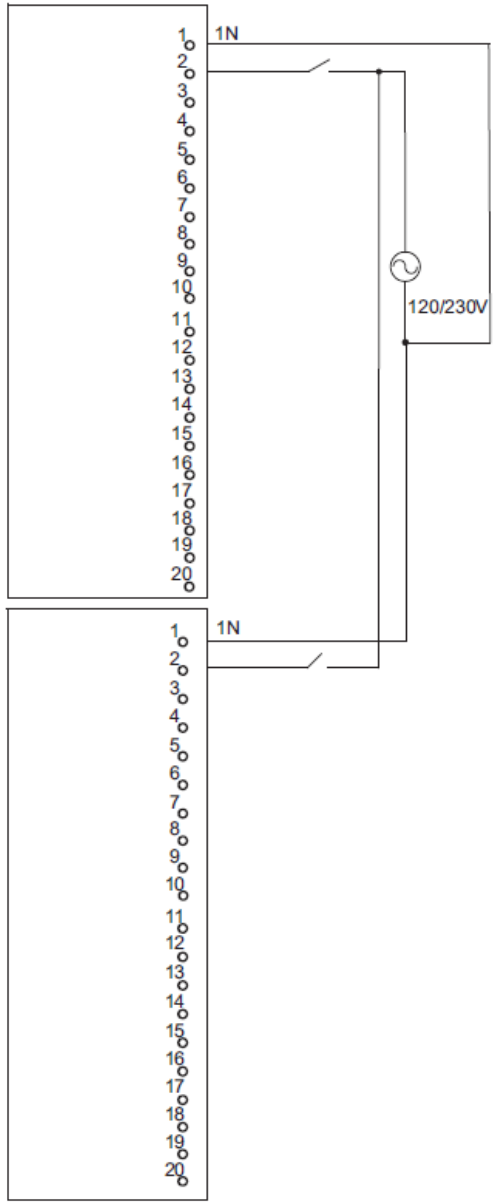


Figure F-3 Example of an interconnection with SM 321; DI 16 x AC 120/230 V

اتصالات در Redundant I/O

The diagram below shows the connection of an actuator to two redundant SM 326; DO 10 x DC 24V/2A. The actuator is connected to channel 1.

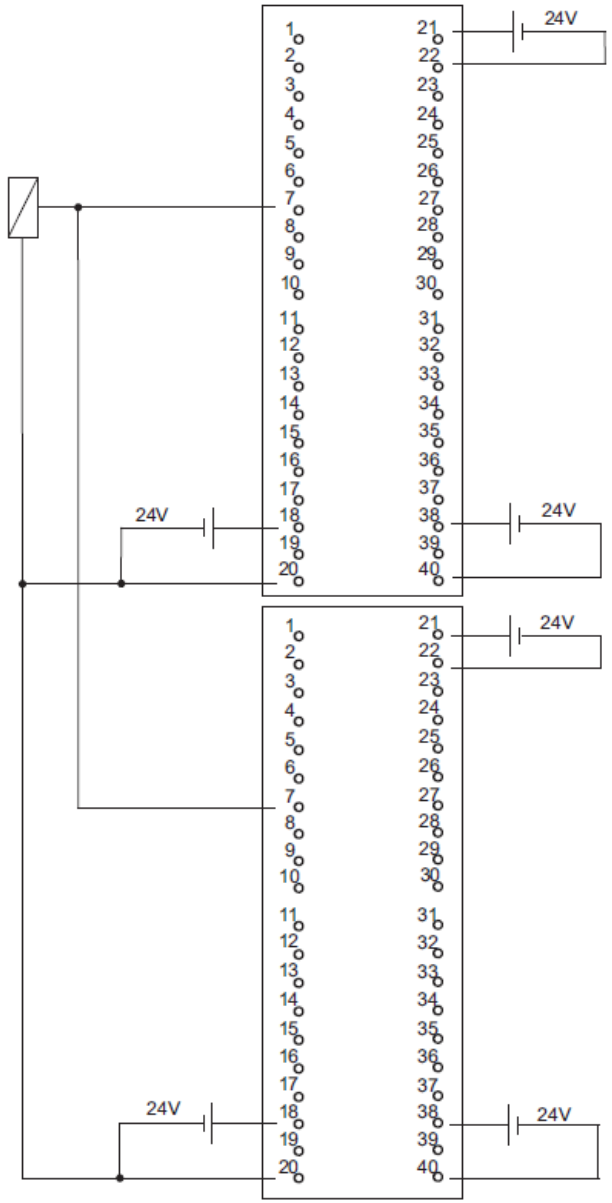


Figure F-7 Example of an interconnection with SM 326; DO 10 x DC 24V/2A

اتصالات در Redundant I/O

The diagram below shows the connection of an actuator to two redundant SM 322; DO 8 x DC 24 V. The actuator is connected to channel 0.

Types with U_r >=200 V and I_F >= 2 A are suitable as diodes

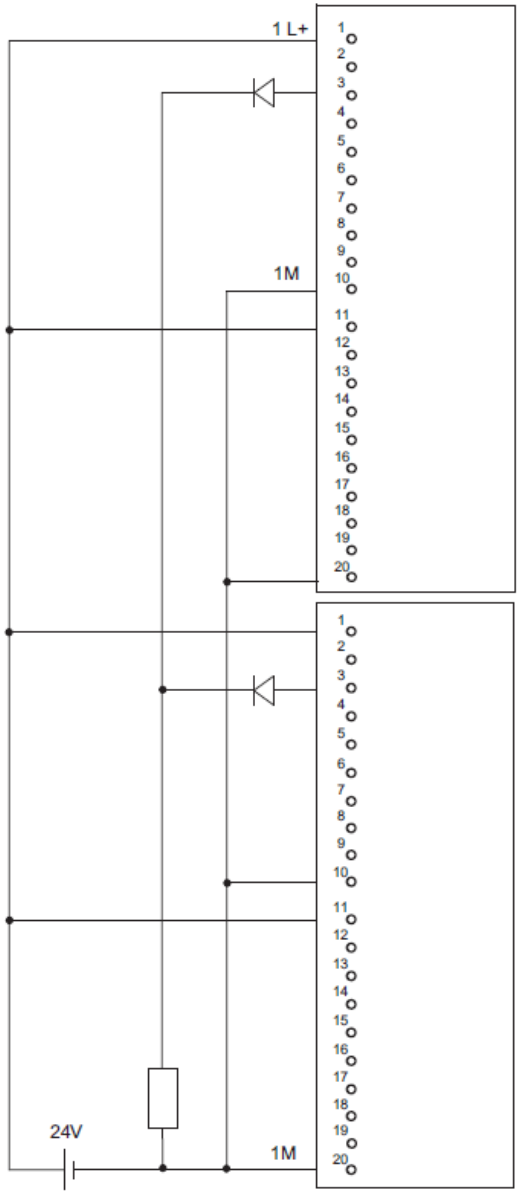


Figure F-14 Example of an interconnection with SM 322; DO 8 x DC 24 V/2 A

اتصالات در Redundant I/O

The diagram below shows the connection of an actuator to two redundant SM 322; DO 32 x DC 24 V. The actuator is connected to channel 1.

Suitable diodes are, for example, those of the series 1N4003 ... 1N4007, or any other diode with U_r >=200 V and I_F >= 1 A

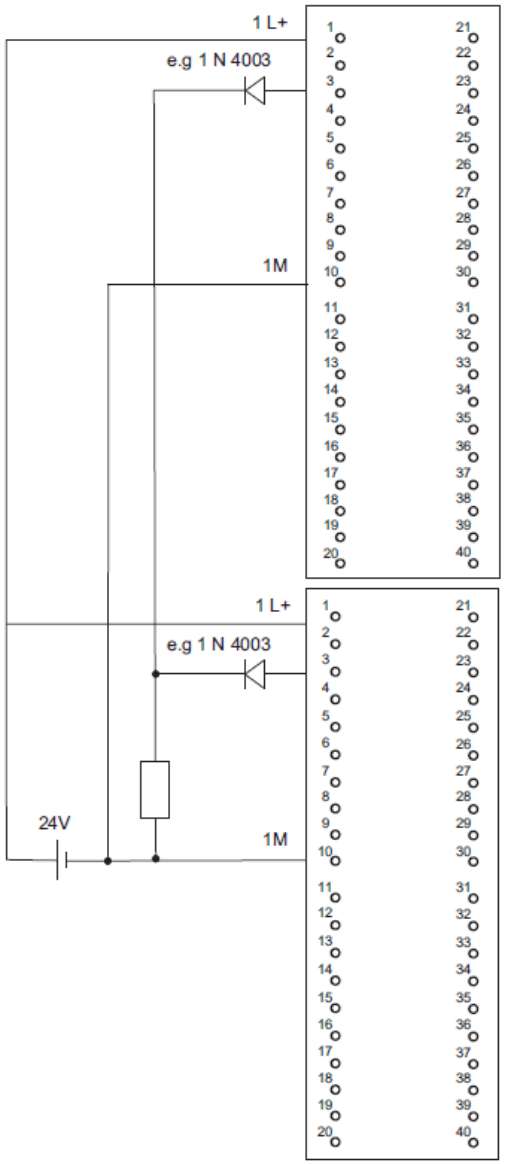


Figure F-15 Example of an interconnection with SM 322; DO 32 x DC 24 V/0.5 A

اتصالات در Redundant I/O

The diagram below shows the connection of a 2-wire transmitter to two SM 331; AI 4 x 15 Bit [EEx ib]. The transmitter is connected to channel 1. Suitable Zener diode: BZX85C6v2.

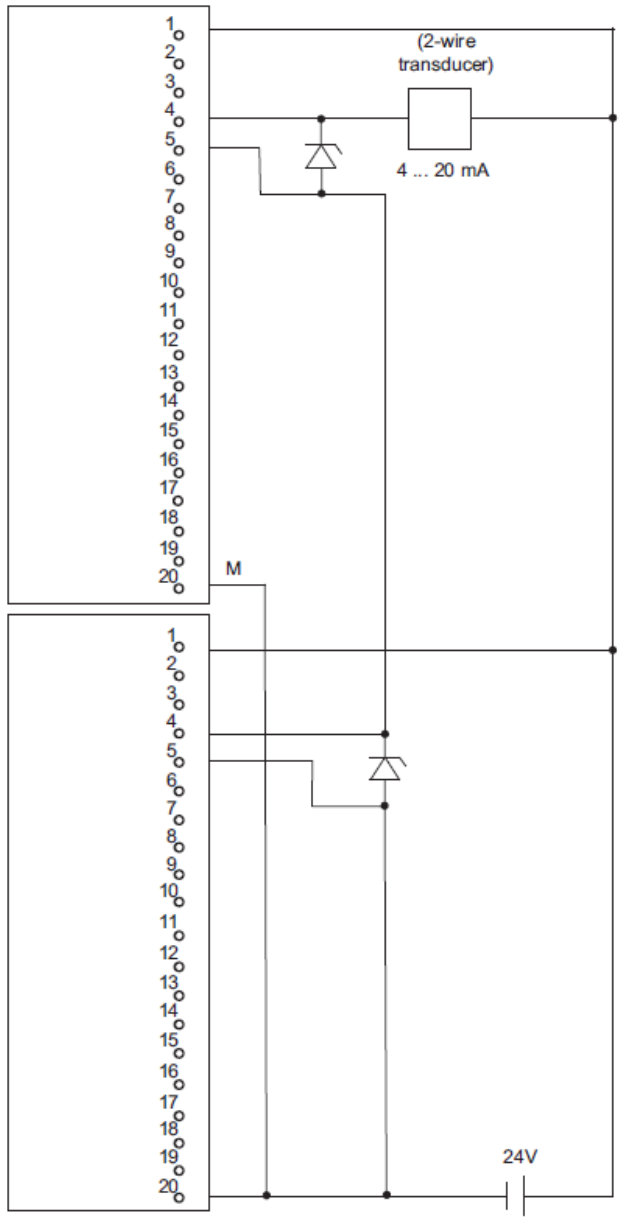


Figure F-25 Example of an interconnection with SM 331, AI 4 x 15 Bit [EEx ib]

اتصالات در Redundant I/O

The diagram below shows the connection of a transmitter to two SM 331; AI 8 x 12 Bit. The transmitter is connected to channel 0.

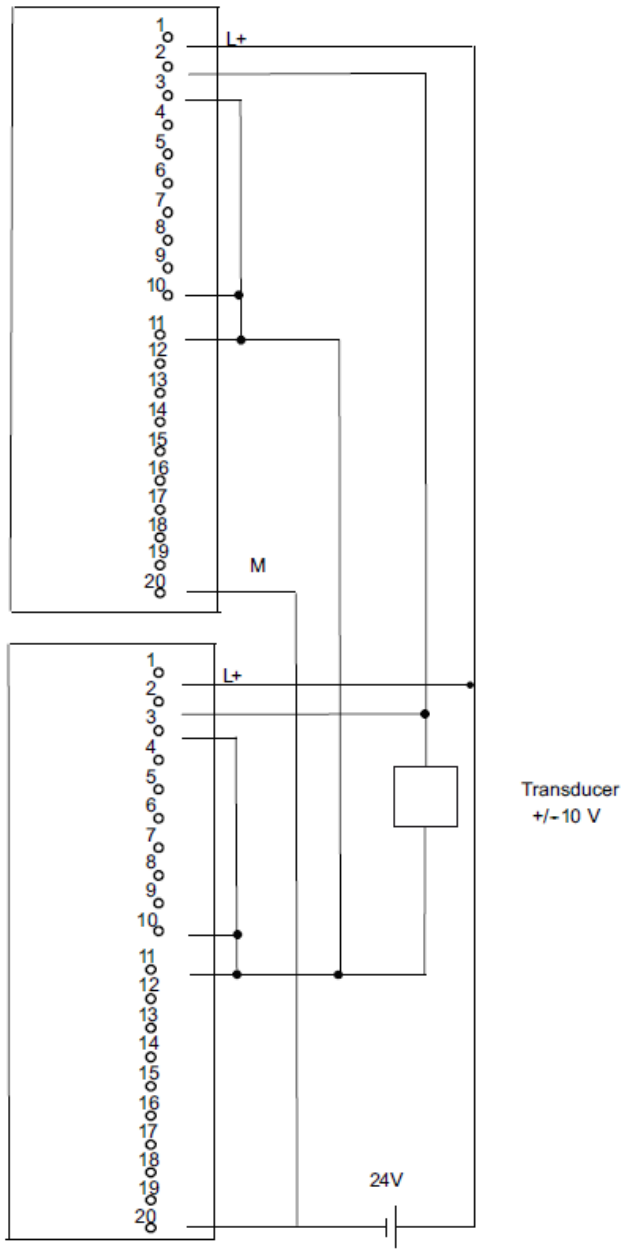


Figure F-26 Example of an interconnection with SM 331; AI 8 x 12 Bit

اتصالات در Redundant I/O

The diagram below shows the connection of an actuator to two SM 332; AO 4 x 12 Bit. The actuator is connected to channel 0. Suitable diodes are, for example, those of the series 1N4003 ... 1N4007, or any other diode with U_r >=200 V and I_F >= 1 A

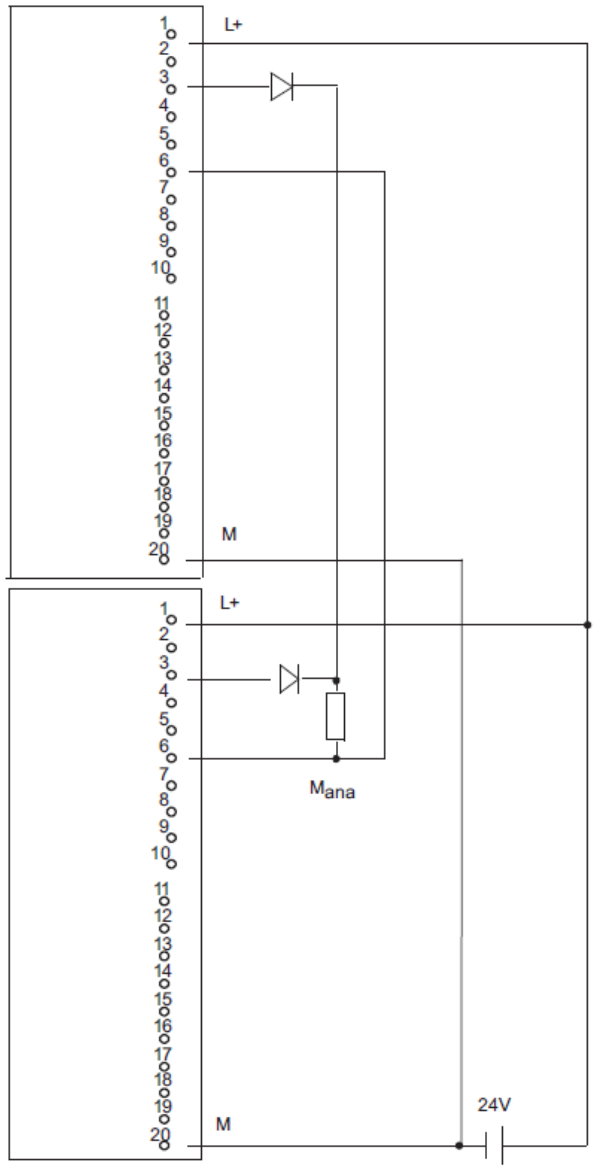


Figure F-32 Example of an interconnection with SM 332, AO 4 x 12 Bit

- اکبر اویسی فر
- کارشناس ارشد برق-الکترونیک
- متخصص سیستم های اتوماسیون صنعتی زیمنس
- ایمیل:**Akb_Oveisifar@yahoo.com**

- **دوره های آموزشی ویژه مراکز صنعتی:**
- **S7-300,400**
- **S7-400H**
- **S7-400FH**
- **PCS7**
- **STEP 5**
- **S7-1200,1500**
- **WinCC and WinCC Flexible**
- **(Modbus ،Ethernet ،Profibus) Industrial Network**
- **TIA (Controller-HMI-Drive)**
- **Simotion Scout**
- **S7-Graph**
- **S7-PID**
- **(Counter, Positioning-PID) Function Module**
- **Simotion ، Sinamics ،Micromaster**
- **Eplan**

منابع و مراجع

- تجربیات شخصی(کار با سیستم های Fail Safe و Redundant در صنایع نفت، گاز و پتروشیمی)
- آشنایی با سخت افزار S7-400 تالیف : اکبر اویسی فر
- کتاب راهنمای جامع STEP7 –جلد دوم –مهندس محمد رضا ماهر

- SIMATIC Fault-tolerant systems S7-400H
- SIMATIC Expert Communication Connecting S7-400H to PC Station (WinCC)
- How do you connect a panel to a SIMATIC H station?
- Configuration of Redundant I/O Modules in PCS7
- PCS7 process control system CPU 410-5H Process Automation

موفق و سربلند باشید

V1.0