بسم الله الرحمن الرحيم

هذه مقدمة لكتابي مكونات منظومة التحكم SIMATIC STEP 7 سائلا المولى عز وجل أن ينفع بها المختصين في شتى المجالات ولا تنسونا من صالح الدعاء

مهندس صالح سعيد بوحليقة
محطة كهرباء الزويتينة الغازية - ليبيا
Email- zwuitina@yahoo.com

المحاضرة التقنية للمهندس م/صالح سعيد بوحليقة

منظومة التحكم SIMATIC STEP 7

شرح لمكونات منظومة التحكم SIMATIC STEP 7

المجلة الفنية

إعداد مهندس صالح سعيد بوحليقة

منظومة التحكم SIMATIC STEP 7

تعتبر منظومة التحكم step7 من أكثر منظومات التحكم شيوعا في العالم ويرجع الفضل في ذلك إلى تميزها بسهولة التركيب والبرمجة والاستخدام حيث كانت البداية مع ظهور منظومة التحكم step 5 التي تمتاز بسرعتها العالية في التطبيقات ومن ثم جاءت منظومة التحكم step7 كمطور للمنظومة ثم تم تطوير المنظومة إلى إصدارتها المتلاحقة إلى أن وصلة إلى step7 400 وفيمايلى مراحل تطوير المنظومة

STEP 5
STEP 7 200
STEP 7 300
STEP 7 400

مقدمة

في جميع أجهزة الحاسوب يتم إدخال وإخراج البيانات ومعالجتها عن طريق الكود الثنائي (0 او1) حيث يمكن تمييز إشارة 0 من 1 عن طريق زمن نبض الإشارة بحيث يكون زمن نبض 0 هو 2µS و1 4µS

أنواع الأنظمة

- نظام ثنائي

وهو يتكون من 0 أو 1 اى إن الإشارة إما إن تكون 1 بمعنى ON أو 0 بمعنى OFF

- نظام ثماني

وهو يتكون من ثمانية أرقام من 0 إلى 7

0 1 2 3 4 5 6 7 10 11 12 13 14 15 16 17 20 21 23 24 25 26 27 30

- نظام سادس عشر

وهو يتكون من ست عشر رقم من 0 إلى F

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 FA B C DE F 10 11 12 13 14 15 1A 1B 1C 1D 1E 1F 20

والجدول أدناه يوضح كل رقم في نظام السادس عشر وقيمة الثنائية :-

الرقم السادس عشر	القيمة الثنائية
0	0000
1	0001
2	0010
3	0011
4	0100
5	0101
6	0110

0111	7
1000	8
1001	9
1010	A
1011	B
1100	C
1101	D
1110	E
1111	F

تقسيم الكود

1= bit

0=bit

01010101 = 8bit = 1byte

0101010101010101 =16bit = 2byte = word

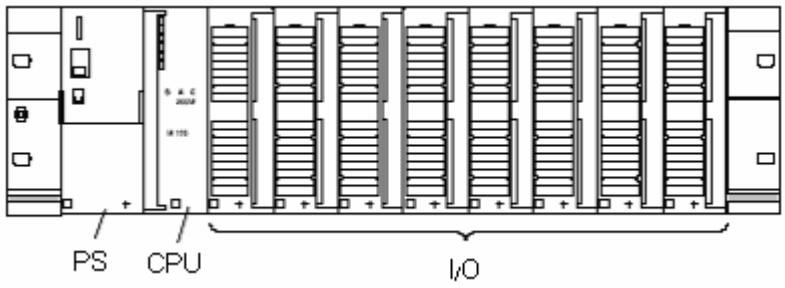
01010101010101010101010101010101 32bit =4byte =2word = Dword

بما سبق هناك أنظمة تعمل ب bit16 مثل نظام التشغيل دوس وأنظمة تعمل ب bit32 مثل نظام التشغيل ويندوز وحاليا نظام التشغيل ويندوز xp يعمل ب 64 bit .

مكونات منظومة التحكم STEP 7

تتكون منظومة منظومة التحكم STEP 7 من الأجزاء التالية
نظام الإدخال الرقمي INPUT BINARY CARD
نظام الإدخال القياسي INPUT ANALOG CARD
نظام الخراج الرقمي OUTPUT BINARY CARD
نظام الإخراج القياسي OUTPUT ANALOG CARD
وحدة المعالجة المركزية PROCESSER UNIT
نظام الربط الداخلي PROFYBUS
نظام الربط الخارجى PROFYNET
نظام الإدخال والإخراج الشاملة ET200M,IM640

المكونات الرئيسية

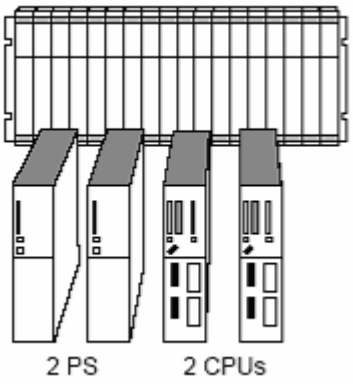


تتكون منظومة التحكم step7 من

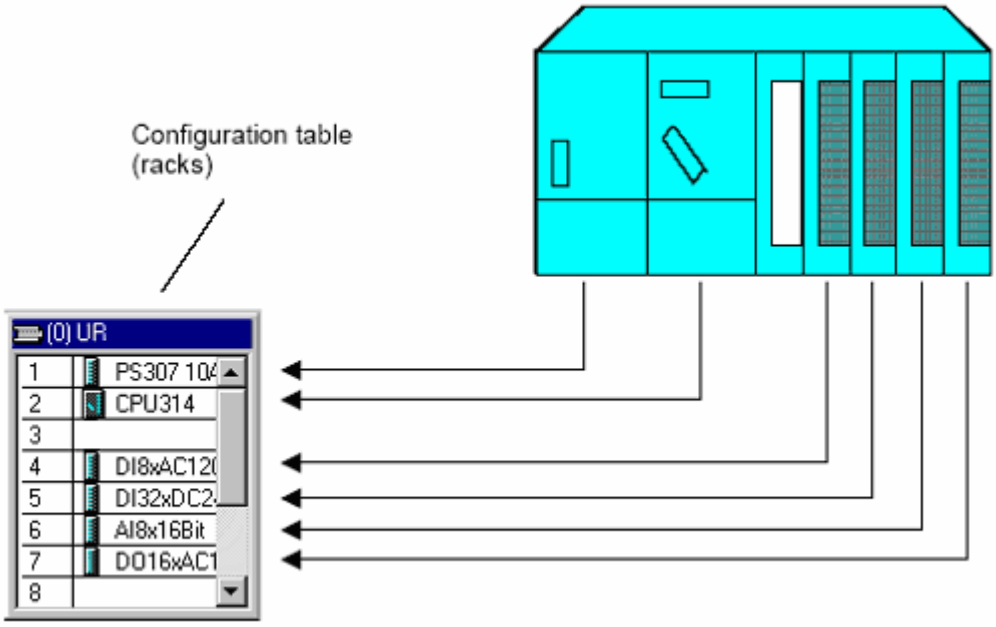
- اللوحة الأم mother board
- كرت التغذية الكهربائية power supply
- كرت وحدة المعالجة المركزية CPU
- كروت الأدخال input card
- كروت الإخراج output card
- كرت الربط interface card

اللوحة الأم mother board

وفيها يتم تثبيت جميع مكونات المنظومة وهى تحتوى على مداخل slot معنونة (مرقمة) ليتم تثبيت الكروت فيها



الشكل أعلاه يوضح ألوحة الأم مع كرت التغذية الكهربائية والمعالج
ويجب تعريف كل كرت في مكانه في لغة البرمجة ومن ثم تحميل البرنامج إلى المعالج لكي يتم التواصل معها والتعرف عليها كوحدات إدخال وإخراج وربط للإشارات



الشكل أعلاه يوضح منظومة التحكم ونافذة التعريفات في لغة البرمجة حيث
PS307 10A كرت التغذية الكهربائية بتيار 10A
CPU314 وحدة المعالجة المركزية نوع STEP7 314
DI8xAC120V وحدة إدخال دجيتال 8 بت بجهد 120 فولت متردد

DI32xDC24V وحدة إدخال دجيتال 32 بت بجهد 24 فولت مستمر
AI8x16bit وحدة إدخال قياسية 16 بت
DO16xAC120V وحدة إخراج دجيتال 16 بت بجهد 120 فولت متردد
راجع كتاب (Plc ste7-300 Arabic) لمعرفة طريقة تكوين المنظومة في لغة البرمجة

كرت التغذية الكهربائية power supply

وفية يتم التغذية بالجهد اللأزم لتشغيل المنظومة مثل 5V,15V,24V حيث يتم تثبيت كرت التغذية في المدخل رقم 1 (slot 1) كما هو موضح في الشكل أعلاه

وحدة المعالجة المركزية CPU

وفيها يتم معالجة جميع إشارات الدخل والخرج عن طريق برنامج معد ليتحكم في منظومة معينة مثل المصانع والتربينات الغازية والبخارية الخ

وتتكون من ثلاثة أجزاء رئيسية

1. وحدة التحكم
2. وحدة الحساب والمنطق
3. وحدة الذاكرة

-وحدة التحكم

وحدة التحكم هي الوحدة التي تتحكم بمسيرة البيانات داخل المعالج وتنسق بين مختلف أجزاء المعالج للقيام بالعمل المطلوب وتتولى مسؤولية

التأكد من عدم وجود أخطاء في التنسيق ، لذا هي العقل المدبر للمعالج .

وحدة الحساب والمنطق:-

وفيها يقوم المعالج بجميع العمليات الحسابية والمنطقية مثل + و- و* و/ والمنطقية مثل AND ,OR ,NOR, NAND يتم تخزين الأرقام المراد أجرا عملية حسابية عليها في مسجلات.

المسجلات

المسجلات هي عبارة عن نوع من الذاكرة السريعة جداً جداً (بالمناسبة هي أسرع أنواع الذاكرات في الحاسب الشخصي) تستعمل لكي يخزن فيها المعالج الأرقام التي يريد أن يجري عليها حساباته ، فالمعالج لا يمكنه عمل أي عملية حسابية إلا بعد أن يجلب الأرقام المراد إجراء العمليات عليها إلى المسجلات . توجد المسجلات داخل وحدة الحساب والمنطق

وحدة الذاكرة

وحدة الذاكرة هي ذاكرة صغيرة تشبه الذاكرة العشوائية إلا أنها أسرع منها وأصغر وتوضع على ناقل البيانات بين المعالج والذاكرة في أثناء عمل المعالج تقوم الذاكرة بقرائه وكتابة البيانات والتعليمات من والى الذاكرة بصورة مستمر

أنواع الذاكرة

EPROM وفيها يتم تخزين البرنامج التشغيلي للمعالج user program وسعتها

EEPROM وفيها يتم تخزين البرنامج التنفيذي للوحدة instruction program وسعتها

RAM تستخدم لاستدعاء البرنامج التنفيذي instruction program في CPU عند تنفيذ البرنامج

Flash وهى من احدث أنواع الذاكرة وهى شبيها ب EEPROM إلا إن سعتها كبيرة جدا وتستخدم لتخزين البرنامج التنفيذي والأحداث

وعادتا تثبت وحدة المعالجة المركزية CPU في المدخل 2 (slot 2) كما هو موضح في الشكل أعلاه

وتحتوى على مفتاح لتحديد وضع إل CPU إلى الأوضاع التالية:-

- وضع تشغيل RUN
- وضع إيقاف STOP
- وضع تحميل بيانات SF

وضع تشغيل RUN

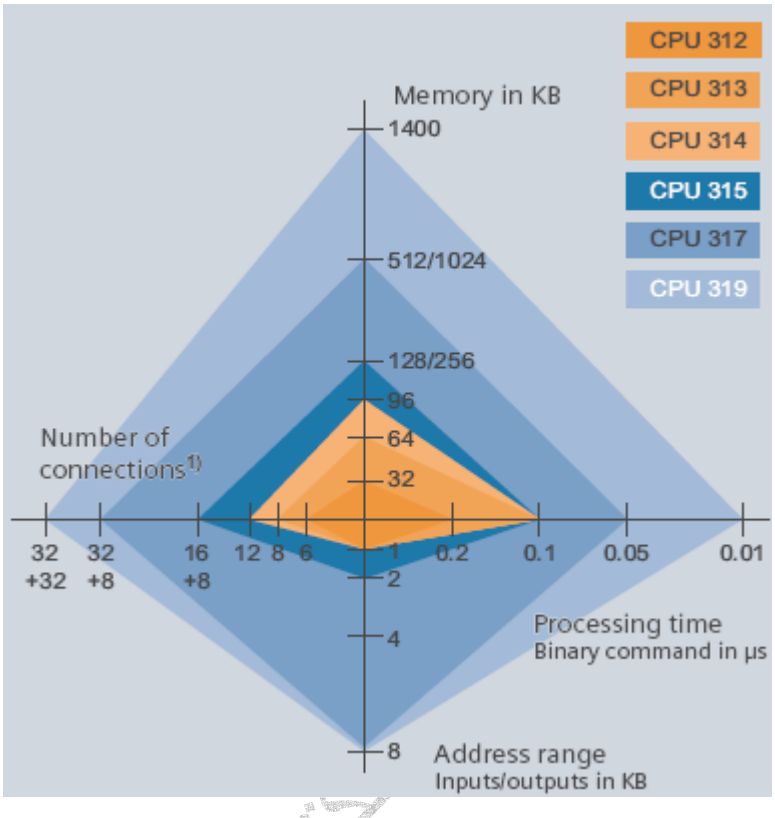
حيث تكون CPU في حالة تشغيل تحت للبرنامج التنفيذي للمعالج بصورة مستمرة إلى إن يتم إيقاف التشغيل المعالج عن طريق الوضع STOP وذالك في حالة تحميل البرنامج التنفيذي

كما يمكن تغيير وضع المعالج عن طريق لغة البرمجة الخاصة بالمنظومة

ويتم تحميل البرنامج عن طريق وصلات خاصة للمنظومة مثل وصلة USB,TTY,COM1 حيث يستخدم TTY,COM1 في منظومة البرمجة PG راجع كتاب (Plc ste7-300 Arabic)

نوع المعالج	CPU200	CPU319	CPU429
اقل وقت لمعالجة بت واحدة	0.22µs	0.01µs	0.018µs
الذاكرة الكلية	256KB	8MB	30MB
عدد وحدات الإدخال والإخراج	120digital,30analog	8192 bytes	16384 bytes

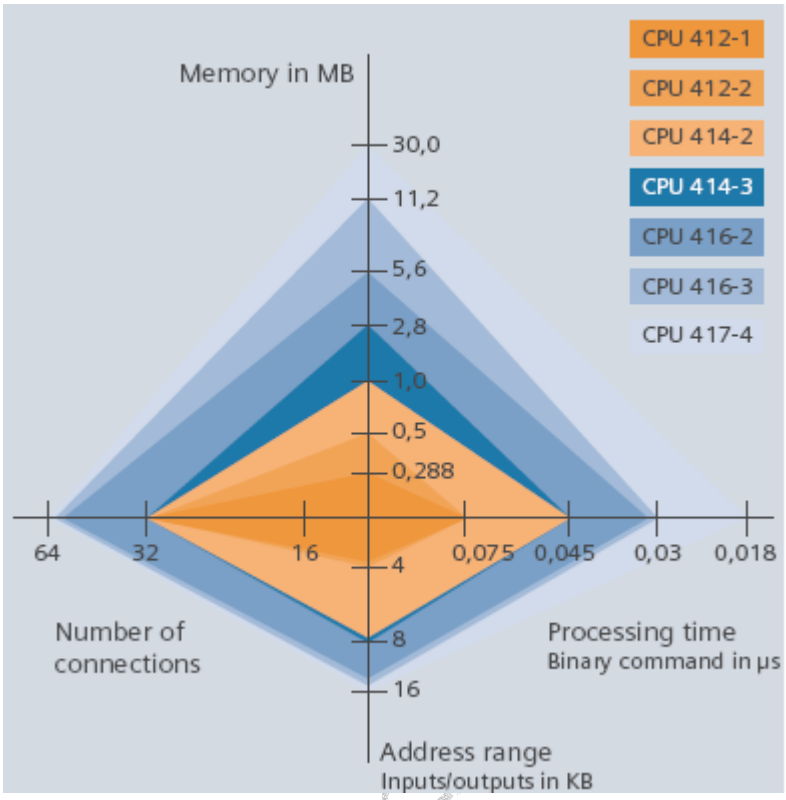
منظومة التحكم SIMATIC STEP 7 300



الشكل أعلاه يوضح خصائص وأنواع المعالجات لمنظومة التحكم SIMATIC STEP 7 300

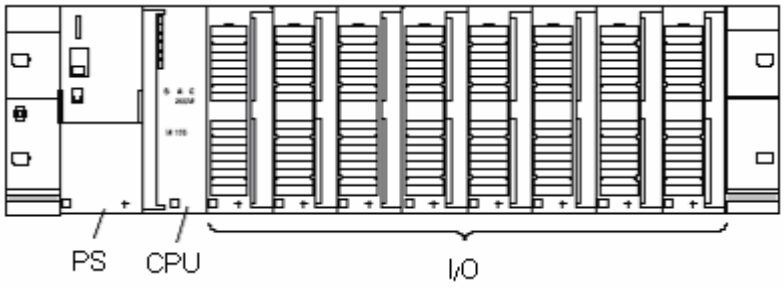
منظومة التحكم SIMATIC STEP 7 400

د/صالح سعيد بو حليقة



الشكل أعلاه يوضح خصائص وأنواع المعالجات لمنظومة التحكم SIMATIC STEP 7 400

عناوين الإشارات في منظومة التحكم SIMATIC STEP 7



تتم العنونة بمداخل الكروت في منظومة SIMATIC STEP 7 عن طريق موقع الكرت في المدخل slot في اللوحة الأم كما في الشكل أعلاه وعادتا يكون المدخل الأول slot1 خاص بكرت التغذية الكهربائية والمدخل الثاني slot2 للمعالج CPU وبقية المداخل يتم تخصيصها لكروت الإدخال والإخراج المختلفة وكروت الربط

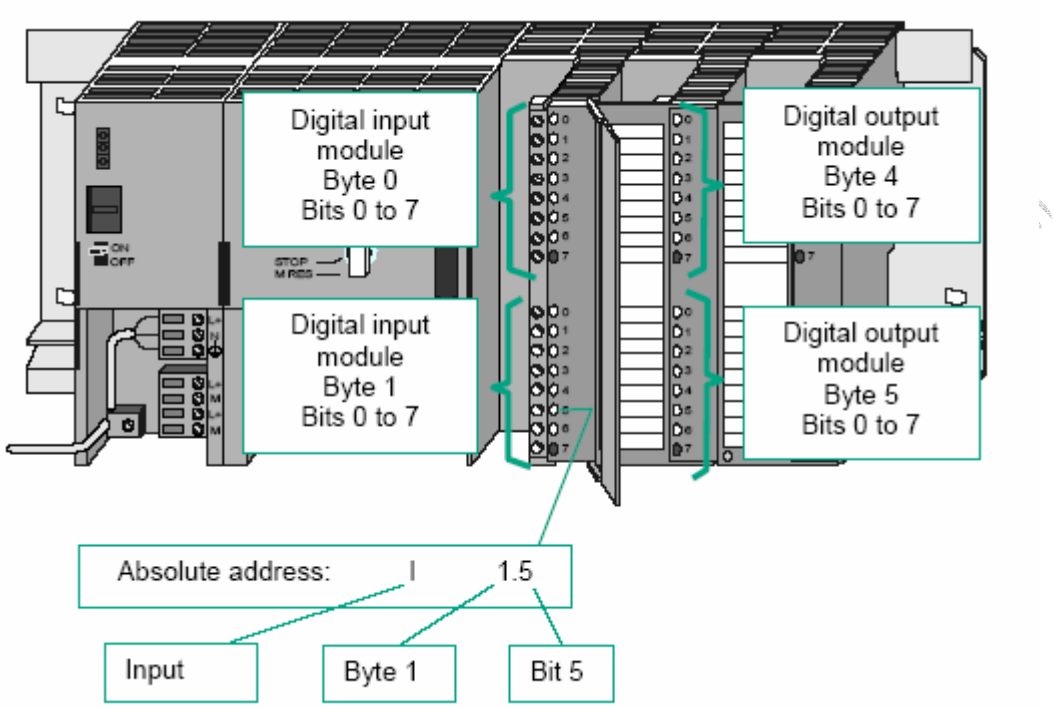
وتنقسم الإشارات إلى التقسيم التالي

إشارات إدخال دجيتال بمعنى إما 0 أو 1 ويعبر عنة ب I

إشارات إخراج دجيتال بمعنى إما 0 أو 1 ويعبر عنة ب Q

إشارات إدخال قياسية input analog ويتم التعبير عنها بالنسبة المئوية وهى تمثل قيمة قياسية مثل قياس الحرارة والضغط والسرعة الخ وفى منظومة التحكم STEP 7 تستخدم عدة أنواع منها 8 بت و16 بت و32بت ويعبر عنها بحسب نوعها كما سياتى

إشارات إخراج قياسية output analog ويتم التعبير عنها بالنسبة المئوية وهى تمثل قيمة إخراج قياسية تستخدم في منظومات التحكم القياسية وأجهزه القياس والمسجلات الخ وفى منظومة التحكم STEP 7 تستخدم عدة أنواع منها 8 بت و16 بت و32بت ويعبر عنها بحسب نوعها كما سياتى



في الشكل أعلاه يوضح طريقة عنونة اللأشارات على حسب موقع الإشارة في الكرت

مما سبق عرفنا إن الثمانية بت تسمى بايت Byte حيث نلاحظ في الكرت الأول في الشكل أعلاه إن ثمانية بت الأولى تعنون بالبايت 0 (Byte 0) وان الثمانية بت الثانية تعنون بالبايت 1 (Byte 1) مع كون إن كل بت تعتبر إشارة ثنائية مستقلة حيث تكون أول إشارة في الكرت الأول في البايت الأولى هي I0.0 والإشارة الثانية هي I0.1 وهكذا إلى أخر إشارة في البايت الأولى وهى I0.7 وأيضا تكون أول إشارة في الكرت الأول في البايت الثاني I1.0 والإشارة الثانية هي I1.1 وهكذا إلى أخر إشارة في البايت الثانية وهى I1.7 مع ملاحظة إن الكرت الأول من نوع كرت إدخال دجيتال (input digital) 16 bit حيث يتم تقسيم الكرت إلى قسمين كل قسم يحتوى على 8بت وتسمى بايت

ملاحظة من خلال الشكل أعلاه نلاحظ إن المدخل 1 (slot 1) غير مستخدمة فلذالك يتم إلغاء البايت الثاني والثالث Byte 2,Byet 3 والمدخل 2 (slot 2) مثبت فيه كرت من نوع إخراج دجيتال (output digital) 16 bit ويتم تقسيم الكرت إلى قسمين كل قسم يحتوى على 8بت وتسمى بايت حيث إن ثمانية بت الأولى تعنون بالبايت 4 (Byte 4) وان الثمانية بت الثانية تعنون بالبايت 5 (Byte 5) حيث تكون أول إشارة في البايت الرابعة هي Q4.0 والإشارة الثانية هي Q4.1 وهكذا إلى أخر إشارة في البايت الربعة وهى Q4.7 وأيضا تكون أول إشارة في البايت الخامس Q5.0 والإشارة الثانية هي Q5.1 وهكذا إلى أخر إشارة في البايت الثانية وهى Q5.7 وهكذا إلى نهاية كروت الإدخال والإخراج للمنظومة وهذا بالنسبة إلى إشارات الديجتال

إما عناوين الإشارات القياسية فتتم العنونة حسب نوع الإشارة

إشارة إدخال قياسية input analog

تتم العنونة حسب حجم الإشارة كالاتى:-

IB إشارة إدخال قياسية ذات ثمانية بت 8bit (BYET)

IW إشارة إدخال قياسية ذات ست عشرة بت 16bit (WORD)

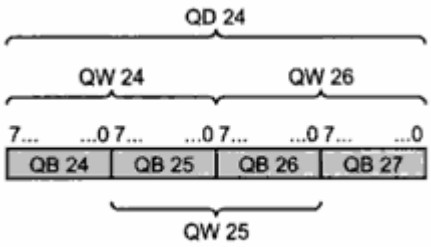
ID إشارة إدخال قياسية ذات اثني وثلاثين بت 32bit (DWORD)

إشارة إخراج قياسية output analog

QB إشارة إخراج قياسية ذات ثمانية بت 8bit (BYET)

QW إشارة إخراج قياسية ذات ست عشرة بت 16bit (WORD)

QD إشارة إخراج قياسية ذات اثني وثلاثين بت 32bit (DWORD)



الشكل أعلاه يبين تقسيم العنوان في منظومة SIMATIC STEP 7 حيث يتم التقسيم إشارات الخرج القياسية كالاتى:-

QB24 البايت 24 ويحتوى على ثمانية بت

QB25 البايت 25 ويحتوى على ثمانية بت

QB26 البايت 26 ويحتوى على ثمانية بت

QB27 البايت 27 ويحتوى على ثمانية بت

QW24 وتشمل البايت 24 والبايت 25 لتكون إشارة خرج قياسية ذات 16بت

QW25 وتشمل البايت 25 والبايت 26 لتكون إشارة خرج قياسية ذات 16بت

QW26 وتشمل البايت 26 والبايت 27 لتكون إشارة خرج قياسية ذات 16بت

QD24 وتشمل البايت 24 والبايت 25 والبايت 26 والبايت 27 لتكون إشارة خرج قياسية ذات 32 بت

تقسيم العنوان في مجموعة البيانات Data block في برنامج التنفيذي لمنظومة SIMATIC STEP 7

DB 10.DBX 2.0	Data bit 2.0 in data block DB 10
DB 11.DBB 14	Data byte 14 in data block DB 11
DB 20.DBW 20	Data word 20 in data block DB 20
DB 22.DBD 10	Data double word 10 in data block DB 22

كما هو موضح في الشكل أعلاه يتم التقسيم كالاتى:-

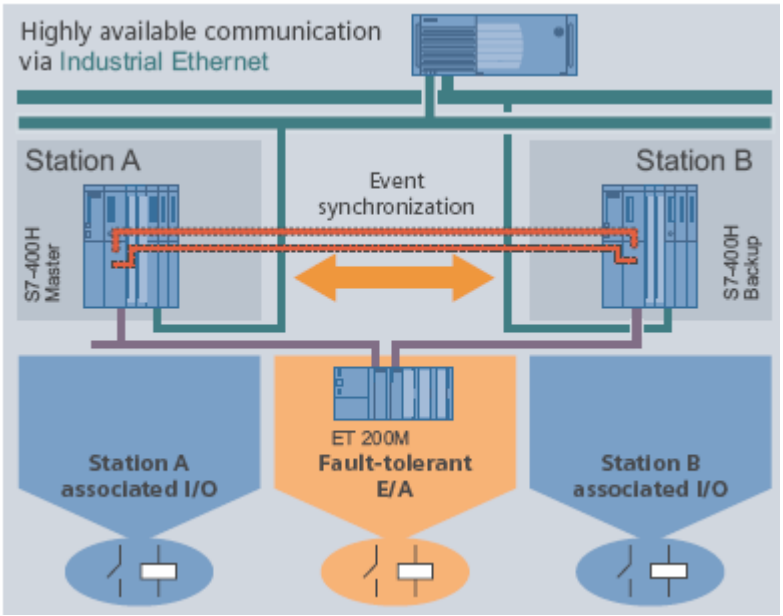
DB 10.DBX 2.0 يشير العنوان إلى قيمة البت 2.0 في مجموعة البيانات Data block 10 مع ملاحظة إن البت 2.0هى البت 0 في البايت 2 كما تم شرحه سبقا

DB 11.DBB 14 يشير العنوان إلى قيمة البايت 14 في مجموعة البيانات Data block 11

DB 20.DBW 20 يشير العنوان إلى قيمة الوورد 20 في مجموعة البيانات Data block 20

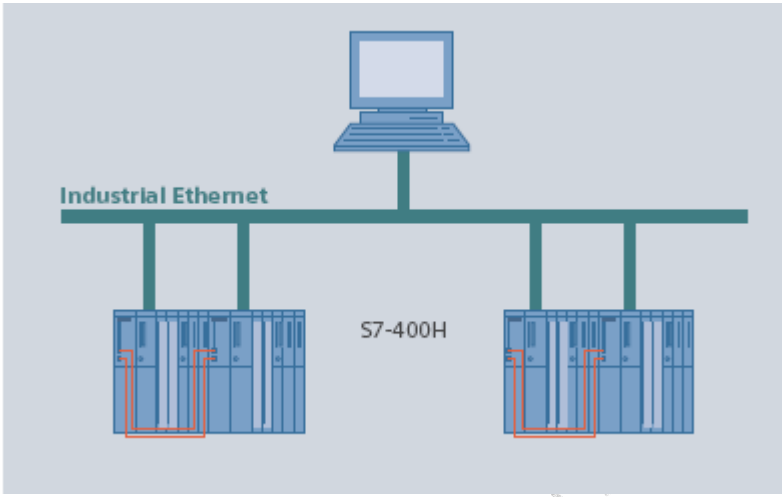
DB 22.DBD 10 يشير العنوان إلى قيمة دبل وورد 10 في مجموعة البيانات Data block 22

عمل منظومتين ذات معالجين في خاصية الاحتياطي

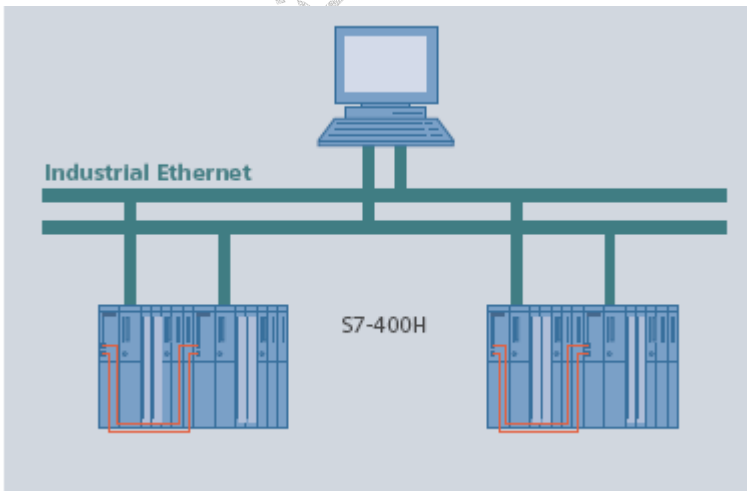


يتم ربط منظومتين كل منظومة تحتوى على معالج ووحده إدخال وإخراج شاملة ET200M وتكون إحدى المنظومتين رئيسية Station A Master وأخرى احتياطية Station B Backup كما في الشكل أعلاه حيث يتم مراقبة معالج المنظومة الرئيسية عن طريق خط التوافق وعند حدوث عطل يتم التغيير إلى المعالج الأحتياطي وتستخدم هذه الطريقة في المنظومات ذات حساسية عالية

عمل منظومتين ذات 4 معالجات في خاصية الاحتياطي



يتم ربط منظومتين كل منظومة تحتوى على معالجين ووحده إدخال وإخراج وتكون إحدى المنظومتين رئيسية Master وأخرى احتياطية Backup مع خط ربط واحد كما في الشكل أعلاه حيث يتم مراقبة معالجين المنظومة الرئيسية وعند حدوث عطل يتم التغيير إلى المعالج الاحتياطية في المنظومة الثانية وتستخدم هذه الطريقة في المنظومات ذات حساسية عالية وتعتبر هذه الطريقة أوثق من سابقتها



عمل منظومتين ذات 4 معالجات وخط ربط مزدوج في خاصية الاحتياطي

يتم ربط منظومتين كل منظومة تحتوى على معالجين ووحده إدخال وإخراج وتكون إحدى المنظومتين رئيسية Master وأخرى تابعة Backup مع خط ربط مزدوج كما في الشكل أعلاه حيث يتم مراقبة معالجين المنظومة الرئيسية وعند حدوث عطل يتم التغيير إلى المعالج التابع في المنظومة الثانية وتستخدم هذه الطريقة في المنظومات ذات حساسية عالية وتعتبر هذه الطريقة أوثق من سابقتها

وحدات الإدخال والإخراج في منظومة SIMATIC STEP 7

تنقسم وحدات الإدخال والإخراج إلى قسمين وحدات دجيتال ووحدات قياسية

الوحدات الدجيتال

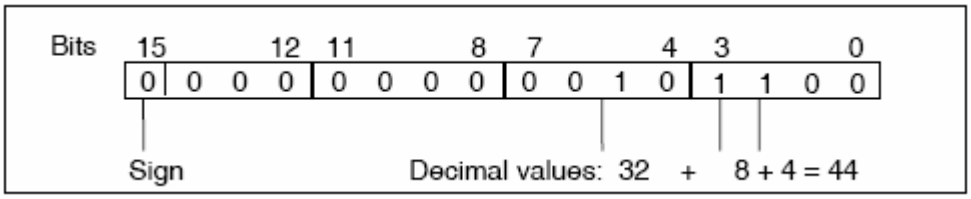
وحدات الدجيتال تكون فيها الإشارة ثنائية إما 0 او1 وهى تعبر عن حالة الملامسات بجميع أنواعها حيث يكون الملامس مغلق وتكون الإشارة 1 أو يكون الملامس مفتوح وتكون الإشارة 0 وتوجد أنواع من وحدات الإدخال من حيث عدد البايت المستخدم وقيمة الجهد للملامس فمثلا توجد وحدة دجيتال إدخال أو إخراج 8bit,16bit, 32bit, 64bit بجهد 24VDC و 8bit, 16bit, 32bitبجهد 120VAC الخ.

الوحدات القياسية

الوحدات القياسية تكون الإشارة عبارة عن قيمة قياسية متغيرة مثل قياس الحرارة والسرعة والضغط الخ والتي يعبر عنها بجهد متغير إما إن يكون 0-10 VDC أو بتيار إما إن يكون 0-20 mA أو 4-20 mA حيث يتم تحويل قيمة الجهد أو التيار إلى نسبة مئوية أو عدد ثنائي داخل الوحدة القياسية ومن ثم ارسالها إلى ناقل البيانات لمعالجتها في منظومة التحكم وتختلف من حيث عدد البت المتاح للإشارة حيث توجد إشارات قياسية 8 بت و16 بت وتقسم كلاتى

إشارة ذات 12 بت وتعتبر اقل مدى في القراءة حيث يمكن قرائه قيمة قياسية من 4096- إلى 4095 ويتم معرفة قطبية القيمة القياسية عن طريق البت الأخيرة بحيث إذا كانت البت الخامسة عشر تساوى 0 تكون الإشارة موجبة وإذا كانت تساوى 1 تكون الإشارة سالبة

إشارة ذات 16 بت وفيها يمكن قرائه قيمة من 32768- إلى 32767



الشكل أعلاه يبين مدى القيمة القياسية بالأرقام العشرية حيث عند استخدام 16 بت يتم تقسيم الإشارة كالاتى البت الخامسة عشر لمعرفة قطبية الإشارة سالبة أو موجبة فإذا كانت البت الخامسة عشر تساوى 1 تكون الإشارة سالبة

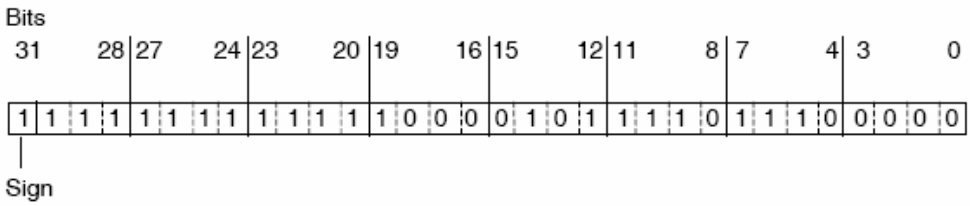
ومن البت الصفر إلى البت الرابعة عشر تمثل قيمة الإشارة و يمكن قرائه قيمة قياسية من 32768- إلى 32767 والتي تمثل في التحويل الثنائي 2 أس 15

وفى الشكل أعلاه يتم تمثل الرقم 44 + في القيمة القياسية المتكون من 16 بت بالتحويل الثنائي للقيمة والذي يتم كالاتى

0*2^0 + 0*2^1 + 1*2^2 + 1*2^3 + 0*2^4 + 1*2^5 +……..+ 0*2^14

ويكون الناتج

0 + 0 + 4 + 8 + 0 + 32 +0 +0 +……..+ 0 = 44



الشكل أعلاه يبين مدى القيمة قياسية بالأرقام العشرية حيث عند استخدام 32 بت يتم تقسيم الإشارة كالاتى من البت الصفر إلى البت الثلاثين تمثل قيمة الإشارة ويمكن قرائه قيمة قياسية من 2147483648 – إلى 2147483647 والبت الحادية والثلاثين تمثل قطبية الإشارة موجبة أو سالبة

وتختلف وحدات الإدخال والإخراج القياسية من حيث عدد الموصلات للإشارة حيث توجد أجهزة قياس بموصلين مثل الازدواج الحراري Thermocouple وأجهزة قياس بثلاثة موصلات مثل قياس الحرارة بالمقاومة الحرارية RTD

وحدة الإدخال والإخراج في منظومة SIMATIC STEP 7 300

تنقسم وحدة الإدخال في المنظومة إلى نفس التقسيم الذي سبق ذكره حيث توجد وحدات إدخال دجيتال ووحدات إدخال قياسية

وحدات إدخال دجيتال Input digital

وفيها يتم ربط ملامسات مع وحدة الإدخال بجهود مختلفة وقيمة بيانات مختلفة والجدول أدناه يبين أسماء و أنواع وحدات الإدخال في المنظومة مع قيمة الجهد المتاح

Module	Voltage range	Number of channels
SM 321	24 V DC	16, 32, 64
SM 321	48-125 V DC	16
SM 321	24/48 VUC	16
SM 321	120/230 V AC	8, 16, 32

وحدات إخراج دجيتال Output digital

حيث يتم عن طريقها إرسال أوامر لتشغيل معدات كهربائية بمختلف أنواعها مثل المبينات والقواطع الكهربائية والصمامات الكهربائية والمرحلات الخ والمهم هنا هو معرفة اعلي قيمة للتيار الذي يتم من خلاله تشغيل المعدة بحيث يكون اقل من قيمة التيار المتاح في وحدة الإخراج

والجدول التالي يبين أسماء و أنواع وحدات الإخراج الدجيتال والجهد المتاح واعلي قيمة للتيار

Module	Voltage range	Current range	Number of channels
SM 322	24 V DC	0.5A	8, 16, 32, 64
SM 322	24 V DC	2 A	8
SM 322	48-125 V DC	1.5A	8
SM 322	120/230 V AC	1A	8, 16, 32
SM 322	120/230 V AC	2 A	8
SM 322	UC (relay)	0.5A-5A	8, 16

وحدات إدخال وإخراج دجيتال Input\Output digital

عادتا ما تحتوى منظومات التحكم على وحدات إخراج وإدخال مدمجة وذلك لتبسيط مكونات المنظومة لتصبح منظومة مختصرة من حيث المكونات

Module	Voltage range	Number of channels
SM 323	24 V DC	8 or 16 DI and DO
SM 327	24 V DC	8 DI and 8 DX (parameterized as input or output)

في الجدول أعلاه يبين وحدات مدمجة إدخال وإخراج

SM323 وحدة مدمجة تحتوى على 8 قنوات إدخال دجيتال و 8 قنوات إخراج دجيتال أو 16 قناة إدخال دجيتال و 16 قناة إخراج دجيتال بجهد 24VDC

SM327 وحدة مدمجة تحتوى على 8 قنوات إدخال دجيتال و 8 قنوات اختيارية يمكن استخدامها إدخال أو إخراج بجهد 24VDC

وحدات إدخال قياسية Input analog

Module	Measuring range	Resolution	Number of channels
SM 331	Voltage	Up to 16 bits	2, 8
SM 331	Current (also HART)	Up to 16 bits	2, 8
SM 331	Resistance	Up to 16 bits	1, 4, 8
SM 331	Thermocouple elements	Up to 16 bits	2, 8
SM 331	Resistance thermometer	Up to 15 bits	1, 4, 8

في الجدول أعلاه يبين أسماء و أنواع وحدات إدخال قياسية لقياس قيمة يعبر عنها بالجهد وعادتا تكون 0-10 V أو التيار وتكون عادتا 0-20 mA أو 4-20 mA مثل أجهزة قياس الضغط والتدفق الخ أو تكون عبارة عن مقاومة متغيرة مثل أجهزة قياس المستوى أو تكون عبارة عن ازدواج حراري لقياس الحرارة أو تكون عبارة عن مقاومة حرارية لقياس الحرارة.

وحدات قياسية مدمجة Input\Output analog

في الجدول أدناه يبين أسماء و أنواع وحدات إدخال وإخراج مدمجة لقياس قيمة يعبر عنها بالجهد وعادتا تكون 0-10 V اوالتيار وتكون عادتا 0-20 mA أو 4-20 mA

Module	Measuring range	Resolution	Number of channels
SM 334	Voltage	Up to 13 bits	2, 4
SM 334	Current	8 bits	4
SM 334	Resistance	13 bits	4
SM 334	Resistance thermometer	15 bits	4
SM 335	Voltage	14 bits	4
SM 335	Current	14 bits	4

وحدات إخراج قياسية Output analog

في الجدول أدناه يبين أسماء و أنواع وحدات إخراج قياسية يعبر عنها بالجهد وعادتا تكون 0-10 V اوالتيار وتكون عادتا 0-20 mA أو 4-20 mA والتي تستخدم في منظومات التحكم مثل فتح أو غلق صمامات التحكم أو تستخدم في المسجلات أو أجهزة القياس مثل الفولتميتر أو الأمبيرميتر

Module	Measuring range	Resolution	Number of channels
SM 332	Voltage	Up to 16 bits	2, 4, 8
SM 332	Current (also HART)	Up to 16 bits	2, 4, 8

الشكل أعلاه يبين وحدت إخراج قياسية SM332 16 bit

صلاح سعيد بو خليفة

وحدات الإدخال والإخراج في منظومة SIMATIC STEP 7 400

تنقسم وحدة الإدخال في المنظومة إلى نفس التقسيم الذي سبق ذكره في منظومة التحكم **STEP 7 300**

وحدات إدخال دجيتال Input digital

Module	Voltage range	Number of channels
SM 421	24 V DC	16, 32
SM 421	24-60 VUC	16
SM 421	120/230 VUC	16, 32

وحدات إخراج دجيتال

Module	Voltage range	Current range	Number of channels
SM 422	24 V DC	0.5A	32
SM 422	24 V DC	2 A	16
SM 422	120/230 V AC	2 A	16
SM 422	UC (relay)	5A	16

وحدات إدخال قياسية

Module	Measuring range	Resolution	Number of channels
SM 431	Voltage	Up to 16 bits	8, 16
SM 431	Current	Up to 16 bits	8, 16
SM 431	Resistance	Up to 16 bits	4, 8
SM 431	Thermocouple elements	Up to 16 bits	8, 16
SM 431	Resistance thermometer	Up to 16 bits	4, 8

وحدات إخراج قياسية

Module	Measuring range	Resolution	Number of channels
SM 432	Voltage, current	13 bits	8

سعيد بو خليفة

وحدة إدخال دجيتال ذات SM421 32 bit

الشكل أعلاه يبين منظومة التحكم SIMATIC STEP 7 400 حيث نلاحظ مكان تثبيت الكروت في اللوحة الأم ووحدت التغذية الكهربائية وال CPU ووحدات إدخال وإخراج ذات 32 bit

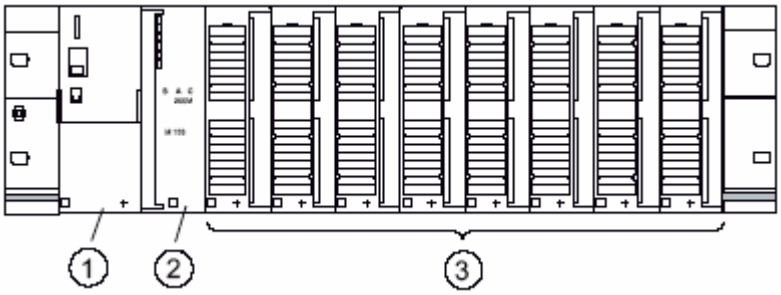
وحدات الوظائف

تستخدم وحدات الوظائف في دوائر التحكم المغلقة Close loop control مثل دوائر التحكم في الحرارة أو السرعة أو التدفق حيث تيم فيها اصدار الأوامر طبقا لنقطة تحديد set point التي تقارن بالقيمة الفعلية المقاسة في دائرة التحكم ويوجد منها أنواع عديدة منها PID control, PI, positioning control,drives control وتتميز بسرعة الأداء والاستجابة

الشكل أعلاه يبين وحدة وظيفة من نوع FM355

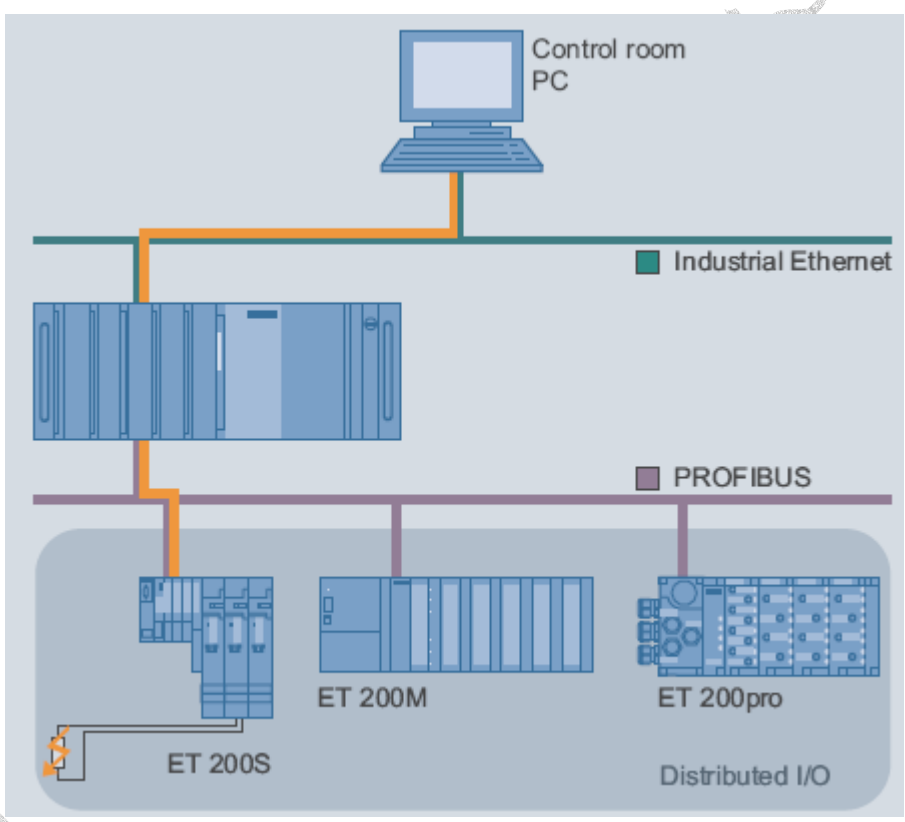
منظومة الإدخال والإخراج الشاملة

وتسمى Vicinity of the machine لأنها تركب قرب الآلة أو تستخدم للمنظومات التي تكون بعيدة عن منظومة التحكم الرئيسية توجد العديد من المنظومات الشاملة في منظومة SIMATIC STEP 7 تختلف باختلاف إحجامها وسرعتها وخصائصها . وتتكون المنظومة الشاملة من وحدة التغذية الكهربائية POWER SUPPLY ووحدة ربط PROFIBUS ووحدات إدخال وإخراج بجميع أنواعها وتعتبر هذه المنظومات من مزايا منظومة التحكم STEP 7 حيث يتم تركيب المنظومة في أماكن تبعد أكثر من 1Km عن منظومة التحكم الرئيسية ويتم ربط المنظومة الشاملة بالمنظومة الرئيسية عن طريق كابل واحد تصل سرعة انتقال البيانات فيه إلى أكثر من 32.45 Kb\S وبذلك يتم الحد من استخدام عدد كبير من الكوابل في المنظومة وتستخدم مثل هذه المنظومة في ربط المنظومات التي تكون عادتا بعيدة عن منظومة التحكم الرئيسية مثل منظومة مضخات مياه البحر في المحطات البخارية ومنظومة خزانات الوقود ومنظومات إطفاء الحريق في محطات القوى الخ.



الشكل أعلاه يبين منظومة الإدخال والإخراج الشاملة

1- كرت التغذية الكهربائية power supply
2- كرت ربط المنظومة CP
3- وحدات الإدخال والإخراج input \output modules



الشكل أعلاه يبين كيفية استخدام وربط المنظومات الشاملة مع منظومة التحكم

أنواع المنظومات الشاملة

ET200L

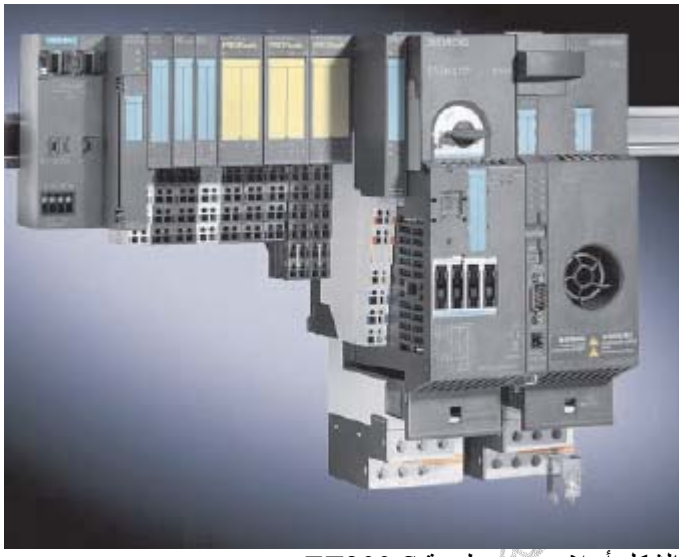
وهو اصغر أنواع المنظومات الشاملة من حيث وحدات الإدخال والإخراج ويتميز بسرعة انتقال للبيانات تصل إلى 1.5Mbit\S

ET200B

تعتبر ET200B منظومة صغيرة مثل سابقتها ولكن تتميز عنها بزيادة في سرعة انتقال البيانات حيث تصل إلى 12Mbit\S

ET200R, ET200S, ET200Is, ET200pro

كل هذه الأنواع شبيها يبعضها من حيث وحدات الإدخال والإخراج و بسرعة انتقال البيانات حيث تصل إلى 12Mbit\S



الشكل أعلاه يبين منظومة ET200 S

ET200M

تعتبر من المنظومات الكبيرة من حيث وحدات الإدخال والإخراج و سرعة انتقال للبيانات تصل إلى 12Mbit\S وتتميز بإمكانية احتوائها على وحدة معالجة مركزية CPU لاستخدامها كمنظومة مستقلة

ET200X

تعتبر من اكبر المنظومات الشاملة من حيث وحدات الإدخال والإخراج و سرعة انتقال للبيانات تصل إلى 12Mbit\S
وتتميز بإمكانية احتوائها على وحدة معالجة مركزية CPU لاستخدامها كمنظومة مستقلة

وحدات الربط INTERFACE

تحتوى منظومة التحكم على العديد من وحدات الربط وتختلف باختلاف وظائفها وقدراتها ويمكن تقسيمها إلى قسمين

وحدات ربط محلية LOCAL INTERFACE
وحدات ربط خارجية NETWORK INTERFACE

وحدات ربط محلية

تستخدم عادتا وحدات الربط المحلية في ربط منظومة التحكم الرئيسية بمنظومة فرعية تعمل تحت برنامج مخزن في وحدة المعالجة المركزية CPU للمنظومة الرئيسية مثل ربط منظومة التحكم 300 STEP 7 بالمنظومة الشاملة ET200M حيث يتم انتقال البيانات بين المنظومة الفرعية والمنظومة الرئيسية عن طريق وحدة الربط وأيضا يمكن اعتبار وحدات الربط بأنها العصب الأساسي في اتصال المنظومات بجميع أنواعها مع بعضها البعض لتبادل البيانات والأوامر بين مجموعة معالجات في منظومة تحكم واحدة أو مجموعة وحدات ربط بين المنظومة الرئيسية والمنظومات التابعة لها

أنواع وحدات الربط المحلية

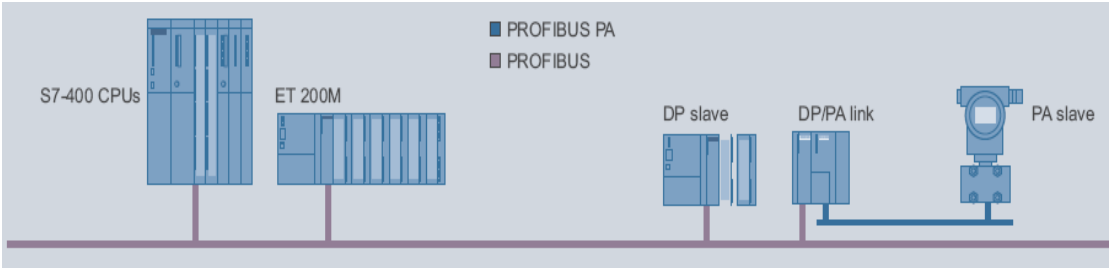
وحدة الربط MPI (Multi-point interface)

وهى اصغر وحدات الربط ويمكن استخدامها مع جميع معالجات منظومة SIMATIC STEP 7 ويتم ربطها بكابل الألياف البصرية بطول يصل إلى 1100 m وبسرعة انتقال للبيانات تصل إلى 187.5 Kbit\S وبمجموع وحدات ربط يصل إلى 32 وحدة

وحدة الربط PROFIBUS

وهى مختصر من(PROcess FIeld BUS) وتعتبر من أهم واكبر وأكثر وحدات الربط استخداما في منظومة SIMATIC STEP 7 وذالك لاحتوائها على خصائص ومزايا عديدة حيث يتم الربط عن طريق وحدتين الأولى رئيسية MASTER وتثبت عند وحده المعالجة الرئيسية CPU والأخرى تابعة SLAVE وتثبت في المنظومة الفرعية ويمكن ربطها باستخدام كابل ذو 9 مداخل أو كابل RJ-45 الخاص بشبكات الربط أو بكابل الألياف البصرية وتختلف سرعة انتقال البيانات باختلاف طول المسافة بين الوحدتين حيث عند طول 100 m يمكن نقال البيانات بسرعة تصل إلى 12 Mbit\S وطول 1000M بسرعة تصل إلى 9.6 Kbit\S وبمجموع وحدات ربط يصل إلى 127وحدة وأيضا تستخدم وحدة الربط PROFIBUS في ربط منظومة البرمجة مثل

PG أو HMI بالمنظومة الرئيسية ليتم الاتصال مع المعالج وتحميل البرنامج التنفيذي من والى المعالج كما تستخدم لربط منظومة التحكم بوحدات العرض المرئي مثل WIN CC, WIN AC, PC477B, MP377



الشكل أعلاه يوضح منظومة التحكم SIMATIC STEP 7 400 ترتبط بوحدة PROFIBUS التي تمثل اللون البنفسجي مع وحدة شاملة من نوع ET200M ووحدة DP(Slave) ووحدة DP/PA Link الذي يربط وحدة PROFIBUS PA تحتوى على جهاز قياس والتي تمثل اللون الأزرق

أنواع وحدة الربط PROFIBUS

توجد عدة أنواع من وحدة الربط PROFIBUS

وحدة الربط PROFIBUS DP

تسمى وحدة الربط PROFIBUS DP(Distributed peripherals) وحدة الربط الخارجي وفيها يتم تبادل البيانات عن طريق وحدة ربط رئيسية Master عند المنظومة الرئيسية وأخرى تابعة تثبت في المنظومة الفرعية Slave

وحدة الربط PROFIBUS PA(Process Automation)

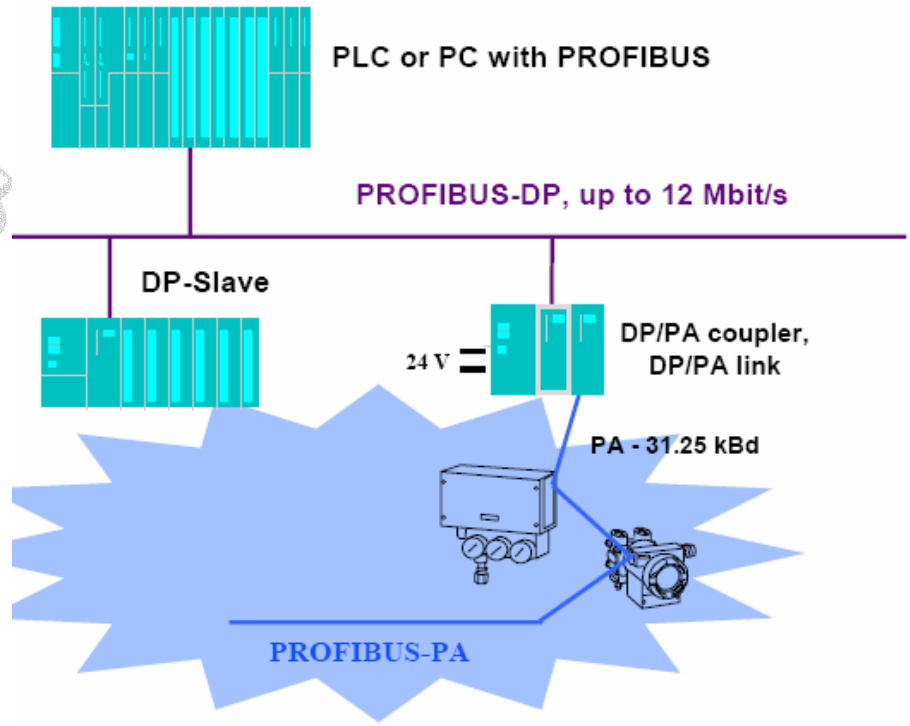
تستخدم وحدة الربط PROFIBUS PA في ربط منظومة التحكم بأجهزة القياس مباشرا دون وجود وحدات إدخال وإخراج حيث توجد أجهزة قياس يتم فيها تحويل إشارة القياس سواء جهد أو تيار إلى إشارة ثنائية Binary signal ويتم إرسالها إلى منظومة التحكم عن طريق وحدات ربط مثل سابقة الذكر باستخدام برتوكول معين لانتقال البيانات

DP/PA Coupler

يستخدم لنقل البيانات من وحدة ربط PA عبر وحدة ربط PROFIBUS DP بشرط إن تكون سرعة انتقال البيانات 45.45 Kbit/S

DP/PA Link

يستخدم لتغيير انتقال البيانات من برتوكول PROFIBUS DP إلى برتوكول PROFIBUS PA



الشكل أعلاه يبين وحدة الربط PROFIBUS DP(Master) رئيسية مع وحدة ربط DP (Slave) تابعة بسرعة انتقال للبيانات تصل إلى اكبر من 12 Mbit/S ووحدة ربط DP/PA Coupler مع وحدة ربط DP/PA Link لنفل البيانات من أجهزة التحكم إلى وحدة الربط ومن ثم إلى منظومة التحكم الرئيسية

وحدة الربط PTP (Point-to-Point)

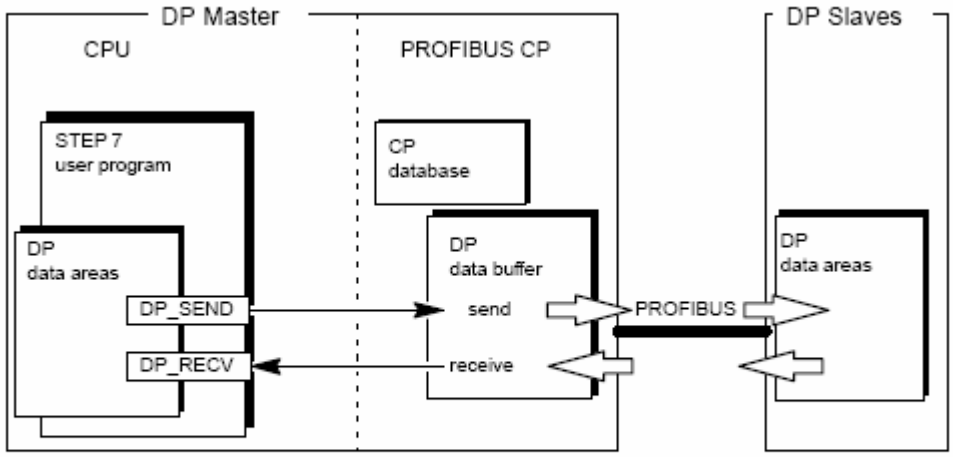
وفيها يتم انتقال البيانات باستخدام ناقل التوالي للبيانات مثل RS 232 Interface بطول يصل إلى 1200 m وبسرعة انتقال للبيانات تصل إلى 19.2Kbit\S

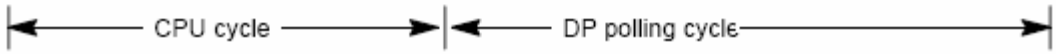
وحدة الربط AS (actuator/sensor interface)

وهى تستخدم لربط أجهزة القياس والتحكم بالمعالج مباشرا دون استخدام وحدات إدخال وإخراج وذالك عن طريق محول إشارات وبطول يصل إلى 300 m وبسرعة انتقال للبيانات تصل إلى 167Kbit\S

برتوكول انتقال البيانات بين CPU ووحدات الربط Data exchange

يتم عادتا التواصل بين وحدات الربط عن طريق برتوكول معين يتم من خلاله تبادل البيانات والأوامر بين منظومات التحكم وتوجد عدت برتوكول منها على سبيل المثال برتوكول TPS\IP وبرتوكول FTP الخ ويستخدم برتوكول TCP\IP في وحدة الربط PROFIBUS ويتم التواصل كمايلى





كما في الشكل أعلاه عن طريق البرنامج المستخدم في وحدة المعالجة المركزية يتم مخاطبة وحدة الربط الرئيسية DP master لعرض عناوين وقيم الإشارات الموجودة في البرنامج المستخدم في CPU فتقوم وحدة الربط الرئيسية DP master باستلام الطلب وإرسال الطلب إلى وحدة الربط التابعة DP Slave لعرض العناوين المطلوبة فيتم استجابة الطلب من قبل DP Slave وإرسال العناوين إلى DP master فيتم استقبالها وإرسالها إلى وحدة المعالجة المركزية وهكذا في كل دورة من دورات عرض البيانات وإصدار الأوامر للمعالج وتعتمد طول وقت الدورة على عدد إشارات الدخل والخرج وضخامة البرنامج المستخدم في المنظومة

دورة البرنامج بين CPU ووحدت الربط الرئيسية DP master

كما هو موضح في الشكل أدناه يتم التواصل بين CPU ووحدت الربط الرئيسية DP master بالتسلسل التالي

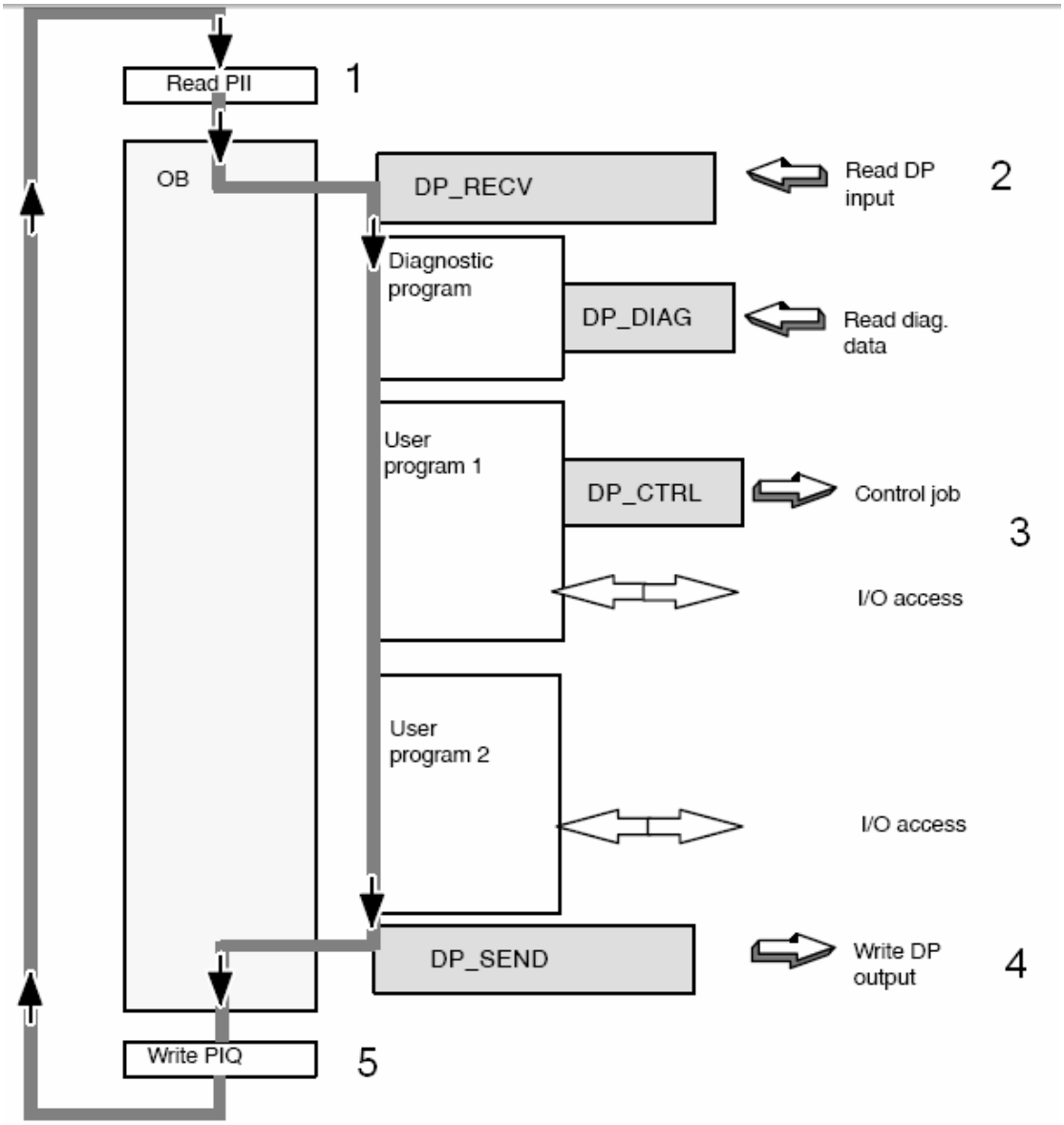
1- قرائه برنامج المدخلات المخزن في CPU (PROCESS INPUT IMEGA) **PII**

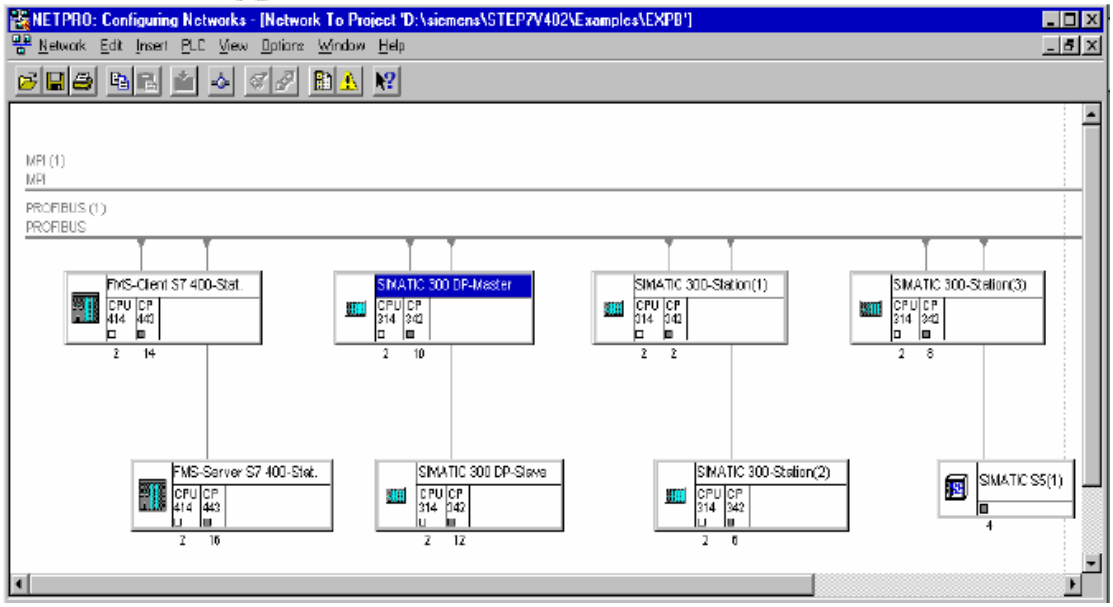
2- استقبال إشارات الدخل من DP التي تستخدم في المجموعة الرئيسية للبرنامج (Organize block) **OB**

3- معالجة إشارات الدخل عن طريق المجموعة الرئيسية للبرنامج (Organize block) **OB** التي تحتوى على العديد من البرامج DP , FB , FC

4- إرسال الأوامر إلى DP التي تحتوى على إشارات الخراج الناتجة من معالجة البرامج المخزنة في المجموعة الرئيسية للبرنامج (Organize block) **OB**

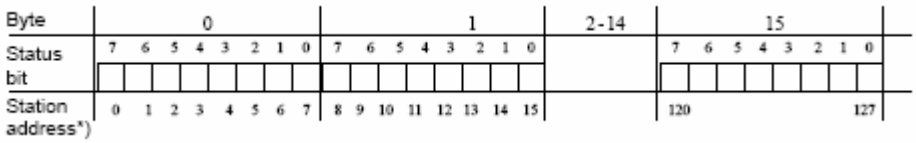
5- حفظ صور الخرج الناتجة من المرحلة السابقة (Process image output) Write PIQ ومن ثم إعادة الدورة مرة أخرى وهكذا


Read PII
1
OB
DP_RECV
Read DP input
2
Diagnostic program
DP_DIAG
Read diag. data
User program 1
DP_CTRL
Control job
3
I/O access
User program 2
I/O access
DP_SEND
Write DP output
4
Write PIQ
5


NETPRO: Configuring Networks - [Network To Project 'D:\siemens\STEP7V402\Examples\EXPB']
Network Edit Insert PLC View Options Window Help
MPI (1)
MPI
PROFIBUS (1)
PROFIBUS
FMS-Client S7 400-Stat.
SIMATIC 300 DP-Master
SIMATIC 300-Station(1)
SIMATIC 300-Station(3)
FMS-Server S7 400-Stat.
SIMATIC 300 DP-Slave
SIMATIC 300-Station(2)
SIMATIC S5(1)

الشكل أعلاه يبين نافذة تعريف مكونات المنظومة Hardware في لغة البرمجة SIMATIC STEP 7 ترتبط بوحدة ربط PROFIBUS حيث يتم تعريف كل منظومة على حدا عن طريق وحدة كرت الربط CP 342

هيئة انتقال البيانات ما بين وحدات الربط PROFIBUS



الشكل أعلاه يبين هيئة انتقال البيانات ما بين وحدتي ربط Master وSlave حيث يتم تبادل البيانات عن طريق مجموعات كل مجموعة تحتوى على 16 byte أو 128 bit ويتم عنونت البيانات بعكس رقم البت حيث تكون أخر بت هي أول بت في البايت الخامس عشر كما هو موضح في الشكل والمربع يمثل قيمة البت إما 0 أو 1

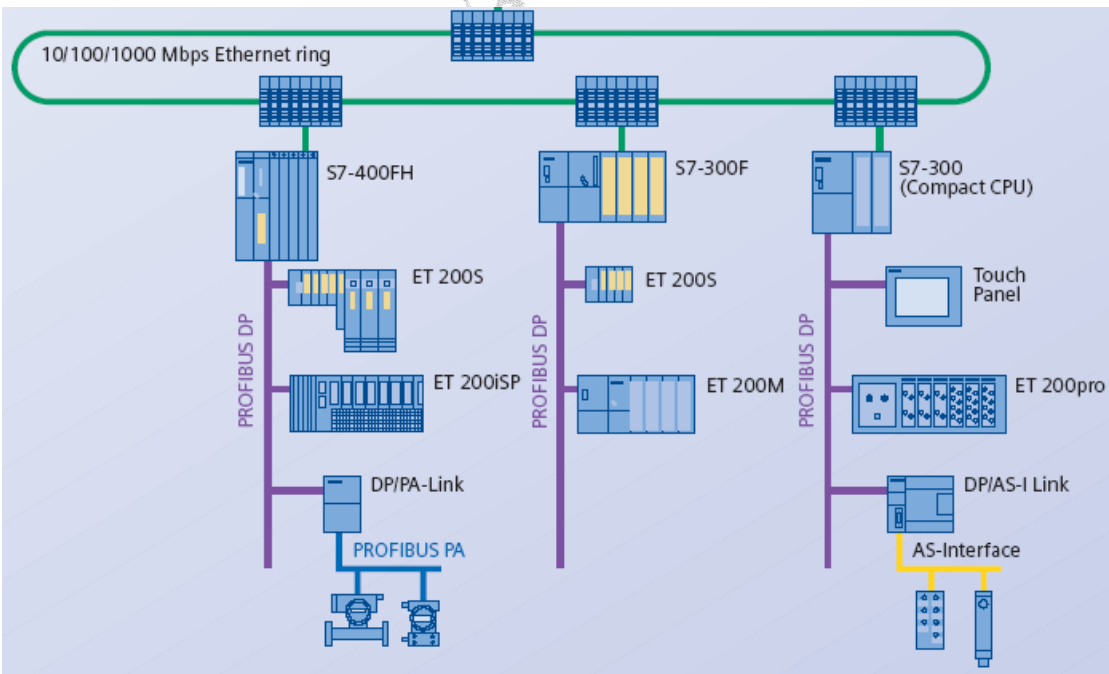
خيارات تشغيل وحدات الربط PROFIBUS

لكل وحدتي ربط Master وSlave خيارات تشغيل يمكن تفعيلها عن طريق زر موجود في وحدة الربط أو عن طريق وحدة البرمجة للمنظومة وفيما يلي خيارات التشغيل

OFFLINE قطع الاتصال
STOP إيقاف التشغيل
CLEAR مسح تخزين البيانات
RUN تشغيل

وحدة الربط الخارجية PROFINET

تستخدم وحدات الربط الخارجية PROFINET في ربط منظومات التحكم الرئيسية مع بعضها بشبكة وحدة لتكون منظومة شاملة تحتوى على عدة منظومات حيث يمكن إن تصل سرعة انتقال البيانات بينها إلى 1000 Mb\S ويتم ربطها بشكل حلقي أو ربط مباشر وتنتقل البيانات من خلالها بنفس هيئة انتقال البيانات في وحدة الربط PROFIBUS ويمكن تشغيلها بعدة برتوكولات منها TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol



الشكل أعلاه يوضح استخدام وحدة الربط PROFINET بشكل حلقي و التي تمثل باللون الأخضر لربط عدة منظومات مختلفة مرتبطة كلا على حدا بوحدات ربط داخلية PROFIBUS DP و PROFIBUS PA والتي تمثل باللون البنفسجي AS-Interface والتي تمثل باللون الأصفر وتحتوى على منظومات مختلفة لتكون منظومة تحكم شاملة وأيضا تستخدم لربط عدة منظومات في غرفة تحكم رئيسية

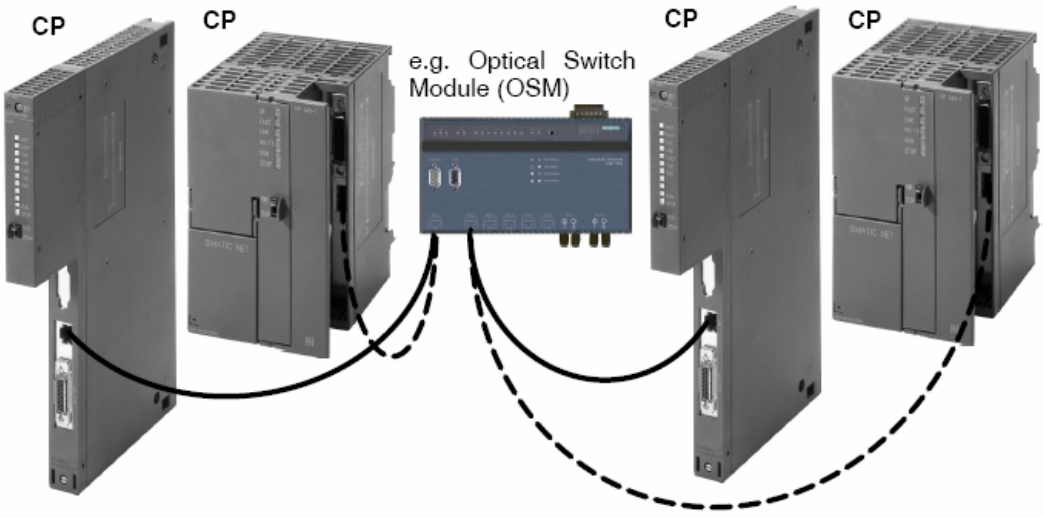
مكونات وحدات الربط

جميع وحدات الربط تتكون من كرت وحدة الربط وكابل الربط حيث يكون كرت الربط في جهتي منظومات التحكم والكابل بنهم ويمكن ربط عدة وحدات مع بعضها البعض عن طريق مجمع خاص يستخدم لتجميع وحدات الربط مثل PROFIBUS و PROFINET وPROFIBUS DP

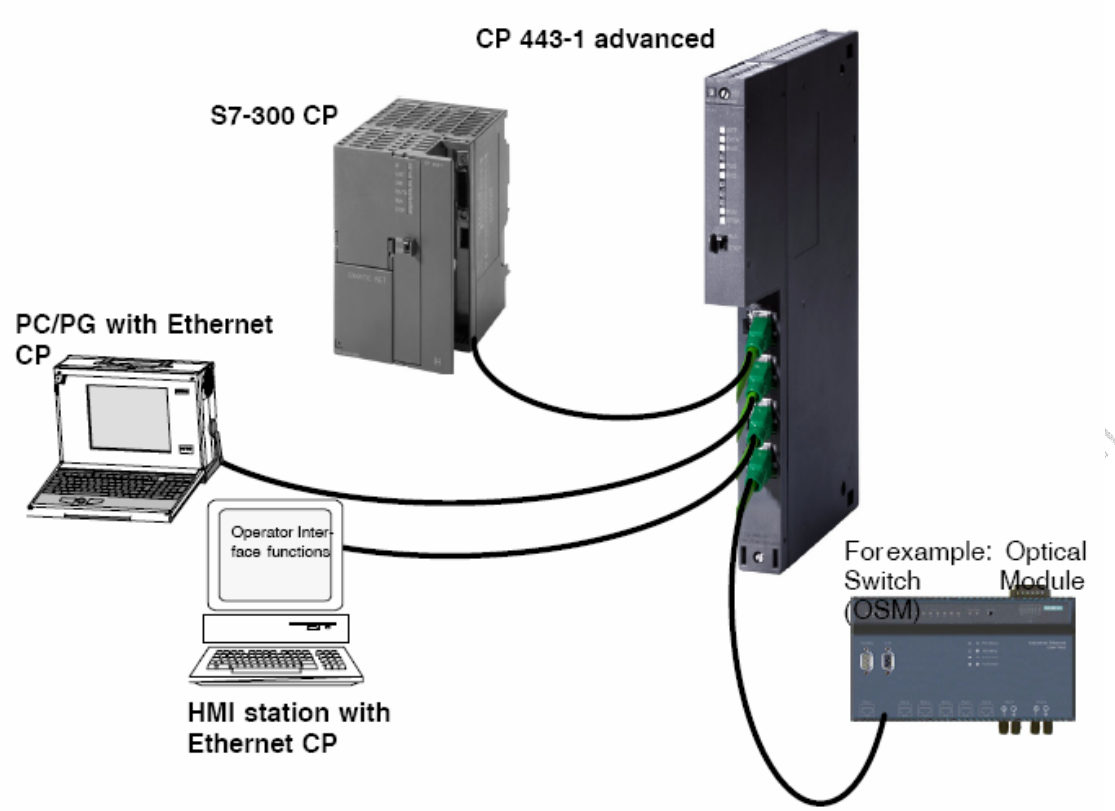
كروت الربط

وهى التي تستقبل الأوامر من CPU ليتم إرسالها إلى وحدة الربط الأخرى في منظومة التحكم الفرعية وعادتا تثبت بجانب إل CPU مباشرا وأحيانا تكون مدمجة مع إل CPU كما هو موجود في بعض وحدات المعالجة المركزية لمنظومة التحكم SIMATIC STEP 7 300, 400

الشكل أعلاه يوضح كرت ربط من نوع CP343 يستخدم لجميع وحدات الربط



في الشكل أعلاه يبين تجميع وحدات الربط عن طريق Optical switch module (OSM)



في الشكل أعلاه يبين تجميع وحدات الربط عن طريق كرت الربط CP 443-1 المدمج مع وحدة تجميع لربط وحدات الربط المختلفة مثل وحدة العرض المرئي HMI ووحدة البرمجة PG ووحدة الربط CP343

كوابل الربط

تستخدم وحدات الربط عدة أنواع من كوابل الربط المختلفة مثل كابل ذو 9 مداخل أو كابل RJ-45 ذو 8 مداخل الخاص بشبكات الربط أو بكابل الألياف البصرية كابل ذو 15 مداخل حيث كل كابل له ميزات وعيوب في نقل البيانات ولعل أفضلها كابل الألياف البصرية

كابل RJ-45

Pin No.	Signal Name	Function
1	TD	TP- / Transmit +
2	TD_N	TP- / Transmit -
3	RD	TP- / Receive +
4	-	-
5	-	-
6	RD_N	TP- / Receive +
7	-	-
8	-	-

الشكل أعلاه يبين مداخل الكابل RJ-45 الشائع الاستعمال والذي يستخدم في ربط شبكات الإنترنت والشبكات الداخلية

كابل ذو 15 مدخل

Pin No.	Signal Name	Function
1	MEXT	External ground, shield
2	CLSN	Collision +
3	TRMT / TPETXD	Transmit + / TPE Transmit Data +
4	Ground	Ground 5 V
5	RCV / TPERXD	Receive + / TPE Receive Data +
6	M 15 V	Ground 15 V
7	TPE_SEL	Switchover AUI/ITP
8	Ground	Ground 5 V
9	CLSN_N	Collision -
10	TRMT_N / TPEXTXD_N	Transmit - / TPE Transmit Data -
11	Ground	Ground 5 V
12	RCV_N / TPERXD_N	Receive - / TPE Receive Data -
13	P15 V	+15 V
14	Ground	Ground 5 V
15	-	-

الشكل أعلاه يبين مداخل الكابل ذو 15 مدخل يستخدم في ربط وحدات الربط ومنظومات البرمجة وغيرها

كابل ذو 9 مداخل

Pin- Nr.	Signal- Name	PROFIBUS-Bezeichnung	Belegt bei RS485
1	PE	Schutzerde	ja
2	-	-	-
3	RxD/TxD-P	Datenleitung-B	ja
4	RTS (AG)	Control-A	-
5	M5V2	Datenbezugspo-tential	ja
6	P5V2	Versorgungs-Plus	ja
7	BATT	-	-
8	RxD/TxD-N	Datenleitung-A	ja
9	-	-	-

الشكل أعلاه يبين مداخل الكابل ذو 9 مداخل والذي يستخدم عادتا في دمج وحدات الربط مثل DP/PA Link و IE/PB Link ويستخدم أيضا في ربط منظومات البرمجة مثل PG .

هذا وبالله التوفيق

وإنشاء الله سيتم شرح شبكات الربط ووحدات العرض المرئي ومنظومات البرمجة في كتاب مستقل بعون الله تعالى