



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ

**PROPUESTA PARA LA INCORPORACIÓN DE UN SISTEMA DE
CONTROL DE PESO EN LA LÍNEA NRO. 02 DH 115 DE LA EMPRESA
ALIMENTOS DIFRESCA C.A.**

Autora:
Isabella Caldarelli

Urb. Yuma II, calle N° 3. Municipio San Diego
Teléfono: (0241) 8714240 (master)



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

**PROPUESTA PARA LA INCORPORACIÓN DE UN SISTEMA DE
CONTROL DE PESO EN LA LÍNEA NRO. 02 DH 115 DE LA EMPRESA
ALIMENTOS DIFRESCA C.A.**

**Trabajo de pasantías presentado como requisito para optar al título de
INGENIERO ELECTRÓNICO**

Autora: Isabella Caldarelli
C.I.: 28.025.761
Tutor: Ing. José Pérez

San Diego, Marzo 2021

ANEXO 4-A



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
COORDINACIÓN DE PASANTÍA Y TRABAJO DE GRADO

½



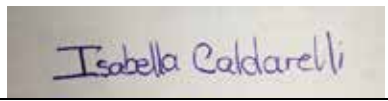
pág.

DESCRIPCIÓN DEL PLAN DE TRABAJO DE PASANTÍA

DATOS DEL ESTUDIANTE	Apellidos y nombres: Caldarelli Colmenarez Isabella Estefanía.			
	Cédula de identidad: 28.025.761		Teléfonos: 0424-3258684	
	Escuela: Electrónica.		Facultad: Ingeniería.	
	Inicio de la pasantía: 25-01-2021		Final de la pasantía: 16-04-2021	
	Tiempo completo: <input checked="" type="checkbox"/>		Medio tiempo: <input type="checkbox"/>	
DATOS DE LA EMPRESA	Nombre: Alimentos Difresca, C.A.		Teléfonos:	
	Dirección: Carretera Nacional Cagua Villa de Cura, Zona Industrial Las Vegas, Cagua, Edo. Aragua.			
	Actividad económica: Alimentos.			
	Departamento donde realizará la pasantía: Mantenimiento y Servicios Generales.			
DATOS DE LOS TUTORES	Tutor Académico: Ing. Jose Perez		Teléfonos: 0414-5845056	
	Tutor Empresarial: Ing. Simón Guevara		Departamento: Mantenimiento y Servicios Generales.	
	Cargo: Jefe de Mantenimiento y Servicios Generales.		Teléfonos: 0424-3356348	

TRABAJO DE PASANTÍA

Título de la pasantía: Propuesta para la incorporación de un sistema de control de peso en la línea Nro. 02 DH 115 de la empresa Alimentos Difresca C.A.	
Identificación del problema o situaciones problemáticas: Falta de un equipo de control de peso que rechace los productos que se encuentren fuera de la banda de control en la Línea Nro 02 DH 115 de la empresa Alimentos Difresca C.A.	
Formulación del problema: ¿Cómo se podría mejorar la producción de la Línea Nro 02 DH 115 de la empresa Alimentos Difresca C.A. a partir de la incorporación de un equipo de control de peso?	
Objetivo general:	Objetivos específicos:
Proponer la incorporación de un equipo de control de peso en la Línea Nro 02 DH 115 de la empresa Alimentos Difresca C.A.	Diagnosticar la situación de la Línea Nro. 02 DH 115, con respecto a la eficiencia de producción actual.
	Estudiar las variables asociadas al sistema de producción de la línea 02 para usarlas como criterio de selección del equipo.
	Describir de los procedimientos y acciones necesarias para que se lleve a cabo la incorporación del sistema de control

	de peso en la Línea 02 DH 115 de la empresa Alimentos DIFRESCA C.A.	
	Determinar la factibilidad económica y técnico-operativa de la propuesta de incorporación de un sistema de control de peso en la Línea 02 DH 115 de la empresa Alimentos DIFRESCA C.A.	
		
Tutor académico	Tutor empresarial	Estudiante

APROBACIÓN POR LA COMISIÓN DE ESCUELA: _____ **X** _____

ANEXO 4-A (Continuación)



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
COORDINACIÓN DE PASANTÍA Y TRABAJO DE GRADO
 2/2

pág.

DESCRIPCIÓN PROGRAMÁTICA

Semana	Actividades a realizar	Observaciones
1	Inducción de seguridad al puesto de trabajo.	
	Planificación de actividades e inducción al centro operativo.	
2	Inducción a los diferentes equipos en planta.	
	Estudio del sistema de control de peso que se tiene actualmente en la planta.	
3	Inducción al entorno de programación y configuración de Siemens.	
	Estudio del hardware, conexiones y configuraciones que se tienen actualmente.	
4	Levantamiento de planos CAD con los que cuenta actualmente la línea Nro 02 DH 115.	
	Estudio del proceso de dosificación de carne.	
5	Análisis de datos de operación y mantenimiento en la línea Nro 02 DH 115 de la empresa.	
6	Estudio de la programación actual del PLC de la línea de llenado.	
7	Evaluación del equipo requerido para llevar a cabo el sistema de control de peso.	

	Evaluación de los sensores requeridos, junto a sus principios de operación, parámetros de control y características fundamentales.	
8	Desarrollo de la programación para el ajuste de peso automático en la línea de llenado.	
9	Desarrollo de la programación para el ajuste de peso automático en la línea de llenado.	
10	Diseño del montaje del equipo a la línea Nro 02 DH 115.	
11	Estudio de la simulación del control de peso para SIMA 2.	
	Realización del análisis costo-beneficio de los equipos e instrumentos a utilizar en la incorporación propuesta.	
12	Estudio de la factibilidad económica y costo de la inversión.	
Recomendaciones:		

Agradecimientos

Mis primeros agradecimientos se los atribuyo a Dios, por protegerme a mí y a mis seres queridos, así como dotarme de salud y bienestar para poder enfrentarme a este reto tan importante para mí.

Asimismo, le dedico este esfuerzo a mi mamá, Elsy Colmenárez, por haberme apoyado a lo largo de todo mi proceso universitario, por siempre tener las mejores palabras de aliento, el abrazo incondicional en los momentos más difíciles de la carrera y la mirada más comprensiva y amorosa. Gracias, mamá, absolutamente todo este esfuerzo quiero compartirlo contigo.

Gracias a mi papá, José Caldarelli, por acompañarme en toda mi trayectoria escolar y enseñarme a ser una persona responsable y comprometida, por todos los viajes que hizo hacia Valencia sin chistar y por apoyarme incondicionalmente en cada aspecto en que lo he necesitado. Gracias, papá, sin tu apoyo no estaría escribiendo esto el día de hoy.

Gracias a mis hermanos Jean Franco y Angelo Caldarelli, por ser mis modelos a seguir y mi guía en mi trayectoria profesional y personal, por todos los consejos y apoyo que me han brindado en todo este proceso. Espero que estén orgullosos de mí.

Gracias a Rony Iucci, por haber formado parte de mi trayectoria universitaria desde sus comienzos, siempre impulsándome con una sonrisa tranquilizadora a creer en mis capacidades. Agradezco infinitamente todos esos abrazos de calma, así como todas las veces que se trasnochó conmigo y corrió a comprarme componentes electrónicos a última hora.

Igualmente agradezco a Victoria Ramírez, mi amiga más leal e incondicional, por motivarme en los momentos más difíciles del desarrollo del presente trabajo de pasantías, por siempre tener las palabras adecuadas, la mano amiga y la sonrisa conciliadora.

Gracias a mis hermanos, Carlos Meneses, Luis Mendoza y Carlos Martínez, por ser los mejores compañeros y amigos de mi etapa universitaria, por todos los momentos de frustración de los que aprendimos, todos los proyectos fallidos, traspasos, risas y anécdotas que vivimos juntos, y que llevaré por siempre presente, ha sido un honor aprender de ustedes.

Gracias.

Isabella E. Caldarelli C



UNIVERSIDAD JOSE ANTONIO PAEZ
COORDINACIÓN DE PASANTIAS Y TRABAJO DE GRADO
FACULTAD DE INGENIERIA

ACTA DE APROBACION DEL INFORME DE PASANTIA O
TRABAJO DE GRADO

El jurado designado por la Facultad de Ingeniería para la evaluación del Informe Final de Pasantía o Trabajo de Grado titulado:

PROPUESTA PARA LA INCORPORACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL DE PESO
EN LA LÍNEA NRO. 02 DH 115 DE LA EMPRESA ALIMENTOS DIFRESCA C.A.

Realizado por el (la) Br Isabella Caldarelli

C.I. N° 28.025.761, cursante de la carrera de Ingeniería Electrónica hace constar después de analizar su contenido y oída la exposición oral, considera que reúne los méritos suficientes para su aprobación asignándole la CALIFICACION DEFINITIVA DE Veinte (20) PUNTOS

El Jurado

Jose Ramon Perez
Tutor académico (coordinador)
Nombre: Jose Ramon
C.I. 8.829.908

Wilmar Sanz
Jurado (1)
Nombre: Wilmar Sanz
C.I. 7132471

Wilson Espinoza
Jurado (2)
Nombre: Wilson Espinoza
C.I. 9885395

Fecha: 06/09/2021

PARA SER LLENADO POR LA COORDINACIÓN DE PASANTIA Y TRABAJO DE GRADO

He recibido Original del Acta de Aprobación para ser colocada en la solvencia Académica

Nombre del Graduando:

C.I.

Fecha:

Alfonso
Coordinación de Pasantía y Trabajo de Grado

SEMESTRE: 2021-1er

ANEXO E




REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES

CONSTANCIA DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR

Mediante la presente hago constar que he leído el Proyecto de Trabajo de Grado, elaborado por el(a), los ciudadano(a) Isabella Estefanía Caldarelli Colmenarez, titular de la cédula de identidad N° 28.025.761 , para optar al grado académico de Ingeniero Electrónico, cuyo título es "Propuesta para la incorporación de un sistema de control de peso en la línea Nro. 02 DH 115 de la empresa Alimentos DIFRESCA C.A.", adscrito a la línea de investigación: sistemas de control automáticos de procesos, y declaro que acepto la tutoría del mencionado Proyecto de Trabajo de Grado durante su etapa de desarrollo hasta su presentación y evaluación por el jurado evaluador que se designe; según las condiciones del Reglamento de Estudios de la Universidad José Antonio Páez.

En San Diego, a los once días del mes de marzo del año dos mil veintiuno.


(Firma autógrafa)
Nombres y apellidos
N° de la Cédula de Identidad

CI 9670.033

ALIMENTOS DIFRESCA, C.A.
RIF. J000110514

01 ENE. 2021

RECIBIDO
MANTENIMIENTO

ANEXO N



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES

CONSTANCIA DE APROBACIÓN PARA LA PRESENTACIÓN PÚBLICA DEL TRABAJO DE GRADO

Quien suscribe, José Pérez, portador(a) de la cédula de identidad N° 8.829.908, en mi carácter de tutor (a) del trabajo de grado presentado por el(la) los ciudadano(a) Isabella Caldarelli, portador(es) de la cédula de identidad N° 28.025.761, titulado Propuesta para la incorporación de un sistema de control de peso en la Línea Nro. 02 DH 115 de la Empresa Alimentos DIFRESCA, C.A. presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero(a) Electrónico(a), considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

En San Diego, a los 26 días del mes de febrero del año dos mil veintiuno.

(Firma autógrafa del tutor)

Nombres y apellidos

N° de la Cédula de Identidad



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
CARRERA: INGENIERÍA ELECTRÓNICA

San Diego, marzo de 2021

ACTA DE REVISIÓN METODOLÓGICA DEL TRABAJO DE GRADO

Quienes suscriben esta Acta, dejan constancia que el Proyecto de Trabajo de Grado: **ACTUALIZACIÓN TECNOLÓGICA DEL SISTEMA DE CONTROL EN LA CINTA TRANSPORTADORA DE LA PRENSA SACMI PH2590 DE LA PLANTA GRES GUACARA DE CERÁMICA CARABOBO** ha sido revisado y, cumpliendo con los requisitos exigidos para su aprobación, recomiendan su tramitación ante el organismo académico correspondiente.

Ing. Gerson Sánchez

Tutor académico

Firma

14/03/2021

Fecha

Ing. Alicia de Pizzella

Tutor metodológico

Firma

20-3-2021

Fecha



FI-E-010-2021-1CR (IG)

Valencia, 21 de julio de 2021

Ciudadano:
Calderelli Colmenárez, Isabella Estafanía.
C.I. 28.025.761
Presente-

Cumplo con informarle que la Comisión de Trabajo de Grado y Pasantías de la Facultad de Ingeniería en su reunión N° 02-2021 de fecha 25-05-2021 aprobó el proyecto de Pasantía titulado **PROPUESTA PARA LA INCORPORACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL DE PESO EN LA LÍNEA NRO. 02 DH 115 DE LA EMPRESA ALIMENTOS DIFRESCA C.A.**, presentado por usted (es) como requisito para optar al título de Ingeniero Electrónico.

Se ratifica la designación del Msc. José Pérez C.I: 8.829.908 como Tutor Académico que lo asesorará en el desarrollo de este proyecto.

Ateftamente,


Dr. Francisco Gelanz Sevilla.
Decano



c.c. Coordinación de Pasantías y Trabajo de Grado (1).

GF/aa

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	Pg
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
ÍNDICE DE TABLAS	xi
RESUMEN.....	xiii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO	
I. LA EMPRESA	3
1.1. Descripción de la empresa	3
1.1.1 Ubicación	4
1.1.2. Visión.....	4
1.1.3. Misión	4
1.1.4. Políticas.....	4
1.1.4.1 Política Integrada de la Calidad, Inocuidad de los Alimentos, Seguridad y Salud Laboral.	4
1.2. Reseña Histórica de la Empresa.....	5
1.3. Estructura Organizativa de la Empresa.....	8
1.4. Descripción del Departamento.....	9
1.5. Descripción General Del Proceso Productivo.....	11
1.6. Descripción del Producto	12
II. EL PROBLEMA	14
2.1. Planteamiento del Problema.....	14
2.1.2 Formulación del Problema	18
2.2. Objetivos de la Investigación	18
2.2.1 Objetivo General	18
2.2.2 Objetivos Específicos.....	18
2.3 Justificación de la Investigación	19
2.4 Alcance de la Investigación	20
2.5 Limitaciones de la Investigación.....	21

III. MARCO TEÓRICO.....	22
3.1. Antecedentes de la investigación	22
3.2. Bases teóricas	26
3.2.1. Teoría de sistemas	26
3.2.2 Control de procesos.....	28
3.2.3 Sistema de Control	28
3.2.4 Producción/Línea de Producción.	30
3.2.5. Mejoras	30
3.2.6. Lata	31
3.2.7 Eficiencia	32
3.2.8 Automatización Industrial.....	33
3.2.8 Controlador Lógico Programable (PLC).....	33
3.2.8.1 Arquitectura de un PLC	34
3.2.8.2 Lenguajes de programación de un PLC	36
3.2.9. Protocolos de Comunicación	38
3.2.10. Controlador PID.....	38
3.2.11. Sensor.....	40
3.2.11.1 Características y especificaciones de los sensores	41
3.2.11.2 Sensores de contacto	42
3.2.11.3 Sensores sin contacto	43
3.2.11.4 Sensores de proximidad inductivos.....	44
3.2.11.5 Sensores de proximidad capacitivos	45
3.2.11.6 Sensores de proximidad ultrasónicos	46
3.2.11.7 Sensores fotoeléctricos.....	47
3.2.12. Celda de carga.....	49
3.2.12.1 Características de las celdas de carga.....	49
3.2.12.2 Tipos de celdas de carga	50
3.2.13. Encoders.....	54
3.2.13.1 Tipos de encoders.....	54
3.2.14. Servomotores	57
3.2.14.1 Tipos de servomotores	59
3.2.15. Factibilidad, económica y financiera	60

3.2.15.1. Tasa Interna de Retorno (TIR).....	60
3.2.15.2. Flujo de Efectivo.....	62
3.2.15.3. Análisis Costo-Beneficio	62
3.2.15.4. Valor Residual.....	63
3.2.15.5. Proyección de beneficios	64
3.2.15.6. Valor Actual Neto (VAN).....	64
3.3 Bases legales	65
3.4. Definición de términos básicos.....	68
IV. FASES METODOLÓGICAS	70
4.1. Fases Metodológicas	70
V. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS	72
5.1. Recursos Humanos.....	72
5.2. Recursos Materiales	72
5.3. Recursos institucionales.....	72
5.4. Recurso de Tiempo	73
VII. RESULTADOS.....	74
6.1. Fase I. Diagnosticar la situación de la Línea Nro. 02 DH 115, con respecto a la eficiencia de producción actual.....	74
6.1.1. Descripción de la Línea Nro. 02 DH 115, con respecto a la eficiencia de producción actual.	74
6.1.2. Análisis de las causalidades que están afectando a la Línea Nro. 02 DH 115 de la empresa Alimentos DIFRESCA C.A, con respecto a la eficiencia de producción actual.	91
6.2. Estudiar las variables y parámetros asociados al sistema de producción de la línea 02 para usarlas como criterio de selección del equipo.....	96
6.2.1. Evaluar y seleccionar los elementos adecuados para la incorporación de un sistema de control de peso a la Línea Nro. 02 DH 115, para posteriormente llevar a cabo la descripción de la propuesta con todos los elementos que conforman la misma.	96
6.3. Describir de los procedimientos y acciones necesarias para que se lleve a cabo la incorporación del sistema de control de peso en la Línea 02 DH 115 de la empresa Alimentos DIFRESCA C.A.	104
6.3.1 Elementos de la propuesta.....	109
6.3.1.1. Controlador Lógico Programable Siemens SIMATIC S7-300	109

6.3.1.2 Módulo de expansión CP 343-1.....	110
6.3.1.3. Fuente de Alimentación SIMATIC S7-300	110
6.3.1.4. Controlador Siemens SINAMICS S120.....	111
6.3.1.5. Módulo de Poder SINAMICS S120.....	111
6.3.1.6. Motor SIMOTICS 1FT7	111
6.3.2. Cálculo de Parámetros del Proceso.....	112
6.3.3. Simulación en Matlab	113
6.3.5. Esquema Electrónico.....	124
6.4. Determinar la factibilidad económica y técnico-operativa de la propuesta de incorporación de un sistema de control de peso en la Línea 02 DH 115 de la empresa Alimentos DIFRESCA C.A.	127
6.4.1. Definición de los recursos requeridos para desarrollar la incorporación de un sistema de control de peso en la Línea 02 DH 115 de la empresa Alimentos DIFRESCA C.A.....	128
6.4.1.1. Factibilidad Operativa.....	128
6.4.1.2. Factibilidad Material	128
6.4.1.3. Factibilidad Tecnológica.....	128
6.4.1.4. Factibilidad Económica.....	128
6.4.2. Determinación del beneficio esperado resultante de la proyección de incorporación de un sistema de control de peso en la Línea 02 DH 115 de la empresa Alimentos DIFRESCA C.A.	130
6.4.3. Calculo y análisis de la razón costo beneficio resultante de la proyección de aplicación de la propuesta.....	132
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	139
Conclusiones	139
Recomendaciones.....	141
REFERENCIAS.....	142

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	Pg
1. Logotipo de la compañía Alimentos DIFRESCA C.A	3
2. Estructura Organizacional de Alimentos DIFRESCA C.A.	9
3. Organigrama del Departamento de Mantenimiento y Servicios Generales de la empresa Alimentos DIFRESCA C.A.....	10
4. Proceso productivo del jamón endiabado.	12
5. Diablitos Underwood en su presentación de 115 gramos.	13
6. Esquema de un sistema de producción.	28
7. Esquema básico de un sistema de control.	29
8. PLC Siemens S7-300	34
9. Estructura básica de un controlador lógico programable	36
10. Lenguaje Escalera para la programación de un PLC.	37
11. Lenguaje de bloques para la programación de un PLC.....	37
12. Lista de instrucciones para la programación de un PLC.....	38
13. Diagrama de bloques de un Controlador PID.	39
14. Sensor de contacto analógico LEGO	42
15. Sensor sin contacto PSC-360.	43
16. Sensor de proximidad inductivo.	45
17. Sensor de proximidad capacitivo.	46
18. Sensor de proximidad ultrasónico.....	47
19. Sensor fotoeléctrico Serie BJ.	48
20. Celda de carga de un único punto.	51
21. Celda de carga de acero inoxidable compactas de alta precisión Tipo S.....	52
22. Celda de carga de compresión Sentronik RLC	52
23. Celda de carga tipo barra Digiweigh 4KLC.....	53
24. Celda de carga doble apoyo.	54
25. Encoder óptico PRI-50AR8LTP-1000Z	55
26. Encoder lineal Temposonics	55
27. Encoder de cuadratura.....	56

28. Encoder incremental.....	56
29. Encoder incremental.....	57
30. Servomotor.....	59
31. Diagrama de la Planta DH de la empresa Alimentos DIFRESCA C.A.	75
32. Diagrama del área de envasado de la Planta DH de la empresa Alimentos DIFRESCA C.A.....	75
33. Llenadora SIMA 02 de la Línea 02 115 de la empresa Alimentos DIFRESCA C.A.	76
34. Tapadora SIMA 02 de la Línea 02 115 de la empresa Alimentos DIFRESCA C.A.	77
35. Lavadora de latas de la Línea 02 115 de la empresa Alimentos DIFRESCA C.A.	78
36. Bus de descarga de la Línea 02 115 de la empresa Alimentos DIFRESCA C.A.	79
37. Puesto de medición de peso actual.....	79
38. Manivela de control de peso de llenadora SIMA 02.....	80
39. Flujograma de procesos de la Línea 02 DH 115.....	81
40. Gráfico de las toneladas y horas hombres empleadas en revisión de producto.	89
41. Diagrama Causa Efecto.....	92
42. Diagrama de Pareto.	95
43. Diagrama de la incorporación de un checkweigher a la Línea 02 DH 115.....	105
44. Zona de la línea 02 DH 115 donde se pretende colocar el checkweigher.....	106
45. Diagrama de las partes de un equipo chequeador de peso.	106
46. Diagrama de Flujo.....	108
47. Especificaciones de Hardware del PLC utilizado.	110
48. Script de los parámetros del motor escogido.	113
49. Diagrama de bloques del motor escogido.	114
50. Curva de posición angular del motor.	114
51. Curva de velocidad angular del motor.	115
52. Script de los datos del motor utilizado.....	116
53. Diagrama de bloques del servomotor utilizado.....	117
54. Script de los datos del servomotor utilizado.	117
55. Curva de posición angular del servomotor.....	118

56. Curva de velocidad angular del servomotor.....	119
57. Programación (Parte 1).	120
58. Programación (Parte 2).	120
59. Programación (Parte 3).	121
60. Programación (Parte 4)	121
61. Programación (Parte 5)	122
62. Programación (Parte 6)	122
63. Programación (Parte 7)	123
64. Programación (Parte 8)	123
65. Programación (Parte 9)	124
66. Programación (Parte 10)	124
67. Programación (Parte 11)	125
68. Programación (Parte 12)	125
69. Programación (Parte 13)	126
70. Programación (Parte 14)	126
71. Esquema Electrónico de la propuesta	127

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA	Pg
1. Normas COVENIN para el Jamón Endiabado.....	¡Error! Marcador no definido.
2. Cronograma de Actividades – Diagrama de Gantt.	73
3. Parámetros para el control de peso de la empresa Alimentos DIFRESCA C.A.	80
4. Porcentaje de retenciones por sobre peso y bajo peso respecto al total de retenciones.	82
5. Productos retenidos en el mes de mayo	82
6. Productos retenidos en el mes de julio.....	83
7. Productos retenidos en el mes de agosto.....	84
8. Productos retenidos en el mes de septiembre.....	84
9. Productos retenidos en el mes de octubre.	85
10. Productos retenidos en el mes de noviembre.	85
11. Productos retenidos en el mes de diciembre.	86
12. Resultados del estudio de control de peso.....	87
13. Toneladas retenidas y horas hombres invertidas en reproceso en el año 2020.	88
14. Reporte de producción de DH 115 en el período enero-junio 2020.	89
15. Reporte de producción de DH 115 en el período julio-diciembre 2020.	90
16. Resultados obtenidos del reporte de producción del año 2020.	90
17. Frecuencia de repetición de las variables del diagrama causa efecto	93
18. Parámetros de funcionamiento preexistentes asociados al sistema de producción de la línea 02 DH 115.	97
19. Criterios para la selección del chequeador de peso.....	98
20. Caracterización del producto (1).....	101
21. Caracterización del producto (2).....	102
22. Caracterización del producto (3).....	103
23. Acciones y procedimientos para la incorporación del sistema de control de peso en la Línea 02 DH 115 de la empresa Alimentos DIFRESCA C.A.	104
24. Entradas y salidas del PLC.....	107
25. Costos de Recursos a utilizar-expresado en USD (\$)	129

26. Resultados del estudio de control de peso.....	130
27. Flujo del Proyecto	134
28. Valor de la Tasa Interna de Retorno (TIR)	135
29. Valor Actual Neto (VAN).....	135
30. Razón beneficio-costo del proyecto.....	136
31. Flujo del Proyecto (2).....	137
32. Razón beneficio-costo del proyecto (2).	137



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE ELECTRÓNICA**

**PROPUESTA PARA LA INCORPORACIÓN DE UN SISTEMA DE
CONTROL DE PESO EN LA LÍNEA NRO. 02 DH 115 DE LA EMPRESA
ALIMENTOS DIFRESCA C.A.**

Autor: Caldarelli C. Isabella E.

Tutor: Ing. José Pérez.

Fecha: Marzo 2021

RESUMEN

El presente proyecto de investigación se deriva de la problemática existente en la empresa Alimentos DIFRESCA, C.A., en el control de peso de su producto envasado “Diablitos Underwood”, ya que dicho proceso se realiza de manera manual al no contarse con un sistema automatizado y confiable, lo que trae como consecuencia que los productos fuera de la tolerancia del peso preestablecida circulen al mercado, generando reclamos y regalías para la empresa, que incluyen pérdida de la lata y producto, así como tiempo trabajo-hombre destinado al reproceso de este. En consecuencia, el objeto de estudio tiene como objetivo general proponer la incorporación de un sistema de control de peso asociados a la Línea Nro. 02 DH 115 de la empresa Alimentos DIFRESCA C.A., por medio de la selección de la mejor alternativa que se adapte a la fabricación de las latas de diablitos en su presentación de 115 gramos, que permita el aumento de la eficiencia de producción de productos terminados. En tal sentido, el proyecto de investigación está enmarcado dentro de la modalidad de proyecto factible, bajo los lineamientos de una investigación de campo de nivel descriptivo, con técnicas de recolección de datos basadas en la observación directa y entrevista no estructurada.

Palabras clave: Control de peso, Automatización, Controlador Lógico Programable (PLC), Eficiencia.

INTRODUCCIÓN

Toda organización de excelencia se caracteriza por cumplir estrictamente con el control de calidad de sus productos, con el fin de garantizar a sus clientes productos y servicios que cumplan con todas las garantías de seguridad o de fabricación que se esperan del mismo, brindándoles a su vez la certeza de que están utilizando productos que ha sido evaluados en todas sus etapas de acuerdo con normativas vigentes y actualizadas. En tal sentido, y teniendo en cuenta que, con el crecimiento industrial, cada vez se cuenta con entornos más exigentes donde se requiere un seguimiento exhaustivo de las operaciones, productos y servicios, es crucial contar con un buen sistema de control de calidad, entre ellos, un sistema de control de peso preciso, pues representa el soporte principal donde se unirán todos los demás aspectos que impactan en un producto o servicio.

Actualmente, muchas empresas alrededor del mundo están tomando rigurosas medidas para cumplir a cabalidad con los estándares establecidos de peso durante el proceso de producción, y para ello, han debido adaptarse a múltiples cambios tecnológicos para mantener su nivel de competitividad, por ende, debieron introducir sistemas de automatización industrial de nueva generación en sus centros de trabajo en orden de obtener procesos productivos más fiables y eficientes.

En Venezuela, muchas de las empresas dedicadas a la producción y distribución de alimentos no cuentan con sistemas de medición de peso actualizados y automáticos que a su vez cuenten con poca presencia de obra humana en orden de fomentar una mayor eficiencia de producción, tal es el caso de la empresa Alimentos DIFRESCA C.A., la empresa venezolana que acoge al famoso producto “Diablitos Underwood”. En efecto, dentro de esta, se tiene un proceso manual de control de peso donde, debido a la considerable presencia de error humano, se manejan considerables pérdidas de producto y lata y horas-hombre invertidas en el reproceso de producto, por lo que se requiere de la existencia de maquinaria tecnológicamente actualizada, como lo son los equipos automatizados de control de peso, y esta última parte se relaciona directamente

con el objeto de estudio, el cual propone la incorporación de un sistema de control de peso en la Línea Nro. 02 DH 115 para la empresa Alimentos DIFRESCA C.A que permita el aumento de la eficiencia de producción de productos terminados.

Con lo previamente establecido, el presente informe de pasantías está dividido en cinco capítulos, con el fin de cumplir las normativas establecidas por la Universidad José Antonio Páez, estos capítulos se describen a continuación:

Capítulo I: Donde se describe la empresa, su misión, visión, sus políticas e historia, y a su vez se describe el departamento donde se realizará el estudio, su proceso productivo y los productos derivados del mismo.

Capítulo II: Referido al problema en cuestión, y abarca su planteamiento, que expone detalladamente la problemática a estudiar durante el curso de la investigación, sus objetivos generales y específicos, cuya misión es solventar el problema existente, la justificación, que aporta credibilidad al problema, y el alcance y limitaciones que se presentan para su desarrollo.

Capítulo III: Llamado Marco Teórico, en dicho capítulo se sustentan las bases de la investigación, pues se analizan los antecedentes del proyecto, las bases teóricas y bases legales que sustentan el trabajo de investigación, y a su vez se contempla la definición de los términos básicos que conforman el trabajo de investigación.

Capítulo IV: Referido a las fases metodológicas que se deben cumplir para la culminación exitosa del trabajo de investigación, las cuales, aunque fueron formuladas previamente en el capítulo II, en el Capítulo IV se establece minuciosamente qué pasos se deben de cumplir en orden de obtener los resultados esperados.

Capítulo V: Llamado Aspectos Administrativos, este capítulo se refiere a los recursos y el tiempo destinados al desarrollo y ejecución del proyecto.

CAPÍTULO I

LA EMPRESA

1.1. Descripción de la empresa

La empresa Alimentos DIFRESCA, C.A. se dedica al desarrollo, producción y comercialización de productos alimenticios inocuos tales como: jamón endiablado, salsas para pasta, pasta fresca, entre otras, siendo la representante en Venezuela de la famosa marca a nivel mundial “Diablitos Underwood”. El signo gráfico que identifica a la empresa puede observarse en la Figura 1.

La planta presenta una superficie aproximada de 90.000 m², donde se cuenta con tres estacionamientos, ocho almacenes, cuatro laboratorios y una serie de talleres de mantenimiento, herrería y electricidad, además de un complejo deportivo, servicio médico, áreas verdes y una planta de tratamiento para aguas residuales.

En la actualidad, en la empresa se mantiene una población activa de trabajadores, distribuidores en administrativos y operativo con alta ética profesional que se mantiene en constante actualización por medio de cursos, capacitaciones y entrenamientos, con el objetivo principal de adaptarse a los cambios y nuevos retos tecnológicos, los cuales son de vital importancia para la subsistencia de la empresa.



Figura 1. Logotipo de la compañía Alimentos DIFRESCA C.A.

Fuente: <https://criollitosdevenezuela.org/aliados.html>

1.1.1 Ubicación

Alimentos DIFRESCA C.A. actualmente se encuentra localizada en la Carretera Nacional Cagua-Villa de Cura, en la Zona Industrial Las Vegas, Cagua, Aragua.

1.1.2. Visión

Ser la compañía de alimentos líder, en la manufactura de productos inocuos, con calidad, nutritivos e innovadores, en todas las categorías y segmentos donde estemos presentes, para satisfacer a nuestros clientes y consumidores.

1.1.3. Misión

La empresa Alimentos DIFRESCA, C.A. se preocupa por:

- Exceder las necesidades de los consumidores y clientes a través de la producción, comercialización y distribución de productos inocuos, con calidad, innovadores y de alto valor agregado, siendo rápidos y flexibles.
- Generando beneficios a nuestros trabajadores, contribuyendo a su crecimiento y desempeño profesional.
- Asegurando la rentabilidad deseada por nuestros accionistas y contribuyendo a mejorar la calidad de vida de nuestras comunidades y el medio ambiente.

1.1.4. Políticas

1.1.4.1 Política Integrada de la Calidad, Inocuidad de los Alimentos, Seguridad y Salud Laboral.

Alimentos Difresca, C.A está orientada a desarrollar, producir y comercializar productos alimenticios inocuos, con el fin de satisfacer a sus clientes y consumidores fundamentados en cumplir con los objetivos de:

- Generar innovación.
- Promover el compromiso para el cumplimiento de las Buenas Prácticas de Fabricación (BPF) y anticiparnos a cualquier riesgo o peligro, a través de la implementación de los programas prerrequisitos y principios HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Points).

- Garantizar el desarrollo de nuestra gente a través de su capacitación y adiestramiento.
- Mantener una comunicación fluida e interactiva, tanto interna como externa, que permita dar respuesta a las demandas de información relativas al Sistema de Gestión de Seguridad Alimentaria.
- Cumplir con las leyes, reglamentos, normas y procedimientos relacionados con la inocuidad y calidad de los alimentos, seguridad y salud en el trabajo.
- Prevenir Incidentes, accidentes y enfermedades ocupacionales.
- Promover la participación de las personas, que laboran en la empresa.
- Garantizar los recursos financieros para la ejecución de los programas de calidad e inocuidad de los alimentos, seguridad y salud en el trabajo.
- La responsabilidad social con nuestras comunidades cercanas.
- El respeto al medio ambiente.

La empresa cuenta con el recurso humano calificado y compromiso para lograr y mantener un Sistema de Gestión de la Calidad y lograr el éxito de la organización.

Es responsabilidad del cumplimiento de esta política de todo el personal que labora en la organización y se encuentra disponible para todas las partes interesadas.

1.2. Reseña Histórica de la Empresa

La Historia de los productos Underwood se remonta al año 1822, es decir, hace 179 años, cuando un Ingles llamado William Underwood estableció un pequeño negocio de condimentos en el muelle “Russia” de la Ciudad de Boston, Estados Unidos.

El primer producto Underwood envasado fue Mostaza, luego continuó con Ketchup, Mermelada y Encurtidos que los despachaba a varios países en frascos de vidrio estos envases eran elaborados en Boston por las primeras y pequeñas fábricas que se establecieron en esa ciudad.

En el año 1836, los proveedores de frascos no podían cumplir con las necesidades de producción, lo cual obligo al Sr. Underwood a envasar la mayor parte de los

productos en latas.

El negocio crecía a pasos agigantados, parte de los despachos se hacían en carretas que iban hacia el oeste. Se agregaron a la lista otros productos como ostras, langosta y caballa (Pescado). El Sr. Underwood muere en el año 1864, época en la cual los productos tenían un altísimo volumen de venta ya que la Compañía los suministraba a los estados que pregonaban la unión durante la guerra civil. En el año 1868, los hijos de William Underwood comenzaron a experimentar con un nuevo producto formulado con Jamón mezclado con finas especias. El proceso de preparar y cocinar el jamón era nuevo, pero lo mejor de todo, el sabor era único. Así nació el Diablitos Underwood.

En el año 1870 la Compañía recibió la patente del logotipo del Diablitos. Posteriormente, en el año 1895 publicidad mostrando la figura del Diablitos comenzó a ser difundida nacionalmente en toda la unión americana. A su vez, en el año 1896 (Hace 120 años) llega el primer embarque de Diablitos Underwood a Venezuela, el general Joaquín Crespo quien era un frecuente consumidor de Diablitos se encontraba en su segundo período de gobierno.

Una de las razones que influyó para que el producto llegará a Venezuela fue que el embajador de Estados Unidos para la época era nativo de Boston y que el presidente Crespo había visitado ese país, por lo que ambos habían consumido el producto antes de que llegará el primer envío a Puerto Cabello, el cual era transportado en carretas hasta Valencia y de ahí en Ferrocarril hasta Caracas donde se vendía en los abastos.

Lo que para los caraqueños de fines del siglo pasado fue algo sorprendente: un nuevo sabor, que hacía variadas sus comidas; se ha convertido en un producto líder, que año tras año ha sabido mantener esa gran aceptación que conquistó desde el primer momento. La Arepa fue el gran aliado que hizo que el producto se convirtiera en plato típico nacional.

El Diablitos es el primer producto alimenticio en ser registrado en el Ministerio de Sanidad de Venezuela.

Como prueba del éxito, de 13 mil cajas de Diablitos que se vendían en 1949, se pasa a vender 175 mil en 1960, evidenciando de esta manera, no sólo el potencial del

mercado venezolano, sino también la preferencia y calidad del producto.

Dado el éxito arrollador y el crecimiento sostenido de la marca, en julio de 1960 se funda Diablitos Venezolanos, C.A. DIVECA (Hoy General Mills de Venezuela, C.A.), una excelente iniciativa de inversión cuya meta es conquistar y mantener, con calidad e innovación, un mercado lleno de retos y de oportunidades. En febrero de 1961 es inaugurada oficialmente la planta de Diablitos Venezolanos, C.A. en Cagua, Estado Aragua, y se supera en forma satisfactoria la transición de importar, para producir localmente. Esto demuestra la capacidad del personal venezolano, tanto gerencial como tecnológicamente, para familiarizarse con un proceso de producción que implica nuevos equipos y sistemas.

La continua demanda del mercado significa para la empresa el reto de crecer y renovarse con los últimos avances de la tecnología alimenticia. Para ello se han realizado continuamente trabajos de ampliación y modernización, que abarcan a todos los Departamentos y Dependencias de la empresa. Estas acciones, tienen como finalidad mantener un proceso productivo totalmente hermético e higiénico, que garantice la calidad de los productos. Es así como Diablitos Underwood obtiene, desde 1987, el Sello de Calidad NORVEN. Diablitos es el único Jamón Endiablado con Marca NORVEN.

En el año 1995 la firma Pillsbury Company de Minneapolis USA adquirió la Compañía Diablitos Venezolanos, C.A., quien cambio su razón social a Pillsbury de Venezuela, C.A.

En Julio del año 1998 la Compañía instaló una moderna planta para la producción de pasta fresca: Raviolis, Tortellinis, Agnolottis, Fagottinis Marca Frescarini, envasados en empaques plásticos termoformados. En el mes de septiembre del 99 se incluyó una línea para la producción de Ñoquis.

Pillsbury de Venezuela, C.A. como una contribución al ambiente y a la comunidad, también tiene en funcionamiento una moderna planta de tratamiento de aguas residuales, considerada como una de las más grandes y eficientes del país, dando cumplimiento al ordenamiento legal vigente, sobre saneamiento de las aguas

industriales que van a dar al Lago de Valencia. Devolvemos a la naturaleza limpia las aguas que utilizamos en el proceso productivo.

En el año 2000 General Mills adquiere la Compañía Pillsbury Company lo cual abre grandes expectativas para la empresa a corto y mediano plazo.

En el año 2016 Lengfeld Inc. adquiere General Mills de Venezuela, C.A., cambiando su razón social a Alimentos Difresca, C.A., a partir del 01 de agosto del 2016.

La Marca Underwood es la marca registrada más antigua en uso en los Estados Unidos y en el mundo. Hoy 133 años después de desarrollado el producto continúa con su tradicional calidad y sabor.

1.3. Estructura Organizativa de la Empresa

Según Robbins (2015), la estructura organizativa de una empresa se define como “la distribución formal de los empleos dentro de una organización, proceso que involucra decisiones sobre especialización del trabajo, departamentalización, cadena de mando, amplitud de control, centralización y formalización” (p.234). La estructura organizativa se presenta a través de un organigrama horizontal donde sus líneas de autoridad tienen su dirección de izquierda a derecha. Alimentos Difresca, C.A cuenta con una estructura organizativa para la gerencia general la cual es representada por un gerente general, subordinado por gerentes de administración y finanzas, producción, ventas, mercadeo, Trade Marketing, recursos humanos, compras, innovación y PCP (Prevención, protección y control de pérdidas). A continuación, para su mejor apreciación se presentan el organigrama respectivo en la figura 2.

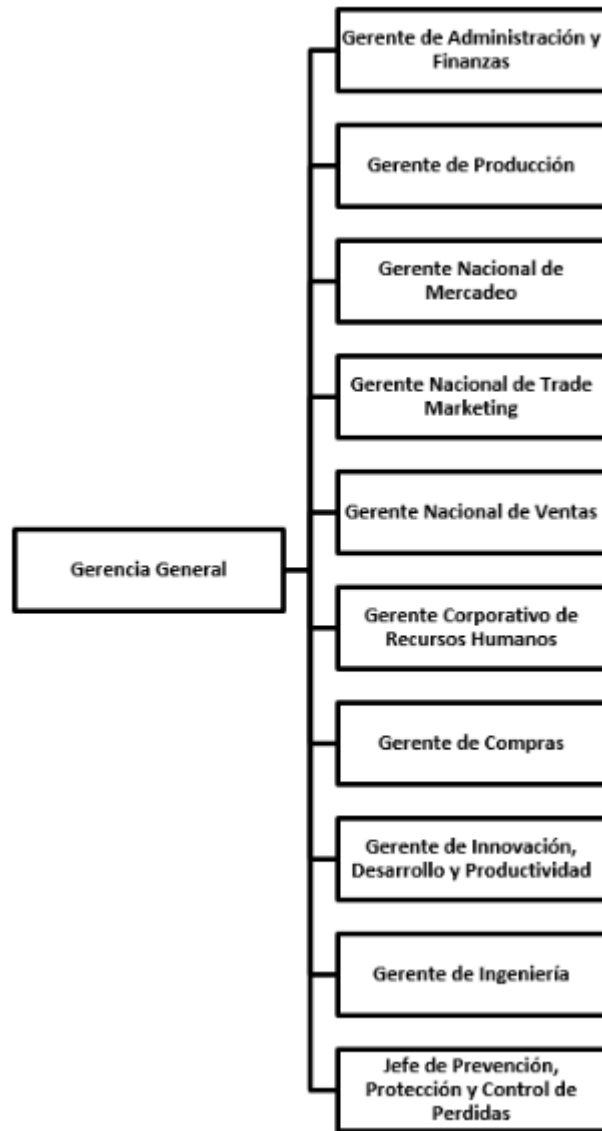


Figura 2. Estructura Organizacional de Alimentos DIFRESCA C.A.
Fuente: Departamento de Recursos Humanos de la empresa Alimentos Difresca C.A.

1.4. Descripción del Departamento

El departamento de Mantenimiento y Servicios Generales perteneciente a la empresa Alimentos Difresca, C.A. es el encargado de la operatividad y buen funcionamiento de los equipos que conforman la planta. Se encuentra regido por su Jefe de Mantenimiento, luego se ramifica hacia los coordinadores de servicios

generales, mantenimiento general y potencia y control, posteriormente, los supervisores, planificadores y especialistas en mantenimiento. Los subordinados de los supervisores se desglosan entre los mecánicos, instrumentistas, electricistas, torneros, herreros y operadores, provistos a su vez de sus respectivos talleres: un taller de instrumentación y electricidad, taller de mecánica, taller de herrería, taller de envasado, calderas, refrigeración, entre otros.

Así mismo, el taller de instrumentación y electricidad esta dispuestos para los técnicos de la misma área mencionada, los cuales se encargan de llevar a cabo las acciones correctivas ante las posibles fallas eléctricas y electrónicas que se presenten, con el fin de evitar que la empresa no detenga la producción. Con un mantenimiento preventivo y correctivo eficiente, no se rompe la meta de producción establecida por la gerencia de planta. El departamento de mantenimiento es dirigido por el Ingeniero Simón Guevara, y a su cargo se tienen 22 trabajadores con sus diferentes roles, su organigrama se puede apreciar en la figura 3.

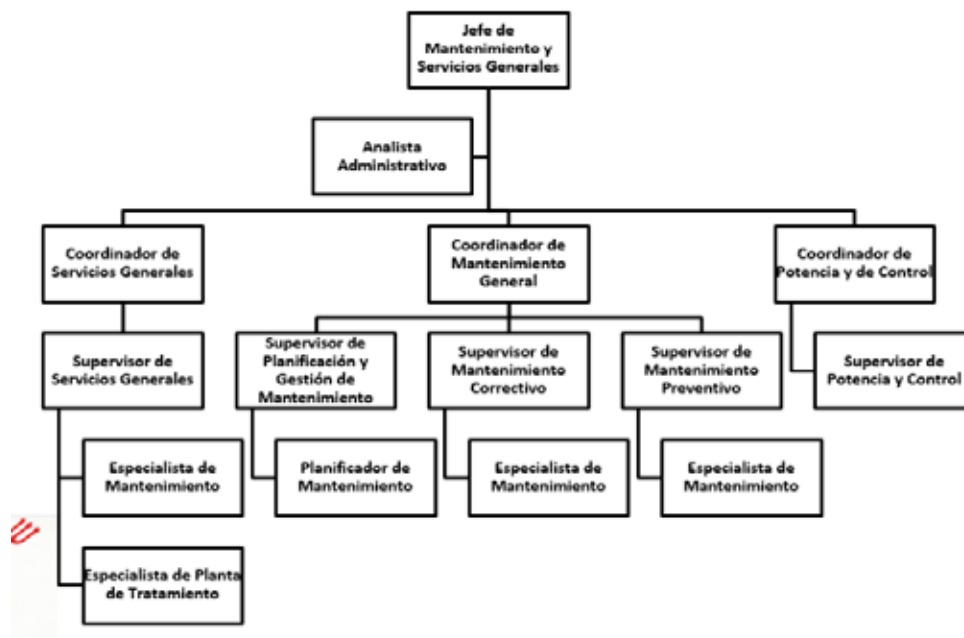


Figura 3. Organigrama del Departamento de Mantenimiento y Servicios Generales de la empresa Alimentos DIFRESCA C.A.

Fuente: Departamento de Recursos Humanos de la empresa Alimentos Difresca C.A.

1.5. Descripción General Del Proceso Productivo

El proceso productivo del jamón endiablado en sus presentaciones enlatadas de 54 y 115g comienza cuando los perniles y espaldas de cerdo, son recibidos diariamente provenientes de mataderos funcionando bajo las normas higiénicas y la supervisión directa de los funcionarios del Ministerio de Sanidad y Asistencia Social.

Después de pesada, la carne se enfría hasta alcanzar una temperatura inferior a 7°C.

La carne fría es despostada (separación de carne y hueso), luego es inyectada con una salmuera de curación y dejada reposar durante 24 horas. Esta carne curada y reposada se pre-cocina en autoclaves a una temperatura de 117°C por 10 minutos y pasa a las mesas de reposo donde luego a medida que corre el proceso productivo es pesada para pasar a molienda.

Ya molida esta carne pasa a las mezcladoras, y se inicia el proceso de mezclado y calentamiento del producto, donde se debe alcanzar una temperatura de 80°C, antes de ser envasada. Posteriormente, las latas llenas y tapadas pasan a las autoclaves donde son sometidas a un proceso de esterilización. Este tratamiento térmico hace que el producto sea comercialmente estéril.

Posteriormente las latas son lavadas externamente, etiquetadas y embaladas.

Durante todo el proceso se realizan análisis y pruebas que aseguran la inocuidad y la calidad del producto. Para una apreciación más completa, se observa gráficamente en la Figura 4.

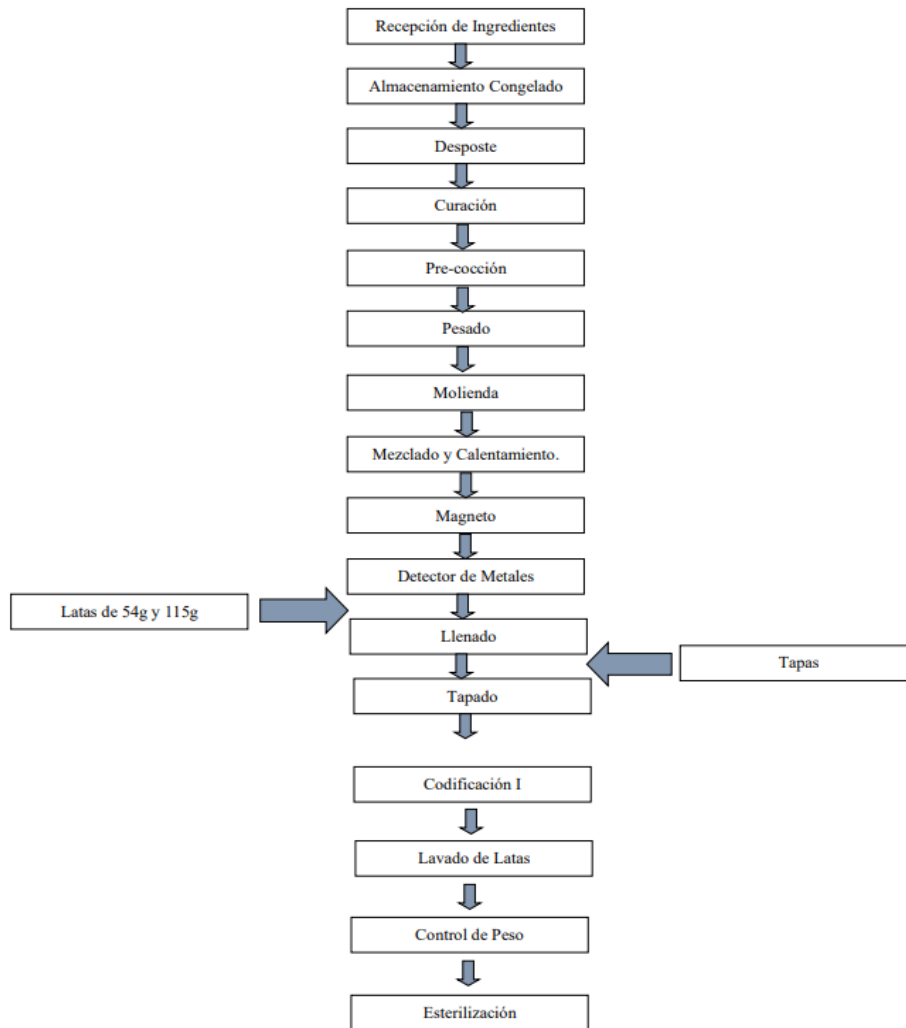


Figura 4. Proceso productivo del jamón endiabado.
Fuente: Departamento de Recursos Humanos de Alimentos DIFRESCA C.A.

1.6. Descripción del Producto

El jamón endiabado, en sus presentaciones enlatadas de 54 y 115 g, observándose esta última en la Figura 5, es un producto elaborado a base de carne de pernil y espalda de cerdo, curado, cocido, finamente molido, adicionado de especias, envasado en recipientes metálicos aprobados por la autoridad sanitaria competente, sometido a un tratamiento térmico que garantiza su esterilidad comercial, etiquetado y

embalado.

Vida útil: 3 (Tres) años bajo condiciones normales de ambiente.

Peso Neto: (54 y 115) g

Presentación: Latas cilíndricas de 54 g presentadas en paquetes plásticos de 48 latas. **Dimensiones de empaque:** 211 x 100,75.

Peso Bruto: 3,95 g. Latas cilíndricas de 115 g presentadas en paquetes plásticos de 24 latas.

Dimensiones de Empaque: 211 x 113.

Peso Bruto: 3,90 g.

Identificación por Lote: El código es colocado en la parte superior de la lata y corresponde a la fecha según calendario juliano (día y año), debajo del código aparecen unas letras DH que identifican el nombre del producto (Devil Ham), las iniciales del proveedor del envase y la hora (hora militar) de producción y la fecha de vencimiento.



Figura 5. Diablitos Underwood en su presentación de 115 gramos.

Fuente: <https://forpi.co/producto/diablitos-underwood-caja-de-12-unidades-de-115g/>

CAPÍTULO II

EL PROBLEMA

Una de las primeras acciones a realizar al iniciar una investigación es la identificación de la situación o dificultad a la que todavía no se le ha encontrado una solución.

Según Abreu (2012) la identificación del problema “es el paso más importante del método científico y se presenta como la etapa más complicada en la formulación de un estudio de investigación, esto es debido a la cantidad de variables correlacionadas que intervienen en el dominio de este. El nacimiento de un proyecto de investigación se origina en la identificación del problema, la explicación de los factores y componentes principales de éste y la exposición de las posibles dimensiones de estudio, es decir, nace con las acciones de identificación del problema y termina con la determinación de las dimensiones de estudio”.

En este marco, durante el presente capítulo se pretende presentar la situación en la que se desenvuelve el sistema de control de peso de la línea Nro. 02 DH 115 de la empresa Alimentos Difresca C.A.

2.1. Planteamiento del Problema

Actualmente, muchas naciones están tomando una mirada más de cerca a sus políticas de seguridad alimentaria y evaluaciones de parámetros como el peso del producto debido al aumento global de la calidad de los productos alimenticios. En tal sentido, al cumplir con los estándares establecidos durante el proceso de producción, se generan mejores resultados en la eficiencia de los procesos.

La medición de peso de alimentos proporciona información crítica sobre el contenido, la calidad y la seguridad, por ende, muchas empresas están cumpliendo con cabalidad con dicho proceso. Contar con la instrumentación adecuada permite a los

sectores de producción medir, controlar y monitorear todos los elementos de un sistema industrial con profundidad y gran exactitud, además de automatizar tales procesos y, a la vez, garantizar la repetibilidad de las medidas y resultados. Por otro lado, las pérdidas que puede causar hoy en día a una empresa un producto rechazado o retirado del mercado hacen que el control de calidad sea indispensable.

La empresa Alimentos Difresca C.A. se encuentra orientada a desarrollar, producir y comercializar productos alimenticios inocuos, como lo es el jamón endiablado “Diablitos Underwood” en sus dos presentaciones enlatadas (115 g y 54 g) y su presentación en aluminio. Dicha empresa está conformada por dos plantas operativas; la planta DH, que se encarga de la producción y procesamiento del jamón endiablado, y la planta Pasta Fresca, que abarca la producción de raviolis rellenos de carne, raviolis de cuatro quesos, entre otros productos de menor recurrencia en la empresa.

En la línea Nro. 02 DH 115, donde se procede a llenar y tapar las latas de diablitos en su presentación de 115 gramos, los productos enlatados son enviados a través de la banda transportadora hacia su codificación y lavado sin conocer si los mismos se encuentran dentro del rango de peso correspondiente a su salida al mercado, el cual debe encontrarse entre 115 y 117 g aproximadamente.

El procesamiento de la materia cárnica se realiza por lotes o batch, es decir, que el programa se ejecuta sin el control o supervisión directa del usuario que se denomina. En la empresa, de un lote de producto en su presentación DH 115 se pueden obtener cuatro canastas de producto, y el estudio de control de peso se realiza en función a este parámetro.

Actualmente el proceso completo de medición de peso de todas las presentaciones del producto es realizado por un operador, que toma una serie de latas de la línea y las pesa en una balanza electrónica una vez finalizado su proceso de codificado y lavado, previamente a que estas sean etiquetadas y distribuidas al mercado.

El operador debe seguir una serie de pasos en forma rutinaria para poder establecer el peso de las latas; primero toma diez unidades de la línea y las pesa una por una en una balanza electrónica, posteriormente escribe en un registro la hora del pesaje, el código juliano de producción, el subcódigo de la lata, el número de canasta, los pesos obtenidos, la inspección visual, las iniciales del operador o analista y las observaciones, donde se especifican los problemas de peso que se puedan producir durante el proceso de producción. En caso de que se presenten productos con sobre o bajo peso en una canasta, se suelen tomar más de diez mediciones de peso con el fin de estudiar cuantos separadores de la canasta manifestaron dicha problemática.

Los lotes que presenten valores superiores o inferiores del peso tolerado son retenidos para su revisión por parte del departamento de producción, donde se determina si el producto será reprocesado, destruido, o dirigido a otro destino, a partir del criterio de los supervisores de producción (método empírico).

La total inexistencia de un sistema de control de peso automático que verifique si dicho parámetro se encuentra dentro de los límites establecidos trae como consecuencia la presencia insostenible de error humano en la obtención de las retenciones por sobrepeso y bajo peso, originando que salgan al mercado productos con un peso fuera de la tolerancia establecida, que se encuentra entre 115 y 117 gramos, originando reclamos por parte de los clientes y pérdidas por regalías para la empresa.

Aunado a eso, anteriormente los productos con sobre o bajo peso eran destruidos y desechados, por lo que las pérdidas para la empresa abarcaban la lata y el producto. Desde abril del 2020 se empezó a implementar que los productos con sobre y bajo peso fueran otorgados como obsequios a los empleados, y se cumplía con ciertas condiciones contractuales. Sin embargo, a pesar de cumplir con dichas condiciones para los empleados y no tener que producir nuevamente el producto destinado a los obsequios, las retenciones de sobre peso y bajo peso permanecen en la producción de la empresa.

Sin embargo, más allá de que el sistema de medición de peso sea completamente mecánico, efectuado a partir de un mando del operador que, tras pesar los productos en

una balanza electrónica y encontrarse alguna regularidad en el peso, le indica al operario de la máquina llenadora si sube o baja la guía de la máquina a partir de una manivela, en el peso influyen muchas otras variables, y una de las mismas, en gran porcentaje, se encuentra asociada al mezclado.

A partir del mes de julio de 2020, el departamento de Calidad de la empresa empezó a discriminar las retenciones por sobre peso y bajo peso en función a sub-causas, con el fin de determinar la causa predominante dentro de dicha problemática y proponer acciones correctivas. Dichas sub-causas son: problemas de peso en el arranque, vaciado de la olla, fin de envasado, por agregado de mezcla, debido a la reología del producto, por sobre mezclado, durante el proceso, falla en la llenadora, pistones tapados, temperatura de mezclado, etc., factores que fueron determinados por el operador durante el proceso manual de control de peso.

En la empresa se tienen ocho mezcladoras, de las cuales cuatro corresponden a la mezcla de la presentación enlatada del jamón endiabado. Dichas mezcladoras tienen comportamientos distintos, pues reciben cerdo que tuvieron un proceso de cocción y montado de jamón diferente, además de que un operario es quien agrega las especias y ajusta la temperatura al producto para enviarlo al proceso de llenado. Lo anterior permite inferir que, al no tenerse un proceso automatizado en las mezcladoras, se cuenta con la presencia de un error humano significativo al no tenerse mezclas idénticas, sin tomar en cuenta que el porcentaje de grasa que lleva la mezcla también es agregado manualmente durante el proceso de molienda.

Por ende, al colocar un chequeador de peso, no se está lidiando con la causa raíz del problema, porque esta se debe a la fase de mezclado y fórmula de producto, sin embargo, su instalación permite sincerar las cifras de retenciones por sobre peso y bajo peso, lo que tiene una gran importancia si se pretende efectuar acciones correctivas.

Se pensaría que, para poder tener un proceso lo más íntegro y controlado posible, se tendría que controlar la capacidad del proceso, pero se debe considerar que en el mismo intervienen innumerables variables que no permiten que se tenga un margen amplio de aceptación, lo que sería distinto si se tuviera una línea continua de proceso.

A su vez, se debe tener en cuenta que, en primera instancia, la materia prima o carne no es estándar, y se podría contar con mezcladoras con características idénticas y aun así se encontrarían diferencias de peso del producto

Los problemas de peso implican grandes pérdidas para la empresa Alimentos DIFRESCA C.A., y si prevalece su permanencia en las cifras de retenciones de producto, se mantendrá el tiempo de retrabajo de este, por ende, si no se controla la situación, dicho parámetro incrementaría. Se debe tener en cuenta a su vez la condición país coyuntural, pues la inflación hace que se incremente el costo del producto, lo que implica mayores pérdidas a la empresa a menos que se encuentren soluciones a la problemática de control de peso.

2.1.2 Formulación del Problema

¿Cómo se lograría el aumento de la eficiencia de producción de la Línea Nro. 02 DH 115 de las latas de diablitos en su presentación de 115 gramos de la empresa Alimentos DIFRESCA C.A. con respecto a los niveles de calidad del producto terminado?

2.2. Objetivos de la Investigación

2.2.1 Objetivo General

Proponer la incorporación de un sistema de control de peso asociados a la Línea Nro. 02 DH 115 de la empresa Alimentos DIFRESCA C.A.

2.2.2 Objetivos Específicos

- Diagnosticar la situación de la Línea Nro. 02 DH 115, con respecto a la eficiencia de producción actual.
- Estudiar las variables asociadas al sistema de producción de la línea para usarlas como criterio de selección del equipo.
- Describir los procedimientos y acciones necesarias para que se lleve a cabo la incorporación del sistema de control de peso en la Línea 02 DH 115 de la empresa Alimentos DIFRESCA C.A.

- Determinar la factibilidad económica y técnico-operativa de la propuesta de incorporación de un sistema de control de peso en la Línea 02 DH 115 de la empresa Alimentos DIFRESCA C.A.

2.3 Justificación de la Investigación

Por lo anteriormente descrito, se propone la incorporación de un equipo de control de peso en la línea Nro. 02 DH 115 de la Empresa Alimentos DIFRESCA C.A., que rechace el producto que se encuentre fuera de la banda de control, y que a su vez envíe una señal a un servomotor que se encargue de realizar un accionamiento mecánico y ajuste de peso automático a la máquina llenadora SIMA 02, evitando la salida al mercado de productos con sobre o bajo peso.

Sin embargo, al accionar la manivela de determinada manera con el fin de ajustar el suministro de la mezcla en las latas, ya sea con el servomotor o de manera manual, puede que se obtenga un peso normal en el control de peso del respectivo lote, pero posteriormente, al ingresar a la olla de la llenadora una mezcla con diferentes características, se arrojen problemas de sobre o bajo peso indiferentemente de que la posición de la manivela sea la misma, lo que afianza que el problema de sobre o bajo peso radica en gran manera, en el producto a enlatar. Como actualmente el proceso de medición se lleva de manera manual, durante el proceso de llenado y tapado no se tienen acciones correctivas de la mezcla, cómo estimar la densidad del producto, ni cómo prever si se tendrá bajo peso o sobre peso durante el proceso.

Por lo tanto, para combatir directamente los problemas de bajo peso y sobre peso durante el proceso, se propone realizar la caracterización del comportamiento de las mezclas, a partir de la incorporación de otro equipo de control de peso representado por un densímetro en la olla de la llenadora, estableciendo previamente un estudio de densidades del producto para obtener cuál sería la medida de densidad correcta para el proceso.

El fin de dicho estudio se basa en el diseño de una propuesta de un proceso indirecto de control de peso a partir del control de la densidad de la mezcla con el

autómata programable, considerando el densímetro como elemento primario de medición, de manera que de acuerdo con la medida censada se regule el servomotor. Si se obtiene, por ejemplo, que la densidad se encuentra entre los valores preestablecidos que representan un peso normal, no se tiene efecto en el servomotor, sin embargo, si la densidad se encuentra por encima o por debajo de los límites normales, se debe accionar el servomotor con una acción correctiva. De esta manera, no solo se sinceran las cifras de retenciones por sobre peso y bajo peso del producto, sino que se ataca directamente una de las causas-raíz de dicha problemática.

Actualmente se estima una tolerancia de 1% en la banda correspondiente al peso del producto, delimitando como peso normal la medida de los productos que se encuentren entre 115 y 117g. Según un estudio realizado con las cifras de las retenciones obtenidas por sobrepeso y bajo peso en el año 2020, durante el cual la producción fue irregular debido a la pandemia COVID-19, se estima una merma de más de una tonelada de producto, lo que equivale aproximadamente a 10.000\$ de dólares americanos de pérdida para la empresa en dicho año sin tomarse en cuenta las horas-hombre invertidas en el reproceso de la mezcla. Sin embargo, al haberse tenido una producción deficiente debido a las condiciones irregulares que imperaban en aquel momento, el departamento de producción estima que, en un año de producción normal, la merma sería considerable, pues no se cuenta con ningún mecanismo que corrija los problemas de peso en el producto.

Como la medición de peso se realiza mediante un operador, que ajusta manualmente la máquina llenadora SIMA 02 hasta alcanzar la banda fija de peso permitido, y a su vez no se tiene ningún elemento que estudie las características de la mezcla para atacar sus irregularidades antes de ser envasada, las pérdidas de tiempo de producción y de dinero son inevitables, lo que vuelve el proceso de control de peso poco confiable e ineficaz.

Por lo expuesto anteriormente, se justifica sin lugar a duda la presente propuesta.

2.4 Alcance de la Investigación

El presente informe será presentado al departamento de Mantenimiento y

Servicios Generales de la Empresa Alimentos Difresca C.A., el cual tomará en cuenta este informe para la elaboración, estructuración y puesta en marcha del proyecto, con el fin de aumentar la eficiencia de producción de productos terminados en las latas de “Diablitos” en su presentación de 115 gramos.

2.5 Limitaciones de la Investigación

El presente Informe de Pasantía se limitó a estudiar la incorporación de un sistema de control de peso a la Línea Nro. 02 DH 115 de la empresa Alimentos Difresca C.A., que contribuya al aumento de la eficiencia de producción de productos terminados. Se presentaron limitantes en la elaboración de este Informe de Pasantía, tales como:

No se contó con la información contable para la realización de este Informe de pasantía, lo que impactó significativamente su construcción, ya que al no tener dicha información se reflejó la información en unidades. No se obtuvo una visión global de la problemática ni de sus resultados, los cuales obligaron al pasante a adaptarse a la situación presentada y contribuyó a que se hable de unidades y no en términos monetarios.

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO

El marco teórico abarca todas las fuentes de consulta teórica que se disponen sobre el problema a investigar, permite prevenir errores en el estudio a realizar, suministra marco de referencias al investigador, y le ayuda a centrarse y elaborar las hipótesis de la investigación.

Balestrini (1998) establece que: “El marco teórico es el resultado de la selección de aquellos aspectos más relacionados con el cuerpo teórico-epistemológico que se asume, referidos al tema específico elegido para su estudio. De allí pues, que su racionalidad, estructura lógica y consistencia interna, va a permitir el análisis de los hechos conocidos, así como, orientar la búsqueda de otros datos relevantes”.

En este sentido, el marco teórico abarca todas las fuentes de consulta teórica que se disponen sobre el problema a investigar, permite prevenir errores en el estudio a realizar, suministra marco de referencias al investigador, y le ayuda a centrarse y elaborar las hipótesis de la investigación. El marco teórico se interrelaciona con la idea y el planteamiento del problema para acondicionar la información científica que existe sobre el tema de investigación.

3.1. Antecedentes de la investigación

En primer lugar, Esmeraldas (2019) realizó una investigación en la Universidad de las Fuerzas Armadas de Ecuador, como trabajo de titulación previo a la obtención de su título en ingeniería electrónica con mención en control y automatización, que se llamó: “**Diseño e implementación de un sistema automatizado para el proceso de pesaje y molienda de materia prima en la producción de alimentos balanceados**” aplicado a la planta procesadora de alimentos balanceados ALIGRANSUC, ubicada en el cantón Lago Agrio. El objetivo del proyecto se basó en el diseño e implementación de un sistema automatizado para el proceso de pesaje y molienda de materia prima en

la planta procesadora de balanceados ALIGRANSUC.

La automatización de las etapas de pesaje y molienda de la línea de la planta procesadora de alimentos balanceados ALIGRANSUC permitió aprovechar mejor los recursos como materia prima y consumo energético. En el proyecto se analizó la situación actual de la planta para identificar las variables que intervienen en las etapas de interés. A su vez, dotó a dichas etapas de pesaje y molienda de una arquitectura básica de un sistema automatizado, el cual además de integrarlas, permitió al operador contar con funciones de control de datos, alarmas definidas con el personal de la empresa, y a su vez, la implementación de equipos, donde se modificaron las estructuras mecánicas de las tolvas que intervienen en el pesaje y molienda, así como la realización de índices de rendimiento, para comparar la situación existente antes y después de la automatización.

Este trabajo de grado se consideró como antecedente debido a que se encuentra orientado al control de pesaje, y a su vez presentó dispositivos como sensores y actuadores incluidos en la arquitectura básica de un sistema automatizado, contando con un controlador lógico programable (PLC) al que se le integran funciones de control como entradas referenciales de peso de producto.

En segunda instancia se tiene también Salas Azuaje (2019) con su trabajo de grado titulado: **“Modelo de Automatización de la Línea Toddy. Caso Estudio: Grupo Polar/ Alimentos Polar Comercial Cereales Planta Valencia”**, elaborado con el fin de optar al título de Ingeniero Electricista de la Universidad Tecnológica del Centro. Guacara – Venezuela. Este trabajo tiene como objetivo general proponer el modelo de automatización de la línea Toddy en APC Cereales, por medio de un sistema de Despaletizado controlado por un PLC, para garantizarse la eficiencia en los niveles de producción de la empresa en estudio.

Esta investigación se desarrolló en el sector de producción de alimentos procesados, más específicamente en la línea de Toddy del área de productos achocolatados de la empresa APC Cereales (Planta Valencia), detectándose que en la planta en estudio existía una reducción de la productividad que afectaba la rentabilidad

de la misma, debido a que existía un proceso manual el cual limitaba su velocidad a un tope de no más 80 env/min, por lo que se planteó el desarrollo de un dispositivo eléctrico capaz de elevar la capacidad de procesamiento de envases vacíos y manejar de forma automática, soportado en la principal base teórica de “*Fundamentos de la técnica de automatización*” F. Ebel, S. Idler, G. Prede, D. Scholz (2008). La investigación es de tipo cuantitativa, positivista, aplicada, de campo, descriptiva, proyectiva, proyecto factible, transversal, y no experimental. La población fue el personal del Departamento de Producción, por ser menor a 30 es de tipo censal la muestra evaluada, con un nivel de validez 99,34% del instrumento de recolección de datos tipo encuesta no estructurada de donde se obtuvieron los principales hallazgos. Los objetivos de la investigación fueron:

Diagnosticar la situación de la línea de Toddy en APC Cereales, donde se determinó que la debilidad de mayor incidencia sobre el proceso fue la falta de un proceso automático de Despaletizado; procediéndose luego al análisis de las condiciones de funcionabilidad y disponibilidad de la línea, donde se determinaron las debilidades para luego analizarse y establecer los Factores Claves de Éxito que sirvieron de soporte al diseño del modelo de automatización de la línea. Tal modelo de automatización se basó en el establecimiento del planteamiento lógico y físico de la propuesta con respecto a los equipos y programas necesarios para la adecuación de la línea de estudio. Posteriormente, se determinó la factibilidad del modelo propuesto, que permitió establecer que la maquina diseñada aumentaría las ganancias para la empresa caso estudio ofreciendo un VAN de \$ 10.630.023.958, un TIR del 12135,5%, un valor residual de \$ 24.852.445.75 y costo beneficio de 16.610,09 lo cual indica la viabilidad del proyecto.

A su vez, se cuenta con el trabajo de grado a nombre de Pereira Oliveira y Araujo Gianfriddo (2019), titulado “**Sistema Integral de Adecuación de la Máquina Modelo SA-6 que Permita el Aumento de la Productividad en la Fabricación de Bloques de Concreto. Caso Estudio: Inversiones Pereira Niño, C.A**”. El mismo fue elaborado para optar al título de Ingeniero Mecánico y Electricista de la Universidad

Tecnológica del Centro. Guacara – Venezuela. El objetivo general de este trabajo es proponer un Sistema Integral de Adecuación de la Máquina Induminca Modelo SA-6, por medio del Diseño de Sistema Industriales y Autómata Programables, para el aumento de la productividad en la fabricación de bloques de concreto.

En la actualidad, el sector productivo venezolano está en la búsqueda de modernizar las condiciones de operación de sus equipos, para aumentar ganancias. Es por esto por lo que la empresa Inversiones Pereira Niño C.A está en la necesidad de realizar mejoras en el diseño funcional y operativo de sus productos, con el fin de adaptarlas a las nuevas tecnologías soportadas en la automatización industrial y así satisfacer la demanda el mercado. Entre los principales fundamentos teóricos se encuentran: los sistemas integrales, sistemas de control automatizados, fabricación de bloques, máquinas vibro compactadoras de cemento, diseño industrial y autómatas programables.

El tipo de investigación es Aplicado – Positivista, Cuantitativo, De Campo, Proyectiva-Proyecto Factible, Transversal, No Experimental, y a su vez, para la obtención de los datos, se estableció como población al personal de cuatro (4) personas que conforma el Departamento de Diseño, y tras considerar a la misma muy pequeña, fue determinada como un muestreo censal. La técnica de recolección de los datos utilizada fue la encuesta - cuestionario de preguntas dicotómicas de veintiséis (26) preguntas. El nivel de confiabilidad por el coeficiente de KR20 fue de 0,97 y la validación arroja un promedio porcentual de 92.5% de aprobación. Para el desarrollo de la propuesta, como primer objetivo se diagnosticó la situación actual funcional y operativa de la máquina, donde se comprobó que las variables “diseño” y “sistema” tienen mayor influencia sobre el comportamiento de la máquina.

Como segundo objetivo, se diseñó un sistema integral de adecuación que logró unir los estudios de sistemas industriales con la aplicación de autómatas programables, para la automatización de las funciones ejercidas por la máquina. Como último objetivo se estableció la factibilidad técnica y económica de la propuesta, obteniendo como resultado una probabilidad de aumento de ganancias en 1,71 a 6 puntos. Por tal motivo,

el propósito fundamental del presente trabajo fue maximizar la funcionalidad y operatividad de la máquina Induminca Modelo SA-6 para aumentar la productividad de esta y así acrecentar las ganancias por sus ventas.

Por último, se tiene a Abou (2020), con su trabajo para optar al título de Ingeniero Electrónico, en la Universidad José Antonio Páez, ubicada en San Diego, Estado Carabobo, Venezuela, titulado: **“Diseño del proceso de llenado de envases de shampoo para la empresa MAC PLUS C.A. Municipio Valencia, Edo. Carabobo”**, que centra su atención al diseño de un sistema de control automático para el llenado de envases de shampoo por medio de la empresa VALECTRA C.A. para la empresa MAC PLUS C.A. la cual carece de un sistema para este fin.

El sistema diseñado por Abou se construyó a partir de un controlador lógico programable (PLC), un variador de velocidad y un motor de inducción, con el cual se aprovechó la función PI (proporcional e integral) interna del CPU para controlar la posición de la banda transportadora mediante la manipulación de la velocidad haciendo uso de un encoder incremental. En el trabajo de grado, uno de los retos propuestos fue obtener un mayor aprendizaje técnico al enfocar sus estudios en el control de servomotores, por lo que se debió analizar la configuración y programación de un controlador lógico programable (PLC) y el comportamiento del servomotor a utilizar.

El afán de considerar el estudio realizado por Abou se fundamenta debido a que orienta la automatización industrial hacia los motores eléctricos, específicamente, a los servomotores, a partir de su sincronización con un autómata programable, evidenciándose una mayor ventajosidad en cuanto a la reducción del gasto energético y aumento de la vida útil de la máquina, así como un incremento considerable en la precisión y exactitud detallada de los procesos, reduciendo significativamente la cantidad de desperdicio.

3.2. Bases teóricas

3.2.1. Teoría de sistemas

La primera formulación de la teoría de sistemas es atribuible al biólogo y filósofo

Ludwig von Bertalanffy (1901-1972), quien acuñó la denominación "Teoría General de Sistemas". Según Bertalanffy, "la teoría general de sistemas afirma que las propiedades de los sistemas no pueden describirse significativamente en términos de sus elementos separados. La comprensión de los sistemas sólo ocurre cuando se estudian globalmente, involucrando todas las interdependencias de sus partes".

Un sistema es todo aquel conjunto de elementos que se relacionan entre sí que funcionan como un todo. Los elementos que componen un sistema son su entrada, salida, proceso, ambiente y retroalimentación. Un sistema se llama dinámico si su salida en el presente depende de una entrada en el pasado; si su salida en curso depende solamente de la entrada en curso, el sistema se conoce como estático. La salida de un sistema estático permanece constante si la entrada no cambia y cambia solo cuando la entrada cambia. Todos los sistemas tienen composición, estructura y entorno, pero solo los sistemas materiales tienen mecanismos, y solo algunos sistemas materiales tienen figura.

Van GIGCH (1987) define sistema como "la reunión o conjunto de elementos relacionados, los cuales pueden ser concepto, objetos, sujetos, o puede estructurarse de conceptos, objetos y sujetos como un sistema hombre-máquina que comprende las tres clases de elementos. En definitiva –según este autor- un sistema es la unión de partes o componentes, conectados en una forma organizada".

Se considera a la empresa un sistema de producción. Este sistema puede ser analizado en dos aspectos: la concepción y la administración operativa. Estos dos aspectos corresponden a las dos fases principales de la puesta en marcha. Un sistema de producción empieza a tomar forma desde que se formula un objetivo y se elige el producto que va a comercializarse (ver Figura 6). Para la realización de este producto es necesario un procedimiento específico, el cual debe ser lo más económico posible, teniendo en cuenta la capacidad de dicho sistema de producción.

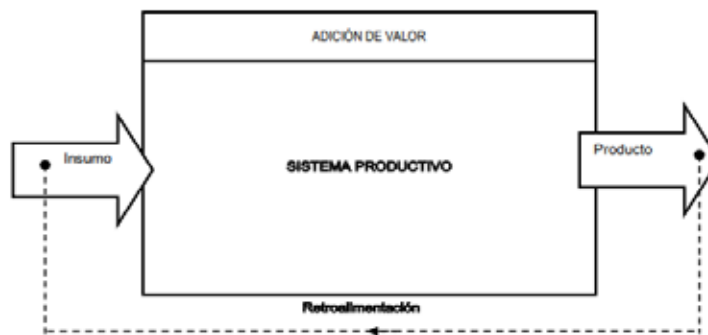


Figura 6. Esquema de un sistema de producción.

Fuente: Díaz, A. (2013).

La capacidad de un sistema de producción dependerá de factores tales como los recursos materiales, humanos y financieros de la empresa. Esta capacidad de producción debe permitir el logro del objetivo a un plazo más o menos largo, el cual se fija al inicio de la operación. La elección de un sitio para la empresa es de importancia capital. En muchos casos, el éxito o el fracaso dependerán de tal decisión.

3.2.2 Control de procesos

Sabiendo que un sistema de control es un arreglo de componentes físicos conectados de tal manera, que puede comandar, dirigir o regular a sí mismo o a otro sistema, el control de procesos consiste en aplicar la calidad al proceso de fabricación de un producto, con el fin de evitar que el producto salga defectuoso, suponiendo menores pérdidas al evitar mayores costos por mal estado de producto.

Según establecen Smith y Corripio (1991) “el objetivo del control automático de procesos es mantener en determinado valor de operación las variables del proceso tales como: temperaturas, presiones, flujos y compuestos. Los procesos son de naturaleza dinámica, en ellos siempre ocurren cambios y si no se emprenden las acciones pertinentes, las variables importantes del proceso, es decir, aquellas que se relacionan con la seguridad, la calidad del producto y los índices de producción, no cumplirán con las condiciones de diseño.

3.2.3 Sistema de Control

Es tipo de sistema conformado por un conjunto de dispositivos encargados de administrar, ordenar, dirigir o regular el comportamiento de otro sistema, con el fin de

reducir las probabilidades de fallo y obtener los resultados deseados.

Un sistema de control realimentado es aquel que mantiene una relación preestablecida entre la salida y la entrada de referencia, comparándolas y utilizando la diferencia como medio de control, pudiendo ser de lazo abierto o lazo cerrado. Un sistema de control de lazo abierto es aquel en el que la salida no tiene efecto en la acción de control, por otro lado, en un sistema de lazo cerrado, la señal de error, que es la diferencia entre la señal de entrada y la señal de realimentación, es alimentada al controlador para reducir el error y llevar a la salida del sistema a su valor deseado.

Un sistema de control a su vez está formado por un conjunto de dispositivos de diverso orden. Pueden ser de tipo eléctrico, neumático, hidráulico, mecánico, entre otros. El tipo o los tipos de dispositivos están determinados, en buena medida, por el objetivo a alcanzar. Su esquema básico puede ser visualizado en la Figura 7.

Todo sistema de control tiene tres partes indispensables: operador, sistema de control y planta. El operador indica los parámetros deseados al sistema de control, con comandos que se transmiten a actuadores que realizan la acción solicitada, es decir, lleva al sistema a los parámetros deseados. El sistema retroalimenta información sobre su estado mediante sensores, con el fin de notificar el valor actual y definir si es necesario corregir algún parámetro o, por el contrario, indicar que se encuentra en el valor deseado.

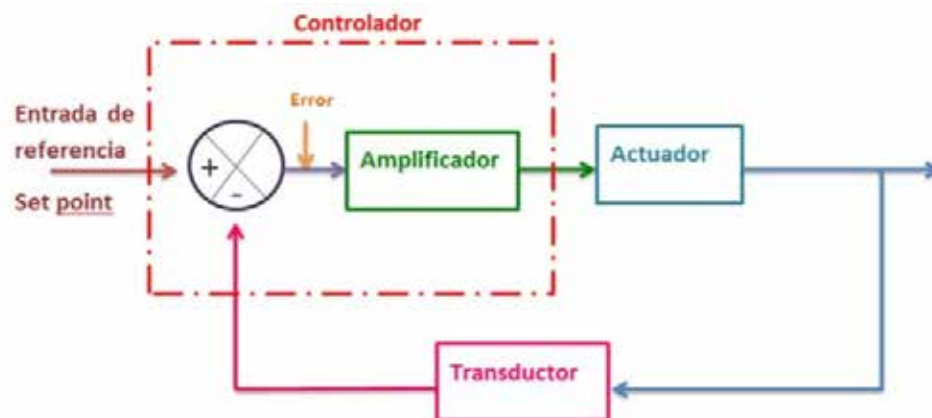


Figura 7. Esquema básico de un sistema de control.

Fuente: <https://www.isamex.org/intechmx/index.php/2018/12/24/conceptos-basicos-sistemas-de-control/>

3.2.4 Producción/Línea de Producción.

El proceso productivo abarca aquella serie de operaciones que se llevan a cabo y que son ampliamente necesarias para concretar la producción de un bien o de un servicio. Cabe destacarse entonces que las mencionadas operaciones, acciones, se suceden de una manera, dinámica, planeada y consecutiva y por supuesto producen una transformación sustancial en las sustancias o materias primas utilizadas, es decir, los insumos que entran en juego para producir tal o cual producto sufrirán una modificación para formar ese producto y para más luego colocarlo en el mercado que corresponda para ser comercializado. Con lo antes expuesto se indica que el proceso o cadena productiva, como también se le denomina, implica desde el diseño, la producción misma del producto hasta su por parte de los consumidores. Según Montoyo, M (2002):

Es la producción de bienes y servicios que consiste básicamente en un

aplicar, pero en realidad implica un gran trabajo para poder ponerlo en práctica. Para esto debe primero lograrse un cambio en la cultura organizacional y posteriormente debe existir la participación de todos los miembros de la organización.

Citando a Harrington (2013), “Para mejorar un proceso, significa: cambiarlo para hacerlo más efectivo, eficiente y adaptable, qué cambiar y cómo cambiar depende del enfoque específico del empresario y del proceso.” Desde este punto de vista, se entiende que las mejoras deben ser una práctica planificada, sistemática y controlable, en la cual se debe definir lo que se va a realizar a través de los objetivos, posteriormente se implementa la mejora enfocada en los objetivos previamente identificados, se procede con la comprobación y análisis ya que no se puede controlar algo que no se mide, con esta actividad se procede a sacar las conclusiones y se realizan los ajustes que sean necesarios, este proceso se mantiene en constante ciclo ya debe ir orientado a las grandes exigencias del mercado actual.

Para este trabajo, la mejora permitirá aumentar el rendimiento y desempeño del proceso, lo que se traduce en la reducción de costos y errores, lo cual es indispensable para que cualquier organización pueda operar de la mejor manera, este tipo de mejoras puede ser aplicados en cualquier tipo de industrias, bien sea pequeña o grande solo se tiene que conocer sus características y objetivos.

3.2.6. Lata

Según lo establecido por la Real Academia Española y Asociación de Academias de la Lengua Española (2014), una lata es un recipiente metálico usado como envase opaco para líquidos y productos en conserva. La primera patente de una lata de conservas fue realizada en 1810 por Peter Durand, un inventor inglés. Como no estaba vinculado con la producción de alimentos, Durand vendió su patente a Bryan Donkin y John Hall, quienes iniciaron la fabricación comercial de enlatados alrededor de 1813 envasando alimentos para la Armada Británica.

Para el envasado de alimentos, los envases metálicos deben contar con características idóneas, como lo son:

- Ligereza: espesores de 0,10 mm o menos.
- Hermeticidad: protegen del aire, oxígeno y bacterias que pueden contaminar el contenido.
- Protección del contenido: estanqueidad y protección contra la luz.
- Rapidez de enfriamiento.
- Resistencia a la rotura.
- Inviolabilidad: no pueden abrirse sin que se aprecie que ha sido manipulada.
- Reciclabilidad: la lata es reciclable tanto por los sectores del acero como del aluminio; sin embargo, hoy en día la tasa de recogidas es muy inferior a la de otros materiales como el papel y cartón.
- Decorable: pueden personalizarse mediante la impresión de litografías.

3.2.7 Eficiencia

Según el Diccionario de la Real Academia Española, la eficiencia es la “capacidad de disponer de alguien o algo para conseguir el cumplimiento adecuado de una función”. En otras palabras, la eficiencia se refiere a la relación entre los recursos utilizados en un proyecto y los logros conseguidos con el mismo. Se da cuando se utilizan menos recursos para lograr un mismo objetivo o cuando se logran más objetivos con los mismos o menos recursos.

Desde el punto de vista administrativo, para Koontz y Weihrich (2004), la eficiencia es "el logro de las metas con la menor cantidad de recursos", por otro lado, para Robbins y Coulter (2005), la eficiencia consiste en "obtener los mayores resultados con la mínima inversión". Desde el punto de vista económico, para Samuelson y Nordhaus, eficiencia "significa utilización de los recursos de la sociedad de la manera más eficaz posible para satisfacer las necesidades y los deseos de los individuos".

Para el presente informe de pasantías, se busca promover la eficiencia de producción del caso de estudio, es decir, obtener un incremento en la producción

empleando una menor cantidad de recursos, con el fin de satisfacer las necesidades del mercado.

3.2.8 Automatización Industrial

La automatización industrial se refiere al conjunto de elementos computarizados o sistemas de control, electromecánicos, electropneumáticos y electrohidráulicos empleados en fines industriales. Esta disciplina de la ingeniería representa una evolución de la mecanización en la industria, que utiliza dispositivos de alta capacidad de control para lograr procesos de fabricación o producción eficientes, y abarca la instrumentación industrial, que incluye los sensores, los transmisores de campo, los sistemas de control y supervisión, los sistemas de transmisión y recolección de datos y las aplicaciones de software en tiempo real para supervisar y controlar las operaciones de plantas o procesos industriales.

Un sistema automatizado se compone por dos partes fundamentales:

- La Parte Operativa, que actúa directamente sobre la máquina y permite que la misma realice la operación deseada, y se refiere a los accionadores y captadores de las máquinas.
- La Parte de Mando, que suele estar representada por tecnología programada o un autómata programable que debe ser capaz de comunicarse con los elementos que constituyen el sistema automatizado.

La automatización industrial está revolucionando los tiempos actuales, y el controlador lógico programable (PLC) o autómata programable representa uno de sus elementos más significativos, pues es una herramienta de mejora fundamental en los índices de productividad de cualquier industria.

3.2.8 Controlador Lógico Programable (PLC)

Los controladores lógicos programables o autómatas programables (PLC) son computadoras industriales encargadas de procesar los datos de máquinas industriales, y se encuentran conformado por una unidad funcional representada por un CPU, una periferia y otros módulos. Estos dispositivos electrónicos se programan y permiten

activar componentes de maquinarias y la realización de acciones de control de procesos secuenciales de manera automática, en tiempo real y en ambiente de tipo industrial. En la Figura 8 se puede apreciar uno de los autómatas más utilizados por su robustez y eficiencia; el PLC Siemens S7-300.

Según Domingo, Gamiz, Grau y Martínez (2003, p 107), se define PLC (Programmable Logic Controller), “como toda máquina diseñada para controlar en tiempo real y en entornos industriales procesos de naturaleza combinacional y secuencial”.



Figura 8. PLC Siemens S7-300

Fuente: <https://www.isamex.org/intechmx/index.php/2018/12/24/conceptos-basicos-sistemas-de-control/>

3.2.8.1 Arquitectura de un PLC

En cuanto al hardware del PLC, este se compone por un rack de comunicación, una fuente de alimentación, el CPU, elementos de bus y una periferia externa conformada por: módulos digitales y analógicos de entrada/salida, módulos de contadores, módulos de posicionamiento, módulos de control y procesadores de comunicaciones (PC). (Ver Figura 9).

· **Fuente de Alimentación:** Su función es suministrarle energía a la unidad de procesamiento central (CPU) del PLC y demás tarjetas según la configuración de este. Las tarjetas se alimentan con +5v, el programador se alimenta con +5.2v, y los canales

de lazo de corriente 20ma se alimentan con +24v.

- **CPU:** La unidad central de procesamiento (CPU), representa el cerebro del PLC y se encarga de analizar las entradas a través de las instrucciones que tiene programado el controlador, y como resultado, manipula las salidas del PLC. El CPU está conformado por la memoria, que se divide en dos tipos: memoria RAM y memoria ROM. Por otra parte, la memoria RAM almacenan toda la información referente a las marcas, temporizadores, contadores, PII, PIQ, memoria de programa, y la memoria ROM contiene el Sistema Operativo. A su vez, el CPU se conforma por una Unidad Aritmética Lógica (ALU), un circuito digital cuya función es realizar todas las operaciones aritméticas y lógicas entre los valores de los argumentos. Por último, el CPU se compone de una unidad de control, que es el componente del CPU que dirige y coordina la mayoría de las operaciones en la computadora y, por lo tanto, se relaciona intrínsecamente con la memoria, ALU, la periferia y los otros módulos que conformen el PLC.

- **Memoria:** La memoria de toda computadora es el espacio de almacenamiento donde los datos son procesados y almacenadas las instrucciones necesarias para su procesamiento. La CPU dispone tres zonas de memoria en donde se almacena el programa de usuario, los datos y la configuración. Se puede hablar de tres tipos de memoria: memoria de carga, memoria de trabajo y memoria remanente.

- **Módulos de entrada y salida:** Mientras que el CPU almacena y procesa los datos del programa, los módulos de entrada y salida conectan el PLC con el resto de la máquina, proporcionan información a la CPU y activan resultados específicos. También llamados módulos E/S, pueden ser analógicos o digitales; los dispositivos de entrada pueden incluir sensores, interruptores y medidores, mientras que las salidas pueden incluir relés, luces, válvulas y variadores. Los usuarios pueden mezclar y combinar las E/S de un PLC para obtener la configuración adecuada para su aplicación.

- **Puerto de comunicaciones:** Los puertos de comunicación son herramientas

que permiten manejar e intercambiar datos entre un computador (generalmente están integrados en las tarjetas madre) y sus diferentes periféricos, o entre dos computadores.

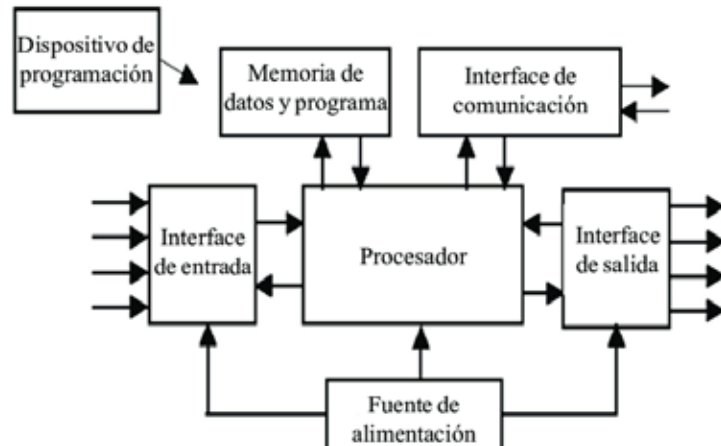


Figura 9. Estructura básica de un controlador lógico programable

Fuente: https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Estructura-basica-de-controlador-logico-programable-PLC-Figure-1-Basic_fig3_322692520

3.2.8.2 Lenguajes de programación de un PLC

Programar un PLC implica generar un conjunto de instrucciones y de órdenes que provocarán la ejecución de una tarea determinada. Para realizar dicha acción, se emplea un conjunto de caracteres, símbolos y reglas de uso diseñados para interconectar los usuarios y las máquinas. En la actualidad, el estándar internacional IEC 6131 define los principales lenguajes de programación en PLC:

- Lenguaje Escalera (Ladder o KOP): Se considera uno de los pioneros en cuanto a la programación de autómatas programables, se caracteriza por hacer uso de la lógica booleana por medio de contactos eléctricos en serie y paralelo. En cuanto a la estructura del lenguaje (ver Figura 10), los 2 rieles verticales son de alimentación, las instrucciones se colocan del lado izquierdo, las salidas siempre se colocan del lado derecho, se pueden colocar varias instrucciones o varias salidas en paralelo y el procesador del PLC interpreta los datos de arriba hacia abajo y de izquierda a derecha.

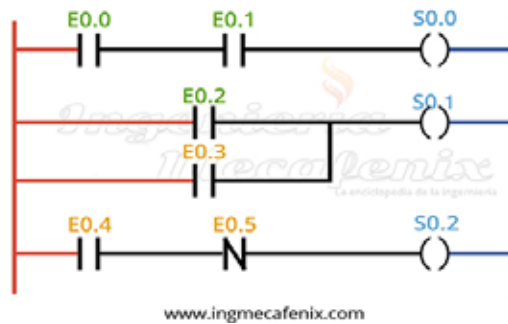


Figura 10. Lenguaje Escalera para la programación de un PLC.

Fuente: <https://www.ingmecafenix.com/automatizacion/lenguajes-programacion-plc/>

· Lenguaje de Bloques (FUP): En este tipo de lenguaje se utilizan bloques de símbolos lógicos, y suelen ser preferidos para aquellas personas acostumbradas a esta simbología. También se le denomina diagrama de funciones, pues está ligado de forma estrecha a la lógica booleana, ya que está representado por funciones como OR, AND, NOT, XOR, NAND, NOR, etcétera, tal como se aprecia en la figura 11.

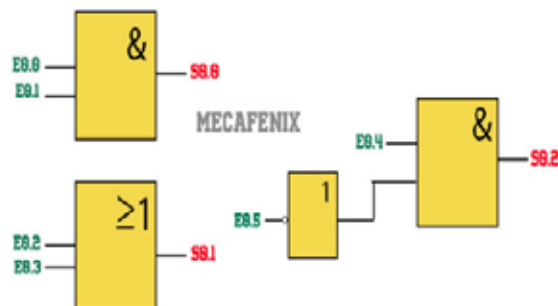


Figura 11. Lenguaje de bloques para la programación de un PLC.

Fuente: <https://www.ingmecafenix.com/automatizacion/lenguajes-programacion-plc/>

· Lista de Instrucciones (AWL): La programación a partir de este lenguaje es más compacta y completa, por lo que representa la base para todos los lenguajes de programación que existen. En la figura 12 se puede observar que el lenguaje AWL emplea instrucciones de mando que el procesador obedece siempre y cuando exista la parte operacional (lo que va hacer) y el operando que da respuesta a la operación.

U E0.0 U E0.1 = S0.0	U E0.1 O E.02 = S0.1
MECAFENIX	
U E0.3 UN E0.4 = S0.2	

Figura 12. Lista de instrucciones para la programación de un PLC.

Fuente: <https://www.ingmecafenix.com/automatizacion/lenguajes-programacion-plc/>

3.2.9. Protocolos de Comunicación

Los protocolos de comunicaciones son utilizados prácticamente todos los días, aunque la mayoría de los usuarios no lo sepan, ni conozcan su funcionamiento. Estos son un conjunto de normas o reglas que permiten que dos o más entidades de un sistema de comunicación se comuniquen entre ellas para transmitir información por medio de cualquier tipo de variación de una magnitud física. Las máquinas y programas que intervienen en una comunicación de datos están obligadas a cumplir con este sistema de reglas, para transmitir información de cualquier tipo de variación de una magnitud física.

La automatización es una evolución de la mecanización en la industria, que utiliza dispositivos de alta capacidad de control para lograr procesos de fabricación o producción eficientes.

3.2.10. Controlador PID

Un controlador o regulador PID es un dispositivo que permite controlar un sistema en lazo cerrado para que alcance el estado de salida deseado. El controlador PID está compuesto de tres elementos que proporcionan una acción Proporcional, Integral y Derivativa. Estas tres acciones son las que dan nombre al controlador PID, y la estructura de su diagrama de bloques puede visualizarse en la figura 13.

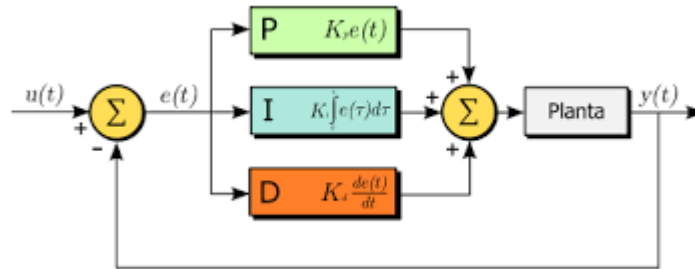


Figura 13. Diagrama de bloques de un Controlador PID.

Fuente: https://es.wikipedia.org/wiki/Controlador_PID

La acción de control proporcional, tal como su nombre lo indica, esta acción de control es proporcional a la señal de error $e(t)$. Internamente la acción proporcional multiplica la señal de error por una constante K_p . Esta acción de control intenta minimizar el error del sistema. Cuando el error es grande, la acción de control es grande y tiende a minimizar este error.

Aumentar la acción proporcional K_p tiene los siguientes efectos:

- Aumenta la velocidad de respuesta del sistema.
- Disminuye el error del sistema en régimen permanente.
- Aumenta la inestabilidad del sistema.

Los dos primeros efectos son positivos y deseables. El último efecto es negativo y hay que intentar minimizarlo. Por lo tanto, al aumentar la acción proporcional existe un punto de equilibrio en el que se consigue suficiente rapidez de respuesta del sistema y reducción del error, sin que el sistema sea demasiado inestable. Aumentar la acción proporcional más allá de este punto producirá una inestabilidad indeseable. Reducir la acción proporcional, reducirá la velocidad de respuesta del sistema y aumentará su error permanente.

En cuanto a la acción derivativa, esta es proporcional a la derivada de la señal de error $e(t)$. La derivada del error es otra forma de llamar a la "velocidad" del error. Aumentar la constante de control derivativa K_d tiene los siguientes efectos:

- Aumenta la estabilidad del sistema controlado.

- Disminuye un poco la velocidad del sistema.
- El error en régimen permanente permanecerá igual.

Esta acción de control servirá por lo tanto para estabilizar una respuesta que oscile demasiado.

Por último, la acción derivativa calcula la integral de la señal de error $e(t)$. La integral se puede ver como la suma o acumulación de la señal de error. A medida que pasa el tiempo pequeños errores se van sumando para hacer que la acción integral sea cada vez mayor. Con esto se consigue reducir el error del sistema en régimen permanente. La desventaja de utilizar la acción integral consiste en que esta añade una cierta inercia al sistema y por lo tanto le hace más inestable.

Aumentar la acción integral K_i tiene los siguientes efectos:

- Disminuye el error del sistema en régimen permanente.
- Aumenta la inestabilidad del sistema.
- Aumenta un poco la velocidad del sistema.

Esta acción de control servirá para disminuir el error en régimen permanente.

Una vez comprendidas las acciones proporcional, integral y derivativa de un control PID, se pueden aplicar unas reglas sencillas para sintonizar este controlador de forma manual.

Primeramente, se aumenta poco a poco la acción proporcional para disminuir el error (diferencia entre el estado deseado y el estado conseguido) y para aumentar la velocidad de respuesta, y si se alcanza la respuesta deseada en velocidad y error, el PID ya está sintonizado. Por otro lado, si el sistema se vuelve inestable antes de conseguir la respuesta deseada, se debe aumentar la acción derivativa, incrementando poco a poco la constante derivativa K_d para conseguir de nuevo estabilidad en la respuesta. Por último, en el caso de que el error del sistema sea mayor que el deseado, se aumentará la constante integral K_i hasta que el error se minimice con la rapidez deseada.

3.2.11. Sensor

Un sensor es un dispositivo con una propiedad sensible a una magnitud del

medio, y al variar esta magnitud también varía con cierta intensidad la propiedad, es decir, manifiesta la presencia de dicha magnitud, y también su medida. Estas magnitudes pueden ser físicas o químicas, también llamadas variables de instrumentación, y son transformadas con un transductor en variables eléctricas.

Generalmente suelen confundirse los conceptos de sensor y transductor, pero la diferencia entre los mismos es que el sensor siempre está en contacto con la variable de instrumentación que lo condiciona, adaptando la señal medida para que pueda ser interpretada por el medio de transmisión correspondiente de otro dispositivo.

Entonces, los sensores son dispositivos para detectar y señalar una condición de cambio, que puede tratarse, por ejemplo, de la presencia o ausencia de un objeto material (detección discreta), o puede tratarse de una cantidad capaz de medirse, como un cambio de distancia, tamaño o color (detección analógica). Esta información, o salida del sensor, es la base del proceso de monitoreo y control de un proceso de fabricación.

3.2.11.1 Características y especificaciones de los sensores

- **Distancia de detección:** La distancia de detección nominal corresponde a la distancia de operación para la que se ha diseñado un sensor, la cual se obtiene mediante criterios estandarizados en condiciones normales. Por otro lado, la distancia efectiva de detección corresponde a la distancia de detección inicial del sensor que se logra en una aplicación instalada.

- **Histéresis:** También llamada desplazamiento diferencial, es la diferencia entre los puntos de operación y liberación cuando el objeto se aleja de la cara del sensor y se expresa como un porcentaje de la distancia de detección.

- **Repetibilidad:** Es la capacidad de un sensor de detectar el mismo objeto a la misma distancia todo el tiempo. Esta cifra se expresa como porcentaje de la distancia de detección nominal y se basa en una temperatura ambiental y voltaje eléctrico constantes.

- **Frecuencia de conmutación:** Corresponde a la cantidad de conmutaciones por segundo que se pueden alcanzar en condiciones normales. En términos mas generales, es la velocidad relativa del sensor.

- **Tiempo de respuesta:** Corresponde al tiempo que transcurre entre la detección de un objeto y el cambio de estado del dispositivo de salida. También es el tiempo que el dispositivo de salida tarda en cambiar de estado cuando el sensor ya no detecta el objeto.

- **Resolución y precisión:** La resolución de un sensor es el menor cambio en la magnitud de entrada que se aprecia en la magnitud de salida. Sin embargo, la precisión es el máximo error esperado en la medida. La resolución puede ser de menor valor que la precisión.

3.2.11.2 Sensores de contacto

Son dispositivos electromecánicos que detectan cambios a través del contacto físico directo con el objeto en cuestión. Se caracterizan porque generalmente no requieren de energía eléctrica; pueden soportar mayor corriente y tolerar mejor las alteraciones de la línea eléctrica y son más fáciles de entender y diagnosticar. En la figura 14 puede observarse un sensor analógico LEGO, detecta la presencia del objeto móvil, pero a su vez, envía una señal de retorno proporcional a la fuerza ejercida por dicho objeto.



Figura 14. Sensor de contacto analógico LEGO

Fuente: <https://electronicaradical.blogspot.com/2015/01/sensores-de-contacto.html>.

Los encoders, los interruptores de final de carrera y los interruptores de seguridad son sensores de contacto. Los encoders transforman el movimiento de las máquinas en señales y datos. Los interruptores de final de carrera se utilizan cuando es posible un contacto físico con el objeto. Los interruptores de seguridad ofrecen resistencia a posibles interpolaciones, contactos de apertura directa, lo cual permite utilizarlos como protectores de máquinas y paradas de emergencia.

3.2.11.3 Sensores sin contacto

Son dispositivos electrónicos de estado sólido que crean un campo de energía o haz y reaccionan ante una alteración en ese campo. Algunas características de los sensores sin contacto son, por ejemplo, que no requieren contacto físico, no tienen componentes móviles que puedan atascarse o romperse (por lo tanto, necesitan menos mantenimiento), por lo que generalmente son más rápidos y flexibles en cuanto a su aplicación.

Los sensores fotoeléctricos, inductivos, capacitivos y ultrasónicos corresponden a los sensores sin contacto. Al no haber contacto físico, se elimina la posibilidad de desgaste, sin embargo, en raras ocasiones podría haber una interacción entre el sensor y el objeto. Los sensores sin contacto también son susceptibles a la energía emitida por otros dispositivos o procesos. En la figura 15 se puede observar el sensor sin contacto PSC-360, ideal para aplicaciones automotrices, todoterreno, marítimas, médicas e industriales sin las limitaciones de las soluciones potenciométricas como el desgaste y los limitados ángulos eléctricos.



Figura 15. Sensor sin contacto PSC-360.

Fuente: <https://www.potenciometros.es/potenciometros/sensores-sin-contacto/>

3.2.11.4 Sensores de proximidad inductivos

Tal como se observa en la figura 16, son dispositivos de estado sólido diseñados para detectar objetos metálicos. Operan según el principio del oscilador neutralizado de corrientes parásitas (ECKO, Eddy Current Killed Oscillator), y están diseñados para generar un campo magnético. Cuando un objeto metálico entra en este campo, se inducen corrientes de superficie (corrientes parásitas) en el objeto metálico, las cuales restan energía al campo electromagnético, dando lugar a una pérdida de energía en el circuito del oscilador y, por tanto, a una reducción de la amplitud de la oscilación. El circuito activador detecta este cambio y genera una señal de encendido o apagado. Cuando el objeto sale del campo electromagnético, el oscilador se regenera y el sensor vuelve a su estado normal.

Los sensores de proximidad inductivos detectan tanto metales férricos como no férricos. Generalmente, se utilizan para detectar la posición de objetos metálicos en procesos de maquinado automatizado, o bien para detectar piezas metálicas en procesos de montaje automatizado y en operaciones de detección de presencia de envases metálicos en procesos automatizados de envasado de alimentos o bebidas.

Estos sensores constan de cuatro componentes básicos:

- Conjunto de núcleo de ferrita y bobina, que genera un campo electromagnético a partir de la energía eléctrica suministrada por el oscilador.
- Oscilador, que suministra energía eléctrica al conjunto de núcleo de ferrita y bobina.
- Circuito activador o de disparo, que detecta cambios en la amplitud de la oscilación. Estos cambios se producen cuando un objeto metálico entra o sale del campo electromagnético irradiado desde la cara del sensor.
- Circuito de salida de estado sólido, pues cuando se detecta un cambio suficiente en el campo electromagnético, la salida de estado sólido proporciona una señal eléctrica para la conexión en la interfaz con un PLC o una lógica de máquina. Esta señal indica la presencia o ausencia de un objeto metálico en un campo de detección.



Figura 16. Sensor de proximidad inductivo.

Fuente: <https://hetpro-store.com/TUTORIALES/sensor-inductivo/>

3.2.11.5 Sensores de proximidad capacitivos

Estos permiten detectar objetos metálicos y no metálicos, sólidos y líquidos y son similares a los sensores inductivos en cuanto a su tamaño, forma y “concepto”. Sin embargo, a diferencia de estos últimos, que utilizan campos magnéticos para detectar objetos, los sensores de proximidad capacitivos reaccionan a alteraciones en campos electrostáticos. La sonda situada detrás de la cara del sensor es una placa condensadora, tal como se observa en la figura 17.

Al aplicar corriente al sensor, se genera un campo electrostático que reacciona a los cambios de la capacitancia causados por la presencia de un objeto. Cuando el objeto se encuentra fuera del campo electrostático, el oscilador permanece inactivo, pero cuando el objeto se aproxima, se desarrolla un acoplamiento capacitivo entre éste y la sonda capacitiva. Cuando la capacitancia alcanza un límite especificado, el oscilador se activa, lo cual dispara el circuito de encendido y apagado.

El sensor consta de cuatro componentes básicos:

- Sonda o placa capacitiva, que irradia un campo electrostático que genera un acoplamiento capacitivo entre la sonda y el objeto que entra en el campo.
- El oscilador, que suministra energía eléctrica a la sonda o placa capacitiva.
- El circuito de disparo, que detecta cambios en la amplitud de la oscilación. Los

cambios ocurren cuando un objeto entra o sale del campo electrostático irradiado desde el sensor.

- El dispositivo interruptor de salida de estado sólido, que una vez detectado un cambio suficiente en el campo electrostático, la salida de estado sólido genera una señal eléctrica que la debe interpretar un dispositivo de interfaz tal como un controlador lógico programable (PLC). Esta señal indica la presencia de un objeto en el campo de detección.

- Un potenciómetro, que si se gira a la derecha (sentido horario), la sensibilidad aumenta, y si se gira a la izquierda (sentido antihorario), la sensibilidad disminuye.



Figura 17. Sensor de proximidad capacitivo.

Fuente: <https://naylorlampmechatronics.com/sensores-proximidad/295-sensor-de-proximidad-capacitivo-ljc30a3-h-zbx-npn.html>

3.2.11.6 Sensores de proximidad ultrasónicos

Estos emiten un pulso de sonido que se refleja en los objetos que entran en el campo de ondas. El sensor recibe el sonido o “eco”, y genera una señal de salida, analógica o digital, que será utilizada por un accionador, un controlador o una computadora. La tecnología de detección ultrasónica se basa en el principio según el cual el sonido tiene una velocidad relativamente constante y su estructura básica se observa en la figura 18. El tiempo necesario para que el haz de un sensor ultrasónico llegue al objeto y vuelva es directamente proporcional a la distancia a la que se encuentra el objeto. Por ello, los sensores ultrasónicos se utilizan a menudo para aplicaciones de medición de distancias, como por ejemplo en el control de niveles.

Tienen cuatro componentes básicos:

- Un transductor/receptor emite pulsos en forma de ondas sonoras desde la cara del sensor. El transductor también recibe ecos de esas ondas cuando se reflejan en un objeto.
- Un comparador y circuito detector, que cuando el sensor recibe el eco, calcula la distancia comparando los tiempos de emisión-recepción con la velocidad del sonido.
- Un dispositivo interruptor de estado sólido, que genera una señal eléctrica que se debe interpretar con un dispositivo de interfaz tal como un controlador lógico programable (PLC).



Figura 18. Sensor de proximidad ultrasónico.

Fuente: <https://www.mechatronicstore.cl/sensor-ultrasonico-hc-sr04/>

3.2.11.7 Sensores fotoeléctricos

En su forma más básica, se puede considerar como un interruptor en el que la función del accionador mecánico o palanca se sustituye por un haz de luz. Todos los sensores fotoeléctricos operan detectando un cambio en la cantidad de luz recibida por un fotodetector. El cambio de luz permite al sensor captar la presencia o ausencia del objeto, así como su tamaño, reflectividad, opacidad, translucidez o color.

Una fuente de luz envía una luz hacia un objeto. Un receptor de luz, dirigido hacia el mismo objeto, detecta la presencia o ausencia de luz directa o reflejada procedente de la fuente. La detección de esta luz genera una señal de salida (que puede ser analógica o digital) hacia un accionador, controlador o computadora. Algunos

sensores modifican la señal de salida con lógica de temporización, escalas o ajustes de desplazamiento. En la figura 19, se observa un sensor fotoeléctrico de la serie BJ, que se caracteriza porque realiza largas distancias de detección debido al nuevo desarrollo de sus lentes ópticos con el algoritmo de detección más avanzado y un desempeño de clase mundial con resistencia al ruido mejorada.



Figura 19. Sensor fotoeléctrico Serie BJ.

Fuente: <http://www.dectronic.net/es/sensores-fotoelectricos/94-sensor-fotoelectrico-serie-bj-autonics.html>

Se conforman de cinco componentes básicos:

- Fuente de luz: Suele estar representado por un diodo emisor de luz (LED) como fuente de luz. Los LED son semiconductores de estado sólido que emiten luz cuando se les aplica corriente y están diseñados para emitir longitudes de ondas específicas, o colores, de luz.

- Detector de luz: Es un componente que se utiliza para detectar la luz procedente de la fuente de luz. Está compuesto por un fotodiodo o fototransistor, y es un componente de estado sólido que proporciona un cambio en la corriente conducida dependiendo de la cantidad de luz detectada.

- Lentes: Generalmente, los LED emiten luz y los fotodetectores son sensibles a la luz en una amplia zona. Para estrechar o definir esta zona se utilizan lentes con los LED y fotodetectores. A medida que se estrecha la zona, el alcance del LED o de los fotodetectores aumenta. En consecuencia, los lentes aumentan la distancia de detección

de los sensores fotoeléctricos.

- Circuito lógico, que proporciona la electrónica necesaria para modular el LED, ampliar la señal del sensor y determinar si se debe activar la salida.

- Dispositivo de salida: Una vez detectado el cambio de luz suficiente, el detector fotoeléctrico activa un dispositivo de salida, que pueden ser discretas o analógicas.

3.2.12. Celda de carga

La celda de carga o célula de carga es una estructura diseñada para soportar cargas de compresión, tensión y flexión, en cuyo interior se encuentra uno o varios sensores de deformación llamados Strain Gauges que detectan los valores de deformación. Son transductores que convierten la fuerza aplicada sobre ella en una señal eléctrica medible. A pesar de existir varios tipos de sensores, las células de carga son el sensor de fuerza más común del mercado.

Las celdas de carga convierten la carga que actúa sobre ellos en señales eléctricas. La medición se realiza con pequeños patrones de resistencias que son usados como indicadores de tensión con eficiencia, a los cuales llamamos medidores. Los medidores están unidos a una viga o elemento estructural que se deforma cuando se aplica peso, a su vez, deformando el indicador de tensión. Cuando se deforma el medidor de deformación la resistencia eléctrica cambia en proporción a la carga.

Esto se logra por medio de un puente Wheastone, el cual se utiliza para medir resistencias desconocidas mediante el equilibrio de “brazos” del puente. Estos están contruidos por cuatro resistencias que forman un circuito cerrado. En el caso de las celdas de carga las resistencias son los medidores de deformación. Los circuitos Wheatstone actúan en las bases de la máquina o sistemas de pesaje para encontrar reacciones, una vez obtenida la resistencia, permitiendo que se produzca la transducción y obteniendo el valor que la máquina resiste.

3.2.12.1 Características de las celdas de carga

- Sistema medidor de deformación: Toda celda de carga debe poseer un adecuado sistema de deformación, que permita una calibración constante y que sea estable con

el tiempo y la temperatura. También debe ser capaz de medir deformaciones con una exactitud de ± 1 u in/in (m/m) sobre el rango de deformación de 10% y apto para colocarse y ser usado como elemento sensor en otros sistemas transductores donde la cantidad desconocida tal como la presión es medida en término de deformación.

- **Detección y corrección:** Las celdas de carga digitales, mediante sus sistemas electrónicos o el uso de microcomputadoras, pueden detectar y a la vez corregir las señales que reciben y se aplican en un sistema mecánico, actuando como un aparato procesador.

- **Posibilidad de interfaz:** Las celdas de carga digitales tienen la ventaja de procesar señales en peso kg/lb. newton o péndales de fuerza, teniendo característica de enviar esta señal a un amplificador digital, como son los display digitales, facilitando el proceso de lectura.

- **Control de flujo:** Las celdas de carga, son un sistema de control muy efectivo para el control de flujo en un recipiente cilíndrico en una estructura sometida a cargas.

- **Resistencia:** Toda celda de carga tiene límites de resistencia que se establecen al momento de su fabricación, esta capacidad de resistir una carga permite conocer su aplicación en sistemas mecánicos.

- **Sensibilidad:** La sensibilidad de una celda de carga varía en un conjunto de factores, pero debe tomarse en cuenta que la aleación de metales en su fabricación es por excelencia una manera de lograr mejores resultados en los procesos de medición de cargas. Lord Kelvin notó que la resistencia de un alambre aumenta con el incremento de la deformación y disminuye con el descenso de la deformación. Así que este principio ha sido desarrollado en la creación de celdas de carga con diferentes tipos de aleaciones entre ellas; la aleación karma, aleación Nichrome, platino, isoelástica, entre otros. Cada una ajustándose a diferentes estándares y necesidades.

3.2.12.2 Tipos de celdas de carga

- **Celda de carga de único punto:** Estas son utilizadas en sistemas de pesaje de pequeña escala como, por ejemplo: joyería, basculas de cocina, etc., y puede observarse

en la Figura 20. Su capacidad/resistencia de carga oscila entre los 100 mg hasta los 50 kg, opera con efecto de elasticidad sobre la viga y no en la flexión de esta usando un solo punto. El objetivo base de la implementación de las celdas de carga solo punto, es su instalación de forma individual o bien sea única, sin embargo, no existen limitantes técnicas, prácticas o teóricas que impidan la conjunción de otra celda en un mismo sistema de pesaje al que pertenezca su celda de carga del tipo solo punto.



Figura 20. Celda de carga de un único punto.

Fuente: <https://www.directindustry.es/prod/cardinal-scale/product-17862-678735.html>

- Celda de carga tipo S: También conocidas como Z por su estructura externa, la cual puede observarse en la figura 21, pueden ser empleadas en procesos de pesaje que involucren compresión o tensión. Son usados en sistemas de alto pesaje y pesaje industrial. Este tipo de celda de carga se implementa en actividades de pesaje relacionadas con: pesaje de tanques, pesaje de bin, pesaje de tolvas, conversión de básculas de camiones, medición de tensión y compresión, nivel y control de inventario; cubre necesidades en entornos comerciales e industriales exigentes.



Figura 21. Celda de carga de acero inoxidable compactas de alta precisión Tipo S.
Fuente: <https://cl.omega.com/pptst/LC103B.html>

· Celda de carga de compresión: Conocida como tipo botella, se suele conseguir en el mercado ensambladas con materiales y acabados resistente, ya que su diseño, que se observa en la figura 22, se basa en altas capacidades de carga, por lo que es necesario hacer uso del acero y del acero inoxidable. Ideal para entornos industriales exigentes. Pueden implementarse celdas de carga de compresión en labores como: pesaje de silos, pesaje de tanques, pesaje de tolvas y básculas de plataformas de mediano tamaño, básculas de plataformas de gran tamaño, básculas de mesas, y otras.

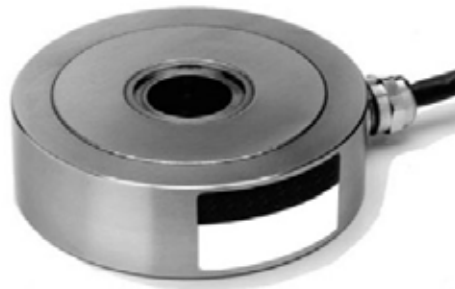


Figura 22. Celda de carga de compresión Sentronik RLC
Fuente: <http://celdas-de-carga.celdadecarga.com/celda-de-carga-compresion-sentronik-rlc/>

· Celda de carga tipo barra: Su principal característica se orienta en su capacidad para operar en conjunto con otras celdas de carga, bien sea del mismo tipo o de otros, permitiendo la suma de 1, 2 o más celdas de carga a fines de consolidar un sistema de

pesaje específico requerido para una determinada laborar, con requerimientos determinados. Su capacidad de carga es de mediana a alta, ideales para actividades industriales o comerciales. La celda de carga de tipo barra Digiweigh 4KLC, se caracteriza por su material de acero altamente resistente y duradero, este modelo se puede observar en la figura 23.



Figura 23. Celda de carga tipo barra Digiweigh 4KLC

Fuente: <http://celdas-de-carga-tipo-barra.celdadecarga.com/celda-de-carga-tipo-barra-digiweigh-4klc/>

- Celda de carga doble apoyo: Por su diseño, que se tiene en la figura 24, se encuentra en aplicaciones relacionadas con el sector económico industrial o comercial, fundamentalmente en entornos corrosivos. Se caracterizan por ser piezas sólidas constituidas por metales como aluminio, acero, aleación de acero o acero inoxidable, su estructura física tiende a construirse de forma cilíndrica-rectangular, además, son herramientas diseñadas para permisibilidad de las cargas dinámicas, lo cual consiste en suprimir la rigidez de todos los elementos que la componen cuando está ejecutando funciones de pesaje de cargas que se encuentren en movimiento, como en el caso de: cintas transportadoras.



Figura 24. Celda de carga doble apoyo.
Fuente: <https://calidag.com/celdas-de-carga/cc-doble-apoyo>

3.2.13. Encoders

Son dispositivos de detección que proporcionan una respuesta, estos convierten el movimiento en una señal eléctrica que puede ser leída por algún tipo de dispositivo de control en un sistema de control de movimiento, tal como un mostrador o PLC. El Encoder envía una señal de respuesta que puede ser utilizado para determinar la posición, contar, velocidad o dirección. Un dispositivo de control puede usar esta información para enviar un comando para una función particular.

Los Encoders utilizan diferentes tipos de tecnologías para crear una señal, incluyendo: mecánica, magnético, óptico y de resistencia.

3.2.13.1 Tipos de encoders

- Encoder óptico: Es el tipo de Encoder más comúnmente usado y consta básicamente de tres partes: una fuente emisora de luz, un disco giratorio y un detector de luz conocido como “foto detector”, y se puede observar su estructura básica en la figura 25. El disco está montado sobre un eje giratorio y cuenta con secciones opacas y transparentes sobre la cara del disco. La luz que emite la fuente es recibida por el fotodetector o interrumpida por el patrón de secciones opacas produciendo como resultado señales de pulso. El código que se produce con dichas señales de pulso es entonces leído por un dispositivo controlador el cual incluyen un microprocesador para determinar el ángulo exacto del eje.



Figura 25. Encoder óptico PRI-50AR8LTP-1000Z

Fuente: http://radiosurtidora.com/index.php?route=product/product&product_id=1200

· Encoder lineal: Es un dispositivo o sensor que cuenta con una escala graduada para determinar su posición. Los sensores en el Encoder leen la escala para después convertir su posición codificada en una señal digital que puede ser interpretada por un controlador de movimiento electrónico. En la figura 26 se observa un Encoder lineal Temposonics, diseñado para aplicaciones de automatización.



Figura 26. Encoder lineal Temposonics

Fuente: <https://www.vsi.cl/producto/encoder-lineal-temposonics-de-la-serie-a/>

· Encoder de cuadratura: Es un tipo de encoder rotativo incremental el cual tiene la capacidad de indicar tanto la posición como la dirección y la velocidad del movimiento. La flexibilidad del encoder de cuadratura es su principal ventaja ya que ofrecen una alta resolución, medición con precisión quirúrgica y pueden trabajar en un gran espectro de velocidades que van desde unas cuantas revoluciones por minuto hasta

velocidades que van más allá de las 5000 RPM. Un Encoder de cuadratura se puede observar en la Figura 27.



Figura 27. Encoder de cuadratura.

Fuente: <http://www.geekbotelectronics.com/producto/encoder-de-cuadratura-optico/>

· Encoder incremental: Como su nombre lo indica, es un encoder que determina el ángulo de posición por medio de realizar cuentas incrementales, y se puede observar en la figura 28. Esto quiere decir que el encoder incremental provee una posición estratégica desde donde siempre comenzará la cuenta. La posición actual del encoder es incremental cuando es comparada con la última posición registrada por el sensor.



Figura 28. Encoder incremental.

Fuente: <https://www.indiamart.com/proddetail/incremental-encoder-17028578973.html>

· Encoder absoluto: Se basa en la información proveída para determinar la posición absoluta en secuencia, y se puede observar su estructura básica en la figura

29. Un encoder absoluto ofrece un código único para cada posición. Los encoders absolutos se dividen en dos grupos: los encoders de un solo giro y los encoders absolutos de giro múltiple y su tamaño es pequeño para permitir una integración más simple.



Figura 29. Encoder incremental.

Fuente: <https://www.dynaparencoders.com.br/blog/es/encoder-absoluto-conocer/>

3.2.14. Servomotores

El servomotor es un dispositivo de accionamiento para el control de precisión de posición, torque y velocidad, que son capacidades que un motor normal no tiene, pues un servomotor puede ubicarse en cualquier posición dentro de su rango de operación, y mantenerse estable en dicha posición. Estos actuadores constituyen un mejor desempeño y precisión frente a accionamientos mediante convertidores de frecuencia, ya que éstos no nos proporcionan control de posición y resultan poco efectivos en bajas velocidades.

Es un servomotor, tal como se observa en la Figura 30, aquel que contiene en su interior un encoder, conocido como decodificador, que funciona como un sensor y convierte el movimiento mecánico (giros del eje) en pulsos digitales interpretados por un controlador de movimiento, proporcionando una retroalimentación de posición y velocidad.

La posición final se informa al controlador y se compara con la entrada de

posición inicial, y luego, si hay una discrepancia, se mueve el motor para llegar a la posición correcta. También utilizan un driver, que en conjunto forman un circuito para comandar posición, torque y velocidad.

A un servomotor lo compone:

- Un motor eléctrico: Que es el encargado de generar el movimiento a través de su eje.
- Un sistema de control: Este sistema permite controlar el movimiento del motor mediante el envío de pulsos eléctricos.
- Un sistema de regulación: Está formado por engranajes por los cuales puede aumentar la velocidad y el par o disminuirlas.
- Un potenciómetro: Se encuentra conectado al eje central y permite en todo momento saber el ángulo en el que se encuentra el eje del motor.

Los servomotores más sencillos utilizan motores de corriente continua y detección de posiciones a través de un potenciómetro y también utilizan un control de gran potencia, lo que significa que el motor se mueve a la velocidad máxima hasta que se detiene en la posición designada.

Los servomotores se controlan enviando un pulso eléctrico de ancho variable, o modulación de ancho de pulso (PWM), a través del cable de control. Hay un pulso mínimo, un pulso máximo y una frecuencia de repetición. Por lo general, un servomotor sólo puede girar 90° en cualquier dirección para un movimiento total de 180°. La posición neutra del motor se define como la posición en la que el servo tiene la misma cantidad de rotación potencial tanto en el sentido de las agujas del reloj como en el sentido contrario. El PWM enviado al motor determina la posición del eje, y se basa en la duración del pulso enviado a través del cable de control; el rotor girará a la posición deseada.

El servomotor espera ver un pulso cada 20 milisegundos (ms) y la longitud del pulso determinará hasta dónde gira el motor. Cuando se les ordena a los servos que se muevan, estos se moverán a la posición y mantendrán esa posición. Si una fuerza

externa empuja contra el servo mientras el servo mantiene una posición, el servo se resistirá a salir de esa posición. La cantidad máxima de fuerza que puede ejercer el servo se denomina par de torsión del servo. Sin embargo, los servos no mantendrán su posición para siempre; el pulso de posición debe repetirse para indicar al servo que se mantenga en posición.



Figura 30. Servomotor.

Fuente: <https://clr.es/blog/es/servomotor-cuando-se-utiliza/>

3.2.14.1 Tipos de servomotores

Los servos vienen en muchos tamaños y en tres tipos básicos: rotación posicional, rotación continua y lineal.

- Servo de rotación posicional: Este es el tipo más común de servomotor. El eje de salida gira aproximadamente la mitad de un círculo, o 180 grados. Tiene topes físicos colocados en el mecanismo de engranaje para evitar que se gire más allá de estos límites para proteger el sensor de rotación. Estos servos comunes se encuentran en coches y aviones con control remoto de agua, juguetes, robots y muchas otras aplicaciones.

- Servo de rotación continua: Este tipo es muy similar al servomotor de rotación posicional común, excepto que puede girar en cualquier dirección indefinidamente. La señal de control, en lugar de ajustar la posición estática del servo, se interpreta como la dirección y la velocidad de rotación. El rango de posibles comandos hace que el servo gire en el sentido de las agujas del reloj o en sentido contrario a las agujas del reloj

según se desee, a una velocidad variable, dependiendo de la señal de comando. Este tipo de servo se puede utilizar en un plato de radar si se monta en un robot. O se puede utilizar como motor de accionamiento en un robot móvil.

· Servo lineal: Es similar al servomotor de rotación posicional descrito anteriormente, pero con engranajes adicionales (normalmente un mecanismo de cremallera y piñón) para cambiar la salida de circular a vaivén. Estos servos no son fáciles de encontrar, pero a veces se pueden encontrar en tiendas de modelismo donde se utilizan como actuadores en aviones de modelos más grandes.

3.2.15. Factibilidad, económica y financiera

Al día de hoy todos aquellos proyectos a realizar deben ser factibles económicamente, puesto que por muy elaborados que sea, siempre se querrá optimizar todos los procesos y disminuyendo el costo es un avance. Se puede decir que la factibilidad económica se define como la inversión justificada por la ganancia, dicho esto, en pocas palabras es si cola ganancia del proyecto a realiza, se recupera lo invertido. Seguido con los razonamientos anteriores, para llegar a la factibilidad económica, se trabaja con un esquema que refleje costos y ventas, en donde se reflejan los costos fijos y variables y las ventas del producto final, en donde influirá en el precio a producirse, tal como lo dice Clubplaneta (2017):

La factibilidad económica Es necesario trabajar con un esquema que contemple los costos y las ventas:

- costos: debe presentarse la estructura de los costos contemplando costos fijos y variables.
- Ventas: en este punto el precio del producto o servicio es fundamental, ya que determina el volumen de ventas

Es por ello que en esta investigación es de vital importancia estos conceptos, dado que el proyecto que se desea realizar, debe ser factible para la empresa, a la hora de aplicarse, se pueda hacer de inmediato.

3.2.15.1. Tasa Interna de Retorno (TIR)

Al momento de realizar una inversión, es importante conocer que tan rentable es la misma y los beneficios que trae con respecto al empleo de recursos que se realiza. Es decir, la

Tasa Interna de Retorno (TIR) es el interés o la rentabilidad producto de un capital invertido, expresado en porcentajes que representan el beneficio o la pérdida a partir de la realización de la inversión, tal como lo expresado por Torres M, (2016) como:

La Tasa Interna de Retorno o TIR nos permite saber si es viable invertir en un determinado negocio, considerando otras opciones de inversión de menor riesgo. La TIR es un porcentaje que mide la viabilidad de un proyecto o empresa, determinando la rentabilidad de los cobros y pagos actualizados generados por una inversión.

Esto significa que esta medida es utilizada en los proyectos de inversión para determinar que tal positiva es su realización para las partes involucradas. Asimismo, es relevante conocer cómo se utiliza esta medida, puesto que la misma es expresada en porcentajes y refleja un valor cuantitativo que permite conocer si un proyecto es viable o no, teniendo en cuenta las diversas alternativas de inversión que podrían ser más cómodas y seguras. Sin embargo, para poder calcular su valor, debemos conocer la fórmula VAN (Valor Actual Neto), el cual considera los flujos de caja determinados por los ingresos menos los gastos netos, a este valor se debe descontar el interés que se obtuvo y luego restar la inversión inicial. Aunado a lo mencionado anteriormente, se debe tomar en cuenta lo mencionado por Torres M, (2016):

Al descontar la tasa de interés que se podría haber obtenido de otra inversión de menor riesgo, todo beneficio mayor a cero será en favor de la empresa respecto de la inversión de menor riesgo. De esta forma, si el VAN es mayor a 0, vale la pena invertir en el proyecto, ya que se obtiene un beneficio mayor.

El cálculo de la Tasa Interna de Retorno (TIR) se lleva a cabo de la misma manera, llevando el cálculo del Valor Actual Neto (VAN) a cero, lo que arroja un porcentaje que debe ser comparado posteriormente con la tasa de interés. El resultado de esta ecuación muestra un valor de rendimiento interno en la compañía. Para ello se deben tener en cuenta diversos componentes para el cálculo del mismo. El primero son los flujos de caja en cada periodo n (Q_n); luego, el número de períodos (n) y, por último, el valor de la inversión inicial (I). A partir de esto se despliega la siguiente ecuación (Ecuación 1):

$$TIR = \sum_{t=0}^n \frac{F_n}{(1+i)^n} = 0$$

A partir de todo esto, es necesario determinar el análisis de la rentabilidad de la inversión, por lo que se procede a comparar el porcentaje de TIR obtenido con respecto a la tasa de interés o tasa mínima de corte representada por el costo de oportunidad de la inversión. Los mismos pueden ser comparados de forma directa, representando mayor rentabilidad aquel que sea de mayor valor.

3.2.15.2. Flujo de Efectivo

Al momento de ejecutar la propuesta dentro del presente Trabajo Especial de Grado, se debe tomar en cuenta el flujo de efectivo que se lleva a cabo. El mismo es definido por Castro, J (2015), como: “El flujo de efectivo es el movimiento de dinero que se presenta en una empresa, es la manera en que el dinero es generado y aprovechado durante la operación de la empresa.”. Estos e ve representado a través de un ciclo en donde el dinero sale de la compañía representado por el costo de elaborar producto terminado que se entregan a los clientes y luego es generado un dinero por parte de los mismos para generar más riqueza.

El flujo de efectivo puede generarse de tres maneras. La primera es a través de las cobranzas a los clientes; la segunda es por medio de aportes de capital por parte de los socios, bancos o acreedores, es decir, un financiamiento previo. Y la tercera se puede dar por medio de la venta de activos que ya no son utilizados por la empresa.

3.2.15.3. Análisis Costo-Beneficio

Al momento de llevar a cabo mejoras o cambios dentro de las empresas, es necesario determinar los aspectos positivos que esto brindará a la misma con respecto a la inversión que se realizará. Para ello se toma en cuenta lo mencionado por Canive, T (2018): “Un análisis de costo beneficio es un estudio del retorno, no sólo financiero de nuestras inversiones, sino también de aspectos sociales y medioambientales de lo que el proyecto tiene alguna o toda influencia.”

De esta manera, se considera primordial tomar en cuenta no solo el retorno financiero de las inversiones sino también aquellos aportes cualitativos que mejoran el

entorno en el cual se desenvuelve la propuesta planteada, ya que cada inversión amerita un desembolso de capital por parte de la empresa y genera una serie de consecuencias tanto positivas como negativas según sea el caso, lo que significa que el estudio del costo beneficio no es más que la manera de relacionar lo que la compañía pondrá en riesgo con respecto a los efectos que conseguirá con esto y a partir de allí tomar una decisión.

Para calcular la relación costo beneficio o también denominada índice neto de rentabilidad, es necesario dividir el Valor Actual de los Ingresos totales netos (VAI), entre el Valor Actual de los Costos incurridos en la inversión o también llamados Costos Totales (VAC), obteniendo la formula $B/C = VAI / VAC$. A partir del cálculo de la misma, si la relación costo beneficio es mayor que la unidad, entonces se podrá determinar que el proyecto será rentable.

3.2.15.4. Valor Residual

Dentro de las consideraciones que se deben tener al momento de plantear un proyecto, se puede destacar al valor residual como parte de un ingreso que la empresa espera obtener con la venta de un activo al finalizar su vida útil. Tal como lo señala Donoso, A (2015):

En el ámbito contable, el valor residual es el valor que tiene un inmovilizado al final de su vida útil, una vez deducidos los gastos por amortización y depreciación. Desde otro punto de vista, el valor residual es el importe que la empresa espera obtener al vender el inmovilizado cuando finalice su vida útil.

Esto, se deben tener en cuenta diversos factores al momento de comprender la definición del valor residual. El primero es que el valor residual solo se calcula tomando en consideración los activos inmovilizados, tales como estructuras, maquinaria, elementos de transporte, entre otros. Seguidamente, se debe partir del valor inicial del activo inmovilizado que no es más que el valor de adquisición o el costo de fabricación del mismo y, por último, se deben deducir los gastos por amortización y depreciación que se imputan al inmovilizado por el uso o el paso del tiempo, esto se debe realizar durante los años de vida útil del mismo.

Es por ello que, para calcular el valor residual, se debe tomar el valor del inmovilizado menos los gastos por amortización o depreciación, obteniendo la siguiente fórmula: **Valor residual = Valor del inmovilizado – Gastos de amortización/depreciación.**

3.2.15.5. Proyección de beneficios

Las estimaciones para las empresas son realmente importantes, ya que permiten hacer proyecciones de diversos escenarios para poder orientar estrategias, recursos y esfuerzos a la resolución de un conflicto a fin de obtener mejoras. Es por ello que la proyección de beneficios es una de las más importantes, a que al momento de realizar una inversión, las empresas no solo deben tener en cuenta los costos que debe asumir sino también desplegar una serie de posibles escenarios con resultados a obtener como aportes positivos para la misma.

Para poder llevar a cabo proyecciones es necesario predecir ciertos factores que podrían determinar la viabilidad de un proyecto, así como lo señala Horan, S; Bastarrica, A (2010):

Las predicciones son uno de los factores que componen el valor de una compañía. Si pretendemos interpretar correctamente las cifras de resultados publicados, y utilizarlos para desarrollar expectativas meditadas de cash flows a largo plazo, es crítico recurrir a información adicional como convenciones contables, tendencias sectoriales o de la industria o la calidad del equipo directivo.

3.2.15.6. Valor Actual Neto (VAN).

Al momento de realizar un costo beneficio, se debe tomar en consideración el Van, es decir el Valor Actual Neto, debido a que el mismo nos dice que es el valor del producto ofertado, como lo define Velayos, V (2015): “El VAN va a expresar una medida de rentabilidad del proyecto en términos absolutos netos, es decir, en n° de unidades monetarias (euros, dólares, pesos, etc).” Para poder calcular el VAN se necesita resolver una ecuación (Ecuación 2) en donde tiene como variables:

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+k)^t} = -I_0 + \frac{F_1}{(1+k)} + \frac{F_2}{(1+k)^2} + \dots + \frac{F_n}{(1+k)^n}$$

Ft: flujo de dinero de cada periodo
 I0: inversión realizada al momento inicial
 N: números de periodos de tiempo
 K: tipo de interés exigido a la Inversión

Otro de las ventajas del VAN, es que puede ayudar a determinar si la propuesta es viable o no, debido a que dependiendo del valor que arroje el mismo, muestra si el proyecto será beneficioso o no para la compañía, tal como lo dice Velayos, V (2015): Los criterios de decisión van a ser los siguientes:

- VAN > 0: el valor actualizado de los cobros y pagos futuros de la inversión, a la tasa de descuento elegida generará beneficios.
- VAN = 0: el proyecto de inversión no generará ni beneficios ni pérdidas, siendo su realización, en principio, indiferente.
- VAN < 0: el proyecto de inversión generará pérdidas, por lo que deberá ser rechazado.

3.3 Bases legales

Según Arias (2006), las bases legales de una investigación “Representan el basamento legal que sustenta la investigación, mediante una jerarquía jurídica” (p.107).

En primer lugar, las bases legales de esta investigación se encuentran representadas en la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela (1999), de la cual se destaca el Artículo 105, que establece que la Ley determinará las profesiones que requieren títulos y la colegiación de dichos profesionales: “La ley determinará las profesiones que requieren título y las condiciones que deben cumplirse para ejercerlas, incluyendo la colegiación”. Por lo tanto, el ejercicio de la Ingeniería se rige por dicha ley, su reglamento y las normas de ética profesional que a tales efectos dicta el Colegio de Ingenieros de Venezuela (CIV).

Así mismo, el conforme al artículo 110 de la Constitución Bolivariana de Venezuela, se reconoce y garantiza el desarrollo de la ciencia para la comunidad, donde se establece: “El Estado reconocerá el interés público de la ciencia, la tecnología, el conocimiento, la innovación y sus aplicaciones y los servicios de información

necesarios por ser instrumentos fundamentales para el desarrollo económico, social y político del país, así como la seguridad y soberanía nacional. Para el fomento y desarrollo de esas actividades, el Estado destinará recursos suficientes y creará el sistema nacional de ciencia y tecnología de acuerdo con la ley. El sector privado deberá aportar recursos para los mismos. El Estado garantizará el cumplimiento de los principios éticos y legales que deben regir las actividades de investigación científica, humanística y tecnológica. La ley determinará los modos y medios para dar cumplimiento a esta garantía”.

Con el fin de garantizar el cumplimiento de lo establecido en los reglamentos internos, especiales y las decisiones de los respectivos Órganos, es de fundamental importancia la existencia y aplicación de sistemas de control interno, a través de los cuales se desarrollen las tareas de control y registro en todas y cada una de las áreas, niveles y funciones de la organización. En consiguiente la Ley Orgánica de Ciencia, Tecnología e Innovación establece, en su Artículo 2:

“Las actividades científicas, tecnológicas, de innovación, sus aplicaciones, se consideran de interés público y de interés general, así como la investigación, el conocimiento y los servicios de informática necesarios, por ser instrumentos fundamentales para el desarrollo económico, social y político del país. En tal sentido, se establece el deber e interés común que tienen tanto el sector público como el sector privado de contribuir en el fomento y desarrollo de dichas actividades”.

El Servicio Autónomo Nacional de Normalización, Calidad, Metrología y Reglamentos Técnicos (SENCAMER) es el ente encargado de asegurar el cumplimiento de la aplicación, cumplimiento y control de la Ley de Metrología de Productos Envasados de contenido neto y variable. Según el artículo 43 del Capítulo III llamado: “Productos Vendidos sin Envase y Productos Preenvasados”, se tiene que: “El órgano o ente competente en materia de metrología establecerá por resolución para cada tipo de producto la tolerancia admisible entre el contenido real y el nominal indicado en el envase o envoltorio, plan de muestreo, procedimientos de ensayos y métodos estadísticos”. Lo que, en relación con el presente proyecto de investigación,

se refiere a que la banda de control de peso debe ser aprobada por el órgano o ente competente en materia de metrología, así como los procedimientos, planes y métodos referentes al mismo.

Según su artículo 81, se establece que: “En el caso de venta de productos preenvasados que estén por debajo de las tolerancias permitidas, el órgano o ente competente en materia de metrología ordenará a los infractores o infractoras su venta al público por el precio inferior al de su precio de venta indicado, tomando en consideración la disminución de la cantidad de producto en el envase, independientemente de la sanción administrativa o penal, que corresponda”. Lo que, con relación al presente trabajo de investigación, se encuentra referido a las infracciones que se pueden producir al permitir la salida al mercado de productos que se encuentren fuera del rango de peso correspondiente.

Por otro lado, La Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN), creada en 1958, es el organismo encargado de programar y coordinar las actividades de Normalización y Calidad en el país, representando un conjunto de normativas y estándares de calidad, donde se describen los procedimientos a seguir en una actividad determinada. A su vez, estas son aprobadas luego de haber sido sometidas a pruebas y evaluaciones previas a su publicación.

Según la Norma Obligatoria 1784 de COVENIN se contempla la definición y requisitos que debe cumplir el jamón endiablado como, por ejemplo, los requisitos químicos (a nivel de planta y centros de distribución pertenecientes a la empresa), plasmados en la tabla 1.

Tabla 1:
Normas COVENIN para el Jamón Endiabado.

Característica	Límite		Método de ensayo
	Min	Max	
Proteína de origen animal (%)	12,5	/	COVENIN 1218
Grasa (%)	/	35	COVENIN 1219
Humedad + grasa (%)	/	85	COVENIN 1120
Relación humedad/proteína (%)	/	4,8	COVENIN 1218/1120
Cenizas (%)	/	4	COVENIN 1220
Nitratos y/o nitritos expresados como nitrito de sodio (p.p.m.)	/	125	COVENIN 1221 y 1222
Ácido ascórbico (p.p.m.)	/	500	COVENIN 1295
Fosfatos totales, expresados como P_2O_5	/	1	COVENIN 1178 y 2474

Fuente: Norma COVENIN para el Jamón Endiabado (2da Revisión). (1998)

Tal como se puede observar, en la misma no se plantea un indicador de densidad o peso, pues son parámetros fijados por la empresa en cuestión que posteriormente son abalados por SENCAMER para su salida al mercado.

3.4. Definición de términos básicos

Instrumentación: Se define como el proceso en el que se interconectan un grupo de elementos que sirven para medir, convertir, transmitir, controlar o registrar variables de un proceso con el fin de optimizar los recursos utilizados en este. Los instrumentos de medición y control permiten el mantenimiento y la regulación de las magnitudes que participan en un proceso en condiciones más idóneas que las que el propio operador podría realizar. En pocas palabras la instrumentación se encarga de mantener funcionando el proceso de manera óptima a través de elementos que sirven para medir, convertir, transmitir, controlar o registrar las variables.

Automatización: Este concepto suele emplearse en la industria con referencia a la aplicación de máquinas o de procedimientos automáticos en la realización de un proceso. En consiguiente, la automatización se define como el conjunto de elementos o procesos informáticos, mecánicos y electromecánicos que operan con mínima o nula intervención del ser humano. estos normalmente se utilizan para optimizar y mejorar

el funcionamiento de una planta industrial, pero igualmente puede utilizarse la automatización en un estadio, una granja o hasta en la propia infraestructura de las ciudades.

Reclamos: Es el derecho que tiene toda persona de exigir, reivindicar o demandar una solución ya sea por motivo general o particular, referente a la prestación indebida de un servicio o a la falta de atención de una solicitud. En otras palabras, es una expresión de insatisfacción hecha a una organización con respecto a sus productos pero que pide o pretende algún tipo de compensación.

Regalías: Las regalías son una contraprestación económica que recibe el Estado por la explotación de recursos naturales no renovables, las cuales pueden ser recaudadas en dinero o en especie. Estas regalías deben efectuarse a cambio de hacer uso de la propiedad intelectual que pertenece a alguien más. Es decir, una regalía es un pago obligatorio por el derecho a usar o explotar la creación de otra persona.

Dosificador: Un dosificador proporcional, el cual también es comúnmente llamado inyector, es un dispositivo que tiene la finalidad de agregar algún líquido a un solvente o concentrado de manera precisa y proporcional, es decir, en cantidades precisas que son proporcionales al flujo que pasa por él, sin importar los cambios de presión o flujo. Dicho líquido es conocido como concentrado y puede ser de diferentes tipos para diversas industrias, estos pueden ser: Lubricantes, Fertilizantes de Plantas, Insecticidas, Compuestos Químicos, Detergentes, Alimentos concentrados, etc.

Merma: Una merma se refiere a toda pérdida o reducción de un cierto número de mercancías o de la actualización de un stock que provoca una fluctuación, es decir, la diferencia entre el contenido de los libros de inventario y la cantidad real de productos o mercancía dentro de un establecimiento, negocio o empresa que conlleva a una pérdida monetaria. La existencia de mermas atenta contra los márgenes de utilidad de forma considerable, pues -a diferencia de los desperdicios- no posee valor de reventa.

CAPÍTULO IV

FASES METODOLÓGICAS

4.1. Fases Metodológicas

- I. Diagnosticar la situación de la Línea Nro. 02 DH 115, con respecto a la eficiencia de producción actual.
- II. Estudiar las variables asociadas al sistema de producción de la línea 02 para usarlas como criterio de selección del equipo.
- III. Describir de los procedimientos y acciones necesarias para que se lleve a cabo la incorporación del sistema de control de peso en la Línea 02 DH 115 de la empresa Alimentos DIFRESCA C.A.
- IV. Determinar la factibilidad económica y técnico-operativa de la propuesta de incorporación de un sistema de control de peso en la Línea 02 DH 115 de la empresa Alimentos DIFRESCA C.A.

Fase I. Diagnosticar la situación de la Línea Nro. 02 DH 115, con respecto a la eficiencia de producción actual.

1. Descripción de la Línea Nro. 02 DH 115 de la empresa Alimentos DIFRESCA C.A., encargada de la fabricación de las latas de diablitos en su presentación de 115 gramos, con respecto a la eficiencia de producción actual.
2. Análisis de las causalidades que están afectando a la Línea Nro. 02 DH 115 de la empresa Alimentos DIFRESCA C.A., con respecto a la producción actual.
3. Determinar las variables de mayor impacto en función a las causalidades que están afectando a la Línea Nro. 02 DH 115 de la empresa Alimentos DIFRESCA C.A. con respecto a la producción actual.

Fase II. Estudiar las variables asociadas al sistema de producción de la Línea 02 DH 115 para usarlas como criterio de selección del equipo.

1. Evaluar y seleccionar los elementos adecuados para la incorporación del sistema de control de peso a la Línea 02 DH 115, para posteriormente llevar a cabo la descripción de la propuesta con todos los elementos que conforman la misma.

Fase III. Describir de los procedimientos y acciones necesarias para que se lleve a cabo la incorporación del sistema de control de peso en la Línea 02 DH 115 de la empresa Alimentos DIFRESCA C.A.

1. Se procede a realizar la programación de la propuesta, analizando las entradas y salidas necesarias con respecto a todos los elementos que intervienen en el control de peso de la línea 02 DH 115 de la empresa Alimentos DIFRESCA C.A.

necesarias con respecto a todos los elementos que intervienen en el proceso.

Fase IV. Determinar la factibilidad económica y técnico-operativa de la propuesta de incorporación de un sistema de control de peso en la Línea 02 DH 115 de la empresa Alimentos DIFRESCA C.A.

1. Se procede al establecimiento y descripción de la factibilidad financiera de la propuesta con relación al logro de la mejora en la eficiencia de producción de la Línea 02 DH 115

2. Establecimiento y descripción de los recursos humanos, procesos, herramientas, entre otros, que participaron en la elaboración de la propuesta planteada.

CAPÍTULO V

ASPECTOS ADMINISTRATIVOS

Cuando se realizan proyectos de investigación, Arias (2012:111), señala que se debe tener en consideración "los recursos y tiempo necesario para el desarrollo o ejecución de la investigación", es decir, los llamados aspectos administrativos del estudio. En tal sentido, el presente apartado describe los diferentes recursos que se utilizarán en la investigación.

5.1. Recursos Humanos

A lo largo del desarrollo de este estudio participarán, además de la investigadora, los tutores académicos, tanto metodológicos como de contenido, junto a otros profesores de la Universidad José Antonio Páez, quienes, con sus conocimientos y experiencias orientarán a su avance, facilitando las herramientas necesarias para alcanzar los objetivos establecidos. Así mismo, se contará con la amplia colaboración de los trabajadores de la Línea Nro. 02 DH 115 de la empresa Alimentos DIFRESCA C.A., encargada de la fabricación de las latas de diablitos en su presentación de 115 gramos, quienes aportarán datos a través de la encuesta para la recabar los datos pertinentes para la realización del presente estudio.

5.2. Recursos Materiales

Los recursos materiales y financieros de la investigación se relacionan con la inversión requerida para llevar a cabo las diferentes actividades necesarias para el alcance de los objetivos durante el desarrollo de la investigación. En tal sentido, estos serán aportados por la investigadora, como es el caso del papel bond, carpetas, lápices y equipos de computación, entre otros.

5.3. Recursos institucionales

Entre las entidades que participan o ayudan en la elaboración del presente proyecto de investigación se encuentran:

1. Universidad José Antonio Páez

2. Empresa Alimentos DIFRESCA C.A.

5.4. Recurso de Tiempo

A continuación, se presenta el Cronograma de Actividades destinado al desarrollo de la investigación, donde se especifica el tiempo que se requerirá para llevar el trabajo en curso hasta su finalización.

Tabla 2:
Cronograma de Actividades – Diagrama de Gantt.

ACTIVIDAD	2020		2021								TOTAL
	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	MESES
I. Diagnosticar la situación de la Línea Nro. 02 DH 115 con respecto a la eficiencia de producción anual.											4
II. Estudiar las variables asociadas al sistema de producción de la línea 02 para usarlas como criterio de selección del equipo.											2
III. Describir de los procedimientos y acciones necesarias para que se lleve a cabo la incorporación del sistema de control de peso en la Línea 02 DH 115 de la empresa Alimentos DIFRESCA C.A.											2
IV. Determinar la factibilidad económica y técnico-operativa de la propuesta de incorporación de un sistema de control de peso en la Línea 02 DH 115 de la empresa Alimentos DIFRESCA C.A.											2

Fuente: Elaboración propia (2021)

CAPÍTULO VI

RESULTADOS

6.1. Fase I. Diagnosticar la situación de la Línea Nro. 02 DH 115, con respecto a la eficiencia de producción actual.

A lo largo de esta fase se realizaron las observaciones directas del proceso de fabricación de las latas de jamón endiablado en su presentación de 115 gramos, provenientes de la Línea Nro. 02 DH 115, lo que conllevó a la elaboración de las descripciones, diagramas, tablas y flujogramas del proceso. A su vez, se presenta la información suministrada por la empresa junto a las actividades relacionadas con el departamento, contribuyendo al estudio del diagnóstico de la producción actual.

6.1.1. Descripción de la Línea Nro. 02 DH 115, con respecto a la eficiencia de producción actual.

Previamente a la realización de un proyecto de ingeniería, se debe conocer el espacio a estudiar. En tal sentido, la empresa Alimentos DIFRESCA C.A., cuenta con dos plantas de producción, la planta “Pasta Fresca”, y la Planta DH (Deviled Ham). Cada planta abarca diferentes procesos de producción, de los cuales es necesario tener una supervisión, sea de las maquinarias o de los productos en desarrollo. En la Planta DH se dispone de la materia prima y maquinaria para producir y comercializar el jamón endiablado “Diablitos Underwood” en sus dos presentaciones: Enlatada y aluminio flexible “Neopack”. En la Figura 31 se observa la disposición de las máquinas y equipos en la Planta DH.

La presentación enlatada del jamón endiablado “Diablitos” cuenta con dos dimensiones del producto, por lo que el proceso de envasado del mismo, que abarca llenado, tapado y procesos posteriores, se realiza en dos líneas diferentes: la Línea 1, enfocada en la presentación de 54 gramos, y la Línea 2, que representa el caso de estudio, orientada a la presentación de 115 gramos.

El proceso de envasado comienza cuando los contenedores vacíos son transportados por una cóclea de entrada y por la cinta transportadora hacia la llenadora. En la entrada de la llenadora-tapadora SIMA 02, que es la que corresponde a la Línea 02, destinada al envasado del jamón endiablado en su presentación de 115 gramos, se encuentra un sensor inductivo que detecta la presencia de las latas. Tras un número determinado de pasos de máquina, después de la presencia de la lata, se abren las válvulas de llenado. Por pasos de máquina se entiende una rotación completa de la leva de fase situada debajo de la llenadora, que indica qué tanto se llenará cada lata y representa la guía de la llenadora (ver Figura 33). Para que la apertura de las válvulas se produzca correctamente es preciso que la máquina esté en fase, es decir que el sensor de fase de apertura de los grifos, situado debajo de la llenadora, detecte la presencia de la leva correspondiente después y mientras que el sensor de presencia de latas esté ocupado. A su vez, se tienen otros sensores como el sensor de presencia de contenedores y el sensor de fase de presencia de contenedores, que permitirán que el producto se posicione hacia su tapado.



Figura 33. Llenadora SIMA 02 de la Línea 02 115 de la empresa Alimentos DIFRESCA C.A.

Fuente: Departamento de Mantenimiento de la empresa Alimentos DIFRESCA C.A.

Una vez en la entrada de la tapadora (ver Figura 34) la tapa será hojeada y detectada por un sensor de presencia de tapas, situado a lo largo de la guía de tapas. Cuando el sensor detecta la presencia de la tapa, el sensor de control de fase de presencia de tapas debe detectar la leva correspondiente situada en la rueda dentada; también este sensor está colocado en la parte alta de la máquina. El avance de las tapas se produce mediante una estrella equipada con empujadores (dientes) que sirven para colocar la tapa sobre el contenedor. Antes de que la tapa sea colocada, si la máquina dispone de vapor, gas o nitrógeno, comienza la erogación de vapor o del gas entre la tapa y la caja a través de los agujeros presentes entre la tapa y la lata a través de los agujeros presentes en la estrella portatapas.



Figura 34. Tapadora SIMA 02 de la Línea 02 115 de la empresa Alimentos DIFRESCA C.A.

Fuente: Departamento de Mantenimiento de la empresa Alimentos DIFRESCA C.A.

Posteriormente, la lata apoyada en el platillo giratorio de la tapadora llega debajo del cabezal de cierre, que se produce mediante dos rodillos, y posteriormente la misma es encauzada hacia la salida mediante una guía estática y una estrella giratoria denominada de salida, para ser seguidamente desplazada por una cinta transportadora hacia su codificado, donde se le colocan las fechas correspondientes a su lote, emisión y vencimiento, y a su posterior lavado, donde se eliminan las impurezas adheridas a la lata propias del proceso de llenado y tapado.

Una vez que la lata se encuentra codificada y lavada (ver Figura 35), se dirigen al bus de descarga de la línea (ver Figura 36), donde un operador realiza el control de peso de las mismas en una estación destinada a dicho proceso (ver Figura 37), tomando diez latas de la línea, pesándolas en una balanza y llevando un registro preestablecido por el departamento de producción, donde se colocan todas las irregularidades de peso que se presentan en la jornada de producción.



Figura 35. Lavadora de latas de la Línea 02 115 de la empresa Alimentos DIFRESCA C.A.

Fuente: Departamento de Mantenimiento de la empresa Alimentos DIFRESCA C.A.



Figura 36. Bus de descarga de la Línea 02 115 de la empresa Alimentos DIFRESCA C.A.

Fuente: Departamento de Mantenimiento de la empresa Alimentos DIFRESCA C.A.

El procedimiento para el control de peso y de codificado de latas se realiza en un mismo formato y consiste en que, una vez empezada la jornada de producción y con ella el control de peso, el operador verifique las condiciones sanitarias del área y que la balanza se encuentre en buen estado físico. Posteriormente, toma 10 unidades por línea y registra los pesos, número de canasta, código juliano y defectos visuales en el sello de cada una de ellas. Verifica nitidez del código, exceso de grasa, danos en el cuerpo de la lata, entre otros. El Analista realiza una verificación similar, en el inicio de la jornada y hasta que garantice la estabilidad de la línea (según especificación).



Figura 37. Puesto de medición de peso actual.

Fuente: Departamento de Mantenimiento de la empresa Alimentos DIFRESCA C.A.

La frecuencia del monitoreo del producto debe realizarse por el operador y el analista correspondiente al área de control de peso al inicio de la producción, después de cada parada del proceso de producción, al cambiar el subcódigo y cada quince minutos.

El operador, en caso de obtener pesos fuera de especificación, le notifica al Operador de la llenadora para que detenga la línea y realice los ajustes necesarios en el surtido de la máquina, a partir del ajuste de la leva de la llenadora, cuya guía lineal es un tornillo que gira sobre su propio eje accionado por una manivela (ver Figura 38)



Figura 38. Manivela de control de peso de llenadora SIMA 02.

Fuente: La autora (2021).

Los productos identificados como deficientes son retenidos e identificados, para posteriormente indicar al analista y/o supervisor y documentar lo observado.

Tabla 3:

Parámetros para el control de peso de la empresa Alimentos DIFRESCA C.A.

Límite Inferior de Retención (LIR)	Límite Inferior de Control (LIC)	Límite Objetivo	Límite Superior de Control (LSC)	Límite Superior de Retención (LSR)
Menor a 53,00g	54,00g	54,54	55	Mayor a 57,00g
Menor a 54,00g	55,00g	55,55	56	Mayor a 57,00g
Menor a 114,00g	115,00g	116,15	117,00g	Mayor a 120,00g
Acción: Retener el producto, identificarlo como bajo peso, colocando tarjeta roja y sticker color amarillo.	Acción: Producto que se encuentre con pesos comprendidos entre LIC y LIR, realizar ajustes y documentar en formato.		Acción: Producto que se encuentre con pesos comprendidos entre LSC y LSR, realizar ajustes y documentar en formato.	Acción: Retener el producto, identificarlo como sobre peso, colocando tarjeta roja y un sticker de color amarillo.

Fuente: Departamento de producción de la empresa Alimentos DIFRESCA C.

En tal sentido, el estado actual del proceso de envasado realizado por la Línea 02 puede observarse en el flujograma de procesos de la Figura 39, donde se representa de manera gráfica y sintética una visión general del proceso en orden de facilitar su optimización.



Figura 39. Flujograma de procesos de la Línea 02 DH 115.
Fuente: La autora.

Los productos que se encuentren dentro de los parámetros preestablecidos de peso circularán al mercado con normalidad, a diferencia de los productos rechazados, que serán reprocesados, destruidos o destinados a obsequios para cubrir las condiciones contractuales con los trabajadores. Dado que el control de peso ha sido un objeto de estudio imperativo para el departamento de producción, éste se llevó a cabo durante el año 2020, donde se registraron las anomalías presentes en la línea durante dicho proceso, y se concluyeron cuánto representan las retenciones de sobre peso y sobre peso con respecto al total de retenciones (ver Tabla 4), con respecto a la producción total, y las pérdidas mensuales y totales para la empresa Alimentos DIFRESCA C.A. (ver Tablas 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11).

Tabla 4:

Porcentaje de retenciones por sobre peso y bajo peso respecto al total de retenciones

PROYECTO CONTROL DE PESO - PORCENTAJES	
Porcentaje de sobre y bajo peso de DH 115 respecto al total de retenciones	80.72%
Porcentaje de bajo peso respecto al total de retenciones	34.34%
Porcentaje de sobre peso respecto al total de retenciones	46.38%

Fuente: La autora.

Para el estudio de las retenciones por sobre peso y bajo peso de producto realizado en 2020, se analizó a partir del mes de mayo en función a tres renglones: los productos que fueron reprocesados, destruidos o destinados a otro destino (generalmente obsequios), sin embargo, durante el mes de mayo (ver Tabla 5) no se tenían productos retenidos para “otro destino” sino que todas las unidades fueron destinadas a reproceso o destrucción. Durante el estudio realizado por cada mes se obtienen resultados variables, consecuentes a que los problemas de peso dependen de factores como maquinaria, mano de obra y composición de producto. Así mismo, no se consideró el mes de junio para el estudio, ya que en el mismo no se tuvo producción.

Tabla 5:

Productos retenidos en el mes de mayo

MAYO	
REPROCESO O DESTRUCCIÓN (Unid)	
	48
	48
	48
	24
	24
	72
	24
Productos retenidos:	288

Fuente: La autora.

En la siguiente tabla (Tabla 6), se tienen las cifras de los productos retenidos durante el mes de julio, donde se consideraron los productos del renglón “Otro destino”, que abarca los productos destinados a obsequios para los empleados de la empresa.

Tabla 6:

Productos retenidos en el mes de julio.

Julio		
Reprocesado	Destruido	Otro destino
50	0	N/A
120	0	N/A
60	0	N/A
200	0	N/A
185	0	N/A
165	0	N/A
155	0	N/A
187		
44	0	N/A
120	0	N/A
66	10	N/A
50	0	N/A
56	0	N/A
133	0	N/A
N/A	0	N/A
136	0	N/A
140	0	N/A
126	0	N/A
193	0	N/A
79	0	N/A
Total productos retenidos en julio		2275

Fuente: La autora.

En la siguiente tabla (Tabla 7), se evidencian los productos retenidos durante el mes de agosto, donde se evidencia que las retenciones son factores irregulares que no repercuten en la misma magnitud durante cada mes de producción.

Tabla 7:

Productos retenidos en el mes de agosto.

Agosto		
Reprocesado	Destruido	Otro destino
1	0	65
9	0	7
Total productos retenidos en agosto		82

Fuente: La autora.

Durante el mes de septiembre, en el que hubo mayor producción respecto al mes anterior según los datos suministrados por el departamento de Producción, también se tuvo mayores retenciones de producto con irregularidades de peso (ver Tabla 8).

Tabla 8:

Productos retenidos en el mes de septiembre.

0	N/A	N/A
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0
288	0	38
168	0	107
113	0	70
255	0	121
9	0	N/A
396	0	326
438	18	149
209	0	0
0	0	0
2	0	0
11	0	8
7	0	0
3	0	5
3557	1	N/A
34	0	0
1	0	0
0	0	0
N/A	N/A	N/A
142	0	18
24	0	7
16	0	0
0	0	0
77	0	N/A
190	0	N/A
4	0	51
137	0	468
9	0	N/A
36	0	4
212	0	N/A
154	0	218
0	0	0
0	0	0
Total productos retenidos en septiembre		8083

Fuente: La autora.

Para el mes de octubre, se obtuvieron menores retenciones y pérdidas con respecto al mes anterior, también teniendo en cuenta que se tuvo menor producción en

dicho mes, debido a la demanda de dicho mes, y teniendo en cuenta la situación pandemia COVID-19.

Tabla 9.

Productos retenidos en el mes de octubre.

Octubre		
Reprocesado	Destruído	Otro destino
0	0	0
0	0	0
0	0	0
7	0	2
156	0	5
60	0	0
1	0	1387
4	0	23
31	0	0
0	0	0
260	0	N/A
Total productos retenidos en octubre		1929

Fuente: Departamento de Calidad de la empresa Alimentos DIFRESCA C.A.

Durante el mes de noviembre, la producción fue aún menor que en el mes de octubre, asimismo, las retenciones y pérdidas de producto también fueron menores, lo que se observa en la Tabla 10.

Tabla 10.

Productos retenidos en el mes de noviembre.

Noviembre		
Reprocesado	Destruído	Otro destino
148	0	0
50	0	0
61	0	0
15	0	0
200	0	0
58	0	0
45	0	0
20	0	0
5	0	0
12	0	0
105	0	0
15	0	0
5	0	0
2	0	0
5	0	0
6	0	0
Total productos retenidos en noviembre		752

Fuente: La autora.

Tabla 11.
Productos retenidos en el mes de diciembre.

Diciembre		
Reprocesado	Destruido	Otro destino
80	0	0
75	0	0
135	0	0
15	0	0
7	0	0
11	0	0
4	0	0
74	0	0
3	0	0
230	0	0
36	0	0
8	0	0
11	0	0
5	0	0
12	0	0
5	0	0
9	0	0
35	0	0
3	0	0
0	0	0
0	0	0
150	0	0
780	0	0
20	0	0
200	0	0
100	0	0
600	0	0
90	0	0
200	0	0
180	0	0
80	0	0
1	0	0
75	0	0
Total productos retenidos en diciembre		3154

Fuente: La autora.

Una vez estudiadas las cifras obtenidas del total de productos retenidos mensualmente, segregados en función a si fueron reprocesados, destruidos o dispuestos a otro destino, se concluyen los resultados obtenidos en la Tabla 12, donde se suman los productos retenidos mensualmente, las toneladas retenidas teniendo en cuenta de que cada producto corresponde a 115 gramos, y considerando que por motivos estratégicos la empresa Alimentos DIFRESCA C.A. no suministró datos acerca de costos de la lata y producto, el costo de las horas hombre en reproceso de producto y horas máquina (a nivel de mantenimiento y apreciación), y, en pocas palabras, los costos de la línea de producción, al ser reprocesado el producto, el mismo no va a generar la entrada inicial promulgada, por lo que los ingresos no percibidos se asumen considerando que los productos retenidos no salieron al mercado, teniendo en cuenta a su vez que el precio de distribución de las latas de Diablitos en su presentación de 115 g, de 1.4\$.

Tabla 12.

Resultados del estudio de control de peso.

Total de productos retenidos	16563 unid
Total de toneladas retenidas	1.904745ton
INGRESOS NO PERCIBIDOS	23.188,2\$

Fuente: La autora.

La siguiente tabla, (Tabla 13), se refiere a los datos suministrados por del departamento de producción, de las toneladas retenidas y las horas hombre invertidas en reproceso de producto, si bien no se tienen los costos de las horas hombre, se persigue el fin de contribuir al estudio de la factibilidad económica de una futura implementación de un sistema de control de peso, que fomente menores retenciones de producto y con ello, menores pérdidas por horas-hombre, lata y producto.

Tabla 13.

Toneladas retenidas y horas hombres invertidas en reproceso en el año 2020.

Meses	Tons Retenidas	Hr-Hombres
Ene'20	0	0
Feb'20	6,52	9,26
Mar'20	4,72	6,7
Abr'20	1,55	2,2
May'20	3,94	5,59
Jun'20	0	0
Jul'20	0,06	0,09
Ago'20	0,02	0,02
Sep'20	3,84	5,45
Oct'20	0,74	1,05
Nov'20	0,13	0,18
Dic'20	0,69	0,98
	22,21	31,53

Fuente: La autora.

En la Figura 40 se plasma gráficamente lo expuesto en la tabla 13 a partir de un gráfico de columnas, donde las columnas azules representan las toneladas retenidas, y las columnas naranjas, las horas hombre invertidas en reproceso de las mismas.

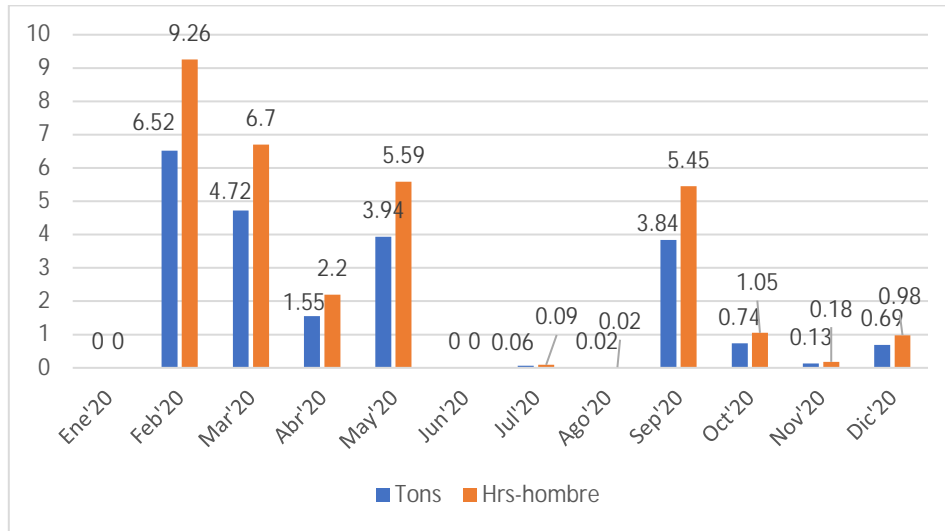


Figura 40. Gráfico de las toneladas y horas hombre empleadas en revisión de producto.

Fuente: Departamento de producción de la Empresa Alimentos DIFRESCA C.A.

Una vez obtenidas los resultados del estudio de peso realizado durante el año 2020, se compararon las cifras obtenidas en función a las toneladas de producto producidas en el mismo año, con el fin de evaluar cuánto representaban los productos retenidos con respecto a la producción total. (ver Tablas 14 y 15).

Tabla 14.

Reporte de producción de DH 115 en el período enero-junio 2020.

REPORTE DE PRODUCCIÓN						
Material	ene-20	feb-20	mar-20	abr-20	may-20	jun-20
UW DIABLITOS LATA 24X115G	-	-	-	-	13,49	0,19
UW DIABLITOS ABRE FACIL 24X115G	-	-	-	-	-	-
UW DIABLITOS TOCINETA LATA 24X115G	-	-	-	-	-	-
UW DIABLITOS BBQ LATA 24X115G	-	-	-	-	-	-
UW DIABLITOS JAM SERRANO LATA 24X115G	-	-	-	-	-	-
UW DS MIX ESP 24X115G LATA	-	-	-	-	-	-
UW DIABLITOS LATA PROMO 24X115G	-	-	-	-	-	-
UW RICO JAM 24X115G	-	-	-	-	-	-
UW DIABLITOS LATA 12X115G	-	7,16	6,98	17,16	2,12	-
UW RICO JAM 12X115G	-	-	-	-	-	-
UW JAMÓN ENDIABLADO AHUMADO 24X115G	-	-	-	-	-	-
UW JAMÓN ENDIABLADO AHUMADO 12X115G	-	-	-	-	-	-
UW AMON ENDIABLADO EXPORT PERÚ 24X115G	-	-	1,23	-	-	-
UW AMON ENDIABLADO EXPORT PERÚ 12 X 115G	-	-	-	-	-	-
UW JAMÓN ENDIABLADO DIABLITOS EXPORT 12X115G	-	-	-	-	-	-
UW AMON ENDIABLADO PL EXPORT CHILE 12X115G	-	-	-	-	-	-
TOTAL TONELADAS PRODUCIDAS POR MES DH	-	7,16	8,21	17,16	15,61	0,19

Fuente: Departamento de producción de la empresa Alimentos DIFRESCA C.A.

Tabla 15:

Reporte de producción de DH 115 en el período julio-diciembre 2020.

REPORTE DE PRODUCCIÓN						
Material	jul-20	ago-20	sept-20	oct-20	nov-20	dic-20
UW DIABLITOS LATA 24X115G	-	7,30	13,92	15,77	21,31	21,69
UW DIABLITOS ABRE FACIL 24X115G	-	-	-	-	-	-
UW DIABLITOS TOCINETA LATA 24X115G	-	-	-	-	-	-
UW DIABLITOS BBQ LATA 24X115G	-	-	-	-	-	-
UW DIABLITOS JAM SERRANO LATA 24X115G	-	-	-	-	-	-
UW DS MIX ESP 24X115G LATA	-	-	-	-	-	-
UW DIABLITOS LATA PROMO 24X115G	-	-	-	-	-	-
UW RICO JAM 24X115G	-	1,81	-	-	-	-
UW DIABLITOS LATA 12X115G	0,66	3,54	9,11	5,45	2,41	11,75
UW RICO JAM 12X115G	-	3,65	-	-	-	-
UW JAMÓN ENDIABLADO AHUMADO 24X115G	-	-	-	2,10	-	1,60
UW JAMÓN ENDIABLADO AHUMADO 12X115G	-	-	-	1,06	-	-
JAMON ENDIABLADO EXPORT PERÚ 24X115G	-	-	3,86	2,46	-	-
JAMON ENDIABLADO EXPORT PERÚ 12 X 115G	-	-	6,68	-	-	-
JAMÓN ENDIABLADO DIABLITOS EXPORT12X115G	-	-	5,80	1,32	-	5,88
JAMON ENDIABLADO PL EXPORT CHILE 12X115G	-	-	-	-	-	1,20
TOTAL TONELADAS PRODUCIDAS POR MES DH 115	0,66	16,30	39,37	28,16	23,72	42,11

Fuente: Departamento de Producción de la empresa Alimentos DIFRESCA C.A.

Tabla 16.

Resultados obtenidos del reporte de producción del año 2020.

REPORTE DE PRODUCCIÓN	
TOTAL TONELADAS PRODUCIDAS EN EL AÑO	198,65
PORCENTAJE DE SP Y BP RESPECTO A LA PRODUCCIÓN TOTAL	0.9588%

Fuente: La autora (2020).

Una vez estudiado el conjunto de tablas, desde la Tabla 4 hasta la Tabla 16, realizadas a partir de datos suministrados por el Departamento de Producción, se concluye que, si bien ciertamente se tuvo una producción irregular debido a las circunstancias adversas a las que debió enfrentarse la empresa, las toneladas retenidas representaron aproximadamente el 0.95% de la producción total. Sin embargo, dichas tablas también fundamentan la importancia de la realización del seguimiento y segregación de las causas de las retenciones de productos, así como su origen, desarrollando estrategias, tal como la presente propuesta, que permitan sincerar las

cifras de los productos retenidos, y corregir los procesos que se llevan a cabo durante las diversas etapas de producción a partir de nuevos métodos o maquinarias.

6.1.2. Análisis de las causalidades que están afectando a la Línea Nro. 02 DH 115 de la empresa Alimentos DIFRESCA C.A, con respecto a la eficiencia de producción actual.

Realizada la descripción de la Línea Nro. 02 DH 115 de la empresa Alimentos DIFRESCA C.A con respecto a la eficiencia de producción actual, y tras los datos recogidos de las pérdidas que conllevan las retenciones por sobre peso y bajo peso de producto, se procedió a la realización del diagrama causa-efecto o espina de pescado, que se observa en la Figura 41, en la cual se presenta cada una de las debilidades encontradas en la Línea Nro. 02 DH 115, relacionándolas con las variables que conforman esta herramienta.

Tras reuniones llevadas a cabo con el personal de los departamentos de Mantenimiento, Calidad y Producción con respecto a los problemas de control de peso que no ha sido solventado a pesar de la innumerable cantidad de propuestas y soluciones planteadas, se definieron las variables de mayor impacto, es decir, las que influyen directamente al proceso, así como el grado en el que predominan en la problemática. Dicho grado fue obtenido a partir de un estudio llevado a cabo por el Departamento de Calidad durante el año 2020, donde además de contabilizar los productos retenidos por sobre peso y bajo peso, también llevaban un registro de las anomalías detectadas en los mismos, donde además se tomó en cuenta sus opiniones y experiencia del personal, así como las observaciones directas realizadas por la investigadora en el tema.

Sobre el diagrama de causa-efecto, Sacristan, F. R. (2005) señala: “Es una representación gráfica compuestas de líneas y símbolos que tiene por objeto presentar una relación entre un efecto y sus causas”, en tal sentido, se proporcionan los elementos que conforman un problema y las relaciones existentes entre ellos, con el fin de organizar las causas y el impacto de cada una (Observar Figura 41).

DIAGRAMA DE ISHIKAWA – DIAGRAMA DE CAUSA Y EFECTO



Figura 41. Diagrama Causa Efecto.

Fuente: La autora (2020)

A partir del diagrama causa-efecto, se logran identificar las causas que repercuten en los problemas de peso del producto, facilitando de esta manera la discusión, el análisis de posibles soluciones para problemas asociados a la problemática y de las cualidades que tienen cada una de las variables que afectan el proyecto. El hecho de que la información obtenida provenga de entrevistas no estructuradas al personal y trabajadores de la línea resultó ventajoso en la toma de datos necesarios para atacar la problemática, pues se incluyen vivencias diarias y personales que permiten debatir sobre los factores más predominantes y su impacto en el peso del producto. A su vez, a partir de dicho mecanismo de recolección de datos y del estudio llevado a cabo por el departamento de Calidad sobre las anomalías principales que se tenían para cada caso, una data que, por motivos de políticas del Departamento, no se plasma en el presente informe, se pudo establecer cuáles variables influían mayormente en el problema.

Por medio de una tabla de frecuencias (tabla 17), se organizan los datos estadísticos obtenidos del diagrama causa-efecto, una herramienta cualitativa, y se convierten en una herramienta cuantitativa al asignarles una frecuencia

correspondiente, para construir posteriormente un diagrama de Pareto. En el principio de Pareto, formulado por Vilfredo Pareto, Juran, J (1975) establece que: “describe el fenómeno estadístico por el que en cualquier población que contribuye a un efecto común, es una proporción pequeña la que contribuye a la mayor parte del efecto”. En tal sentido, por medio de la siguiente tabla de frecuencias, se jerarquizan las variables en función a su número de repeticiones en el proceso, datos brindados por el personal de la línea en función a su experiencia y previo estudio de dichas causalidades.

En función a esto, y teniéndose ordenadas las variables y obtenida la frecuencia unitaria, se procede a obtener la frecuencia absoluta, que es una suma sucesiva de la frecuencia unitaria, posteriormente se realiza la columna de porcentaje de frecuencia unitaria que se obtiene por una regla de 3, donde el total de causalidades que tienen todas las variables acumuladas es el 100% y se obtiene cuánto representa cada unidad de frecuencia absoluta.

Seguidamente, el porcentaje acumulado de frecuencia unitaria es la suma sucesiva de porcentajes. Así finalmente se obtiene la tabla de frecuencia para elaborar el diagrama de Pareto. Este procedimiento fue aplicado para la tabla de frecuencia que se presenta a continuación.

Tabla 17

Frecuencia de repetición de las variables del diagrama causa efecto

Variables en estudio	Repetición de causalidades	Repetición de causalidades	Porcentaje de Repetición de Causalidades	Porcentaje de Repetición de Causalidades
Maquinaria/Equipos/Herramientas	6	6	33,33%	33,33%
Mano de Obra/Recurso Humano	5	11	27,78%	61,11%
Manufactura (Producto)	4	15	22,22%	83,33%
Medición/Seguimiento/Control	3	18	16,67%	100,00%

Fuente: La autora (2021)

Considerando la tabla anterior, se procede a aplicarse la ley o principio de Pareto, también conocida como la Regla del 80/20 (o 20/80), en donde Pareto, V (1960)

establece que: “de forma general y para un amplio número de fenómenos, aproximadamente el 80% de las consecuencias proviene del 20% de las causas”, el cual persigue el estudio de dos elementos, uno que se extiende en forma de columnas en sentido decreciente y otro que se extiende en forma de una curva creciente, lo que se visualiza en la figura 42.

En primer lugar, se colocaron las variables de acuerdo a los porcentajes obtenidos en la tabla de Pareto y se utilizó el teorema llamado 80/20 que, según el PDCAHome (2019):

El principio explica que el 20% del esfuerzo es responsable por 80% de los resultados. Dicho de otra manera, el 80% de las consecuencias vienen del 20% de las causas. Esto también se conoce como la «Ley de Pareto» o la «Regla 80/20».

En el significado de Principio de Pareto, se encuentra que su objetivo es recordar que la relación entre las entradas y salidas no es equilibrada. Por ejemplo, los esfuerzos del 20% del personal de una empresa pueden estar generando el 80% de los beneficios. En términos de gestión personal de tiempo, el 80% de producción puede estar viniendo de solo el 20% del tiempo invertido en el trabajo. Pareto usó su regla para explicar que el 80% de la riqueza es controlada por el 20% de la población.

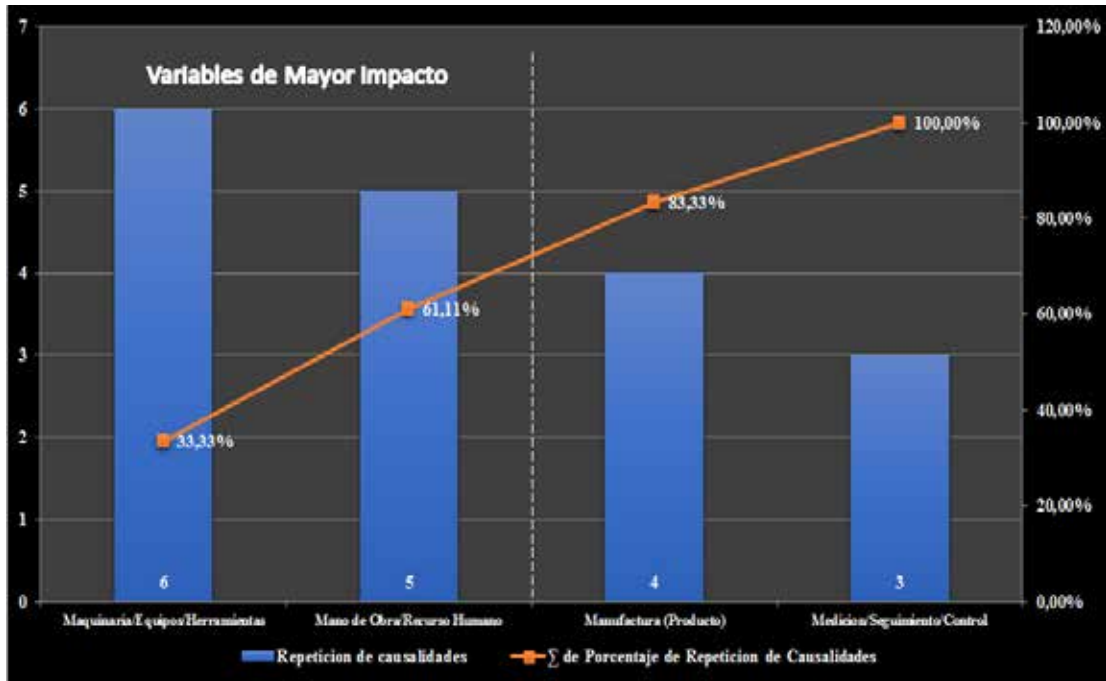


Figura 42. Diagrama de Pareto.

Fuente: La autora (2021).

En tal sentido, se procedió a estudiar todas las variables dispuestas en el diagrama y evaluar cuáles resultaron menores o iguales a 80%, obteniendo así un total de 2 seleccionadas dentro de este parámetro, que son: Maquinaria/Equipos/Herramientas y Mano de Obra/Recurso Humano que, según Pareto, las menores o iguales a este porcentaje son las variables de mayor impacto o mejor conocido como directas.

Teniendo en cuenta lo establecido por el principio de Pareto, dentro de las variables directas o de mayor impacto existe una que posee mayor incidencia sobre las demás, para efectos del diagrama resultó Maquinaria/Equipos/Herramientas, quiere decir que presenta un considerable índice de importancia ante las demás con respecto a la problemática existente.

De acuerdo al resultado obtenido mediante el diagrama de Pareto, la variable Maquinaria/Equipos/Herramientas posee mayor impacto, puesto que dentro de ella contiene ciertas causalidades que presentan un valor relevante dentro de la

problemática existente, como lo son: las condiciones de máquinas durante arranque de la línea, la disponibilidad de la maquina por condición de proceso, entre otras que están generando variaciones en la eficiencia de producción de productos terminados de las latas de Diablitos en su presentación de 115 gramos debido a fallas en el peso del mismo.

El diagnóstico de la situación actual de la línea es un paso fundamental para conocer sus necesidades y requerimientos a nivel de funcionamiento y productividad, por ende, describir las características de la línea, además del análisis de las causalidades que la afectan y las variables de mayor impacto debido a ellas, permite una perspectiva clara y organizada de la problemática en cuestión.

6.2. Estudiar las variables y parámetros asociados al sistema de producción de la línea 02 para usarlas como criterio de selección del equipo.

El sitio web PA Control.com, establece en el año 2006 que “una variable de proceso es una condición física o química del proceso que es de interés medir y/o controlar ya que puede alterar el proceso de manufactura de alguna manera”, por lo tanto, dichas condiciones que intervienen en el proceso deben ser medidas y controladas, y los parámetros del sistema deben permanecer fijos, en orden de que el proceso y el producto sean efectivos.

6.2.1. Evaluar y seleccionar los elementos adecuados para la incorporación de un sistema de control de peso a la Línea Nro. 02 DH 115, para posteriormente llevar a cabo la descripción de la propuesta con todos los elementos que conforman la misma.

Para incorporar un equipo o sistema a una línea, los mismos deben cumplir con una serie de parámetros que sean acordes y permitan optimizar al sistema actual. La línea de producción se divide en línea 01 y 02 tras el procedimiento de mezclado, donde el producto ingresa a su envasado cumpliendo con ciertas concentraciones de grasa, humedad, PH y densidad en función a parámetros preestablecidos por el departamento de Calidad de la empresa.

En tal sentido, para la selección e incorporación adecuada de un equipo chequeador de peso, se deben estudiar ciertas características y requerimientos fundamentales de la línea, conociéndose así mismo los parámetros preexistentes de la misma y los criterios de selección para el equipo a adquirir, por lo que se decidió consultar dicha información con la empresa Global Weighing Systems, compuesta de profesionales dedicados a adaptar la tecnología de Rice Lake, una empresa originaria de EE.UU, que persiguen la implementación de sistemas de pesaje, control y automatización de diversos procesos de fabricación, y que fueron los proveedores elegidos por el Departamento de Mantenimiento de la empresa Alimentos DIFRESCA C.A. para el proyecto de Control de Peso. A partir del enlace con los proveedores del equipo, se estudió la propuesta del equipo enmarcada en la figura y se realizaron las siguientes tablas (ver tabla 18 y 19) en orden de fijar los parámetros preexistentes y, en función a los mismos, los criterios de selección del equipo.

Tabla 18.

Parámetros de funcionamiento preexistentes asociados al sistema de producción de la línea 02 DH 115.

PARÁMETROS PREEXISTENTES - LÍNEA 02 DH 115		
Longitud total disponible	1.6m	
Temperatura	35°C	
Humedad	22%	
Altura de la línea existente	1230mm	
Ancho de la banda existente	80mm	
Características del contenedor	Largo	6.5cm
	Ancho	6.5cm
	Alto	4.5cm
	Velocidad (latas por min)	300
	Peso mínimo de producto	115 gramos
	Peso máximo de producto	117 gramos
	% de precisión	1g
Descripción del contenido	Enlatado de carne de cerdo (pernil y paleta de cerdo)	

Fuente. La autora (2021)

Tabla 19.

Criterios para la selección del chequeador de peso.

CRITERIOS DE SELECCIÓN DE PRODUCTO	
Componentes del sistema:	Transportadora de ritmo
	Transportadora de entrada
	Transportadora de pesaje
	Transportadora de salida
Material de preferencia	Acero inoxidable de grado alimenticio
	Acero inoxidable industrial
	Aluminio
Medida de preferencia	Pulgadas
	Milímetros
	Gramos
	Onzas
	Libras
Localización de instalación	Segundo piso
	Mezanina
	Planta baja
Posición del operador	Norte
	Sur
Sentido de movimiento de la banda transportadora	Oeste a este
	Este a oeste
Sentido de desviación del producto	Norte
	Sur
Alimentación	115 VAC 50/60 Hz
	208 VAC 50/60 Hz tres fases
	230 VAC 50/60 Hz, una fase, 3 hilos (US)
	230 VAC 50/60 Hz una fase (Europa)
	230 VAC 50/60 Hz tres fases
	480 VAC 50/60 Hz tres fases
	Otros
Sin limpieza (IP45) Presión de aire (IP54) Trapo húmedo (IP53)	Sin limpieza (IP45)
	Presión de aire (IP54)
	Trapo húmedo (IP53)

	Presión de agua (IP65)
	IP66/NEMA 4X
	IP69K
	Otros químicos de limpieza
Carriles guía	Redondos
	Hoja plana
	Paquete de ruedas portátiles
	Corta-aíres.
Alarmas	Alarma de rechazo (para sistemas sin limpieza)
	Lámpara de señalización de 3 zonas (rojo, verde, ámbar)
	Lámpara de señalización de 3 zonas (rojo, verde, ámbar, blanco, azul) 5 o 4 luces además de la alarma.
Dispositivo de rechazo	Empuje lineal
	Hoja de aire
	Paleta
	Caída
	Parar banda transportadora.
Método de comunicación	Estándar RS-232
	Wireless Ethernet: 98057
	Ethernet TCP/IP: 71986
	Profibus: 68540
	Allen Bradley DeviceNet: 68541
Allen Bradley Ethernet/IP: 87803	

Fuente: La autora (2021)

Asimismo, teniendo en cuenta de que paralelamente a la instalación del equipo chequeador de peso, se presentan problemas de peso debido a las características del producto, tal como se manifiesta en el diagrama causa-efecto de la figura 37, se propone realizar un lazo de control de densidad accionado por el mismo sistema de corrección que el equipo de peso que se pretende seleccionar.

Tras no tener una referencia de algún estudio previo de densidades en la empresa Alimentos DIFRESCA C.A., se debió llevar a cabo una recolección de datos en los días de producción de la línea 02, estudio que se llevó a cabo desde el 10 de febrero hasta el 23 de marzo del 2021, con el fin de determinar qué valores de densidad se

manejan en los productos de 115 gramos, pudiéndose estudiar a detalle en las tablas 19, 20 y 21.

El estudio de densidades, tal como se le llamó al procedimiento para obtener los valores las tablas 19, 20 y 21, se llevó a cabo con una lata de la presentación del producto de 115 gramos, cuyo volumen era de 30 al no contarse con un mecanismo preciso para medir el volumen del producto, y una balanza previamente calibrada y certificada por SENCAMER. El proceso de medición de densidad consistió en llenar el volumen de la lata, medir su temperatura, pesarla, y llevar el registro de los valores obtenidos para establecer un rango de trabajo de densidad de producto. Por otro lado, el porcentaje de grasa y humedad son valores que fueron suministrados por los analistas del laboratorio de procesos de la empresa, y el número de lote y mezcladora utilizada, por los operadores del área de mezclado.

Sin embargo, al tenerse un proceso de medición con presencia de factores externos como caídas de temperatura, error humano y la falta de un densímetro que calculara la densidad de producto, los estudios realizados fueron netamente empíricos, elaborados por la investigadora y los analistas del laboratorio de procesos de la empresa Alimentos DIFRESCA C.A.

Tabla 20.

Caracterización del producto (1).

	
ESTUDIO DE DENSIDAD DE DH	JEFATURA DE MANTENIMIENTO Y SERVICIOS GENERALES
Programa de Mantenimiento	

EQUIPO: Mezcladora DH

AREA: Mezclado

Fecha: 11/02/2021

PRESENTACIÓN PRODUCTO: DH 115												
# LOTE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Hora	9:12 a.m.	9:38 a.m.	9:55 a.m.	10:45 a.m.	10:55 a.m.	1:04 p.m.	1:59 p.m.	2:23 p.m.	3:07 p.m.	3:13 p.m.	3:25 p.m.	3:40 p.m.
Mezcladora:	2	3	6	5	2	3	2	3	2	6	5	2
Densidad (g/cm ³)	0,868	0,913	0,912	0,934	0,893	0,9	0,89	0,835	0,948	0,928	0,93	0,89
% de Grasa	22,02	22,08	21,84	22,78	22,41	22,4	22,71	23,61	22,47	23,33	22,46	22,61
Temperatura	68,8	65	69,5	67,5	65,4	70	70	70	57	57	70,8	71,2
Peso	112,9	118,7	118,6	122,1	116,1	118,2	116,8	106,8	123,3	120,7	121,4	116,1
Humedad	59,71	59,97	59,79	59,1	58,96	60,06	59,96	58,93	59,33	59,13	59,94	60,47

Fecha: 12/02/2021

PRESENTACIÓN PRODUCTO: JEEX 115												
# LOTE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Hora	10:46 a.m.	11:09am.	11:28 a.m.	11:52 a.m.	1:34 p.m.	1:35 p.m.	2:09 p.m.	2:13p.m.	2:35 p.m.	3:32pm.	3:51pm.	3:52 p.m.
Mezcladora	2	3	4	2	3	4	2	3	4	2	3	4
Densidad	0,89	0,94	0,882	0,956	0,97	0,88	1,02	0,953	0,892	0,9	0,92	0,89
Temperatura	69,5	54,3	74,9	53,7	67,6	70,3	72	54,6	61,1	70,1	71,4	70,8
% de Grasa	23,17	23,67	22,41	23,54	23,81	24,04	25,07	24,67	23,33	23,5	25,48	22,85
Peso	115,7	122,2	114,7	124,3	126,3	114,7	133,1	124	116	118,1	119,7	115,4
Humedad	59,61	59,32	59,9	59,15	57,95	58,04	57,95	58,16	59,14	58,44	56,8	59,09

Fecha: 12/02/2021

PRESENTACIÓN PRODUCTO: JEEX 115												
# LOTE	13	14	15	16								
Hora	4:05 p.m.	4:32 p.m.	5:00 p.m.	5:20 p.m.								
Mezcladora:	2	3	4	2								
Densidad	0,91	0,95	0,91	0,92								
Temperatura	70,1	69,8	68,9	70,9								
% de Grasa	24,28	22,53	22,7	22,04								
Peso	118,6	123,6	119	120								
Humedad	58,77	59,62	59,07	60,15								

Fuente. La autora (2021)

Tabla 21.

Caracterización del producto (2).

	
ESTUDIO DE DENSIDAD DE DH	JEFATURA DE MANTENIMIENTO Y SERVICIOS GENERALES
Programa de Mantenimiento	

EQUIPO: Mezcladora DH

AREA: Mezclado

Fecha: 22.02/2021

PRESENTACIÓN PRODUCTO: DH 115												
# LOTE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Hora	10:07 a.m.	10:30 a.m.	11:12 a.m.	12:15 p.m.	1:10 p.m.	1:30 p.m.	2:00 p.m.	2:20 p.m.	2:45 p.m.	3:00 p.m.		
Mezcladora:	4	5	4	5	4	3	5	4	5	3		
Densidad (g/cm ³)	0,91	0,9	0,921	0,92	0,91	0,91	0,9	0,91	0,9	0,88		
% de Grasa	20,02	19,87	23,28	22,41	23,82	23,18	23,58	24,52	23,52	22,81		
Temperatura	65	66	59,9	68,9	69,9	69,3	70	71	70	71		
Peso	119	117,3	119,8	119,7	119	118,7	118	119	117,2	114,8		
Humedad	61,61	61,79	58,94	59	59,38	60,3	59,86	58,96	59,19	59,85		

Fecha: 23.02/2021

PRESENTACIÓN PRODUCTO: JEEX 115												
# LOTE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Hora	9:43 a.m.	10:19a.m.	10:40 a.m.	11:12 a.m.								
Mezcladora	4	6	3	3								
Densidad	0,963	0,905	0,906	0,926								
Temperatura	51,3	68	54,7	67								
% de Grasa	26,24	22,26	20,37	22,13								
Peso	125,3	117,7	117,9	120,4								
Humedad	55,54	60,17	60,67	60,95								

Fecha: 12.02/2021

PRESENTACIÓN PRODUCTO: JEEX 115												
# LOTE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Hora	9:05 a.m.	9:25 a.m.	10:28 a.m.	10:42 a.m.	11:20 a.m.	11:45 a.m.	12:05 p.m.	12:30 p.m.				
Mezcladora:	2	3	6	3	2	6	3	2				
Densidad	0,9	0,91	0,873	0,88	0,892	0,909	0,918	0,895				
Temperatura	69	70,2	67	70	69,3	70,3	67,9	70				
% de Grasa	21,15	21,82	21,14	20,65	21,81	22,58	22,1	22,91				
Peso	117,3	119,1	113,5	114,5	116,6	110,2	119,4	116,2				
Humedad	60,48	59,71	60,19	61,12	60,14	59,76	59,89	59,2				

Fuente: La autora (2021).

Tabla 22.

Caracterización del producto (3).

	
ESTUDIO DE DENSIDAD DE DH	JEFATURA DE MANTENIMIENTO Y SERVICIOS GENERALES
Programa de Mantenimiento	

EQUIPO: Mezcladora DH

AREA: Mezclado

Fecha: 25/02/2021

PRESENTACIÓN PRODUCTO: JEEX 55G												
# LOTE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Hora	12:45pm	1:00 p.m.	2:00 p.m.	3:01 p.m.								
Mezcladora:	6	3	2	2								
Densidad (g/cm3)	0,908	0,886	0,901	1,069								
% de Grasa	22,75	23,7	24,06	22,77								
Temperatura	75	70	73	70								
Peso	118,1	115,3	117,2	139								
Humedad	59,16	58,33	57,77	58,96								

Fecha: 23/03/2021

PRESENTACIÓN PRODUCTO: JEEX 54g												
# LOTE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Hora	8:43 a.m.	8:56a.m.	9:33 a.m.	10:07 a.m.	1:53 p.m.	2:21pm	2:39p.m.	3:08 p.m.				
Mezcladora	2	3	2	3	3	3	3	2				
Densidad	1,013	0,96	0,909	1,02	0,93	1,04	0,973	1,006				
Temperatura	68	68	70	68	70	68	70	72				
% de Grasa	21,68	21,28	21,57	21,3	21,46	21,77	22,73	22,88				
Peso	131,7	124,9	118,2	132,6	120,9	135,3	126,6	130,9				
Humedad	60,88	61,22	61,06	61,04	60,67	59,87	59,71	60,06				

Fecha: 12/02/2021

PRESENTACIÓN PRODUCTO: DH 54g												
# LOTE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Hora	9:05 a.m.	9:23 a.m.	10:20 a.m.	11:55 a.m.	12:16 p.m.	12:35 p.m.	1:26 p.m.	1:41 p.m.	2:25 p.m.	2:27 p.m.	3:06 p.m.	
Mezcladora:	2	3	4	2	3	4	2	3	4	2	3	
Densidad	0,862	0,945	0,943	0,912	0,86	0,855	0,876	0,857	0,874	0,854	0,83	
Temperatura	70	67	56	68	71	64,4	63,2	60,7	62,5	52,3	71	
% de Grasa	22,77	22,21	21,36	21,57	22,57	21,5	21,18	21,32	22,65	21,39	21,8	
Peso	107,5	122,8	122,7	118,6	111,9	111,2	113,9	111,5	113,7	111,1	108,1	
Humedad	58,95	58,68	59,58	59,86	59,75	61,06	59,67	60,11	59,38	59,69	60,73	

Fuente: La autora (2021)

6.3. Describir de los procedimientos y acciones necesarias para que se lleve a cabo la incorporación del sistema de control de peso en la Línea 02 DH 115 de la empresa Alimentos DIFRESCA C.A.

Teniendo en cuenta que el presente proyecto de investigación se trata de una propuesta con visión futurista para la empresa Alimentos DIFRESCA C.A., en la presente etapa se definen estructuralmente los resultados obtenidos, permitiendo una demostración de la influencia de las variables estudiadas bajo la implementación de la solución. Este estudio fue realizado a partir de un análisis proyectivo de las causalidades de mayor impacto de la ejecución de la propuesta, a fin de luego compararse con las debilidades y deficiencias obtenidas actualmente en el objeto estudio y de esta forma, determinar el grado de beneficios que otorgaría la presente investigación al aplicarse en un futuro.

En tal sentido, los pasos a seguir para la incorporación del sistema de control de peso a la Línea 02 DH 115 de la empresa Alimentos DIFRESCA C.A., se resumen en la Tabla 23.

Tabla 23

Acciones y procedimientos para la incorporación del sistema de control de peso en la Línea 02 DH 115 de la empresa Alimentos DIFRESCA C.A.

Elemento	Descripción
¿Qué se quiere hacer? (Propósito principal)	Incorporación de un sistema de control de peso asociados a la Línea Nro. 02 DH 115 de la empresa Alimentos DIFRESCA C.A.
¿Cómo se va a hacer? (Procedimiento Requerido)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Descripción de los componentes del sistema de control de peso <ol style="list-style-type: none"> 1.1. Características funcionales de los componentes del sistema de control de peso. 1.2. Criterios de trabajo del sistema de control de peso 1.3. Criterios del sistema de control de peso pre existentes para instalar el equipo. 2. Establecimiento de los fases funcionales y operativas del sistema de control de peso de entrada y salida (Programación). 3. Diagramas de funcionamiento de las condiciones de entradas y salidas correspondientes al sistema de control de peso. 4. Procedimiento y flujograma de la Línea 02 DH 115 con la incorporación del sistema de control de peso.

	5. Proyección de valores de la incorporación de la propuesta.
¿Cuándo se va hacer? (Tiempo)	Factor que depende de las consideraciones de la empresa en cuanto a la factibilidad de la propuesta (corto plazo: un año)
¿Dónde se va hacer? (Lugar)	Línea Nro. 02 DH 115 en el Área de Envasado.
¿Quién lo va a hacer? (Departamento y Personal encargado de ejecutarlo)	El departamento de Mantenimiento será el encargado de llevar a cabo este proyecto en caso de ser implementado, de la mano de la empresa Global Weighing Systems C.A.
¿Para qué se va a hacer? (Resultado esperado)	Para aumentar la eficiencia de producción de las latas de diablitos en su presentación de 115 gramos.

Fuente: La autora (2021)

A partir de la problemática encontrada y situada en función a la definición de las acciones y procedimientos para la incorporación del sistema de control de peso en la Línea 02 DH 115 de la empresa Alimentos DIFRESCA C.A. propuesta, es imperativo plasmar las características y propiedades de dicha línea, de manera que se pueda establecer correctamente su relación con la solución en desarrollo.

Los problemas de peso de producto, si bien se cuantifican en la línea 02, que abarca el área de envasado, se estudian al final de la línea, tras la lata haber transcurrido por un proceso de codificado y lavado, lo que implica tiempo de producción perdido en un producto que será reprocesado, por ende, se propone colocar el equipo de control de peso después de la llenadora-tapadora SIMA 02, tal como se observa en las Figuras 43 y 44, con el fin de que dicho procedimiento sea más eficiente con respecto a los tiempos de producción.



Figura 43. Diagrama de la incorporación de un checkweigher a la Línea 02 DH 115.

Fuente: La autora (2021)



Figura 44. Zona de la línea 02 DH 115 donde se pretende colocar el checkweigher.
Fuente: La autora (2021).

En la figura 45, se observa el esquema proporcionado por la empresa Global Weighing Systems, donde se contemplan las partes que pueden conformar la implementación de un chequeador de peso a una línea de producción.

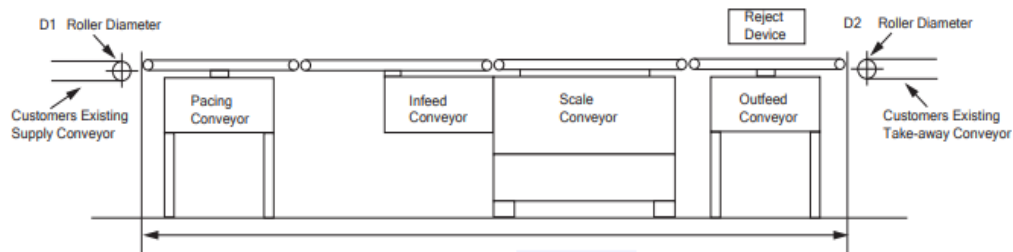


Figura 45. Diagrama de las partes de un equipo chequeador de peso.
Fuente: Global Weighing Systems (2021).

Así mismo, teniendo en cuenta de que paralelamente a la instalación del equipo chequeador de peso, se presentan problemas de peso debido a las características del producto, tal como se manifiesta en el diagrama causa-efecto de la figura 41, se propone realizar un lazo de control de densidad accionado por el mismo sistema de corrección que el del equipo de peso que se pretende seleccionar, que será programado a partir del Software Step 7.

Antes de la programación del PLC, se deben tomar en cuenta todas las entradas y salidas del mismo, tomando en cuenta la capacidad de memoria del equipo con el que se cuenta para desarrollar la propuesta.

Tabla 24.

Entradas y salidas del PLC.

Nombre	Símbolo	Dirección	Tipo de variable	Descripción
Entrada de densidad	EntradaD	PEW 754	Analógica	Señal analógica que capta la densidad del producto.
Sensor cero de encoder	Sensor cero	E 0.5	Digital	Señal digital que capta la posición cero del encoder.
Sensor longitud de movimiento	Sensor long	E 1.0	Digital	Señal que indica el final del movimiento del encoder.
Incremento de peso (checkweigher)	Incremento	E 126.1	Digital	Pulso dado por el checkweigher que indica incremento de peso.
Decremento de peso (checkweigher)	Decremento	E 126.2	Digital	Pulso dado por el checkweigher que indica decremento de peso.
Error externo	Error	E 0.4	Digital	Perturbación externa al sistema.
Señal de sobrepeso (densímetro)	Sobrepeso	PAW 754	Analógica	Salida analógica de sobrepeso por densidad.
Señal de bajo peso (densímetro)	Bajo peso	PAW 752	Analógica	Salida analógica de sobrepeso por densidad.
Arranque del servomotor	Start servo	M 125.6	Marca	Marca que permite el arranque del servomotor.
Densidad deseada	Densidad deseada	M 124.3	Marca	Muestra en HMI que se tiene la densidad deseada.

Fuente: La autora (2021).

En la Línea 02 DH 115, específicamente en el área de envasado, el operador, en caso de obtener pesos fuera de especificación, le notifica al Operador de la llenadora para que detenga la línea y realice los ajustes necesarios en el surtido de la máquina, a partir del ajuste de la leva de la llenadora, cuya guía lineal es un tornillo que gira sobre su propio eje accionado por una manivela.

Tras la obtención de las entradas y salidas requeridas para el proceso, se organizan en función a un diagrama de flujo que se corresponde con el proceso a programar, lo que

6.3.1 Elementos de la propuesta

6.3.1.1. Controlador Lógico Programable Siemens SIMATIC S7-300

SIMATIC S7-300 es el controlador lógico programable más vendido, utilizado en múltiples aplicaciones a nivel mundial, probado con éxito millones de veces en tecnologías como fabricación, automotriz, inyección de plásticos, alimentos y bebidas. Estos ahorran espacio de instalación y presentan un diseño modular. Tiene la ventaja de que se puede utilizar una amplia gama de módulos para expandir el sistema de manera centralizada o para crear estructuras descentralizadas de acuerdo con la tarea en cuestión, y facilita un stock rentable de repuestos. Durante su funcionamiento, se pueden archivar medidas en él e incluso procesar recetas. Otro beneficio añadido de SIMATIC es su continuidad y calidad, y con respecto a la presente aplicación, permite agregar funciones de control de movimiento.

La llenadora SIMA 02 de la empresa Alimentos DIFRESCA C.A. efectúa su proceso de dosificado a partir de uno de los controladores lógicos programables S7-300 que se encuentran en la Línea 02 DH 115, cuya CPU es una 314C-2DP, con 192 kbytes de memoria, 0,06 microsegundos por operación de bits y las conocidas funciones tecnológicas y E/S integradas.

Con un voltaje de alimentación de 24 VDC, 24 entradas digitales de las cuales 16 pueden ser usadas en funciones tecnológicas, 24 canales integrados (DI), 16 salidas digitales, con 18 canales integrados, 5 entradas analógicas, 5 canales integrados (AI), y 2 salidas analógicas con 2 canales integrados (AO). Las dimensiones de este producto son: Anchura 120mm, profundidad 130 mm y longitud 125 mm.

Dicho PLC cuenta con las siguientes especificaciones de hardware (ver Figura 47):













1						
2	 CPU 314C-2 DP	6ES7 314-6CH04-0AB0	V3.3	2		
X2	 DP				204..204	
2.2	 DI24/DO16				124...126	124...125
2.3	 AI5/AO2				752...767	752...755
2.4	 Contaje				768...783	768...783
2.5	 Posicionamiento				784...799	784...799
3						
4	 DI16xDC24V	6ES7 321-1BH02-0AA0			0...1	
5	 DI8/DO8xDC24V/0,5A	6ES7 323-1BH01-0AA0			4	4
6	 CP 343-1	6GK7 343-1EX30-0XE0	V2.4	3	288...303	288...303
X1	 Fuente				1023..	
X1.F1.R	 Fuente 1				1022..	
X1.F2.R	 Fuente 2				1021..	

Figura 47. Especificaciones de Hardware del PLC utilizado.
Fuente: La autora (2021).

Este PLC, si bien es bastante robusto y resulta adecuado para el proceso, no cuenta con las funciones de simulación en tiempo real del bloque SFB 44, pero fue seleccionado por poseer la suficiente cantidad de entradas y espacio para la programación en el CPU, además del factor importante de que se encuentra operativo en la línea y cumple con los requisitos mínimos para la realización del proyecto, lo que permite reducir costos al proyecto por incorporar un PLC adicional a la línea.

6.3.1.2 Módulo de expansión CP 343-1

El módulo lógico CP 343-1 6GK7343-1EX30-0XE0 es un módulo que se emplea para la conexión con SIMATIC S7-300, que se encuentra acoplado al equipo en la línea, y básicamente representa el procesador de comunicaciones para la conexión del SIMATIC a Industrial Ethernet a través de ISO y TCP/IP, controlador PROFINET IO o dispositivo conmutador integrado de 2 puertos ERTEC 200, de manera que puede realizarse la comunicación vía Ethernet del equipo chequeador de peso con el SIMATIC S7-300. Se alimenta con 24 voltios, y sus dimensiones son de anchura 40mm, altura 125mm y profundidad de 120mm.

6.3.1.3. Fuente de Alimentación SIMATIC S7-300

La fuente de alimentación Siemens SINAMIC PS307/1AC/24VDC/10A 60ES7307-1KA02-0AA0, utilizada para alimentar al PLC S7-300 que se tiene en la línea, cuenta con una entrada de 120-230V AC, entrada de voltaje de 1 fase con salida

de 24V/10^a DC. Posee dimensiones de anchura de 40mm, altura de 125mm y profundidad de 120mm.

6.3.1.4. Controlador Siemens SINAMICS S120

SINAMICS S maneja tareas de accionamiento complejas con motores síncronos / de inducción y cumple requisitos estrictos con respecto a la dinámica y precisión del proceso, y la integración de amplias funciones técnicas en el sistema de control de accionamiento. La unidad de control Siemens SINAMICS S120 en su modelo CU310-2DP, tiene 11 entradas digitales, una entrada analógica, 6 I/O digitales. Cada SINAMICS S120 está compuesto por un Módulo de Poder y una Unidad de Control, la cual se encarga de controlar y monitorear el módulo de poder y el motor conectado. La Unidad de Control es utilizada para controlar el convertidor local y centralmente. Los módulos de poder están disponibles para motores con un rango de poder de 0.37Kw y 250Kw. Gracias a su diseño modular, estos convertidores pueden ser utilizados en un amplio rango de aplicaciones con respecto a su funcionalidad y potencia.

6.3.1.5. Módulo de Poder SINAMICS S120

Se escogió el módulo de poder de SINAMICS S120, con alimentación trifásica de 380-480V, 50/60Hz, 210A (110KW), con placa de montaje para CU310, y soporte de funciones integradas de seguridad ampliadas, en su modelo 6SL3315-1TE32-1AA3.

6.3.1.6. Motor SIMOTICS 1FT7

El motor SIMOTICS S Synchronous motor 1FT7, modelo 1FT7084-5AC71-1DH1, con un torque estático de 20NM, (100K), velocidad nominal de 2000RPM y potencia óptima de 3.54KW, con refrigeración natural, con tamaño de bastidor IMB 5, brida convencional (compatible con IFT6 / 1FK7), compatible con encoder incremental giratorio 22 bit con posición de conmutación (encoder IC22DQ) con 2048 s/r, conector eje liso giratorio, con freno de soporte, con severidad de vibraciones grado A, grado de protección IP65.

6.3.2. Cálculo de Parámetros del Proceso

En la siguiente etapa se calculan los valores necesarios para controlar efectivamente la dosificación de producto a partir del posicionamiento automático de la manivela que controla la guía para el dosificado de la llenadora. Uno de los principales parámetros a calcular es la velocidad con la que girará el motor, a partir de los datos del encoder, cuyo objetivo es la precisión del posicionamiento. La velocidad a la que se debe mover el servomotor, se calcula partiendo del período del tren de pulsos emitido por el encoder.

La longitud del tornillo sinfín que representa la guía de la leva que controla el surtido de la llenadora, es de 600mm. Sin embargo, cada vuelta de la manivela equivale a $\pm 1g$ de producto dependiendo del sentido de giro de la misma, lo que representa aproximadamente una distancia recorrida (DR) de 10mm y esta medida se debe transformar en pulsos emitidos por el encoder, por lo que se utiliza la siguiente fórmula, donde DT es el diámetro del eje del encoder, que es de 19mm, y PPR son los pulsos por revolución del encoder escogido, que son 2048 PPR:

$$\text{Pulsos} = \frac{\text{DR}}{\text{DT}} \times \text{PPR}$$

Tras obtenerse la cantidad de milímetros recorridos por pulso, se calculan la cantidad de pulsos necesarios para alcanzar dicha posición.

$$\text{Pulsos} = \text{DR} \times \text{Pulsos/mm}$$

En tal sentido, para calcular la velocidad a la que se quiere se mueva el motor para alcanzar la distancia correspondiente a una vuelta de la manivela, que representa a su vez el eje del encoder, se debe tener en cuenta que la velocidad máxima de la llenadora es de 300 latas por minuto, es decir que cada lata se llenaría, cuando la llenadora se encuentra en su máxima capacidad, en 0,2s. En tal sentido, el período debe ser menor que ese número, de manera que no se retrase el surtido de las latas a partir del posicionamiento de la manivela, por ende, se utiliza un período de 0,1s. Entonces, la velocidad se calcula a partir de la siguiente fórmula:

Para la programación del sistema de control, se propone realizar un posicionamiento con salida analógica, y en tal sentido, se pueden controlar tanto ejes lineales como ejes rotativos. En el caso de la llenadora SIMA 02, se tiene un eje lineal, por ende, la zona en que se puede mover el eje se encuentra delimitada físicamente, por un inicio físico y un fin físico, que deben calcularse para parametrizar el posicionamiento analógico a partir del software Step 7. La cantidad de pulsos necesarios para alcanzar la longitud del tornillo sinfín es:

6.3.3. Simulación en Matlab

A partir de Matlab se determina el correcto funcionamiento del servomotor a utilizar, obteniendo principalmente el diagrama de bloques del sistema a partir de los datos del servomotor escogido (ver Figura 48), del cual se obtendrá la función de transferencia del sistema y la gráfica de posición del servomotor con una referencia dada. En primer lugar, se realizó el diagrama de bloques con las características del motor (observar Figura 49), obteniéndose las curvas de velocidad y posición obtenidas al no tenerse una realimentación que caracteriza a los servomotores (observar Figuras 50 y 51).

```
%Trabajo de pasantías - Isabella Caldarelli
clc
clear all
%Declaración de parámetros globales
global Km Kt R J B
%Parámetros del motor
Km = 0.141; %Constante eléctrica
Kt = 2.21; %Constante de torque
R = 0.53; %Resistencia del bobinado
J = 6.04e-3; %Momento de inercia
B = 40.923e-6; %Coeficiente de fricción
```

Figura 48. Script de los parámetros del motor escogido.

Fuente. La autora (2021).

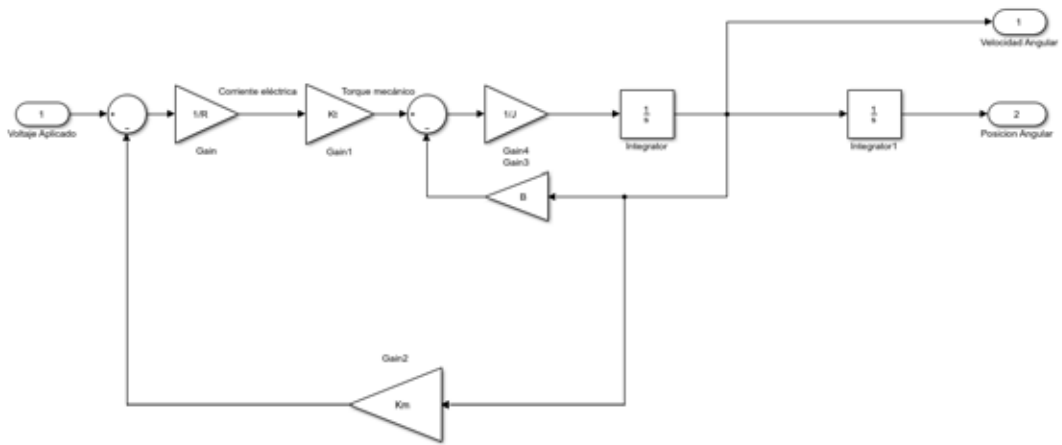


Figura 49. Diagrama de bloques del motor escogido.

Fuente: La autora (2021).

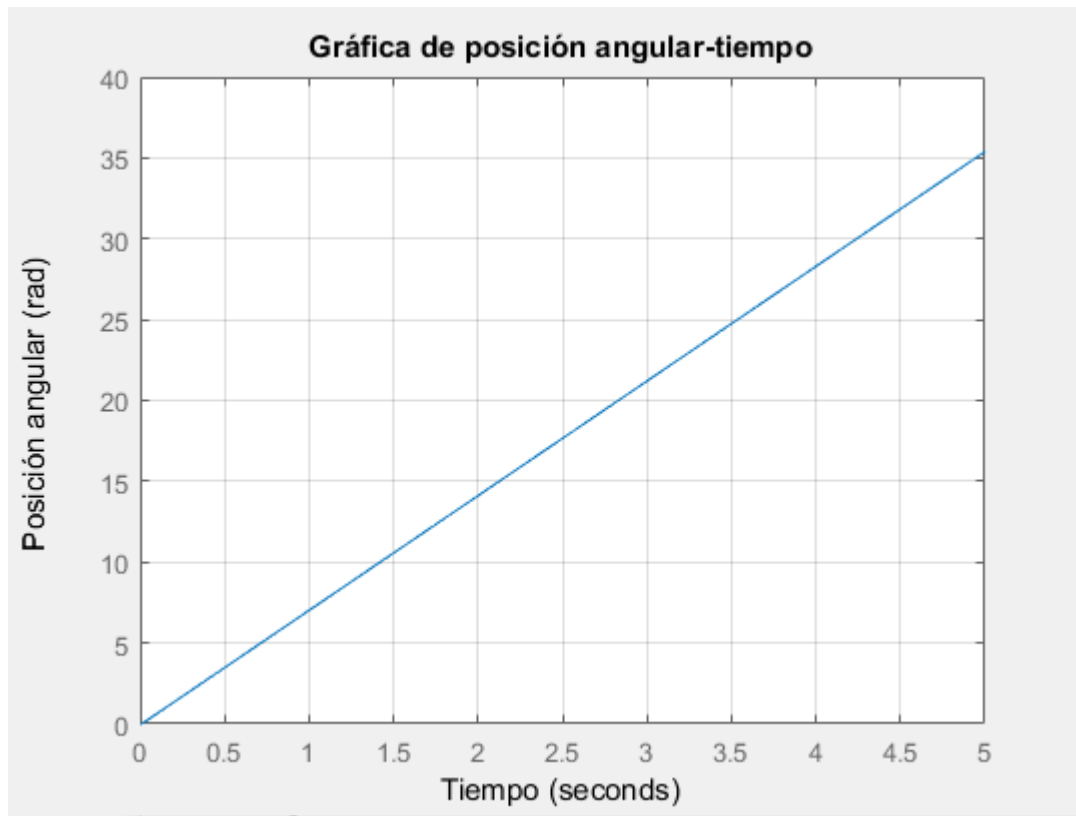


Figura 50. Curva de posición angular del motor.

Fuente: La autora (2021)

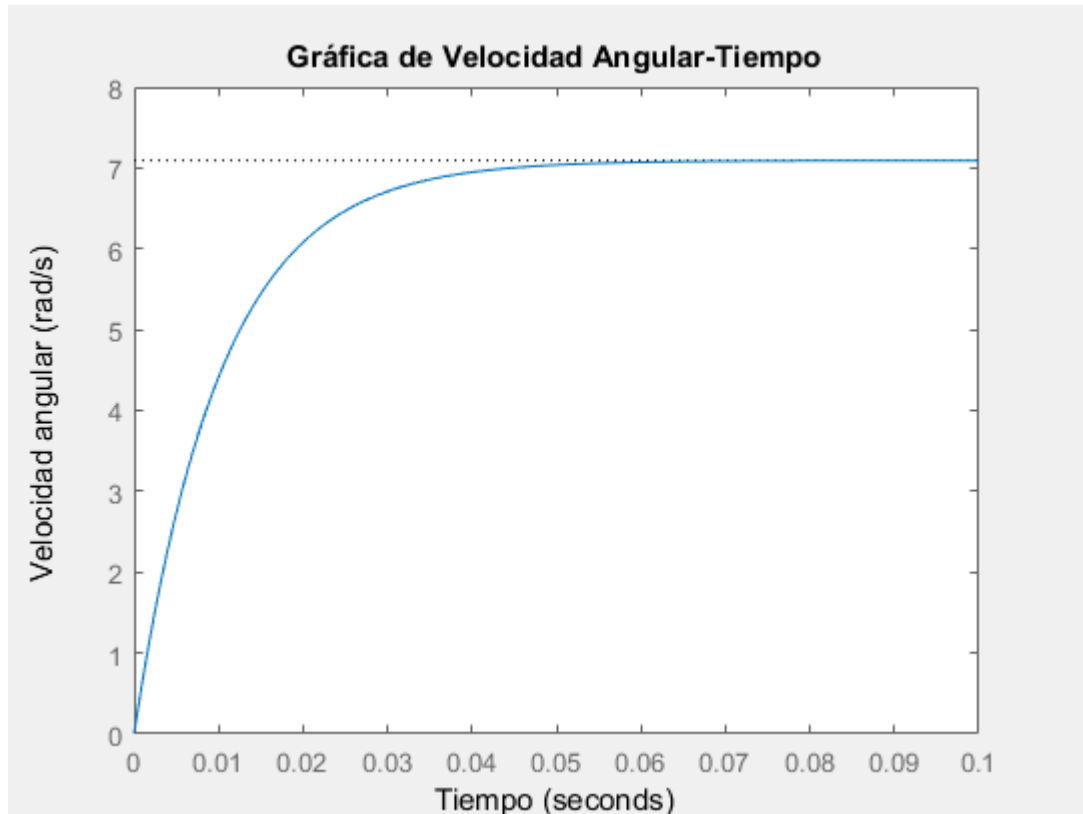


Figura 51. Curva de velocidad angular del motor.

Fuente: La autora (2021)

De la gráfica de velocidad angular de la Figura 51 se observa que la misma comienza en cero, hasta alcanzar una velocidad constante en el tiempo, es decir, que el sistema es estable con relación al voltaje, pues al aplicarle un voltaje el motor, este se acelera hasta llegar a la velocidad angular final. Con respecto a la posición angular obtenida según la Figura 50, se observa que la señal de salida resulta una rampa, lo que era de esperarse ya que la posición es la integral de la velocidad y a medida que transcurre el tiempo, la posición del eje gira indefinidamente.

En orden de realizar el control de la posición angular, se necesita una realimentación en el sistema que permita estabilizar dicho parámetro en función a una referencia dada. Las características del sistema obtenido se pueden observar en las funciones de transferencia obtenidas para la posición angular y velocidad angular respectivamente, donde para obtener la ganancia estática se debe aplicar el límite a la

expresión cuando “s” tiende a cero, se obtienen ganancias estáticas infinitas, para la posición, y finitas para la velocidad.

```
%Determinar la función de transferencia
[num,den] = linmod('motor');
num1= num(1,:);
num2= num(2,:);
sistema_1 = tf(num1,den); %Corresponde a Tita(s)/E(s)
sistema_2 = tf(num2,den); %Corresponde a W(s)/E(s)
sistema_1 = minreal(sistema_1);
sistema_2= minreal(sistema_2);
%Graficar el comportamiento del sistema
figure(1)
step(sistema_1)
grid
figure(2)
step(sistema_2)
```

Figura 52. Script de los datos del motor utilizado
Fuente: La autora (2021)

Para el modelado del servomotor a utilizar se procedió a añadir los parámetros que lo caracterizan (observar Figura 52), cuyo diagrama de bloques se evidencia en la Figura 53, al esquema conformado por el motor observado en la Figura 49 se le agregó una realimentación con un potenciómetro, acoplando el mismo al eje del motor, pretendiendo que el mismo genera una tensión proporcional a la posición del eje simulando la acción del encoder, que capta la posición del eje como elemento de realimentación del sistema, con fin de analizar la variable de la posición angular del servomotor escogido con los parámetros que lo caracterizan.

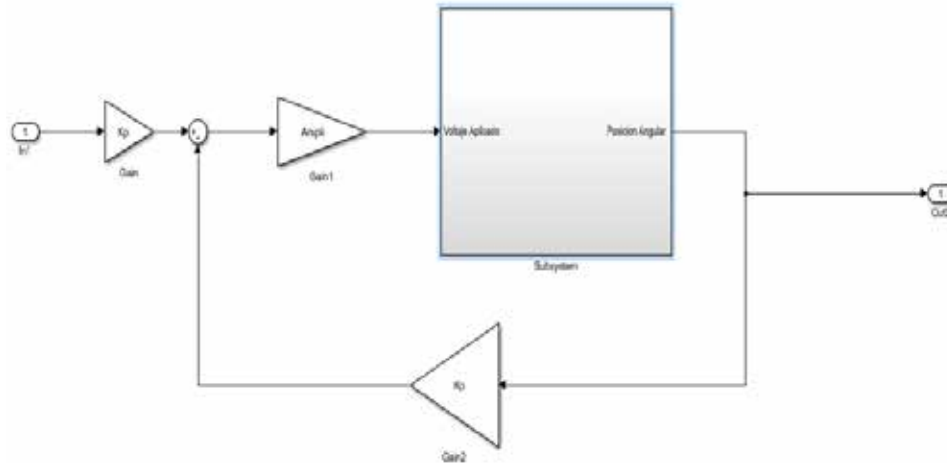


Figura 53. Diagrama de bloques del servomotor utilizado.

Fuente: La autora (2021)

```

clc
clear all
%Declaración de parámetros globales
global Kp Km Kt R J B Referencia Ampli
%Parámetros del motor
Km = 0.141; %Constante eléctrica
Kt = 2.21; %Constante de torque
R = 0.53; %Resistencia del bobinado
J = 6.04e-3; %Momento de inercia
B = 40.923e-6; %Coeficiente de fricción
%Parámetros del servomotor
Kp = 0.75; %Constante del potenciómetro
Referencia = 20*pi; %Posición angular deseada
Ampli = 2; %Ganancia del amplificador
%Determinar la función de transferencia
[num,den] = linmod('Servo');
num1= num(1,:);
sistema_1 = tf(num1,den); %Corresponde a Tita(s)/E(s)
sistema_1 = minreal(sistema_1);
%Graficar el comportamiento del sistema
figure(1)
step(Referencia*sistema_1)
grid

```

Figura 54. Script de los datos del servomotor utilizado.

Fuente: La autora (2021)

En la curva del motor sin la realimentación, se observa que la curva de posición angular obtenida era una rampa, la curva obtenida para la posición angular del servomotor tiende a una referencia de 20. A su vez, a partir del diagrama de bloque y los comandos del script, se obtiene la función de transferencia del sistema, que es:

Al obtenerse la función de transferencia del sistema, se observa que la ganancia estática del sistema de segundo orden obtenido es igual a uno, pues se evalúa el límite de la expresión cuando “s” tiende a cero, y una ganancia estática unitaria se refiere a que, en este caso, el valor final de la posición depende exclusivamente de la referencia fijada, gracias a la realimentación del potenciómetro del sistema (observar Figura 55). En dicha figura se evidencia que, cuando se llega a la posición de referencia, la velocidad permanece en cero, lo que genera que la posición sea constante.

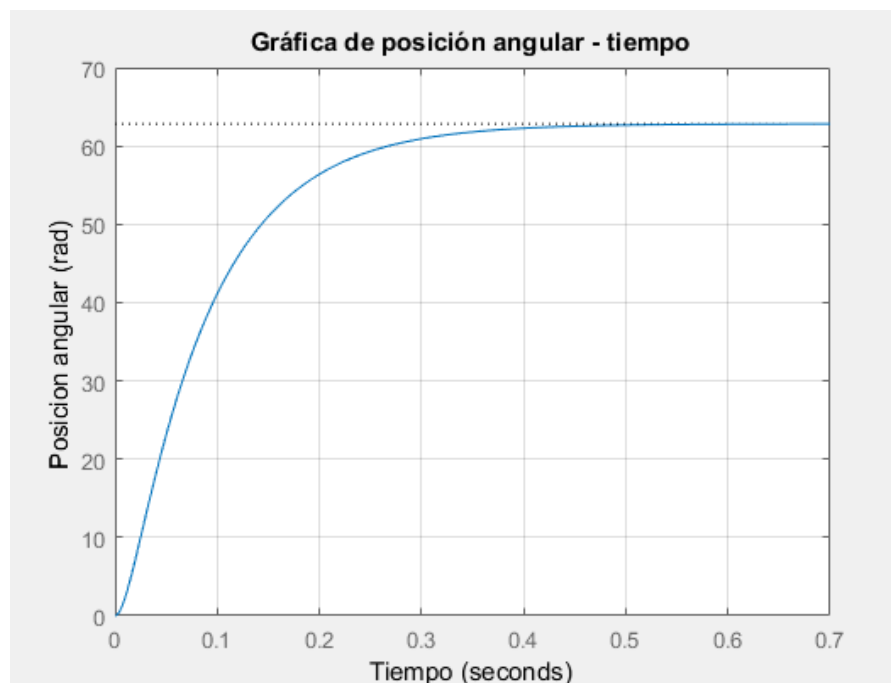


Figura 55. Curva de posición angular del servomotor

Fuente: La autora (2021)

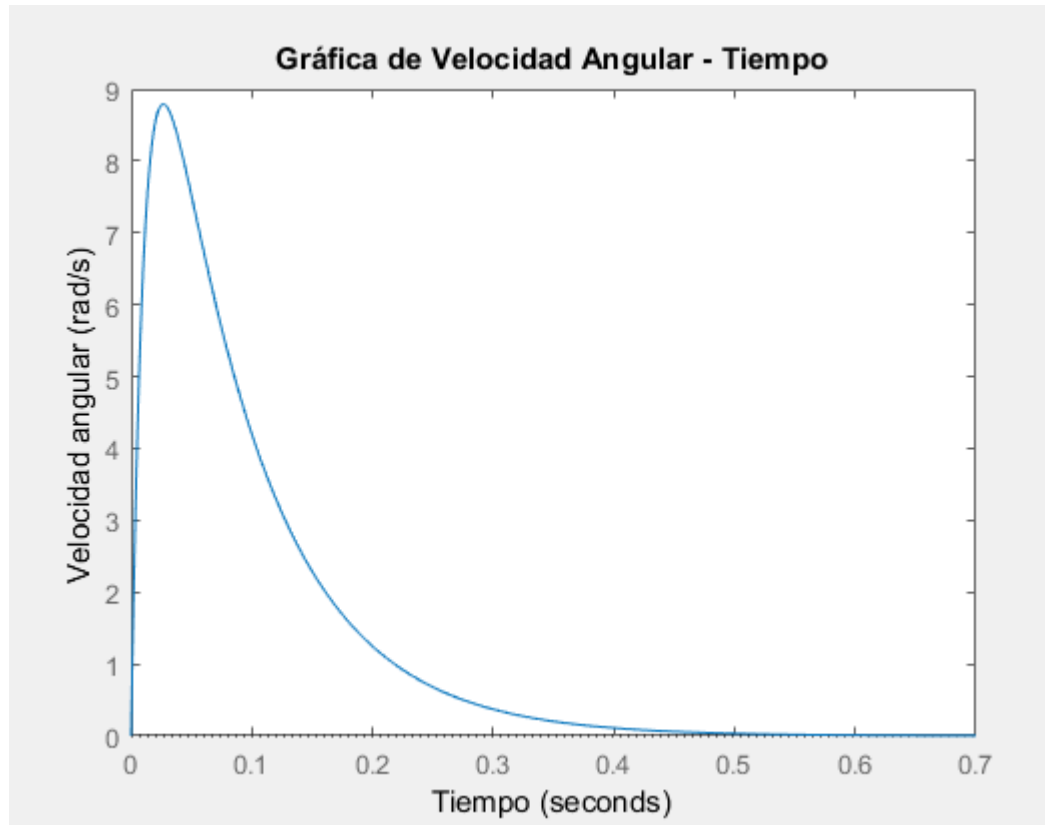
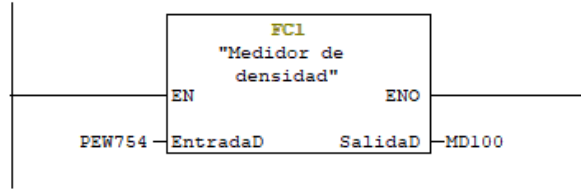


Figura 56. Curva de velocidad angular del servomotor
Fuente: La autora (2021)

6.3.4. Programación en SIMATIC STEP 7

En las siguientes imágenes se muestra el programa realizado en el PLC, siguiendo la tabla de entradas y salidas realizada anteriormente y el diagrama de flujo expuesto.

Segm. 1 : Escalamiento de la entrada analógica de densidad



Segm. 2 : Bloque comparativo de densidad

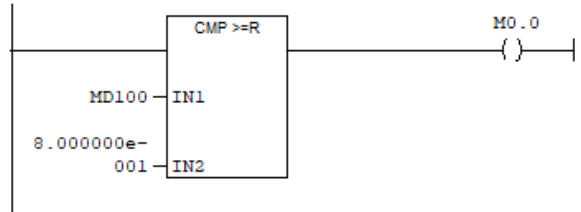
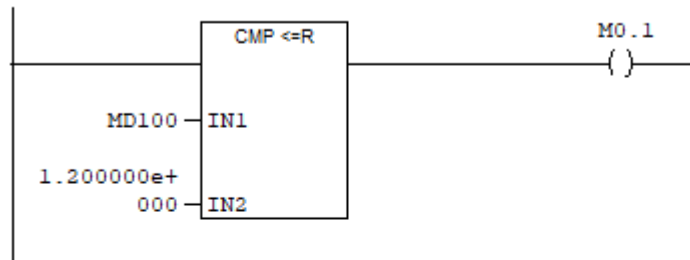


Figura 57. Programación (Parte 1).

Fuente: La autora (2021).

Segm. 3 : Bloque comparativo de densidad



Segm. 4 : Densidad Deseada

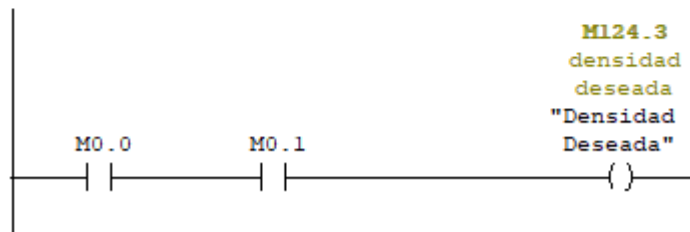
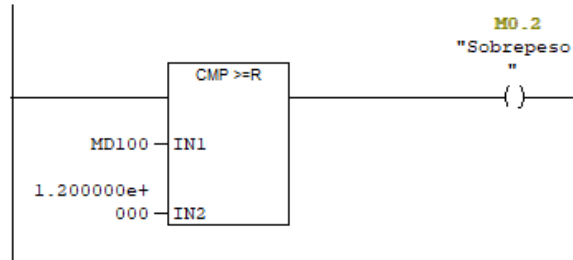


Figura 58. Programación (Parte 2).

Fuente: La autora (2021).

Segm. 5 : Bloque comparativo de densidad



Segm. 6 : Bloque comparativo de densidad

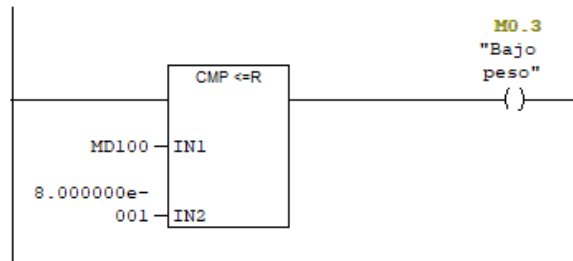
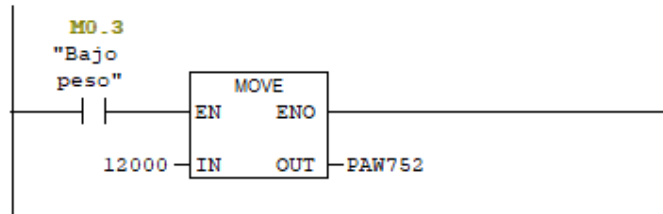


Figura 59. Programación (Parte 3).

Fuente: La autora (2021).

Segm. 7 : Se mueve la marca de bajo peso a una salida analogica



Segm. 8 : Se mueve la marca de sobrepeso a una salida analogica

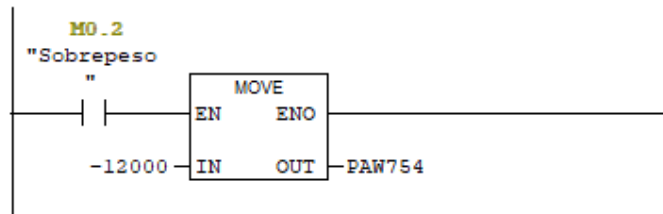
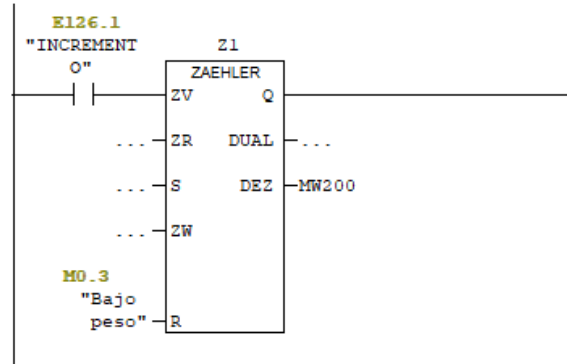


Figura 60. Programación (Parte 4)

Fuente: La autora (2021)

Segm. 9 : Contador de senales de sobre peso



Segm. 10 : Comparador del contaje de senales de sobre eso

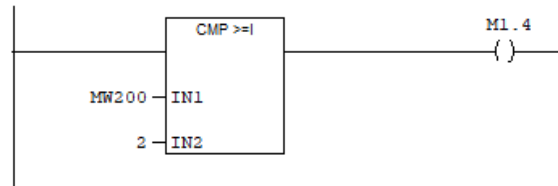
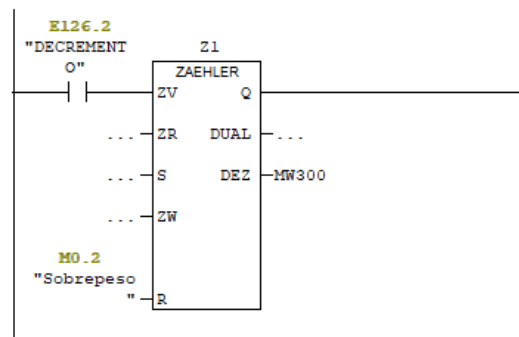


Figura 61. Programación (Parte 5)
Fuente: La autora (2021)

Segm. 11 : Contador de senales de bajo peso



Segm. 12 : Comparador de contaje de senales de bajo peso

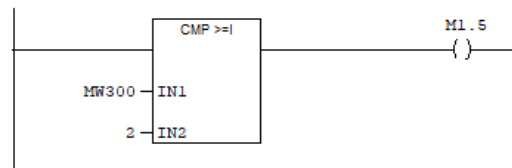


Figura 62. Programación (Parte 6)
Fuente: La autora (2021)

Segm. 13 : Arranca el servodrive

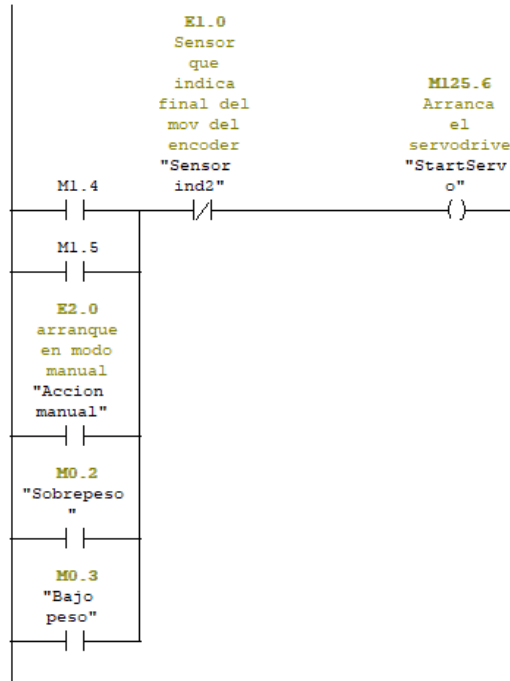


Figura 63. Programación (Parte 7)

Fuente: La autora (2021)

Segm. 14 : Titulo:

MODULO SFB44 DE POSICIONAMIENTO CON SALIDA ANALOGICA, VER CONFIGURACION DE HARDWARE.

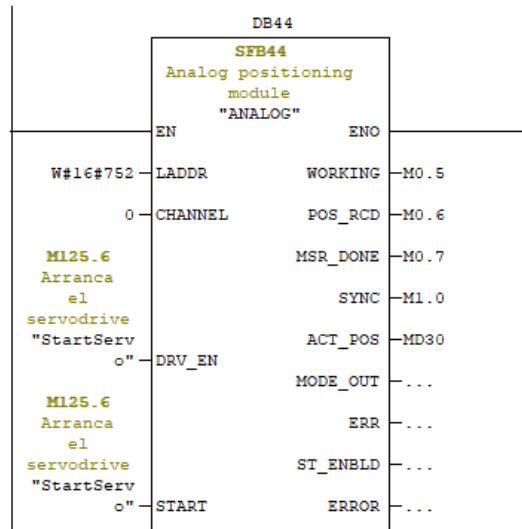


Figura 64. Programación (Parte 8)

Fuente: La autora (2021)

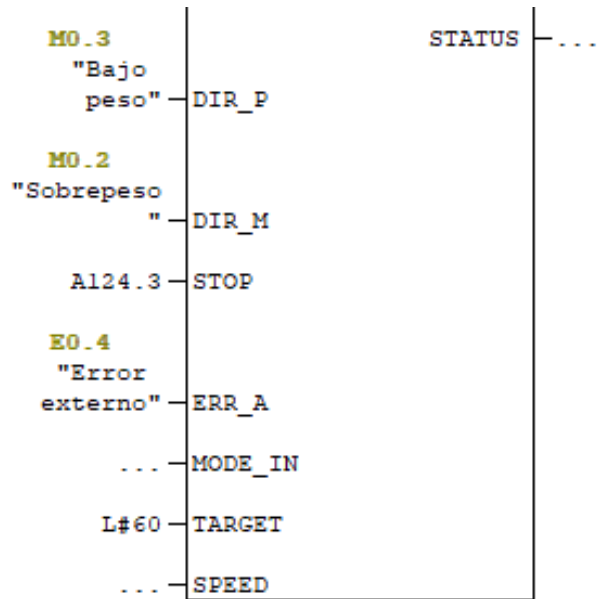


Figura 65. Programación (Parte 9)
Fuente: La autora (2021)

Segm. 15: Parametros del encoder

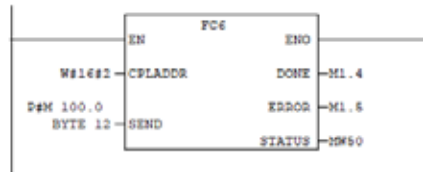


Segm. 16: Auxiliar de longitud alcanzada



Figura 66. Programación (Parte 10)
Fuente: La autora (2021)

Segm. 17 : ENVIA DATO ATRAVES DE PROFIBUS DP



Segm. 18 : RECIBE DATOS ATRAVES DE PROFIBUS DP

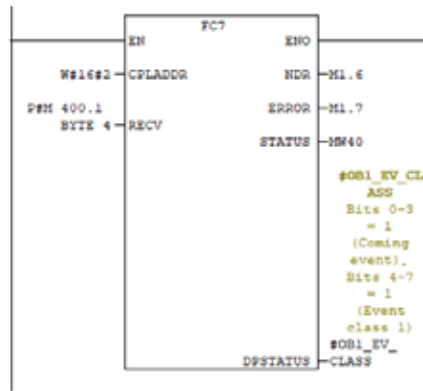
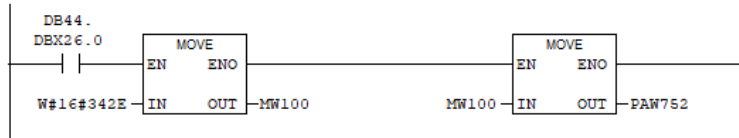


Figura 67. Programación (Parte 11)

Fuente: La autora (2021)

Segm. 19 : Título:

ENVIA LA REFERENCIA ANALOGICA AL SERVODRIVE S120



Segm. 20 : Título:

INVIERTE LA REFERENCIA DEL SERVODRIVE PARAMETRO P1113 AL CARGAR EL VALOR 1

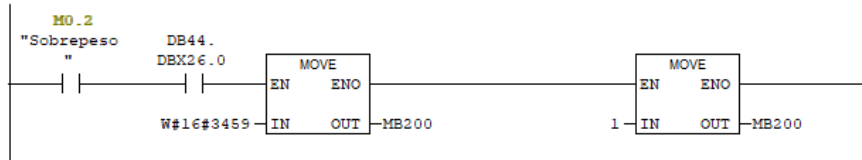
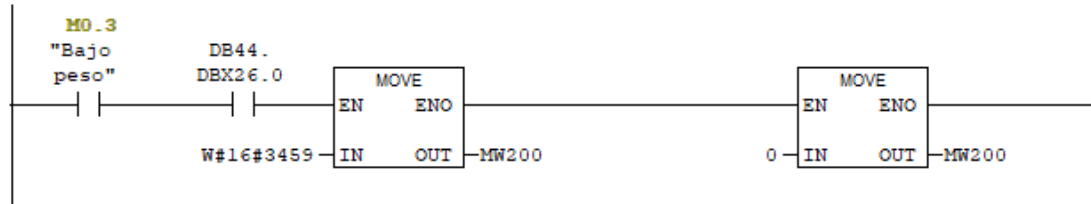


Figura 68. Programación (Parte 12)

Fuente: La autora (2021)

Segm. 21 : Título:

PARA INHABILITAR LA INVERSION DE REFERENCIA PRINCIPAL



Segm. 22 : Título:

HABILITA EL ACCIONAMIENTO CON PARAMETRO P0862 AL CARGAR 1

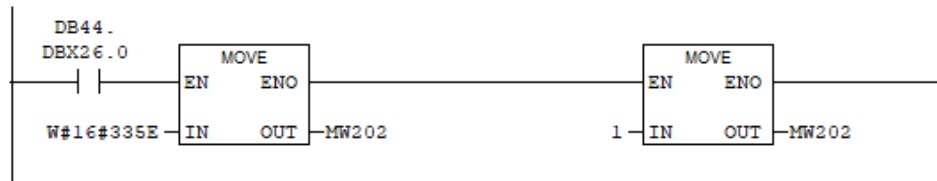


Figura 69. Programación (Parte 13)
Fuente: La autora (2021)

Segm. 23 : Título:

DESABILITA EL ACCIONAMIENTO AL CARGAR 0

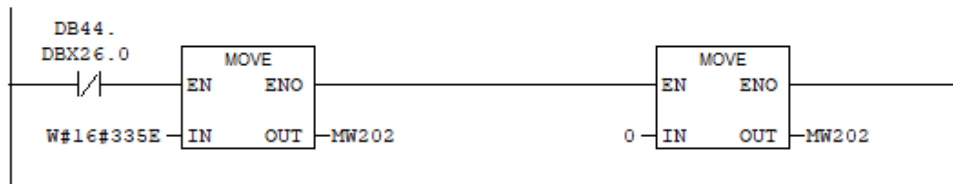


Figura 70. Programación (Parte 14)
Fuente: La autora (2021)

6.3.5. Esquema Electrónico

Basándose en los planos preexistentes del PLC S7-300, se anexa en la Figura 72 la representación esquemática del sistema electrónico del proyecto, con el fin de contar

con una perspectiva referida al diseño del sistema, así como facilitar el mapeo del circuito eléctrico existente.

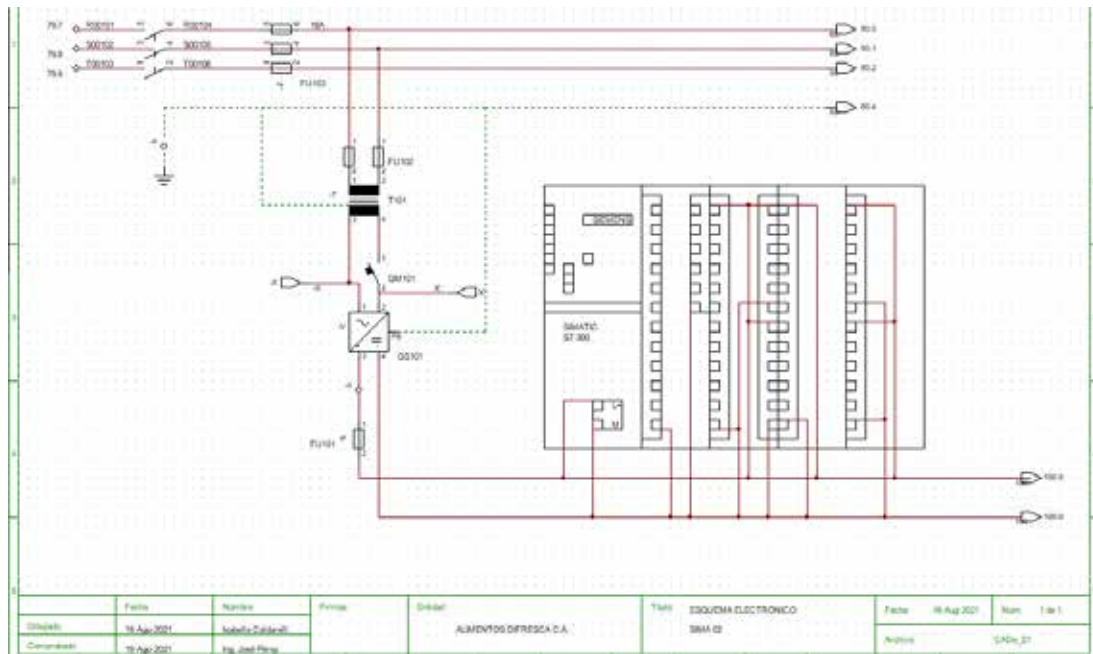


Figura 71. Esquema Electrónico de la propuesta
Fuente: La autora (2021)

6.4. Determinar la factibilidad económica y técnico-operativa de la propuesta de incorporación de un sistema de control de peso en la Línea 02 DH 115 de la empresa Alimentos DIFRESCA C.A.

Tras la finalización del proyecto, se toman en cuenta los resultados y hallazgos que posee la propuesta con respecto a la disponibilidad económica de la adquisición de los elementos del sistema de control de peso a incorporar, así como su instalación y programación, por ende., se presenta a continuación la factibilidad del proyecto, así como los beneficios que estos conlleven.

En orden de lo señalado en el Manual de Trabajo Especial de Grado (Pregrado) de la Universidad Tecnológica del Centro (2014:133) donde se establece que "...intervenir la realidad y evaluar el resultado conlleva a considerar la factibilidad técnica, humana, organizacional, administrativa y económica", se llevó a cabo el desarrollo del tercer

objetivo de la investigación y la fase III del diseño de la misma, es decir, se determinó la factibilidad de la propuesta.

6.4.1. Definición de los recursos requeridos para desarrollar la incorporación de un sistema de control de peso en la Línea 02 DH 115 de la empresa Alimentos DIFRESCA C.A.

6.4.1.1. Factibilidad Operativa

Se refiere al recurso humano requerido para la puesta en marcha de la propuesta. En tal sentido, actualmente la empresa cuenta con personal profesional dispuesto a comprometerse con mejora la eficiencia de producción de productos terminados fabricados en la Línea Nro. 02 DH 115 de la empresa Alimentos DIFRESCA C.A. El departamento de Mantenimiento, los operadores de la línea y los proveedores de los equipos, se consideran el personal especialista en la realización de las actividades inherentes al entrenamiento del personal para realizar la instalación y el mantenimiento de la propuesta.

6.4.1.2. Factibilidad Material

Se refiere a los insumos que permiten un mejor desempeño en el trabajo, es decir, tanto a bienes tangibles como los suministros de instalación, mantenimiento y de oficina referidos a aquellos insumos, implementos, artículos y útiles que los empleados necesitan para realizar sus actividades diarias correctamente y que están disponibles en el inventario de la organización.

6.4.1.3. Factibilidad Tecnológica

Se refiere a los recursos necesarios para efectuar las actividades o procesos requeridos en el proyecto, como herramientas, conocimientos, habilidades, experiencia, etc. Generalmente está referido a elementos tangibles (medibles). El proyecto debe considerar si los recursos técnicos actuales son suficientes, ya que la empresa los tiene disponibles.

6.4.1.4. Factibilidad Económica

En ésta fase se reflejan los costos asociados a la propuesta de incorporación de un sistema de control de peso en la Línea Nro. 02 DH 115 de la empresa Alimentos

DIFRESCA C.A., que permitiría el aumento de la eficiencia de producción de productos terminados, evaluando el proceso bajo criterios o conceptos de tecnología, recursos humanos, y materiales; con la finalidad de conocer los requerimientos para el desarrollo del mismo, y a su vez facilitar la toma de decisiones económicas y financieras de la empresa adaptándolo a sus necesidades. En términos de factibilidad económica, de acuerdo a lo expuesto por según Burbano y Ortíz (2004) un presupuesto es:

La estimación programada, de manera sistemática, de las condiciones de operación y de los resultados a obtener por un organismo en un periodo determinado. También dice que el presupuesto es una expresión cuantitativa formal de los objetivos que se propone alcanzar la administración de la empresa en un periodo, con la adopción de las estrategias necesarias para lograrlos.

A continuación, se presenta un estudio donde se obtiene como resultado la factibilidad económica que posee la propuesta; se determinaron los recursos a utilizar, observando los costos a incurrir en el mismo, de acuerdo a los materiales que ya se poseen, y los que no, para luego, obtener el beneficio de la propuesta.

Tabla 25

Costos de Recursos a utilizar-expresado en USD (\$)

Cant.	Componente	Marca	Modelo	Precio Unitario (USD)	Precio Total (USD)
1	Chequeador de peso	EZI-Check	AD-4961-2KD-2035	21.178,57	21.178,57
1	Dispositivo de rechazo	EZI-Check	AD-4982-2035	8.071,43	8.071,43
1	Display Stand	EZI-Check	AD-4961-01	442,86	442,86
1	Mecanismo de ajuste de product	EZI-Check	AD-4961-14	1.000,00	2.000,00
2	Juego de 4 extensiones de patas, necesarias para una altura de línea superior a 850 mm.	EZI-Check	AD-4961-11	642,86	1285,72
1	Densímetro tipo Horquilla	Emerson	Micro Motion	600,00	600,00
1	Servomotor c/encoder incremental	Siemens	1FT7084-5AC71-1DH1	6.350,00	6.350,00
1	Servodrive (Control Unit)	Siemens	6SL3040-1LA00-0AA0	1.214,40	1.214,30
1	Servodrive (Módulo de poder)	Siemens	6SL3325-1TE32-1AA3	9.409,17	9.409,17

2	Sensores inductivos	Allen Bradley	871TS-N12BP18-D4	135,66\$	133,66\$
1	Montaje por parte de proveedores	-	-	714,29	714,29
1	Envío Internacional	-	-	428,57	428,57
				Total	

Fuente: La autora (2021)

Por medio de la tabla mostrada anteriormente es definido el total de inversión en bienes de uso lo cual representa el costo necesario, para la aplicación de la propuesta.

6.4.2. Determinación del beneficio esperado resultante de la proyección de incorporación de un sistema de control de peso en la Línea 02 DH 115 de la empresa Alimentos DIFRESCA C.A.

Una vez descrito el costo de la solución, es proyectado el beneficio, en el cual se considera el ingreso estimado de la propuesta. En consiguiente, los ingresos que el proyecto espera percibir son representados mediante el siguiente análisis:

El Indicador de ventas denominado “lo que se dejó de vender” definido por Serna (2006:45); se toma como punto partida para determinar el beneficio esperado que generaría la propuesta de incorporación de un sistema de control de peso a la línea Nro. 2 DH 115 en función a la eficiencia de producción de productos terminados de las latas de diablitos en su presentación de 115 gramos, donde en los valores reflejados en la tabla 12 en la que se señala 16.563 unidades retenidas, entre las cuales se tienen productos destruidos, reprocesados y llevados a otro destino que, al costo del mercado que se suministra a los distribuidores, poseen un precio unitario de 1,4\$, por lo que el valor del ingreso no percibido por venta sería de 23.188,2\$.

Tabla 26.

Resultados del estudio de control de peso.

Total de productos retenidos	16563 unid
Total de toneladas retenidas	1.904745ton
INGRESOS NO PERCIBIDOS	23.188,2\$

Fuente: La autora (2021)

Teniendo en cuenta que el control de peso se realiza de manera manual, con una considerable presencia de error humano e instrumental, los montos reales de los ingresos no percibidos de productos realmente cuentan con una recurrencia mayor a la que se tiene actualmente, por ende, si no se controlan dichos errores de apreciación, el valor de los ingresos no percibidos podría aumentar. Cabe destacar que, por condición “estratégica” de la empresa los datos de costos de materia prima, mano de obra y administrativos no fueron suministrados, por lo que se presenta solo el valor anterior, destacando que si a este se le adicionaran los datos faltantes ya mencionados se estaría en presencia de una inconsistencia que podría afectar la rentabilidad de la empresa.

En tal sentido, para determinar el beneficio de la realización de la propuesta planteada se parte del principio que esta alternativa busca estabilizar el área en estudio a fin de tener datos confiables que garanticen el verdadero valor de desperdicio o merma que está generando la línea, ya que este equipo permitirá ofrecer datos que servirán de apoyo para que el personal de la empresa del departamento en estudio plantee acciones de mejoras que incidan sobre la eficacia de la línea.

El valor considerado para el punto de partida de la propuesta se establece para un rendimiento de producto en esta área de un 99,25%, este valor surge de que en un 100% de producción de alimentos de este tipo, según la revisión de varios autores como Coretti (1971); Effiong (2005); Garrido (2012); Grau (1965); Siegfried (2012) Y Varnam (1998) se tiene un “porcentaje de desperdicio permitido para el proceso por las condiciones naturales de la materia prima del cerdo promedio +/- 0,75% (V.Min 0,5% - V.Max 1%)”. En tal sentido, si se toma como base el valor del año 2020 expresado en la tabla 16 identificado como “TOTAL TONELADAS PRODUCIDAS” que es de 198.65Ton, al multiplicarlo por el valor mínimo de 0,5% el valor sería de 0,99325kgs, que en la presentación del producto en estudio serían 8 unidades.

Considerando el valor del mercado de las unidades de producto, las 8 unidades representarían 12.09\$, que a su vez representa el indicador “lo que se dejó de vender” sería de -12,09\$.

El beneficio esperado, según establece el Fondo de Crédito Industrial (2000:23) se calcula “de acuerdo con las proyecciones de la demanda de productos terminados, del proyecto y los precios unitarios de los productos, se obtienen los ingresos proyectados.” Por lo que el beneficio esperado sería igual al “valor antes de solución” menos “el valor después de solución”, es decir, 23.188,2 – 12,09 sería de 23.176,11 \$

6.4.3. Calculo y análisis de la razón costo beneficio resultante de la proyección de aplicación de la propuesta.

Mediante la elaboración de las actividades anteriores, se lograron obtener los costos asociados a la aplicación de la solución, así como el beneficio que trae si se aplica la solución propuesta a partir de la necesidad detectada dentro de la empresa en estudio, por lo que se obtiene la siguiente relación costo beneficio = (beneficio esperado/costo). Según el ingeniero Ucañán (2015) la relación costo-beneficio “compara de forma directa los beneficios y los costes. Para calcular la relación (B/C), primero se halla la suma de los beneficios descontados, traídos al presente, y se divide sobre la suma de los costes también descontados.”

Razón costo beneficio = Beneficio esperado/ costo de la propuesta

Razón costo beneficio = 23.176,11 \$ / 51.828,57\$ = 0.45

Según el cálculo anterior se puede observar que el resultado de la razón costo beneficio fue menor a uno (<1), es decir que, tras realizar la comparación del beneficio esperado con respecto al costo de la propuesta, se tiene que el resultado del esfuerzo invertido será mayor al beneficio. Sin embargo, se debe destacar que este valor solo involucra a la situación problemática que ataca el sistema propuesto, pero a estos valores en los que se soportó el beneficio esperado no fueron involucrados ni los costos de pérdidas por envases, ni el reproceso del contenido de las latas fuera de especificación, ni las horas hombre utilizadas en el retrabajo, ni los costos asociados

a maquinas, esto es debido a que estos datos de tipo numérico y financiero no fueron suministrados por la empresa debido a su perfil confidencial, por lo que solo con los valores expresados anteriormente se obtuvo una relación costo beneficio de 0,45.

En caso de que se implemente la propuesta en el futuro, con la adición de estos valores de forma interna el resultado seguramente sería superior a uno, sin embargo para demostrar esto se procedió a calcular los indicadores financieros: flujo del proyecto, la tasa Interna de Retorno y tanto el Valor Actual Neto como el Valor Residual, esto con el fin de demostrar que la solución en sí misma genera una factibilidad en el tiempo, tal como se demostrará a continuación.

Con el fin de realizar el cálculo de los indicadores antes señalados, y teniendo en cuenta la posible implementación de la propuesta que incluye la incorporación de un equipo que al ser parte de la línea de producción requerirá de mantenimiento regular, se procedió a establecer la tasa de costo manteamiento que debe incurrir la empresa para garantizar la eficacia del mismo, este valor se sustenta en lo descrito por Torres (2005), que explica:

“El costo de mantenimiento tiene en las reparaciones un componente (entre otros) del precio del producto, independientemente de la gestión del mantenimiento, por lo tanto, siempre existirán gastos que se deben asumir. Los costos de mantenimiento de un producto se sitúan entre el 5-12 % del total del valor en el producto terminado”

Y en función a lo que señala García Garrido (2009), el cual explica:

“El coste anual de mantenimiento puede estimarse entre el 2% y el 3% del coste de equipos + montaje. Independiente de otros conceptos, como los costes de terrenos, permisos, obras externas, beneficios y márgenes comerciales de los constructores (en contratos tipo EPC) o incluso, del valor de la producción o de los ingresos anuales”.

Con respecto a lo que explico Torres, se definió una tasa promedio del 8,5% promedio de donde el 3% pertenece al costo de mantenimiento y el restante a los costos adicionales a los que puede incurrir la empresa para mantener la solución propuesta, lo

cual daría un valor monetario anual de 4.405,43\$ monto derivado de la inversión estimada presentada previamente.

Habiéndose establecido los ingresos por la propuesta (beneficio esperado) que serán utilizados como base fija anual para el cálculo a realizar, y a su vez los costos de la solución que solo serán incurridos en el año base o también identificado como año 0, se elabora el flujo del proyecto que según Vivallo, A. (2006:285) expresa: “para el perfil temporal del proyecto los ingresos y egresos o costos operacionales reales, presentados cronológicamente, año por año durante la vida o perfil temporal del proyecto”. Dicha información se organiza en la siguiente tabla:

Tabla 27

Flujo del Proyecto

Flujo del Proyecto	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ingresos por Ventas		23.176,11	23.176,11	23.176,11	23.176,11	23.176,11
Egresos Operativos		4.405,43	4.405,43	4.405,43	4.405,43	4.405,43
Inversión	-51.828,57	18.770,68	18.770,68	18.770,68	18.770,68	18.770,68
Flujo del Proyecto	-51.828,57	18.770,68	18.770,68	18.770,68	18.770,68	18.770,68

Fuente: La autora (2021)

En base a los resultados de la Tabla 27, tabulados a partir de los flujos del proyecto para el instante en que se realiza la inversión inicial y para el final de cada año cumplido desde la implementación de la propuesta durante 5 años, que es el período de evaluación, se denota que el hecho de que el flujo del proyecto sea positivo para el primer año indica que la inversión será recuperada en un lapso de tiempo inferior a este. Igualmente, esta tabla también ha permitido determinar el valor residual del proyecto, que es el valor que va a obtener la empresa si llegase a decidir vender el diseño propuesto y no seguirlo produciendo en un momento dado. Esto significa que la propuesta tiene una alta rentabilidad y proporciona a la compañía estabilidad en sus

procesos operativos y en la garantía del bienestar de su capital humano.

Determinado el flujo del proyecto y el valor residual, se procede a determinar la Tasa Interna de Retorno, la cual, de acuerdo con Sevilla, A. (2015): “es el porcentaje de beneficio o pérdida que tendrá una inversión para las cantidades que no se han retirado del proyecto.”, lo que significa que se expresará la tasa en la que la propuesta beneficiará a la compañía a partir de su implementación.

Tabla 28

Valor de la Tasa Interna de Retorno (TIR)

TIR	24%
------------	-----

Fuente: La autora (2021)

En relación al resultado observado en la tabla anterior, donde es visualizada una Tasa Interna de Retorno del 24%, se puede inferir que, aproximado un año de darse inicio a la puesta en marcha de la solución, la organización podrá recuperar la inversión efectuada, lo cual demuestra el grado de aplicabilidad del proyecto en función al diseño planteado.

La tabla a continuación, refleja el Valor Actual Neto, que consiste en una cantidad aproximada, para reflejar el costo de la adecuación a partir de las unidades producidas o vendidas a partir de la implementación de la propuesta y la inversión de la misma, como lo expresa Velayo, V. (2015): “El Valor Actual Neto (VAN) es un criterio de inversión que consiste en actualizar los cobros y pagos de un proyecto o inversión para conocer cuánto se va a ganar o perder con esa inversión.”

Tabla 29

Valor Actual Neto (VAN)

VAN	42.025
------------	--------

Fuente: La autora (2021)

El VAN resultante demuestra la capacidad que tiene la empresa con respecto al TIR, pues se prevé que durante los 5 años de incorporación de esta solución a línea en

estudio genera una ganancia positiva para la organización, lo que indica la rentabilidad del proyecto generado en esta investigación, el cual producirá un crecimiento para la organización al nivel de ingresos y de satisfacción del mercado.

Para complementar esto, en la tabla siguiente ha sido organizado para cada año de la evaluación del proyecto la razón beneficio-costos nuevamente, que según Foncrei (2000:39) “se calcula dividiendo, el valor presente de los beneficios entre el valor presente de los costos”, donde se puede señalar que cuando el resultado de esta relación es mayor a 1 la inversión es factible porque los beneficios superan los costos del proyecto como queda demostrado ya para el primer año con respecto a la comparación con el año base.

Tabla 30:

Razón beneficio-costos del proyecto.

Año	Beneficio (Bs)	Costo (Bs)	Relación beneficio-costos
0	23.176,11 \$	51.828,57\$	0,45
1	23.176,11 \$	4.405,43	5,26
2	.	.	.
3	.	.	.
4	.	.	.
5	.	.	.
Total 5 años	115.880,55	22.027,15	5,26

Fuente: La autora (2021)

Estos resultados combinados con las cifras del VAN y el TIR obtenidas previamente demuestran la viabilidad del proyecto es mayor a uno (>1) en los tres indicadores para los 5 años, por lo que si la empresa decidiese implementar la propuesta en los actuales momentos obtendría la recuperación del capital invertido y a su vez obtendría beneficios cuantitativos más por el incremento en la eficiencia de la línea.

Con la elaboración del flujo del proyecto a su vez permitió determinar el valor residual del proyecto al final del período de evaluación de 5 años, el cual Reviso (2017) define como “la cantidad que una compañía espera recibir por un activo al final de su vida útil, restándole cualquier costo de disposición anticipado”, toda esta información ha sido organizada en la tabla siguiente.

Tabla 31:

Flujo del Proyecto (2)

Flujo del Proyecto	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	
Ingresos por Ventas		23.176,11	23.176,11	23.176,11	23.176,11	23.176,11	
Egresos Operativos		4.405,43	4.405,43	4.405,43	4.405,43	4.405,43	
Inversión	-51.828,57	18.770,68	18.770,68	18.770,68	18.770,68	18.770,68	
Flujo del Proyecto	-51.828,57	18.770,68	18.770,68	18.770,68	18.770,68	18.770,68	62.568,94

Fuente: La autora (2021).

En base a estos resultados que fueron tabulados los flujos del proyecto, el ingreso por ventas, los egresos operativos y la inversión del proyecto, con el fin de fundamentar la rentabilidad de la inversión.

Para complementar esto, en la tabla siguiente ha sido organizado para cada año de la evaluación del proyecto la razón beneficio-costos nuevamente, que según Foncrei (2000:39) “se calcula dividiendo, el valor presente de los beneficios entre el valor presente de los costos”, donde se puede señalar que cuando el resultado de esta relación es mayor a 1 la inversión es factible porque los beneficios superan los costos del proyecto como queda demostrado ya para el primer año con respecto a la comparación con el año base.

Tabla 32.

Razón beneficio-costos del proyecto (2).

Año	Beneficio (Bs)	Costo (Bs)	Relación beneficio-costos
0	23.176,11 \$	51.828,57\$	0,45
1	23.176,11 \$	4.405,43	5,26
2	.	.	.
3	.	.	.

4	.	.	.
5	.	.	.
Total 5 años	115.880,55	22.027,15	5,26

Fuente: La autora (2021)

Estos resultados combinados con las cifras del VAN y el TIR obtenidas previamente demuestran la viabilidad del proyecto es mayor a uno (>1) en los tres indicadores para los 5 años, por lo que si la empresa decidiese implementar la propuesta en los actuales momentos obtendría la recuperación del dólar invertido y a su vez obtendría beneficios cuantitativos más por el incremento en la eficiencia de la línea.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

En este apartado se procede a concluir los resultados obtenidos en la aplicación de la propuesta, en función de los objetivos específicos trazados en la investigación. La Universidad Tecnológica del Centro. (2014), en el manual para la elaboración, presentación y evaluación del Trabajo de Grado. Valencia: UNITEC indica que “Las conclusiones deben circunscribirse a los resultados obtenidos en el estudio, por lo tanto, debe expresarse su relación de una manera secuencial, lógica y ordenada y debe reflejar la respuesta principal a la temática planteada.” (p.120)

El estudio del diagnóstico de la Línea Nro. 02 DH 115 permitió concluir que si bien la máquina llenadora-tapadora SIMA 02 tiene la capacidad máxima de envasar 300 latas por minuto a pesar de no poseer un control de dosificación automatizado, presenta considerables márgenes de retenciones por sobre peso y bajo peso de producto, ya sea por causalidades de manufactura, maquinaria, mano de obra o medición, definiéndose que la causa con mayor predominancia en las fallas de peso, está referida a la maquinaria.

La presencia de retenciones por sobre peso y bajo peso en la producción diaria de la empresa es una problemática compleja en la que influyen muchas variables que, con considerable recurrencia, encuentran enfocadas a la etapa de mezclado, que en cuanto a formulación y reología del producto, son áreas de investigación del departamento de Calidad y Producción de la empresa Alimentos DIFRESCA C.A.

Una vez analizadas las causalidades que afectan a la línea, se concluye que, para ofrecer soluciones a los problemas de peso de producto se debieron estudiar las características y criterios de la línea de producción, para que los equipos seleccionados se adaptaran a sus requerimientos.

En cuanto a los procedimientos y acciones realizadas para realizar la incorporación del equipo, se tiene que, al ser una problemática tan amplia, el proyecto se encuentra direccionado a las variables que puedan ser controladas por el autómata

programable y, por ende, que puedan ser censadas por un elemento primario de medición. Por tal motivo se escogió la densidad; pues es una variable intrínsecamente relacionada con el peso del producto.

A pesar de que se cuente con un sistema automatizado, es probable que se sigan presentando problemas de sobre peso en las primeras canastas durante el arranque de la máquina a menos que se trabaje con un sistema continuo (sin paradas), lo cual no es el caso, pues en la Línea 02 DH 115 se trabaja por lotes o batches.

Asimismo, la limitante más significativa en cuanto a la propuesta de la incorporación del densímetro a la línea radica en el producto sobre mezclado, que a su vez genera bajo peso, y esa problemática no puede ser ajustada ni con un densímetro, ni con control de manivela automática o manual. El producto sobre mezclado tiene un peso muy bajo y un gran volumen por lo que, al momento del llenado, la lata no tiene la suficiente capacidad para albergar la cantidad de producto que requiere su presentación, originando que el producto enlatado no se encuentre dentro de los rangos de peso correspondientes.

Sin embargo, la incorporación de un sistema de control de peso a la Línea 02 DH 115, contribuye a que no salgan al mercado productos con sobre peso y bajo peso, reduciendo las regalías y los reclamos por parte de los clientes, y promoviendo a su vez un proceso productivo donde se sepa a ciencia cierta qué tan efectivos son los procedimientos previos al control de peso, y que permite conocer cuáles son realmente las cifras de retenciones que se presentan al incorporar un sistema de control de peso que reduzca el error de apreciación humano en el proceso.

Por otro lado, el estudio de la factibilidad económica del proyecto se encuentra referido a las tablas de retenciones por sobre peso y bajo peso obtenidas en 2020, que fueron suministradas por el departamento de producción de la empresa y permitieron obtener el ingreso no percibido en la empresa. Se debe tener en cuenta que, en aquel momento se tenían condiciones irregulares de producción, por lo que el retorno de la inversión se encuentra orientado a la producción de dicho año, al no tenerse una data de cuáles serían las pérdidas en condiciones regulares.

Además, estudiando el resultado del análisis costo beneficio refleja que el diseño del Sistema propuesto representa una factibilidad económica para la organización, en vista que el costo invertido es menor en función del beneficio adquirido, en este sentido se analizaron los diferentes recursos que son requeridos para la implementación de dicho sistema, entre los cuales se consideraron recursos humanos, materiales y tecnológicos (3.269,88\$), demostrando que el costo en función del beneficio (4.365,35\$) que se generara con la aplicación de la propuesta en la organización es de 1,34 de acuerdo a la razón costo beneficio, representando con esto que por cada dólar invertido la empresa aumentaría en 0,34 veces más el retorno de la misma, representando una viabilidad de la propuesta planteada.

Recomendaciones

En este ámbito, se sugieren ciertas recomendaciones posteriores a los resultados observados, en relación al diseño del plan financiero planteado. La Universidad Tecnológica del Centro. (2014), menciona “Las recomendaciones son todas aquellas sugerencias que el investigador realiza con base en su experiencia y conocimiento, como alternativas de solución a las situaciones planteadas, en cada una de las conclusiones.” (p. 120).

Como recomendación a la fase de diagnóstico de la propuesta, se propone elaborar estudios más profundos y actuales de las causalidades que inciden en el sobre peso y bajo peso de producto, pues los realizados corresponden al año 2020, donde la pandemia COVID-19 irregularizó la producción anual. Asimismo, establecer un programa de capacitación y adiestramiento del personal del área, para que realicen sus funciones con efectividad, entre ellas, el seguimiento del control de peso y paradas de la línea, para observar sus repercusiones en el peso del producto.

Para el estudio de las variables y parámetros asociados a la Línea 02 DH 115 de la empresa Alimentos DIFRESCA C.A., se propone realizar nuevamente un estudio de las características de la maquinaria, ya que muchos de los datos establecidos como criterios de selección los equipos fueron recopilados sin ser medidos con instrumentos

especializados, basándose en la experiencia de los encargados de la línea y estudios previos realizados a la misma. Por otro lado, se recomienda realizar nuevamente el estudio de densidades con un densímetro especializado en la consistencia del producto, de manera que se pueda establecer correctamente los rangos de densidad del producto.

Como parte de la fase de los procedimientos y pasos realizados para la realización de la propuesta, se recomienda automatizar el proceso de mezclado, para eliminar el error humano que interviene en el mismo, para estandarizar lo más posible el producto, a pesar de que la materia prima en sí misma tiene características que no son estándar.

Además, se recomienda agregar la implementación de una pantalla HMI que permita leer todos aquellos valores referentes al peso del producto, densidad, y que permita el monitoreo continuo de los parámetros del proceso y posibles errores que se puedan presentar.

Por otro lado, en cuanto al estudio de la factibilidad del proyecto, se recomienda revisar y actualizar los valores de los costos de la propuesta a fin de que al momento que se apliquen las soluciones se logre una ejecución efectiva de la misma. Asimismo, mantener una evaluación de los beneficios esperados asociados a los procesos a fin de comprobar si se está alcanzando la proyección presentada en función a la ejecución cuando sea realizada por la empresa en estudio.

REFERENCIAS

Bibliográficas

Arias, F. (2006). **El Proyecto de Investigación, introducción a la metodología científica**. 5ta Edición. Caracas – Venezuela: Editorial Episteme.

- Balestrini, M. (1998). **Cómo se Elabora un Proyecto de Investigación**. Caracas: Editorial Consultores y Asociados.
- Burbano y Ortíz (2004) **Presupuesto: enfoque moderno de planeación y control de recursos**. Primera Edición. Bogotá, Colombia: Editorial McGraw-Hill.
- Corretti, K. **Embutidos: elaboración y defectos**. Editorial Acribia. Zaragoza: 1971. Págs. 118-126.
- Cuellar, N. **Ciencia, Tecnología e Industria de Alimentos**. 1era Edición. Bogotá D.C: Grupo latino editores.1191 p. Voll.
- Del Valle, Gutiérrez, M., y Iturralde, S. (2017). **Fundamentos Básicos de Instrumentación y Control**. Ecuador: UPSE. p. 115.
- Díaz, A. (2013). **Criterios para evaluar técnica y económicamente la aplicación de sistemas de mejoramiento de gestión de producción**. *Estudios Empresariales* (85). España.
- Effiong, E. **Fabricación de embutidos: Principios y prácticas**. Madrid: Acribia, 2005. 106 p.
- Fondo de Crédito Industrial (2000). **Formulación y Evaluación de Proyectos**. 3ra edición. Caracas: FONCREI.
- GRAU, R (1965). **Carnes y productos cárnicos**. Editorial Acribia. Zaragoza: Págs. 94-174.
- Harrington, J. (2013). **Mejoramiento de los procesos de la empresa**. México: Editorial Mc. Graw Hill Interamericana, S.A.

- J. Domingo, J. Gámiz, A. Grau y H. Martínez. (2003). **Comunicaciones en el entorno industrial**. España: Editorial UOC.
- Koontz y O'donnell. (1984). **Administración moderna**. 6ta Edición. McGraw Hill, México.
- Koontz y O'donnell. (1989). **Administración**. 8va Edición. McGraw Hill, México.
- Kuo, B. (1996). **Sistemas de Control Automático**. 7ma Edición. México: Pearson Education.
- Ogata, K. (1996). **Sistemas de control en tiempo discreto**. Segunda edición. Editorial Prentice Hall.
- Ogata, K. (2010). **Ingeniería De Control Moderna**. 4ta edición. México: Editorial Pearson.
- Smith y Corripio (1991). **Control Automático de Procesos**. México: Editorial Limusa.
- Torres (2005). **Mantenimiento su implementación y gestión**. Madrid: UNIVERSITARIAS, 2005. ISBN:987-9406-81-8.
- Universidad Tecnológica del centro (2014) **Manual para la elaboración, presentación y evaluación del trabajo de grado**. Valencia: UNITEC.
- Van Gigch, J. (2006). **Teoría General de Sistemas**. 3era Edición. México: Editorial Trillas.
- Varnam, A (1998). **Carne y productos cárnicos: Tecnología, química y**

microbiología. Alimentos Básicos. Editorial Acribia. Zaragoza. 423 p.

Vivallo, A. (2006). **Manual de formulación y evaluación de proyectos.** Chile.

Electrónicas

Abou, J. (2020). **“Diseño del proceso de llenado de envases de shampoo para la empresa MAC PLUS C.A. Municipio Valencia, Edo. Carabobo”.** Valencia – Venezuela: Universidad José Antonio Páez. Recuperado en:
file:///C:/Users/icaldarelli/Downloads/TRABAJO%20DE%20GRADO%20JUAN%20ABOU%20Rev%2006032020.pdf

Bembibre, C. (2011). **Presupuesto.** Recuperado en:
<https://www.importancia.org/presupuesto.php>

Canive, T (2018). **“¿QUÉ ES UN ANÁLISIS DE COSTO BENEFICIO?”.** [Consultado el 15 de Julio del 2021]. Recuperado en:
<https://www.sinnaps.com/blog-gestion-proyectos/analisis-cost-beneficio>

Castro, J. (2015). **“¿Qué es un estado de flujo de efectivo y cuáles son sus objetivos?”** 2018, de Blog Corponet Sitio web:
<http://blog.corponet.com.mx/que-es-un-estado-de-flujo-de-efectivo-y-cuales-son-sus-objetivos>

Donoso, A. (2015). **Valor Residual.** Recuperado en:
<http://economipedia.com/definiciones/valor-residual.html>

Esmeraldas (2019). **“Diseño e implementación de un sistema automatizado para el proceso de pesaje y molienda de materia prima en la producción de alimentos balanceados”.** Ecuador: Universidad de las Fuerzas Armadas de Ecuador.

Recuperado en:

file:///C:/Users/icaldarelli/Desktop/Checkweigher/T-ESPE-039712.pdf.

García Garrido (2009) **Ingeniería de Mantenimiento: Manual práctico para la gestión eficaz del mantenimiento industrial**. Publicado por Renovetec (2009) en la dirección: <http://www.renovetec.com/ingenieria-del-mantenimiento.pdf>

Garrido (2012). “**¿CARNES FRIAS O EMBUTIDOS? ...LA VERDADERA HISTORIA**”. [En línea]. [Consultado el 15 de febrero de 2012]. Recuperado en: <http://www.revistalabarra.com.co/larevista/edicion-30/producto-invitado-carnes/carnes-frias-o-embutidos-la-verdadera-historia.htm>.

Horan, S; Bastarrica, A. (2010). **Analizando proyecciones de beneficios**. 2018, de cincodias.elpais.com. Recuperado en: https://cincodias.elpais.com/cincodias/2013/07/31/mercados/1375288254_394376.html

Montoyo, M. (2002). **Proceso productivo**. [Artículo en línea]. Recuperado en: https://revistas.unal.edu.co/index.php/acta_agronomica/rt/prinFRIENDLY/35621/36231.

NESTLÉ PROFESSIONAL. **Mermas**. [En línea]. [Consultado el 20 de Enero de 2012]. Recuperado en: www.nestlesprofessional/mermas.

Pereira Oliveira y Araujo Gianfriddo (2019). “**Sistema Integral de Adecuación de la Máquina Modelo SA-6 que Permita el Aumento de la Productividad en la Fabricación de Bloques de Concreto. Caso Estudio: Inversiones Pereira Niño, C.A**”. Guacara – Venezuela: Universidad Tecnológica del Centro. Recuperado en: file:///C:/Users/icaldarelli/Desktop/Checkweigher/68271.pdf.

Real Academia Española (2008, Enero 16). **Diccionario de la Lengua Española**. Vigésima Segunda Edición. Recuperado en: [http://www.spentamexico.org/v7-n1/7\(1\)163-168.pdf](http://www.spentamexico.org/v7-n1/7(1)163-168.pdf).

Robbins y Coulter (2005). **Administración**. 8va Edición. Pearson Educación. Recuperado de: <https://www.promonegocios.net/administracion/definicion-eficiencia.html>

Salas Azuaje (2019). “**Modelo de Automatización de la Línea Toddy. Caso Estudio: Grupo Polar/ Alimentos Polar Comercial Cereales Planta Valencia**”. Guacara – Venezuela: Universidad Tecnológica del Centro. Recuperado en: <file:///C:/Users/icaldarelli/Desktop/Checkweigher/TEGFINAL.pdf>.

Sevilla, A. (2015). **Tasa Interna de Retorno (TIR)**. Recuperado en: <http://economipedia.com/definiciones/tasa-interna-de-retorno-tir.html>

Siegfried, M. **Procesamiento de carnes y embutidos**. [En línea] [Consultado el 18 de Febrero de 2012]. Recuperado en: http://www.science.oas.org/oea_gtz/libros/embutidos/pdf/carnes_all.pdf

Torres, M. (2016). **Tasa Interna de Retorno (TIR): definición, cálculo y ejemplos**. Recuperado en: <https://www.rankia.cl/blog/mejores-opiniones-chile/3391122-tasa-interna-retorno-tir-definicion-calculo-ejemplos>

Ucañán (2015). **Relación Beneficio Coste**. Recuperado en: <https://rogerucanan.wordpress.com/> [Consulta: Septiembre, 2018]

Velayos, V. (2015). **Valor Actual Neto (VAN)**. Recuperado en: <http://economipedia.com/definiciones/valor-actual-neto.html>

