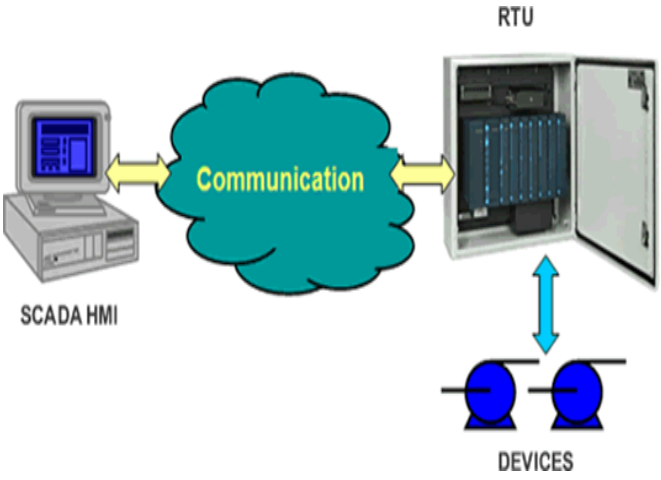
مقالة تخصصية 2020

عبدالكريم جمال ابريك
ماجستير في الهندسة الكهربائية
عضو هيئة تدريب–المعهد العالي للطاقة

# أنظمة المراقبة والتحكم والحصول على البيانات (SCADA)

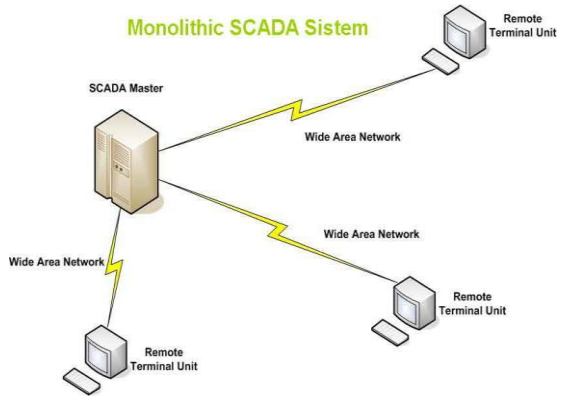
ان مصطلح (SCADA) يستعمل دائم في أنة والذي يعمل على ربط جميع مراحل التصنيع والانتاج والتخزين المختلفة من أجل الحصول على منتج متقن ذو جودة عالية بأقل الأسعار وأقصر وقت، بالإضافة إلى ضمان سلامة الأجهزة والمعدات والتقليل من الخسائر.




واختصار كلمة (SCADA)هي (Supervisory Control And Data Acquisition) والتي تعني "المراقبة والتحكم والحصول على البيانات". ويعتبر نظام التحكم (SCADA)نوع من أنواع التحكم بالأنظمة الصناعية Industrial Control System (ICS)حيث يتم توظيف الحاسب الالي للمراقبة والتحكم بالعمليات الصناعية الموجودة في مواقعها المختلفة. وتتميز أنظمة SCADAعن أنظمة ICS بانها تتعامل مع العمليات ذات طابع واسع النطاق والتي تجمع بين المواقع المتعددة والمسافات البعيدة بينها. وتشمل العمليات التي يتم مراقبتها والتحكم بها العمليات الصناعية والبنية التحتية والعمليات القائمة على المرافق.

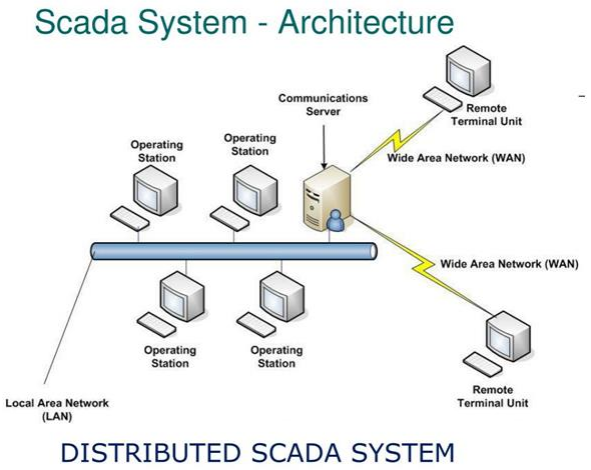
حيث تتضمن العمليات الصناعية عمليات التصنيع، والإنتاج، وتوليد الطاقة، والتكرير، وقد تعمل في أوضاع مستمرة، أو على دفعات، أو متكررة، أو منفصلة. أما عمليات البنية التحتية العامة أو الخاصة، فتشمل معالجة المياه وتوزيعها، وجمع مياه الصرف الصحي ومعالجتها، وخطوط أنابيب النفط والغاز، ونقل وتوزيع الطاقة الكهربائية، ومزارع الرياح، وأنظمة صفارات الدفاع المدني، وأنظمة الاتصالات الكبيرة. والعمليات القائمة على المرافق العامة والخاصة تشمل المباني والمطارات والسفن والمحطات الفضائية. وأنظمة التدفئة والتهوية وتكييف الهواء واستهلاك الطاقة.

ونجد أن مراحل تطور أنظمة SCADA مرت بأربعة أجيال:



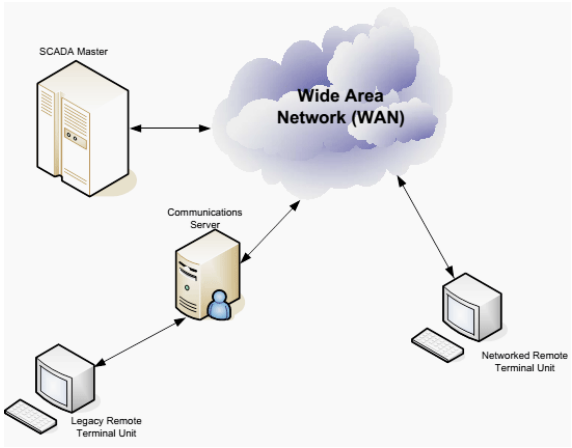

- الجيل الأول: "متجانسة Monolithic/ قائمة بذاتها Stand alone"

ففي السابق كان يستخدم الحاسبات الألية الصغيرة (minicomputers). ولم تكن قد تطورت خدمات شبكات الكومبيوتر، ولهذا كانت أنظمة SCADA تعمل باستقلاليه دون اتصال مع باقي الأنظمة، وكانت أجهزة الاتصال تستعمل بروتوكولات مقيدة ومملوكة بشكل صارم للشركات التي تستخدمها، والجيل الأول كان يستخدم نظام حاسب مركزي احتياطي (Back-up mainframe system) متصل بجميع وحدات الطرفية عن بُعد RTU للمحطة ليتم استخدامه في حالة تعطل نظام الحاسب المركزي الرئيسي (primary mainframe system)




- الجيل الثاني: "موزعة Distributed"

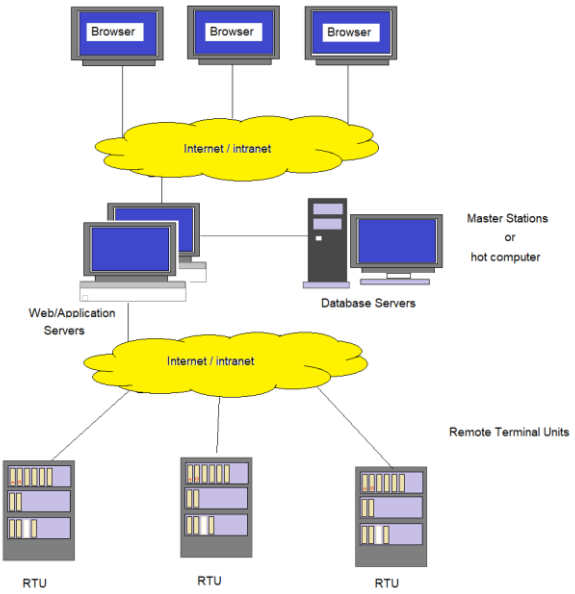
ففي هذا الجيل لنظام SCADA نجد أن طرق معالجة البيانات والأوامر كانت موزعة حول محطات متعددة والتي كانت متصلة مع بعض عن طريق الشبكة المحلية LAN. والمعلومات والبيانات تتم مشاركتها تقريبا في نفس الوقت. وكل محطة مسؤوله عن مهام معينة. والتي عملت على تقليل التكلفة مقارنتا مع الجيل السابق، وهنا مازالت بروتوكولات الشبكة المعلوماتية LAN ليست موحدة، ونظرًا لأن هذه البروتوكولات كانت مملوكة ومقيده، فقد عرف قلة قليلة من الأشخاص خارج المطورين ما يكفي لتحديد مدى أمان تثبيت SCADA.




الجيل الثالث: "شبكي Networked "

وهذا الجيل شبيه بالجيل الثاني من حيث البنية الموزعة، ويمكن اختزال أي نظام SCADA معقد إلى أبسط المكونات وتوصيله من خلال بروتوكولات الاتصال. ففي حالة تصميم الشبكة، نلاحظ أن نظام SCADA ينتشر عبر أكثر من شبكة LAN واحدة تسمى شبكة التحكم في العمليات (PCN) ومنفصلة جغرافياً. ويمتاز هذا الجيل بأنه يمكن تشغيل عدة أنظمة SCADA ذات البنية الموزعة على التوازي مع مشرف واحد ومؤرخ تحت شبكة واحدة. وهذا يسمح بحل أكثر فعالية من حيث التكلفة في أنظمة واسعة النطاق للغاية.

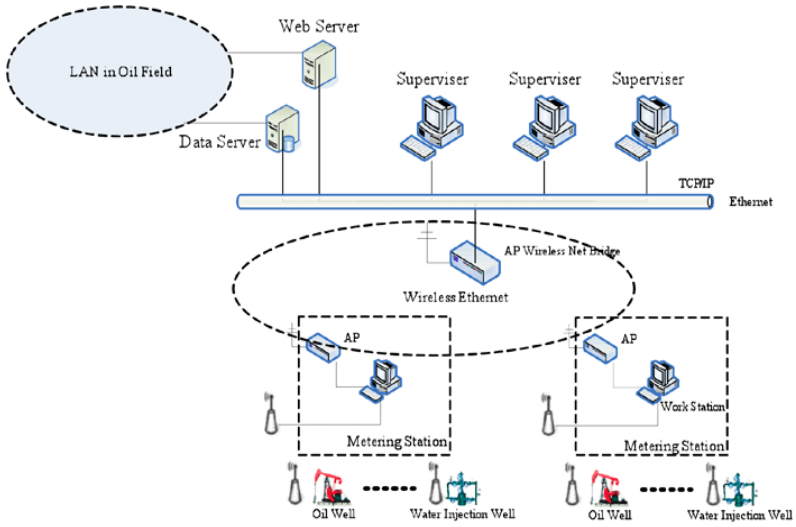
- الجيل الرابع: "قائم على الويب Web –Based"
فلقد أدى نمو الإنترنت إلى قيام أنظمة SCADA بتنفيذ تقنيات الويب التي تتيح للمستخدمين عرض البيانات وتبادل المعلومات وعمليات التحكم من أي مكان في العالم. حيث شهدت أوائل عام 2000 انتشار أنظمة SCADA على الويب. وتستخدم أنظمة SCADA على الويب متصفحات الإنترنت مثل Google Chrome و Mozilla Firefox كواجهة مستخدم رسومية (GUI) لمشغلي HMI. ويعمل ذلك على تبسيط عملية التثبيت من جانب العميل وتمكين المستخدمين من الوصول إلى النظام من منصات مختلفة باستخدام متصفحات الويب مثل الخوادم وأجهزة الكمبيوتر الشخصية وأجهزة الكمبيوتر المحمولة والأجهزة اللوحية والهواتف المحمولة.




مكونات أنظمة التحكم (SCADA) من:

الوحدات الطرفية عن بعد RTU

وظيفة وحدات RTUs توصيل بيانات أجهزة الاستشعار sensors والمشغلات الميكانيكية actuators في العمليات process، بحيث تعمل على تحويل إشارات أجهزة الاستشعار إلى قيم رقمية وثم إرسالها إلى نظام المراقبة عن طريق شبكة الاتصالات.




أجهزة الكمبيوتر الاشرافية

تعتبر أجهزة الكمبيوتر الاشرافية قلب نظام SCADA، حيث تقوم بجمع البيانات حول العمليات وإرسال أوامر التحكم إلى الأجهزة المتصلة بالموقع (PLC / RTU) من خلال برمجيات معدة مسبقا، وهذه البرامج مسؤولة عن الاتصال بوحدات التحكم والتحقق من سلامة البيانات، بالإضافة إلى ذلك برمجيات HMI التي تعمل في غرف المراقبة والتحكم (غرف التشغيل) لمساعدة المشغل في المحطات.

واجهة الإنسان والآلة HMI

واجهة الإنسان والآلة (HMI) هي نافذة المشغل للنظام الإشرافي. ويعمل على تقديم معلومات عن العمليات في المنشأة إلى موظفي التشغيل بيانياً على شكل مخططات تقليدية (mimic diagram)، والتي تمثل تمثيلًا تخطيطيًا للمنشأة الذي يتم التحكم فيه، بالإضافة إلى صفحات الإنذار وتسجيل الأحداث. ويرتبط HMI بالكمبيوتر الإشرافي

SCADA لتوفير بيانات حية لدفع المخططات على تحديث بياناتها، وعرض الانذارات اللحظية والرسوم البيانية الشائعة.

التعامل مع الإنذارات Alarm Handling

التعامل مع الإنذارات هو جزء مهم في معظم تطبيقات SCADA. حيث يراقب النظام ما إذا كانت حالة الإنذار لعملية معينة مستوفاة، لتحديد وقت وقوع حدث إنذار. بمجرد اكتشاف حدث الإنذار، يتم اتخاذ إجراء واحد أو أكثر (مثل تنشيط مؤشرات الإنذار "alarm indicators" واحد أو أكثر، وربما توليد رسائل البريد الإلكتروني أو الرسائل النصية حتى يتم إعلام مشغلي الإدارة أو SCADA عن بُعد). في كثير من الحالات، قد يضطر مشغل SCADA إلى الاقرار بحدث الإنذار " acknowledge "، قد يؤدي هذا إلى إلغاء تنشيط بعض مؤشرات الإنذار مثل صفارة الإنذار، بينما تظل المؤشرات الأخرى نشطة حتى يتم مسح ظروف أو مسببات الإنذار.

البرمجيات المستخدمة في وحدات التحكم المنطقية والتحكم عن بعد PLC / RTU software

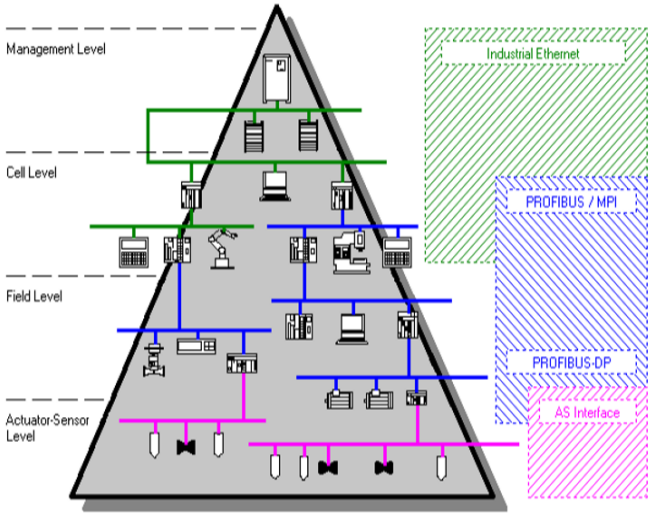
تستطيع RTUs الذكية وPLCs على تنفيذ العمليات المنطقية البسيطة بشكل آلي وبدون تدخل الكمبيوتر الاشرافي. فلقد تم توظيف لغات البرمجة في التحكم الموحدة دوليا تحت البند IEC 61131-3 وهي مجموعة من خمس لغات للبرمجة تحتوي على( function block, ladder, structured text, sequence function charts and instruction list) والتي كثيرا ما تستخدم لإنشاء البرامج التي تعمل في RTU/PLC.
على عكس اللغة التي تعتمد على كتابة الخطوات مثل C أو FORTRAN، فإن لغات البرمجة IEC 61131-3 لديها متطلبات تدريب ضئيلة. بحيث يتيح ذلك لمهندسي نظام SCADA أداء كل من التصميم والتنفيذ للبرنامج على RTU أو PLC.
واعتمدت كبرى الشركات الألمانية أنظمة SCADA التي تتعامل مع برامج النوافذ المفتوحة مثل SIMATIC HMI WinCC and SIMATIC WinCC Open Architecture ويشتمل النطاق الوظيفي على مهام التصور القريبة من الآلات بالإضافة إلى تطبيقات SCADA على أنظمة متعددة المستخدمين

البنية التحتية للاتصالات وأساليبها

تستخدم الاتصالات السلكية واللاسلكية المباشرة في أنظمة SCADA. وغالبًا ما يشار إلى وظيفة المراقبة عن بعد لنظام SCADA باسم القياس عن بُعد(Telemetry). والاتصالات السلكية متمثلة في الاسلاك الملفوفة والألياف الضوئية ( Twisted pair-Pilot cables and fiber optics) وأيضا الاتصالات عبر خطوط النقل الكهربائية (Power Line Carriers) أما الاتصالات اللاسلكية فمتعددة فمنها إشارات الراديو (Omni directional communication-UHF) واشارات المايكرويف (Point to point Communication) وخطوط الاتصالات الهاتفية النقالة ( Mobile data communications)

وعادة ما يريد بعض المستخدمين نقل بيانات SCADA عبر شبكات شركات محددة مسبقًا أو مشاركة شبكاتها مع تطبيقات أخرى ( كشركة سيمنز أو ميتسوبيشي ). ويتم ارسال البيانات ونقلها من خلال بروتوكولات SCADA المصممة لتكون مضغوطة للغاية وأمنة جدا لضمان موثوقيتها وكفاءة عمل العمليات المراد متابعتها.

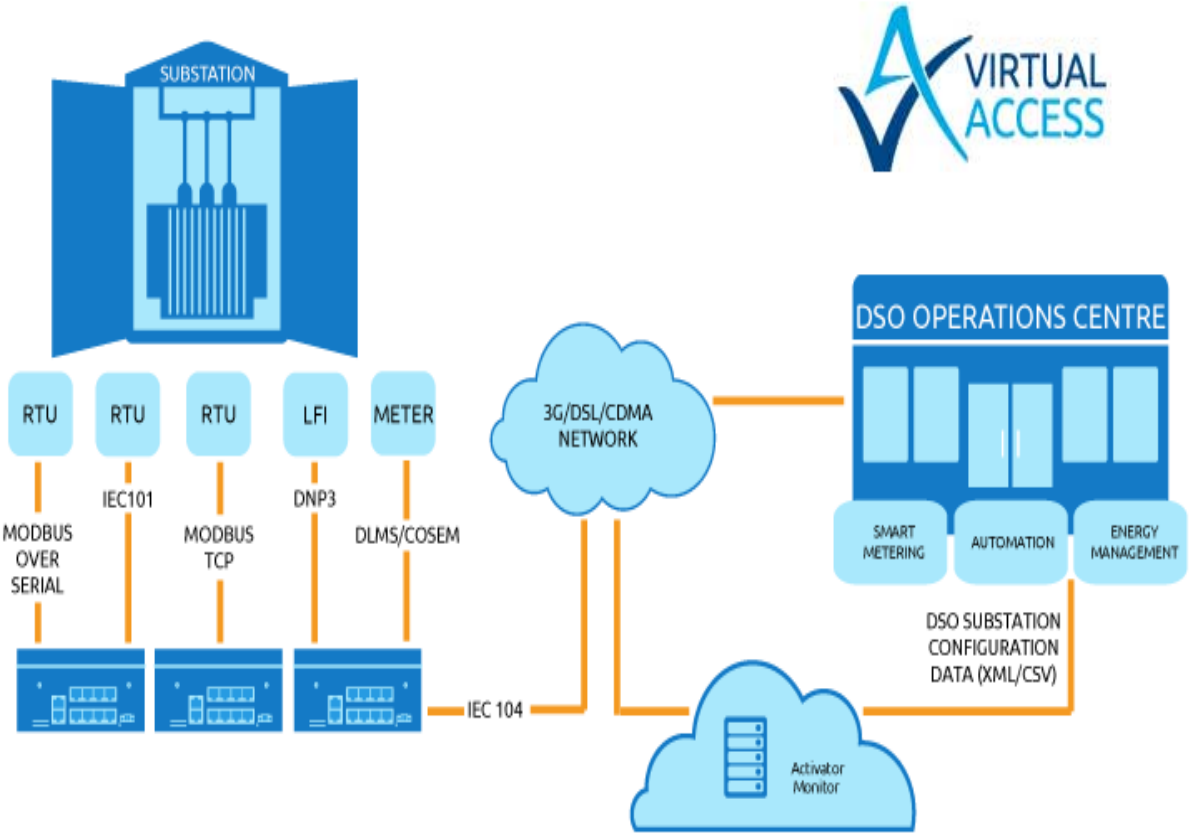
فلقد تم تصميم العديد من البروتوكولات لإرسال المعلومات فقط عندما تقوم المحطة الرئيسية أو الكومبيوتر الإشرافي بطلب ارسال المعلومات إليه من RTU وهذه المعلومات تتضمن القياسات عن بعد والاشارات التي تبين حالة النظام والانذارات، ويرجع سبب طلب الإرسال الى أن حجم المعلومات المراد استلامها من أجهزة RTU المتعددة المنتشرة في مواقع مختلفة كبير جدا وبالتالي كان من الضروري جدا تنظيم عملية استلام المعلومات وإدارتها Data Managements وتوجد ثلاث طرق رئيسية لإدارة الاتصالات بين RTUوالكومبيوتر الإشرافي



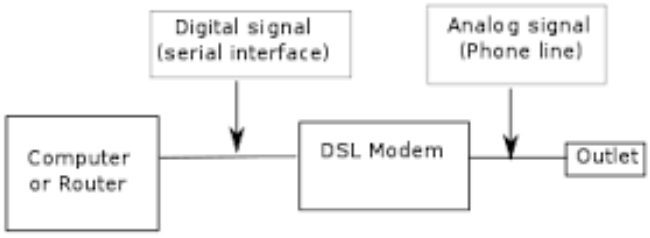

- المسح الدوري لأجهزة RTU's جهاز تلو الأخر وجمع البيانات الخاصة بالقياسات عن كل منشاة ولتحديث المعلومات بناء على طلب الكمبيوتر الاشرافي
- ارسال مباشر للمعلومات عند ظهور إشارات الانذار أو حدوث تغير في حالة الوضع للوحدات
- أرسال مباشر لوجود أي تغير كبير أو مفاجأ في القياسات للوحدات الموجودة تحت المراقبة .

وتتضمن بروتوكولات أنظمة الـ SCADA التقليدية النموذجية Modbus RTU و RP-570 و Profibus و Conitel. وتم اعتماد البروتوكولات القياسية وهي IEC 60870-5-101 أو 104 ، IEC 61850 و DNP3. وتحتوي العديد من هذه البروتوكولات الآن على ملحقات للعمل عبر TCP / IP.

فعلى الرغم من أن استخدام مواصفات الشبكات التقليدية بجانب الصناعية، مثل TCP / IP ، إلا أن كل منها يغطي متطلبات مختلفة اختلافًا جذريًا عن الأخر.




ومع تزايد متطلبات الأمان وموثوقية نقل البيانات وزيادة رقعة المساحة المراد مراقبتها ازداد استخدام الاتصالات عبر الأقمار الصناعية في حالة عدم توفر خدمة الاتصالات المحلية الأرضية (الشبكات الأرضية، الشبكات المتنقلة)، ويكون لها تشفير مدمج، بحيث يمكن هندستها لتوفير الموثوقية المطلوبة من قبل مشغل نظام SCADA.




Digital Subscriber Line

ونضيف الى ذلك أن استخدام الأنظمة الحديثة في الاتصالات أصبح يمكن استخدام محاكاة الشبكة الحية (Online) بالتزامن مع أجهزة محاكاة SCADA لإجراء مختلف تحليلات "ماذا لو حدث .... "لضمان أمن الشبكات وموثوقية الشبكات الكهربائية التي يتم مراقبتها.

- وواجهات المستخدم الرسومية (GUI) لإدارة الإشراف على العمليات على مستوى عالٍ

وعلى سبيل مثال على ذلك نجد أن شركة Siemensعن طريق تطبيق سلسة المنتجات SIMATIC WinCC (TIA Portal) مع أنظمة HMI المفتوحة استطاعت ان تغطي جزءا كبيرا من الاحتياجات الهندسية في مجال البرامج التصورية (الرسومية)، حيث تعمل WinCC Open Architecture على معالجة الحلول ذات متطلبات التكيف الخاصة بالعميل والوظائف المتخصصة حتى على الأنظمة الأساسية التي لا تعمل بنظام Windows.

- ووحدات التحكم المنطقي القابلة للبرمجة (PLC)
- وحدات التحكم (PID) لدوائر التحكم المغلقة للتفاعل مع العمليات أو الآلات بطريقة آليه.

ولأنظمة SCADA أهمية كبيرة كأنظمة مركزية تقوم بمراقبة عدة مواقع بأكملها، أو مجمعات للأنظمة المنتشرة في مناطق واسعة، ابتدأ من مصنع صناعي إلى منشآت كبيرة مثل محطات توليد القوى ومحطات التحويل في الشبكات الكهربائية ذات المستويات المختلفة لجهود النقل. يتم تنفيذ معظم إجراءات التحكم تلقائيًا بواسطة RTUs أو PLCs وبدون الحاجة إلى اشراف نظام SCADA في عملية التحكم، وعادة ما تقتصر وظائف التحكم على التدخل الأساسي أو المستوى الإشرافي. على سبيل المثال، قد تتحكم PLC في تدفق مياه التبريد عبر جزء من العملية الصناعية، لكن نظام SCADA قد يسمح للمشغلين بتغيير النقاط المحددة للتدفق، وتمكين ظروف الإنذار، مثل فقدان التدفق وارتفاع درجة الحرارة، ليتم عرضها وتسجيلها. وتمر حلقة التحكم في التغذية العكسية عبر RTU أوPLC، بينما يتم مراقبة نظام SCADA للأداء الكلي للحلقة والمنظومة بشكل عام.