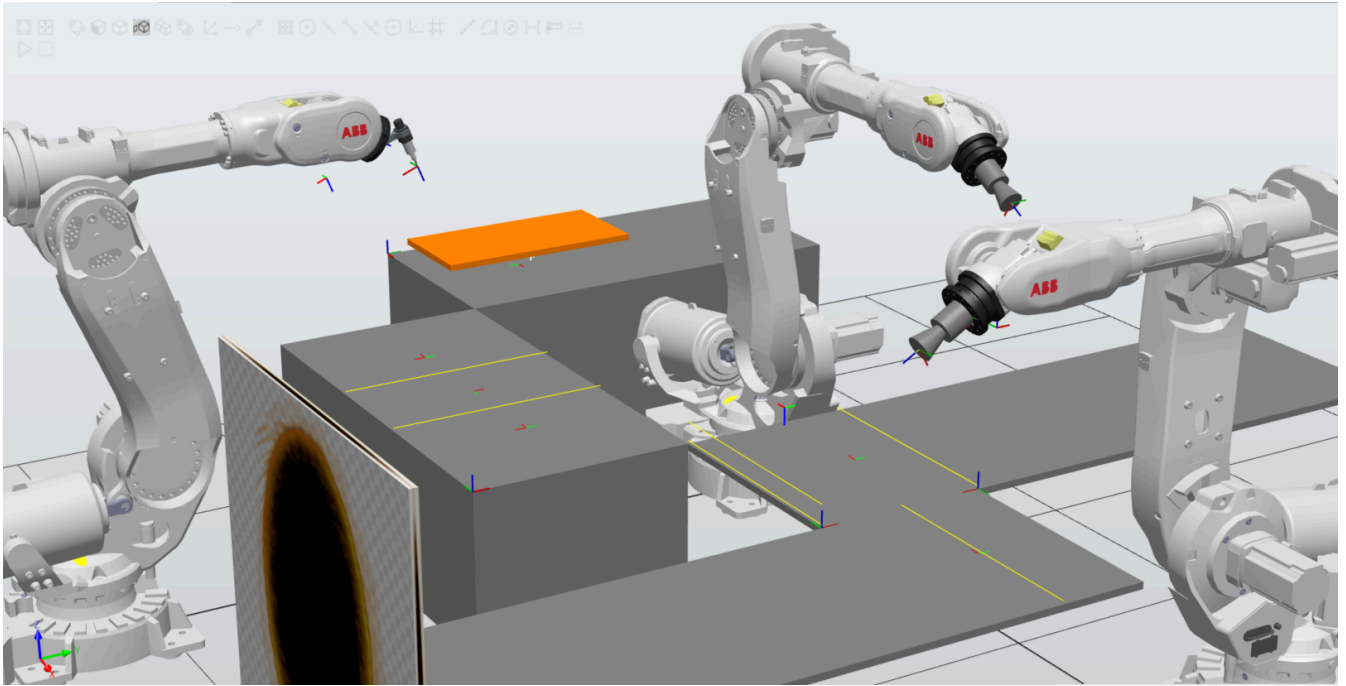


Memoria Proyecto Robótica 2025



Memoria realizada por:

Jesús Carrascosa Carro(II-IC)

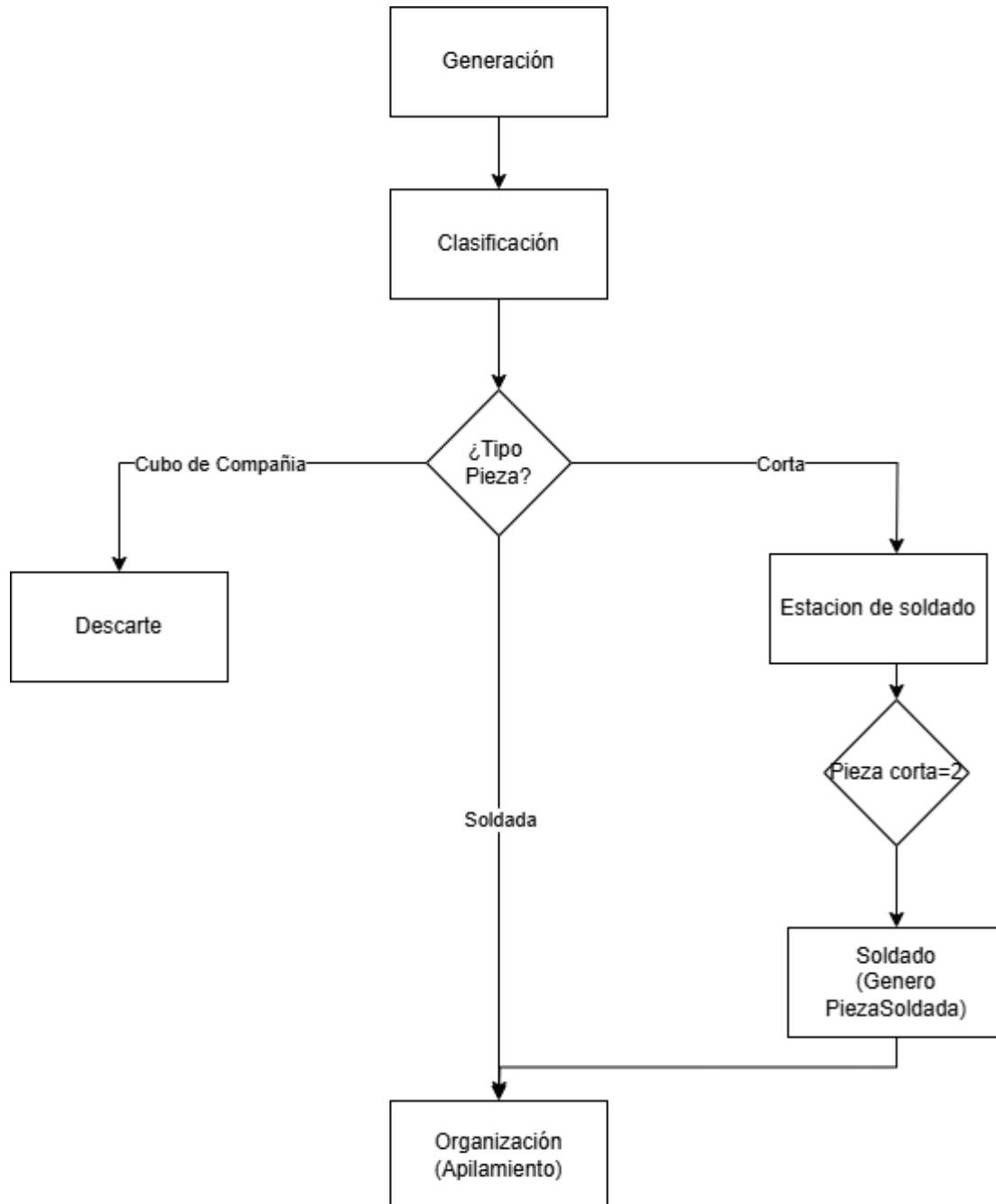
Ignacio Cáceres Plaza(II-IC)

Objetivos.....	2
Robots y Señales.....	3
Robot 1.....	3
Robot 2.....	5
Robot 3.....	6
Lógica y Componentes Inteligentes.....	7
CI_CintaTransportadora.....	7
CI_SensoresCinta.....	9
CI_SensoresSoldadura.....	9
CI_CintaDescarte.....	10
CI_Soldador.....	10
CI_VentosaVacuostato.....	11
Rapid.....	11
Robot 1.....	12
Robot 2.....	13
Robot 3.....	15

Objetivos

El objetivo del trabajo es crear un sistema multi-robot de descarte, clasificación-transformación y organización de piezas. Dentro del sistema se generan 3 tipos de piezas: pieza corta, pieza larga o soldada y cubo de compañía. El funcionamiento interno se enfoca desde dos perspectivas diferentes, de etapas y subsistemas:

Etapas:



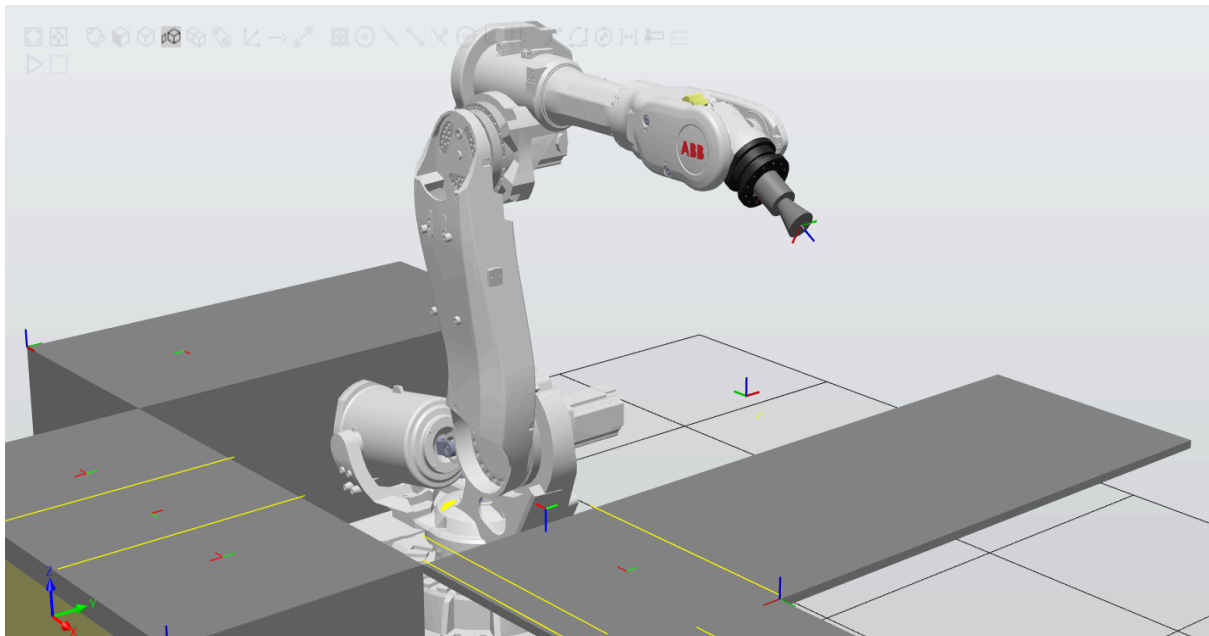
Subsistemas:

1. **Generación-Clasificación:** Situado cada uno en los extremos opuestos de la cinta transportadora.
 - 1.1. **Generación:** Genera de forma aleatoria y más o menos equilibrada los tres tipos de pieza anteriormente descritos. Se detiene cada vez que una pieza llega al extremo de clasificación, reanudándose cuando esta se retira.
 - 1.2. **Clasificación:** Se realiza mediante una combinación de line sensors y puertas lógicas que indican de forma explícita si una pieza ha llegado al final de la cinta y si esta es una pieza larga o un cubo de compañía y por descarte si es una pieza corta.
2. **Soldado:** Ubicado en la mesa de paletizado y realizado por el robot soldador. Entra en funcionamiento cuando se colocan dos piezas cortas en la estación de soldado. Eliminando ambas piezas y sustituyéndolas por una pieza larga(soldada).
3. **Descarte:** Realizado por la cinta de descarte. Cuando el cubo de compañía llega al portal del final de la cinta, desaparece.
4. **Organización(Apilamiento):** Se apilan las piezas largas/soldadas en una torre localizada en la mesa de almacenaje.

Robots y Señales

Los tres robots empleados, se corresponden con el modelo IRB 6640 de 180kg de capacidad y alcance de 2.55m. A continuación se detallan las señales que emplean para el desempeño de sus respectivas funciones.

Robot 1



Robot con ventosa que espera a recibir la señal del sensor al final de la cinta transportadora para funcionar.

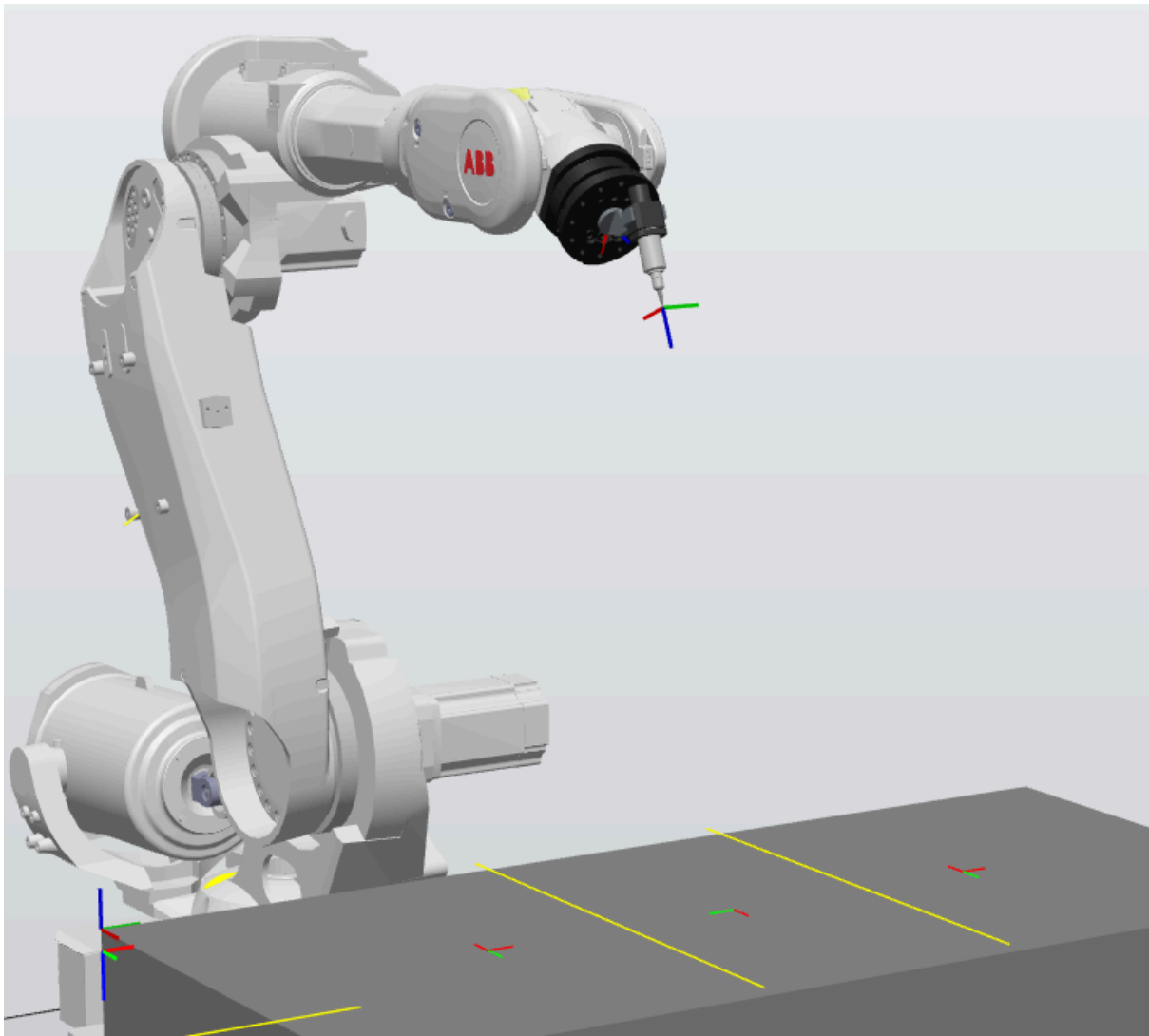
Si únicamente se activa la señal de fin de cinta, se trata de una pieza corta y la coloca en la posición que detecte libre en la mesa de soldadura. Tras colocar dos piezas el robot 2 procederá a soldarlas para formar una pieza larga, posteriormente el robot 1 la recogerá y soltará en la mesa de almacenaje.

Por otro lado, si la señal de fin de cinta se activa junto con la de pieza larga, el robot 1 la cogerá y colocará directamente en la mesa de almacenaje.

Finalmente, si la señal de fin de cinta se activa junto con la del sensor de cubo, saltará una interrupción (producida por el robot 3) que, tras terminar la acción que está realizando, hará que el robot (tanto el 1 como el 2) se coloquen en una posición segura donde esperará a que el robot 3 se deshaga del cubo. Tras esto continuará con la ejecución donde saltó la interrupción.

E/S	Nombre	Mapeo	Funcion
DI	ED_PiezaCogida	0	Indica el estado de la ventosa
DI	ED_Pieza1	5	Indica si hay una pieza en el puesto 1 de soldadura
DI	ED_Pieza2	6	Indica si hay una pieza en el puesto 2 de soldadura
DI	ED_ON	7	Inicia el loop principal del robot
DI	ED_PiezaSoldada	4	Avisa al robot de que hay una pieza soldada para recoger.
DI	ED_SensorFinalCinta	1	Avisa que hay una pieza al final de la cinta transportadora
DI	ED_SensorPiezaLarga	2	Avisa si la pieza que está esperando es una pieza larga
DI	ED_SensorCubo	9	Avisa si la pieza se trata de un cubo
DI	ED_SolicitaReposo	10	Activa la interrupción del robot.
DO	SD_ActivaVentosa	0	Activa la ventosa
DO	SD_PiezaDisponible	4	Informa al robot 2 de que puede soldar
DO	SD_ConfirmacionReposo	5	Informa al robot 3 de que puede coger el cubo

Robot 2

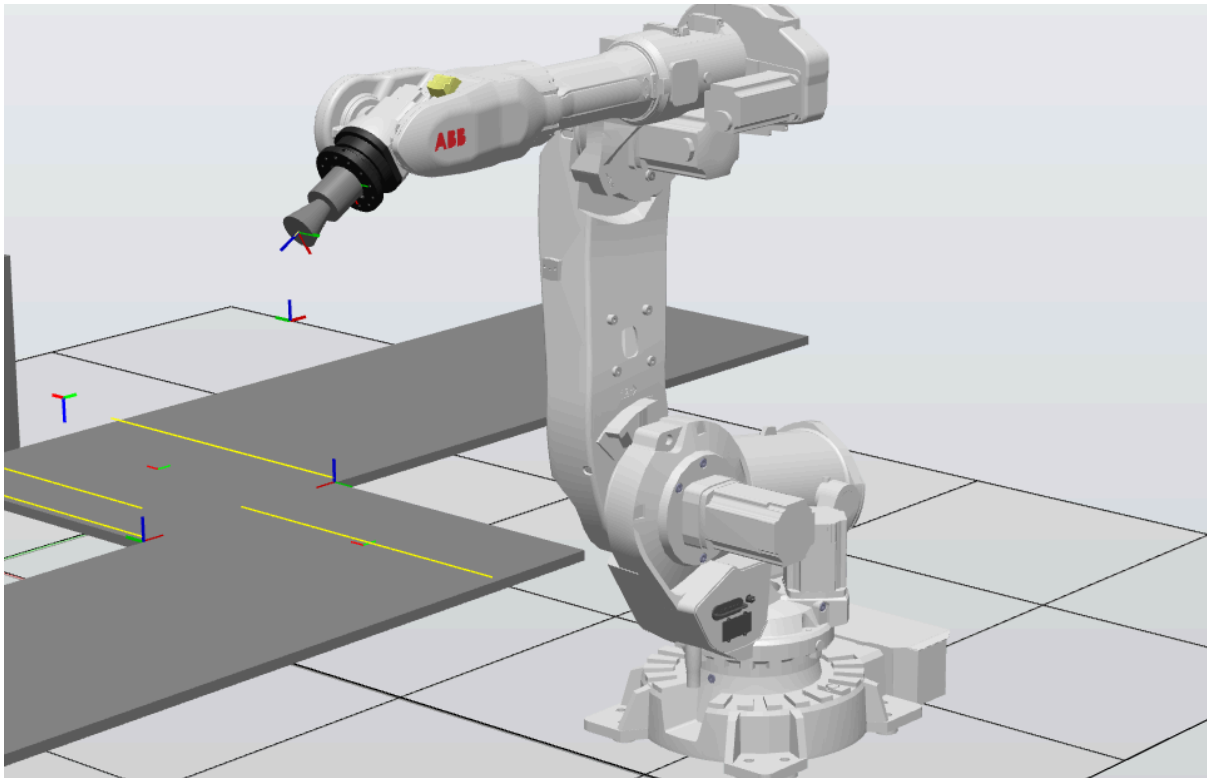


Consiste en un robot con herramienta de soldadura que espera a recibir la confirmación del robot 1 para comenzar a soldar 2 piezas cortas para formar una larga. Una vez terminado el proceso de soldadura, avisa al robot 1 para que almacene la pieza larga. Al igual que el robot 1, posee una interrupción activada al detectar un cubo, para asegurarse de estar fuera de cualquier trayectoria que pueda tener el robot 3 durante su movimiento para deshacerse del cubo.

E/S	Nombre	Mapeo	Funcion
DI	ED_PiezaDisponible	0	señal que recibe del robot 1 cuando hay 2 piezas listas para soldar
DI	ED_ON	1	Inicia el loop principal del robot
DI	ED_SolicitaReposo	2	Activa la interrupción del robot
DO	SD_ActivaSoldadura	2	Activa el soldador

DO	SD_SoldaduraAck	3	Informa de que la pieza ha sido soldada
DO	SD_ConfirmacionReposo	4	Informa al robot 3 de que puede coger el cubo

Robot 3



Consiste en un robot con ventosa cuya función es esperar a que al final de la cinta principal se detecte un cubo. Cuando esto ocurre activa una interrupción para que los otros dos robots se pongan en una posición donde no vayan a estorbar y cuando recibe la respuesta de los dos procede a mover el cubo a la cinta de desecho de los cubos.

E/S	Nombre	Mapeo	Funcion
DI	ED_PiezaCogida	1	Indica el estado de la ventosa
DI	ED_SensorCubo	2	Avisa si la pieza se trata de un cubo
DI	ED_ConfirmacionReposo	4	Avisa al robot 3 de que los robot están en posición de reposo y puede coger el cubo
DI	ED_ON	3	Inicia el loop principal del robot
DO	SD_ActivaVentosa	1	Activa la ventosa

DO	SD_SolicitudReposo	2	Activa la interrupción
----	--------------------	---	------------------------

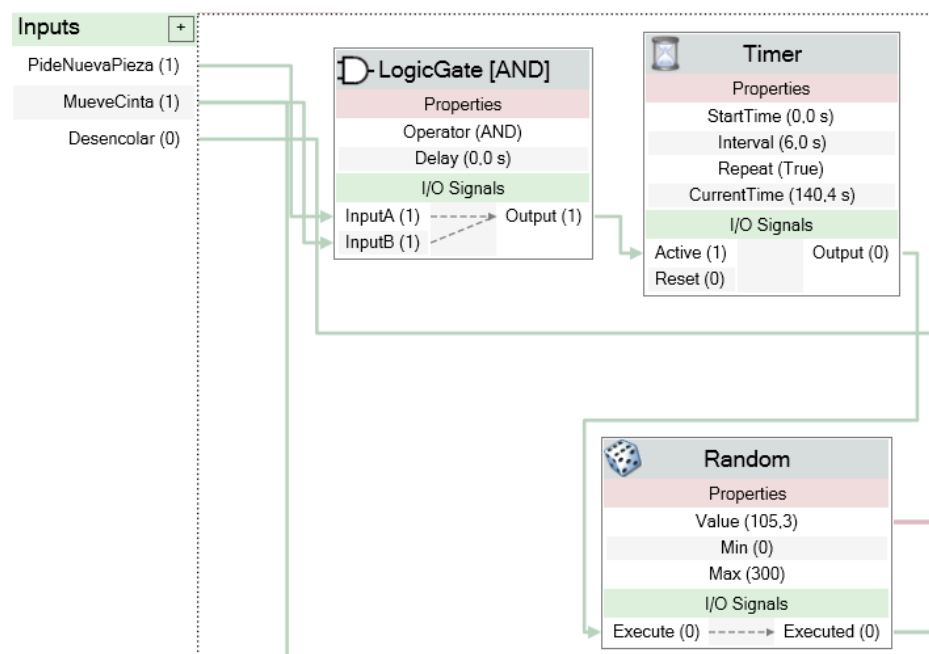
Lógica y Componentes Inteligentes

El sistema está formado por 7 componentes inteligentes detallados a continuación.

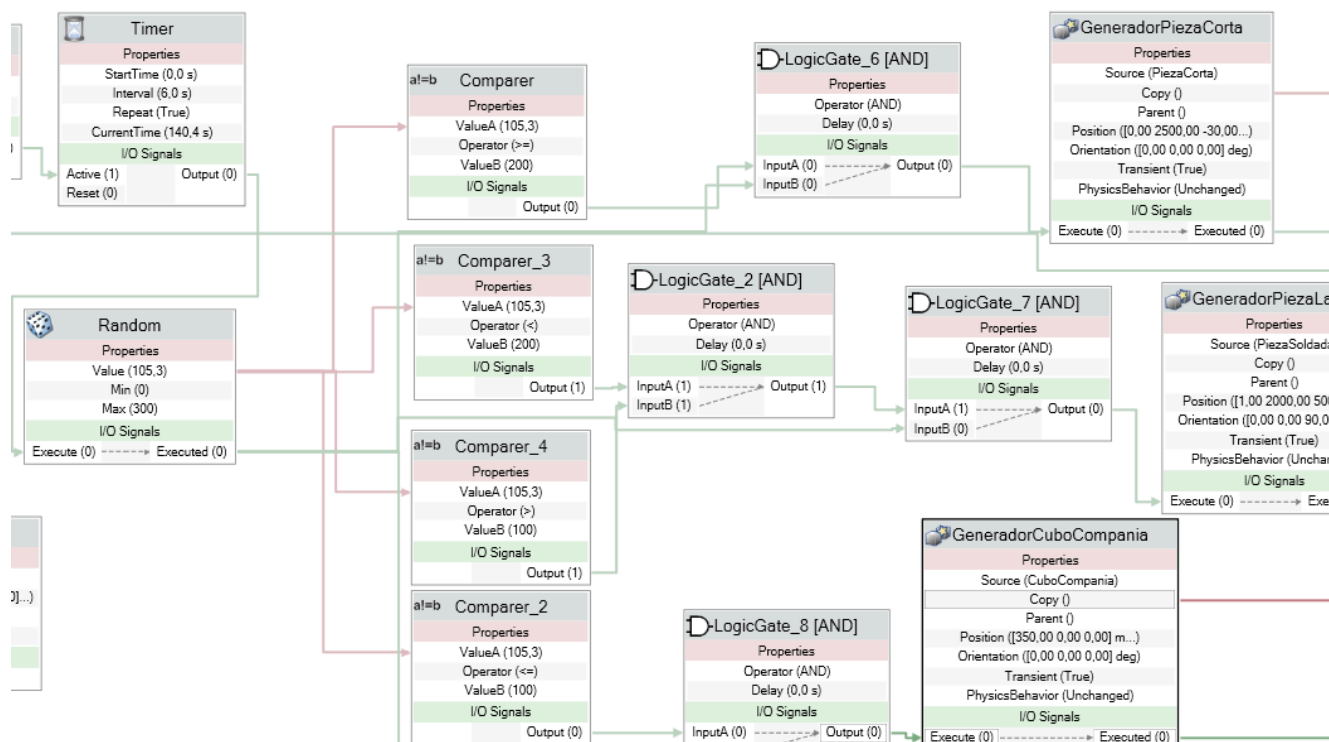
CI_CintaTransportadora

Entradas:

- PideNuevaPieza
- MueveCinta
- Desencolar



Las entradas PideNuevaPieza y MueveCinta se unen con un AND para asegurarse que si no se está moviendo la cinta no se generen nuevas piezas y esto activa un timer que cada 6 segundos generará un número aleatorio.



El número aleatorio será entre 0 y 300 comparándolo luego de manera que:

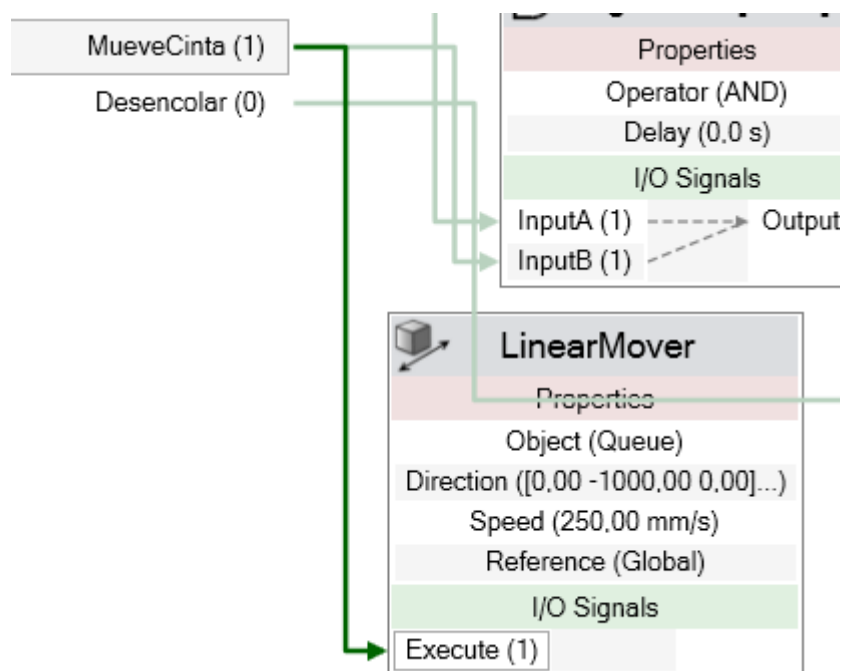
De 0 a 100: generará un cubo de compañía

De 101 a 200: generará una pieza larga

De 201 a 300: generará una pieza corta

Las señales se han juntado con la de generación del número ya que sino el comparador mantiene un 1 en la entrada del generador, haciendo que si se repite la pieza que debe salir ésta no se genera pues el generador no detecta una “nueva” señal.

Por último la pieza generada es introducida en un Queue.



La señal de MueveCinta se introduce en un LinearMover para desplazar las piezas y Desencolar se introduce en el Queue para poder quitar piezas de la cola.

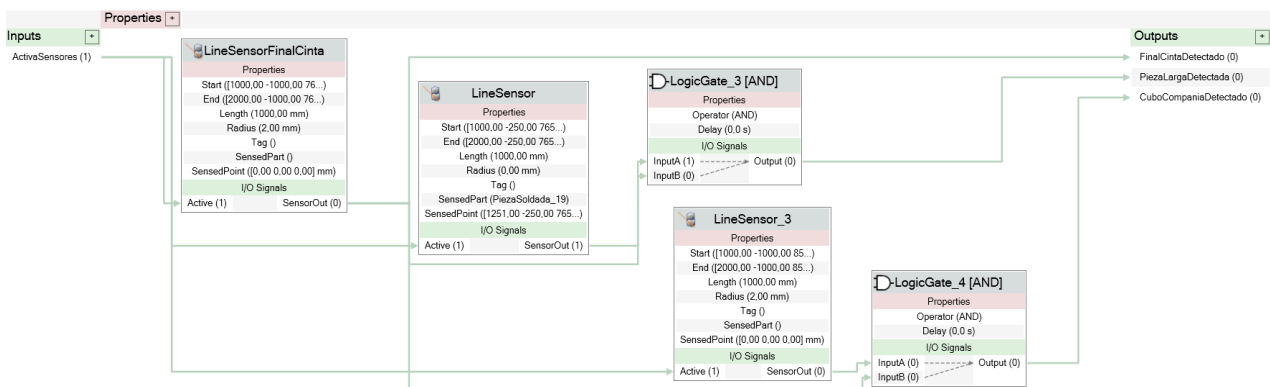
CI_SensoresCinta

Entradas:

- ActivaSensores

Salidas:

- FinalCintaDetectado
- PiezaLargaDetectada
- CuboCompaniaDetectado



La señal ActivaSensores se encarga de encender y apagar los sensores.

Los sensores de piezas largas y cubos dependen de la señal de final de cinta para asegurar que no se activan si el objeto no ha llegado al final de la cinta, evitando así falsas detecciones.

CI_SensoresSoldadura

Entradas:

- ActivaSensores

Salidas

- Pieza1Detectada
- Pieza2Detectada

Propiedades

- Pieza1: salida de tipo ABB.Robotics.RobotStudio.Stations.Part
- Pieza2: salida de tipo ABB.Robotics.RobotStudio.Stations.Part

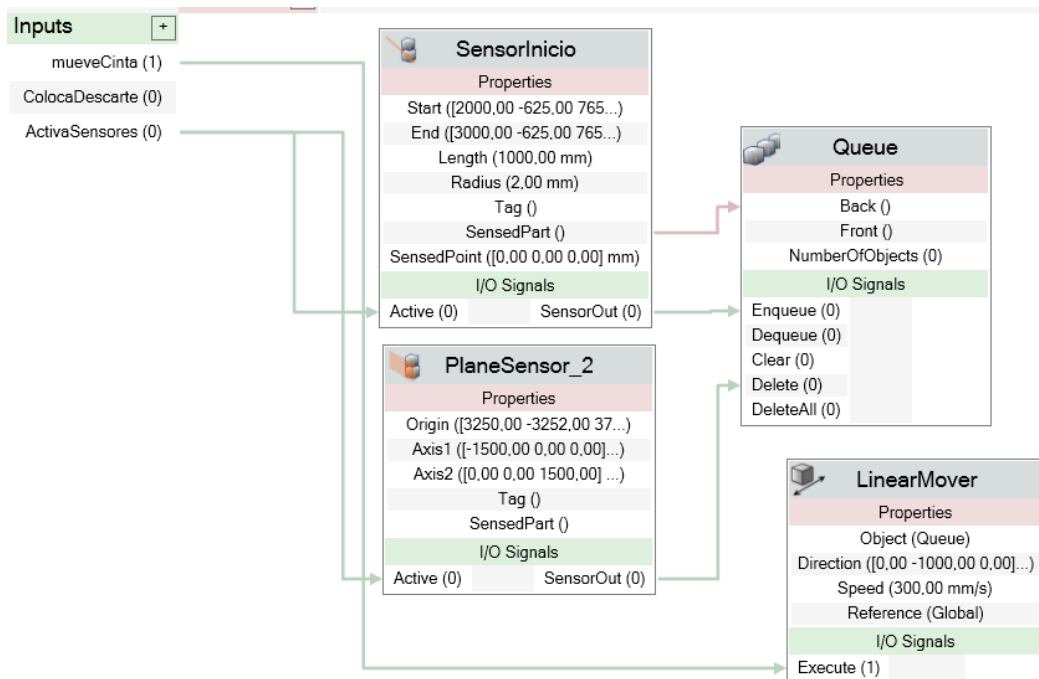


Los sensores detectan las piezas que se han colocado y además de avisar de su posición informan de cuáles son en concreto al robot soldador para que pueda unirlos.

CI_CintaDescarte

Entradas:

- mueveCinta
- ActivaSensores



La cinta descarte posee dos sensores, el primero detecta el cubo y lo coloca en el Queue para que el LinearMover pueda moverlo y un segundo sensor que al detectar el cubo se encarga de borrarlo.

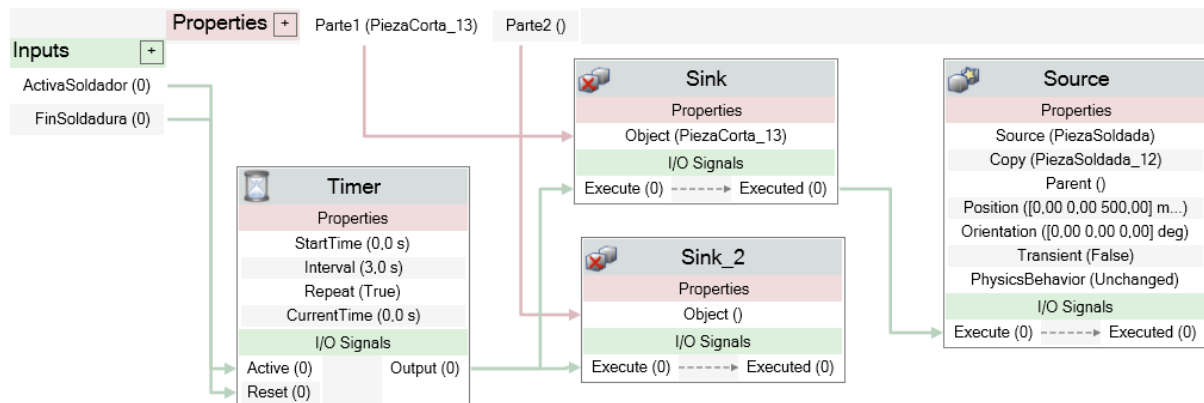
CI_Soldador

Entradas:

- ActivaSoldador
- FinSoldadura

Propiedades:

- Parte1: entrada, tipo ABB.Robotics.RobotStudio.Stations.Part
- Parte2: entrada, tipo ABB.Robotics.RobotStudio.Stations.Part



El componente soldador es el que se encarga de las acciones de la herramienta de soldadura del robot 2. Al activar la señal de soldadura inicia un timer que tras 3 segundos (se asume que ese es el tiempo que llevaría soldar la pieza) elimina las 2 piezas cortas de las que recibe la información por el CI_SensoresSoldadura y genera en su lugar una pieza soldada donde estaban las piezas cortas.

CI_VentosaVacuostato

Tanto este componente inteligente como el R3 son usados en las prácticas a lo largo de la asignatura y no se ha alterado su diseño.

Rapid

En la programación de Rapid se han hecho unas funciones comunes para los 3 robots que se encargan de devolverlos a posiciones de reposo, inicializarlos y asegurarse de desconectar las señales necesarias al terminar:

```
PROC Inicializa ()
    MoveJ pReposo, v3000, fine, Ventosa, \WObj:=wobj0;
    Reset SD_ActivaVentosa;
ENDPROC

PROC Finaliza ()
    MoveJ pReposo, v3000, fine, Ventosa, \WObj:=wobj0;
    Reset SD_ActivaVentosa;
ENDPROC

PROC Retorno (robtarget reposo)
    MoveJ reposo, v3000, fine, Ventosa, \WObj:=wobj0;
    Reset SD_ActivaVentosa;
ENDPROC
```

En el caso del robot 1 la función de retorno también incluye un destino porque posee varias posiciones de reposo en función de la tarea que estén desempeñando los otros robots.

El código rapid completo de cada robot se puede encontrar en la carpeta denominada Código.

Robot 1

```
PROC Main ()
  CONST num altoPieza := 30;
  VAR num numPieza := 0;
  CONNECT idInterrupcion WITH MueveReposoInterrupcion;
  ISignalDI ED_SolicitaReposo,1,idInterrupcion;
  Inicializa;
```

El bucle principal del robot 1 comienza configurando los datos de las piezas e inicializando la rutina de interrupción.

```
  WHILE ED_ON = 1 DO
    IF ED_Pieza1 = 1 AND ED_Pieza2 = 1 THEN
      WaitDI ED_PiezaSoldada,1;
      recogidaPieza altoPieza, numPieza;
      numPieza := numPieza + 1;
      Retorno pReposo;
      SetDO SD_PiezaDisponible, 0;
```

Después se inicia el bucle que se mantiene con la señal de ON del sistema. El bucle comienza comprobando si hay dos piezas preparadas para soldar. De ser así, espera a recibir la señal de que ya se han soldado para recogerlas, almacenarlas y volver a su posición de reposo.

```
  ELSE
    WaitDI ED_SensorFinalCinta, 1;
    IF ED_SensorPiezaLarga = 1 AND ED_SensorCubo = 0 THEN
      recogidaPiezaLarga altoPieza, numPieza;
      numPieza := numPieza + 1;
      Retorno pReposo;
    ELSE
      IF ED_Pieza1 = 1 AND ED_SensorCubo = 0 THEN
        LlevaPiezasAPale pPalePieza2, altoPieza;
        Retorno pReposo_2;
        SetDO SD_PiezaDisponible, 1;
      ELSE IF ED_SensorCubo = 0
        LlevaPiezasAPale pPalePieza1, altoPieza;
        Retorno pReposo;
      ENDIF
    ENDIF
  ENDIF
ENDIF
```

Si no hay suficientes piezas para soldar espera a recibir la señal de fin de cinta donde si es una pieza larga procede a almacenarla directamente, si es una corta la coloca para ser soldada y si es un cubo no actúa.

```

TRAP MueveReposoInterrupcion
    !no usamos stop move, dejamos que termine lo que esté haciendo
    !guardamos la trayectoria
    StorePath;
    stop_pos:= CRobT(\Tool:=ventosa,\WObj:=wobj0);

    !movemos a la posicion de reposo

    MoveJDO pReposo_2,v1000,fine,ventosa,\WObj:=wobj0,SD_ConfirmacionReposo,1;
    !confirmamos posicion de reposo
    ! esperamos a que termine
    WaitDI ED_SolicitaReposo,0;
    ! desconfirmamos posicion de reposo
    Reset SD_ConfirmacionReposo;
    MoveL stop_pos,v1000,fine,ventosa,\WObj:=wobj0;
    RestoPath;
    StartMove;
    !fin
ENDTRAP

```

La rutina de interrupción deja que el robot termine lo que está haciendo, almacena su trayectoria y lo manda a una posición de reposo segura. Una vez que recibe la señal de que ya se ha terminado, vuelve a la posición que se encontraba y retoma la rutina.

Robot 2

```

PROC Main()
    CONNECT idInterrupcion WITH MueveReposoInterrupcion;
    ISignalDI ED_SolicitaReposo,1,idInterrupcion;
    Inicializa;

```

Al igual que en el robot1, el robot 2 comienza inicializando y vinculando la rutina de interrupción.

```

|       WHILE ED_ON = 1 DO
|           WaitDI ED_PiezaDisponible,1;
|           Soldadura;
|           Retorno;
|           WaitDI ED_PiezaDisponible,0;
|       ENDWHILE
|       Finaliza;

```

En el bucle principal, sin embargo, espera a que ambas piezas estén disponibles antes de iniciar el proceso de soldadura. Una vez terminado, regresa a la posición de reposo y espera a que la pieza sea recogida.

```

PROC Soldadura()
  VAR robtarget pInicio;
  VAR robtarget pFinal;
  VAR robtarget pInicioAprox;
  VAR robtarget pFinalAprox;
  VAR num distSeguridad := 150;

  pInicio := pInicioSoldadura;
  pFinal := pFinalSoldadura;

  pInicioAprox := Offs (pInicio, 0, 0, distSeguridad);
  pFinalAprox := Offs (pFinal, 0, -distSeguridad, distSeguridad);

  MoveL pInicioAprox, v3000, z100, MyTool, \WObj:=wo_Paletizado;
  MoveLDO pInicio, v1000, fine, MyTool, \WObj:=wo_Paletizado, SD_ActivaSoldadura, 1;

  MoveLDO pFinal, v100, fine, MyTool, \WObj:=wo_Paletizado, SD_ActivaSoldadura, 0;

  MoveLDO pFinalAprox, v1000, z100, MyTool, \WObj:=wo_Paletizado, SD_SoldaduraAck, 1;

ENDPROC

```

La función de soldadura, radica en situarse en un extremo de la coincidencia de las 2 piezas a soldar, activar el componente inteligente, y desplazarse hacia el otro extremo de la coincidencia, para posteriormente desactivar el componente inteligente y enviar una señal de finalización.

```

TRAP MueveReposoInterrupcion
  !no usamos stop move, dejamos que termine lo que esté haciendo
  !guardamos la trayectoria
  StorePath;
  stop_pos:= CRobT(\Tool:=MyTool,\WObj:=wo_paletizado);

  !movemos a la posicion de reposo

  MoveLDO pReposoAlt,v1000,fine,MyTool\WObj:=wobj0,SD_ConfirmacionReposo,1;
  !confirmamos posicion de reposo
  ! esperamos a que termine
  WaitDI ED_SolicitaReposo,0;
  ! desconfirmamos posicion de reposo
  Reset SD_ConfirmacionReposo;
  MoveL stop_pos,v1000,fine,MyTool\WObj:=wo_Paletizado;
  RestoPath;
  StartMove;
  !fin

ENDTRAP

```

La rutina de interrupción, como se puede observar, es – salvo por las diferentes posiciones – prácticamente idéntica a la del robot1. Los comentarios realizados sobre dicha rutina también son válidos aquí.

Robot 3

```
PROC main()  
    CONST num altoCubo := 300;  
    VAR num numPieza := 0;  
    Inicializa;
```

Como los otros robots, el 3 comienza inicializando las variables que va a emplear. En este caso el cubo tiene unas dimensiones de 300x300x300. También se usa la función Inicializa para asegurarse que la señal de la ventosa está desconectada y el robot se haya en la posición de reposo inicial.

```
WHILE ED_ON = 1 DO  
    IF ED_SensorCubo = 1 THEN  
        !Enviamos señal de no de no interferencia  
        SetDO SD_SolicitudReposo,1;  
        ! esperamos confirmación  
        WaitDI ED_ConfirmacionReposo,1;  
  
        DescartarCubo altoCubo;  
        Reposo;  
        !enviamos señal de terminado  
        Reset SD_SolicitudReposo;  
        !el resto de robots retoman so que estaban haciendo  
    ENDIF  
  
ENDWHILE
```

En el bucle cuenta con la señal de encendido y si detecta la señal del cubo manda la señal que activa la rutina de interrupción y espera a que le avisen de que los robots se encuentran en la posición de reposo para proceder a coger el cubo y soltarlo en la cinta de descarte. Una vez que ha soltado la pieza vuelve a la posición de reposo y manda la señal que saca a los otros robots de la rutina de interrupción para que puedan continuar con su ejecución.