**Automatización de procesos de manufactura**

**2023-2**

**Integrantes:**

[Brayan Daniel Barrera Galvis](mailto:bdbarrerag@unal.edu.co)

[Jhon Nelson Caceres Leal](mailto:jncaceresl@unal.edu.co)

[Julian Felipe Medina Veira](mailto:jmedinave@unal.edu.co)

[Juan Camilo Olaya Mantilla](mailto:jolayam@unal.edu.co)

[Brayan Camilo Upegui Martinez](mailto:bcupeguim@unal.edu.co)

**Planteamiento del problema.**

1. **Introducción:**

Los procesos de manufactura son un conjunto de actividades imprescindibles en la producción de productos con valor agregado. Estos procesos de manufactura como los conocemos, han cambiado la forma en que vivimos y al ser humano en rasgos generales.

Es precisamente a su importancia que buscamos mejorar la forma y el modo en la que estos procesos de manufactura se llevan a cabo. Esto es importante pues con maneras más optimas y eficientes de procesos de manufactura, podemos lograr mejores resultados en terminos de calidad, economicos y cuantitativos.

Por lo anterior previamente mencionado, la automatización de los procesos de manufactura tienen un papel fundamental en el nuevo mundo que se está formando y nosotros como ingenieros mecatrónicos debemos contar con los conocimientos y estrategias de diseño de la automatización de procesos de manufactura para aplicarlos en nuestros productos y vidas profesionales.

La automatización de procesos de manufactura es importante por varias razones clave:

* **Eficiencia:** La automatización reduce la dependencia de la mano de obra humana, lo que puede aumentar la eficiencia de la producción al eliminar errores humanos, reducir los tiempos de inactividad y acelerar los procesos.
* **Calidad consistente:** Las máquinas automatizadas pueden realizar tareas repetitivas con precisión constante, lo que resulta en productos de mayor calidad y menos defectos.
* **Reducción de costos laborales:** Al disminuir la necesidad de empleados para realizar tareas rutinarias, las empresas pueden ahorrar en costos laborales y asignar recursos a otras áreas.
* **Mayor productividad:** La automatización puede acelerar la producción y permitir una mayor capacidad de fabricación, lo que puede llevar a un aumento en la producción total.
* **Flexibilidad:** Los sistemas de automatización modernos pueden ser programados y reconfigurados para adaptarse a diferentes productos o procesos, lo que brinda flexibilidad para satisfacer las demandas cambiantes del mercado.
* **Seguridad laboral:** La automatización puede eliminar tareas peligrosas o monótonas que podrían poner en riesgo la seguridad de los trabajadores.
* **Competitividad:** Las empresas que adoptan la automatización a menudo son más competitivas en el mercado global debido a su capacidad para ofrecer productos de alta calidad a precios competitivos.
* **Innovación tecnológica:** La automatización impulsa la inversión en tecnologías avanzadas, lo que a su vez fomenta la innovación y el desarrollo de nuevas soluciones de fabricación.
* **Sostenibilidad:** La automatización puede ayudar a reducir el desperdicio de recursos al optimizar los procesos y minimizar los errores.

En resumen, la automatización de procesos de manufactura es esencial para mejorar la eficiencia, la calidad, la competitividad y la seguridad en la industria manufacturera, lo que puede tener un impacto positivo en la rentabilidad y el crecimiento de las empresas.

1. **Planteamiento del problema:**

El fin de este proyecto tiene como objetivo general inculcar e integrar todos los conocimientos de la asignatura en el estudiante, es por esto que se plantea un proyecto integrando todos los conceptos aprendidos a lo largo del semestre.

Este proyecto se orienta a la resolución de un problema real de manufactura. Se plantea asi, la industria de la chapa metalica y sus muy amplias y diversificadas aplicaciones en la sociedad actual, por lo cual el proyecto debe estar enfocado a esta industria.

Inicialmente, se deben escoger 3 productos fabricados con chapa metálica, los cuales compartan procesos de manufactura, luego se establece una línea de producción desde la recepción de la materia prima hasta el empaquetado del producto final.

Los productos deben cumplir con las siguientes características:

1. Se pueden fabricar a partir de las mismas materias primas, al menos un 70% debe ser común.
2. Se aplica una de las siguientes formas de producción:

* Utilizan las mismas máquinas y equipos de manufactura en al menos un 50%, con bifurcaciones y/o conjunciones en las líneas de manufactura y se fabrican en forma simultánea.
* Se hace manufactura por lotes con las mismas maquinas. Se programa la producción en función de la demanda y se simulan los cambios de herramental o de programas para el cambio de un producto a otro.

Estos productos seleccionados son:

1. **Estanterías metálicas** para almacenamiento de diferente indole:



Figura 1. Estantería Metálica.

Las estanterías metálicas son uno de los productos más vendidos en Colombia. Se utilizan en una amplia gama de aplicaciones, desde el almacenamiento en oficinas hasta la distribución de mercancías en almacenes. Las estanterías metálicas están hechas de chapa metálica, por lo que son ideales para la manufactura robotizada.

Los procesos de manufactura robotizada para estanterías metálicas incluyen:

**Corte**: El corte de la chapa metálica se realiza mediante un robot de corte por láser o plasma.

**Doblado**: El doblado de la chapa metálica se realiza mediante un doblado CNC.

**Perforación:** La perforación de la chapa metálica se realiza mediante una troqueladora

**Pintura del metal:** el metal se pinta con un recubrimiento protector.

**Montaje**: se venden como muebles de montaje, este tipo de muebles se caracterizan por venderse desmontados, en piezas pequeñas y fáciles de transportar. El cliente debe armarlos en su propia casa, siguiendo las instrucciones que vienen incluidas.

1. **Tableros eléctricos:**



Figura 2. Tableros electricos.

Los tableros eléctricos son otro producto muy vendido en Colombia. Se utilizan para distribuir la energía eléctrica en hogares, empresas e industrias. Los tableros eléctricos están hechos de chapa metálica, por lo que también son ideales para la manufactura robotizada.

Los procesos de manufactura robotizada para tableros eléctricos incluyen:

* **Corte**: El corte de la chapa metálica se realiza mediante un robot de corte por láser o plasma.
* **Perforación**: La perforación de la chapa metálica se realiza mediante un robot de perforación.
* **Doblado**: El doblado de la chapa metálica se realiza mediante un robot de doblado.
* **Soldadura**: La soldadura de los componentes del tablero eléctrico se realiza mediante un robot de soldadura.
* **Pintura del metal:** el metal se pinta con un recubrimiento protector.
* **Montaje**: se venden como muebles de montaje, este tipo de muebles se caracterizan por venderse desmontados, en piezas pequeñas y fáciles de transportar. El cliente debe armarlos en su propia casa, siguiendo las instrucciones que vienen incluidas.
* **Pegar calcomanías de emergencia:** señalizar con son cajas de riesgo eléctrico.
* **Instalar partes plásticas:** las manijas que llevan los tableros requieren ser instaladas

1. **Muebles metálicos - Mesa metálica modular**



Figura 3. Mesa metálica modular.

Los muebles metálicos son una categoría amplia que incluye una variedad de productos, como sillas, mesas, estantes, camas, etc. Los muebles metálicos están hechos de chapa metálica, por lo que también son ideales para la manufactura robotizada.

Los procesos de manufactura robotizada para muebles metálicos incluyen:

* **Corte**: El corte de la chapa metálica se realiza mediante un robot de corte por láser o plasma.
* **Doblado**: El doblado de la chapa metálica se realiza mediante un robot de doblado.
* **Perforación**: La perforación de la chapa metálica se realiza mediante un robot de perforación.
* **Pintura del metal**: el metal se pinta con un recubrimiento protector.
* **Montaje**: se venden como muebles de montaje, este tipo de muebles se caracterizan por venderse desmontados, en piezas pequeñas y fáciles de transportar. El cliente debe armarlos en su propia casa, siguiendo las instrucciones que vienen incluidas.

**3. Procesos en la línea de producción.**

A continuación, se dara una aproximación inicial a lo cual consideramos los pasos de la línea de producción ideal para la fabricación de los elementos mencionados anteriormente.

**3.1. Definición de materiales necesarios.**

El primer paso es la compra de los materiales necesarios para la fabricación. Los materiales para utilizar en la fabricación son los siguientes:

**Acero**: El acero es el material más utilizado en la fabricación de estanterías metálicas. Los calibres más comunes son el 16 y el 18. El calibre se refiere al grosor de la lámina de acero. El calibre 16 tiene un espesor de 1,6 mm y el calibre 18 tiene un espesor de 1,8 mm.

**Láminas de acero cold-rolled:** Las láminas de acero cold-rolled son láminas de acero que se laminan en frío. Este proceso de laminación da como resultado una lámina de acero con una superficie más lisa y uniforme que la lámina de acero hot-rolled, que se lamina en caliente.

**Lubricante protector:** El lubricante protector es una capa de aceite o grasa que se aplica a la lámina de acero para protegerla de la corrosión.

**Imprimante y pintura:** El imprimante y la pintura se utilizan para proteger la lámina de acero de la corrosión y para darle un acabado estético.

**Accesorios:** Los accesorios incluyen etiquetas, manijas y otros componentes que facilitan el uso y el mantenimiento.

**3.2. Compra de materiales**

Los materiales se compran a proveedores especializados. El proveedor debe suministrar materiales de alta calidad y que cumplan con las especificaciones técnicas. Las especificaciones técnicas de los materiales para la fabricación se encuentran en las siguientes normas:

Acero: La norma UNE-EN 10025-1:2004 especifica los requisitos para los aceros estructurales de calidad no aleada.

Láminas de acero cold-rolled: La norma UNE-EN 10130-1:2010 especifica los requisitos para las láminas de acero cold-rolled.

Imprimante y pintura: Las normas UNE-EN 13323-1:2011 y UNE-EN 13323-2:2011 especifican los requisitos para los imprimantes y pinturas para uso en exteriores.

**3.3 Disposición materia prima.**

Una vez adquiridos los materiales, como parte fundamental del proceso de fabricación, es necesario considerar como se van a almacenar estos materiales y como se va a disponer de ellos cuando sean necesarios para iniciar con la fabricación de los productos.

**3.4 Corte de materiales**

Ya con los materiales en disposición, se procede a su corte. El corte se realiza con máquinas de corte por plasma, que utilizan un arco eléctrico para calentar el material hasta que se funde. La temperatura del plasma puede alcanzar los 10.000 ºC, lo que permite cortar materiales con precisión.

Para garantizar que el estante tenga las dimensiones correctas, es importante seleccionar los parámetros de corte adecuados. Estos parámetros incluyen la velocidad de corte, la presión del gas y el amperaje. Además del corte por plasma, existen otros métodos de corte de materiales, como el corte por láser, el corte por agua y el corte por fresado.

**3.5 Formado de piezas**

Algunas de las piezas, como las columnas y las vigas, deben ser formadas para darles su forma final. El formado de piezas es un proceso que consiste en deformar una pieza de material para darle una forma específica. En el caso de las columnas y las vigas, se utilizan prensas de doblado CNC para darle la forma curvada que requieren.

***3.5.1 Datos técnicos***

Prensas de doblado CNC: Las prensas de doblado CNC son máquinas que utilizan un control numérico computarizado para doblar piezas de material. Las prensas de doblado CNC para estantes suelen tener una fuerza de doblado de entre 50 y 100 toneladas.

Formas: Las columnas y las vigas del estante pueden tener una variedad de formas, como curvas, ángulos o arcos.

**3.6. Soldadura**

Las piezas del estante, tablero y mesa se unen entre sí mediante soldadura de punto, un tipo de soldadura por resistencia que se utiliza para unir dos piezas de metal de forma permanente. En este proceso, se aplica una corriente eléctrica a las piezas a unir, lo que genera calor y produce un punto de fusión entre ellas.

La soldadura de punto es un proceso rápido y eficiente que produce uniones fuertes y duraderas. Es importante utilizar un soldador de punto adecuado para el tipo de metal a unir y limpiar las superficies de las piezas a unir para garantizar una buena unión.

***3.7. Tratamiento de superficie***

**3.7.1. Preparación de la superficie**

Este paso es fundamental para garantizar un acabado de alta calidad. La superficie del acero debe estar limpia, seca y libre de contaminantes. Los contaminantes comunes incluyen: Óxido, Grasa, Polvo, entre otros.

Para preparar la superficie, se pueden utilizar los siguientes métodos:

***a. Limpieza por solventes:*** Este método utiliza un solvente para disolver el lubricante. Los solventes comunes utilizados para este fin incluyen el disolvente de petróleo, el disolvente de hidrocarburos clorados y el disolvente de hidrocarburos aromáticos.

***b. Limpieza mecánica:*** Este método utiliza un abrasivo para eliminar los contaminantes. Los abrasivos comunes utilizados para este fin incluyen el arenado, el cepillado y el pulido.

**3.7.2. Aplicación de la imprimación**

La imprimación ayuda a mejorar la adherencia de la pintura final. Se aplica una capa uniforme de imprimación sobre toda la superficie del acero. La imprimación también proporciona una capa protectora contra la corrosión.

**3.8. Aplicación de la pintura**

La pintura se aplica en dos capas, con un intervalo de secado de entre 24 y 48 horas entre capas. La pintura se puede aplicar mediante pistola, rodillo o brocha.

**3.8.1. Secado de la pintura**

La pintura tarda entre 24 y 48 horas en secarse completamente. Para acelerar el proceso de secado, se puede utilizar un horno de secado.

***Datos técnicos:***

-Espesor de capa: El espesor de capa de la imprimación debe ser de al menos 25 micrones. El espesor de capa de la pintura debe ser de al menos 50 micrones.

-Tipo de pintura: La pintura debe ser adecuada para el uso previsto. Por ejemplo, si la pieza se utilizará en exteriores, se debe utilizar una pintura resistente a la intemperie.

-Clasificación de la pintura: La pintura debe tener una clasificación de resistencia a la corrosión adecuada. Por ejemplo, si la pieza se utilizará en un entorno marino, se debe utilizar una pintura con una clasificación de resistencia a la corrosión de C5M.

**3.9 Montaje**

Los muebles de montaje, también conocidos como muebles en kit, son un tipo de mobiliario que se vende desmontado, en piezas pequeñas y fáciles de transportar. El cliente debe armarlos en su propia casa, siguiendo las instrucciones que vienen incluidas.

Tiempo de montaje: El tiempo de montaje de un mueble de montaje puede variar en función del tamaño y la complejidad del mueble. En general, se puede estimar que un mueble de tamaño mediano tardará unas horas en montarse.

Instrucciones de montaje: Las instrucciones de montaje suelen ser claras y fáciles de seguir. Sin embargo, es importante leerlas detenidamente antes de empezar a montar el mueble.

**3.10. Embalaje**

Los estantes terminados se embalan para su transporte y almacenamiento. El embalaje debe ser adecuado para proteger los estantes de los daños durante el transporte, incluyendo golpes, vibraciones y humedad.

***3.10.1. Materiales y métodos***:

***Cartón corrugado:*** Es un material ligero y resistente que proporciona una buena protección contra golpes y vibraciones.

***Papel de burbujas:*** Es un material flexible que proporciona una protección adicional contra golpes.

***Película de plástico:*** Es un material impermeable que protege los estantes de la humedad.

El método de embalaje más común para estantes es el siguiente:

*1-Se colocan los estantes en una caja de cartón corrugado.*

*2-Se rellenan los espacios vacíos con papel de burbujas o relleno.*

*3-Se sella la caja con cinta adhesiva.*

**3.11. Entrega**

Los estantes terminados se entregan a los clientes en un plazo máximo de 10 días hábiles, a partir de la confirmación del pedido. La entrega se puede realizar por transporte terrestre, marítimo o aéreo, según las necesidades del cliente.

**4. Referencias de fabricación:**

Para la definición de la línea de producción que vamos a implementar en nuestro proyecto, es necesario realizar una investigación de como empresas ya constituidas llevan a cabo sus procesos de manufactura.

**4.1. Estanterías Metálicas:**

Nos fundamentamos del video instructivo de la empresa [**MMODULMEX**](https://www.mostradoresvitrinasestantes.com/ubicaci%C3%B3n/fabricacion-de-gabinetes-repisas-lockers-entrepa%C3%B1os-metpalicos-y-de-madera-y-muebles-para-negocio/), empresa mexicana especializada en diseño y fabricación de muebles metálicos y de madera con 27 años de experiencia en el mercado mexicano local.

En el video detalla paso a paso las máquinas utilizadas y el cómo esta aporta al producto final. [Video aquí.](https://www.youtube.com/watch?v=eAsT7fBO6p0)

**4.2. Tableros eléctricos de baja tensión:**

En este caso, encontramos dos ejemplos, cada uno con diferentes maneras de realizar los mimos procesos.

En primera instancia, tenemos el video informativo de la empresa [KELMER SAC](https://www.emis.com/php/company-profile/PE/Kelmer_SAC_es_12831141.html) INGENIEROS, empresa en Perú, con sede principal en Lima. En el video se aprecia como sus procesos de manufactura están siendo realizados por el método convencional, es decir, con operarios y trabajadores. [Video aqui.](https://www.youtube.com/watch?v=TTfqwq7RcAY&t=170s)

Luego, tenemos el video informativo de la empresa [WeidMuller](https://www.weidmuller.es/es/productos/connectivity/sistemas_de_cajas_y_componentes/index.jsp) empresa de origen alemán, con su producto para tableros eléctricos registrado KIPPON® . En este caso, podemos ver el paralelo y de manera totalmente opuesta, WeidMuller, cuenta en gran parte con procesos de manufactura automatizados en su línea de producción. [Video aqui.](https://www.youtube.com/watch?v=Wc5NwXTNwzY)

Es evidente al ver ambos videos los paralelos y como la automatización de los procesos de manufactura pueden incidir en diferentes aspectos de calidad del producto y al mismo tiempo, en la economía de la empresa.

4.3. **Muebles metálicos:**

El proceso de manufactura de los muebles metálicos es muy similar al fabricado de estanterías metálicas. En este caso, contamos con la empresa [Pallomaro S.A.](https://pallomaro.com/) Empresa con más de 60 de años de experiencia, dedicada a la fabricación, importación y comercialización de equipos y accesorios para la industria de alimentos. Ofrece soluciones confiables y de alta calidad al alcance de todos, desde pequeñas empresas hasta grandes cadenas de restaurantes, hoteles y casinos. [Video aqui.](https://www.youtube.com/watch?v=LGXYBnM7ZmA&t=102s)