

# PRÁCTICA 4

## CONTROL DE UN PROCESO INDUSTRIAL

## Objetivo

El objetivo de esta práctica es realizar el control mediante un autómatas de un proceso industrial (maqueta de fabricación flexible). Se cuenta con diferentes maquetas:

- Alimentador de piezas por gravedad
- Manipulador electroneumático
- Módulo de reconocimiento
- Cinta transportadora

El objetivo es que el alumno programe los 4 autómatas encargados de gobernar cada una de las maquetas de forma independiente al resto. Para ello deberá leer atentamente los apartados 1, 2, 3 y 4 de esta memoria y programar el proceso descrito. **En cada uno de estos apartados se describe el funcionamiento que debe tener cada maqueta, de forma independiente al resto.** En el apartado 1 se presenta el manipulador electroneumático. En el apartado 2 se describe el módulo de reconocimiento y medición de piezas. En el apartado 3 se presenta la cinta transportadora. Finalmente, en el apartado 4 se muestra el alimentador de piezas por gravedad.

Cada maqueta estará conectada a un PLC, que, a su vez, estará conectado a un PC. Los alumnos desarrollarán su programa y lo comprobarán en su PC. A continuación, por turnos, los alumnos probarán y depurarán el programa en el PC correspondiente.

Finalmente, y cuando todos los alumnos hayan podido controlar las 4 maquetas, se desarrollará un proceso sincronizando los 4 módulos. **El proceso que involucra las 4 maquetas se describe en el apartado 5.**

## Normas de seguridad básicas

Las maquetas que se presentan tienen como objetivo simular un sistema de producción a una escala más pequeña. Se manejarán sensores y actuadores típicamente presentes en cualquier sistema industrial. En cualquier caso, el alumno deberá prestar gran atención y observar las siguientes normas:

- Mantenerse alejado de la maqueta cuando el equipo está activado o realizando un movimiento. Se debe tener especial cuidado con los **cilindros neumáticos** y **mantener las manos alejadas** de estos cuando realicen cualquier movimiento.
- Se deberá tratar con cuidado las conexiones (p.e. no conectar entradas de la maqueta con salidas, **no cortocircuitar pines...** etc.)
- Antes de realizar cualquier conexión, se deberá desconectar la alimentación de la maqueta y únicamente conectarla cuando estemos seguros de que están bien.
- **Se recomienda comprobar las conexiones con el profesor responsable del laboratorio.**
- Si se tiene cualquier duda: ¡preguntad al profesor!

## **TAREAS A REALIZAR**

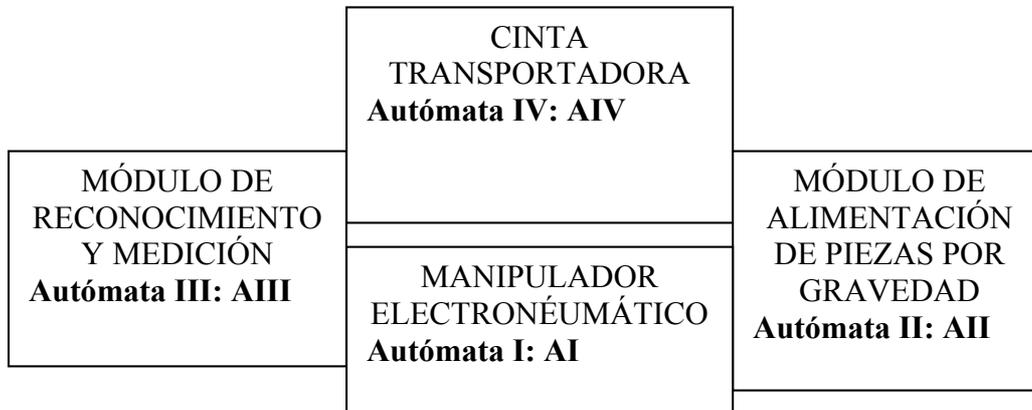
1- **a)** Crear un diagrama GRAFCET de producción del manipulador electropneumático (de niveles I y II). **b)** Escribir el programa KOP correspondiente según se indica en el apartado 1. **c)** Probar el programa correspondiente en el autómatas con la **maqueta desconectada**. **Se deberá prestar atención al comportamiento en caso de presionar la seta de emergencia**. **d)** Probar el autómatas conectado a la maqueta.

2.- Crear un diagrama GRAFCET de producción para el módulo de reconocimiento y medición de piezas (de niveles I y II). **b)** Escribir el programa KOP correspondiente según se indica en el apartado 2. **c)** Probar el programa correspondiente en el autómatas con la **maqueta desconectada**. **Se deberá prestar atención al comportamiento en caso de presionar la seta de emergencia**. **d)** Probar el autómatas conectado a la maqueta.

3.- Crear un diagrama GRAFCET de producción para la cinta transportadora (de niveles I y II). **b)** Escribir el programa KOP correspondiente según se indica en el apartado 3. **c)** Probar el programa correspondiente en el autómatas con la **maqueta desconectada**. **Se deberá prestar atención al comportamiento en caso de presionar la seta de emergencia**. **d)** Probar el autómatas conectado a la maqueta.

4.- Crear un diagrama GRAFCET de producción para el alimentador de piezas por gravedad (de niveles I y II). **b)** Escribir el programa KOP correspondiente según se indica en el apartado 4. **c)** Probar el programa correspondiente en el autómatas con la **maqueta desconectada**. **Se deberá prestar atención al comportamiento en caso de presionar la seta de emergencia**. **d)** Probar el autómatas conectado a la maqueta.

Situación de las maquetas:



---

## **MAQUETAS**

### **1 Manipulador electroneumático**

La maqueta simula un sistema mecánico capaz de trasladar piezas desde una posición a otra. El manipulador está fabricado en aluminio y consta de dos actuadores eléctricos asociados a 2 GDL. La articulación rotacional en la base está actuada mediante un motor eléctrico y correa. La articulación prismática situada a continuación se mueve mediante un cilindro neumático que le confiere una posición arriba y un posición abajo (eje vertical). Además, cuenta con una ventosa de aspiración en el extremo del brazo capaz de asir (aspirar) una pieza. Se deberá programar una acción de recoger una pieza desde una posición, y, a continuación depositarla en otra posición.

Sensores y actuadores:

- 2 Microinterruptores magnéticos reed en el eje vertical (permiten conocer la posición en la que se encuentra el brazo; abajo o arriba).
- 3 microinterruptores electromecánicos de posición del brazo (se pueden observar junto a la base del brazo).
- 2 microinterruptores electromecánicos de limitación del plato
- Encoder óptico incremental (permite conocer la posición del brazo, no utilizado)
- Potenciómetro giratorio (permite conocer la posición del brazo, no utilizado)
- Vacuostato (ventosa, actuador)
- Motor C.C. de 24 V (movimiento del brazo, actuador)
- Cilindro de doble efecto con electroválvula monoestable (actuador).
- Ventosa con generador de vacío y electroválvula 5/2 biestable (actuador).

**Conexiones:**

<b>PIN (X111)</b>	<b>ENTRADA AUTÓMATA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
6	I0.0	Seta de emergencia S1
21	I1.1	Encoder incremental B1
7	I0.1	Marcha, preparado S3
8	I0.2	Manual/Automático S4
19	I1.0	Vacuostato B5
9	I0.3	Cilindro vertical abajo B6
10	I0.4	Cilindro vertical arriba B7
4	I0.5	Mesa posición básica S8
3	I0.6	Mesa posición 1 S9
2	I0.7	Mesa posición 2 S10
20	Entrada analógica automática (no utilizada)	Entrada analógica del potenciómetro giratorio
Procesos independientes: Ninguna conexión. Procesos sincronizados: Conectar conexión con AII) (conexión con AIII)	I1.5	Indica al automático que hay una pieza preparada en la posición derecha.
	I1.4	Indica al automático que la pieza en la posición izquierda está preparada
1	ALIMENTACION +24Vdc	Alimentación del automático mediante fuente de alimentación 0-24Vdc
25	Tierra 0V	

<b>PIN (X112)</b>	<b>SALIDA AUTÓMATA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
5	Q0.0	Bajar cilindro vertical
6	Q0.1	Vacio ON
7	Q0.2	Vacio OFF
12	Q0.3	Girar motor en dirección a posición derecha
13	Q0.4	Girar motor en dirección a posición izquierda
2	Q0.5	Led H2
3	Q0.6	Led H3
Procesos independientes: ninguna Procesos sincronizados: Conectar a la entrada I1.0 de AII	Q0.7	
20	Entrada analógica automática (no utilizada)	Entrada analógica del potenciómetro giratorio

--	--	--

Nota: Las salidas Q0.1 y Q0.2 deben accionarse de forma exclusiva (Q0.1=1 y Q0.2=0, Q0.1=0 y Q0.2=1). El cilindro vertical es de simple efecto (Q0.0=1 → baja el cilindro, en caso contrario se encontrará arriba).

Tareas a realizar:

- El manipulador deberá comenzar desde la posición 1 (derecha, junto al alimentador de piezas). En caso de que el manipulador no se encuentre en la posición básica, se puede mover a ella mediante los ruptores manuales.
- El sistema se deberá activar/desactivar presionando brevemente el botón MARCHA S3, con lo que se deberá activar el led H2.
- El sistema se deberá parar inmediatamente cuando la **SETA DE EMERGENCIA S1** se active (posición abajo), encendiéndose el led H3. En este caso, el motor de giro del brazo se deberá detener, pero no se deberá soltar la pieza ni bajar el cilindro.
- Estando el sistema activado, cuando exista una pieza en la posición 1 (derecha) (la entrada I1.5, se acciona directamente por el alumno) el brazo deberá:
  - Bajar el cilindro vertical (Q0.0=OFF) hasta el final de carrera (I0.3)
  - Asir una pieza accionando la succión (Q0.1)
  - Subir el brazo vertical (Q0.0=ON) hasta el final de carrera (I0.4).
  - Moverse desde la posición 1 (S8 activado) hasta la posición izquierda, S9 activado.
  - Bajar el brazo.
  - Soltar la pieza.
  - Subir el brazo.
  - Esperar a que se confirme el procesado de la pieza. En este caso, el alumno deberá accionar la entrada I1.4 manualmente.
  - Bajar el brazo,
  - Asir la pieza.
  - Subir el brazo.
  - Mover el brazo hasta la posición central.
  - Soltar la pieza (Q0.2). Ojo! **No bajar el brazo.**
  - Moverse hasta la posición derecha (S8 activado) en posición alta.

Diferentes vistas de la maqueta:



## **2 Módulo de reconocimiento y medición**

Se cuenta una maqueta que simula un sistema de reconocimiento de piezas. Cuenta con tres sensores: **un sensor óptico, un sensor inductivo y uno capacitivo.**

- El sensor capacitivo nos permite conocer si hay alguna pieza depositada en la zona de reconocimiento.
- El sensor óptico nos permite conocer si la pieza depositada en la zona de reconocimiento es blanca o negra.
- El sensor inductivo nos permite conocer si la pieza es de metal o material plástico.

Tipos de pieza:

Plástico: Blanca o negra

Metal

Sensores y actuadores:

- 2 microinterruptores magnéticos reed
- 1 sensor inductivo (1 si es metal, 0 en caso contrario).
- 1 sensor capacitivo (1 si detecta pieza, 0 en caso contrario).
- 1 sensor óptico (1 si es blanco o aluminio, 0 si es negro).
- 1 potenciómetro lineal.
- 1 cilindro de doble efecto con electroválvula 5/2 monoestable.

Al presionar ON, el sistema deberá activar 3 salidas diferentes (Q0.3, Q0.4 y Q0.5) dependiendo de la clasificación realizada. Se debe tener en cuenta que los sensores pueden tener una velocidad de respuesta diferente. Conviene, por tanto, esperar 2s para que se establezcan las salidas de los sensores. Una vez se ha realizado la clasificación, la salida Q1.0 se debe poner a nivel alto. Si no existe pieza, o se está procesando, se deberá poner Q1.0 a nivel bajo.

Conexionado:

<b>PIN (X111)</b>	<b>ENTRADA AUTÓMATA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
6	I0.0	Seta de emergencia S1
21		
7	I0.1	Marcha, preparado S3
8	I0.2	Manual/Automático S4
19		
9	I0.6	Cilindro de medida arriba B6
10	I0.7	Cilindro de medida abajo B7
11		
12		
2	I0.3	Sensor óptico B10
3	I0.4	Sensor capacitivo B11
4	I0.5	Sensor inductivo B12
1	ALIMENTACION +24Vdc	Alimentación desde el autómata

25	Tierra	0V	

<b>PIN (X112)</b>	<b>SALIDA AUTÓMATA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
5	Q0.0	Cilindro solidario al potenciómetro
7		
12		
13		
2	Q0.1	Led H2
3	Q0.2	Led H3
Procesos independientes: Ninguna conexión. Procesos sincronizados: conectar a entrada I0.4 de AIV	Q0.3	Detección: Pieza de plástico negra
Procesos independientes: Ninguna conexión. Procesos sincronizados: conectar a entrada I0.5 de AIV	Q0.4	Detección: Pieza de plástico blanca
Procesos independientes: Ninguna conexión. Procesos sincronizados: conectar a entrada I0.6 de AIV	Q0.5	Detección: Pieza de metal
20	Entrada analógica automática	Entrada analógica del potenciómetro giratorio
Procesos independientes: Ninguna conexión. Procesos sincronizados: conectar a entrada I1.4 de AI	Q1.0	Pieza procesada

Tareas a realizar:

- El sistema se deberá activar/desactivar presionando brevemente el botón MARCHA S3, con lo que se deberá activar el led H2.
- El sistema se deberá parar inmediatamente cuando la SETA DE EMERGENCIA S1 se active (posición abajo), encendiéndose el led H3
- Estando el sistema activado, deberá chequear continuamente si existe alguna pieza en la zona de reconocimiento (sensor capacitivo).
  - o En el momento en que se detecte una pieza, el sistema deberá leer del sensor óptico y del sensor inductivo, clasificando la pieza en función de

las lecturas. La clasificación se indicará activando las salidas Q0.2, Q0.3 y Q0.4 correspondientes.

- Hecha la clasificación, se deberán esperar 2 segundos. A continuación, se deberá activar la salida Q1.0, indicando que la pieza ya está procesada.



### **3 Cinta transportadora lineal**

Modela un sistema de transporte de bienes en producción.

Cuenta con:

- 1 Detector de proximidad óptico
- 1 encoder óptico incremental, solidario al eje motor de la cinta transportadora.
- Servomotor 24Vdc con dos sentidos de giro.

<b>PIN (X111)</b>	<b>ENTRADA AUTÓMATA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
6	I0.5	Seta de emergencia S1
21		
7	I0.0	Marcha, preparado S3
8	I0.1	Manual/Automático S4
19		
9		
10		
11		
12		
2	I0.3	Sensor óptico
20		
21		Contador rápido del encoder
1	ALIMENTACION +24Vdc	Alimentación desde el autómata
25	Tierra	0V
Procesos independientes:	I0.4	Detección: Simula la

ninguna conexión Procesos sincronizados: Conectado a la salida Q0.3 de AIII		detección de una pieza de plástico negra
Procesos independientes: ninguna conexión Procesos sincronizados: Conectado a la salida Q0.4 de AIII	I0.5	Detección: Simula la detección de una pieza de plástico blanca
Procesos independientes: ninguna conexión Procesos sincronizados: Conectado a la salida Q0.5 de AIII	I0.6	Detección: Simula la detección de una pieza de metal

<b>PIN (X112)</b>	<b>SALIDA AUTÓMATA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
1		+24Vdc Alimentación
6		Vacio ON
7		Vacio OFF
12	Q0.2	Girar motor en dirección a posición básica
13	Q0.3	Girar motor en dirección a posición de trabajo
2	Q0.0	Led H2 preparado
3	Q0.1	Led H3 (manu/auto)

Tarea a realizar:

- El sistema se deberá activar/desactivar presionando brevemente el boton MARCHA S3, con lo que se deberá activar el led H2.
- El sistema se deberá parar inmediatamente cuando la SETA DE EMERGENCIA S1 se active (posición abajo), encendiéndose el led H3
- Estando el sistema activado, se deberá
  - o Leer de las entradas I0.4, I0.5 e I0.6.
  - o Si la pieza es blanca o de metal, girar el motor en sentido al detector óptico.
  - o Cuando la pieza se detecte mediante el detector óptico, contar una pieza producida. Se deberá girar la cinta durante 2 segundos más y, a continuación, pararla. Si, transcurridos 10 segundos, no se detecta pieza por el detector óptico, se deberá detener la cinta, y no se contará la pieza producida.
  - o Si, por el contrario, la pieza es negra (fallo en la producción), se deberá girar la cinta en el sentido contrario durante 2 segundos. A continuación, se deberá detener la cinta.



## **4 Alimentador de piezas por gravedad (alimentador simple)**

La maqueta simula un sistema alimentador de piezas. Se cuenta con una tolva en la cual se sitúan una serie de piezas. El cilindro neumático es capaz de desplazar las piezas colocándolas en una posición de donde podrán ser recogidas.

Se cuenta con:

- Una tolva de alimentación de piezas.
- Un cilindro neumático.
- Una zona de recogida de piezas con microinterruptor de contacto.

**MUY IMPORTANTE:** LAS CONEXIONES SE DEBERÁN REALIZAR ESTANDO LA MAQUETA SIN ALIMENTAR.

**MUY, MUY IMPORTANTE:** MIENTRAS REALICEMOS PRUEBAS DEBEREMOS MANTENER LAS MANOS APARTADAS DEL CILINDRO. SI ALGUNA PIEZA QUEDA ATASCADA, AVISAD AL PROFESOR RESPONSALBE. DEBEREMOS PRIMERO DESCONECTAR EL AIRE COMPRIMIDO ANTES DE REALIZAR NINGUNA MANIOBRA.

Conexiones:

Entradas al autómeta: NC: Contacto normalmente conectado, NA: Contacto normalmente abierto

<b>PIN (X1)</b>	<b>ENTRADA AUTÓMATA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
1	I0.0	Seta de emergencia S1 NC
2	I0.1	Paro S2 NC
3	I0.2	Marcha S3 NA
4	I0.3	Manual/Automático S4
6	I0.5	Sensor reed cilindro neumático recogido B6
7	I0.6	Sensor reed cilindro neumático extendido B7

10	I0.4	Microinterruptor de presencia de pieza en la zona de recogida NA
19	ALIMENTACION +24Vdc Q1.1	Alimentación del autómeta Se alimentará directamente desde el autómeta conectándolo a la salida Q1.1 y activándola desde programa
20	Tierra 0V	Tierra del autómeta 0V
Procesos independientes: ninguna Procesos sincronizados: Conectar a la salida Q0.7	I1.0	Solicitud de pieza por parte del brazo electroneumático.

Salidas:

PIN (X2)	SALIDA AUTÓMATA	DESCRIPCIÓN
9	Q0.0	Led 2 L2
10	Q0.1	Led 2 L3
11	Q0.2	Led 2 L4
1	Q0.3	Relé cilindro adelante/atrás
Procesos independientes: ninguna conexión. Procesos sincronizados: conectar a entrada I1.5 de AI.	Q0.4	Pieza servida para que la recoja el brazo electroneumático.

Tarea a realizar:

- Cuando el sistema esté alimentado se deberá encender el LED L2.
- El sistema se deberá activar y desactivar presionando brevemente el botón MARCHA S3, con lo que se deberá activar el led L3. Esta acción se deberá detectar como un flanco positivo |P|.
- El sistema se para cuando se presiona el botón PARO (flanco negativo |N|) o la seta SETA DE EMERGENCIA S1 (posición abajo), encendiéndose el led L4 y apagándose L3. Al parar, se deberá recoger el cilindro neumático.
- Al presionar el botón MARCHA, o detectar la entrada, el cilindro se deberá accionar, moviendo una pieza y desplazándola hasta la zona de alimentación. A continuación, el cilindro se recogerá a su posición básica y se desactivará el LED L3. Para conocer la posición del cilindro neumático se deberán comprobar los sensores B6 y B7. No se volverá a accionar el cilindro hasta que no se pulse otra vez el botón **MARCHA**.



## **5 Alimentador doble de piezas por gravedad (alimentador doble)**

La maqueta simula un sistema alimentador de piezas. Se cuenta con dos tolvas en las que se sitúan una serie de piezas. Un cilindro neumático es capaz de desplazar las piezas colocándolas en una posición de donde podrán ser recogidas. Otro cilindro permite mover las tolvas, emplazándolas alternativamente delante del cilindro posicionador. Se debe tener especial cuidado en que, mientras el cilindro posicionador esté activado, no se cambie entre las tolvas, ya que se podría romper el mecanismo.

Se cuenta con:

- Dos tolvas de alimentación de piezas.
- Dos cilindro neumático.
- Una zona de recogida de piezas con microinterruptor de contacto.

**MUY IMPORTANTE:** LAS CONEXIONES SE DEBERÁN REALIZAR ESTANDO LA MAQUETA SIN ALIMENTAR.

**MUY, MUY IMPORTANTE:** MIENTRAS REALICEMOS PRUEBAS DEBEREMOS MANTENER LAS MANOS APARTADAS DEL CILINDRO. SI ALGUNA PIEZA QUEDA ATASCADA, AVISAD AL PROFESOR RESPONSALBE. DEBEREMOS PRIMERO DESCONECTAR EL AIRE COMPRIMIDO ANTES DE REALIZAR NINGUNA MANIOBRA.

Conexiones:

Entradas al autómeta: NC: Contacto normalmente conectado, NA: Contacto normalmente abierto

<b>PIN (X11)</b>	<b>ENTRADA AUTÓMATA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
1	I0.0	+24V (DESDE EL AUTÓMATA)
2	I0.1	Sensor electromecánico pieza
3		
4		

6	I0.5	Emergencia
7	I0.6	Marcha
8	I0.7	Auto/manu
9	I1.0	Cilindro expulsor atrás (sensor reed)
10	I1.1	Cilindro expulsor delante (sensor reed)
11	I0.2	Tolva izquierda (sensor reed)
12	I0.3	Tolva derecha (sensor reed)
14	I1.2	STOP
25	Tierra	0V

Salidas:

<b>PIN (X12)</b>	<b>SALIDA AUTÓMATA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
2	Q0.0	Led H1 cuadro de mando (emergencia)
3	Q0.1	Piloto H4 cuadro de mando (preparado)
5	Q0.2	Activar cilindro expulsor.
6	Q0.3	Alimentador posición izquierda
7	Q0.4	Alimentador posición derecha
8	Q0.5	Piloto H3 del cuadro de mando

Tarea a realizar:

- Cuando el sistema esté alimentado se deberá encender el LED H4.
- El sistema se deberá activar y desactivar presionando brevemente el botón MARCHA, con lo que se deberá activar el led H4.
- El sistema se para cuando se presiona el botón PARO o la seta SETA DE EMERGENCIA S1 (posición abajo), encendiéndose el led H1 y apagándose H4. Al parar, se deberá recoger el cilindro neumático expulsor. El sistema se reactivará al desenclavar la seta de emergencia y presionando de nuevo el botón START.
- El funcionamiento normal del sistema es el siguiente: Al presionar el botón MARCHA, el sistema deberá situar la tolva en posición izquierda. A continuación, el cilindro expulsor deberá “sacar” de la tolva 3 piezas. Entre

pieza y pieza deberá dejar un intervalo de 2 segundos. Tras situar 3 piezas, la tolva pasa a posición derecha, y se vuelve a repetir el proceso de situar 3 piezas, con intervalos de 2 segundos. **Es muy importante asegurarse de que el cilindro está recogido antes de mover la tolva.**

- Terminado el proceso de mover las piezas, el autómeta esperará a que se apriete de nuevo el botón START (funcionamiento semi-automático).



## **6 PROCESO SINCRONIZADO**

En estos momentos, el lector atento ya intuye cuál debe ser el funcionamiento global del sistema:

El brazo recogerá una pieza del alimentador de piezas por gravedad. A continuación deberá moverla y depositarla en el módulo de reconocimiento. Una vez clasificada la pieza, el brazo deberá cogerla y llevarla hasta la cinta transportadora. El autómeta AIV, en función de las salidas del autómeta AIII, moverá la cinta transportadora en una u otra dirección, llevando las piezas clasificadas a dos zonas dependiendo de si son piezas blancas, negras o metálicas.

El funcionamiento, en detalle, debe ser el siguiente:

- El brazo solicitará una pieza al autómeta AII.
- Cuando la pieza se encuentre disponible para ser recogida el AII se lo indicará a AI.
- El brazo recogerá la pieza, y la depositará en el módulo de reconocimiento AIII.
- El módulo de reconocimiento clasificará la pieza y le indicará al brazo AI cuándo puede ser recogida.
- El brazo recogerá la pieza y la depositará en la cinta transportadora.
- El autómeta AIV, en función de la clasificación anterior deberá mover la cinta en una u otra dirección, transportando las piezas a dos zonas de almacenaje independientes.

Cada uno de los programas que se encargaban de controlar una maqueta únicamente se deberán modificar para adaptarlos al funcionamiento global del sistema. Se deberán hacer las conexiones pertinentes entre autómatas de manera que se comuniquen correctamente.