



UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID  
DEPARTAMENTO DE SISTEMAS Y AUTOMÁTICA

GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA, INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA

ANTEPROYECTO TFG  
SCADA Y MODELADO PARCIAL DE SISTEMA DE  
EXTRUSIÓN DE FILAMENTO

Alumnos: Santiago López Pina  
Tutor: Victor Gonzalez Pacheco

# Índice general

1. Introducción	3
2. Objetivos	6

# Capítulo 1

## Introducción

En la actualidad se disponen de dos líneas de extrusión encargadas de la producción del filamento de PLA (Poliácido láctico) que vende y distribuye la empresa bq. Este filamento, es usado en la actualidad como consumible para las impresoras 3D.

Cada línea de extrusión, está formada por los siguientes elementos:

- **Extrusora:** Es la encargada de convertir la materia prima, que es introducida en forma de granza, a un hilo continuo denominado filamento. La granza son pequeños cilindros de PLA que son convertidos en filamento al salir de la extrusora.



Figura 1.1: PLA en forma de granza.

Explicado de una forma sencilla una extrusora es un tornillo sin fin dentro de un cañón calefactado que va fundiendo, mezclando y haciendo avanzar la granza, y posteriormente la masa a su través. En nuestro caso disponemos de cinco zonas de calentamiento para poder fabricar el filamento.

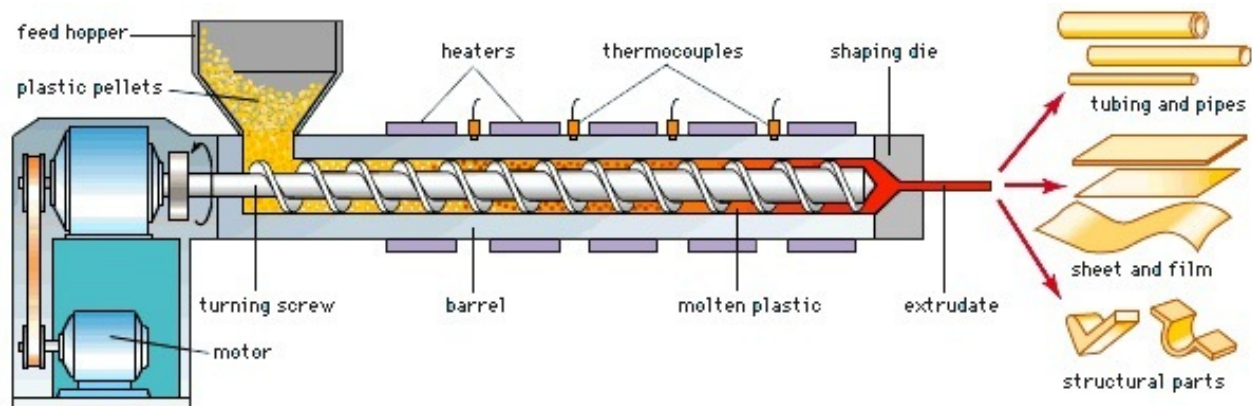


Figura 1.2: Esquema de funcionamiento de una extrusora.

En la instalación sobre la que vamos a implementar el desarrollo contenido en este proyecto, la forma final es cilíndrica. Aunque existen multitud de modelos de boquilla para extruir el material con distintas formas. (Ver figura 1.2)

- **Enfriamiento por inmersión:** A la salida de la extrusora se coloca una bañera de enfriamiento que, como su propio nombre indica, se encarga de enfriar el material de forma gradual. Se usa una 'bañera' llena de agua con una temperatura controlada para lograr el enfriamiento del filamento según salga de la extrusora. Es un método habitual en este tipo de tecnología de fabricación debido a las altas velocidades de producción que podemos llegar a adquirir.



Figura 1.3: Ejemplo de bañera usada en enfriamiento por inmersión

- **Unidad tractora:** mediante la que se hace avanzar el filamento desde la salida de la extrusora hasta la entrada de la bobinadora. Siendo responsable del adelgazamiento del filamento, que aún se encuentra templado en la bañera de refrigeración.
- **Unidad de almacenamiento:** al tratarse de un proceso continuo es necesario un sistema que actúe como buffer de filamento mientras se realiza el cambio de carrete en la bobinadora.

- **Bobinadora:** Es la encargada de enrollar el filamento en bobinas para su posterior distribución. Estas bobinas también son las usadas normalmente en la impresión 3D, aunque existe algún intento de estandarización al respecto, cada fabricante tiene su carrete. Y no todos son compatibles entre sí. En esta parte de la instalación, es donde se tiene un control del diámetro final que adquiere el filamento, ya que es la última parte antes de su almacenaje.

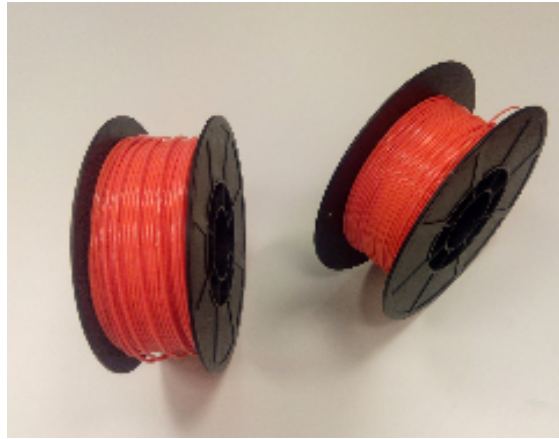


Figura 1.4: Carrete con filamento bobinado

En la línea de fabricación existente la unidad tractora, la de almacenamiento y la bobinadora están integradas en una única máquina. En la actualidad el sistema es completamente funcional. Aunque los parámetros de entrada de cada uno de sus componentes (extrusora, bañera y bobinadora) se operan en lazo abierto y de forma manual. No es un producto adquirido de una vez. Por ello, no se dispone de comunicación directa, por ejemplo, entre la bobinadora y la velocidad de extrusión, en consecuencia, si hay algún tipo de error debe ser el operario encargado de la supervisión en parar todo el proceso y volver a arrancar.

La extrusión del filamento, es un proceso en el que influyen muchas variables como pueden ser la temperatura de la grana en el interior de la extrusora y la velocidad de extrusión. Estos problemas derivan en el producto final en que no se consigue un diámetro homogéneo, en nuestro caso 1.75mm, como se puede comprobar en la imagen 1.5.

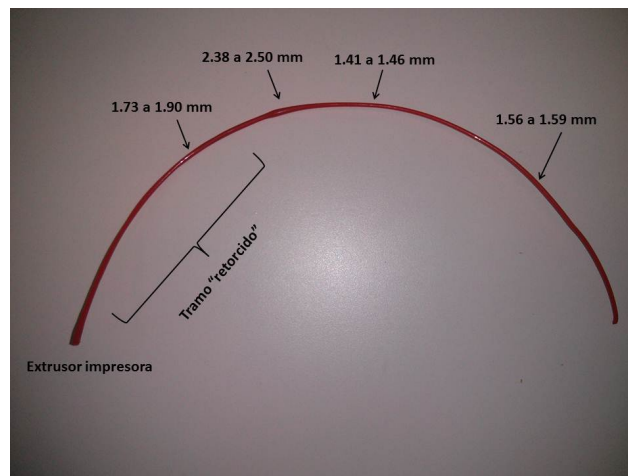


Figura 1.5: Muestra de filamento con problemas en el diámetro

# Capítulo 2

## Objetivos

Como se ha comentado a lo largo del capítulo introductorio, para el correcto funcionamiento de la línea es necesario un operador que controle y supervise el funcionamiento de la misma, realice la carga de grana en la extrusora y la carga y descarga de los carretes en la bobinadora. Debido a ello se generan errores en la producción que sólo son visibles una vez que el producto ha sido almacenado y es sometido a las convenientes pruebas de calidad, almacenando así un producto que no es de la calidad necesaria para comercializarlo.

Para minimizar el error humano, se propone la implementación de un sistema de adquisición y procesamiento de datos (SCADA) que permita el análisis durante y posteriormente la producción, de los diferentes parámetros del sistema. Con el fin de modelar parcialmente el mismo para tratar de cerrar el lazo de control entre la unidad tractora y el sistema de control de diámetro. De esta manera, podemos ver los aspectos que influyen en el diámetro y que el propio sistema sea capaz de corregirlo en tiempo real durante la producción.

El proyecto está definido por dos fases:

La primera fase en la que se desarrollará el sistema de adquisición de datos constará de los siguientes puntos:

- Recopilación y análisis de la documentación de todos los dispositivos de interés para el proyecto de la línea de extrusión. Ya que actualmente disponemos de instrumentación que no hemos elegido nosotros, deberemos adquirir toda la documentación para poder lograr conseguir la automatización del sistema y ver cómo funciona individualmente cada uno.
- Definición de los requisitos respecto a comunicaciones necesarias entre los dispositivos de la línea y el sistema de adquisición.
- Determinar los requisitos del autómata programable industrial (PLC) a utilizar.
- Programación del PLC. Puesto que será el encargado de llevar el control de la planta, deberemos programar la adquisición de datos, para establecer el control sobre la línea.

En esta fase, se pondrá en marcha todo el sistema en la planta, instalando el PLC y cableando toda la red de comunicaciones y sensores que disponemos. Así mismo se almacenarán datos de los seis sensores de temperatura que dispone la planta (cinco de ellos en extrusora y uno en bañera de enfriamiento), y sensor de diámetro. Con los datos adquiridos se modelará parcialmente la planta para intentar hacer un control en lazo cerrado entre la unión tractora de filamento y el sensor de diámetro del mismo. Durante

---

esta fase se diseñará un sistema, para poder visualizar los datos adquiridos de forma remota.

La segunda fase del proyecto, consistirá en la implementación en planta de los distintos reguladores diseñados y probados en la fase anterior. Como primera aproximación la salida a controlar será el diámetro del filamento y la entrada la velocidad de extrusión, ya que es la variable que influye directamente en el diámetro a conseguir. Se estudiarán los beneficios de usar distintos tipos de controladores como pueden ser PID, fuzzy, etc. para posteriormente estudiar los beneficios e inconvenientes de cada uno de ellos.

Para el completo desarrollo de esta segunda fase, y poder demostrar el correcto funcionamiento en la línea, necesitaremos la aprobación de la empresa que explota la línea de extrusión. Aunque se tratará de un sistema modular que será fácil de integrar en otras líneas de producción parecidas. Siendo el sistema totalmente compatible y escalable para futuras líneas de extrusión que se adquieran.

A continuación, se detallan los objetivos a conseguir en el proyecto y un diagrama de gant con la planificación inicial del proyecto:

- Documentación de la instrumentación de la planta.
- Definir la arquitectura para la comunicación del PLC y la instrumentación
- Definir requisitos del PLC a adquirir.
- Programación del PLC.
- Realización del armario eléctrico para montar en la fábrica.
- Estudio de los datos adquiridos y desarrollo del modelo teórico de la planta.
- Comprobar qué regulador se amolda a nuestras necesidades.
- Puesta en marcha del regulador en planta y comprobar resultados.

# Informe GanttProject

Proyecto : SCADA sistema de extrusión

Inicio : 19/12/14

Fin : 21/04/15

Organización : bq

Página web : <http://>

Descripción :

Organización del proyecto adquisición de datos de la línea de extrusión de filamento de pesl (Huesca)

Date : 27-ene-2015 12:14:34



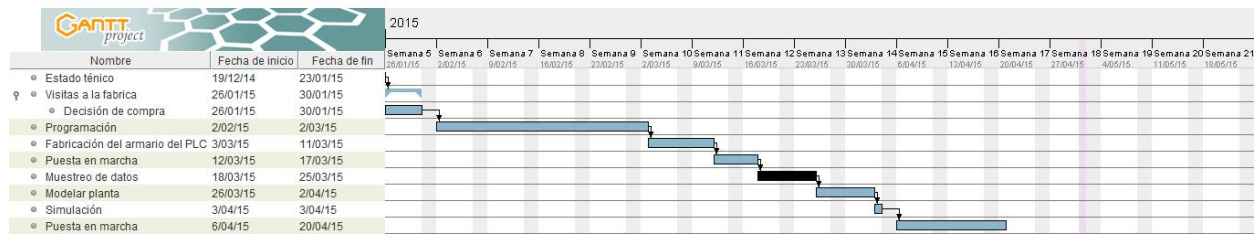
## Lista de tareas

Nombre	Fecha de inicio	Fecha de fin	Recursos
<b>Estado técnico</b> En esta tarea se recopilará toda la información de los sensores. Se establecerán las especificaciones que debe tener nuestro PLC, para poder pedir presupuesto a los distribuidores. Una vez que sepamos cual es el distribuidor, se buscará información sobre como implementar las comunicaciones en el sistema.	19/12/14	23/01/15	Santiago Lopez
<b>Visitas a la fabrica</b> Se hará una visita a la fabrica,para comprobar el correcto funcionamiento de las comunicaciones de los diferentes dispositivos. Validando de esta manera la arquitectura del sistema. De esta manera se empezará a buscar un PLC	26/01/15	30/01/15	José Emilio Torres Santiago Lopez
<b>Decisión de compra</b> En esta tarea se establecerán petición de presupuestos y compra materiales necesarios como pueden ser: -PLC. -Conectores necesarios. -Routers,etc	26/01/15	30/01/15	José Emilio Torres Distribuidores
<b>Programación</b> Se hará la programación del PLC y la simulación de las comunicaciones con los distintos esclavos de la planta en el laboratorio.	2/02/15	2/03/15	Santiago Lopez
<b>Fabricación del armario del PLC</b>	3/03/15	11/03/15	José Emilio Torres Santiago Lopez
<b>Puesta en marcha</b> Visita a la fabrica para hacer la instalación del armario y probar que la programación en la oficina ha sido la correcta.	12/03/15	17/03/15	
<b>Muestreo de datos</b> Durante una semana se recopilarán datos de la producción.	18/03/15	25/03/15	Santiago Lopez
<b>Modelar planta</b> Con ayuda de los datos muestreados la semana anterior se hará un modelo de la planta para su posterior control y probar los diferentes tipos de reguladores en el laboratorio	26/03/15	2/04/15	José Emilio Torres Santiago Lopez
<b>Simulación</b> Mediante técnicas de simulación se comprobará que el control elegido es el idoneo.	3/04/15	3/04/15	José Emilio Torres Santiago Lopez
<b>Puesta en marcha</b> Se hará una visista a la fabrica para poner en marcha el controlador de la línea de extrusión.	6/04/15	20/04/15	José Emilio Torres Santiago Lopez

## Lista de recursos

Nombre	Función
José Emilio Torres	Encargado del proyecto
Distribuidores	Indefinido
Santiago Lopez	Desarrollador

# Diagrama de Gantt



# Diagrama de recursos

