



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

## **DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECATRÓNICA**

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA MÁQUINA AUTOMÁTICA DE CORTE  
MULTIMATERIAL A TRAVÉS DE UN SISTEMA HMI Y CONTROL DE CALIDAD  
MEDIANTE VISIÓN ARTIFICIAL PARA TUBERÍAS DE HORNOS EN LA INDUSTRIA  
METÁLICA COTOPAXI I.M.C.”**

**AUTORES: SANTOS CASTILLO, DARIO ALEXANDER  
ALBARRACÍN PADILLA, ANA KATHERINE**

**DIRECTOR: ING. TERÁN HERRERA HÉCTOR COCHICE**

# PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La Industria  
Metálica  
Cotopaxi  
(I.M.C.)

Demora en la  
producción de  
hornos

Grados de error  
en los cortes

Seguridad del  
trabajador

## **OBJETIVO GENERAL**

Diseñar e implementar una máquina automática de corte multimaterial y control de calidad para tuberías de hornos mediante visión artificial para la Industria Metálica Cotopaxi I.M.C.

### **Objetivos específicos**

Diseñar y modelar el sistema de alimentación automática multimaterial a través del uso de software CAD CAE.

Elaborar un control de avance de 12mm y profundidad de 3mm para la sierra mediante la implementación de elementos mecánicos con alimentación automática multimaterial de tuberías para el proceso de corte.

Implementar un sistema de control mediante una interfaz hombre máquina HMI y control de calidad mediante visión artificial para el proceso de automatización del corte de tuberías utilizando el método de corte por serrado.

Realizar de pruebas y análisis de resultados de la calidad del sistema de corte por serrado multimaterial para diferentes diámetros.

# ALCANCE

1. Diseñar y modelar el sistema mecánico de alimentación automática para tuberías de  $\frac{3}{4}$ , 1,  $1\frac{1}{4}$  y  $1\frac{1}{2}$  pulgada de diámetro.
2. Analizar esfuerzos de los elementos mecánicos.
3. Analizar los sistemas eléctricos y electrónicos de la máquina.

**4.** Construir e implementar los sistemas mecánicos que permita el control de avance y profundidad de la sierra de corte para tuberías de materiales con una dureza de hasta 200 HB.

**5.** Elaborar e implementar el control de calidad mediante visión artificial para establecer las medidas de longitud, profundidad y geometría en los semi-cortes elaborados en los tubos.

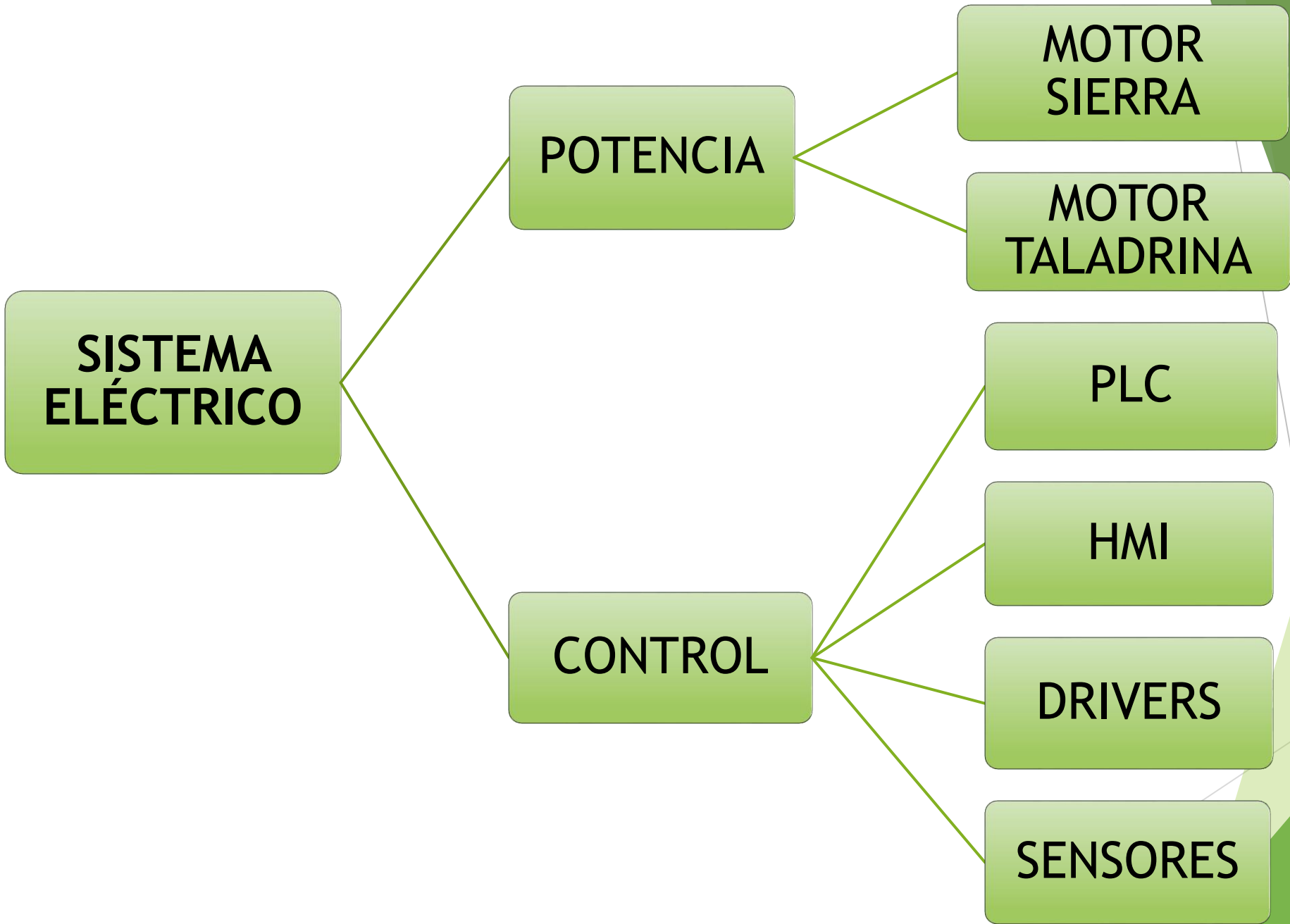
**Sistema  
Mecánico**

Hoja de sierra  
Bimetálica

Grippers

Tornillos de  
potencia

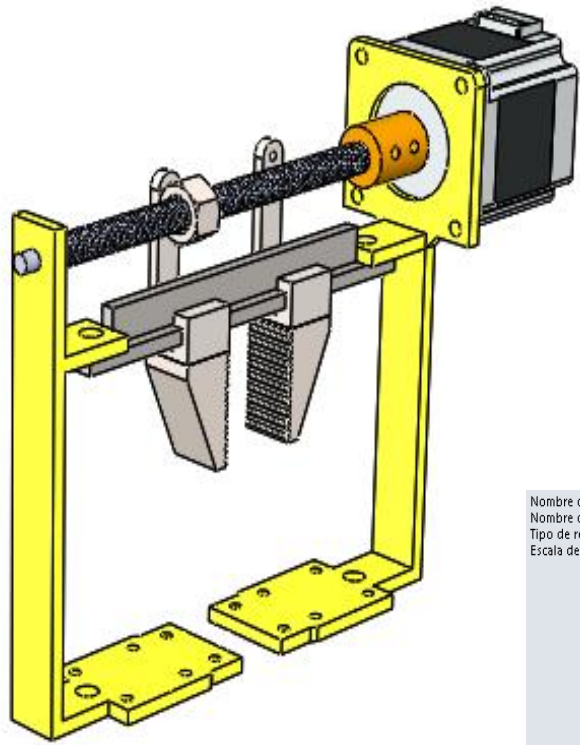
Motores a  
pasos





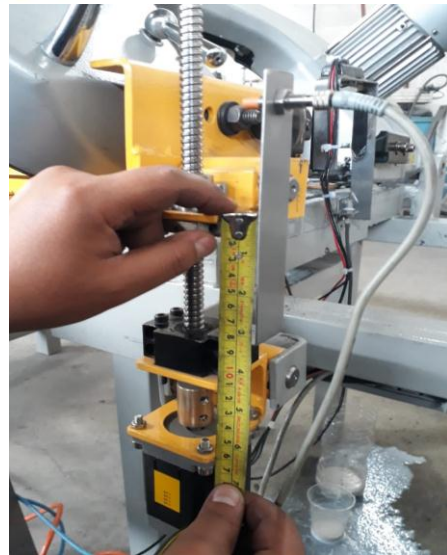
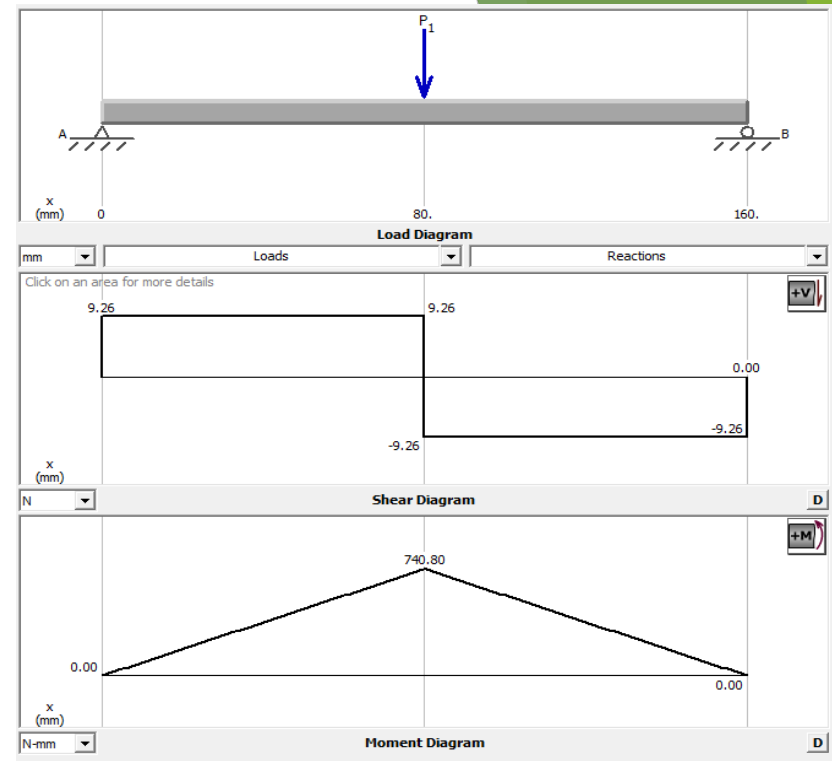
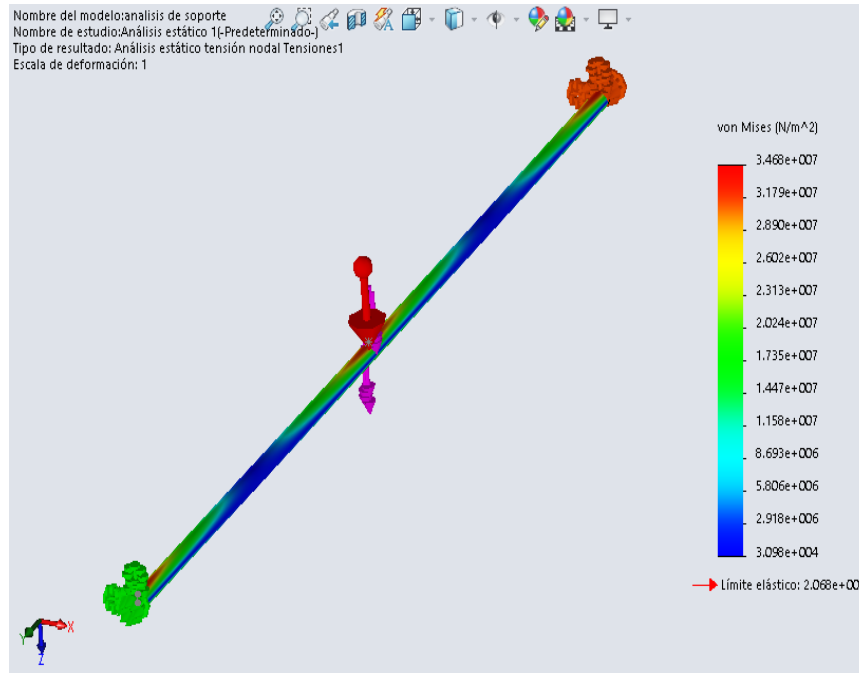
# MATERIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LOS COMPONENTES

COMPONENTES	MATERIAL
Gripper	Acero Inoxidable AISI - 316L
Soportes del gripper	Acero Inoxidable AISI - 316L
Riel guía circular	Acero Inoxidable AISI - 304
Tornillo de potencia	Acero AISI - 1020
Mesa	Acero ASTM - A36
Caballote	Acero ASTM - A36
Rodillos	Acero ASTM - A500

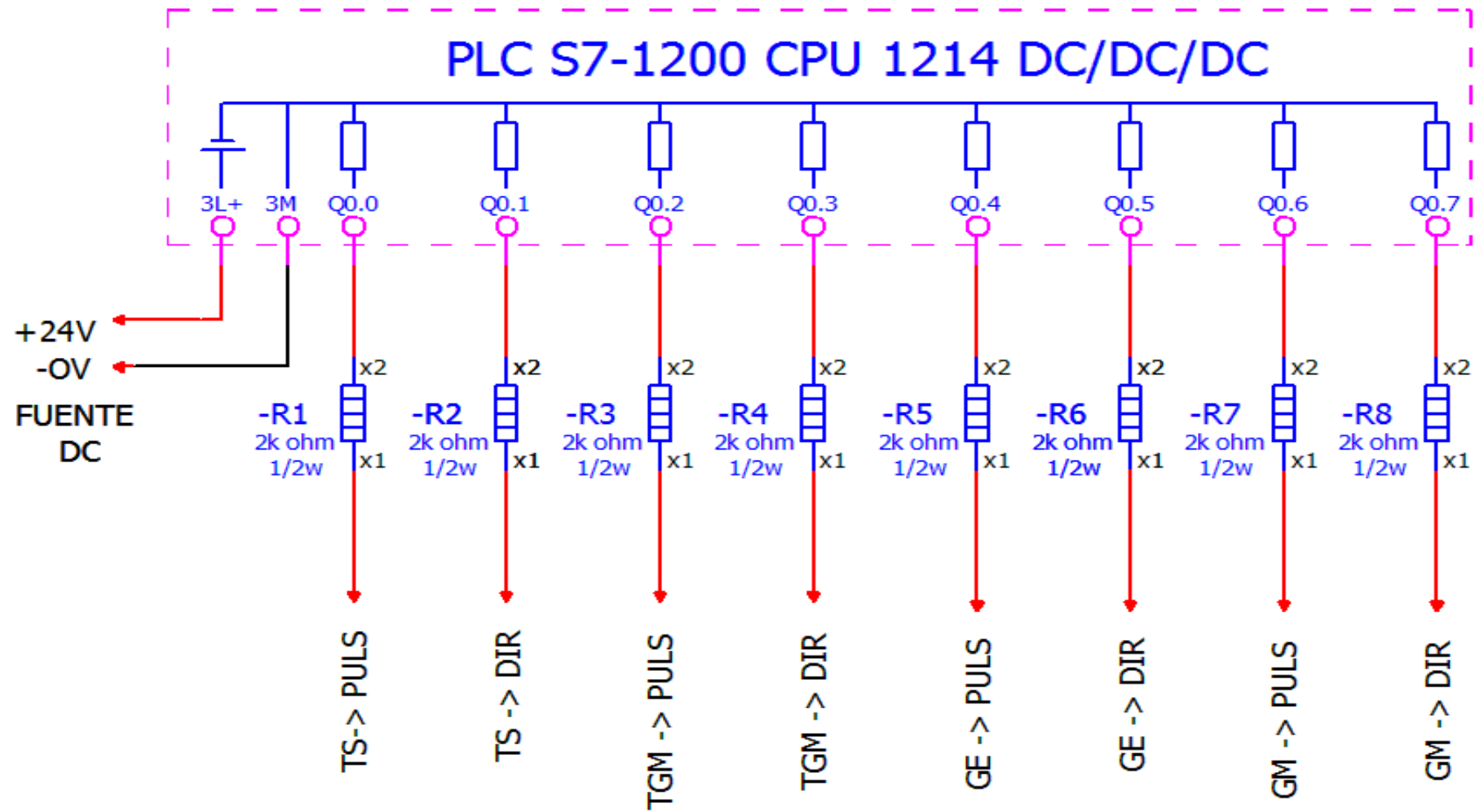


# MDSolids

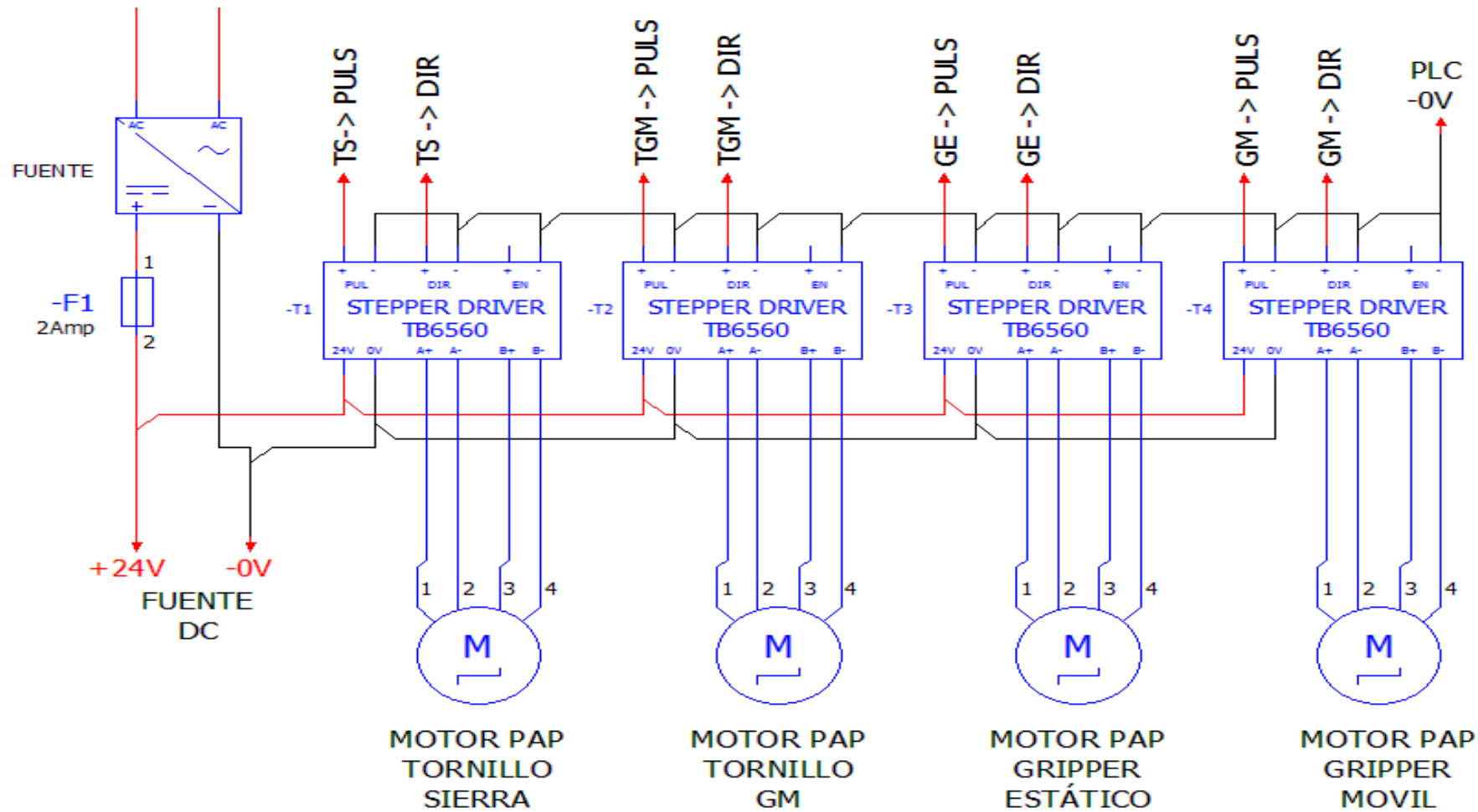
# SolidWorks



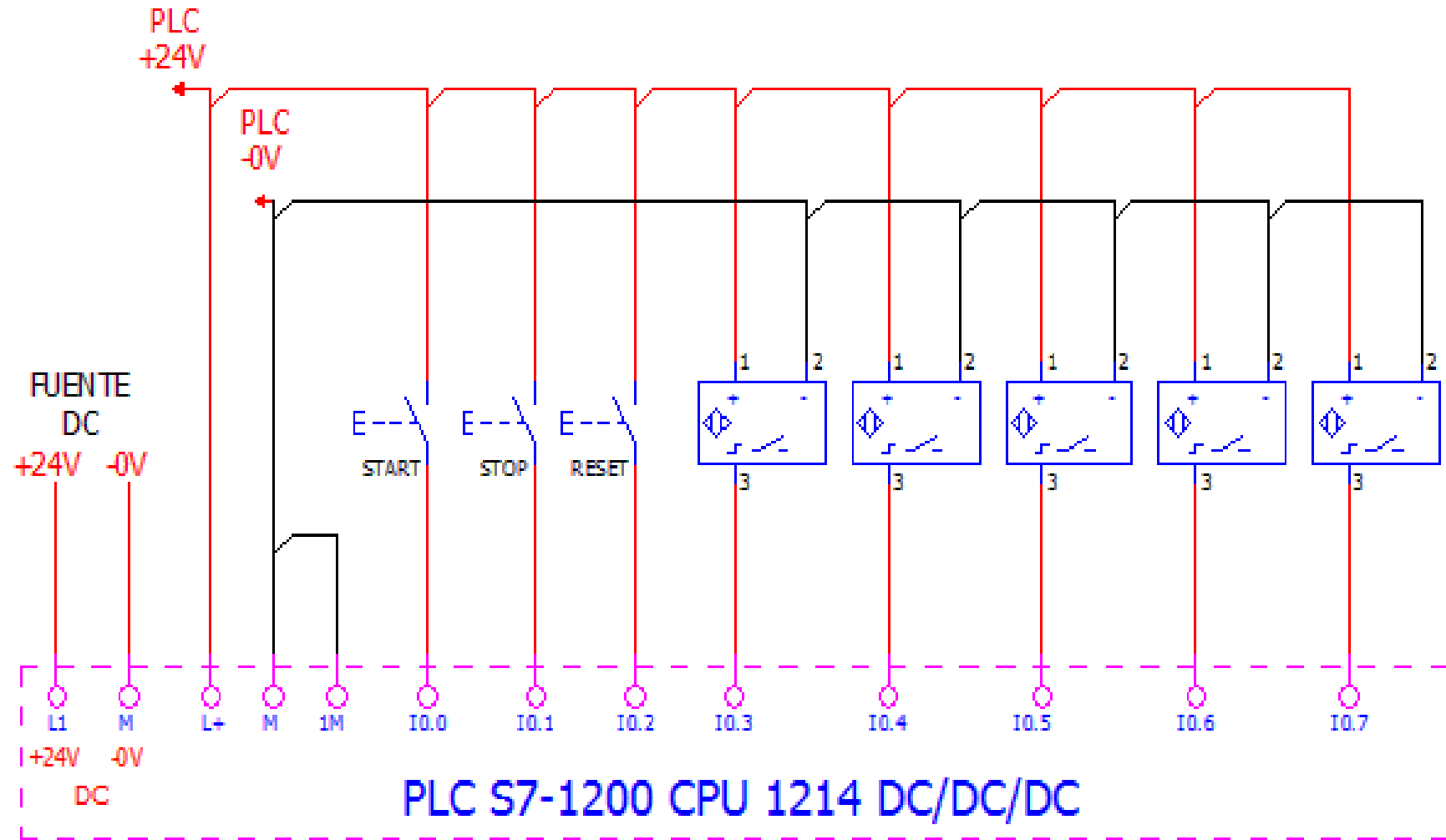
# SALIDAS DEL TTL AL DRIVER TB6560



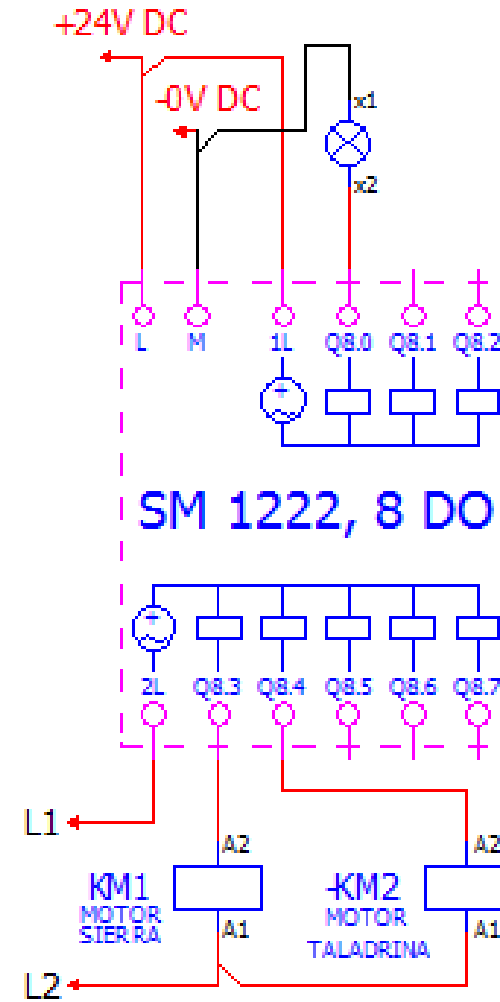
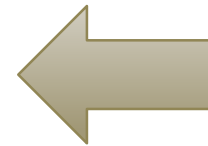
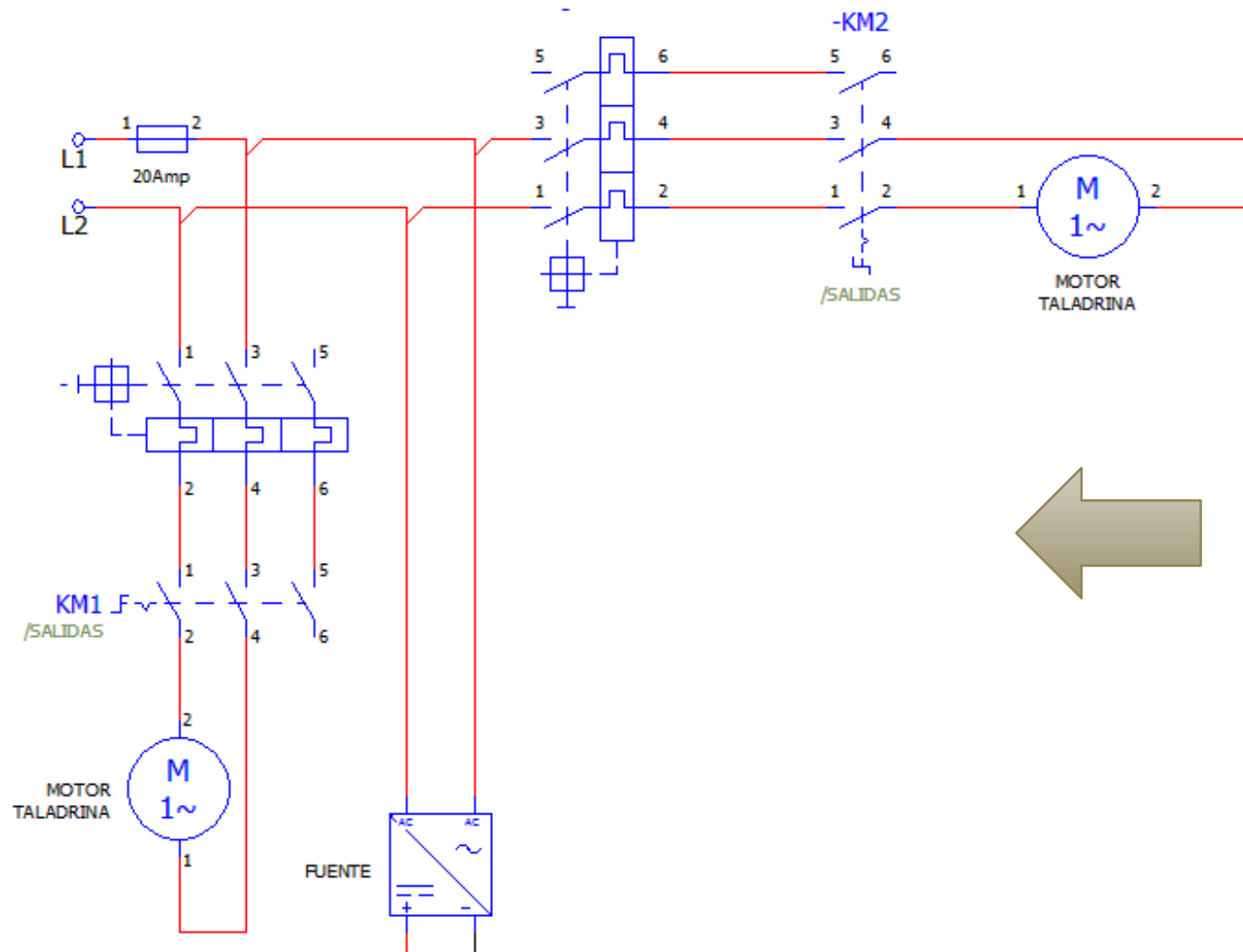
# CONEXIÓN MOTORES PASO A PASO CON DRIVER



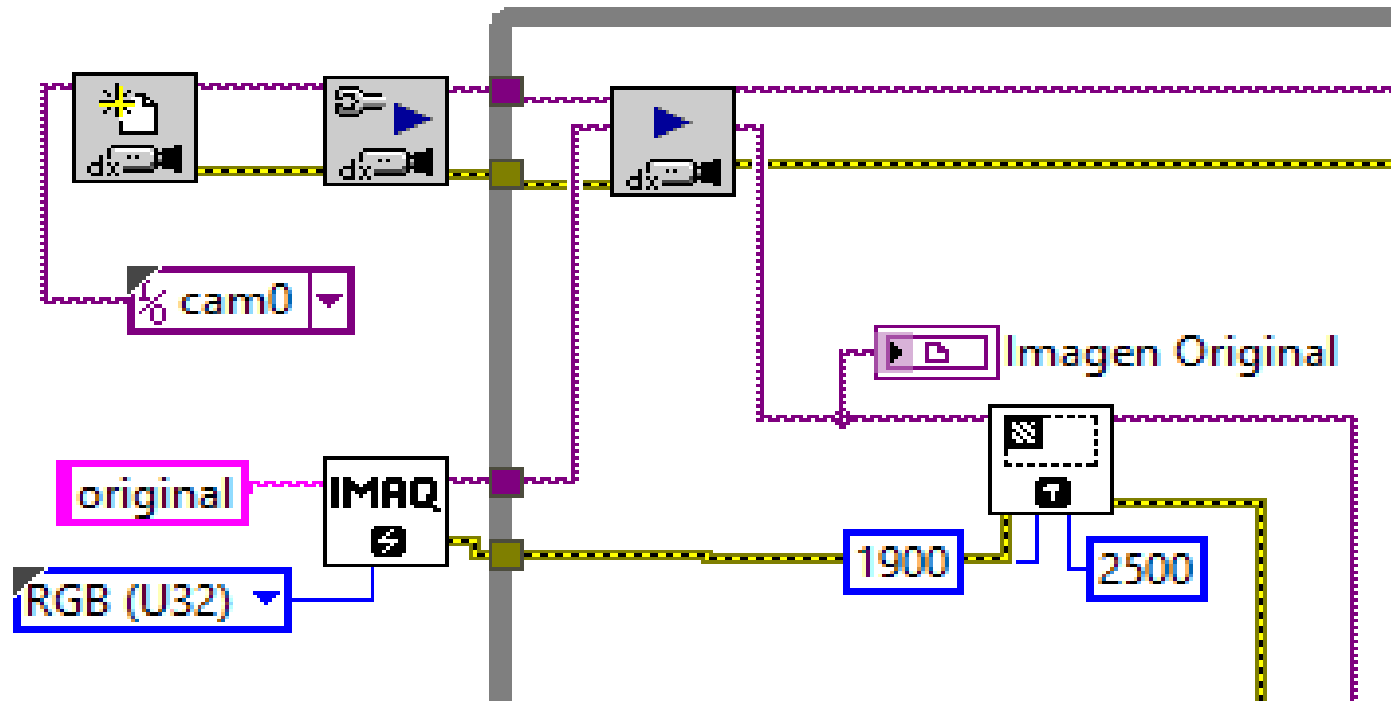
# ENTRADAS DEL PLC



# CONTROL DE POTENCIA



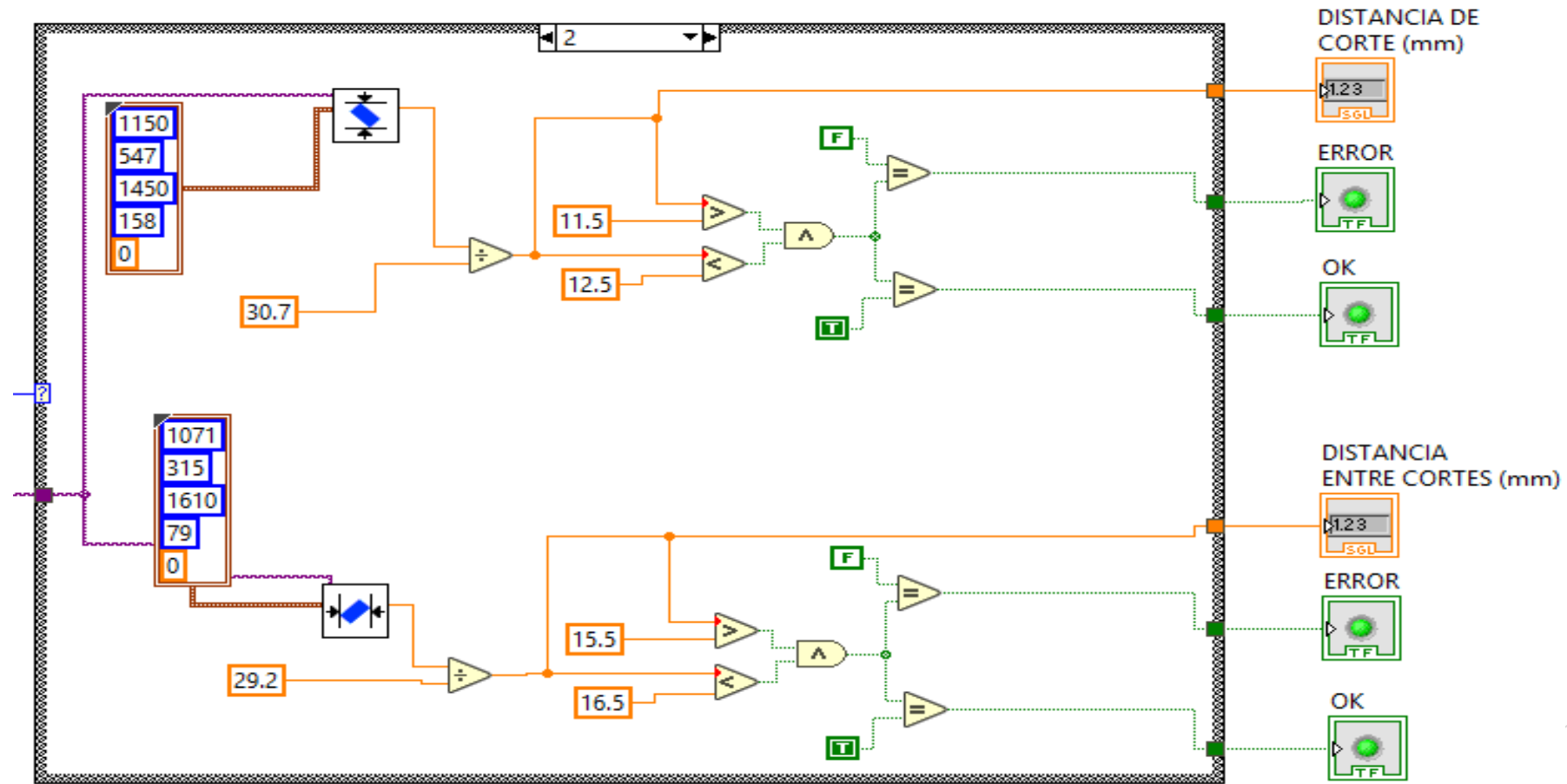
# ADQUISICIÓN Y REPROCESAMIENTO DE IMAGEN







# RECONOCIMIENTO E INTERPRETACIÓN DE IMAGEN



# PROGRAMACIÓN EN EL SOFTWARE LABVIEW

**IMC** Industria Metálica Cotopaxi

**ESPE** UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESCRIBANA "FACULTAD DE INGENIERÍA"

"DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA MÁQUINA AUTOMÁTICA DE CORTE MULTIMATERIAL A TRAVÉS DE UN SISTEMA HMI Y CONTROL DE CALIDAD MEDIANTE VISIÓN ARTIFICIAL PARA TUBERÍAS DE HORNOS EN LA INDUSTRIA METÁLICA COTOPAXI I.M.C."

AUTORES:  
ANA KATHERINE ALBARRACÍN PADILLA  
DARIO ALEXANDER SANTOS CASTILLO

STOP

DIÁMETROS DE TUBOS  
3/4" 1" 1-1/4" 1-1/2"

Imagen Original  
2500x1900 0.15X 32-bit RGB image 163, 165, 158 (2321,6)

Imagen Filtrada  
2500x1900 0.25X 8-bit image 182 (2032,332)

DISTANCIA ENTRE CORTES (mm)  
10.15

VERIFICACIÓN DEL CORTE  
OK ERROR

DISTANCIA DEL CORTE (mm)  
9.98

VERIFICACIÓN DE SEPARACIÓN ENTRE CORTES  
OK ERROR

ON-OFF SISTEMA DE LUZ  
ON OFF

ON-OFF MOTOR DE LA SIERRA  
ON OFF

PIEZAS DESECHADAS  
0

CORTES FALLIDOS  
0

**IMC** Industria Metálica Cotopaxi

**ESPE** UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESCRIBANA "FACULTAD DE INGENIERÍA"

"DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA MÁQUINA AUTOMÁTICA DE CORTE MULTIMATERIAL A TRAVÉS DE UN SISTEMA HMI Y CONTROL DE CALIDAD MEDIANTE VISIÓN ARTIFICIAL PARA TUBERÍAS DE HORNOS EN LA INDUSTRIA METÁLICA COTOPAXI I.M.C."

AUTORES:  
ANA KATHERINE ALBARRACÍN PADILLA  
DARIO ALEXANDER SANTOS CASTILLO

STOP

DIÁMETROS DE TUBOS  
3/4" 1" 1-1/4" 1-1/2"

Imagen Original  
2500x1900 0.15X 32-bit RGB image 163, 165, 158 (2321,6)

Imagen Filtrada  
2500x1900 0.25X 8-bit image 182 (2032,332)

DISTANCIA ENTRE CORTES (mm)  
11.98

VERIFICACIÓN DEL CORTE  
OK ERROR

DISTANCIA DE CORTE (mm)  
16.01

VERIFICACIÓN DE SEPARACIÓN ENTRE CORTES  
OK ERROR

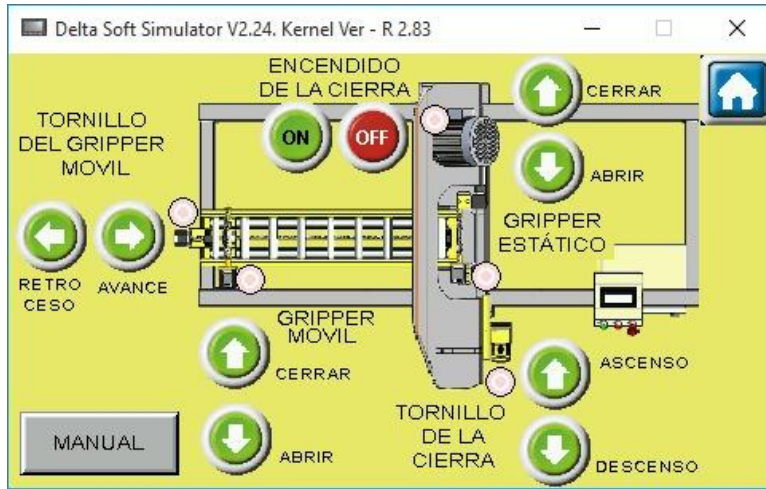
ON-OFF SISTEMA DE LUZ  
ON OFF

ON-OFF MOTOR DE LA SIERRA  
ON OFF

PIEZAS DESECHADAS  
0

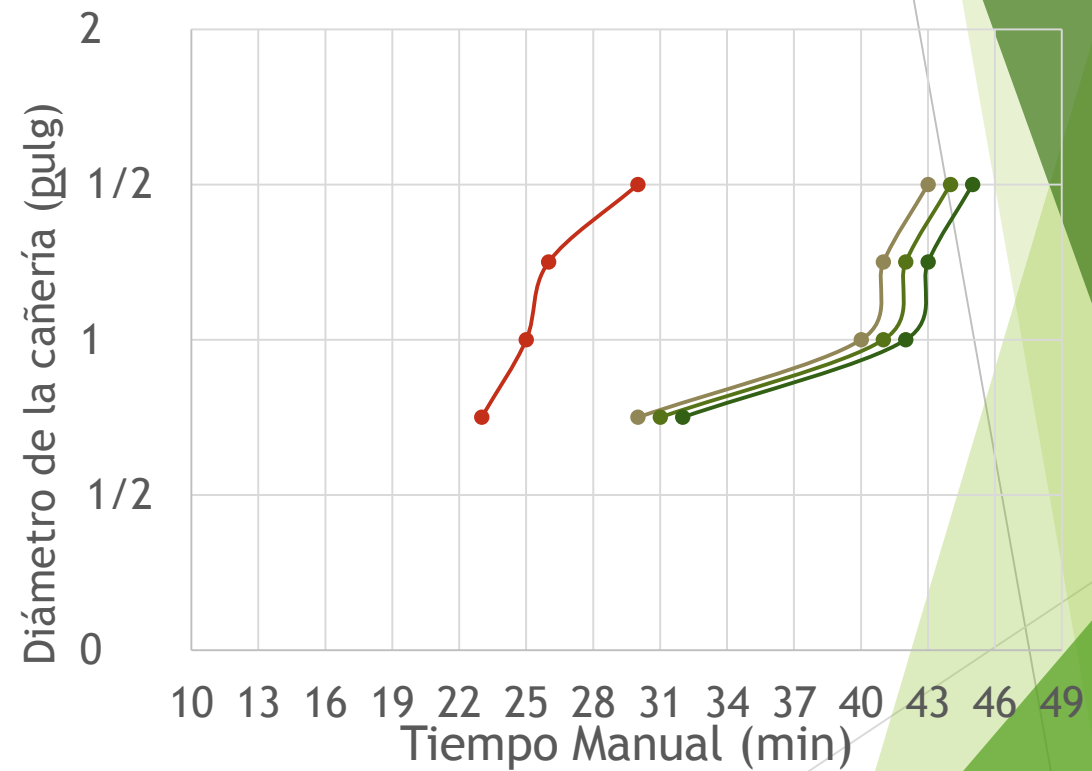
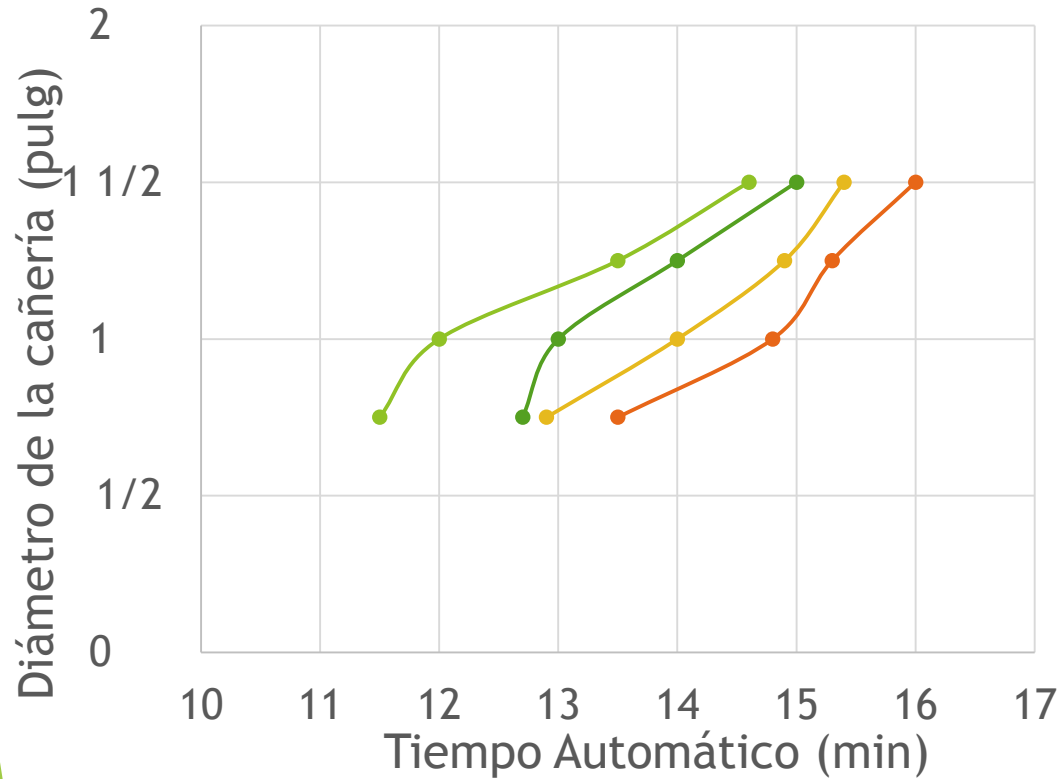
CORTES FALLIDOS  
0

# PANTALLA HMI



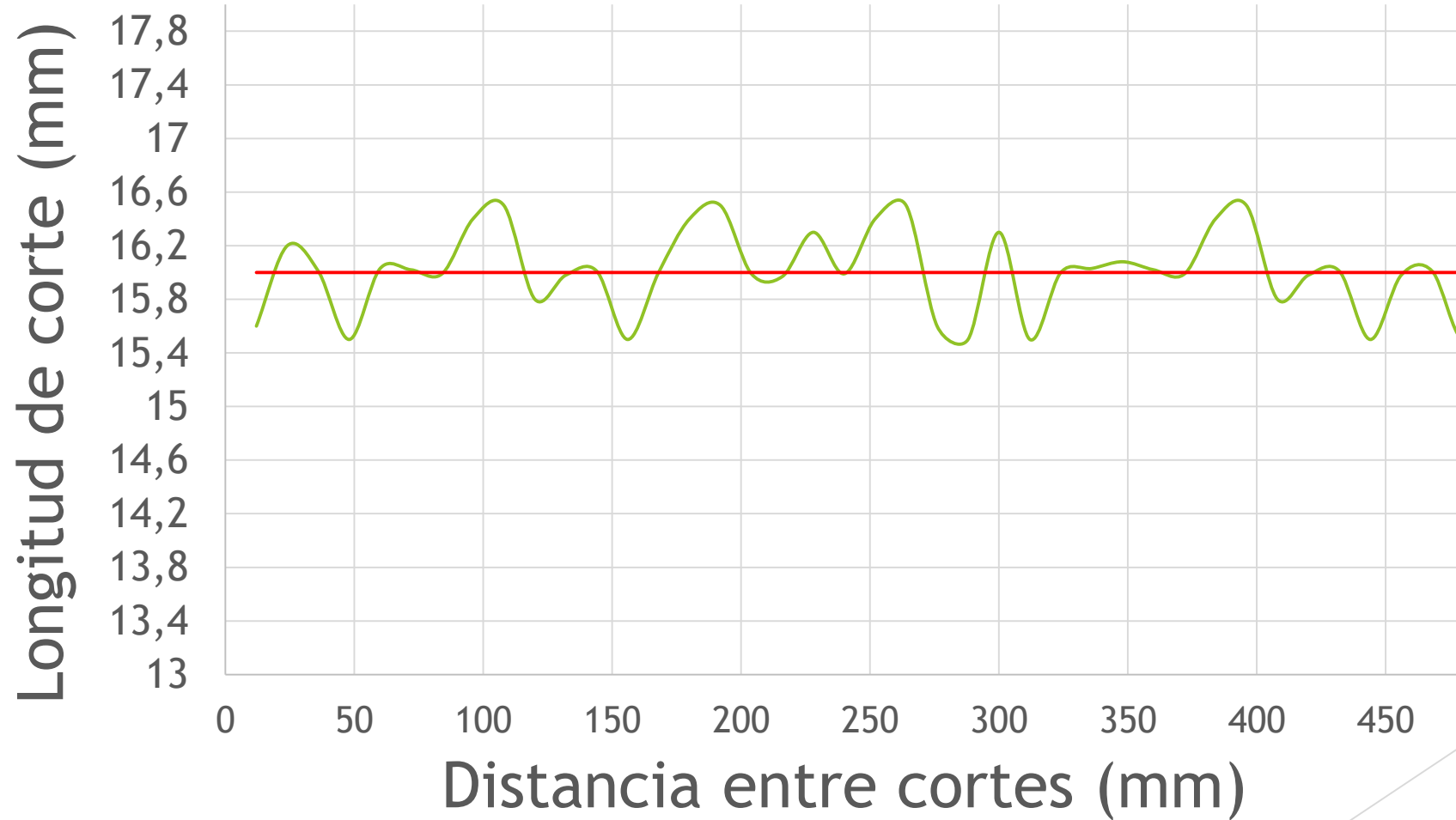


Comparación de tiempos tomados de corte de las cañerías de diferentes tipos de material y diámetros, tanto en forma manual como automática.

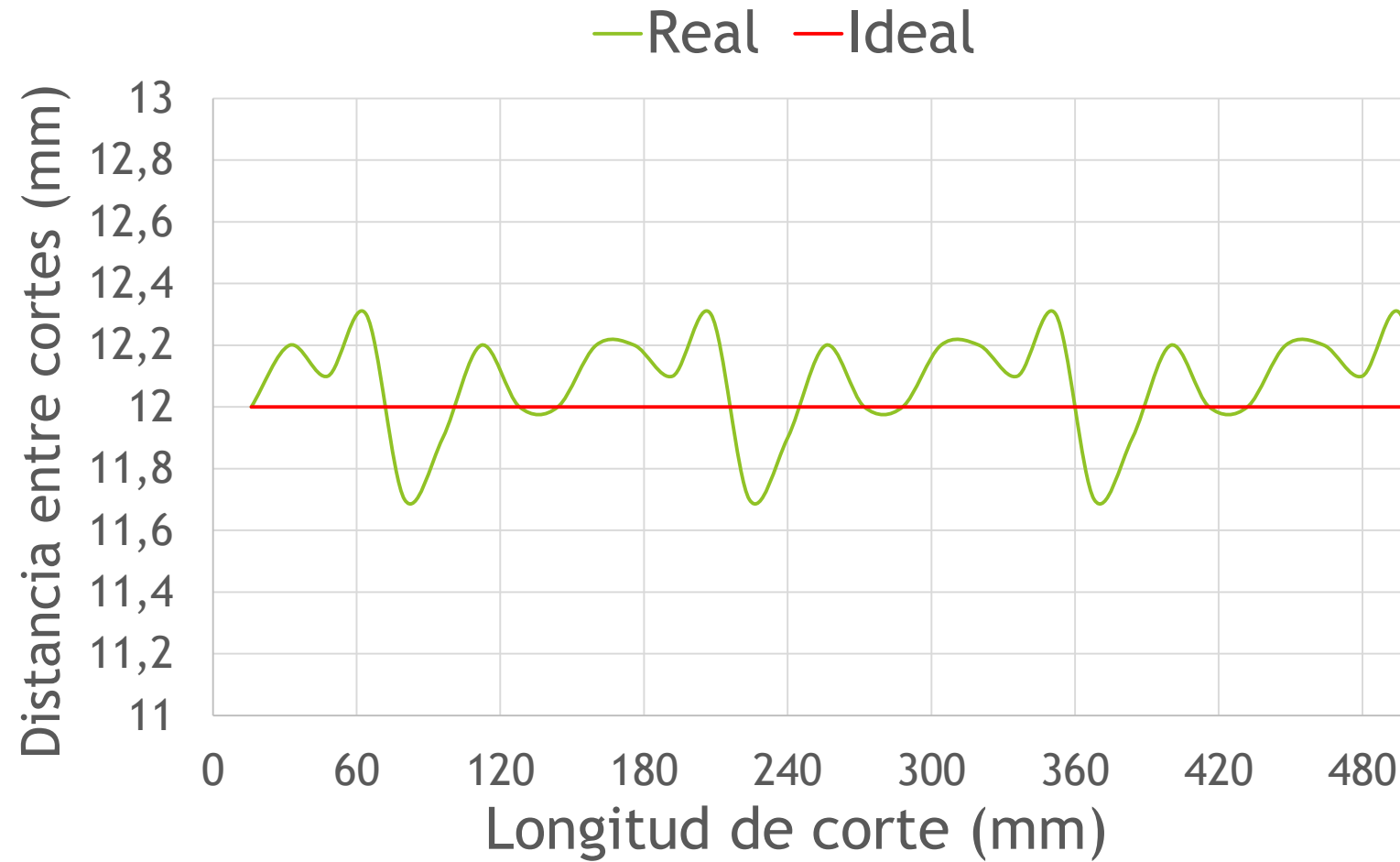


# CALIDAD DE CORTE

— Real — Ideal



# CALIDAD DE CORTE



# CONCLUSIONES

- Se diseñó e implementó un sistema automático de corte multimaterial a través de un sistema HMI y control de calidad mediante visión artificial para tuberías de hornos en la Industria Metálica Cotopaxi obteniendo como resultado un producto de buena calidad, la reducción de tiempo de trabajo 40 minutos a 13 minutos, elevando la producción en un 60% e incremento en la precisión de los cortes.

- Se implementó un control de avance (distancia entre cortes) de 12mm logrando una mejor precisión en el corte, tomando como referencia al tubo de 1 pulgada que es el más utilizado para la realización de las cañerías de hornos de la empresa. Según los datos tomados y representados en la Figura 122, el sistema automático tiene una tolerancia de  $\pm 0.5\text{mm}$  y en forma manual  $\pm 1\text{mm}$ , tomando en cuenta que la longitud del corte es directamente proporcional a la profundidad del mismo.



- Para el sistema del control eléctrico se utilizó el Software Tia Portal V14 ya que nos permite configurar de forma intuitiva-eficiente todos los procesos de producción y ofrece un entorno de ingeniería unificado para todas las tareas de control, visualización y accionamiento, mientras que para el sistema de control de calidad del producto se utilizó el Software LabVIEW el cual mediante el módulo NI Vision Development nos permite desarrollar aplicaciones de visión artificial con poderosas funciones para procesamiento de visión.

- El sistema de corte automático eliminó las etapas de señalización y corte manual, disminuyendo tiempos de corte comparados gráficamente en las Figuras 118 y 119, el cual varía en función del diámetro y el material.
- El servidor OPC de LabVIEW nos permitió realizar la integración de cualquier sistema de control basados en PLC's, mediante Tia Portal y LabVIEW obtenemos un sistema de control más eficiente al tener monitoreo en tiempo real del proceso de corte.