



Escola Politècnica Superior  
d'Enginyeria de Vilanova i la Geltrú

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

# MINIPROJECTE

# AUTOMATITZACIÓ INDUSTRIAL

**TÍTOL: INTRODUCCIÓ ALS SISTEMES SCADA INDUSTRIALS**

**AUTOR: VANESA HERNANDEZ, CARLOS PANTOJA, EDUARD LOPEZ**

**TITULACIÓ: E.T.I. ELECTRÒNICA INDUSTRIAL**

**DIRECTOR: PERE PONSA**

**DEPARTAMENT: ESAII**

**DATA: 31/05/2004**

# MINIPROJECTE AUTOMATITZACIÓ INDUSTRIAL

## RESUM (màxim 50 línies)

El miniprojecte realitzat està orientat cap als sistemes SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition). Es tracta d'una aplicació software especialment dissenyada per treballar sobre computadors de control de producció, proporcionant comunicació amb els dispositius de camp (controladors autònoms, autòmats programables, etc.) i controlant el procés de manera automàtica a partir de la pantalla del ordinador.

Aquests sistemes estan compostats per mòduls de adquisició, emmagatzematge, gestió de dades, monitorització i la seva comunicació amb els diferents perifèrics.

En aquest projecte parlem d'aquests sistemes SCADA conjuntament amb els seus requisits, les seves característiques, les seves prestacions.

Com objectiu d'aquest treball realitzarem una aplicació d'un sistema SCADA on escollim un d'aquests sistemes segons les característiques necessàries dins d'una ampla gamma de proveïdors.

Com es pot comprovar els sistemes SCADA tenen múltiples aplicacions dins del àmbit industrial i simplifiquen el control de qualsevol planta.

## Paraules clau (màxim 10):

Scada	Adquisició	Emmagatzematge de dades	Gestió
Monitorització	Comunicació	Control	Temps real
Alarma			

# ÍNDEX

## 1. Presentació i objectius

## 2. Desenvolupament teòric

### 2.1 Introducció als sistemes SCADA

#### 2.1.1. Prestacions

#### 2.1.2. Requisits

#### 2.1.3. Composició

##### 2.1.3.1. Adquisició

##### 2.1.3.2. Emmagatzematge

##### 2.1.3.3. Gestió de dades

##### 2.1.3.4. Monitorització

##### 2.1.3.5. Comunicació

#### 2.1.4. PLC's

#### 2.1.5. Tipus de SCADA

### 2.2 Conceptes associats

#### 2.2.1. Temps Real

### 2.3 Aplicacions industrials (exemples)

## 3. Aplicació i disseny

### 3.1 Objectiu de l'aplicació

### 3.2 Descripció dels sistemes a controlar

### 3.3 Descripció i estructura funcional del SCADA WinCC

### 3.4 Aplicació

### 3.5 Aplicació industrial

4. Conclusions ( i possibles millores )

5. Annexes i documentacions

6. bibliografia

## 1. Presentació i objectius

L'objectiu principal d'aquest miniprojecte és la realització d'un sistema SCADA mitjançant el programa WinCC de Siemens per a la Monitorització, adquisició de dades i control de senyals d'un sistema format per una planta controlada per un PLC.

- Obtenció d'informació dels sistemes SCADA i el PLC de la planta a controlar.
- Elecció del sistema SCADA adient en funció de les necessitats del disseny i les possibilitats d'obtenir software.
- Disseny del programa per controlar i monitoritzar els gràfics amb el SCADA del sistema.
- Simulació del programa.
- Disseny de les comunicacions entre el PLC i el SCADA.

## 2. Desenvolupament teòric

La supervisió i la monitorització es realitza des de la Sala de Control dels sistemes involucrats en el funcionament d'una instal·lació.



**Figura 1.1.** Exemple d'una sala de control de S.C.L. Agropienso.

Una visió global del control de la planta portant un registre detallat de les accions preses. Registres de senyals analògiques i digitals a curt i llarg termini, per la anàlisi d'experiències, evolucions temporals, variacions brusques de paràmetres, etc.

Aquestes sales de control deuen estar preparades per a treballar en condicions adequades, que no hi hagin temperatures elevades ni molta humitat.

Com a exemple el **NUR** posseeix un sistema en línia de Supervisió i Control, de Adquisició de dades, de processaments distribuïts i de visualització:



**Figura 1.2.** Exemple de sala de control de NUR

## **2.1 Introducció als sistemes SCADA**

SCADA ve de les sigles de “Supervisory Control And Data Acquisition”, és dir: adquisició de dades i supervisió de control. Es tracta d'una aplicació software especialment dissenyada per funcionar sobre computadors de control de producció, proporcionant comunicació amb els dispositius de camp (controladors autònoms, automats programables, etc.) i controlant el procés de manera automàtica a partir de la pantalla del ordinador. A més proveeix de tota la informació que es genera en el procés productiu a diversos usuaris, tan del mateix nivell com d'altres supervisors dins de l'empresa: control de qualitat, supervisió, manteniment, etc.

Aquest tipus de sistemes usualment existeixen en un ordinador, que efectua feines de supervisió i gestió d'alarmes, així com tractament de dades i control de processos. La comunicació es realitza mitjançant busos especials o xarxes LAN. Tot això s'executa normalment en temps real, i estan dissenyats per donar a l'operador de planta la possibilitat de supervisar i controlar aquests processos.

Mitjançant l'aplicació dels Software SCADA, podem supervisar un procés gràficament en un ordinador. Quan diem supervisar, no solament és observar o mirar el procés en la pantalla, sinó també intervenir-hi quan faci falta. Aquest Software permet que els gràfics i objectes representats en la pantalla siguin actius, o sigui, que responguin quan actuem sobre ells, de manera que si tenim representat un interruptor, al pulsar-lo, l'obrim o el tanquem simultàniament a la pantalla i als processos reals que estiguem controlant en aquest moment.

Característiques:

- a)Tipus d'arquitectura: Centralitzada
- b)Tipus de control predominant: Supervisor, llaços de control tancats per l'operador. Addicionalment control seqüencial i regulador.
- c)Tipus de variables: Geogràficament distribuïdes.
- d)Unitats d'adquisició de dades i control: Remotes, PLCs.
- e)Mitjans de comunicació: Radio, satèl·lit, línies telefòniques, connexions LAN, WAN.
- f)Base de dades: Centralitzada.

Els principals fabricants de programari SCADA, amb una opció clara per Microsoft, arriba un moment que treuen al mercat una versió, o un producte, que suposa un punt d'inflexió respecte a les versions anteriors ja que no es tracta que ha perfeccionat determinat mecanisme, o que afegeix noves funcionalitats, sinó que incorpora modificacions importants del nucli de l'aplicació.

Aquestes modificacions profundes són necessàries per a aprofitar al màxim la tecnologia de Microsoft, especialment les especificacions COM/DCOM, ActiveX, i OPC. Aquest és per exemple el cas de Intellution, amb el FIX DMACS per a Windows 3.11, FIX 32 treballant en Windows 95 i Windows NT, actualment en la seva versió 7.0, i el nou FIX DYNAMICS que treballa exclusivament sota Windows NT i disposa d'un nucli totalment nou, el i- Core, dissenyat especialment per a treballar amb els nous estàndards industrials ActiveX, OPC, VBA, i COM/DCOM. Normalment aquesta nova versió, o producte, és una plataforma oberta constituïda per una família de components que s'integren entre si, o amb programari de tercers, mitjançant les últimes versions dels estàndards basats en la tecnologia Windows de Microsoft.[Pantalla workspace de Fix dynamics][Mostra de l'entorn de treball de FIX Dynamics, de Intellution, amb accés a diversos components incloent el i-Core.] Els elements clau en aquests productes són:

- Visual Basic for Applications (VBA)
- OLE for Process Control (OPC)

- Component Object Model (COM)
- ActiveX Controls
- Connectivitat remota (Web Server)

### **2.1.1. Prestacions**

Dins de les funcions bàsiques realitzades per un sistema SCADA estan las següents:

- a) Recopilar, emmagatzemar i mostrar informació, en forma continua i fiable, corresponent a la senyalització de camp: estats de dispositius, mesures, alarmes, etc.
- b) Executar accions de control iniciades per l'operador, tal com: obrir o tancar vàlvules, arrancar o parar bombes, etc.
- c) Alertar al operador de canvis detectats en la planta, tant aquells que no es consideren normals (alarmes) com canvis que es produeixin en l'operació diària de la planta (events). Aquests canvis són emmagatzemats en el sistema per el seu posterior anàlisis.
- d) Generació d'històrics de senyal de planta, que poden ser bolcats per al seu procés sobre una fulla de càlcul.
- e) Possibilitat de programació numèrica, que permet realitzar càlculs aritmètics d'elevada resolució sobre la CPU del computador.

Amb les quals, es poden desenvolupar aplicacions per ordinadors, amb captura de dades, anàlisis de senyals, prestacions de pantalla, enviament de resultats a impressora, etc.

A més, totes aquestes accions es duen a terme mitjançant un grup de funcions que inclouen zones de programació en un llenguatge d'ús general ( com C o Basic), que li proporciona una potencia elevada i una gran versatilitat. Alguns SCADA ofereixen llibreries de funcions per a llenguatges d'ús general que permeten personalitzar de forma molt amplia l'aplicació que es desitja realitzar.

### **2.1.2. Requisites**

Un SCADA ha de complir diversos objectius per a que la seva instal·lació sigui perfectament aprofitada:

- Han de ser sistemes d'arquitectura oberta, capaços de créixer o adaptar-se segons les necessitats variables de l'empresa.
- Han de comunicar-se amb tota facilitat i de forma transparent amb usuari, amb l'equip de planta i amb tota la resta de l'empresa.
- Han de ser programes fàcils d'instal·lar, sense excessives exigències de Hardware, i fàcils d'utilitzar, amb interfícies amigables amb l'usuari.



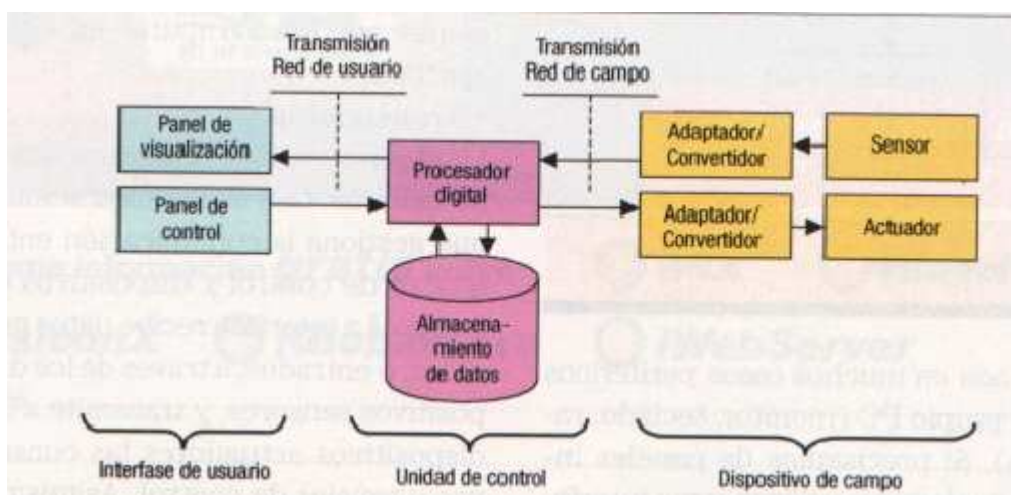
Les característiques que han de complir els processos a controlar per avaluar si un sistema SCADA es necessari són:

- El nombre de variables del procés que es necessita monitoritzar és elevat.
- El procés està geogràficament distribuït. Aquesta condició no es limitativa, ja es pot instal·lar un SCADA per la supervisió i control d'un procés concentrat en una localitat.
- Les informacions del procés es necessiten en el moment en que els canvis es produeixen en el mateix, o en altres paraules, la informació es requereix en temps real.
- La necessitat d'optimitzar y facilitar les operacions de la planta, així com la presa de decisions, tan gerencials com operatives.
- Els beneficis obtinguts en el procés justifiquen la inversió en un sistema SCADA. Aquests beneficis poden reflectir-se com augmento de l'efectivitat de la producció, dels nivells de seguretat, etc.
- La complexitat i velocitat del procés permeten que la majoria de les accions de control siguin iniciades per un operador. En cas contrari, es necessitarà d'un Sistema de Control Automàtic, el qual ho pot constituir un Sistema de Control Distribuït, PLC's, Controladores a Llaç Tancat o una combinació entre ells.

### 2.1.3. Composició

Cal distingir dues possibilitats. Per un costat el desenvolupament a mida d'un software completament orientat a una determinada aplicació i per una altra part l'ús de paquets software que permeten la configuració completa d'aplicacions de control i supervisió.

**Esquema bàsic:**



**figura 1.3.** Esquema bàsic d'un sistema de control, adquisició i supervisió

**Els mòduls o blocs que permeten les activitats d'adquisició, supervisió i control són els següents:**

#### *2.1.3.1. Adquisició*

El flux d'informació en els sistemes SCADA és com es defineix a continuació:

El fenomen físic el constitueixen les variables que desitgem mesurar, que depenen del procés. La naturalesa del fenomen és molt diversa (pressió, temperatura, flux, potència, intensitat de corrent, voltatge, PH, velocitat de l'aire, densitat...). Aquest fenomen deu traduir-se en una variable que sigui intel·ligible pel sistema de control el nostre SCADA, és a dir, en una variable elèctrica. Per això s'utilitzen els sensors o transductors.

Els sensors o transductors converteixen les variacions del fenomen físic en variacions proporcionals d'una variable elèctrica. Les variables elèctriques més utilitzades són: voltatge, corrent, càrrega, resistència o capacitància.

Tanmateix, aquesta varietat de tipus de senyals elèctriques han de ser processades per ser enteses pel computador digital. Per això s'utilitzen acondicionadors de senyal.

Aquests acondicionadors de senyal tenen la funció de fer referència a aquests canvis elèctrics a una mateixa escala de corrent o voltatge. A més proveeix aïllament tèrmic i filtrat de la senyal amb l'objecte de protegir el sistema de transients i sorolls originats al camp.

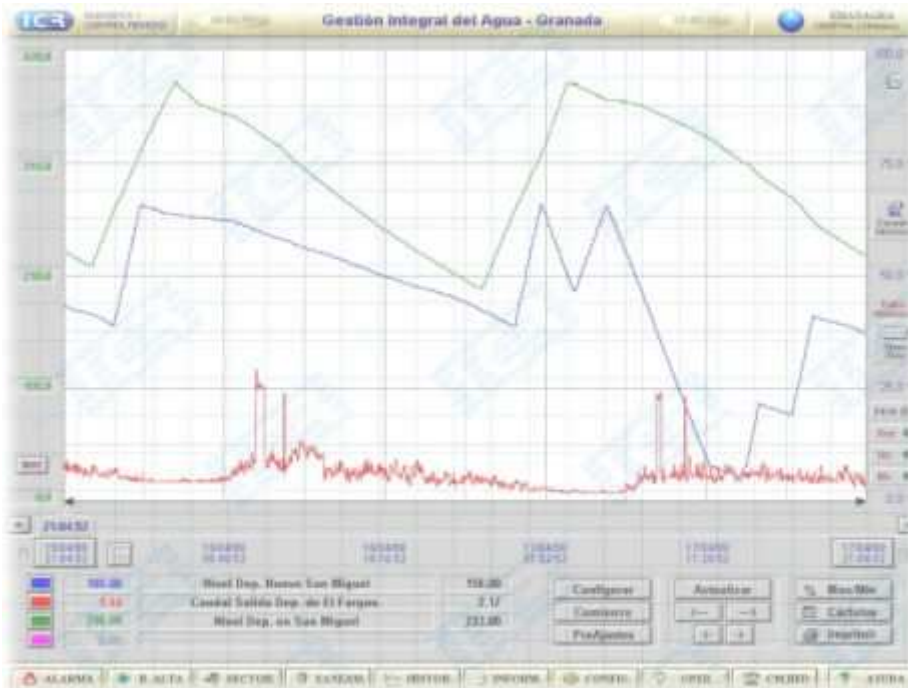
Una vegada condicionada la senyal, aquesta es converteix en un valor digital equivalent en el bloc de conversió de dades. Generalment, aquesta funció és portada a terme per un circuit de conversió analògic/digital.

#### *2.1.3.2. Emmagatzematge*

Si treballem a l'entorn Windows, podem aprofitar totes les avantatges que ens ofereix aquesta plataforma. Una d'elles és la fàcil connexió amb fulles de càlcul, bases de dades o processadors de text. Així podrem fer fàcilment un registre d'incidències o una estadística d'històrics o d'alarmes.

#### *2.1.3.3. Gestió de dades*

A treballar en entorn Windows, es poden aprofitar els avantatges que ofereix aquesta plataforma; una d'elles, la fàcil connexió parlant a nivell de programari, amb fulla de càlcul, bases de dades o processadors de textos coneguts per tots. Així podem fer un registre d'incidència o una estadística d'històrics o d'alarmes, duent les dades corresponents a una full de càlcul, o que se'ns generi un informe escrit en la impressora. En una full de càlcul podem anar incloent tots els elements que intervenen en la producció. Per exemple en una finca, podem fer una estadística del consum mensual d'aigua, abonament i d'energia elèctrica per a saber amb més exactitud els costos i beneficis de l'explotació. Amb tots els dispositius o elements físics del procés podem fer una full de càlcul o base de dades de forma que amb cada operació d'algun d'ells es vagi acumulant i ens digui la "vida" d'aquest element, sabent el nombre d'operacions que pot realitzar sense errades, garantit pel seu fabricant; quan s'apropi a aquest nombre el programa ens avisarà que tal element està arribant per fi teòric de la seva vida operativa i d'aquesta forma substituir-lo abans que es produeixi una errada o avaria; això és, ens permet fer un còmode i òptim manteniment preventiu.



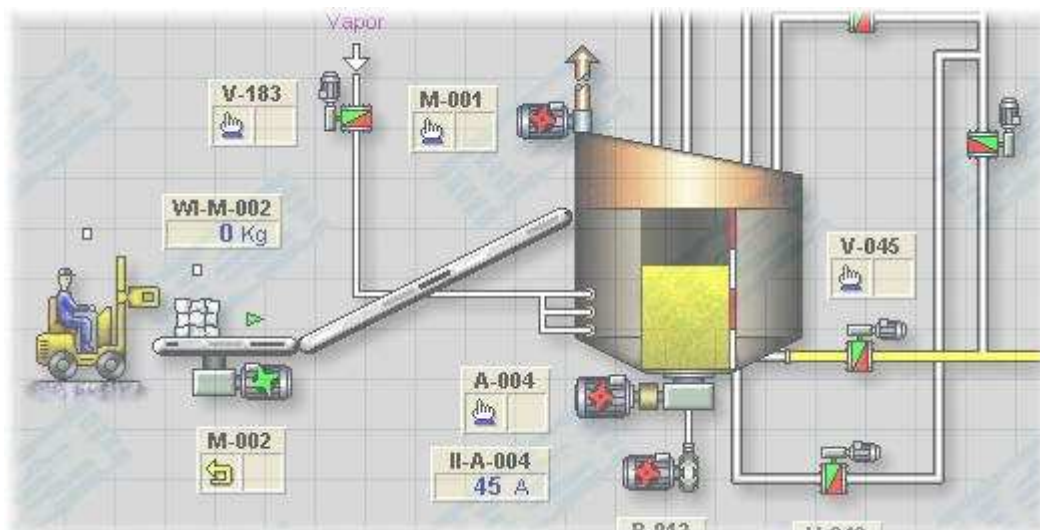
**Figura 1.4.** Exemple de representació d'un registre històric.

#### 2.1.3.4. Monitorització

El software d'un paquet SCADA està compost per dues parts principals: una de desenvolupament i un altre d'execució.

La part de desenvolupament s'usa per construir les pantalles de les que es compona l'aplicació. Principalment, consta d'un editor de dibuixos gràfics, com qualsevol programa de dibuix, a més d'una paleta que conté elements que són susceptibles d'animació, com interruptors, rellotges indicadors, deslliscadors, pannels, figures geomètriques, línies...

En aquesta pantalla veiem representat el procés que s'ha de controlar, creant dipòsits, canonada, motors, llums. Agafant y enganxant de la paleta els elements anem dibuixant el procés i el resultat final dependrà de la capacitat artística del programador.



**Figura 1.5.** Exemple de interfície gràfica.

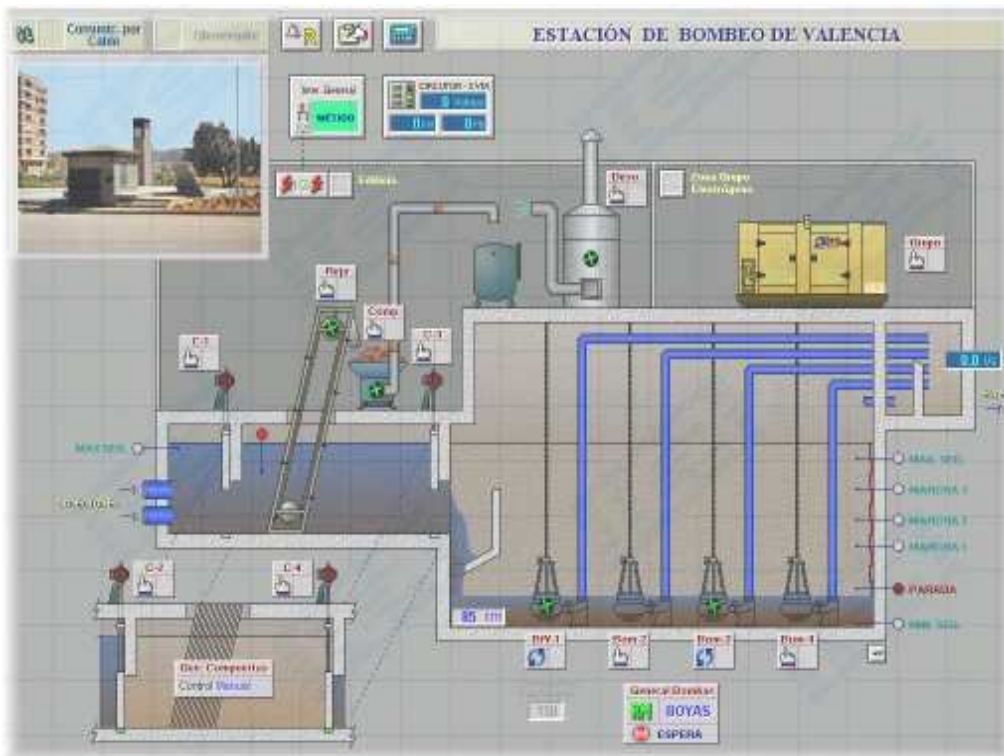
Aquestes pantalles seran les anomenades interfícies gràfiques, en aquestes interfícies tindrem dos tipus d'elements o objectes: els estàtics, que romandran immutables durant el procés, només seran un ajut gràfic per representar el procés; i els elements dinàmics o susceptibles d'animació, aquests elements sí que sofriran canvis durant l'evolució del procés o quan actuem amb el ratolí sobre seu.

Per exemple, podríem crear un cercle de color que quan executem el programa i actuem sobre seu canviï.

Un SCADA amb una sola pantalla seria l'expressió mínima. Generalment estan compostos per diverses pantalles, totes les que es necessitin per la millor representació del sistema.

Normalment, hi ha una pantalla inicial amb la que arrancaria l'SCADA i en la que hi sol haver representat un sinòptic global de tot, però, lògicament amb pocs detalls. Cada part del procés representat en aquesta primera pantalla es pot descompondre en una o més pantalles molt més detallades.

La forma d'accés a totes les pantalles de l'SCADA es pot fer de diverses maneres, una és mitjançant el ratolí. Clicant en una zona representada obrim una altre pantalla molt més detallada, en aquesta podem fer el mateix i d'aquesta forma navegar a través de les diferents pantalles representatives del procés. També es pot programar perquè una determinada situació en l'evolució del procés faci necessària l'atenció de l'operador obrint la pantalla oportuna de manera automàtica. Com per exemple, en el cas d'una alarma o fallada d'un element donat, això farà que tot i que el programa estigui en una altra pantalla s'obri de forma automàtica la corresponent pantalla a l'objecte afectat.



**Figura 1.6.** Exemple de monitorització d'una estació de bombeig.

A més de les pantalles amb gràfics i dibuixos, també podem desplegar pantalles en les que apareixen corbes o gràfiques de tendències o estadístiques que ens indiquen l'evolució d'alguna part del sistema. Per altre part, hi són els menús desplegable, finestres i tots els objectes propis del sistema operatiu empleat, tot i que normalment sigui Windows. Així, actuant amb el ratolí sobre objectes pot obrir-se un quadre de diàleg el qual podem modificar.

Per exemple, si tenim un forn al gràfic i hi cliquem a sobre, se'ns podria obrir un quadre de diàleg on podríem introduir la temperatura a la que volem que treballi.

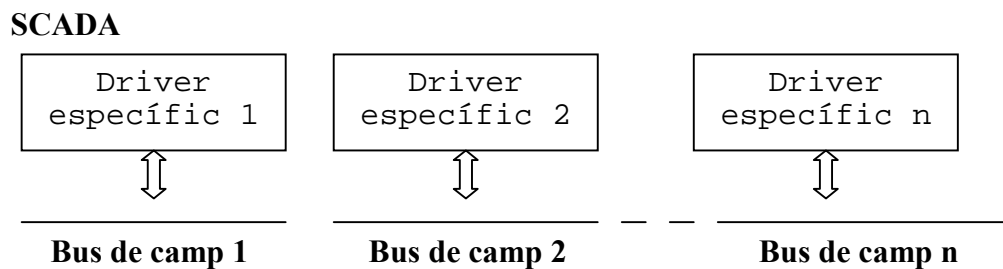
### 2.1.3.5. Comunicació

S'encarrega de la transferència d'informació entre la planta i la arquitectura hardware que suporta l'SCADA, i entre aquesta i la resta d'elements d'informació de gestió.

Interfícies de comunicació:

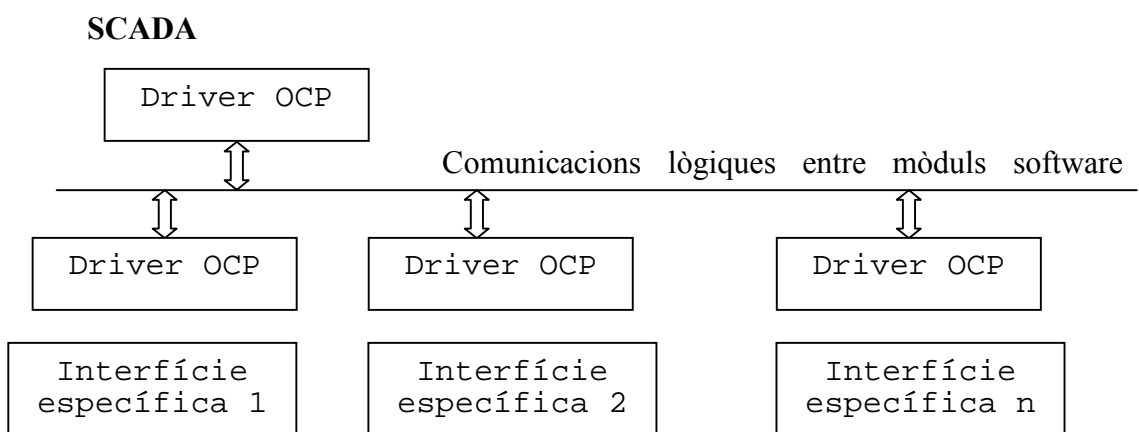
Permet al PC accedir als dispositius de camp.

- **Drivers Específics.** Cada bus de camp té un driver específic associat que s'utilitza per accedir al bus.



**Figura 1.7.** Esquema de comunicacions amb drivers Específics

- **Drivers OPC.** Utilitzar un driver genèric OPC que cada fabricant proporciona.



**Figura 1.8.** Esquema de comunicacions amb driver OPC

- **OPC** (OLE for Process Control) de Microsoft és una interfície amb components d'automatització, proporcionant un accés simple a les dades. La **Fundació OPC** està formada per: Siemens, Fisher, Intuitive, OPTO 22, Intellution, Rockwell, etc.

- Les aplicacions que requereixen serveis, és a dir dades, des del nivell d'automatització per processar les seves tasques, les demanen com a clients des dels components d'automatització, els quals a la vegada proporcionen la informació requerida com a servidors. La idea bàsica del OPC està en normalitzar la interfície entre el servidor OPC i el client OPC independentment de qualsevol fabricant particular.
- Els serveis prestats per els servidors OPC per a clients OPC per mitjà de la interfície OPC típicament impliquen lectura, canvi i verificació de variables de procés. Mitjançant aquests serveis és possible operar i controlar un procés. Els servidors OPC suporten el nexce de tals aplicacions amb qualsevol component d'automatització que estigui en xarxa mitjançant un bus de camp o Ethernet Industrial.

### **Busos de comunicació**

Alguns tipus de busos usats:

#### **ETHERNET**

Existeixen dues opcions per implementar una xarxa ETHERNET. La primera consisteix en connectar tots els computadors sobre el cable de la xarxa directament. La segona en utilitzar un hub o concentrador, en el qual es connecta cada un dels cables de xarxa dels computadors.

Cada computador a tenir instal·lada una tarja de xarxa, la qual incorpora els connectors necessaris per que el usuari pugui connectar-se al canal. Existeixen diferents models de un o varis connectors. Aquesta tarja s'introdueix dins del ordinador. Posseeix un microprocesador que s'encarrega de controlar tots els aspectes. Relacionats amb la comunicació i altres com el empaquetament o desempaquetament de la informació que es transmet o rep, la codificació o descodificació, detecció d'errors, i en general totes les feines necessàries per que el computador solament s'hagi de preocupar de donar la informació que es desitja transmetre o rebre

En aquest tipus de xarxa es poden utilitzar el cable coaxial, cable UTP i la fibra òptica.

El cable coaxial s'utilitza sobre tot a la configuració tipus bus, banda base. D'aquesta forma el canal actua com un mecanisme de transport, a traves del qual es propaga els polsos digitals de voltatge. S'utilitzen dos tipus de cable coaxial: cable prim i el cable gruix , acostumen a anar tots dos a la mateixa velocitat. La màxima distancia a la que poden transmetre sense necessitat de cap amplificador es de 200 metres el cable prim i 500 metres el cable gruix.

La xarxa ethernet utilitza un protocol anomenat CSMA/CD que vol dir Accés múltiple per detecció de portadora amb deteccions de Colicó.

Com tots els computadors estan connectats sobre el mateix bus, es diu que el cable opera en accés múltiple. Això significa que quan un computador vol enviar informació a un altre a de colocar al cable el paquet d'informació a ser transmetre, es a dir, les dades del usuari que envia, les dades del usuari que las rebrà i la informació en si.

Abans de començar, l'equip que transmet a de saber si el canal està lliure, si no es així a d'esperar un temps i tornat a intentar-ho. Si està lliure a de començar a transmetre les dades corresponents.

Les targetes de xarxa i els transceïver tenen un circuit electrònic que s'encarrega de realitzar les funcions de saber si el canal està lliure o no i de detectar col·lisions, es a dir, si hi ha dos computadors intentant saber si el canal està lliure o no al mateix temps a aquest es troba desocupat.

Els paquets d'informació (coneguts com trames) que envia cada computador per la red a de tenir un format específic i a de complir unes normes establertes, per que siguin compreses per tots els usuaris de la xarxa.

## **PROFIBUS**

Existeixen tres perfils:

Profibus DP. Orientat a sensors/actuadors enllaçats a processadors (PLC) o terminals.

Profibus PA . Per control de processos i compliment de normes especials de seguretat per la indústria química.

Profibus FMS. Per comunicació entre cèl·lules de processos o equips d'automatització

Es distingeix entre dispositius de tipus mestre i dispositius esclaus. El accés al medi entre mestres, s'arbitra entre canvis de testimonis, el accés als esclaus Dresde un mestre es un procés d'interrogació cíclic (polling). Es poden configurar sistemes multimestres o sistemes mes simples mestre-esclau.

El Profibus DP es distingeix entre: mestre classe 1 (estacions de monotorització i diagnòstic), mestre classe 2 (elements centralitzadors d'informació com PLCs, PCs), esclau (sensors, actuadors).

El transport de Profibus DP es realitza per medi de trames. La comunicació es realitza per medi de datagramas en mode broadcast o multicast. S'utilitza comunicació sèrie asíncrona amb lo que es utilitzable una UART genèrica.

Profibus FMS es una completa capa d'aplicacions que permet la gestió distribuïda de processos al nivell de relacions entre cèl·lules amb possibilitats de accés a objectes, execució remota de processos, etc. Els dispositius es defineixen com a dispositius de camp virtuals cada un te un diccionari d'objectes que enumera els objectes de comunicació.

Les plataformes hardware utilitzades per suportar Profibus es basen en microprocessadors de 16 bits mes processadors de comunicacions especialitzades o circuits ASIC.

Les distancies potencials de bus van de 100 m a 24 km. La velocitat de comunicació pot anar de 9600 bps a 12 mbps. Utilitza missatges de fins 244 bits de dades.

## **DEVICE NET**

Es un dels més utilitzats per el control en temps real de dispositius en els primers nivells de automatització.

Device net es una xarxa de aplicació internacional i per suposat europea.

Una xarxa Device Net consisteix en una rama o bus principal – de fins 500 metres- amb múltiples derivacions – de fins 6 metres cada una - on es connecten els diferents dispositius de la xarxa. En cada xarxa Device Net es poden connectar fins 64 nodes i cada un pot suportar un número infinit d'entrades i sortides

Device Net proporciona una xarxa flexible i de connexió senzilla que ofereix entre els seus beneficis mes immediats, un control descentralitzat i permet la connexió de dispositius de diferents marques gràcies a la interoperativitat i el seu caràcter obert i estàndard. Amb la seva instal·lació s'obté un reducció del cablejat perquè elimina la necessitat de recórrer distàncies de cable.

Les parades de producció es minimitzen ja que proporciona informació de diagnòstic molt valuosa que permet portar a terme accions preventives i molt bones solucions dels problemes, es fent ràpid les feines de reparació i de manteniment. A més en el cas de avaria de algun mòdul esclau, es possible substituir-ho sense haver de treure l'alimentació i en conseqüència sense tenir que parar la comunicació o la instal·lació en si. Per un altre lloc, s'ha de destacar la seva eficiència en les comunicacions ja que permet que la informació de planta estigui disponible en temps real al proporcionar un processament de dades a alta velocitat, major seguretat de les dades, una revisió d'errors eficient i de gran flexibilitat.

## **LINEA SERIE**

### **RS-232**

Es un estàndard de comunicació per la transmissió de dades en sèrie entre equips. La transmissió de dades digitals es fa en sèrie a través d'una línia asimètrica, no terminada, entre dos equips. La distància màxima de enllaç està sobre els 15 metres i la velocitat de transmissió màxima es de 20 kbps.

### **RS-422**

Es un estàndard de la indústria que especifica les característiques elèctriques de un circuit de interconnexió diferencial

Les interconnexions de un sol terminal no tenen de capacitat de rebuig de soroll en mode comú; ideals per entorns sorollosos. També, les velocitats de transmissions de dades estan limitades generalment a menys de 0,5 Mbps. Una interconnexió RS-422 pot vèncer aquestes limitacions. Un driver RS-422 pot arribar fins deu unitats de carrega, el driver es capaç de transmetre dades a través de 1200 m de cable però no a la velocitat màxima de transmissió.

### **RS-485**

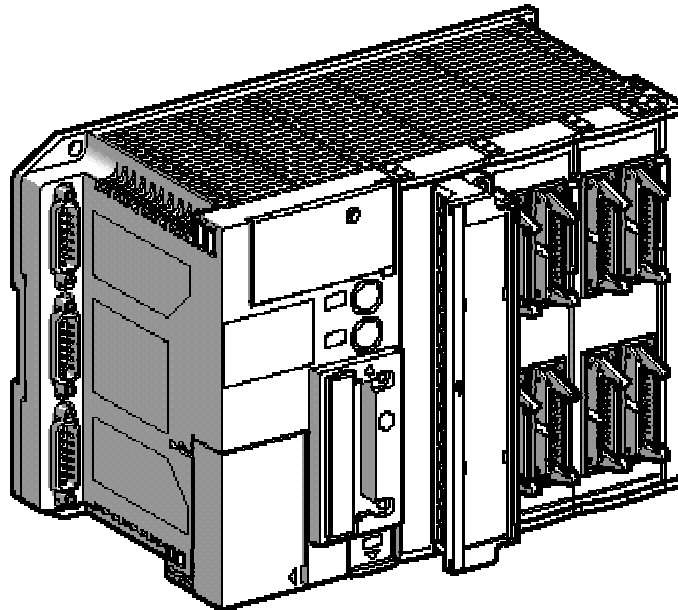
Significativament, el estàndard RS-485 de interconnexió diferencial es molt similar al RS-422. però hi ha diferències que distingeixen a las dues, com son, la etapa de sortida del driver, el rang en mode comú de la interconnexió, la resistència de entrada del receptor, i la capacitat del driver.



## 2.1.4. PLC's

### Definició d'autòmat programable

S'entén per Controlador Lògic Programable (PLC), o Autòmat Programable, a tota màquina electrònica dissenyada per a controlar en temps real i al mitjà industrial processos seqüencials. Aquesta definició s'està quedant un poc desfasada, ja que han aparegut els micro-plc's, destinats a petites necessitats i a l'abast de qualsevol persona.



**Figura 1.9.** Esquema d'un autòmat Programable, el TSX17-10

### Camps d'aplicació

Un autòmat Programable sol emprar-se en processos industrials que tinguin una o varies de les següents necessitats:

- Espai reduït.
- Processos de producció periòdicament canviant.
- Processos seqüencials.
- Maquinària de processos variables.
- Instal·lacions de processos complexos i amplis.
- Revisió de programació centralitzada de les parts del procés.

Aplicacions generals:

- Maniobra de màquines.
- Maniobra d'instal·lacions.
- Senyalització i control

Tal com vàrem dir anteriorment, això es refereix als autòmats programables industrials, deixant de costat els petits autòmats per a ús més personal (que es poden emprar, fins i tot, per a automatitzar processos en la llar, com la porta d'un cotxera o les llums de la casa).

### **Avantatges i inconvenients dels PLC's**

Entre els avantatges tenim:

- Menor temps d'elaboració de projectes.
- Possibilitat d'afegir modificacions sense cost afegit en altres components.
- Mínim espai d'ocupació.
- Menor cost de mà d'obra.
- Manteniment econòmic.
- Possibilitat de governar diverses màquines amb el mateix autòmat.
- Menor temps de posada en funcionament.
- Si l'autòmat queda petit per al procés industrial pot seguir sent d'utilitat en altres màquines o sistemes de producció

I entre els inconvenients:

- Formació de tècnics.
- Costos.

### Estructura

Aquests aparells es basen en la utilització d'un microcontrolador per al maneig de les entrades i sortides. La memòria del aparell contindrà tant el programa de usuari que li introduïm com el sistema operatiu que permet executar seqüencialment les instruccions del programa. Opcionalment, en la majoria dels autòmats, també s'inclouen una sèrie de funcions pre-implementades de ús general (com reguladors PID).

La major avantatja és que si s'ha de variar el procés n'hi ha prou amb canviar el programa introduït en el autòmat(en la majoria dels casos). Una altre avantatja és que el autòmat també ens permet saber l'estat del procés, incloent l'adquisició de dades per a un posterior estudi.

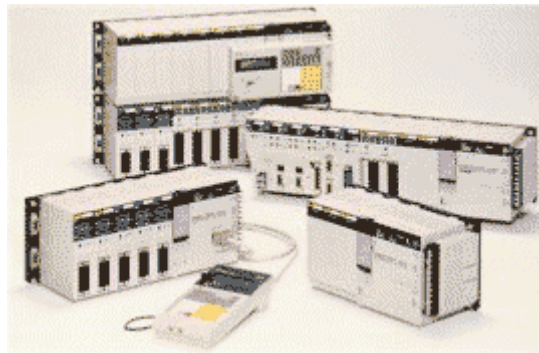
### **Estructura externa**

Tots els autòmats programables, tenen una de les següents estructures:

- Compacta: en un solo bloc estan tots els elements.
- Modular:
  - Estructura americana: separa les E/S de la resta del autòmat.
  - Estructura europea: cada mòdul és una funció (font d'alimentació, CPU, E/S, etc.).

Exteriorment ens trobarem amb caixes que contenen una d'aquestes estructures, les quals posseeixen indicadors i connectors en funció del model i fabricant. Per al cas d'una estructura

modular es disposa de la possibilitat de fixar els diferents mòduls en vies normalitzades, perquè el conjunt sigui compacte i resistent.

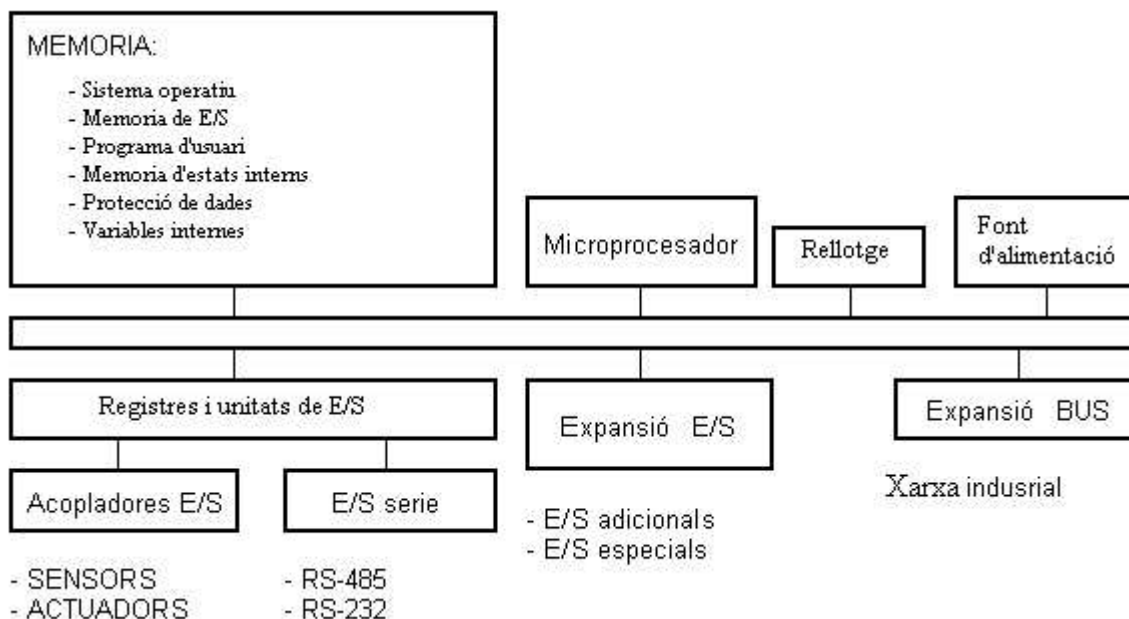


**Figura 1.10.** Exemples de estructures externes de plc's

### Estructura interna

Els elements essencials, que tot autòmat ha de tenir com a mínim son:

- Secció d'entrades: es tracta de línies d'entrada, les quals poden ser de tipus digital o analògic. En ambdós casos tenim uns rangs de tensió característics, els quals es troben en les fulles de característiques del fabricant.
- A aquestes línies connectarem els sensors.
- Secció de sortides: són una sèrie de línies de sortida, que també poden ser de caràcter digital o analògic. A aquestes línies connectarem els actuadors.
- Unitat central de procés (CPU): s'encarrega de processar el programa d'usuari que li introduïrem. Per a això disposem de diverses zones de memòria, registres, i instruccions de programa.



**Figura 1.11.** Esquema de l'estructura interna del plc

Adicionalment, en determinats models més avançats, podem disposar de funcions ja integrades en la CPU; com reguladors PID, control de posició, etc. Tant les entrades com les sortides estan aïllades de la CPU segons el tipus d'autòmat que utilitzem. Normalment se solen emprar optoacopladors en les entrades i relés/optoacopladores en les sortides.

A part d'aquests elements podem disposar dels següents:

- Unitat d'alimentació (algunes CPU la duen inclosa).
- Unitat o consola de programació: que ens permetrà introduir, modificar i supervisar el programa de usuari.
- Dispositius perifèrics: com noves unitats de E/S, més memòria, unitats de comunicació en xarxa, etc.
- Interfícies: faciliten la comunicació del autòmat mitjançant enllaç sèrie amb altres dispositius (com un PC).

En els següents apartats comentarem l'estructura de cada element.

## **Memòria**

Dintre de la CPU anem a disposar d'un àrea de memòria, la qual emprem per a diverses funcions:

- Memòria del programa de usuari: aquí introduïrem el programa que el autòmat va a executar cíclicament.
- Memòria de la taula de dades: es sol subdividir en zones segons el tipus de dades (com marques de memòria, temporitzadors, comptadors, etc.).
- Memòria del sistema: aquí es troba el programa en codi maquina que monitoritza el sistema (programa del sistema o firmware). Aquest programa és executat directament per el microprocesador/microcontrolador que tingui l'autòmat.
- Memòria d'emmagatzematge: es tracta de memòria externa que utilitzem per a emmagatzemar el programa de usuari, i en alguns casos part de la memòria de la taula de dades. Sol ser d'un dels següents tipus: EPROM, EEPROM, o FLASH.

Cada autòmat divideix la seva memòria d'aquesta forma genèrica, fent subdivisions específiques segons el model i fabricant.

## **CPU**

La CPU és el cor de l'autòmat programable. És l'encarregada d'executar el programa d'usuari mitjançant el programa del sistema (és a dir, el programa d'usuari és interpretat pel programa del sistema). Les seves funcions són: Vigilar que el temps de execució del programa de usuari no excedeixi un determinat temps màxim (temps de cicle màxim). A aquesta funció se li sol denominar Watchdog.

- Executar el programa d'usuari.
- Crear una imatge de les entrades, ja que el programa d'usuari no ha d'accedir directament a aquestes entrades.
- Renovar l'estat de les sortides en funció de la imatge de les mateixes obtinguda al final del cicle de execució del programa d'usuari.
- Revisió del sistema.

Per a això l'autòmat va ha de tenir un cicle de treball, que executarà de forma contínua.

### Unitats d'I/S (Entrada i sortida de dades)

Generalment anem a disposar de dos tipus de E/S:

- Digital.
- Analògica.

Les E/S digitals es basen en el principi de tot o res, és a dir o no condueixen senyal o posseeixen un nivell mínim de tensió. Aquestes E/S es manegen a nivell de bit dintre del programa d'usuari.

Les E/S analògiques poden tenir qualsevol valor dintre d'un rang determinat especificat pel fabricant. Es basen en convertidors A/D i D/A aïllats de la CPU (òpticament o per etapa de potència). Aquests senyals es manegen a nivell de Byte o paraula (8/16 bits) dintre del programa d'usuari.

Les E/S són llegides i escrites depenent del model i del fabricant, és a dir poden estar incloses les seves imatges dins de l'àrea de memòria o de dos tipus de E/S:

### Interfícies

Tot autòmat, excepte casos excepcionals, posseeix la virtut de poder comunicar-se amb altres dispositius (com un PC). El normal és que posseeixi una E/S sèrie del tipus RS-232 / RS-422. A través d'aquesta línia es poden manejar totes les característiques internes de l'autòmat, inclosa la programació del mateix, i sol emprar-se per a monitoratge del procés en altre lloc separat.

### Equips o unitats de programació

L'autòmat ha de disposar d'alguna forma de programació, la qual se sol realitzar emprant algun dels següents elements:

- Unitat de programació: sol ser en forma de calculadora. És la forma més simple de programar l'autòmat, i se sol reservar per a petites modificacions del programa o la lectura de dades en el lloc de col·locació de l'autòmat.
- Consola de programació: és un terminal a manera d'ordinador que proporciona una forma més còmoda de realitzar el programa d'usuari i observar paràmetres interns de l'autòmat. Desfasat actualment.
- PC: és la manera més potent i empleat en l'actualitat. Permet programar des d'un ordinador personal estàndard, amb tot el que això suposa: eines més potents, possibilitat d'emmagatzematge en suport magnètic, impressió, transferència de dades, monitoratge mitjançant programari SCADA, etc. Per a cada cas el fabricant proporciona el necessari, bé

l'equip o el programari/cables adequats.

Cada equip, depenent del model i fabricant, pot posseir una connexió a un o varis dels elements anteriors. En el cas dels micro-plc s'escull la programació per PC o per unitat de programació integrada en la pròpia CPU.

### Dispositius perifèrics

L'autòmat programable, en la majoria dels casos, pot ser ampliable. Les ampliacions abasten un gran ventall de possibilitats, que van des de les xarxes internes (LAN, etc.), mòduls auxiliars d'I/S, memòria addicional... fins la connexió amb altres autòmats del mateix model. Cada fabricant facilita les possibilitats d'ampliació dels seus models, els quals poden variar fins i tot entre models de la mateixa sèrie.

### Cicle de treball d'un autòmat

L'autòmat va a executar el nostre programa d'usuari en un temps determinat, el qual va a dependre sobretot de la longitud del programa. Això és degut al fet que cada instrucció triga un temps determinat en executar-se, pel que en processos ràpids serà un factor crític.

En un sistema de control mitjançant autòmat programable tindrem els següents temps:

1. Retard d'entrada.
2. Vigilància i exploració de les entrades.
3. Execució del programa d'usuari.
4. Transmissió de les sortides.
5. Retard en sortides.

Els punts 2,3 i 4 sumats donen com total el temps de cicle de l'autòmat. Després d'aquest cicle és quan es modifiquen les sortides, pel que si varien durant l'execució del programa prendran com valor l'últim que s'hagi assignat.

Això és així degut al fet que no es manegen directament les entrades i les sortides, sinó una imatge en memòria de les mateixes que s'adquireix al començament del cicle (2) i es modifica al final d'aquest (retard).

En l'etapa de vigilància (watchdog) es comprova si es va sobrepassar el temps màxim de cicle, activant-se en cas afirmatiu el senyal d'error corresponent.

### Llenguatges de programació

La major complexitat en la programació dels autòmats programables requereix més que mai de l'estandardització de la mateixa. Sota l'adreça del IEC Standard IEC 1131-3 (\*IEC 65) per a la programació de PLC's ha estat definida. va Arribar l'estat d'Estàndard Internacional a l'agost de 1992. Els llenguatges gràfics i textuals definits en l'estàndard són una forta base per a entorns de programació potents en PLC's.

Amb la idea de fer l'estàndard adequat per a un gran ventall d'aplicacions, cinc llenguatges han estat definits en total:

- Gràfic seqüencial de funcions (grafcet)
- Llista d'instruccions (LDI o AWL)
- Text estructurat
- Diagrama de flux

- Diagrama de contactes

### 2.1.5. Tipus de SCADA

Els sistemes SCADA es diferencien per les següents característiques:

- Plataforma de hardware utilitzada
- Tipus d'aplicacions
- Sistemes operatius
- Drivers per a busos
- Control d'usuaris
- Màxima freqüència de mostreig d'una única senyal
- Llenguatges de programació
- Integració amb altres aplicacions
- Generador i funcionalitat d'informes
- Preu mínim versió de desenvolupament
- Preu mínim de la versió run-time
- Suport de l'usuari

#### **cost**

En aquest aspecte existeixen unes característiques comuns a la majoria de paquets. Normalment per al programa base, existeix una gamma de preus en funció de la complexitat del projecte. I també existeix, en cada cas, un preu de desenvolupament i un preu de run-time. El run-time és la llicència per l'execució de l'aplicació desenvolupada a casa del client final.

Les estratègies dels diferents subministradors és molt diversa. Normalment el run-time és el més econòmic que la versió de desenvolupament, però en algun cas és a l'invers. Alguns subministradors ofereixen una única versió de desenvolupament amb tots els mòduls i opcions inclosos, altres mantenen un escalat de funcionalitat segons el preu. Altres ofereixen "lloguers" per a les versions de desenvolupament.

Tots aquests aspectes s'han de tractar directament amb el proveïdor.

Una consideració a realitzar per efectuar la comparació entre dos preus entre diferents proveïdors és que, amés de les condicions, s'han de tenir en compte tots els preus:

- El cost de la compra: valor de l'adquisició.
- El cost de desenvolupament: Temps de desenvolupament i repercussió de la formació corresponent.
- El cost del run-time.
- El cost de la instal·lació i posta en marxa de la planta.
- El cost de operació i manteniment de l'aplicació.
- La continuïtat, tant del programa com del instal·lador.

Per altre banda, l'usuari industrial no solament és molt sensible a la compatibilitat dels sistemes, sinó també a la seva estabilitat i fiabilitat, donat que les instal·lacions on s'aplica la informàtica de supervisió i control tenen un període de validesa molt inferior al de les pròpies solucions informàtiques. En realitat el software és una part petita de la inversió si comparem el seu cost amb el del sistema complet objecte de supervisió i control. Però un error del software o del hardware que el suporta pot

portar una pèrdua de milers d'euros en temps i en materials.

### **Exemples de sistemes SCADA**

- Intouch → Logitech S.A./ Wonderware.
- Lookout → National Instruments.
- Monitor Pro → Schneider Electric.
- Cube → ORSI España, S.A.
- All-Done → Freixas i Ros, S.L.
- Aimax → Design Instruments, S.A.
- Scada-VS → Foxboro.
- WinCC → Siemens.
- CX-Supervisor → Omron.
- Visual Cube → Rotec Control, S.L.



A les següents taules podem observar una comparativa de diversos sistemes Scada:

SCADA	CLAU	DRIVERS	COST	ESPECIFICACIONS TÈCNIQUES	LLENGUATGE DE PROGRAMACIÓ	SISTEMES DE COMUNICACIÓ
CX-SUPERVISOR	Una clau connectada al port paral·lel	plc's omron	Moderat  (600 euros.)	MS Windows 95/98, NT4.0 w/service pack 3+, 2000	Visual Basic i JAVA.	interfícies de comunicació obertes: Ethernet o comunicacions sèrie RS-232, RS-422 o RS-485. interfícies pròpies com ControllerLink o Sysmac Link
WIN CC (SIEMENS)	SI	Suporta una ampla gamma de PLC's a més de tots els siemens, uns altres com ALLEN-BRADLEY o Telemecanique	Cost elevat.	Windows 95, Windows 98 i Windows NT4.0	Visual C++	profibus , linea sèrie i PPI/MPI entre d'altres
UNIWIN (SIEMENS)	SI	Suporta una ampla gamma de PLC's a més de tots els siemens, uns altres com ALLEN-BRADLEY o Telemecanique	X	Windows 95, Windows 98 i Windows 2000.	Llenguatge propi.	profibus , linea sèrie i PPI/MPI entre d'altres

**Taula 1.1.** Comparativa SCADA's comercials 1

SCADA	CLAU	DRIVERS	COST	ESPECIFICACIONS TÈCNiques	LLENGUATGE DE PROGRAMACIÓ	SISTEMES DE COMUNICACIÓ
VIJEO LOOK	SI	Qualsevol PLC.	X	Windows 98, Windows ME, Windows NT4 SP6 y Windows 2000.	Entorn Java Run-time	X
ALL DONE	SI Clau Hardware	Omron SYSMAC Sèrie C, Moeller PS4-20, Siemens SIMATIC S5, S7-200, S7- 300/400, Telemecanique unitelway, Analitzadors de xarxa CVMk, CVM-BD, CVM-96 de Circutor	178.000 euros	Windows 95/98/ME y Windows NT 4.0 ,recomanat Windows 2000 i Windows XP.	visual basic	RS-232, AS511
IN TOUCH	password d'usuari	Allen-Bradley, Siemens, Modicon, omron sèrie C, telemecanique	Cost elevat.	MS Windows 95 SP1/98 SE/NT 4.0 SP5 o superior;	Llenguatge propi.	DEVICE NET, PROFIBUS i linea sèrie

**Taula 1.2.** Comparativa SCADA's comercials 2

SCADA	CLAU	DRIVERS	COST	ESPECIFICACIONS TÈCNIQUES	LLENGUATGE DE PROGRAMACIÓ	SISTEMES DE COMUNICACIÓ
VISUAL CUBE	X	Rotec Control	"Gratis"	Windows versió 98, ME, NT, 2000 y XP	programació gràfica	RC7
KOALA	X	siemens S5,S7, telemecanique, hitachi sèrie H, omron sèrie H i CQM1, mitsubishi, GE FANUC plc 90-30	X	Windows 95,98,NT	visual basic i visual java	AS511, port sèrie,

**Taula 1.3.** Comparativa SCADA's comercials 3

## **2.2 Conceptes associats**

A casa i a l'oficina, l'ordinador personal continua amb el seu progrés. El PC s'ha establert en gran numero de camps. Els components hardware i software estan sent cada vegada més potents i més rentables. És lògic, per tant, que la indústria vulgui aprofitar-se d'aquest fet, per reduir costos i/o incrementar la productivitat.

Recentment un gran numero de simuladors de PLC (controladors lògics programables) per software han aparegut en el mercat, que estan ajudant a transferir el control de tasques al disc dur i presenten una automatització més efectiva en costos en una simple peça de hardware (PC).

### **2.2.1. Temps Real**

La capacitat en temps real es refereix a la capacitat de l'ordinador en programes de processament de dades per que sempre estigui llest per processar i proporcionar els resultat dins d'un temps especificat. En aquest context "estrictament en temps real" significa que un sistema reacciona als esdeveniments externs dins d'un temps especificat en un 100% dels casos. Amés si es parla de "temps real" el sistema deu respondre en temps concrets també en un 100% dels casos. Si, d'altre forma, els temps concrets de reacció poden superar-se en certs casos, com en sistemes no crítics, parlem de "temps real suau".

### **2.2.2. Hardware en sistemes de supervisió (PLC i PC)**

El fet es que les tasques automatitzades de control, visualització i computació poden ser efectuades pels PLC's (connectats en xarxa mitjançant els mòduls adequats) millor que amb sistemes exclusius de control basats en PC's. Que finalment es pràctic, tot i que depèn d'un gran numero de factors i la majoria deuen ser considerats individualment per a cada projecte d'automatització.

Així, per exemple, els actuals coneixements i preferències de l'usuari poden jugar un major paper que la pura potencia de l'ordinador. Els factors crucials, son els atributs de capacitat en temps real i les propietats de seguretat que fins ara han sigut fortament associades amb el PLC, tot i que el PC també pot disposar de la característica de capacitat en temps real. Un sistema de control es inconcebible sense capacitat en temps real. És comú en sistemes de control per ordinador tindrè que escollir, depenent de les característiques del sistema a supervisar, entre el PLC o el PC. Es deu escollir aquell hardware que millor s'adapti a les necessitats del sistema a supervisar.

Els controladors lògics programables, en la seva majoria, estan dissenyats específicament per ser empleats en ambients industrials exigents i han sigut contínuament desenvolupats de forma que els seus sistemes operatius en temps real representen la seva major virtut. Ells son encara la primera elecció per a controls de tasques crítiques o extremes pel seu rendiment i senzillesa, en el que es el PC podrien estar simplement sobrecarregats, degut al treball que li poden suposar altres tasques d'àmbit comú, com la gestió i visualització de dades, accessos a perifèrics, bases de dades, etc..

Si a més del control de tasques específiques, es necessita un processament de dades, treball en xarxa o visualització (una aplicació SCADA), un sistema basat en PC deu ser pres en consideració.

En quant a sistemes operatius, Windows NT, per exemple, no es estrictament un sistema operatiu en temps real com el d'un PLC, però, pot actuar de forma suficientment ràpida per aplicacions suaus en temps real, gràcies a la seva arquitectura de micro-kernel.

### 2.2.3. Targetes d'expansió

Com el sistema operatiu només pot proporcionar respostes suaus en temps real el més simple es emprar extensions hardware pe a les tasques crítiques (plaques d'expansió PC) i solucions software pe a la resta de tasques. Això ens porta a una compatibilitat amb futurs sistemes operatius i una solució totalment factible actualment. Aquestes targetes d'expansió assumeixen les tasques crítiques en temps real que l'ordinador (PC) no pot atendre, s'està parlant de targetes que incorporen DSP's (Processadors de Senyals Digitals) o microcontroladors i que aporten una ajud a la anterior sobrecarrega mencionada per els ordinadors (PC).

### 2.2.4. Estructura oberta

Encara no s'ha establert un estàndard per obtenir extensions compatibles en temps real de sistemes operatius. D'una forma estrictament determinant, els sistemes estàndard actuals deuen ser modificats de forma general, així que la principal avantatge d'un sistema basat en PC (la seva estructura oberta) pot arribar a ser un inconvenient. No obstant, la estructura oberta, permet a l'empresa o el desenvolupador més llibertat en l'elecció de la eina adequada per l'anàlisi, disseny i programació del sistema SCADA. La solució comença a ser propietària novament (cada empresa ofereix la seva solució) i la conversió a futures generacions de sistemes operatius es torna més difícil.

## 2.3 Aplicacions industrials (exemples)

### Algunes de les solucions més recents aplicades en l'àmbit del control i supervisió de processos

#### 2.3.1. Pluspetrol – Jaciment Aguada Baguales

L'obra va consistir en l'automatització de 3 plantes distribuïdes al complex Challacó – Baguales (Neuquén): la Planta d'Injecció, la Planta de Tractament de Cru y la Planta de Filtrat Aguada Baguales.



Figura 2.3.1.

El sistema de control es va implementa amb controladors MicroLogix 1500 d'Allen-Bradley, del tipus modular, preveient una futura cobertura radial del sistema. Es van utilitzar mòduls de entrades/sortides analògiques i digitals.

Com a mitja de supervisió local, es van instal·lar en els gabinets de camp pantalles PanelView 300 (Allen-Bradley). Es va dotar el sistema de la capacitat de generació d'alarmes y emmagatzemat d'històrics i d'esdeveniments.

### 2.3.2. Servicoop – Estació de pretractament cloacal.

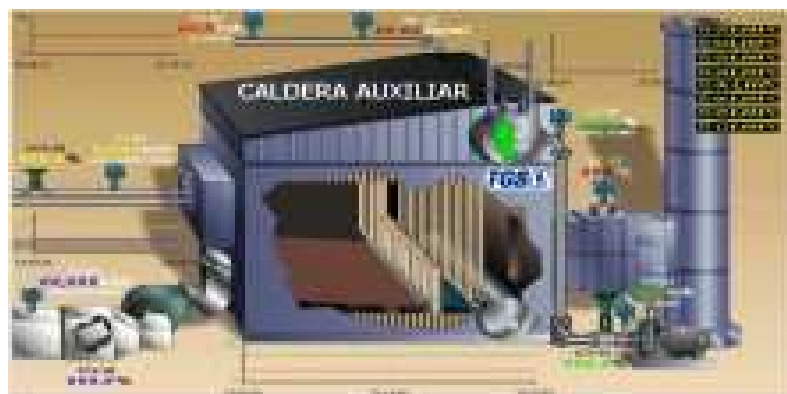
L'obra va consistir en la provisió, d'instal·lació i posta en marxa de l'equipament de hardware y software necessaris per a l'automatització de la nova estació de pretractament de residus clavegueres (EPN) de la ciutat de Puerto Madryn (Chubut). Amb aquesta infraestructura s'evita la descarrega de residus al mar, aprofitant-los previ tractament, per a fertilització i rec de las zones àrides pròximes a la ciutat. El sistema de control es va estendre fins a la estació transformadora Derbes, donat l'important consum d'energia de la planta.



**Figura 2.3.2.a**

Ambdós nodes es van integrar al sistema de control existent de l'aqüeducte Madryn-Trelew. El sistema esta implementat per estacions remotes amb CPU's Motorola, de la sèrie MOSCAD 400, comunicades entre si por enllaços de radio en UHF, cobrint desenes de quilometres. Els punts de visualització utilitzen el software SCADA Wizcon, versió 7.6.

### 2.3.3. TGS – Àrea calderes, generació principal de vapor.



**Figura 2.3.3.**

ALAS Enginyeria va reemplaçar l'anterior sistema de control (PlantScape de Honeywell) pel més actual DeltaV, de Fisher-Rosemount, donades les avançades característiques d'aquest equipament en matèria de control de processos. El sistema va automatitzar las tres calderes principals més la auxiliar (que actua com caldera de recuperació), que estan destinades a generar vapor que després es utilitza, entre d'altres usos, per impulsar les turbines dels generadors d'energia que subministren al complex de General Cerri (Bahia Blanca).

L'arquitectura del sistema consta d'una estació de treball i un node en la sala de control Etano i un altre node a la sala de la caldera auxiliar. Cada caldera posseeix un controlador independent.

El sistema posseeix comunicació redundat y utilitza protocol Ethernet, utilitzant fibra òptica com medi físic per a les majors distancies de cobertura. Amés es va establir un vincle al sistema de supervisió Wonderware existent a través d'un PLC Allen-Bradley usant les facilitats de l'OPC del sistema DeltaV.

#### **2.3.4. XARXES - Telecomandament de subestacions transformadores**

La solució va consistir en telecomandar y supervisar 9 de les subestacions transformadores més importants de la ciutat de Bahia Blanca. Les remotes estan implementades amb PLC's de la línia Allen-Bradley i es comuniquen per un enllaç de radio amb un node central ubicat en el Centre Operatiu de EDES, en el qual, mitjançant la HMI RSView32 (Rockwall Software) es presenten les dades de corrent, tensió y estats dels interruptors de cada subestació. Es possible amés comandar els interruptors principals de cada subestació per efectuar maniobres ràpides y efectives.

Per assegurar que cada remota reporta l'estat actual front possibles fallades d'energia dins de la subestació es va equipar cadascuna amb una UPS capaç d'alimentar la RTU y accionar els relés de comandament dels interruptors. Amb això es possible operar remotament cada subestació front falles crítiques o esdeveniments inesperats.

El node central permet la configuració dels nivells d'alarmes, facilitant a l'operador la verificació i configuració de les mateixes. El sistema "loguea" esdeveniments y alarmes en històrics, per la seva posterior consulta.

#### **2.3.5. La monitorització del fang contribueix a reduir costos i a millorar l'eficiencia.**



*Brisbane Water, empresa de Brisbane, Austràlia, va reduir els seus costos de manteniment i va augmentar la seva eficiència amb l'ús del InterRanger DPS 300 de Milltronics per a controlar els nivells de fang.*

**Figura 2.3.5.**

## **Punt de partida**

La monitorització dels nivells de fangs en els dipòsits de decantació és important per el funcionament eficient d'una planta depuradora, però, la mesura exacte ha sigut sempre un problema. En la localitat de Brisbane, Austràlia, Brisbane Water estava buscant una millor solució per la planta depuradora de Gibson Island. Aquesta planta emprava sensors òptics infrarojos per a detectar el nivell de fangs en cadascun dels sis tancs de sedimentació final i dels dos tancs espesadors. Cada tanc precisava tres sensors per a oferir una sèrie de punts de mesura. Els sensors eren costosos, AU\$ 2.500 cadascun, y tenien que ser substituïts cada 12 mesos. La direcció de la planta volia trobar una solució més efectiva y econòmica.

## **Solució**

Al 1998 la planta va instal·lar a mode d'avaluació un sistema de detecció de interfície Milltronics InterRanger DPS 300 en un dels tancs de sedimentació final. El sistema utilitza tecnologia ultrasònica amb transductors Milltronics Echomax® muntats just a sota de la superfície del líquid. El sensor no entra en contacte directe amb el fang i pot estar submergit durant molt de temps sense obstruir-se ni requerir manteniment. Mai interfereix amb els rascadors del fons del dipòsit de decantació. Després un període satisfactori de avaluació, Brisbane Water va instal·lar InterRangers en cadascun dels cinc dipòsits de sedimentació, transmetent la senyal al sistema SCADA per facilitar la monitorització. Quan el nivell del fang arriba a una certa altura, InterRanger augmenta automàticament la velocitat de bombeig movent més fang cap al tanc de contacte, en el que es mescla amb fang sense tractar. Així el fang es manté en un nivell òptim en els tancs de sedimentació final. En novembre del 2000 l'empresa va instal·lar InterRangers en els dos tancs espesadors de fangs activats per a monitoritzar el nivell i transmetre la informació a un PLC Siemens.

Aquest a la vegada controla les bombes de fangs basant-se en el nivell del fang, en el del tanc de compensació i en el funcionament del filtre banda.



Tot això s'usa conjuntament per a eixugar i tractar els fangs abans de retirar-los. El disseny del dipòsit de decantació amb pont rotatiu feia difícil connectar la senyal de 4-20mA amb el sistema SCADA. Brisbane Water va passar a utilitzar radiotelemetria, una solució molt rentable, donat que els vuit emissors es podien comunicar amb un sol receptor.

## **Avantatges**

"L'ús de sistemes InterRanger DPS 300 en tots els tancs de sedimentació va facilitar la monitorització de nivell i va augmentar l'eficiència", explica Michael Benfer, Coordinador Elèctric de la Planta. Va contribuir més a reduir costos de manteniment per un valor de milers de dòlars en el primer any. La monitorització continua i el bombeig automàtic del fang activat de retorn en el tanc de contacte mantenen un nivell òptim de rendiment dels tancs de sedimentació final. La monitorització del nivell de fangs en los tancs de residus espessits ofereix les dades que necessita el PLC Siemens per a gestionar eficientment el tractament del fang, amb tancs de compensació i filtre banda inclosos. Va fer necessari el control manual del nivell de fangs, poden dedicar l'operari aquest temps en altres feines. En cas de ser necessari parar un tanc de sedimentació per feines de manteniment, els operaris poden determinar fàcilment quins tancs tenen capacitat per manejar el cabal desviat. Els operaris poden facilitar a la empresa encarregada de la recollida del fang el nombre de camions necessaris per la recollida del dia revisant cada mati el nivell de fangs en els tancs de sedimentació final.

## **5. Conclusions**

Nosaltres al realitzar aquesta aplicació, ens hem trobat amb diversos problemes, els manuals de WinCC que hem trobat, tant subministrats per Siemens com els que hem trobat per internet, son massa extensos. No hem trobat cap guia ràpida que ens facilites el treball de l'aprenentatge, hem tingut que fullejar molt els manuals fins a trobar el que realment ens interessava per realitzar una aplicació senzilla que era el nostre objectiu.

Per tant tot i que no dubtem de la potencia de WinCC, no hem tingut la possibilitats de comprovar el correcte funcionament i totes les seves possibilitats.

Ens a agradat realitzar un projecte mitjançant un programa SCADA, tot i que teníem com a objectiu i realment pensem que el que mes ens hauria agradat seria la comprovació amb els PLC's de que realment el que hem trigat tantes hores a fer, funciona com nosaltres volíem i com ho teníem pensat.

Ens hem trobat amb el problema de la instal·lació als ordinadors del laboratori, ja que cap de les versions que teníem disponibles funcionava correctament.

Algunes no ens deixaven instal·lar, i les que ho vàrem aconseguir no funcionaven correctament.

En l'únic ordinador que ho hem pogut instal·lar correctament i que funcione, ha sigut a un ordinador personal, i no hem tingut la possibilitat de provar-lo amb els PLC's.

Podríem concloure dient que hem pogut comprovar que els sistemes SCADA són de gran utilitat, dins d'un gran ventall d'indústries, per a supervisar i controlar amb facilitat tot tipus de processos.

## **6. BIBLIOGRAFIA**

## Pàgines Web:

- <http://mipagina.euskaltel.es/m.ubiria/ARTICULOS.htm>
- <http://www.gesis.net/pfm/scada.htm>
- <http://www.automatas.org>
- <http://www.santiagoapostol.net/srca>
- [www.juntadeandalucia.es/averroes/~29009272/2001/index.htm](http://www.juntadeandalucia.es/averroes/~29009272/2001/index.htm)
- [www.eupmt.es/~ayza](http://www.eupmt.es/~ayza)
- <http://www.uv.es/~rosado/sid/>
- <http://www.aei3.com/>
- <http://www.infoplc.org>
- <http://www.siemens.es/index.jsp>

## Libres:

- AUTOMATAS PROGRAMABLES  
Josep Balcells  
José Luis Romeral  
SERIE MUNDO ELECTRONICO, MARCOMBO EDITORES
- INGENIERÍA DE LA AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL  
Ramón Moreno Piedrafita