

Master en automática, robótica y telemática

Redes Locales en la Industria

Nueva Asignatura

- Profesorado
 - Antonio Estepa (aestepa@trajano.us.es)
 - **Rafael Estepa** (rafa@trajano.us.es)
- Metodología
 - Clases Teóricas
 - Trabajo de investigación (individual) (aprox. 50h)
 - Examen
- Evaluación
 - $0.25 \times \text{participación} + 0.4 \times \text{trabajo} + 0.35 \times \text{examen}$

Temario

- **REDES DE COMUNICACIONES EN LAS REDES INDUSTRIALES**
 - REPASO DE REDES DIGITALES: funcionamiento y configuración
 - APLICACIONES DE REDES EN ENTORNOS INDUSTRIALES
 - REQUISITOS DE REDES EN ENTORNOS INDUSTRIALES
 - CONFIGURACION DE REDES DE USO INDUSTRIAL
- **BUSES DE CAMPO**
 - BUSES A NIVEL DE SENSOR: BUS CAN
 - BUSES A NIVEL DE DISPOSITIVO: DEVICE-NET , PROFIBUS
 - FOUNDATION FIELDBUS, PROFIBUS-PA
- **ETHERNET INDUSTRIAL**
 - CONFIGURACION DE REDES EN ETHERNET
 - ESTANDARIZACIONES PRINCIPALES DE ETHERNET
 - PROTOCOLOS INDUSTRIALES EN ETHERNET
- **COMUNICACIONES INDUSTRIALES**
 - CONFIGURACION DE REDES INDUSTRIALES
 - CONFIGURACION DE REDES INDUSTRIALES

Redes Locales en la Industria

Introducción a las redes locales en la industria

Índice

- Repaso de las redes de comunicación digital
- Aplicaciones de las redes de comunicación digital en entornos industriales
- Requisitos de las redes de comunicación digital en entornos industriales
- Características y ventajas de las redes de uso industrial

Repaso de las redes de comunicación digitales

- Red: sistema de interconexión
 - Posibilita el intercambio de información entre nodos (equipos informáticos o dispositivos)



● Nodo



☁ Red

Red: sistema de interconexión

- Formas de Interconexión
 - Directa
 - Enlace Punto a Punto
 - Enlace Multipunto
 - Indirecta
 - Nodos especiales de interconexión
 - A nivel de enlace
 - A nivel de red

Red: sistema de interconexión

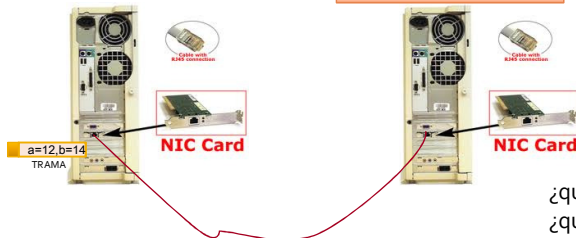
- Interconexión Directa entre nodos
 - Enlace Punto a punto

```
#include<stdio.h>
#include<red.h>
main(){
  int a,b,suma;

  do{
    scanf("%d %d",&a,&b);
    ENVIA(ORDENADOR B;PROCESO 14,a,b);
  }
```

```
#include<stdio.h>
#include<red.h>
main(){
  int a,b,suma;

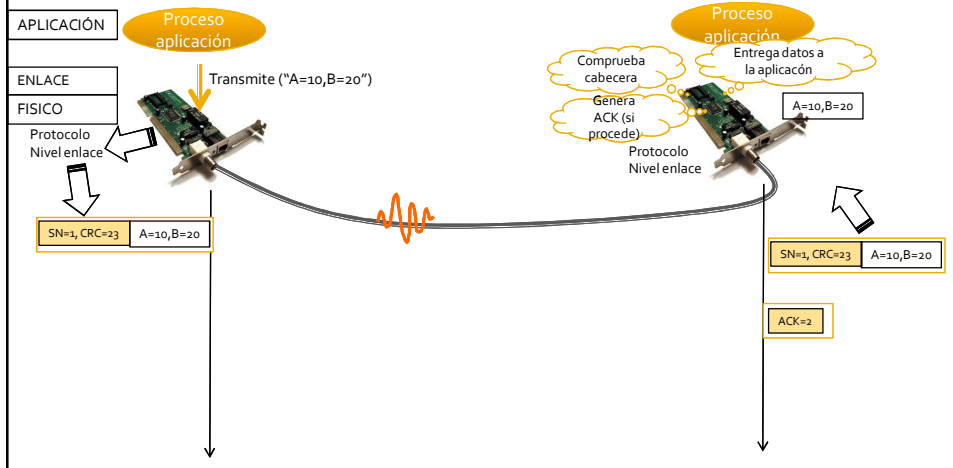
  do{
    RECIBE(a,b);
    SUMA=a+b;
    ENVIA(ORDENADOR A;PROCESO 10; SUMA);
  }
```



¿qué caracteriza a un enlace?
 ¿qué tipos de enlaces conoces?
 ¿qué limitaciones tienen este tipo de enlaces?

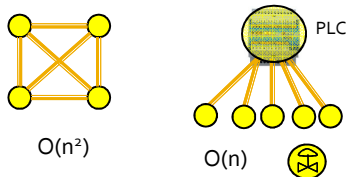
Nivel de enlace

Ejemplo de funcionamiento



Limitaciones de un enlace simple

- Sólo pueden conectar DOS nodos
 - Coste de cableado y NICs



- Otros aspectos físicos
 - Distancia máxima
 - Ruido

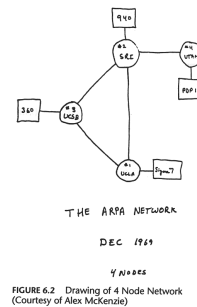
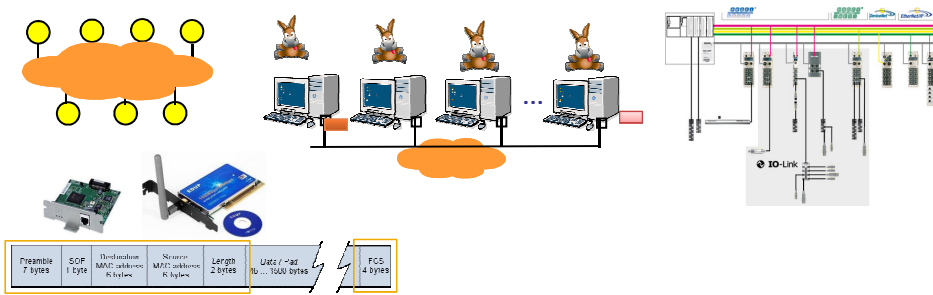


FIGURE 6.2 Drawing of 4 Node Network (Courtesy of Alex McKenzie)

Otra forma de interconexión directa: enlaces de acceso múltiple

- Enlace de Acceso Múltiple (compartido, multidrop)
 - Posibilidad de Colisión en el medio compartido
 - Identificación de cada nodo del enlace
- Protocolos mas complejos

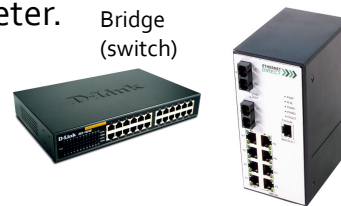
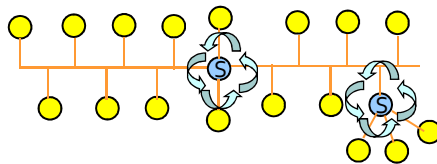


Limitaciones en los Enlaces de acceso múltiple: escalabilidad

- Número de nodos
 - Afecta a las prestaciones (rendimiento del enlace)
- Distancia entre nodos
 - Protocolo de acceso al medio
 - atenuación

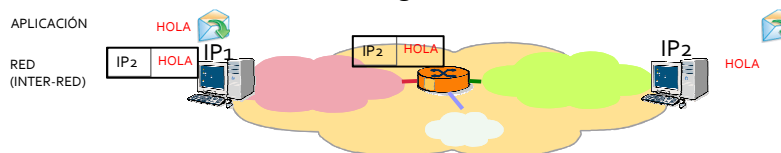
Interconexión Indirecta

- Conmutadores de Nivel de Enlace
 - Extienden el alcance de la red
 - Reenvían las tramas entre sus enlaces
 - Mejoran las prestaciones de la red
- Uso masivo en las redes de PC
 - ... y en las redes de campo heter.



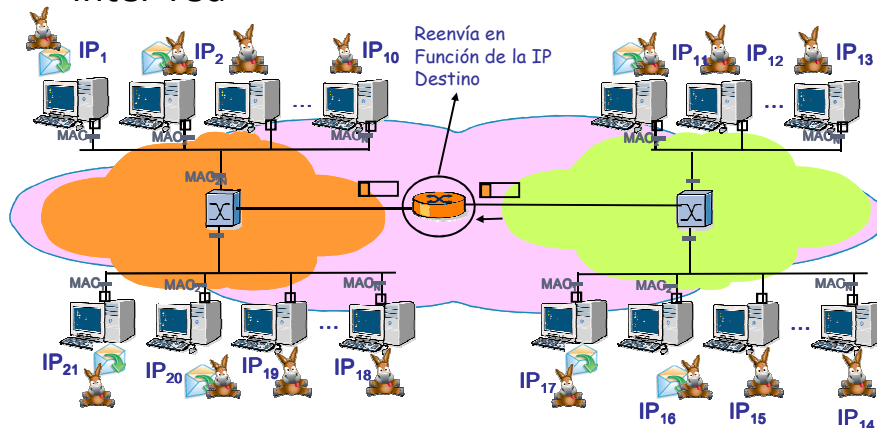
... y llegó Internet

- Idea: conexión entre diferentes redes
 - Otra forma de interconexión indirecta:
 - alcance ilimitado
 - Uso de nodos de interconexión: routers
 - Nueva capa lógica: inter-red = red
 - Nuevo protocolo: Internet Protocol
 - Nuevas direcciones lógicas: IP



No confundir ...

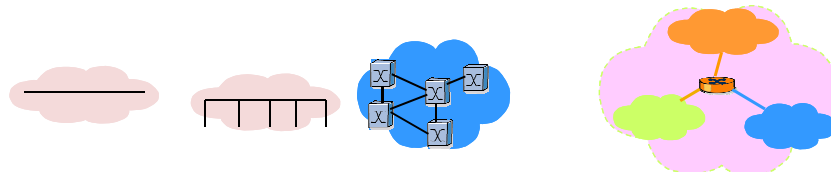
- Direcciones de nivel de enlace y de nivel de inter-red



Resumen

- Interconexión en una red
 - Directa: uso de enlaces
 - punto-a-punto;
 - acceso múltiple
 - Indirecta: uso de conmutadores de paquetes
 - Redes Conmutadas (LAN): switches
 - Conjunto de redes conmutadas inter-net: routers
- INTERNET: interred con extensión mundial

¿NECESITAMOS SIEMPRE IMPLEMENTAR UNA INTER-RED?



Modelo de Capas de Internet

- Cinco capas
 - Protocolos definidos para dar servicio en cada capa

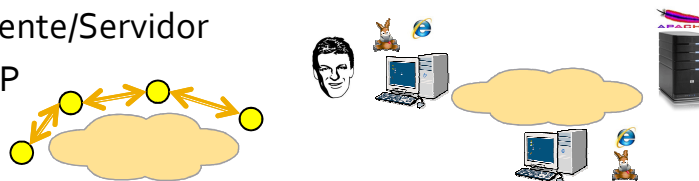


¿cómo se comunican los procesos de aplicación?

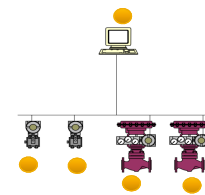
- Formas tradicionales en el mundo de Internet

- Cliente/Servidor

- P2P



- ¿se mantendrán como dominantes en las redes de aplicación Industrial?



Aplicación de las redes en entornos Industriales

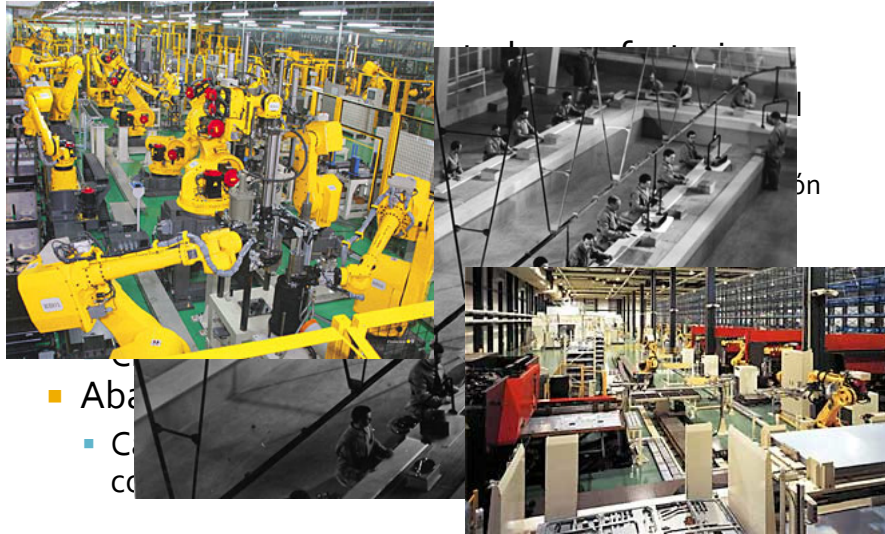
Sección 2

Ámbitos de aplicación de las redes de datos en la industria

- Muy diferentes ámbitos de aplicación
 - Gestión de Edificios (Domótica)
 - Industria de manufacturación
 - Generación y transporte de energía
 - Sistemas de Climatización
 - Automoción
 - Electrónica de consumo
 - Industria Aeroespacial
 -






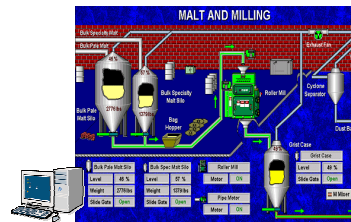
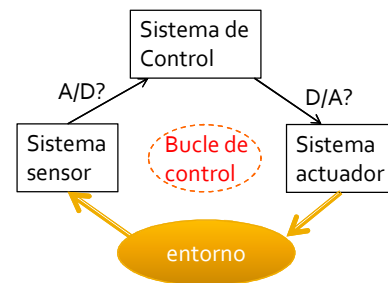
Procesos Industriales de Fabricación



- Aba
- C
- c

Procesos Automatizados, elementos clave

- Sensor (I) 
 - Convierte una magnitud física a una señal eléctrica a muestrear
- Actuador (O) 
 - Traduce señales eléctricas a actuaciones en el sistema controlado
- Controlador 
 - PLC o SCADA

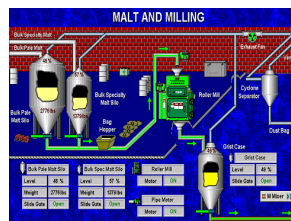


Tipos de sistemas de fabricación

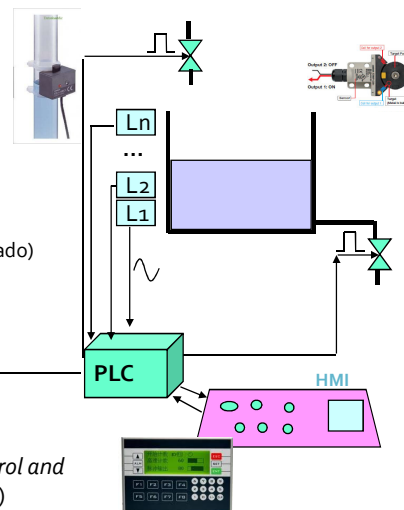
- Proceso continuo
 - Modelo de proceso continuo tanto en el tiempo como en el procesado de los materiales
 - Control Realimentado es importante
 - Suelen incorporar sistemas SCADA de gestión
- Proceso discreto
 - Se realiza una (o conjunto) acción con patrones temporales y flujo de materiales discretos
 - Mecanismos de control de eventos discretos
 - Las máquinas intercambian señales de eventos que pueden efectuar tareas de sincronización y avance del procesado
 - Suelen usar Autómatas programables (PLC) específicos e integrados en las máquinas o externos de uso general
- Proceso por lotes (batch): proceso mixto

Ejemplo (I): control de tanque

- Elementos:
 - Equipos
 - Sensores
 - Actuadores
 - Interfaz Hombre-Máquina (HMI)
 - Supervisión (PC)
 - PLC (programmable Logic Controller)
- Tipos de Control
 - Continuo o analógico (ejemplo: nivel)
 - Discreto o lógico (ejemplo: llenado y vaciado)



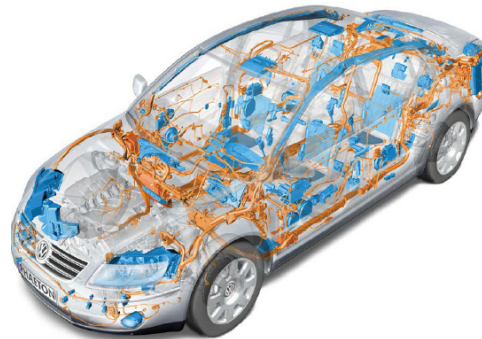
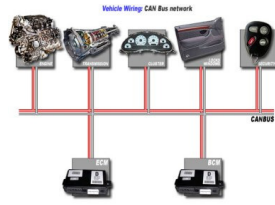
SCADA
(supervisory control and data acquisition.)



Ejemplo (II): sistemas de automoción

- **VW Phaeton:**

- 11.136 componentes electrónicos
- 61 Agrupaciones de Componentes Electrónicos: comunicación
 - 35 conectadas mediante bus CAN
 - Sub-redes basadas en comunicaciones serie:
 - Fibra óptica para mayor BW
 - Aproximadamente: 2500 señales

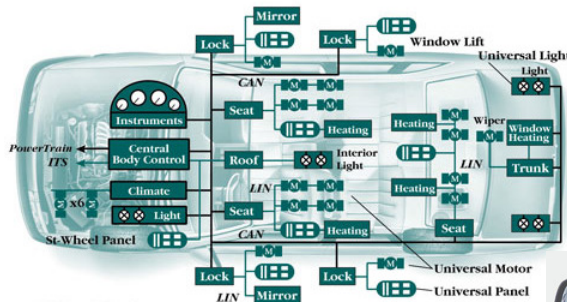


R. Estepa

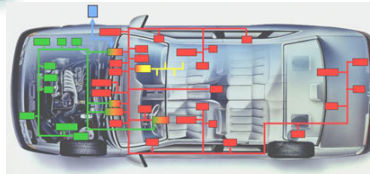
Ejemplo (II): sistemas de automoción

- **BUS CAN**

- Diferentes velocidades dentro de cada enlace para cumplir con requisitos temporales críticos



1 backbone, 13 nodes
8 subnets, 1-8 local nodes
52 nodes total



26

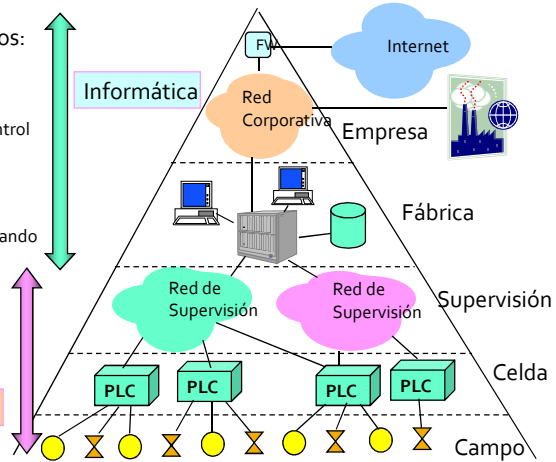
R. Estepa

Integración de sistemas

■ Diversos niveles jerárquicos:

- Empresa
- Fábrica:
 - Producción, almacén, control de calidad, ...
 - Conecta computadores
- Celda:
 - Equipos de control y comando de un área de producción
 - Conecta controladores
- Campo:
 - Dispositivos de campo
 - Sensores, actuadores

Redes Industriales



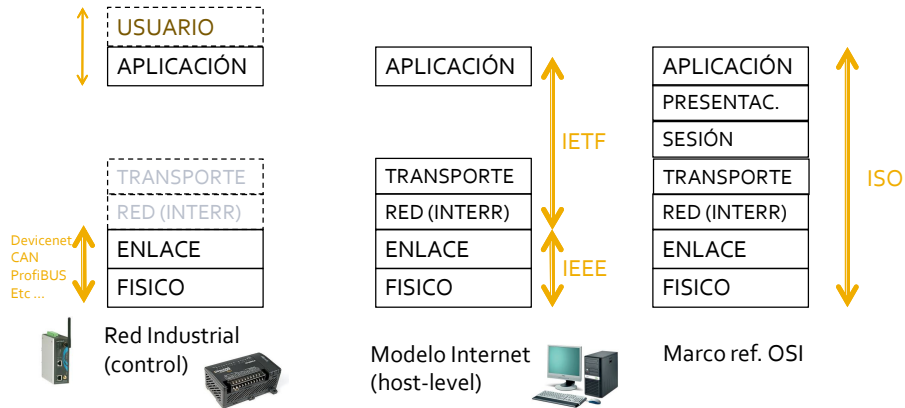
R. Estepa

27

Modelos de capas en redes de control

■ Modelo de capas y organismos de standard.

- Modelo simple si no hay interconexión de redes



Características de las Redes Industriales

- Red Industrial
 - Red con elevadas restricciones temporales (tiempo real) utilizada en un sistema de producción (instrucciones, supervisión, mantenimiento o gestión)

	Red Industrial	Red de Empresa
Usuario	Procesos	Personas
Tráfico	Determinístico	Aleatorio
Servicios	Predeterminados	Adaptados al usuario
Simultaneidad	Predeterminada	Todos los usuarios
Tiempo de respuesta	Crítico (< 5 ms)	No crítico (> 100 ms)
Método de comunicación	Específico de la aplicación	Genéricos

R. Estepa

29

Características de las Redes Industriales

- Diversos tipos de datos
 - Datos de control
 - Ejemplo: valor leído por un sensor de nivel
 - Se muestrean y actualizan PERIODICAMENTE
 - Tiempo del orden de ms
 - Si una muestra no llega en el tiempo esperado, se desecha (repito la última)
 - Retrasos pueden provocar la pérdida de control
 - Datos de comandos (instrucciones)
 - Ejemplo: puesta en marcha
 - Se producen de forma aperiódica
 - Si no llegan no se produce la acción
 - Si se desordenan puede haber una acción errónea
 - Retrasos pueden provocar pérdida de control

R. Estepa

30

Características de las Redes Industriales

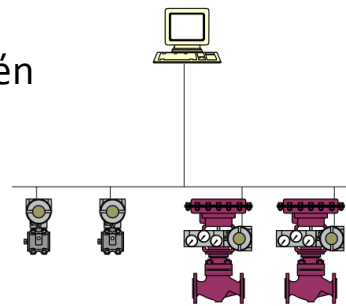
- Diversos tipos de datos:
 - Datos de alarma:
 - Ejemplo: actuación de protección
 - Se producen por ráfagas hasta que se las reconoce
 - Si no llegan puede haber una acción correctiva errónea
 - Retardos pueden producir riesgos para personas e instalaciones
 - Datos de supervisión:
 - Ejemplo: monitorización de la velocidad de un motor
 - Pueden ser periódicos o aperiódicos
 - Admiten grandes retardos e incluso pérdidas de algunas muestras
- Existen datos prioritarios para los sistemas de explotación
 - Gestionados por tiempo (time-triggered)
 - Concepto de ciclo. Ejemplo: control de procesos continuos (lazo PID)
 - Gestionados por eventos (event-triggered)
 - Requieren reglas de ordenamiento y priorización. Ejemplo: alarmas, comandos

R. Estepa

31

Formas de comunicación de las aplicaciones en entornos industriales

- Depende de los procesos de aplicación
- En redes de hosts (internet)
 - Cliente / Servidor
- En redes industriales también
 - Maestro/Esclavo
 - Publicador/Subscriber
 - Fuente/sumidero



Formas de comunicación (II)

■ Cliente-Servidor (uso industrial)

■ Ventajas

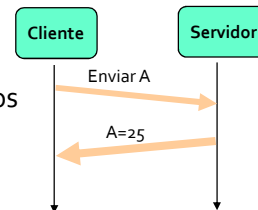
- Modelo genérico. Gran cantidad de servicios
- Permite mecanismos de control (ACK)

■ Inconveniente

- Tiempo de respuesta no acotado
- Evita la simultaneidad temporal
 - Peticiones simultaneas son tratadas secuencialmente
 - Un cliente no puede enviar datos a dos servidores distintos al mismo tiempo

■ Adecuado

- Comunicaciones punto a punto
- Intercambio de datos dirigido a eventos



Maestro/Esclavo

■ Entre un maestro y varios esclavos

- Maestro: gobierna cualquier iniciativa de comunicación (nivel jerárquico superior)
- Esclavos: responden a las peticiones del maestro si corresponde

■ Dos posibles formas de comunicación

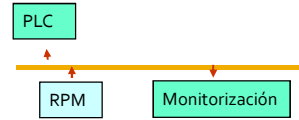
- Pregunta – respuesta (el maestro pregunta)
- Difusión sin respuesta (el maestro difunde)

■ Usado en la comunicación entre PCL y SCADA

Formas de comunicación (III)

■ Productor/Consumidor

- Difusión
- Iniciativa del productor
 - Los nodos productores tienen asociado un procedimiento de envío de mensajes que puede ser disparado por tiempo o por evento.
 - Los mensajes son identificados por su contenido (p.e. Por un campo de identificador de mensaje), cualquier nodo puede "consumir" el mensaje al identificarlo
- Varios consumidores ven el mismo valor correspondiente al mismo instante de tiempo en el mismo mensaje de red .
 - Coherencia temporal
- Modalidades
 - Modalidad pull-model: con un nodo gestor de tráfico que hace la selección al productor. Este lo tiene que poner la selección a disposición de los consumidores.
 - Modalidad push-model: sin gestor de tráfico. Primero aplica el paradigma cliente-servidor y, después, el de productor-consumidores



Resumen de las principales formas de comunicación

■ Comparativa

Palabra a enviar	Modelo cliente-servidor	Modelo productor-consumidor	Modelo de publicación-suscripción
Tipo de comunicación	Entre iguales (<i>Peer-to-peer</i>)	Difusión (<i>Broadcast</i>)	Multidifusión (<i>Multicast</i>)
Estilo de comunicación	Orientada a la conexión	Sin conexión explícita	Sin conexión explícita
Relación maestro-esclavo	Uno o varios maestros	Varios maestros	Varios maestros
Servicios de comunicaciones	Confirmados, sin confirmar, con confirmación	Sin confirmar, con confirmación	Sin confirmar, con confirmación
Clases de aplicaciones	Transferencia de parámetros, comunicación cíclica	Notificación de eventos, alarmas, eventos, sincronización	Cambios de estado y notificación de eventos