

La revolución de las Máquinas Industria 4.0

Jesús Manuel Gómez de Gabriel
Escuela de Ingenierías Industriales

Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática
Universidad de Málaga

Jesús Manuel Gómez de Gabriel

- Doctor Ingeniero en Ingeniería Informática
- Profesor Titular de Universidad en la UMA.
- Docencia en ETSI. Informática y ETSI. Industrial desde 1990. Ahora unificadas en la Escuela de Ingenierías Industriales
- Investigación en Teleoperación, Robótica y Automática.
- Docencia en Ingeniería.
- Grupo de investigación en sistemas interactivos y fabricación digital.

www.gomezdegabriel.com

Jesús.gomez@uma.es

Contenido

1. Introducción a la 4º Revolución Industrial

- Introducción
- Innovación en los procesos industriales
- Integración

2. La revolución 3.0

- La piramide de la automatización
- Buses de campo
- El protocolo OPC
- Máquinas CNC y centros de mecanizado
- Programación CNC
- Robots Industriales
- Sistemas de transporte de material
- Sistemas de Fabricación Flexible

3. Industria 4.0

- Habilitadores Digitales de la Industria 4.0
- Conexiones inalámbricas y celulares
- Big data
- Robótica avanzada
- Integración Hombre-Máquina
- Tecnologías nuevas
- Internet de las Cosas
- Automatización inteligente
- Cloud computing
- Sistemas Ciber-físicos
- Iniciativa española para la transformación de las empresas

4. Conclusiones

INDUSTRY

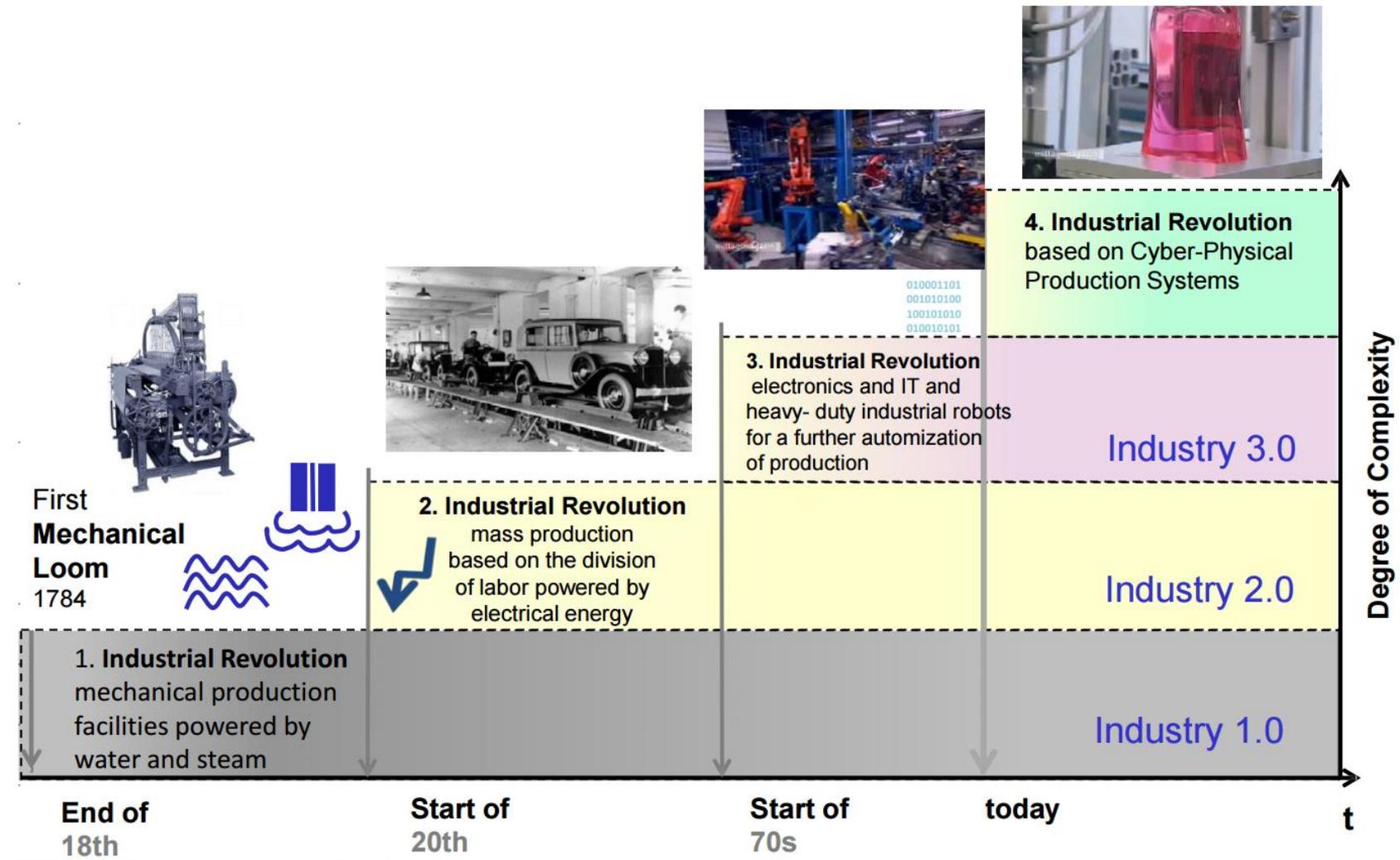
1. Introducción a la 4ª revolución industrial

Introducción
Innovación en los procesos
Integración

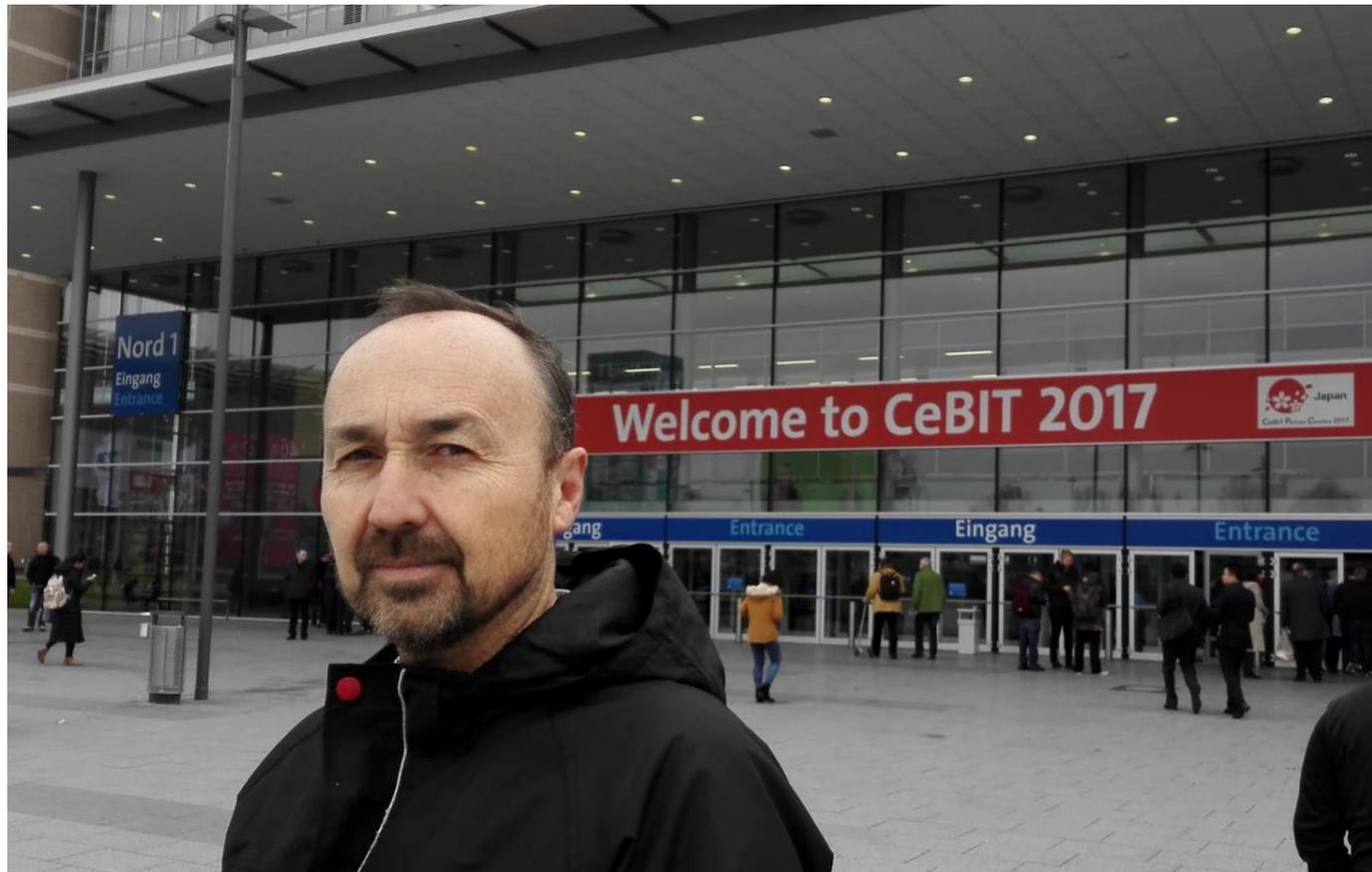
Introducción a la 4ª Revolución industrial

- La primera revolución industrial apareció por la mecanización de la producción usando el poder **del agua y del vapor**.
- La segunda revolución industrial introdujo la producción en masa con la ayuda de la **energía eléctrica**.
- La tercera revolución es la **revolución digital**. Se utiliza la electrónica y las T.I. para automatizar más aún la producción.
- El término "Industrie 4.0" parte de un proyecto estratégico de tecnología del gobierno alemán para promover la informatización de la fabricación.
 - El término se usó por primera vez en 2011 en la feria de Hanover (Hannover Messe).
 - En octubre de 2012, el grupo de trabajo de "Industrie 4.0" presentó un conjunto de recomendaciones de implementación al gobierno federal alemán.
 - En abril de 2013, se presentó el informe final del "Industrie 4.0" en la feria de Hanover.

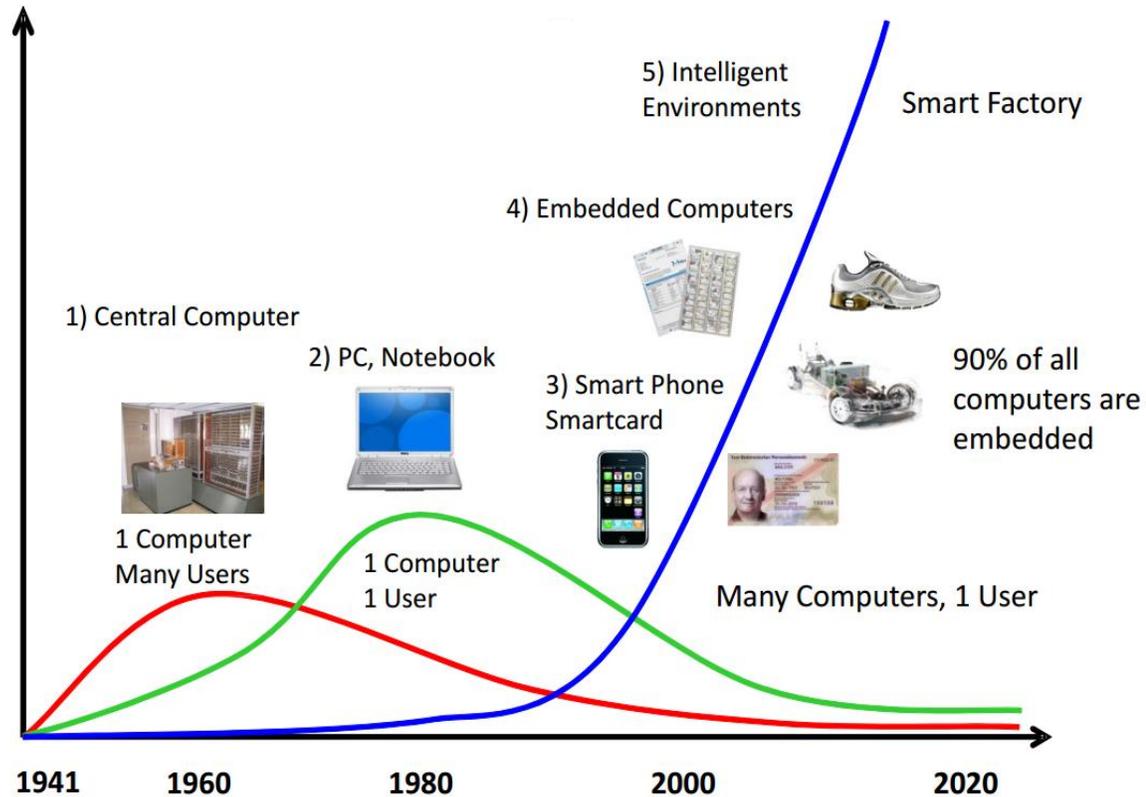
Introducción a la 4ª Revolución industrial



Hanover Fair 2017? CeBIT

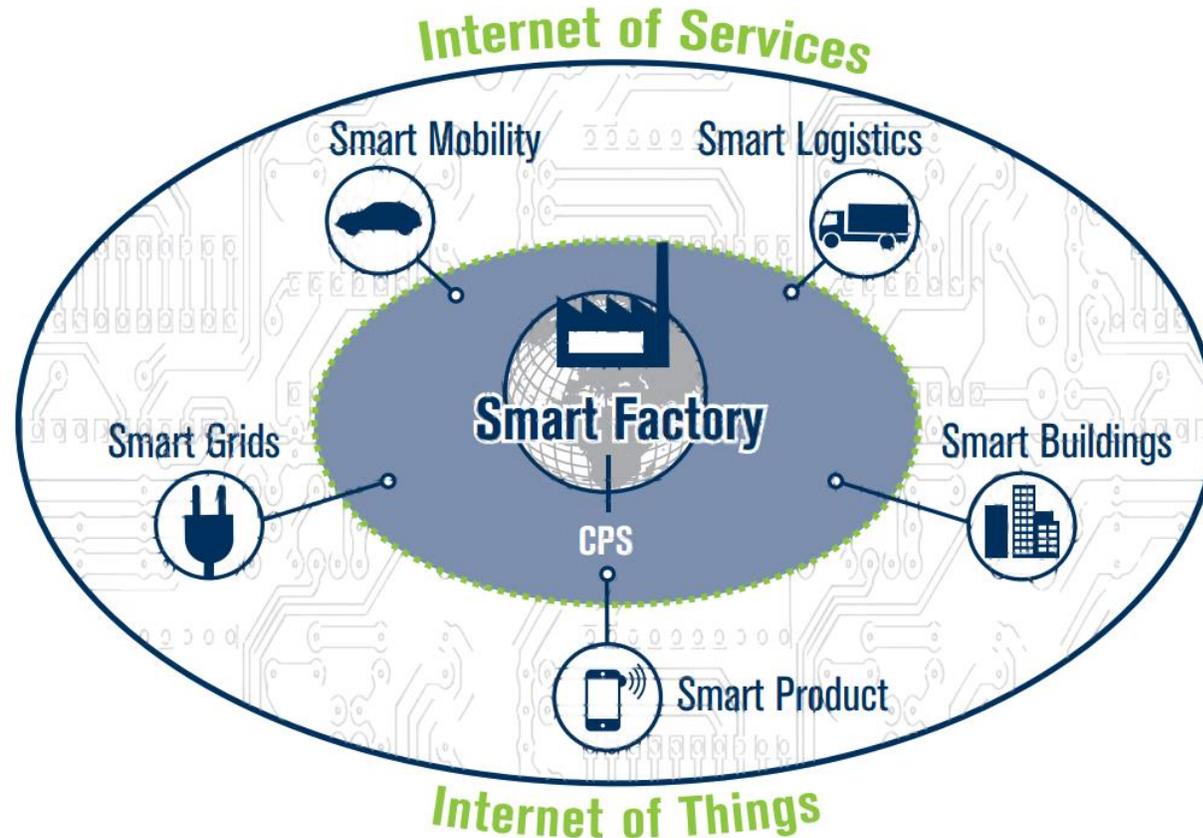


Introducción a la 4ª Revolución industrial



- Hacia los Entornos Inteligentes basados en el Internet de las Cosas (IoT) y Servicios

Introducción a la 4ª Revolución industrial



- El propósito de la Industria 4.0 es hacer la fabricación más flexible, eficiente y sostenible mediante comunicación e inteligencia, para incrementar la competitividad de la industria (alemana).

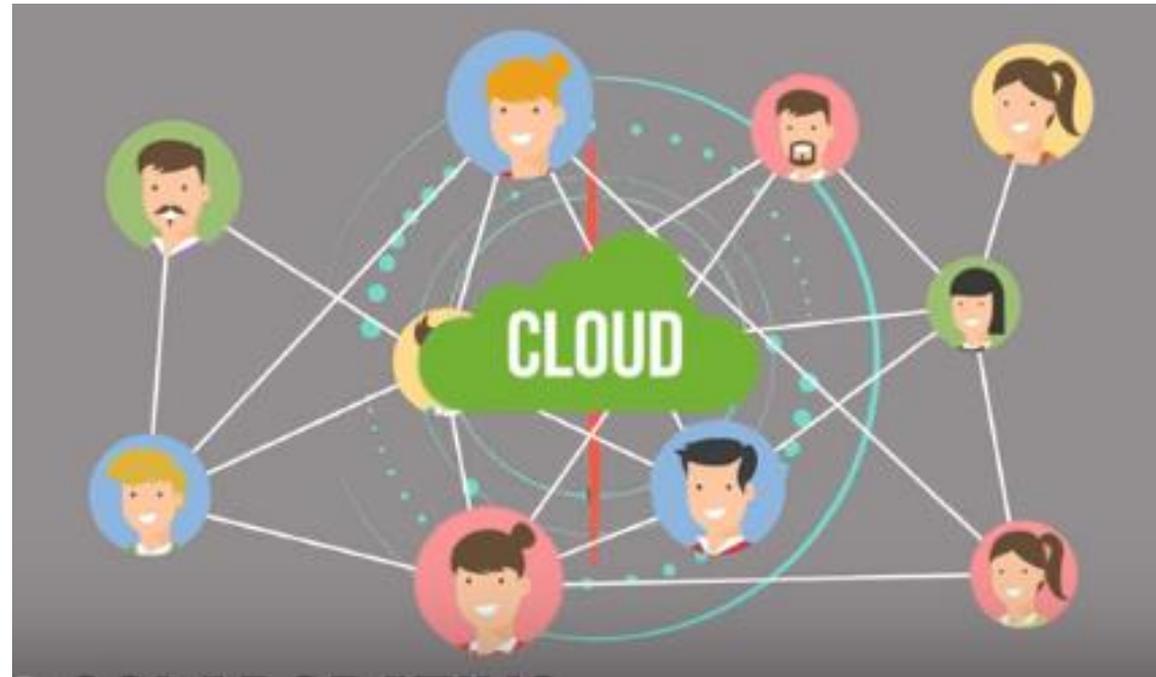
Innovación en los proceso industriales

¿Se podría, por ejemplo, abrir el proceso de diseño a todos los participantes?



Trabajo colaborativo

- Es posible que todos participen en tiempo real en todas las fases del producto



Integración de todo el proceso

- Integración horizontal
 - Dentro del proceso de producción
- Integración vertical
 - Con clientes y proveedores





UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA

Departamento de Ingeniería
de Sistemas y Automática

2. Las fábricas 3.0

La revolución 3.0

La piramide de la automatización

Buses de campo

El protocolo OPC

Máquinas CNC y centros de mecanizado

Programación CNC

Robots Industriales

Sistemas de transporte de material

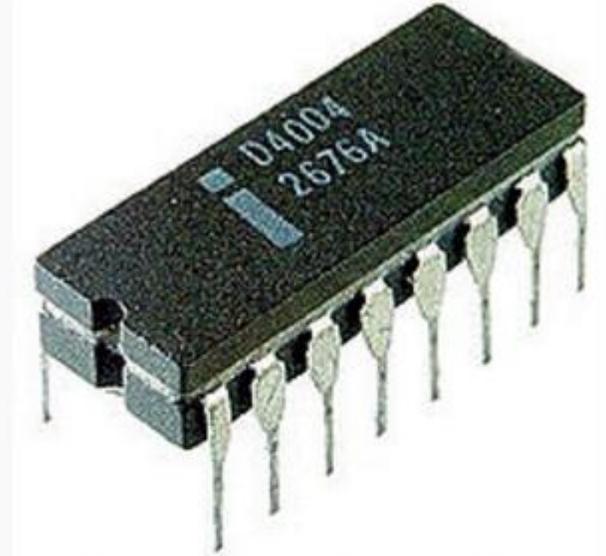
Sistemas de Fabricación Flexible

Las revolución “3.0”

- Revolución basada en los nuevos desarrollos de Electrónica y tecnologías de la Información
- Principios de la década de 1970
- Invención del microprocesador
- Coste, tamaño, consumo, potencia de cálculo
- Robots, máquinas programables, sistemas de automatización

Intel 4004

Microprocesador

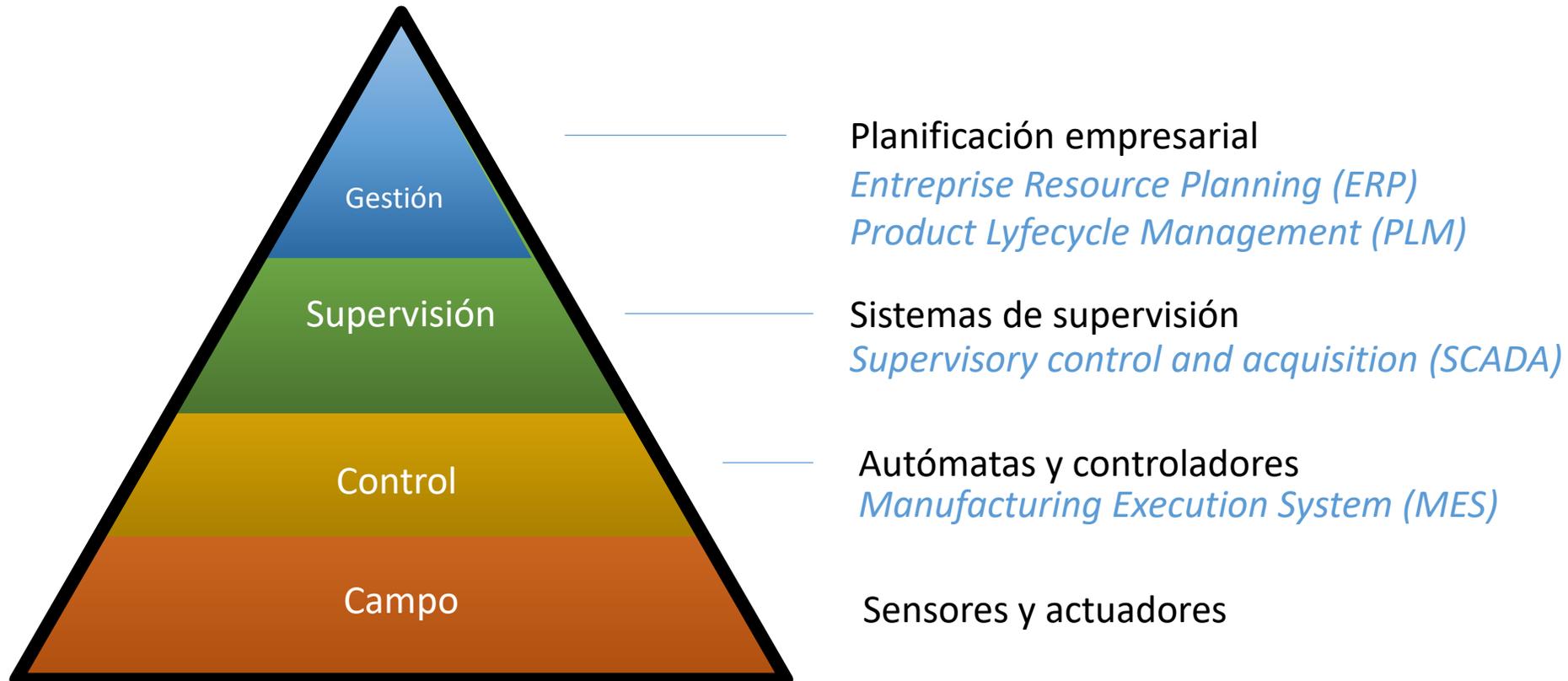


Microprocesador Intel 4004

Producción	Finales de 1971 — 1981
Fabricante(s)	Intel
Frecuencia de reloj de CPU	740 kHz
Conjunto de instrucciones	pre x86
Package(s)	16 pin DIP

Industria 3.0

Pirámide de la automatización



Industria 3.0

Niveles de automatización

- Nivel 1: Medidas del proceso y E/S de datos.
 - Es el nivel de sensores y actuadores que permiten el funcionamiento del sistema de control.
 - Medidas del proceso
 - Operaciones de entrada/salida de datos.
 - Instrumentación para realizar medidas (osciloscopios, analizadores, etc.).



Industria 3.0

Niveles de automatización

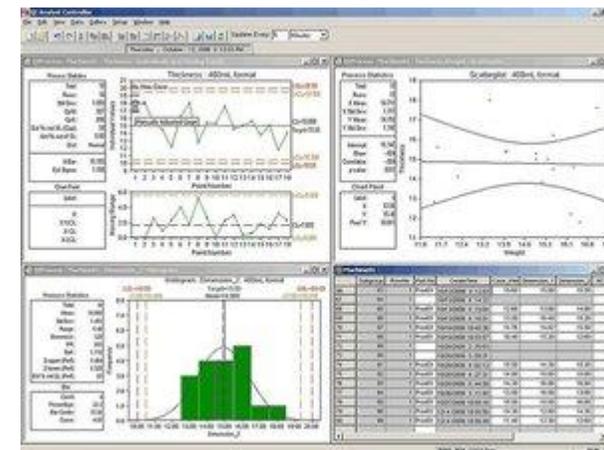
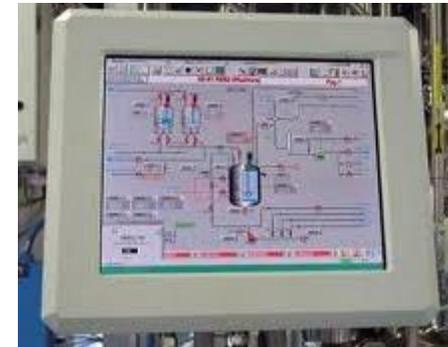
- Nivel 2: Control del proceso.
 - Tareas de control de parámetros del proceso (flujo, temperatura, etc.)
 - Control lógico encargado de operaciones como arranque/parada de máquinas y ciclos de operaciones simples.
 - Por ejemplo:
 - Control de variables (PID, redes de compensación)
 - Control avanzado (procesos que no son fáciles de regular)
 - Control de secuencias (controladores lógicos y autómatas programables).
 - Registro de secuencias de eventos.



Industria 3.0

Niveles de automatización

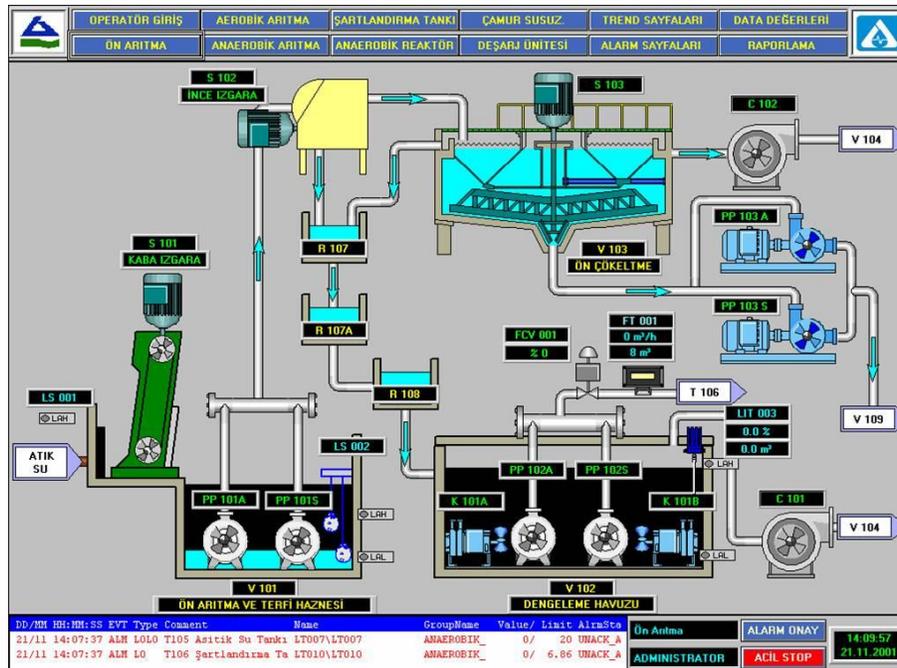
- Nivel 3: Monitorización del proceso.
 - Se presentan todos los del proceso al operador.
 - Ofrece la posibilidad de efectuar cambios.
 - Estaciones de operación.
 - Alarmas
 - Gráficas de evolución de las variables.
 - SPC (Statistical Process Control)
 - Generación de informes



Industria 3.0

Niveles de automatización

- Sistemas SCADA
 - Software de Control supervisor y adquisición de datos



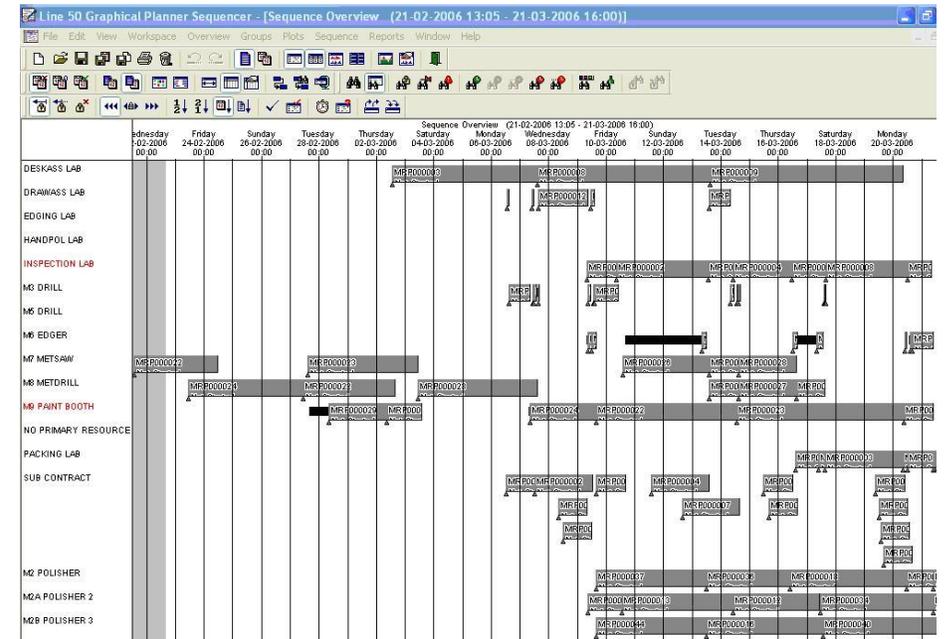
Alarms 0 to 59

<input type="checkbox"/>	Zone Fields Alarm	<input type="checkbox"/>	CD1 HPS#1 High Discharge Safety Switch Alarm
<input type="checkbox"/>	Carvey Test Alarm	<input type="checkbox"/>	CD1 HPS#1 HPS VSD Alarm
<input type="checkbox"/>	Not Used	<input type="checkbox"/>	CD1 Air Compressor Failure
<input type="checkbox"/>	Alarm Label 3	<input type="checkbox"/>	CD1 South Tank High Tank Warning
<input type="checkbox"/>	Alarm Label 4	<input type="checkbox"/>	CD1 South Tank High Lease Shut In
<input type="checkbox"/>	Alarm Label 5	<input type="checkbox"/>	Albert Well High Oil Tank Alarm
<input type="checkbox"/>	Alarm Label 6	<input type="checkbox"/>	Carvey Well High Oil Tank Alarm
<input type="checkbox"/>	Alarm Label 7	<input type="checkbox"/>	Not Used
<input type="checkbox"/>	Alarm Label 8	<input type="checkbox"/>	CD1 HPS#1 Plant Alarm
<input type="checkbox"/>	Alarm Label 9	<input type="checkbox"/>	Alarm Label 39
<input type="checkbox"/>	CD1 HPS#1 Communication Failure Alarm	<input type="checkbox"/>	Alarm Label 40
<input type="checkbox"/>	CD1 HPS#1 A Phase Winding Over Temp Alarm	<input type="checkbox"/>	Alarm Label 41
<input type="checkbox"/>	CD1 HPS#1 B Phase Winding Over Temp Alarm	<input type="checkbox"/>	Alarm Label 42
<input type="checkbox"/>	CD1 HPS#1 C Phase Winding Over Temp Alarm	<input type="checkbox"/>	Alarm Label 43
<input type="checkbox"/>	CD1 HPS#1 Inboard Bearing Over Temp Alarm	<input type="checkbox"/>	Alarm Label 44
<input type="checkbox"/>	CD1 HPS#1 Outboard Bearing Over Temp Alarm	<input type="checkbox"/>	Alarm Label 45
<input type="checkbox"/>	CD1 HPS#1 Vibration Alarm	<input type="checkbox"/>	Alarm Label 46
<input type="checkbox"/>	CD1 HPS#1 Post Filter Suction Pressure Low Alarm	<input type="checkbox"/>	Alarm Label 47
<input type="checkbox"/>	CD1 HPS#1 Post Filter Suction Pressure Low Alarm	<input type="checkbox"/>	Alarm Label 48
<input type="checkbox"/>	CD1 HPS#1 Suction Differential Pressure Alarm	<input type="checkbox"/>	Alarm Label 49
<input type="checkbox"/>	CD1 HPS#1 Discharge Pressure Low Alarm	<input type="checkbox"/>	CD1 HPS#2 Communication Failure Alarm
<input type="checkbox"/>	CD1 HPS#1 Discharge Pressure High Alarm	<input type="checkbox"/>	CD1 HPS#2 A Phase Winding Over Temp Alarm
<input type="checkbox"/>	CD1 HPS#1 Flow Line Pressure Low Alarm	<input type="checkbox"/>	CD1 HPS#2 B Phase Winding Over Temp Alarm
<input type="checkbox"/>	CD1 HPS#1 Flow Line Pressure High Alarm	<input type="checkbox"/>	CD1 HPS#2 C Phase Winding Over Temp Alarm
<input type="checkbox"/>	CD1 HPS#1 Flow Rate Low Alarm	<input type="checkbox"/>	CD1 HPS#2 Inboard Bearing Over Temp Alarm
<input type="checkbox"/>	CD1 HPS#1 Flow Rate High Alarm	<input type="checkbox"/>	CD1 HPS#2 Outboard Bearing Over Temp Alarm
<input type="checkbox"/>	CD1 HPS#1 Charge Pump Alarm	<input type="checkbox"/>	CD1 HPS#2 Vibration Alarm
<input type="checkbox"/>	CD1 HPS#1 120 Volt Power Loss Alarm	<input type="checkbox"/>	CD1 HPS#2 Post Filter Suction Pressure Low Alarm
<input type="checkbox"/>	Alarm Label 28	<input type="checkbox"/>	CD1 HPS#2 Post Filter Suction Pressure Low Alarm
<input type="checkbox"/>	CD1 HPS#1 120 Volt Loss To Heat Exchanger Alarm	<input type="checkbox"/>	CD1 HPS#2 Suction Differential Pressure Alarm

Industria 3.0

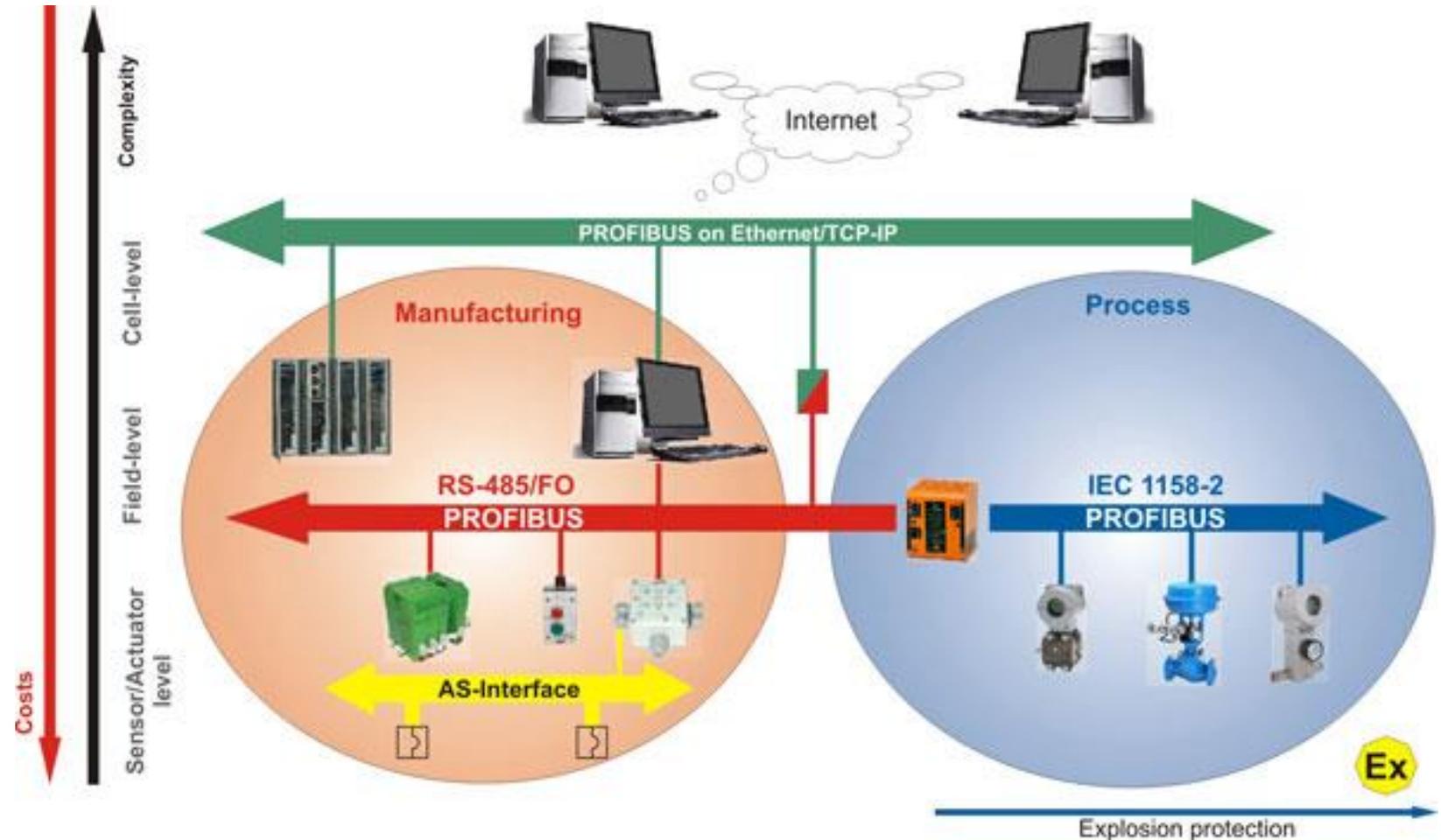
Niveles de automatización

- Nivel 4: Gestión de planta y procesos.
 - Funcionamiento de todo el conjunto
 - Modificación del plan de producción
 - Planificación basada en demanda, etc.
 - Componentes
 - Histórico de datos.
 - Procedimientos y condiciones estándares de operación.
 - Gestión de bases de datos.
 - Contabilidad del proceso.
 - Integración de datos externos.
 - Modelado y optimización proceso.
 - Planificación.
 - Control consultivo de alarmas.



Buses de campo adecuados para cada nivel

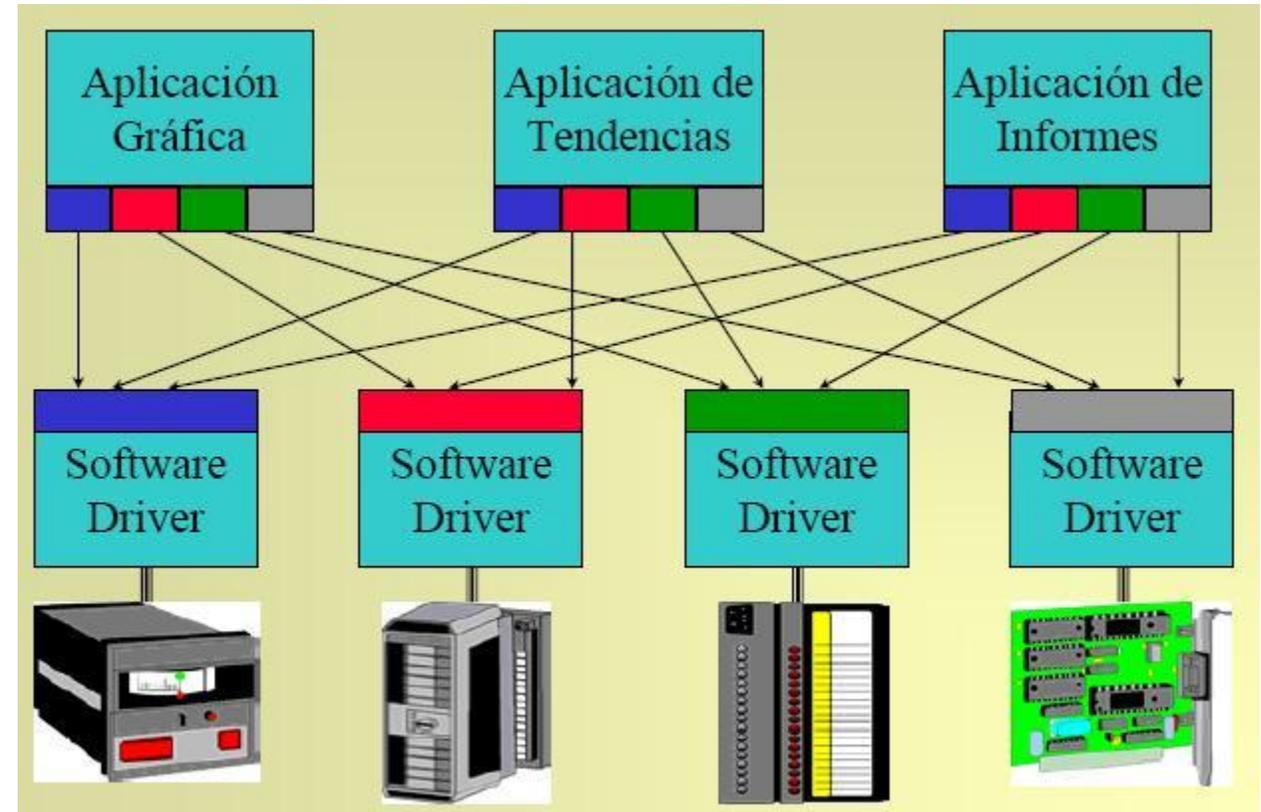
- Redes de tiempo real
- Maestro/esclavo
- Tamaño de los paquetes
- Periodo de refresco



Precursor de la conectividad: OPC

Sin OPC:

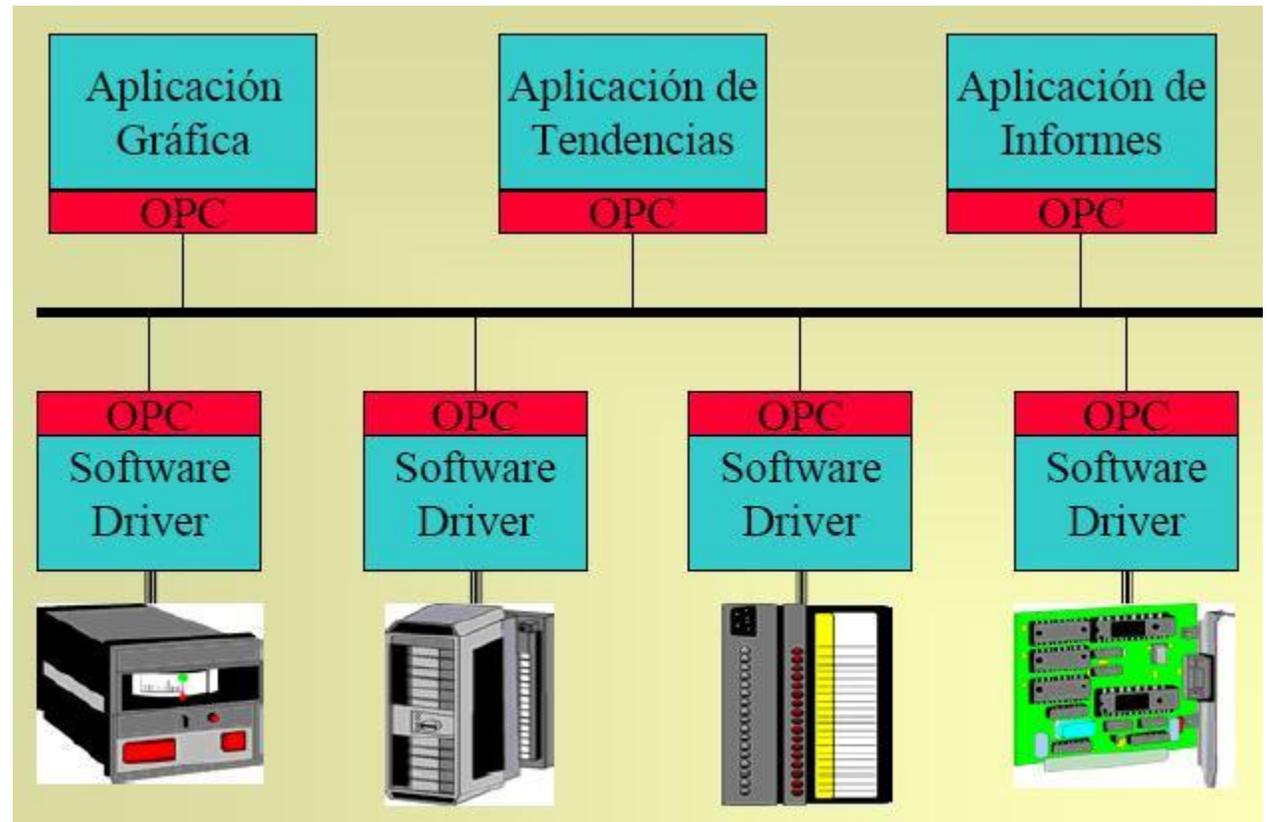
- Protocolos propietario del fabricante de cada dispositivo
- Aplicaciones usuario deben implementar un cliente de cada protocolo
- Cada dispositivo recibe múltiples peticiones



Precursor de la conectividad: OPC (II)

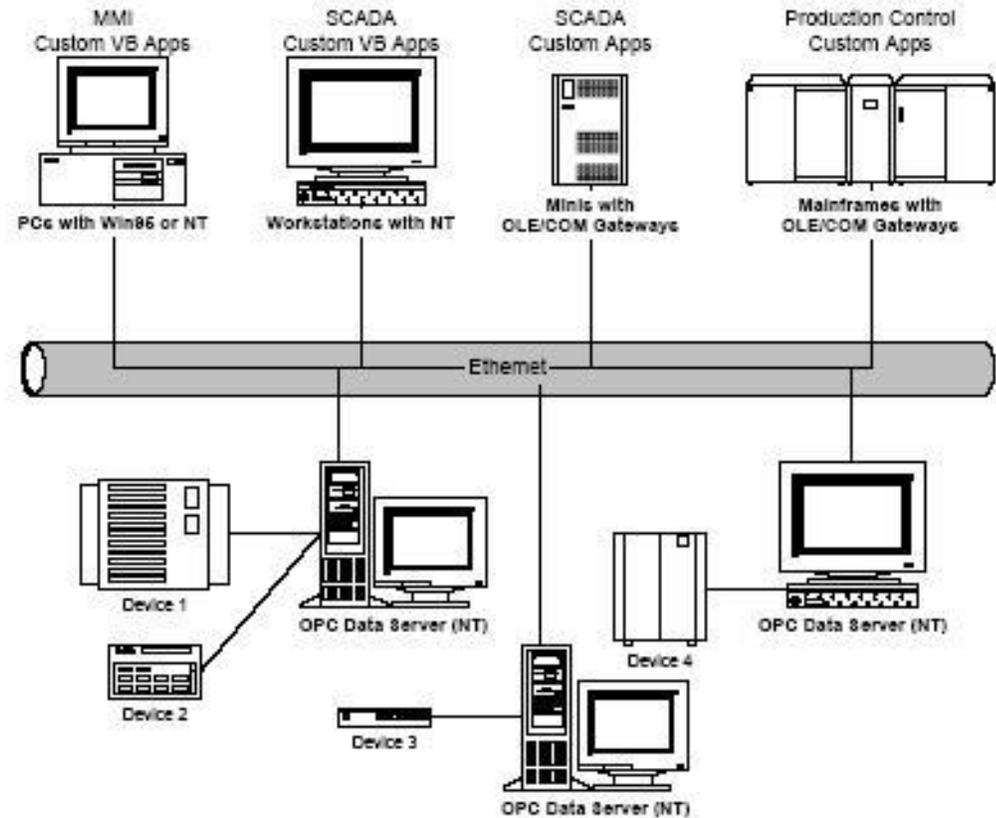
Con OPC:

- Protocolo abierto
- Cada fabricante proporciona un servidor OPC para su dispositivo.
- Aplicaciones usuario solo necesitan un cliente OPC
- Cada dispositivo recibe una sola petición
- Protocolo PSP eficiente
- Información de la calidad de la información
- www.matrikon.com



Precursor de la conectividad: OPC (III)

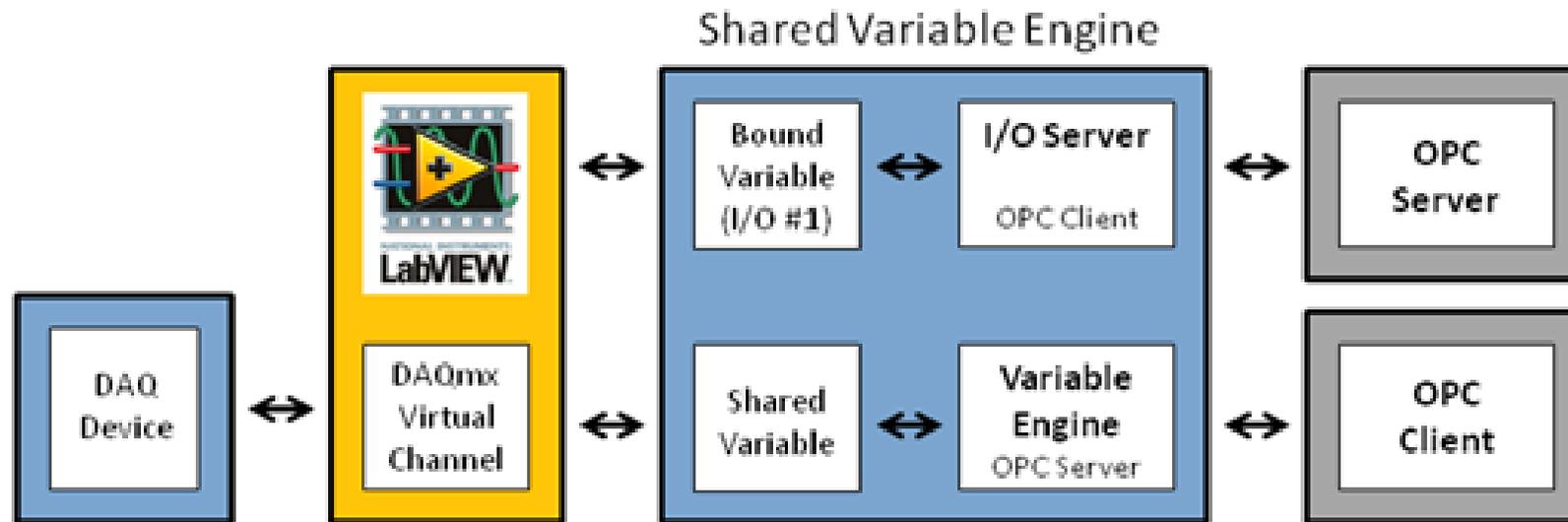
- Dispositivos con protocolo propietario se convierten en OPC mediante un PC con el driver adecuado
- Simplificación: Los diferentes perfiles de OPC (OPC-DA, OPC-HDA, ...) unificados en el nuevo estándar OPC-UA



Comunicaciones Industriales en clase

Prácticas OPC con LabVIEW

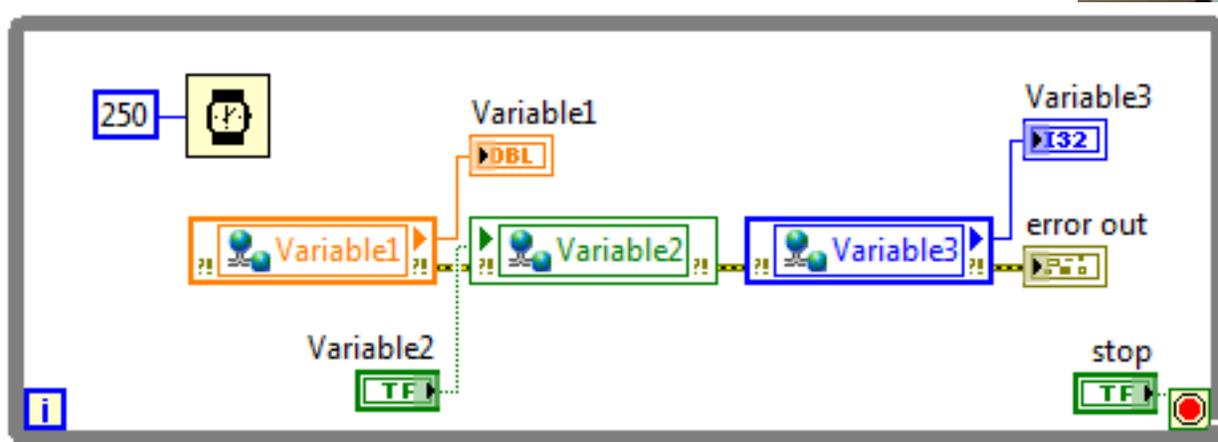
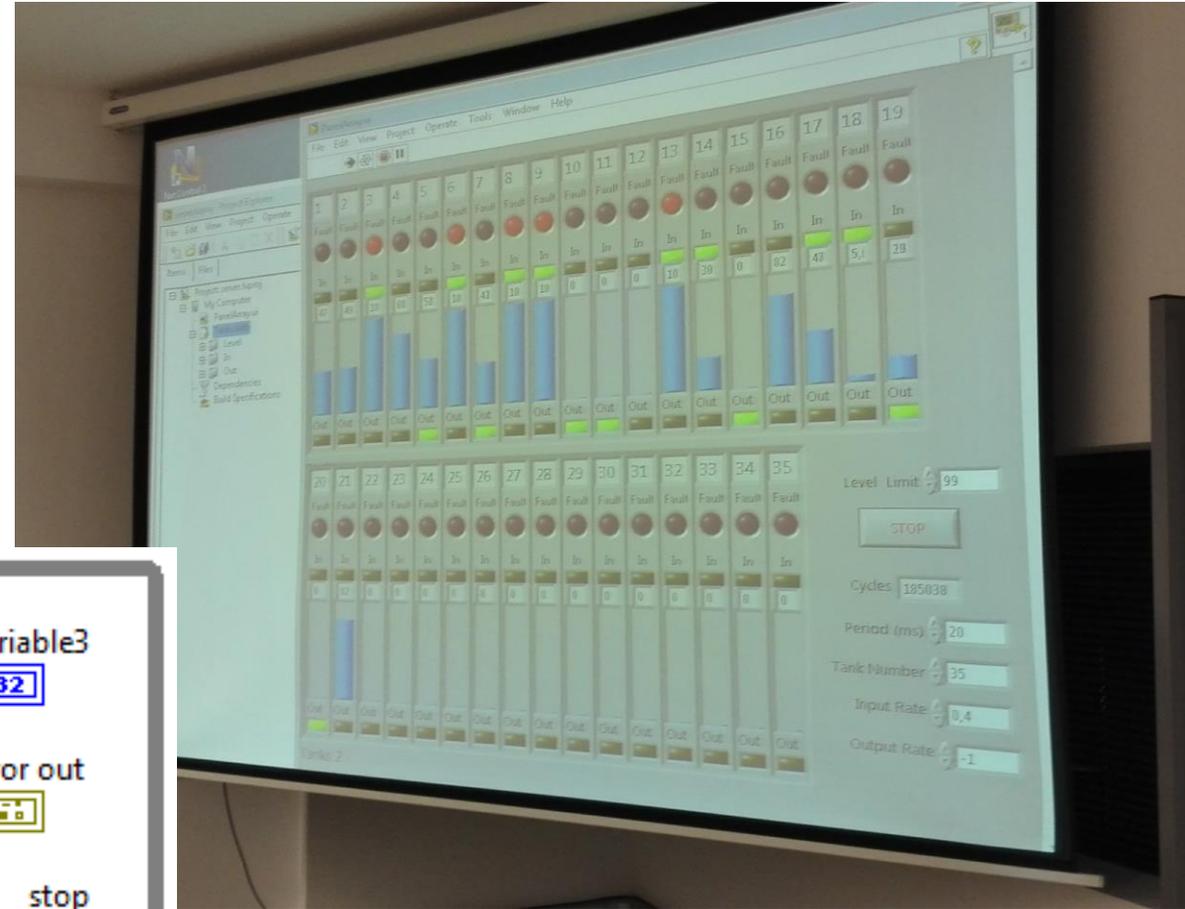
- Comunicación mediante variables compartidas en red
- Protocolo de publicación-subscripción (PSP).
- Motor de variables compartidas (SVE) de N.I. Compatible con OPC.



Comunicaciones Industriales en clase

Prácticas OPC con LabVIEW

- Programación gráfica (Visual)
- Comunicaciones implícitas
- Flexibilidad de las conexiones
- Licencias de estudiantes



Industria 3.0

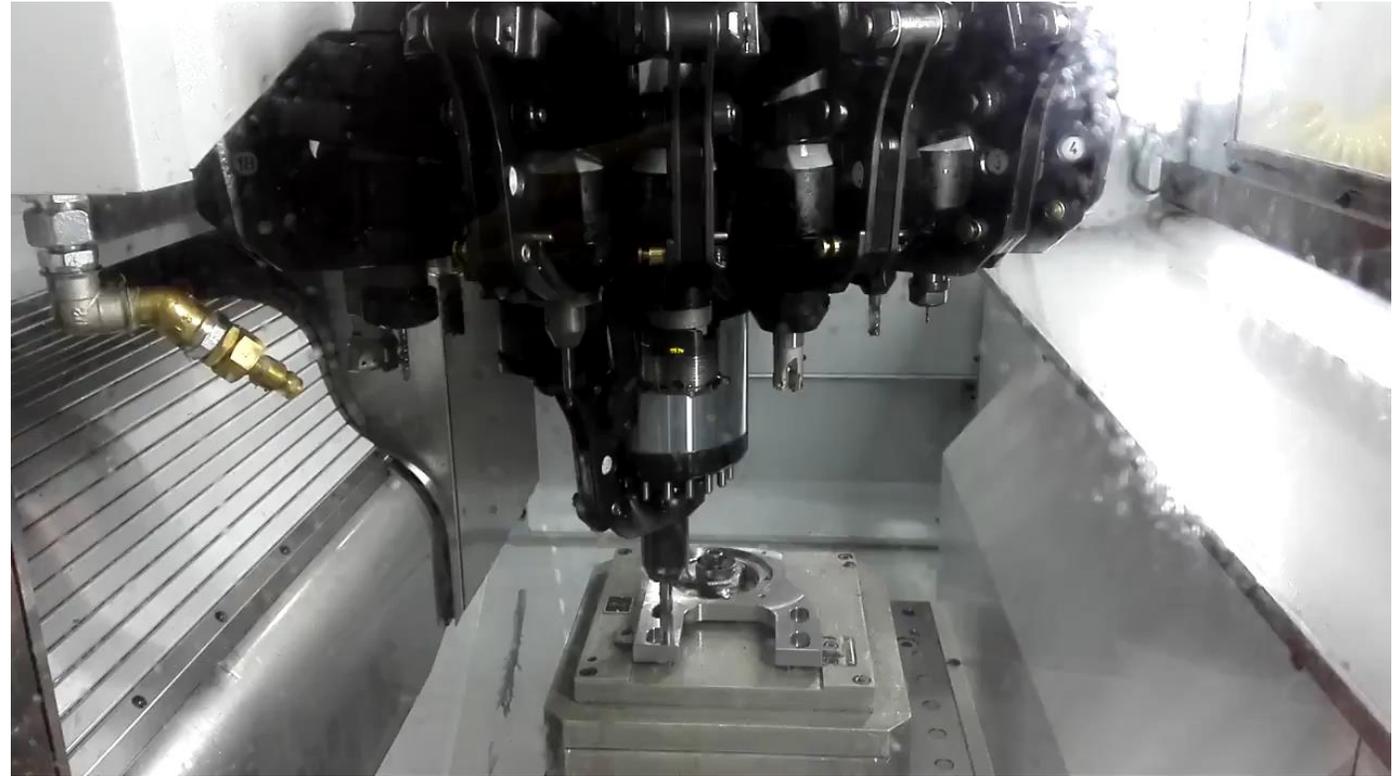
Máquinas y centros de mecanizado

- Bienal de la Máquina-Herramienta Bilbao 2016
- Fabricación substractiva
- Tipos principales
 - Fresadoras
 - Tornos
 - Plegadoras
 - Corte/Grabado Laser
 - Punzonadoras,
- CNC Programables en código G. (RS-274)



Máquinas programables (CNC)

- Centro de mecanizado
- CNC +
Cambio de herramienta
automático
- Fresado CNC de metal
- 3 ejes cartesianos



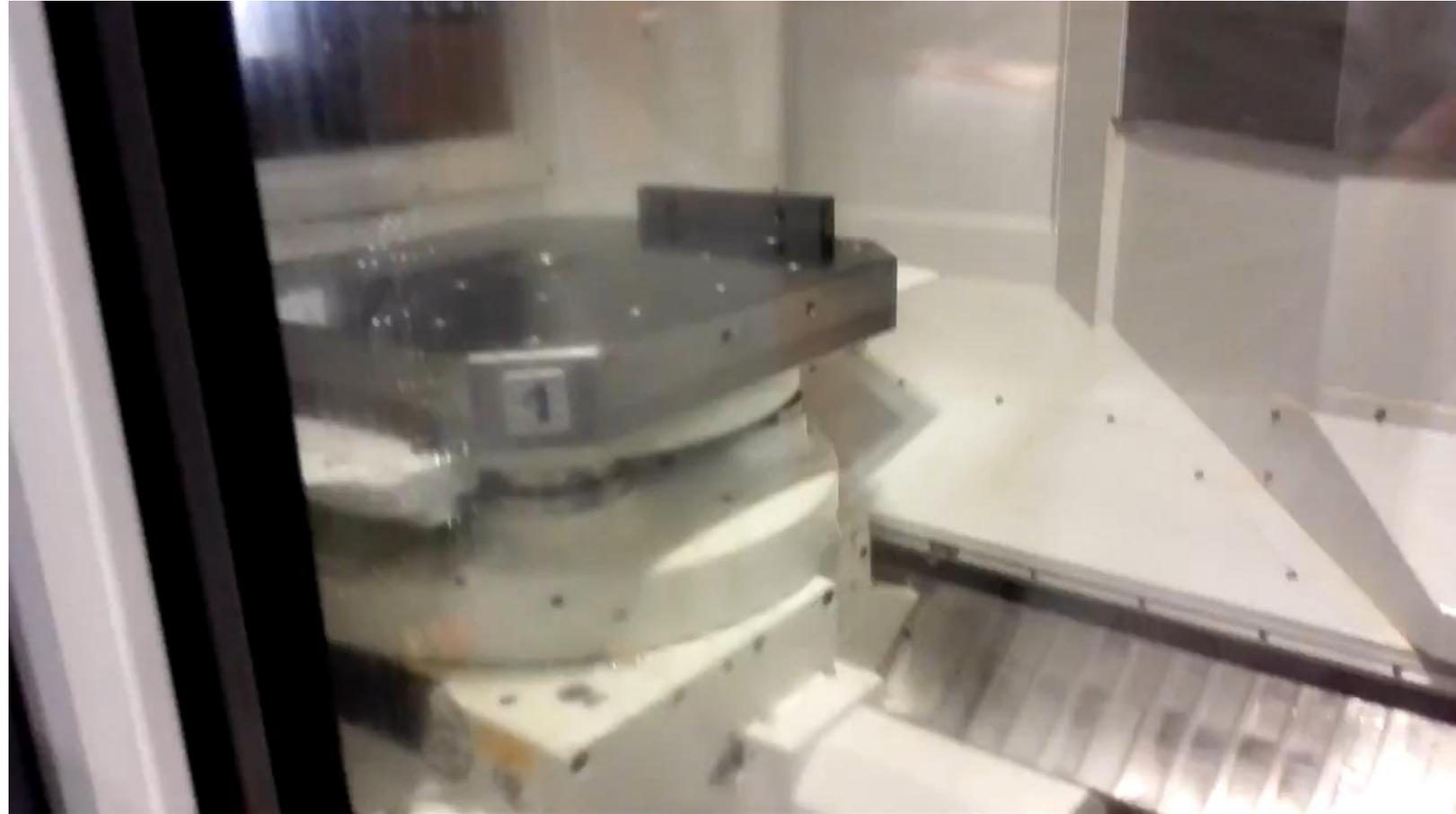
Centro de mecanizado vertical de 5 ejes



Carrusel de herramientas



Carga y descarga automática de centros de mecanizado

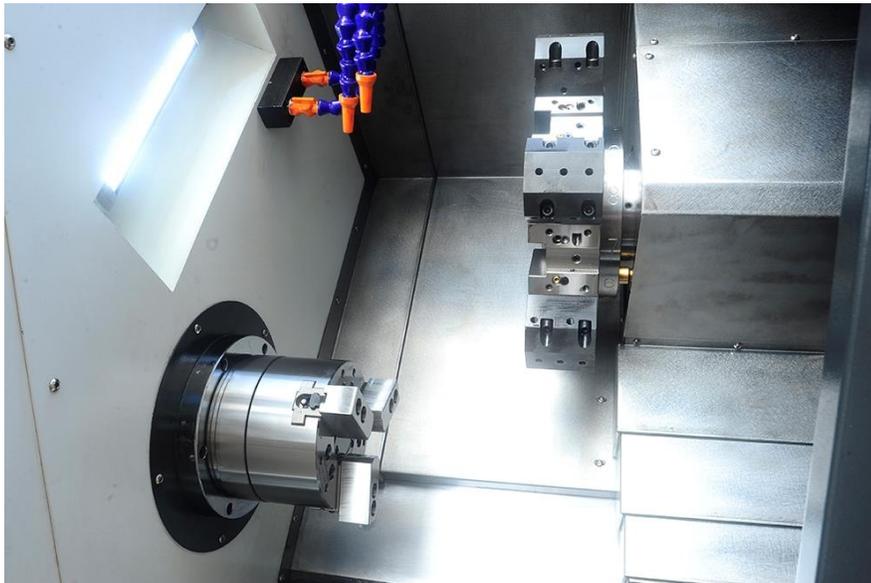


Manejo de Material. Palets y fijaciones



Torno horizontal

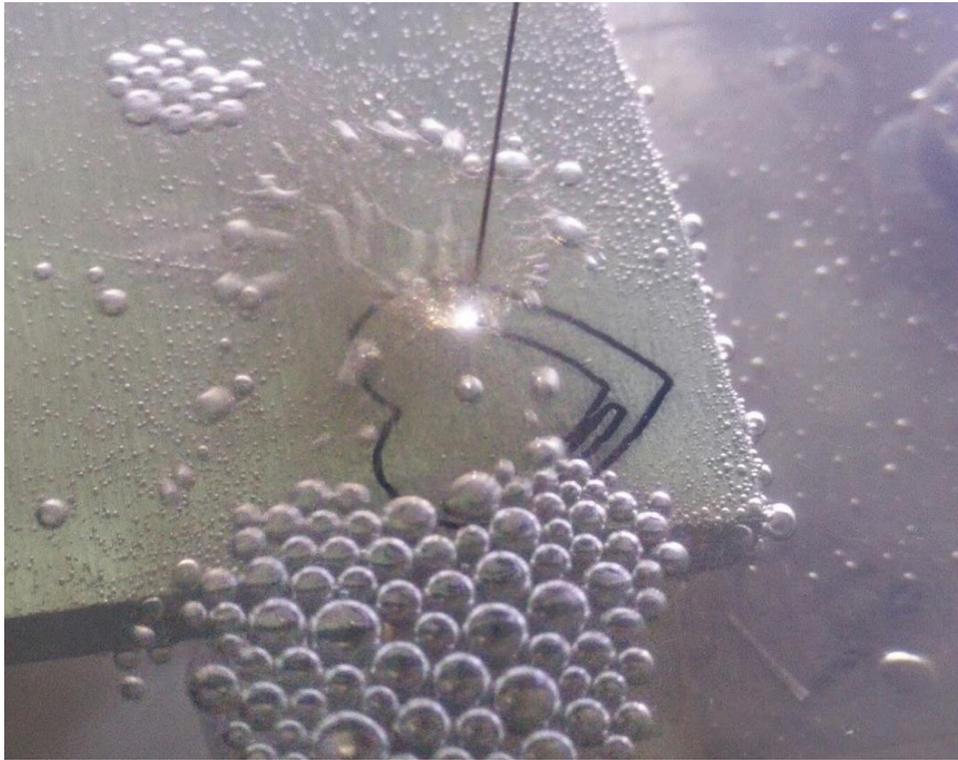
- La pieza gira
- La herramienta de corte se desplaza lentamente
- Alimentación individual
- Problema de carga/descarga



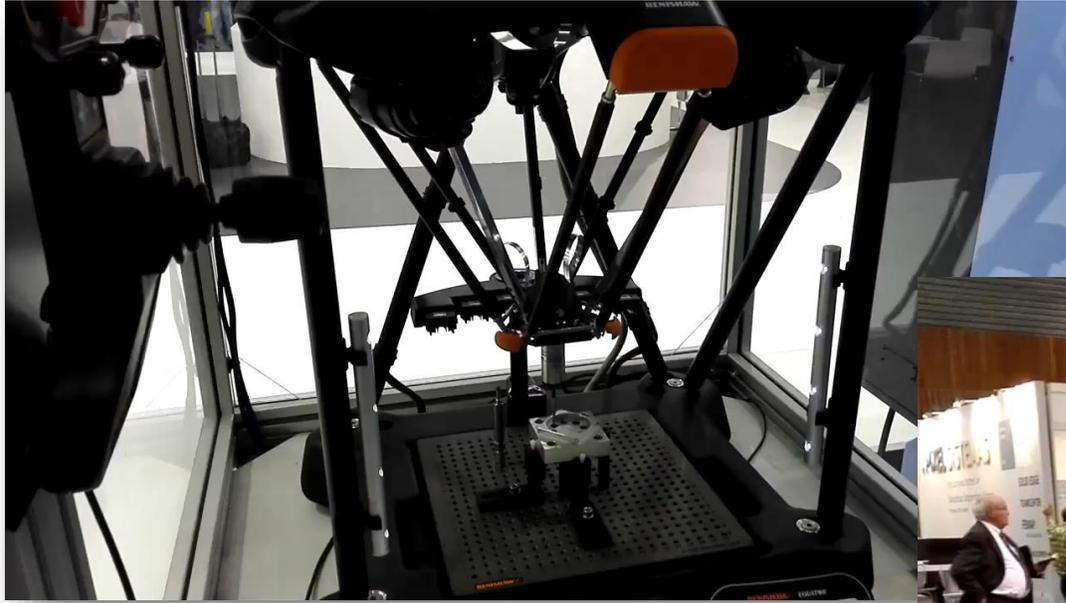
Torno Vertical



Corte por electro-erosión de hilo



Estaciones de medida con y sin contacto



Consola de puesto de operador de centro de mecanizado

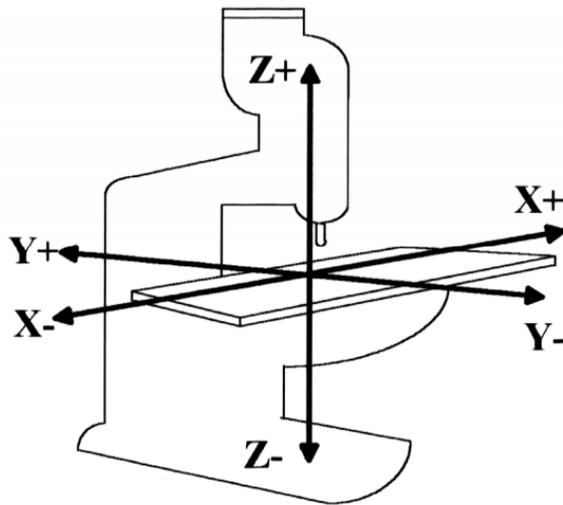


Plegadora de chapa CNC mas robot



Programación CNC G-code (EIA RS-274)

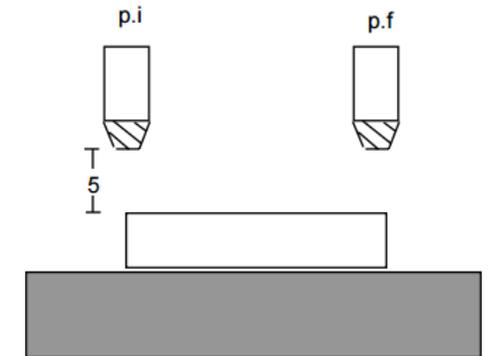
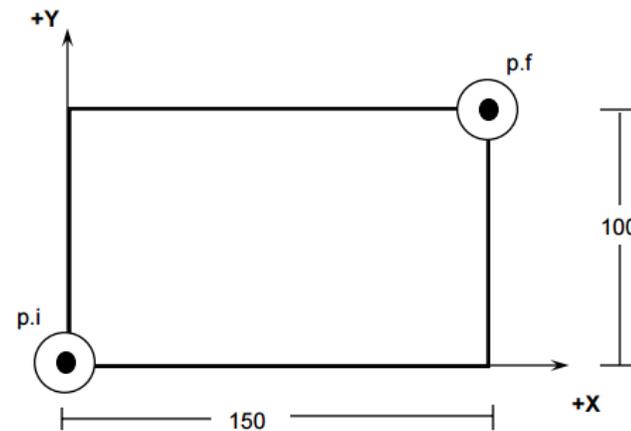
- Sistema de referencia cartesiano
- Instrucciones y parámetros identificados con una sola letra



G0 - Movimiento rápido

Formato:

G00 X__ Y__ Z__;



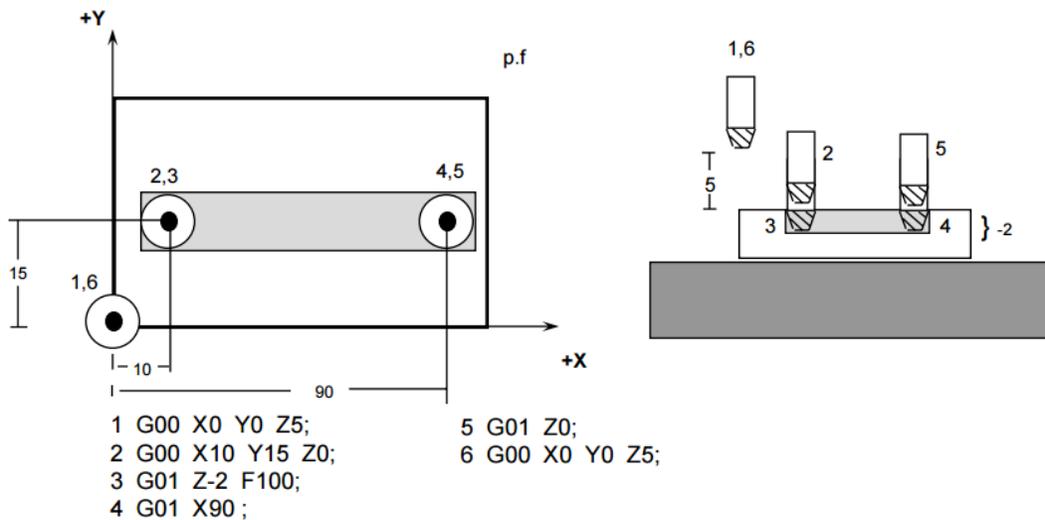
G00 X150 Y100 Z5;
G00 Z0;

Programación CNC G-code (EIA RS-274)

G1 – Interpolación lineal

Formato:

G01 X__ Y__ Z__ F__;

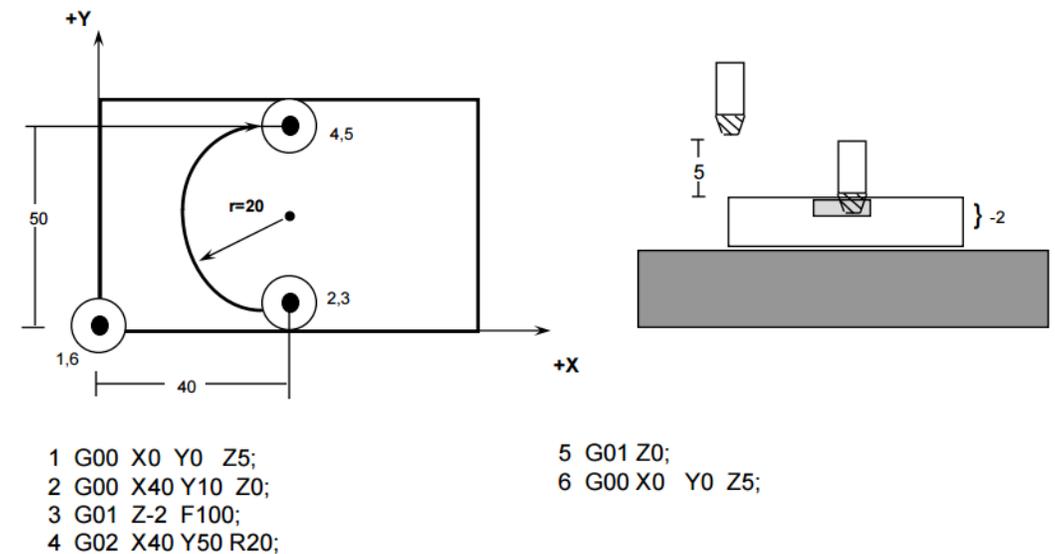


G2 – Interpolación circular CW

G3 – Interpolación circular CCW

Formato:

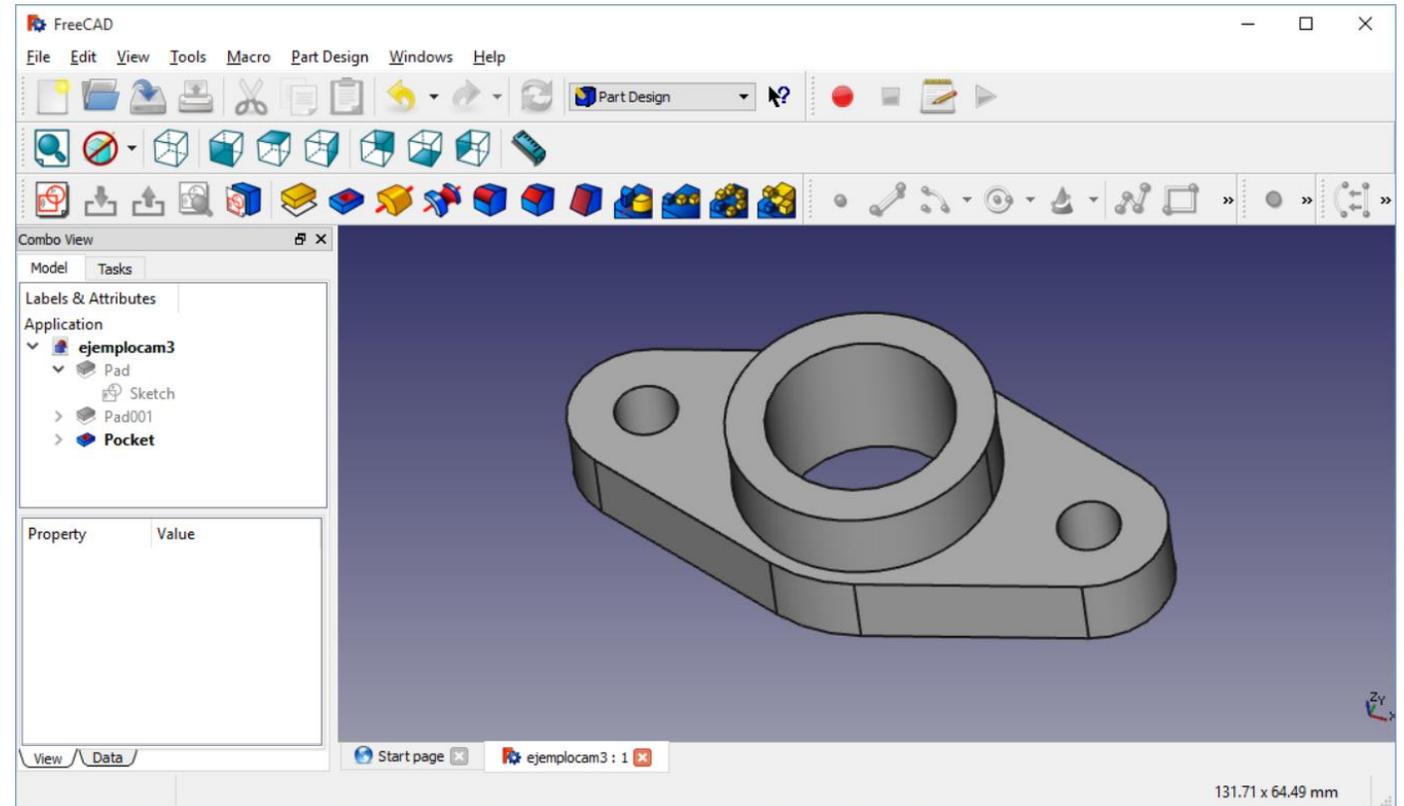
G02 X__ Y__ Z__ I__ J__ K__ R__ F__;



CAD/CAM en clase

Diseño paramétrico con FreeCAD

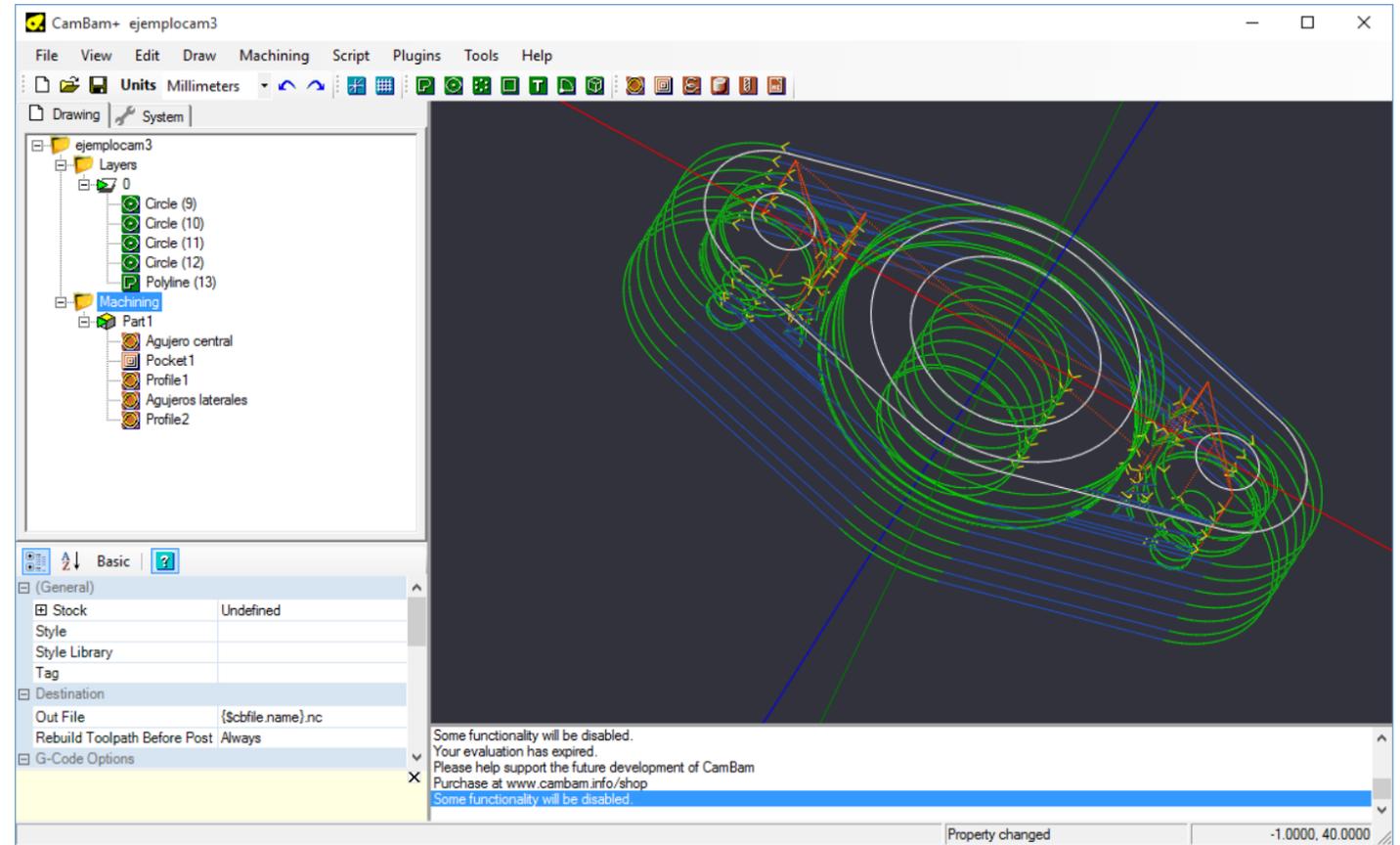
- Crea archivos FCSTD
- Exporta DXF
- Open Source
- Módulo *Path* no suficientemente desarrollado
- Preciso
- Geometrías CSG
- Programable en Python
- Modelado **paramétrico**
- Herramienta aún en desarrollo



CAD/CAM en clase

Diseño de fabricación con Cambam

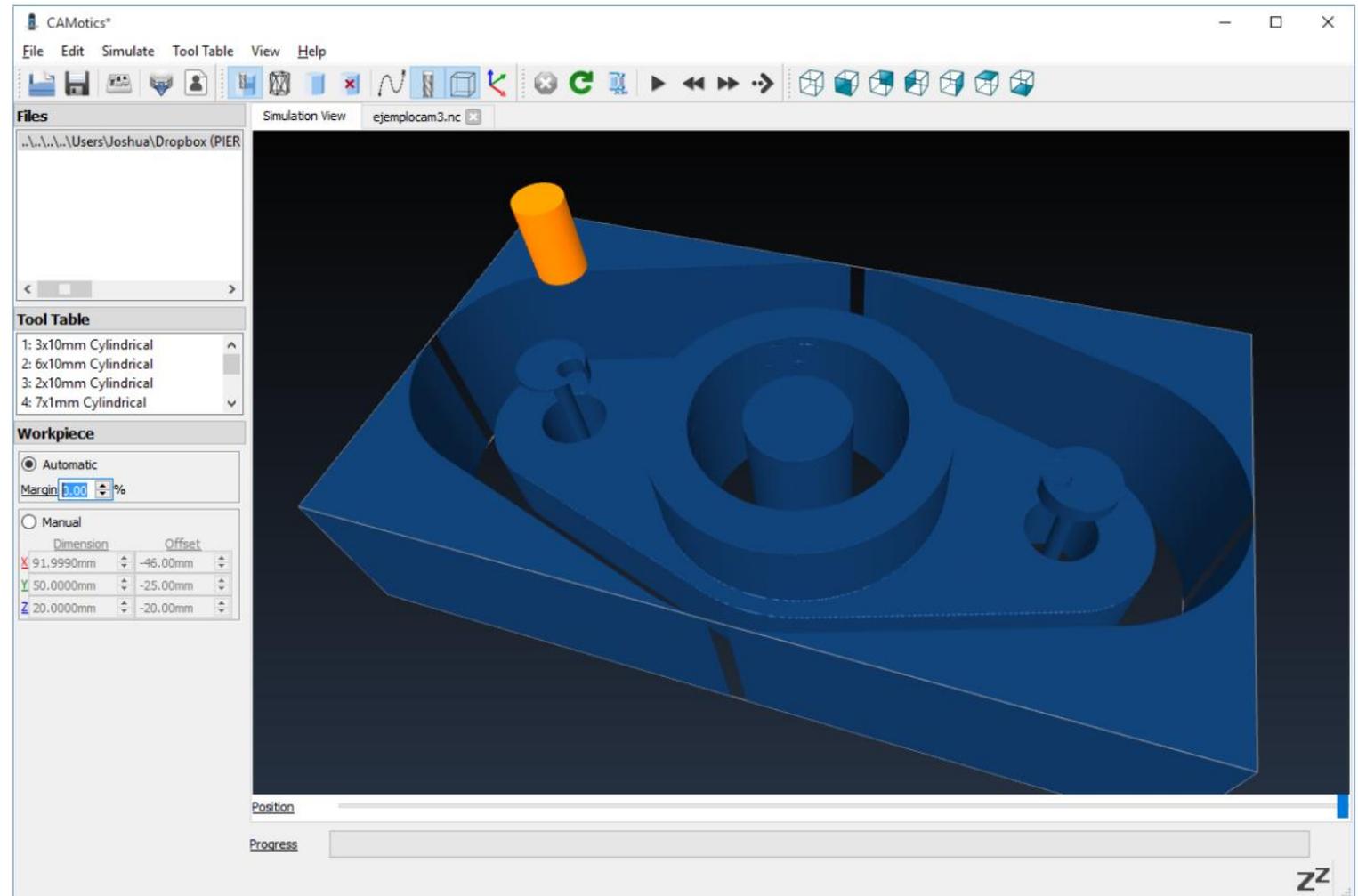
- www.cambam.info
- Modo prueba
- Importa DXF en 2D
- Genera archivos NC (código G)
- Compensa el radio de la herramienta en esta fase.
- Operaciones comunes



CAD/CAM en clase

Simulación de mecanizado con Camotics

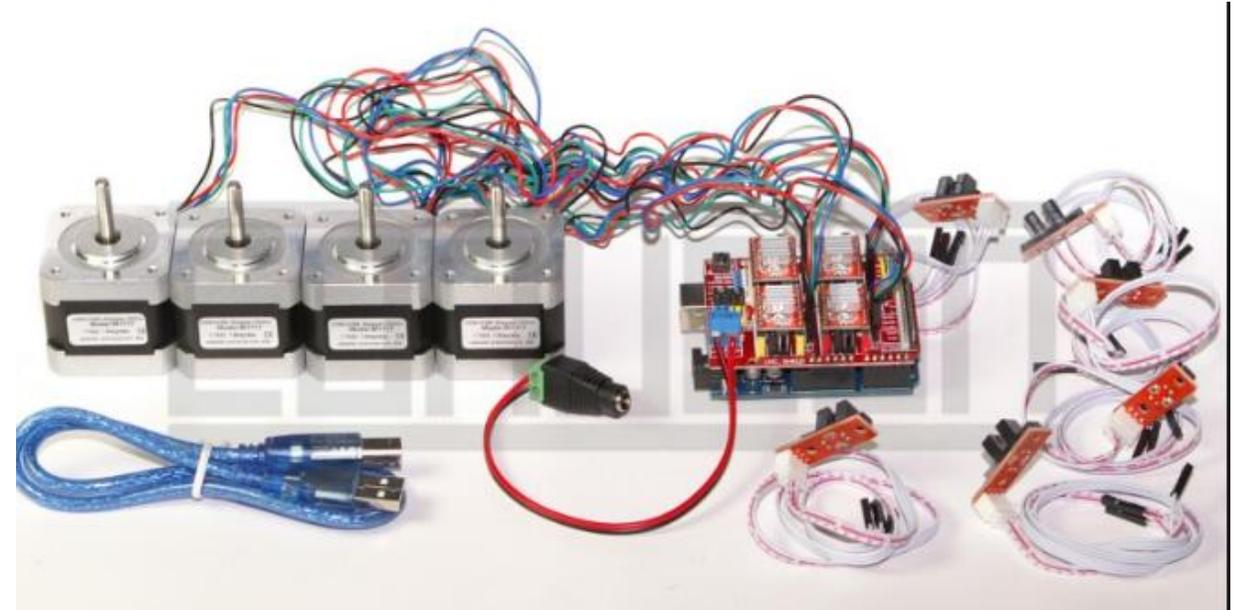
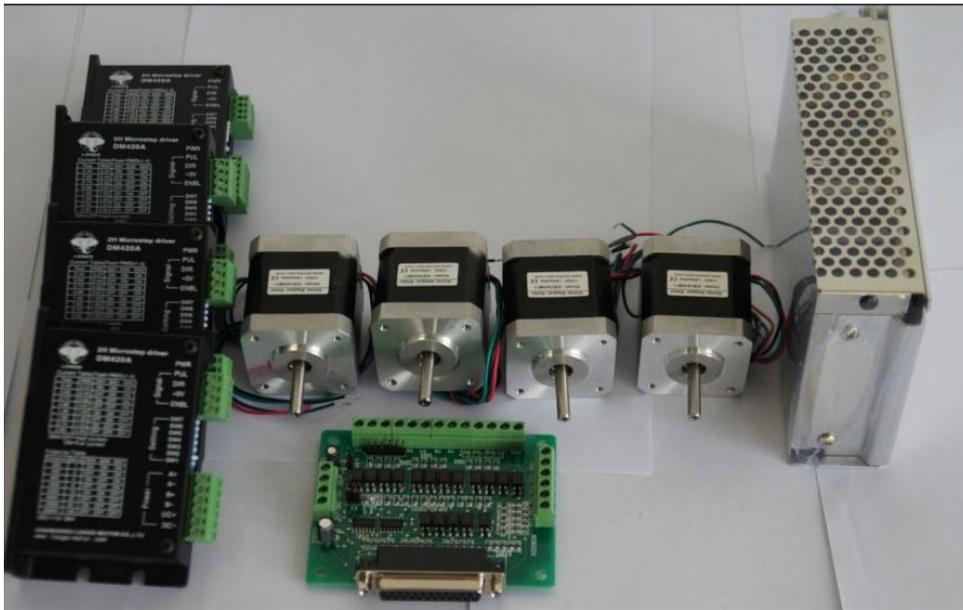
- Camotics.org
- Licencia gratuita
- Múltiples herramientas
- Fresadora CNC
- Material
- Trayectorias



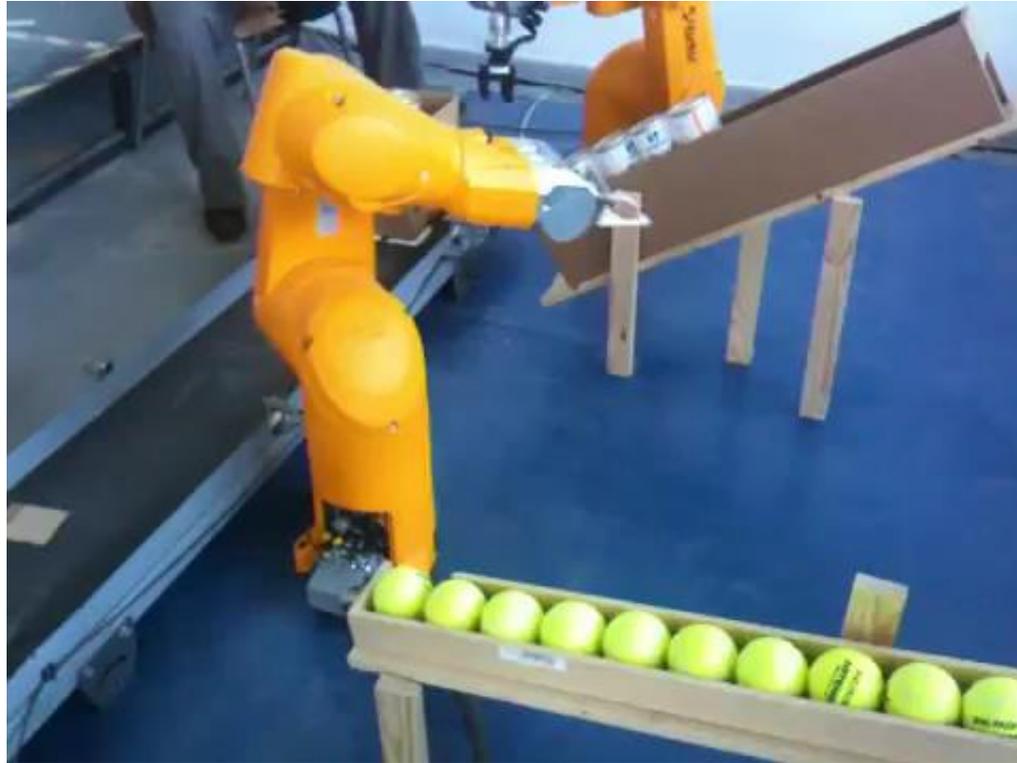
CNC DIY

Construcción CNC de bajo coste

- Motores paso a paso (Stepper) NEMA 17 + Arduino
- NEMA 23 + PC con LinuxCNC y puerto paralelo



Robots industriales



Robots manipuladores de 6 Grados de libertad (6 ejes)
Gran rendimiento.

Necesaria barrera

<https://www.youtube.com/watch?v=hLB2WuPMel0>

Funciones

- Transporte de material
- Carga y descarga de máquinas
- Mecanizado
- Empaquetado
- Paletizado
- Pintura
- Ensamblado
-

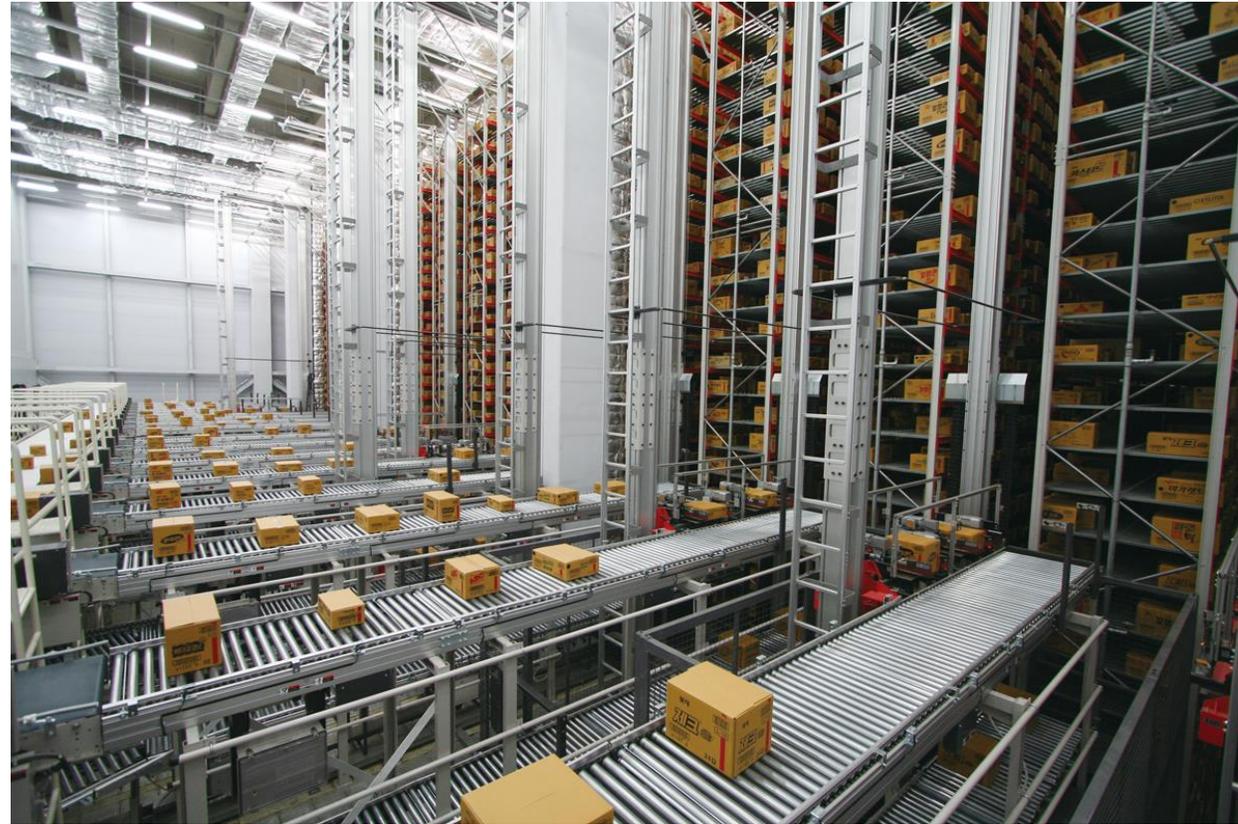
Sistemas de transporte de material

- Vehículos Guiados Automáticamente (AGV)
- Guiado por
 - Línea
 - Hilo
 - Marcas
 - Scanner Laser



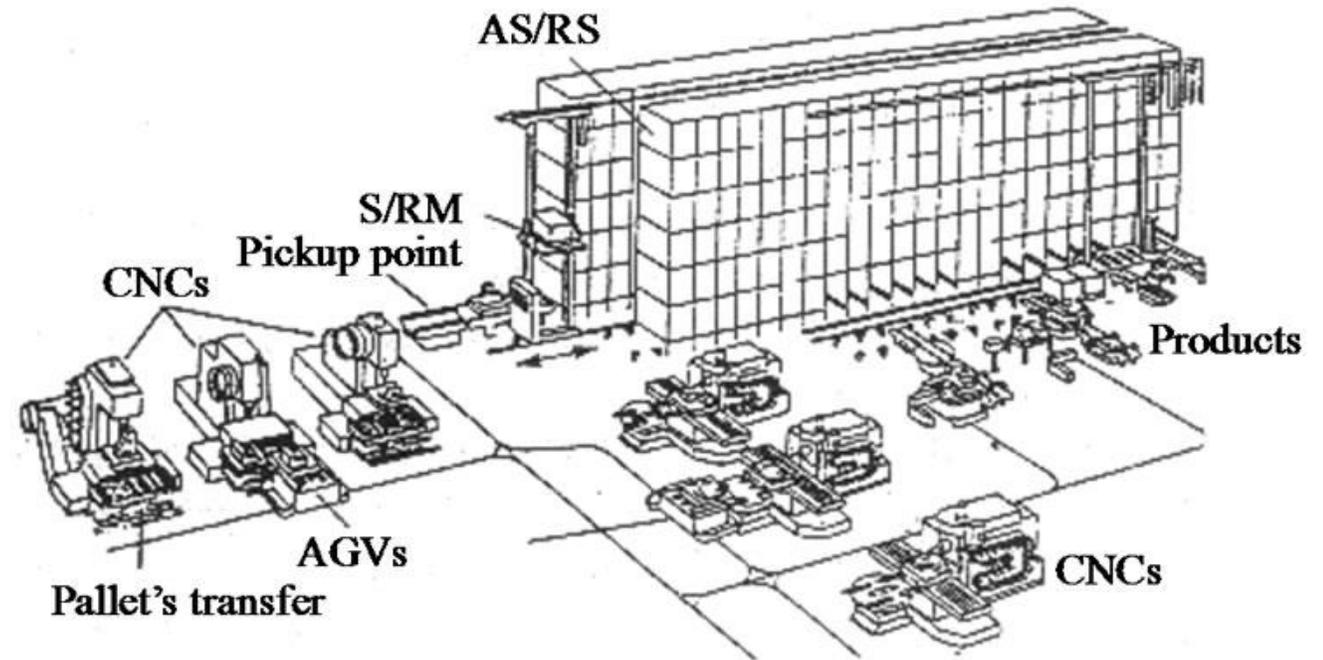
Sistemas de almacenamiento y recuperación automatizados AS/RS

- Almacena componentes, piezas, herramientas y productos.
- Planificación de la obtención de los componentes.



Sistemas de Fabricación Flexible (FMS)

- Configuración por software
- Puede fabricar distintos productos simultáneamente
- Just-in-time
- Reduce el WIP
- Completamente automático





UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA

Departamento de Ingeniería
de Sistemas y Automática

3. Industria 4.0

Habilitadores Digitales de la Industria 4.0

Conexiones inalámbricas y celulares

Big data

Robótica avanzada

Integración Hombre-Máquina

Tecnologías nuevas

Internet de las Cosas

Automatización inteligente

Cloud computing

Sistemas Ciber-físicos

Iniciativa española para la transformación de las empresas

IBM
Internet of Things &
Industrie 4.0

Global Headquarters
in Munich

Habilitadores Digitales de la Industria 4.0

- Herramientas tecnológicas con capacidad para impulsar la transformación de la industria
- Los sistemas tradicionales se enmarcaban en la pirámide de la automatización.
 - Se gestionan los procesos de forma eficiente pero aislada
- Hibridación física-cibernética
- Uso de “la nube”

Conexiones inalámbricas y celulares

- Conectan sistemas antes aislados
- Virtualizan el espacio de trabajo con plataformas de colaboración en tiempo real.
- Los objetos se conectan a internet (IoT) produciendo datos de forma masiva.
- Comunicación máquina máquina (M2M).
- Los trabajadores con dispositivos wearables también conectados.
- Tipos comunes
 - Wifi
 - Wimax, GPRS, 4G
 - Bluetooth, zigbee, zwave
 - NFC, Rfid
 - LORA
 - **5G Aplicaciones en robótica y control por su baja latencia**

Big Data

- Permite desarrollar sistemas inteligentes
- Información valiosa para la optimización de procesos
- Aumenta la inteligencia del negocio
- Información accesible a través de múltiples dispositivos y en cualquier lugar
- La información puede ser presentada de manera inmersiva sola (VR) ó superpuesta a la imagen real (AR)
- Puede compartirse en tiempo real fuera de la fábrica con la cadena de valor industrial:
 - para optimizar su funcionamiento.
 - Generar nuevos modelos de negocio basados en el valor de la información
- Riesgos de seguridad de la información asociados al uso de las redes

Robótica avanzada

- Robótica industrial
- Robots inteligentes
 - Sensores
 - Visión
 - Inteligencia artificial
- Cobots
- Aprendizaje
- Sin necesidad de programación
- Ejemplo. Robot Baxter



Robótica avanzada

Robots colaborativos

- No requieren barrera
- Sensores de fuerza
- Protección exterior blanda
- Paradas temporal
- Fallo



Robótica avanzada

Co-bots de baja potencia



Integración Hombre-Máquina

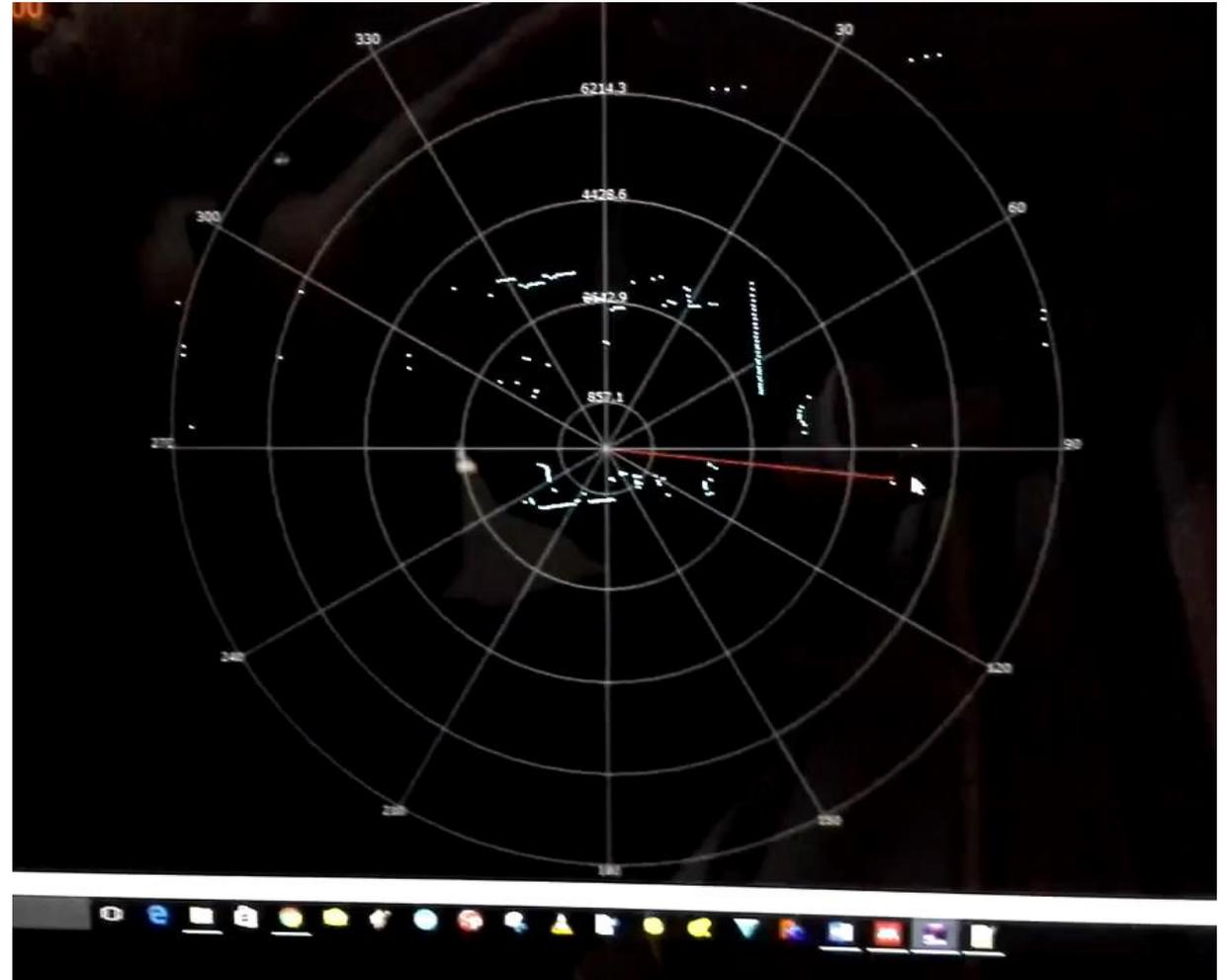
- Monitorización mediante interfaces HMI
 - Tablet, Smartphone, smartwatch, pantallas táctiles
 - Amigables
 - resistentes
- Dispositivos *wearables*.
 - Uso de VR/AR.
 - Interacción intuitiva y natural
 - No es necesario especialistas ni personal experto.
 - Reduce tiempos de formación
 - Sistemas de localización. Beacons, Gps, ...

Integración Hombre-Máquina (II)

- Interacción con robots inteligentes
 - Sensores (Visión)
 - Inteligencia artificial
- Robots “vestibles” (exoesqueletos)
 - Aumento de productividad
 - Aumento de fuerza
 - Disminución de lesiones.

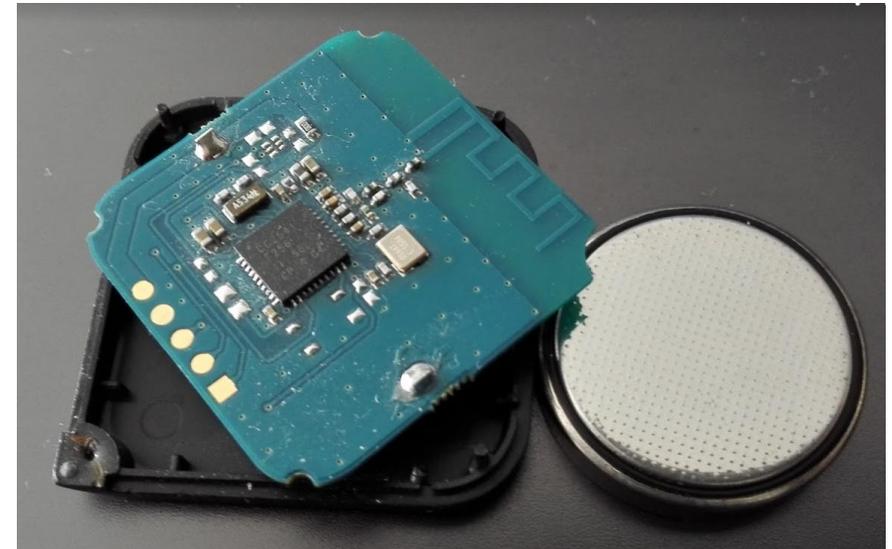
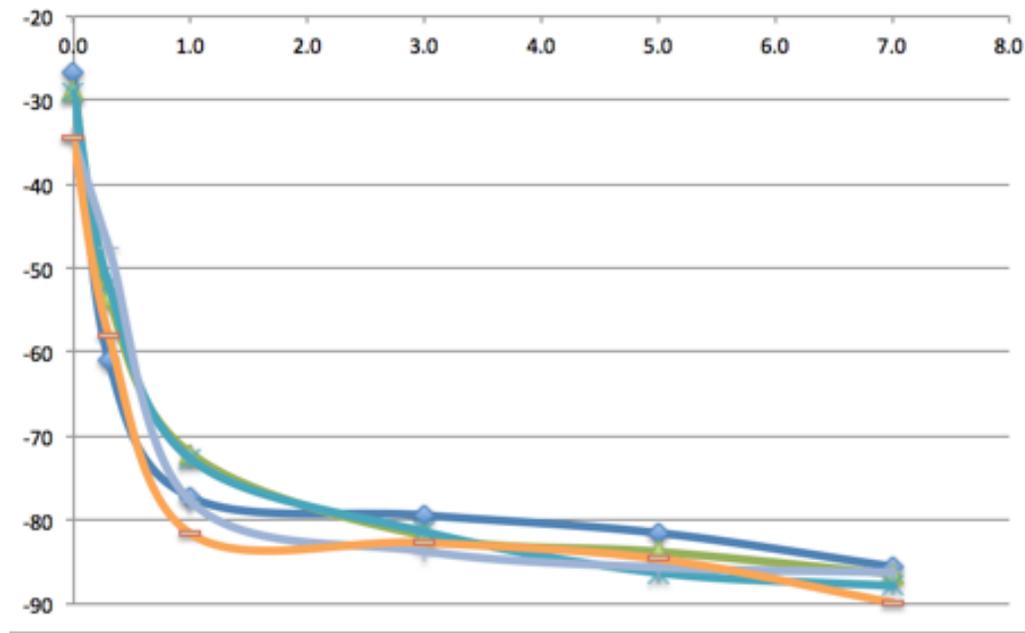


¿Cómo nos ve un sensor laser LIDAR?



Sistema de Baliza de radiofrecuencia BLE

- Distancia según atenuación de la intensidad de la señal en dBm
- Fiable hasta 1.5 m
- Triangulación pobre
- Bajo consumo (años)



Tecnologías nuevas (Realmente)

- Conexión con el sistema de ventas online para:
 - Producción bajo demanda
 - Productos personalizados
- Cliente como entidad social
 - Preferencias
 - Historia de compras
 - Obtener información de su perfil en las redes ...!!!
 - Geo-localizado
- Drones y vehículos no tripulados
 - Sistemas de reparto automático
- Otras de próxima aparición

Tecnologías nuevas

Drones de distribución de productos



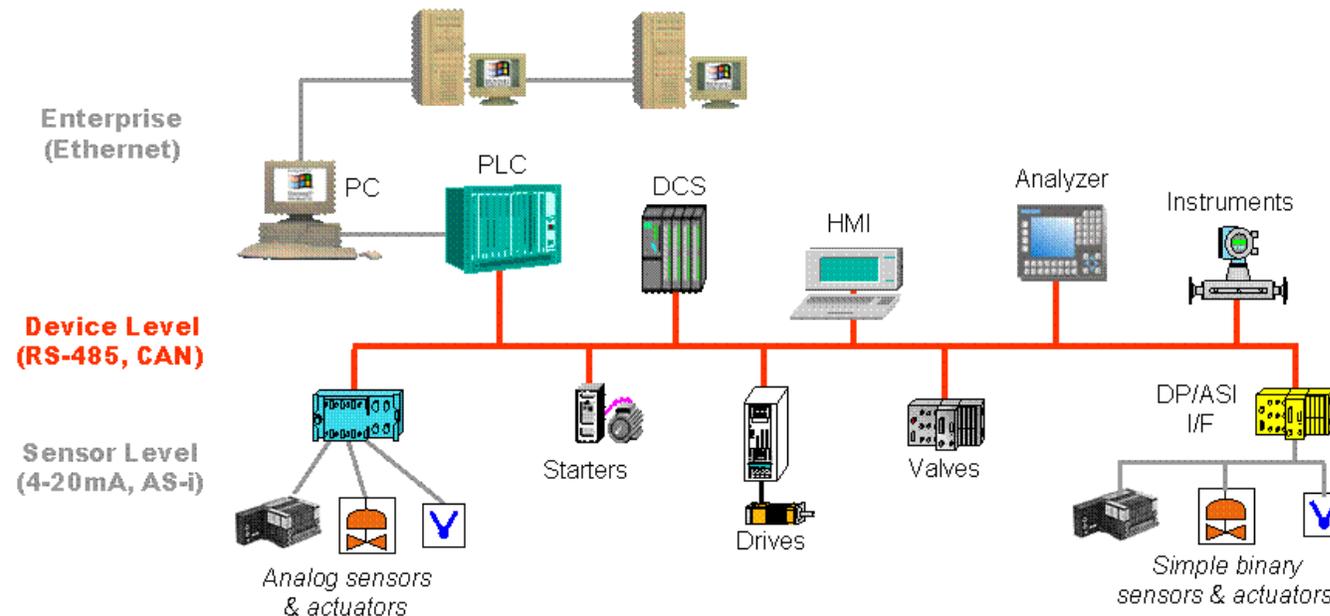
Tecnologías nuevas

Transporte autónomo terrestre de productos



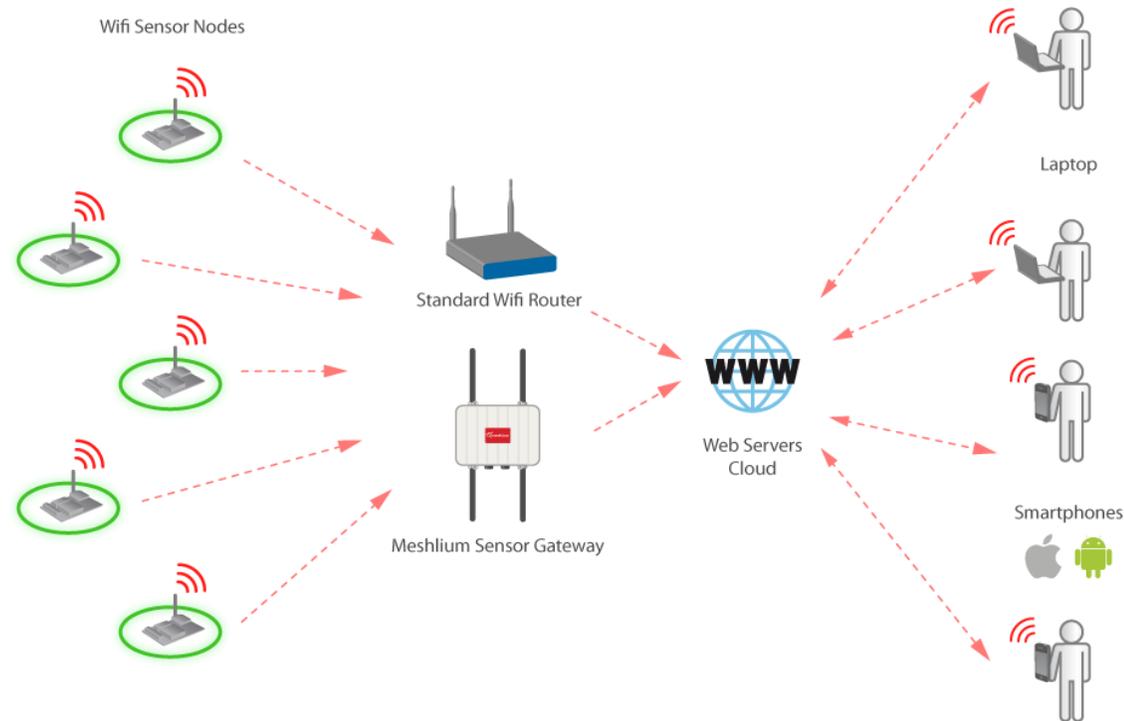
Internet de las Cosas (IoT)

- Recogida de datos tradicional:
 - Sensores y etiquetado de objetos.
 - Conexión directa al controlador
 - Flujo de información mediante un plan preconcebido previamente.



Internet de las Cosas (IoT) (II)

- IoT: Abaratamiento e integración de la electrónica permite sensores que se comunican con la red.



Internet de las Cosas (IoT) (III)

- Con IoT aparece la *Inteligencia Ambiental* aprovechando la extensión de Internet al mundo físico.
 - Captura masiva de datos rápida y precisa para optimizar los procesos industriales.
 - Ya están entre nosotros ...
 - Los datos permiten aflorar el conocimiento implícito del entorno extrayendo patrones de comportamiento relevantes para la toma de decisiones.



Internet de las Cosas (IV)

- Aplicaciones:
 - Monitorizar los procesos de producción
 - Dar trazabilidad a los productos a lo largo de **todo su ciclo de vida**
 - Analizar hábitos de consumo
- Ventajas:
 - Optimización de procesos
 - Analizar el comportamiento del producto y desarrollar servicios asociados
 - Adaptar la producción a las exigencias del mercado
 - Etc.
- Retos:
 - Necesidad de estandarización y homogeneización de los datos (evitar protocolos propietarios)
 - Ciberseguridad
- Web de las cosas: Servicios sobre los datos (W3C interpretación semántica y descubrimiento).

Internet de las cosas (V)

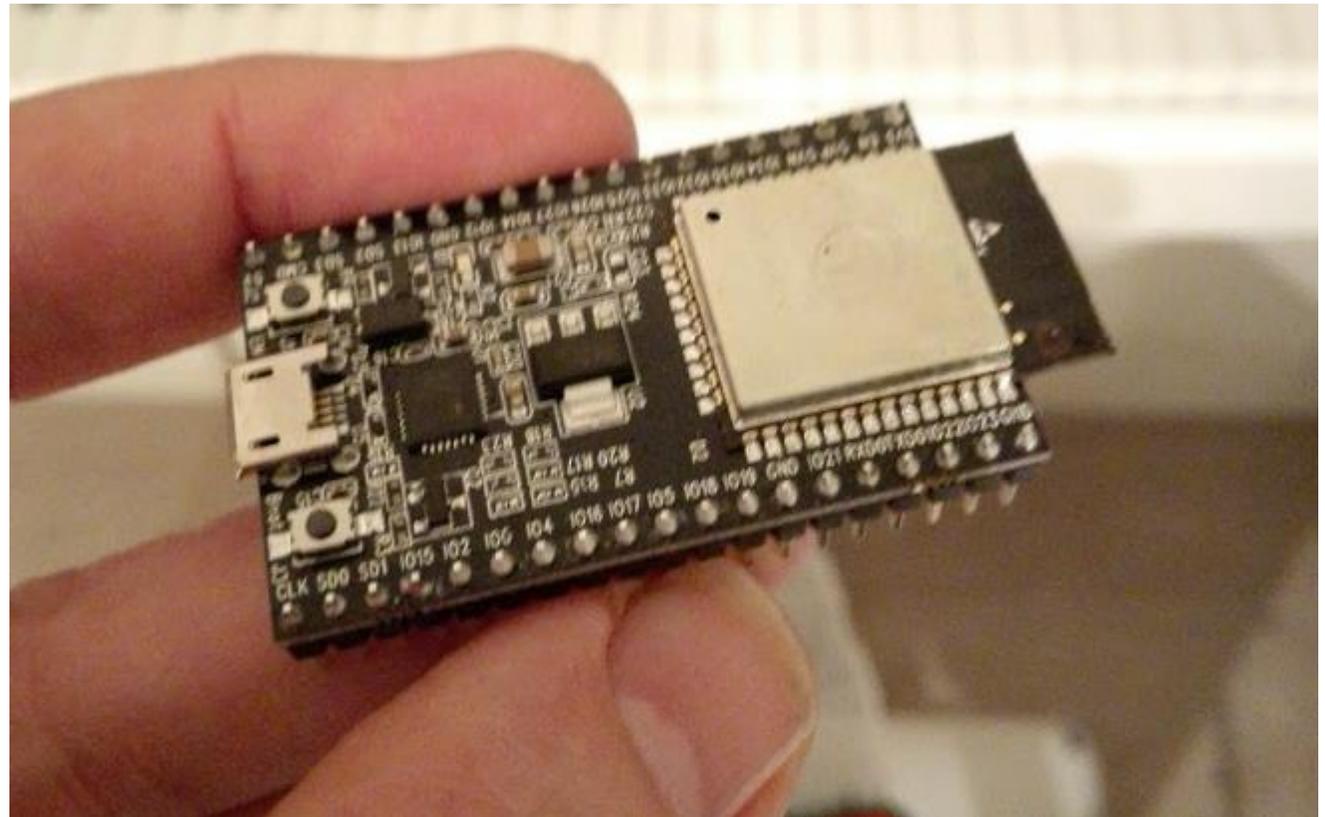
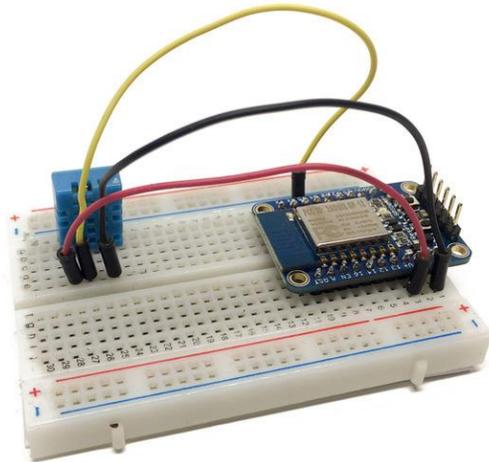
Protocolos más comunes

- REST
 - Basado en http
 - Dispositivos con API de http
 - XML
 - Servidor WEB
 - Accesible desde browser
- MQTT
 - Json
 - API ligero Publicación/subscripción
 - MQTTS para equipos sin stack TCP/IP
 - Varios niveles de QoS
 - Últimas voluntades
 - Broker (mosquito o io.adafruit.com)
 - Open source (Intel)
 - Uso de filtros para seleccionar ítems mediante Wildcards

Internet de las cosas en clase

Dispositivos para IoT

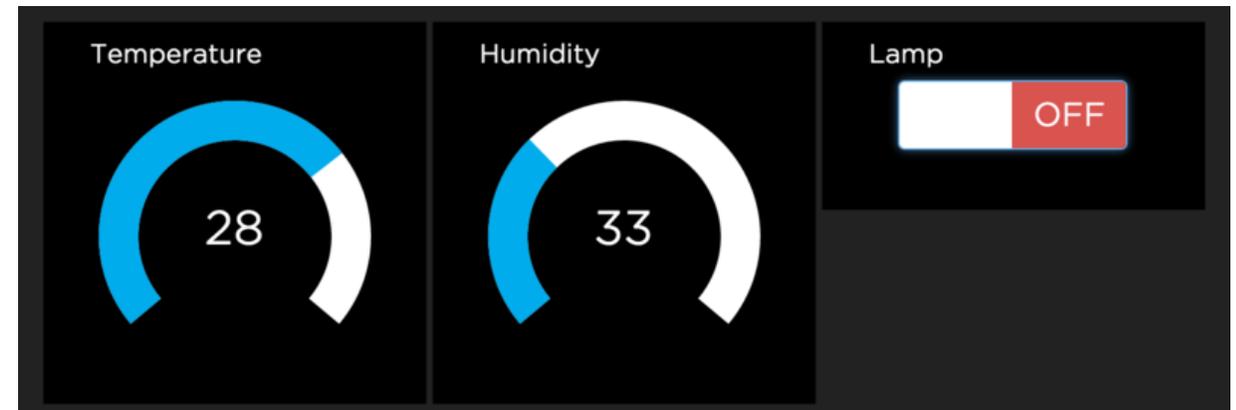
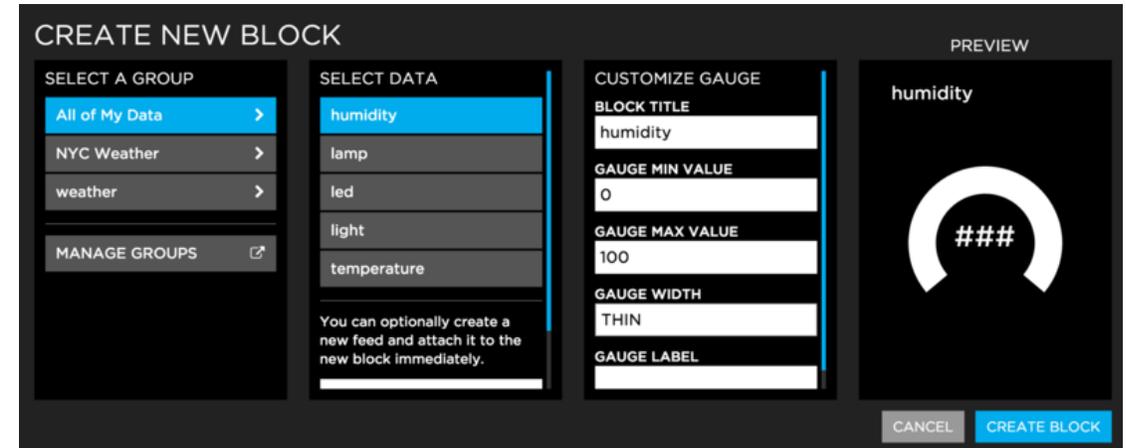
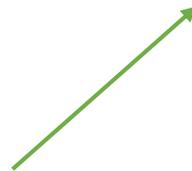
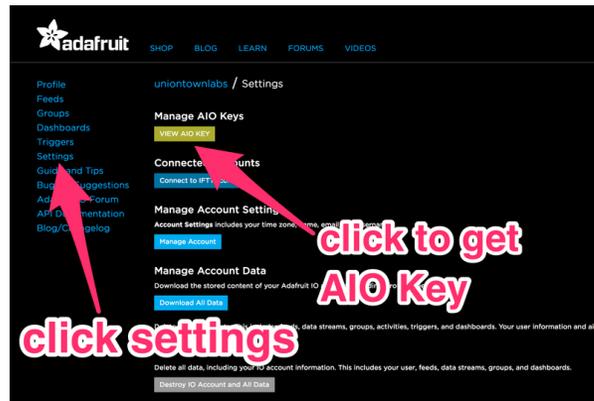
- ESP8266 Wifi, 3€
- ESP32 Wifi+Bluetooth, 12€
- Compatible Arduino
- Programables en Python



Internet de las cosas en clase

Io.adafruit.com

- [Adafruit MQTT library](#)
- <http://io.adafruit.com/>



Internet de las cosas en clase

Programación MQTT Arduino

Librerías

```
#include <ESP8266WiFi.h>
#include "Adafruit_MQTT.h"
#include "Adafruit_MQTT_Client.h"
#include "DHT.h"
```

Conexión (loop)

```
if(! mqtt.ping(3)) {
  // reconnect to adafruit io
  if(! mqtt.connected())
    connect();
}
```

Subscripción

```
const char LAMP_FEED[] PROGMEM = AIO_USERNAME "/feeds/lamp";
```

```
mqtt.subscribe(&lamp);
```

Publicación

```
const char TEMPERATURE_FEED[] PROGMEM = AIO_USERNAME "/feeds/temperature";
```

```
if (! temperature.publish(temperature_data))
  Serial.println(F("Failed to publish temperature"));
else
  Serial.println(F("Temperature published!"));

if (! humidity.publish(humidity_data))
  Serial.println(F("Failed to publish humidity"));
else
  Serial.println(F("Humidity published!"));
```

```
while (subscription = mqtt.readSubscription(1000)) {

  // we only care about the lamp events
  if (subscription == &lamp) {

    // convert mqtt ascii payload to int
    char *value = (char *)lamp.lastread;
    Serial.print(F("Received: "));
    Serial.println(value);

    // Apply message to lamp
    String message = String(value);
    message.trim();
    if (message == "ON") {digitalWrite(lamp_pin, HIGH);}
    if (message == "OFF") {digitalWrite(lamp_pin, LOW);}

  }
}
```

Automatización inteligente

- Automatización Industrial.
 - Reducir la intervención humana en tareas repetitivas, peligrosas o de esfuerzo físico.
 - El humano se dedica a tareas de mayor valor añadido.
 - Utiliza sensores (Temperatura, presión, ...) y actuadores.
- IoT multiplica el número de elementos generando y consumiendo información. La comunicación es más precisa.
- Inteligencia artificial implica aprendizaje.
- Automatización inteligente.
 - Máquinas que predicen fallos,
 - Evitan riesgos,
 - ajuste y mantenimiento automático.

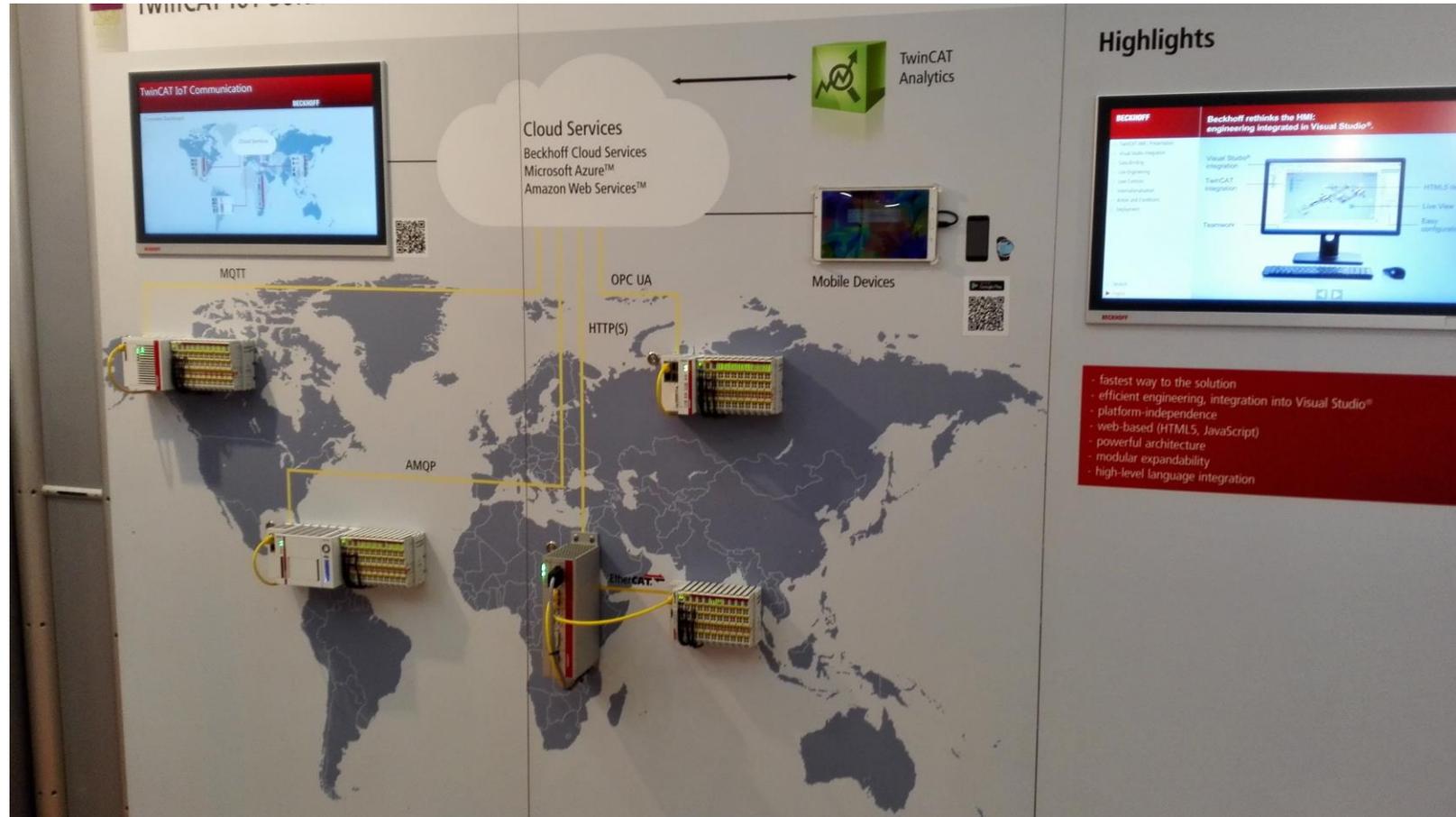
Procesamiento en la nube (Cloud Computing)

- Servicios que un operador presta a través de internet con independencia de su ubicación física.
- El software, la plataforma y la infraestructura dejan de ser recursos propios y pasan a ser servicios.
 - Flexibilizando el consumo y sus costes.
 - Consumidos desde cualquier dispositivo y ubicación
 - La inversión en adquisición de equipos se convierte en gastos de funcionamiento.
 - No requiere lugar físico ni personal de mantenimiento. Reducción de costes y tiempo de puesta en marcha de operación
 - Se externalizan procesos que no son el objeto de la empresa
 - Uso más eficiente de la energía y del papel

Cloud Computing (III)

- Control de la cadena de valor
 - Participación del cliente en la fase de diseño
 - Favorece la planificación eficiente
 - Reduce costes
 - Monitorización continua permite detectar áreas de mejora o ahorro
 - Reduce tiempos de respuesta a nuevas peticiones de producción
 - Acceso permanente a datos actualizados en tiempo real
- Redes de fabricación inteligente y fomento de la colaboración eficaz

Soluciones Cloud Computing de Beckhoff

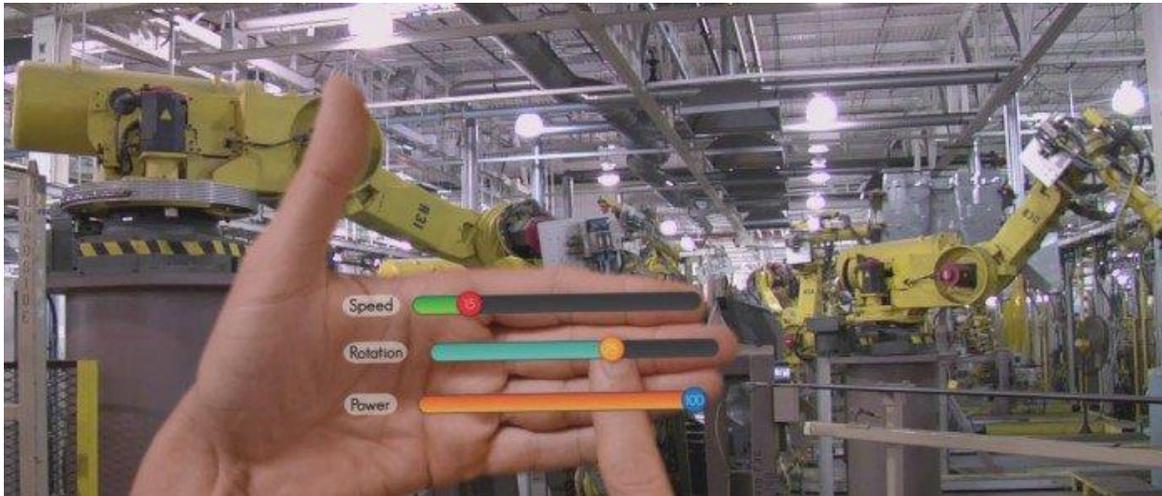


Realidad Aumentada en la industria

- Mezcla elementos físicos y virtuales en un mismo entorno
- Superposición de información digital sobre la imagen real del entorno en el que el usuario se desenvuelve (Pokemon Go)
- Utilidad:
 - Reducir tiempos de formación
 - Facilitar tareas complejas de mantenimiento al mostrar instrucciones sobre el campo de visión del operario mientras que interacciona con la máquina.
 - Saber dónde se encuentra la salida libre de peligro en caso de accidente industrial (Reducción de riesgos).
 - Cruzar datos de distintas ubicaciones.

Realidad Aumentada en la industria

- Google glass
- Superposición de imagen en las gafas
- See-through
- Cámara
- Gesture control

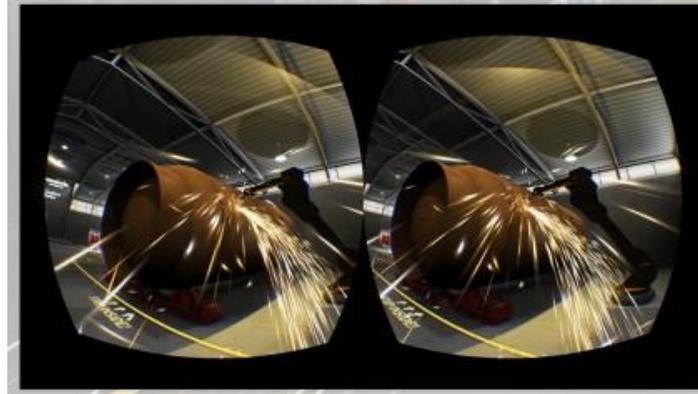


Realidad Virtual en la industria

- Se genera un entorno que sustituye completamente a la realidad física.
- Interacción natural con un entorno virtual.
- Simulación
- Entornos que se experimentan como realidad
- Facilita los procesos de aprendizaje
- Reduce costes de desarrollo de producto.
 - Experimentando su uso antes de fabricarlo físicamente.
 - Cambios del diseño sin costes materiales
- Uso extremadamente fácil por personal no cualificado.
- Interacción avanzada

Realidad Virtual en la industria (II)

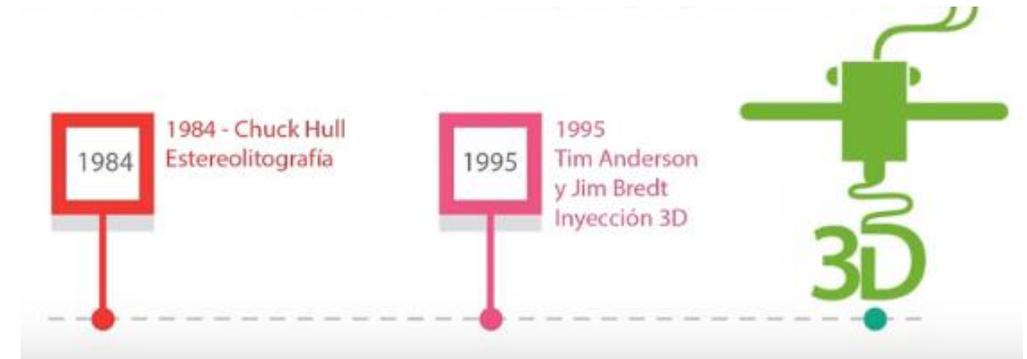
- Solo display
 - HTC vive
 - Oculus Rift
- Diferentes tipos de localizadores
- Otras basadas en teléfonos móviles para entretenimiento



Habilitadores Digitales de la Industria 4.0

Impresión 3D y Fabricación Aditiva (I)

- Antes de la Impresión 3D, técnicas de fabricación de objetos
 - Sustracción, Flexión, Fundición, Amoldamiento
 - Efectivas pero costosas
 - Generadoras de residuos
- Fabricación aditiva
 - Estereolitografía
 - Inyección 3D
- No suelen ser consideradas válidas para producto final
 - Calidad
 - Materiales
 - Tiempo de fabricación
 - Prototipado rápido



Habilitadores Digitales de la Industria 4.0

Impresión 3D y Fabricación Aditiva (II)

- Proceso de impresión 3D
 - Diseño digital 3D (CAD) / Escaneado 3D (*Reverse Engineering*)
 - Creación del programa de fabricación (CAM)
 - Impresión por capas
- Ventajas
 - No hay residuos de material desechable (virutas, recortes,)
 - Prototipo rápido (No necesita *tooling*)
 - Mínimos costes de producción
 - Modificación del diseño fácil

Habilitadores Digitales de la Industria 4.0

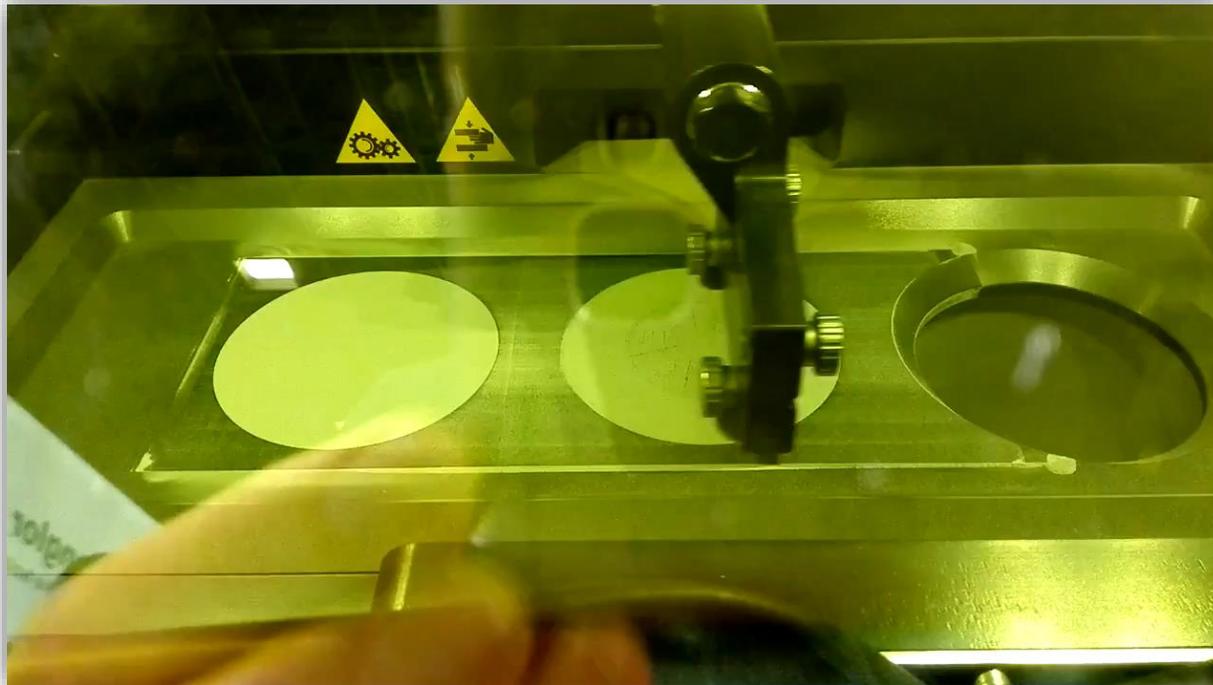
Impresión 3D y Fabricación Aditiva (III)

- Aplicaciones
 - Moldes
 - Prototipos
 - Prótesis médicas
 - Moda
 - Joyas
 - Comida, casas, ...



Impresión 3D y Fabricación Aditiva (IV)

- Sinterizado de metal mediante laser
 - Más libertad de fabricación
 - Reducción de material en piezas de aeronáutica

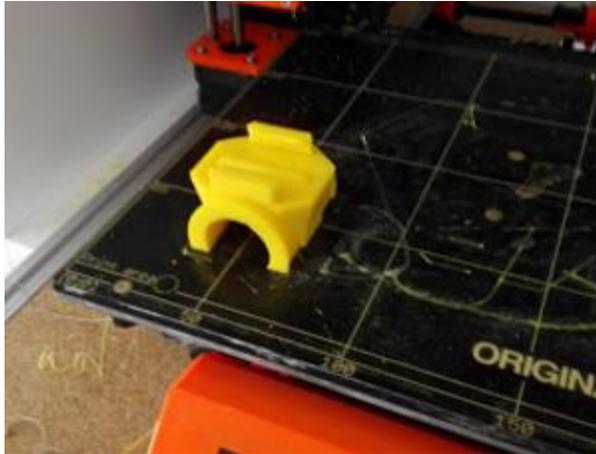


Impresión 3D y Fabricación Aditiva (V)

- Nuevos modelos de negocio basados en la adaptación del producto al cliente final. No hay *tooling*. Cada pieza puede ser diferente.
 - Producto Personalizable
 - Complejidad geométrica
 - Serie corta
- Fabricación (más) flexible
- Individualización masiva del producto

Impresión 3D FDM en ABS

- Resistencia
- Temperatura



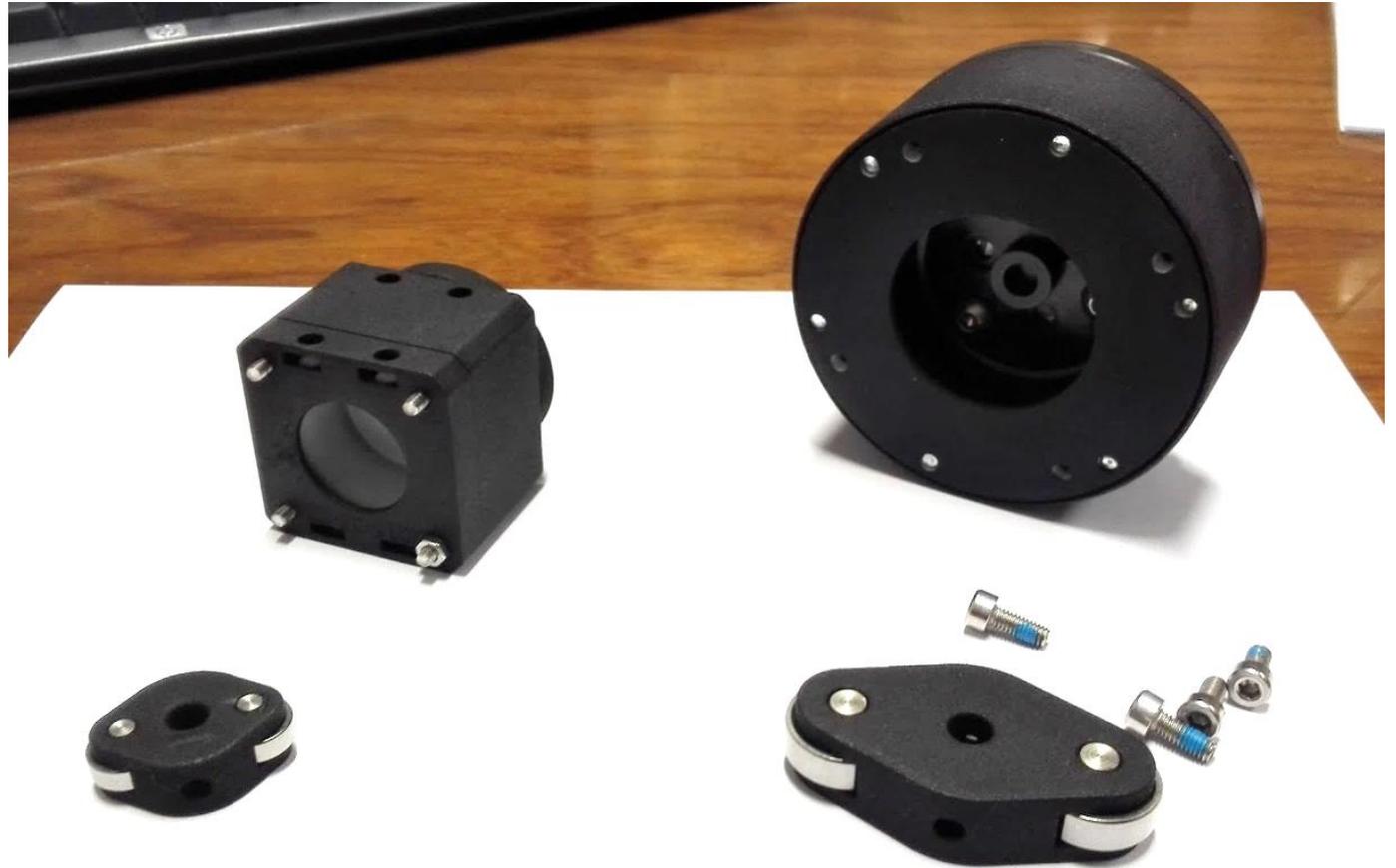
Impresión de metamateriales y elastómeros

- Estructuras deformables creadas mediante el diseño de la pieza o de su impresión
- Materiales elásticos



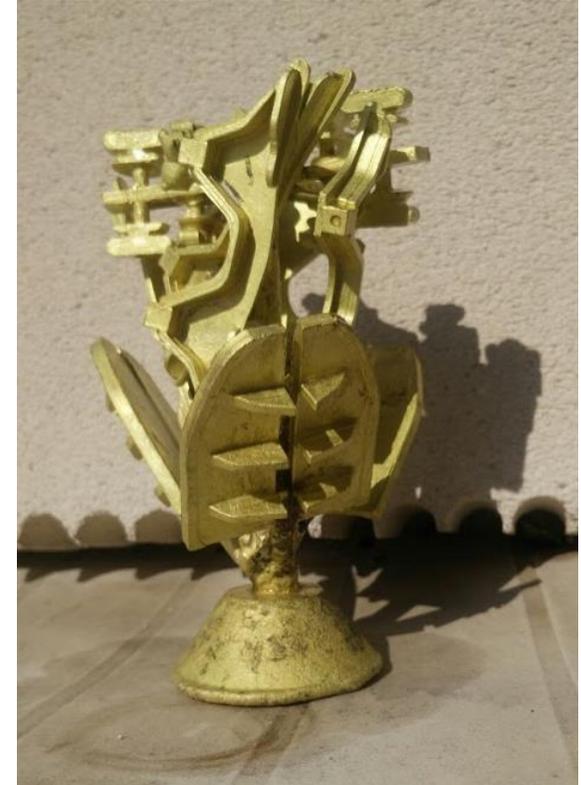
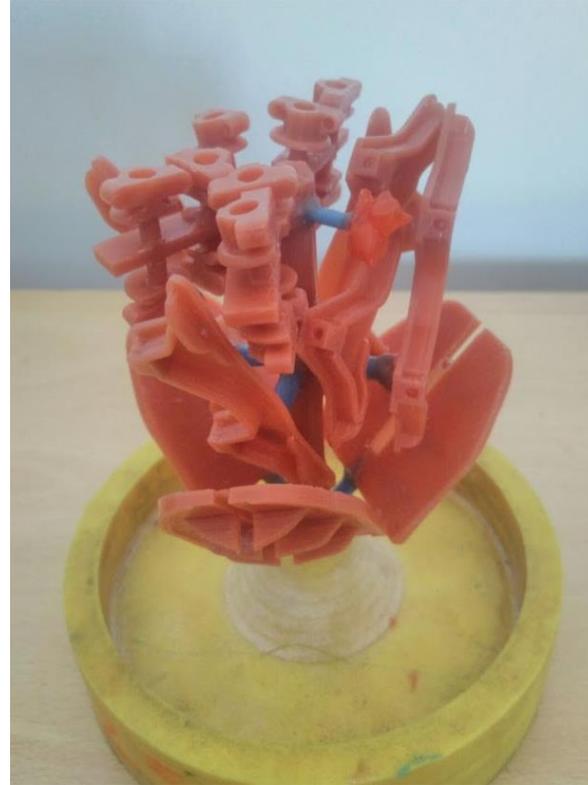
Sinterizado de poliamida

- Aplicaciones comerciales en la actualidad
- Series cortas



Impresión de modelos para fundición con resina perdida

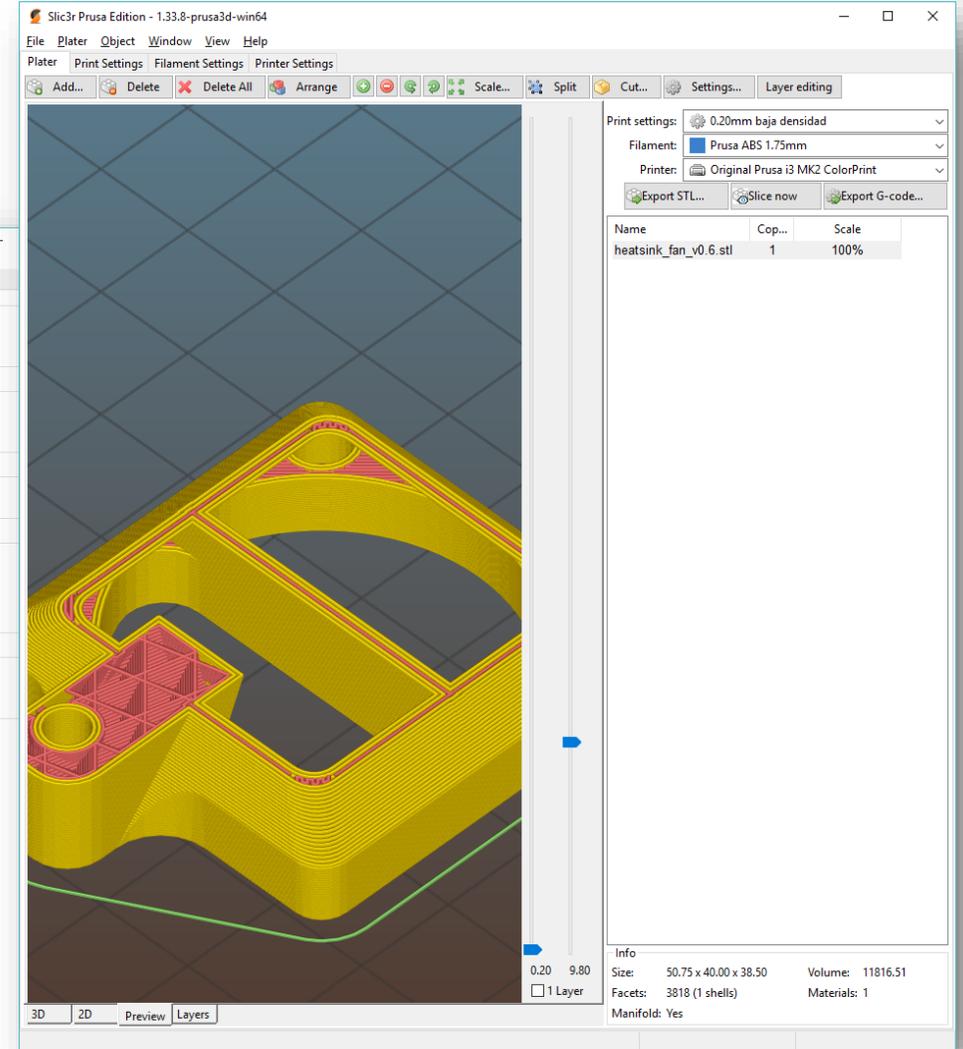
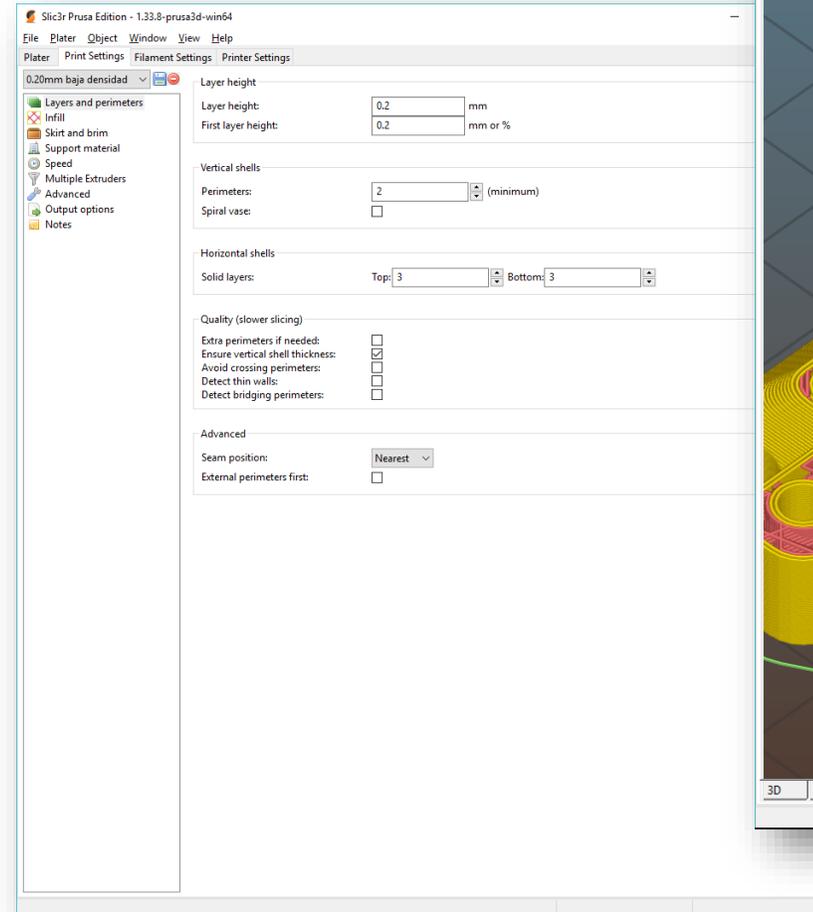
- Resina calcinable
- Impresión SLA



Impresión 3D en clase

Uso de CAM (Slicer, CURA)

- Importar archivos STL
- Seleccionar los parámetros deseados de impresión (altura de capa, ...)
- Establecer los parámetros de la impresora (boquilla, filamento,...)
- Generar archivo de código G (Gcode)



Impresión 3D en clase

Demostración de impresión 3D FDM

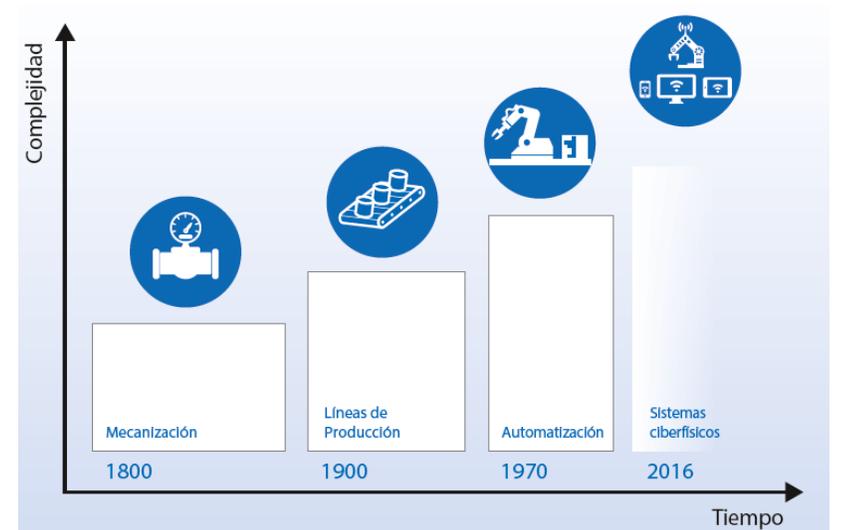
- Stratasys uPrint
- Lulzbot TAZ5
- BCN3D sigma (doble extrusor)
- Prusa MK2
- Otras reprop



Sistemas Ciber-Físicos (CPS)

*“En el futuro, las empresas establecerán redes globales que integrarán maquinaria, sistemas de almacenamiento e instalaciones de fabricación en el formato de "Sistemas ciberfísicos" (Cyber-Physical Systems, CPS). En el entorno de fabricación, estos **Sistemas ciberfísicos** engloban máquinas inteligentes, sistemas de almacenamiento e instalaciones de producción capaces de intercambiar información de manera autónoma, iniciar acciones y controlarse entre sí de forma independiente. Así se facilitarán mejoras fundamentales en los procesos industriales implicados en la fabricación, la ingeniería y el uso de materiales, así como en la gestión de la cadena de suministro y la cadena de ciclo de vida.”*

OMRON lo asume como la industria 4.0



Ejemplo de CPS

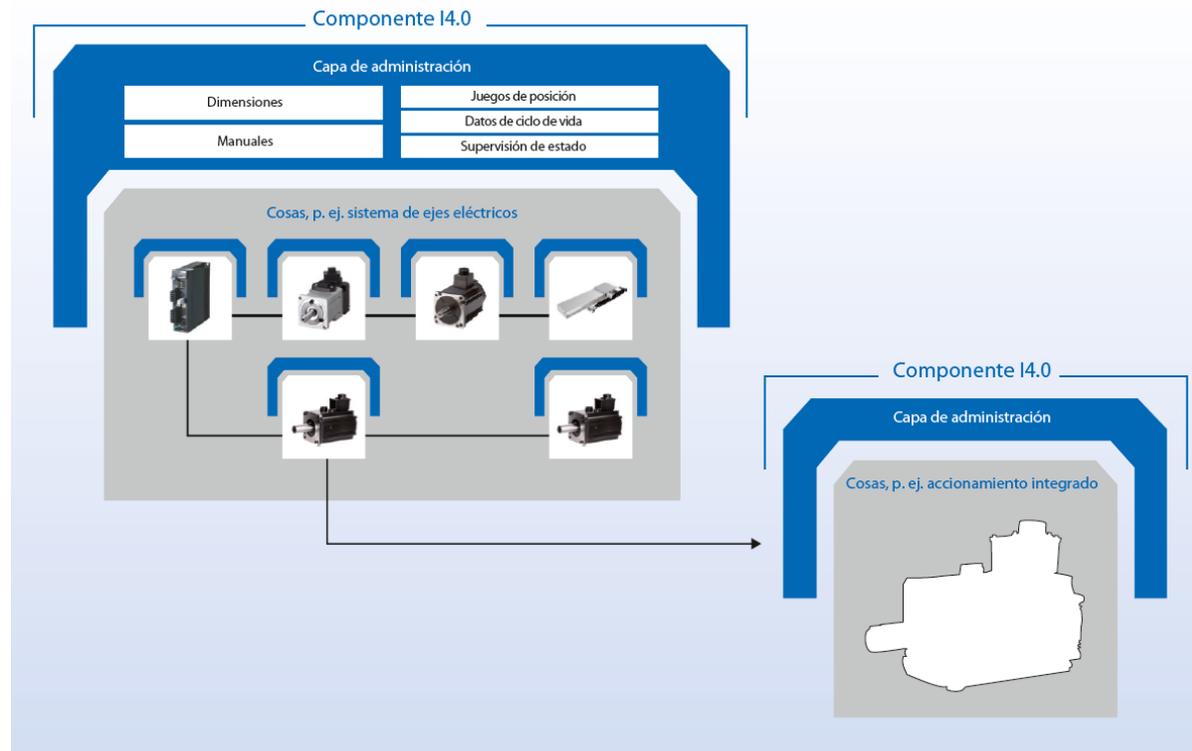
Podemos considerar el relé combinado con su representación virtual digital como un ejemplo de un sencillo sistema ciberfísico (CPS) o el tipo de “componente de Industria 4.0” más simple.



- En la jerga de Industria 4.0, esta representación virtual se conoce como la **capa de administración** del dispositivo físico correspondiente (componente de Industria 4.0).

Sistemas Ciber-Físicos (CPS)

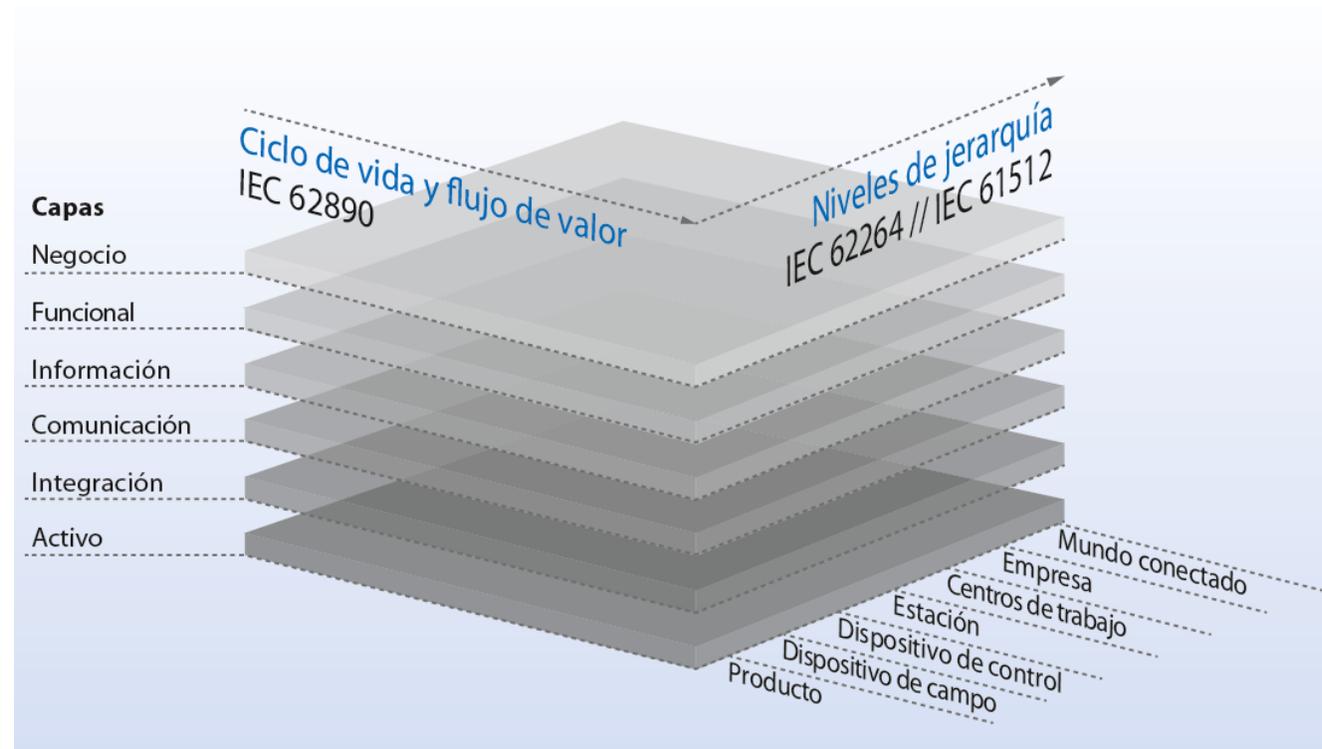
Los componentes simples se pueden anidar de manera **jerárquica** en componentes más complejos de alto nivel, como por ejemplo, una máquina o la línea de producción completa.



Sistemas Ciber-Físicos (CPS)

Arquitectura RAMI4.0

- El estándar Reference Architecture Model Industrie 4.0 (RAMI4.0) se creó en 2015 para abarcar todos los aspectos del desarrollo y definir un modelo de aplicación en el conjunto de la empresa, hasta el nivel de los dispositivos individuales.



Sistemas Ciber-Físicos (CPS)

Arquitectura RAMI4.0

- Eje de “capas”
 - Composición estructural de las propiedades en una línea de fabricación o una máquina.
- Eje de “niveles de jerarquía”
 - Representa funcionalidades en la planta o las empresas.
 - Para lograr una vista holística, se han añadido "Producto" y "Mundo conectado".
- Eje “Ciclo de vida y flujo de valor”
 - Este eje representa el ciclo de vida completo de los productos o las plantas.
 - Se ha completado con la definición de “tipos” e “instancias” para permitir un uso totalmente ampliable del concepto de “componente de Industria 4.0”.

Iniciativa española para la transformación de las empresas



www.industriaconectada40.gob.es/Paginas/Index.aspx

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE ECONOMÍA, INDUSTRIA Y COMPETITIVIDAD

INDUSTRIA CONECTADA 4.0

INICIO INDUSTRIA 4.0 HABILITADORES DIGITALES PLAN DE ACTUACIÓN COLABORADORES

INDUSTRIA CONECTADA 4.0

INDUSTRIA CONECTADA 4.0

Los nuevos desarrollos tecnológicos, la hiperconectividad y la globalización de la economía están planteando importantes oportunidades y retos a nuestra economía. La industria también debe abordar estas oportunidades y retos, para evolucionar y posicionarse como **un sector fuerte, competitivo y de referencia internacional.**

FINANCIACIÓN A LOS PROYECTOS DE DIGITALIZACIÓN

Se publica la convocatoria de la línea de apoyo financiero a las empresas industriales para acometer su proceso de transformación digital en el marco de la iniciativa Industria Conectada 4.0.

MÁS INFORMACIÓN →

ASESORÍA PERSONALIZADA PARA PYMES

En septiembre de 2016 se ha puesto en marcha este servicio piloto de asesoría personalizada que tiene como objetivo dar a conocer a la PYME, de manera individualizada, su grado de madurez tecnológica para acometer el proceso de transformación digital de su compañía. El informe final incluirá una hoja de ruta con las medidas prioritizadas que la empresa debe acometer para alcanzar sus objetivos.

hada
HERRAMIENTA DE AUTODIAGNÓSTICO DIGITAL AVANZADA

IR A LA HERRAMIENTA

CONTENIDOS FORMATIVOS
Conoce las oportunidades que te ofrece la Industria 4.0.

DESCARGAR INFORME
Industria conectada 4.0

PDF ó EBOOK

COMENZAR

4. Conclusiones

- Se ha repasado el estado de los sistemas de automatización tradicional (3.0)
- Se han presentado casos prácticos para docencia en asignaturas de fabricación.
- Se han presentado las tecnologías que hacen posible el cambio en la industria
- Se han mostrado el concepto de CPS como ejemplo de hibridación física-cibernética como elemento de construcción de las fábricas del futuro
- No obstante, el objetivo de estos medios no es más que mejorar el proceso productivo. Las tecnologías y métodos presentados no son un fin en sí mismos.

Iniciativa española para la transformación de las empresas

- <http://www.industriaconectada40.gob.es>
- Videos
<https://www.youtube.com/watch?v=eUDEJpBqZhA&list=PLapjNZJlttkvS2G7j8elgmud3gXhsdM9z>