



**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
ELECTRÓNICA CON MENCIÓN EN  
TELECOMUNICACIONES**

**TESIS**

**Para optar el título profesional de Ingeniero Electrónico con  
Mención en Telecomunicaciones**

Diseño y monitoreo de un sistema semiautomático para  
optimizar la producción de pequeñas bobinas de nylon en la  
empresa G&H Technology S.A.C.

**PRESENTADO POR**

Rodriguez Rivera, Gilmer Percy

**ASESOR**

Lara Herrera, Juan Francisco

**Lima, Perú, 2022**

## **Dedicatoria**

Tantos años de esfuerzo y dedicación, tantas noches de desvelo quemándome las pestañas por fin han dado sus frutos, el esfuerzo que he puesto estos meses de arduo trabajo y como no olvidar mi vida universitaria. Todo esto ha sido por ustedes:

A mis padres Justina y Francisco, ejemplos de lucha y perseverancia.

A mis hijas, por el gran amor y cariño que siento por ustedes, por ser inspiración y motivo para salir adelante.

A mis hermanos Nery, Ronal, Maritza, Karina y Giancarlo. En especial para ti hermano Beto “gracias por creer en mí”

Para el recuerdo de mi hermano Ronal allá en el cielo, a pesar de sus ajos y cebollas siempre creyó en mí y en mi sueño de ser Ingeniero Electrónico.

A mi novia Merly, por cubrirme y siempre caminar a mi lado cogidos de la mano por este camino y nunca soltarme.

## **Agradecimientos**

Agradecimiento muy especial a mi asesor de tesis, por brindarme su tiempo y bastante apoyo, por mantenerme en línea hasta el final y concluir los objetivos propuestos en la investigación.

Gracias a los docentes de la universidad, quienes a lo largo del camino me inculcaron conocimientos los cuales fueron muy importante para mi vida profesional.

Gracias a mi buen amigo Isac Armando Coarita Casani egresado de la carrera de Ingeniería mecatrónica de la Universidad Nacional de Ingeniería-2020, por solicitar el apoyo de la universidad para tener acceso al laboratorio de electricidad y automatización donde realizamos el montaje y las pruebas del prototipo del sistema semi automático.

Agradecimiento muy especial a mi padre por su incondicional apoyo en el último ciclo de mi paso por la universidad y ser hasta el día de hoy ese gran roble donde me puedo apoyar e impulsar.

## Resumen

Actualmente las impresoras cumplen un papel muy importante en nuestras actividades diarias, en el hogar, en una librería, en un taller, en una oficina, etc. Los tipos de impresora son varios de los cuáles se pueden definir en tres grupos: las impresoras láser que utilizan como suministro un cartucho de tóner (insumo en polvo) para su impresión; las impresoras de inyección de tinta que utilizan cartuchos de tinta líquida y las impresoras de impacto o matricial que utilizan cintas de nylon similar a la antigua máquina de escribir. La empresa G&H TECHNOLOGY SAC compra estas cintas en forma de bobina de unos 933 metros aproximadamente de China, pero para poderlas colocar en un cartucho se tiene que dividir en pequeñas bobinas, la longitud de las bobinas depende del modelo del cartucho. Ante el requerimiento de los clientes, esta empresa se vio en la necesidad de realizar este proceso de forma manual. La demanda de bobinas de nylon ha ido aumentando a pesar que el proceso de producción es deficiente. En tal sentido éste proyecto de investigación se llevó a cabo en la empresa G&H TECHNOLOGY S.A.C., el cual no cuenta con una buena producción de bobinas de nylon, por tal razón se requiere plantear un equipo electrónico que sea capaz de realizar varias acciones en conjunto de manera sistemática con la finalidad de convertir bobinas de nylon de 933 metros en pequeñas bobinas y que posteriormente serán colocados en cartuchos vacíos de las diferentes marcas como: Epson, Oki, Okidata, Olivetti, Samsung, Brother, entre otros. Con la implementación de este equipo electrónico se busca optimizar el proceso de producción de pequeñas bobinas de nylon, generando un incremento económico a la empresa.

Palabras claves: bobinas de nylon, programación, actuador, PLC, sensor.

## **Abstract**

Currently, printers have a very important role in our daily activities, at home, in a bookstore, in a workshop, in an office, etc. The types of printers are several of which can be defined in three groups: laser printers that use a toner cartridge (powdered input) for printing; inkjet printers that use liquid ink cartridges and impact or matrix printers that use nylon ribbons similar to the old typewriter. The company G&H TECHNOLOGY S.A.C buys these ribbons in the form of a coil about 933 meters from China, but to be able to place them in a cartridge it has to be divided into small spools of approximately 8 meters. Given the requirement of customers, this company has the need to perform this process manually. The demand for nylon coils has been increasing despite the fact that the production process is deficient. For this reason, this research project was carried out in the company G & H TECHNOLOGY SAC, which does not have a good production of nylon coils, for this reason it is required an electronic equipment that is capable of performing several actions together in a systematic way with the purpose of converting 933 meters of nylon coils into small coils of 8 meters and that will later be placed in empty cartridges of different brands such as: Epson, Oki, Okidata, Olivetti, Samsung, Brother, among others. The implementation of this electronic equipment is to optimize the time of the process by dividing small coils manually, generating an economic increase to the company.

Keywords: nylon coils, programming, actuator, PLC, sensor.

## Contenido

Resumen .....	iv
Abstract .....	v
Contenido.....	vi
Lista de figuras.....	x
Lista de tablas .....	xii
Introducción .....	13
<b>CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....</b>	<b>15</b>
<b>1.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>16</b>
1.1.1. Planteamiento y descripción del problema.....	16
1.1.2. Formulación del problema general.....	16
1.1.3. Formulación de los problemas específicos.....	16
<b>1.2. DEFINICIÓN DE LOS OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>17</b>
1.2.1. Objetivo general .....	17
1.2.2. Objetivos específicos.....	17
<b>1.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>18</b>
1.3.1. Técnica.....	18
1.3.2. Económica.....	19
<b>1.4. ALCANCES Y LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>19</b>
1.4.1. Alcances .....	19
1.4.2. Limitaciones.....	19
<b>CAPÍTULO II: FUNDAMENTO TEÓRICO .....</b>	<b>20</b>
<b>2.1 ANTECEDENTES .....</b>	<b>21</b>
2.1.1 Internacionales .....	21
2.1.2 Nacionales.....	23
<b>2.2 MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>26</b>
2.2.1 El Nylon.....	26
2.2.2 Historia del Nylon.....	26
2.2.3 Resistencia del Nylon.....	27

2.2.4	Mecanismo de reacción .....	27
2.2.5	Bobina de Nylon .....	28
2.2.6	Sistemas de Control .....	28
2.2.7	Automatización.....	31
2.2.8	Controlador lógico programable (PLC).....	31
2.2.9	Sistema GPRS.....	34
2.2.10	TIA Portal .....	36
2.3	MARCO METODOLÓGICO .....	36
2.3.1	Tipo de Investigación .....	36
2.3.2	Metodología de Investigación.....	37
2.4	MARCO LEGAL.....	37
2.4.1	Ley N° 23407: Ley General de Industrias.....	37
<b>CAPÍTULO III: DESARROLLO DE LA APLICACIÓN .....</b>		<b>39</b>
3.1.	<b>ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA PRODUCCIÓN DE PEQUEÑAS BOBINAS DE NYLON EN LA EMPRESA G&amp;H TECHNOLOGY S.A.C.....</b>	<b>40</b>
3.1.1.	Información general de la empresa .....	40
3.1.2.	Ubicación geográfica de la empresa .....	41
3.1.3.	Análisis del diagnóstico estratégico .....	41
3.1.4.	Situación actual de la producción de pequeñas bobinas de nylon ..	42
3.2.	<b>DEFINIR LOS EQUIPOS Y REQUERIMIENTOS TECNICOS DEL SISTEMA SEMIAUTOMATICO PARA OPTIMIZAR LA PRODUCCION DE PEQUEÑAS BOBINAS DE NYLON EN LA EMPRESA G&amp;H TECHNOLOGY S.A.C.....</b>	<b>45</b>
3.2.1.	Controlador lógico programable 1214 AC/DC/RLY .....	46
3.2.2.	Servo drive ASDA-02-0721-U .....	50
3.2.3	Servo motor Delta A-2.....	52
3.2.4	Unidad lineal con servomotor FSL 40 Series .....	54
3.2.5	Actuador lineal 20000.....	55
3.2.6	Cilindro neumático ISO VDMA.....	56
3.2.7	Compresor de aire Daewoo DAC24D .....	57
3.2.8.	Modulo CP 1242-7 GPRS .....	58
3.2.9.	Antena ANT794-4MR .....	60
3.2.10	Motor eléctrico 1hp monofásico 1750 rpm Glong.....	61
3.2.11	Contactador EasyPact AC3-18 220 VAC SCHNEIDER.....	62

<b>3.3</b>	<b>DISEÑAR LA ARQUITECTURA Y LAS ETAPAS DEL SISTEMA SEMIAUTOMATICO PARA OPTIMIZAR LA PRODUCCION DE PEQUEÑAS BOBINAS DE NYLON EN LA EMPRESA G&amp;H TECHNOLOGY S.A.C.....</b>	<b>63</b>
3.3.1.	Descripción del diseño y funcionamiento del sistema semiautomático para la optimización de la producción de pequeñas bobinas de nylon.....	64
<b>3.4.</b>	<b>DISEÑAR LA PROGRAMACION PARA DETERMINAR LAS ETAPAS DEL SISTEMA SEMIAUTOMATICO PARA OPTIMIZAR LA PRODUCCION DE PEQUEÑAS BOBINAS DE NYLON EN LA EMPRESA G&amp;H TECHNOLOGY S.A.C. ....</b>	<b>75</b>
3.4.1.	Sistema de alimentación.....	75
3.4.2.	Entradas y salida del CPU.....	76
3.4.3.	Descripción de entradas y salidas digitales .....	76
3.4.4.	Desarrollo del programa de control.....	78
3.4.5.	Montaje del prototipo de simulación.....	89
<b>3.5.</b>	<b>DISEÑAR EL SISTEMA DE MONITOREO A DISTANCIA DEL SISTEMA SEMIAUTOMATICO PARA OPTIMIZAR LA PRODUCCION DE PEQUEÑAS BOBINAS DE NYLON EN LA EMPRESA G&amp;H TECHNOLOGY S.A.C.....</b>	<b>92</b>
3.5.1.	Desarrollo de la supervisión inalámbrica en la red GPRS .....	92
<b>CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE COSTO Y BENEFICIO .....</b>		<b>101</b>
<b>4.1.</b>	<b>ANÁLISIS DE COSTOS.....</b>	<b>102</b>
4.1.1.	Recursos humanos.....	102
4.1.2.	Recursos materiales.....	103
<b>4.2.</b>	<b>ANÁLISIS DE BENEFICIOS.....</b>	<b>105</b>
4.2.1.	Beneficios tangibles .....	105
4.2.2.	Análisis de Costo/Beneficio .....	105
<b>4.3.</b>	<b>ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD .....</b>	<b>106</b>
4.3.1.	Desarrollo del flujo de caja.....	106
4.3.2.	Análisis del VAN.....	107
4.3.3.	Análisis del TIR.....	107
<b>Conclusiones.....</b>		<b>108</b>
<b>Recomendaciones .....</b>		<b>110</b>
<b>Glosario .....</b>		<b>111</b>
<b>Referencias .....</b>		<b>112</b>
<b>ANEXOS .....</b>		<b>116</b>

<b>ANEXO A: Datasheet de HMI TP700 COMFORT .....</b>	<b>117</b>
<b>ANEXO B: Datasheet de SIMATIC S7-1200, CPU 1214C, CPU AC/DC/relé, E/S.</b>	<b>121</b>
<b>ANEXO C: Datasheet de SITOP lite 24V/10A – 6EP1334-1LB00 .....</b>	<b>125</b>

## Lista de figuras

Figura 1 Bobinas de nylon tipo 66 entintado.....	28
Figura 2 Sistema básico de control.....	29
Figura 3 Sistema de control a lazo abierto.....	30
Figura 4 Diagrama de bloques de un sistema de control a lazo cerrado.....	31
Figura 5 Transmisión de datos usando GPRS .....	35
Figura 6 Ubicación de la empresa G&H TECHNOLOGY S.A.C.....	41
Figura 7 Desbobinado de la bobina de nylon.....	43
Figura 8 Medición y rebobinado de la cinta de Nylon.....	44
Figura 9 PLC Siemens.....	46
Figura 10 Datos técnicos PLC .....	47
Figura 11 Características CPU.....	48
Figura 12 Características analógico – digitales .....	49
Figura 13 ASDA-02-0721-U.....	50
Figura 14 Servo motor Delta A-2.....	52
Figura 15 Unidad lineal .....	54
Figura 16 Actuador lineal .....	55
Figura 17 Cilindro neumático .....	56
Figura 18 Compresor de aire .....	57
Figura 19 Módulo de comunicación .....	58
Figura 20 Antena.....	60
Figura 21 Motor eléctrico.....	61
Figura 22 Contactor .....	62
Figura 23 Arquitectura del sistema .....	63
Figura 24 Diagrama de bloques principal .....	64
Figura 25 Alimentación de cinta con rodillos.....	65
Figura 26 Bobinado y rebobinado de la cinta de nylon.....	66
Figura 27 Conexión con el segundo servomotor .....	67
Figura 28 Conexión con el tercer servomotor.....	68
Figura 29 Corte de la cinta de nylon.....	69
Figura 30 Contaje de las bobinas .....	70
Figura 31 Bobinas terminadas.....	71
Figura 32 HMI TP700 COMFORT .....	72
Figura 33 Sistema de control de lazo cerrado.....	73
Figura 34 Fuente de alimentación SIEMENS modelo SITOP .....	75
Figura 35 Diagrama de flujo de la producción de pequeñas bobinas de nylon ....	79
Figura 36 Selección del módulo CPU.....	80
Figura 37 Selección del módulo procesador de comunicación.....	81
Figura 38 Conexión del CPU con módulo de comunicación .....	81
Figura 39 Programación del segmento 1 .....	82
Figura 40 Programación del segmento 2 .....	83
Figura 41 Programación del segmento 3 .....	83
Figura 42 Programación del segmento 4 .....	84
Figura 43 Programación del segmento 13 .....	84

<b>Figura 44 Programación del segmento 21 .....</b>	<b>85</b>
<b>Figura 45 Bloques de programas.....</b>	<b>85</b>
<b>Figura 46 Secuencia del corte de bobina en Imagen Raíz .....</b>	<b>86</b>
<b>Figura 47 Tabla de variables estándar .....</b>	<b>87</b>
<b>Figura 48 Vista de la interfaz del menú principal.....</b>	<b>88</b>
<b>Figura 49 Vista de la interfaz del corte de bobina .....</b>	<b>88</b>
<b>Figura 50 Pantalla de control y arranque del sistema .....</b>	<b>89</b>
<b>Figura 51 Laboratorio de Electricidad y Automatización de la UNI.....</b>	<b>90</b>
<b>Figura 51 Prototipo de simulación del sistema semiautomático.....</b>	<b>91</b>
<b>Figura 53 Envío de SMS de una estación S7-1200 .....</b>	<b>92</b>
<b>Figura 54 Selección del módulo CP 1242-7 para la comunicación GPRS.....</b>	<b>93</b>
<b>Figura 55 Insertando la tarjeta SIM en el módulo de comunicación GPRS .....</b>	<b>94</b>
<b>Figura 56 Configuración del módulo CP1242-7 .....</b>	<b>95</b>
<b>Figura 57 Configuración de los números de abonado .....</b>	<b>95</b>
<b>Figura 58 Pasos para la creación de la base de datos .....</b>	<b>96</b>
<b>Figura 59 Creación de la base de datos TCON_GSM_SMS_CONFIG .....</b>	<b>97</b>
<b>Figura 60 Tabla de variables que simula una incidencia .....</b>	<b>97</b>
<b>Figura 61 Instrucciones TC_CON y TC_SEND .....</b>	<b>98</b>
<b>Figura 62 Instrucción TC_CON.....</b>	<b>98</b>
<b>Figura 63 Configuración del TC_SEND.....</b>	<b>99</b>
<b>Figura 64 Mensaje de texto que llega al usuario: Parada de Emergencia .....</b>	<b>100</b>
<b>Figura 64 Mensaje de texto que llega al usuario: Proceso Terminado.....</b>	<b>100</b>

## Lista de tablas

<b>Tabla 1 Servodrive Delta.....</b>	<b>51</b>
<b>Tabla 2 Servomotor Delta.....</b>	<b>53</b>
<b>Tabla 3 Unidad lineal .....</b>	<b>54</b>
<b>Tabla 4 Actuador lineal .....</b>	<b>55</b>
<b>Tabla 5 Cilindro neumático .....</b>	<b>56</b>
<b>Tabla 6 Compresor de aire.....</b>	<b>57</b>
<b>Tabla 7 Módulo de comunicación.....</b>	<b>59</b>
<b>Tabla 8 Motor eléctrico .....</b>	<b>61</b>
<b>Tabla 9 Contactor.....</b>	<b>62</b>
<b>Tabla 10 Recursos humanos necesarios para el sistema.....</b>	<b>102</b>
<b>Tabla 11 Costos de sensores .....</b>	<b>103</b>
<b>Tabla 12 Costos de equipos de simulación .....</b>	<b>104</b>
<b>Tabla 13 Descripción con la utilidad aplicada.....</b>	<b>105</b>
<b>Tabla 14 Flujo de caja.....</b>	<b>106</b>

## Introducción

En la actualidad, las impresoras se han vuelto una herramienta importante en muchas áreas como en las fábricas, en una oficina, en la universidad y en el hogar. Hay varios tipos de impresoras, las más comunes son tres: la impresora láser que usa un polvo químico como suministro, la impresora de inyección de tinta que usa tinta líquida y las de matriz de punto o matriciales que usan un cartucho con cinta de nylon. Cada suministro original tiene un costo muy elevado en el mercado, con la finalidad de buscar suministros más económicos se fabricaron suministros alternativos o compatibles que son los mismos suministros, pero de otra marca. El caso de las impresoras matriciales se puede cambiar la cinta de nylon gastada por otra cinta de nylon nueva, a esto se le denomina recarga de cartuchos para impresoras matriciales. La empresa G&H TECHNOLOGY S.A.C. importa estas bobinas de nylon de 933 metros aproximadamente de la China y las venden en el mercado peruano, pero los clientes desean bobinas ya preparadas, es decir bobinas medidas, cortadas, unidas y empacadas. Ante esta necesidad la empresa comenzó a producir estas pequeñas bobinas de cinta de nylon, pero de manera manual generando inconvenientes como falta de precisión en la unión de la cinta, mediciones incorrectas y producción en tiempo prolongado. En este proyecto se presenta el planteamiento de un sistema de control semiautomático con el objetivo de mejorar la producción de estas pequeñas bobinas de nylon.

En el capítulo I del presente proyecto se presentará la problemática abarcando preguntas sobre el tema de investigación, así mismo los objetivos que se plantearon para esta investigación, finalmente los alcances y limitaciones.

En el capítulo II del presente proyecto se presentará los antecedentes de las investigaciones dadas con respecto a la optimización en la producción de pequeñas bobinas de nylon, además del marco teórico que comprende todos los temas enfocados a este trabajo de investigación, para luego exponer el marco metodológico indicando la clase y metodología de investigación y concluiremos este capítulo con el marco legal.

En el capítulo III desarrollaremos los cinco objetivos específicos que se plantearon para el desarrollo de este proyecto de investigación, que serán detallados con las evidencias necesarias y los parámetros requeridos.

En el capítulo IV del presente proyecto se presentará el análisis del costo y beneficio detallado de manera puntual, empleando las fórmulas y las tablas necesarias para demostrar de manera ordenada los costos y beneficios que generará la investigación. Finalmente se presentarán las conclusiones, recomendaciones, glosario de términos, referencias bibliográficas y los respectivos anexos.

# **CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

## **1.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

### **1.1.1. Planteamiento y descripción del problema**

La Empresa G&H TECHNOLOGY SAC, compra estas bobinas de 933 metros aproximadamente (bobina entera) de una empresa en la China, y vende aquí en Perú por cantidad o por unidad, pero ante la necesidad de vender este producto ya dividido en pequeñas bobinas por parte de los clientes, la empresa empezó a realizar este proceso de manera manual, pero se evidenciaron inconvenientes como falta de precisión, producción lenta y baja calidad en el acabado del producto.

Falta de precisión:

La bobina de 933 metros se desenrolla en una caja de cartón, luego de se mide manualmente esto conlleva a tener bobinas con medidas inexactas. El siguiente paso es rebobinar la cinta ya medida con una regla metálica.

Producción lenta:

Para realizar todo el proceso de producción de pequeñas bobinas de nylon tiene un tiempo de duración de 4 horas (bobina entera de 8 metros).

Baja calidad en el acabado del producto:

Al empacar las pequeñas bobinas ya soldadas solo se hace con bolsa celofán y sellado por ambos lados.

Esto conlleva a constantes devoluciones de dinero por fallas del producto final, ocasionando pérdidas económicas en la empresa.

### **1.1.2. Formulación del problema general**

¿Cómo monitorear y optimizar el proceso de producción de pequeñas bobinas de nylon en la empresa G&H TECHNOLOGY S.A.C.?

### **1.1.3. Formulación de los problemas específicos**

**P.E.1:** ¿Cuál es la situación actual de la producción de pequeñas bobinas de nylon en la empresa G&H TECHNOLOGY S.A.C.?

**P.E.2:** ¿Cuáles son los equipos y requerimientos técnicos del sistema semiautomático para optimizar la producción de pequeñas bobinas de nylon en la empresa G&H TECHNOLOGY S.A.C.?

**P.E.3:** ¿Cuál es la arquitectura y las etapas del sistema semiautomático para optimizar la producción de pequeñas bobinas de nylon en la empresa G&H TECHNOLOGY S.A.C.?

**P.E.4:** ¿Cómo realizar la programación para determinar las etapas del sistema semiautomático para optimizar la producción de pequeñas bobinas de nylon en la empresa G&H TECHNOLOGY S.A.C.?

**P.E.5:** ¿Cuál será el sistema de comunicación que nos permita monitorear a distancia el sistema semiautomático para optimizar la producción de pequeñas bobinas de nylon en la empresa G&H TECHNOLOGY S.A.C.?

## **1.2. DEFINICIÓN DE LOS OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.2.1. Objetivo general**

Desarrollar y monitorear un sistema semiautomático para optimizar el proceso de producción de pequeñas bobinas de nylon en la empresa G&H TECHNOLOGY S.A.C.

### **1.2.2. Objetivos específicos**

**O.E.1:** Analizar la situación actual de la producción de pequeñas bobinas de nylon en la empresa G&H TECHNOLOGY S.A.C.

- O.E.2:** Definir los equipos y requerimientos técnicos del sistema semiautomático para optimizar la producción de pequeñas bobinas de nylon en la empresa G&H TECHNOLOGY S.A.C.
- O.E.3:** Diseñar la arquitectura y las etapas del sistema semiautomático para optimizar la producción de pequeñas bobinas de nylon en la empresa G&H TECHNOLOGY S.A.C.
- O.E.4:** Desarrollar la programación para determinar las etapas del sistema semiautomático para optimizar la producción de pequeñas bobinas de nylon en la empresa G&H TECHNOLOGY S.A.C.
- O.E.5:** Diseñar el sistema de monitoreo a distancia del sistema semiautomático para optimizar la producción de pequeñas bobinas de nylon en la empresa G&H TECHNOLOGY S.A.C.

### **1.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **1.3.1. Técnica**

En la actualidad el proceso de producción de pequeñas bobinas de nylon (medir, cortar, soldar y empacar) para recargar los cartuchos de las impresoras matriciales en la empresa G&H TECHNOLOGY S.A.C. es de manera manual. Este proceso tiene como resultado un producto de baja calidad y el tiempo de demora al producirlas.

Por los motivos la empresa se encuentra en la necesidad de diseñar un sistema de monitoreo control semiautomático utilizando un PLC (controlador lógico programable) como controlador principal para que el proceso de producción (medir, cortar y contar las pequeñas bobinas de nylon) sea más eficiente y de alta calidad.

### **1.3.2. Económica**

El diseño del sistema semiautomático propuesto ayudará en gran medida a la empresa G&H TECHNOLOGY S.A.C. porque permitirá ofertar mayor cantidad y calidad de pequeñas bobinas de nylon, incrementando su productividad y además sus porcentajes en ventas, obteniendo grandes beneficios en la empresa.

## **1.4. ALCANCES Y LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.4.1. Alcances**

- En este proyecto solo se realizará el diseño del sistema.
- Obtener pequeñas bobinas de nylon de gran calidad en base al planteamiento de un procedimiento semiautomático.
- Con el diseño de este sistema semiautomático se podrá medir, cortar y contar las pequeñas bobinas de nylon de manera eficiente y con el uso del PLC (control lógico programable) y su programación en *ladder* optimizaremos el proceso de producción.
- El diseño de este sistema semiautomático solo medirá, cortará, y contará las pequeñas bobinas de nylon.

### **1.4.2. Limitaciones**

- No existe un equipo electrónico que mide, corta, y cuenta las pequeñas bobinas de nylon, por tal motivo es difícil encontrar información al respecto.
- La falta de conocimiento en la programación de un PLC (control, lógico, programable) dificultaron la realización del proyecto.

## **CAPÍTULO II: FUNDAMENTO TEÓRICO**

## 2.1 ANTECEDENTES

### 2.1.1 Internacionales

El primer trabajo de investigación corresponde a Gamboa Benítez (2020), quien elaboro la tesis titulada “*Diseño y simulación CAD de una empacadora semiautomática de bobinas de producto terminado*”, de la Escuela Politécnica Nacional. Quito (Ecuador).

En su tesis expone que:

La investigación se basa en el diseño y simulación de un equipo que se encargará de empacar bobinas de productos terminados, este equipo cuenta con rodillos que guían a dos capas, la capa primaria y la capa secundaria. Al unirse mediante el rebobinado forman una sola lamina, este procedimiento nos ayuda a tener una forma de realizar nuestra simulación de bobinado y rebobinado de la cinta de nylon. Por otro lado, se utiliza el controlador lógico programable para administrar los procesos. También aporta ideas de cómo realizar los algoritmos y la programación de nuestro sistema semiautomático que se encargara de realizar el proceso de producción de las pequeñas bobinas de nylon.

El segundo trabajo de investigación que corresponde a Salinas Gonzalez & Gómez Chalarca (2018) en su tesis titulada “*Diseño y construcción del módulo de entrenamiento #15 con el PLC S7 - 1500 con comunicación Ethernet*”, de la Institución Universitaria Pascual Bravo, Medellín (Colombia). En su tesis de pregrado expone que:

Esta implementación plantea la elaboración de una interfaz de adiestramiento para la sistematización del PLC S7-1500 con interfaz hombre máquina (HMI) mediante el protocolo ethernet. La finalidad es optimizar el proceso de aprendizaje de los estudiantes, por medio de la aplicación de una interfaz novedosa y práctica que permitirá a los alumnos, un espacio de entrenamiento y evaluación de su aprendizaje obtenido por las clases teóricas en función del manejo de los lenguajes de programación que los sistemas de automatización utilizan en la actualidad.

Por otro lado, una de nuestras desventajas en el desarrollo de nuestro proyecto es la falta de conocimiento en el desarrollo de la codificación en PLC, lo que deriva a que esto beneficiará a la presente investigación de simular un sistema semiautomático que se encargara de producir las pequeñas bobinas de nylon, porque ampliara nuestro conocimiento sobre este dispositivo (PLC), como es su estructura, su protocolo de comunicación, entradas y salidas analógicas y digitales entre otros, y lo más importante la programación en el lenguaje de programación Ladder.

En el tercer trabajo de investigación que corresponde a Encalada Zapata (2017). En su tesis titulada “*Diseño y construcción de una máquina bobinadora semiautomática de 4 ejes para la fabricación de tanques de fibra de vidrio mediante la técnica Filament*”

*Winding*”, de la Universidad Internacional de Ecuador, Quito (Ecuador). En su tesis expone:

Esta investigación se enfoca en resolver los problemas que se generan en la fabricación de tanques de almacenamiento con materiales fibroreforzados. Actualmente, el proceso de producción de estos tanques es de manera manual y lo realizan entre 2 a 5 personas, esta fabricación es mediante el bobinado de fibra de vidrio en unos moldes, después se construyen las otras partes y al final se acoplan estas secciones, fabricando un tanque de P.R.F.V. cilindro de tapa tiro esférica. La empresa requiere convertir un proceso manual de fabricación de tanques en un proceso semiautomático utilizando la técnica Filament Winding. En la implementación de esta máquina semiautomática podemos observar la etapa mecánica, electrónica y la etapa de control. Cada una de estas etapas están bien especificadas y para nuestro sistema semiautomático que se encargara de producir pequeñas bobinas de nylon podemos rescatar la etapa mecánica. Esta etapa inicia con la creación de un modelo 3D y el objetivo es definir la geometría de los elementos que conforman la máquina. La estructura de esta máquina fue desarrollada mediante el software Autodesk Inventor 2017. De esto podemos sacar mucha información con el objetivo de diseñar la estructura de nuestro sistema semiautomático donde ira instalada todos los componentes electrónicos como rodillos guía, motores, servomotores, interruptores, actuadores lineales, entre otros.

### **2.1.2 Nacionales**

En el primer trabajo de investigación corresponde a Yto Apaza (2018). En su tesis titulada “*Diseño e Implementación de un*

*sistema automático de Dosificación para la preparación de concretos en mezcladoras móviles*”, de la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Arequipa (Perú). En su tesis expone:

Esta investigación propone una posible solución a la mala dosificación de concreto que se practica en la ciudad de Arequipa empleada en la construcción de viviendas el cual está en continuo crecimiento, de manera desordenada y no cumple con los estándares internacionales. En tal sentido se desarrollará e implementará un sistema automático de dosificación para la preparación de concreto en mezcladoras móviles. Este sistema utilizará dos controladores, el Arduino uno que se utilizará para medir constantemente el nivel del material (mezcla del concreto) y lo hará mediante un sensor ultrasónico. También se utilizará el PLC (controlador lógico programable) que se encargará del control general de la dosificadora de concreto. Por otro lado, esto aporta bastante en el desarrollo de nuestro diseño y monitoreo del sistema semiautomático que optimizara la producción de pequeñas bobinas de nylon, nos referimos a la programación en el lenguaje Ladder específicamente en los comandos TON, TONR, MOVE, entre otros. Podemos apreciar los momentos en que se utilizan y la forma de programar los mencionados comandos.

En el segundo trabajo de investigación corresponde a Díaz Rodas & Trujillo Aramburu (2018) En su tesis titulada “*Sistema de control de flujo para presión constante de suministro de agua utilizando PLC en un edificio del Instituto de Ciencias y Humanidades*”, de la Universidad de Ciencias y Humanidades, Lima (Perú). En su tesis expone que:

En esta investigación se busca como plantear un procedimiento de control automatizado para mejorar el viejo y obsoleto sistema de bombeo que abastece de agua al edificio. Este viejo procedimiento se llama sistema de tanque elevado y es un sistema inaplicable porque tiene muchas deficiencias. El nuevo sistema a ser instalado se llama "Sistema de presión constante" y como su mismo nombre lo dice generara un caudal y una presión constante de agua. El sistema de control estará a cargo de un PLC (controlador lógico programable) y de un variador de velocidad con sus elementos (transductor y sensor) y como resultado obtendremos: Ahorro económico en consumo de energía, se conservarán los elementos mecánicos y los equipos de bombeo y lo más importante, tendrá un suministro suficiente de agua y la presión ideal requerida.

En el tercer trabajo de investigación corresponde a Quispe Taipe (2018). En su tesis titulada "*Diseño de un sistema automatizado para un equipo de sellado al vacío en una empresa de fabricación de maquinarias en acero*", de la Universidad Tecnológica del Perú, Lima (Perú). En su tesis expone que:

El presente trabajo tuvo como objetivo implementar una solución de automatización en una maquina selladora al vacío porque es controlado mediante una lógica cableada industrial. Este proyecto de investigación busca mejorar el funcionamiento de las maquinas selladoras al vacío en las PYMES, por su bajo nivel tecnológico en cuanto a automatización se refiere ya que el problema radica en el control deficiente de su lógica cableada.

Con el objetivo de mejorar el funcionamiento de control de la maquina selladora al vacío se requiere implementar un sistema automatizado con PLC (controlador lógico programable) en la

empresa, que mejore la eficiencia de la maquina selladora al vacío la cual todavía no ha sido implementado. De este trabajo de investigación podemos rescatar la etapa de control, en esta etapa obtenemos la secuencia lógica de los elementos electroneumáticos y para nuestro proyecto de investigación será de gran ayuda exactamente en la arquitectura del sistema donde tenemos un cilindro neumático (guillotina) y un actuador lineal (retroceder al tercer rodillo de tracción).

## **2.2 MARCO TEÓRICO**

### **2.2.1 El Nylon**

El nilón o nylon es un polímero artificial que integra el grupo de las poliamidas. Se produce de manera formal por poli condensación de un ácido con la diamina. La porción de átomos de carbono en la sucesión de la amina y del ácido se puede señalar detrás de las iniciales de poliamida. El más distinguido, el PA6.6 o nailon 6,6 es por lo tanto el resultado formal del ácido hexanodioico (ácido idipico) y la (hexametilendiamina). (Valbuena Fique, 2021)

### **2.2.2 Historia del Nylon**

El Nylon fue la primera fibra fabricada al 100% de polímero sintético y se lanzó por primera vez en 1899. En 1929, esta investigación fue modernizada por Carothers en la empresa Du Pont de Neumors. La primera licencia de originalidad se demandó en 1931 y fue difundida en 1936. En julio de 1935, el nylon 6,6 fue seleccionado por Dupont para ser colocado en el mercado. Esta fue acompañada por una licencia de originalidad de aplicación que se difundió en 1937. Las más sobresalientes poliamidas ilustradas en estos dos primeros reclamos de originalidad fueron NYLON-6, NYLON-7, NYLON-8,

NYLON-9, NYLON-11 y NYLON-17. El primer reclamo de originalidad de aplicación para el NYLON-6,6 se difundió en 1938. Du Pont dio inicio a la fabricación de prueba del nylon en 1938 y la primera fábrica inicio su fabricación en 1939 en Seaford, Delaware (EE. UU). Las primeras medias de nylon se colocaron en el mercado en 1940 y se convirtió al momento en un éxito en el mercado. En EE.UU. una segunda fábrica de Du Pont dio inicio a la fabricación en 1941, una tercera en 1947, una cuarta en 1954, y una quinta en 1967 empleando un moderno procedimiento de spinning (hilado). La fabricación para el mercado de NYLON-6 en EE.UU. inicio con la capacidad a gran escala de caprolactama, fabricada inicialmente en 1955 por Allied Chemical Corporation. Desde entonces la fabricación de filamentos poliamidicas se ha propagado circunstancialmente por todo el planeta. La segunda guerra mundial apoyo a integrar el nylon en ropa, paracaídas, y fundas al nylon 6,6 con una gran eficiencia.(Naupay Fabian & Quispe Lopez, 2021)

### **2.2.3 Resistencia del Nylon**

Se puede quemar muy rápidamente inflamable lo cual traer problemas en el cambio que da de manera industrial, y cuando esta al aire libre se puede volver muy débil y frágil cambiando su coloración mas no cuando está cubierto se estabiliza. También se le puede añadir fibra de vidrio para que se vuelva más dura y resistente. Las sucesiones de nylon con una cantidad par de átomos de carbono entre los grupos amida se vuelven más duras y demorar en fundirse al contacto con el calor a diferencia de los que tienen el número impar de átomos de C. (Shakiba et al., 2021)

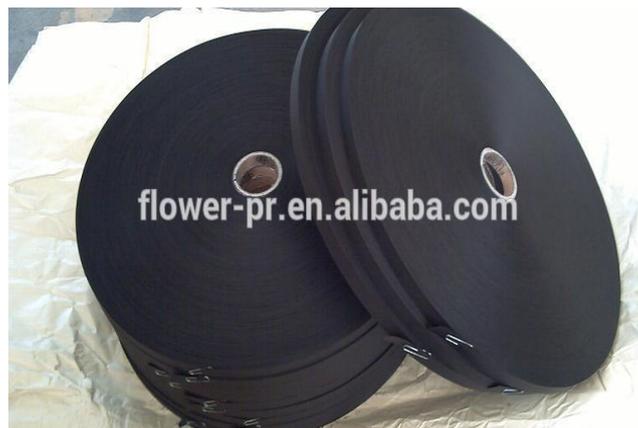
### **2.2.4 Mecanismo de reacción**

El nylon 6,6 tiene moléculas simples, su peso molecular es mínimo, pero que se repite muchas veces, las veces que se pueda para que se forme la fibra. El primer 6 que esta junto al nylon nos indica la

cantidad de carbonos de la amida y la segunda cifra es el número de carbonos de la sucesión acida. El nylon 6,6 se resume por condensación en el laboratorio a partir de cloruro de adipolio y hexametenodiamina. Pero en una fábrica de nylon se produce casi siempre haciendo reaccionar el ácido adípico (derivado del fenol) con la hexametenodiamina (derivado del amoniaco).(Orive et al., 2021)

### 2.2.5 Bobina de Nylon

Son rollos de nylon del tipo 6,6 americana de alta densidad entintadas con tinta matricial, son 100% compatibles con las marcas de los fabricantes de impresoras matriciales como Epson, Canon, Oki, Panasonic, Konica minolta, entre otros.(Arroyo Piñero, 2018)



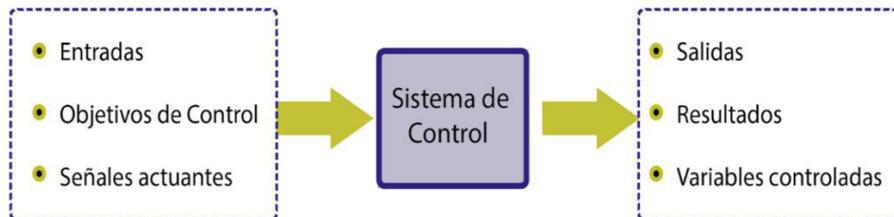
**Figura 1 Bobinas de nylon tipo 66 entintado**

**Fuente: (Fulihua Profession Make Us Reliable China fabricantes de bobinas de nylon, [www.flower-pr.com/es/web/](http://www.flower-pr.com/es/web/), 2016) China**

### 2.2.6 Sistemas de Control

Los sistemas de control fueron diseñados con el objetivo de comandar maquinas o procedimientos, con el único fin de disminuir reducir las posibilidades de incidentes y equivocaciones y así de esta manera llegar a los resultados. Según Dorf & Bishop (2011) “Una interconexión de elementos que forma una configuración del procedimiento que nos brinda una solución requerida del sistema. El

fundamento que nos hace analizar un sistema es el fundamento entregado por la teoría de los sistemas lineales, la cual considera un vínculo de causa-efecto para los integrantes de un sistema". (p. 28)



**Figura 2 Sistema básico de control**

**Fuente: Carlos A. Smith., Armando B. Corripio (2012). Control Automático de Procesos**

Los sistemas de control cuentan con cuatro integrantes primordiales, según lo refieren (Smith & Corripio, 1991) :

1. Sensor, comúnmente llamado como la componente primaria.
2. Transmisor, componente secundario.
3. Controlador, es la cabeza del sistema de control.
4. Elemento final de control, casi siempre se trata de una llave de control, aunque no siempre.

Lo primordial de estos componentes se encuentra en los tres procedimientos básicos que deben estar siempre en todos los sistemas de control.

1. Medición: la evaluación de la variable que se controla se hace casi siempre por medio de la conjugación del sensor transmisor.

2. Decisión: con base en la evaluación, el controlador toma las decisiones con el objetivo de mantener la variable en el valor que se ha propuesto.
3. Acción: como parte final de la decisión del controlador se debe de realizar una acción en el sistema, por lo general esta resaltada por el elemento final del control.

Los sistemas de control se clasifican en:

### **A. Sistema de Control a Lazo Abierto**

El sistema de control a lazo abierto es el sistema que no necesita de la acción de control de salida, ni es realimentada para ser cotejada con la entrada

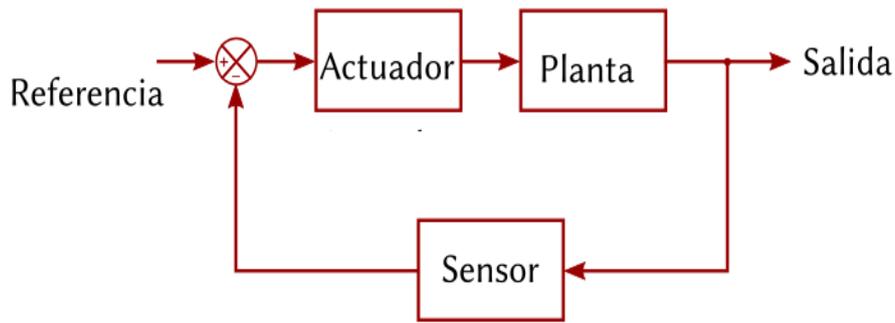


**Figura 3 Sistema de control a lazo abierto**

**Fuente: Carlos A. Smith., Armando B. Corripio (2012). Control Automático de Procesos**

### **B. Sistema de Control a Lazo Cerrado**

Según lo refiere Ayub et al. (2021), estos sistemas son aquellas que siempre tienen una relación ya definida entre la salida y la entrada de referencia, cotejándola y utilizando la desemejanza como camino de control. Lo que se requiere es siempre tener la salida constante a pesar de las modificaciones en las condiciones de ejecución.



**Figura 4 Diagrama de bloques de un sistema de control a lazo cerrado**

**Fuente: M.C. Elizabeth Gpe. Lara Hdz y M.C. José Manuel Rocha Núñez. (2011) Criterios de Estabilidad de Routh**

### **2.2.7 Automatización**

Según lo refiere Hernández Gaviño (2010), La Real Academia de las Ciencias Físicas y Exactas dictamina la AUTOMATICA como un grupo de procedimientos y técnicas para el relevo del operario en labores Físicas y mentales ya antes planeadas. De este concepto se desata la definición de la AUTOMATIZACION como la ejecución de la AUTOMATICA al control de procesos industriales.

### **2.2.8 Controlador lógico programable (PLC)**

Según lo define Bárcena Martínez (2021) un PLC – Programmable Logic Controller (Controlador Lógico Programable) es un aparato electrónico digital con una memoria programable para el almacenamiento de comandos, proporcionando la implementación de funciones específicas como ser: lógicas, secuenciales, temporizadas de conteo y aritméticas; con la finalidad de controlar máquinas y procesos.

#### **A. Campos de Aplicación**

El PLC por sus particulares características de diseño tiene un campo de aplicación muy extenso. El desarrollo tecnológico diario del hardware y software agranda de manera constante el área para poder satisfacer las necesidades que se encuentran en el espectro de sus posibilidades reales. Su empleo se da principalmente en aquellas instalaciones en donde es requerido un proceso de maniobra, control y señalización. En consecuencia, su campo de uso abarca desde procedimientos de fabricación industrial de cualquier tipo de transformaciones o control de instalaciones entre otras. Lo pequeño de su tamaño, la gran facilidad de su ensamblaje, la posibilidad de almacenar los programas para su posterior y rápido uso, la modificación o alteración de los mismos, hace que su eficiencia se aprecie principalmente en procesos en que se reducen necesidades como:

- Espacios pequeños.
- Procesos de fabricación cambian con frecuencia.
- Procesos secuenciales.
- Maquinaria de procedimientos variables.
- Instalaciones de procedimientos difíciles y grandes.
- verificación de programación centralizada de las partes del proceso.

Ejemplo de aplicaciones generales:

- Manejo de máquinas.
- Maquinaria industrial de plástico.
- Maquinas transfer.

- Máquinas de embalajes.
- Maniobra de instalaciones: instalación de aire acondicionado, calefacción.
- Instalaciones de seguridad.
- Señalización y control.(Camarena Sanz, 2022)

## **B. Ventajas y desventajas**

Todos los autómatas te dan las mismas ventajas sobre la lógica cableada, esto es porque fundamentalmente a las diferentes clases de modelos existentes en el mercado y los desarrollos técnicos que se generan día a día. Tales consideraciones exigen a referirse a las ventajas que nos brinda un autómata de tipo medio.(Balcells et al., 1997)

### **• Ventajas**

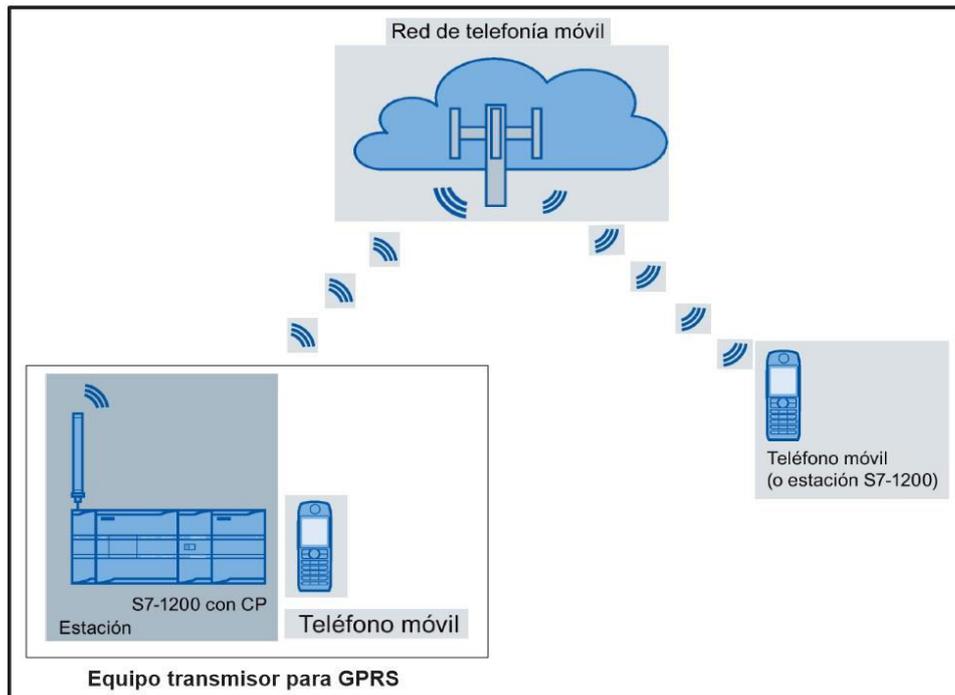
- Se reduce el tiempo en la elaboración de proyectos, esto es porque no es necesario dibujar previamente el grafico de contactos, es importante simplificar las ecuaciones lógicas, ya que casi siempre la capacidad de almacenamiento del módulo de memoria es lo suficientemente grande. La lista de materiales queda sensiblemente reducida, y al elaborar el presupuesto correspondiente eliminaremos parte del problema que supone el contar con diferentes proveedores, distintos plazos de entrega.
- Se puede hacer modificaciones sin necesidad de cambiar el cableado ni añadir aparatos.
- Espacio reducido del tablero donde se coloca el autógrama programable.
- Costo mínimo de mano de obra en la instalación.

- Gastos mínimos de mantenimiento. La confiabilidad del sistema crece, al eliminar contactos móviles, los mismos autómatas pueden indicar y detectar desperfectos.
  - Se puede administrar muchas maquinas con un mismo autómata.
  - Menor tiempo para la puesta en funcionamiento del proceso al quedar reducido el tiempo de cableado.(Mengual, 2009)
- **Inconvenientes**
    - Es necesario un programador, por tal motivo se necesita de un técnico capacitado.
    - El precio es elevado.

### **2.2.9 Sistema GPRS**

El sistema GPRS (Servicio General de Paquetes por Radio), permite que la información que se envía y recepta a los celulares se divida en varios paquetes, mientras el sistema GSM fue diseñado con énfasis en el uso de voz, el principal objetivo del GPRS es ofrecer un acceso a redes de datos, de esta manera se puede enviar y recibir información como e-mails, imágenes, etc. Utilizando el mismo equipo celular. (Sánchez Wevar, 2005)

La red GSM es únicamente orientada a circuitos y tiene una velocidad de transmisión limitada y para aumentar esa velocidad se tuvo que introducir el modo de transmisión orientado a paquetes, para lo cual se complementó la red original con nuevos equipos y esta nueva estructura de red es conocida como GPRS. (Becvar et al., 2020)



**Figura 5 Transmisión de datos usando GPRS**

**Fuente: Elaboración propia**

Cuando un usuario envía o recibe datos, estos son guardados en pequeños paquetes, los mismos que llevan dirección de origen y destino. El GPRS se activa solamente cuando hay datos que enviar o recibir y con esto logra adaptarse perfectamente a la naturaleza de las aplicaciones de datos. (Shin et al., 2022)

La tecnología GPRS es compatible con GSM y la complementa, logrando una gran optimización en el empleo de los recursos y estos se obtienen a través de repartición dinámica de los canales utilizados por la conmutación del circuito y los canales utilizados por el GPRS, es decir cuando se presenta una llamada de voz, hay tiempo suficiente para liberar los recursos utilizados por el GPRS, de tal forma que la llamada por conmutación del circuito se realiza sin inconvenientes. (Sánchez García et al., 2021)

Entre sus características más importantes tenemos:

- Complementa a la red GSM facilitando la transmisión de datos.

- El tiempo de establecimiento de conexión es prácticamente instantáneo.
- Alta eficiencia ya que logra que varios usuarios compartan un mismo canal.
- Tiene oportunidades de mejora en servicios como localización, posicionamiento, etc.

### **2.2.10 TIA Portal**

El TIA Portal (Totally Integrated Automation Portal), es un nuevo framework de ingeniería que contiene todas las herramientas para la automatización en un único entorno, logrando que los usuarios puedan llevar a cabo la ingeniería, puesta en marcha, operación y monitorización de un proceso industrial mediante una única plataforma de control. (León Pérez, 2014)

TIA Portal es el innovador sistema de ingeniería que permite configurar de forma intuitiva y eficiente todos los procesos de planificación y producción dentro de una organización. Convince por su funcionalidad probada todas las tareas de control, visualización y accionamiento. Con una nueva generación de editores de programación más productivos se optimiza la calidad, eficiencia y consistencia en todos los procesos productivos realizados. (Siemens, 2020)

## **2.3 MARCO METODOLÓGICO**

### **2.3.1 Tipo de Investigación**

La clase de investigación es aplicada tecnológica, debido a que primero se buscara e investigara los temas relacionados al proyecto de tesis, luego se diseñará el sistema de control semiautomático que

se encargara de optimizar la producción de pequeñas bobinas de nylon. Este proyecto de tesis se pondrá en marcha en la empresa G&H TECHNOLOGY S.A.C.

### **2.3.2 Metodología de Investigación**

La metodología de investigación de este proyecto se basa en primer lugar en la búsqueda de información como tesis, fuentes bibliográficas, artículos u otros trabajos que tengan relación con la tesis presentada de los cuáles nos brinden información sobre cómo se han ido los procesos de automatización y el uso del PLC el cual es un elemento muy importante para el funcionamiento de este proyecto de tesis.

Luego de encontrar información clara sobre el diseño de este proyecto se deberá simular y comprobar su buen funcionamiento. Éste paso es importante porque de esta manera sabremos sobre algunos inconvenientes que podamos tener en alguna de sus etapas.

Finalmente, con el PLC ya implementado en cuanto a su programación y conectado a cada uno de los dispositivos electrónicos, se procederá a simular el proceso de medir, bobinar, rebobinar, cortar y contar la bobina de nylon.

## **2.4 MARCO LEGAL**

### **2.4.1 Ley N° 23407: Ley General de Industrias**

Esta ley N° 23407 creada por la SUNARP (Superintendencia Nacional de los Registros Públicos) creada en el 2002 debido a la promoción de la generación en base al trabajo. Principalmente se enfoca en el desarrollo industrial sin afectar el medio ambiente, además de evitar la alteración

de los ecosistemas. Indicando que si se infringe esta ley tendrán un plazo no mayor a 5 años para que cesen las acciones industriales. Además, indica que el servicio industrial no es competitivo sino de libre acceso a toda micro y macro empresa. (Ley N° 23407, 2002)

## **CAPÍTULO III: DESARROLLO DE LA APLICACIÓN**

### **3.1. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA PRODUCCIÓN DE PEQUEÑAS BOBINAS DE NYLON EN LA EMPRESA G&H TECHNOLOGY S.A.C.**

#### **3.1.1. Información general de la empresa**

**A. Razón social:** G&H TECHNOLOGY S.A.C.

**B. Giro del negocio:**

**C. Ruc:** 20392683292

**D. Teléfono:** 998101665

**E. Localización:** Jr. Camaná 1190 interior 304

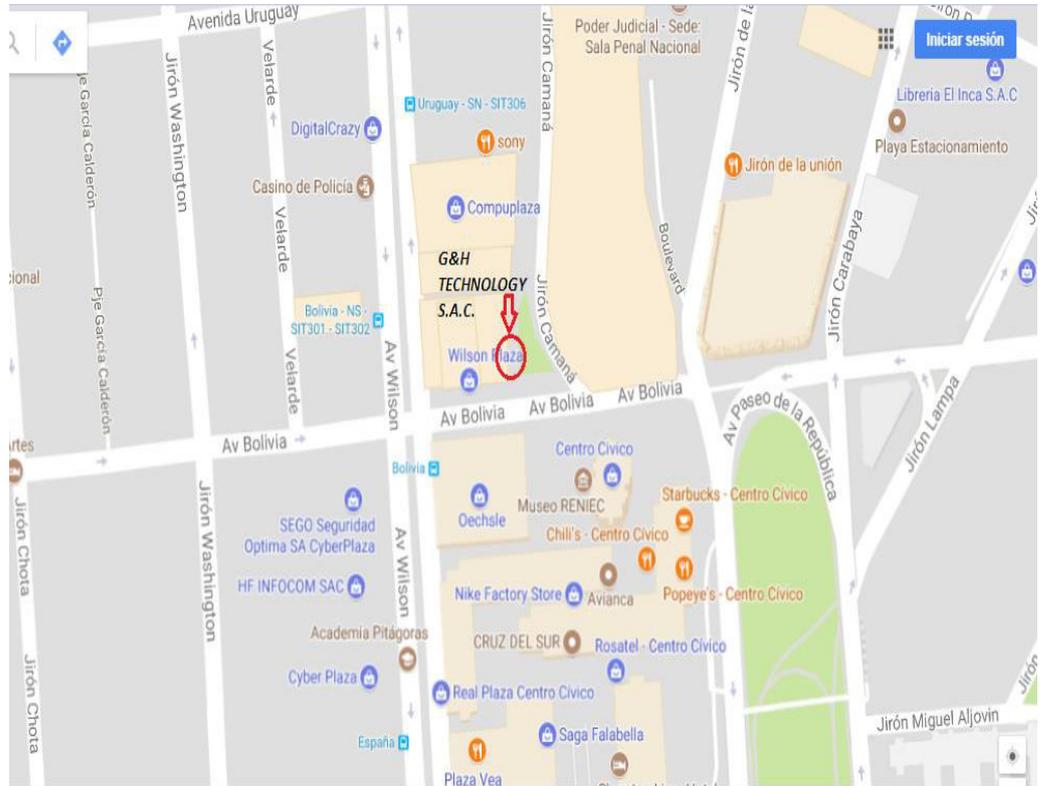
**F. Año de inicio de actividad:** 2014

**G. Reseña histórica:**

Inicia sus actividades en el rubro de venta al por mayor y menor de suministros para impresoras (tinta, cintas de nylon y tóner para impresoras láser) el 10 de enero del 2014. La gerencia se encuentra a cargo del Señor Gilmer Percy Rodríguez Rivera. Debido a la alta demanda en el campo de la reparación de equipos electrónicos se especializaron en ese campo, con el transcurso de los años hoy en día realizan trabajos de mantenimiento y reparación de equipos de cómputo y también distribuyen suministros para impresoras con una amplia cartera de clientes.

### 3.1.2. Ubicación geográfica de la empresa

Geográficamente la empresa G&H TECHNOLOGY SAC, se encuentra situada en el Jr. Camaná 1190 interior 304 Cercado de Lima.



**Figura 6 Ubicación de la empresa G&H TECHNOLOGY S.A.C.**

**Fuente: Autor Propio**

En la figura se aprecia la ubicación de la empresa G&H TECHNOLOGY S.A.C. ubicado en el Distrito de Cercado de Lima, entre el cruce del Jr. Camaná y Av. Bolivia frente al Centro Cívico. Adaptado de Google Maps, Copyright 2017.

### 3.1.3. Análisis del diagnóstico estratégico

#### A. Resumen de la misión

Brindar servicios tecnológicos, compartir nuestros conocimientos y apoyar a nuestros clientes.

#### B. Resumen de la visión

Ser un socio estratégico de nuestros clientes en la prestación de servicios y productos informáticos de calidad.

## **C. Practica de valores**

- \* Responsabilidad
- \* Puntualidad
- \* Honradez
- \* Orden
- \* Limpieza
- \* Respeto por el derecho de los demás

### **3.1.4. Situación actual de la producción de pequeñas bobinas de nylon**

Actualmente, la empresa G&H TECHNOLOGY S.A.C. realiza la producción de las pequeñas bobinas de nylon de manera manual, es decir desbobinado, medición, rebobinado, corte, unión y empaclado de la cinta de nylon, todo este proceso es realizado de manera manual. En consecuencia, el producto final es un producto con imperfecciones. Se detallará cada uno de estas etapas ya mencionadas con el objetivo de dar a conocer la situación actual de este proceso.

#### **Desbobinado**

El desbobinado consiste en desenrollar la bobina de 933 metros sobre el suelo encima de periódicos para que no se ensucien, para realizar el desbobinado se coloca el dedo índice izquierdo en el buje (el buje es un anillo de cartón donde se apoya y gira un eje, puede ser una simple pieza que sujeta un cilindro) y utilizando la mano derecha se gira en sentido horario con el objetivo de desenrollar la bobina de nylon en su totalidad, Hay que tener mucho cuidado en este proceso porque una mala maniobra hará que la cinta se enrede de tal manera que será imposible desenredarla y como consecuencia no se podrá realizar el siguiente paso que es el rebobinado. Se puede observar con más detalle en la figura



**Figura 7 Desbobinado de la bobina de nylon**

**Fuente: Autor propio**

### **Rebobinado de la cinta de nylon**

Una vez terminado el desbobinado se marca sobre una mesa un punto inicial y con la ayuda de una cinta métrica marcamos el otro punto (1 metro). El siguiente paso será colocar la cinta de nylon

sobre el punto inicial y el otro punto sobre la marca de 1 metro, esto se realiza para medir la mitad del tamaño de la bobina que deseamos preparar. Por ejemplo: se mide 4 veces (4 metros) para después doblar la cinta y colocar sobre una regla metálica para luego girar en sentido anti horario hasta encontrar la punta de la cinta que indica que se terminó de rebobinar (8 metros). De esta manera se van preparando las pequeñas bobinas de nylon.



**Figura 8 Medición y rebobinado de la cinta de Nylon**

**Fuente: Autor Propio**

### **3.2. DEFINIR LOS EQUIPOS Y REQUERIMIENTOS TECNICOS DEL SISTEMA SEMIAUTOMATICO PARA OPTIMIZAR LA PRODUCCION DE PEQUEÑAS BOBINAS DE NYLON EN LA EMPRESA G&H TECHNOLOGY S.A.C.**

Para definir los equipos y requerimientos técnicos del sistema semiautomático, se evaluó muchas alternativas posibles a utilizar.

En este campo hay muchas empresas especialistas en soluciones de control y automatización, podemos mencionar por ejemplo a SIEMENS, ABB, EMERSON PROCESS MANAGEMENT, entre otros.

Estas empresas destacan a la automatización como una manera de usar los sistemas de control para manejar cualquier maquinaria con el objetivo de completar un proceso. El uso reducido de la mano de obra es uno de los beneficios de la automatización. Entonces tenemos por ejemplo a los controladores lógicos programables (PLC), transformadores, variadores de frecuencia entre otros.

También hay empresas fabricantes de servomotores, actuadores lineales, actuadores lineales con servomotor para las distintas aplicaciones. El Raspberry, Arduino o microcontroladores también pueden ser utilizados como sistema de control.

Entonces llegamos a la conclusión de optar por los PLC por los siguientes motivos:

Una de las principales ventajas del PLC es la durabilidad y capacidad de funcionamiento frente a ambientes agresivos para la electrónica como por ejemplo ruidos eléctricos, picos de corriente-voltaje, campos electromagnéticos entre otros.

Los sensores, motores, servomotores, actuadores y algunos dispositivos electrónicos más que usaremos para el diseño de nuestro sistema semiautomático trabajan con los estándares industriales, esto quiere decir que son compatibles con el PLC. Si quisiera utilizar sistemas no estandarizados como el Arduino o el Raspberry tendríamos que adaptar y configurar para la compatibilidad con el PLC. Esto implicaría más tiempo y gasto de dinero.

Los PLC trabajan con protocolos de comunicación estandarizados como por ejemplo Profinet (ethernet), Profibus, comunicación ASI, también tiene la posibilidad de comunicarse por fibra óptica y cuenta con un módulo de comunicación que utilizaremos para la parte de telecomunicación vía GPRS.

Para el desarrollo de nuestro sistema semiautomático utilizaremos la marca SIEMENS por las siguientes razones:

- Son capaces de ser programados por diferentes lenguajes uno de ellos es el lenguaje Ladder o lenguaje de escalera y es el que utilizaremos para nuestro sistema semiautomático.
- Puede detectar anomalías o desperfectos de los periféricos que controla, incluso se puede programar alguna acción en el instante en que un dispositivo falle al enviar una señal.
- Para la comunicación GPRS acoplaremos un módulo de comunicación con una antena omnidireccional.
- Utilizaremos el PLC SIEMENS porque este sistema semiautomático se automatizará al 100% agregando etapas nuevas como el de empacado de las pequeñas bobinas, pero esto se dará a largo plazo.

A continuación, se detallará los dispositivos electrónicos que se utilizará para el diseño de nuestro sistema semiautomático.

### 3.2.1. Controlador lógico programable 1214 AC/DC/RLY

El controlador lógico programable (PLC) es de la marca SIEMENS, modelo 1214C de entradas y salidas digitales.



**Figura 9 PLC Siemens**

**Fuente: Masvoltaje.com**

A continuación, se muestra la relación de los datos técnicos del PLC, así como las características del equipo a utilizar en el control del mismo, y los datos de entradas y salidas tanto digitales como analógicas.

DATOS TECNICOS DEL CONTROLADOR LOGICO PROGRAMABLE	
Designación del tipo de producto	CPU 1214 AC/DC/RLY
Paquete de programación	STEP 7 V17 o superior
Versión del Firmware	V4.5
Valor Nominal, DC	24V
Rango permitido límite inferior	20.4V
Rango permitido límite superior	28.8V
Protección contra inversión de polaridad	Si
Rango admisible límite inferior (AC)	85V
Rango admisible límite superior (AC)	264V
Valor nominal, DC	24V
Consumo (valor nominal)	100mA@ 120VAC 50mA@ 240 VAC

**Figura 10 Datos técnicos PLC**

**Fuente: Elaboración propia**

### CARACTERISTICAS TECNICAS DE LA CPU

Intensidad en bus de fondo (5V), máx.	1600mA; máx. 5V DC para SM y CM
Alimentación de sensores	24V
Perdidas tip.	14W
Memoria de trabajo integrado	100 Kbyte
Ampliable	No
Memoria de carga integrada	4 Mbyte
Respaldo existente	Si
Libre de mantenimiento	Si
Sin pila	Si
Para operaciones de bits, tip.	0.08 $\mu$ s; /instrucción
Para operaciones de palabras, tip.	1.7 $\mu$ s; /instrucción
Para aritmética de coma flotante, tip.	2.3 $\mu$ s; /instrucción
N° de bloques (total)	número máximo de bloques de 1 a 65535

**Figura 11 Características CPU**

**Fuente: Elaboración propia**

DATOS TECNICOS DE ENTRADAS Y SALIDAS ANALOGO-DIGITAL	
Número de entradas digitales	14; integrado
Fuente/sumidero (M/P)	Si
Tensión de entrada valor nominal (DC)	24 V
Para señal "0"	5 V DC, con 1 mA
Para señal "1"	15 V at 2.5 mA
Numero de salidas digitales	10; Relé
Poder de corte de salida con carga resistiva, máx.	2A
Con carga tipo lampara, máx.	30 W con DC, 200 W con AC
Números de salidas de relé	10
Retardo a la salida con carga resistiva	
"0" a "1", máx.	10 ms; máx.
"1" a "0", máx.	10 ms; máx.
Número de entradas analógicas	2
Rangos de entradas, tensión	Si
Rangos de entrada (valores nominales)	
Tensiones de (0 a 10 V)	≥ 100 kilo ohmios
Numero de salidas analógicas	0

**Figura 12 Características analógico – digitales**

**Fuente: Elaboración propia**

### 3.2.2. Servo drive ASDA-02-0721-U



**Figura 13 ASDA-02-0721-U**

**Fuente: Control inteligente.com.mx**

El servo drive, es un dispositivo de control que toma la señal de comando para la velocidad, posición o la corriente, ajusta el voltaje y la corriente aplicados al servomotor en función de la retroalimentación del circuito cerrado. Es la controladora que va a permitir gestionar las señales para mandar al eje del motor al ángulo que determinamos a cada momento.

**Tabla 1 Servodrive Delta**

---

**DATOS TECNICOS DEL SERVODRIVE DELTA ASDA-0721-U**

---

Fase / tensión	Trifase o fase 220VA
Gama de tensión permisible	Trifase o fase 200~ 230VAS, -15% ~10%
Gama de frecuencia permisible	50 / 60 Hz ± 5%
Sistema de enfriamiento	Circulación de aire natural
Control de circuito principal	Control del SVPWM
Modo de control de posición	
Frecuencia máxima del pulso de entrada	Máximo de 500Kpps (Driver de línea), Max. 200Kpps (Open collector); Max. 4Mpps (Line receiver)
Estrategia de suavización	Filtro pasa-bajos y de movimiento
Operación de límite de par	Ajustado por parámetros
Modo de control de velocidad	
Gama de control de velocidad	1:5000
Fuente de mando	Señal analógica externa/ parámetros internos
Estrategia de suavización	Filtro de pasa-bajos y de curva-S
Operación de Limite de Par	Ajustado por parámetros o vía entrada analógica
Característica de Respuesta de Frecuencia	Máximo de 1kHz
Gama de tensión	0~±10VDC
Resistencia de entrada	10K Ω
Constante de tiempo	2.2 μS
Interfaz de comunicación	RS-232 / RS-485 / CANopen / USB

---

### 3.2.3 Servo motor Delta A-2



**Figura 14 Servo motor Delta A-2**

**Fuente: [Control inteligente.com.mx](http://Control%20inteligente.com.mx)**

El servomotor es un motor que puede ser controlado en velocidad y posición. Son motores que se utilizan en aplicaciones donde se necesitan ajustes finos de la posición del eje o de la velocidad del motor.

Este motor siempre ira acompañado de una electrónica, esta electrónica es la que va a emitir unas señales para que este motor pueda alcanzar la posición que deseamos en cada momento. Esta electrónica o controles es lo que llamamos servo drive o servo control.

**Tabla 2 Servomotor Delta**

---

**DATOS TECNICOS DEL SERVOMOTOR DELTA A-2**

---

Potencia de salida especifica (KW)	0.2
Par especificado (N-m)	0.64
Par máximo (N-m)	1.92
Velocidad especifica (r/min)	3000
Velocidad máxima (r/min)	5000
Corriente especifica (A)	1.55
Corriente máxima (A)	4.6
Capacidad de potencia (kW/s)	22.4
Constante de tiempo mecánica (ms)	0.80
Resistencia del inducido (Ohmio)	2.79
Inductancia del inducido (mH)	12.07
Constante de tiempo eléctrica (ms)	4.3
Peso (Kg) (sin freno)	1.2
Peso (Kg) (con freno)	1.5
Carga de eje radial máxima (N)	196
Carga de eje de empujo máxima (N)	68
Grado de vibración (mm)	15
Temperatura operativa	0~40
Temperatura de almacenaje	-10~80
Humedad operativa	20% a 90% Hum.Rel.
Humedad de almacenaje	20% a 90% Hum.Rel.
Capacidad de vibración	2.5G

---

### 3.2.4 Unidad lineal con servomotor FSL 40 Series



Figura 15 Unidad lineal

Fuente: Directindustry

Tabla 3 Unidad lineal

<b>Datos técnicos unidad lineal con servomotor FSL 40 Series</b>	
Accionamiento	Con servomotor, con motor lineal
Tipo	De perfiles, de husillo de bolas
Carrera máxima	1.000 mm (39.37 in)
Carrera mínima	50 mm (1.969 in)
Esfuerzo máximo	25 kgf
Esfuerzo mínimo	10 kgf
Velocidad máxima	250 mm/s
Velocidad mínima	55 mm/s

### 3.2.5 Actuador lineal 20000

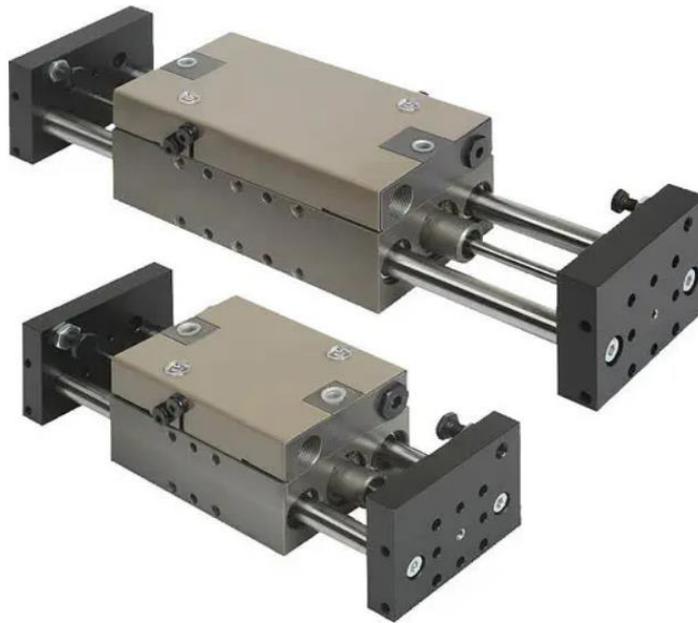


Figura 16 Actuador lineal

Fuente: Directindustry.es

Tabla 4 Actuador lineal

<b>Datos técnicos del actuador lineal 20000</b>	
Movimiento	Lineal
Tipo	Neumático
Tecnología	Con varilla doble
Configuración	Doble efecto
Material	Acero
Carrera máxima	300 mm (11.811 in)
Carrera mínima	40 mm (1.575 in)
Esfuerzo máximo	1.080 N
Esfuerzo mínimo	25 N

### 3.2.6 Cilindro neumático ISO VDMA



**Figura 17 Cilindro neumático**

**Fuente: Grupociden.com**

Este dispositivo permite la conversión de la energía neumática a través del uso de actuadores en gases comprimidos. Trabaja de forma similar a instrumentos que se basan en la hidráulica, pero presenta una mayor resistencia al paso del flujo lo que deriva en un instrumento de menor velocidad, pero posee una estructura de manejo mucho más sencillo a la creación de interfaces automatizadas.

**Tabla 5 Cilindro neumático**

<b>Datos técnicos del cilindro neumático ISO VDMA</b>	
Acción	Doble Efecto
Rango de Presión	1.0~9.0bar (0.1~0.9M Pa) (14~128psi)
Máxima presión	15 bar (1.5MPa) (213psi)
Temperatura	-5 ~ 70°C
Rango de velocidad	50 ~800 mm/s
Tamaño de puerto	¼"

### 3.2.7 Compresor de aire Daewoo DAC24D



Figura 18 Compresor de aire

Fuente: Daewooherramientas.com.ar

Tabla 6 Compresor de aire

<b>Datos técnicos compresor de aire Daewoo DAC24D</b>	
Potencia	2HP
Voltaje/Frecuencia	220 V 50 Hz
Capacidad del tanque	24 L
Filtro de aire	3/8"Plástico
Presión	8 bar
Velocidad del motor	2850 rpm
Caudal	169 L/min
Nivel de sonido	84 dB.

### 3.2.8. Modulo CP 1242-7 GPRS



**Figura 19 Módulo de comunicación**

**Fuente: siemens.com**

El módulo de comunicación CP 1242-7 es un dispositivo procesador de comunicaciones que permite transferencia de datos vía GPRS compatibles para dispositivos SIMATIC S7/1200. Es utilizado en entornos industriales, permite la transferencia de mensajes de texto a través de la red GPRS.

**Tabla 7 Módulo de comunicación**

<b>Datos técnicos del módulo CP-1247</b>	
Impedancia nominal	50Ω
Bandas de frecuencia	
GPRS	
GSM	850/900 MHz
DCS	1800MHz
PCS	1900MHz
Potencia de emisión máxima	
DCS 1800, PCS 1900	+30 dBm (Class 1)
GSM 850/950	+33 dBm (Class 4)
GPRS	
Propiedades	Clase de multislot 10 clase de equipo terminal B esquema de codificación 1...4(GMSK)
SMS	
Modo operativo saliente	MO
Servicio	Punto a punto
Datos eléctricos	
Tensión de alimentación	24 V DC
Rango admisible	19.2.....28.8 V
Consumo (típico)	
De 24 V DC (externa)	75 mA
Bus de fondo de panel del S7-1200	150 mA
Potencia activa perdida (típica)	
De 24 V DC (externa)	1.8 W
Clase de protección	IP20
Peso neto	133 g
Peso incluyendo embalaje	170 g

### 3.2.9. Antena ANT794-4MR



**Figura 20 Antena**

**Fuente: [siemens.com](http://siemens.com)**

Esta antena omnidireccional para redes LTE (4G), GSM (2G) y UMTS (3G); omnidireccional, posee buena referencia de uso en indoor y outdoor; además tiene un cableado de aproximadamente 5 metros conectado a una antena con su propia implementación de compatibilidad con interfaces de automatización.

### 3.2.10 Motor eléctrico 1hp monofásico 1750 rpm Glong



Figura 21 Motor eléctrico

Fuente: [oemcontrols.com.pe](http://oemcontrols.com.pe)

Un motor monofásico es una máquina rotativa alimentada eléctricamente, capaz de transformar la energía eléctrica en energía mecánica. Su funcionamiento tiene como principio la activación del estator que se encarga de transmitir la potencia eléctrica. Este procedimiento en el motor, se realiza mediante la tensión eléctrica que va dirigida al núcleo que está compuesto por un imán.

Tabla 8 Motor eléctrico

<b>Datos técnicos del motor eléctrico</b>	
Marca	Glong Motor
Potencia	1Hp
Díámetro del eje	19 mm
Velocidad Asíncrona	1750 RPM
Voltaje	220v 60HZ Monofásico
Modelo	ML801-4

### 3.2.11 Contactor EasyPact AC3-18 220 VAC SCHNEIDER



Figura 22 Contactor

Fuente: grupocoinp.com

Los contactores son dispositivos de conmutación eléctrica, similares a un relé. Pueden manejar niveles de corriente mucho más altos que los relés estándar. Es un dispositivo de importancia en la automatización del motor eléctrico, su eficiente desempeño es importante para establecer procesos automáticos estables.

Tabla 9 Contactor

---

#### Datos técnicos Contactor EasyPact AC3-18 220 VAC

---

Nombre corto	LC1E
Categoría de empleo	AC-3/AC-1
Tensión del circuito de control	220 V CA 60Hz
Corriente asignada de empleo	32A 60 °C en $\leq$ 415V AC-1 18A 60 °C en $\leq$ 440V AC-3
Tipo de circuito de control	CA en 60 Hz
Aplicación del contactor	Control del motor Carga resistiva

---

### 3.3 DISEÑAR LA ARQUITECTURA Y LAS ETAPAS DEL SISTEMA SEMIAUTOMATICO PARA OPTIMIZAR LA PRODUCCION DE PEQUEÑAS BOBINAS DE NYLON EN LA EMPRESA G&H TECHNOLOGY S.A.C.

Para poder determinar la arquitectura del sistema semiautomático que optimizará la producción de pequeñas bobinas de nylon, se tendrá en cuenta los parámetros determinados de los componentes que conforman el sistema.

Con los valores de los parámetros y el tipo de señal que emiten en los terminales de salida, se establecerán los componentes ideales para la arquitectura. Esta arquitectura estará conformada por dos sistemas: mecánico y de control.

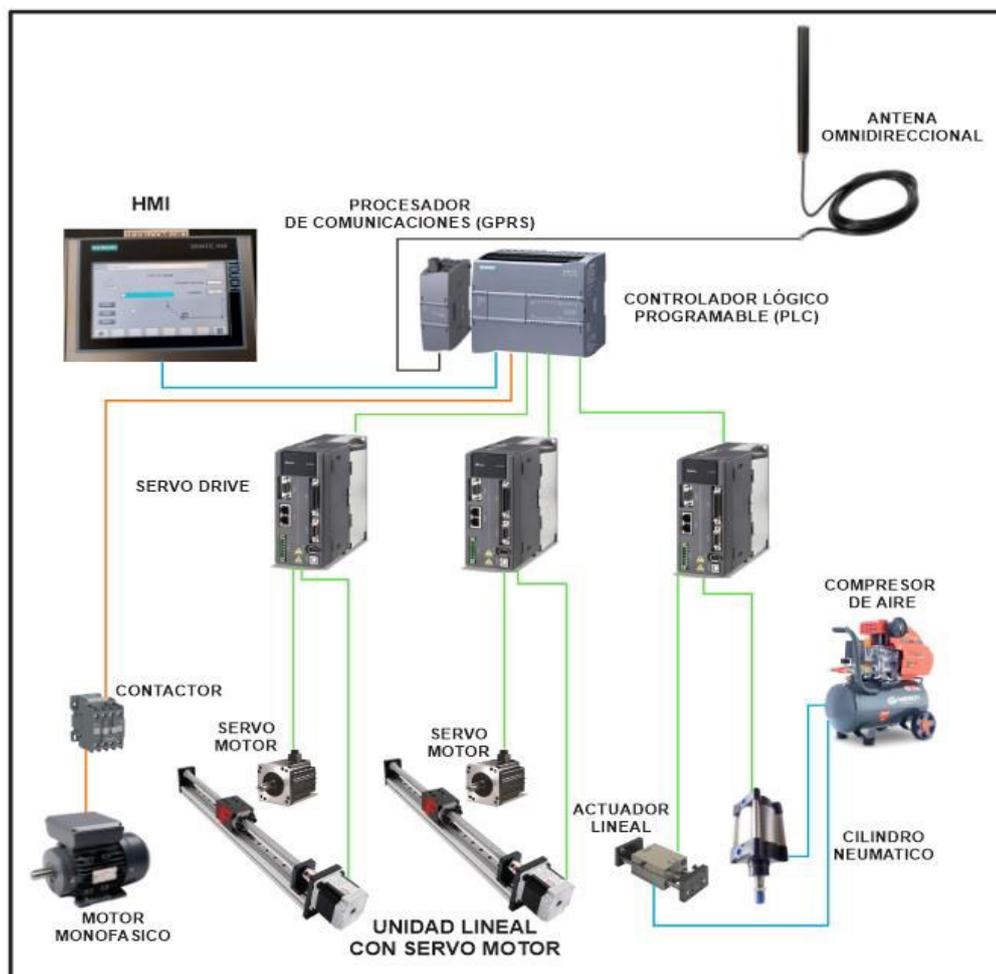


Figura 23 Arquitectura del sistema

Fuente: Elaboración propia

A continuación, describiremos el diseño y funcionamiento del sistema semiautomático que se encargara de optimizar la producción de pequeñas bobinas de nylon en base a la arquitectura planteada.

### 3.3.1. Descripción del diseño y funcionamiento del sistema semiautomático para la optimización de la producción de pequeñas bobinas de nylon

Para el diseño del sistema semiautomático que optimizará la producción de pequeñas bobinas de nylon se inició definiendo el panel de control (HMI) pasando por el motor (monofásico 220v) que dará movimiento al alimentador de cinta, luego al rodillo de tracción (servomotor con encoder incorporado) que realizará el bobinado, a los servomotores lineales que moverán a los servomotores que rebobinarán la cinta dando el giro en sentido contrario, seguido de sensores que se encargarán de contar el tamaño de la bobina (metros) y también contará la cantidad de bobinas realizadas. Todas estas etapas estarán administradas por el controlador lógico programable (PLC). Para más detalles y una mejor explicación de lo que se realizará en el diseño de los elementos electrónicos que conformaran el sistema semiautomático, se presenta el diagrama en bloques y el sistema de control de lazo cerrado, mostrando cada proceso diseñado en este capítulo.

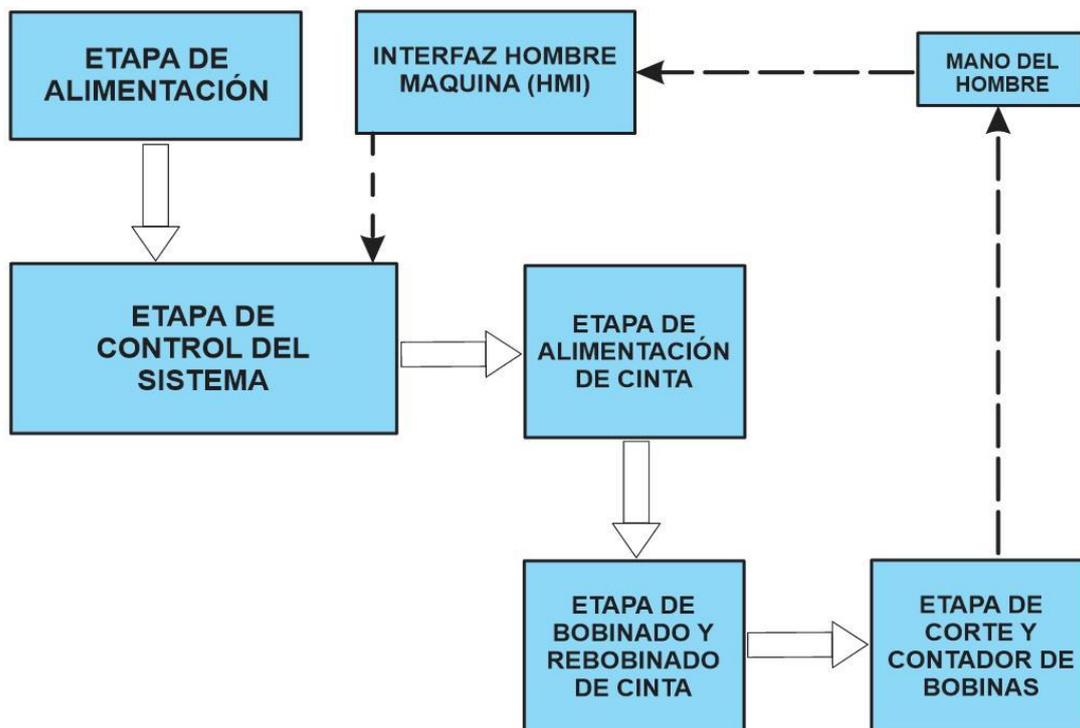


Figura 24 Diagrama de bloques principal

Fuente: Elaboración propia

## A. Etapa de alimentación

Para el diseño del sistema semiautomático se utilizará una red de alimentación de 220V y su configuración de red debe ser monofásico de 220V AC.

Es importante indicar que siempre hay variaciones significativas en una red eléctrica, como caídas de tensión y picos transitorios, es necesario utilizar filtros para el ruido eléctrico o supresores de pico.

Esta etapa se encarga de alimentar básicamente al motor monofásico de 220V y al controlador lógico programable.

## B. Etapa de control del sistema

Esta etapa está representada por el controlador lógico programable (PLC) este dispositivo electrónico tendrá instalado ya en su memoria los algoritmos y bucles de repetición que serán compilados y ejecutados en el lenguaje de programación Ladder.

Esta programación se encargará de administrar todo el sistema a través de actuadores como motores, servomotores, contactores, cilindros neumáticos entre otros. Su único objetivo será ejecutar y controlar la producción de pequeñas bobinas de nylon.

## C. Etapa de alimentación de cinta

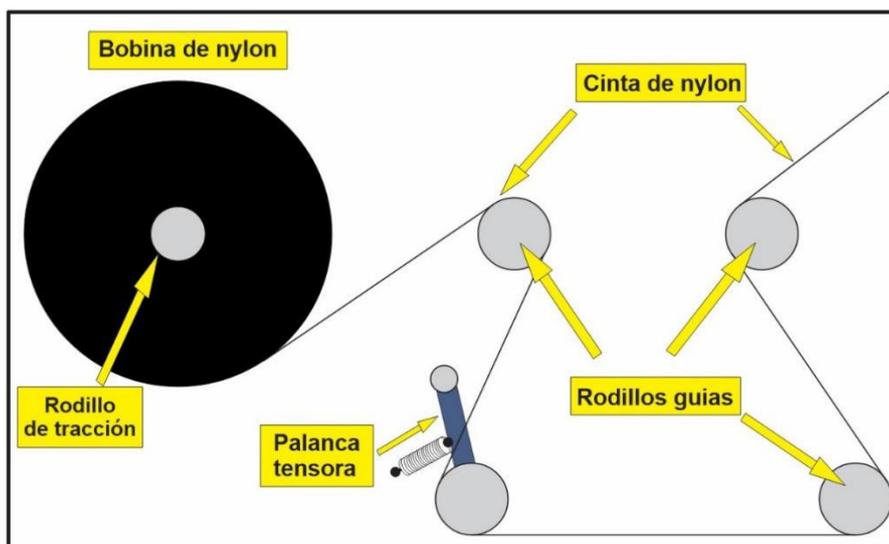


Figura 25 Alimentación de cinta con rodillos

Fuente: Elaboración propia

El buje de la bobina de nylon ira colocado sobre el rodillo de tracción, tracción que será ejercida por un motor monofásico. Una vez colocado se quitará el seguro que sujeta la punta de la cinta el cual ira pasando por los rodillos que guiaran el paso de la cinta hasta llegar a la siguiente etapa. Cabe resaltar que estos rodillos guía irán acompañados de una palanca o matraca tensora y su objetivo será mantener una tensión uniforme en la entrada y el paso de la cinta.

#### D. Etapa de bobinado y rebobinado de cinta

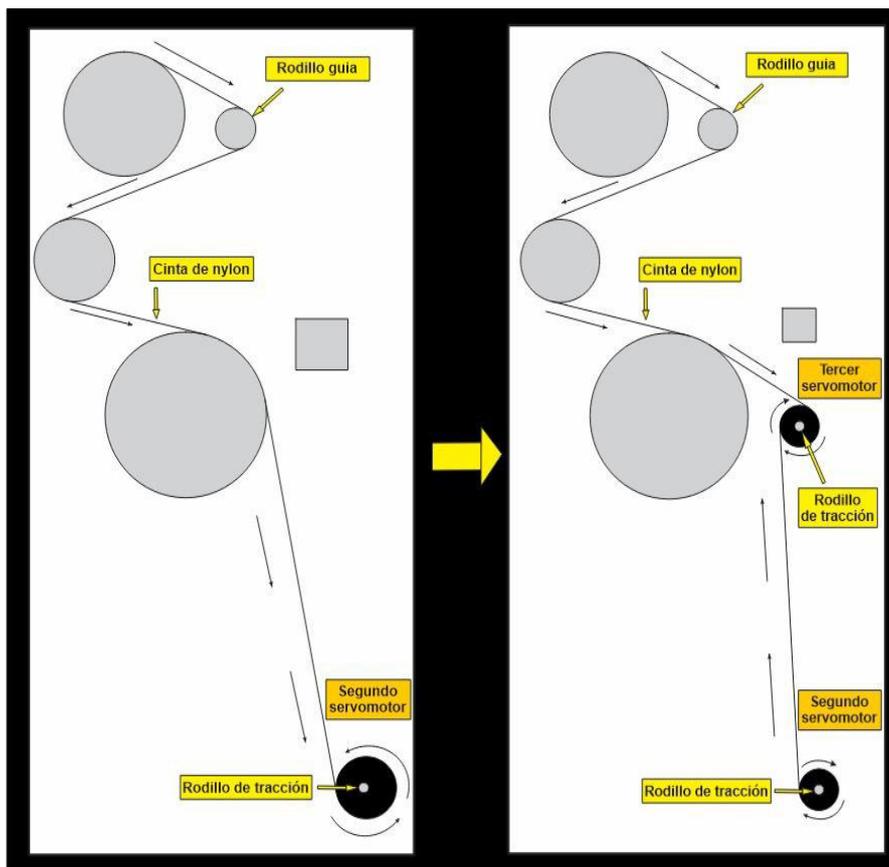
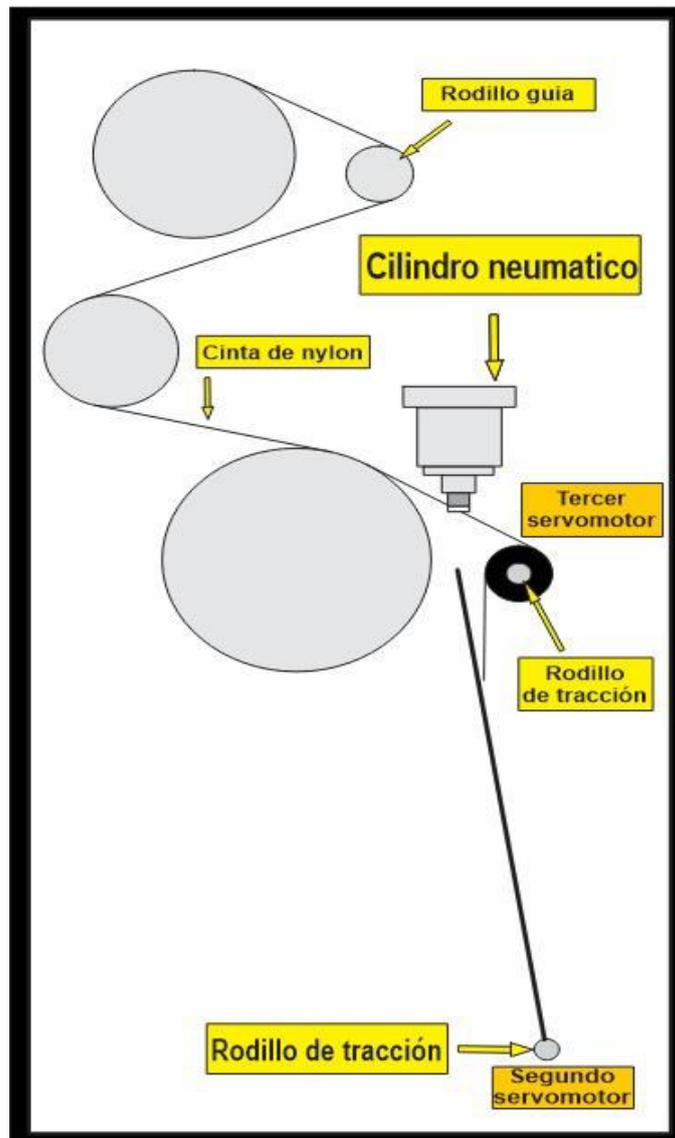


Figura 26 Bobinado y rebobinado de la cinta de nylon

Fuente: Elaboración propia

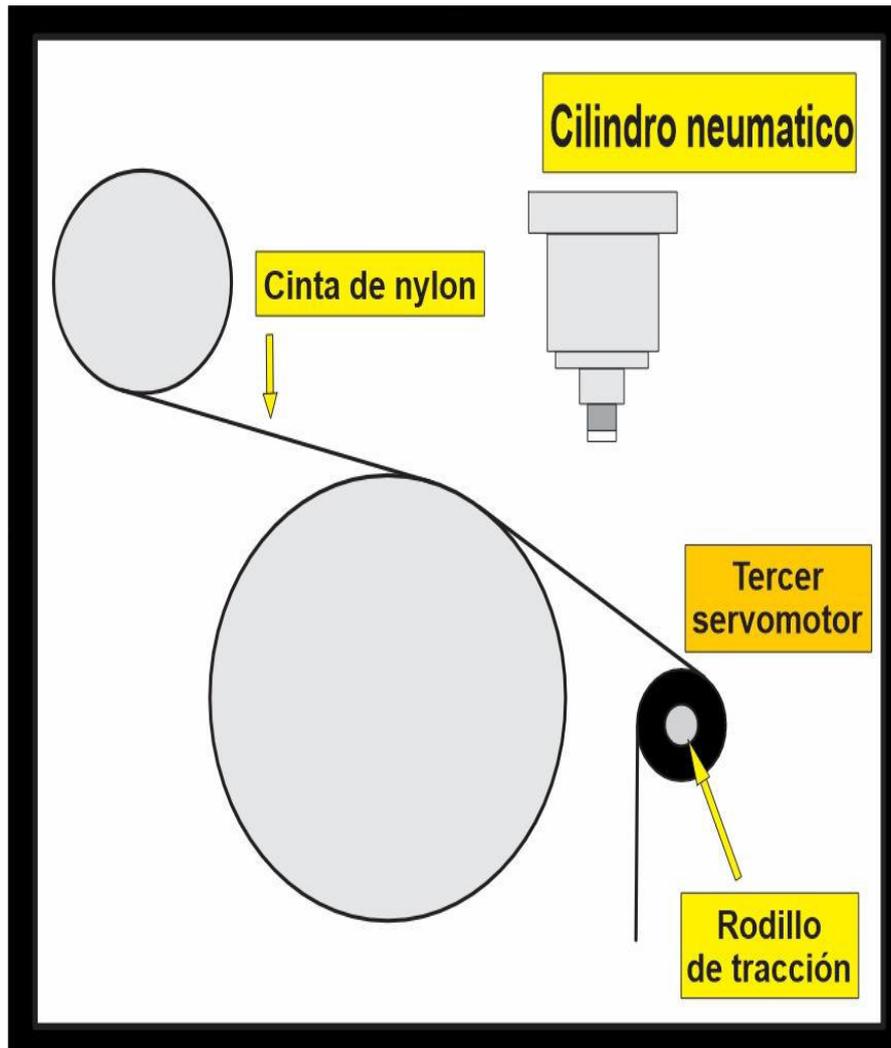
La cinta de nylon pasará por los rodillos guía hasta llegar al segundo rodillo de tracción (servomotor con encoder incorporado). Al encender la maquina semiautomática el mencionado rodillo de tracción girará de manera antihoraria haciendo que se forme el bobinado de la primera mitad de la cinta. Al girar el servomotor también se realizará la medición del diámetro de la cinta según como se haya programado al inicio en la etapa de control (PLC).



**Figura 27 Conexión con el segundo servomotor**

**Fuente: Elaboración propia**

Una vez completada la primera mitad de la bobina la máquina se detendrá por un corto periodo de tiempo, paso seguido el tercer rodillo de tracción (servomotor con encoder incorporado) se aproximará al rodillo guía más grande, una vez llegado al punto sujetará la cinta y luego se iniciará el giro en sentido horario. Esto hará que el segundo servomotor también gire en el mismo sentido devolviendo la cinta que tenía al tercer servomotor, de esta manera también seguirá moviéndose el primer rodillo de tracción (motor monofásico) formándose así en el tercer servomotor una bobina de cinta con dos puntas.



**Figura 28 Conexión con el tercer servomotor**

**Fuente: Elaboración propia**

En esta etapa, el tercer rodillo de tracción habrá rebobinado el doble de cinta que se acumuló en el segundo rodillo de tracción. Por ejemplo, si al inicio se programó en el HMI bobinas de 8 metros, el segundo rodillo de tracción girará hasta llegar a los 4 metros, luego el tercer rodillo de tracción girará hasta recuperar los 4 metros de cinta del segundo rodillo de tracción, pero a la vez recibirá la misma cantidad del alimentador de cinta (bobina ubicada en la etapa alimentadora de cinta). Luego pasará a la etapa de corte y contador de bobinas.

## E. Etapa de corte y contaje de bobinas

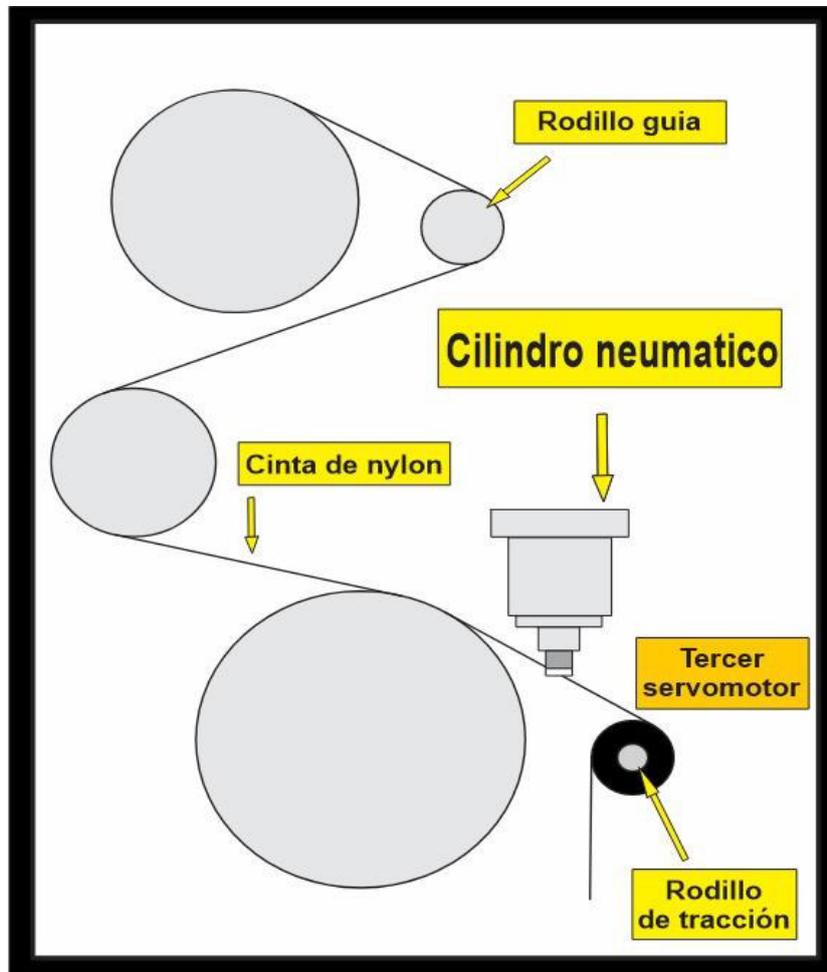
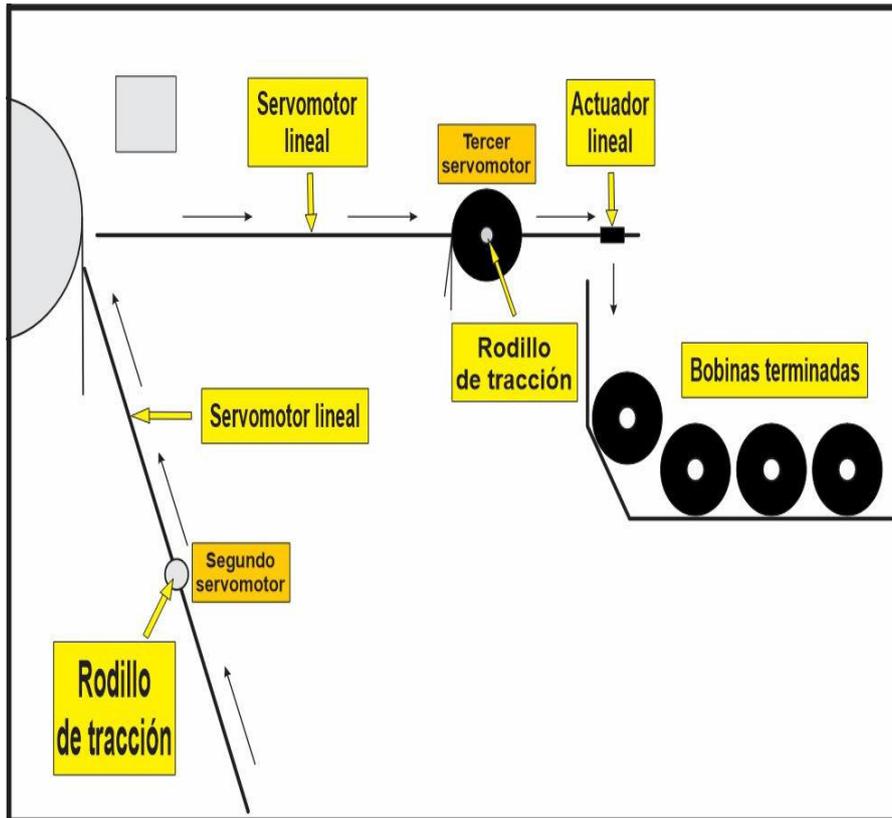


Figura 29 Corte de la cinta de nylon

Fuente: Elaboración propia

Luego de haberse detenido la maquina por un corto periodo de tiempo, el controlador lógico programable (PLC) enviará una orden por medio del servo drive al cilindro neumático, este dispositivo electrónico será acondicionado con una cuchilla en la parte superior, para luego cumplir la función de guillotina. Al accionarse el cilindro neumático cortará la cinta que viene de la bobina ubicada en la etapa alimentadora de cinta, luego pasará a la siguiente etapa.



**Figura 30 Contaje de las bobinas**

**Fuente: Elaboración propia**

Una vez cortada la cinta de nylon el tercer rodillo de tracción (tercer servomotor) con la ayuda de la unidad lineal con servomotor se desplazará 30 centímetros a la derecha. Una vez llegado a este punto el actuador lineal se accionará y hará que el tercer rodillo de tracción (tercer servomotor) retroceda.

De esta manera el tercer rodillo de tracción soltará la bobina terminada la cual caerá por un riel con dirección al acumulador de bobinas.

## F. Mano del hombre

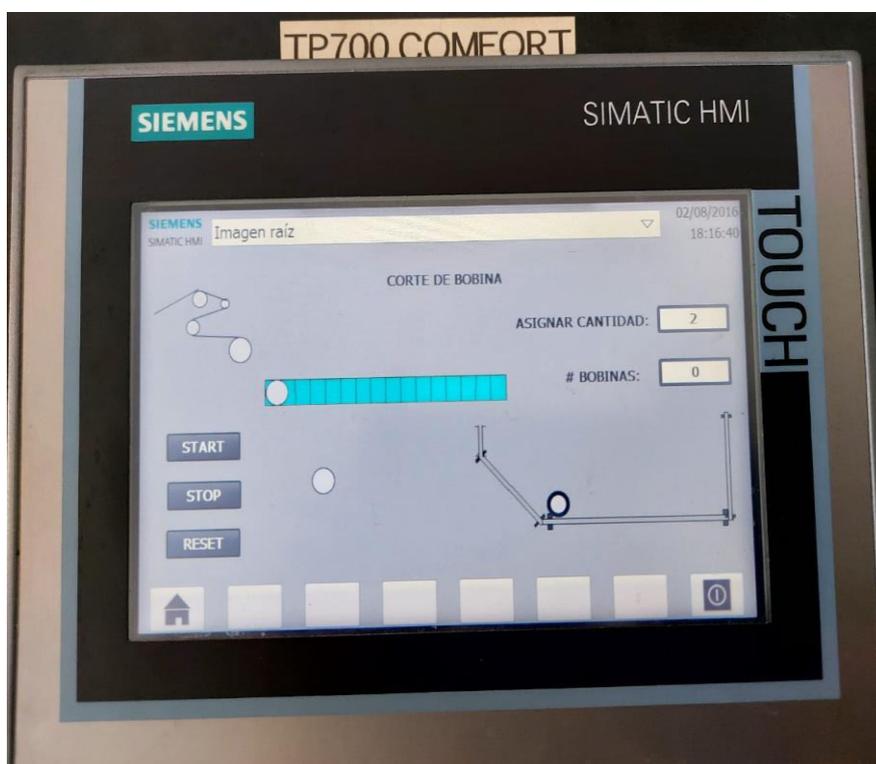


**Figura 31 Bobinas terminadas**

**Fuente: Elaboración propia**

Al ser un sistema semiautomático, en esta etapa interviene la mano del hombre para continuar con las siguientes etapas, como la etapa de unión de las puntas de la bobina de nylon y la etapa de empaclado, pero ahora se menciona de forma referencial.

## G. Interfaz hombre maquina (HMI)



**Figura 32 HMI TP700 COMFORT**

**Fuente: Elaboración propia**

En esta etapa trabajaremos con el HMI (Interfaz hombre maquina) el cual servirá para ingresar la cantidad y la longitud de las bobinas a realizarse, también nos informará cuando el proceso de producción haya concluido o si el proceso tiene algún contratiempo. También se colocarán tres comandos:

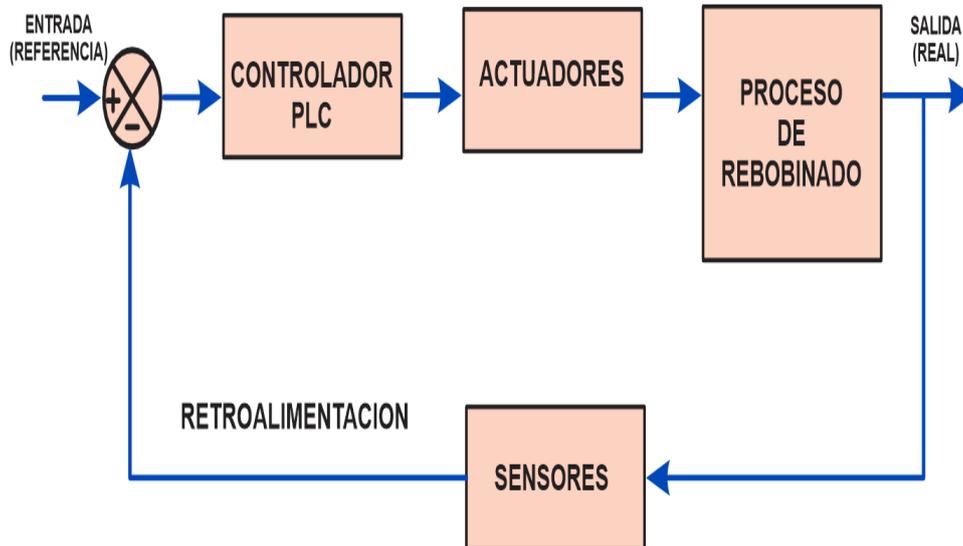
El comando STAR; al presionar este comando se dará marcha al inicio del proceso.

El comando STOP; al presionar este comando la maquina se detendrá, se usará en casos de emergencia como atascos de la cinta o algún problema mecánico.

El comando RESET; su mismo nombre lo dice resetear, al presionar este comando los valores ingresados se inicializarán es decir volverán a cero para después volver a ingresar los nuevos valores requeridos.

Como ya sabemos el sistema de control de lazo cerrado son aquellos donde el sistema lee el entorno. La señal de salida influye en la señal

de entrada, para que esto suceda la señal de salida es leída por un elemento llamado sensor, luego es comparada con la señal de entrada o señal referencial para luego tomar una decisión. A continuación, realizaremos todo lo explicado en nuestro sistema semiautomático que se encargara de realizar las pequeñas bobinas de nylon.



**Figura 33 Sistema de control de lazo cerrado**

**Fuente: Elaboración propia**

### **a. Entrada referencial**

También llamado comparador es aquí donde colocaremos el valor de referencia, en este caso la cantidad de bobinas que deseamos realizar y esperar la información de la retroalimentación por medio de los sensores para luego hacer la comparación y dar las ordenes al sistema.

### **b. Controlador PLC**

Es en el controlador lógico programable (PLC) donde estarán alojados los algoritmos que serán los encargados de administrar el sistema.

### **c. Actuadores**

En este sistema semiautomático los actuadores serán los que reciban la orden y se ejecuten, tenemos así el caso del motor monofásico, los servomotores, el cilindro neumático, los actuadores lineales entre otros.

#### **d. Proceso de Rebobinado**

En el concepto general lo llaman planta, para nuestro caso lo llamaremos proceso de rebobinado, y es el lugar donde se hará el bobinado, rebobinado y corte de la cinta, para luego pasar por el sensor que contarán las bobinas terminadas de uno en uno.

#### **e. Sensores**

Antes de llegar a la salida la pequeña bobina de nylon pasará por uno de los sensores, esta información se dirigirá a la entrada de referencia como la retroalimentación, esto quiere decir que llegara una información a la primera etapa de este sistema. Al llegar a la entrada se hará una comparación, por ejemplo, supongamos que en la entrada ingresamos veinte (20) bobinas esa información se quedará como referencia en esta etapa, ahora la bobina número uno pasa por el sensor con dirección a la salida este sensor manda la información número uno (1) a la entrada, en este lugar habrá una comparación de la manera siguiente. ¿uno (1) es igual que veinte (20)? No, entonces se iniciará un nuevo proceso de para realizar otra bobina.

A llegar a la salida el sensor enviará nuevamente una información en este caso la bobina numero dos (2). Se realizará nuevamente la comparación y nuevamente se iniciará el proceso de otra bobina hasta llegar a la bobina número veinte (20) al llegar esta información a la entrada se realizará la comparación y es ahí al ser igual la información de referencia con la información de retroalimentación ( $20=20$ ) se pasará a la siguiente sentencia o en su defecto se apagará la máquina.

### **3.4. DISEÑAR LA PROGRAMACION PARA DETERMINAR LAS ETAPAS DEL SISTEMA SEMIAUTOMATICO PARA OPTIMIZAR LA PRODUCCION DE PEQUEÑAS BOBINAS DE NYLON EN LA EMPRESA G&H TECHNOLOGY S.A.C.**

#### **3.4.1. Sistema de alimentación**

Para el diseño del sistema semiautomático que optimizará la producción de pequeñas bobinas de nylon se necesita tener un sistema de alimentación eficiente y su objetivo será brindar una buena distribución de corriente a los dispositivos electrónicos como el HMI, PLC y el módulo de comunicación.

En tal sentido contaremos con una fuente de alimentación SIEMENS modelo SITOP lite 24V/10A – 6EP1334-1LB00, esta fuente tiene una entrada de 220V monofásica y una salida de 24VDC con una intensidad de corriente de 10A.

Una de las características peculiares de esta fuente es que el voltaje de salida se puede regular mediante un potenciómetro de entre 22.8V hasta 26.4V



**Figura 34 Fuente de alimentación SIEMENS modelo SITOP**

**Fuente: [support.industry.siemens.com](http://support.industry.siemens.com)**

### 3.4.2. Entradas y salida del CPU

Después de haber definido los equipos y el sistema que se va a diseñar se procederá con el desarrollo del proyecto. Se deberá definir las entradas y salidas digitales en el lenguaje de programación Ladder.

Los algoritmos de este lenguaje de programación (Ladder) estarán cargados en la memoria interna de la CPU, el cual contara con la descripción de las entradas y las salidas digitales. Las entradas digitales físicas se designan con la letra "I" y las salidas con la letra "Q".

El tipo de CPU integrado en el controlador lógico programable (PLC) es AC/DC/RLY, el cual nos indica que requiere una alimentación de 220VAC, entradas digitales de 24VDC y salida de relé o contacto libre de potencial RLY.

Para las entradas digitales, un "1" lógico en el programa indica una señal de 24VDC y un "0" lógico representa una señal de 0 VDC. Las señales mencionadas podrían venir de pulsadores, sensores, conmutadores, switch, incluso desde otro controlador.

### 3.4.3. Descripción de entradas y salidas digitales

#### LISTA DE ENTRADAS DIGITALES DIRECCIONADAS AL CONTROLADOR LOGICO PROGRAMABLE

N°	DIRECCION	MODULO	SEÑAL	DESCRIPCION
1	I0.0	X10	0-24VDC	Star
2	I0.1	X10	0-24VDC	Stop
3	I0.2	X10	0-24VDC	Reset
4	I0.3	X10	0-24VDC	Relé térmico
5	I0.4	X10	0-24VDC	Inicio de carrera
6	I0.5	X10	0-24VDC	Fin de carrera
7	I0.6	X10	0-24VDC	Servo inicio
8	I0.7	X10	0-24VDC	Servo posición final

**LISTA DE SALIDAS DIGITALES DIRECCIONADAS AL  
CONTROLADOR LOGICO PROGRAMABLE**

<b>N°</b>	<b>DIRECCION</b>	<b>MODULO</b>	<b>SEÑAL</b>	<b>DESCRIPCION</b>
1	Q0.0	X12	0-24VDC	Servo 1
2	Q0.1	X12	0-24VDC	Servo 2
3	Q0.2	X12	0-24VDC	Servo On
4	Q0.3	X12	0-24VDC	Cortadora
5	Q0.4	X12	0-24VDC	Carril
6	Q0.5	X12	0-24VDC	Gancho 1
7	Q0.6	X12	0-24VDC	Tensar bobina
8	Q0.7	X12	0-24VDC	Giro
9	Q1.0	X12	0-24VDC	Bobina cayendo
10	Q1.1	X12	0-24VDC	Soltar
11	Q1.2	X12	0-24VDC	Gancho 2
12	Q1.3	X12	0-24VDC	Fallo de relé

Para la simulación de nuestro sistema semiautomático las entradas digitales serán representadas por medio de pulsadores normalmente abierto, conectados a 24VDC, cuando los pulsadores sean activados se enviará una señal de 24VDC a la entrada del controlador lógico programable (PLC) y para las salidas digitales estas serán conectadas a una bornera en bloques y esto a su vez recibirán 24VDC de una fuente.

#### **3.4.4. Desarrollo del programa de control**

Para el desarrollo de los algoritmos del sistema semiautomático se utilizó el software TIA PORTAL V16. Este software fue desarrollado para los controladores lógicos programables de la marca SIMENS, también es compatible con la gama de CPU de la serie 1200, 1500, S300, también con los HMI, computadores industriales, entre otros.

Para entender de manera más precisa la programación del sistema semiautomático se mostrará un diagrama de flujos donde se puede apreciar de forma más detallada la ejecución del programa.

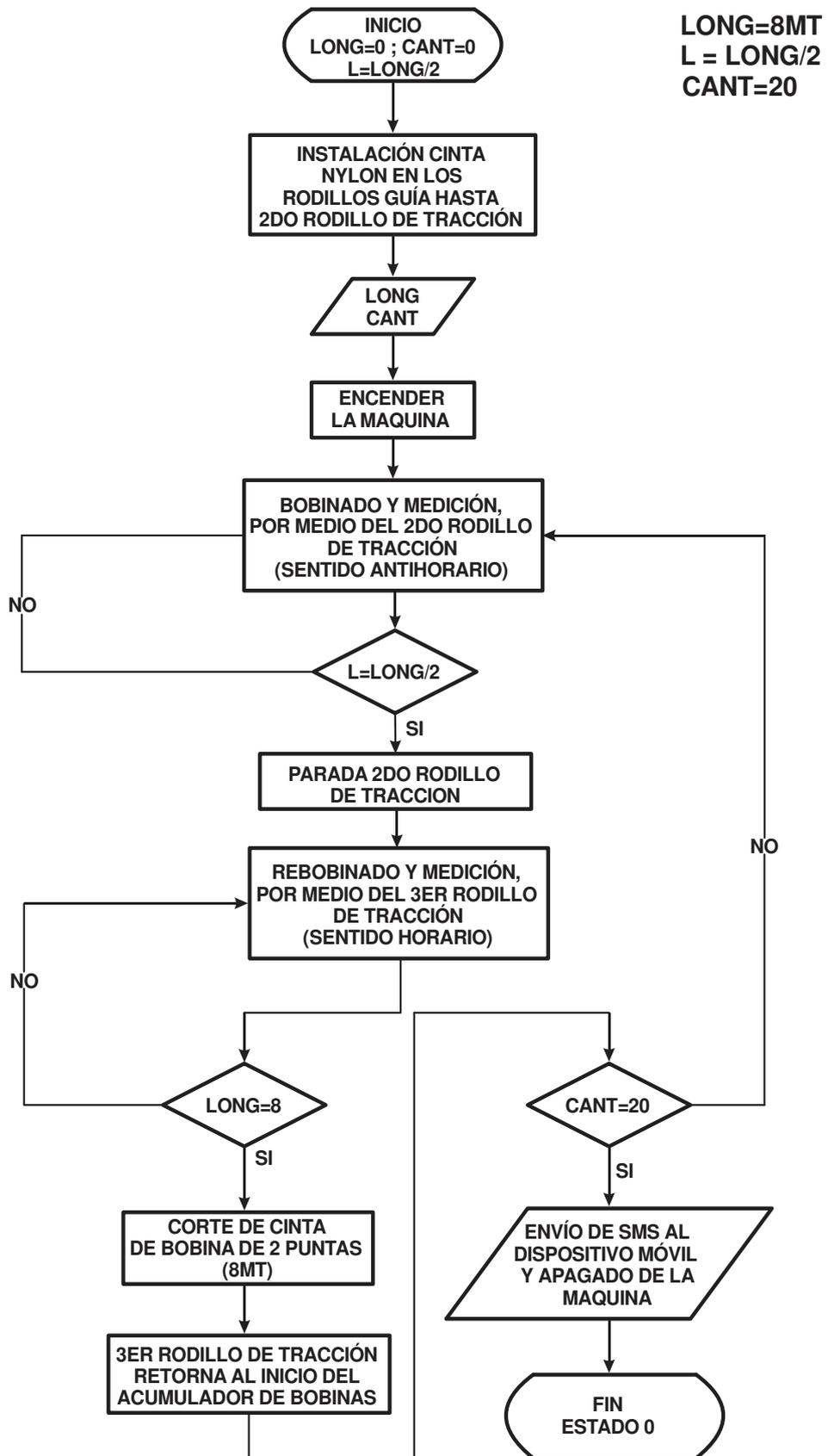


Figura 35 Diagrama de flujo de la producción de pequeñas bobinas de nylon

Fuente: Elaboración propia

## A. Acceso a los dispositivos y configuración

Una vez ejecutada el software TIA PORTAL V16 encontraremos bloques de configuración para los diferentes dispositivos accesibles al sistema, configurando el tipo de CPU, en nuestro caso para el diseño de nuestro sistema las entradas y salidas digitales y el módulo de comunicación GPRS.

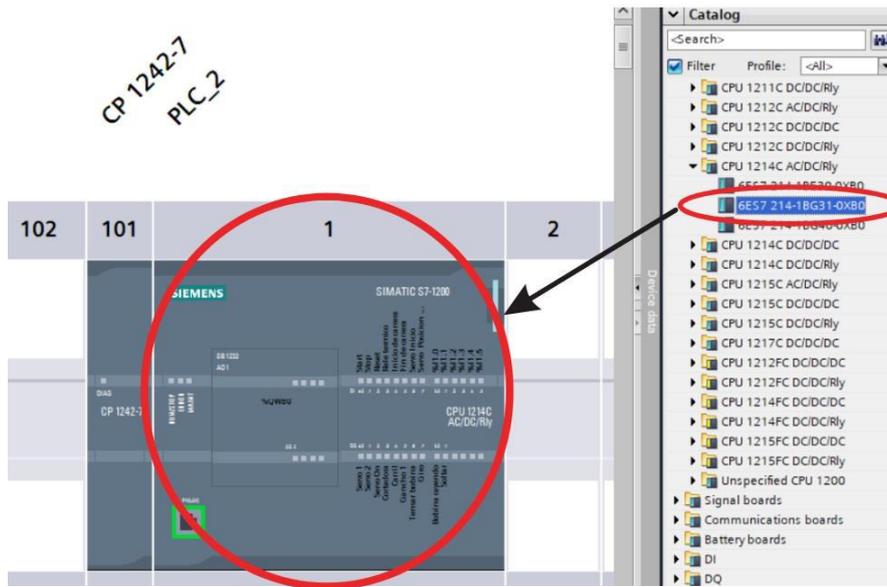
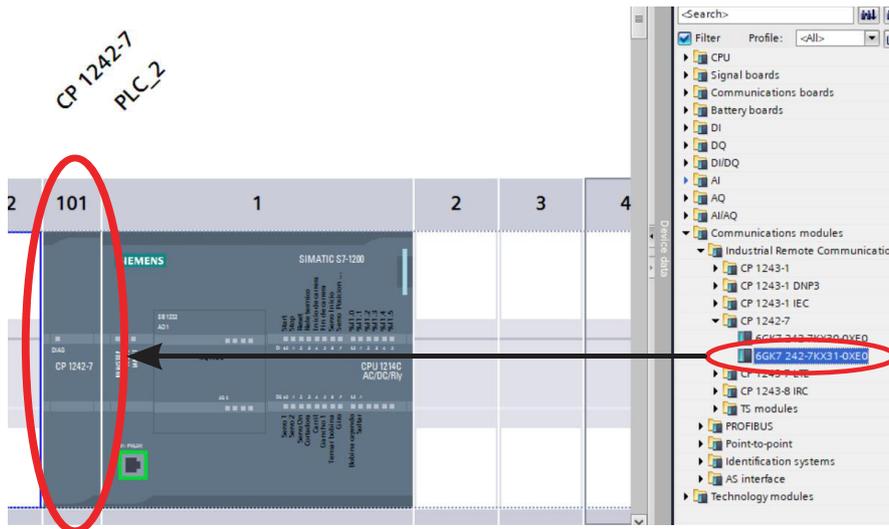


Figura 36 Selección del módulo CPU

Fuente: Elaboración propia

Para seleccionar este dispositivo, se debe tener en cuenta la versión de la CPU como el modelo, estos dos tienen que estar ya instalados dentro de la librería del programa, así como se muestra en la imagen, la red se configura de manera automática, para este dispositivo es del tipo Ethernet (Profinet).

Para la comunicación y envío de mensajes de texto (SMS) usaremos la red GPRS, para realizar este proceso usaremos un módulo que nos permita realizar este trabajo. SIEMENS tiene un módulo, solamente compatible con la serie 1200 y es el CP1242-7, este dispositivo nos permite realizar la comunicación entre la CPU del PLC y un dispositivo móvil. Este proceso se realizará mediante una configuración del sistema GPRS, también cuenta con una entrada de chip de un operador móvil, la cual es necesaria para su funcionamiento. En la imagen se muestra la configuración del módulo de comunicación CP-1242-7.



**Figura 37 Selección del módulo procesador de comunicación**

**Fuente: Elaboración propia**

También es muy importante conectar una antena de tipo omnidireccional para la utilización del servicio, esta también la provee SIEMENS el cual viene ya listo con los parámetros accesibles para su trabajo la frecuencia, el ancho de banda, ganancia, potencia entre otros.



**Figura 38 Conexión del CPU con módulo de comunicación**

**Fuente: siemens.com**

## B. Desarrollo de la programación en los segmentos del programa.

La programación se desarrolló usando el software TIA PORTAL V16 (Ingles) y en particular en el bloque de organización MAIN OB1. A continuación describiremos cada uno de ellos.

- ✓ **Segmento 1:** Se realiza un enclavamiento de la memoria Marca, la cual se activa con el botón Start y se desactiva con el botón Stop o cuando se alcance la cantidad de bobinas programadas.

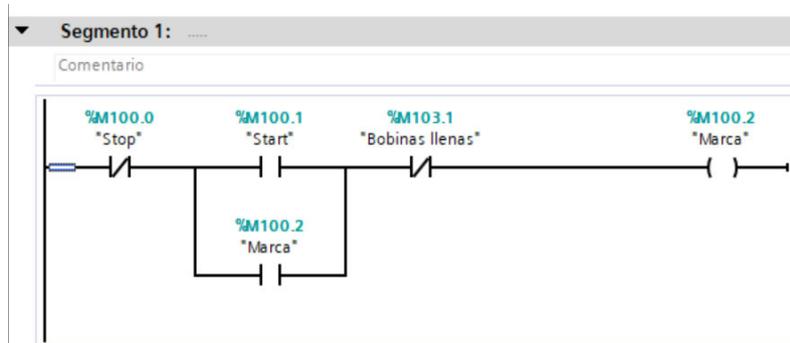


Figura 39 Programación del segmento 1

Fuente: TIA PORTAL V16

- ✓ **Segmento 2:** Por cada ciclo cumplido haciendo uso del contador CTU se aumenta en una unidad el conteo hasta igualar la cantidad de bobinas programadas. Asimismo, cuando se llegue a la cantidad de bobinas programadas se dispara la alarma "Objetivo Alcanzado"; de la misma forma cuando el relé envíe una señal de salto se dispara la alarma "Fallo de relé Térmico".

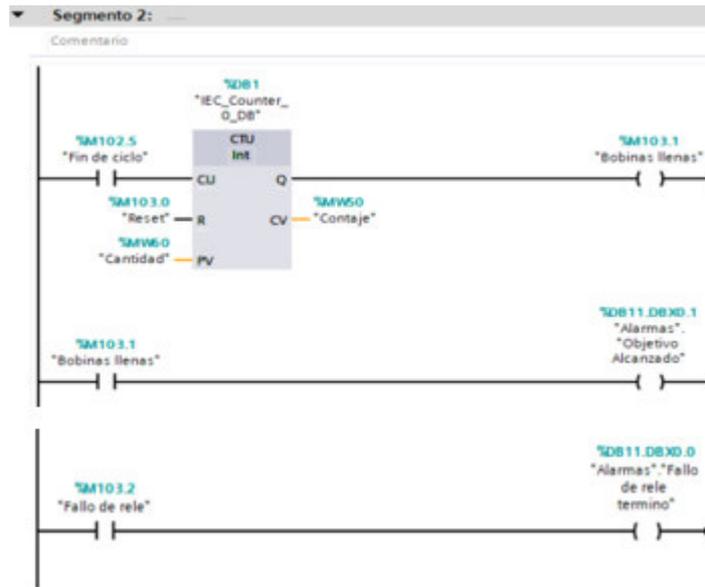


Figura 40 Programación del segmento 2

Fuente: TIA PORTAL V16

- ✓ **Segmento 3:** Se utiliza la marca de sistema FirstScan para activar el Step1 cada vez que el controlador lógico programable (PLC) pase de STOP a RUN.

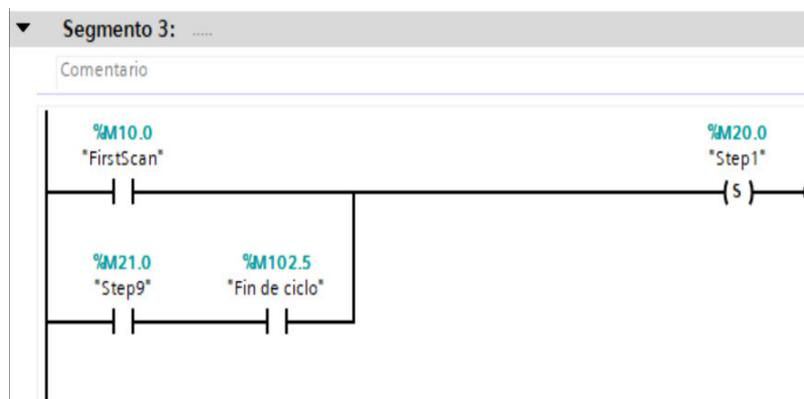


Figura 41 Programación del segmento 3

Fuente: TIA PORTAL V16

- ✓ **Segmento 4:** Estando en el Step1 y su condición para setear al siguiente Step2 y resetear el actual Step1; y así homológamente hasta el último Step9 en el segmento 12.

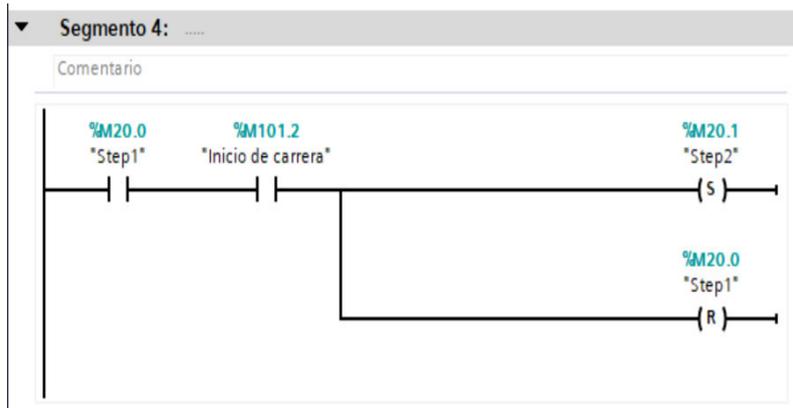


Figura 42 Programación del segmento 4

Fuente: TIA PORTAL V16

- ✓ **Segmento 13:** Cada Step1 se encarga de setear las memorias y actuadores correspondientes según la secuencia.

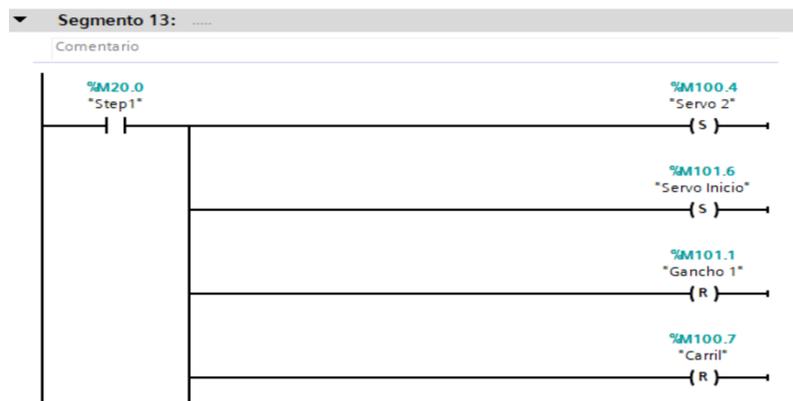


Figura 43 Programación del segmento 13

Fuente: TIA PORTAL V16

- ✓ **Segmento 21:** De la misma manera cada Step9 se encarga de resetear las memorias y actuadores correspondientes según la secuencia.

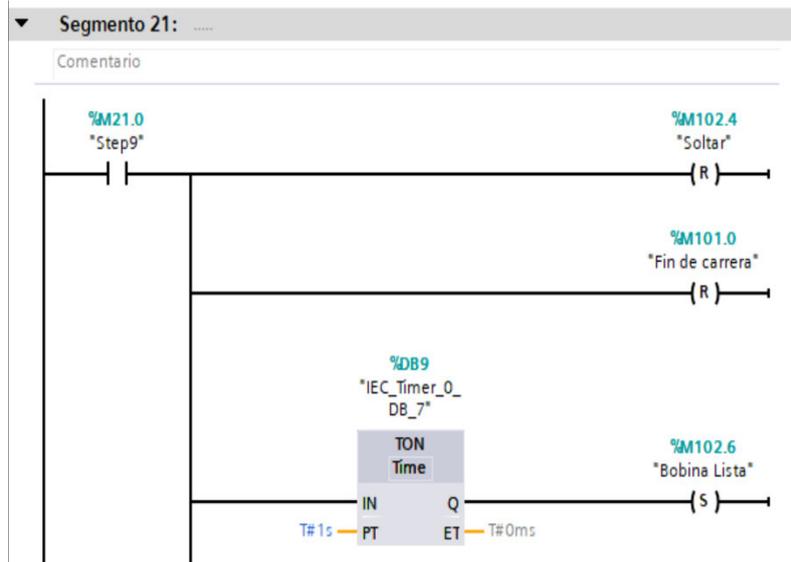


Figura 44 Programación del segmento 21

Fuente: TIA PORTAL V16

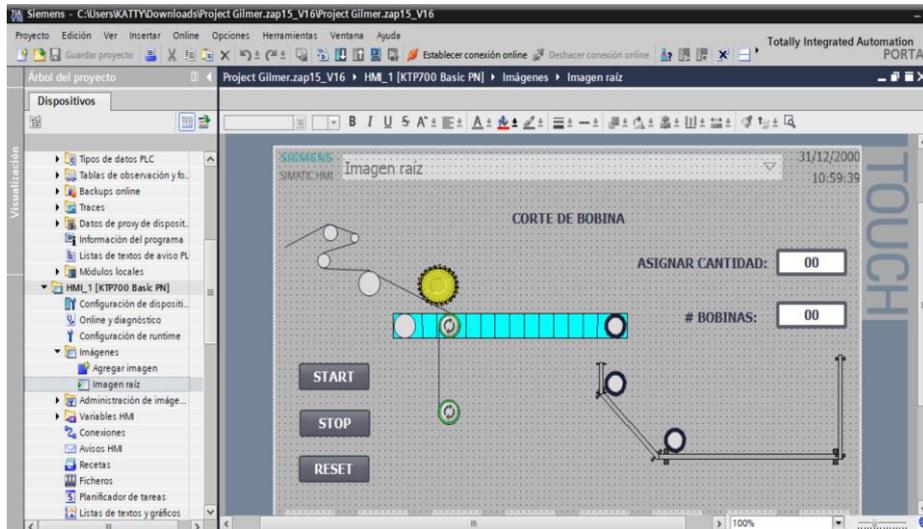
- ✓ **Bloque de datos:** Se creo dicho bloque para poder activar los disparos de las alarmas del proceso.

Nombre	Tipo de datos	Offset	Valor de arranq...	Remanen...	Accesible d...	Escrib...
1 - Static						
2 - Fallo de rele termino	Bool	0.0	false		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3 - Objetivo Alcanzado	Bool	0.1	false		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Figura 45 Bloques de programas

Fuente: TIA PORTAL V16

- ✓ **HMI:** La secuencia en el HMI se realizó en la imagen raíz utilizando los diferentes tipos de funciones como animaciones y eventos.



**Figura 46** Secuencia del corte de bobina en Imagen Raíz

Fuente: TIA PORTAL V16

### C. Creación de la lista de variables

Para poder iniciar la estructura de nuestro sistema fue necesario realizar el diagrama de flujos ahí se ve de qué manera trabajará el sistema y los algoritmos que se utilizarán, también es ahí donde vamos encontrando las variables que se utilizarán en el mencionado sistema. Entonces para el diseño de este sistema se tiene señales digitales y actuadores, pero también debemos de identificar cada una de las señales según el tipo de variable.

Para que el programa sea más flexible es importante el uso de las variables, las variables que se van creando dentro del programa se utilizarán para reconocer cada una de las señales, sin embargo, se debe designar el tipo de variable que es, es decir si son de tipo BOOL, REAL, STRING, WORD, INT.

Project\_IQdigitales > PLC\_2 [CPU 1214C AC/DC/Rly] > PLC tags > Tabla de variables estándar [79]

Tags User c

Tabla de variables estándar

	Name	Data type	Address	Retain	Acces...	Writa...	Visibl...
1	Stop_HMI	Bool	%M100.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2	Marca	Bool	%M100.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3	Start_HMI	Bool	%M100.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4	Servo 1	Bool	%Q0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5	Servo On	Bool	%Q0.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
6	Cortadora	Bool	%Q0.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
7	Fin de carrera	Bool	%I0.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
8	Carril	Bool	%Q0.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
9	Inicio de carrera	Bool	%I0.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
10	Gancho 1	Bool	%Q0.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
11	Servos Magnetizados	Bool	%M101.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
12	Tensar bobina	Bool	%Q0.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
13	Servo 2	Bool	%Q0.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
14	Ruta 1	Bool	%M100.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
15	Servo Inicio	Bool	%I0.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
16	Giro	Bool	%Q0.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
17	Servo Posicion Final	Bool	%I0.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
18	Ruta 2	Bool	%M100.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
19	Nuevo	Bool	%M100.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
20	Bobina cayendo	Bool	%Q1.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
21	Soltar	Bool	%Q1.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
22	Fin de ciclo	Bool	%M100.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
23	Gancho 2	Bool	%Q1.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
24	Reset_HMI	Bool	%M101.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
25	Bobina Lista	Bool	%M100.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
26	Bobinas llenas	Bool	%M101.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
27	Contaje	Int	%MW50	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
28	System_Byte	Byte	%MB10	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
29	FirstScan	Bool	%M10.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

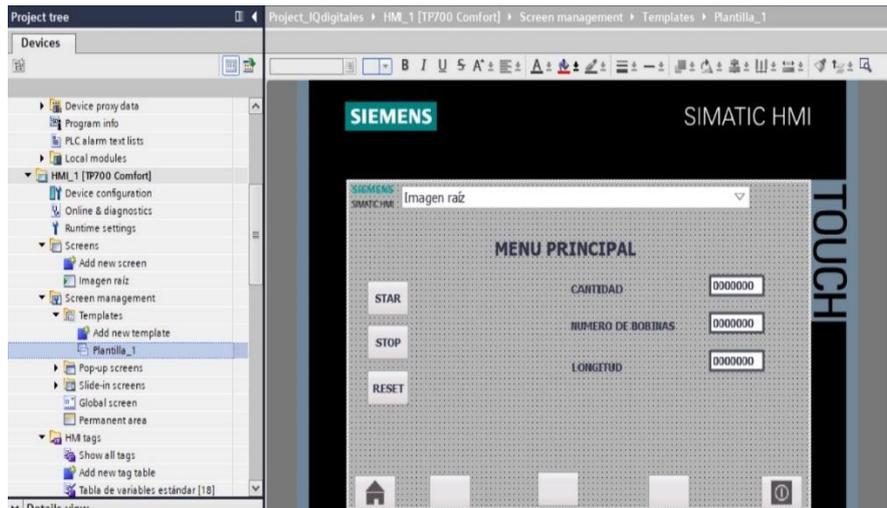
**Figura 47 Tabla de variables estándar**

**Fuente: TIA PORTAL V16**

Las variables nombradas se guardan en un registro como lista de variables estándar, estas serán editadas según el tipo de palabra que se les asignará. Para nuestro caso creamos la “tabla de variables estándar”.

#### **D. Creación y configuración de las imágenes en la pantalla HMI**

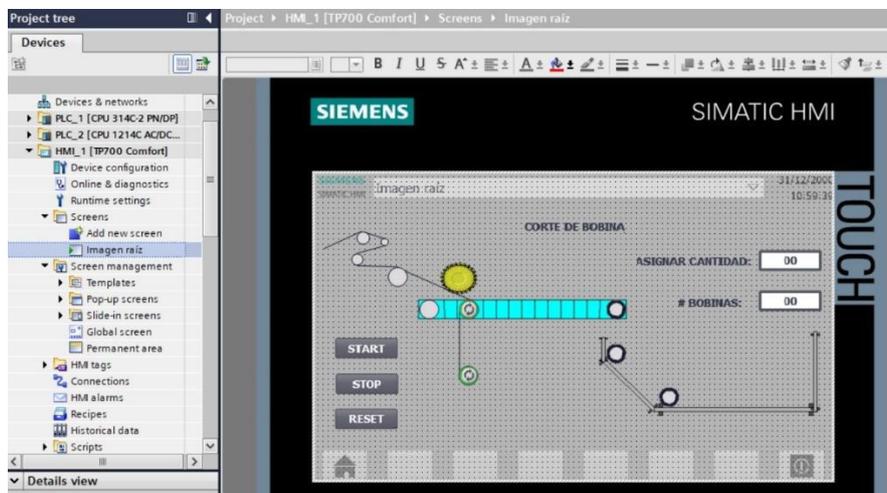
Para el diseño de nuestro sistema utilizaremos el HMI TP700 COMFORT de SIEMENS este dispositivo permite al usuario interactuar directamente con el sistema a través del programa de control dentro del PLC. El programador ingresa comandos, textos, cajas de texto, entre otros con el objetivo de ingresar y sacar datos del sistema, es decir se configura para que las señales, variables y la arquitectura del sistema sean visibles en la pantalla HMI. También se puede configurar para ver las alarmas que puedan presentarse durante todo el sistema en tiempo real.



**Figura 48 Vista de la interfaz del menú principal**

**Fuente: TIA PORTAL V16**

Se muestra la imagen raíz donde se inicia con los comandos STAR, STOP, RESET, y posteriormente se completará con las demás opciones del menú principal.

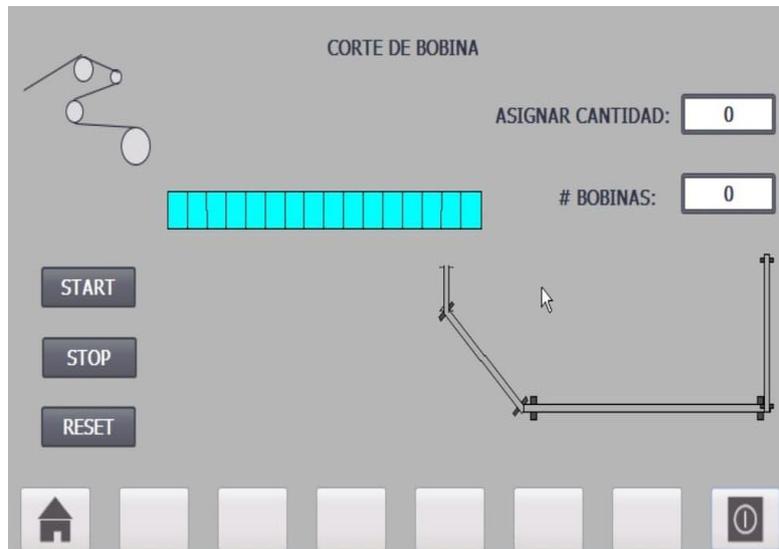


**Figura 49 Vista de la interfaz del corte de bobina**

**Fuente: TIA PORTAL V16**

En esta imagen se puede visualizar la pantalla completa del sistema semiautomático para la producción de pequeñas bobinas de nylon. Se configurará las entradas visibles y no visibles, los actuadores y sensores tienen que estar enlazados

con las variables designadas en el registro del PLC para que en el momento de ejecutar el programa puedan comunicarse de manera eficiente.



**Figura 50** Pantalla de control y arranque del sistema

**Fuente:** TIA PORTAL V16

En cuanto a la comunicación del PLC y el HMI, ellos tienen puertos Ethernet y cada uno de estos dispositivos tienen su dirección IP configurada de fábrica, pero se puede modificar para que se conecten entre ellos, sin embargo, si se necesita conectar otros dispositivos como una PC u otro PLC también se deberá configurar.

El programa TIA PORTAL V16 configura las direcciones cuando se ponen en línea con los equipos, este asigna una dirección IP adicional para la comunicación.

### **3.4.5. Montaje del prototipo de simulación**

Para realizar el montaje del prototipo de simulación del sistema semiautomático se tuvo que solicitar el apoyo de la Universidad Nacional de Ingeniería – Laboratorio de Electricidad y automatización por medio de un estudiante egresado de la carrera de Ingeniería Mecatrónica - 2020, porque para la simulación de nuestro proyecto se necesitó de dispositivos electrónicos de alto valor económico. A continuación, detallaremos los componentes utilizados.

- Fuente de alimentación.
- Controlador lógico programable SIEMENS 1200 CPU 1214C AC/DC/RLY.
- Pantalla SIMATIC HMI SIEMENS TP700 COMFORT.
- Módulo de prueba de entradas y salidas digitales.
- Módulo de comunicación GPRS CP1242-7.
- Antena omnidireccional para la comunicación GPRS.
- Tarjeta SIM
- Laptop THINKPAD LENOVO AMD RYZEN 4000 SERIES 7
- Router HITRON CGNV5



**Figura 51 Laboratorio de Electricidad y Automatización de la UNI**

**Fuente: Elaboración propia**



**Figura 52 Prototipo de simulación del sistema semiautomático**

**Fuente: Elaboración propia**

Los dispositivos mostrados en la imagen fueron conectados a una laptop para realizar las pruebas del Prototipo de simulación. En la imagen se observa al controlador lógico programable (PLC) instalado sobre el módulo de prueba de entradas y salidas digitales, el PLC y el módulo se encuentran conectados de tal manera que se puedan probar las entradas y salidas digitales que usaremos para el diseño del sistema semiautomático. Para la comunicación entre el PLC, la laptop y el HMI se utilizaron los puertos ethernet de cada uno de ellos, estos se conectaron aun router y después se creó la topología de red para una eficiente comunicación.

### 3.5. DISEÑAR EL SISTEMA DE MONITOREO A DISTANCIA DEL SISTEMA SEMIAUTOMÁTICO PARA OPTIMIZAR LA PRODUCCIÓN DE PEQUEÑAS BOBINAS DE NYLON EN LA EMPRESA G&H TECHNOLOGY S.A.C.

Dentro de la programación del sistema semiautomático que se encargara de optimizar la producción de pequeñas bobinas de nylon tenemos un elemento fundamental que es la supervisión del mismo, su objetivo es que el sistema pueda ser monitoreado continuamente, no solo por el usuario si no por un sistema de monitoreo a distancia.

#### 3.5.1. Desarrollo de la supervisión inalámbrica en la red GPRS

En el campo de la automatización hoy en día los equipos son más flexibles y adaptables de acuerdo a las necesidades del usuario, nos referimos al sistema de monitoreo a distancia. Y es así que en este proyecto se trabaja con un PLC y un módulo procesador de comunicaciones que transferirá datos, Estos dispositivos trabajando juntos nos permitirán realizar las tareas de adquisición y procesamiento de las señales captadas por los sensores utilizados en la máquina que se encarga de realizar el rebobinado de las pequeñas bobinas de nylon y estas a su vez sean enviadas a través de la red GPRS con destino a un dispositivo móvil.

Para el desarrollo de la supervisión inalámbrica en la red GPRS se optó por el módulo de comunicación CP 1242-7 de la marca SIEMENS.

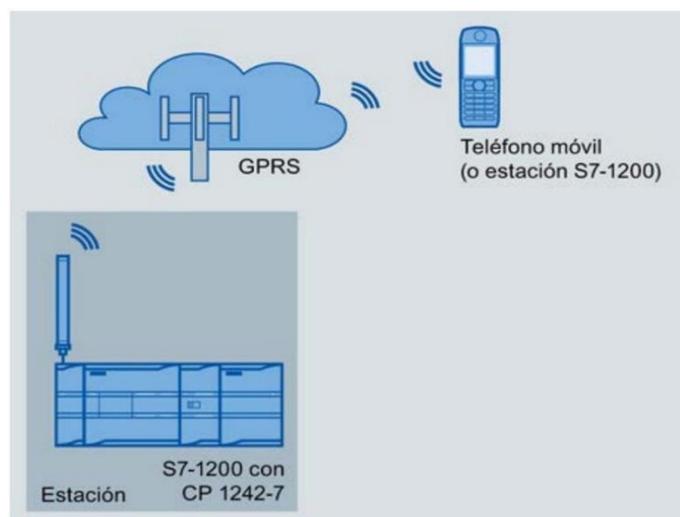
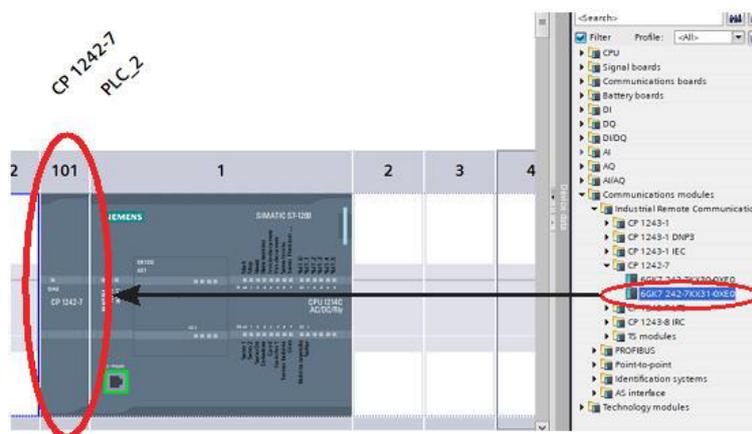


Figura 53 Envío de SMS de una estación S7-1200

Fuente: Siemens.com

Una estación SIMATIC S7-1200 con un módulo GPRS CP1242-7 puede enviar mensajes vía SMS a un teléfono móvil o a una estación S7-1200 configurada, para el desarrollo de nuestro proyecto los SMS se enviarán con motivo de un evento, por ejemplo, una parada de emergencia o el aviso de un proceso concluido, esto se configurará en el editor de mensajes para ser enviado posteriormente. El CP1242-7 se instala al rack al lado del PLC, también se colocará una antena omnidireccional a este módulo y una tarjeta SIM de cualquier operador móvil local.



**Figura 54 Selección del módulo CP 1242-7 para la comunicación GPRS**

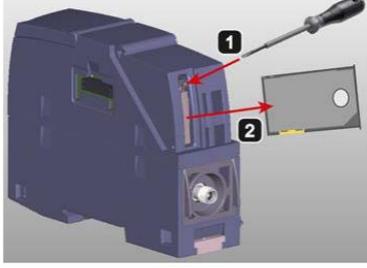
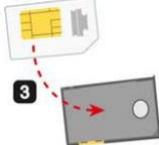
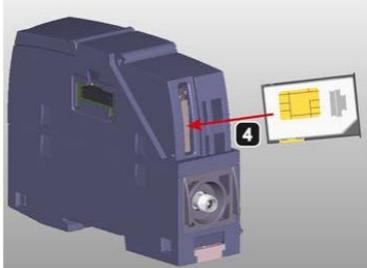
**Fuente: Elaboración propia**

Para agregar el módulo de comunicación GPRS en el TIA PORTAL V16 buscamos la opción Modulo de comandos en la pestaña Catalogo de Hardware dentro de la cual hay varias opciones, pero en este caso la versión está en inglés. Se escogió la pestaña Industrial Remote Communication, añadir CP 1242-7 requerido.

### **A. Configuración del módulo de comunicación GPRS**

Luego de haber agregado el módulo de comunicación GPRS, tenemos que configurar con ciertos parámetros para que se pueda comunicar el PLC S7 1200 y el dispositivo móvil al cual se enviarán los mensajes de texto.

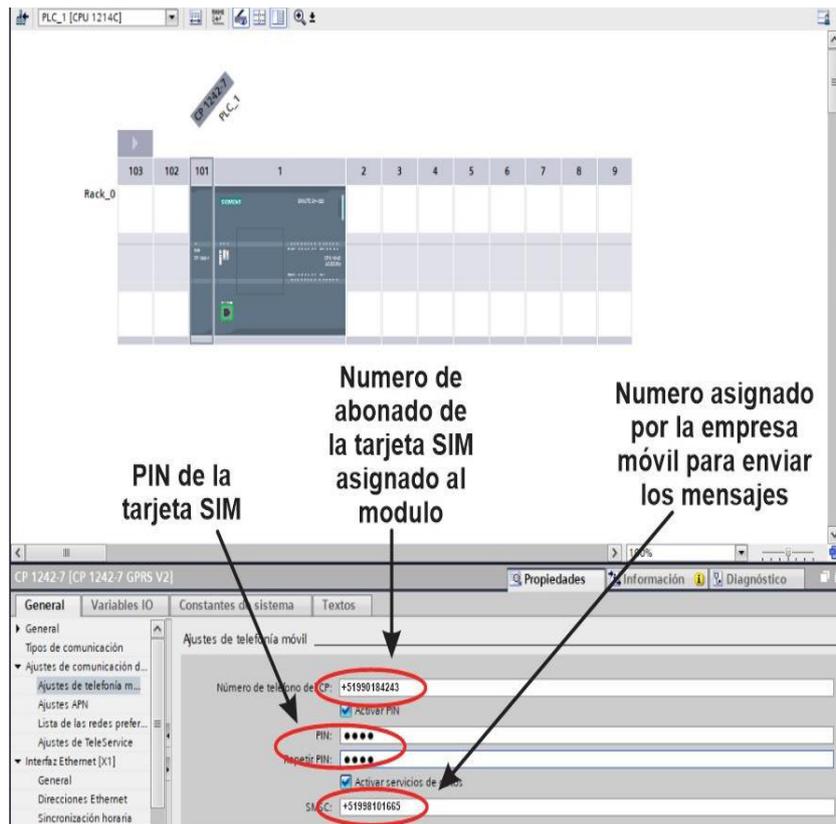
Es importante colocar la tarjeta SIM o “chip” antes de realizar la instalación y configuración, esta tarjeta permitirá que el módulo tenga acceso a la red celular y contar con el servicio y plan de datos.

Paso	Ejecución	Notas y aclaraciones
1	Desconecte la alimentación de la estación.	
2	Desenclave la unidad de la tarjeta SIM que se encuentra en la parte inferior del CP, detrás de la tapa inferior de la carcasa, ejerciendo una ligera presión en el pasador de desenclavamiento.	
3	Extraiga la unidad de la carcasa.	
4	Coloque la tarjeta SIM en la unidad tal como se muestra en la ilustración.	
5	Vuelva a desplazar la unidad hacia la carcasa hasta que encaje ligeramente.	
6	Conecte la alimentación de la estación.	

**Figura 55 Insertando la tarjeta SIM en el módulo de comunicación GPRS**

**Fuente: Siemens.com**

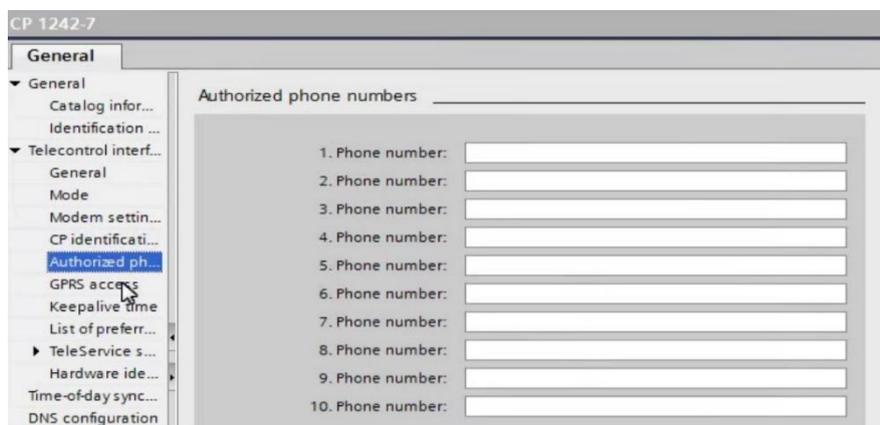
Para configurar los parámetros del módulo CP 1242-7 en el programa TIA PORTAL V16 buscamos el árbol del proyecto y elegimos la opción Configuración de dispositivos y seleccionamos el módulo de comunicación, clic derecho sobre el mismo y se escoge del sub menú Propiedades, después se mostrará una ventana donde se encuentran todos los parámetros que configuraremos según los requerimientos de nuestro sistema.



**Figura 56 Configuración del módulo CP1242-7**

**Fuente: Elaboración Propia**

Para configurar el módulo CP1242-7 debemos tener ya el número asignado por la empresa móvil para enviar los mensajes, el código PIN y el número de abonado de la tarjeta SIM, también necesitaremos el número del o los dispositivos móviles que recibirán los SMS, la ID de los bloques de configuración los encontraremos dentro de los datos generales del módulo.



**Figura 57 Configuración de los números de abonado**

**Fuente: Elaboración Propia**

## B. Configuración para el envío de mensajes de texto

Después de haber configurado el módulo de comunicación GPRS se debe programar y configurar el establecimiento de la comunicación para el envío de mensajes de texto. Esto lo haremos por pasos.

PASO 1. Configuración del bloque de parámetros de comunicación. Insertaremos un bloque de base de datos al cual llamaremos TCON\_GSM\_SMS\_CONFIG, aquí se configurará los parámetros de la conexión.

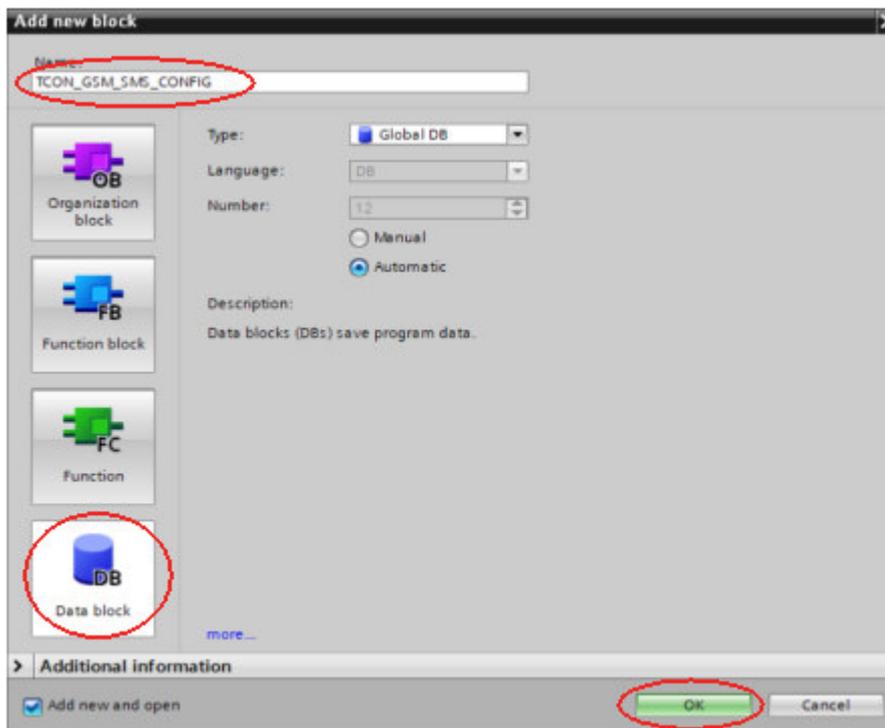
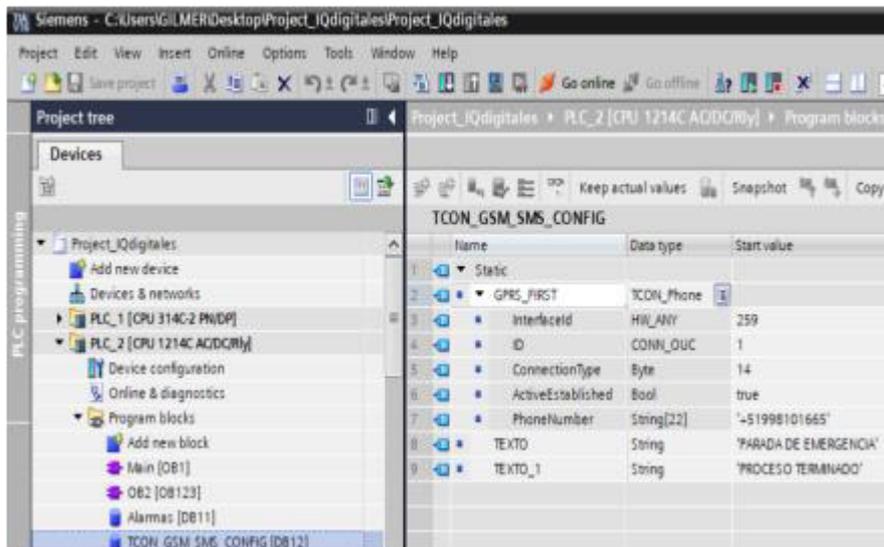


Figura 58 Pasos para la creación de la base de datos

Fuente: Elaboración Propia

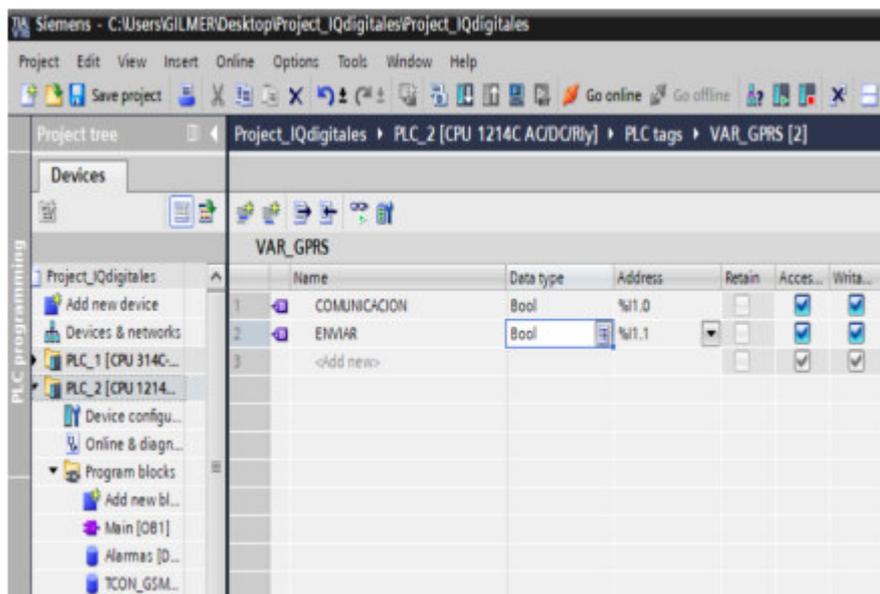
PASO 2. Configuración de la base de datos al cual llamamos TCON\_GSM\_SMS\_CONFIG. Ahora crearemos una variable y en el tipo de dato que escribiremos TCON\_PHONE. Paso seguido se creará automáticamente una base de datos para asociar el envío de mensajes de texto a un dispositivo celular ya determinado.



**Figura 59 Creación de la base de datos TCON\_GSM\_SMS\_CONFIG**

**Fuente: Elaboración Propia**

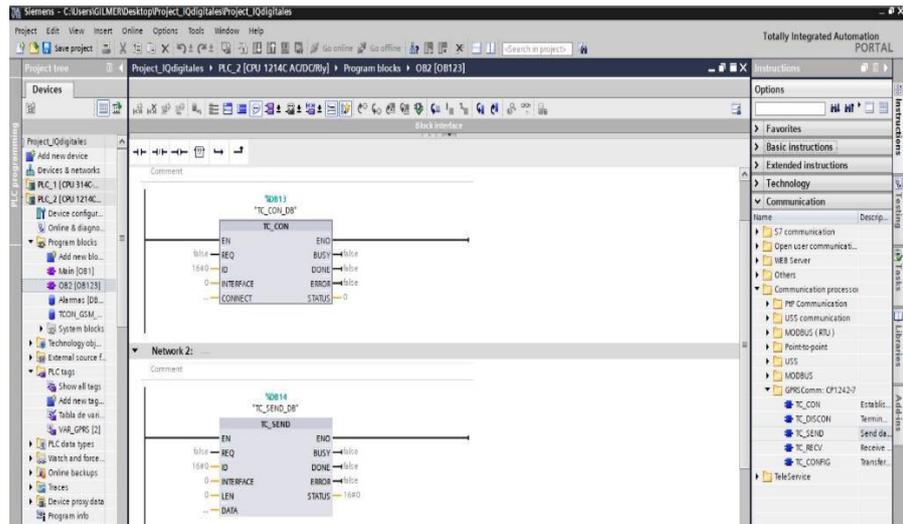
PASO 3. Creación de una tabla de variable. Crearemos una tabla de variables con el objetivo de colocar bits que activen la comunicación y el envío de datos, esto creará una simulación de incidente en el sistema y enviará un SMS a través de la red.



**Figura 60 Tabla de variables que simula una incidencia**

**Fuente: Elaboración Propia**

PASO 4. Creación de la llamada cíclica para el envío de datos en el bloque OB2. Ingresar las instrucciones TC\_CON y TC\_SEND al segmento y se creará automáticamente el bloque de base de datos.

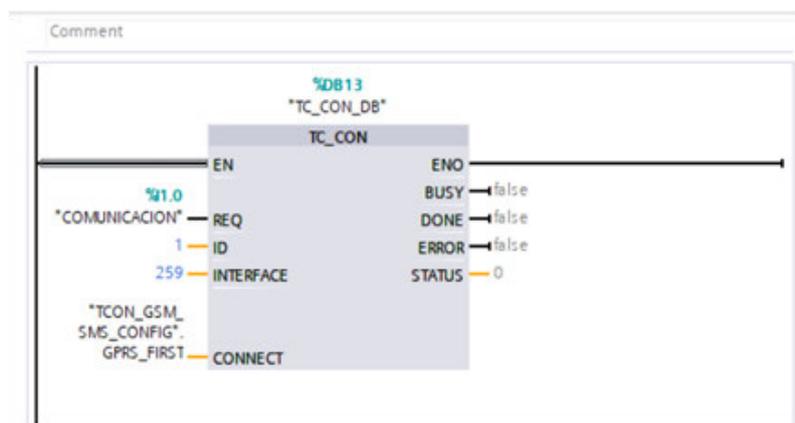


**Figura 61 Instrucciones TC\_CON y TC\_SEND**

**Fuente: Elaboración Propia**

#### PASO 5. Configuración del bloque de comunicación TC\_CON

- REQ: son las variables para activar este bloque, le damos la ruta de nuestra tabla de variables
- ID: es el identificador de comunicación y lo ponemos a 1.
- INTERFAZ: Se coloca el identificador del hardware, para este caso 259.
- CONNECT: insertamos la dirección de nuestra primera base de datos TCON\_GSM\_SMS\_CONFIG para asociar este bloque de datos a nuestro bloque GPRS\_FIRST.

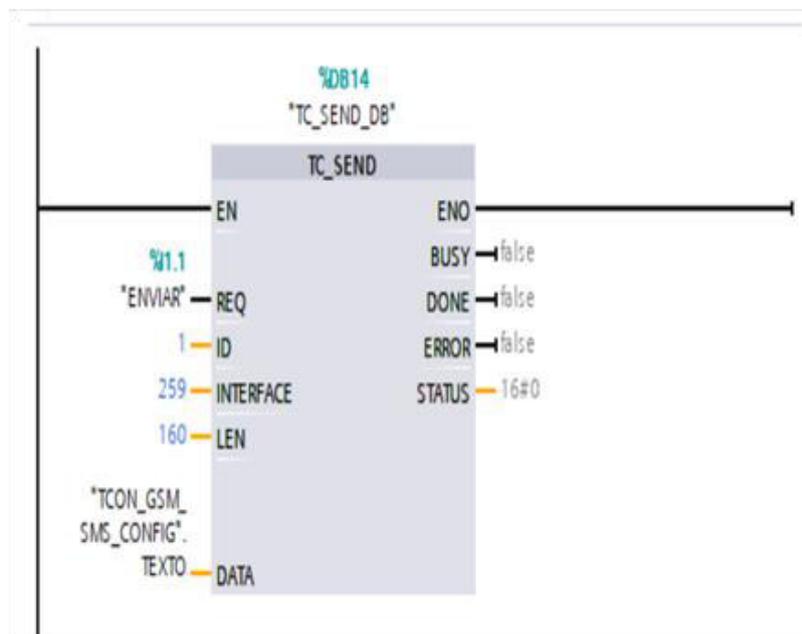


**Figura 62 Instrucción TC\_CON**

**Fuente: Elaboración Propia**

PASO 6. Configuración de TC\_SEND. Para este bloque de programación se establece el mensaje que se enviará al dispositivo móvil configurado, se enlazaron las bases de datos en las cuales se almacenan los SMS que serán enviados.

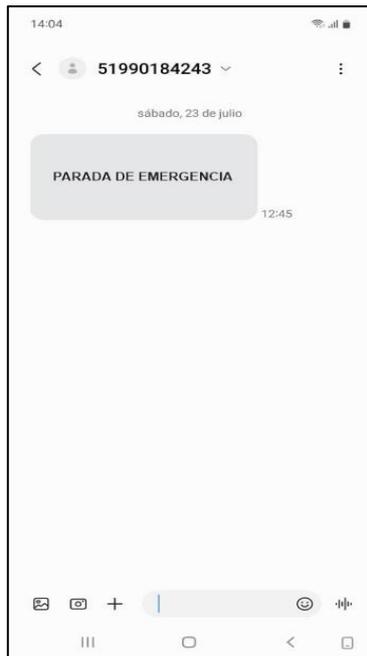
- REQ: es la variable para activar este bloque, se selecciona desde nuestra tabla de variables.
- ID: es el identificador de comunicación y lo ponemos a 1.
- INTERFACE: Se coloca el identificador del hardware, para este caso 259.
- LEN: Longitud del mensaje de texto que vamos a enviar, en este caso colocamos 160.
- DATA: insertamos un puntero para crear un mensaje de texto sin cabecera ni pie de página, asociamos a este puntero el string "TEXTO" que creamos en la base de datos TCON\_GSM\_SMS\_CONFIG.



**Figura 63 Configuración del TC\_SEND**

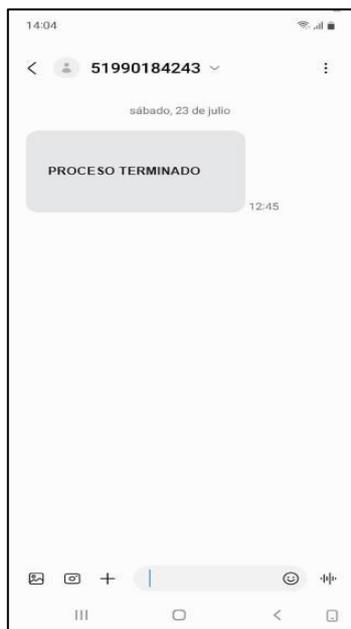
**Fuente: Elaboración Propia**

Para realizar la comprobación pulsamos a la vez las entradas I1.0 y I1.1 del controlador lógico programable (PLC) para realizar la simulación de una ocurrencia en el sistema y enviar un mensaje de texto vía SMS, segundos después recibiremos un mensaje en nuestro dispositivo móvil.



**Figura 64 Mensaje de texto que llega al usuario: Parada de Emergencia**

**Fuente: Elaboración Propia**



**Figura 65 Mensaje de texto que llega al usuario: Proceso Terminado**

**Fuente: Elaboración Propia**

## **CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE COSTO Y BENEFICIO**

## 4.1. ANÁLISIS DE COSTOS

### 4.1.1. Recursos humanos

En el desarrollo de la investigación se tuvo que realizar diversas pruebas con el objetivo de encontrar los dispositivos idóneos para el desarrollo del sistema semiautomático que se encargara de optimizar la producción de pequeñas bobinas de nylon ya que no existe en el mercado local ninguna máquina que desarrolle dicho proceso, lo cual demandó tiempo adicional y varias pruebas de ensayo y error.

Asimismo, el diseño y monitoreo del sistema a través de un dispositivo GPRS implicó una inversión moderada de recursos para la realización de los algoritmos del sistema, los cuales pudieron ser plasmados por medio del lenguaje LADDER con el software TIA PORTAL 16.

También se realizaron una serie de pruebas y simulaciones para lograr los objetivos trazados en esta investigación.

**Tabla 10 Recursos humanos necesarios para el sistema**

<b>ACTIVIDAD</b>	<b>COSTO</b>	<b>MONTO (S/.)</b>
Desarrollo de la programación en el PLC	1900	1900.00
Desarrollo de la comunicación GPRS	1000	1000.00
Consumo de energía	800	800.00
<b>TOTAL</b>		<b>3700.00</b>

**Fuente: Elaboración propia**

Los valores considerados se han establecido en función al desarrollo de la puesta en marcha del proyecto y de las pruebas de ensayo y error realizadas para el logro de los objetivos planteados.

#### 4.1.2. Recursos materiales

##### A: Costo de materiales

En este punto se ha considerado que los precios de los materiales y recursos que se han utilizado para el desarrollo de este sistema estén en función del precio del mercado.

**Tabla 11 Costos de sensores**

<b>EQUIPOS</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>PRECIO TOTAL (S/.)</b>
CPU 1214C AC/DC/RLY	2600	2600.00
Servo drive ASDA-02-0721-U (3 unidades)	3350	10050.00
Servo motor Delta A-2 (2 unidades)	980	1960.00
Unid. lineal con servomotor FSL 40 (2 unidades)	274	548.00
Actuador lineal 20000	850	850.00
Cilindro neumático ISO VDMA	750	750.00
Compresor de aire Daewoo DAC24D	700	700.00
Modulo CP 1242-7 GPRS	2800	2800.00
Antena ANT794-4MR	240	240.00
Motor 1hp monofásico 1750 rpm	470	470.00
Pantalla HMI TP700 COMFORT	4200	4200.00
Contactador AC3-18 220 VAC SCHNEIDER	95	95.00
<b>TOTAL</b>		<b>25263.00</b>

**Fuente: Elaboración propia.**

El presupuesto de materiales y equipo ha incluido los costos de los componentes del sistema semiautomático para la producción de pequeñas bobinas de nylon.

**B: Costo de recursos para la implementación de la simulación**

Los equipos y materiales que mencionaremos a continuación se utilizaron para armar se emplearon para implementar la simulación del sistema semiautomático. La parte principal fue el controlador lógico programable con sus interfases periféricas, fuente de alimentación, pantalla táctil (HMI), entre otros

**Tabla 12 Costos de equipos de simulación**

<b>EQUIPOS</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>PRECIO TOTAL (S/.)</b>
Módulo de prueba entradas y salidas digitales	220	220.00
Fuente de alimentación	180	180.00
Servomotores	1960	1960.00
Borneras y conectores	35	35.00
Supresor de picos	25	25.00
Cables	20	20.00
<b>TOTAL</b>		<b>2440.00</b>

**Fuente: Elaboración propia.**

El costo señalado incluye lo invertido en las diversas etapas de simulación realizadas antes, durante y después del desarrollo del sistema semiautomático.

## 4.2. ANÁLISIS DE BENEFICIOS

### 4.2.1. Beneficios tangibles

El propósito de este proyecto está enfocado en poder monitorear un sistema semiautomático para optimizar el proceso de producción de pequeñas bobinas de nylon y para ello se tiene como uno de los principales pilares la precisión y eficiencia del sistema; debido a ello el desarrollo del mismo implica una utilidad de 20% del costo total de implementación, el cual se podrá lograr a mediano plazo en función al uso que se dé al sistema en el rubro señalado.

**Tabla 13 Descripción con la utilidad aplicada**

DESCRIPCIÓN	COSTO
Inversión total (S/.)	S/ 31403.00
Utilidad del 20%	S/ 6280.60
Precio total + Utilidad 20%	S/ 37683.60

**Fuente: Elaboración propia**

### 4.2.2. Análisis de Costo/Beneficio

Si se establece una comparación a mediano plazo con los procesos manuales de desarrollo y producción de pequeñas bobinas de nylon, y entendiendo que, a nivel comercial, no existen dispositivos que establezcan estos procesos con la precisión y eficiencia que el sistema incluye, entonces se determina el cálculo de costo y beneficio para a partir de ello establecer cuan viable económicamente es. En ese sentido, se realiza el siguiente cálculo:

$$\frac{\textit{beneficio}}{\textit{costo}} = \frac{S/37683.60}{S/31403.00} = 1.20$$

Este cálculo arroja un resultado de 1.20, lo que quiere decir que el proyecto que implementado es viable a mediano plazo frente a procesos manuales de similares características en términos de precisión y eficiencia.

### 4.3. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

#### 4.3.1. Desarrollo del flujo de caja

Para lograr la viabilidad en un mediano plazo, se va a determinar el flujo de caja si se quiere implementar el proyecto, con un estimado de ocho periodos de dos meses cada uno.

Tabla 14 Flujo de caja

PERIODO	INGRESO	EGRESO	FLUJO DE EFECTIVO NETO
	A	B	A - B
1	31403.00	37683.60	-6280.60
2	37683.60	43823.60	-6140.00
3	45220.32	49963.60	-4743.28
4	54264.38	56103.60	-1839.22
5	65117.26	62243.60	2873.66
6	78140.71	68383.60	9757.11
7	93768.86	74523.60	19245.26
8	112522.63	80663.60	31859.03
<b>TOTAL</b>	518120.76	473388.80	

Fuente: Elaboración propia

### 4.3.2. Análisis del VAN

Para calcular el Valor Actual Neto (VAN) para este proyecto se utilizará los datos del flujo de efectivo neto y se hará uso del software Microsoft Excel.

Datos:

- Tasa de interés ( $i$ ) = 10%
- Número de periodos ( $t$ ) = 8
- Inversión inicial ( $I_0$ ) = S/ 12000

La fórmula teórica del VAN es:

$$VAN = I_0 \sum_{t=1}^n \frac{V_t}{(1 + k)^n}$$

Considerando el uso del software señalado con los datos establecidos, se obtiene:

$$VAN = S/ 4426.36$$

### 4.3.3. Análisis del TIR

Para calcular la Tasa Interna de Retorno (TIR) se utilizará los datos del VAN y también el software Microsoft Excel. Teóricamente lo que se debe hallar es la tasa de interés que hace que el VAN sea cero.

La fórmula teórica del TIR es:

$$TIR = \frac{-I + \sum_{t=1}^n F_t}{\sum_{t=1}^n (i * F_t)}$$

Considerando el uso del software señalado con los datos establecidos, se obtiene:

$$TIR = 13\%$$

Dado que el TIR es mayor que la tasa de descuentos de flujos elegida para el VAN, se acepta el proyecto en ese periodo señalado.

## Conclusiones

1. En esta tesis se desarrolló y monitoreó un sistema semiautomático para optimizar el proceso de producción de pequeñas bobinas de nylon. Para realizar todo esto se desarrolló de manera satisfactoria los objetivos planteados al inicio de esta tesis.
2. En esta tesis se analizó la situación actual de la producción de pequeñas bobinas de nylon, se determinó que estos procedimientos en la producción no eran los adecuado por no tener calidad y precisión.
3. En esta tesis se definió los equipos y requerimientos técnicos del sistema semiautomático. Dispositivos electrónicos como el PLC, servodrivens, servomotores, actuadores neumáticos, sensores entre otros, piezas importantes que se encargaran de optimizar la producción de pequeñas bobinas de nylon.
4. En esta tesis se diseñó la arquitectura y las etapas del sistema semiautomático. Se establecieron todas las etapas y se describió de manera meticulosa cada una de ellas.
5. En esta tesis se desarrolló la programación para determinar las etapas del sistema semiautomático. Primero se desarrolló el diagrama de flujos para poder determinar los algoritmos que se utilizarán en el lenguaje de programación Ladder.
6. En esta tesis se diseñó el sistema de monitoreo a distancia del sistema semiautomático, para este procedimiento se utilizó el módulo GPRS CP1242-7 que es compatible con el PLC, se configuró y programó para

que envié un mensaje de texto al dispositivo móvil del usuario cada vez que ocurra una parada de emergencia o cuando el proceso de producción llega a su fin.

7. El diseño y monitoreo de este sistema semiautomático que optimiza la producción de pequeñas bobinas de nylon cuyo controlador principal es el PLC (controlador lógico programable) cumple con los objetivos planteados en este proyecto de investigación. Se logra reducir tiempo y empleo de la mano del hombre en el proceso de bobinado, rebobinado, corte y contaje de las pequeñas bobinas de nylon y así se puede decir que aumentó la producción de las mencionadas bobinas de nylon.
  
8. Se realizó un sistema de control de lazo cerrado por tener un sistema de control realimentado para el conteo de las bobinas ya realizadas. Este sistema semiautomático generó un ahorro de tiempo y dinero. Antes realizar las bobinas de nylon de 933 metros demoraba cuatro horas, ahora se puede terminar en una hora y media disminuyendo los gastos por mano de obra humana.

## **Recomendaciones**

- 1.** Este proyecto de investigación abarca solo una parte de las etapas del proceso de producción de pequeñas bobinas de nylon por ser un sistema semiautomático, en tal sentido se recomienda desarrollar más adelante las etapas que se mencionaron como referencia y que aún no fueron consideradas.
- 2.** Para garantizar una buena cobertura de la antena omnidireccional del módulo GPRS CP1242-7 se recomienda ubicar estratégicamente en una zona donde se pueda tener una buena cobertura con el operador de servicio.
- 3.** Para garantizar un excelente servicio y que a la vez tenga una confiable y amplia cobertura, el sistema de la red celular debe contar con un plan de datos de una compañía confiable, ya que de ello dependerá el éxito de la comunicación.

## Glosario

- PLC (Controlador Lógico Programable): Es un dispositivo electrónico que se usa en el campo de la automatización, automatiza procesos. Son utilizados en industrias y máquinas.
- Sistemas de Control: Los sistemas de control fueron diseñados con el objetivo de comandar maquinas o procedimientos.
- Sistema de control a Lazo Abierto: El sistema de control a lazo abierto es el sistema que no necesita de la acción de control de salida, ni es realimentada para ser cotejada con la entrada.
- Sistema de Control a Lazo Cerrado: Estos sistemas son aquellas que siempre tienen una relación ya definida entre la salida y la entrada de referencia, cotejándola y utilizando la desemejanza como camino de control.

## Referencias

- Arroyo Piñero, J. (2018). *Gestión de una máquina verificadora de componentes del portón de un coche mediante Tia Portal* [Tesis de licenciatura- Universidad de Valladolid]. <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/31210/TFG-P-844.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ayub, A., Yoo, H., & Ahmed, I. (2021). Empirical Study of PLC Authentication Protocols in Industrial Control Systems. *Proceedings - 2021 IEEE Symposium on Security and Privacy Workshops, SPW 2021*, 383–397. <https://doi.org/10.1109/SPW53761.2021.00058>
- Balcells, J., Romeral, J. L., & Romeral Martínez, J. L. (1997). Autómatas Programables. In *Sistemas De Automatas*. Marcombo Boixareu Editores. [https://books.google.com/books/about/Autómatas\\_Programables.html?id=xfSjADge70C](https://books.google.com/books/about/Autómatas_Programables.html?id=xfSjADge70C)
- Bárcena Martínez, A. (2021). *Automatización y visualización de un proceso industrial empleando TIA Portal y Factory I/O* [Tesis de licenciatura, Universidad de Cantabria]. <https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/23336/438249.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Becvar, Z., Mach, P., & Pravda, I. (2020). *Redes móviles*. České vysoké učení technické v Praze. <https://docplayer.es/3063304-Redes-moviles-zdenek-becvar-pavel-mach-ivan-pravda.html>
- Camarena Sanz, N. (2022). *Automatización y control de un almacén inteligente* [Tesis de licenciatura, Universitat Politècnica de València]. <https://riunet.upv.es/handle/10251/183466>
- Díaz Rodas, H., & Trujillo Aramburu, G. (2018). *Sistema de control de flujo para presión constante de suministro de agua utilizando PLC en un edificio del Instituto de Ciencias y Humanidades* [Tesis de licenciatura, Universidad de Ciencias y Humanidades]. [https://repositorio.uch.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12872/407/Diaz\\_H\\_Trujillo\\_G\\_tesis\\_ingenieria\\_electronica\\_telecomunicaciones\\_2018.pdf?seq](https://repositorio.uch.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12872/407/Diaz_H_Trujillo_G_tesis_ingenieria_electronica_telecomunicaciones_2018.pdf?seq)

uence=3&isAllowed=y

Dorf, R., & Bishop, R. (2011). *Modern Control Systems* (13.<sup>a</sup> ed.). Pearson Education. <https://files.craze.moe/temp/Modern Control Systems 13th.pdf>

Encalada Zapata, C. (2017). *Diseño y construcción de una máquina bobinadora semiautomática de 4 ejes para la fabricación de tanques de fibra de vidrio mediante la técnica filament winding* [Tesis de licenciatura, Universidad Internacional del Ecuador]. <https://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/2427>

Gamboa Benitez, J. D. (2020). *Diseño y simulación CAD de una empacadora semiautomática de bobinas de producto terminado* [Tesis de licenciatura, Escuela Politécnica Nacional]. <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/21246>

Hernández Gaviño, R. (2010). *Introducción a los sistemas de control: conceptos, aplicación y simulación con MATLAB* (L. M. Cruz Castillo). Pearson Educación de México. <http://lcr.uns.edu.ar/fcr/images/Introduccion a Los Sistemas de Control.pdf>

León Pérez, R. P. (2014). *Diseño, programación e implementación de un sistema de control difuso para el proceso de producción de hidrógeno a partir de vapor sobrecalentado de agua* [Tesis de licenciatura, Escuela Politécnica Nacional]. <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/7673>

Mengual, P. (2009). *Step 7: una manera fácil de programar PLC de Siemens*. Marcombo. [https://books.google.com.pe/books/about/Step\\_7.html?id=DVLrSAAACAAJ&source=kp\\_book\\_description&redir\\_esc=y](https://books.google.com.pe/books/about/Step_7.html?id=DVLrSAAACAAJ&source=kp_book_description&redir_esc=y)

Naupay Fabian, B. F., & Quispe Lopez, C. (2021). *Diseño de una máquina clasificadora de botellas pet por color mediante un control automático en Huancayo - Junín - 2021* [Tesis de licenciatura, Universidad de Continental]. <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/10543>

Orive, D., López, A., Estévez, E., Orive, A. y Marcos, M. (2021). Desarrollo de gemelos digitales para la simulación e integración de activos de fabricación

- en la industria 4.0. *XLII Jornadas de Automática*, 1(1), 709–716.  
<https://doi.org/10.17979/spudc.9788497498043.709>
- Quispe Taipe, E. (2018). *Diseño de un sistema automatizado para un equipo de sellado al vacío en una empresa de fabricación de maquinarias en acero* [Tesis de licenciatura, Universidad Tecnológica del Perú].  
<http://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/1578>
- Salinas Gonzalez, C., & Gómez Chalarca, C. (2018). *Diseño y construcción del módulo de entrenamiento #15 con el PLC S7-1500 con comunicación ethernet* [Tesis de licenciatura, Institución Universitaria Pascual Bravo].  
[http://repositorio.pascualbravo.edu.co:8080/jspui/bitstream/pascualbravo/234/1/Rep\\_IUPB\\_Tec\\_Ele\\_Construcción\\_Módulo.pdf](http://repositorio.pascualbravo.edu.co:8080/jspui/bitstream/pascualbravo/234/1/Rep_IUPB_Tec_Ele_Construcción_Módulo.pdf)
- Sánchez García, A., Estévez Estévez, E., Ruano Ruano, I., & Gámez García, J. (2021). Soporte para la generación de maquetas virtuales de automatización industrial. *XLII Jornadas de Automática: libro de actas*, 1(1), 288–293.  
<https://doi.org/10.17979/SPUDC.9788497498043.288>
- Sánchez Wevar, J. A. (2005). *Análisis y Estudio de Redes GPRS* [Tesis de licenciatura, Universidad Austral de Chile].  
<http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2005/bmfcis211a/doc/bmfcis211a.pdf>
- Shakiba, M., Rezvani Ghomi, E., Khosravi, F., Jouybar, S., Bigham, A., Zare, M., Abdouss, M., Moaref, R., & Ramakrishna, S. (2021). Nylon—A material introduction and overview for biomedical applications. *Polymers for Advanced Technologies*, 32(9), 3368–3383.  
<https://doi.org/10.1002/PAT.5372>
- Shin, J., Choi, H., & Seo, J. T. (2022). A study on command block collection and restoration techniques through detection of project file manipulation on engineering workstation of industrial control system. *Forensic Science International: Digital Investigation*, 40, 1–9.  
<https://doi.org/10.1016/J.FSIDI.2022.301354>
- Siemens. (2020). *Totally Integrated Automation Portal: intuitivo, eficiente, probado*. <https://docplayer.es/5734017-Totally-integrated-automation->

portal-intuitivo-eficiente-probado.html

Smith, C. y Corripio, A. (1991). *Control automático de procesos*. Limusa.  
<https://pastranamoreno.files.wordpress.com/2013/02/control-automatico-de-procesos-by-var1.pdf>

Valbuena Figue, Y. F. (2021). *Implementación virtual de un proceso de clasificación y embalaje de cajas de diferentes tamaños mediante TIA Portal y Factory I/O en el contexto de la industria 4.0* [Tesis de licenciatura, Universidad Antonio Nariño].  
<http://repositorio.uan.edu.co/handle/123456789/5021>

Yto Apaza, A. (2018). *Diseño e implementación de un sistema automático de dosificación para la preparación de concretos en mezcladoras virtuales* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa].  
<http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/5693/IEytapaf.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

## **ANEXOS**

## ANEXO A: Datasheet de HMI TP700 COMFORT

# SIEMENS

Hoja de datos

6AV2124-0GC01-0AX0



SIMATIC HMI TP700 Comfort, Comfort Panel, mando táctil, pantalla panorámica TFT 7", 16 millones de colores, interfaz PROFINET, interfaz MPI/PROFIBUS DP, memoria de configuración de 12 MB, Windows CE 6.0, configurable a partir de WinCC Comfort V11

Información general	
Designación del tipo de producto	TP700 Comfort
Display	
Tipo de display	TFT
Diagonal de pantalla	7 in
Achura del display	152,4 mm
Altura del display	91,4 mm
Nº de colores	16 777 216
Resolución (píxeles)	
• Resolución de imagen horizontal	800 pixel
• Resolución de imagen vertical	480 pixel
Retroiluminación	
• MTBF de la retroiluminación (con 25 °C)	80 000 h
• Retroiluminación variable	Sí; 0-100 %
Elementos de mando	
Fuentes de teclado	
• Teclas de función	
— Nº de teclas de función	0
— Nº de teclas de función con LED	0
• Teclas con LED	No
• Teclas del sistema	No
• Teclado numérico	Sí; Teclado en pantalla
• Teclado alfanumérico	Sí; Teclado en pantalla
Manejo táctil	
• Variante con pantalla táctil	Sí; Analógica resistiva
Ampliaciones para conducción de proceso	
• LEDs directos DP (LEDs como periferia de salida S7)	
— F1...Fx	0
• Teclas directas (teclas como periferia de entrada S7)	
— F1...Fx	0
• Teclas directas (botones táctiles como periferia de entrada S7)	32
Diseño/montaje	
Posición de montaje	vertical
Montaje en pared/directo	No
Montaje vertical (formato retrato) posible	Sí
Montaje horizontal (formato apaisado) posible	Sí
Máx. ángulo de inclinación permitido sin ventilación	35°

externa	
<b>Tensión de alimentación</b>	
Tipo de tensión de la alimentación	DC
Valor nominal (DC)	24 V
Rango admisible, límite inferior (DC)	19,2 V
Rango admisible, límite superior (DC)	28,8 V
<b>Intensidad de entrada</b>	
Consumo (valor nominal)	0,5 A
Intensidad transitoria de conexión I <sub>t</sub>	0,5 A <sup>2</sup> -s
<b>Potencia</b>	
Consumo de potencia activa, típ.	12 W
<b>Procesador</b>	
Tipo de procesador	X86
<b>Memoria</b>	
Flash	Sí
RAM	Sí
memoria usable para datos de usuario	12 Mbyte
<b>Tipo de salida</b>	
Info LED	No
Power LED	No
Error LED	No
<b>Acústica</b>	
• Zumbador	No
• Altavoz	Sí
<b>Hora</b>	
<b>Reloj</b>	
• Reloj de hardware (en tiempo real)	Sí
• Reloj por software	Sí
• Respalddado	Sí; Duración del búfer típica: 6 semanas
• Sincronizable	Sí
<b>Interfases</b>	
Nº de interfaces Industrial Ethernet	1; 2 puertos (switch)
Nº de interfaces RS 485	1; RS 422 / 485 combinada
Nº de interfaces RS 422	0; junto con RS 485
Nº de interfaces RS 232	0
Nº de interfaces USB	2; USB 2.0
• USB mini-B	1; 5 polos
Nº de interfaces 20 mA (TTY)	0
Nº de interfaces paralelas	0
Nº de otras interfaces	0
Número de slot para tarjetas SD	2
Con interfaces a SW	No
<b>Industrial Ethernet</b>	
• LED de estado Industrial Ethernet	2
• Nº de puertos del switch integrado	2
<b>Protocolos</b>	
PROFINET	Sí
Soporta protocolo para PROFINET IO	Sí
IRT	Sí; WinCC V12 o superior
PROFIBUS	Sí
Soporta protocolo para EtherNet/IP	Sí
MPI	Sí
<b>Protocolos (Ethernet)</b>	
• TCP/IP	Sí
• DHCP	Sí
• SNMP	Sí
• DCP	Sí
• LLDP	Sí
<b>Propiedades WEB</b>	

• HTTP	Sí
• HTTPS	Sí
• HTML	Sí
• XML	Sí
• CSS	Sí
• Active X	Sí
• JavaScript	Sí
• Java VM	No
<b>Funcionamiento redundante</b>	
<b>Redundancia del medio</b>	
— MRP	Sí; WinCC V12 o superior
<b>Otros protocolos</b>	
• CAN	No
• MODBUS	Sí
<b>Alarmas/diagnósticos/información de estado</b>	
<b>Diagnósticos</b>	
• Se puede leer la información de diagnóstico	Sí; Controlador S7
<b>CEM</b>	
<b>Emisión de radiointerferencias según EN 55 011</b>	
• Clase de límite A, para aplicación en la industria	Sí
• Clase de límite B, para aplicación en el ámbito residencial	No
<b>Grado de protección y clase de protección</b>	
IP (frontal)	IP65
IP (lado posterior)	IP20
<b>NEMA (frontal)</b>	
• Enclosure Type 4 en el frente	Sí
• Enclosure Type 4x en el frente	Sí
<b>Normas, homologaciones, certificados</b>	
Marcado CE	Sí
cULus	Sí
RCM (anteriormente C-TICK)	Sí
Homologación KC	Sí
<b>Uso en atmósfera potencialmente explosiva</b>	
• ATEX zona 2	Sí
• ATEX zona 22	Sí
• IECEx Zone 2	Sí
• IECEx Zone 22	Sí
• cULus Class I zona 1	No
• cULus Class I zona 2, división 2	Sí
• FM Class I Division 2	Sí
<b>Homologaciones navales</b>	
• Germanischer Lloyd (GL)	Sí
• American Bureau of Shipping (ABS)	Sí
• Bureau Veritas (BV)	Sí
• Det Norske Veritas (DNV)	Sí
• Lloyds Register of Shipping (LRS)	Sí
• Nippon Kaiji Kyokai (Class NK)	Sí
• Polski Rejestr Statkow (PRS)	No
<b>Condiciones ambientales</b>	
<b>Temperatura ambiente en servicio</b>	
<b>En servicio (montaje vertical)</b>	
— en posición de montaje vertical, mín.	0 °C
— en posición de montaje vertical, máx.	50 °C; (55 °C; ver ID de artículo: 64847814)
<b>En servicio (máx. ángulo de inclinación)</b>	
— con ángulo máx. de inclinación, mín.	0 °C
— con ángulo máx. de inclinación, máx.	40 °C
<b>En servicio (montaje vertical, formato retrato)</b>	
— en posición de montaje vertical, mín.	0 °C
— en posición de montaje vertical, máx.	40 °C

En servicio (máx. ángulo de inclinación, formato retrato)	
— con ángulo máx. de inclinación, mín.	0 °C
— con ángulo máx. de inclinación, máx.	35 °C
Temperatura ambiente en almacenaje/transporte	
• mín.	-20 °C
• máx.	60 °C
Humedad relativa del aire	
• En servicio máx.	90 %; sin condensación
Sistemas operativos	
propietarios	No
Sistema operativo preinstalado	
• Windows CE	Sí
configuración / título	
Ventana de avisos	Sí
Sistema de alarmas (con búfer y confirmación)	Sí
Representación de valores de proceso (salida)	Sí
Especificación de valores de proceso (entrada) posible	Sí
Administración de recetas	Sí
Software de configuración	
• STEP 7 Basic (TIA Portal)	No
• STEP 7 Professional (TIA Portal)	No
• WinCC flexible Compact	No
• WinCC flexible Standard	No
• WinCC flexible Advanced	No
• WinCC Basic (TIA Portal)	No
• WinCC Comfort (TIA Portal)	Sí; V11 o superior
• WinCC Advanced (TIA Portal)	Sí; V11 o superior
• WinCC Professional (TIA Portal)	Sí; V11 o superior
Idiomas	
Idiomas online	
• Número de idiomas online/runtime	32
Idiomas	
• Idiomas por proyecto	32
Funcionalidad bajo WinCC (TIA Portal)	
Librerías	Sí
Aplicaciones/opciones	
• Navegador web	Sí
• Pocket Word	Sí
• Pocket Excel	Sí
• PDF Viewer	Sí
• Media Player	Sí
• SIMATIC WinCC Sm@rtServer	Sí
• SIMATIC WinCC Audit	Sí
Nº de scripts Visual Basic	Sí
Planificador de tareas	
• controlada por tiempo	Sí
• controlada por tarea	Sí
Sistema de avisos	
• Nº de clases de avisos	32
• Avisos de bit	Sí
— Nº de avisos de bit	4 000
• Avisos analógicos	Sí
— Nº de avisos analógicos	200
• Método de numeración de avisos S7	Sí
• Avisos del sistema HMI	Sí
• avisos de sistema de otros (SIMATIC S7, SINUMERIK, SIMOTION, ...)	Sí
• Valores de caracteres por aviso	80
• Valores de proceso por aviso	8
• Grupos de confirmación	Sí

**ANEXO B: Datasheet de SIMATIC S7-1200, CPU 1214C, CPU AC/DC/relé, E/S**

# SIEMENS

Hoja de datos

6ES7214-1BG40-0XB0



SIMATIC S7-1200, CPU 1214C, CPU compacta AC/DC/relé, E/S  
 INTEGRADAS: 14 DI 24 V DC; 10 DO, relé 2 A; 2 AI 0-10V DC,  
 alimentación: AC 85-264 V AC con 47-63 Hz, Memoria de programas/datos  
 100 KB

Información general	
Designación del tipo de producto	CPU 1214C AC/DC/Relay
Versión de firmware	V4.4
Ingeniería con	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Paquete de programación</li> </ul>	STEP 7 V16 o superior
Tensión de alimentación	
Valor nominal (AC)	
<ul style="list-style-type: none"> <li>120 V AC</li> <li>230 V AC</li> </ul>	Sí Sí
Rango admisible, límite inferior (AC)	85 V
Rango admisible, límite superior (AC)	264 V
Frecuencia de red	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Rango admisible, límite inferior</li> <li>Rango admisible, límite superior</li> </ul>	47 Hz 63 Hz
Intensidad de entrada	
Consumo, máx.	300 mA con 120 V AC; 150 mA con 240 V AC
Intensidad de cierre, máx.	20 A; con 264 V
I <sub>t</sub>	0,8 A <sup>2</sup> ·s
Intensidad de salida	
Para bus de fondo (5 V DC), máx.	1 600 mA
Pérdidas	
Pérdidas, típ.	14 W
Memoria	
Memoria de trabajo	
<ul style="list-style-type: none"> <li>integrada</li> <li>ampliable</li> </ul>	100 kbyte No
Memoria de carga	
<ul style="list-style-type: none"> <li>integrada</li> </ul>	4 Mbyte
Respaldo	
<ul style="list-style-type: none"> <li>existente</li> <li>libre de mantenimiento</li> <li>sin pila</li> </ul>	Sí Sí Sí
Tiempos de ejecución de la CPU	
para operaciones de bits, típ.	0,08 µs
para operaciones a palabras, típ.	1,7 µs
para aritmética de coma flotante, típ.	2,3 µs
CPU-bloques	

Nº de bloques (total)	DBs, FCs, FBs, contadores y temporizadores. El número máximo de bloques direccionables es de 1 a 65535. No hay ninguna restricción, uso de toda la memoria de trabajo
<b>Áreas de datos y su remanencia</b>	
Área de datos remanentes (incl. temporizadores, contadores, marcas), máx.	10 kbyte
<b>Marcas</b>	
• Número, máx.	8 kbyte; Tamaño del área de marcas
<b>Datos locales</b>	
• por cada prioridad, máx.	16 kbyte
<b>Área de direcciones</b>	
<b>Imagen del proceso</b>	
• Entradas, configurables	1 kbyte
• Salidas, configurables	1 kbyte
<b>Configuración del hardware</b>	
Nº de módulos por sistema, máx.	3 Communication Module, 1 Signal Board, 8 Signal Module
<b>Hora</b>	
<b>Reloj</b>	
• Reloj de hardware (en tiempo real)	Sí
• Duración del respaldo	480 h; típicamente
<b>Entradas digitales</b>	
Nº de entradas digitales	14; integrado
• De ellas, entradas usable para funciones tecnológicas	6; HSC (High Speed Counting)
Fuente/sumidero (MP)	Sí
<b>Número de entradas atacables simultáneamente</b>	
Todas las posiciones de montaje	
— hasta 40 °C, máx.	14
<b>Tensión de entrada</b>	
• Valor nominal (DC)	24 V
• para señal "0"	5 V DC, con 1 mA
• para señal "1"	15 V DC at 2,5 mA
<b>Retardo a la entrada (a tensión nominal de entrada)</b>	
para entradas estándar	
— en transición "0" a "1", máx.	0,2 ms
— en transición "0" a "1", máx.	12,8 ms
para entradas de alarmas	
— parametrizable	Sí
<b>Longitud del cable</b>	
• apantallado, máx.	500 m; 50 m para funciones tecnológicas
• no apantallado, máx.	300 m; para funciones tecnológicas: No
<b>Salidas digitales</b>	
Número de salidas	10; Relé
<b>Poder de corte de las salidas</b>	
• con carga resistiva, máx.	2 A
• con carga tipo lámpara, máx.	30 W con DC, 200 W con AC
<b>Retardo a la salida con carga resistiva</b>	
• "0" a "1", máx.	10 ms; máx.
• "1" a "0", máx.	10 ms; máx.
<b>Salidas de relé</b>	
• Nº de salidas relé	10
• Número de ciclos de maniobra, máx.	mecánicos: 10 millones, con tensión nominal de carga: 100 000
<b>Longitud del cable</b>	
• apantallado, máx.	500 m
• no apantallado, máx.	150 m
<b>Entradas analógicas</b>	
Nº de entradas analógicas	2
<b>Rangos de entrada</b>	

• Tensión	Sí
<b>Rangos de entrada (valores nominales), tensiones</b>	
• 0 a +10 V	Sí
<b>Longitud del cable</b>	
• apantallado, máx.	100 m; trenzado y apantallado
<b>Salidas analógicas</b>	
Nº de salidas analógicas	0
<b>Formación de valor analógico para entradas</b>	
<b>Tiempo de integración y conversión/resolución por canal</b>	
• Resolución con rango de rebase (bits incl. signo), máx.	10 bit
• Tiempo de integración parametrizable	Sí
• Tiempo de conversión (por canal)	625 µs
<b>Sensor</b>	
<b>Sensores compatibles</b>	
• Sensor a 2 hilos	Sí
<b>1. Interfaz</b>	
Tipo de interfaz	PROFINET
con aislamiento galvánico	Sí
Detección automática de la velocidad de transferencia	Sí
Autonegociación	Sí
Autocrossing	Sí
<b>Física de la interfaz</b>	
• RJ 45 (Ethernet)	Sí
• Número de puertos	1
• Switch integrado	No
<b>Protocolos</b>	
• PROFINET IO-Controller	Sí
• PROFINET IO-Device	Sí
• Comunicación SIMATIC	Sí
• Comunicación IE abierta	Sí; También disponible cifrada
• Servidores web	Sí
• Redundancia del medio	No
<b>PROFINET IO-Controller</b>	
• Velocidad de transferencia, máx.	100 Mbit/s
<b>Servicios</b>	
— Comunicación PG/OP	Sí
— Modo isócrono	No
— IRT	No
— PROFIenergy	No
— Arranque priorizado	Sí
— Número de dispositivos IO con arranque preferente, máx.	16
— Nº de IO Devices que se pueden conectar en total, máx.	16
— Nº de IO-Devices conectables para RT, máx.	16
— de ellos, en línea, máx.	16
— Activar/desactivar IO Devices	Sí
— Nº de IO-Devices activables/desactivables simultáneamente, máx.	8
<b>PROFINET IO-Device</b>	
<b>Servicios</b>	
— Comunicación PG/OP	Sí
— Modo isócrono	No
— IRT	No
— PROFIenergy	Sí
— Shared Device	Sí
— Nº de IO Controller con Shared Device, máx.	2
<b>Protocolos</b>	

Soporta protocolo para PROFINET IO	Sí
PROFIBUS	Sí; Requiere CM 1243-5 (maestro) o CM 1242-5 (esclavo)
AS-Interface	Sí; Se requiere un CM 1243-2
<b>Protocolos (Ethernet)</b>	
• TCP/IP	Sí
• DHCP	No
• SNMP	Sí
• DCP	Sí
• LLDP	Sí
<b>Funcionamiento redundante</b>	
<b>Redundancia del medio</b>	
— MRP	No
— MRPD	No
<b>Comunicación SIMATIC</b>	
• S7-Routing	Sí
<b>Comunicación IE abierta</b>	
• TCP/IP	Sí
— Tamaño de datos, máx.	8 kbyte
• ISO-on-TCP (RFC1006)	Sí
— Tamaño de datos, máx.	8 kbyte
• UDP	Sí
— Tamaño de datos, máx.	1 472 byte
<b>Servidores web</b>	
• Soporta	Sí
• Páginas web definidas por el usuario	Sí
<b>OPC UA</b>	
• Requiere licencia runtime	Sí
• OPC UA Server	Sí; Acceso a datos (Read, Write, Subscribe), requiere licencia runtime
— Número de sesiones, máx.	5
— Número de variables accesibles, máx.	1 000
— Número de suscripciones por sesión, máx.	5
— Intervalo de muestreo, mín.	100 ms
— Intervalo de emisión, mín.	200 ms
— Número de elementos vigilados (monitored items), máx.	500
— Número de interfaces del servidor, máx.	2
— Número de nodos en interfaces del servidor definidas por el usuario, máx.	1 000
<b>Otros protocolos</b>	
• MODBUS	Sí
<b>Funciones de comunicación</b>	
<b>Comunicación S7</b>	
• Soporta	Sí
• como servidor	Sí
• Como cliente	Sí
• Datos útiles por petición, máx.	ver la Ayuda online (S7 communication, User data size)
<b>Nº de conexiones</b>	
• total	16; dinámica
<b>Funciones de test y puesta en marcha</b>	
<b>Estado forzado</b>	
• Estado forzado de variables	Sí
• Variables	Entradas/salidas, marcas, DB, E/S de periferia, tiempos, contadores
<b>Forzado permanente</b>	
• Forzado permanente	Sí
<b>Búfer de diagnóstico</b>	
• existente	Sí
<b>Traces</b>	
• Número de Traces configurables	2

## ANEXO C: Datasheet de SITOP lite 24V/10A – 6EP1334-1LB00

**SIEMENS**



Fuentes de alimentación SITOP

# SITOP lite

Fuentes de alimentación básicas  
a precio económico

Folleto

Edición  
07/2017

[siemens.com/sitop-lite](http://siemens.com/sitop-lite)

## Resumen de ventajas

- 24V DC/2,5 A, 5 A, 10 A y 20 A para aplicaciones industriales con requisitos básicos
- Entrada monofásica de rango amplio
- Anchura reducida
- No es preciso respetar distancias libres por los costados
- Rendimiento hasta un 92 %
- LED verde para «24 V O.K.»
- Conectividad en paralelo
- Refrigeración por convección natural
- Protección contra cortocircuitos y sobrecarga
- Homologaciones CE, cULus y CB

Estas fuentes de alimentación estabilizada de 24 V cumplen requisitos básicos en ambiente industrial y ofrecen todas las funciones importantes a un precio económico. La entrada de rango amplio permite conectarlas a las más diversas redes monofásicas en todo el mundo. Gracias a su reducida anchura, estas fuentes conmutadas ocupan muy poco espacio en el perfil DIN y tampoco es necesario dejar separación a equipos vecinos. Su buen rendimiento procura un bajo consumo y reducida disipación de calor en el armario eléctrico. La protección contra cortocircuitos y sobrecargas garantiza un funcionamiento sin problemas, y la homologación UL certifica su aptitud para la exportación.

Para requisitos superiores a los básicos SITOP ofrecen líneas de productos de gama más alta que la SITOP lite:

### SITOP smart:

Las potentes fuentes de alimentación estándar para redes monofásicas y trifásicas. Modelos con salida de 24 V y 12 V para máquinas e instalaciones automatizadas. Estas fuentes son capaces de entregar más de un 50 % de potencia „extra“ durante 5 s/min y disponen de homologaciones para atmósferas potencialmente explosivas y construcción naval.

[www.siemens.com/sitop-smart](http://www.siemens.com/sitop-smart)

### SITOP modular:

La fuente de alimentación tecnológica para soluciones exigentes. Máxima funcionalidad y fiabilidad para aplicación en máquinas e instalaciones complejas gracias a entrada de rango amplio apta para conexión a red monofásica, bifásica o trifásica, función Power-Boost para entregar brevemente el triple de la intensidad nominal, un 50 % de potencia „extra“ durante 5 s/min, respuesta a sobrecarga elegible, alto rendimiento y caja de metal de tamaño compacto.

[www.siemens.com/sitop-modular](http://www.siemens.com/sitop-modular)



Datos técnicos <sup>1)</sup>	SITOP lite			
				
Tensión/intensidad de salida	24 V/2,5 A	24 V/5 A	24 V/10 A	24 V/20 A
Referencia <sup>2)</sup>	6EP1332-1LB00	6EP1333-1LB00	6EP1334-1LB00	6EP1336-1LB00
Tensión de entrada	120/230 V AC			100-240 V AC
– Valor nominal	93 ... 132/187 ... 264 V AC			85 ... 264 V AC/ 88 ... 370 V DC
– Rango				
Puenteo de cortes de red	> 20 ms (con 93/187 V)			
Frecuencia de red	50/60 Hz			
Intensidad de entrada				
– Valor nominal	1,1 A/0,65 A	2,1 A/1,15 A	4,1 A/2,0 A	5,55 A/2,35 A
– Intensidad al conectar <sup>3)</sup>	< 27 A	< 32 A	< 65 A	< 45 A
– Interr. magnetotérmico recomendado	3 A, curva C	6 A, curva C	10 A, curva C	10 A, curva C
Tensión de salida	24 V DC			
– Valor nominal	± 3 %			
– Tolerancia	22,8 ... 26,4 V DC			22,8...28 V DC
– Rango de ajuste				
Intensidad de salida				
– Valor nominal	2,5 A	5 A	10 A	20 A
– Derating	a partir de +45 °C (2%/K)	a partir de +45 °C (2%/K)	a partir de +45 °C (2%/K)	a partir de +45 °C (2,5%/K)
Rendimiento con valores nominales, aprox.	85%	86%	89%	92%
Conectividad en paralelo	sí			
Protección electrónica contra cortocircuito	sí, pasando a intensidad constante			
Grado de desparasitaje (EN 55022)	Clase A			Clase B
Limitación de armónicos en red (EN 61000-3-2)	no aplicable	no	no	sí
Grado de protección (EN 60529)	IP 20			
Temperatura ambiente	0 ... +60 °C			-25 ... +70 °C
Dimensiones (An x Al x P) en mm	32,5 x 125 x 120	50 x 125 x 120	70 x 125 x 120	110 x 125 x 125
Peso aprox.	0,32 kg	0,5 kg	0,75 kg	1,8 kg
Homologaciones	CE, cULus, CB			

<sup>1)</sup> Datos técnicos válidos para el valor nominal de la tensión de entrada y una temperatura ambiente de +25 °C (si no se indican otros datos)

<sup>2)</sup> Los datos de pedido y precios así como las condiciones de venta y suministro los encontrará en el catálogo KT 10.1 y en Internet: [www.siemens.com/industrymall](http://www.siemens.com/industrymall)

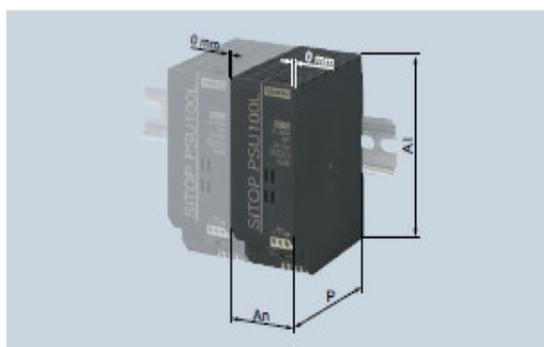
<sup>3)</sup> Usando el módulo complementario „Limitador de intensidad de conexión SITOP“ es posible limitar a 10 A la intensidad al conectar, referencia 6EP1967-2AA00

### Dimensiones e indicaciones de montaje

An = ancho, Al = alto, P = profundidad:

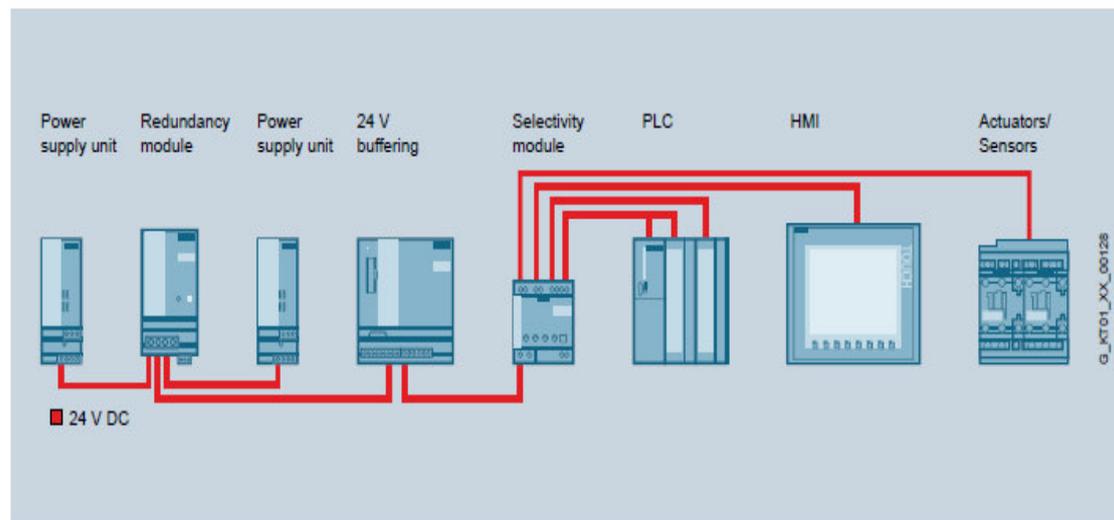
ver las dimensiones en la tabla "Datos técnicos".

No es necesario dejar espacio a equipos vecinos por los costados, aunque estos sean activos y disipen calor. En comparación con productos de muchos fabricantes, las compactas fuentes SITOP lite dejan así espacio disponible en el perfil DIN.



## Nuestras respuestas a la demanda de fuentes de alimentación fiables:

Existen diferentes módulos complementarios que permiten ampliar las fuentes SITOP lite de forma flexible hasta alcanzar incluso una protección total.



 <p><b>Protección ante fallo de fuentes:</b> <b>Módulo de redundancia SITOP PSE202U</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Alimentación fiable de 24 V también en caso de fallo de una fuente de alimentación</li> <li>■ Ahorro de espacio con módulos de redundancia compactos para fuentes de hasta 40 A</li> <li>■ Variante con limitación de potencia a 100 VA según NEC class 2</li> <li>■ Contacto de señalización del estado al controlador, PC o sistema de control</li> </ul>	 <p><b>Hasta del orden de minutos: Fuente de alimentación ininterrumpida SITOP UPS500</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Ultra condensadores de doble capa (UltraCaps) exentos de mantenimiento con larga vida útil incluso a temperaturas ambiente elevadas</li> <li>■ Sin necesidad de cambiar baterías ni de ventilación en el armario eléctrico</li> <li>■ Disponible en 2 variantes: Variante modular ampliable para montaje en perfil DIN y diseño robusto con grado de protección IP65</li> <li>■ Integración sencilla en sistemas de automatización basados en PC con interfaz USB y herramienta de software gratuita</li> </ul>
 <p><b>Protección de derivaciones de 24 V:</b> <b>Módulo de corte selectivo SITOP PSE200U</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Protección fiable de hasta 4 derivaciones por módulo</li> <li>■ Disparo seguro, independiente de la longitud y de la sección del cable</li> <li>■ Posible conexión secuencial de las derivaciones para reducir la corriente total de arranque</li> <li>■ LED de varios colores para señalar el estado por salida</li> <li>■ Posibilidad de diagnóstico rápido, con discriminación por canal mediante señalización por canal (evaluación mediante bloques de función SIMATIC S7 gratuitos para S7-1200/1500/300/400)</li> <li>■ Puesta en marcha sencilla mediante la conexión/desconexión manual de salidas</li> </ul>	 <p><b>Hasta del orden de horas: Fuente de alimentación ininterrumpida SITOP UPS1600</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Módulos de batería de plomo y litio que ofrecen un respaldo seguro ante fallos de red de larga duración</li> <li>■ Carga óptima y vigilancia constante del acumulador de energía</li> <li>■ Amplia información de funcionamiento y diagnóstico</li> <li>■ Integración directa en redes de comunicación abiertas: Ethernet o PROFINET</li> <li>■ Su máxima integración en TIA permite ahorrar tiempo y dinero durante la configuración y el funcionamiento</li> </ul>