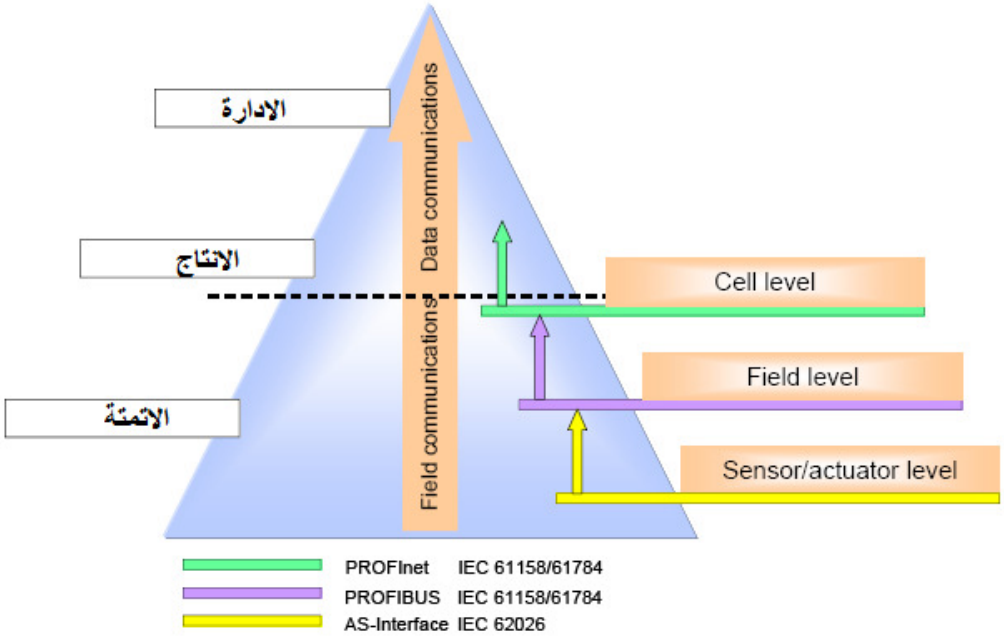
الفصل التاسع: PROFIBUS

تعتبر انظمة الاتصالات مكون مهم جدا داخل انظمة السكادا, و كما تعرضنا في فصول سابقة, فهناك عدة مستويات داخل نظام السكادا, يتم التخاطب بين هذه المستويات بشكل عمودي, و بين الاجهزة في المستوى الواحد بشكل افقي من خلال انظمة الاتصالات, يعتبر ال PROFIBUS احد هذه الانظمة للتخاطب على مستوى المشغل/الحساس او حتى على اعلى مستوى للتخاطب من خلال PROFInet.



الاتصالات الصناعية

- على مستوى المشغل/الحساس يتم نقل الاشارات الثنائية من خلال الناقل, هذه الطريقة توفر كما هائلا من الاسلاك, بالاضافة الى امكانية الدخول الى مجموعة من البيانات الخاصة بالحساس و معايرته, لاستخدامها في عملية تشخيص الاعطال.

- على مستوى الحقل, الاجهزة الموزعة مثل وحدات المداخل و المخارج I/Os و النواقل Transducers و البلفات و اجهزة التحليل يمكنها التخاطب من خلال الناقل, بحيث يتم نقل البيانات بشكل دوري, بينما يتم نقل بيانات التحليل و التشخيص حسب الحاجة.

- على مستوى الخلية يمكن التخاطب بين الحاكمات المنطقية المختلفة PLCs و غيرها من المتحكمات فيما بينها و مع غيرها من اجهزة الحقل من خلال الناقل.

النواقل Buses:

هي انظمة اتصالات صناعية تستخدم طرق عدة للنقل مثل الاسلاك النحاسية, الالياف الضوئية, النظام اللاسلكي, و ذلك باستخدام الية النقل التسلسلي على مستوى البت, و بذلك يمكن التخاطب مع اجهزة الحقل مثل الحساسات و البلفات الموزعة في المنشاة و ربطها بنظام التحكم و السيطرة, او ربطها بالادارة.

تم اختراع النواقل في الثمانينات للتغلب على مشكلة الاسلاك الكثيرة, و تجاوز مشكلة الضجيج الكهربائي Noise المنتشرة كثيرا في انظمة النقل التشابهية 4-20 mA او 0-10 V, بسبب المتطلبات المتنوعة للصناعات المختلفة, تم انشاء مجموعة من النواقل ذات الخصائص المختلفة من مجموعة من الشركات, و تم طرحها في السوق, و تم عمل Standard خاص بهذه النواقل هو IE61784, ينطبق هذا ال Standard على ال PROFIBUS .

في الفترة الاخيرة شاع استخدام نظام ال Ethernet داخل الانظمة الصناعية, حيث انها تعطي امكانية عالية في التخاطب بين المستويات المختلفة و خصوصا بين الحاكمات المنطقية و السيرفرات, و لذلك تم انشاء ما يعرف ب PROFInet.

PROFIBUS:

هو نظام اتصالات رقي مفتوح المصدر Open Source, له مجموعة كبيرة من التطبيقات في عدد كبير من الصناعات المختلفة, و يتميز بالسرعة و التواقت المتناسب لانجاز التطبيقات الصعبة للاتصال. تم انشاء هذا النظام من خلال التعاون بين مجموعة كبيرة من الشركات, و هو مستخدم و يصنع من قبلها, و يشغل حوالي 20% من حصة السوق العالمي في الانظمة الصناعية.

يعتمد ال PROFIBUS في مبدا عمله على نظام ال ISO/OSI الذي تم شرحه بالتفصيل في الفصل الثاني, اي ان ال PROFIBUS يتمكن من التخاطب على مستوى اعلى من نظام نقل الاشارات التقليدي و الذي ينقل اشارة كهرباء فقط, فهو يتمكن من نقل مجموعة كبيرة من البيانات من نفس الجهاز, و ذلك بسبب التوافق بين الطبقات المختلفة لنظام ال OSI بين الجهازين, سواء على مستوى البرمجة او النواقل او البروتوكولات, او طريقة نقل البيانات, هذا التوافق يسمح لل PROFIBUS بنقل البيانات اللازمة بسرعة كبيرة ووثوقية عالية.

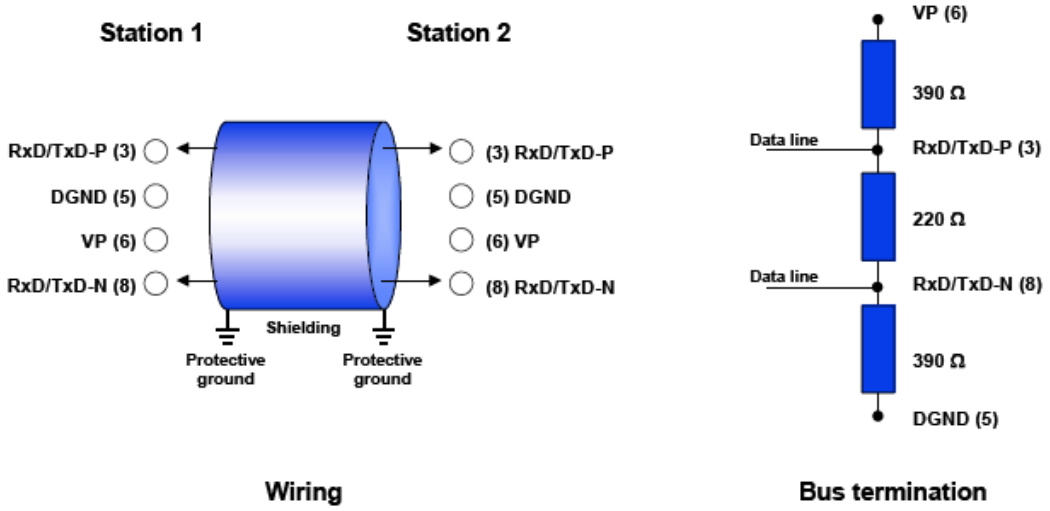
الية النقل

في نظام ال OSI الطبقة الاولى هي الطبقة الفيزيائية, اي النواقل التي يتم من خلالها نقل البيانات مثل الاسلاك النحاسية او الالياف الضوئية, و حسب نظام ال OSI لا بد من توافق هذه الطبقة بين الجهازين المراد الاتصال بينهما, بالاضافة الى الية الاتصال, PROFIBUS يستخدم ال Standards التالية:

1- RS485:

كما تعرضنا في الفصل السابق, فان استخدام ال RS485 يتميز بالسرعة العالية و يعطي امكانية النقل لمسافات عديدة, و هو يستخدم كوابل مغلفة Shielded Cables ذات زوج واحد, و هو سهل الاستخدام.

يمكن ربط جميع الاجهزة في الشبكة باستخدام هيكلية الخط Bus Topology, من الممكن ربط 32 عقدة Node تتكون من اجهزة رئيسية و فرعية وذلك في كل جزء Segment, لا بد من انهاء كل جزء Segment من بداية و نهاية الخط, و كما يبين الشكل التالي, اذا دعت الحاجة الى استخدام عقد اكثر و زيادة حجم الشبكة فلا بد من استخدام المكررات Repeaters بين كل جزء Segment و الاخر.



Wiring **Bus termination**

منهي الناقل Bus Terminator متوفر بعدة انواع, بعضها موجود داخل القابس Connecter, و البعض الاخر موجود داخل اجهزة ال PROFIBUS, يمكن تشغيل او اطفاء هذه المنهيات حسب الحاجة, و ذلك لانه من الممكن ان يتم استخدام عدد كبير من المنهيات في الجزء الواحد Segment, مما يؤدي الى حدوث خلل في النظام, لذلك لا بد من مراقبة الخط و الانتباه الى ان الجزء الواحد له منهيات على الطرفين فقط.

RS485-IS

ال RS485-Intrincecly Safe هو نظام يستخدم ال RS485 ضمن مجموعة من المعايير الامنة, و ذلك بتحديد قيمة قصوى للتيار عند قيم معينة للفولتية باستخدام دائرة كهربائية لضمان حماية النظام من التيارات العالية, مجموع التيار داخل جميع العقد لا يجب ان يتجاوز الحد المسموح به.

يوجد عدد من القوابس Connecters المستخدمة في ال PROFIBUS, باستخدام الاسلاك النحاسية و على نظام RS485, القابس Sub-D connector له تسع بنات, يستخدم غالبا داخل خزانة التحكم, او القابس M-12 او ما يسمى بالهجين Hybrid, و ذلك حسب نوع المحطة Station المستخدمة, من

الممكن توصيل كيبل ال PROFIBUS بعدة طرق, و لذلك لا بد دائما من الانتباه الى الكتيب الخاص بتوصيل القابس من الشركة المصنع.

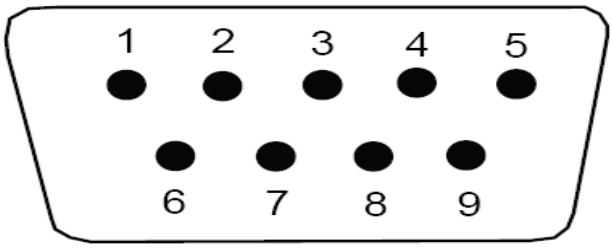
القابس Pin Sub-D connection-9:

هو مناسب للاستخدام داخل لوحات التحكم و التي درجة حمايتها (IP20), عند شبك كيبل ال PROFIBUS يتم غالبا ربط سلكي البيانات بالاطراف Terminals التي عليها الرمز A و B, او ان يكون لونهما احمر و اخضر مثلا, و يجب الانتباه الى عدم تبديل الاسلاك, ال Standard هو كالتالي:

A: green

B: red

هناك بعض الشركات تقوم بتصنيع كوابل ال PROFIBUS المجمعة و الجاهزة, و لكن هذه الطريقة ليست عملية بالمنشاة, و لذلك فمن الافضل استخدام الكوابل التي يتم تجميعها بالموقع, فقد تحتاج الى تغيير القابس في حالة الصيانة او التبديل, الشكل التالي يبين كيفية الربط بشكل عام:

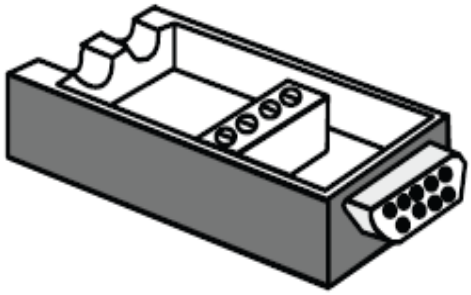


البن Pin	الاشارة	الوصف	ضرورة الشبك
1	Shield	ربط الغلاف Shield	غير ضروري
2	M24	ارضي ال 24 Power Supply	اختياري
3	RxD/TxD-P	استقبال و ارسال البيانات B (الاحمر)	ضروري
4	CNTR-P	التحكم باتجاه المكرر Repeater	اختياري
5	DGND	ارضي البيانات	ضروري
6	VP	Power supply +5v لمنهي الخط	ضروري
7	P24	Power supply +5v	اختياري
8	RxD/TxD-N	استقبال و ارسال البيانات A (الاخضر)	ضروري
9	CNTR-N	التحكم باتجاه المكرر Repeater	اختياري

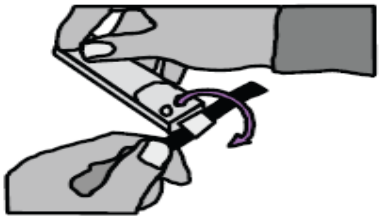
هناك ثلاثة طرق لشبك هذا القابس:

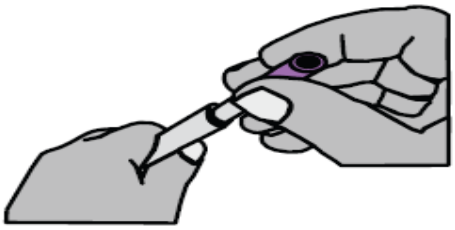
اولا: طريقة البراغي, و الخطوات التالية توضح كيفية الشبك باستخدام هذه الطريقة:

- افتح القابس.

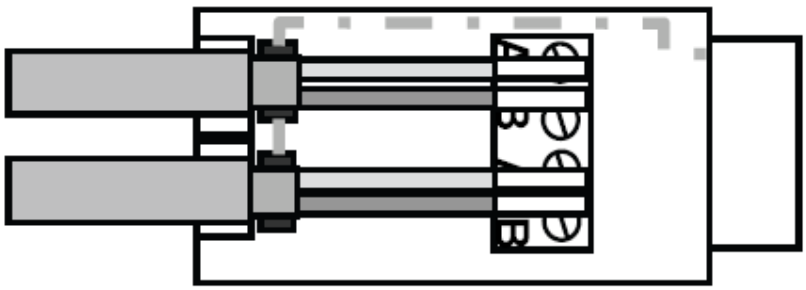


- قم بتعرية كيبل ال PROFIBUS.



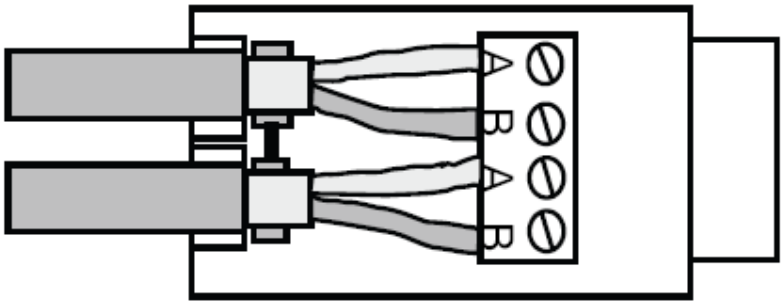


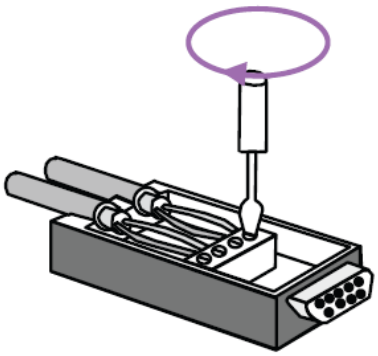
- تاكد من ان المسافة التي تم تعريتها مناسبة للقابس.

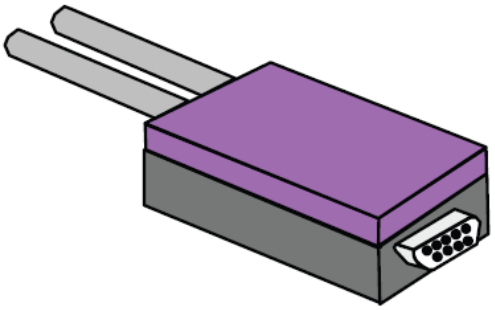


- قم بتعرية العزل عن القلب Core.

- ادخل الاسلك الى الاطراف Terminals و قم بشد البراغي, تاكد من ان الغلاف Shield مربوط جيدا مع القابس, و تفقد توصيلة الاسلاك, حاول ان لا تعكس بين A و B, ثم اغلق القابس.

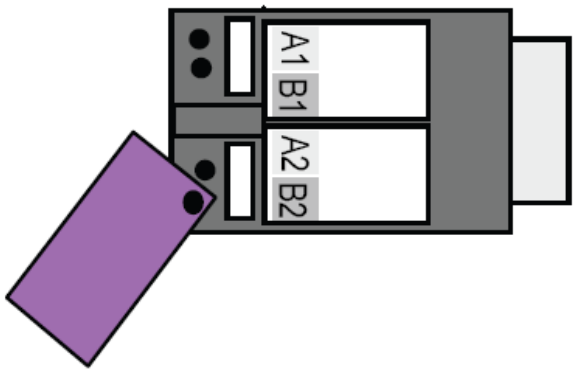




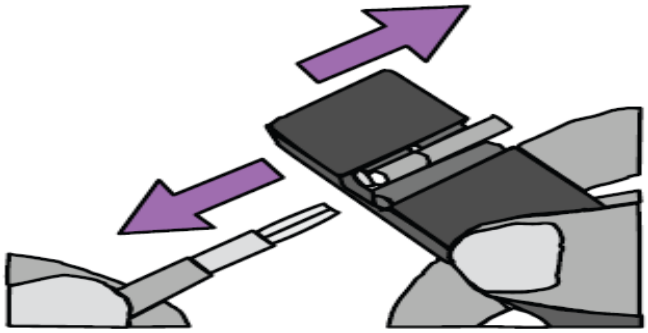


الطريقة الثانية: طريقة العزل, هذه الطريقة اسهل و اسرع في العمل, يفضل عند استخدام هذه الطريقة دائما فص الاجزاء و تركيبها مرة اخرى, اي لا يفضل اعادة استخدام نفس النهاية المستخدمة, الخطوات:

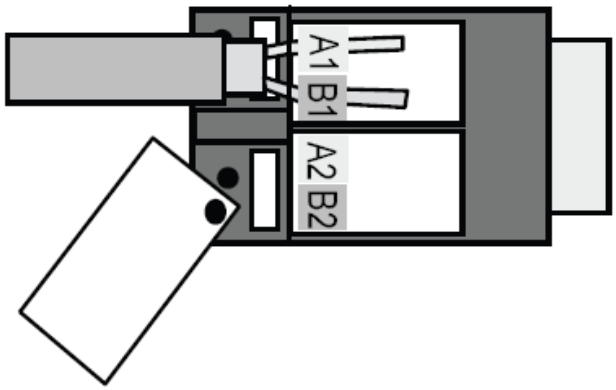
- افتح القابس:



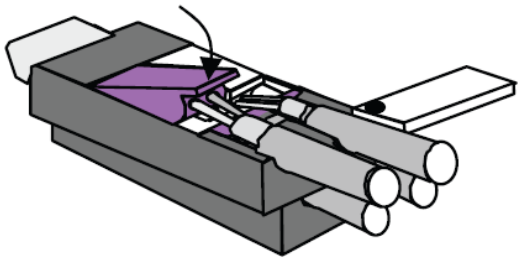
- قم بتعرية العازل عن الكيبل, لاحظ من الشكل ان القلب Core لا يتم عزله مع هذا النوع.

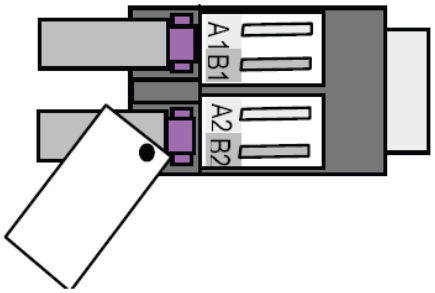


- ادخل القلب Core بالكامل الى فتحات الشبك, انتبه الى شبك الاطراف الصحيحة.



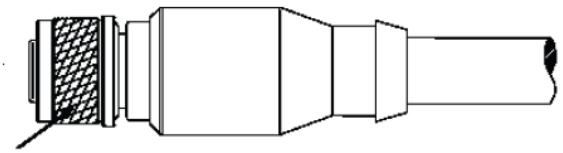
- اغلق غطاء التوصيل Connecter Block, تاكد من التوصيل جيدا بين غلاف Shield القابس و القلب Core.





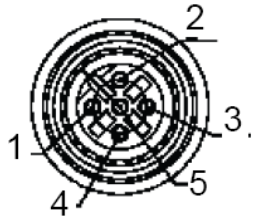
الطريقة الثالثة: M-12 plug connections:

هذه الطريقة تستخدم في البيئات الصناعية الصعبة, و الشكل التالي يوضح كيفية شبك القابس:



Screwed gland

Viewing direction A



Pin 1	Not connected
Pin 2	Data core A (green)
Pin 3	Not connected
Pin 4	Data core B (red)
Pin 5	Not connected
Screwed gland	Shielding

PROFIBUS PA

هو احد انواع ال PROFIBUS المصممة خصيصا للاجهزة الموزعة في العمليات الصناعية, مثل الحساسات و النواقل و بلفات التحكم, و ربط هذه الاجهزة بالمتحكمات من خلال نظام ال PROFIBUS.

(MBP) Manchester-encoded, Bus Powered هو نظام يستخدم سلكين لنقل الاشارة, و هو يجمع بين وظائف النقل و التزويد بالطاقة الكهربائية, و هو غالبا مرتبط بنظام PROFIBUS PA و يطلق عليه MBP-IS (IS) = intrinsically safe و هو مناسب للاستخدام في البيئات الصناعية الخطرة Hazards مثل المصانع الكيميائية و البترولية, و يراعى في هذا النظام التعليمات الخاصة بالمناطق المعرضة للانفجار و المشروحة ضمن ال Standard التالي: Zones 0, 1 and 2 and/or Class I/Div.1 and Class I/Div..

باختصار هذا النظام يستخدم مع اجهزة الحقل كبديل عن نظام 4-20 mA, حيث يعطي سهولة في التركيب و يوفر كما هائلا من الاسلاك, بالاضافة الى سهولة التجميع مع الاجهزة, هذا النظام من الممكن ايضا استخدامه جنبا الى جنب مع انظمة ال 4-20mA و ال HART و الذي سنتعرض له في فصل لاحق, اي انه من الممكن استخدامه في جزء من الاجهزة المهمة فقط, و لا داعي لاستبدال النظام كاملا, كما انه من الممكن استخدام سوفت وير خاص يمكنك من معايرة الاجهزة او مراقبة مستوى الفولتية فيها, بالاضافة الى امكانية عمل توازي Redundancy على الاجهزة المهمة في حال تعطل الكيبل يكون هناك كيبل بديل عنه.

يوزع النظام الاجهزة في المصنع الى انواع تبعا للوظائف و الاعدادات التي يمكن الاستفادة منها, هذه الانواع هي النواقل Transmitters, المشغلات Actuators, الاجهزة ذات المداخل و المخارج الرقمية, يتم تقسيم الاعدادات الى مداخل و مخارج و اعدادات داخلية, بالاضافة الى ان النظام يستخدم صيغة مشتركة لنقل البيانات لمختلف الاجهزة, و بالاضافة الى القيمة المقاسة فانه يوفر بايت اضافي يوفر معلومات عن صحة البيانات و تجاوزها لقيمة معينة مثلا.

هذا النظام يتعامل ايضا مع عدة اجهزة من عدة شركات و التي تتشارك نفس الناقل, فتنوع المنتجات المستخدمة لا يتعارض مع نظام ال PROFIBUS PA حيث ان هناك مجموعة كبير من الشركات تدعم هذا النظام.

مثل انظمة ال 4-20mA و ال HART فان نظام الناقل يدعم النقل المتوازي بين الاشارة و بنفس الوقت يزود بالطاقة الكهربائية اللازمة بنفس الكيبل, ميزات النظام:

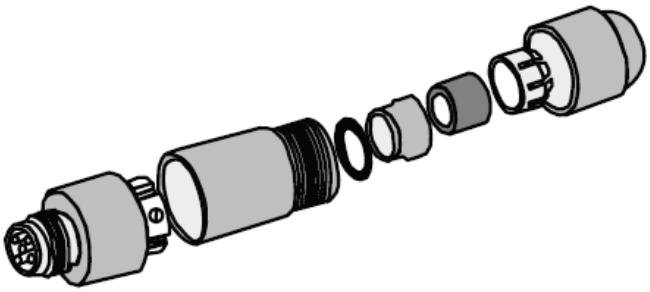
- معدل سرعة النقل Transfer rate: 31.25 kbps
- الية النقل نصف الازدواج Half Duplex الية التواقت و متوافقة مع ال MBP Code.
- امكانية العمل المزدوج Redundancy.
- امكانية اكتشاف عطل او تجاوز للحد السموح به للاشارة.
- ممكن ربط 32 عقدة Node.

- حماية ضد الشرار Ignition.
- اقصى طول للكيبل المستخدم لا يجب ان يتجاوز m1900.

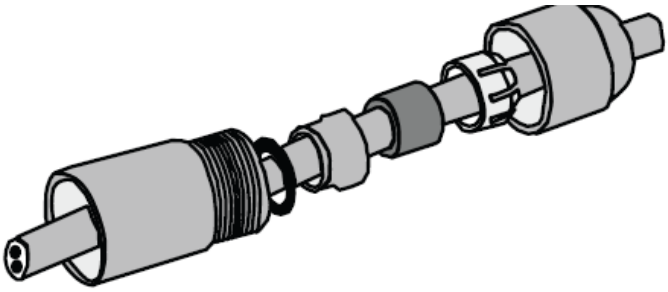
كيفية ربط ال ROFIBUS PA:

القابس pin M12 connector-4 هو المستخدم غالبا مع ال ROFIBUS PA, و هو مستخدم في الغالب خارج خزانة التحكم و تصل درجة حمايته الى IP65, و هي درجة عالية, و طريقة شبكه مشابهة لما سبق شرحه, و الخطوات كالتالي:

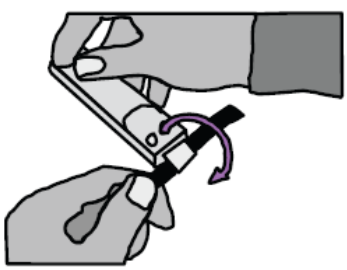
- افتح القابس.

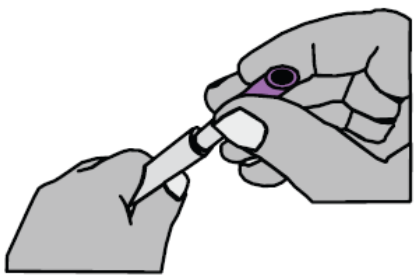


- مرر الكيبل من الغلاند.



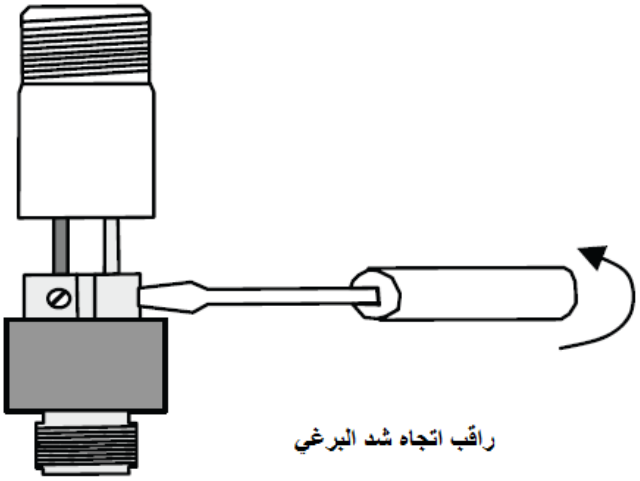
- عري السلك.





- عري القلب Core

- ادخل الاسلاك و شد البراغي.



PROFIBUS DP

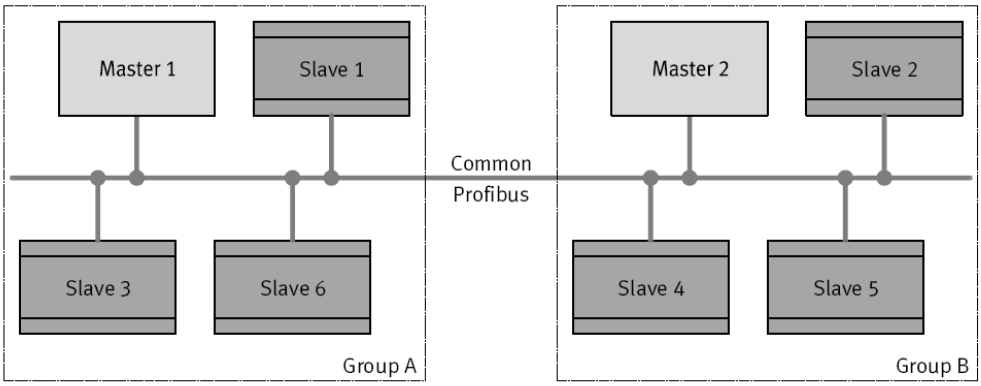
PROFIBUS DP هو النظام المستخدم للتخاطب بين الاجهزة الرئيسية Master و الفرعية Slaves, يتم ذلك باستخدام بروتوكول تحديد الوصول Bus Access Protocol و الذي يتم تعريفه في الطبقة الثانية (Data Link Layer) من نموذج ال OSI, البروتوكول يستخدم نظام الترميز العابر Token Passing لتحديد اجراءات التواصل بين الاجهزة الرئيسية Master و الفرعية Slave, حيث يتم تعريف طريقة تناقل البيانات و ال frame.

ميزات ال PROFIBUS DP:

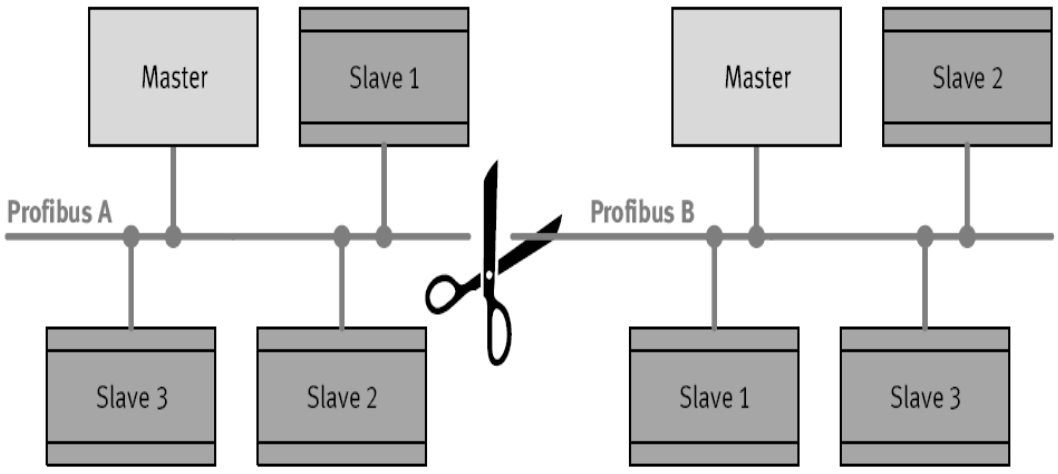
- دعم التخاطب بين الاجهزة الرئيسية Master و الفرعية Slavesمن خلال نظام ال Token Passing.
- زمن دورة المسح 5 -10 ms.
- يمكن ربط 127 عقدة Node, و يمكن لطول ال Frame ان يصل الى 246 Byte.
- سرعة معدل النقل تصل الى 12 MBaud.
- من الممكن ربط اجهزة الحقل و فصلها عن النظام دون الحاجة الى فصل النظام, بسبب التركيب الوحدي الذي يتميز به.
- من الممكن استخدام ال RS232 او الالياف الضوئية.
- من الممكن تغطية مسافة كبيرة تصل الى 1200 m باستخدام المكررات Repeaters.

الاطراف اللامركزية Decentralized peripherals مفهوم يعني دمج المداخل و المخارج الموزعة في المصنع و ربطها من خلال الناقل بالمتحكم الرئيسي, و هو النظام الاكثر انتشارا بالنسبة لل PROFIBUS, و غالبا ما يشار الى PROFIBUS و يقصد به ال PROFIBUS DP.

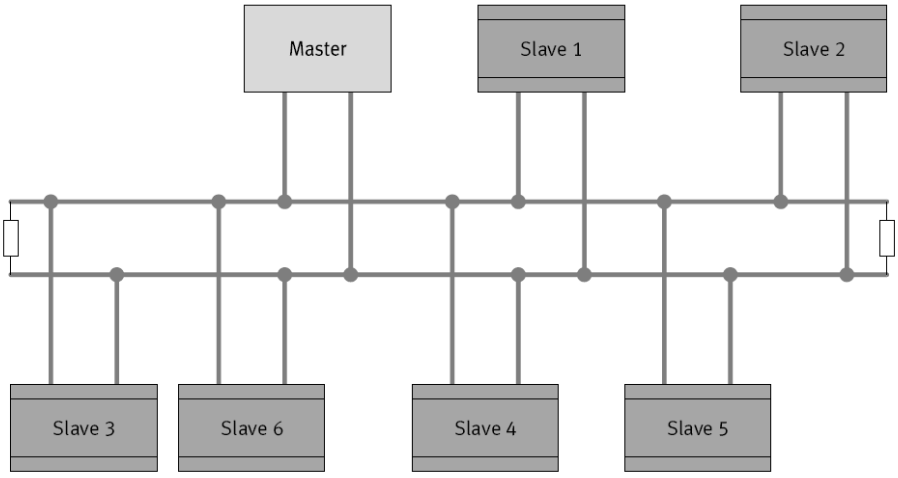
من خلال نظام الPROFIBUS DP يمكن ربط اكثر من متحكم رئيسي على نفس الشبكة, و لكن لا بد من ربط جهاز فرعي بمتحكم واحد فقط, و لا يمكن ربطه بمتحكمين, فاذا تلقى جهاز فرعي اكثر من امر فايها سينفذ؟ لذلك من غير المنطقي ربط جهاز فرعي بمتحكمين, حتى يتمكن الناقل Bus من التعامل مع اكثر من متحكم رئيسي, يتم استخدام نظام الترميز العابر Token Passing, بحيث تتبادل المتحكمات التخاطب مع الاجهزة الفرعية, و يتم اعطاء الاولوية لها على التوالي.



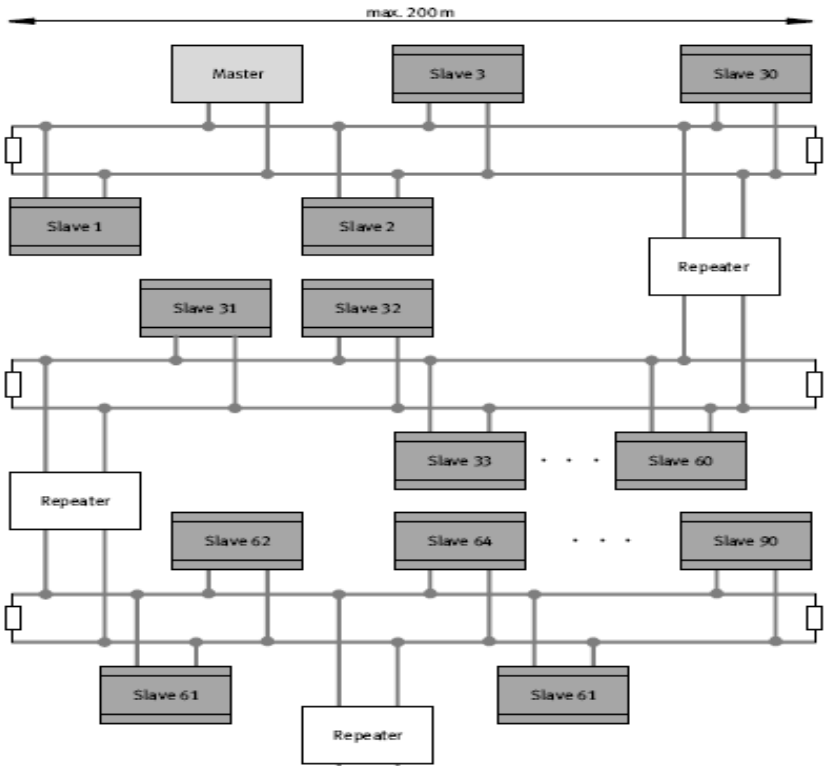
اما نظام ال PROFIBUS DP فهو يتعامل من خلال التخاطب بين المتحكم الرئيسي و الجهاز الفرعي, و كانك قمت بتقسيم الشبكة الى مجموعة من الاجزاء المستقلة عن بعضها, مما يسهل عملية الترابط بين المتحكمات من جهة و زيادة سرعة نقل البيانات من جهة اخرى.



و كما هو الحال مع جميع انظمة ال PROFIBUS لا بد من انهاء الخط Bus.



يمكن للمتحكم ان يتخاطب باستخدام هذه الهيكلية مع 127 جهاز فرعي, الا ان اخر عنوانين Addresses يتم حجزهما لاستخدامات خاصة, اما باقي العناوين فهي متاحة للاستخدام, ايضا لا بد من استخدام المكررات Repeaters في حال ان الشبكة كانت كبيرة كما يبين الشكل التالي:



انواع الاجهزة حسب ال PROFIBUS DP:

- الرئيسي ذو التصنيف الاول Class 1 Master:

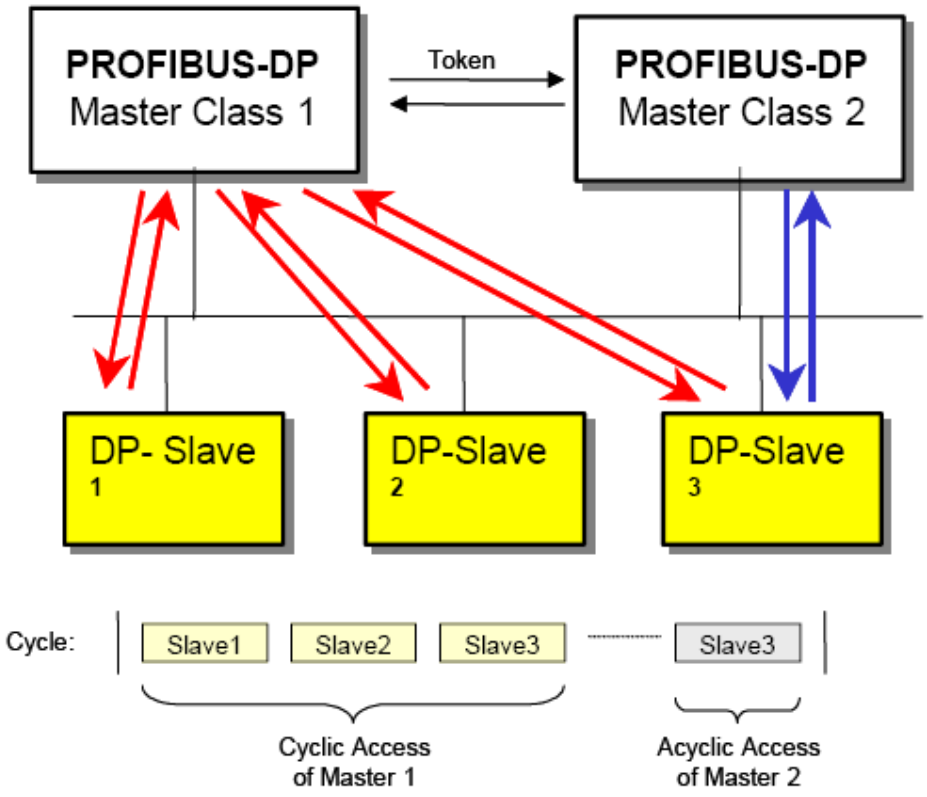
و هي محطات الاتمتة المركزية مثل Simatic S7 و التي تتبادل المعلومات مع الانظمة الفرعية من خلال رسائل دورية.

- الرئيسي ذو التصنيف الثاني Class 2 Master:

هي عبارة عن انظمة البرمجة او التحكم و المراقبة و التي تعمل على تشغيل المصنع مثل السيرفرات الرئيسية.

- الاجهزة الفرعية Slave Devices:

هي عبارة عن الاجهزة المتوزعة في الحقل Field مثل ال MICROMASTER 4 و I/O و البلفات, و التي لا يمكنها التحكم بالبيانات عبر ال BUS, و لكنها فقط ترسل رسائل استلام للبيانات acknowledgement و ترسل المعلومات بطلب من الرئيسي Master. كما يطلق على الانظمة الفرعية بالعقد غير الفعالة Passive Nodes.



ربط ال DP و PA

يتم الربط بين PROFIBUS DP و PROFIBUS PA من خلال وصلة DP-PA, يتم خلال الوصلة تنفيذ المهام التالي:

- التحويل بين ال RS485 و نظام MBP.
- تزويد الاجزاء الخاصة بال PA بالفولتية اللازمة.
- التنسيق في السرعة بين ال RS485 و نظام MBP.

للاسباب السابقة لا بد من استخدام هذه الوصلة, و تتميز بسهولة ضبط الشبكة حيث ان جميع اجهزة ال PA المربوطة بهذا الشكل تظهر بعناوينها الخاصة على الشبكة على جانب ال DP, اما الوصلة نفسها فهي ليست بحاجة الى ضبط.

الشكل التالي يبين احدى هذه الوصلات المستخدمة من ABB.

PROFINET

هو نظام تحكم الي Automation Standard, يتعامل بشكل مدمج مع الايثرنت و يمكن من خلاله الحصول على الميزات التالي:

- سرعة نقل بيانات تصل الى 100 Mbps باستخدام الاسلاك النحاسية.
- نقل مزدوج للبيانات Full Duplex.

- التحكم بشكل الي في اعدادات النقل.
- التحكم بشكل الي في عملية تقاطع البيانات داخل ال Switch و التي تسمى Crossover.
- دعم الاتصالات اللاسلكية.

هذا النظام هو النسخة المخصصة من ال PROFIBUS للتعامل مع شبكات الكمبيوتر في انظمة السكادا, من خلال استخدام ال User Datagram Protocol(UDP/IP) و الذي يمكن النظام من عمل شبكة اتصال امنة بين الاجهزة المختلفة.

هناك استخدامان رئيسيان ل PROFINET:

1- Component Based Automation (PROFINET CBA): و هو النظام المستخدم لربط شبكة داخل المصنع بالتوافق مع TCP/IP بشكل وحدي Modular.

2- PROFINET IO: و هو النظام المستخدم للتعامل مع وحدات المداخل و المخارج الموزعة بالمصنع, حيث يتم تبادل البيانات بين هذه الاجهزة و المتحكمات, و من الممكن التعامل معها على اساس انها CBA حيث يتم دمج النظامين مع بعضهم البعض.

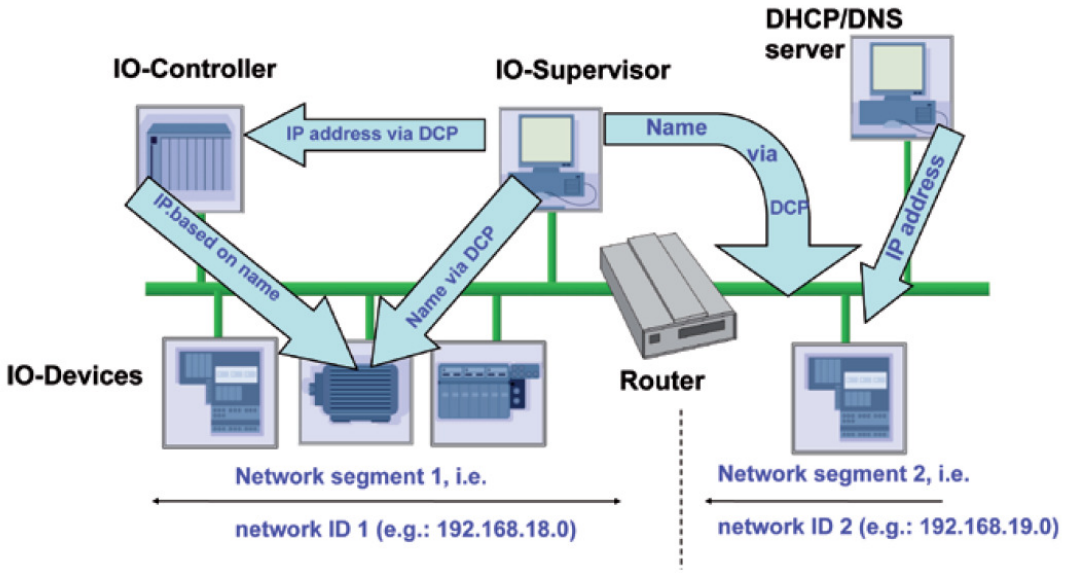
اجهزة ال PROFINET IO تقسم الى انواع:

- IO-Controller: و هو المتحكم الرئيسي و غالبا ما يكون ال PLC او ال CPU الذي عليه برنامج المنطق Logic.

- IO-Superviso: و هو المراقب للنظام مثل المحطات الرئيسية Stations التي قد تكون سيرفرات او ال HMI التي تتحكم بالنظام.

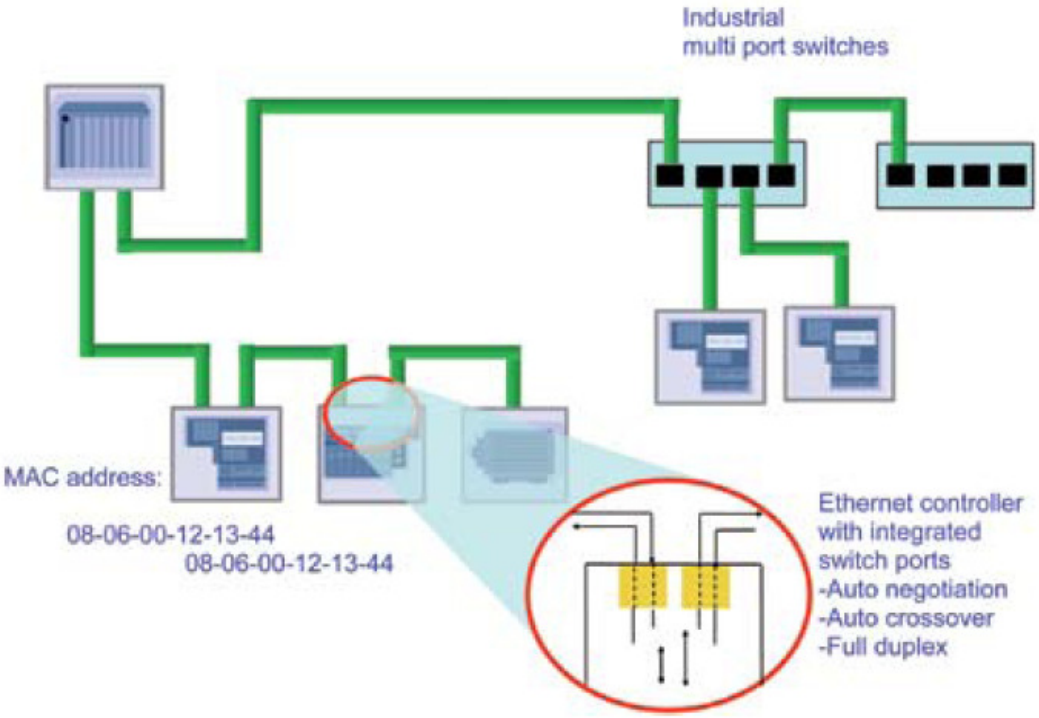
- IO-Device: و هي الاجهزة مثل الحساسات و المشغلات الميكانيكية و الانفرترات الموزعة داخل المصنع.

يعمل نظام PROFINET على عنونة Addressing الاجهزة الموزعة بالمصنع من خلال ال IP Address و ال MAC Address و يتم التعامل مع اجهزة الحقل على هذا الاساس, و يتم ربط الشبكة بسيرفر DHCP.



لاحظ ان النظام يعمل على تقسيم المصنع و ربط اجهزة الحقل من خلال مبدلات Switches, و هذا هو الفرق الاساسي, حيث يزيد من سرعة الاتصال بالنظام و يمكن المستخدام من استغلال خصائص المبدلات Switches من ناحية تقسيم الشبكات و زيادة سرعة نقل البيانات و تجنب حصول تصادم في البيانات.

بالطبع استخدام عدد كبير من المبدلات Switches يتطلب تكلفة عالية, و لكن له ميزات كبيرة جدا.



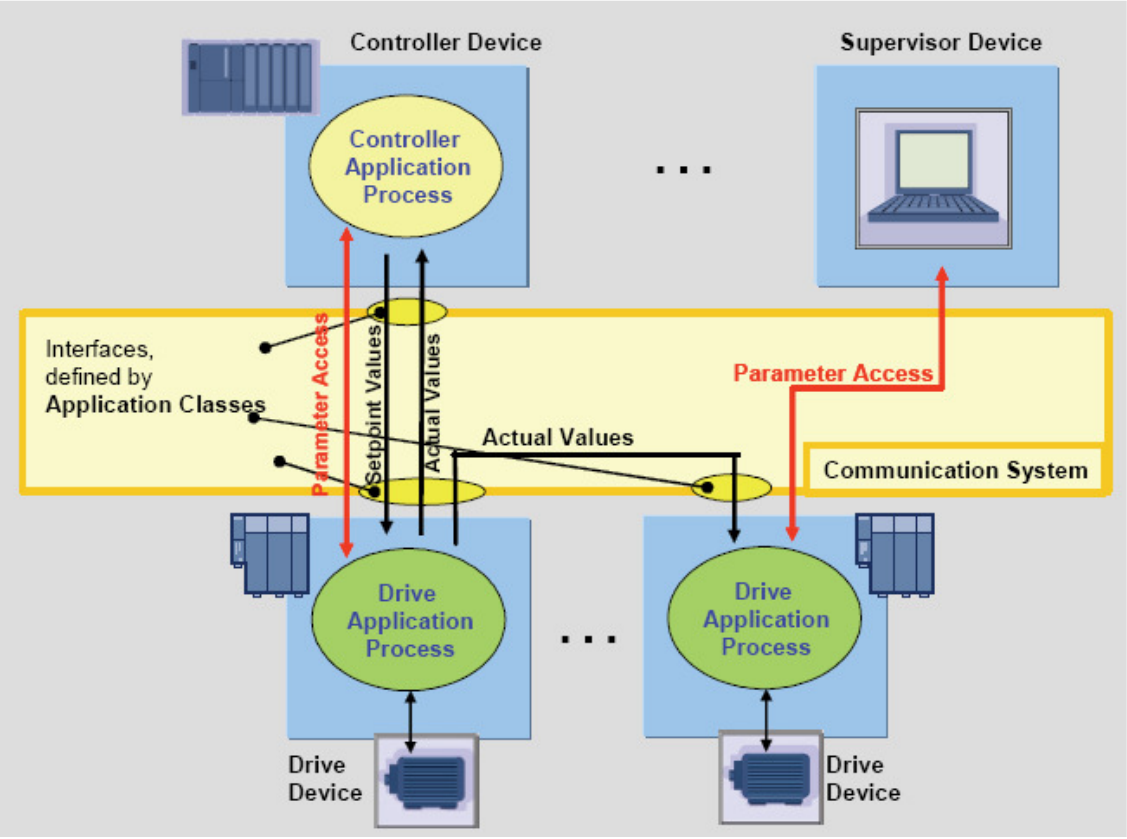
PROFIDRIVE

هي النسخة المخصصة من انظمة ال PROFIBUS للتعامل مع اجهزة ال Drive, و ربط انظمة التحكم بالحركة Motion Control بسهولة و يسر بانظمة ال PLC, و ذلك لربك التحكم بسرعة المحرك او التحكم بالحركة Motion Control, و نقل البيانات المتعلقة بتيار و فولتية المحرك المقاسة من خلال الانفرتر و الموزعة داخل المنشاة الصناعية, الى انظمة المراقبة داخل المصنع.

ال PROFIDRIVE يقسم من ناحية هيكلية النظام الى عدة اجزاء:

- التعريف الاساسي.
- تعريف الاعدادات.
- تعريف التطبيقات.
- الربط ب PROFIBUS DP
- الربط ب PROFINET IO

اهمية تعريف كيفية الربط بين PROFIBUS DP و PROFINET IO تكمن في وضع تعديلات على نظام ال PROFIDRIVE بحيث تسمح له بالربط من خلال هذه الانظمة دون الحاجة الى عمل اي تعديلات على نظام التحكم في المنشاة.



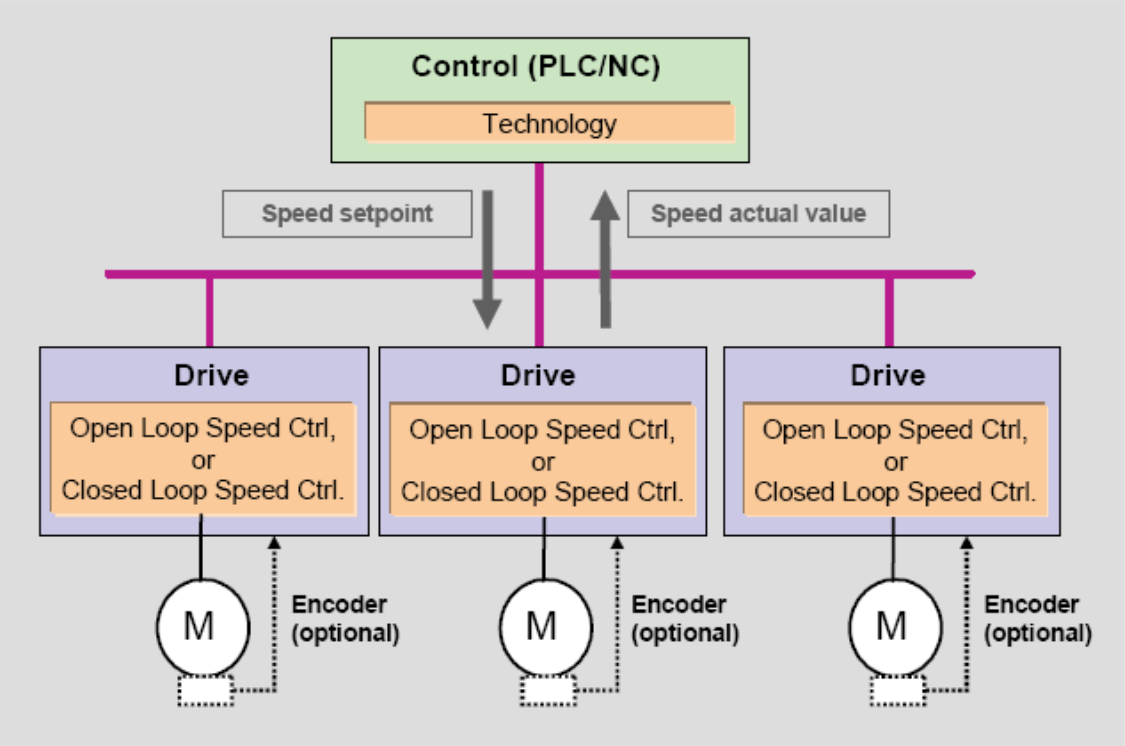
التعريف الاساسي لنظام ال PROFIDRIVE يتضمن ربط اجهزة الانفرتر المتنوعة في المنشاة الصناعية بغض النظر عن نظام الاتصالات و مراعاة الاتي:

- نقل البيانات بشكل دوري Cyclic data exchange و بالتوافق مع العمليات الصناعية ذات الحلقة المفتوحة او المغلقة Open or Closed Loop.
- الية الانذارات.
- الاتصال بين الاجهزة الفرعية Slave to Slave مثل الاتصال بين انفرتر و اخر.
- حالة الالة State Machine مثل ما هي العمليات التي يجب تنفيذها حسب امر معين.

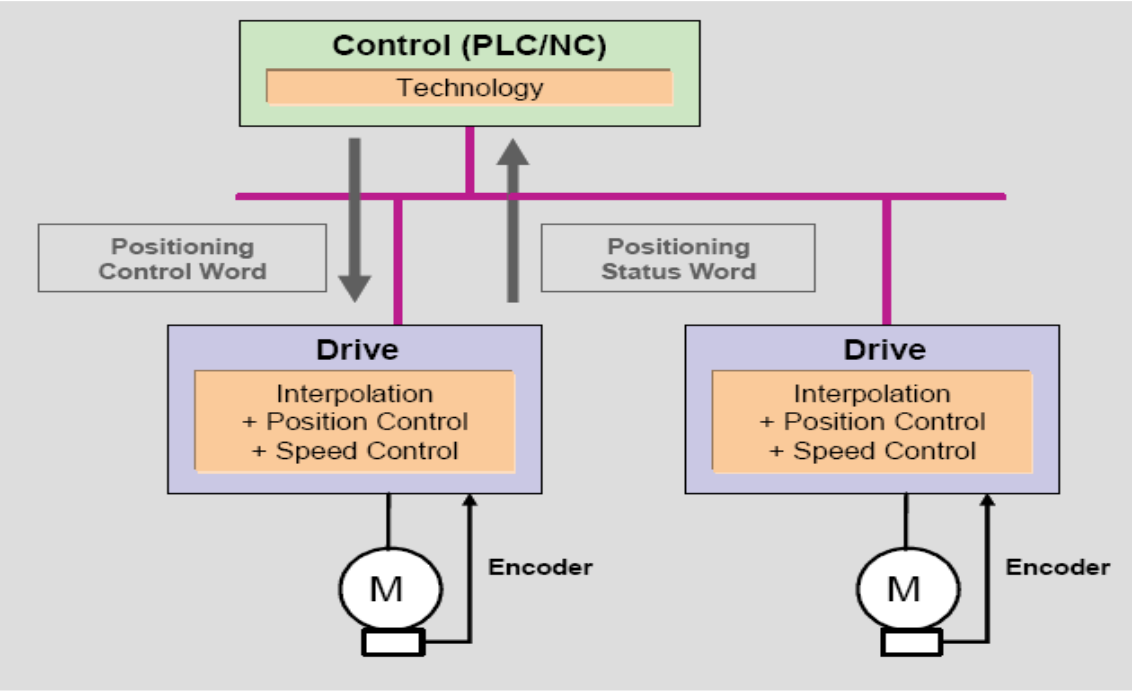
تعريف الاعدادات Profile parameters يتعلق بكيفية الدخول و التحكم بهذه الاعدادات بغض النظر عن الشركة المصنعة.

اما تعريف التطبيقات فهو ضروري لتحديد كيف سيتم الاتصال بين الانفرتر و المتحكم لمجموعة مختلفة من التطبيقات مثل تطبيقات التحكم بالسرعة, التحكم بالموضع.

الشكل التالي يبين نظام الاتصال لتطبيق التحكم بالسرعة:

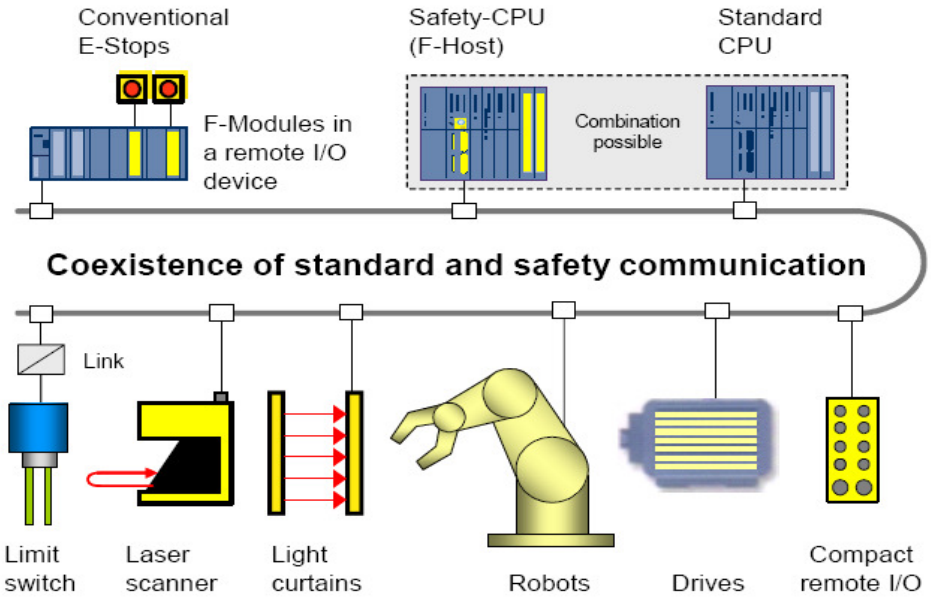


اما الشكل التالي فيبين نظام التحكم بالموضع:

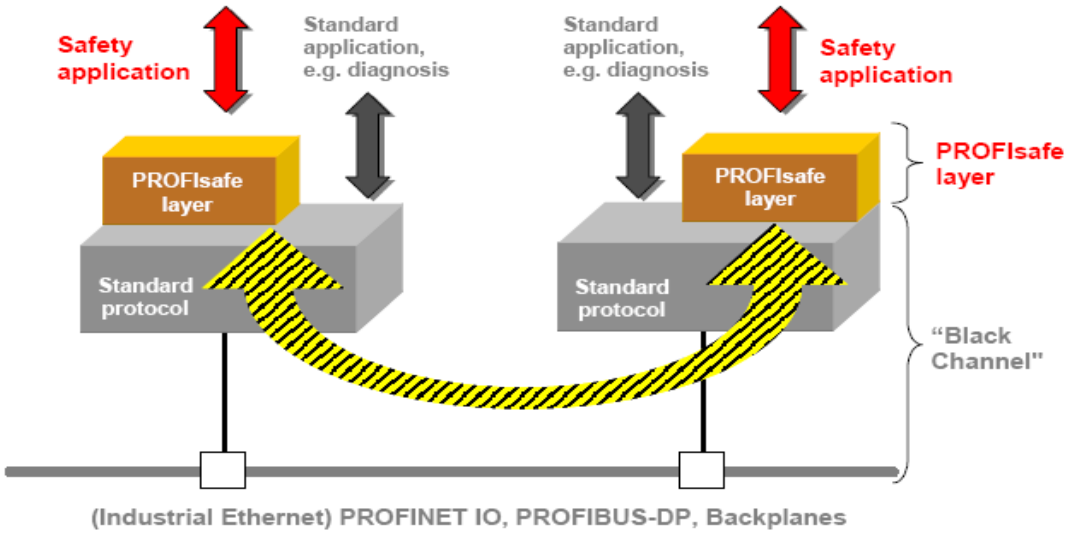


PROFISAFE

هو نظام مخصص من PROFIBUS تم تطويره لزيادة انظمة الحماية و الامان على الاشخاص و الممتلكات, و من الممكن ان يعمل مع PROFIBUS DP و PROFINET بدون التاثير على عملها, حيث يتم اضافة رسائل خاصة بالحماية و الامان.



PROFISAFE يستخدم نظام يسمى القناة السوداء Black Chanel, و هو يعمل سواء على مستوى ال PLC او اجهزة الحقل من حساسات و مشغلات ميكانيكية لاكتشاف اي عطل او خلل مباشرة و اتخاذ الاحتياطات اللازمة لحماية الافراد و الممتلكات.



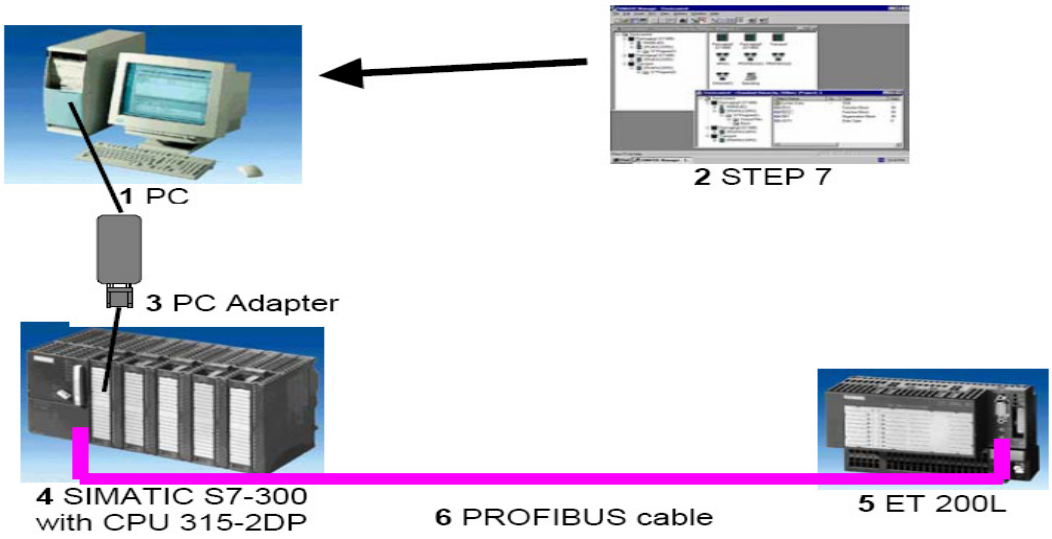
تطبيقات عملية على ال PROFIBUS

بناء على طلب مجموعة كبيرة من الزملاء سنرفق في هذه الدورة مجموعة من التطبيقات العملية على نظام ال PROFIBUS, قد تتطلب هذه التطبيقات معرفة مسبقة بال PLC او الانفرتر, يمكن للزملاء متابعة الدورات الاخرى في هذا المجال, او يمكن للزملاء المبتدئين تخطي هذا الفصل و متابعة الدورة, و الرجوع اليه لاحقا.

التطبيق الاول: PROFIBUS DP with Master CPU 315-2DP / Slave ET 200L

متطلبات مكونات المنظومة Hardware Configuration:

- جهاز حاسوب عليه برنامج Step 7.
- واجهة MPI Interface لجهاز الحاسوب.
- PLC SIMATIC S7-300 مع ال CPU 315-2DP
تتميز هذه ال CPU بان في داخلها واجهة PROFIBUS DP مدمجة, 48 Kbyte RAM , 1024 Byte DI/DO , 128 Byte AI/AO , 0,3 ms / 1K Instructions , 64 Counters , 128 Timers , 2048 Memory bits .
- وحدة من نوع I/O ET 200L مع 16 مدخل و مخرج رقمي.
تتميز هذه الوحدة بانها من نوع ال Slave على نظام ال PROFIBUS.
- كيبل PROFIBUS مع كرت PROFIBUS Slot.



المهمة المطلوبة:

الربط بين ال MASTER CPU315-2DP كجهاز رئيسي و SLAVE ET200L كجهاز فرعي, و التحقق من الربط من خلال برنامج بسيط, و ذلك من خلال اخراج اشارة على لمبة H1 عند تفعيل كل من الكبستين S0 و S1.

المداخل و المخارج:

I0.0 S0 Button selection

I0.1 S1 Button selection

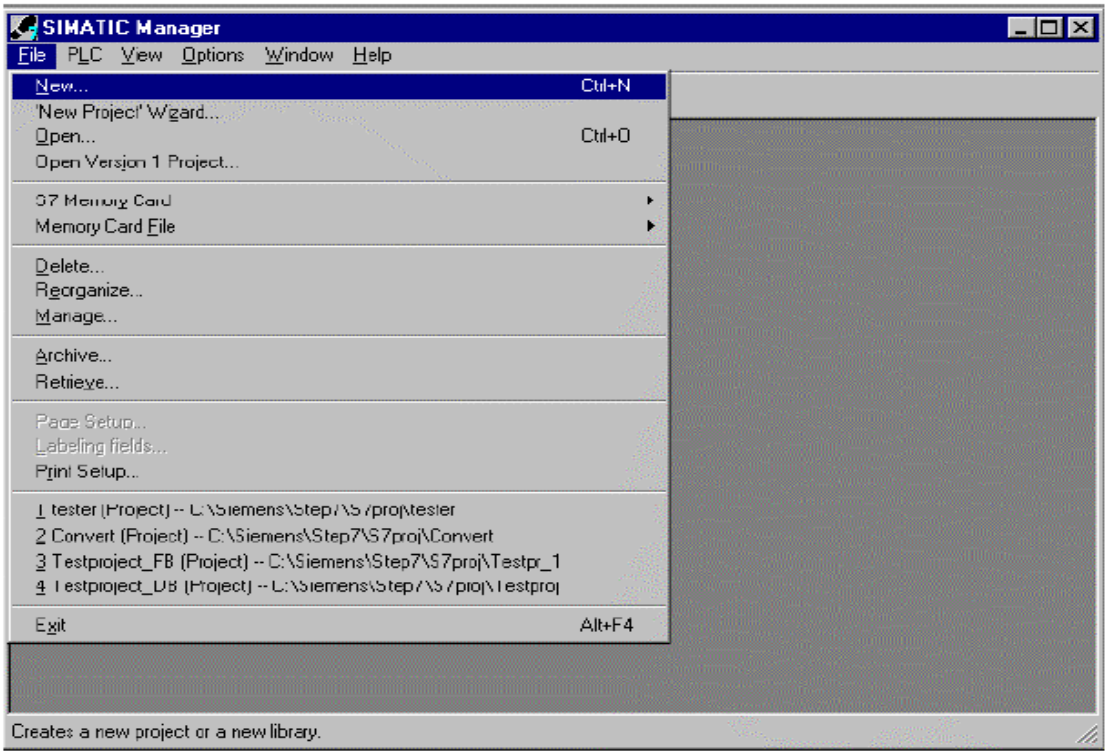
Q0.0 H1 Display lamp

خطوات العمل:

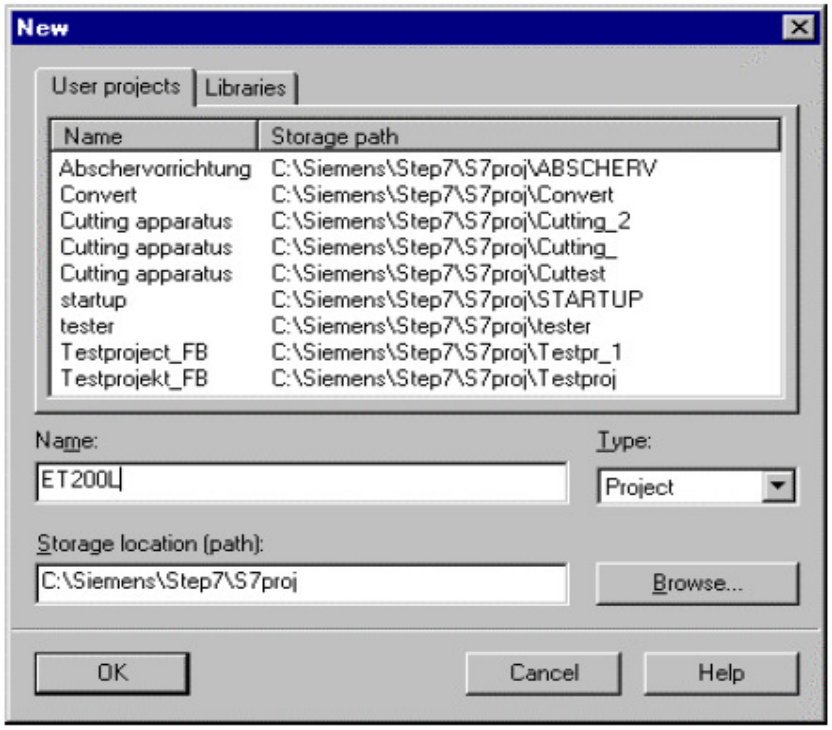
- الضغط المزدوج على Simatic Maneger.

- انشاء برنامج جديد.

File, New

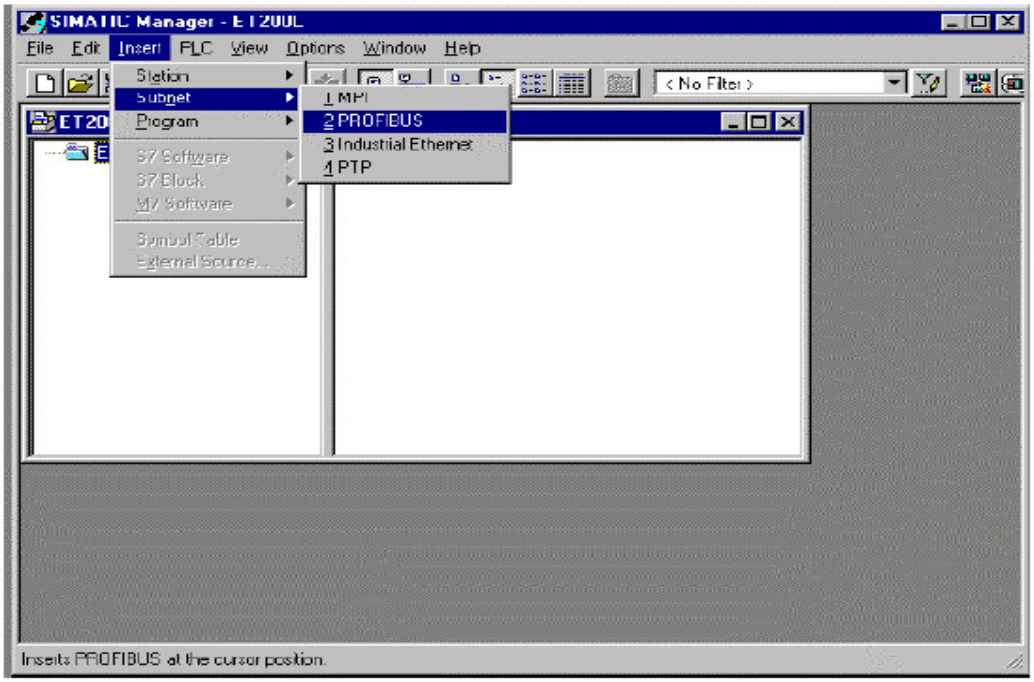


- ادخل اسم المشروع Name ET200L و اضغط OK



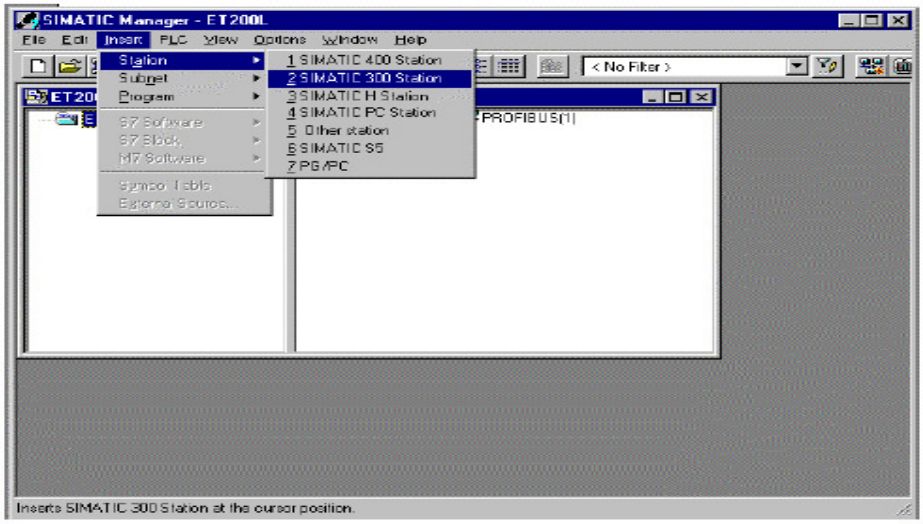
- ظلل على مشروعك و اختر انزال PROFIBUS Subnet من خلال التالي:

ET200L, Insert, Subnet

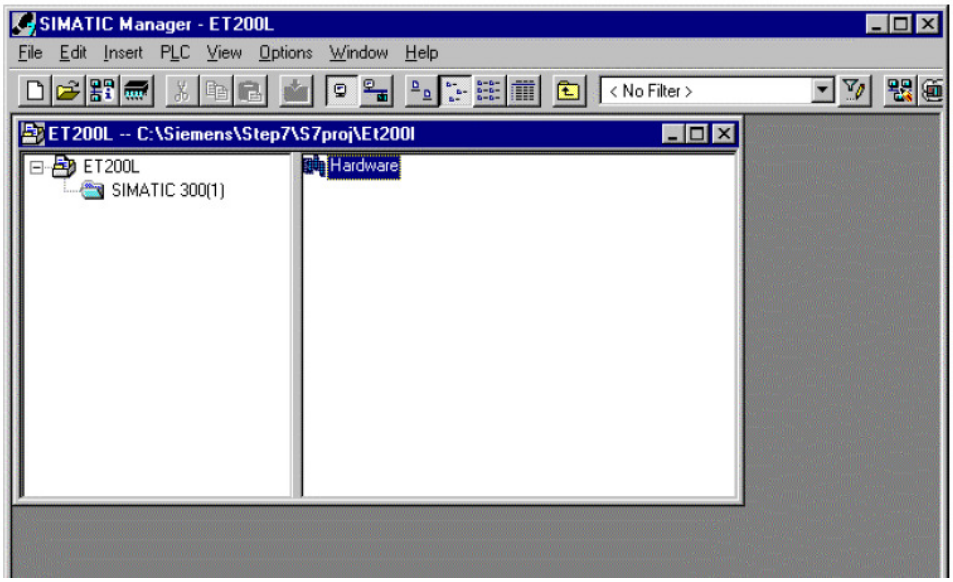


- ثم قم بادخال SIMATIC 300-Station

Insert, Station, SIMATIC 300-Station



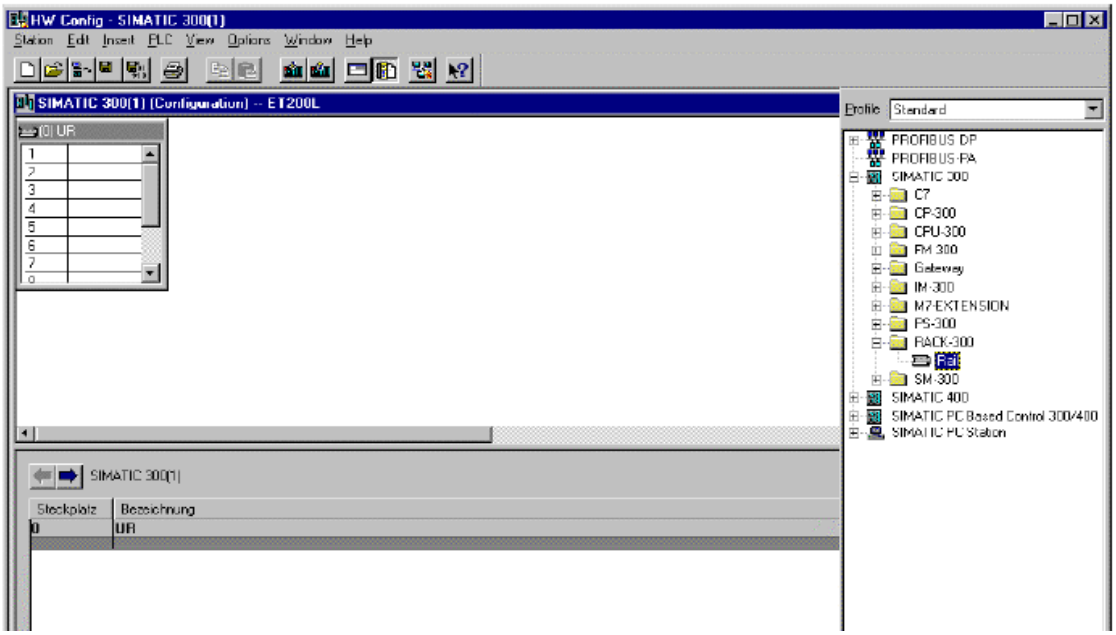
- افتح اداة ال Hardware بالضغط عليها.



- الان اذهب الى Hardware Catalog من خلال الرمز التالي:

- و ذلك لاستعراض مكونات المنظومة المتاحة لك, قم بادخال Rail من خلال:

SIMATIC 300, RACK-300, Rail

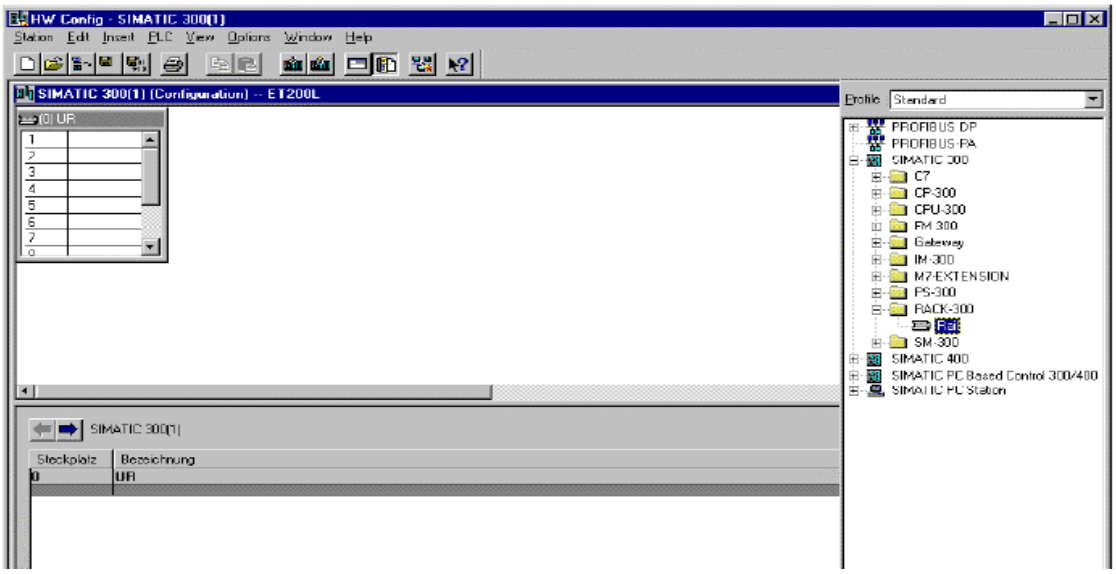


بعد عملية الادخال يظهر جدول لضبط Rack 0 بشكل الي.

- يمكنك الان اختيار الوحدات التي ترغب باستخدامها من Hardware Catalog و من خلال استمرار الضغط على الماوس و جرها الى configurations table قم بادخال المكونات التالي:

- اولا مزود الطاقة Power Supply.

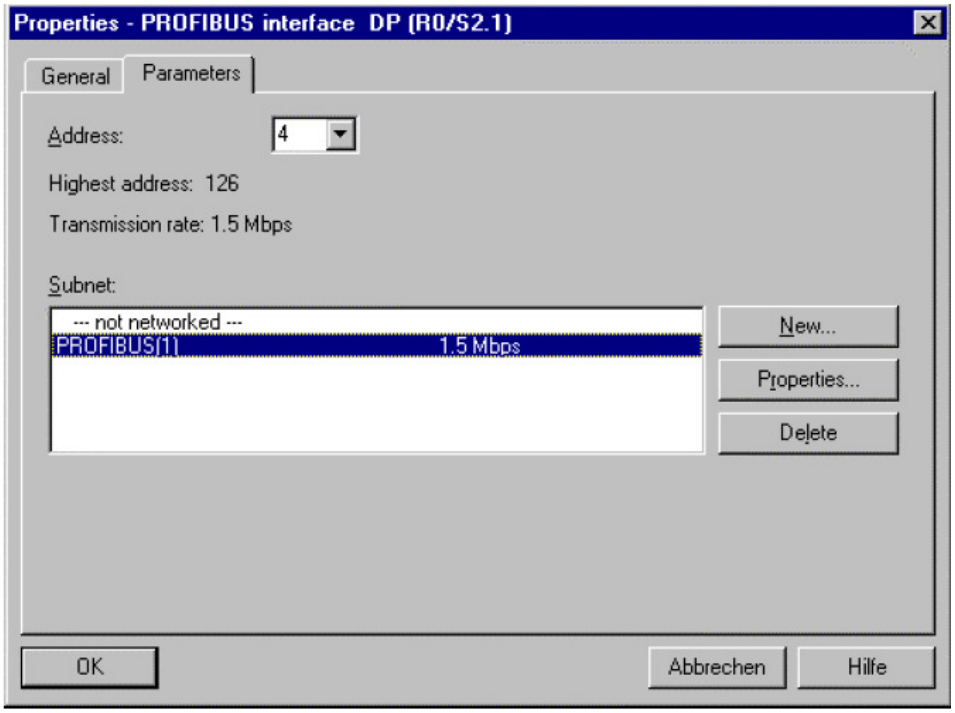
SIMATIC 300, PS-300, PS 307 2A



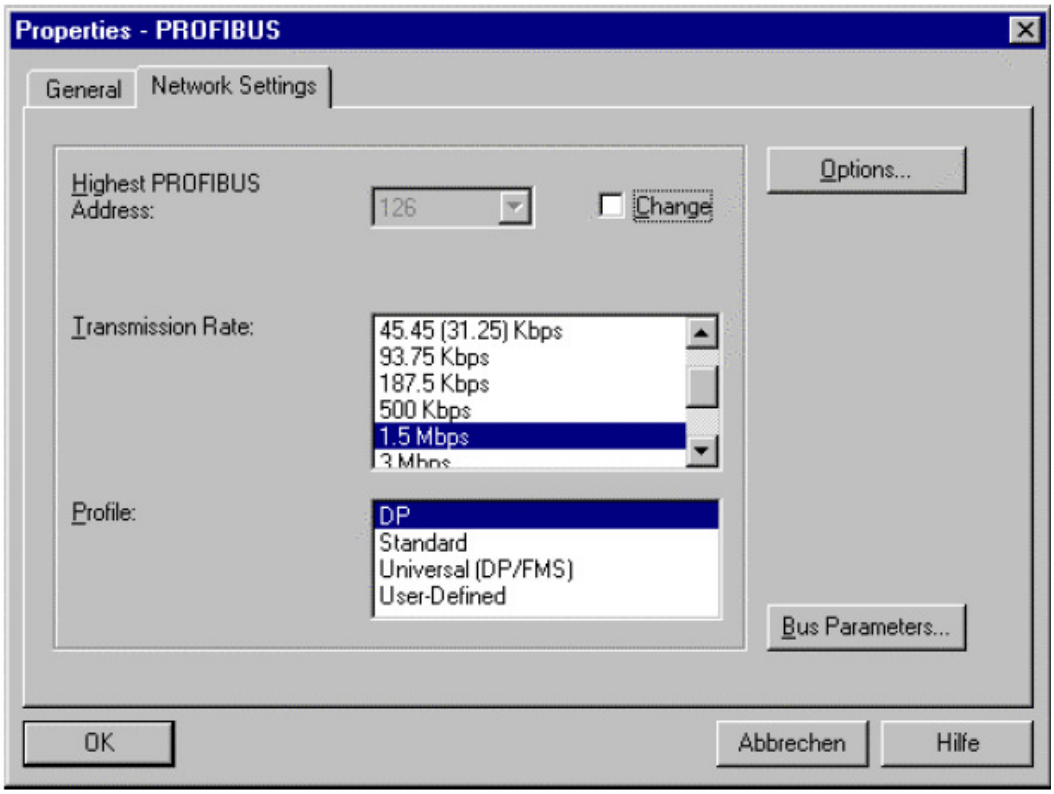
- الان ادخل ال CPU 315-2DP الى الموقع الثاني:

SIMATIC 300, CPU-300, CPU 315-2DP, 6ES7 315-2AF03-0AB0, V1.1

عند ادخال ال CPU ستظهر لك النافذة التالية حيث سنقوم بتعريف عنوان ال PROFIBUS و اختيار اول PROFIBUS net و من ثم عمل تعديل على ال Properties.

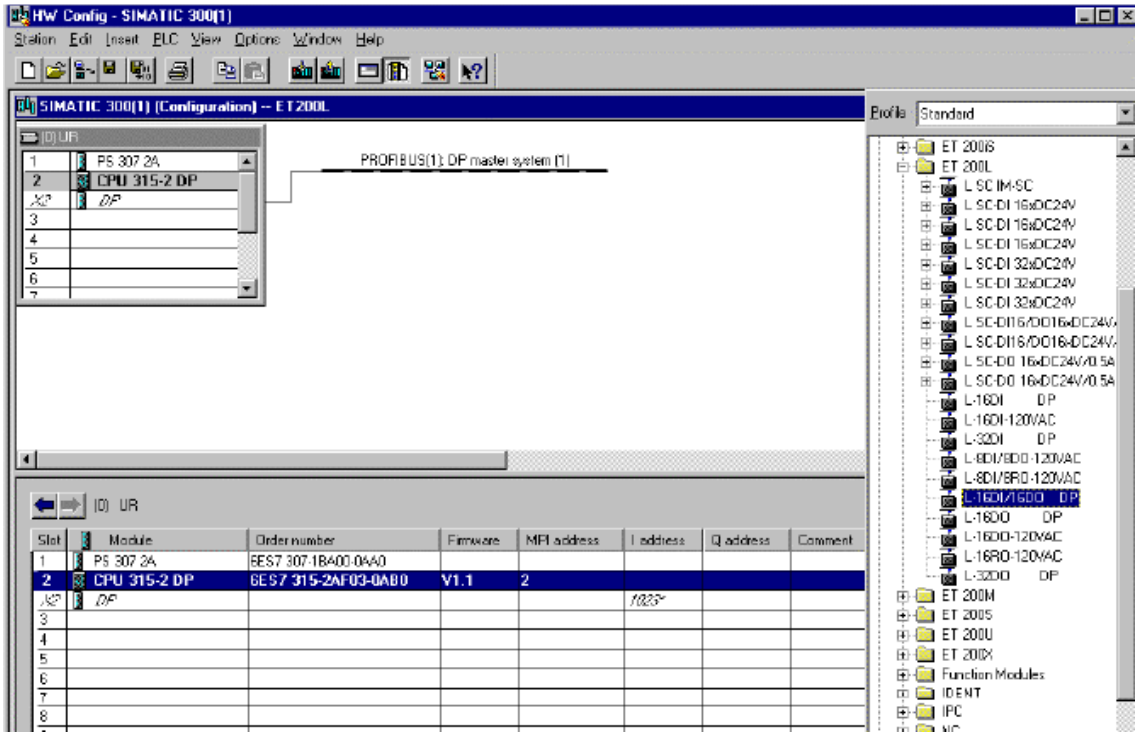


- قم باختيار العنوان 126 و هو اعلى عنوان موجود, و من ثم حدد معدل نقل البيانات Transmission Rate ب 1,5 Mbit/s و حدد ال Profile ب DP.

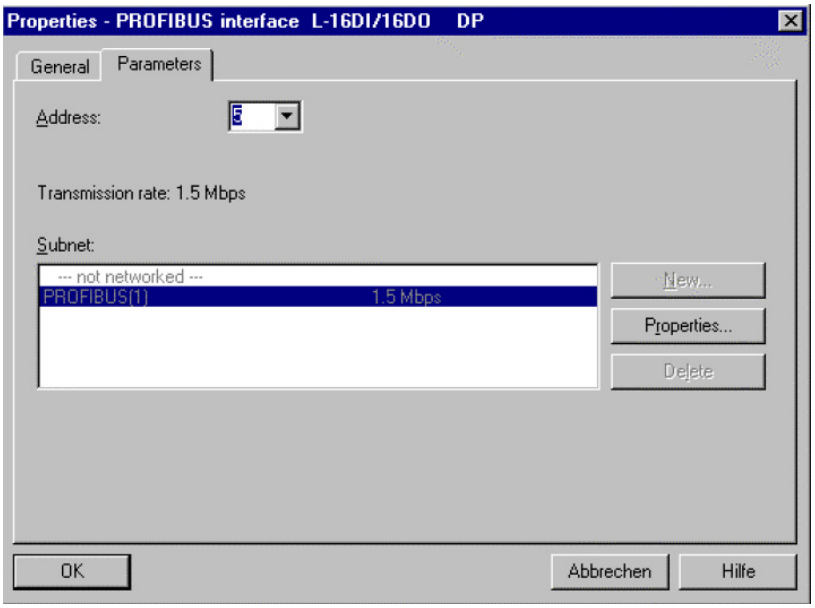


- يمكنك الان اضافة ال ET 200L with 16DI/16DO و اضافتها من ال Hardware Catalog الى ال PROFIBUS DP تحت ال CPU.

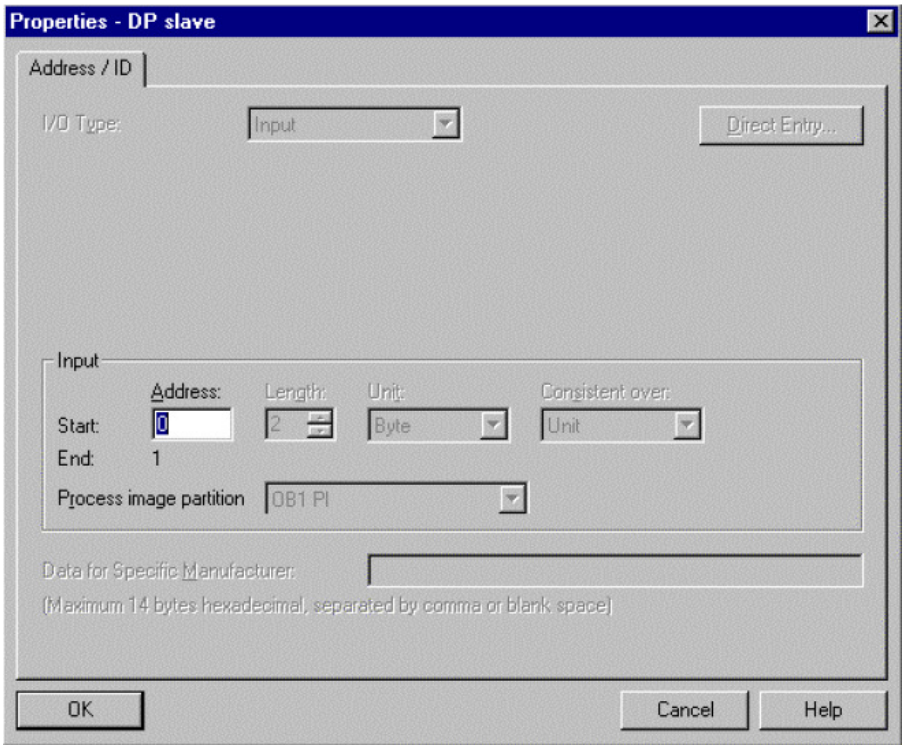
PROFIBUS DP, ET 200L, L-16DI/16DO, 6ES7 133-1BL00-0XB0



- بعد ادخال الجهاز الفرعي تظهر لك النافذة التالية, حدد الرقم 5 لعنوان ال Slave.



- يمكن الان الدخول و تعديل العنوان الحاص بكل مدخل او مخرج, و لكن عادة ما يتم استخدام العناوين التي يضعها النظام بشكل الي, على كل حال يمكن تعديل العنوان من خلال النافذة التالية.

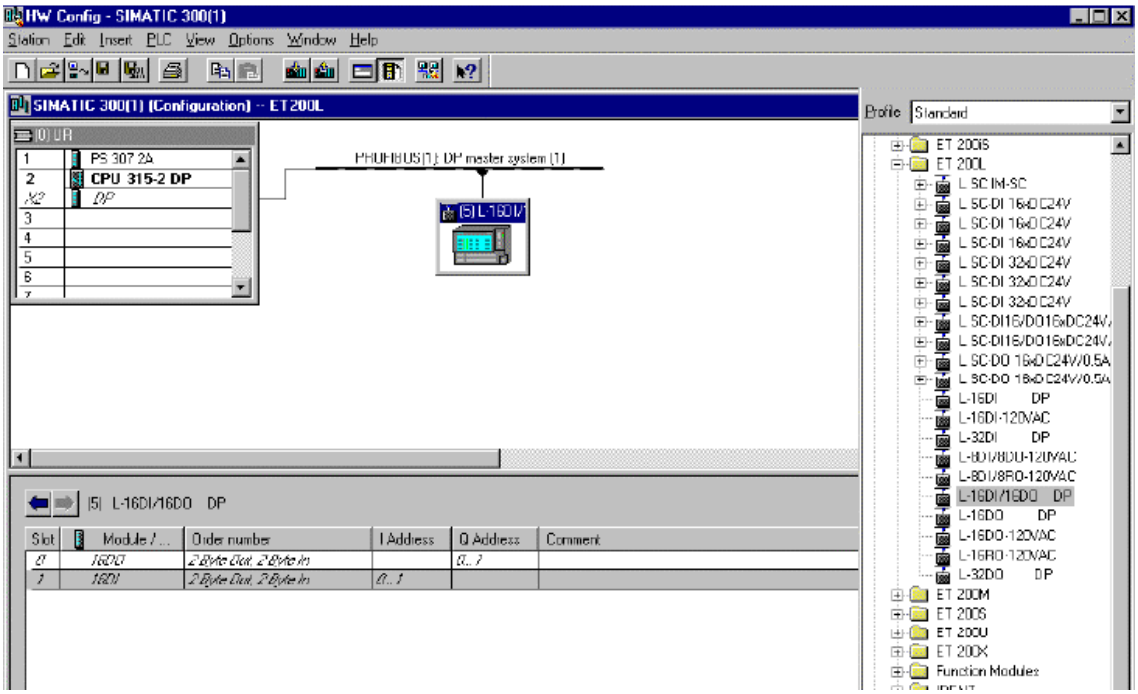


- يجب حفظ ال configuration table من خلال الزر التالي:

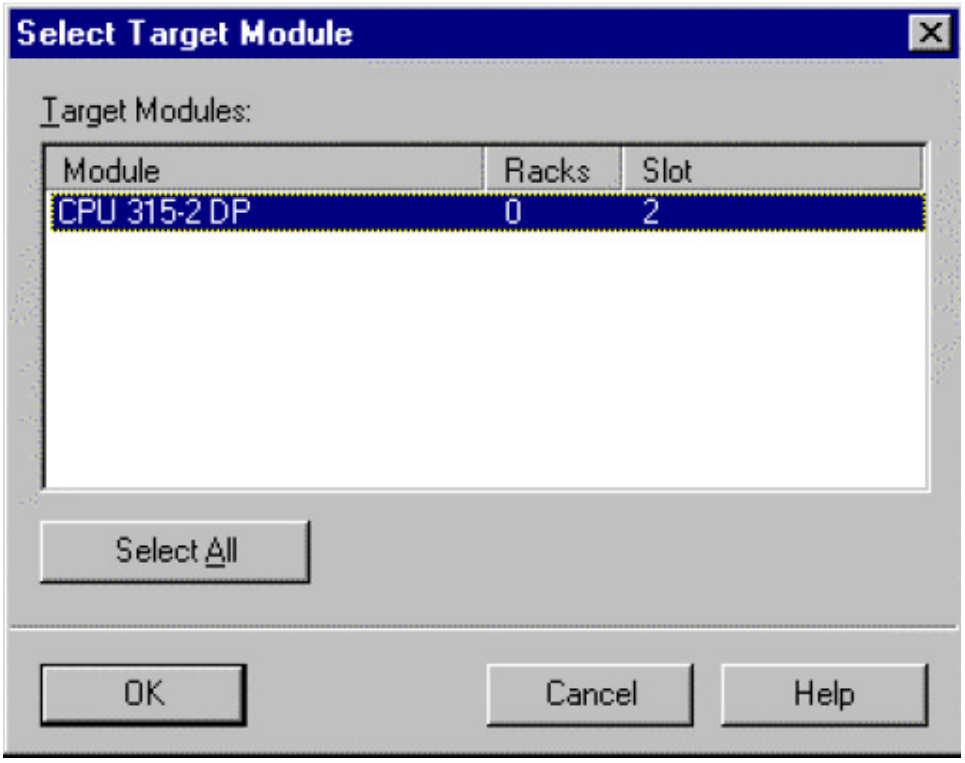
و من ثم عمل تحميل Download الى ال PLC من خلال الزر التالي:

لا بد ايضا ان يكون ال CPU في وضع Stop للقيام بعملية التحميل.

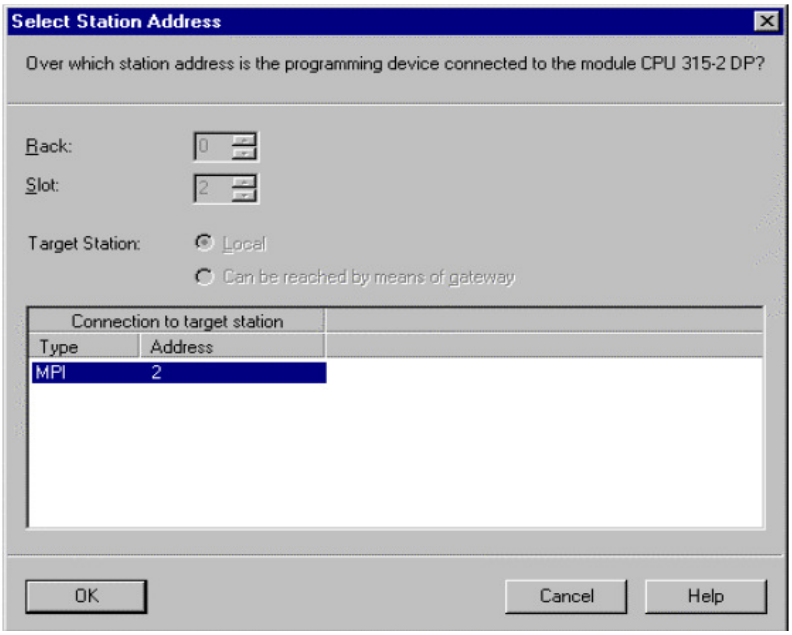
الشكل التالي يبين كيف سيكون شكل الشبكة:



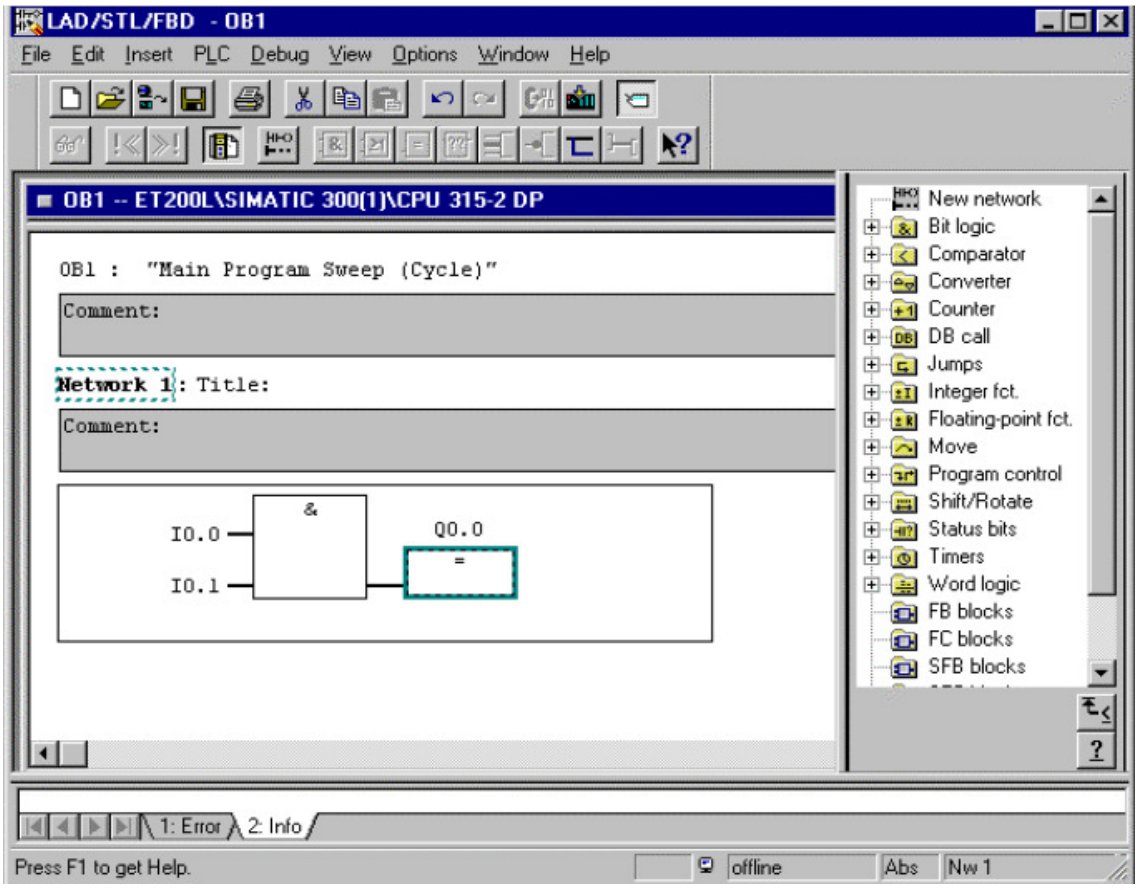
- يتم تحديد ال CPU الهدف للتحميل, الفائدة من هذه النافذة في حالة وجود عدة CPUs في المنشاة, فيتم اختيار ال CPU التي تم عمل تغيير على البرنامج الخاص بها, لان التحميل من الممكن ان ياخذ وقتا طويلا. هنا لا يوجد لدينا الا CPU واحدة فقط.



- يتم اختيار نوع ال Station في شبكة ال MPI كما هو مبين في الشكل:



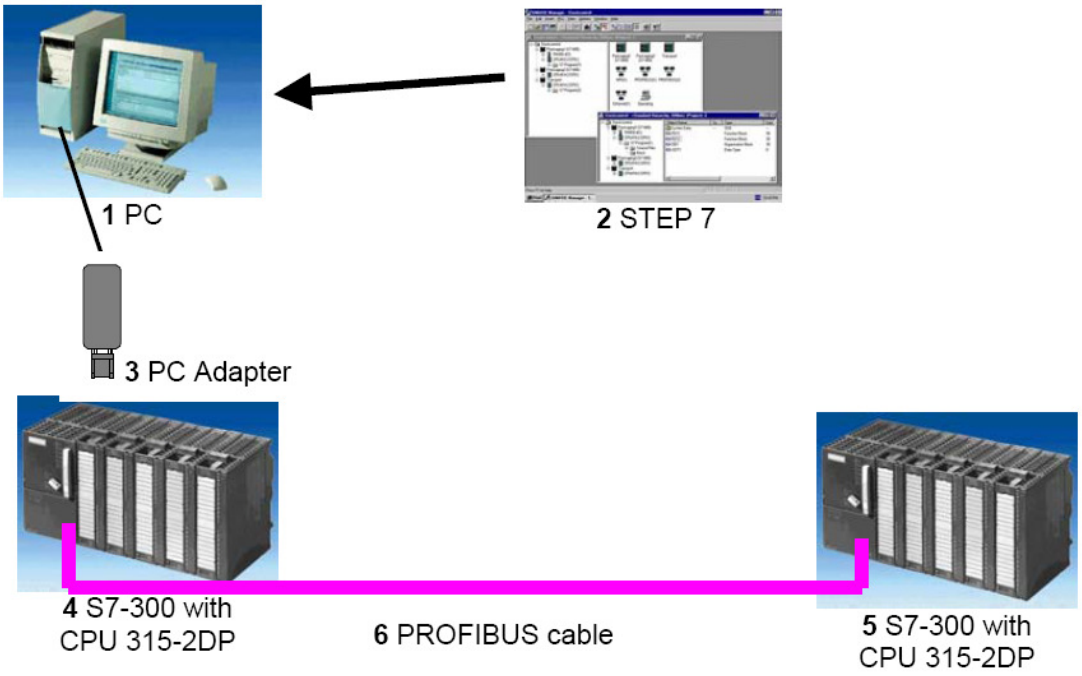
- بهذا تم الربط على شبكة ال PROFIBUS, و يتبقى علينا الخطوة الاخيرة و هي ادخال البرنامج البسيط على OB1 لاختبار التوصيل كما هو مبين في الشكل:



التطبيق الثاني: Master CPU 315-2DP / Slave CPU 315-2DP

متطلبات مكونات المنظومة Hardware Configuration :

- جهاز حاسوب عليه برنامج Step 7.
- واجهة MPI Interface لجهاز الحاسوب.
- PLC SIMATIC S7-300 -مع ال CPU 315-2DP عدد اثنان, مع مدخل رقمي و مخرج رقمي على الاقل.
- Network: PS 307 2A
- CPU: CPU 315-2D
- Digital inputs: DI 16x DC24V
- Digital outputs: DO 16x DC24V / 0.5A
- كيبل PROFIBUS مع كرت PROFIBUS Slot.



المداخل و المخارج:

Master- CPU :

IB 0 SET Input byte

IB 40 Comm_IB1 Input communication Byte1

QB 4 DISPLAY Display byte

QB 40 Comm_QB1 Output communication Byte1

Slave- CPU :

IB 0 SET Input byte

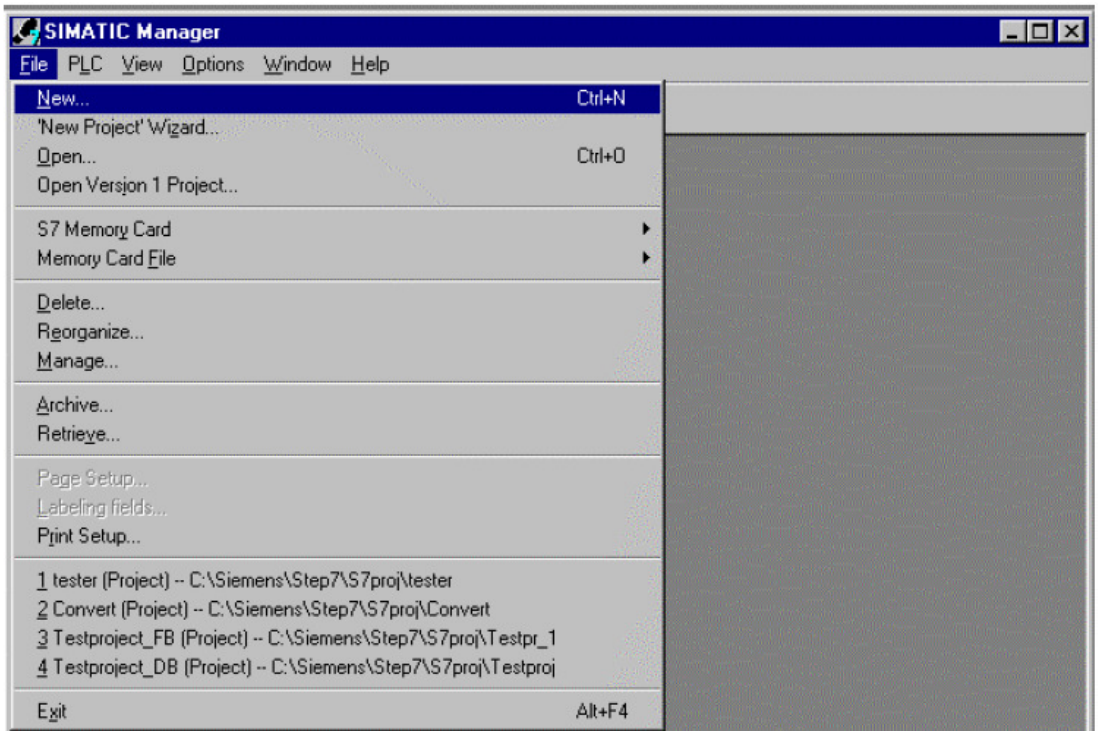
IB 40 Comm_EB1 Input communication Byte1

QB 4 DISPLAY Display byte

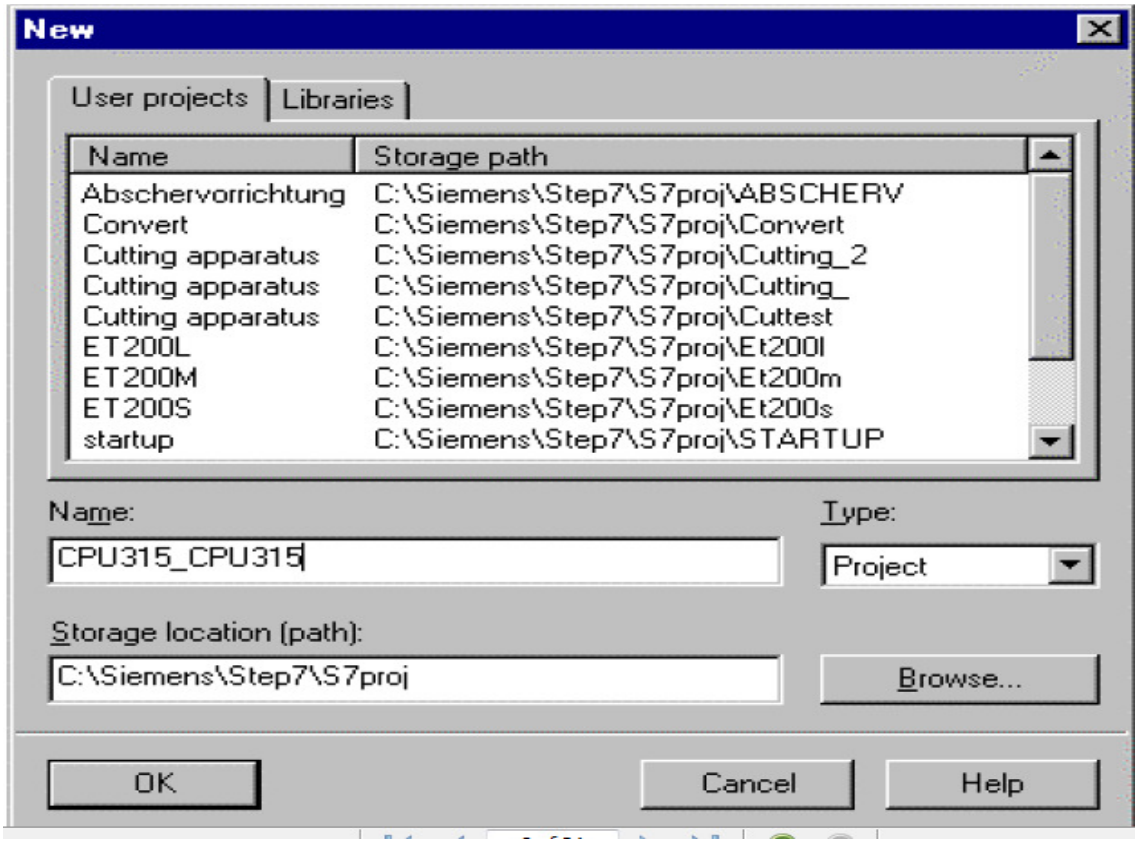
QB 40 Comm_QB1 Output communication Byte1

خطوات العمل:

- نبدا اولا بفتح نافذة Simatic manager و انشاء مشروع جديد من New.

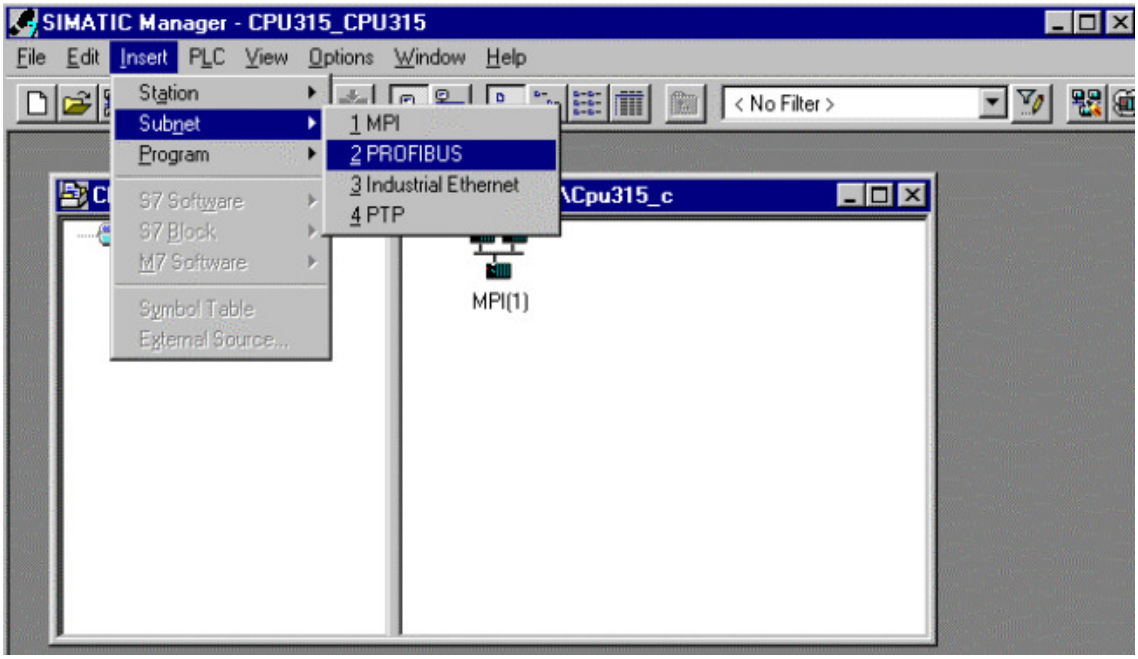


- سم المشروع CPU315_CPU315 .



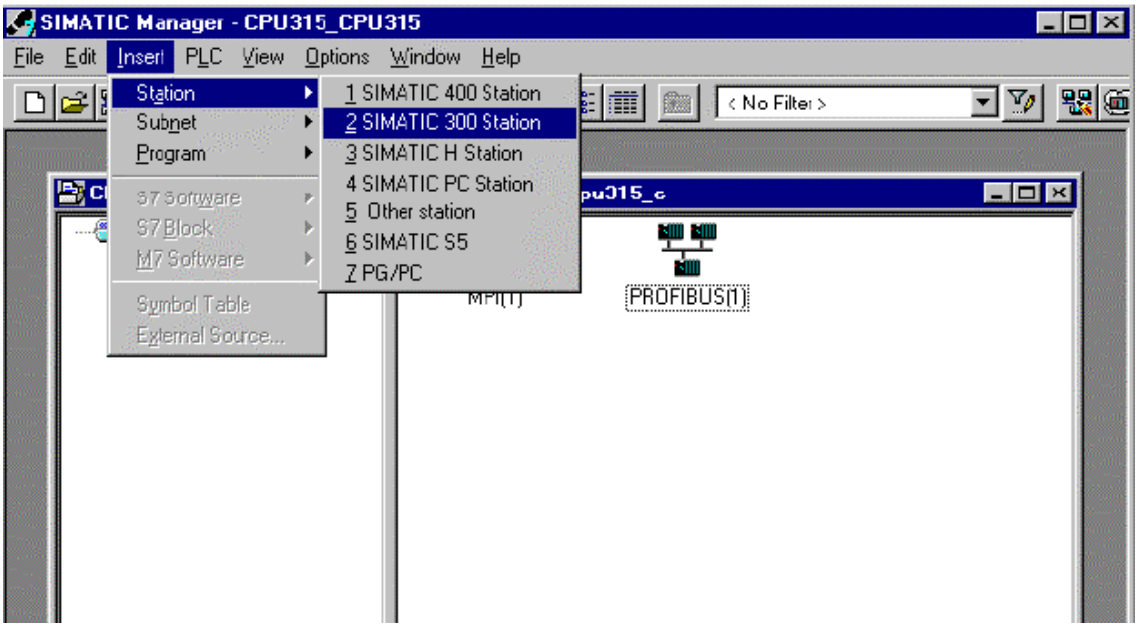
- ظلل مشروعك و ادخل شبكة PROFIBUS.

CPU315_CPU315 _ Insert _ Subnet _ PROFIBUS

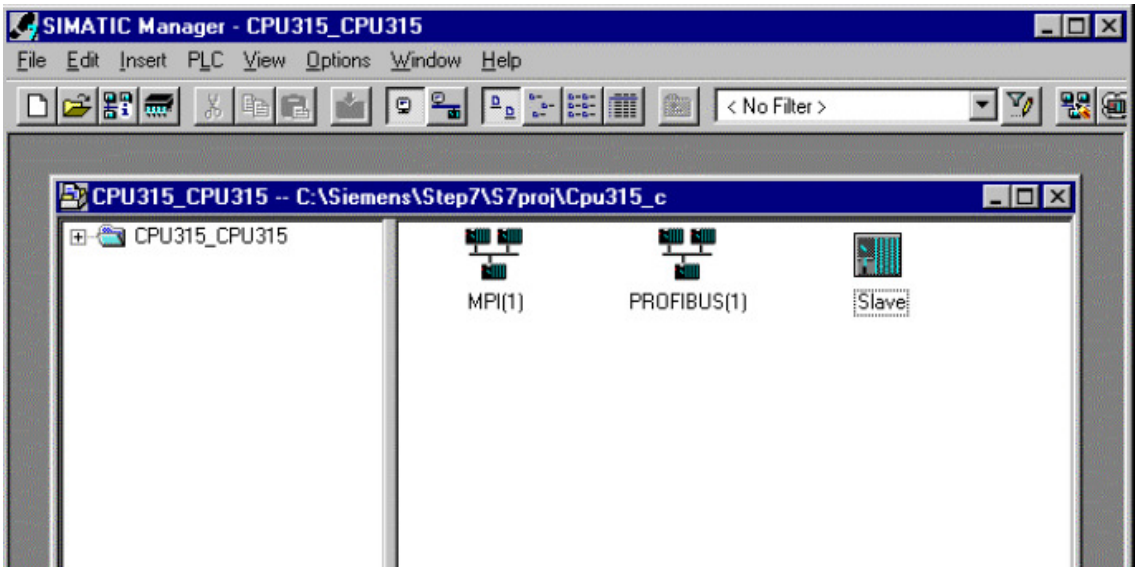


- ادخل SIMATIC 300-Station .

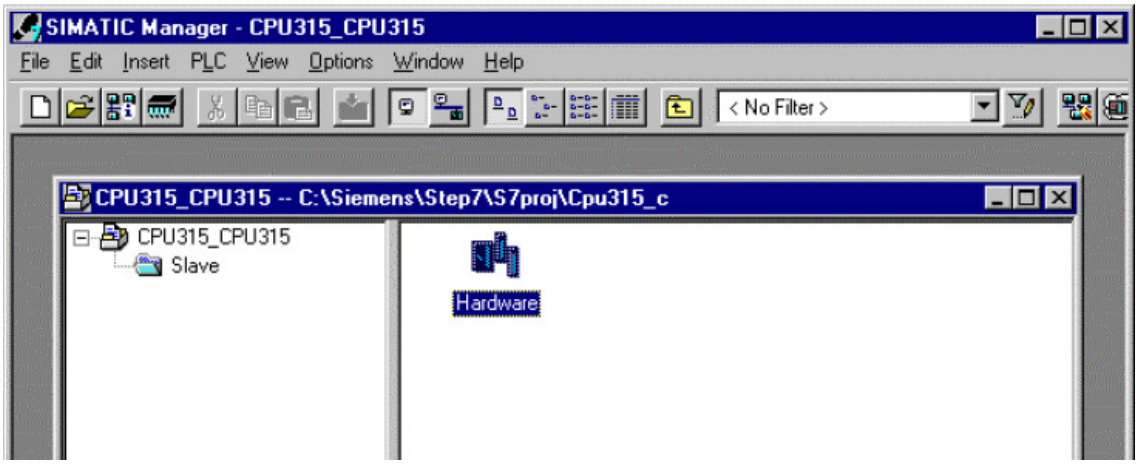
.Insert- Station- SIMATIC 300-Station



- عدل اسم ال Station الى Slave.

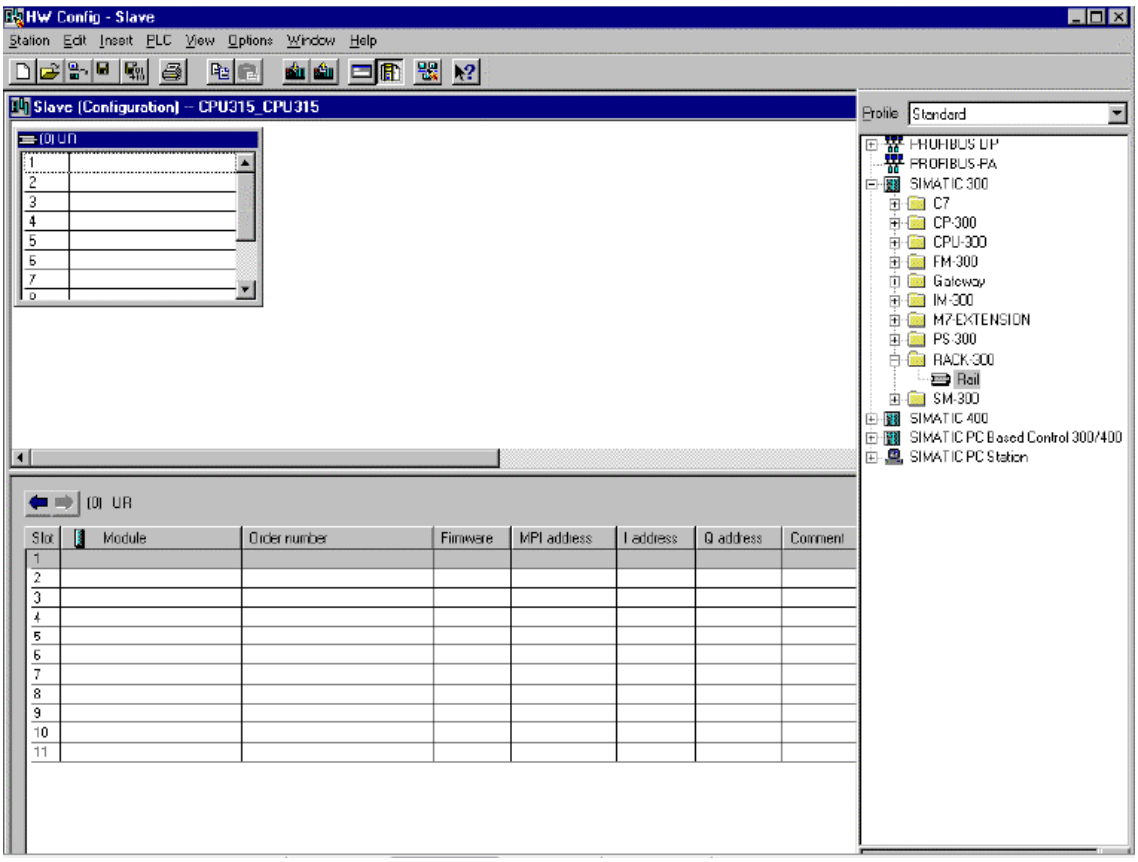


- افتح اداة ال Hardware.



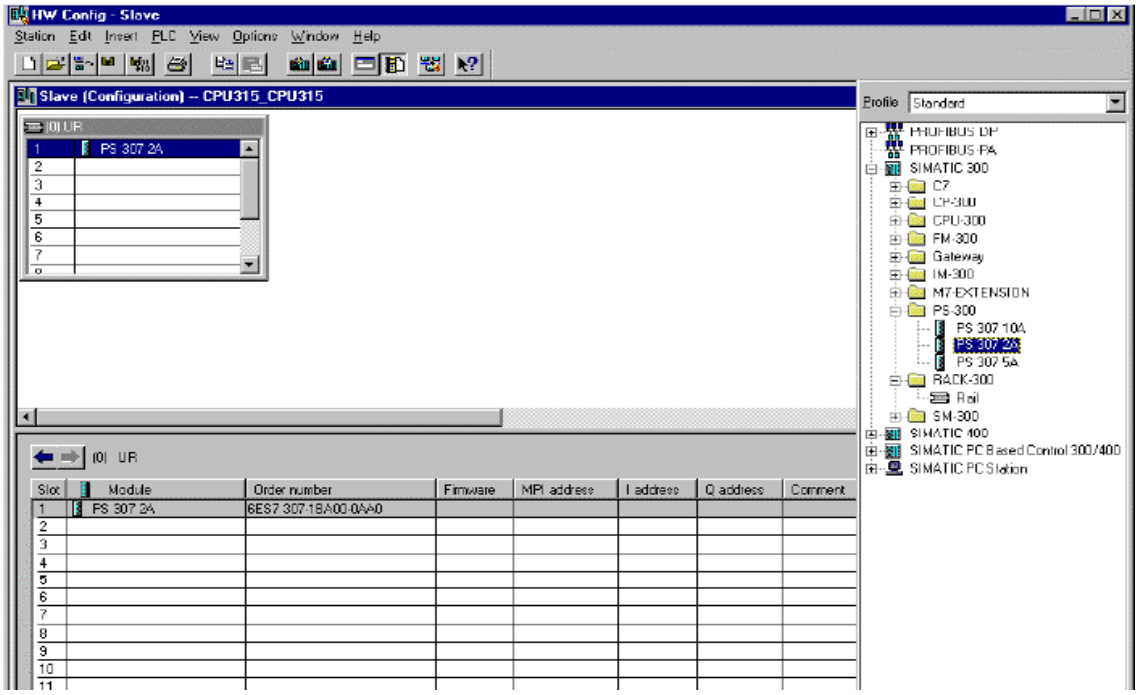
- افتح ال Hardware Catalog من خلال الكبسة التالي:

- قم بادخال Rail.



- ابدا بادخال ال Power Supply.

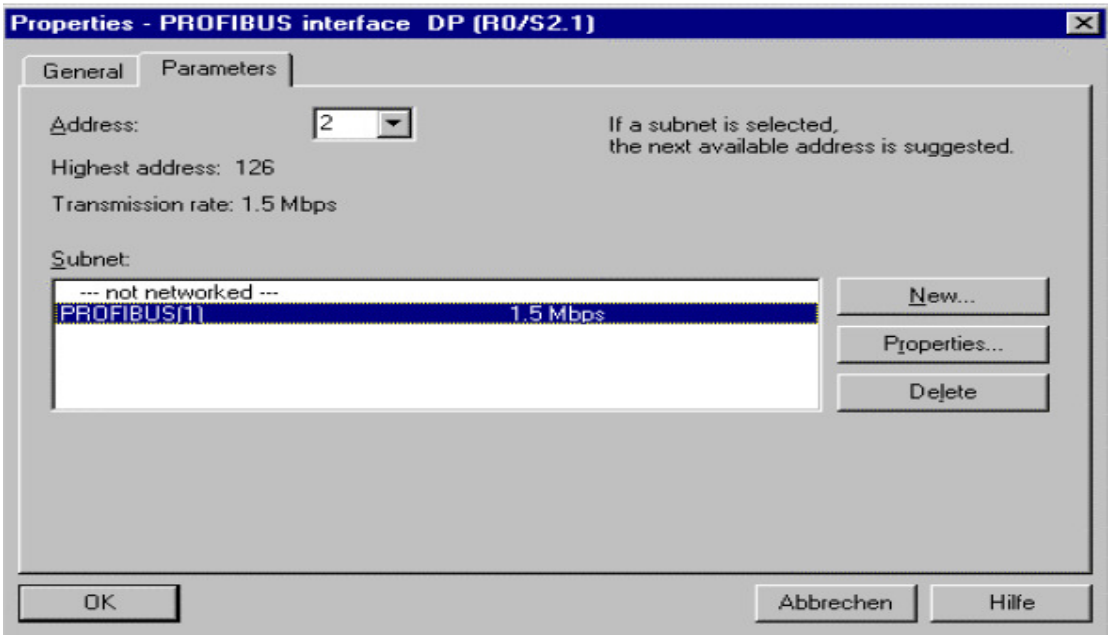
SIMATIC 300 _ PS-300 _ PS 307 2A.

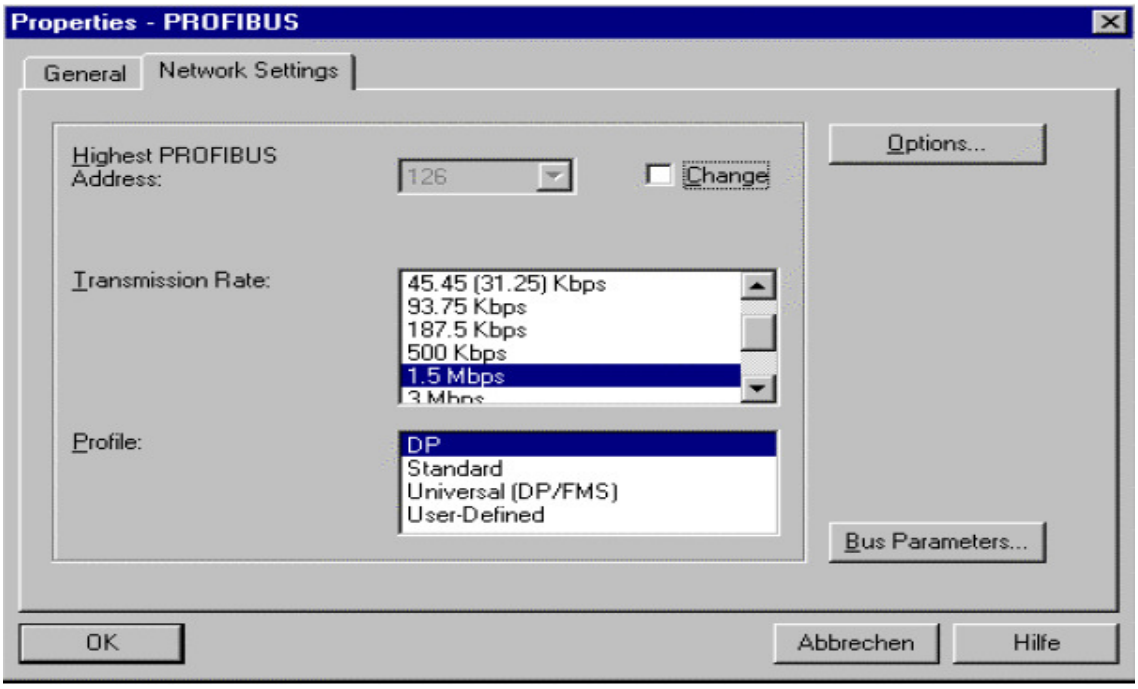


- الخطوة التالية ادخل ال CPU 315-2DP .

SIMATIC 300_ CPU-300 _ CPU 315-2DP _6ES7 315-2AF03-0AB0 _V1.1.

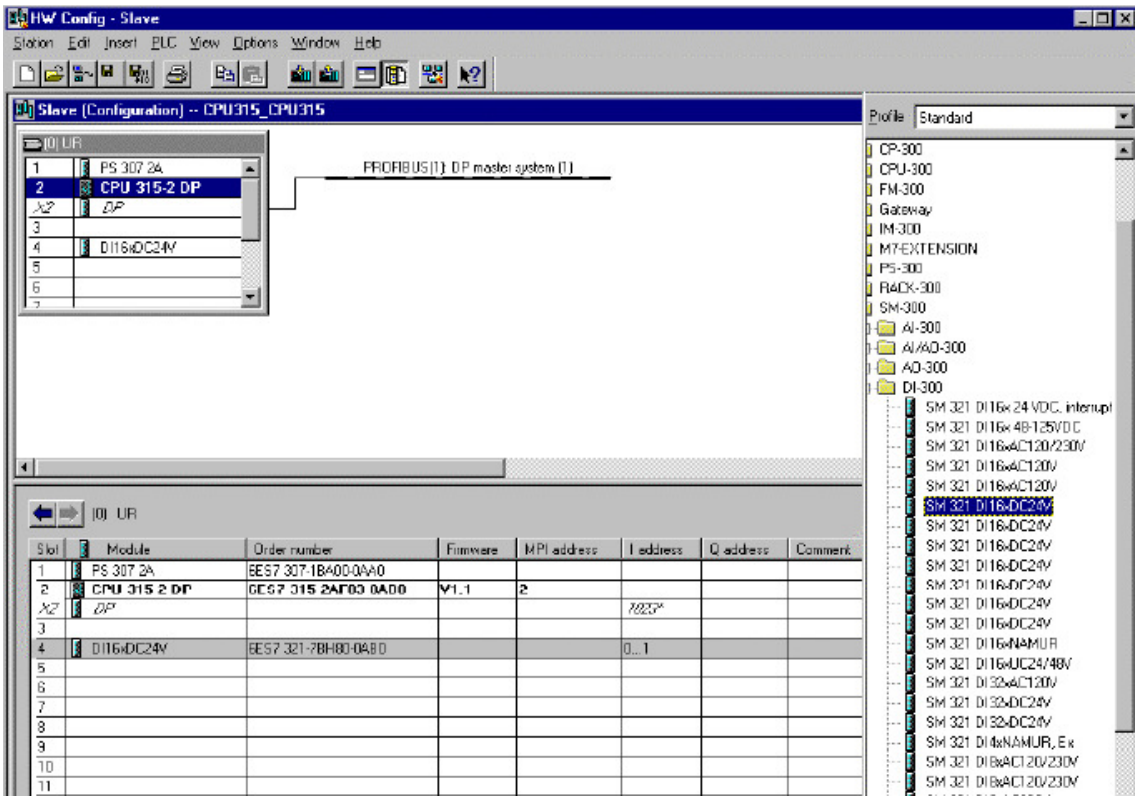
ثم ادخل الاعدادات الخاصة بال CPU كما تبين الاشكال التالي:





- الان ادخل وحدة مداخل رقمية Input Module 16 على ال Slot رقم 4.

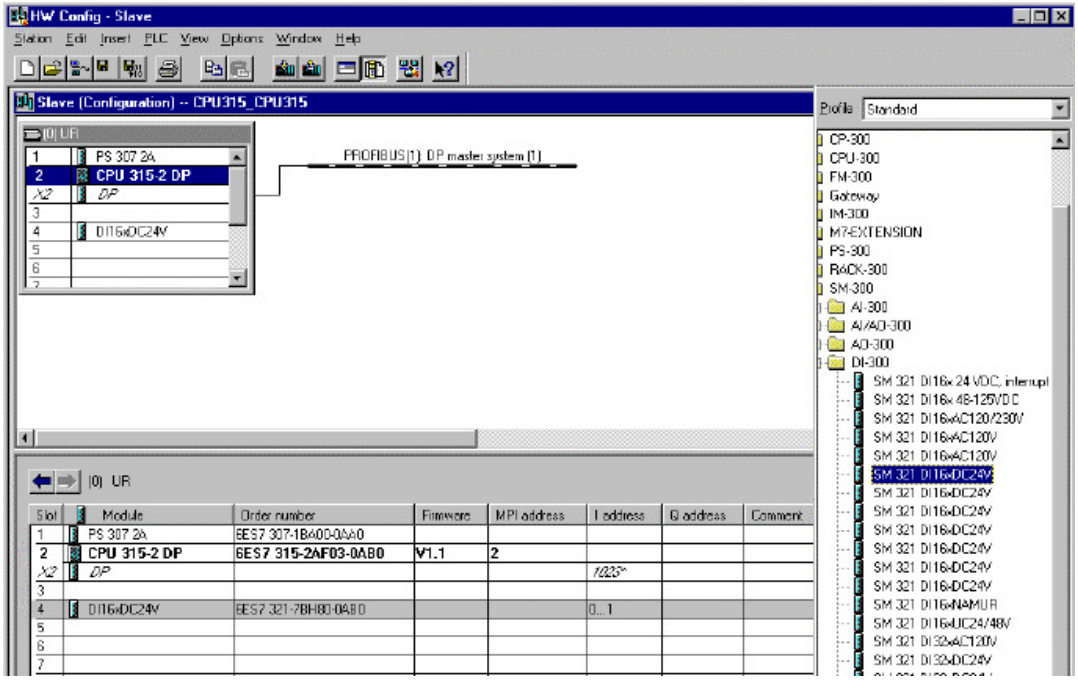
SIMATIC 300_ DI-300 _ SM 321 DI16xDC24V.



بالنسبة ل Slot 3 فهي تبقى فارغة و محفوظة لوحدة الواجهة Interface Module.

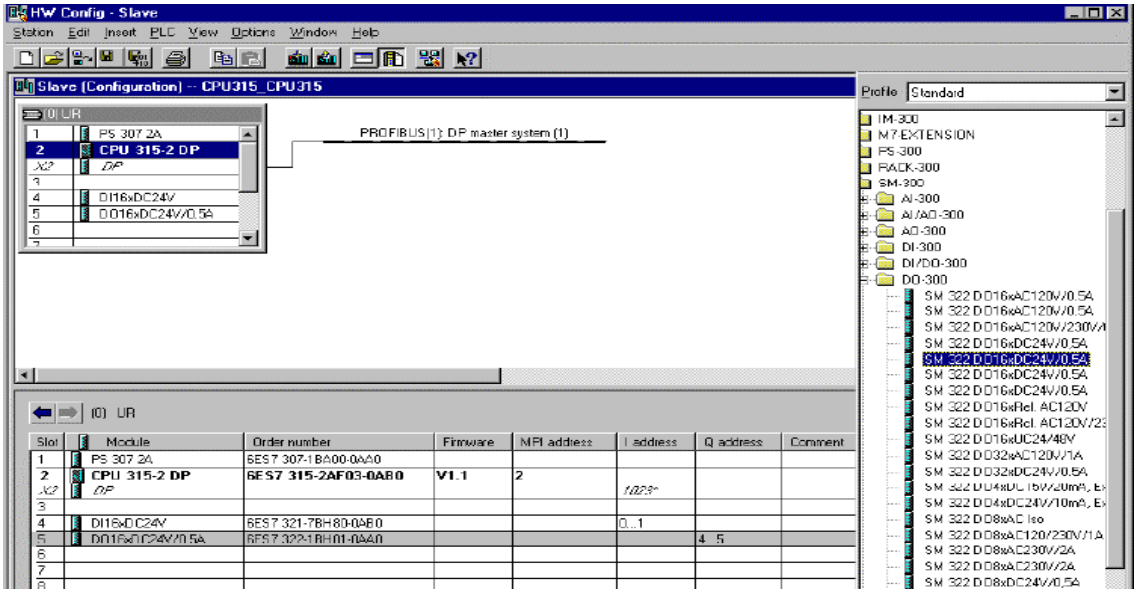
- الخطوة التالية ادخال وحدة مداخل 16 inputs

SIMATIC 300- DI-300- SM 321 DI16xDC24V.

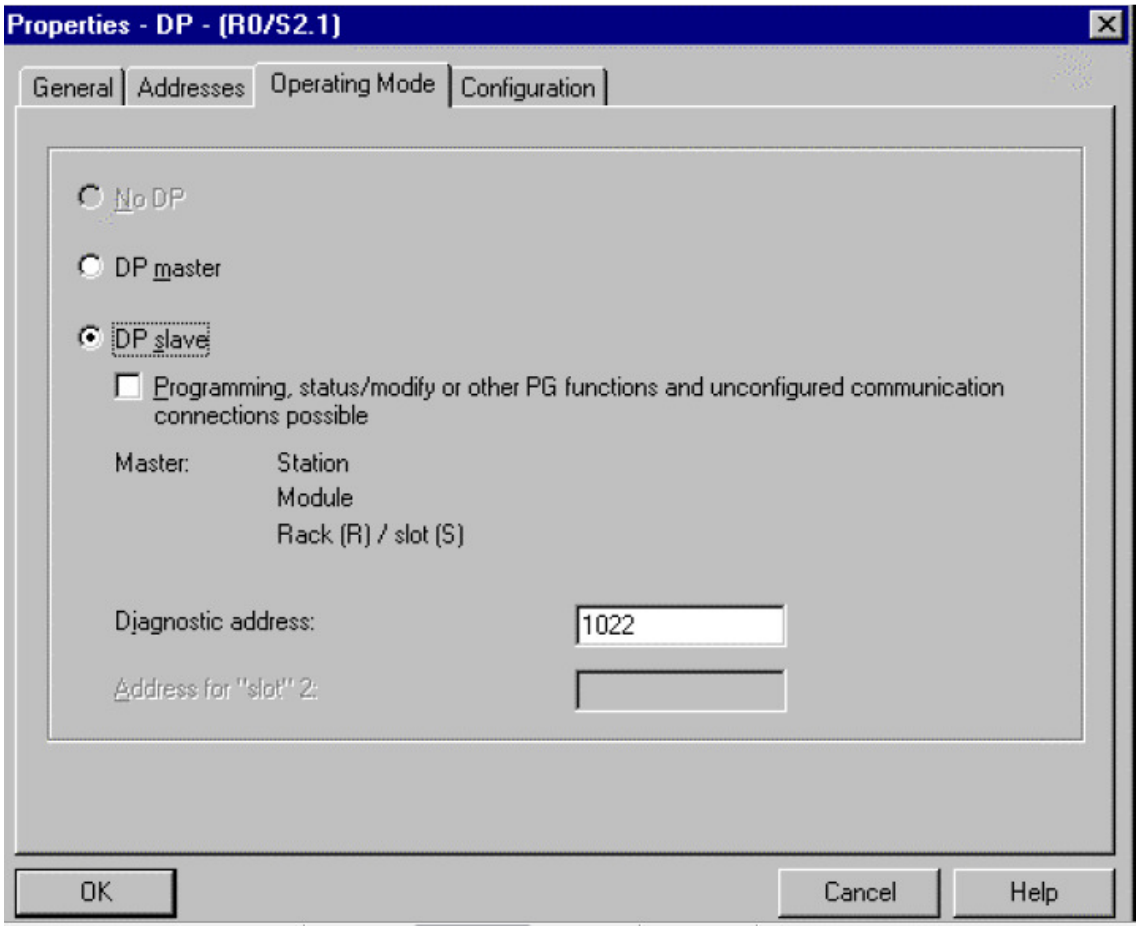


- الخطوة التالية ادخال وحدة مخارج 16 outputs

SIMATIC 300-DO-300 - SM 322 DO16xDC24V/0.5A



-الان اضغط على واجهة DP لاختيار وضع الفرعي ,Slave من النافذة التي ستظهر اختر Operating Mode و اختر الخيار.DP Slave



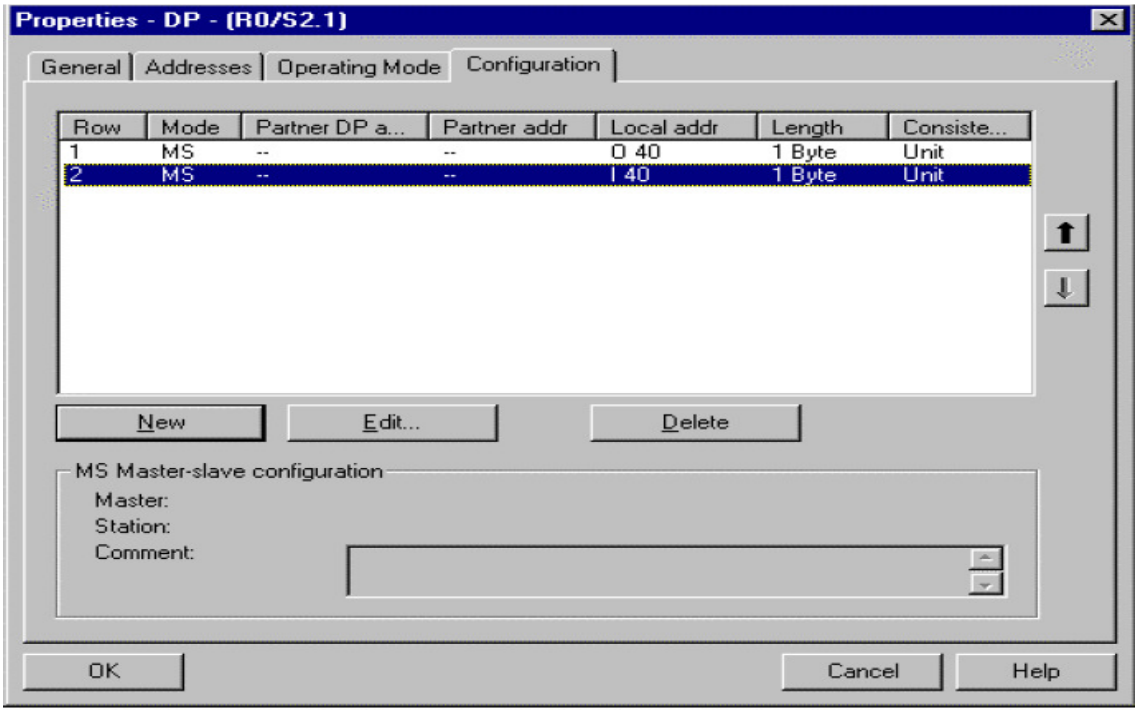
سيتم الان تحديد كيفية التخاطب مع الرئيسي ,Master من خلال نافذة Configuration ادخال الخيارات التالية:

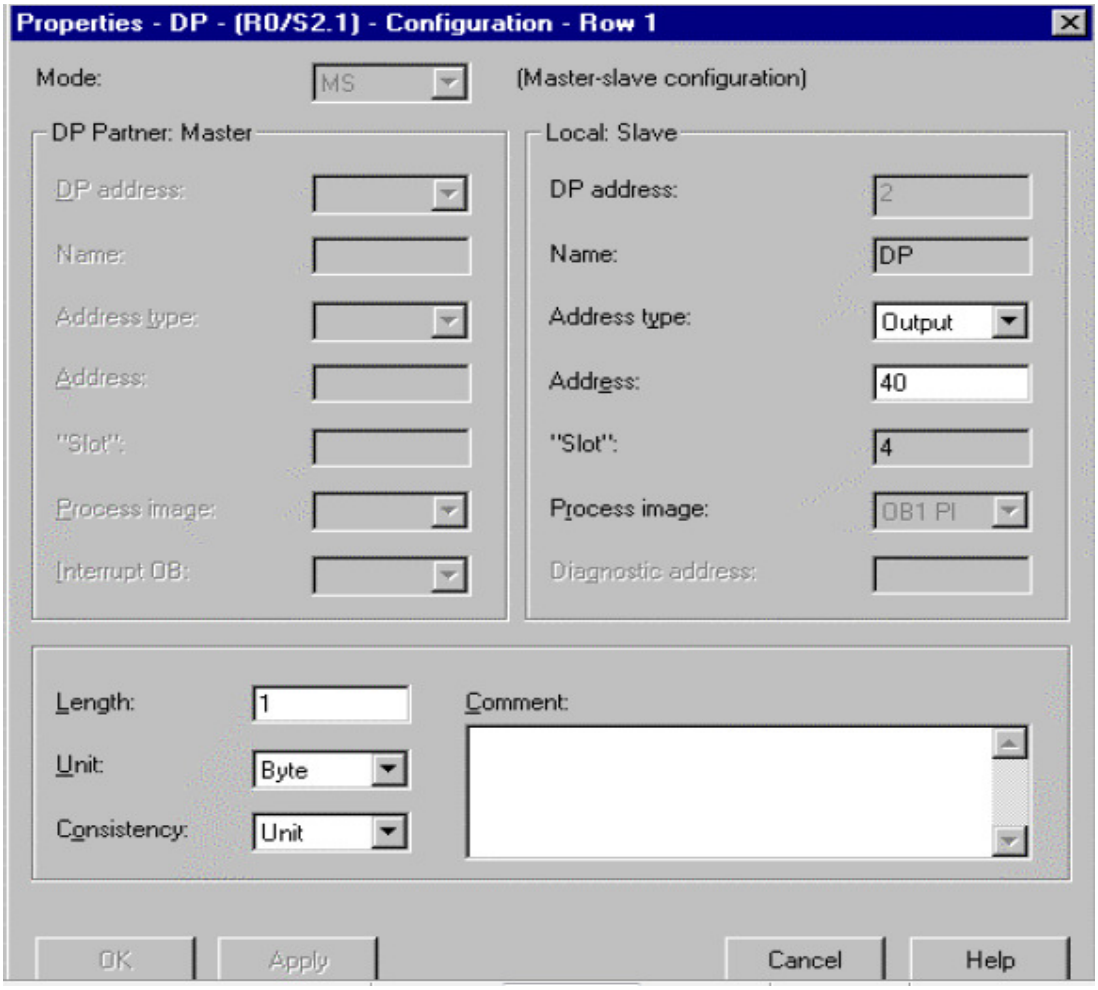
Mode: Master/Slave

Output range: Q40; Length 1 byte; Consistency by the unit of a word

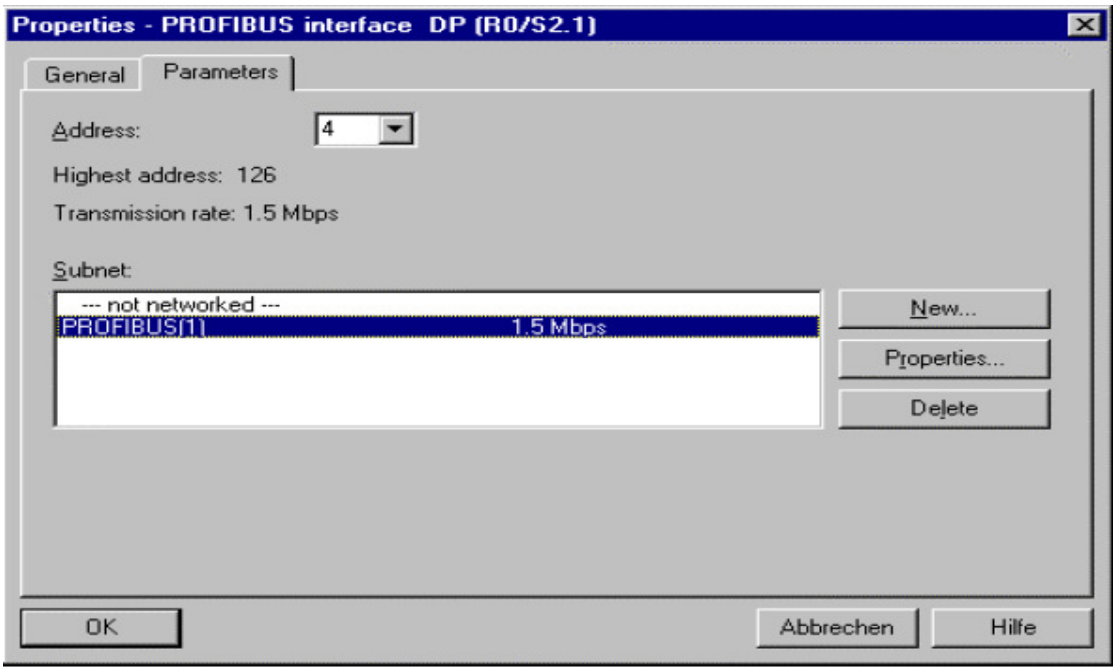
Input range: I40; Length 1 byte; Consistency by the unit of a word

اي تحديد المخرج و المدخل الذين سيتم نقل البيانات بين ال CPUs من خلالهما.


Properties - DP - (R0/S2.1)
General
Addresses
Operating Mode
Configuration
Row
Mode
Partner DP a...
Partner addr
Local addr
Length
Consiste...
1
MS
--
--
O 40
1 Byte
Unit
2
MS
--
--
I 40
1 Byte
Unit
New
Edit...
Delete
MS Master-slave configuration
Master:
Station:
Comment:
OK
Cancel
Help


Properties - DP - (R0/S2.1) - Configuration - Row 1
Mode:
MS
(Master-slave configuration)
DP Partner: Master
DP address:
Name:
Address type:
Address:
"Slot":
Process image:
Interrupt OB:
Local: Slave
DP address:
2
Name:
DP
Address type:
Output
Address:
40
"Slot":
4
Process image:
OB1 PI
Diagnostic address:
Length:
1
Unit:
Byte
Consistency:
Unit
Comment:
OK
Apply
Cancel
Help

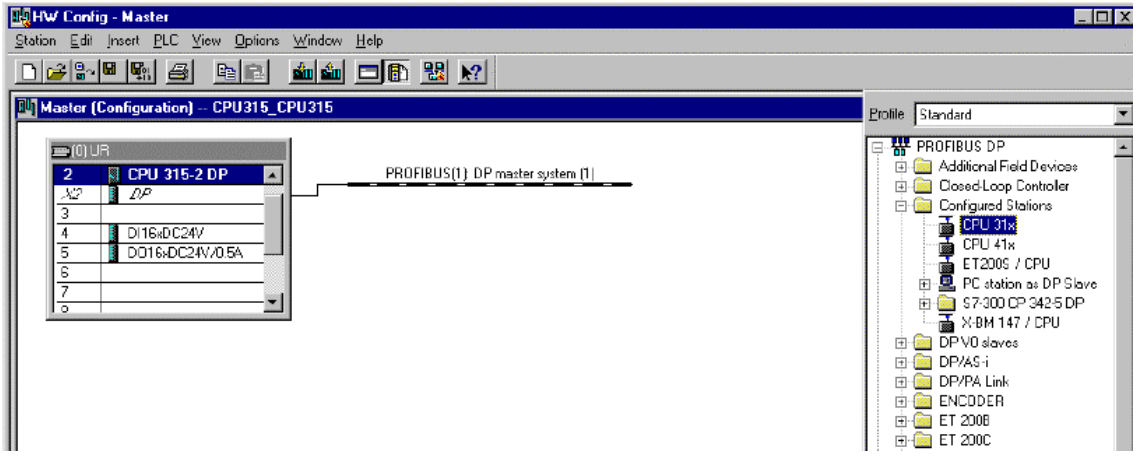
- قم بعمل حفظ و Download للنظام, و من ثم اعد نفس الخطوات السابقة بادخال CPU S300 مع تغيير اسمها الى Master, و ادخال باقي الوحدات عليها, و لكن ضع ال Address في النافذة التالية 4.



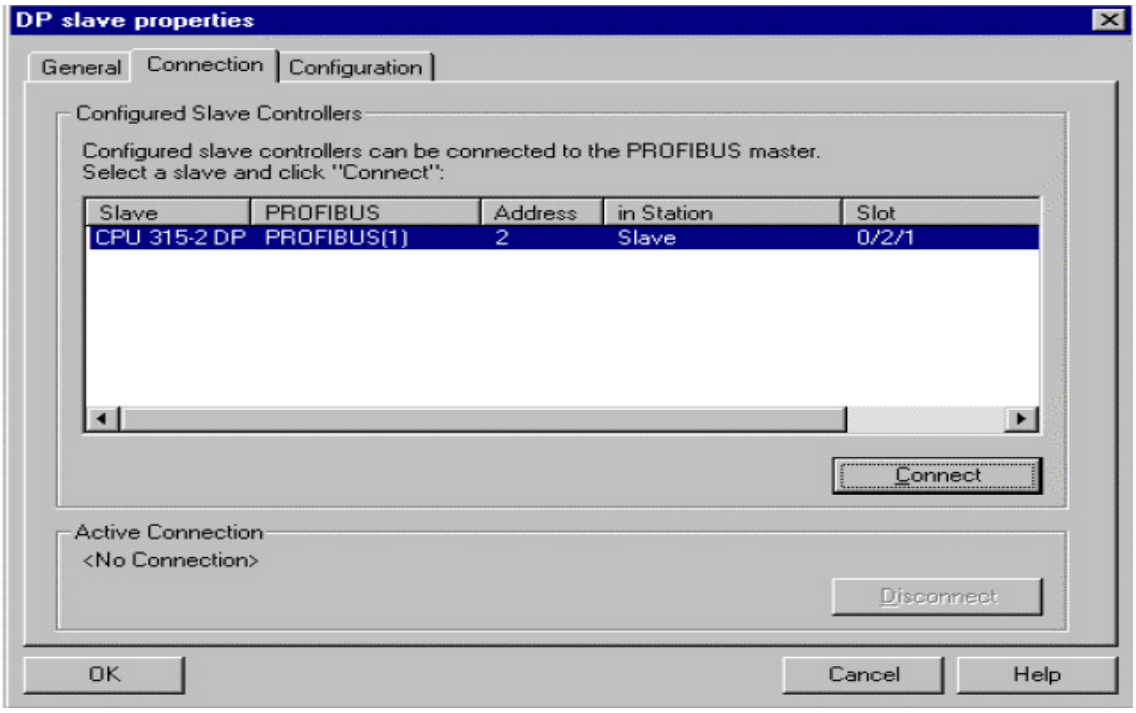
الان على ال CPU الرئيسي Master بامكانك اختيار ال CPU الفرعي Slave و ادراجه على الرئيسي Master من:

PROFIBUS DP _ Configured Stations _ CPU31x.

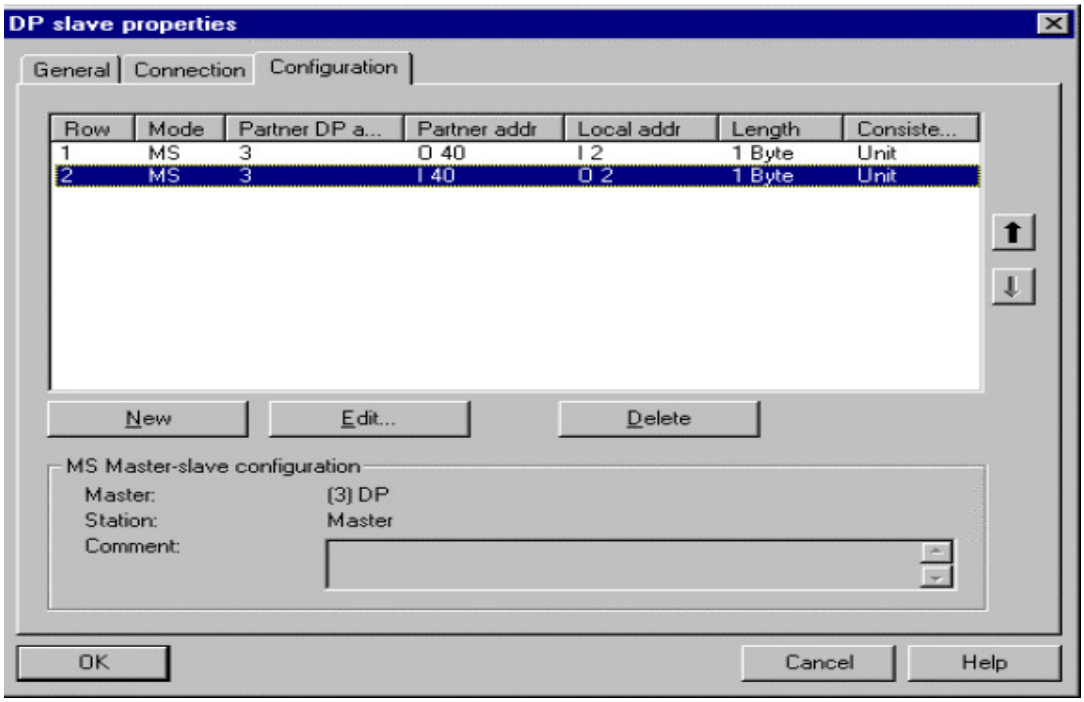
و ذلك باستمرار الضغط عليه و جره الى الخط الذي بجانب ال CPU الرئيسي.



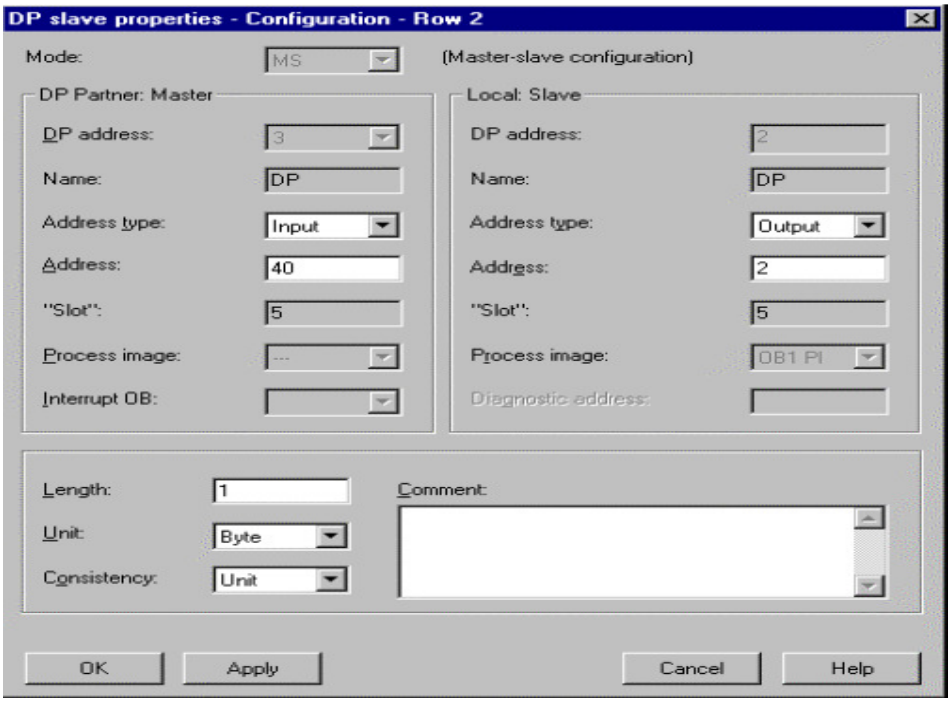
الان ستظهر لك شاشة من خلال لائحة Connect قم باختيار (PROFIBUS- Address 2) و من ثم اضغط على Connect ومن ثم OK.



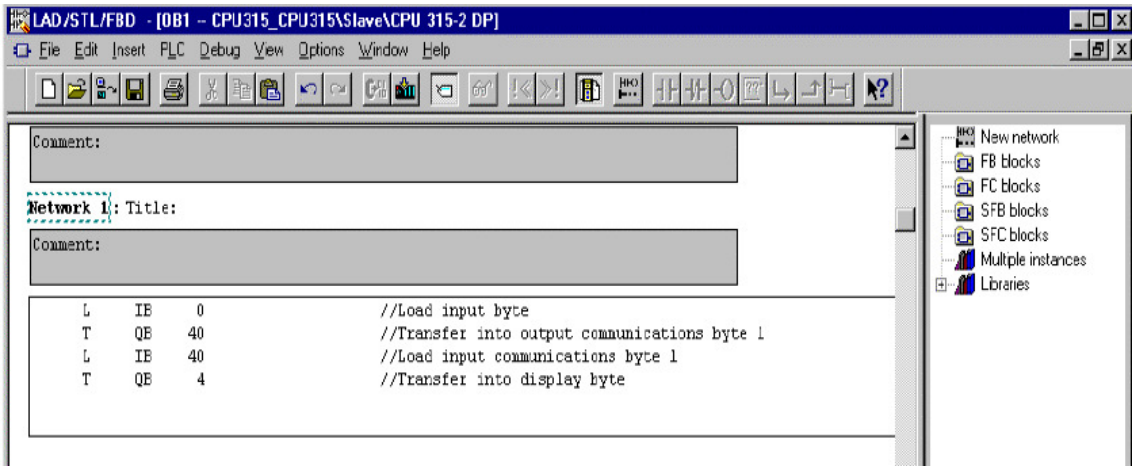
الخطوة الاخيرة ضبط الاعدادات بين الرئيسي و الفرعي, لاحظ باننا سنقوع بنقل بيانات بين CPU و اخرى, و لذلك فان المخرج بالنسبة ل CPU الرئيسية سيكون هو المدخل لل CPU الفرعية, و العكس صحيح:

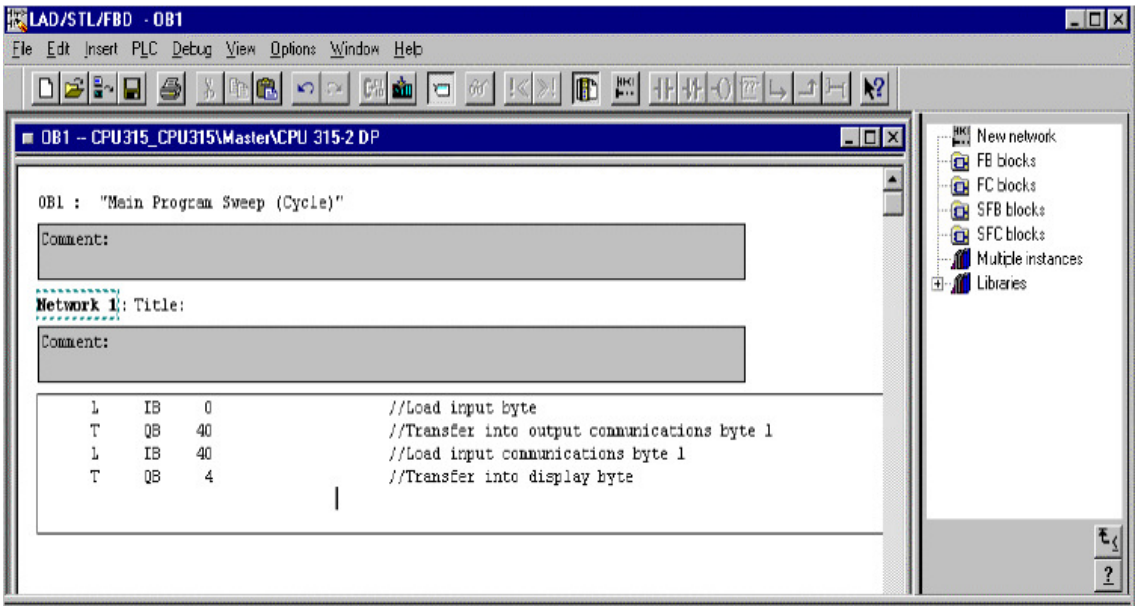


يمكنك ضبط هذه الاعدادات من خلال الضغط على New و ادخال المعطيات كما هي بالشكل.



بعد الانتهاء من عملية الحفظ, سنقوم بادخال البرنامج الذي سيقوم بنقل البيانات بين ال CPU الرئيسي و ال CPU الفرعي على OB1 كما هو مبين في الاشكال التالية:





لاحظ بان المخرج من الكلمة Word 40 لل CPU الرئيسي يكتب في المدخل Word 40 لل CPU الفرعي.

و ان المدخل من الكلمة Word 40 لل CPU الفرعي يقرا في المدخل Word 40 لل CPU الرئيسي.

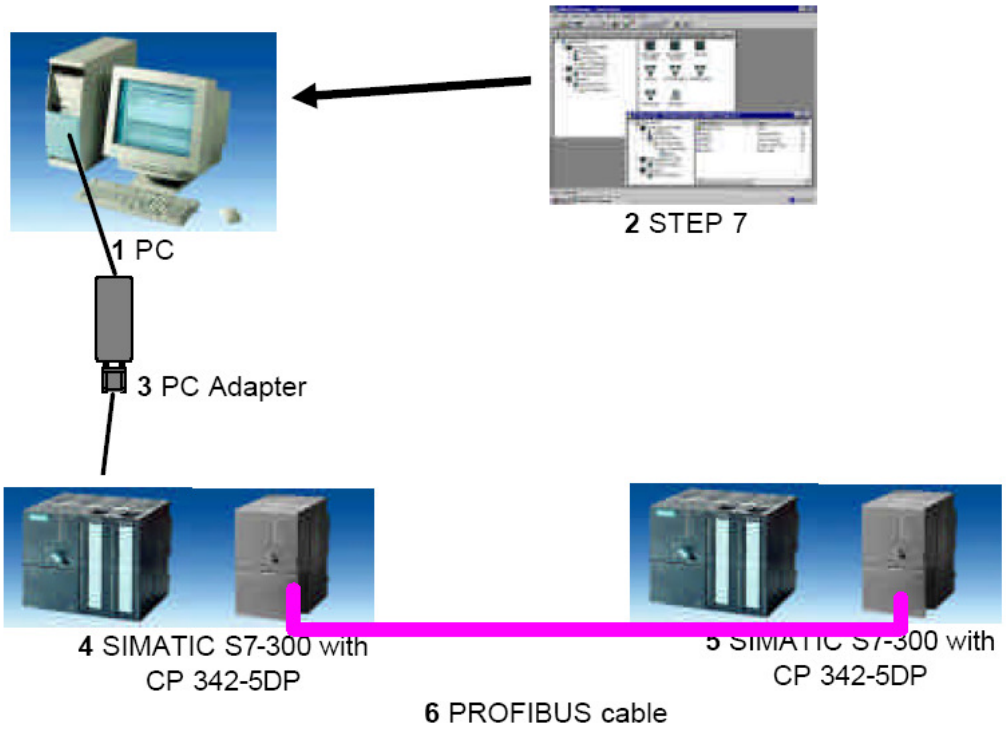
ملاحظة:

لا يمكن عمل Simulation من خلال برنامج PLCSIM و ذلك لانه لا يدعم Multicomputing, اي التعامل مع اكثر من CPU. من الممكن عمل كامل الاعدادات من خلال Simatic Manager و لكن لا يمكن فحص النظام الا من خلال Hardwar حقيقي.

التطبيق الثالث: Master CP 342-5DP / Master CP 342-5DP

متطلبات مكونات المنظومة Hardware Configuration :

- جهاز حاسوب عليه برنامج Step 7.
- واجهة MPI Interface لجهاز الحاسوب.
- PLC SIMATIC S7-300 -مع ال CPU 342-5DP عدد اثنان.
- PS 307 2A
- CPU: CPU 314IFM
- Communication processor: CP 342-5DP
- كيبل PROFIBUS مع كرت PROFIBUS Slot



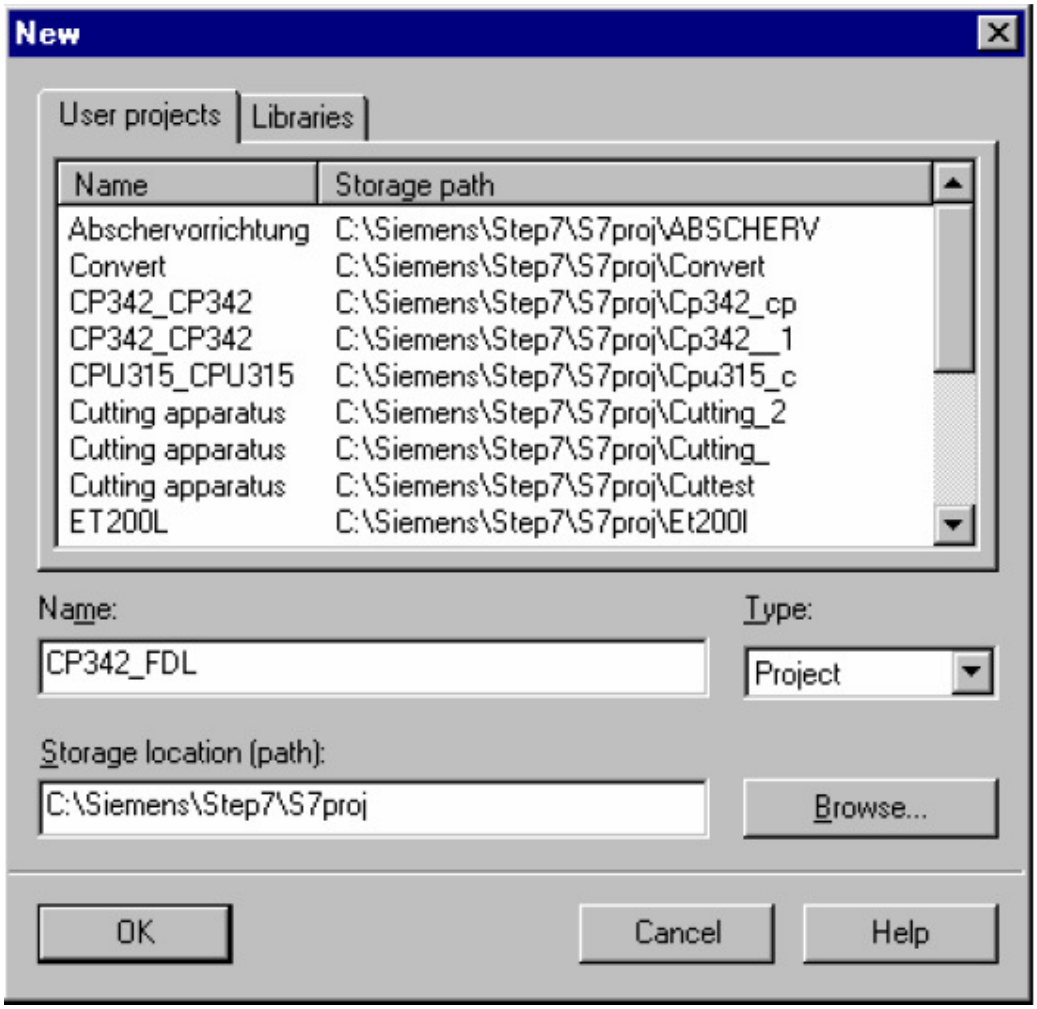
المداخل و المخارج:

Master- CPU1:
IB 124 SET Input byte
IB 40 Comm_IB1 Input communication Byte1
QB 124 DISPLAY Display byte
QB 40 Comm_QB1 Output communication Byte1

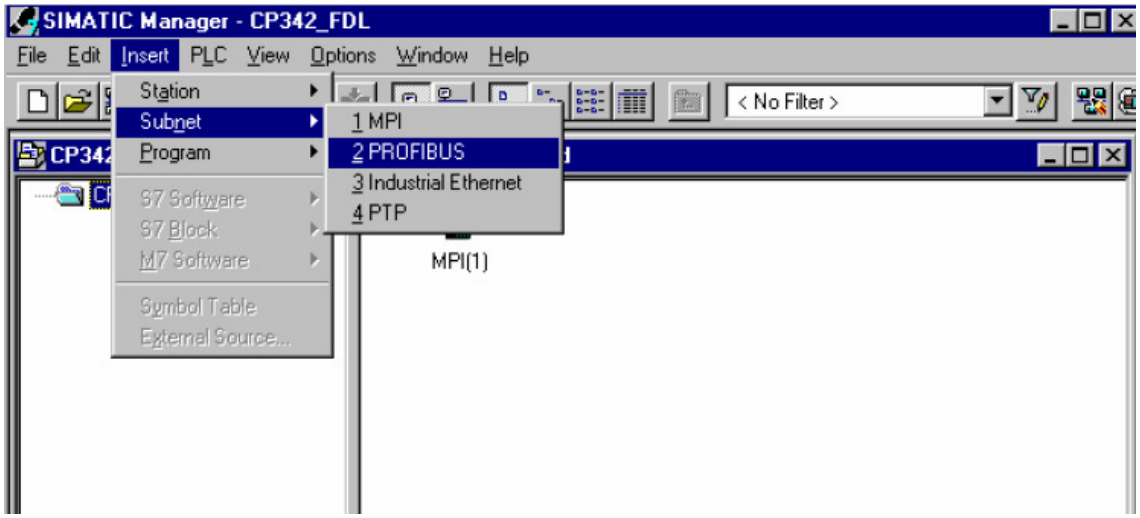
Master- CPU2:
IB 124 SET Input byte
IB 40 Comm_IB1 Input communication Byte1
QB 124 DISPLAY Display byte
QB 40 Comm_QB1 Output communication Byte1

خطوات العمل:

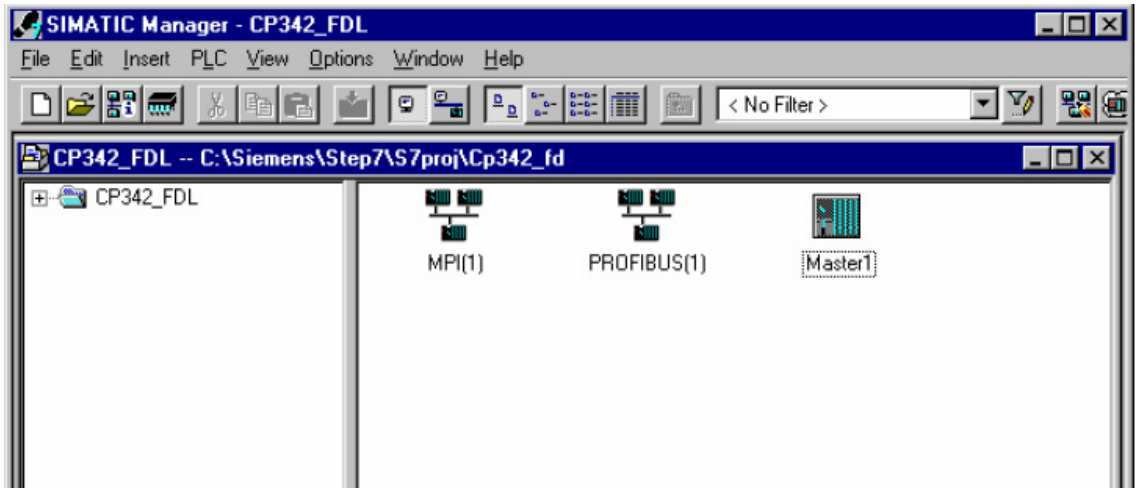
- ابدا بعمل مشروع جديد و سمه CP342_FDL



- ادخل شبكة PROFIBUS فرعية:



- ادخل SIMATIC 300-Station و سمها Master 1.



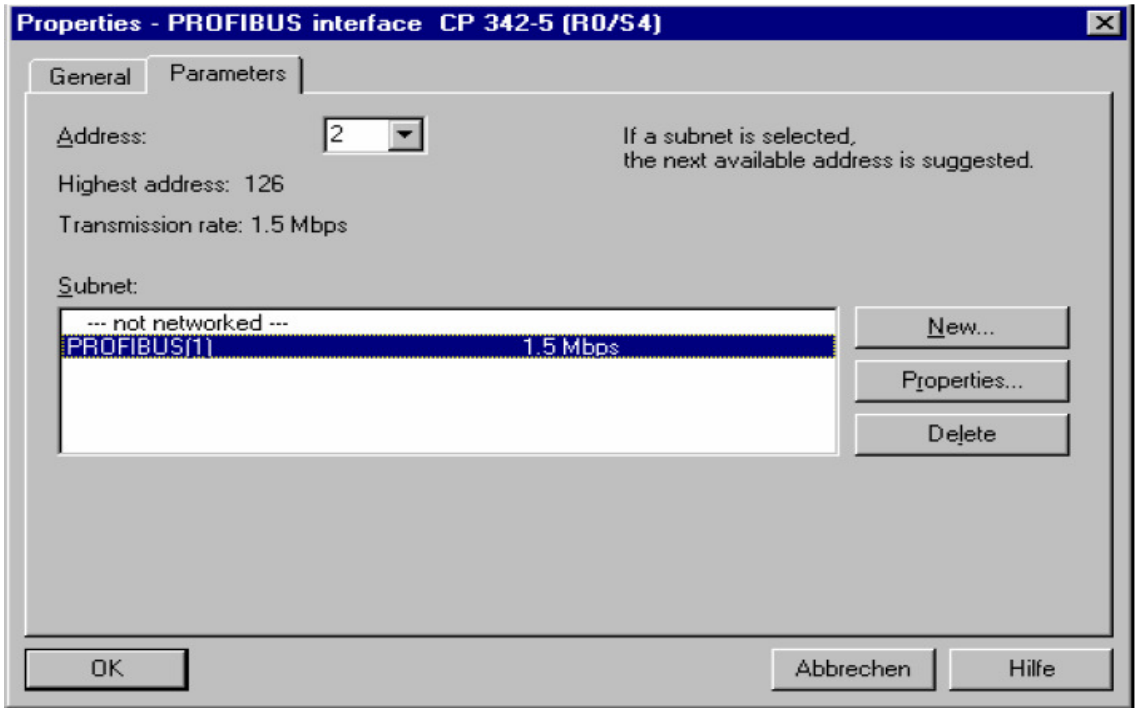
قم بتعريف ال Power Supply و ال CPU و CP باتباع الخطوات التالية:

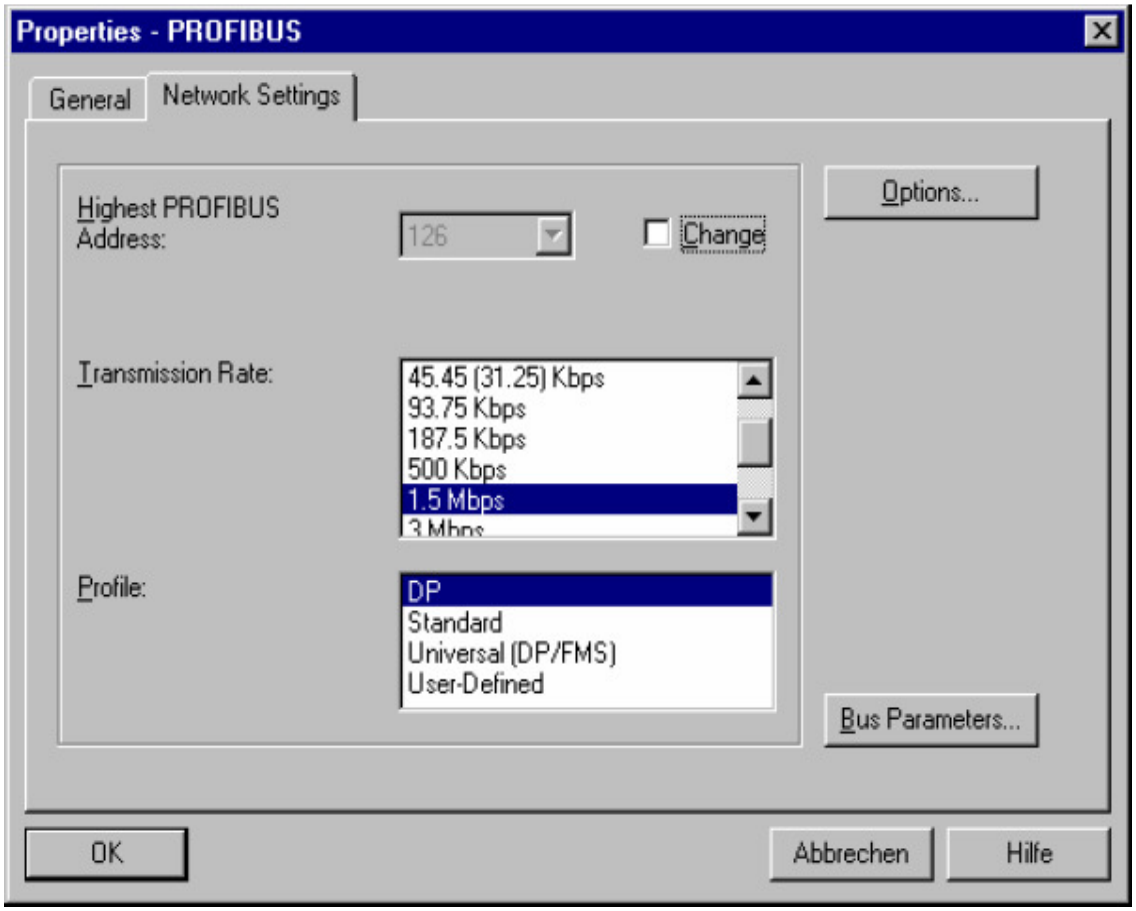
SIMATIC 300 _PS-300 _ PS 307 2A

SIMATIC 300 _CPU-300 _ CPU 314IFM _6ES7 314-5AE03-0AB0 _V1.1

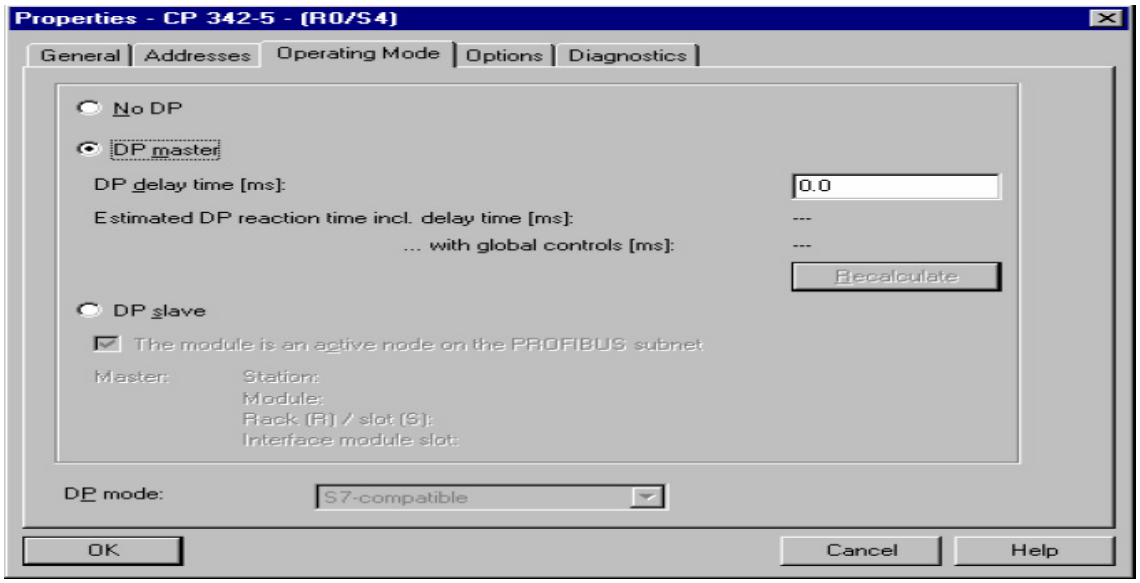
SIMATIC 300 _ PROFIBUS _CP 342-5DP _ 6GK7 342-5DA01-0XE0 _Product Version

عند ادخال ال CP ستظهر لك النافذة التالية, تاكد من ضبط الاعدادات كما هي بالصور:

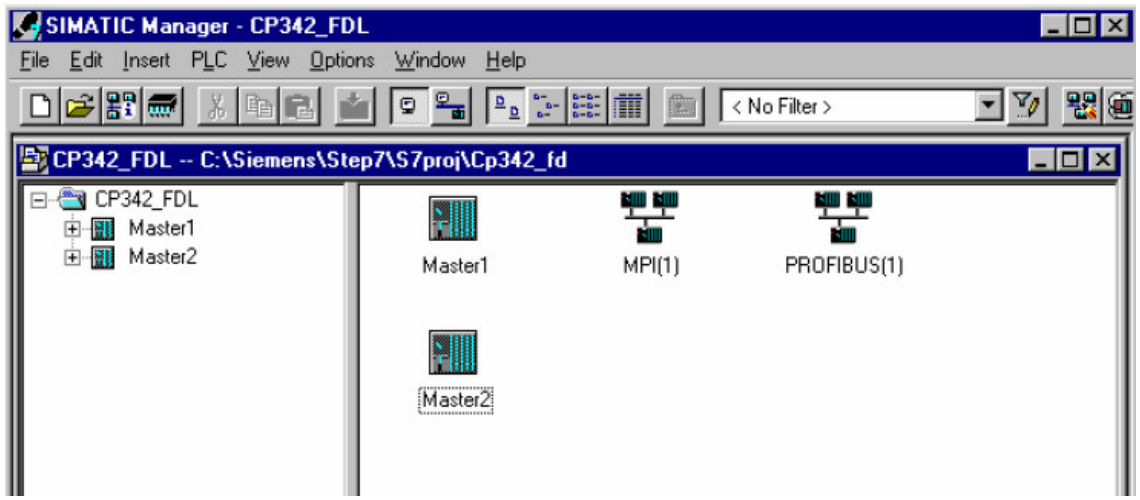




- لاحظ ان عنوان ال CP في جدول العناوين هو PQ 256..271 / PI 256...271, اختر خصائص ال CP من خلال النقر المزدوج على ال CPU, ستظهر لك النافذة التالية, عين ال Operation Mode الى DP Master و اضغط Ok.



اعمل Save و Compile للنظام, و من ثم ادخل SIMATIC 300-Station و سمه Master 2.



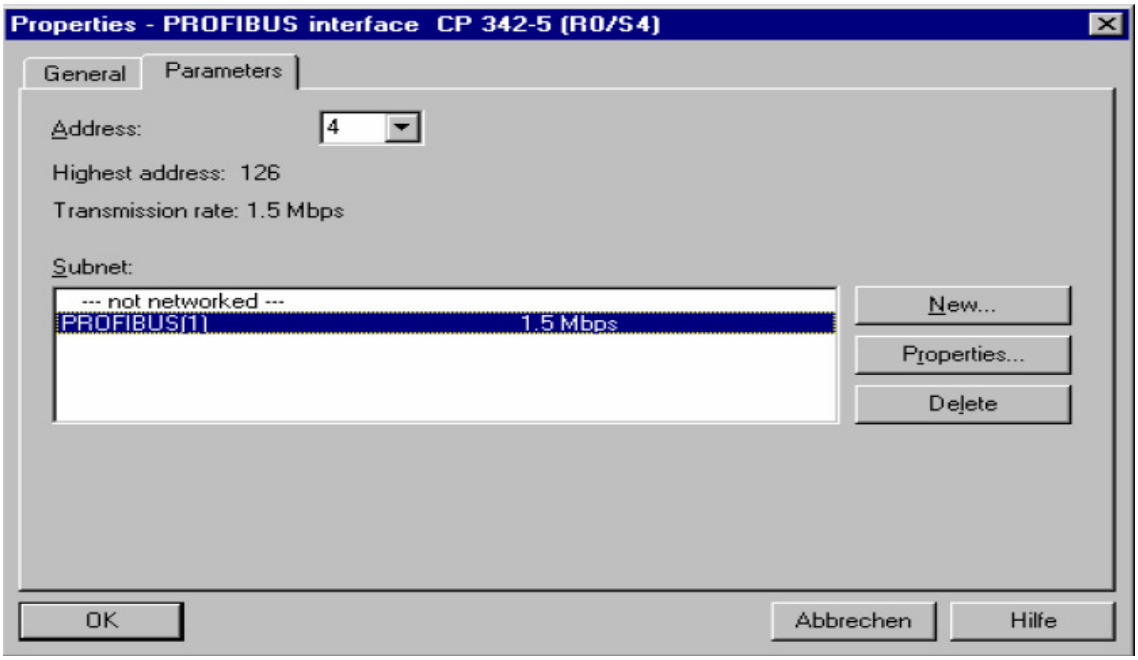
افتح اداة Hardware Manager و عرف القطع التالية:

SIMATIC 300 _PS-300 _ PS 307 2A

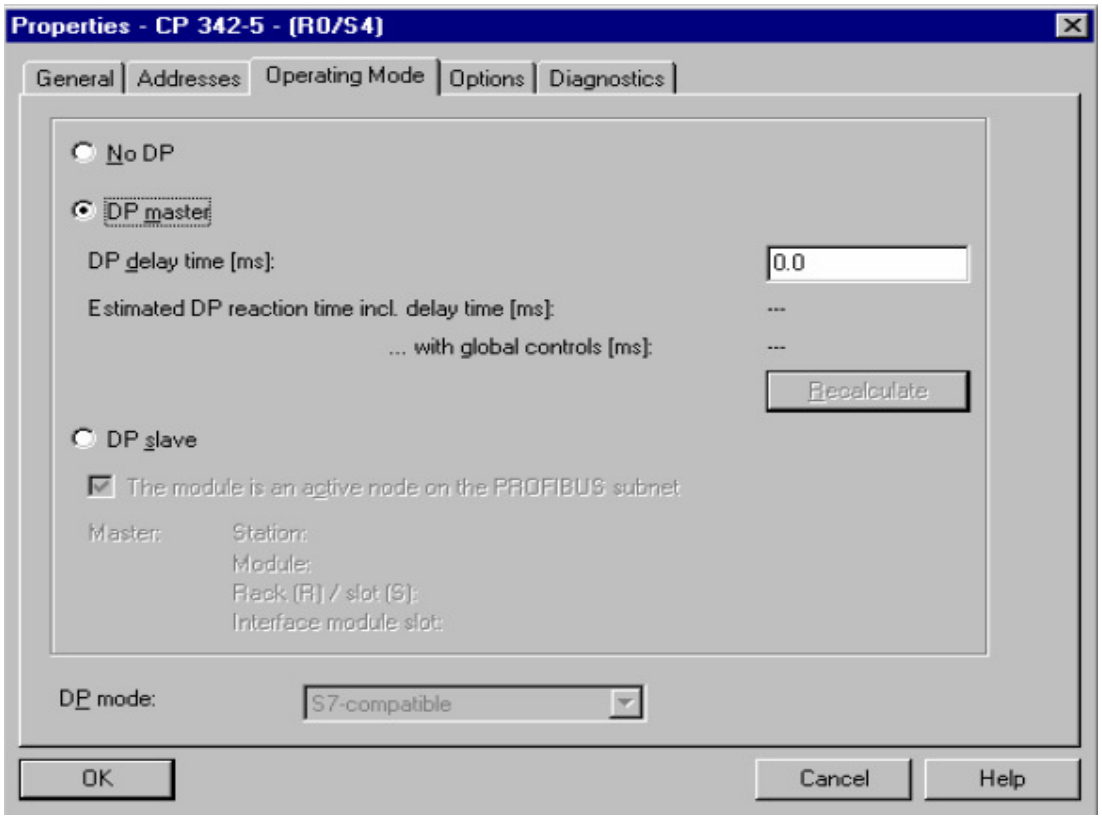
SIMATIC 300 _ CPU-300 _ CPU 314IFM _6ES7 314-5AE03-0AB0 _ V1.1

SIMATIC 300 _ CP-300 _ PROFIBUS _ CP 342-5DP _ 6GK7 342-5DA01-0XE0 _ Product Version 2

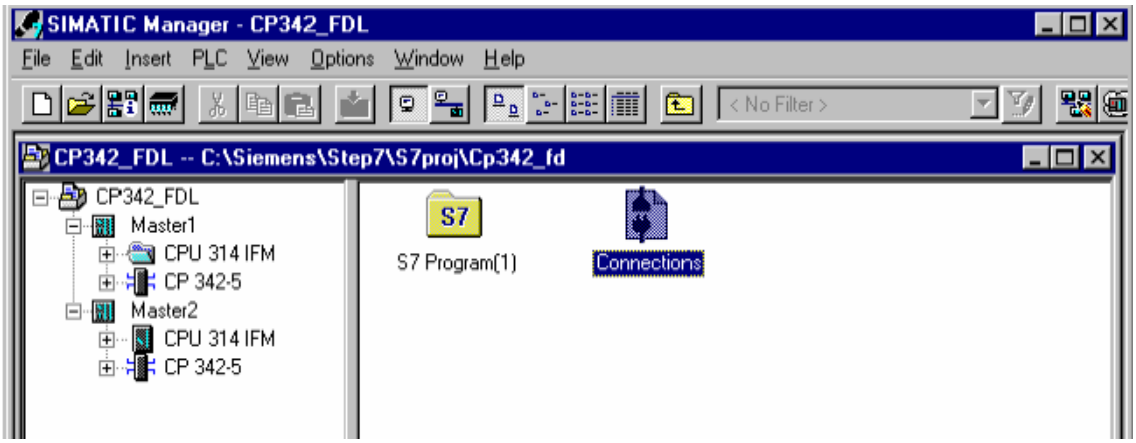
عند ادخال ال CP تاكد من ضبط الاعدادات التالية:



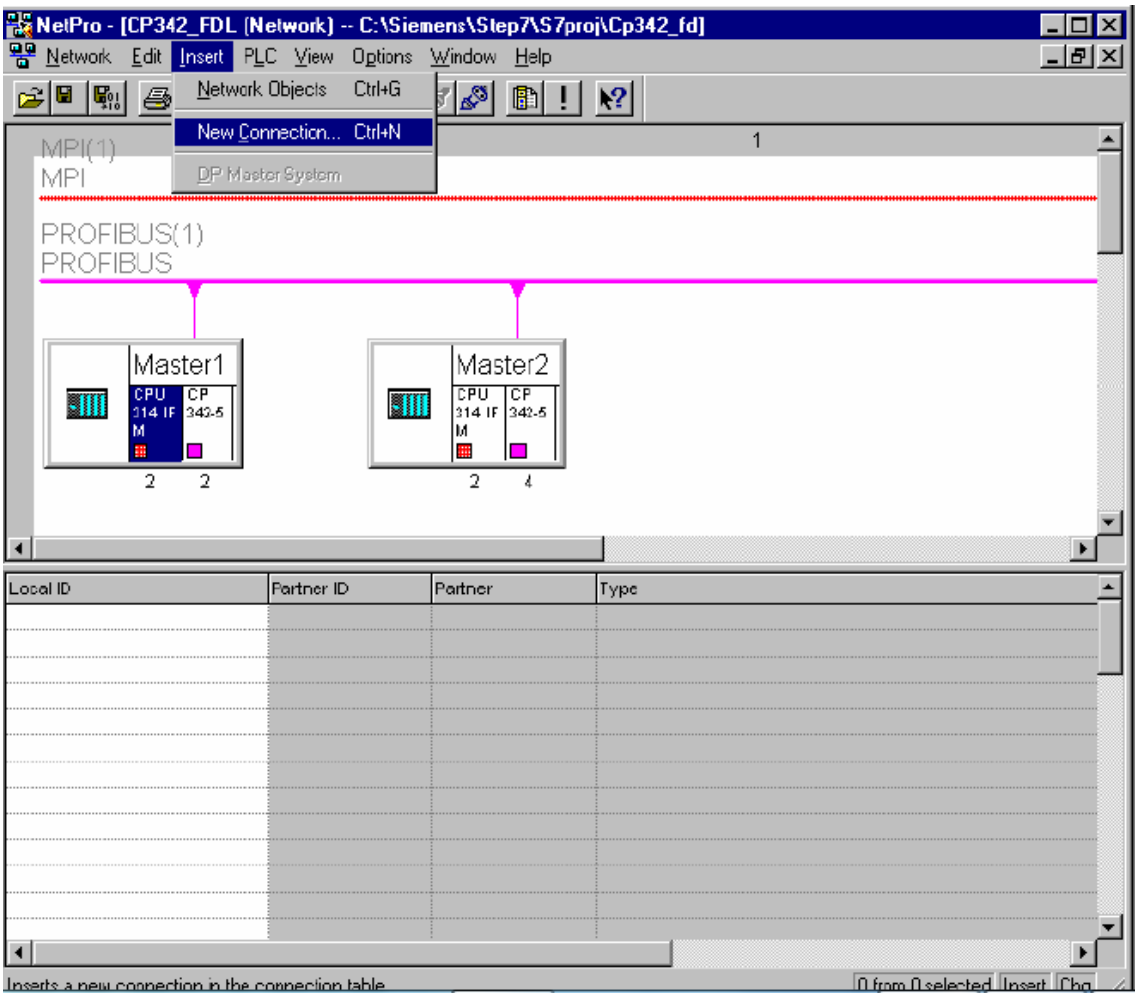
سيكون الامر مماثل للخطوات السابقة, نقر مزدوج على ال CPU, و اختر DP Master:



و من ثم اعمل Save و Compile, بامكانك الان استعراض الشبكة التي قمت بعملها من خلال النقر على Connections:

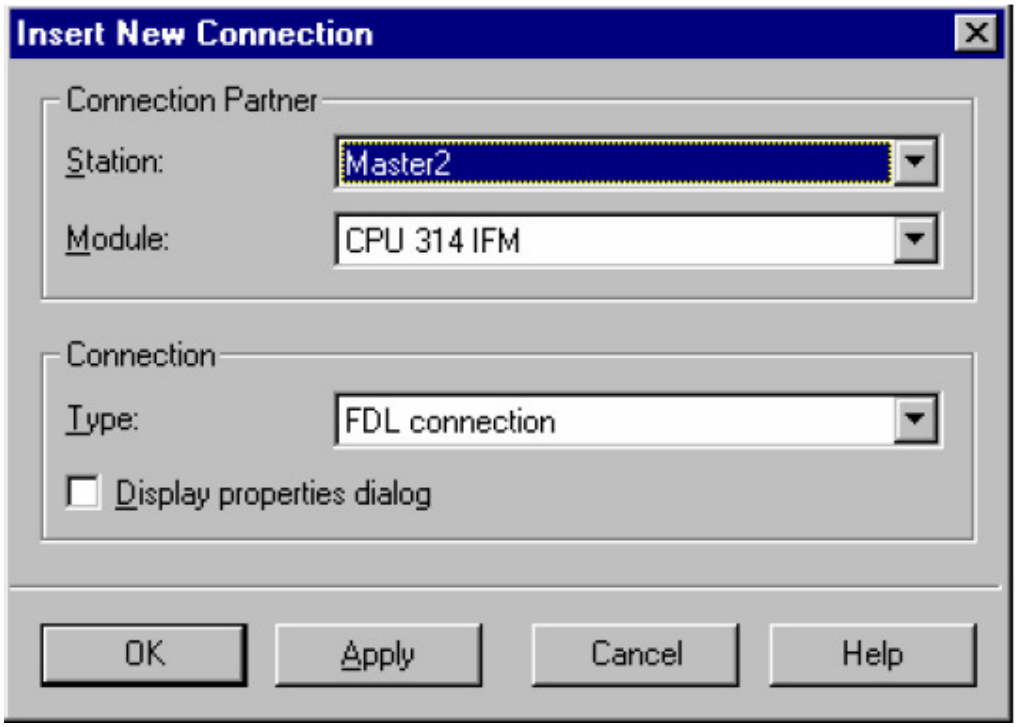


حيث ستظهر لك اداة NetPro, و التي تبين ملخص عن المنافذ المتوفرة من MPI و PROFIBUS, اختر واحدة من ال CPU و ادخل رابط جديد:

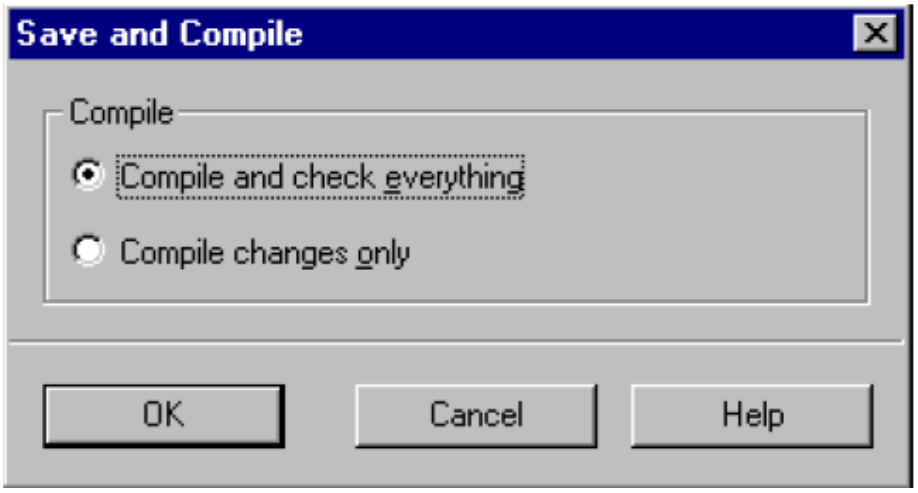


الان سيتم اختيار Mater 2 كشريك ل Master 1, و اما نوع الرابط اختر FDL Connection.

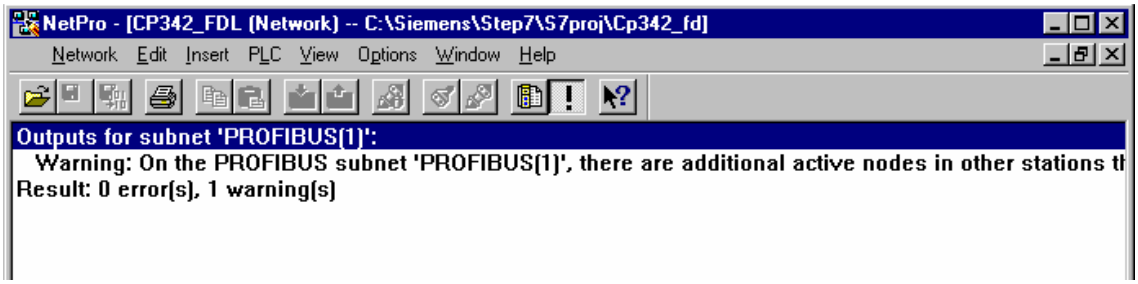
و هو Field bus Data Link و يرمز للبروتوكول المستخدم في طبقة ال Data Link Layer.



- الان قم بعمل Save و Compile:



- ستظهر لك نافذة فيها تحذير, لا مشكلة فقط اغلقها:



- سنتعرف الان كيفية تناقل البيانات, افتح OB1, عادة عند استخدام اكثر من CPU ك Master, يفضل ربط كافة ال I/O المتعلقة ببرنامج CPU بنفس ال CPU قدر الامكان, فمثلا يتم تقسيم المنشاة الصناعية الى اجزاء, و يتم تعيين CPU لكل جزء. في حال الحاجة الى تبادل البيانات بين اثنان من ال CPU يتم استخدام Function Blocks لتفعيل ال FDL Connection, هذا القالب موجود داخل المكتبة Library التالية: SIMATIC_NET_CP, و لاستخدامه لا بد من نسخ القالب الى المشروع.

القالب AG-SEND يعمل على نقل البيانات من خلال ال FDL Connection, عبر معالج الاتصالات CP, و القالب AG-RECV يعمل على استلام هذه البيانات, من الممكن تبادل I/O, بتات الذاكرة Memory Bit, او قوالب بيانات.

الجدول التالي يشرح الاعدادات الضرورية لضبط هذه الاوامر:

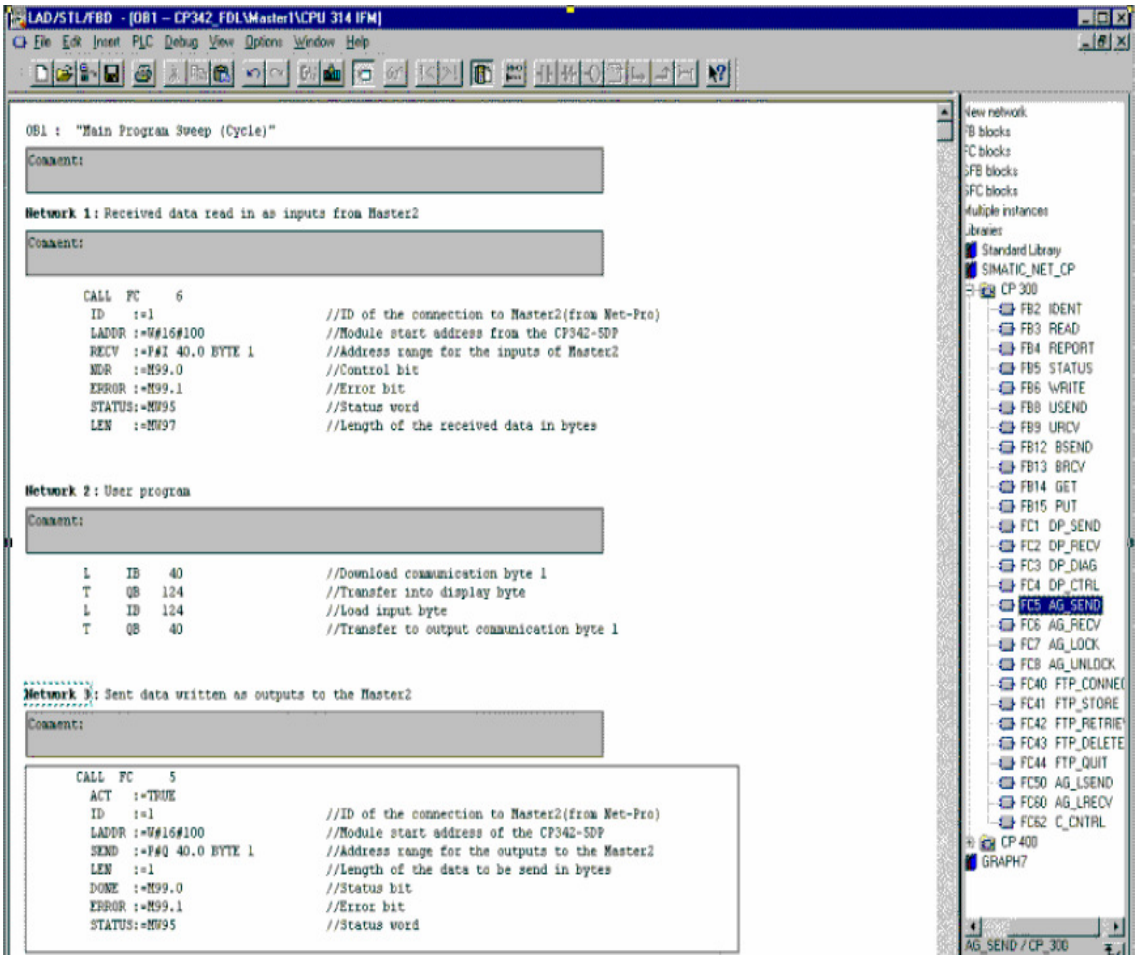
AG-SEND:

الاسم	النوع	القيم	الشرح
ACT	BOOL	0, 1	عرض بيانات الحالة أو عدم عرضها
ID	INT	1, 2,...16	رقم رابط ال FDL Connection
LADDR	WORD		عنوان الوحدة (يمكن الحصول عليه بسهولة من جدول العناوين)
SEND	ANY		عنوان البيانات المراد إرسالها
LEN	INT	1, 2,...240	طول البيانات المراد إرسالها
DONE	BOOL	0: - 1: New data	بت حالة يشير إلى إتمام عملية نقل البيانات بدون أخطاء
ERROR	BOOL	0: - 1: Error	وجود خطا
STATUS	WORD		WORD تشير إلى الحالة

:AG-RECV

الاسم	النوع	القيم	الشرح
ID	INT	1, 2,...16	رقم رابط ال FDL Connection
LADDR	WORD		عنوان الوحدة (يمكن الحصول عليه بسهولة من جدول العناوين)
SEND	ANY		عنوان البيانات المراد استلامها
LEN	INT	1, 2,...240	طول البيانات المراد إرسالها
NDR	BOOL	0: - 1: New data	بت التحكم بعرض البيانات
ERROR	BOOL	0: - 1: Error	وجود خطا
STATUS	WORD		WORD تشير إلى الحالة

و الشكل التالي يبين مثالا لنقل البيانات الموجودة في العنوان P#Q 40.0 byte 1, من خلال استدعاء ال FC AG-SEND.



التطبيق الرابع: PROFINET with 2 X CPU 315F-2 PN/DP

متطلبات مكونات المنظومة Hardware Configuration :

- جهاز حاسوب عليه برنامج Step 7.
- PLC SIMATIC S300 عدد اثنان, مع كل من المكونات التالية مع كل CPU:

- Power supply: PS 307 2A
- CPU: CPU 315F-2 PN/DP
- Digital inputs: DI 16 x DC 24V
- Digital outputs: DO 16 x DC 24V/0.5A

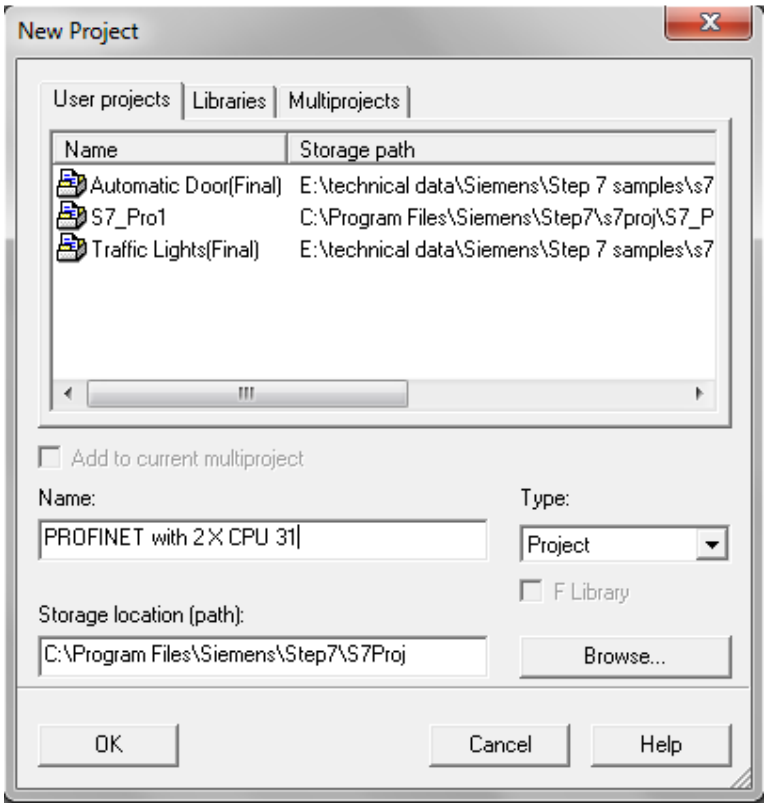
- وصلة ايثرنت بين كل من ال CPUs.

- المداخل و المخارج:

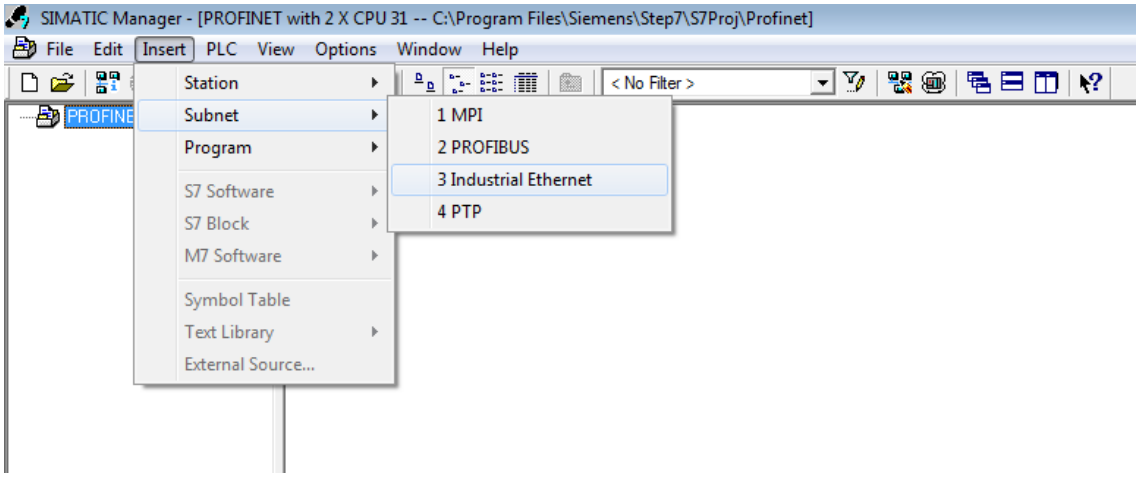
CPU1:
I1.0 REQ Activation of the send request (with positive edge)
I1.1 R Cancelling the send request (with positive edge)
IB 0 SET Input byte
MB 40 Comm_A1 Output communication send buffer Byte1

CPU2:
I1.0 EN_R Activation of Ready to receive (if EN_R == 1)
MB 50 Comm_E1 Input communication receive buffer Byte1
QB 4 DISPLAY Display byte

- الخطوات:
- من Simatic Manager قم بانشاء مشروع جديد.



- قم بادخال شبكة فرعية, Industrial Ethernet:



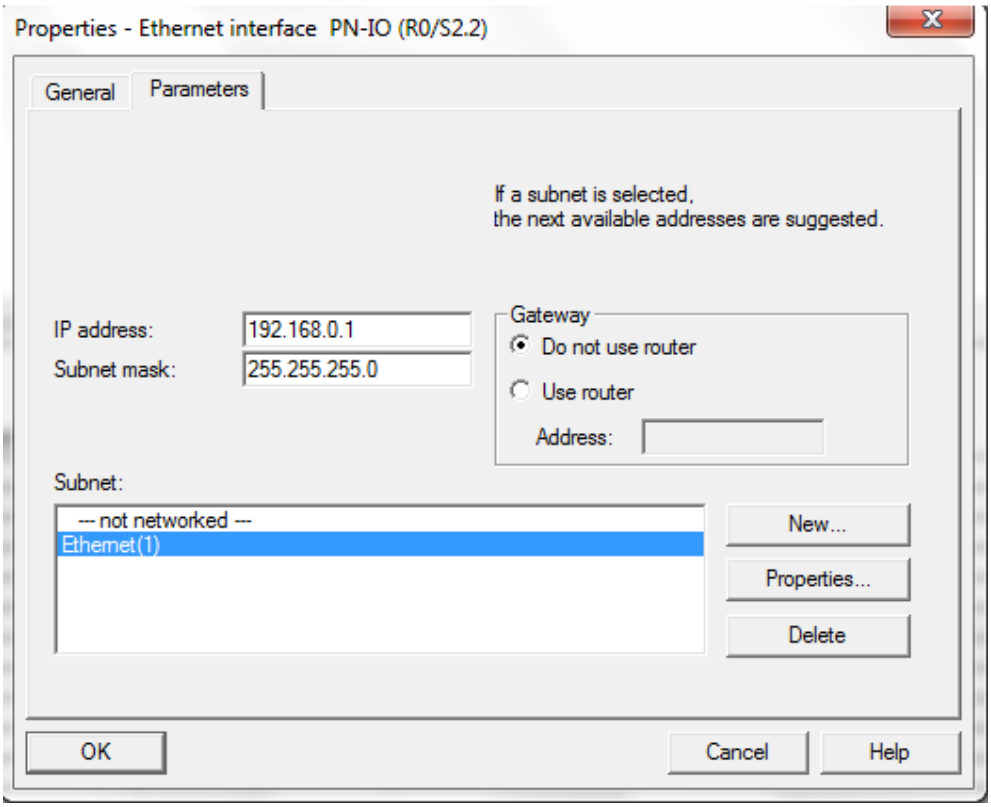
- ادخل SIMATICS S300 Station, ادخل Rail و عرف ال Power Supply و ال CPU

SIMATIC 300 _PS-300 _PS 307 5A

SIMATIC 300 _ CPU-300_ CPU 315F-2 PN/DP _ 6ES7 315-2FH10-0AB0 _ V2.3

SIMATIC 300 _ CPU-300 _ CPU 315F-2 PN/DP _ 6ES7 315-2FH10-0AB0 _ V2.3

- ستظهر لك الشاشة التالية, عرف الاعدادات كما هي في الشكل التالي:



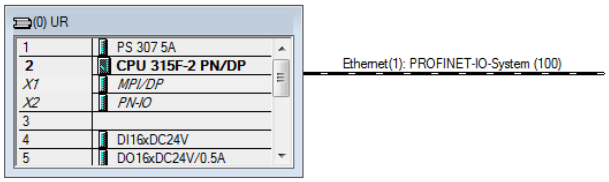
ملاحظات:

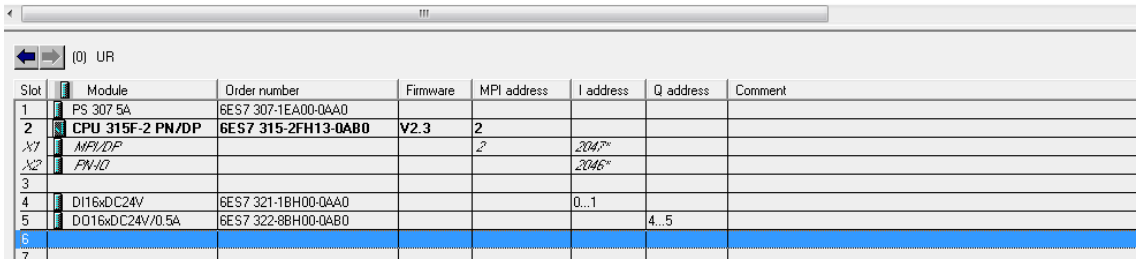
- ال MAC Address: يتكون من مجموعة من الارقام, احداها يشير الى مصنع الكرت (سيمنز مثلا) و البقية ارقام تسلسلية خاصة بالشركة, كل كرت في العالم له MAC Address, و هو مرتبط بالهاردوير.
- ال IP Address: هو عنوان يتم وضعه كما تشاء لتحديد موقع ال CPU على الشبكة عند التعامل مع الايثرنت بروتوكول.
- اكمل ادخال بقية المكونات كالتالي:

SIMATIC 300 _ DI-300 _ SM 321 DI16xDC24V

SIMATIC-300 _ DO-300 _ SM 322 DO16xDC24V/0.5A

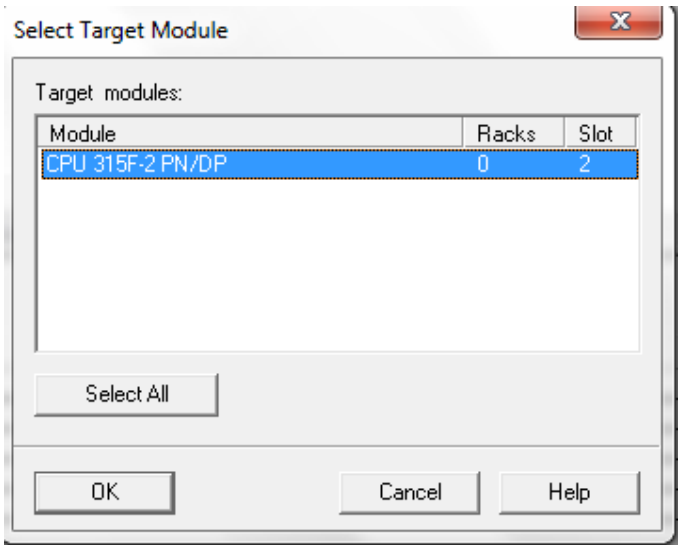
و سيكون الشكل النهائي كالتالي:



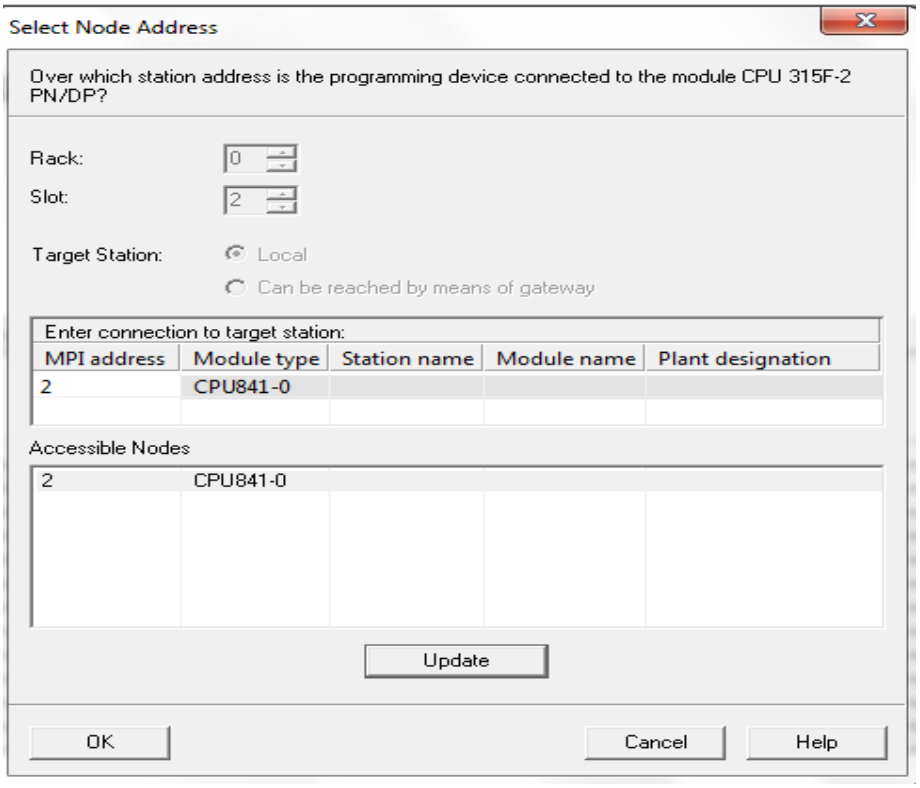


ملاحظة:

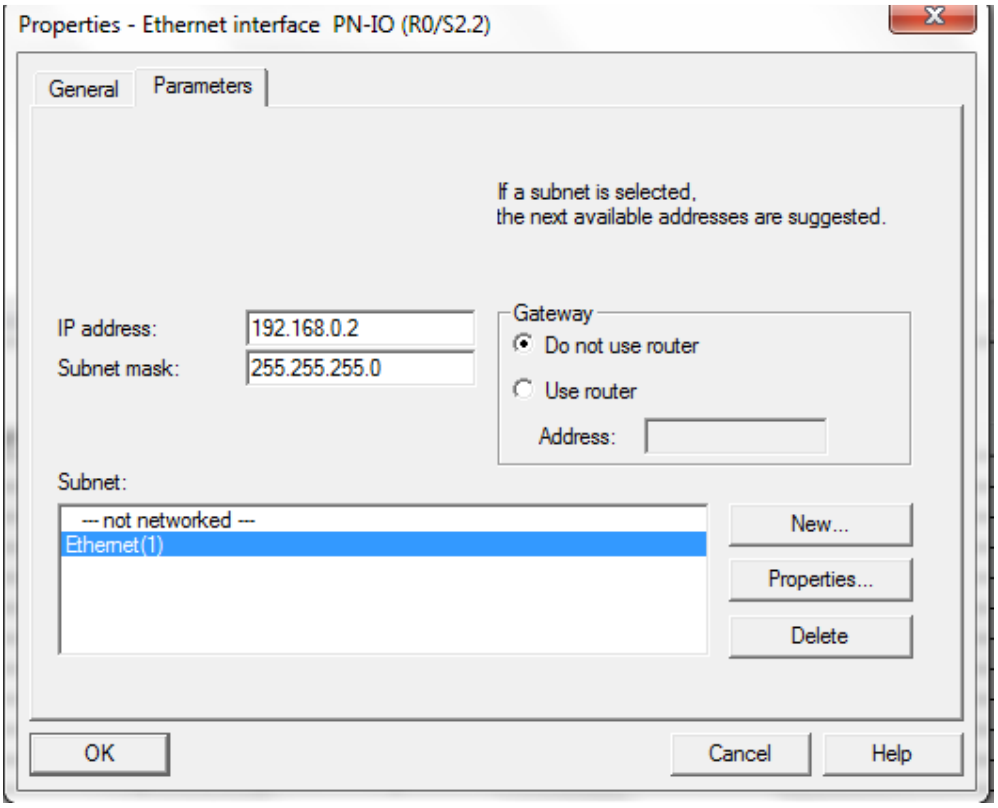
- عند التعامل مع الايثرنت لا بد من التاكد من ان ال PG/PC معرف على TCP/IP.
- الان قم بعمل تنزيل Download, ستظهر لك الرسالة التالية و التي تشير الى ان البيانات سيتم نقلها الى ال CPU:



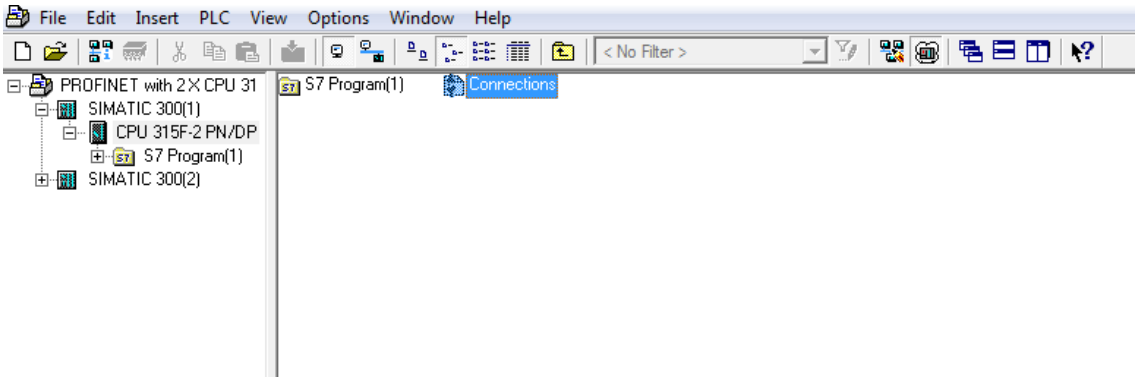
- اضغط OK, و من ثم يمكنك استعراض الاجهزة المربوطة على النظام بالضغط على View من النافذة التالية, ثم اضغط OK.

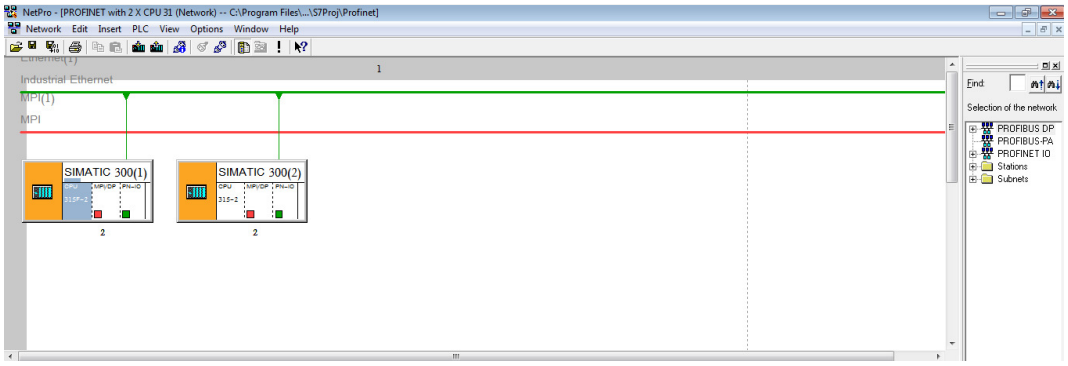


- اعد نفس الخطوات السابقة و ادخل ال CPU الثانية مع نفس الهاردوير.
- تاكد من تغيير ال IP Address الى 192.168.0.2 كما في الشكل التالي:

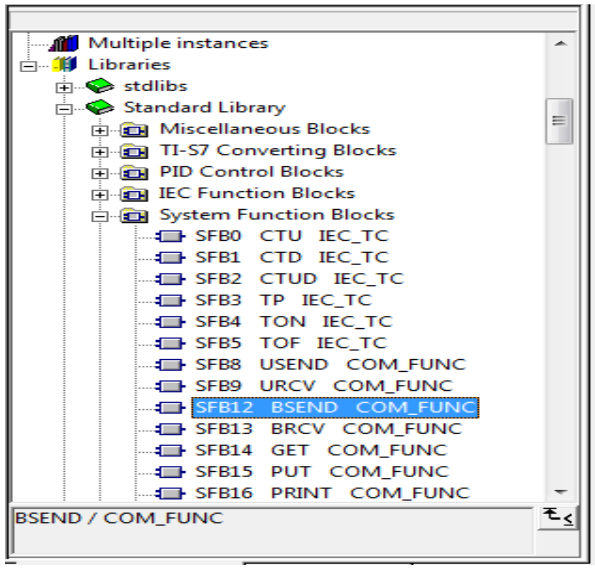


- يمكن استعراض الروابط الموجودة من خلال الضغط على Connections الموجودة تحت اي من ال Stations كما في الشكل التالي:





- يتم ارسال البيانات بين ال CPUs من خلال القالب Block ,"BSEND" SFB12, و استقبال البيانات من خلال القالب Block ,"BRCV" SFB13, و الموجود داخل مكتبة ال Standard Library كما هو مبين في الشكل التالي:



- و الجدول التالي يبني شرح اعدادات القالب "BSEND" SFB12:

الاسم	الإعلان	النوع	الشرح
REQ	INPUT	BOOL	تفعيل نقل البيانات
R	INPUT	BOOL	عمل RESET
ID	INPUT	WORD	العنوان المطلوب نقل البيانات منه
DONE	OUTPUT	BOOL	بت حالة يشير إلى إتمام عملية نقل البيانات بدون أخطاء
ERROR	OUTPUT	BOOL	وجود خطا
ERROR INDICATION	OUTPUT	WORD	حالة الخطأ
SD-1	IN-OUT	ANY	عنوان البدء للبيانات المراد نقلها
LEN	IN-OUT	WORD	طول البيانات المراد نقلها

- اما الجدول التالي فيشرح اعدادات القالب ,"BRCV" SFB13:

الاسم	الإعلان	النوع	الشرح
EN-R	INPUT	BOOL	تفعيل استقبال البيانات
R	INPUT	BOOL	عمل RESET
ID	INPUT	WORD	العنوان المطلوب نقل البيانات منه
DONE	OUTPUT	BOOL	بت حالة يشير إلى إتمام عملية نقل البيانات بدون أخطاء
ERROR	OUTPUT	BOOL	وجود خطا
ERROR INDICATION	OUTPUT	WORD	حالة الخطأ
RD-1	IN-OUT	ANY	عنوان البدء للبيانات المراد نقلها
LEN	IN-OUT	WORD	طول البيانات المراد نقلها

- و الشكل التالي يمثل استخدام القالب لنقل flag byte MB40:

```
OB1 :  "Main Program Sweep (Cycle)"
Netzwerk 1: Specify length of send area
      L     W#16#1                  //Load Value 1 in hexa-decimal code
      T     MW    10                //Transfer in flag word MW10


Network 2: Write inputs to send buffer
      L     EB     0                 //Load input byte IB0
      T     MB    40                 //Transfer in send buffer flag word MW40


Network 3: Send data to Station2/Send-buffer MB40

      CALL  "BSEND" , DB12        //Call Send block SFB12 (BSEND) with instance DB DB12
       REQ   :=E1.0               //Activate Send request (with positive edge)
       R     :=E1.1               //Cancel Send request (with positive edge)
       ID    :=W#16#1             //ID of connection to other station (from NetPro)
       R_ID  :=DW#16#1            //R-ID on sender side has to match R_ID on receiver side
       DONE  :=M80.0              //Diagnostic info DONE indicates that request was executed without fault
       ERROR :=M80.1              //Diagnostic information ERROR indicates that an error occurred
       STATUS:=MW82               //Diagnostic info STATUS provides detail info about occurring errors
       SD_1  :=P#M 40.0 BYTE 1    //Data area that is to be sent (here: MB40)
       LEN   :=MW10               //Length indication of the send area in bytes (only I,O,F,D,L; no constants
      NOP   0
```

```
OB1 :  "Main Program Sweep (Cycle)"
Netzwerk 1: Receiving data from Station1/Receive buffer MB50
      CALL  "BRCV" , DB13         //Call of receive block SFB13 (BRCV) with instance DB DB 13
       EN_R  :=E1.0               //Activation of Ready to receive (for EN_R == 1)
       ID    :=W#16#1             //ID of connection to the other station (from NetPro)
       R_ID  :=DW#16#1            //R_ID on receiver side has to match the R_ID on the sender side
       NDR   :=M90.0              //Diagnostic info NDR indicates if request was completed successfully
       ERROR :=M90.1              //Diagnostic information ERROR indicates that an error occurred
       STATUS:=MW92               //Diagnostic info STATUS provides detail info about occurring errors
       RD_1  :=P#M 50.0 BYTE 1    //Data area that is to receive (here: MB50)
       LEN   :=MW12               //Length of received data in bytes
      NOP   0

 Network 2: Read out receive buffer and indicate at outputs
      L     MB    50              //Load receive buffer flag byte MB50
      T     AB     4              //Transfer to output byte QB4
```