أنظمة التحكم الإشرافي و تحصيل المعطيات
(Supervisory Control And Data Acquisition systems)

المحاضرة الأولى – مقدمة عن التحكم الإشرافي

د. غيث هاشم ورقوزق

قسم هندسة الطاقة الكهربائية – جامعة دمشق

مفاهيم حول التحكم الصناعي Industrial Control System ICS

مفاهيم حول التحكم الإشرافي Supervision and Control

مفاهيم حول تحصيل البيانات Data Acquisition DAQ

مفاهيم حول التحكم الإشرافي و تحصيل البيانات Supervisory Control And Data Acquisition

المحتويات

1. مفاهيم حول التحكم الصناعي Industrial Control System ICS
   - تعاريف
   - العمليات الأساسية في نظم التحكم الصناعي
   - العناصر الرئيسية في نظم التحكم الصناعي
2. مفاهيم حول التحكم الإشرافي Supervision and Control
   - تعاريف
   - مستويات التحكم الإشرافي
   - خصائص التحكم الإشرافي
3. مفاهيم حول تحصيل البيانات Data Acquisition DAQ
   - تعريف أنظمة التحصيل
   - المكونات الأساسية لنظم التحصيل
   - تشكيلات أنظمة التحصيل
4. مفاهيم حول التحكم الإشرافي و تحصيل البيانات Supervisory Control And Data Acquisition
   - الشروط الفنية العامة
   - البنية العتادية
   - البنية البرمجية
   - تحليل خصائص هذه النظم

مفاهيم حول التحكم الصناعي Industrial Control System ICS

تعاريف

العمليات الأساسية في نظم التحكم الصناعي

العناصر الرئيسية في نظم التحكم الصناعي

مفاهيم حول التحكم الإشرافي Supervision and Control

مفاهيم حول تحصيل البيانات Data Acquisition DAQ

مفاهيم حول التحكم الإشرافي و تحصيل البيانات Supervisory Control And Data Acquisition

مفاهيم حول التحكم الصناعي Industrial Control System ICS

Definition

يشمل هذا المصطلح مجموعة من المفاهيم و التقانات و المعايير التي تهدف لضمان عمل و صيانة العمليات الصناعية. حيث يشمل:

- Supervision
- Data Acquisition DAQ
- SCADA
- Distributed Control System DCS
- Programmable Logic Controllers PLC

تستخدم هذه الأنظمة في جميع المجالات (توليد الطاقة، معامل التكرير و الفلترة، المشافي، المباني الإدارية، الصناعات الغذائية...)

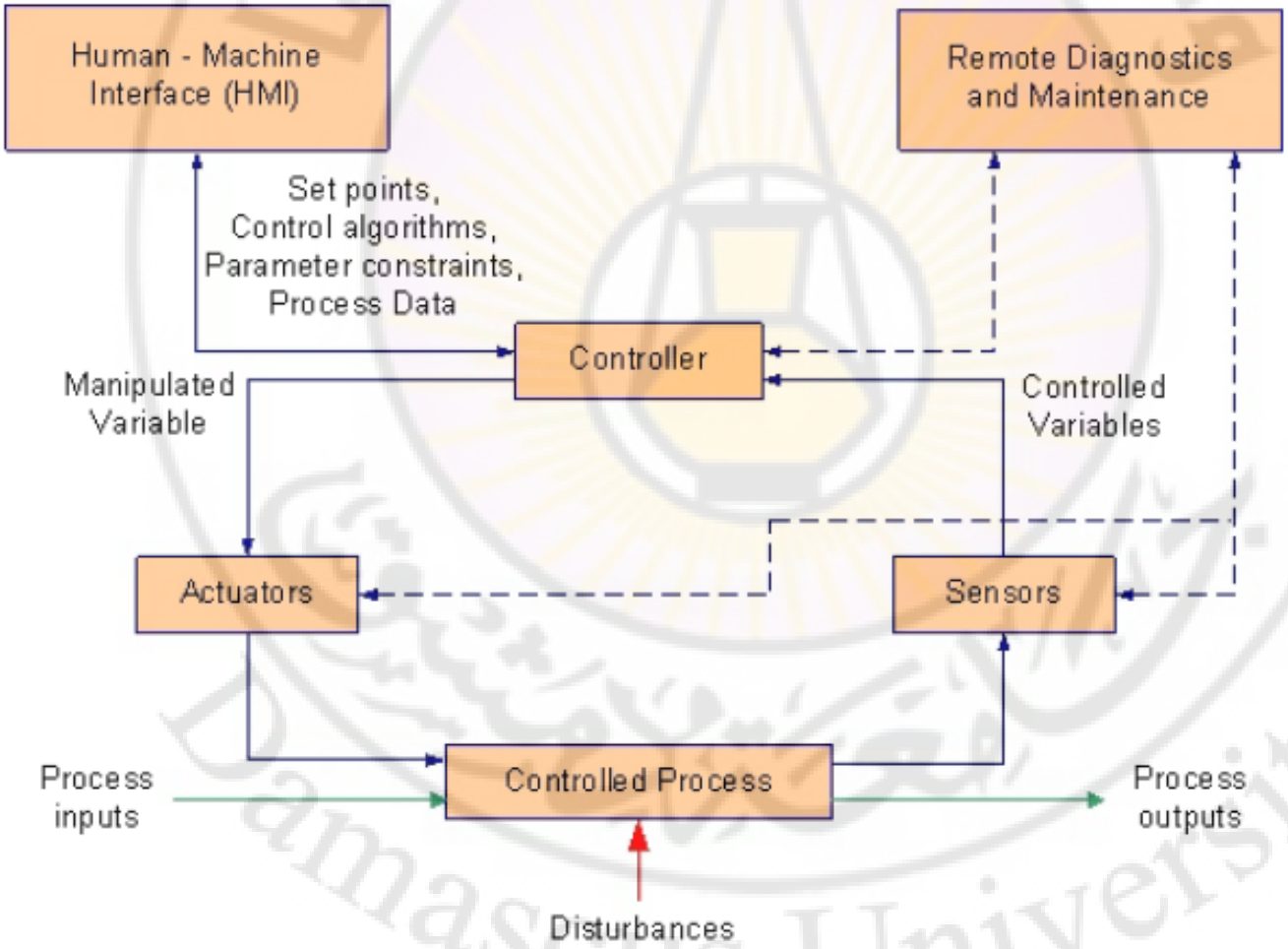
Basic operations

العمليات الساسية في التحكم الصناعي هي:

- Control loop حلقات التحكم بالأنظمة الجزئية و الكلية ، حيث تشمل المتحكمات و برامجها، الحساسات و المقاييس ، القواطع و المفعلات.
- Human-Machine Interface HMI واجهات التخاطب مع المشغل، حيث تمكنه من التعرف على حالة متحولات النظام، و ادخال القيم الحدية أو القيم العيارية للمتحكمات
- Remote Diagnostics and Maintenance Utilities مخدمات التحليل و الصيانة تساعد المشغل على الحفاظ على حسن عمل النظام و تحديد الأعطال.

Basic operations

يبين الشكل المجاور العمليات و العناصر الأساسية في التحكم الصناعي:



Key ICS components

يتضمن أي نظام تحكم صناعي مجموعة من العناصر الأساسية، يمكن تصنيفها لصنفين حسب وظيفتها :

- Control Components
  عناصر التحكم و المراقبة و التخزين.
- Network Components
  عناصر الاتصال و نقل البيانات و الأوامر.

Key ICS components

Control Components

و تشمل العناصر الآتية:

- Control Server يتم وضع برمجيات المتحكمات الرقمية و برمجيات المراقبة بالوسائط هلى هذا الجهاز
- SCADA server or Master Terminal Units (MTU) يعمل هذا الجهاز كقائد لبقية التجهيزات و المتحكمات
- Remote Terminal Unit (RTU) عبارة عن وحدة تحصيل معطيات و تحكم مخصصة لنظم التحكم و التحصيل الإشرافي،
- PLC
- Intelligent Electronic Devices (IED) عبارة عن مفعلات أو حساسات الكترونية ذكية، تستطيع التواصل مع باقي التجهيزات
- HMI.
- Data Historian قاعدة بيانات مركزية تسجل معظم العمليات و المراسلات بين التجهيزات
- Input/Output (IO) server عبارة عن وسيط مسؤول عن تجميع و عزل معلومات النظام

Key ICS components

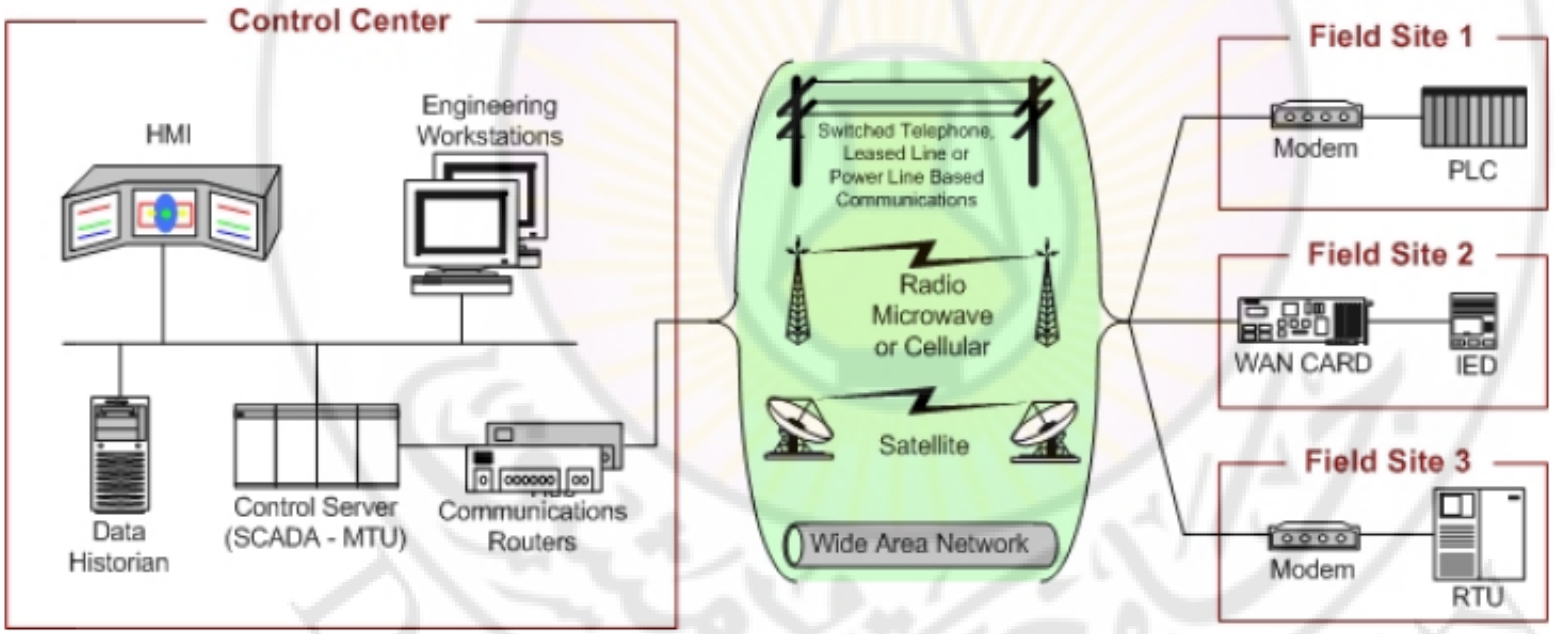
Network Components

و تشمل العناصر الآتية:

- Fieldbus Network تربط هذه الشبكة المغعلات و الحساسات مع المتحكمات
- Control Network تربط هذه الشبكة طبقة التحكم الإشرافي مع طبقة المتحكمات الأدنى سويةً
- Communications Routers تربط وحدات الـ MTU مع وحدات RTU البعيدة و تربط الشبكات المحلية مع شبكات اللاسلكية
- Firewall تحمي التجهيزات في الشبكة من خلال مراقبة الاتصالات و الرسائل المتبادلة
- Modems تستخدم لنقل الإشارات التسلسلية الرقمية لمسافات بعيدة بين وحدات MTU و الوحدات الطرفية

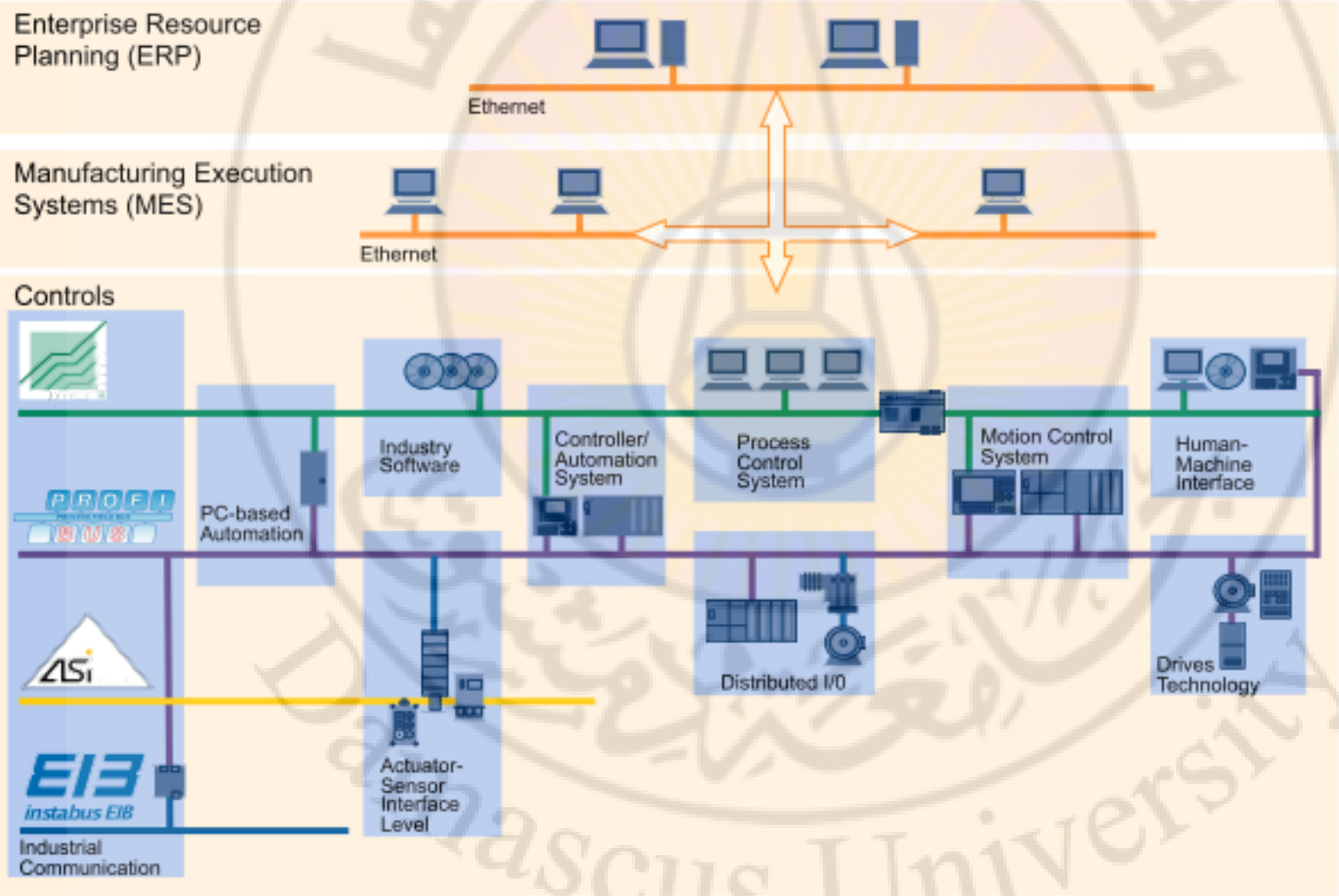
ICS components diagram

يبين الشكل الآتي مكونات شبكات التحكم الصناعي:



ICS components diagram

كما يبين الشكل الآتي البرتوكولات المستخدمة في شبكات التحكم الصناعي:



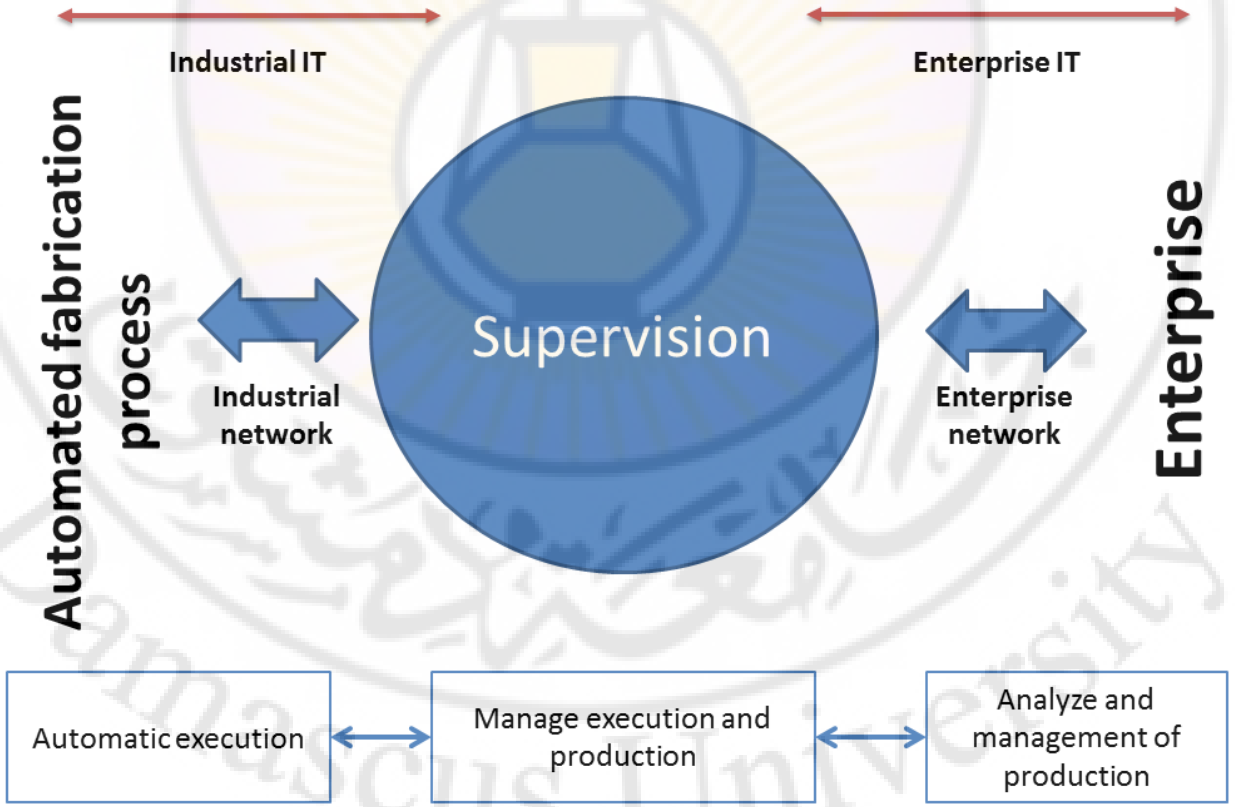
مفاهيم حول التحكم الصناعي Industrial Control System ICS
مفاهيم حول التحكم الإشرافي Supervision and Control
تعاريف
مستويات التحكم الإشرافي
خصائص التحكم الإشرافي
مفاهيم حول تحصيل البيانات Data Acquisition DAQ
مفاهيم حول التحكم الإشرافي و تحصيل البيانات Supervisory Control And Data Acquisition

مفاهيم حول التحكم الإشرافي Supervision

Supervisory control definition

التحكم الإشرافي

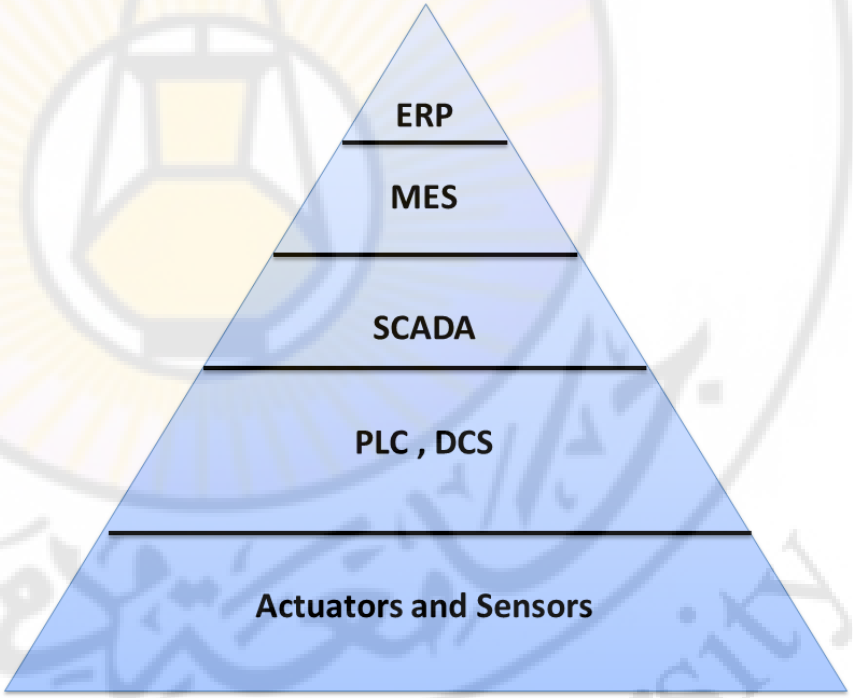
هو التعرف على حالة التجهيزات عن بعد (يدوياً أو آلياً)، مع إمكانية التحكم بها لضمان عمل النظام المراقب.



Supervisory control level

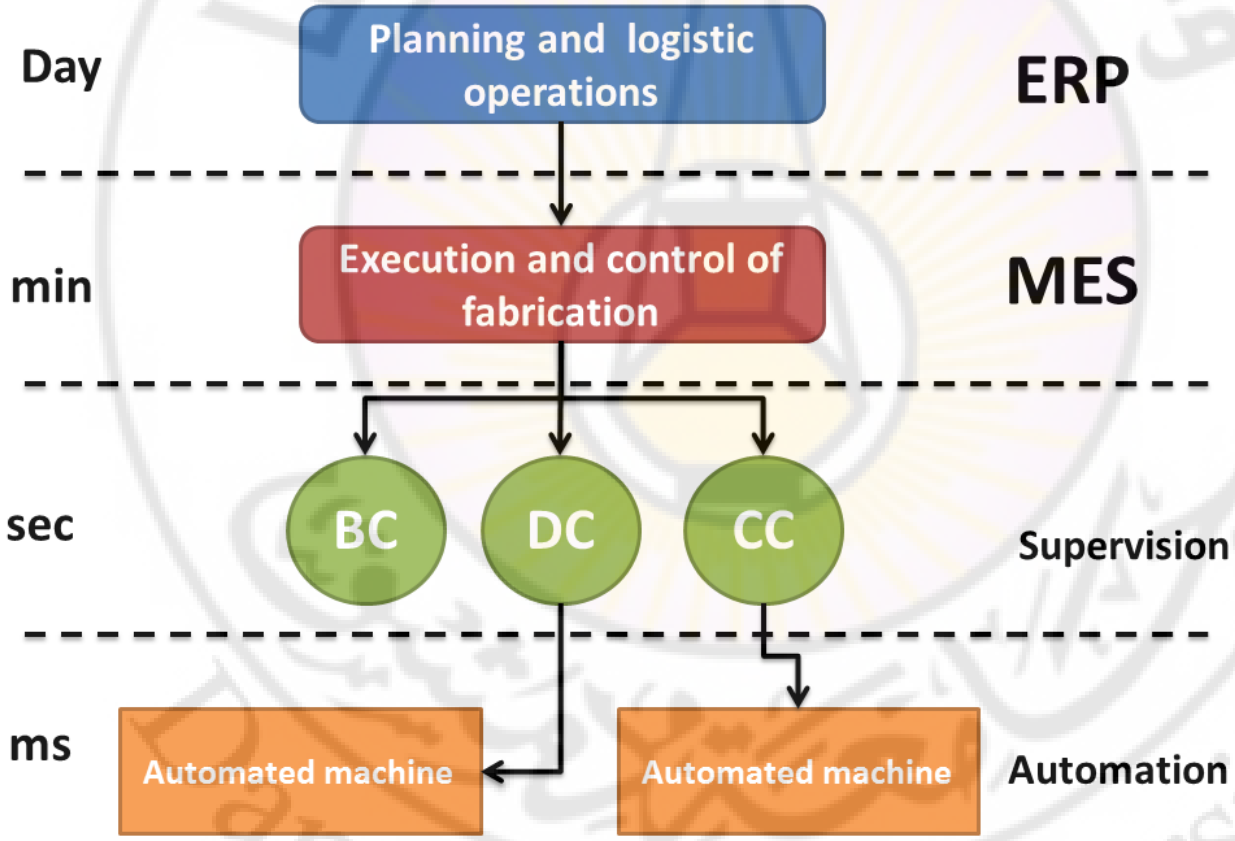
يتوضع التحكم الإشرافي بين طبقة عناصر التحكم و طبقة نظام التنفيذي كما هو مبين في الشكل المجاور:

- ERP: Enterprise Ressource Planning
- MES: Manufactoring Execution System
- SCADA: Supervisory Control And Data Acquistion
- PLC: Programmable Logical controllers, DCS: Digital controllers



Supervisory control

يبين الشكل المجاور ترتيب و أزمنة العمل بين المستويات السابقة:



BC: Batch control DC: Discrete control CC: Continuous control

Supervision softwares

تتم عملية التحكم الإشرافي عن طريق برمجيات خاصة، يمكن تلخيص وظيفة هذه البرمجيات بالمهام الآتية :

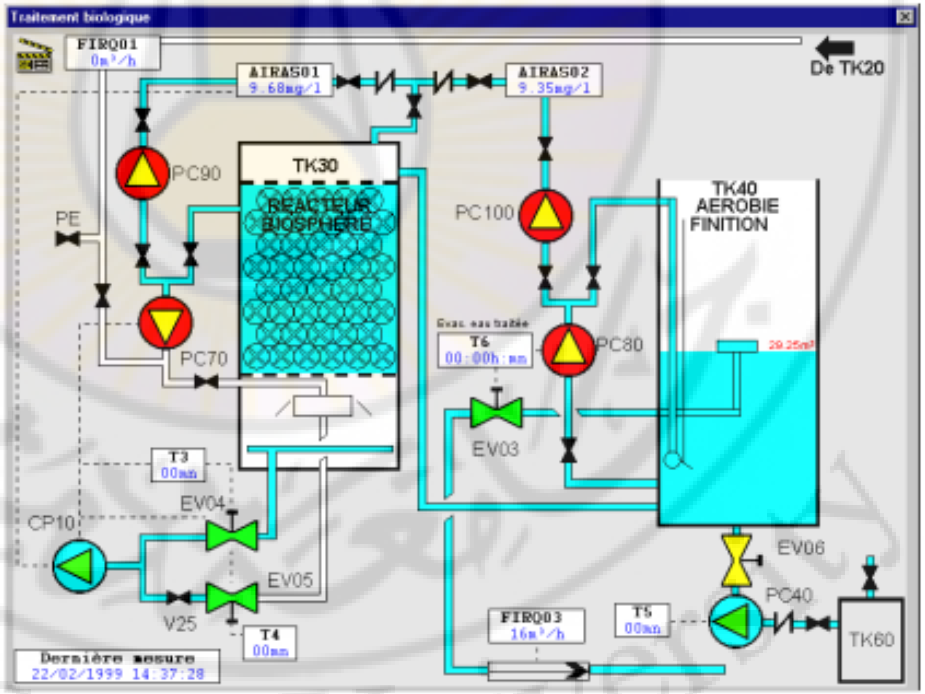
- IHM مساعدة المشغل على أخذ القرار عن طريق واجهات التخاطب
- Real time Visualisation مراقبة تطور متحولات الحالة للنظام في الزمن الحقيقي و تطبيق أوامر التحكم بشكل آلي أو يدوياً.
- Collect informations تجميع المعلومات عن كامل النظام و تخزينها
- Alarm and warning إظهار إشارات تحذير و تنبيه عن الحالات غير الطبيعية أو حالات الطوارئ

Schneider Electric	Monitor Pro, Vidjeo Look, Citect	Codra	Panorama P2, Panorama E2
AREAL	TopKapi	ARC Informatique	PcVue, PlantVue
ELUTIONS	ControlMaestro, Wizcon	SIEMENS	SIMATIC WinCC Version 7
ICONICS	Genesis 32	Wonderware	InTouch, InControl

Supervision operations: Synoptic

تلخيص إجمالي Synoptic

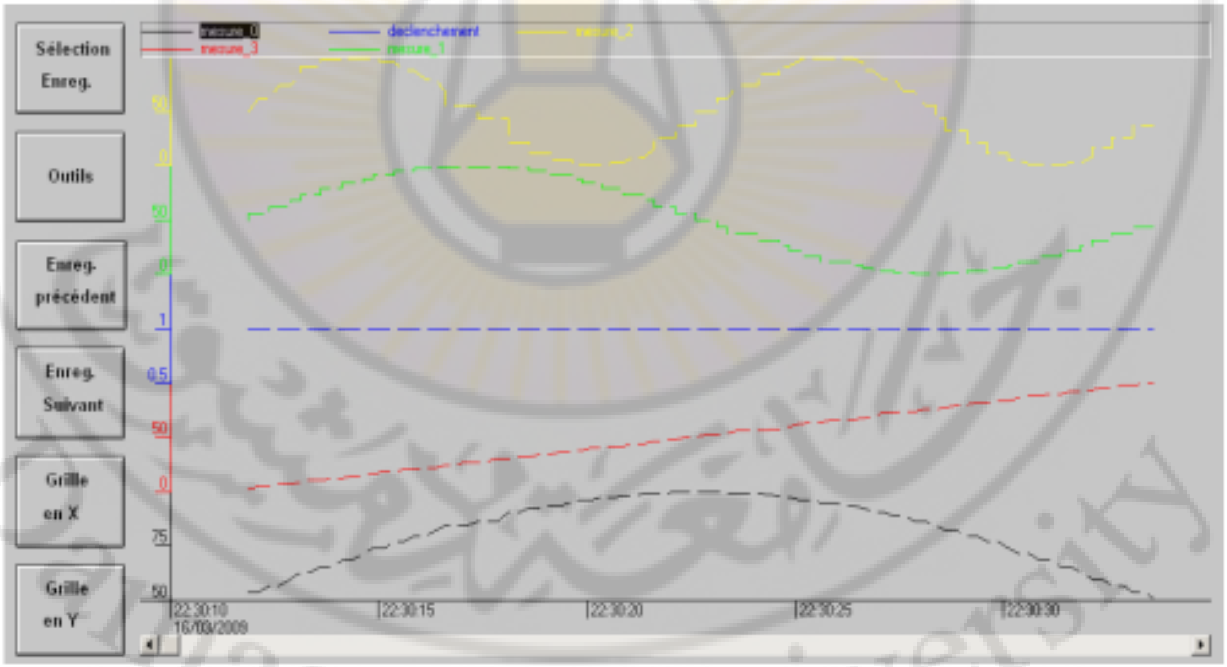
يقدم نظرة جامعة و مختصرة عن النظام المتحكم به،بطريقة ديناميكية و لحظية. تسمح للمشغل بمراقبة النظام و التدخل في العمليات الصناعية، كما تظهر حالات التشغيل غير الطبيعية.



Supervision operations: Curves visualization

تحليل بياني لمنحنيات العمل Curves visualization

يقدم التحكم الإشرافي وسيلة لرسم منحنيات التشغيل بشكل ديناميكي (وهي تغيرات متحولات الحالة مع الزمن).



Supervision operations: Alarm visualization

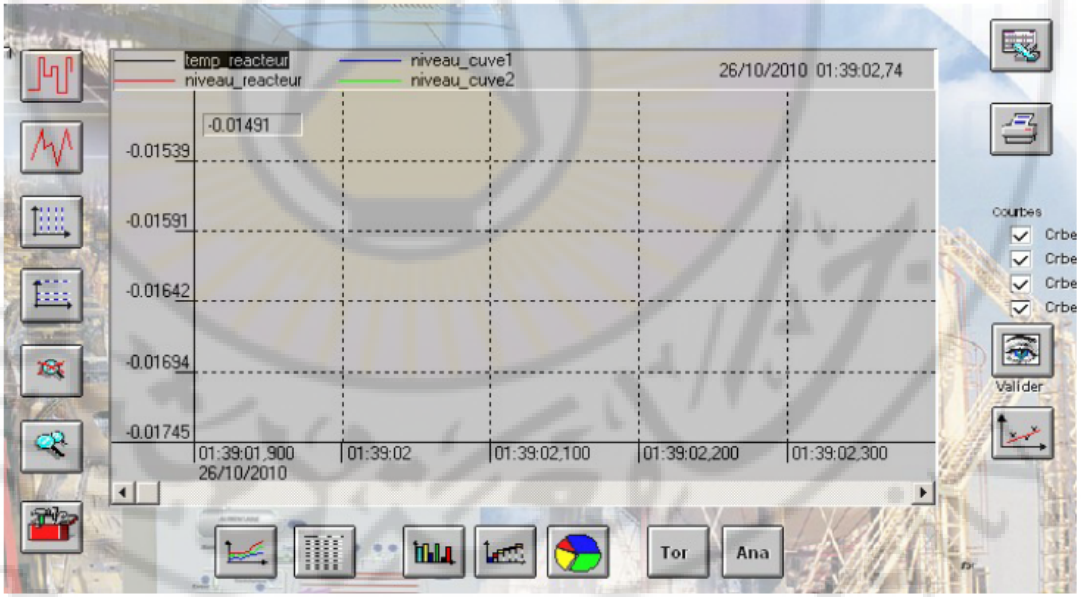
إظهار تنبيهات الطوارئ Alarm visualization

يقدم التحكم الإشرافي للمشغل رسائل عن حالات العمل غير الطبيعية و الطوارئ في الزمن الحقيقي.

Supervision operations: History of procedure

History of procedure تخزين و أرشفة

يقدم التحكم الإشرافي للمشغل وسيلة لتخزين و إعادة استدعاء قياسات سابقة و رسمها على شكل منحنيات مع الزمن.



Data AcQuisition definition

DAQ

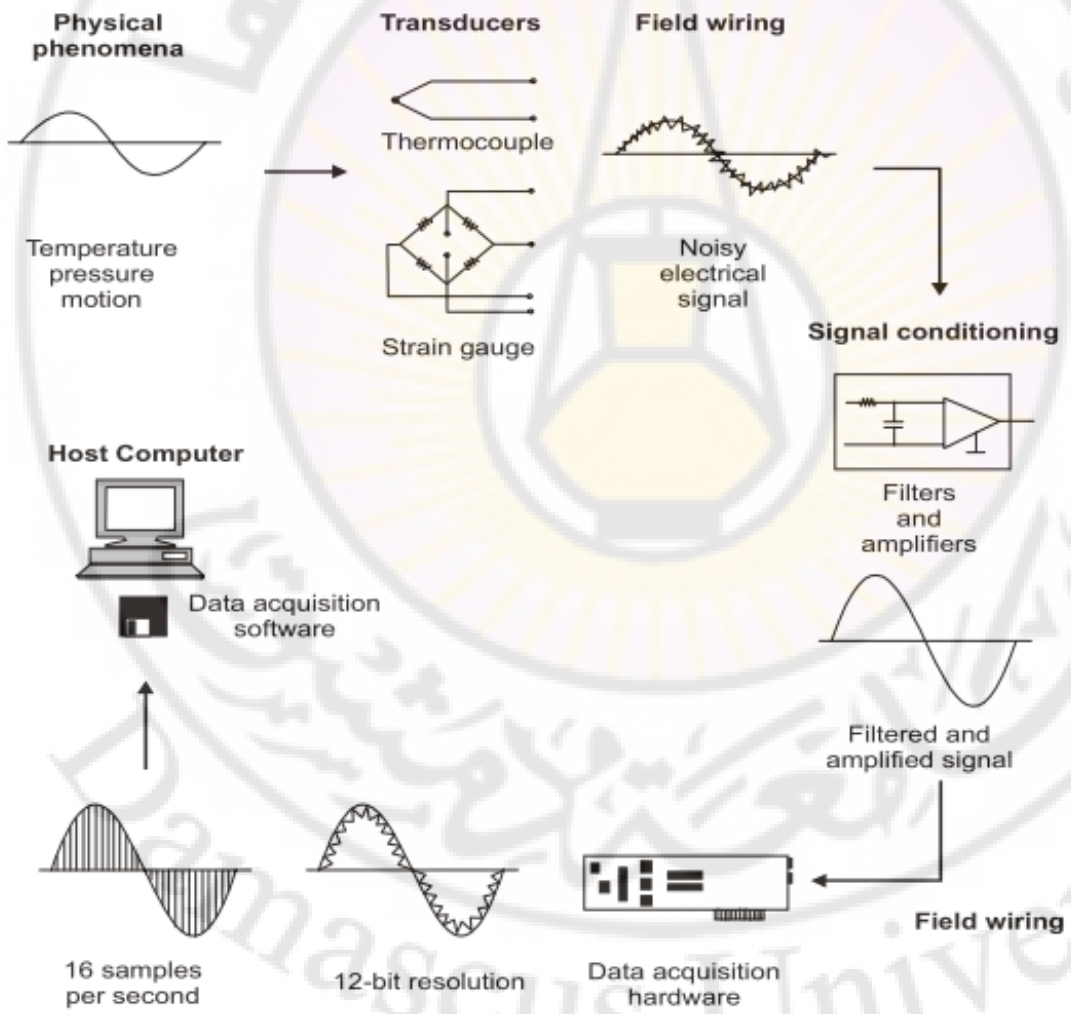
تعرف عملية تحصيل البيانات بأنها العملية التي يتم بها نقل الظواهر الفيزيائية من الواقع العملي إلى إشارات كهربائية, التي بدورها تقاس و تحول إلى إشارات رقمية بهدف معالجتها و تحليلها و تخزينها في الحاسب.

تمثل التجهيزات الآتية العناصر الأساسية في عملية تحصيل البيانات:

- Sensors and transducers الحساسات و المبدلات
- Field wiring التوصيلات الحقلية
- Signal conditioning مكيفات الإشارة
- DAQ hardware تجهيزات التحصيل
- PC نظام تشغيل
- DAQ software برمجيات التحصيل

DAQ basic components

يوضح الشكل المجاور ملخص عن هذه التجهيزات و دورها في أنظمة التحصيل:



DAQ basic components: sensors and transducers

transducers and sensrors

تؤمن كل من الحساسات و المبدلات وسيلة تبادل فعلية بين العالم الحقيقي و نظام التحصيل، ذلك عن طريق تحويل الظواهر الفيزيائية إلى إشارات كهربائية يمكن استخدامها و التعامل معها من قبل نظام التحصيل.

مثل:

- Thermocouples المزدوجة الحرارية
- Resistive temperature detectors RTDs حساسات ذات المقاومة الحرارية
- Thermistor المقاومات الحرارية
- IC sensors حساسات الحرارة المتاكملة
- Strain gauges مقاييس الاجهادات
- pressure transducers مبدلات الضغط

DAQ basic components: Field wiring and comm. cables

Field wiring

تؤمن الارتباط الفيزيائي بين المبدلات و الحساسات من جهة و مكيفات الإشارة أو أنظمة التحصيل من جهة أخرى.

مفاهيم حول التحكم الصناعي Industrial Control System ICS

مفاهيم حول التحكم الإشرافي Supervision and Control

مفاهيم حول تحصيل البيانات Data Acquisition DAQ

تعريف أنظمة التحصيل

المكونات الأساسية لنظم التحصيل

تشكيلات أنظمة التحصيل

مفاهيم حول التحكم الإشرافي و تحصيل البيانات Supervisory Control And Data Acquisition

DAQ basic components: Field wiring and comm. cables

Field wiring

تؤمن الارتباط الفيزيائي بين المبدلات و الحساسات من جهة و مكيفات الإشارة أو أنظمة التحصيل من جهة أخرى.

communication cables

عندما تكون هذه الأنظمة متوضعة في حاسب بعيد عن الحساسات و تم الربط عبر RS485-RS232 تدعى عندها التوصيلات الحقلية بكابلات الاتصال.

DAQ basic components: Field wiring and comm. cables

Field wiring

تؤمن الارتباط الفيزيائي بين المبدلات و الحساسات من جهة و مكيفات الإشارة أو أنظمة التحصيل من جهة أخرى.

communication cables

عندما تكون هذه الأنظمة متوضعة في حاسب بعيد عن الحساسات و تم الربط عبر RS485-RS232 تدعى عندها التوصيلات الحقلية بكابلات الاتصال.

Noise and filtiring

يجب الانتباه إلى أن هذه الكابلات تكون معرضة لإشارات خارجية تؤدي إلى تشكيل ضجيج على الإشارة الحقيقية. لذلك يجب تحجيب الكابلات أو تركيب مرشحات قبل تكييف الإشارة.

DAQ basic components: signal conditioning

signal conditioning

مهمتها تكييف الإشارات القادمة من الحساسات و المبدلات لتصبح مناسبة على دخل تجهيزات التحصيل. التكييف يكون عادةً على طبيعة الإشارة (تماثلي–رقمي) أو على سوية الإشارة.

من مهام مكيفات الإشارة:

- Filtering ترشيح الإشارة من التشويش أو الضجيج
- Amplification تكبير الإشارة لزيادة الدقة في التحصيل
- Linearization تحويل الظواهر اللاخطية إلى علاقات خطية سهلة التحكم و التفسير
- Isolation عزل الحساسات و المبدلات عن دارات الاستطاعة ذات التوترات العالية
- Excitation بعض المبدلات تحتاج لتهييج على شكل توتر أو تيار خارجي يتم ذلك عن طريق هذه المكيفات.

DAQ basic components: DAQ hardware

DAQ hardware

يعتبر العتاد الصلب لأنظمة تحصيل البيانات الجزء الذي يقوم بالمهام الآتية:

- تحويل إشارات المكيفات و المبدلات (الدخل) إلى الحاسب
- معالجة الإشارات
- نقل إشارات التحكم (الخرج) إلى وحدات التحكم

DAQ configuration

configuration

تساعد إمكانيات الحاسب و مرونة استخدام التوصيلات من تحقيق عدة تشكيلات لأنظمة التحصيل و التحكم. حيث تمتلك كل واحدة منها ميزات بحسب التطبيق و الهدف من نظام التحصيل. كما تشكل البيئة التي يتوضع فيها نظام التحصيل و عدد الحساسات و المبدلات اللازمة، بالإضافة إلى طبيعة الإشارات المحصلة العوامل الرئيسية التي تحدد التشكيلة المناسبة.

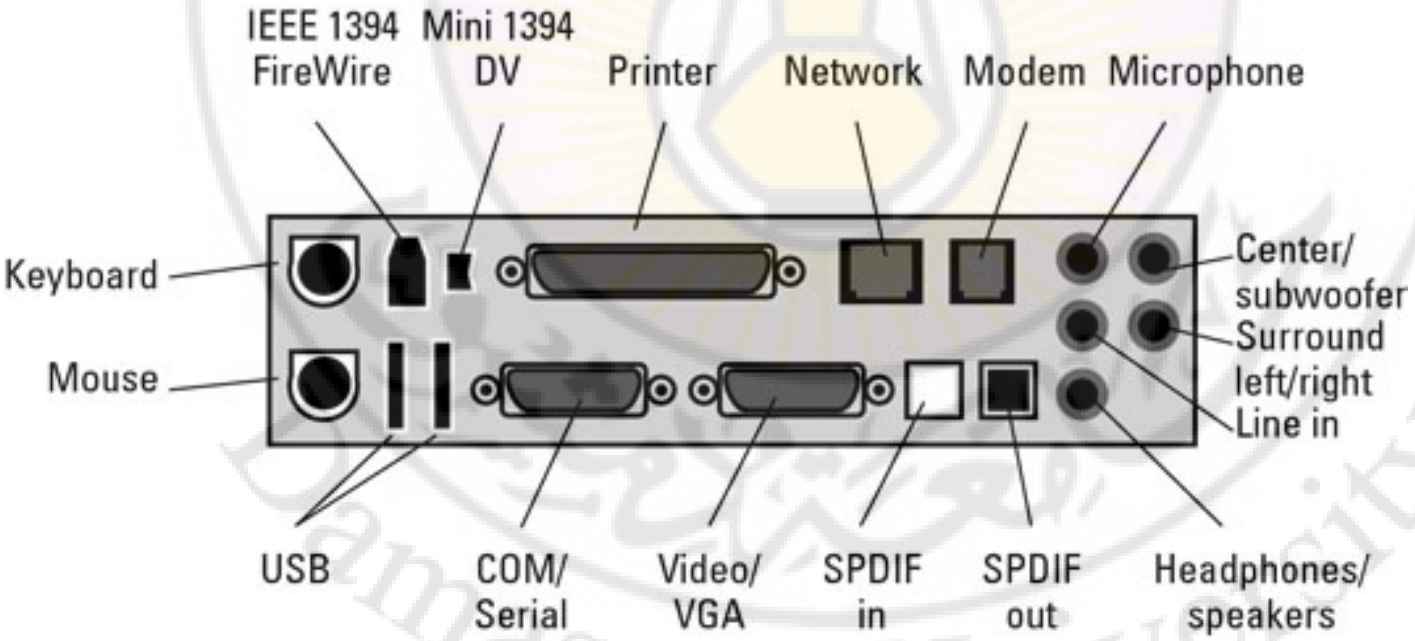
تعتبر التشكيلات الآتية الأكثر انتشاراً :

- Computer plug-in I/O
- Distributed I/O
- Stand-alone or distributed loggers and controllers
- IEEE-488 instruments

DAQ configuration: computer plug-in I/O

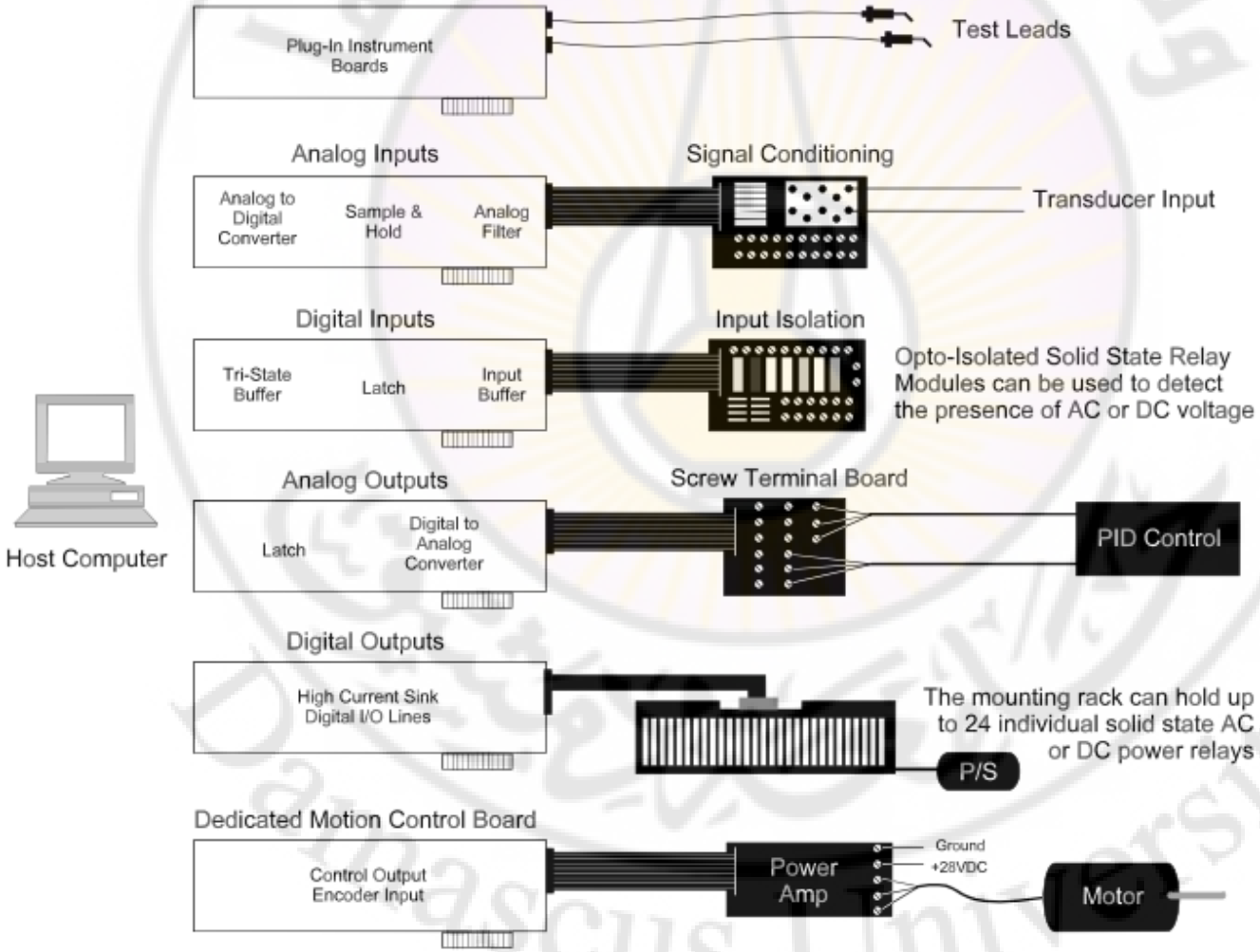
computer plug-in I/O

تعتبر لوحات الدخل /خرج المتصلة مباشرةً مع الحاسب الأكثر استخداماً, كونها الأرخص و الأسرع . يستخدم هذا النظام في التطبيقات التي يكون فيها الحاسب قريب من الحساسات و المبدلات.



DAQ configuration: computer plug-in I/O

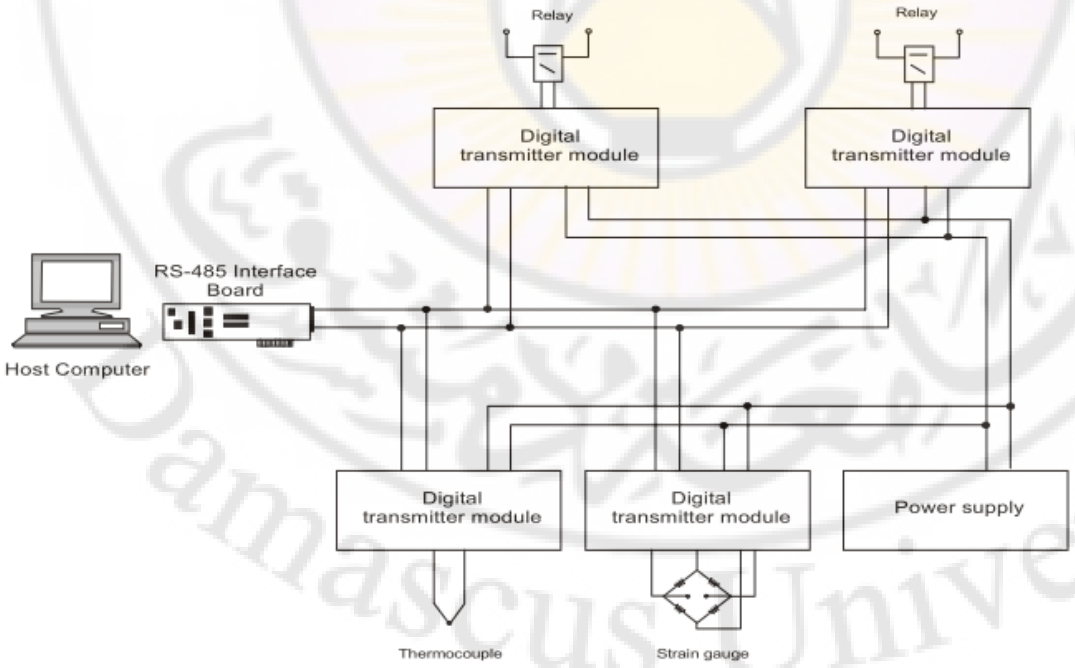
يبين الشكل المجاور احتمالات لوحات الدخل/خرج الممكن ربطها مباشرةً مع الحاسب.



DAQ configuration: Distributed I/O

Distributed I/O

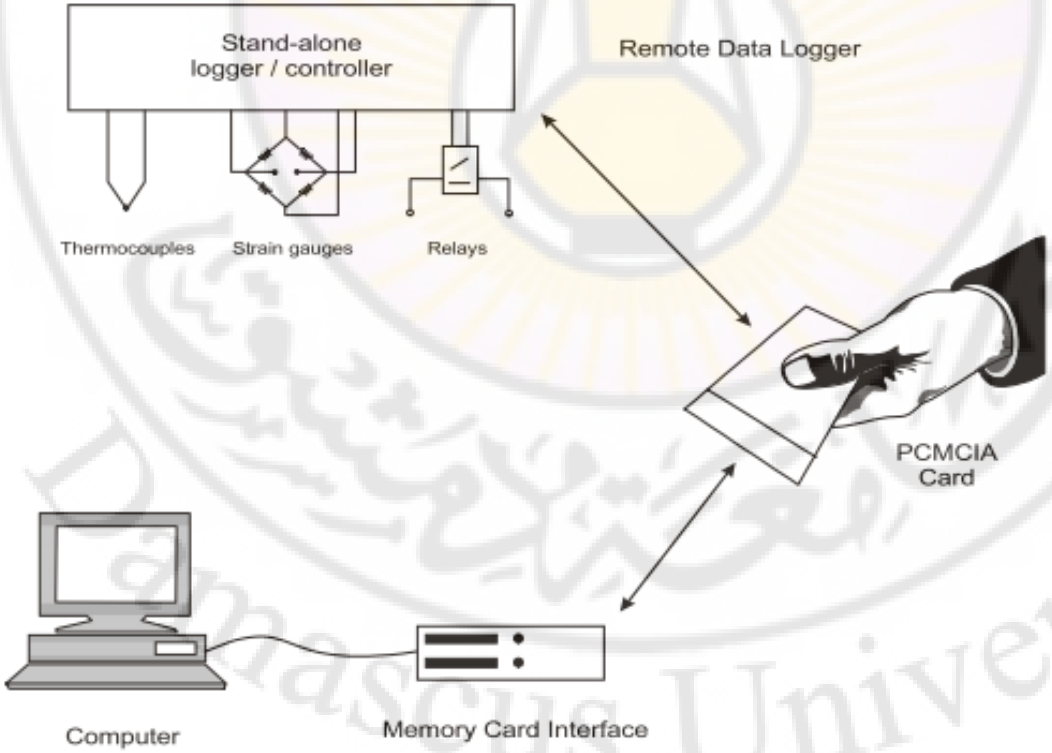
عندما تكون الحساسات بعيدة عن حاسب التحكم و المراقبة، يصبح من الصعب الحصول على إشارات الحساسات الصغيرة بدقة كافية ، خصوصاً أنها ستتعرض لتشويش. من أجل ذلك يتم توزيع مجموعات دخل/خرج قرب العناصر المراد مراقبتها . يعتبر Digital transmitter مثال على لوحات الدخل/خرج الأكثر انتشاراً. كون هذه التجهيزة تحتوي على حساسات و مكيفات و فلاتر للإشارة، كما أنها تنقلها عبر كابلات RS-232 or RS-485 .



DAQ configuration: stand-alone loggers/controllers

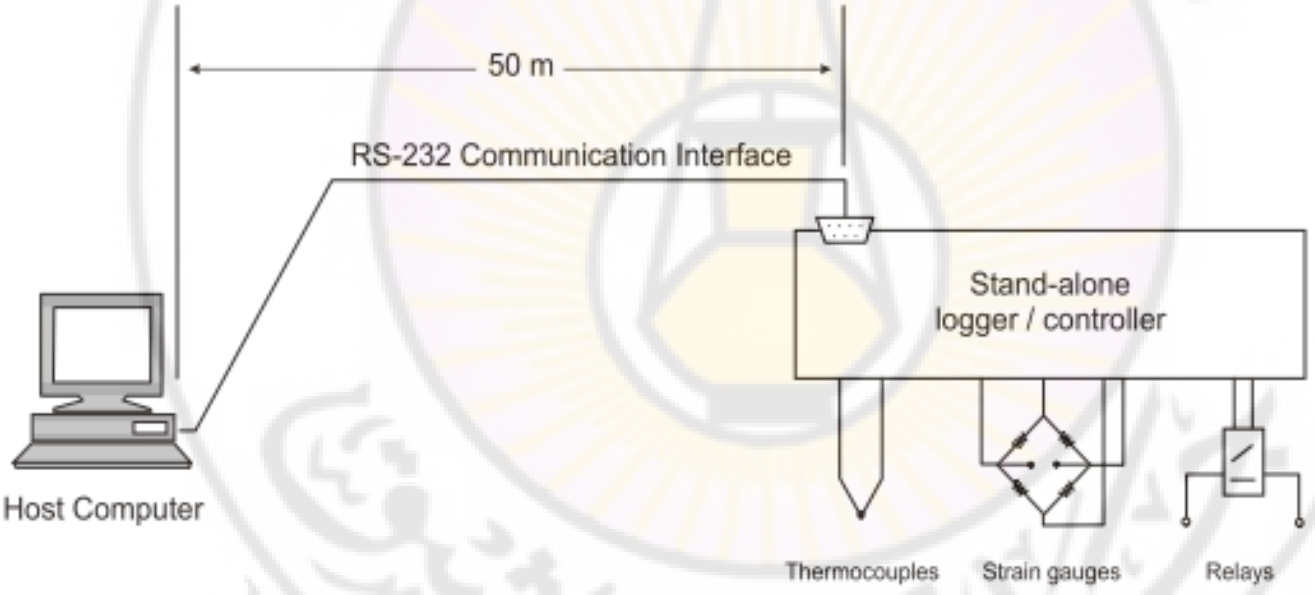
stand-alone loggers/controllers

عبارة عن تجهيزات قياس و تحكم مرنة, تستطيع الارتباط بمعظم أنواع الحساسات و المكيفات، تستخدم في المناطق التي لا يمكن وضع فيها حاسب مضيف. تستخدم بطاقات الذاكرة فيها لتخزين المعطيات ليتم نقلها لاحقاً إلى الحاسب.



DAQ configuration: stand-alone loggers/controllers

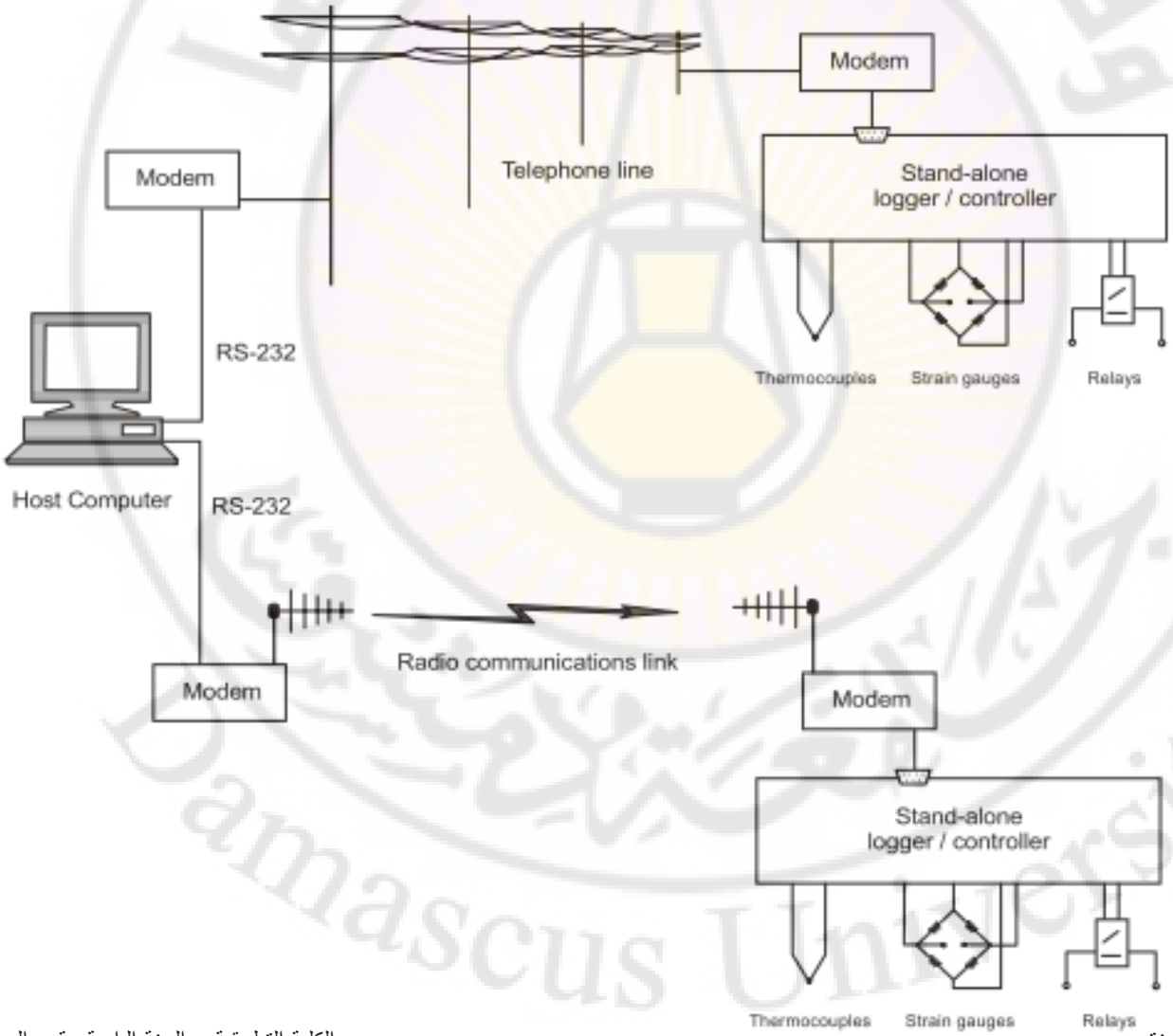
يمكن استخدام كابل تسلسلي RS-232 لكن بشرط ألا تزيد المسافة عن 50 متر.



Direct connections to a stand-alone logger/controller via an RS-232 serial interface

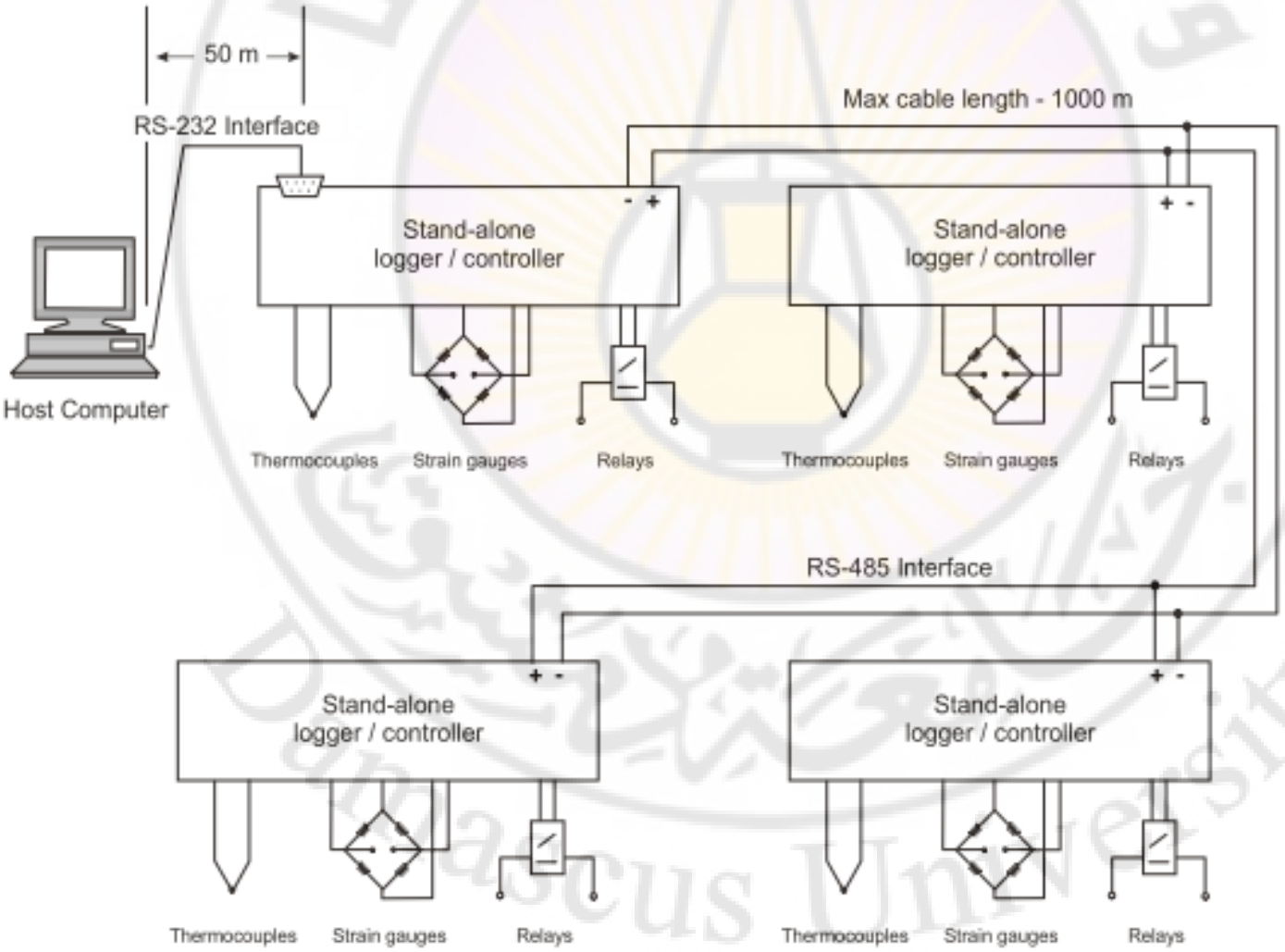
DAQ configuration: stand-alone loggers/controllers

كما يمكن استخدام الإشارات اللاسلكية لنقل البيانات و أشارات التحكم عبر مسافات شاسعة.



DAQ configuration: stand-alone loggers/controllers

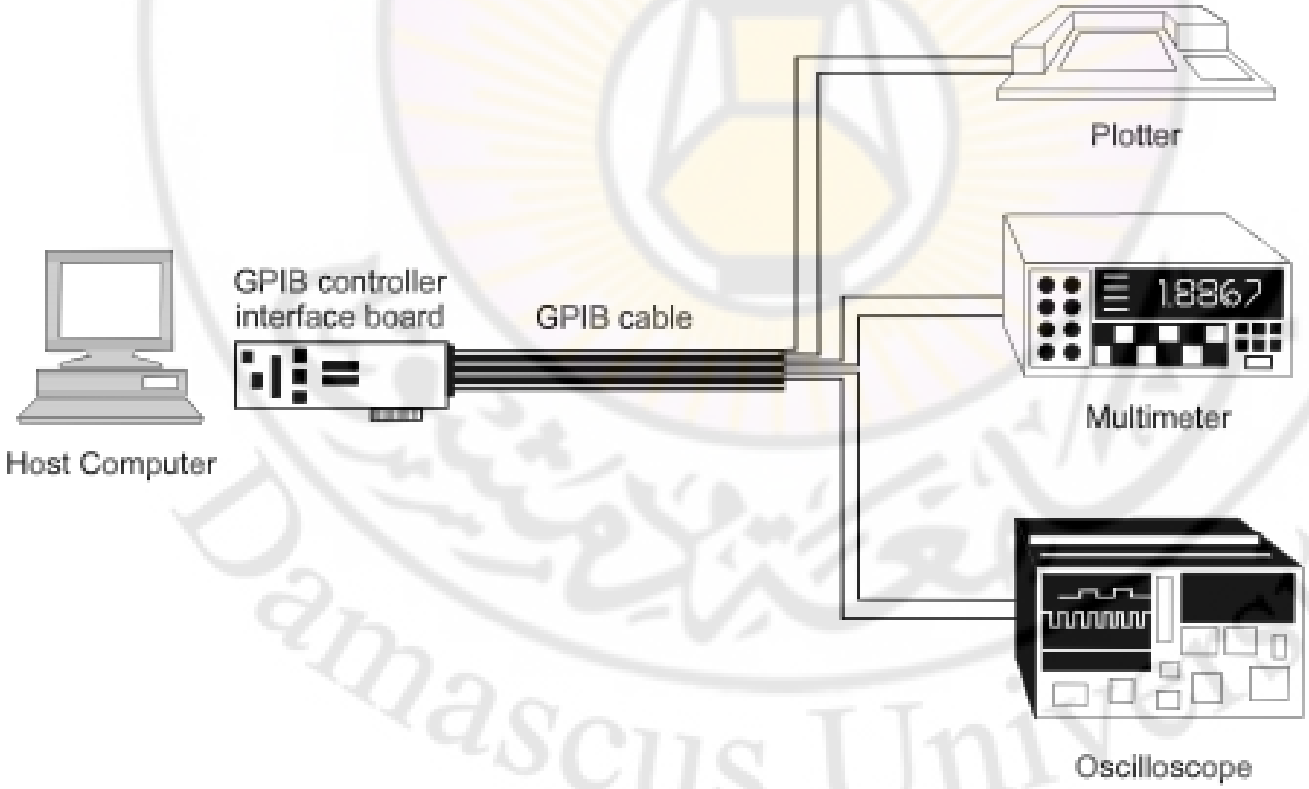
عند الحاجة إلى عدة وحدات تحصيل، يمكن استخدام طريقة multi-drop. و توصيل هذه المجموعات على التفرع كما في الشكل المجاور



DAQ configuration: IEEE-488

General Purpose Interface Bus (GPIB) : IEEE-488

عبارة عن لوحة تحصيل و تحكم متعددة الاستخدامات، تفرعية ذات سرعة عالية، يمكن توصيل حتى 15 جهاز في وقت واحد. السرعة الوسطية لنقل البيانات هي بحدودو 1 ميغابايت/ثانية , بينما طول الكبل وسطياً هو بحدود 20 متر.



مفاهيم حول التحكم الصناعي Industrial Control System ICS

مفاهيم حول التحكم الإشرافي Supervision and Control

مفاهيم حول تحصيل البيانات Data Acquisition DAQ

تعريف أنظمة التحصيل

المكونات الأساسية لنظم التحصيل

تشكيلات أنظمة التحصيل

مفاهيم حول التحكم الإشرافي و تحصيل البيانات Supervisory Control And Data Acquisition

مفاهيم حول التحكم الإشرافي و تحصيل البيانات

Supervisory Control and Data Acquisition - SCADA

SCADA definition

تعرف هذه الأنظمة وفقاً للهيئة الدولية الكهروتقنية IEC

in IEC62270

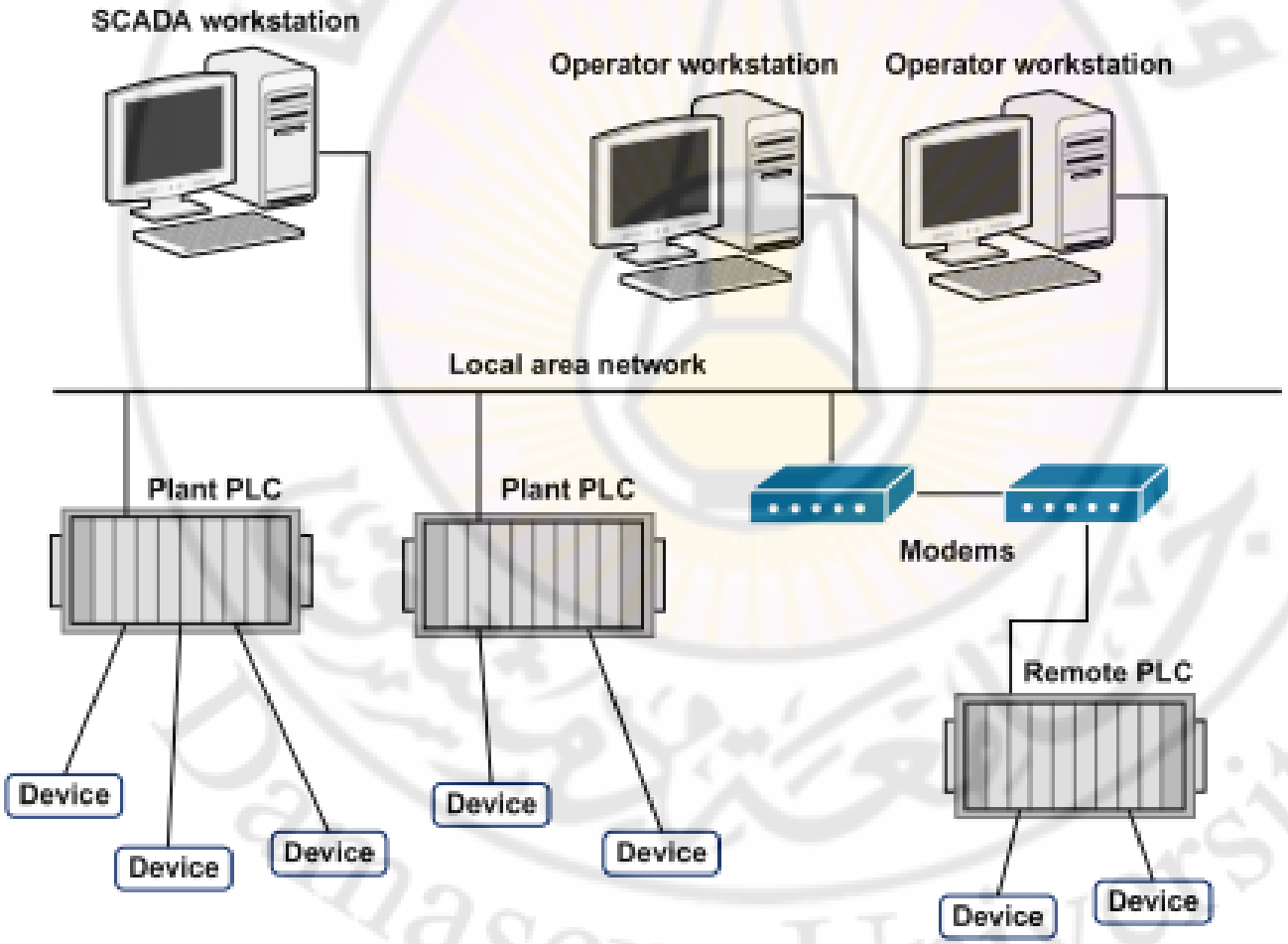
نظام تشغيل بإشارات مرمزة عبر قنوات اتصال. يهدف إلى التحكم عن بعد بالتجهيزات، كما يمكن من تحصيل و إظهار و تسجيل معلومات حول حالة هذه التجهيزات.

تعتبر هذه الأنظمة تكامل لأنظمة التحكم الإشرافي مع نظم تحصيل البيانات. كما أنها تمتلك واجهات تخاطب و برمجيات، تمكن المشغل من المراقبة و التدخل في عمل نظام التحكم.
تتكون أنظمة الـ SCADA بشكل عام من العناصر الآتية:

- MTU وحدات المراقبة و التحكم الرئيسية
- Communication network شبكة اتصالات مع عناصرها
- RTU , IED وحدات المراقبة و التحكم الفرعية (البعيدة)

SCADA hardware Components

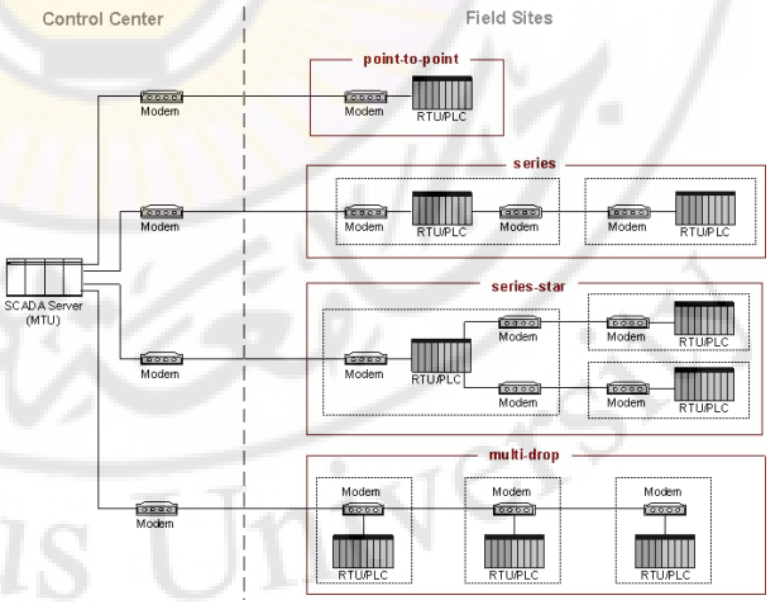
يبين الشكل المجاور المكونات الرئيسية لنظم SCADA:



SCADA Architecture

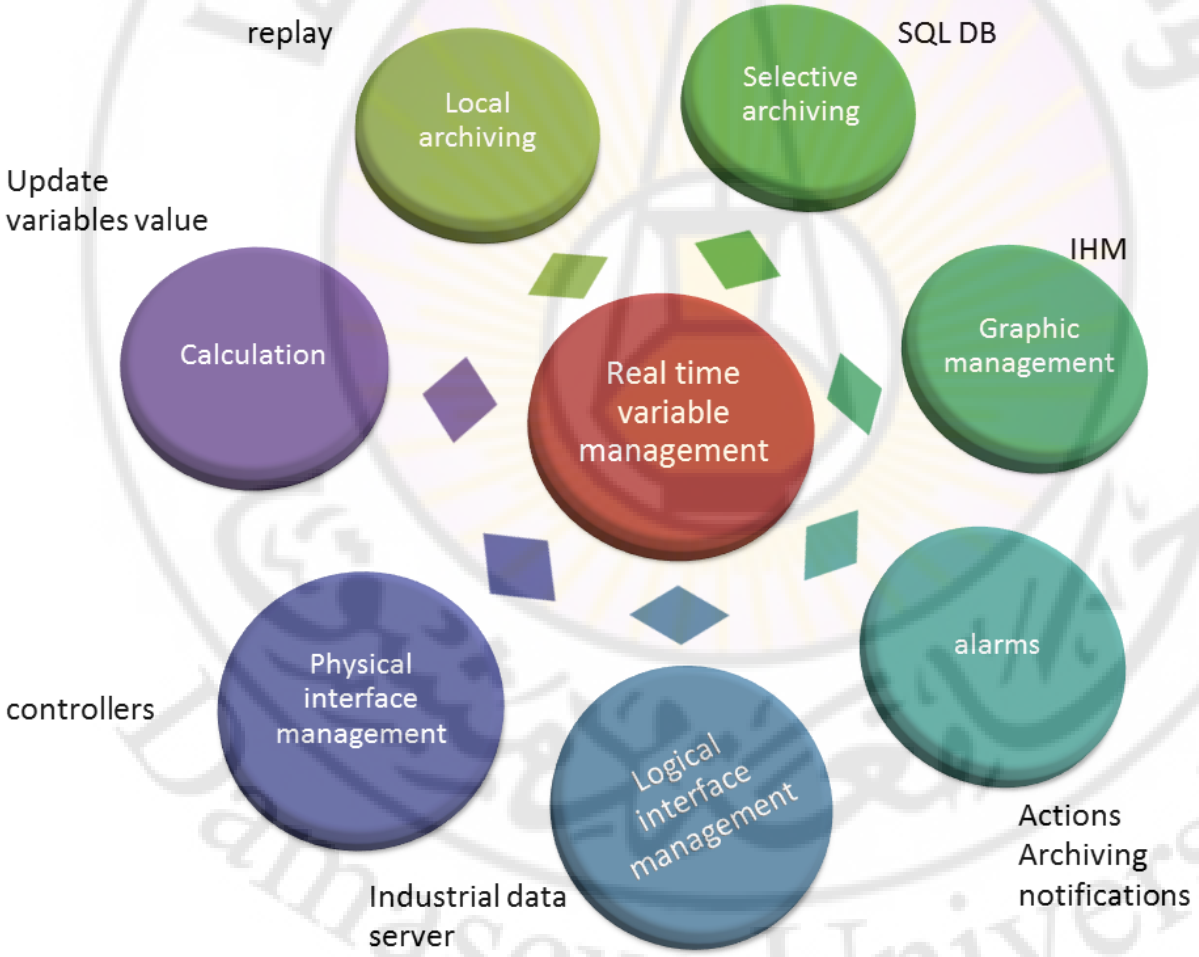
يأخذ شكل شبكة الاتصال بين وحدات الـ MTU و وحدات الـ RTU عدة أنماط هي:

- point-to-point الأبسط لكنه مكلف مادياً نظراً للحاجة لعدد كبير من قنوات الاتصال
- series عدد قنوات الاتصال أقل لكن هنالك تعقيد في تشغيل العمليات، كما أن كفاءة النظام تتأثر بتوحيد القنوات
- series-star تستخدم قناة لكل جهاز، لذلك يظهر تعقيد في تشغيل النظام و زيادة في كفاءته
- multi-drop زيادة في التعقيد



SCADA software architecture

يتوجب على أي نظام SCADA ان يحتوي على الكتل البرمجية الآتية:



Real time variable management

variable types

يمكن أن تأخذ المتحولات في هذه النظم عدة انماط (منطقية – رقمية – محرفية).كما يجب اعتماد طريقة البرمجة غرضية التوجه، حيث تعطى مميزات المتحولات على النحو الآتي:

- قيمة المتحول
- واحدته الفيزيائية
- حدوده الدنيا و العليا
- تحديث قيمه مع الزمن

أنظمة التحكم و الإشرافي و تحصيل المعطيات (Supervisory Control And Data Acquisition systems)

د. غيث هاشم ورقوزق

مفاهيم حول التحكم الصناعي Industrial Control System ICS

مفاهيم حول التحكم الإشرافي Supervision and Control

مفاهيم حول تحصيل البيانات Data Acquisition DAQ

مفاهيم حول التحكم الإشرافي و تحصيل البيانات Supervisory Control And Data Acquisition

الشروط الفنية العامة

البنية العتادية

البنية البرمجية

تحليل خصائص هذه النظم

Real time variable management

variable types

يمكن أن تأخذ المتحولات في هذه النظم عدة انماط (منطقية – رقمية – محرفية).كما يجب اعتماد طريقة البرمجة غرضية التوجه، حيث تعطى مميزات المتحولات على النحو الآتي:

- قيمة المتحول
- واحدته الفيزيائية
- حدوده الدنيا و العليا
- تحديث قيمه مع الزمن

real time specifications

بينما من أجل تحقيق مفهوم العمل في الزمن الحقيقي يتوجب تأمين النقاط الآتية:

- التزامن مع واجهات التخاطب synchronization with IHM
- التزامن مع التجهيزات synchronization with devices

Real time variable management

synchronization with IHM

يتم تحقيق التزامن في الزمن الحقيقي مع واجهات التخاطب عن طريق:

- تحديث العرض (قيم رقمية، منحنيات...)
- تأمين التفاعل مع المشغل عن طريق الأزرار أو المؤشر على الشاشة

synchronization with devices

يتم تحقيق التزامن في الزمن الحقيقي مع الوسائط عن طريق:

- قراءة قيم متحولات خرج الوسائط
- إرسال قيم دخل للوسائط

Real time variable management

synchronization with IHM

يتم تحقيق التزامن في الزمن الحقيقي مع واجهات التخاطب عن طريق:

- تحديث العرض (قيم رقمية، منحنيات...)
- تأمين التفاعل مع المشغل عن طريق الأزرار أو المؤشر على الشاشة

synchronization with devices

يتم تحقيق التزامن في الزمن الحقيقي مع الوسائط عن طريق:

- قراءة قيم متحولات خرج الوسائط
- إرسال قيم دخل للوسائط

Synchronization by:

يتم تحقيق التزامن بطريقتين هما:

- الاتصال بشكل دوري مع التجهيزات
- تحليل حدوث تغيرات قيم المتحولات و تفعيل بعض الوظائف المرتبة بهذه التغيرات.

Other aspects: Operation system, communication

Operation system

مواصفات نظام التشغيل فهي:

- التشغيل عبر مستخدم وحيد أو عدة مستخدمين (عندها يجب الانتباه إلى شروط السماحيات لكل مستخدم)
- وحيد أو متعدد المهام (العمل على قواعد البيانات أو إظهار المنحنيات–إظهار تنبيهات الطوارئ–تأمين الاتصالات...)

Communications

يجب تمييز نوعين من الاتصالات :

- الاتصال بين المهام حيث يمكن أن يتم عبر عدة طريق (اتصال ديناميكي، DLL)
- أما الاتصالات بين التجهيزات (عبر كروت خاصة, برتوكولات تسلسلية, CAN,TCP,UDP)

Other aspects: Supervision distribution, Price/Performance

Supervision distribution

يمكن أن توزع عملية المراقبة و التحكم على طيقات وفق الآتي:

- حواسب مستقلة المصادر لكنها متصلة مع بعضها عبر شبكة
- تتوزع المهام و المتحولات على عدة حواسب
- حواسب زبائن متصلة بمخدم ذو عدة مستخدمين

Supervision Price/Performance

عند تصميم نظام المراقبة و التحكم يجب الانتباه إلى:

- أسعار التجهيزات الكاملة
- دورة الحياة للتجهيزات و تكاليف الاستبدال
- تطبيق التحديثات على البرمجيات و تكاليفها
- المساعدة و التصليحات عن بعد أو في الموقع

المراجع

[1] Intromduction to supervision, Master cours, Lile university, 2010.

[2] Practical Data Acquisition for instrumentation and control systems, ISBN 07506 57960, 2003.

[3] Guide to Supervisory Control and Data Acquisition and industrial control Systems security, NIST, 2006.

أنظمة التحكم الإشرافي و تحصيل المعطيات
(SCADA hardware and firmware)

المحاضرة الثانية – المكونات العتادية في أنظمة التحكم الإشرافي و تحصيل المعطيات

د. غيث هاشم ورقوزق

قسم هندسة الطاقة الكهربائية – جامعة دمشق

لمحة عامة عن المكونات العتادية SCADA hradware

الوحدات و التجهيزات الحقلية Field level instrumentation and control devices

محطات القيادة Master stations

نظام الاتصالات Communications system

المحتويات

1 لمحة عامة عن المكونات العتادية SCADA hradware

2 الوحدات و التجهيزات الحقلية Field level instrumentation and control devices
- الوحدات الطرفية البعيدة Remote Terminal Units RTUs
- المتحكمات المنطقية المبرمجة Programmable Logic Controllers
- الحساسات الذكية Smart instrument
- المتطلبات العتادية و البرمجية و ظروف التشغيل Typical requirements (Hardware,software,environment

3 محطات القيادة Master stations
- محطات القيادة Master station
- شبكة الاتصال بين المحطات Local Area Networks

4 نظام الاتصالات Communications system
- بنية شبكة الاتصالات Communication architecture
- طرائق الاتصالات Communication methods

المحتويات

1. لمحة عامة عن المكونات العتادية SCADA hradware
2. الوحدات و التجهيزات الحقلية Field level instrumentation and control devices
   - الوحدات الطرفية البعيدة Remote Terminal Units RTUs
   - المتحكمات المنطقية المبرمجة Programmable Logic Controllers
   - الحساسات الذكية Smart instrument
   - المتطلبات العتادية و البرمجية و ظروف التشغيل Typical requirements (Hardware,software,environment
3. محطات القيادة Master stations
   - محطات القيادة Master station
   - شبكة الاتصال بين المحطات Local Area Networks
4. نظام الاتصالات Communications system
   - بنية شبكة الاتصالات Communication architecture
   - طرائق الاتصالات Communication methods

المحتويات

1. لمحة عامة عن المكونات العتادية SCADA hradware
2. الوحدات و التجهيزات الحقلية Field level instrumentation and control devices
   - الوحدات الطرفية البعيدة Remote Terminal Units RTUs
   - المتحكمات المنطقية المبرمجة Programmable Logic Controllers
   - الحساسات الذكية Smart instrument
   - المتطلبات العتادية و البرمجية و ظروف التشغيل Typical requirements (Hardware,software,environment
3. محطات القيادة Master stations
   - محطات القيادة Master station
   - شبكة الاتصال بين المحطات Local Area Networks
4. نظام الاتصالات Communications system
   - بنية شبكة الاتصالات Communication architecture
   - طرائق الاتصالات Communication methods

المحتويات

1. لمحة عامة عن المكونات العتادية SCADA hradware
2. الوحدات و التجهيزات الحقلية Field level instrumentation and control devices
   - الوحدات الطرفية البعيدة Remote Terminal Units RTUs
   - المتحكمات المنطقية المبرمجة Programmable Logic Controllers
   - الحساسات الذكية Smart instrument
   - المتطلبات العتادية و البرمجية و ظروف التشغيل Typical requirements (Hardware,software,environment
3. محطات القيادة Master stations
   - محطات القيادة Master station
   - شبكة الاتصال بين المحطات Local Area Networks
4. نظام الاتصالات Communications system
   - بنية شبكة الاتصالات Communication architecture
   - طرائق الاتصالات Communication methods

لمحة عامة عن المكونات العتادية SCADA hradware

SCADA hardware

SCADA

يعرف نظام سكادا بأنه نظام مكون من مجموعة من الوحدات الطرفية البعيدة التي تقوم بجمع المعلومات و القياسات الحقلية، تتصل هذه الوحدات مع محطة قيادة رئيسية عن طريق نظام اتصالات محدد. تظهر محطة القيادة القياسات و حالة عناصر النظام عبر واجهات تخاطب مع المشغل، الأمر الذي يسمح بقيادة و مراقبة كامل النظام.

يتكون أي نظام تحكم إشرافي و مراقبة (سكادا) من مجموعة من العناصر التي يمكن تصنيفها على النحو الآتي:

- الوحدات و التجهيزات الحقلية
- وحدات القيادة الرئيسية
- نظام الاتصالات
- وحدات التخزين و معالجة البيانات

أنظمة التحكم الإشرافي و تحصيل المعطيات (SCADA hardware and firmware)

د. غيث هاشم ورقوزق

لمحة عامة عن المكونات العتادية SCADA hradware

الوحدات و التجهيزات الحقلية Field level instrumentation and control devices

محطات القيادة Master stations

نظام الاتصالات Communications system

SCADA hardware

SCADA

يعرف نظام سكادا بأنه نظام مكون من مجموعة من الوحدات الطرفية البعيدة التي تقوم بجمع المعلومات و القياسات الحقلية، تتصل هذه الوحدات مع محطة قيادة رئيسية عن طريق نظام اتصالات محدد. تظهر محطة القيادة القياسات و حالة عناصر النظام عبر واجهات تخاطب مع المشغل، الأمر الذي يسمح بقيادة و مراقبة كامل النظام.

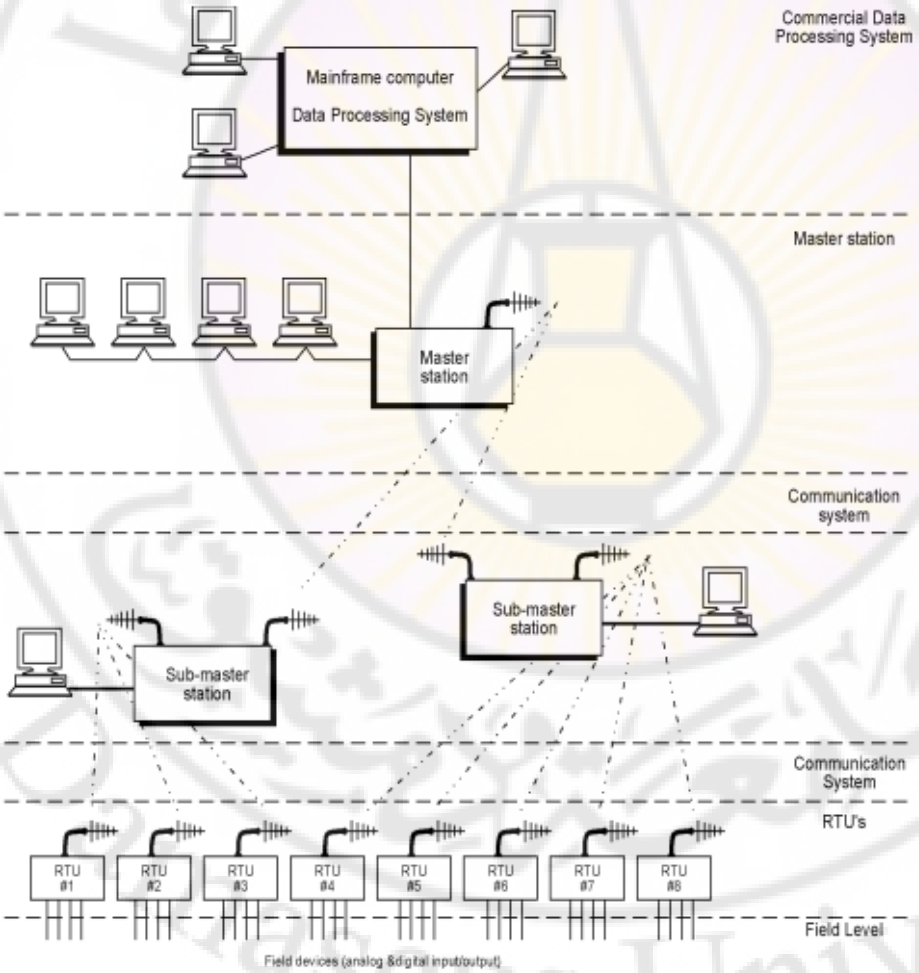
يتكون أي نظام تحكم إشرافي و مراقبة (سكادا) من مجموعة من العناصر التي يمكن تصنيفها على النحو الآتي:

- الوحدات و التجهيزات الحقلية
- وحدات القيادة الرئيسية
- نظام الاتصالات
- وحدات التخزين و معالجة البيانات

ملاحظة

في بداية الستينات من هذا القرن ظهرت أوائل نظم التحكم المؤتمت . مع تطور التقانات بدأت تتشكل ملامح نظم السكادا، حيث دخل إلى الصناعة مفهوم التحكم الموزع Distributed Control System DCS و ظهرت المتحكمات المنطقية المبرمجة Programmable Logic Controller PLC

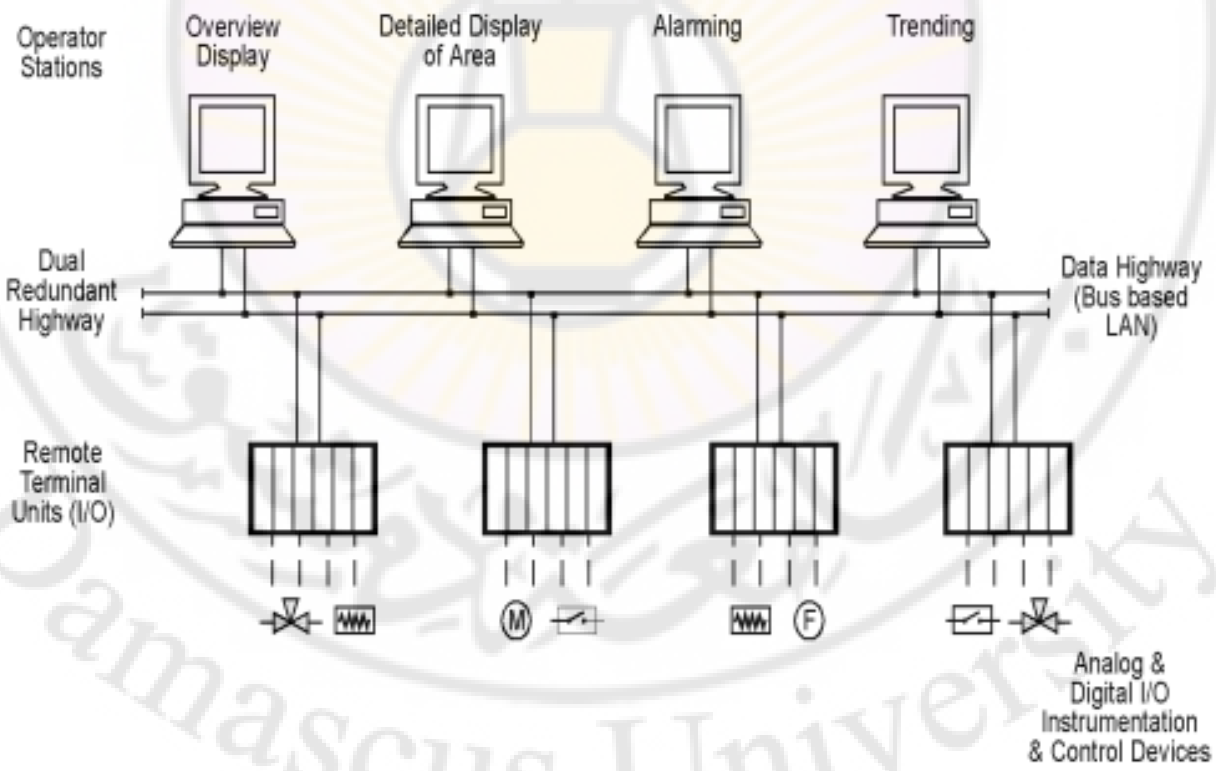
يوضح الشكل المجاور مخططاً مبسطاً لمكونات نظام سكادا:



DCS Vs SCADA

in DCS

تتم عملية التحكم و تحصيل البيانات عن طريق عدة معالجات صغرية موزعة بالقرب من الجهاز المتحكم به.



لمحة عامة عن المكونات العتادية SCADA hradware

الوحدات و التجهيزات الحقلية Field level instrumentation and control devices

الوحدات الطرفية البعيدة Remote Terminal Units RTUs

المتحكمات المنطقية المبرمجة Programmable Logic Controllers

الحساسات الذكية Smart instrument

المتطلبات العتادية و البرمجية و ظروف التشغيل Typical requirements (Hard-ware,software,environment

محطات القيادة Master stations

نظام الاتصالات Communications system

الوحدات و التجهيزات الحقلية Field level instrumentation and control devices

Remote Terminal Units RTUs

لمحة عامة عن المكونات العتادية SCADA hradware

الوحدات و التجهيزات الحقلية Field level instrumentation and control devices

الوحدات الطرفية البعيدة Remote Terminal Units RTUs

المعالجات التحكمية Control processor

المداخل التماثلية و الرقمية A/D inputs

وحدات التغذية Power supply

المتحكمات المنطقية المبرمجة Programmable Logic Controllers

الحساسات الذكية Smart instrument

المتطلبات العتادية و البرمجية و ظروف التشغيل Typical requirements (Hard-ware,software,environment

محطات القيادة Master stations

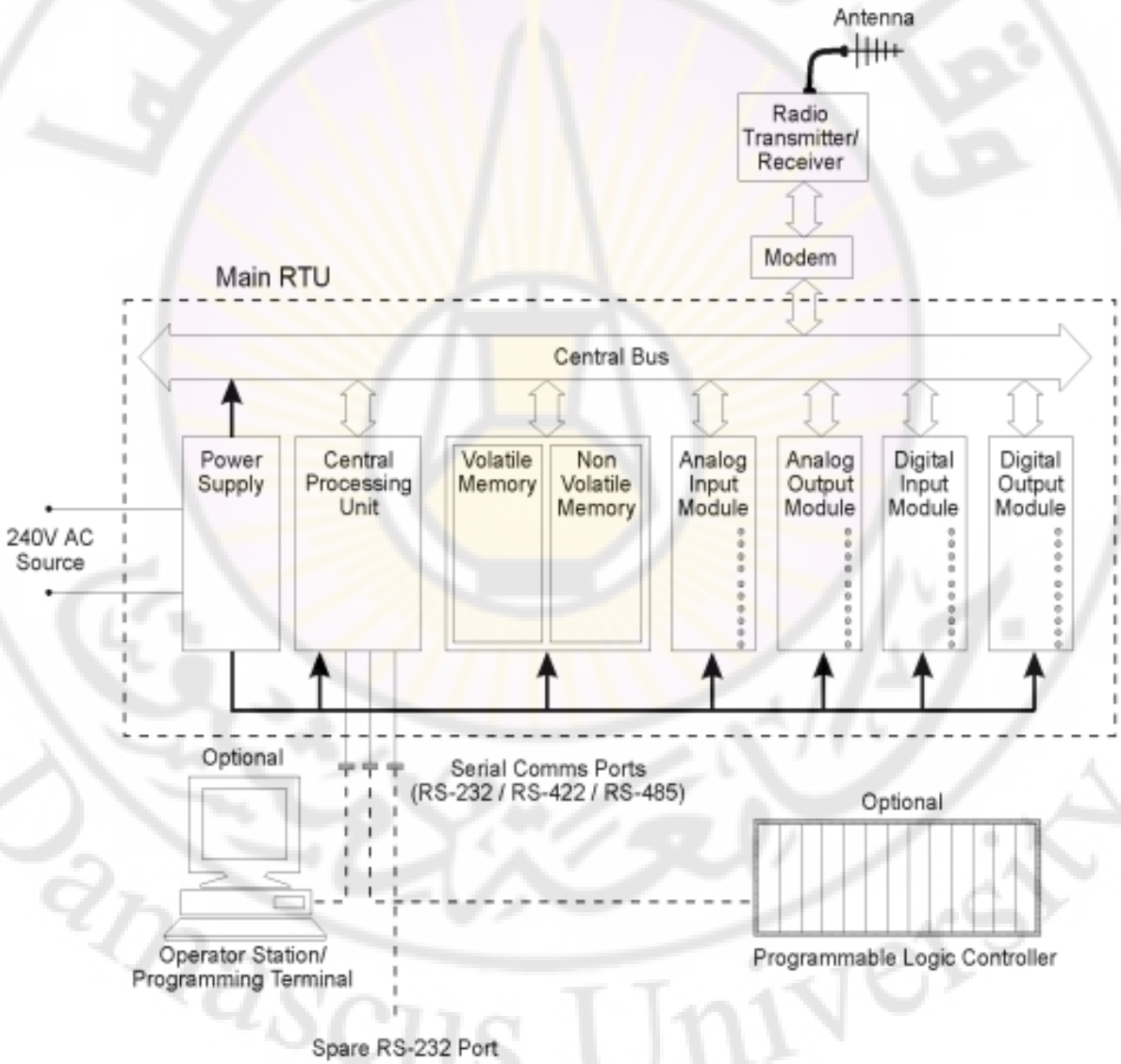
RTU

عبارة عن تجهيزات ذات مواصفات معيارية، تقوم بعماية تحصيل البيانات و التحكم بالتجهيزات الحقلية، ثم تنقل هذه البيانات إلى وحدات القيادة لمعالجتها و تحليلها. تستطيع وسطياً معالجة عدد كبير من الإشارات 40–10 إشارة تماثلية و 100 رقمية (بين دخل و خرج).

تتكون هذه الوحدات بشكل عام من:

- معالجات التحكمية Control processor
- مداخل التماثلية و الرقمية A/D inputs
- مخارج التماثلية و الرقمية A/D outputs
- وحدات التغذية Power supply

RTU component



CPU

عبارة عن وحدة معالجة صغرية (16 أو 32 بايت) مع ذواكر EPROM-RAM-Flash memory، تحتوي على مدخلي اتصال RS-232 / RS-485/RS-422 بهدف:

- التخاطب مع وحدة التحليل
- التخاطب مع حاسب المشغل
- التخاطب مع الوحدات المركزية

تمتلك هذه المعالجات مؤشرات ضوئية (ليدات) لتبيان وضعية العمل (طبيعي– خاطئ). كما تمتلك عداد زمني مع ساعة للزمن الحقيقي (بهدف تأمين دقة تحصيل البيانات). تزود بعداد تنبيه watchdog timer للتأكد من تنفيذها للمهام. يقوم برنامج المعالج بتصفير هذا العداد كل فترة معينة، في حال عدم تحقيق ذلك فإن تنبيه العداد سوف يرسل رسالة حدوث خطأ إلى وحدة القيادة.

لمحة عامة عن المكونات العتادية SCADA hradware

الوحدات و التجهيزات الحقلية Field level instrumentation and control devices

الوحدات الطرفية البعيدة Remote Terminal Units RTUs

المعالجات التحكمية Control processor

المداخل التماثلية و الرقمية A/D inputs

وحدات التغذية Power supply

المتحكمات المنطقية المبرمجة Programmable Logic Controllers

الحساسات الذكية Smart instrument

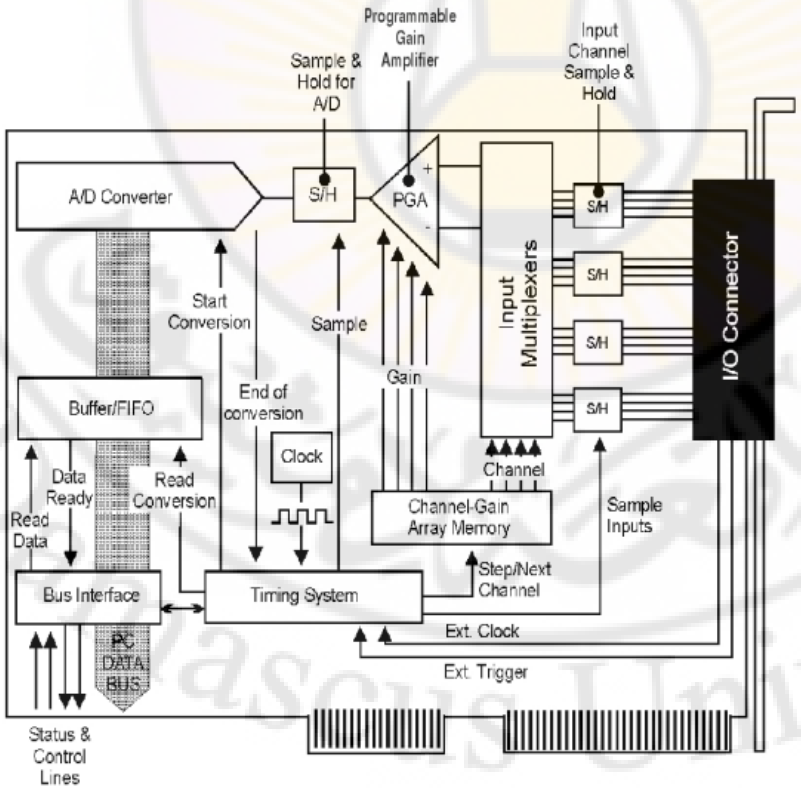
المتطلبات العتادية و البرمجية و ظروف التشغيل Typical requirements (Hard-ware,software,environment

محطات القيادة Master stations

Analog Input module

يحتوي موديول الدخل التماثلي على مجموعة من المكونات الآتية:

- دامج الدخل input multiplexer
- مكبر إشارة الدخل input signal amplifier
- دارة تخزين و تعيين للإشارة sample and hold circuit
- مبدل تماثلي/رقمي A/D converter
- واجهة ناقل الإشارات Bus interface



Analog Input module components

multiplexers

عوضاً عن تحويل كل إشارة من كل قناة دخل إلى المبدل التماثلي/الرقمي ثم إلى الخرج. يقوم هذا الجهاز بتقسيط عدة إشارات دخل (عادة 16)، ثم يقوم بارسالها إلى الخرج بشكل متعاقب.

لمحة عامة عن المكونات العتادية SCADA hradware

الوحدات و التجهيزات الحقلية Field level instrumentation and control devices

الوحدات الطرفية البعيدة Remote Terminal Units RTUs

المعالجات التحكمية Control processor

المداخل التماثلية و الرقمية A/D inputs

وحدات التغذية Power supply

المتحكمات المنطقية المبرمجة Programmable Logic Controllers

الحساسات الذكية Smart instrument

المتطلبات العتادية و البرمجية و ظروف التشغيل Typical requirements (Hard-ware,software,environment

محطات القيادة Master stations

Analog Input module components

multiplexers

عوضاً عن تحويل كل إشارة من كل قناة دخل إلى المبدل التماثلي/الرقمي ثم إلى الخرج. يقوم هذا الجهاز بتقسيط عدة إشارات دخل (عادة 16)، ثم يقوم بارسالها إلى الخرج بشكل متعاقب.

Amplifiers

عبارة عن جهاز يقوم برفع سوية الإشارة لتتناسب مع توتر المبدل التماثلي/الرقمي. في حال كانت سوية الإشارة منخفضة، سوف تنخفض معها دقة التحصيل.

لمحة عامة عن المكونات العتادية SCADA hradware

الوحدات و التجهيزات الحقلية Field level instrumentation and control devices

الوحدات الطرفية البعيدة Remote Terminal Units RTUs

المعالجات التحكمية Control processor

المداخل التماثلية و الرقمية A/D inputs

وحدات التغذية Power supply

المتحكمات المنطقية المبرمجة Programmable Logic Controllers

الحساسات الذكية Smart instrument

المتطلبات العتادية و البرمجية و ظروف التشغيل Typical requirements (Hard-ware,software,environment

محطات القيادة Master stations

Analog Input module components

multiplexers

عوضاً عن تحويل كل إشارة من كل قناة دخل إلى المبدل التماثلي/الرقمي ثم إلى الخرج. يقوم هذا الجهاز بتقسيط عدة إشارات دخل (عادة 16)، ثم يقوم بارسالها إلى الخرج بشكل متعاقب.

Amplifiers

عبارة عن جهاز يقوم برفع سوية الإشارة لتتناسب مع توتر المبدل التماثلي/الرقمي. في حال كانت سوية الإشارة منخفضة، سوف تنخفض معها دقة التحصيل.

Sample and Hold S/H

عبارة عن دارة تقوم بتخزين قيم خرج الدامج أو المكبر قبل إرسلها إلى المبدل التماثلي/الرقمي على شكل عينات متزامنة. حيث أن المبدل التماثلي/الرقمي يحتاج إلى فترة زمنية ثابتة تبقى خلالها عينات الدخل ثابتة.

لمحة عامة عن المكونات العتادية SCADA hradware

الوحدات و التجهيزات الحقلية Field level instrumentation and control devices

الوحدات الطرفية البعيدة Remote Terminal Units RTUs

المعالجات التحكمية Control processor

المداخل التماثلية و الرقمية A/D inputs

وحدات التغذية Power supply

المتحكمات المنطقية المبرمجة Programmable Logic Controllers

الحساسات الذكية Smart instrument

المتطلبات العتادية و البرمجية و ظروف التشغيل Typical requirements (Hard-ware,software,environment

محطات القيادة Master stations

Analog Input module components

A/D converters

يعتبر قلب موديول الدخل. يقوم بقياس توتر إشارة الدخل التماثلية ثم يقوم بتصدير إشارة رقمية تمثل قيمة توتر الدخل. هنالك نوعان من هذه المبدلات:

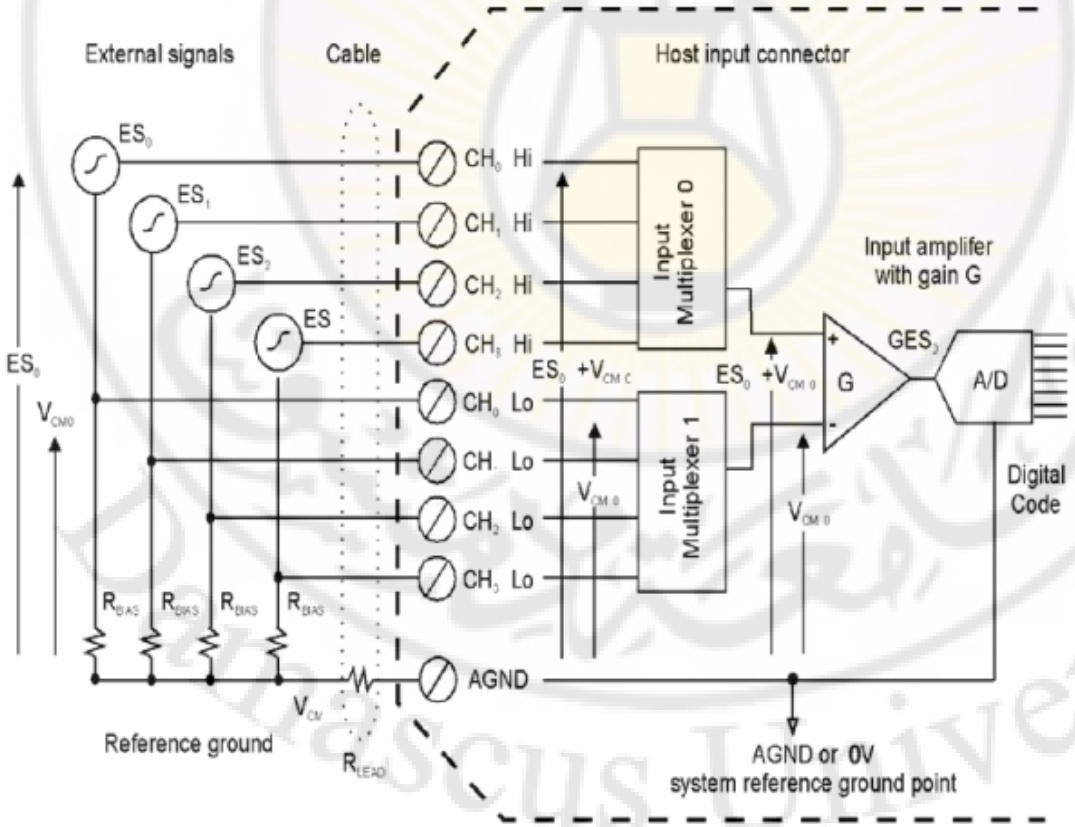
- Integrating A/D يستخدم في التطبيقات التي تعمل هند ترددات منخفضة (100 Hz max) يعتمد مبدأ عملها على وجود مكثف، يشحن من خلال إشارة الدخل في فترة زمنية محددة، ثم يقوم عداد بحساب فترة تفريغ المكثف، حيث تتناسب هذه الفترة مع توتر الدخل.
- Successive approximation A/D يستخدم في التطبيقات التي تعمل بترددات عالية (up to few 100 kHz)، يعتمد عمله على مقارنة توتر الدخل بتوتر مولد داخلياً ذو قيمة تتناسب مع نصف المجال الكلي للدخل. في حال كان توتر الدخل في النصف الأخفض، فإن الرقم الأول يساوي الصفر، و يكرر المبدل المقارنة باستخدام النصف الأخفض لمجال الدخل. أما في حال كان الدخل أكبر، فإن الرقم الأول يساوي 1 تتكرر عملية المقارنة السابقة حتى الوصول إلى الدقة المطلوبة من المبدل.

لمحة عامة عن المكونات العتادية SCADA hradware
الوحدات و التجهيزات الحقلية Field level instrumentation and control devices
الوحدات الطرفية البعيدة Remote Terminal Units RTUs
المعالجات التحكمية Control processor
المداخل التماثلية و الرقمية A/D inputs
وحدات التغذية Power supply
المتحكمات المنطقية المبرمجة Programmable Logic Controllers
الحساسات الذكية Smart instrument
المتطلبات العتادية و البرمجية و ظروف التشغيل Typical requirements (Hard-ware,software,environment
محطات القيادة Master stations

Analog Input module connection methodes

connections methods: Single ended inputs

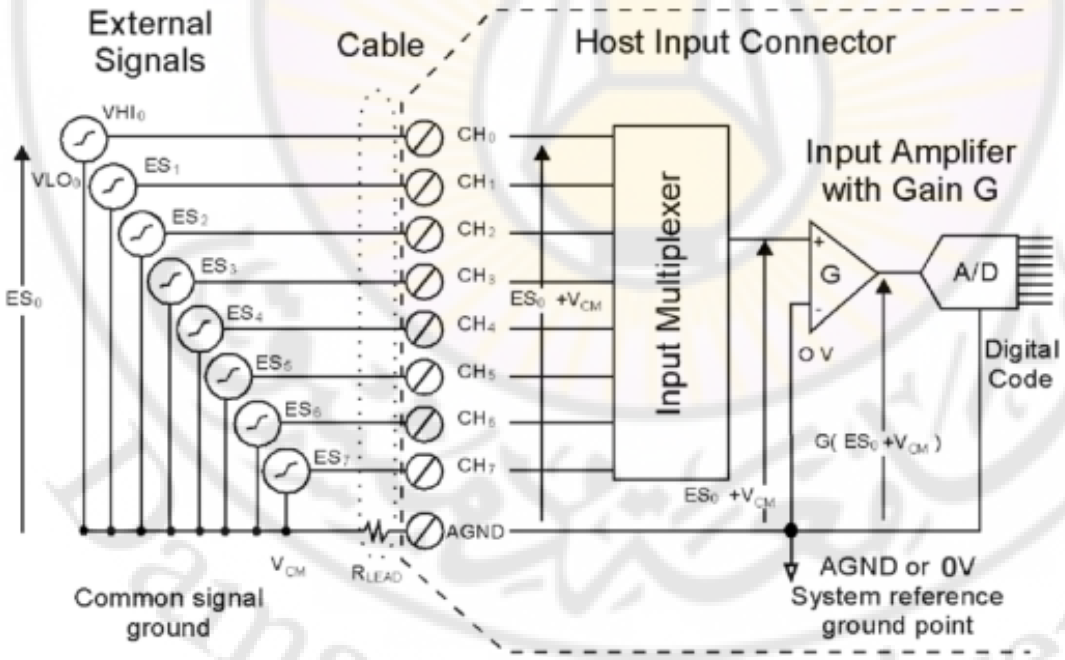
تستخدم عند الحاجة إلى عدد كبير من المداخل مع ضرورة البساطة في التوصيل و في حال كانت الضجيج على الإشارة غير مهم. لا تستخدم في حال كانت أطوال وصلات الدخل أكثر من 0.5 متر.



Analog Input module connection methodes

connections methods: Differential inputs

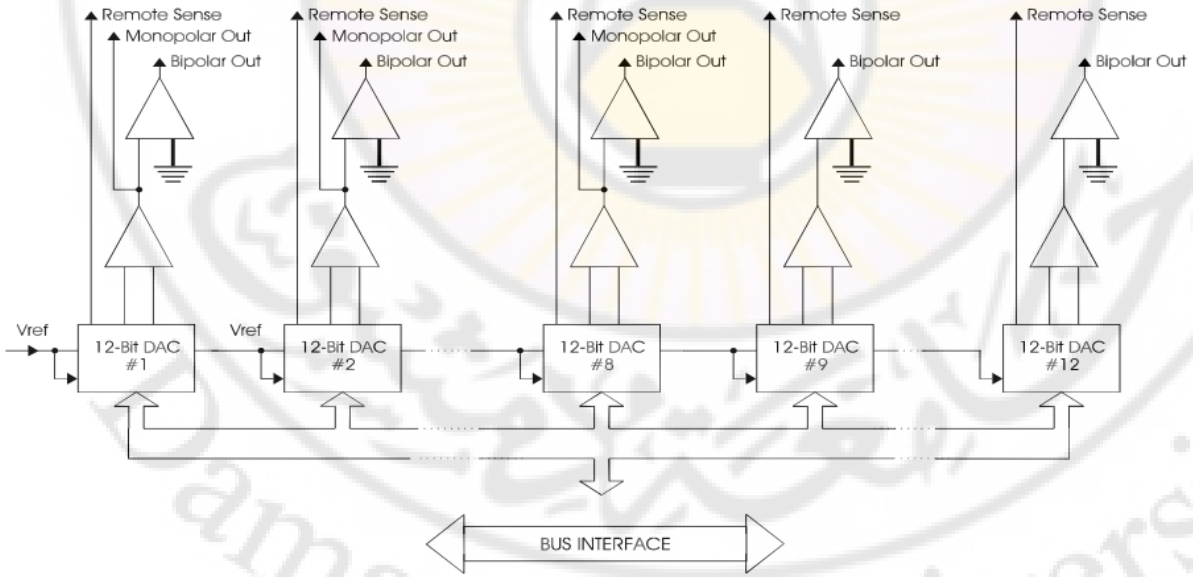
تمتاز هذه الطريقة بأنها الأفضل لحذف إشارات الضجيج. تستخدم بشكل خاص في حال كان لإشارات الدخل أرضي مختلف و لا يمكن وضلها مع بعض.



Analog Output module

تمتلك موديولات الخرج عادةً مجموعة من المميزات الآتية:

- ثمانية مخارج تماثلية analog outputs
- دقة إشارة 8 أو 12 بت resolution
- نسبة التحويل من 10 ميكروثانية إلى 30 ميلي ثانية conversion rate
- مجال الخرج من 4-20 mA 10 V output ranging

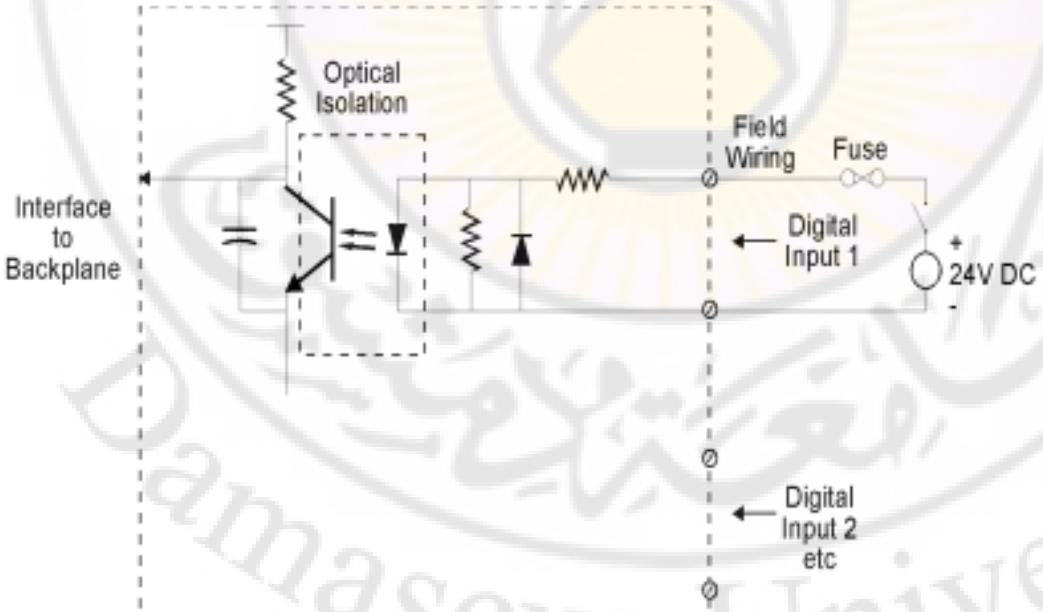


Typical analog output module

Digital Input module

تمتلك المداخل الرقمية مجموعة من الميزات هي:

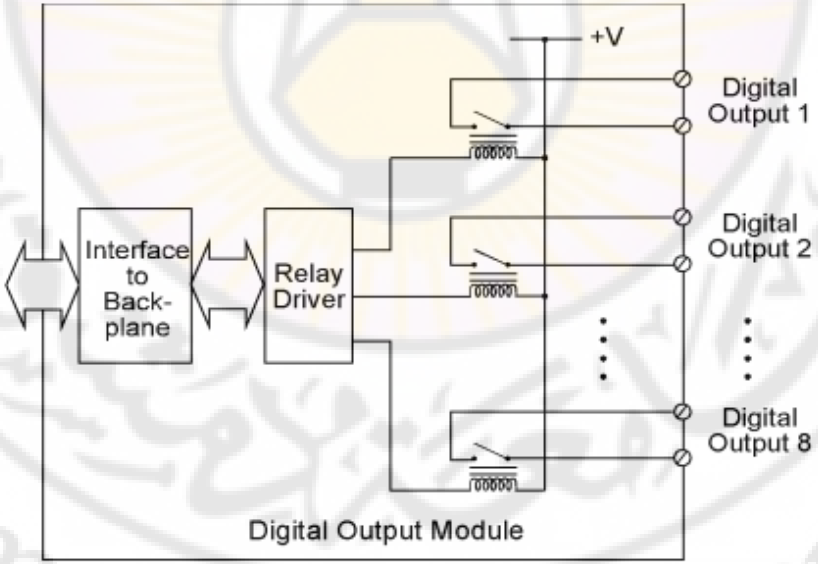
- 16 مدخل رقمي
- مؤشرات ضوئية لكل دخل تساعد على معرفة حالة الدخل LED indicators
- توتر المداخل ممكن أن يكون 110/240 V AC and 12/24/48 V DC
- يستخدم العزل الضوئي في المداخل Optical isolation



Digital Output module

تمتلك المخارج الرقمية مجموعة من الميزات هي:

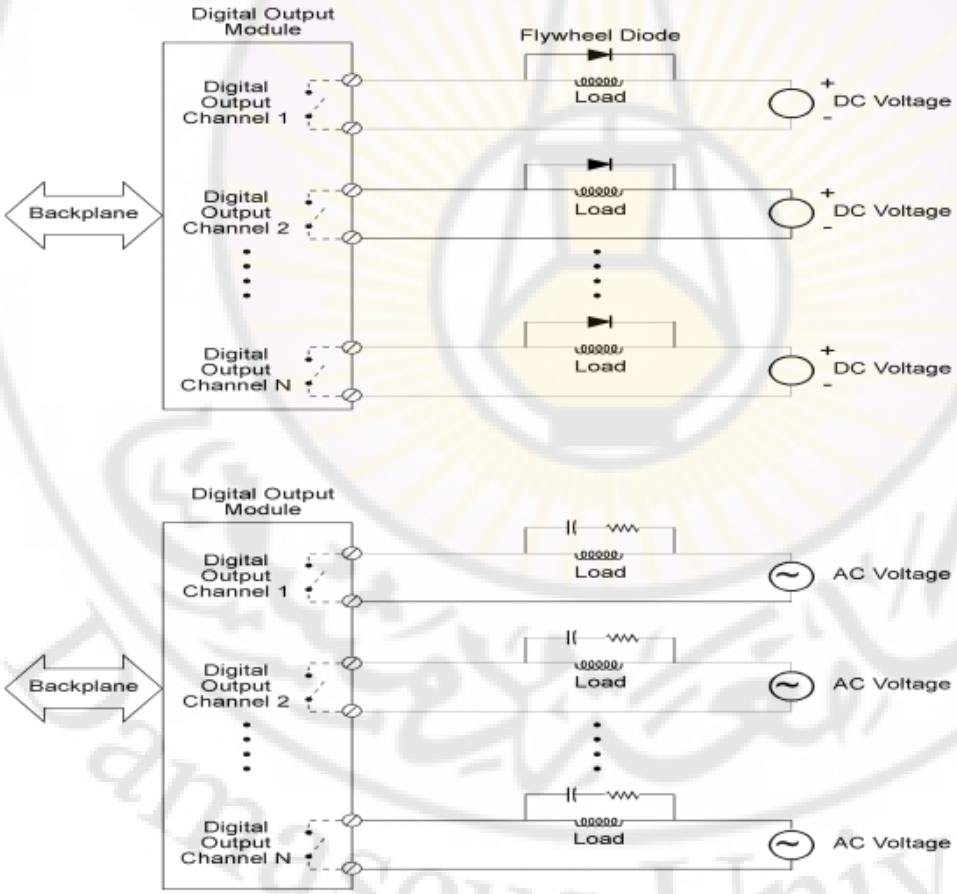
- ثمانية مخارج رقمية
- مؤشرات ضوئية لكل دخل تساعد على معرفة حالة الخرج LED indicators
- توتر المداخل ممكن أن يكون 240 V AC and 24 V DC from 0.5 to 2 A
- يستخدم العزل الضوئي في المداخل Optical isolation



Digital output module

Digital Output module

إن طبيعة الحمل المطبق على خرج موديول تحدد طريقة توصيل الموديول معه، حيث أنه لمنع حدوث توترات عابرة عند فصل الحمل يتم وضع دارات خاصة (ملف مع ديود حر في حالة الحمل ذو توتر المستمر أو دارة RC في حالة الحمل المتناوب).



Flywheel diode or RC circuit for digital outputs

لمحة عامة عن المكونات العتادية SCADA hradware

الوحدات و التجهيزات الحقلية Field level instrumentation and control devices

الوحدات الطرفية البعيدة Remote Terminal Units RTUs

المعالجات التحكمية Control processor

المداخل التماثلية و الرقمية A/D inputs

وحدات التغذية Power supply

المتحكمات المنطقية المبرمجة Programmable Logic Controllers

الحساسات الذكية Smart instrument

المتطلبات العتادية و البرمجية و ظروف التشغيل Typical requirements (Hard-ware,software,environment

محطات القيادة Master stations

Mixed analog and digital modules

بشكل عام يجب أن تكون معظم الوحدات الطرفية البعية ذات مواصفات متواضعة، لذلك يتم دمج الموديولات الرقمية و التماثلية في موديول واحد، لديه غالباً المواصفات الآتية:

- أربع مداخل تماثلية (بدقة 8 بت)
- مدخلين رقميين
- مخرج واحد رقمي
- مخرجين تماثليين (بدقة 8 بت)

لمحة عامة عن المكونات العتادية SCADA hradware

الوحدات و التجهيزات الحقلية Field level instrumentation and control devices

الوحدات الطرفية البعيدة Remote Terminal Units RTUs

المعالجات التحكمية Control processor

المداخل التماثلية و الرقمية A/D inputs

وحدات التغذية Power supply

المتحكمات المنطقية المبرمجة Programmable Logic Controllers

الحساسات الذكية Smart instrument

المتطلبات العتادية و البرمجية و ظروف التشغيل Typical requirements (Hard-ware,software,environment

محطات القيادة Master stations

Power supply

RTU main power

يجب أن تعمل هذه الوحدات عند توترات 110/240 V AC and 12/24/48 V DC في حال وجود مدخرات للتغذية المستمرة يجب أن تكون من نوع الرصاصي أو نيكل كادميوم و تستطيع البقاء على وضعية الاستعداد حتى 20 ساعة، و تحتاج لـ 12 ساعة فقط للشحن الكامل. يتم وضع المدخرات في علب خاصة ذات درجة عازلية IP52 for internal mounting and IP56 for external mounting.

monitoring paramters

يجب إرسال القراءات التماثلية للمدخرات إلى الوحدات الرئيسية، بالإضافة إلى تنبيه عن توتر خرج المدخرة.

أنظمة التحكم الإشرافي و تحصيل المعطيات (SCADA hardware and firmware)

د. غيث هاشم ورقوزق

لمحة عامة عن المكونات العتادية SCADA hradware

الوحدات و التجهيزات الحقلية Field level instrumentation and control devices

الوحدات الطرفية البعيدة Remote Terminal Units RTUs

المعالجات التحكمية Control processor

المداخل التماثلية و الرقمية A/D inputs

وحدات التغذية Power supply

المتحكمات المنطقية المبرمجة Programmable Logic Controllers

الحساسات الذكية Smart instrument

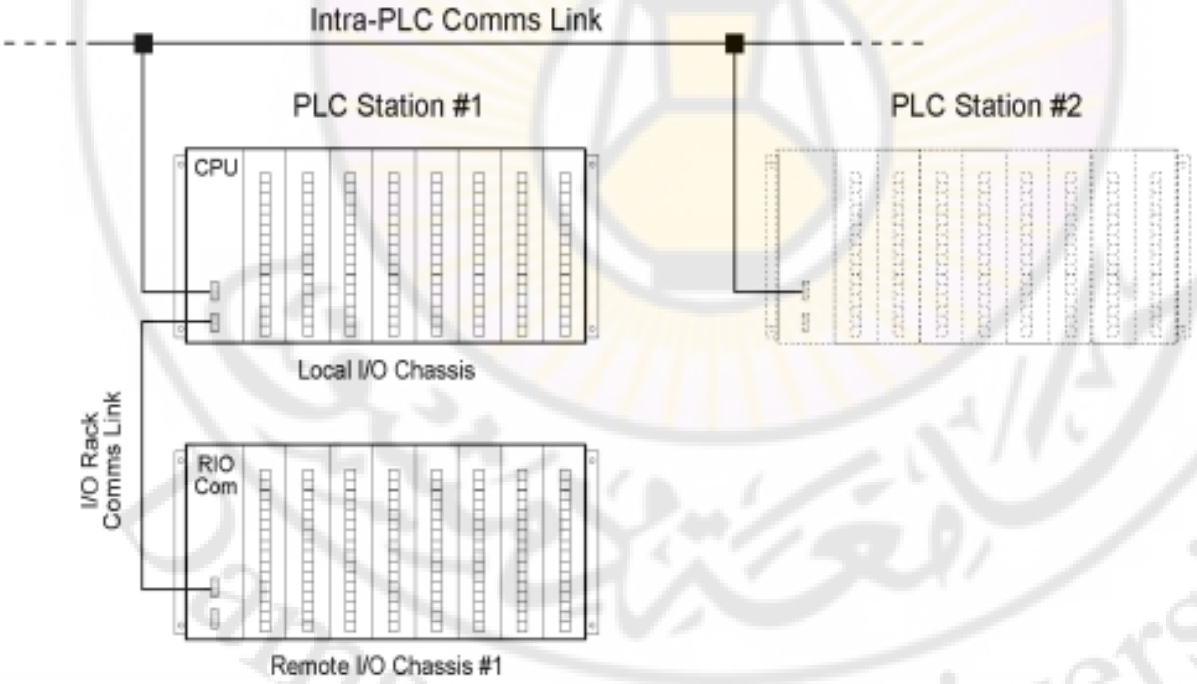
المتطلبات العتادية و البرمجية و ظروف التشغيل Typical requirements (Hard-ware,software,environment

محطات القيادة Master stations

Programmable Logic Controllers

PLC

تعتبر تجهيزات التحكم حقلية، تتوضع قريبة من العنصر المراد التحكم به، يتم استخدامها كوحدات طرفية كونها تقدم حلولاً فنية معيارية و ذات تكلفة مقبولة.



أنظمة التحكم الإشرافي و تحصيل المعطيات (SCADA hardware and firmware)

د. غيث هاشم ورقوزق

لمحة عامة عن المكونات العتادية SCADA hradware

الوحدات و التجهيزات الحقلية Field level instrumentation and control devices

الوحدات الطرفية البعيدة Remote Terminal Units RTUs

المتحكمات المنطقية المبرمجة Programmable Logic Controllers

الحساسات الذكية Smart instrument

المتطلبات العتادية و البرمجية و ظروف التشغيل Typical requirements (Hard-ware,software,environment

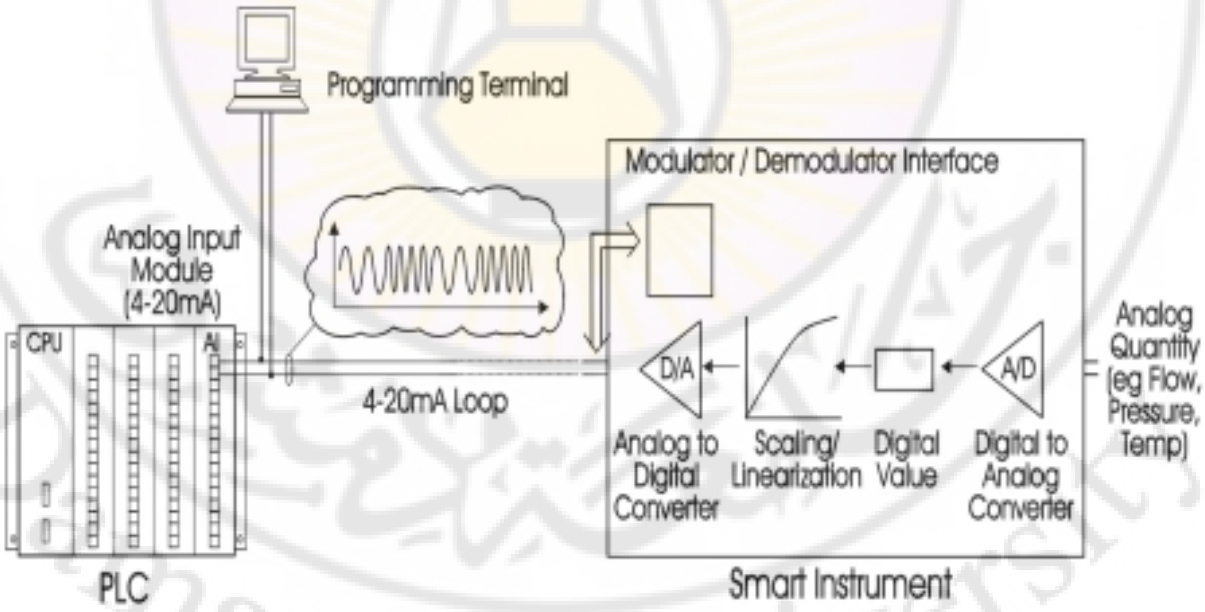
محطات القيادة Master stations

نظام الاتصالات Communications system

Smart instrument

IED

ويقصد به هنا حساسات القياس الذكية ذات المعالجات الصغرية، تقوم بعملية قياس الإشارات الفيزيائية مع تكييفها و ترشيحها. تتصل غالياً مع نظام حاسوبي بهدف تحليل و معالجة و تخزينها البيانات المقاسة.



لمحة عامة عن المكونات العتادية SCADA hradware

الوحدات و التجهيزات الحقلية Field level instrumentation and control devices

الوحدات الطرفية البعيدة Remote Terminal Units RTUs

المتحكمات المنطقية المبرمجة Programmable Logic Controllers

Smart الحساسات الذكية instrument

المتطلبات العتادية و البرمجية و ظروف التشغيل Typical requirements (Hard-ware,software,environment

Master محطات القيادة stations

نظام الاتصالات Communications system

Hardware requirements

الشروط العتادية لهذه الوحدات و النظم التي ستدمج فيها:

- يجب أن يكون عدد الوحدات البعيدة قابل للتوسع حتى 255 وحدة
- مصنع بشكل قابل للدمج (على شكل موديولات)
- متانة عالية و غير مرتبطة بباقي التجهيزات (إذا حصل عطل عليها لن تؤثر على باقي التجهيزات)
- ذات استهلاك صغير للطاقة
- واضحة الإشارات الضوئية
- سهلة تحليل الأعطال
- يمكن التدخل عن بعد لتحليل الأعطال
- تتصل جميع الوحدات بمسار واحد للمعلومات
- سهلة الفك و التركيب

أنظمة التحكم الإشرافي و تحصيل المعطيات (SCADA hardware and firmware)

د. غيث هاشم ورقوزق

لمحة عامة عن المكونات العتادية SCADA hradware

الوحدات و التجهيزات الحقلية Field level instrumentation and control devices

الوحدات الطرفية البعيدة Remote Terminal Units RTUs

المتحكمات المنطقية المبرمجة Programmable Logic Controllers

الحساسات الذكية Smart instrument

المتطلبات العتادية و البرمجية و ظروف التشغيل Typical requirements (Hard-ware,software,environment

محطات القيادة Master stations

نظام الاتصالات Communications system

Environmental consdirations

الظروف التشغيلية التي يجب تحقيقها عند استثمار هذه الوحدات:

- درجة الحرارة المحيطة من0 إلى 60 درجة
- درجة حرارة التخزين من −20 إلى 70 درجة
- نسبة الرطوبة من0 إلى 0.95
- قادرة على تحمل ارتفاعات مفاجئة للتوتر 2.5 kV 1 MHz for 2 sec with 150Ω source impedance
- تفريغ للشحنات الساكنة

أنظمة التحكم الإشرافي و تحصيل المعطيات (SCADA hardware and firmware)

د. غيث هاشم ورقوزق

لمحة عامة عن المكونات العتادية SCADA hradware

الوحدات و التجهيزات الحقلية Field level instrumentation and control devices

الوحدات الطرفية البعيدة Remote Terminal Units RTUs

المتحكمات المنطقية المبرمجة Programmable Logic Controllers

الحساسات الذكية Smart instrument

المتطلبات العتادية و البرمجية و ظروف التشغيل Typical requirements (Hard-ware,software,environment

محطات القيادة Master stations

نظام الاتصالات Communications system

Software considerations

المواصفات التي يجب أن تتمتع بها البرمجيات التي ستربط معها هذه الوحدات:

- إمكانية التحقق من تطابق برمجيات كل عنصر مع النظام الموجود سابقاً
- تأمين سجل محفوظ للأعطال سواء كانت بسب خلل داخلي أو مسبب خارجي
- إمكانية التدخل عن بعد في اسجلات و قراءة الأعطال و التنبيهات
- أستمرارية عمل البرمجيات رغم انقطاع التغذية أو حدوث الأعطال
- البرامج التطبيقية مخزنة في ذواكر ثابتة غير طيارة

لمحة عامة عن المكونات العتادية SCADA hradware
الوحدات و التجهيزات الحقلية Field level instrumentation and control devices
الوحدات الطرفية البعيدة Remote Terminal Units RTUs
المتحكمات المنطقية المبرمجة Programmable Logic Controllers
الحساسات الذكية Smart instrument
المتطلبات العتادية و البرمجية و ظروف التشغيل Typical requirements (Hard-ware,software,environment
محطات القيادة Master stations
نظام الاتصالات Communications system

لمحة عامة عن المكونات العتادية SCADA hradware

الوحدات و التجهيزات الحقلية Field level instrumentation and control devices

Master محطات القيادة stations

Master محطات القيادة station

شبكة الاتصال بين المحطات Local Area Networks

نظام الاتصالات Communications system

Master stations محطات القيادة

Master station

محطة القيادة

يمكن التعبير عن محطة القيادة بأنها محطة متصلة مع نظام اتصالات (عن طريق مودم أو مرسل–مستقبل راديوي). تقوم هذه المحطة بـ:

- استلام البيانات الحقلية المرسلة بشكل دوري من قبل المحطات البعيدة
- التحكم بالمحطات البعيدة عن طريق محطة عمليات

لمحة عامة عن المكونات العتادية SCADA hradware
الوحدات و التجهيزات الحقلية Field level instrumentation and control devices
محطات القيادة Master stations
محطات القيادة Master station
شبكة الاتصال بين المحطات Local Area Networks
نظام الاتصالات Communications system

Master station

محطة القيادة

يمكن التعبير عن محطة القيادة بأنها محطة متصلة مع نظام اتصالات (عن طريق مودم أو مرسل–مستقبل راديوي). تقوم هذه المحطة بـ:

- استلام البيانات الحقلية المرسلة بشكل دوري من قبل المحطات البعيدة
- التحكم بالمحطات البعيدة عن طريق محطة عمليات

ميزاتها

يجب أن تمتاز محطة القيادة بكونها تمتلك الإمكانيات الآتية:

- واجهة للمشغل تمكنه من الاطلاع على حالة الوحدات البعيدة و التحكم بها
- تأمين سجل دخول و تخزين للبيانات القادمة من الوحدات البعيدة
- عرض و تسجيل للتنبيهات القادمة من الوحدات البعيدة

أنظمة التحكم الإشرافي و تحصيل المعطيات (SCADA hardware and firmware)

د. غيث هاشم ورقوزق

لمحة عامة عن المكونات العتادية SCADA hradware

الوحدات و التجهيزات الحقلية Field level instrumentation and control devices

محطات القيادة Master stations

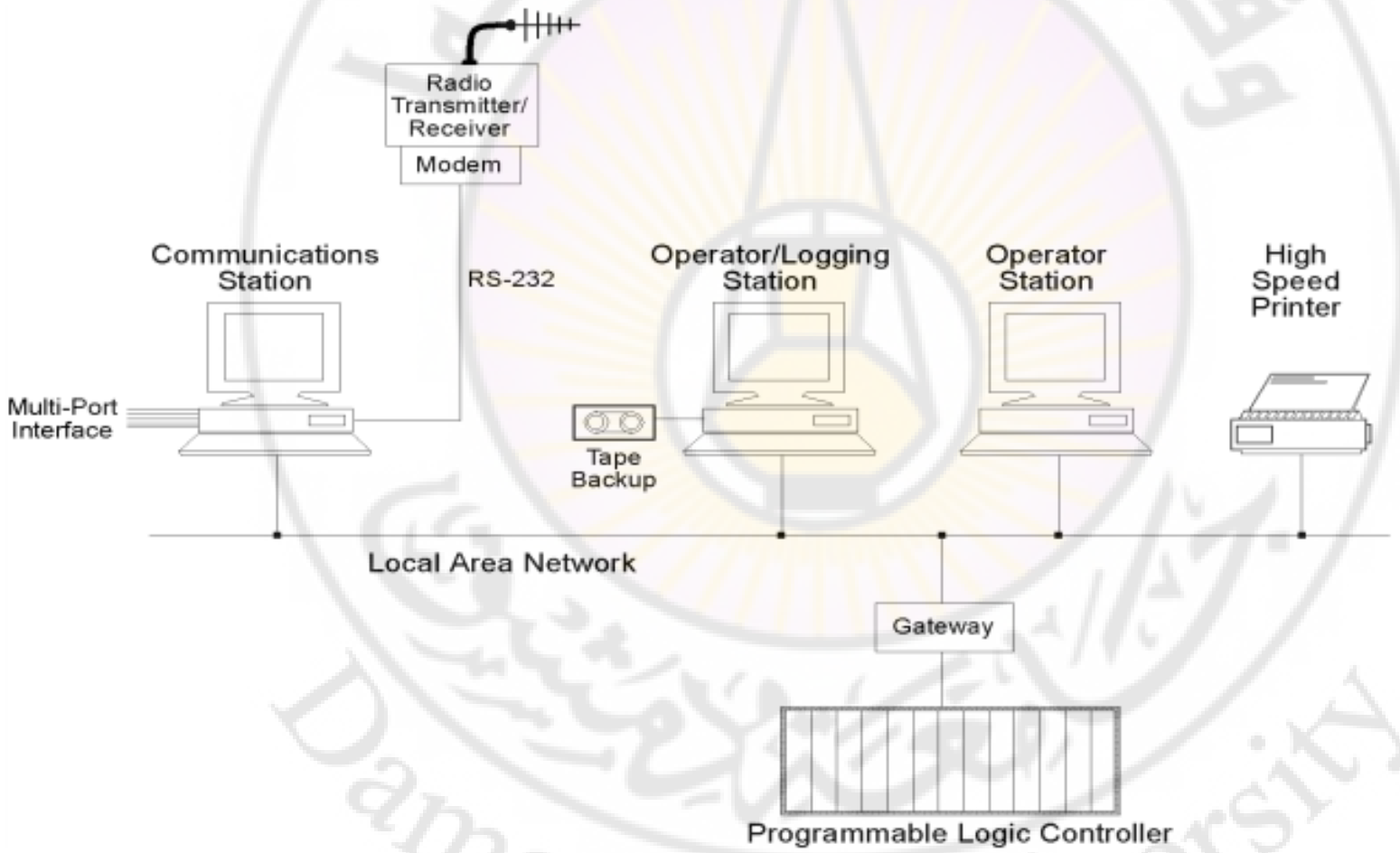
محطات القيادة Master station

شبكة الاتصال بين المحطات Local Area Networks

نظام الاتصالات Communications system

Master station

يبين الشكل المجاور البنية النمطية لمحطة القيادة الرئيسية:



Typical structure of the master station

Master station functions

المهام الرئيسية لمحطة القيادة هي:

تهيئة الاتصالات

- إعداد جميع الوحدات البعيدة
- تهيئة الوحدات البعيدة بمحددات الدخل و الخرج
- تنصيب برامج التحكم و تحصيل البيانات على الوحدات البعيدة

تشغيل خط الاتصالات

- مطالبة المحطات البعيدة بكتابة المعطيات و ارسالها
- تسجيل التنبيهات و الحوادث على قرص الصلب
- ربط المداخل و المخارج للوحدات البعيدة بشكل آلي

لمحة عامة عن المكونات العتادية SCADA hradware
الوحدات و التجهيزات الحقلية Field level instrumentation and control devices
محطات القيادة Master stations
محطات القيادة Master station
شبكة الاتصال بين المحطات Local Area Networks
نظام الاتصالات Communications system

Master station functions

تحليل البيانات و الإجراءات

- القيام بتحليل دقيق في حالة عطل أي محطة بعيدة
- توقع بعض المشاكل مثل حدوث تحميل زائد للبيانات

لمحة عامة عن المكونات العتادية SCADA hradware

الوحدات و التجهيزات الحقلية Field level instrumentation and control devices

محطات القيادة Master stations

محطات القيادة Master station

شبكة الاتصال بين المحطات Local Area Networks

نظام الاتصالات Communications system

Master station communication

نظام مركزي

هنالك عدة طرائق لتأمين الاتصال بين محطة القيادة و المحطات البعيدة:

- عن طريق محطات عنونة افتراضية Virtual Address eXtension
- اتصال مباشر عبر مرسل راديوي
- غير مباشر عبر التجهيزات الحقلية

أنظمة التحكم الإشرافي و تحصيل المعطيات (SCADA hardware and firmware)

د. غيث هاشم ورقوزق

لمحة عامة عن المكونات العتادية SCADA hradware

الوحدات و التجهيزات الحقلية Field level instrumentation and control devices

محطات القيادة Master stations

محطات القيادة Master station

شبكة الاتصال بين المحطات Local Area Networks

نظام الاتصالات Communications system

Master station communication

نظام مركزي

هنالك عدة طرائق لتأمين الاتصال بين محطة القيادة و المحطات البعيدة:

- عن طريق محطات عنونة افتراضية Virtual Address eXtension
- اتصال مباشر عبر مرسل راديوي
- غير مباشر عبر التجهيزات الحقلية

نظام بمحطات الفرعية

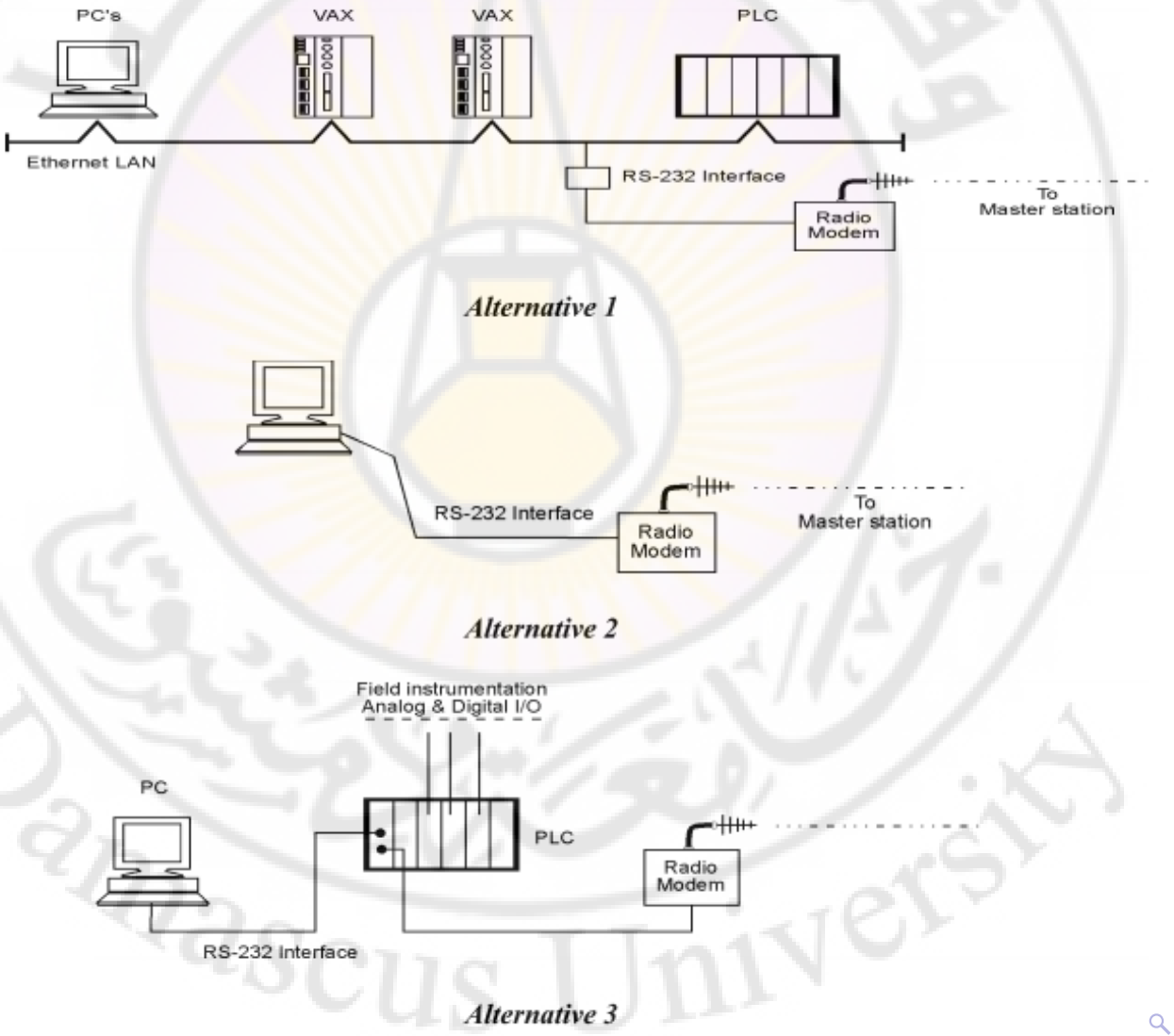
من الممكن تركيب محطات قيادة فرعية من أجل مراقبة مناطق فرعية من نظام شاسع. تمتلك هذه المحطات الفرعية نفس مزايا المحطات الرئيسية المذكورة سابقاً بالإضافة إلى:

- يجب عليها تمرير البيانات إلى المحطة الرئيسية
- تقديم إذن للتحكم ببعض العمليات في منطقتها من قبل المحطة الرئيسية

لمحة عامة عن المكونات العتادية SCADA hradware
الوحدات و التجهيزات الحقلية Field level instrumentation and control devices
محطات القيادة Master stations
محطات القيادة Master station
شبكة الاتصال بين المحطات Local Area Networks
نظام الاتصالات Communications system

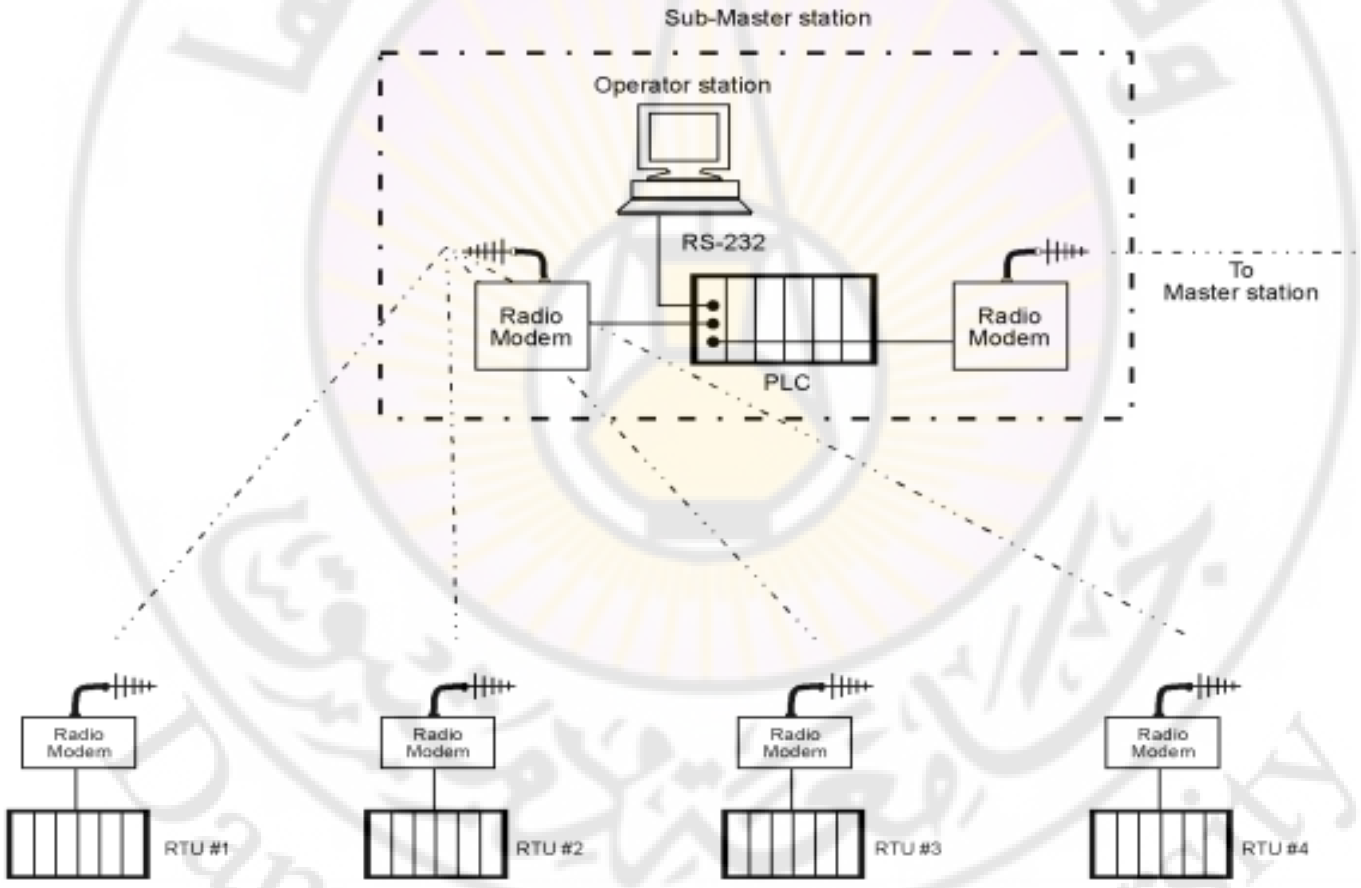
possible approchaes for master station

يبين الشكل المجاور طرائق لتأمين الاتصال الممكنة بين محطة القيادة و المحطات البعيدة:



Submaster station

يبين الشكل المجاور النظام بوجود محطات قيادة فرعية:



Submaster architecture

Master station software

يجب أن تزود المحطات الرئيسية بمجموعة من الحزم البرمجية للقيام بالمهام الآتية:

- تجميع البيانات
- التحكم بجميع الوحدات الفرعية و البعيدة
- تخزين و أرشفة قواعد البيانات
- تشغيل واجهات التخاطب

لمحة عامة عن المكونات العتادية SCADA hradware

الوحدات و التجهيزات الحقلية Field level instrumentation and control devices

محطات القيادة Master stations

محطات القيادة Master station

شبكة الاتصال بين المحطات Local Area Networks

نظام الاتصالات Communications system

Local Area Networks in master station

تربط التجهيزات في محطات القيادة عبر شبكة اتصال محلية، و يتم اعتماد طرق لنقل البيانات بين عناصر هذه الشبكة وفقاً لثلاث حالات:

- Ethernet std 802.3
- token bus std 802.4
- token ring std 802.5

لمحة عامة عن المكونات العتادية SCADA hradware

الوحدات و التجهيزات الحقلية Field level instrumentation and control devices

محطات القيادة Master stations

محطات القيادة Master station

شبكة الاتصال بين المحطات Local Area Networks

نظام الاتصالات Communications system

LAN in master station: Ethernet std 802.3

Ethernet philosophy: CSMA/CD

تطبق بشكل عام عن طريق كابلات محورية بسرعة أساس 10 Mbps. إن القاعدة الرئيسية في نظام الاتصالات هذا أم أي محطة تستطيع إرسال أشارتها عبر الخط بعد أن تتأكد من خلوه من الإشارات. الأمر الذي يجعل من تصادم إشارتين من محطتين مختلفتين أمراً وارداً. لذلك فأن النظام يمتلك Collision detection CD بحيث يمنع حدوث التصادم مرة ثانية. حيث تجبر المحطتين المرسلتين لإعادة الارسال بتأخير زمني ذو قيمة عشوائية.

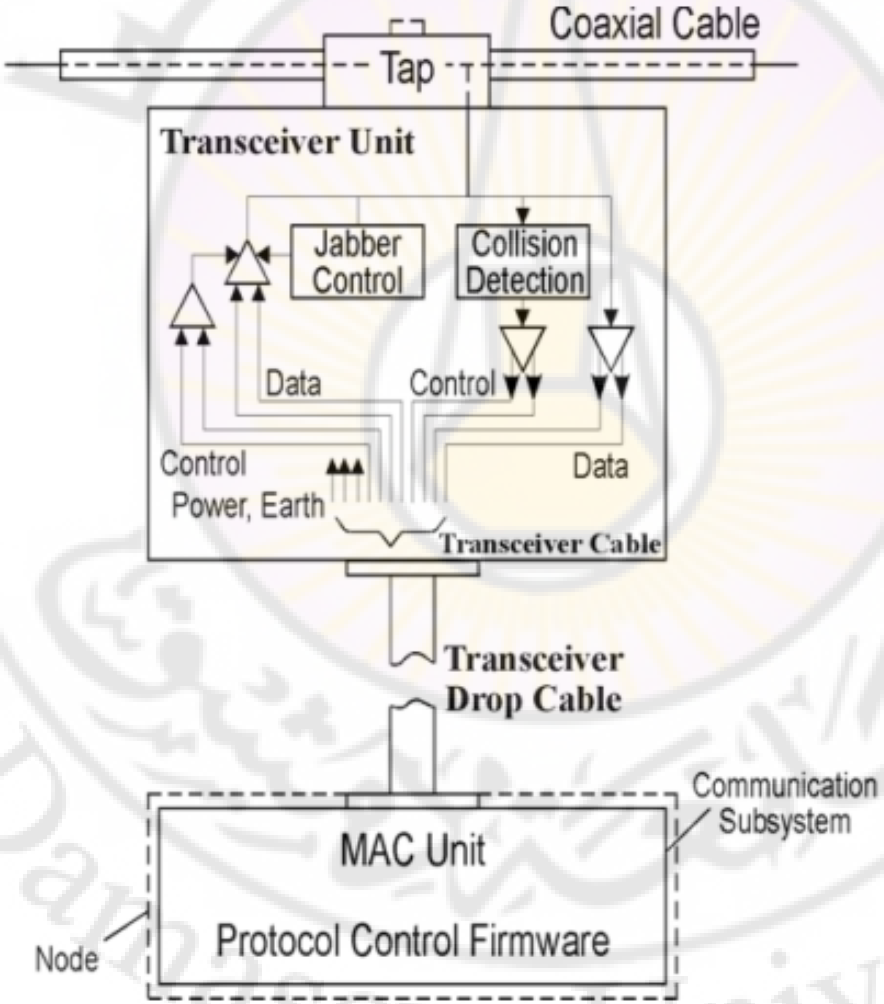
تعليمات عامة

- المعيار العالمي لهذا النوع من الشبكات هو ISO 802.3 10BASE5
- 10BASE5 تعني سرعة اتصال 10 ميغابايت لمسافة عظمى 500 متر
- يسمح بوجود خمس مقاطع فقط لكامل الشبكة في هذا النوع من الاتصالات
- تحتوي وحدة التحكم بالوسيط MAC على وحدة اتصال (لارسال و استقبال البيانات) و مثبت يقوم بتثبيت الوحدة دون إحداث ضرر على الكابل المحوري

CSMA/CD: Carrier sense multiple access with collision detection

LAN in master station: Ethernet std 802.3 - hardware

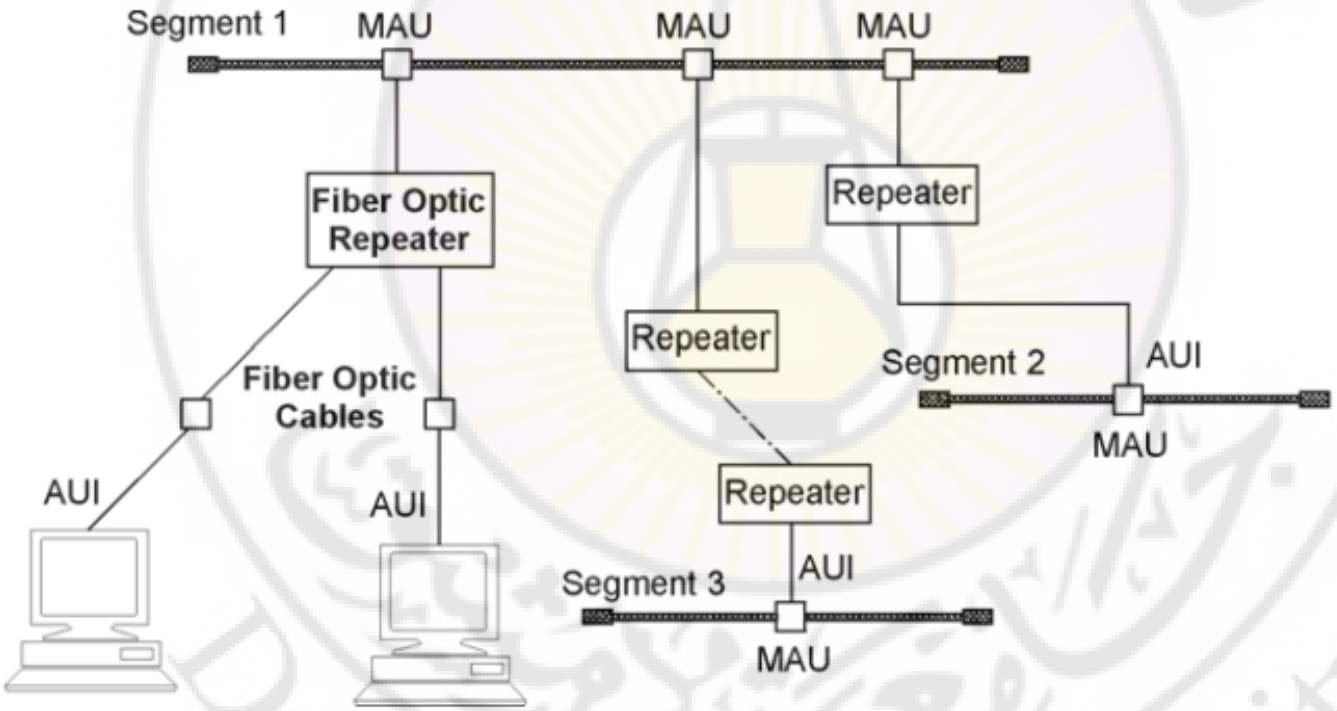
يبين الشكل المجاور البنية العتادية بشكل عام لنظام CSMA/CD



MAC: Media Access Control, CD: Collision detection

LAN in master station: Ethernet std 802.3 - Physical layout

يبين الشكل المجاور المخطط الفيزيائي المبسط لشبكة 10BASE5 Ethernet

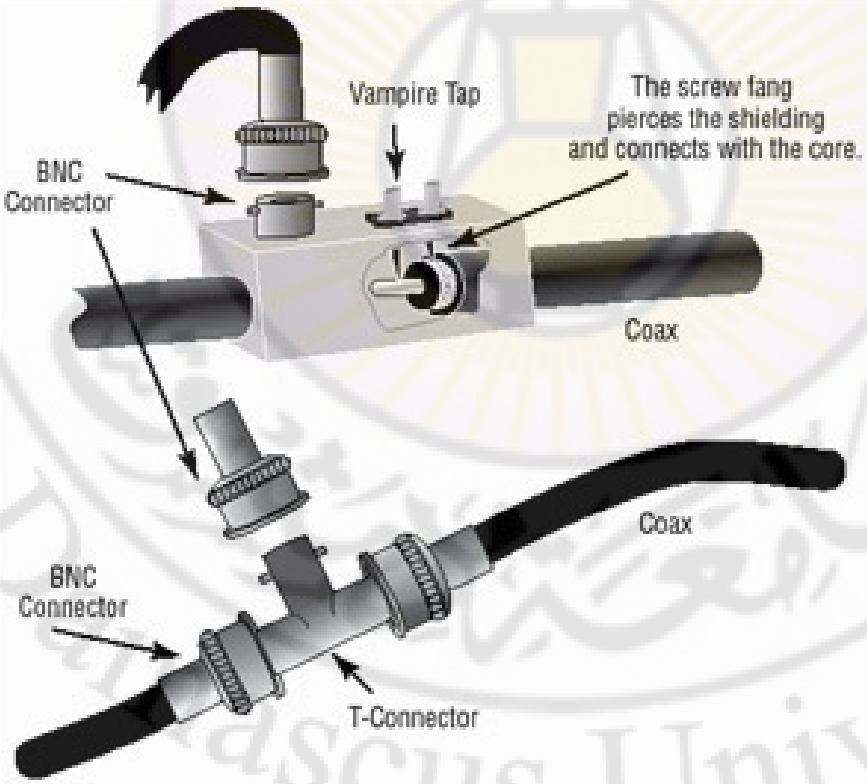


MAU: Medium Attachement Unit, AUI: Attachement Unit Interface

LAN in master station: Ethernet std 802.3 - Physical layout

تتوفر وحدة ربط الوسيط MAU بعدة أشكال هي:

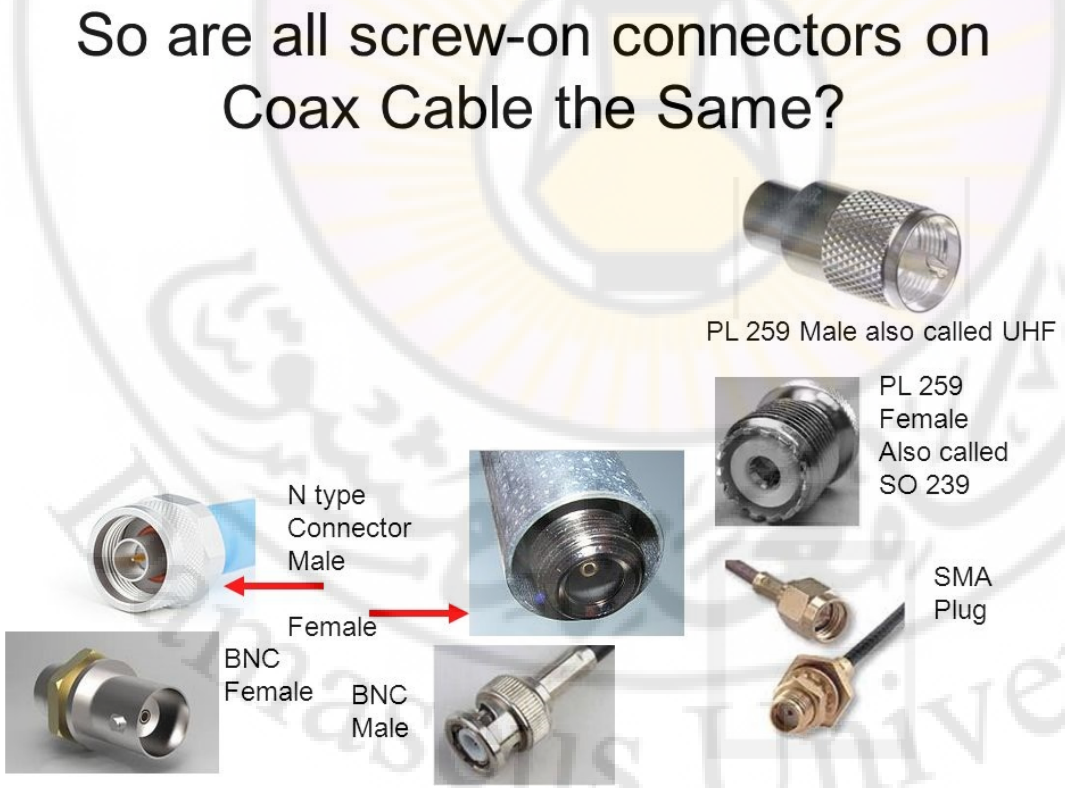
- Vampire tap مثبت خفاشي حيث يسمح بتوصيل الكابل المحوري عبر دبوس يثبت في منتصف الكابل و دبوس آخر يتصل بدرع الكابل
- N-type connector



LAN in master station: Ethernet std 802.3 - Physical layout

تتوفر وحدة ربط الوسيط MAU بعدة أشكال هي:

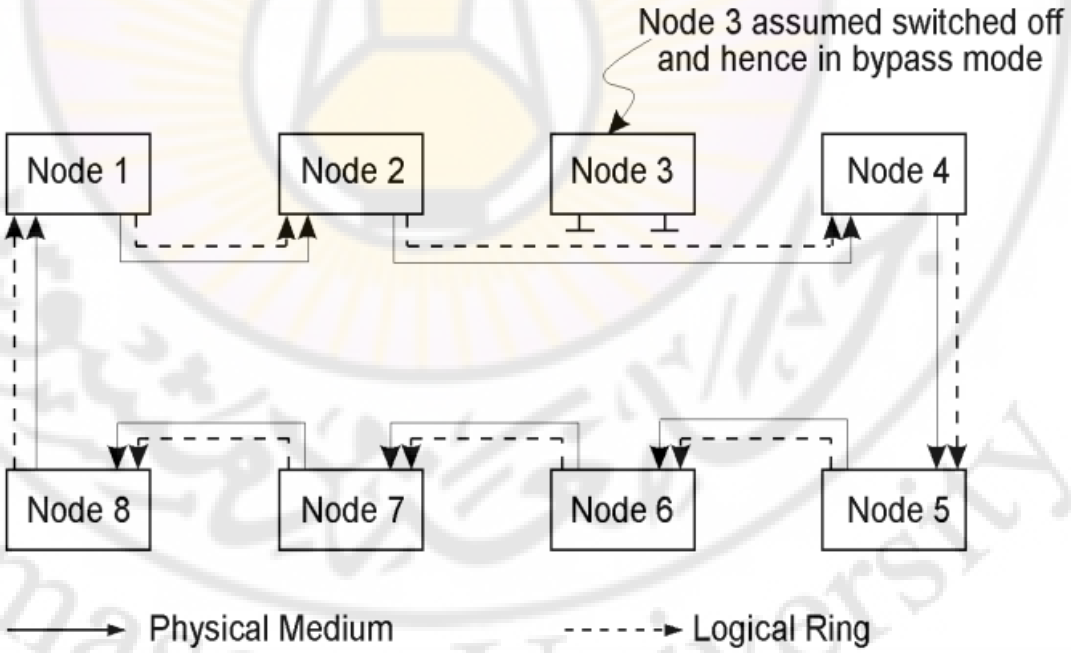
- Vampire tap مثبت خفاشي حيث يسمح بتوصيل الكابل المحوري عبر دبوس يثبت في منتصف الكابل و دبوس آخر يتصل بدرع الكابل
- N-type connector



LAN in master station: token ring std 802.5

Ring

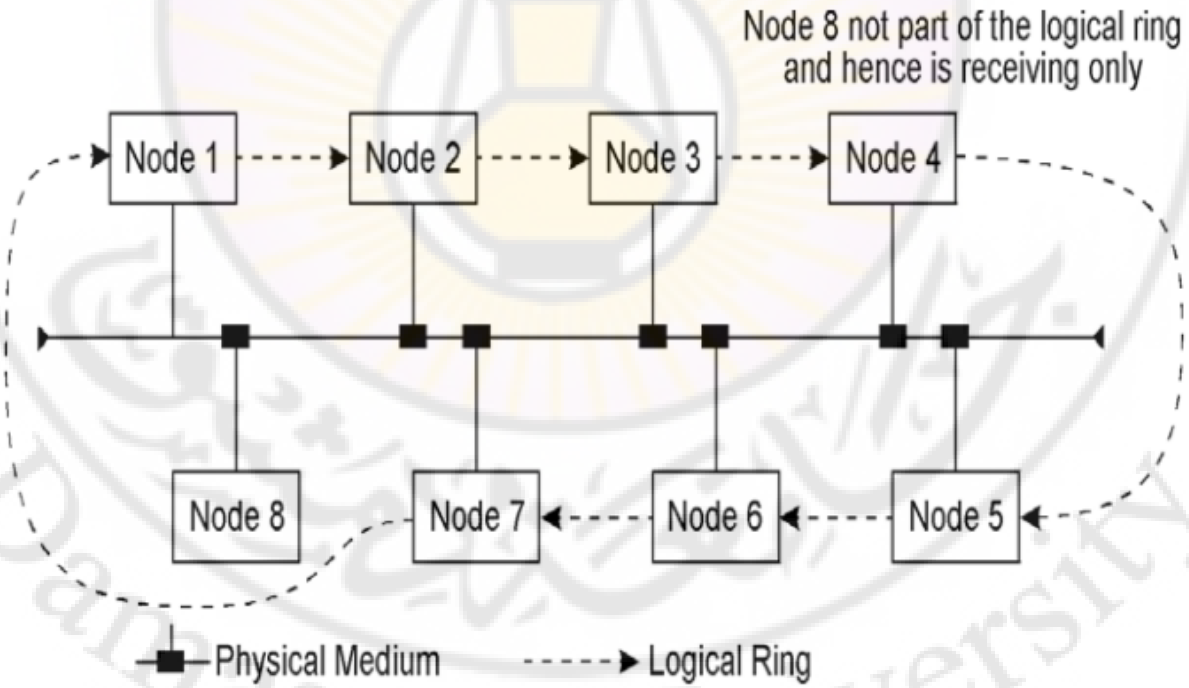
تستخدم هذه الطريقة مبدأ الفيش (token) لتحديد دور العقدة المرسلة للرسالة. عندما تستلم أحد العقد الفيش، يصبح لديها إمكانية التحكم بالشبكة لزمن قصير. عندما يمضي هذا الزمن يمرر الفيش إلى عقدة جديدة.



LAN in master station: token bus std 802.4

Bus

تشابه طريقة الفيش الحلقي من حيث أن العقدة المالكة للفيش لديها الصلاحية باستخدام الشبكة، الاختلاف فقط بإن العقد تتصل جميعها مع الباسبار .



لمحة عامة عن المكونات العتادية SCADA hradware

الوحدات و التجهيزات الحقلية Field level instrumentation and control devices

محطات القيادة Master stations

نظام الاتصالات Communications system

بنية شبكة الاتصالات Communication architecture

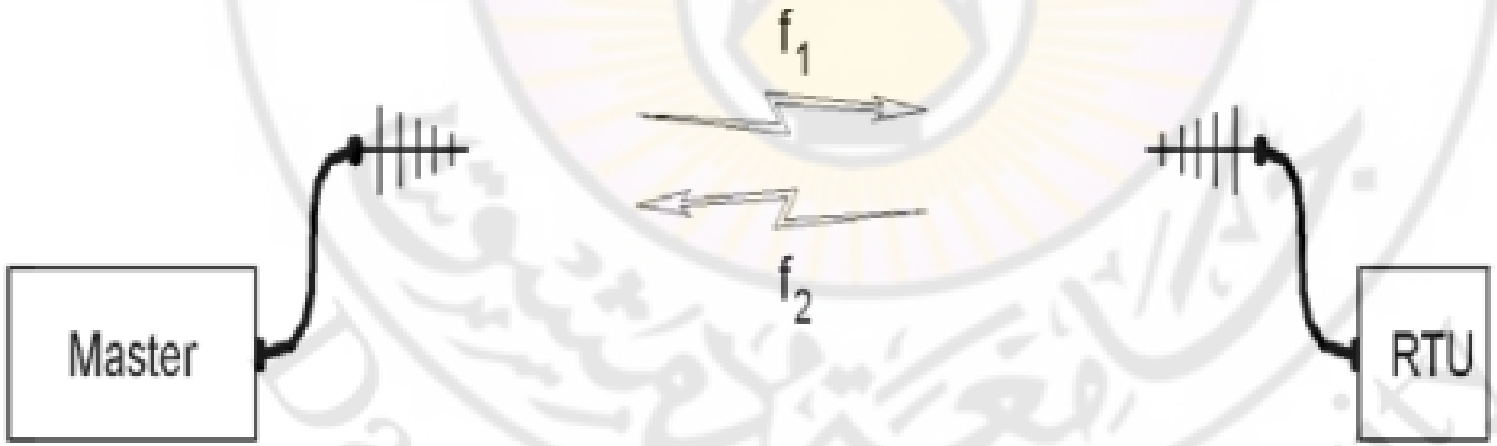
طرائق الاتصالات Communication methods

نظام الاتصالات Communications system

Point-to-Point

two stations

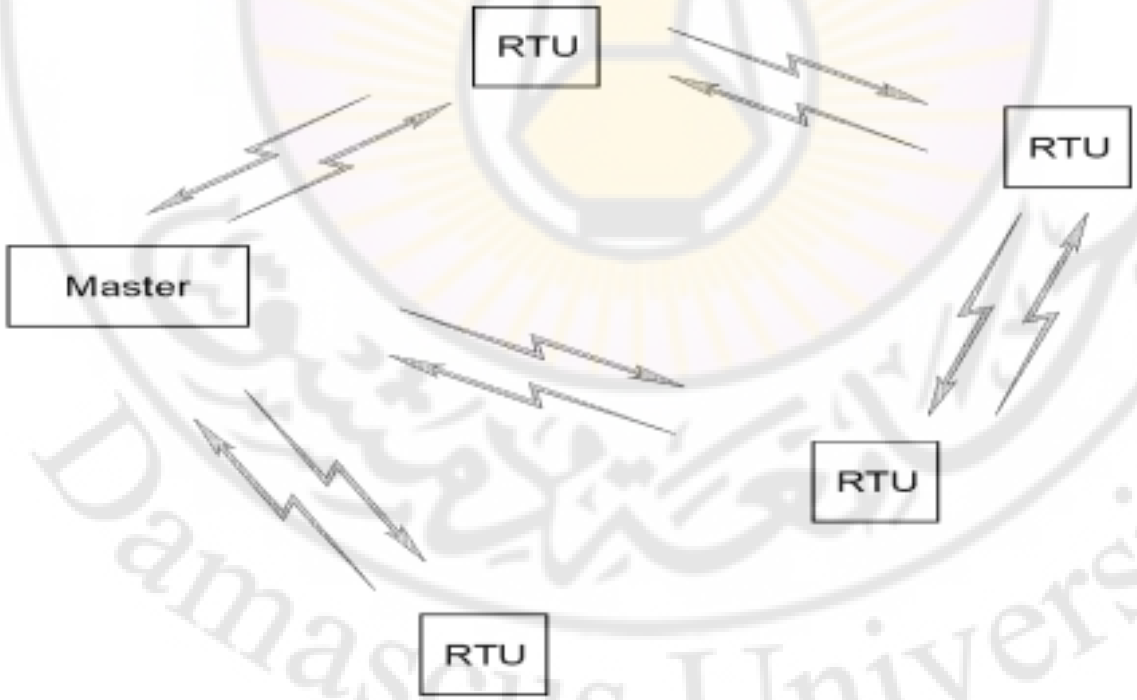
تعتبر الأبسط من حيث التشكيل، يتم تبادل المعطيات بين المحطتين إما عن طريق تعريف أحد المحطات كمحطة قيادة و الثانية محطة مقادة، أو أن يتم استخدام نقل مضاعف full duplex mode، أي أنه يتم الارسال و الاستقبال بآن واحد في المحطات.



MultiPoint

multiple stations

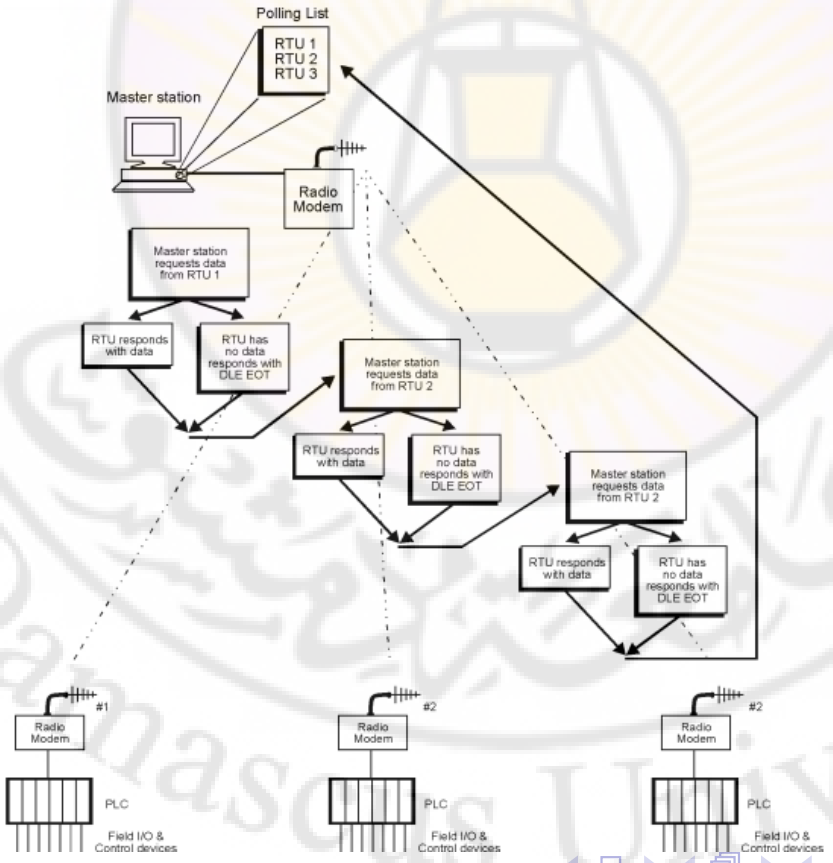
يتم في هذا اعتماد طريقة محطة قيادة–محطات مقادة. عندما تحتاج أحدى المحطات المقادة التخاطب مع نظيرتها فإنها تحتاج إلى المرور عبر محطة القيادة أو التخاطب مباشرة كما في peer to peer



Polled (Master/Slave)

polling data

تستخدم هذه النظرية في الاتصالات سواء كانت بنية الشبكة هي peer to peer أو multipoint. يبين الشكل المجاور خوارزمية عمل هذه الطريقة.



لمحة عامة عن المكونات العتادية SCADA hradware

الوحدات و التجهيزات الحقلية Field level instrumentation and control devices

محطات القيادة Master stations

نظام الاتصالات Communications system

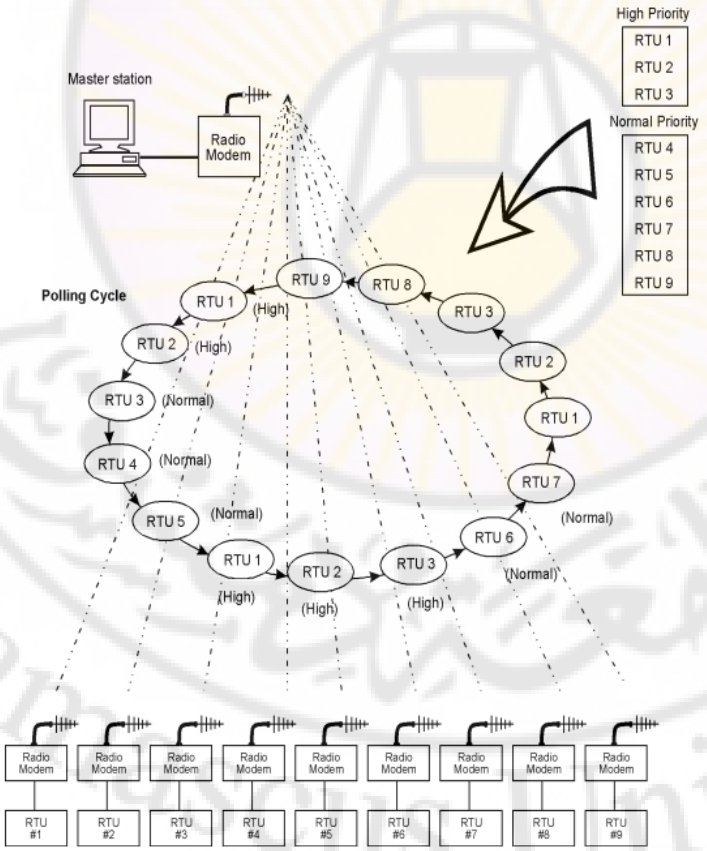
بنية شبكة الاتصالات Communication architecture

طرائق الاتصالات Communication methods

Polled (Master/Slave)

High-low priority

يمكن أن يتم تكرار استجرار المعلومات من المحطات ذات الأهمية العالية أكثر من مرة خلال الدورة الواحدة.



لمحة عامة عن المكونات العتادية SCADA hradware

الوحدات و التجهيزات الحقلية Field level instrumentation and control devices

محطات القيادة Master stations

نظام الاتصالات Communications system

بنية شبكة الاتصالات Communication architecture

طرائق الاتصالات Communication methods

المراجع

[1] Practical SCADA for Industry, David Bailey, Edwin Wright, ELSAVIER, 2003.
ISBN 07506 58053