



Ingeniería Mecatrónica

Informe de Práctica Profesional Supervisada

Realizada en:

Universidad Nacional de Lomas de Zamora

Facultad de Ingeniería

Alumno:

Zaracho, Facundo – DNI N°: 42873890

Casares, Maximiliano – DNI N° 33194174

Tutor:

Cristian Lukaszewicz

Índice

Reservado a la Facultad para Evaluación	3
Lugar donde he realizado la PPS.....	4
Detalle del trabajo realizado	5
Conclusiones.....	10
Anexo	11

Reservado a la Facultad para Evaluación

Lugar donde he realizado la PPS

Realicé la práctica profesional supervisada en el Laboratorio CIM de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Lomas de Zamora, ubicada en la intersección de Juan XXIII y Camino de Cintura, en la Provincia de Buenos Aires. El laboratorio constituye un entorno de formación orientado a la automatización industrial y a la integración de tecnologías asociadas a sistemas de manufactura flexible.

El espacio reproduce una línea de manufactura automatizada compuesta por estaciones secuenciales. La transferencia de las bandejas se realiza mediante carros que circulan sobre una cinta transportadora. En el inicio del proceso, las bandejas se encuentran en un almacén; un brazo robótico las recoge y las deposita en los carros que avanzan por la cinta. A lo largo del trayecto, los carros se detienen sucesivamente en tres estaciones de trabajo, donde los respectivos brazos robóticos realizan las operaciones asignadas y devuelven las bandejas a los carros para continuar su recorrido. Además de los equipos involucrados en este proceso secuencial, el laboratorio cuenta con otros dos robots de seis ejes, marca Yaskawa, que no forman parte del circuito principal y cuya utilización no estuvo incluida en mis tareas.

La estación en la que desarrollé mi actividad corresponde a la etapa de control de calidad. Esta estación cuenta con un brazo robótico de tipo SCARA (Selective Compliance Assembly Robot Arm) de cinco ejes, un robot de dos ejes, seis plazas porta-bandejas, una cámara analógica actualmente fuera de funcionamiento, un surtidor de bolillas accionado por motor, un sensor de proximidad inductivo tipo NPN, un calibre y un compresor de fluidos con émbolo y pistón. Asimismo, dispone de cuerpos prismáticos plásticos —algunos de ellos ahuecados— y elementos de fijación destinados a asegurar las piezas sobre las bandejas durante las inspecciones.

Las prácticas se desarrollaron los días miércoles, de 18.30 a 22.30 horas, y los días sábados, de 8.30 a 12.00 horas. La supervisión estuvo a cargo de los profesores Martín Gonzalez, Mauro Maceda y Matías Hirak, quienes brindaron orientación técnica durante el desarrollo de las actividades.

Detalle del trabajo realizado

Llevé a cabo la práctica profesional supervisada junto a un grupo conformado por tres integrantes. Se nos asignó la cuarta estación, montada sobre la cinta transportadora, donde se encuentra el manipulador industrial SCARA. Además, esta estación cuenta con un robot cartesiano, que permite posicionar las bandejas debajo de una cámara final, simulando una estación de control de calidad. Esta estación constituye la etapa final del proceso, ya que representa el último paso antes de que el carro regrese al almacén.

Durante las primeras horas de práctica optimicé el espacio de trabajo, elevando la altura de la mesa de trabajo donde estaban montados los manipuladores. Este paso resultó necesario, ya que la posición original generaba inconvenientes: el SCARA no alcanzaba correctamente los carros sobre la cinta transportadora sin exceder su límite operativo.

Posteriormente, participé en la confección e impresión 3D de nuevas bases porta bandejas para ampliar la cantidad de posiciones disponibles sobre la mesa de trabajo. Inicialmente, solo existían dos bases incorporadas en la cinta transportadora, lo que limitaba la estación a dos posiciones para operar o almacenar carros. Se imprimieron cuatro nuevas bases, alcanzando un total de seis posiciones, además de una base adicional destinada al robot cartesiano.

Una vez finalizadas estas tareas, comencé a programar las funciones principales: se desarrollaron rutinas para tomar (GET) y colocar (PUT) las bandejas sobre las bases, con el fin de simplificar el proceso al ejecutar los programas principales, llamando únicamente a las funciones correspondientes. Cuando el manipulador necesitaba tomar un carro, se ejecutaba la función GETxx (según la posición); cuando debía colocarlo, se llamaba a PUTxx.

Para implementar estas funciones, se creó un vector de posiciones denominado CIM2[25], que permite almacenar hasta 25 puntos directamente desde el *teach pendant*. Cada operación GET o PUT requería tres posiciones dentro del vector:

- Una posición superior, sobre la base.
- Una posición de aproximación que llamamos punto de seguridad.
- Una posición final, donde la bandeja se encontraba asentada.

Menciono, a modo de ejemplo, el programa GET41, utilizado para que el robot SCARA tome una bandeja desde la base del robot cartesiano:

```
PROGRAM GET41
```

```
-----
```

```
SPEED 20
```

```
SPEEDL 25
```

```
OPEN
```

```
MOVED TESTB[1]
```

```
MOVED CIM2[11]
MOVELD CIM2[12]
SPEEDL 10
MOVED CIM2[13]
CLOSE
SPEEDL 30
MOVED CIM2[11]
END
```

En este código, SPEED define la velocidad de los movimientos conjuntos (joint), mientras que SPEEDL ajusta la velocidad de los movimientos lineales. Los comandos OPEN y CLOSE controlan la apertura y cierre del gripper, respectivamente. MOVED indica un movimiento conjunto y MOVELD, un movimiento lineal. En este caso, CIM2[11] corresponde a la posición superior, CIM2[12] a la posición de aproximación y CIM2[13] a la posición final.

Todos los puntos del vector CIM2 fueron grabados manualmente desde el *teach pendant*, posicionando el gripper en el lugar deseado y registrando el punto correspondiente.

Para los programas GET41 y PUT41 utilicé, además, otro vector de posiciones llamado TESTB, en el que guardé puntos del robot cartesiano:

- TESTB[1]: posición de recepción del robot cartesiano. En este punto se recibe la bandeja.
- TESTB[2]: posición de inspección del robot cartesiano. En este punto, la bandeja queda justo debajo de la cámara.

Los programas quedaron organizados de la siguiente manera:

Funciones PUT y GET

- PUT00 y GET00: cinta transportadora.
- PUT01 y GET11 / PUT10 y GET12: bases laterales junto a la cinta.
- PUT21 / 22 / 31 / 32 y sus respectivos GET: bases sobre la mesa de trabajo.
- PUT41 y GET41: base del robot cartesiano.

Asignación de posiciones del vector CIM2[]

- CIM2[1]: punto de seguridad (no utilizado actualmente).
- CIM2[2], CIM2[3] y CIM2[6] fueron utilizados en los programas PUT01 y GET11.
- CIM2[4], CIM2[5] y CIM2[7] fueron utilizados en los programas PUT10 y GET12.

- CIM2[8], CIM2[9] y CIM2[10] fueron utilizados en los programas PUT00 y GET00.
- CIM2[11], CIM2[12] y CIM2[13] fueron utilizados en los programas PUT41 y GET41.
- CIM2[14], CIM2[15] y CIM2[16] fueron utilizados en los programas PUT21 y GET21.
- CIM2[17], CIM2[18] y CIM2[19] fueron utilizados en los programas PUT22 y GET22.
- CIM2[20]: punto de seguridad.
- CIM2[21], CIM2[22] y CIM2[23] fueron utilizados en los programas PUT31 y GET31.
- CIM2[24], CIM2[25] fueron utilizados en los programas PUT32 y GET32.

Finalizada la programación de los puntos, pasé a desarrollar las subrutinas principales.

El manipulador SCARA recibe cuatro señales de entrada, que son enviadas desde el tablero de control principal. Los carros que se trasladan por la cinta están numerados, y cada uno de ellos activa una señal diferente. En el controlador, las entradas registradas son 9, 10, 11 y 12.

Cada vez que un carro activaba el sensor de la cinta situado en la estación, se levantaban los pistones y se enviaba una señal al SCARA para ejecutar la subrutina correspondiente (R1, R2, R3 o R4). A la finalización de cada rutina también le corresponde una señal, en este caso de salida. En todos los casos utilicé la salida 11.

El programa principal, llamado RUT, ejecuta simultáneamente las cuatro subrutinas, quedando en espera de la señal de activación. Cuando una se ejecuta, las demás se detienen y, al finalizar, el programa principal vuelve al estado de espera.

Código del programa principal "RUT"

```
PRINTLN "Esperando entradas..."
```

```
RUN R1
```

```
RUN R2
```

```
RUN R3
```

```
RUN R4
```

```
END
```

Ejemplo: Subrutina R4

```
WAIT IN[12] = 1
```

```
WAIT IN[12] = 0
```

```
STOP RUT
```

```
STOP R1
STOP R2
STOP R3
PRINTLN "Iniciando rutina 4"
GOSUB GET00
GOSUB PUT22
GOSUB GB22
GOSUB ALIM2
GOSUB PB22
GOSUB GET22
MOVED CIM2[20]
GOSUB PUT41
MOVED TESTB[2]
DELAY 100
GOSUB GET41
MOVED CIM2[20]
GOSUB PUT00
SET OUT[11] = 1
DELAY 50
SET OUT[11] = 0
RUN RUT
END
```

Desde el tablero central, se define qué carro activará la señal al pasar por el sensor de la cinta. Una vez activada, los pistones se elevan y envían la señal correspondiente (en este caso, la entrada 12) al SCARA, que inicia la subrutina R4.

Esta rutina realiza las siguientes acciones:

1. Toma la bandeja desde la cinta transportadora. Este programa supone que sobre la bandeja hay un pequeño recipiente, que fue montado en una estación anterior.
2. Deposita la bandeja (que trae el recipiente encima) en una base.
3. Traslada el recipiente hacia el surtidor de bolillas.
4. El surtidor de bolillas carga dos unidades en el recipiente.
5. Devuelve el recipiente a la bandeja.

6. Toma nuevamente la bandeja y la traslada al puesto de recepción del robot cartesiano.
7. El robot cartesiano mueve la base al puesto de inspección, bajo la cámara, y regresa al punto inicial.
8. Finalmente, devuelve el carro a la cinta transportadora.

En el código, los comandos WAIT esperan una señal específica; STOP detiene las demás rutinas en ejecución; GOSUB llama a subprogramas; y SET OUT activa una salida digital indicando que el proceso ha finalizado.

La subrutina R3 es similar a la R4, con la diferencia de que la cantidad de bolitas dispensadas se ingresa manualmente.

La subrutina R1 omite el paso del dispensador, realizando únicamente la simulación de control con la cámara.

Por último, la subrutina R2 ejecuta un intercambio: toma un carro desde la cinta, lo coloca en una base lateral y reemplaza el que se encuentra allí, colocándolo sobre la cinta.

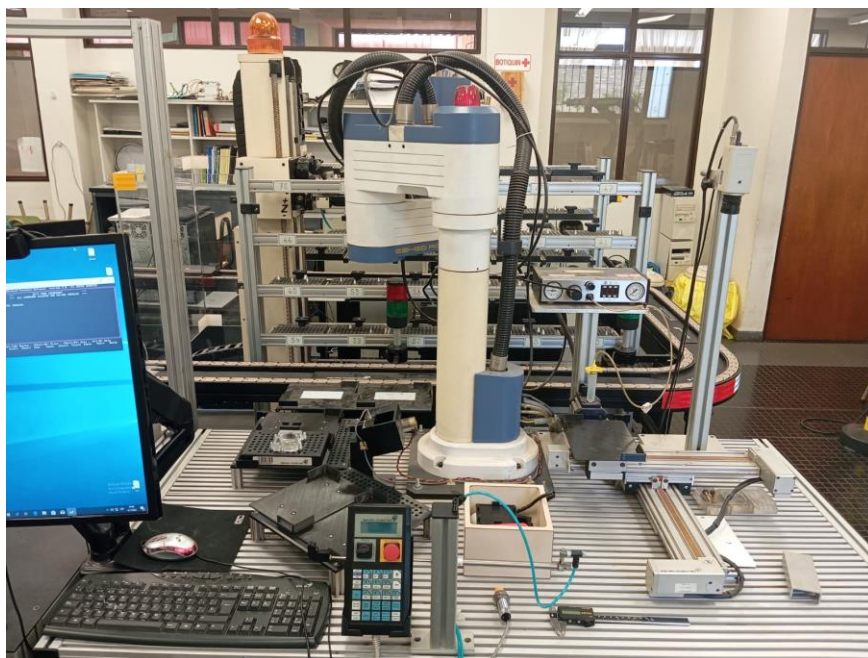
Conclusiones

La realización de la Práctica Profesional Supervisada en el laboratorio CIM constituyó una instancia fundamental para consolidar conocimientos vinculados a la automatización industrial y al funcionamiento integral de sistemas de manufactura flexible. El diseño y ajuste del espacio de trabajo, la impresión de soportes adicionales y la programación del robot SCARA permitieron comprender la relevancia de la planificación previa, la precisión en la configuración de posiciones y la necesidad de una estructura modular en los programas GET, PUT y subrutinas principales.

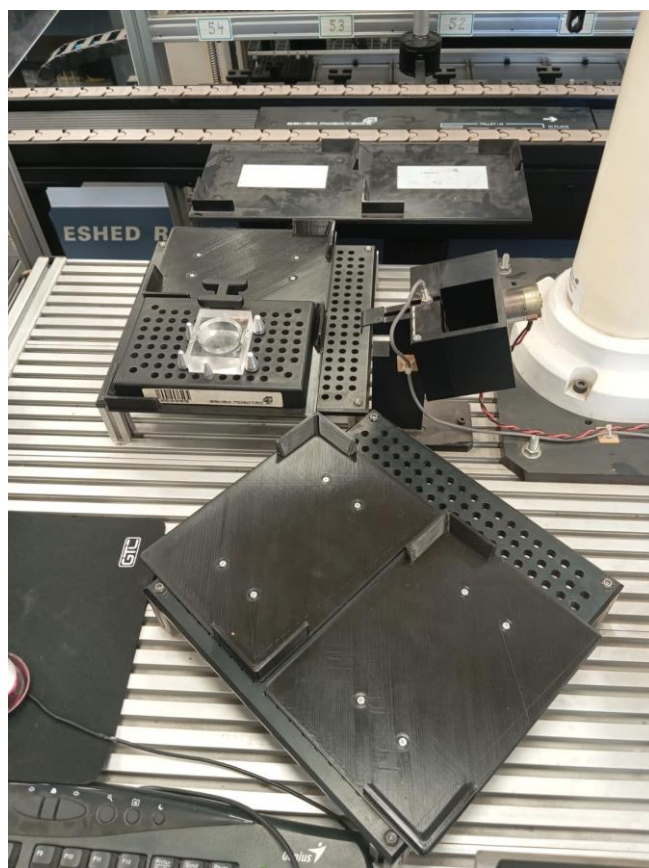
Asimismo, la interacción con señales digitales, sensores y el robot cartesiano brindó una experiencia práctica completa, acercándome a situaciones reales de industria donde la coordinación entre equipos y la lógica de control son esenciales para garantizar la continuidad del proceso. El trabajo en equipo, bajo la supervisión de los docentes, facilitó el intercambio de conocimientos y la resolución conjunta de dificultades técnicas.

En resumen, esta práctica fortaleció mis competencias técnicas y mi capacidad para abordar problemáticas propias de entornos automatizados, reafirmando mi interés profesional por el área de robótica y control.

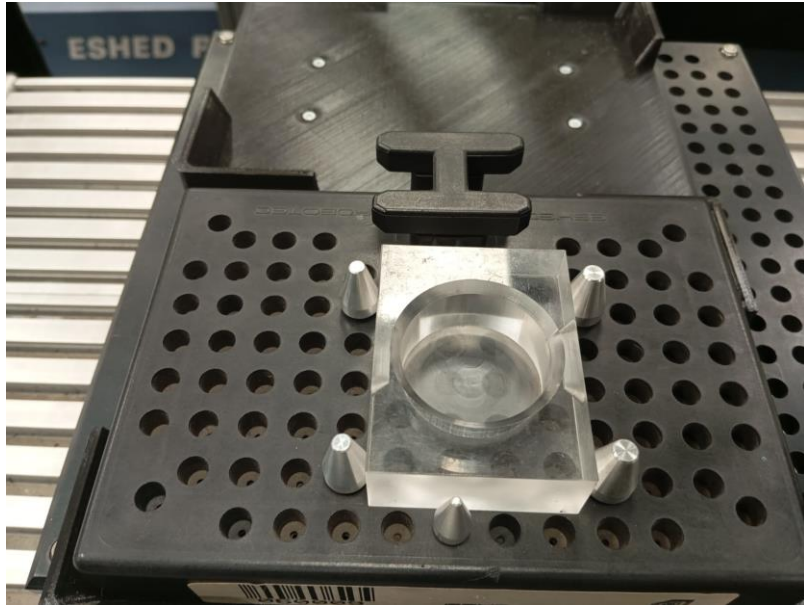
Anexo



Estación SCARA



Nuevas bases impresas



Posición exacta del recipiente necesario para las rutinas R3 y R4