

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Electricidad y
Computación

Automatización De Sistema De Pesaje De Micro Ingredientes
Para La Elaboración De Alimentos Balanceados Para
Mascotas

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

Ingeniero en Electrónica y Automatización Industrial

Presentado por:

Roberto Carlo García Blum

Phillip James Mera Celdo

GUAYAQUIL – ECUADOR Año: 2022

Dedicatoria

El presente proyecto es dedicado a nuestras familias, que siempre nos han apoyado incondicionalmente, sin importar las dificultades, también a los colegas y amigos que hemos hecho durante nuestra vida politécnica, destacando especialmente aquellos con los que hemos podido apoyarnos mutuamente durante la carrera.

Agradecimientos

Nuestro más sincero agradecimiento a todos nuestros profesores a lo largo de la carrera que con mucha paciencia y fervor nos apoyaron con sus enseñanzas y consejos día a día dando nos lo mejor de sí para garantizarnos un aprendizaje de la más alta calidad.

DECLARACIÓN EXPRESA

“Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; Roberto Carlo García Blum y Phillip James Mera Celdo y damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual”



Roberto Carlo Garcia
Blum



Phillip James Mera Celdo

EVALUADORES

PhD. Efrén Vinicio Herrera Muentes

PROFESOR DE LA MATERIA

Ing. Ronald David Solís Mesa

PROFESOR TUTOR

Resumen

En este documento se presentará una propuesta de solución para la automatización del proceso de pesaje de micro ingredientes para la elaboración de alimentos balanceados para animales. El proceso de elaboración de alimentos balanceados requiere de un elevado índice de sanitización, alta precisión en el proceso de pesaje y de una excelente calidad del producto terminado. El proyecto se origina debido al creciente número de alimentos balanceados de mala calidad, seguridad e higiene repercutiendo directamente en la salud de los animales.

Para la automatización del proceso, se diseñó un sistema de control basado en el uso de un PLC, un HMI, sensores y actuadores. Además, se incluyó herramientas IoT para asegurar el monitoreo del proceso en tiempo real y de manera remota. Para este proyecto, se conectó un PLC con una plataforma web llamada Ubidots a través de Node red el cual se encargó de enviar todos los parámetros cargados en el PLC hacia Ubidots.

La finalidad del nuevo sistema es reducir el nivel de contaminación cruzada en los alimentos balanceados y salvaguardar la salud de los animales. El nivel de toxicidad de cada micro ingrediente se clasifica como bajo, medio o alto y las consecuencias de contaminación cruzada dependerán directamente de cada animal porque lo que puede ser tóxico o mortal para un animal puede ser inofensivo para otro.

Palabras claves: Micro ingredientes, Contaminación cruzada, Alimentos balanceados, Herramientas IoT.

Abstract

In this document, a solution proposal will be presented for the automation of the weighing process of micro ingredients for the preparation of balanced feed for animals. The balanced food manufacturing process requires a high sanitization index, high precision in the weighing process and excellent quality of the finished product. The project originates due to the growing number of balanced feeds of poor quality, safety and hygiene, directly affecting the health of animals.

For the automation of the process, a control system based on the use of a PLC, an HMI, sensors and actuators was designed. In addition, IoT tools were included to ensure the monitoring of the process in real time and remotely. For this project, a PLC was connected to a web platform called Ubidots through Node red, which was in charge of sending all the parameters loaded in the PLC to Ubidots.

The purpose of the new system is to reduce the level of cross contamination in balanced feed and to safeguard the health of the animals. The level of toxicity of each micro ingredient is classified as low, medium or high and the consequences of cross-contamination will depend directly on each animal because what can be toxic or deadly for one animal may be harmless for another.

Keywords: Micro ingredients, Cross contamination, balanced food, IoT tools.

Índice

Dedicatoria	2
Resumen	6
Abstract	7
Índice	8
Índice de Figuras	10
CAPÍTULO 1	14
1. Introducción	14
1.1 Descripción del problema	14
1.2 Justificación del problema	14
1.3 Objetivos	15
1.3.1 Objetivo General	15
1.3.2 Objetivos Específicos	15
2. Marco teórico	15
2.1 Introducción	15
2.2 Buenas Prácticas de Manufactura	16
2.3 Contaminación cruzada de los alimentos	17
2.3 Definición de Micro ingredientes	18
2.4 Importancia de controlar un proceso en tiempo real	21
2.5 Herramientas IoT	21
2.6 Elementos de la solución	22
2.7 Antecedentes	27
CAPÍTULO 2	30
2. Metodología	30
2. 1 Registro de Datos mediante Node – red	30
2.2 Diagrama de Rutas	31
2.2.1 Operador 1	32

2.2.2 Operador 2	34
2.2.3 Operador 3	37
2.2.4 Análisis de rutas	39
2.3 Diagrama de flujo	41
2.4 Número de Núcleos por turno	42
2.5 Tiempo de elaboración de Núcleos o Batches:	44
2.6 Recursos:	45
2.6.1 Mano de obra	45
2.6.2 Maquinaria:	46
2.6.3 Sustancias:	47
2.7 Diseño de la propuesta	49
2.7.1 Modelado de la solución	49
2.8 Esquema Eléctrico para el arranque directo de un motor trifásico	52
2.8.2 Sistemas de comunicación	56
2.9 Esquema Eléctrico de Fuerza	57
2.10 Planos del equipo	61
2.11 Entradas y salidas del PLC	66
2.12 Esquema de las conexiones eléctricas para el tablero de control	72
CAPÍTULO 3	75
3.1 Programación del PLC	75
3.1.1 Alarmas	81
3.2 Programación del HMI	81
3.3 Ubidots	98
CAPÍTULO 4	102
4.1 Análisis de Resultados	102
4.2 Conclusiones	102
4.3 Recomendaciones	103
REFERENCIAS	105
Bibliografía	105

Índice de tablas

Tabla 1-Promedio de Batches por turno	16
Tabla 2- Micro-Ingredientes a usar	18
Table 3- Toma de Tiempo Operador 1	33
Table 4- Toma de Tiempo Operador 2	35
Table 5- Toma de Tiempo Operador 3	38
Table 6- Cantidad de Batches por un Mes	42
Table 7-Toma de Tiempos de Engorde 1	44
Table 8-Toma de Tiempos de Engorde 2	¡Error! Marcador no definido.
Table 9--Toma de Tiempos de Engorde 3	45
Table 10-Mico-Ingredientes Dosificación Kg	47
Table 11-Mico-Ingredientes Dosificación G	48
Table 12-Mico-Ingredientes Dosificación Mixta.....	49
Table 13- Tabla de Costos	51
Table 14-Entradas Digitales	66
Table 15-Salidas Digitales.....	67
Table 16-Salida Analógica	71

Índice de ilustraciones

1 Figure -Captura de ARCSA	17
Figure 2- Propaganda contra la contaminación cruzada	18
Figure 3-Herramientas IoT	22
Figure 4- Motor DC	23
Figure 5- Electroválvula	23
Figure 6-Sensor de proximidad.....	24
Figure 7-Balanza digital.....	25
Figure 8-Banda transportadora.....	25
Figure 9-Tubo con tornillo sin fin	26
Figure 10- PLC Siemens S7-1500.....	26
Figure 11-Variador de frecuencia Sinamics Siemens V20.....	27
Figure 12-Antecedente 1	28
Figure 13-Antecedente 2	28
Figure 14-Antecedente 3	29
Figure 15- Conexión Node Red Registro de Datos	30
Figure 16- IBM Cloud a IoT Gateway	31
Figure 18--Diagrama de Rutas Operador	34
Figure 19--Diagrama de Rutas Operador 3	37
Figure 20-Ruta Critica	39
Figure 21-Diagrama de Flujo del proceso	41
Figure 22-Esquema general de la solución del proyecto	50
Figure 23-Motor Trifásico	52
Figure 24-Fusible.....	53
Figure 25-Interruptor Ferromagnético	54
Figure 26-Contactor.....	54
Figure 27-Relé térmico	55
Figure 28-Esquema Electrico de Fuerza	56
Figure 29-Sistema Scada.....	57
Figure 30- Sensor de Nivel	58
Figure 31-Motor DC	58
Figure 32-Cilindro Simple efecto.....	59
Figure 33- Sensor de Proximidad.....	59
Figure 34-Tolva de acero inoxidable	60
Figure 35-Tornillo sin fin.....	60
Figure 36- Plano de la Maquina Vista Superior	61

Figure 37- Plano de la Maquina Vista Lateral.....	62
Figure 38.Modelo 3D Vista inferior.....	64
Figure 39.Modelo 3D Vista superior.....	65
Figure 40-Esquema de las conexiones Eléctricas para el tablero de control.....	72
Figure 41-Módulo de entradas digitales SM 1221	73
Figure 42-Módulo de salidas digitales modelo SM 1222 marca Siemens	74
Figure 43-Base de Datos de los Micro-Ingredientes	75
Figure 44-Segmento de Arranque del programa	76
Figure 45-Funcion de encerado de la balanza (FB1).....	76
Figure 46-Funcion de encerado de la balanza	77
Figure 47-Bloque Encerado y sus conexiones.....	78
Figure 48-Normalización y escalamiento de la Entrada analógica.....	79
Figure 49-Confirmación del nombre de la Receta.....	79
Figure 50-Creacion del margen de Error de la Balanza.....	80
Figure 51-Activación de la dosificación	80
Figure 52-Reseteo de la Dosificación	81
Figure 53-Bloque de funciones de Alarmas	81
Figure 54- Pantalla Principal de la HMI	82
Figure 55- Pantalla de Selección de Receta de la especie Engorde	82
Figure 56- Programacion de los botones para cambio de ventana.....	83
Figure 57-Programacion de los botones para cambio de ventana Reproductoras	83
Figure 58- Interfaz de Recetas de Reproductoras.....	84
Figure 59-Programacion de los botones para cambio de ventana Mascotas	84
Figure 60-Interfaz de Recetas de Mascotas.....	85
Figure 61-Programacion de los botones para cambio de ventana Acuicultura.....	85
Figure 62-Interfaz de Recetas de Acuicultura	86
Figure 63-Programacion de los botones para cambio de ventana Cerdos.....	86
Figure 64-Interfaz de Recetas de Cerdos	87
Figure 65-Programacion de los botones para cambio de ventana Balanza	87
Figure 66-Ventana de Control.....	88
Figure 67-Programacion de los botones para cambio de ventana Simulacion.....	89
Figure 68-Pantalla de Simulacion	90
Figure 69-Programación de las Recetas en el HMI Receta 1	90
Figure 70-Programación de las Recetas en el HMI Receta 2	91
Figure 71-Programación de las Recetas en el HMI Receta 3	91
Figure 72-Programación de las Recetas en el HMI Receta 4	91
Figure 73-Pantalla Selección de Receta	92

Figure 74-Pantalla Selección de Receta	92
Figure 75-Pantalla Selección de Receta y Código.....	93
Figure 76- Programación de Color de los Elementos	94
Figure 77- Programación de Color de los Elementos	94
Figure 78- Programación de los botones	95
Figure 79-Pantalla de control al iniciar	96
Figure 80-Pantalla de simulación al iniciar	96
Figure 81- Desactivar el sensor de nivel 1	97
Figure 82- Comprobar que la alarma 1 funciona.....	98
Figure 83-Bloque de datos de los parámetros para Ubidots	99
Figure 84-Programación de Node red	100
Figure 85-Dashboard en Ubidots (registro histórico).....	100
Figure 86-Dashboard en Ubidots (tiempo real).....	101
Figure 87-Encuesta pregunta 1	108
Figure 88-Encuesta pregunta 2	108

CAPÍTULO 1

1. Introducción

1.1 Descripción del problema

El pesaje y dosificación de micro ingredientes es el proceso más importante en la producción de alimentos. Este proceso es una de las fases más importantes y críticas en el proceso productivo de alimentos debido a las exigencias en la calidad, precisión y seguridad de las fórmulas, impactando directamente en los costos y rendimiento del proceso y los productos. En Ecuador, la gran mayoría de las empresas de la industria alimenticia siguen implementando el pesaje y dosificación de micro ingredientes de manera manual. Sin embargo, esta metodología de operación lleva consigo un sinnúmero de consecuencias y riesgos que la empresa podría evitar si llegara a implementar un sistema automatizado de pesaje y dosificación de micro ingredientes. Según estudios realizados en Guayaquil y Cuenca, la salmonela es uno de los mayores peligros microbianos en la cadena de producción de alimento para mascotas, la cual es capaz de subsistir durante largos periodos en los productos alimenticios. Desde el día en que Edwards et al. detectaron salmonela intestinal en el alimento de aves de corral en 1948, muchos investigadores han detectado especies de salmonela en ingredientes y productos de alimentos terminados. En esa misma ocasión, se encontró contaminación con *E. coli* de 6,7 % y con *Salmonella* spp. de 36,7 % de las muestras. Esta contaminación de alimentos convierte a los animales en agentes contaminantes para el ser humano ya que la vía más habitual de contagio es mediante las heces del animal estando esto en contacto directo con el dueño del animal. Este proceso contaminante empieza, generalmente, en el proceso de pesaje y dosificación de los micro ingredientes debido a que el operador, en muchos casos, no cuenta con los equipos sanitarios adecuados para estar en contacto directo con los micro ingredientes. En nuestro caso particular, se observó que la empresa PRONACA C.A. sigue conservando una parte del proceso de pesaje de micro ingredientes y dosificación de manera manual aumentando así el riesgo de que exista contaminación cruzada, pérdida de productos e ineficiencia del proceso. Por tal motivo, se propone automatizar el proceso de pesaje de micro ingredientes y dosificación mediante la programación de un PLC y HMI que controle los actuadores y sensores del proceso. Esto ayudará a evitar a que el ser humano tenga contacto directo con los ingredientes y a que exista contaminación cruzada.

1.2 Justificación del problema

En Ecuador, la gran mayoría de las empresas del sector productivo deben cumplir con ciertas normativas como las BPM (Buenas Prácticas de Manufactura) La mayoría de las empresas de la industria alimenticia deben seguir las normativas BPM (Buenas Prácticas de Manufactura). Las BPM

son los principios básicos y prácticas generales de higiene en la manipulación, preparación, elaboración, almacenamiento, transporte y distribución de alimentos para consumo humano o para mascotas. Los procesos de producción de alimentos requieren de un entorno limpio, amplio y libre de bacterias y contaminación ya que todos estos productos serán consumidos por los clientes. Con la finalidad de cumplir con los estándares de higiene, la empresa es auditada anualmente por un ente regulatorio externo el cual notificará si la empresa cumple con los requisitos de higiene y limpieza para su pleno funcionamiento. En el caso que la empresa no alcance los estándares de calidad, higiene, sanitización y eficiencia del producto, el ente regulador multará económicamente a la empresa implicada.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Automatizar el sistema de micro pesaje de ingredientes y de abastecimiento manual haciendo uso de la programación de PLC conjuntamente con dispositivos electrónicos como sensores, válvulas, balanzas e, inclusive, tolvas con la finalidad de reducir tiempos de retardos en la producción.

1.3.2 Objetivos Específicos

1. Diseñar y dimensionar el tablero de control y fuerza para el accionamiento de actuadores y válvulas de cada micro ingrediente, según lo requerido para el proceso de automatización del sistema de pesaje y abastecimiento manual.
2. Programar el PLC y HMI en Tia Portal para accionar las válvulas y motores para la elaboración de los compuestos requeridos.
3. Simular el proceso de pesaje de micro ingredientes y abastecimiento manual en Factory/IO con Tia Portal con la finalidad de visualizar el proceso automatizado en realidad virtual.
4. Diseñar y analizar el diagrama de flujos del proceso automatizado.
5. Registrar y monitorear el proceso de pesaje de micro ingredientes en tiempo real y, además, actualizar los parámetros en una base de datos a través de Node Red.

2. Marco teórico

2.1 Introducción

Un animal requiere de una buena alimentación con alimentos balanceados de buena calidad y buena higiene. Por tal razón, se desea reducir el nivel de contacto humano con los productos elaborados para animales. Las empresas de piensos (empresas dedicadas a la alimentación animal) en general, utilizan premezclados, es decir, mezclas de uno o más sustancias, también conocidos como micro ingredientes, con materias primas utilizadas como soporte. En el caso de Pronaca C.A., el término micro ingredientes hace referencia a todas aquellas materias primas cuyos niveles de inclusión en fórmula son menores a 35 Kilogramos. Después de realizar un estudio riguroso del proceso (tiempos, materias

primas, toxicidad, análisis de las recetas) se obtuvo que en Pronaca C.A. se trabaja con 83 materias primas de las cuales 57 son pesadas en Kg, 10 son pesadas en g y 8 son pesadas de manera mixta es decir que en unas recetas su pesaje es en gramos y otras en kilogramos. Para este caso, se procederá a diseñar un Sistema Automático de Pesaje de Micro Ingredientes con la finalidad de reducir la presencia de microorganismos y aumentar el nivel de fiabilidad de cada producto elaborado.

Inicialmente, se realizó un estudio del proceso actual, específicamente de la capacidad que nos brinda la zona de pesaje de micro ingredientes, en la cual se analizó los inventarios de consumo de esta zona durante aproximadamente un mes (33 días) de los cuales se tomó en cuenta que los días jueves de cada semana y los fines de mes se realiza paro de planta para limpieza y mantenimiento preventivo de las máquinas y equipos. En general, se trabaja en 3 turnos de 8 horas diariamente y se calculó un promedio según: el turno, día y mes.

Tabla 1-Promedio de Batches por turno

Total de batches		3905
Promedio en días		115,6666667
Promedio por truno día		51,81818182
Promedio por truno tarde		11
Promedio por truno noche		55,51515152

Se observa que el promedio de la capacidad por día es de 115 sacos, una de las metas del proyecto es conseguir que la capacidad aumente a 125 sacos por día esto refleja el 10%

2.2 Buenas Prácticas de Manufactura

Actualmente, PRONACA está en la obligación de cumplir con las normativas BPM ya que, al ser una empresa del sector alimenticio, debe cumplir con un estándar de higiene y sanidad para permanecer vigente en el mercado. El ente regulatorio de las Buenas Prácticas de Manufactura es la Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria (ARCOSA) según el Decreto Ejecutivo 3253. Ahora bien, ¿por qué es importante cumplir con las normativas BPM? Aparte de que es un compromiso humano el proveer productos y alimentos de buena calidad e higiene, el ARCOSA sanciona económicamente a las empresas que no cumplan la normativa sanitaria. Si el ARCOSA determina que la empresa no está en condiciones de garantizar la inocuidad y la calidad de los alimentos procesados que se consumen, éste procederá con la clausura de la empresa.

ARCSA participa en clausura de local de productos naturales por incumplir la normativa sanitaria



Con el propósito de precautelar la salud de la ciudadanía, personal de la Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria (ARCSA), Zona 3, participó en la clausura de un local que expendía productos naturales y que ofrecía medicamentos y atención médica, incumpliendo la normativa sanitaria en el sector del Redondel de El Libro, en Riobamba, el 29 de diciembre de 2014.

Después de realizar el control respectivo al establecimiento, técnicos de la ARCSA en compañía de María Cecilia Mayacela, comisaria de Salud de Chimborazo, descubrieron algunos incumplimientos como posesión y venta de medicamentos, además de que se brindaba atención médica sin título profesional.

En el art. 169 de La Ley Orgánica de Salud se establece: "La venta de medicamentos al público al por menor solo puede realizarse en establecimientos autorizados para el efecto".

La comisaria de Salud manifestó la sanción que procede en este caso: "está tipificada en el art. 244 de la Ley Orgánica de Salud", es decir la clausura temporal o definitiva y con una multa correspondiente a cinco salarios básicos unificados.

Este proceso continúa con la audiencia de juzgamiento, donde la persona tiene la libertad de defenderse en relación al debido proceso; luego viene una etapa de prueba y después la resolución con base en lo que determina la Ley Orgánica de Salud.

(1)

Figure 1-Captura de ARCSA

2.3 Contaminación cruzada de los alimentos

Con el pasar de los años, los consumidores/clientes buscan alimentos con una calidad cada vez mayor y esperan que esa calidad sea perdurable durante todo el proceso de producción, distribución, comercialización y consumo. En cualquiera de estas etapas, el producto podrá sufrir procesos de contaminación, deterioro y/o alteración. El término "alteración" se define como cualquier cambio en un alimento que le convierte en inaceptable para el consumo humano, ya sea por mala calidad en el producto o mal higiene. En el caso de PRONACA, esta es una industria alimentaria que debe tener un control y seguridad en todos los procesos y en la manipulación de alimentos porque si no lo hace, será muy probable a que el producto se vea en contaminación cruzada. La contaminación cruzada es uno de los riesgos y peligros más latentes que existe dentro de la industria de alimentos. Si el entorno de trabajo no cumple con los estándares de limpieza adecuado, los alimentos estarán ampliamente expuestos a microorganismos que alteren las características y especificaciones nutricionales declaradas en su etiquetado. Básicamente, un producto contaminado es aquel que contiene agentes vivos, químicos, minerales u orgánicos, extraños a su composición normal, sean o no tóxicos. Un alimento es contaminado cuando contiene componentes extraños a su composición en una concentración mayor a las permitidas por la legislación vigente.



Figure 2- Propaganda contra la contaminación cruzada

2.3 Definición de Micro ingredientes

Los micro ingredientes se definen como sustancias añadidas intencionadamente a los alimentos para animales o al agua de abrevadero, con el fin de desempeñar una o varias funciones. Dependiendo de la función, los micro ingredientes se subdividen en cinco grupos:

- **TECNOLÓGICOS:** Para mejorar las propiedades del pienso como la capacidad de conservación, consistencia, regulación del pH, etc.
- **ORGANOLÉPTICOS:** Conferir propiedades organolépticas como el olor, el sabor, etc.
- **NUTRICIONALES:** Para responder a las exigencias específicas nutricionales de los animales.
- **ZOOTÉCNICOS:** Promover la digestión o estabilizar la flora intestinal.
- **COCCIDIOESTÁTICOS E HISTOMONOESTÁTICOS:** Para mantener el estado de salud.

En PRONACA, los micro ingredientes se pesan en gramos y en kilogramos dependiendo de la composición química que se requiera. A continuación, se mostrará la lista de micro ingredientes que se utilizan en PRONACA:

Tabla 2- Micro-Ingredientes a usar

Sustancias MicroIngredientes	Nombre comercial
Ractopamina10% (QuePaffa-DurElanco)	Ractopamina10% (QuePaffa-DurElanco)
(Nicarbazina 8% +Maduramicina 0,75%)	GROMAX
Aceites Esenciales #2 (Activo)	Aceites Esenciales #2
Aceites Esenciales #3 (Avt)	AC ESCENCIAL #3
Aceites Esenciales (Acuicultura)	Aceites Esenciales (acua)
Ácido Orgánico (Acuicultura)	Ácido Orgánico (Acuicultura)
ADICOLOR BROILER 2,365%	ADICOLOR BROILER 2,365%
Adoxine (Antioxidante)	ADOXINE
Antioxidante BHT&BHA	ANTIOXIDANTE BHT
Arveja en Polvo	ARVEJA EN POLVO
Avena Hojuelas (groats)	Avena Hojuelas (groats)
BANOX E (antioxidante)	BANOX E (antioxidante)
Bentonita de Calcio (secuestrante)	BENTONITA DE CALCIO (SECUESTRANTE)
Biocolina Plv 1,6%	BIOCOLINA
Bioplex Repro (MInerales)	BIOPLEX
Bisulfato de Sodio	Bisulfato de Sodio
Cantaxantina (Maxichik)	CANTAXATINA
Capsoquin O-N (Antioxidante Etxq)	Capsoquin O-N (Antioxidante Etxq)
ce Phy Plv Reproductoras Levante Rel	ROVABIO
Cheese Dried	CHEESE DRIED
Clortetrax 20 (Clortetraciclina 20%)	CLORTETRACICLINA
Cloruro de Potasio	CLORURO POTASIO
Colorante Caramelo Puro	COLORANTE CAMELO PURO
Colorante Rojo N° 40	COLORANTE ROJO N° 40
Colorante Sintético Amarillo #5 plv	COLORANTE SINTETICO AMARILLO #5 PLV
Colorante Sintético Amarillo #6 plv	COLORANTE SINTETICOAMARILLO #6 PLV
Deodorase	DEODORASE
Dioxido de Titanio	DIOXIDO DE TITANIO
Dioxido de Titanio (Inyeccion)	Dioxido de Titanio (Inyeccion)
Enradin (Enramicina 8%)	ENRADIN
EXTOXIQUIN	EXTOXIQUIN
Fenvizole (Fenbendazol 4%)	Fenvizole (Fenbendazol 4%)
Glucosamina HCL	GLUCOSAMINA HCL
HALQUINOL 60%	HALQUINOL 60%
Hexametafosfato de Sodio	HEXAMETAFOFATO
Hna, de Atún	Hna, de Atún
iax Plus (Nicarbazina+Semduramicina)	AVIAX PLUS
L- triptofano 98% (AA´s)	L-TRIPTOFANO >95%
Lasalocid Sódico 15% (Avatec)	AVATEC
Lecitina	Lecitina
LERBEK	LERBEK
Lincofarm (Lincomicina 44%)	LINCOFARM (LINCOMICINA 44%)
Luctamold Circuito Planta	Luctamold Circuito Planta

L-Valina (AA´s)	L-VALINA
Monensina 20% (Monsigran-Rumensin)	MONESINA
Neoxmycin (Neomicina Sulfato 50%)	NEOMICINA SULFATO
nerales Cerdas Gest/Lac (Quelutados)	nerales Cerdas Gest/Lac (Quelutados)
Nuflor Premix (Florfenicol 2%)	Nuflor Premix (Florfenicol 2%)
Omega 3 (DSM)	OMEGA 3
Oxido de Zinc	OXIDO DE ZINC
Paredes de Levadura (Inmunowall Yes)	INMUNOWALL
Paylean	Paylean
Pigmento Rovimix Broiler (DSM)	CAROFIL POLLOS
Proteasa Broiler Crec/Des Rel	PROTEASA
Px Min & Vit Tilapia	PX VITA Y MIN TILAPIA
Px, Colorante Amarillo # 6	PX COLORANTE AMARILLO #6
Px, Colorante Caramelo	PX, COLORANTE CAMELO
Px, Colorante Rojo # 40 Premix	PX COLORANTE ROJO # 40 PREMIX
Px, Colorante Verde	PX, COLORANTE VERDE
Px, Min, & Vit, Postura	Px, Min, & Vit, Postura
Px, Minerales Cerdas Ges/Lac	Min, Cerdas
Px, Minerales Cerdos Engorde	Min, Cerdos
Px, Vitaminas Cerdas Ges/Lac	Px-Vit,Cerdas Ges/LAC
Px, Vitaminas Cerdos Ini/Cre	VIT,CERD,INI/CRE
Px-Vit Camaron	PX-VIT CAMARON
Saborizante Cerdos	SOBORIZANTE CERDOS
Sal Industrial No 3	SAL INDUSTRIAL N#3
SAL-(NACL) #5	SAL-(NACL) #5
SALINOMISINA	SALINOMISINA
Semillas de Linaza	SEMILLA DE LINAZA
STAFAC 500	STAFAC 500
Sulfato de Cobre-CuSO4,5H2O	SULFATO DE COBRE
Sulfato de Condroitina	SULFATOR DE CONDROITINA
Surmax 100 (Avilamicina 10%)	SURMAX 100
Taurina (AA´s)	TAURINA
Tilcomix Premix (Tilmicosina 40%)	Tilcomix Premix (Tilmicosina 40%)
Vit E-50% (adsorbato)	VIT E-50% (ADSORBATO)
xiban (Narasina 8% + Nicarbazina 8%)	MAXIBAN
Zanahoria en Polvo	ZANAHORIA EN POLVO

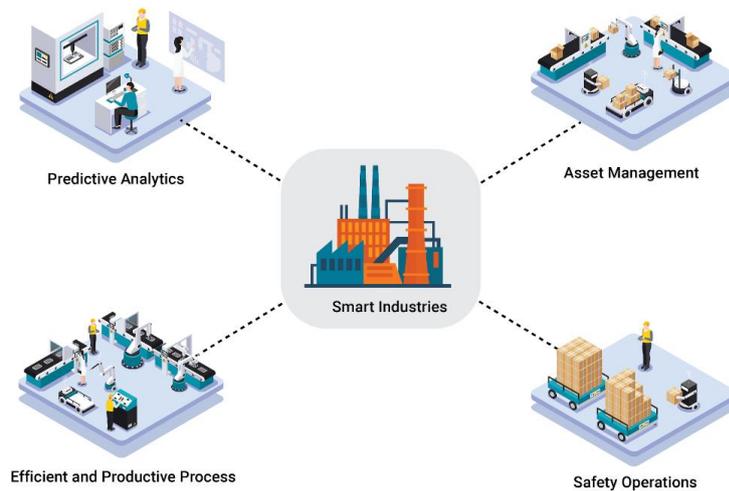
2.4 Importancia de controlar un proceso en tiempo real

El control de procesos se utiliza básicamente en la producción continua de un producto. Se utiliza para controlar automáticamente y de manera continua todos los parámetros inmersos en el proceso como temperatura, presión, nivel o flujo, las cuales son monitoreadas o controladas por la instrumentación del proceso. El control de procesos combina las disciplinas de la ingeniería de control y la ingeniería química. Estos sistemas controlan el flujo, la salida y parámetros fundamentales del proceso a través de la instrumentación industrial como son los sensores de nivel de flujo, de presión, entre otros. El objetivo de controlar un proceso radica en asegurar la buena calidad e higiene del producto. El análisis del proceso permitirá identificar cuellos de botella, procedimientos sin valor agregado y determinar futuras mejoras para el proceso. En conclusión, controlar un proceso es importante porque permite reducir gastos económicos, desperdicios de productos, tiempos de espera y garantiza una mayor rentabilidad económica y máxima eficiencia y calidad de cada producto de la planta. Por tal razón, en el presente documento se mencionarán herramientas fundamentales para controlar un proceso de manera eficiente y precisa como es la automatización industrial y herramientas IoT.

2.5 Herramientas IoT

La definición de IoT (Internet of Things) se refiere a los escenarios donde los objetos tienen la capacidad de conectarse a través de Internet con otros objetos de manera fácil y directa. En las industrias, el término IoT está teniendo mucha acogida debido a la facilidad que nos da de llevar un registro y control de los parámetros del proceso en tiempo real en la nube. La conectividad de red y la capacidad de cómputo se extienden a objetos, sensores, actuadores y hasta a objetos cotidianos como lavadoras, refrigeradoras e iluminación con una mínima intervención humana. La recopilación, generación y transmisión de datos es una necesidad real en las grandes industrias porque, a partir del análisis de datos del proceso, se podrá tomar correctivos ante cualquier imprevisto. Las ventajas que ofrecen las herramientas IoT dentro de una industria son las siguientes:

- 1) Control del proceso industrial en un servidor web de manera remota.
- 2) Mejora la eficiencia del proceso.
- 3) Garantiza seguridad en las diferentes operaciones de la planta.
- 4) Reduce gastos económicos y desperdicios de productos.
- 5) Análisis predictivo de las variables del proceso para futuras mejoras.



(3)

Figure 3-Herramientas IoT

2.6 Elementos de la solución

Para poder implementar una solución al problema propuesto, se tendrá que utilizar ciertas herramientas eléctricas, neumáticas, electrónicas y/o mecánicas las cuales mencionaremos a continuación:

Motor DC

El motor de corriente continua, o también llamado motor de corriente directa, es una máquina que transforma la energía eléctrica en energía mecánica, causando un movimiento rotatorio, por motivo de la acción del campo magnético.

Aplicaciones:

- 1) Maquinas giratorias y cortadoras como etiquetadoras o envasadoras.
- 2) Movimiento de bandas transportadoras.
- 3) Toda máquina mecánica requiere de un motor DC para su movimiento.



(4)

Figure 4- Motor DC

Electroválvula

Una electroválvula es considerada una válvula electromecánica, cuya finalidad es controlar el paso de un fluido por una tubería o conducto. La válvula se acciona a través de una bobina solenoide. Generalmente, las electroválvulas tienen dos posiciones: abierto y cerrado.

- **Aplicaciones:**

- 1) Accionamiento de paso de flujo de sustancias como es el caso de micro ingredientes.
- 2) Sistema de riego en el sector agricultor.
- 3) Automatización de cualquier máquina de pesaje de ingredientes.



(5)

Figure 5- Electroválvula

Sensor de proximidad

Un sensor de proximidad es un transductor cuya finalidad es detectar señales u objetos que se encuentran cerca del mismo. Existen varios tipos de sensores de proximidad según el tipo de principio

físico que utilizan. Prácticamente, nos indican la posición de determinado objeto a lo largo del proceso industrial.

- **Aplicaciones:**

- 1) Conocer que un objeto se encuentra a una cierta distancia de un lugar.
- 2) Ubicar si un objeto ya paso por una parte del proceso.
- 3) Conocer la ubicación de un objeto a lo largo del proceso.



(6)

Figure 6-Sensor de proximidad

Balanza digital

Es un instrumento de pesaje que utiliza la acción de gravedad para determinar la masa de un objeto, en este caso, se utilizará la balanza digital para determinar el peso de cada micro ingrediente y servirá como un instrumento de control de pesaje dentro del sistema.

- **Aplicaciones:**

- 1) Área farmacéutica o alimenticia.
- 2) Medición de alimentos.
- 3) Preparación de alimentos balanceados.



(7)

Figure 7-Balanza digital

Banda transportadora

La banda transportadora se usa mayormente en la industria. Su función es trasladar o mover de un sitio a otro los diferentes productos, materiales u objetos que se utilizan en el proceso de producción. La banda transportadora nos permite agilizar la producción y disminuir los tiempos de atraso ya que el ritmo y velocidad que maneja la banda transportadora es constante y ajustable, permitiendo que el operador pueda seguir sin ningún impedimento con la fase de producción. Otro beneficio que tienen las bandas transportadoras es que los trabajadores son menos exigidos en sus tareas traduciéndose en menos cansancio y fatiga.

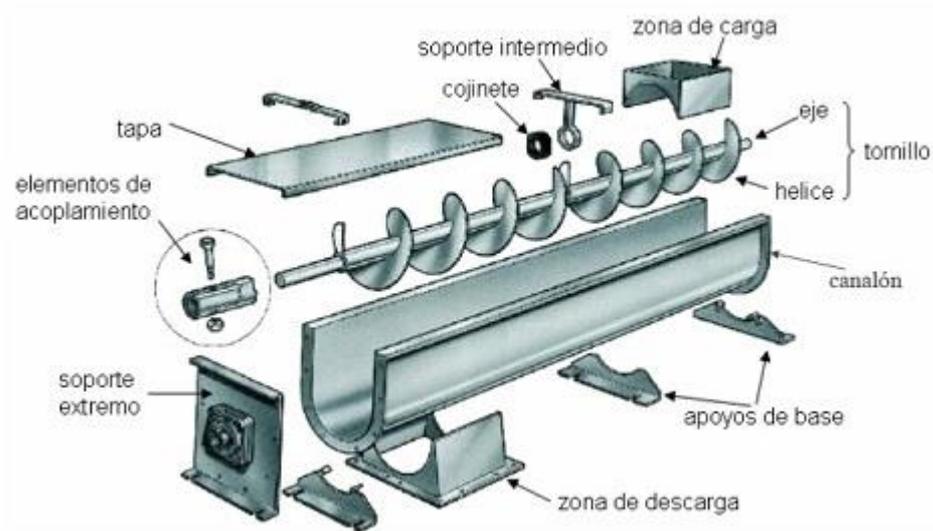


(8)

Figure 8-Banda transportadora

Tubo con tornillo sin fin

Un motor situado en uno de los extremos del eje del tornillo hace girar la hélice que arrastra el producto o sustancia a transportar. Es un sistema de transporte y manipulación de material extremadamente versátil, que puede ser empleado, como mecanismo dosificador, o también como elemento que funciona como agitador o mezclador.



(9)

Figure 9-Tubo con tornillo sin fin

PLC Siemens S7-1500

Los controladores avanzados SIMATIC S7 1500 facilitan el máximo rendimiento para máquinas de mediana a alta escala dándonos un alto rendimiento, alta flexibilidad, buena comunicación y funciones tecnológicas adicionales. La construcción modular, la sencilla implementación de estructuras descentralizadas y el fácil manejo vuelven al SIMATIC S7-1500 en la solución más cómoda y económica para diversas tareas. Una de las grandes prestaciones que tiene el CPU S7 1500 es que es fácil de adición módulos de entradas y salidas siendo esto algo necesario para el nivel de alcance del proyecto en cuestión.



(10)

Figure 10- PLC Siemens S7-1500

Variador de frecuencia Sinamics Siemens V20

Los variadores de frecuencia son utilizados para el control de velocidad de motores eléctricos. Varía la tensión alterna, cambiando la amplitud y la frecuencia, con el fin de optimizar procesos y disminuir las cargas mecánicas de las máquinas. Estos dispositivos se usan en numerosas aplicaciones industriales como, por ejemplo, compresores, ventiladores, bombas, cintas transportadoras o en la automatización de edificios.



Figure 11-Variador de frecuencia Sinamics Siemens V20

2.7 Antecedentes

El proceso de pesaje manual de micro ingredientes ha sido un problema ya abarcado previamente por diferentes empresas de automatización. Sin embargo, cada máquina automatizada de pesaje de micro ingredientes tiene características particulares y personalizadas en base a los requerimientos del cliente. Por tal razón, no viene a ser un impedimento para nuestro proyecto de tesis, la existencia de soluciones alternativas ya que cada solución está relacionada a un problema particular y único. Por ejemplo, en México se fabricó una máquina completamente automatizada para el pesaje de micro ingredientes lo cual utilizan tolvas industriales donde se almacenarán todos los micro ingredientes requeridos y cada tolva será accionada por una válvula la cual se accionará con lo descrito en la programación del PLC.



(12)

Figure 12-Antecedente 1



(12)

Figure 13-Antecedente 2



(12)

Figure 14-Antecedente 3

Sin embargo, ninguna de las soluciones que se ha hecho previamente ha incorporado un sistema de registro a una base de datos en tiempo real del proceso de pesaje. Por tal razón, se desea conectar el PLC con Node red para, posteriormente, subirlo a la nube o al mismo dashboard de Node red con la finalidad de llevar un control y monitoreo de lo que esté ocurriendo en el momento. Este tipo de registros ayudará a visualizar el porcentaje de cada micro ingrediente dentro de la mezcla y dosificación.

CAPÍTULO 2

2. Metodología

En el mercado, existen máquinas automatizadas para el sistema de pesaje y dosificación de ingredientes. Sin embargo, la solución que estamos planteando no se limita sólo a automatizar el sistema de pesaje, sino que se desea incorporar conocimientos de IoT que nos permitan monitorear y llevar un registro de las variables del proceso en tiempo real. Por tal razón, se desea conectar Node-red con el PLC S7 1200 para poder obtener los parámetros del proceso y registrar todos esos parámetros en una base de datos en la nube. Node-red es la herramienta que nos permitirá interconectar los parámetros que controlaremos mediante el PLC S7 1200 con una base de datos en el servidor.

2. 1 Registro de Datos mediante Node – red

Node-RED es una herramienta de programación visual. Muestra visualmente las relaciones y funciones, y permite al usuario programar sin tener que escribir una línea. Node-RED es un editor de flujo basado en el navegador donde se puede añadir o eliminar nodos y conectarlos entre sí con el fin de hacer que se comuniquen entre ellos.

Node-Red hace que el conectar los dispositivos de hardware, APIs y servicios en línea sea más fácil que nunca.



Figure 15- Conexión Node Red Registro de Datos

Node-red se ha convertido en el estándar open-source para la gestión y procesado de datos en tiempo real, logrando simplificar los procesos entre productores y consumidores de información.

La ventaja que tiene Node-red es la facilidad en conectarse con un PLC S7 1200 debido a que tiene incorporado el nodo “Node-red-contrib-S7” el cual permitirá la entrada de variables y parámetros que esté controlando el PLC. Con aquella información, se podrá registrar en tiempo real los valores de

cada parámetro en una base de datos como lo puede ser Ubidots o el mismo dashboard de Node-red. La estructura de la conexión quedaría de la siguiente manera:

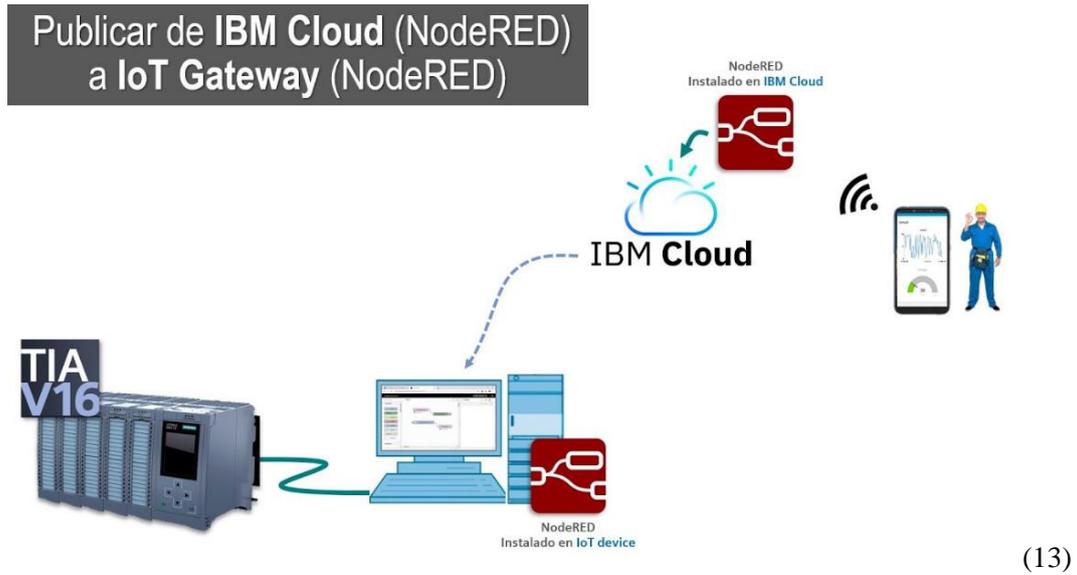


Figure 16- IBM Cloud a IoT Gateway

2.2 Diagrama de Rutas

A continuación, se procederá a realizar el diagrama de rutas que realizan de los diferentes operadores, con el objetivo de conocer todos los pasos que realizan e identificar las debilidades y fortalezas de cada uno, la ruta crítica o ruta que menos tiempo lleve y cumpla con la mayor cantidad de actividades, las Ventajas y Desventajas de la ruta seleccionada y los Riesgos que esta ruta implica, así poder así construir lo que será el Diagrama de Flujo actual del proceso.

2.2.1 Operador 1

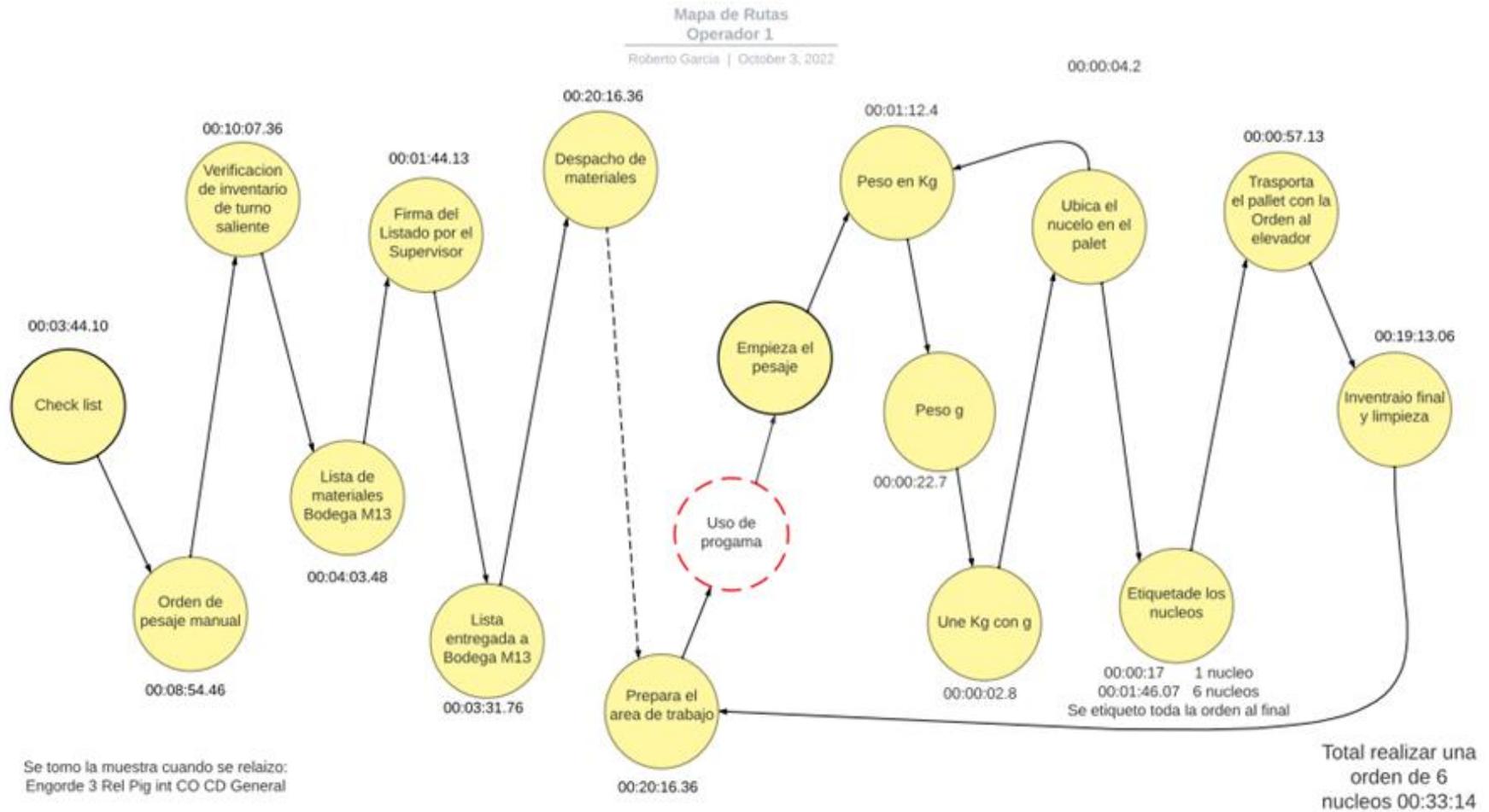


Figure 17-Diagrama de Rutas Operador 1

Descripción

Numerando las actividades principales que se deben realizar durante todo el proceso, se observa como el operador 1 realiza todas las actividades y el tiempo que este se demora en cada una de ellas. Demos darnos cuenta de que para esta ruta se demoró 33 minutos en realizar una orden de 6 núcleos y se etiqueto toda la orden al final.

Toma de tiempo

Table 3- Toma de Tiempo Operador 1

Pasos en el proceso	Tiempos promedio (hh:mm:ss)	Novedades
Recepción de Orden de pesaje manual	00:08:54.46	Sin novedad
Revisión de inventario	00:10:07.36	Sin novedad
Realizar reporte Check List	00:03:44.10	Sin novedad
Listado de Materiales Faltantes	00:04:03.48	Sin novedad
Firma del Supervisor	00:01:44.13	Sin novedad
Entrega de Listado a Bodega M13	00:03:31.76	Sin novedad
Tiempo de Espera que llega los materiales (Preparación del personal y espacio de trabajo)	Sin problemas: 00:20:16.36 Con problemas: 00:50:10.76	Falta de materia prima
<i>Uso de Programa</i>	<i>(Fuera de servicio)</i>	<i>El sistema se encuentra fuera de servicio</i>
Elaboración de Núcleos o Batches	Explicación en la parte inferior	Sin novedad
Traslado de la Orden (Pallet) al Ascensor	00:00:57.13	Sin novedad
Inventario de Final de turno	00:19:13.06	Sin novedad

2.2.2 Operador 2

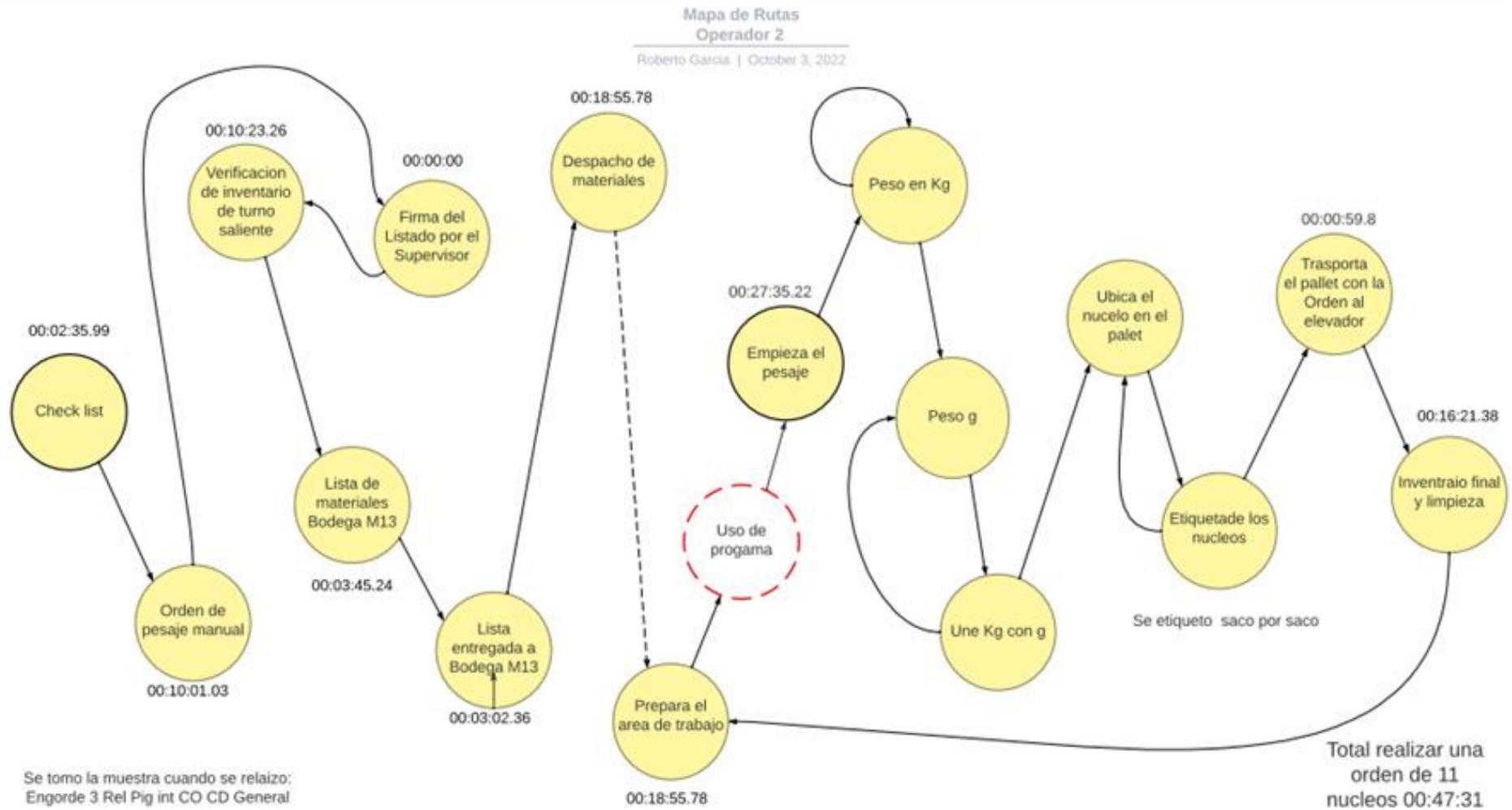


Figure 18--Diagrama de Rutas Operador

Descripción

Analizando al operador 2 se observa que el realiza diferentes cambios en la ruta con respecto al operador 1 ya sea desde la firma del listado del supervisor hasta la forma de etiquetar realizar la orden.

Si se le pidió que realice 11 sacos para la orden el operador procedió a abrir todos los sacos y meter la primera sustancia en Kilogramos en cada uno de ellos y realiza el mismo proceso con cada una de las sustancias en Kilogramos que dicha orden tiene y luego como el grafico muestra pesa todos los Gramos y los va uniando a cada uno de los sacos que ya contienen las sustancias ya mencionadas, para así antes de ubicar los sacos terminados en el pallet procede a etiquetarlo uno a uno.

Podemos ver que para esta toma de tiempo este operador completo 11 núcleos en 47:31 minutos casi duplicando el número de núcleos en solo 14 minutos más. Dándonos a entender que esta ruta puede ser un la óptima, pero con un riesgo alto si consideramos el error humano.

Toma de tiempo

Table 4- Toma de Tiempo Operador 2

Pasos en el proceso	Tiempos promedio (hh:mm:ss)	Novedades
Realizar reporte Check List	00:02:35.99	Sin novedad
Recepción de Orden de pesaje manual	00:10:01.03	Existió una demora del panelista en dar la orden debido a cambio de turno a 12 horas
Revisión de inventario	00:10:23.26	Sin novedad
Listado de Materiales Faltantes	00:03:45.24	Sin novedad
Firma del Supervisor	00:00:00.00	Se realizó la firma en el mismo momento de la entrega de la orden de pesaje manual
Entrega de Listado a Bodega M13	00:03:02.36	Sin novedad
Tiempo de Espera que llega los materiales (Preparación del personal y espacio de trabajo)	00:18:55.78	Sin novedad

<i>Uso de Programa</i>	<i>(Fuera de servicio)</i>	<i>El sistema se encuentra fuera de servicio</i>
Elaboración de Núcleos o Batches	Explicación en la parte inferior	Sin novedad
Traslado de la Orden (Pallet) al Ascensor	00:00:59.8	Sin novedad
Inventario de Final de turno	00:16:21.38	Sin novedad

2.2.3 Operador 3

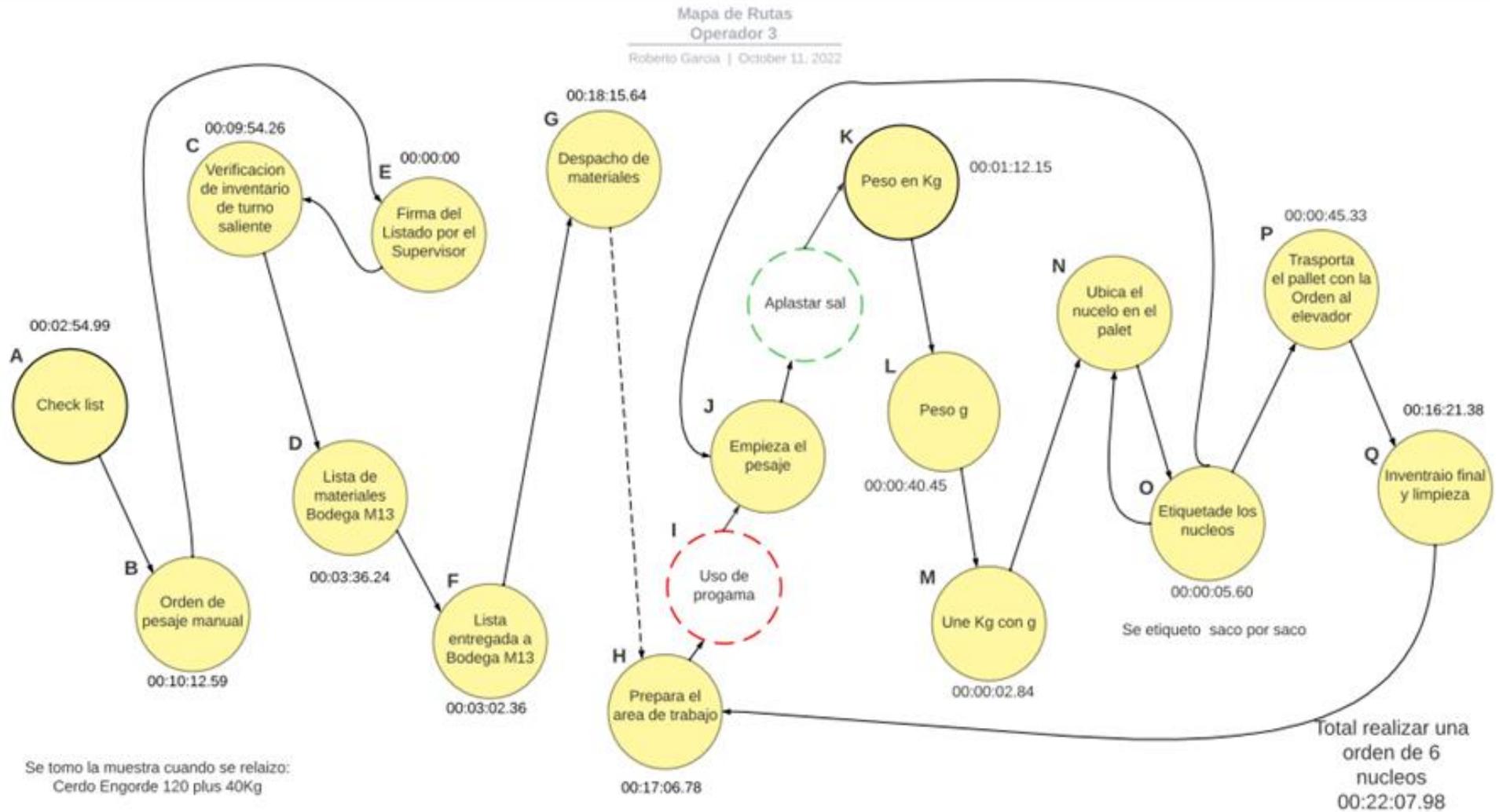


Figure 19--Diagrama de Rutas Operador 3

Descripción

La ruta de este operador en comparación con la del operador 1 son similares, pero lo que cambia es cuando se realiza la firma del listado por el supervisor y la forma de etiquetar la orden que la realiza de la misma forma que el operador 2, al finalizar un saco lo etiqueta y lo ubica en el pallet.

Para realizar 6 núcleos se demoró 22:07 minutos menos tiempo que el operador 1 pero aun así no supera el tiempo realizado por el operador 2

Toma de tiempo

Table 5- Toma de Tiempo Operador 3

Pasos en el proceso	Tiempos promedio (hh:mm:ss)	Novedades
Realizar reporte Check List	00:02:54.99	Sin novedad
Recepción de Orden de pesaje manual	00:10:12.59	Existió una demora del panelista en dar la orden debido a cambio de turno a 12 horas
Verificación de inventario de turno saliente	00:09:54.26	Sin novedad
Listado de Materiales Faltantes	00:03:36.24	Sin novedad
Firma del Supervisor	00:00:00.00	Se realizó la firma en el mismo momento de la entrega de la orden de pesaje manual
Entrega de Listado a Bodega M13	00:03:02.36	Sin novedad
Tiempo de Espera que llega los materiales (Preparación del personal y espacio de trabajo)	00:18:15.64	Sin novedad
<i>Uso de Programa</i>	<i>(Fuera de servicio)</i>	<i>El sistema se encuentra fuera de servicio</i>
Elaboración de Núcleos o Batches	Explicación en la parte inferior	Sin novedad
Traslado de la Orden (Pallet) al Ascensor	00:00:45.33	Sin novedad
Inventario de Final de turno	00:16:21.38	Sin novedad

El método de ruta crítica, también conocido como CPM, puede ser una herramienta útil para una mejor planificación y gestión del tiempo para proyectos complejos y tareas individuales. CPM define una secuencia específica y una secuencia de actividades que inevitablemente determinan la duración del proyecto bajo consideración. Esto es especialmente útil cuando se gestionan proyectos con áreas superpuestas, mucho tiempo consumido o incluso retrasos, ya que puede abordar la planificación de proyectos en función de tareas individuales, visualizarlas como un diagrama de flujo y luego obtener una estimación casi precisa del cronograma. que cada tarea individual continúa.

Por lo que como ruta crítica hemos elegido la del operador 2, aunque abajo especificaremos las ventajas, desventajas y riesgos que esta presenta.

Ventajas:

- Mayor productividad

Desventajas:

- Proceso poco organizado
- Riesgo a contaminación cruzada

Cuello de botella:

- Desaglomeración de la Sal
- Tiempo de espera de llegada de materiales de bodega M13

2.3 Diagrama de flujo

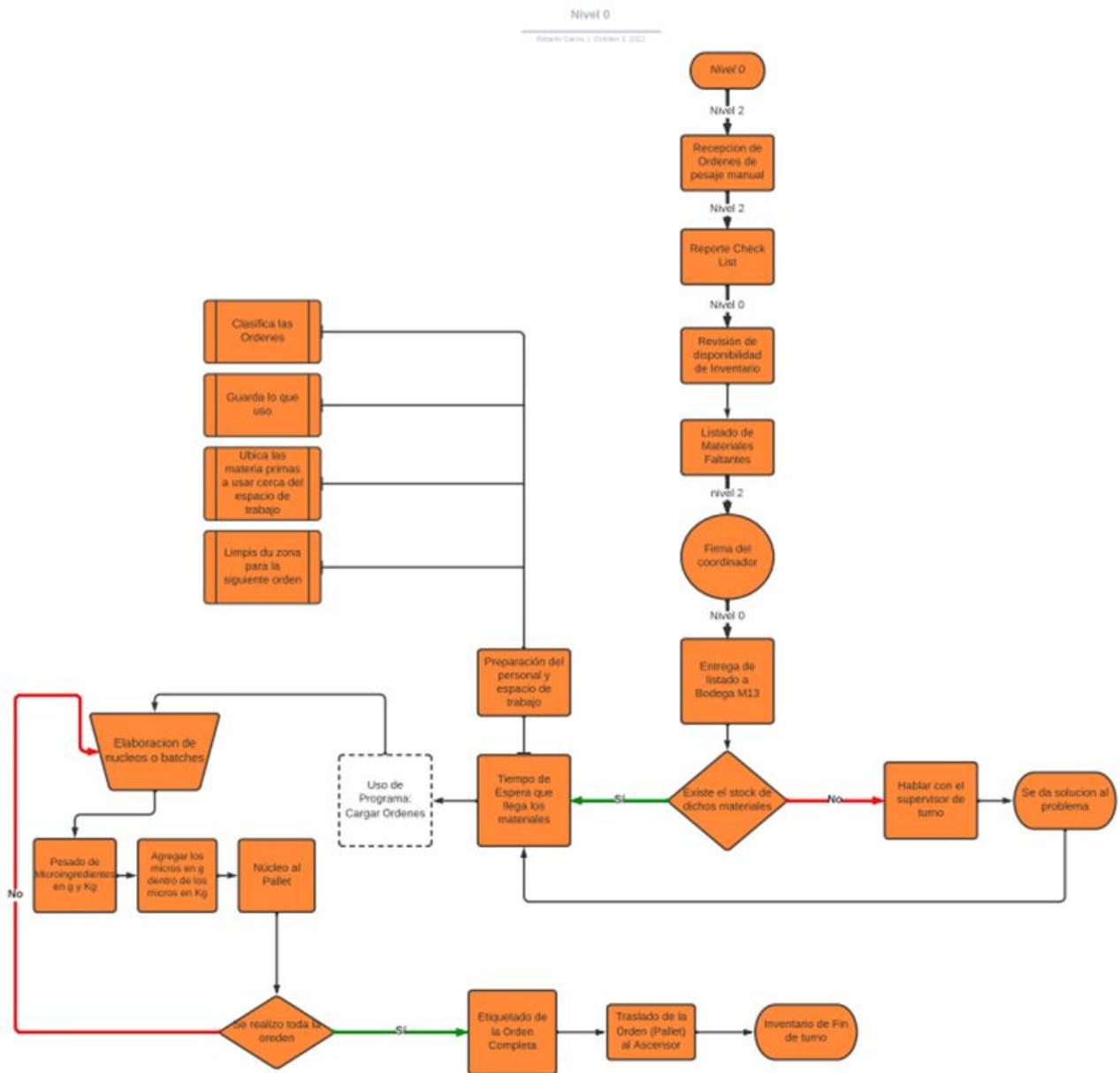


Figure 21-Diagrama de Flujo del proceso

2.4 Número de Núcleos por turno

Fecha: 01/09/2022 - 03/10/2022

Table 6- Cantidad de Batches por un Mes

Fecha	Turno	Cantidad de núcleos
3 de Octubre 2022	Día	41
2 de Octubre 2022	Noche	47
2 de Octubre 2022	Tarde	60
2 de Octubre 2022	Día	63
1 de Octubre 2022	Tarde	24
1 de Octubre 2022	Día	56
1 de Octubre 2022	Noche	0
30 de Septiembre 2022	Noche	0
29 de Septiembre 2022	Día	0
29 de Septiembre 2022	Tarde	0
29 de Septiembre 2022	Noche	0
28 de Septiembre 2022	Día	69
28 de Septiembre 2022	Tarde	0
28 de Septiembre 2022	Noche	40
27 de Septiembre 2022	Día	59
27 de Septiembre 2022	Tarde	55
27 de Septiembre 2022	Noche	77
26 de Septiembre 2022	Día	67
26 de Septiembre 2022	Tarde	57
26 de Septiembre 2022	Noche	76
25 de Septiembre 2022	Día	74
25 de Septiembre 2022	Tarde	11
25 de Septiembre 2022	Noche	0
24 de Septiembre 2022	Día	0
24 de Septiembre 2022	Tarde	0
24 de Septiembre 2022	Noche	53
23 de Septiembre 2022	Día	94
23 de Septiembre 2022	Tarde	111
23 de Septiembre 2022	Noche	0
22 de Septiembre 2022	Día	62
22 de Septiembre 2022	Tarde	45
22 de Septiembre 2022	Noche	0
21 de Septiembre 2022	Día	91
21 de Septiembre 2022	Tarde	0
21 de Septiembre 2022	Noche	67
20 de Septiembre 2022	Día	0
20 de Septiembre 2022	Tarde	0
20 de Septiembre 2022	Noche	217

19 de Septiembre 2022	Día	84
19 de Septiembre 2022	Tarde	0
19 de Septiembre 2022	Noche	70
18 de Septiembre 2022	Día	59
18 de Septiembre 2022	Tarde	0
18 de Septiembre 2022	Noche	71
17 de Septiembre 2022	Día	98
17 de Septiembre 2022	Tarde	0
17 de Septiembre 2022	Noche	70
16 de Septiembre 2022	Día	64
16 de Septiembre 2022	Tarde	0
16 de Septiembre 2022	Noche	133
15 de Septiembre 2022	Día	88
15 de Septiembre 2022	Tarde	0
15 de Septiembre 2022	Noche	0
14 de Septiembre 2022	Día	0
14 de Septiembre 2022	Tarde	0
14 de Septiembre 2022	Noche	88
13 de Septiembre 2022	Día	0
13 de Septiembre 2022	Tarde	0
13 de Septiembre 2022	Noche	0
12 de Septiembre 2022	Día	0
12 de Septiembre 2022	Tarde	0
12 de Septiembre 2022	Noche	0
11 de Septiembre 2022	Día	0
11 de Septiembre 2022	Tarde	0
11 de Septiembre 2022	Noche	0
10 de Septiembre 2022	Día	30
10 de Septiembre 2022	Tarde	0
10 de Septiembre 2022	Noche	0
9 de Septiembre 2022	Día	68
9 de Septiembre 2022	Tarde	0
9 de Septiembre 2022	Noche	142
8 de Septiembre 2022	Día	0
8 de Septiembre 2022	Tarde	0
8 de Septiembre 2022	Noche	96
7 de Septiembre 2022	Día	87
7 de Septiembre 2022	Tarde	0
7 de Septiembre 2022	Noche	85
6 de Septiembre 2022	Día	71
6 de Septiembre 2022	Tarde	0
6 de Septiembre 2022	Noche	108
5 de Septiembre 2022	Día	103
5 de Septiembre 2022	Tarde	0
5 de Septiembre 2022	Noche	86

4 de Septiembre 2022	Día	75
4 de Septiembre 2022	Tarde	0
4 de Septiembre 2022	Noche	75
3 de Septiembre 2022	Día	78
3 de Septiembre 2022	Tarde	0
3 de Septiembre 2022	Noche	58
2 de Septiembre 2022	Día	129
2 de Septiembre 2022	Tarde	0
2 de Septiembre 2022	Noche	78
1 de Septiembre 2022	Día	0
1 de Septiembre 2022	Tarde	0
1 de Septiembre 2022	Noche	95
Total de batches		3905
Promedio en días		115,6666667
Promedio por turno día		51,81818182
Promedio por turno tarde		11
Promedio por turno noche		55,51515152

2.5 Tiempo de elaboración de Núcleos o Batches:

Se estudiaron 3 Casos durante la semana y de cada caso se tomaron 3 muestras de tiempo y se sacó un promedio.

Table 7-Toma de Tiempos de Engorde 1

Engorde 1

Tiempos	1	2	3	Promedio
Poner Saco en Bascula	00:10,2	00:13,1	00:12,5	00:12,0
Sulfato de cobre	00:14,5	00:15,9	00:10,4	00:13,6
iax plus	00:24,3	00:22,2	00:22,9	00:23,1
Adoxine	00:09,4	00:11,6	00:08,9	00:10,0
Protesa Broiler	00:08,2	00:09,9	00:08,9	00:09,0
Aceites esenciales # 3	00:11,4	00:08,6	00:11,9	00:10,7
Agregar los micros en el saco	00:05,9	00:06,9	00:08,5	00:07,1
Llevar saco al pallet	00:09,7	00:12,0	00:11,7	00:11,1
Tiempo total tomado por núcleo	01:33,8	01:40,2	01:35,8	01:36,6
Etiquetado de 10 sacos	02:15,0			
Etiquetado de cada saco	00:09,0			
Traslado de micro al Elevador	00:51,0			

Table 8-Toma de Tiempos de Engorde 2

Engorde 2

Tiempos	1	2	3	Promedio
Poner Saco en Bascula	00:11,2	00:09,5	00:09,8	00:10,2
Lasalocid de sodio 15%	00:14,7	00:14,9	00:16,5	00:15,4
Sulfato de cobre	00:11,0	00:09,2	00:09,8	00:10,0
Adoxine	00:09,5	00:10,8	00:10,0	00:10,1
Protesa Broiler	00:07,0	00:08,9	00:07,2	00:07,7
Aceites Esenciales #3	00:08,1	00:10,2	00:09,3	00:09,2
Agregar los micros en el saco	00:06,6	00:06,0	00:07,1	00:06,6
Llevar saco al pallet	00:12,5	00:16,0	00:16,9	00:15,1
Tiempo total tomado por núcleo	01:20,7	01:25,6	01:26,7	01:24,3
Etiquetado de 15 sacos	02:48,0			
Etiquetado de cada saco	00:11,0			
Traslado de micro al Elevador	01:03,0			

Table 9--Toma de Tiempos de Engorde 3

Engorde 3

Tiempos	1	2	3	Promedio
Poner Saco en Bascula	00:13,9	00:14,6	00:16,0	00:14,8
Sulfato de cobre	00:12,7	00:09,9	00:09,4	00:10,7
Adoxine	00:09,3	00:12,6	00:10,8	00:10,9
Protesa Broiler	00:09,1	00:08,0	00:07,4	00:08,2
Aceites esenciales # 2	00:14,0	00:11,1	00:15,8	00:13,6
Aceites esenciales # 3	00:10,2	00:12,3	00:11,1	00:11,2
Agregar los micros en el saco	00:05,8	00:07,6	00:05,2	00:06,2
Llevar saco al pallet	00:09,3	00:07,3	00:08,6	00:08,4
Tiempo total tomado por núcleo	01:24,2	01:23,5	01:24,2	01:24,0
Etiquetado de 16 sacos	02:41,2			
Etiquetado de cada saco	00:10,0			
Traslado de micro al Elevador	00:59,0			

2.6 Recursos:

2.6.1 Mano de obra

1) Sala de Control

Panelista de Turno: Emite ordenes de pesaje de acuerdo con la planificación diaria de la producción. También es el encargado de verificar y firmar la lista de materias primas faltantes, realizada por el operador para ser entregada a bodega M13.

2) Bodega M13

Operativo de planta (Despachador de bodega): Entrega al pesador de micro ingredientes las materias primas requeridas, correctamente identificadas (Nombre, Lote, Fecha de caducidad) y respetando la rotación PEPS (Primero en entrar, primero en salir).

3) Pesaje de Micro ingredientes

Pesador de Micro ingredientes: Realiza pesaje de forma manual de las materias primas consideradas micro ingredientes, respetando el uso de cada cuchareta identificada por cada materia prima para evitar la contaminación cruzada y que cumpla con los pesos indicados en cada fórmula. Al finalizar el pesaje de cada orden, entrega los núcleos al abastecedor de pesos manuales, correctamente identificados y cerrados con amarras.

Inspector de Calidad/Asistente de calidad: Verifica que las materias primas a abastecer se encuentren en buen estado libres de grumos, apelmazadas, húmedas o contaminadas con hongos e insectos.

Metrólogo: Identifica y calibra las balanzas de los sistemas de producción.

Técnico de mantenimiento: Brinda apoyo con el nuevo sistema de pesaje (*Fuera de Servicio*)

2.6.2 Maquinaria:

1) Pesaje de Micro ingredientes

Balanza de gramos: es un instrumento de pesaje que utiliza la acción de gravedad para determinar la masa de un objeto en este caso materias primas que están en el rango de 0 a 999 gramos.

Balanza de Kilogramos: es un instrumento de pesaje que utiliza la acción de gravedad para determinar la masa de un objeto en este caso materias primas que están en el rango de 0 a 5000 Kilogramos.

Sistema (Fuera de Servicio): Sistema Phmicros

Pallet: Es una base rígida y transportable, puede estar hecha de madera, plástico, cartón o metal, y su función principal es la de soportar el peso de mercancía situada sobre ella, en este caso los batches finalizados o materia prima a utilizar.

Yale manual: Su principal función es trasladar los pallets vacíos o con material sobre estos.

Elevador industrial: encargado de llevar materiales como pallets vacíos o llenos con materia prima y batches finalizados de un nivel a otro.

2.6.3 Sustancias:

Table 10-Mico-Ingredientes Dosificación Kg

Dosificación Kg		
Sustancias MicroIngredientes	Nombre comercial	Codigo
(Nicarbazina 8% +Maduramicina 0,75%)	GROMAX	M80392MB
Aceites Esenciales (Acuicultura)	Aceites Esenciales (acua)	M83411MB
Ácido Orgánico (Acuicultura)	Ácido Orgánico (Acuicultura)	M83412MB
Antioxidante BHT&BHA	ANTIOXIDANTE BHT	M80613MB
Arveja en Polvo	ARVEJA EN POLVO	M50301MN
Avena Hojuelas (groats)	Avena Hojuelas (groats)	M40151GA
Bentonita de Calcio (secuestrante)	BENTONITA DE CALCIO (SECUESTRANTE)	M81012MB
Biocolina Plv 1,6%	BIOCOLINA	M70203MB
Bioplex Repro (MInerales)	BIOPLEX	M60435MB
Bisulfato de Sodio	Bisulfato de Sodio	M82102MB
Cantaxantina (Maxichik)	CANTAXATINA	M81408MB
Cheese Dried	CHEESE DRIED	M50852MB
Clortetrax 20 (Clortetraciclina 20%)	CLORTETRACICLINA	M80032NB
Cloruro de Potasio	CLORURO POTASIO	M60031MB
Colorante Caramelo Puro	COLORANTE CARAMELO PURO	M81307MB
Colorante Rojo N° 40	COLORANTE ROJO N° 40	M81301MB
Colorante Sintético Amarillo #5 plv	COLORANTE SINTETICO AMARILLO #5 PLV	M81305MB
Colorante Sintético Amarillo #6 plv	COLORANTE SINTETICOAMARILLO #6 PLV	M81303MB
Deodorase	DEODORASE	M82511MB
Dioxido de Titanio	DIOXIDO DE TITANIO	M60191MB
Dioxido de Titanio (Inyeccion)	Dioxido de Titanio (Inyeccion)	M60192MB
Fenvizole (Fenbendazol 4%)	Fenvizole (Fenbendazol 4%)	M80502MB
Glucosamina HCL	GLUCOSAMINA HCL	M83511MA
Hexametafosfato de Sodio	HEXAMETAFOSFATO	M82711MA
Hna, de Atún	Hna, de Atún	M50506MA
iax Plus (Nicarbazina+Semduramicina)	AVIAX PLUS	M80421MB

L- triptofano 98% (AA´s)	L-TRIPTOFANO >95%	M51022MB
Lasalocid Sódico 15% (Avatec)	AVATEC	M80413NB
Lecitina	Lecitina	M40651IB
Luctamold Circuito Planta	Luctamold Circuito Planta	M80712IA
Monensina 20% (Monsigran-Rumensin)	MONESINA	M80434MB
nerales Cerdas Gest/Lac (Quelutados)	nerales Cerdas Gest/Lac (Quelutados)	M60632MA
Nuflor Premix (Florfenicol 2%)	Nuflor Premix (Florfenicol 2%)	M80178MB
o Advance Phy Plv Cerdos Comerciales	o Advance Phy Plv Cerdos Comerciales	M82076MB
Omega 3 (DSM)	OMEGA 3	M40811MA
Oxido de Zinc	OXIDO DE ZINC	M60183MB
Paredes de Levadura (Inmunowall Yes)	INMUNOWALL	M82214MB
Proteasa Broiler Crec/Des Rel	PROTEASA	M82025NB
Px Min & Vit Tilapia	PX VITA Y MIN TILAPIA	M61022MA
Px, Colorante Amarillo # 6	PX COLORANTE AMARILLO #6	M81303MV
Px, Colorante Caramelo	PX, COLORANTE CARAMELO	M81307MV
Px, Colorante Rojo # 40 Premix	PX COLORANTE ROJO # 40 PREMIX	M81301MV
Px, Colorante Verde	PX, COLORANTE VERDE	M81304MV
Px, Min, & Vit, Postura	Px, Min, & Vit, Postura	M60422MA
Px, Minerales Cerdas Ges/Lac	Min, Cerdas	M60631MA
Px, Minerales Cerdos Engorde	Min, Cerdos	M60621MA
Px, Vitaminas Cerdas Ges/Lac	Px-Vit,Cerdas Ges/LAC	M70631MA
Px, Vitaminas Cerdos Ini/Cre	VIT,CERD,INI/CRE	M70611MA
Px-Vit Camaron	PX-VIT CAMARON	M71121MA
Saborizante Cerdos	SOBORIZANTE CERDOS	M81206MB
Semillas de Linaza	SEMILLA DE LINAZA	M50231LB
Sulfato de Cobre-CuSO4,5H2O	SULFATO DE COBRE	M60121MB
Sulfato de Condroitina	SULFATOR DE CONDROITINA	M83521MA
Taurina (AA´s)	TAURINA	M51041MB
Tilcomix Premix (Tilmicosina 40%)	Tilcomix Premix (Tilmicosina 40%)	M80148MB
xiban (Narasina 8% + Nicarbazina 8%)	MAXIBAN	M80390MB
Zanahoria en Polvo	ZANAHORIA EN POLVO	M40531MN

Table 11-Mico-Ingredientes Dosificación G

Dosificación g		
Sustancias MicroIngredientes	Nombre comercial	Codigo
Aceites Esenciales #3 (Avt)	AC ESCENCIAL #3	M80221MB
Capsoquin O-N (Antioxidante Etxq)	Capsoquin O-N (Antioxidante Etxq)	M80603MB
ce Phy Plv Reproductoras Levante Rel	ROVABIO	M82076MB
e Phy Plv Reprod Inicio y Produc Rel	e Phy Plv Reprod Inicio y Produc Rel	M82076MB
Enradin (Enramicina 8%)	ENRADIN	M800A1MB
Lincofarm (Lincomicina 44%)	LINCOFARM (LINCOMICINA 44%)	M80149MB
Neoxmycin (Neomicina Sulfato 50%)	NEOMICINA SULFATO	M80121MB
Proteasa Broiler Finalización Rel	Proteasa Broiler Finalización Rel	M82025NB
Proteasa Broiler Inicial Rel	Proteasa Broiler Inicial Rel	M82025NB

Table 12-Mico-Ingredientes Dosificación Mixta

Dosificación mixta		
Sustancias MicroIngredientes	Nombre comercial	Codigo
Aceites Esenciales #2 (Activo)	Aceites Esenciales #2	M83414MB
Adoxine (Antioxidante)	ADOXINE	M80612MB
L-Valina (AA's)	L-VALINA	M51013MB
o Advance Phy Plv Pollos Comerciales	o Advance Phy Plv Pollos Comerciales	M82076MB
Pigmento Rovimix Broiler (DSM)	CAROFIL POLLOS	M81405MA
Sal Industrial No 3	SAL INDUSTRIAL N#3	MP830007
Surmax 100 (Avilamicina 10%)	SURMAX 100	M80061MB
Vit E-50% (adsorbato)	VIT E-50% (ADSORBATO)	M70023MB

Hay cerca de 58 micro ingredientes que se pesan en kilogramos, 9 micro ingredientes que se pesan en gramos y 8 micro ingredientes que se pesan tanto en kilogramos como en gramos, esto dependerá del compuesto químico requerido. Debido a la complejidad de automatizar el proceso de pesaje de micro ingredientes que se pesan en kilogramos, se procedió a limitar el alcance del proyecto. Únicamente los micro ingredientes que se pesan en gramos y los que son mixtos, serán los que abarquemos para la solución de nuestro proyecto. Es decir, estaremos considerando únicamente 17 micro ingredientes de los 75 disponibles por motivo de falta de tiempo.

2.7 Diseño de la propuesta

2.7.1 Modelado de la solución

El sistema de pesaje de micro ingredientes estaba siendo controlado manualmente por los operadores quienes se encargaban de pesar cada micro ingrediente mediante balanzas de gramos y kilogramos hasta completar el número de núcleos definido para la jornada laboral. El proceso se repetía reiteradas veces por lo que los operadores terminaban exhaustos y cometiendo problemas de pesaje durante el proceso. Por tal razón, se procederá a incorporar un PLC marca Siemens de la serie 1200 modelo CPU 1215C, DC/DC/RLY, 14DI,10DO,2AI/2AO el cual se encargará de controlar mi proceso de pesaje y, por ende, todos los parámetros y variables del sistema. Sin embargo, se contará con un HMI marca Siemens modelo KTP900 Basic de 9" el cual permitirá monitorear el proceso, así como también el funcionamiento de cada elemento en tiempo real. Ahora bien, el proceso debe llevar un registro en un servidor web con la finalidad de tener una base datos. Por tal motivo, se utilizará una Raspberry Pi 4 modelo B 2019 donde instalaremos Node-red el cual nos permitirá extraer las variables del PLC para enviarlo a un servidor web como lo es Ubidots.

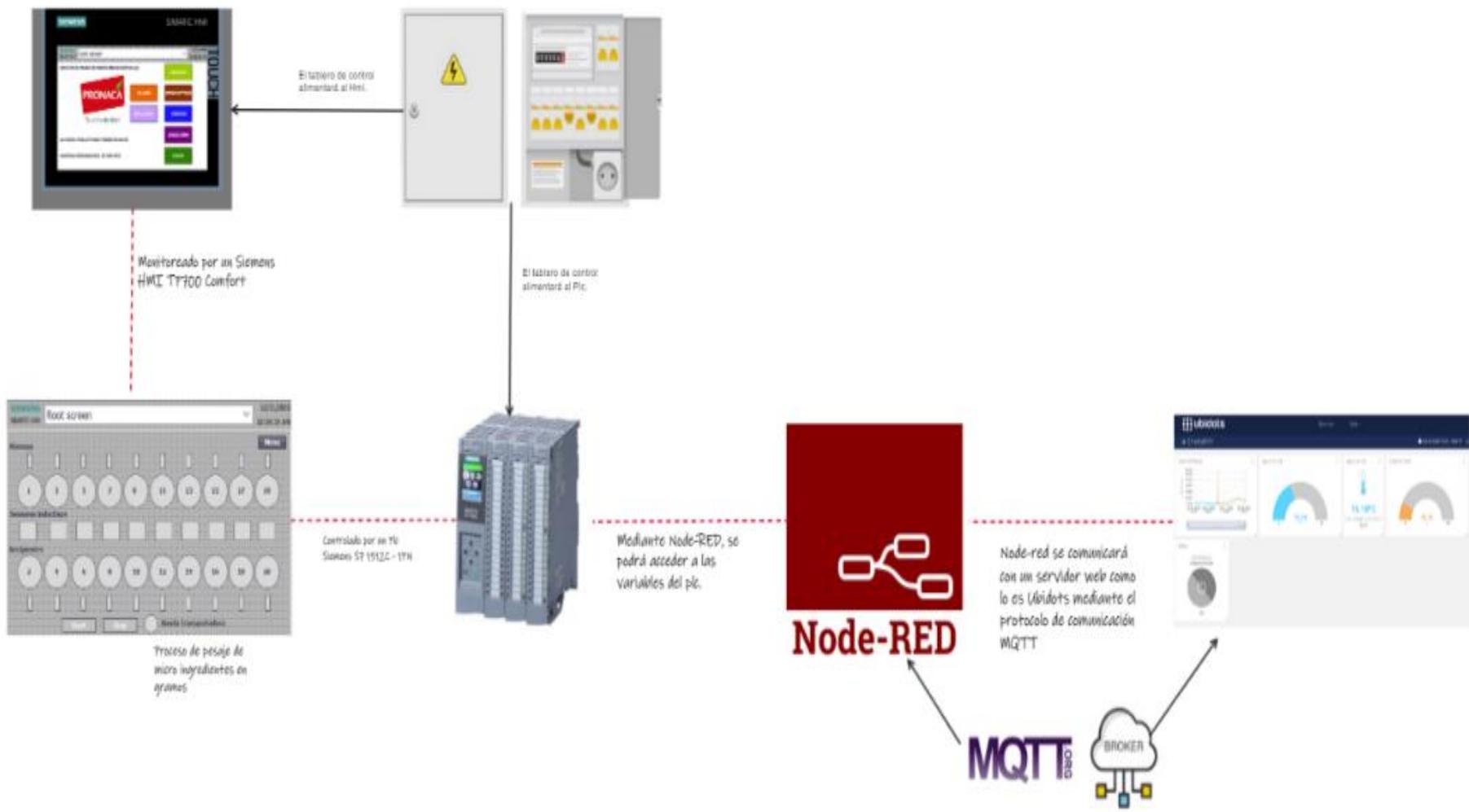


Figure 22-Esquema general de la solución del proyecto

A continuación, se mencionarán los principales equipos que se utilizarán en el proyecto:

Table 13- Tabla de Costos

Equipos	Marca	Costo unitario
S7-1500C, CPU COMPACTA CPU 1512C-1 PN	Siemens	\$ 2.524,58
SIMATIC Comfort Panel Siemens TP900 Comfort - 6AV2124-0JC01-0AX0	Siemens	\$ 1.437,82
SIMATIC S7, ONLINE, STEP 7 Professional V16, Licencia flotante. Software y documentación y licencia flotante para descarga ONLINE	Siemens	\$ 1.573,57
Balanza para silos PCE-SD 153C	PCE Ibérica Instruments	\$ 549,90
Tolvas industriales (20 unidades)	Mafitel S.A.C	\$ 700,00
Sensores de nivel (20 unidades)	MaxElectrónica	\$ 10,00
Sensores inductivos (10 unidades)	Inselec	\$ 8,72
Banda transportadora	N/A	\$ 200,00
Electroválvula de 2/2 vías de acoplamiento rígido (17 unidades)	Burkert	\$ 350,00
Motor trifásico 1Hp (36 unidades)	Siemens	\$ 5.605,00
Costo total		\$ 32.128,07

2.8 Esquema Eléctrico para el arranque directo de un motor trifásico

Dimensionamiento.

Motor trifásico

Los motores trifásicos son aquellos motores los cuales el bobinado inductor que está colocado en el estator está formado por tres bobinas independientes desplazadas 120° eléctricos entre sí y alimentadas por un sistema trifásico de corriente alterna.

Para nuestro caso usaremos solo un motor trifásico para el accionar de una banda transportadora la cual no permitirá desplazar el saco por las sustancias donde se tendrán que abastecer para completar la formula ya establecida. Para esto hemos decidió escoger el motor 1LA7 073-2YA60 de la marca Siemens debido a su compatibilidad con el sistema general a usar.

Las características del motor elegido son:

- Potencia: 1 Hp
- Corriente nominal a 220: 3,50
- Factor de potencia: 0.89
- Velocidad Nominal: 3320 Rpm
- Torque de arranque: 2,5
- Peso: 6 Kg



(14)

Figure 23-Motor Trifásico

Fusible

El fusible es un componente utilizado en instalaciones eléctricas que se funde o interrumpe cuando la corriente resulta supera los límites establecidos por este.

Los fusibles están compuestos por un filamento de un metal especial el cual se caracteriza por presentar un punto de fusión bajo. Este elemento está ubicado en un punto estratégico de la instalación eléctrica para que se funda y corte el circuito si la intensidad de la corriente supera un cierto valor. Así, el fusible interrumpe la corriente y salvaguarda la integridad de los demás componentes, como en nuestro caso lo usaremos para el motor.

El dimensionamiento de este tipo de componentes se la calcula conociendo que la corriente en estado estable normal de nuestro motor es de 3.50 amperios, entonces se debe seleccionar un fusible con calificación de 4.7 A [$3.50 \text{ amperios} \times 135\% = 4.725 \text{ amperios}$, el siguiente tamaño estándar mayor es 5A].



(15)

Figure 24-Fusible

Interruptor Ferromagnético

Este tipo de interruptor cumple con la función de interruptor manual, interruptor automático activado por sobre corrientes y activado por cortocircuitos. Vienen calibrados para diferentes valores de intensidad de corriente eléctrica.

Para nuestro caso conociendo la corriente que usara nuestro motor la cual es de 3.5 A nos regiremos en seleccionar un interruptor tripolar que su valor este próximo al valor requerido. Para esto pudimos encontrar al SH203-C6 del grupo Badesa como ven a continuación.



(16)

Figure 25-Interruptor Ferromagnético

Contactor

El Contactor es un dispositivo eléctrico que puede abrir o cerrar circuitos en vacío o en carga en los que aparezcan cargas de intensidad que pudieran producir algún efecto perjudicial para quien lo active como por ejemplo en maniobras de apertura y cierre de instalaciones de motores.

Es por esto que necesitaremos uno para realizar nuestro arranque directo. Por lo que dimensionaremos este componente de la siguiente manera, tomamos en cuenta la potencia eléctrica de nuestro motor y ubicamos un contactor que supere esta y sea una cantidad que podamos encontrar en el mercado. Por lo que seleccionaremos el MC-18b 5HP 4.5KW BOBINA 220V, 32 AC1(A.)



(17)

Figure 26-Contactor

Relé térmico

Los **relés térmicos** es el un aparato más utilizado para proteger los motores contra las sobrecargas débiles y prolongadas que estos pueden sufrir. Se pueden utilizar en corriente alterna o continua.

Para el dimensionamiento de este equipo se escogerá uno contando las características de corriente y voltaje a usar por la carga y tomando en cuenta las características del contactor también. Por lo que así fue como se procedió a elegir 3RU2126-1FB0 Siemens que cuenta con las características que necesitamos.



(18)

Figure 27-Relé térmico

Esquema eléctrico de fuerza

Phillip Mera - Roberto Blum

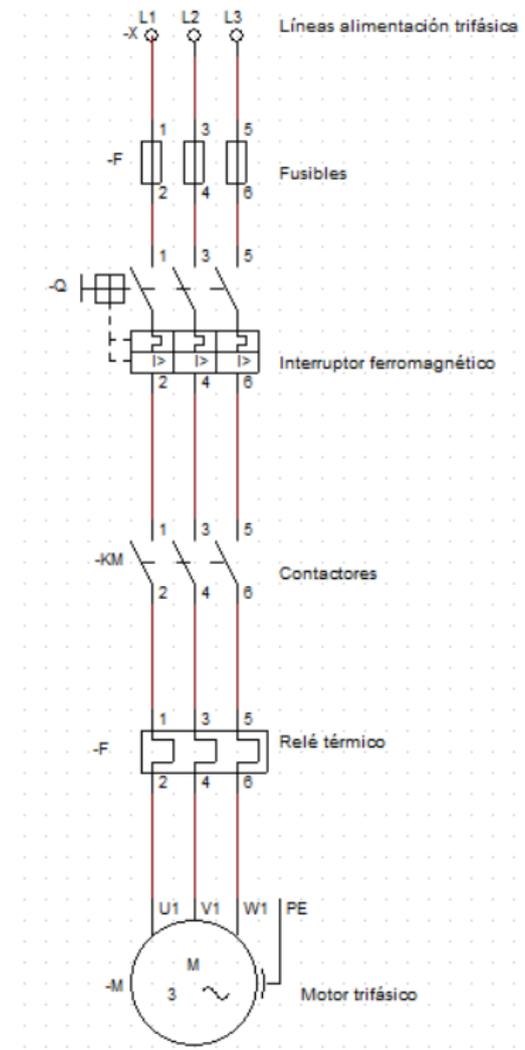


Figure 28-Esquema Electrico de Fuerza

2.8.2 Sistemas de comunicación

Hoy en día en diferentes industrias es poco probable toparse con una automatización uniforme debido a que normalmente cuando una empresa o industria toma el proyecto de automatizar un proceso, se lo realiza parte por parte subsistema por subsistema, por lo que es raro ver una industria completa manejando todos los controladores de la misma marca. Es común ver cómo mientras pasan los años las tecnologías van cambiando y con ellas las formas de automatizar diferentes procesos, por lo que es común que lo que hoy conocemos como lo mejor mañana ya no lo sea. Por esto y otros factores es común resolver una de las problemáticas en comunicación industrial más común que se tiene.

¿Como se puede realizar la conexión de 2 sistemas de diferentes proveedores entre sí?

Si analizamos más afondo a nuestro cliente, Pronaca cuenta con 2 sistemas de 2 diferentes procesos en la planta uno esta manejado por la marca Bühler que es la del empaque de materia y otra está dominada por el proveedor SIEMENS que se encarga de la creación del producto terminado antes de ser empacado. Para nuestra facilidad este sistema ya cuenta con conexión SCADA vía profibus entre PLC de diferentes subsistemas. Por lo que usaremos el mismo sistema ya instalado para poder adecuar nuestro subsistema al sistema general.

El sistema SCADA es una herramienta de automatización y control industrial que se utiliza en los procesos productivos que puede controlar, supervisar, recopilar datos, analizar datos y generar informes a distancia por medio de una aplicación informática. Su principal función es la de evaluar los datos con el propósito de arreglar posibles errores.

Los sistemas SCADA se consideran en la actualidad los elementos fundamentales en las plantas industriales, ya que ayudan a mantener la eficiencia, analizan los datos para tomar decisiones más inteligentes y comunican los problemas del sistema para ayudar a disminuir el tiempo de parada o inactividad.

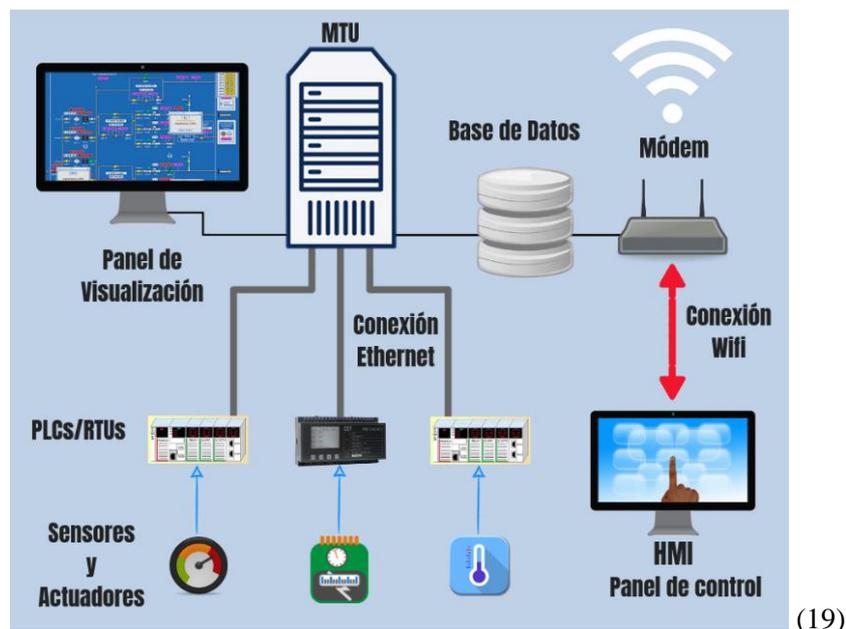


Figure 29-Sistema Scada

2.9 Esquema Eléctrico de Fuerza

Dimensionamiento

Sensor de Nivel

Los sensores de nivel se caracterizan por detectar el nivel de solidos fluidizados, líquidos, materiales granulares y polvos que presenten una superficie superior libre. Para nuestro caso usaremos el XS618B1MAL2 Schneider Electric el cual es un sensor de nivel inductivo de 18mm de detección de proximidad, el cual trabaja con un voltaje de 24 V a 240 V AC/DC, su corriente máxima de carga seria de 200 mA y cuya frecuencia de operación es de 25 HZ AC y 1000 Hz DC.



Figure 30- Sensor de Nivel

Motor

Debido a la composición y características de las sustancias a usar es necesario la implementación de un tornillo sin fin y un rascador interior por lo que usaremos 2 motores de 0.5 hp de potencia para alimentar las herramientas mencionadas

Por lo que para este caso usaremos los motores Grizzly G2901, el cual es de una sola fase y de 1725 rpm y funciona con 110/220 V.



Figure 31-Motor DC

El cilindro simple

El cilindro simple efecto neumático, se componen de dos cámaras en las cuales se suministra aire para que el vástago se mueva en avance o en retroceso. El cilindro simple efecto en una de sus cámaras tiene un resorte. El pistón neumático simple efecto tiene un émbolo interno donde se instala el vástago. Este émbolo es la pieza que divide ambas cámaras, y es el que se mueve para ejercer fuerza.

En nuestro caso usaremos Cj2b16-10sr Smc con un alcance de 10 mm para poder accionar la apertura y el cierre de la dosificación con mayor precisión, en terminos de fuerza se conoce que con, en terminos de fuerza se conoce que con 85 psi te da fuerza de 12 kg. En terminos de fuerza se conoce que con 85 psi te da fuerza de 12 kg.



(22)

Figure 32-Cilindro Simple efecto

Sensor de Proximidad

El sensor nos indicara la posición del recipiente en todo momento del proceso que este pasando por la banda transportadora. Debido a que nuestra balanza va a ser la que sea trasportada de lado a lado durante el proceso y esta al ser metálica, se optó por un sensor de tipo inductivo ya que estos reconocen ese tipo de material. Como opción más optima encontramos la del LJ12A3- 4-Z/BX



(23)

Figure 33- Sensor de Proximidad

Tolva de acero inoxidable

La cantidad de micro ingredientes con la que trabajaremos es de 18 tipos diferentes (9 medidos en gramos y 9 medidos de manera mixta), por lo que el proyecto abastecerá la necesidad del pesaje en gramos de los diferentes micros ingredientes, es por eso que optamos por guardar estas sustancias en tolvas de acero inoxidable, analizando capacidades de los elementos en gramos sabemos que la máxima sumatoria o el total de las sustancias pesadas en gramos es de 10 kg por lo que las capacidades de cada tolva sean de 50 Kg cada una.

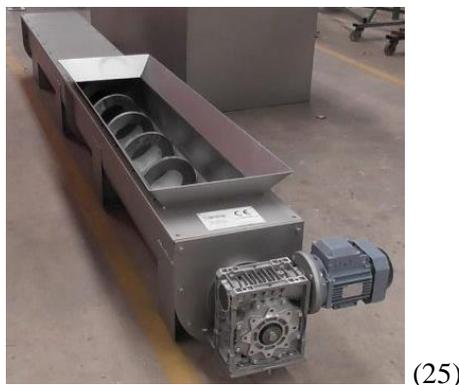


(24)

Figure 34-Tolva de acero inoxidable

Tornillo sin fin

La principal aplicación del tornillo sin fin transportador es la de retirar los sólidos granulados que por características propias de cada sustancia comúnmente se atascan o traban en las tolvas si no existe la oxigenación o constante movimiento de estos.



(25)

Figure 35-Tornillo sin fin

2.10 Planos del equipo

Plano vista superior

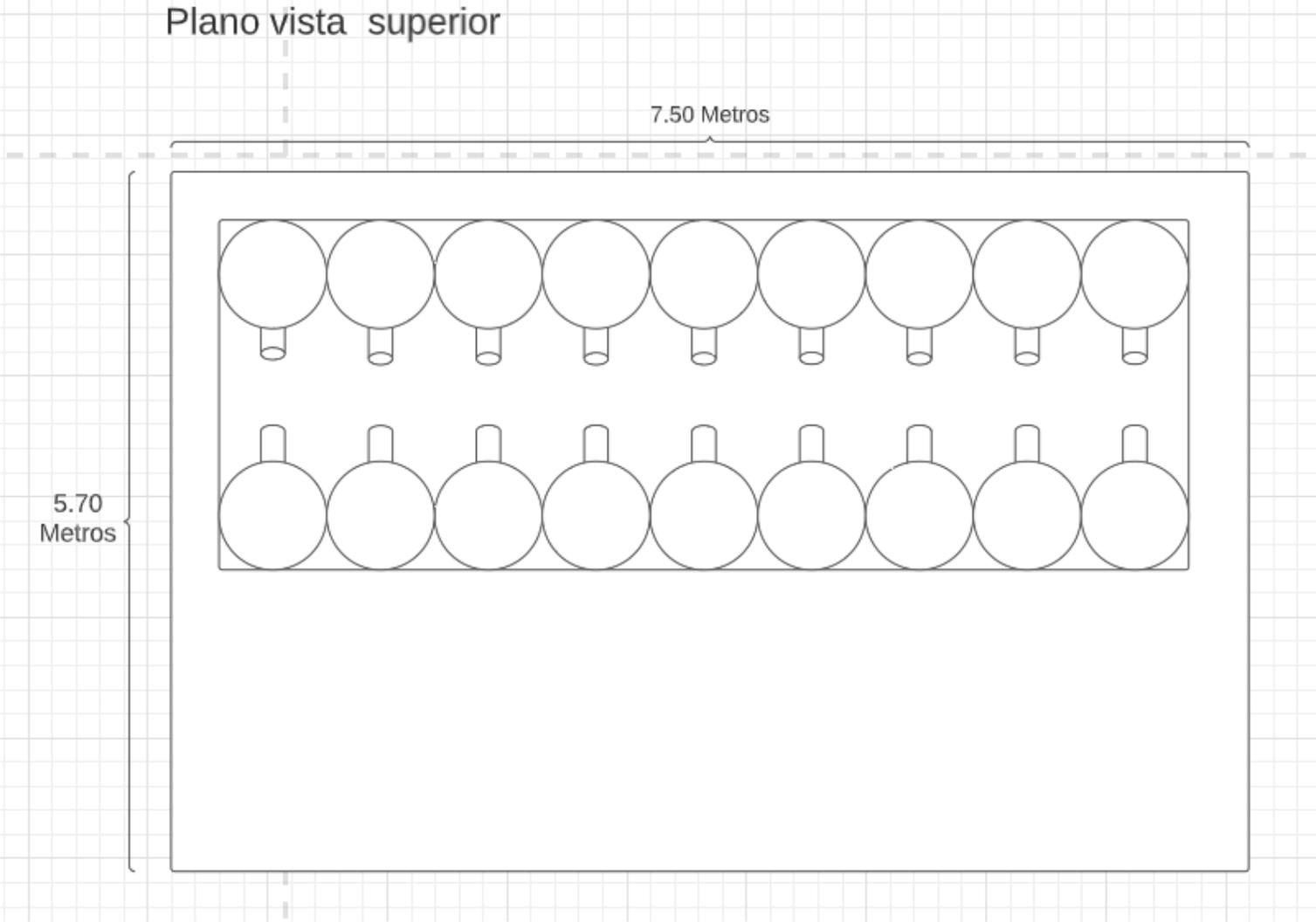


Figure 36- Plano de la Maquina Vista Superior

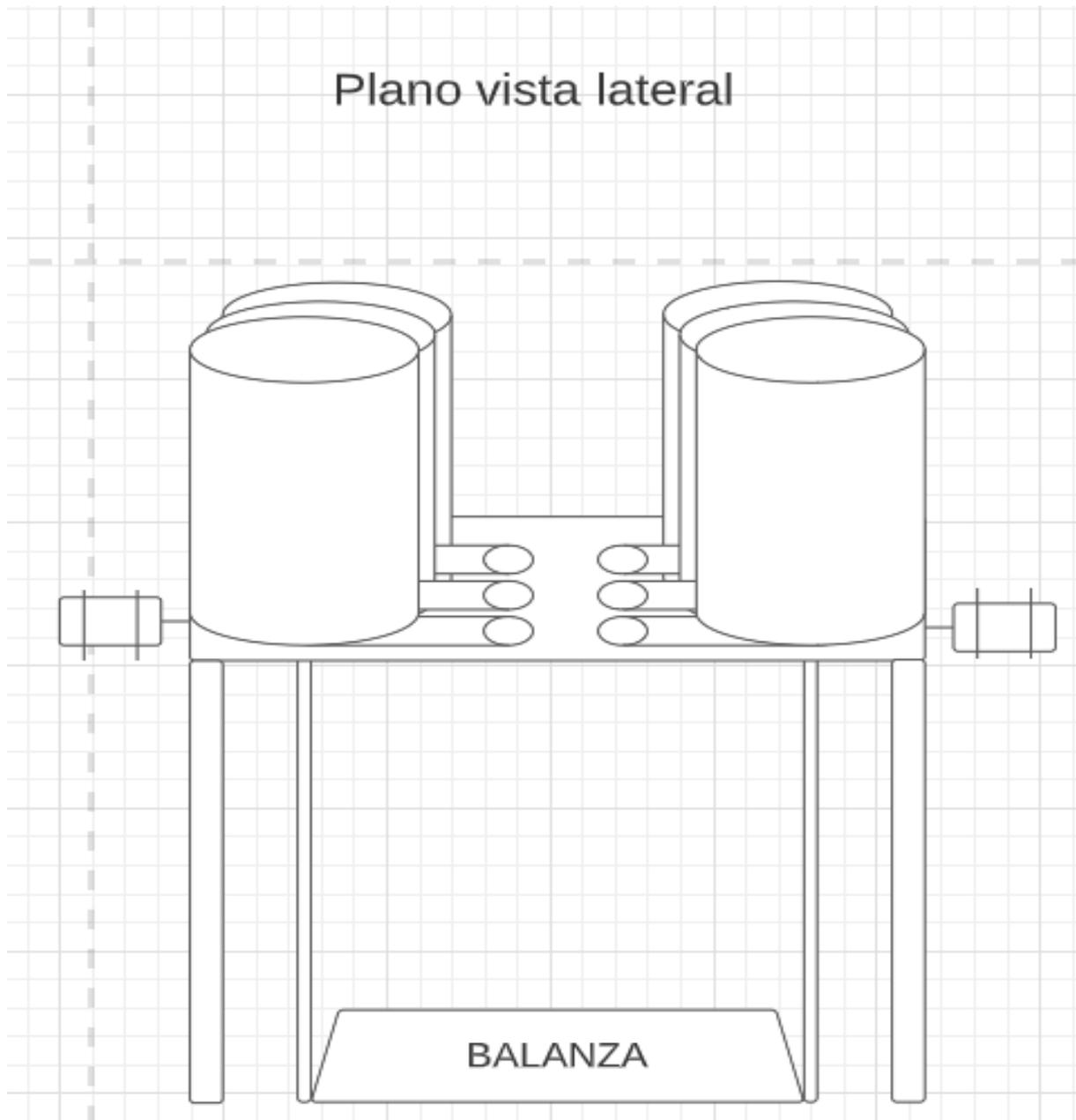


Figure 37- Plano de la Maquina Vista Lateral

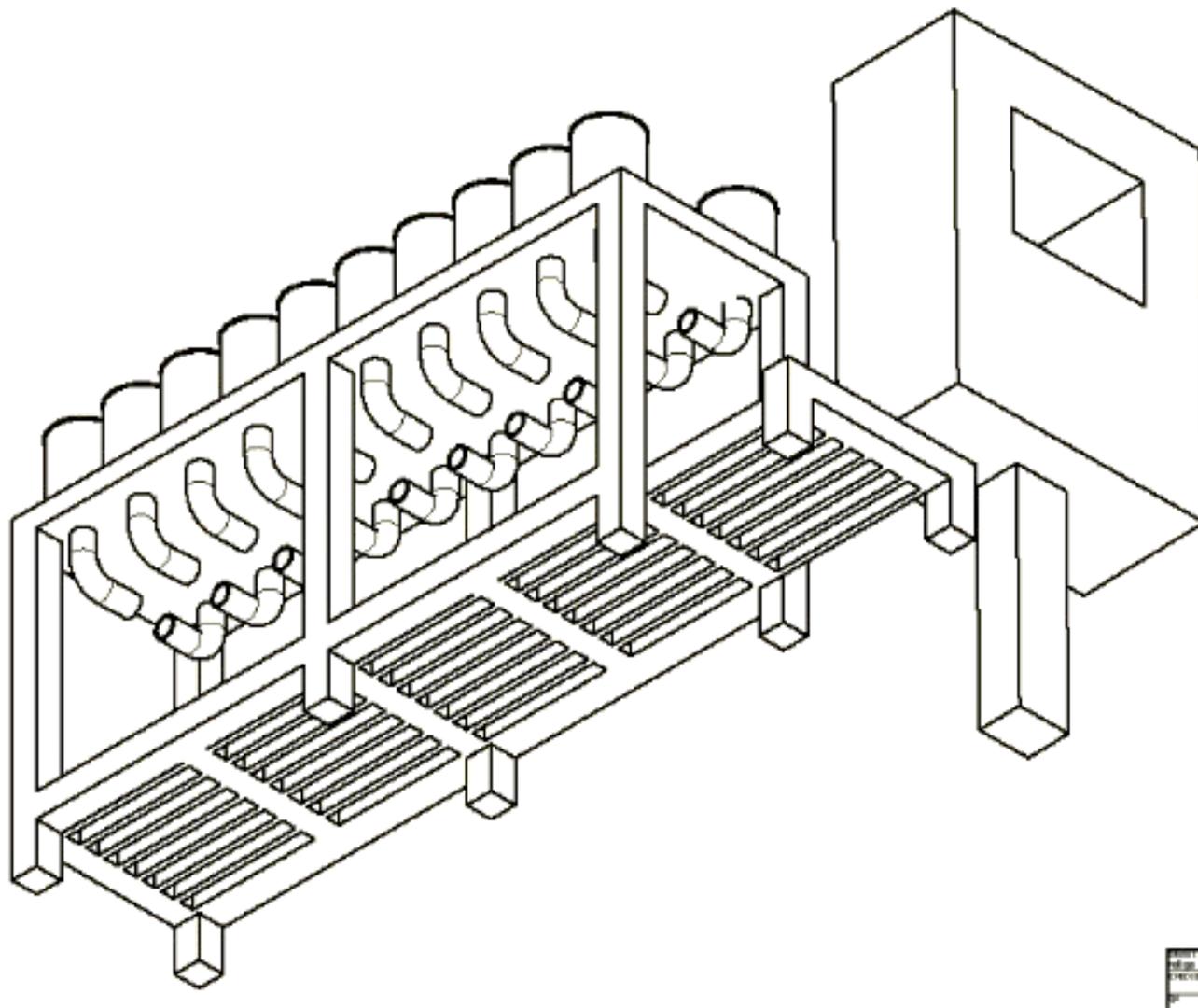


Figure 38. Modelo 3D Vista inferior

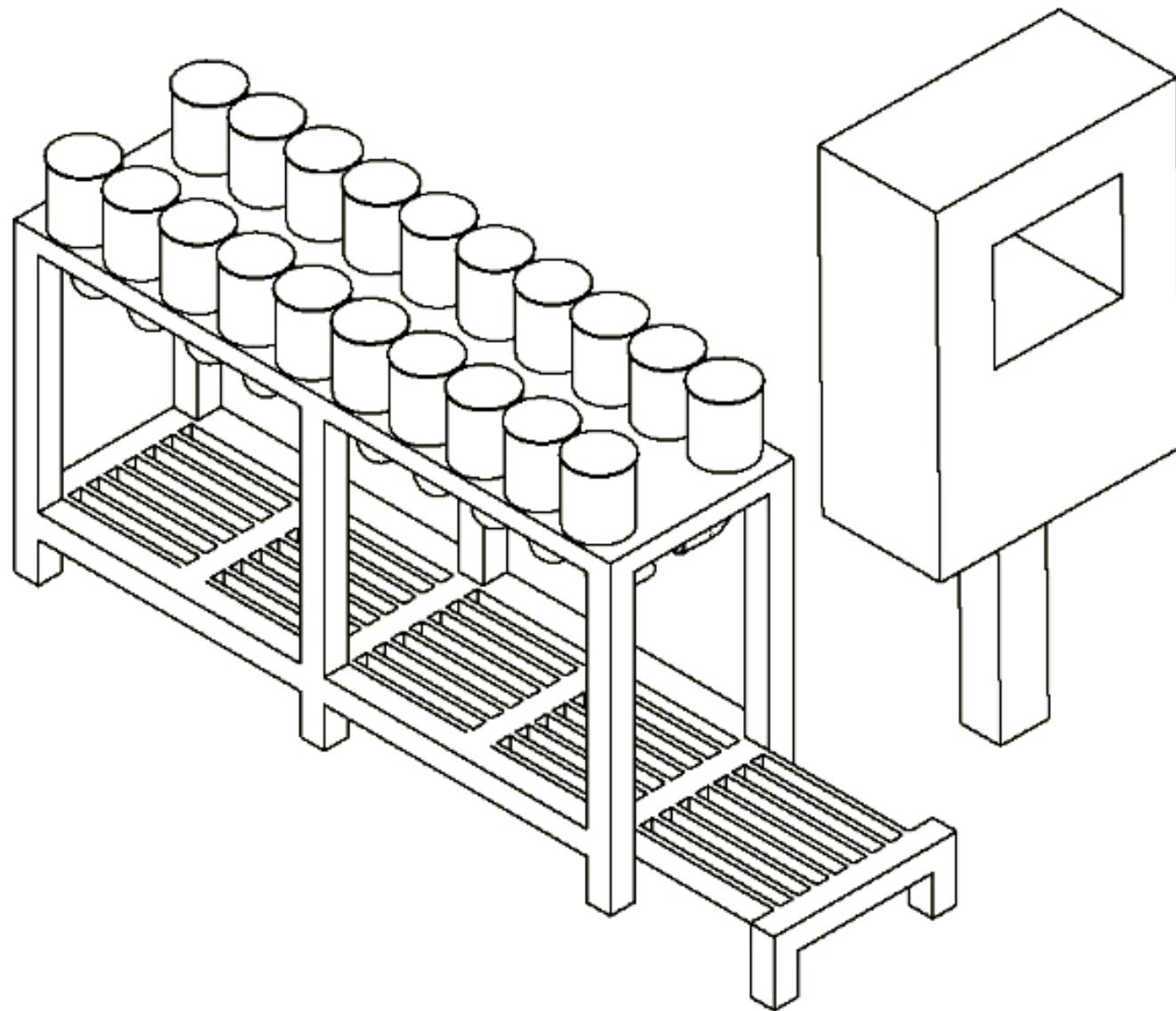


Figure 39. Modelo 3D Vista superior

2.11 Entradas y salidas del PLC

Entradas digitales

Para este sistema, hay 27 entradas digitales en las cuales se conforman por: 18 sensores de nivel los cuales serán los encargados de activar la alarma para cuando se requiera llenar la tolva de dicho micro ingrediente. Además, hay 9 sensores inductivos los cuales serán los encargados de indicarnos la posición del recipiente-balanza en la banda transportadora.

Table 14-Entradas Digitales

<i>I/O</i>	<i>Descripción</i>
<i>I0.0</i>	<i>START</i>
<i>I0.1</i>	<i>STOP</i>
<i>I0.2</i>	<i>Sensor de nivel para recipiente del micro ingrediente # 1</i>
<i>I0.3</i>	<i>Sensor de nivel para recipiente del micro ingrediente # 2</i>
<i>I0.4</i>	<i>Sensor de nivel para recipiente del micro ingrediente # 3</i>
<i>I0.5</i>	<i>Sensor de nivel para recipiente del micro ingrediente # 4</i>
<i>I0.6</i>	<i>Sensor de nivel para recipiente del micro ingrediente # 5</i>
<i>I1.0</i>	<i>Sensor de nivel para recipiente del micro ingrediente # 6</i>
<i>I1.1</i>	<i>Sensor de nivel para recipiente del micro ingrediente # 7</i>
<i>I1.2</i>	<i>Sensor de nivel para recipiente del micro ingrediente # 8</i>
<i>I1.3</i>	<i>Sensor de nivel para recipiente del micro ingrediente # 9</i>
<i>I1.4</i>	<i>Sensor de nivel para recipiente del micro ingrediente # 10</i>
<i>I1.5</i>	<i>Sensor de nivel para recipiente del micro ingrediente # 11</i>
<i>I1.6</i>	<i>Sensor de nivel para recipiente del micro ingrediente # 12</i>
<i>I2.0</i>	<i>Sensor de nivel para recipiente del micro ingrediente # 13</i>
<i>I2.1</i>	<i>Sensor de nivel para recipiente del micro ingrediente # 14</i>
<i>I2.2</i>	<i>Sensor de nivel para recipiente del micro ingrediente # 15</i>
<i>I2.3</i>	<i>Sensor de nivel para recipiente del micro ingrediente # 16</i>

I3.0	Sensor de nivel para recipiente del micro ingrediente # 17
I3.1	Sensor de nivel para recipiente del micro ingrediente # 18
I3.2	Sensor de nivel para recipiente del micro ingrediente # 19
I3.3	Sensor de nivel para recipiente del micro ingrediente # 20
I3.4	Sensor inductivo de la posición # 1
I3.5	Sensor inductivo de la posición # 2
I3.6	Sensor inductivo de la posición # 3
I4.0	Sensor inductivo de la posición # 4
I4.1	Sensor inductivo de la posición # 5
I4.2	Sensor inductivo de la posición # 6
I4.3	Sensor inductivo de la posición # 7
I4.4	Sensor inductivo de la posición # 8
I4.5	Sensor inductivo de la posición # 9
I4.6	Sensor inductivo de la posición # 10

Salidas digitales

Para este sistema, hay 55 salidas digitales los cuales se conforman por 36 motores trifásicos de baja potencia. Por cada micro ingrediente, habrá 2 motores. Un motor se encargará de hacer caer el micro ingrediente al tornillo sin fin. El otro motor se encargará de depositar el micro ingrediente en el recipiente-balanza. Como son 17 micro ingredientes, necesitaremos aproximadamente 36 motores trifásicos de 0.75hp. Además, se tendrá un motor que será el encargado de la banda transportadora. También se contará con 18 pistones neumáticos los cuales tienen como función la apertura y cierre del tornillo sin fin.

Table 15-Salidas Digitales

Q0.0	Motor # 1, permite enviar el micro ingrediente # 1 al tornillo sin fin.
Q0.1	Motor # 2, permite enviar el micro ingrediente # 1 al recipiente - balanza.
Q0.2	Motor # 3, permite enviar el micro ingrediente # 2 al tornillo sin fin.
Q0.3	Motor # 4, permite enviar el micro ingrediente # 2 al recipiente - balanza.

Q0.4	<i>Motor # 5, permite enviar el micro ingrediente # 3 al tornillo sin fin.</i>
Q0.5	<i>Motor # 6, permite enviar el micro ingrediente # 3 al recipiente - balanza.</i>
Q0.6	<i>Motor # 7, permite enviar el micro ingrediente # 4 al tornillo sin fin.</i>
Q1.0	<i>Motor # 8, permite enviar el micro ingrediente # 4 al recipiente - balanza.</i>
Q1.1	<i>Motor # 9, permite enviar el micro ingrediente # 5 al tornillo sin fin.</i>
Q1.2	<i>Motor # 10, permite enviar el micro ingrediente # 5 al recipiente - balanza.</i>
Q1.3	<i>Motor # 11, permite enviar el micro ingrediente # 6 al tornillo sin fin.</i>
Q1.4	<i>Motor # 12, permite enviar el micro ingrediente # 6 al recipiente - balanza.</i>
Q1.5	<i>Motor # 13, permite enviar el micro ingrediente # 7 al tornillo sin fin.</i>
Q1.6	<i>Motor # 14, permite enviar el micro ingrediente # 7 al recipiente - balanza.</i>
Q2.0	<i>Motor # 15, permite enviar el micro ingrediente # 8 al tornillo sin fin.</i>
Q2.1	<i>Motor # 16, permite enviar el micro ingrediente # 8 al recipiente - balanza.</i>
Q2.2	<i>Motor # 17, permite enviar el micro ingrediente # 9 al tornillo sin fin.</i>
Q2.3	<i>Motor # 18, permite enviar el micro ingrediente # 9 al recipiente - balanza.</i>
Q2.4	<i>Motor # 19, permite enviar el micro ingrediente # 10 al tornillo sin fin.</i>
Q2.5	<i>Motor # 20, permite enviar el micro ingrediente # 10 al recipiente - balanza.</i>
Q2.6	<i>Motor # 21, permite enviar el micro ingrediente # 11 al tornillo sin fin.</i>
Q3.0	<i>Motor # 22, permite enviar el micro ingrediente # 11 al recipiente - balanza.</i>
Q3.1	<i>Motor # 23, permite enviar el micro ingrediente # 12 al tornillo sin fin.</i>
Q3.2	<i>Motor # 24, permite enviar el micro ingrediente # 12 al recipiente - balanza.</i>
Q3.3	<i>Motor # 25, permite enviar el micro ingrediente # 13 al tornillo sin fin.</i>
Q3.4	<i>Motor # 26, permite enviar el micro ingrediente # 13 al recipiente - balanza.</i>
Q3.5	<i>Motor # 27, permite enviar el micro ingrediente # 14 al tornillo sin fin.</i>
Q3.6	<i>Motor # 28, permite enviar el micro ingrediente # 14 al recipiente - balanza.</i>
Q4.0	<i>Motor # 29, permite enviar el micro ingrediente # 15 al tornillo sin fin.</i>
Q4.1	<i>Motor # 30, permite enviar el micro ingrediente # 15 al recipiente - balanza.</i>

Q4.2	<i>Motor # 31, permite enviar el micro ingrediente # 16 al tornillo sin fin.</i>
Q4.3	<i>Motor # 32, permite enviar el micro ingrediente # 16 al recipiente - balanza.</i>
Q4.4	<i>Motor # 33, permite enviar el micro ingrediente # 17 al tornillo sin fin.</i>
Q4.5	<i>Motor # 34, permite enviar el micro ingrediente # 17 al recipiente - balanza.</i>
Q4.6	<i>Motor # 35, permite enviar el micro ingrediente # 18 al tornillo sin fin.</i>
Q5.0	<i>Motor # 36, permite enviar el micro ingrediente # 18 al recipiente - balanza.</i>
Q5.1	<i>Motor # 37, permite enviar el micro ingrediente # 19 al tornillo sin fin.</i>
Q5.2	<i>Motor # 38, permite enviar el micro ingrediente # 19 al recipiente - balanza.</i>
Q5.3	<i>Motor # 39, permite enviar el micro ingrediente # 20 al tornillo sin fin.</i>
Q5.4	<i>Motor # 20, permite enviar el micro ingrediente # 20 al recipiente - balanza.</i>
Q5.5	<i>Motor # 37 para banda transportadora</i>
Q5.6	<i>Pistón neumático para micro ingrediente # 1</i>
Q6.0	<i>Pistón neumático para micro ingrediente # 2</i>
Q6.1	<i>Pistón neumático para micro ingrediente # 3</i>
Q6.2	<i>Pistón neumático para micro ingrediente # 4</i>
Q6.3	<i>Pistón neumático para micro ingrediente # 5</i>
Q6.4	<i>Pistón neumático para micro ingrediente # 6</i>
Q6.5	<i>Pistón neumático para micro ingrediente # 7</i>
Q6.6	<i>Pistón neumático para micro ingrediente # 8</i>
Q7.0	<i>Pistón neumático para micro ingrediente # 9</i>
Q7.1	<i>Pistón neumático para micro ingrediente # 10</i>
Q7.2	<i>Pistón neumático para micro ingrediente # 11</i>
Q7.3	<i>Pistón neumático para micro ingrediente # 12</i>
Q7.4	<i>Pistón neumático para micro ingrediente # 13</i>
Q7.5	<i>Pistón neumático para micro ingrediente # 14</i>
Q7.6	<i>Pistón neumático para micro ingrediente # 15</i>

<i>Q7.0</i>	<i>Pistón neumático para micro ingrediente # 16</i>
<i>Q8.0</i>	<i>Pistón neumático para micro ingrediente # 17</i>
<i>Q8.1</i>	<i>Pistón neumático para micro ingrediente # 18</i>
<i>Q8.2</i>	<i>Pistón neumático para micro ingrediente # 19</i>
<i>Q8.3</i>	<i>Pistón neumático para micro ingrediente # 20</i>
<i>Q8.4</i>	<i>Alarma # 1</i>
<i>Q8.5</i>	<i>Alarma # 2</i>
<i>Q8.6</i>	<i>Alarma # 3</i>
<i>Q9.0</i>	<i>Alarma # 4</i>
<i>Q9.1</i>	<i>Alarma # 5</i>
<i>Q9.2</i>	<i>Alarma # 6</i>
<i>Q9.3</i>	<i>Alarma # 7</i>
<i>Q9.4</i>	<i>Alarma # 8</i>
<i>Q9.5</i>	<i>Alarma # 9</i>
<i>Q9.6</i>	<i>Alarma # 10</i>
<i>Q10.0</i>	<i>Alarma # 11</i>
<i>Q10.1</i>	<i>Alarma # 12</i>
<i>Q10.2</i>	<i>Alarma # 13</i>
<i>Q10.3</i>	<i>Alarma # 14</i>
<i>Q10.4</i>	<i>Alarma # 15</i>
<i>Q10.5</i>	<i>Alarma # 16</i>
<i>Q10.6</i>	<i>Alarma # 17</i>
<i>Q11.0</i>	<i>Alarma # 18</i>
<i>Q11.1</i>	<i>Alarma # 19</i>
<i>Q11.2</i>	<i>Alarma # 20</i>

Entrada analógica

Para este sistema, hay una entrada analógica la cual es la balanza. Esta salida me indicará en tiempo real el pesaje en gramos de cada micro ingrediente que se vaya depositando en el recipiente-balanza.

Table 16-Entrada Analógica

<i>Q7.6</i>	<i>Balanza, donde se llevará el peso en gramos de cada micro ingrediente.</i>
-------------	---

2.12 Esquema de las conexiones eléctricas para el tablero de control

Integrantes: Phillip Mera y Roberto Blum

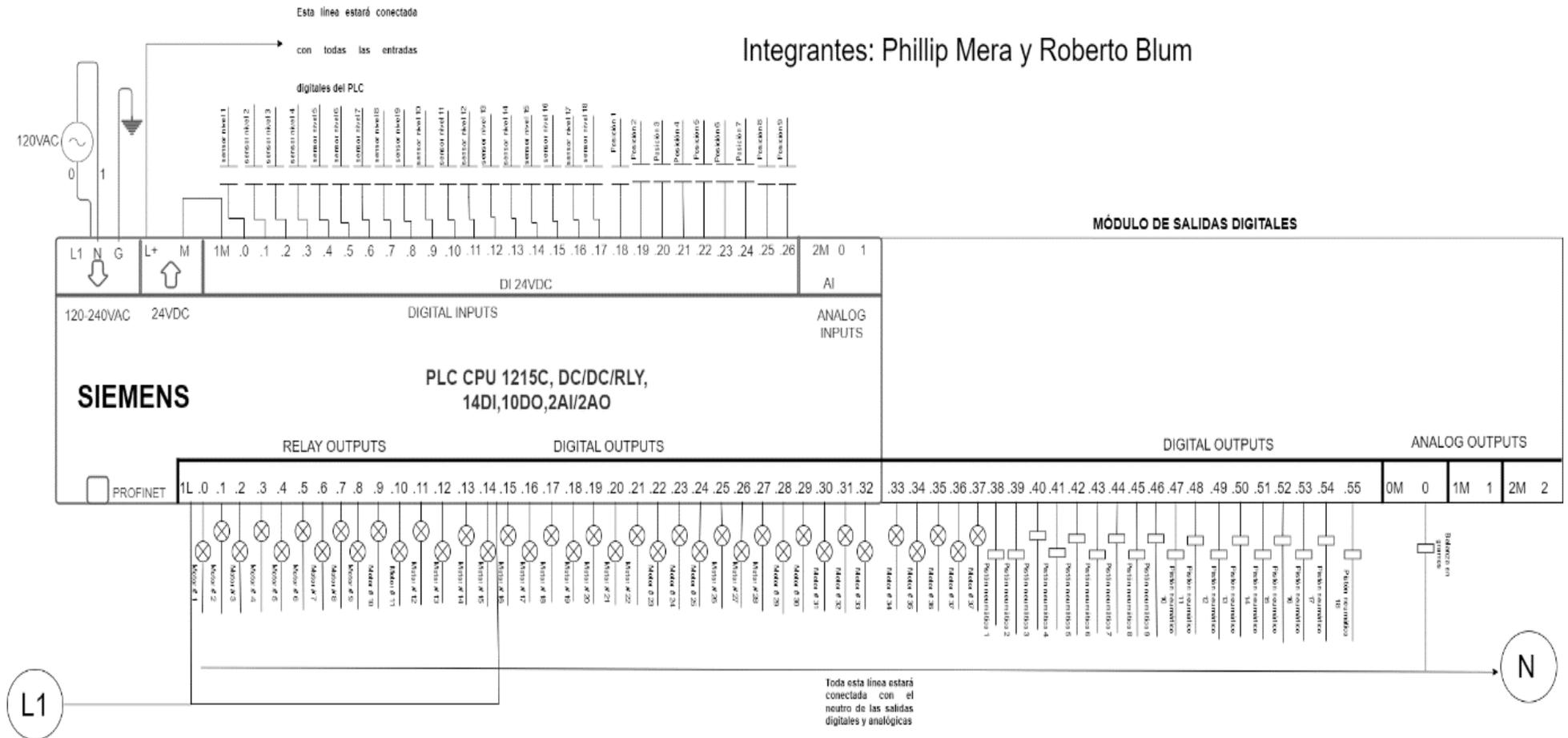


Figure 40-Esquema de las conexiones Eléctricas para el tablero de control

Se estará utilizando un PLC de la serie 1200 modelo CPU 1215C, DC/DC/RLY con 14 entradas digitales, 10 salidas digitales, 2 entradas analógicas y 2 salidas analógicas. Se escogió este modelo de PLC debido a las grandes prestaciones que trae como, por ejemplo: buena precisión en los procesos, es robusto permitiendo estar en condiciones de altas temperaturas, tiene una alta capacidad para entradas y salidas tanto analógicas como digitales. Sin embargo, debido a que este sistema contiene 27 entradas digitales, 55 salidas digitales y 1 salida analógica, se requerirán módulos adicionales de entradas y salidas para poder cubrir con los requerimientos del sistema. Se tendrá que utilizar un módulo de entradas digitales modelo SM 1221 marca Siemens. Este módulo de entradas digitales se caracteriza por tener 16 DI (entradas digitales) y una alimentación de 24VDC.



(26)

Figure 41-Módulo de entradas digitales SM 1221

Además, se requerirá de 5 módulos de salidas digitales modelo SM 1222 marca Siemens de 16 DO (salidas digitales) para cumplir con los requerimientos del sistema. Dado que el PLC sólo proporciona originalmente 10 DO, no alcanza a las 55 salidas digitales requeridas en el proyecto por lo que obligatoriamente se adquirirán 5 módulos de salidas digitales para tener una capacidad de 60 salidas digitales en total.



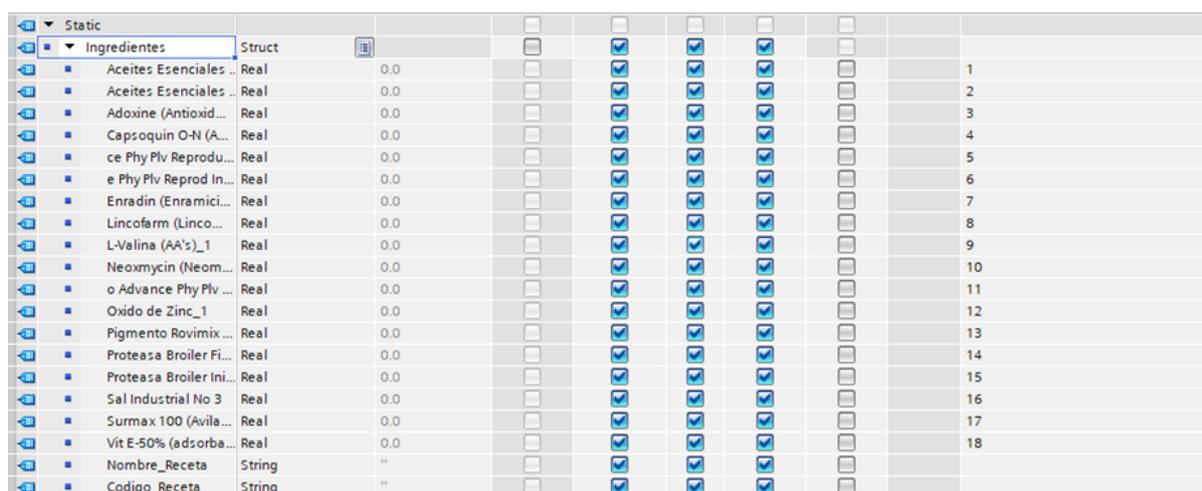
(27)

Figure 42-Módulo de salidas digitales modelo SM 1222 marca Siemens

CAPÍTULO 3

3.1 Programación del PLC

Para la solución de esta problemática iniciamos creando bases de datos incluyendo los 18 micro ingredientes ya antes mencionados en las propuestas del proyecto. Se crearon 2 bases de datos ingresando los nombres de cada uno de los micro ingredientes en orden alfabético para así definir su posición en cada una de las tolvas de la máquina. Se creó una base de datos con las variables que usaremos como entradas y de la misma forma una para las que consideraremos como salidas. Y por otro lado una con la que trabajaremos con los nombres de las Recetas a realizar.



Variable	Struct	Value	Input	Output
Ingredientes	Struct			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Aceites Esenciales ...	Real	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1
Aceites Esenciales ...	Real	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2
Adoxine (Antioxidi...	Real	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3
Capsoquin O-N (A...	Real	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4
ce Phy Plv Reprodu...	Real	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	5
e Phy Plv Reprod In...	Real	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	6
Enradin (Enramici...	Real	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	7
Lincofarm (Linco...	Real	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	8
L-Valina (AA's)_1	Real	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	9
Neoxmycin (Neom...	Real	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	10
o Advance Phy Plv ...	Real	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	11
Oxido de Zinc_1	Real	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	12
Pigmento Rovimix ...	Real	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	13
Proteasa Broiler Fi...	Real	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	14
Proteasa Broiler Ini...	Real	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	15
Sal Industrial No 3	Real	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	16
Surmax 100 (Avila...	Real	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	17
Vit E-50% (adsorba...	Real	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	18
Nombre_Receta	String	"	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Codigo_Receta	String	"	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Figure 43-Base de Datos de los Micro-Ingredientes

Se puede observar que en la columna comentarios encontraremos la numeración y el orden específico de cada uno de los micro ingredientes a utilizar.

Una vez definidas nuestras variables, se empezó con la programación en el Main la cual está clasificada en varios Segmentos. En el segmento 1 se realizó lo que es el arranque de todo el sistema iniciando con un botón “Start” y pudiendo detener todo el sistema con un botón “Stop”, todo el sistema iniciara al activarse el “Tag_1” tomando en cuenta su respectivo auto enclave. En este mismo segmento se realizó el paro de la banda transportadora por cada uno de los sensores inductivos que se tienen en este proyecto.

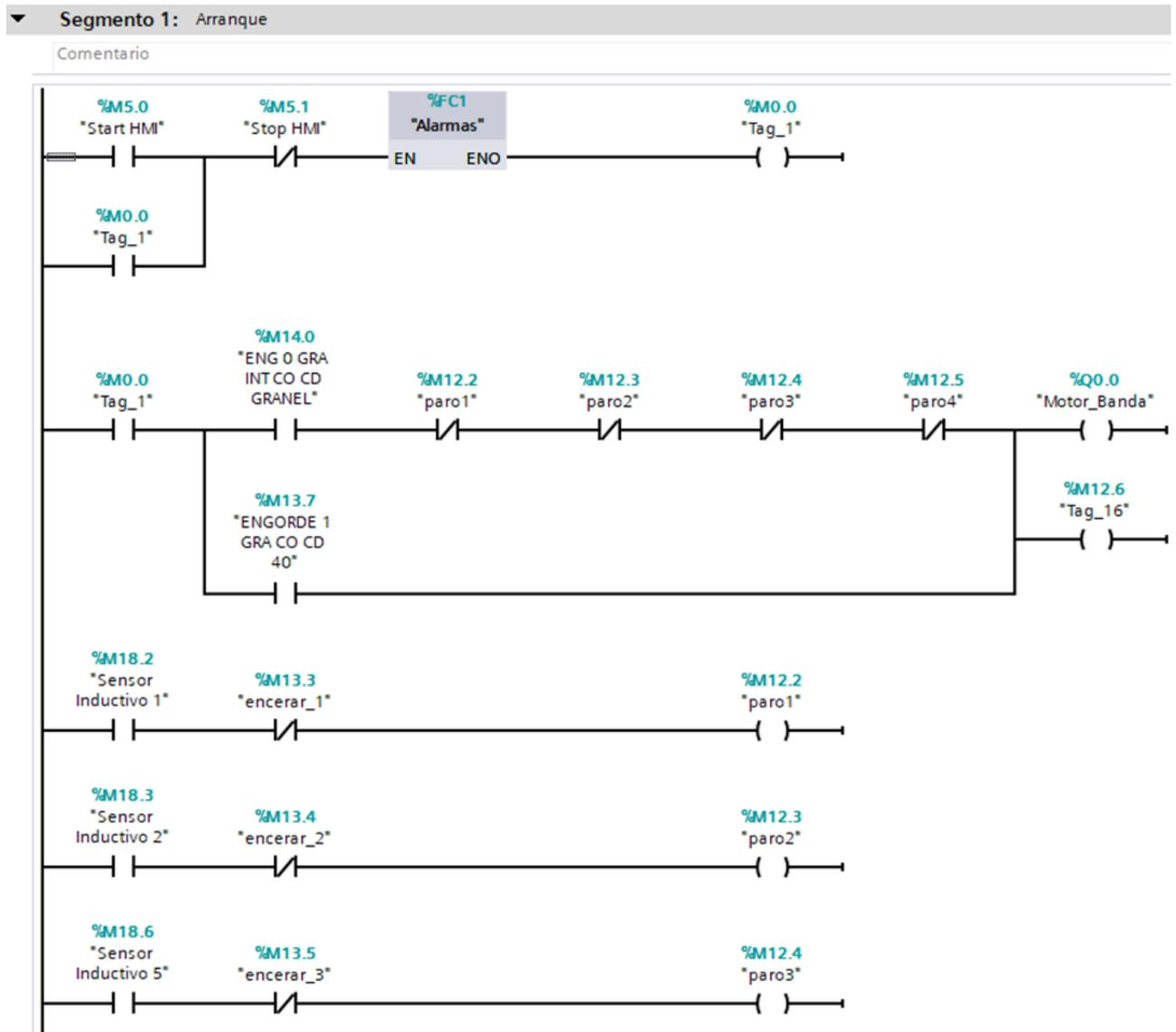


Figure 44-Segmento de Arranque del programa

El siguiente segmento se encargó del encerado de la balanza el cual para esto se creó un bloque de función de tipo FB para lo cual en un bloque move cuyo activador será un contacto llamado “encerar” tomara un valor el cual tiene la balanza y lo convertirá en su valor a restar, para así en el siguiente paso poder con un restador tomar el valor de la balanza y restarle el nuevo valor ingresado, realizando lo que se conoce como encerado para la forma de visualización en el HMI



Figure 45-Funcion de encerado de la balanza (FB1)

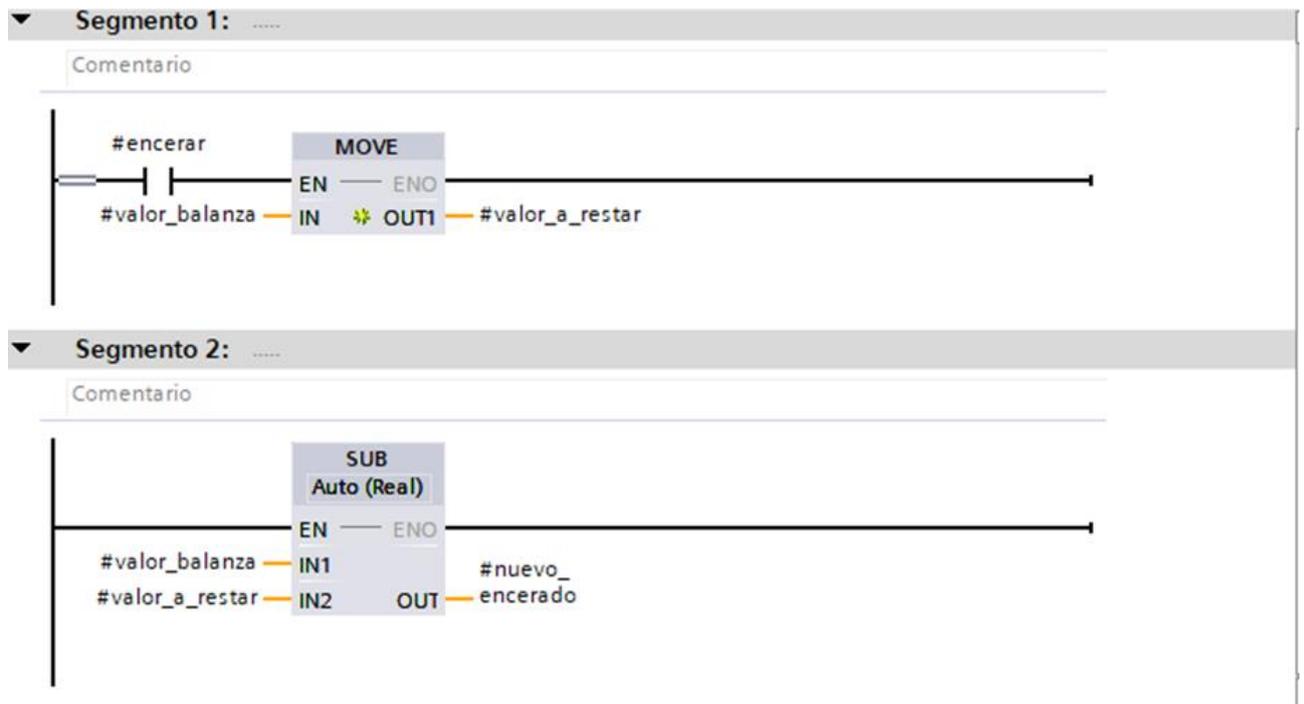


Figure 46-Funcion de encerado de la balanza

Para que así ya una vez ubicado dicho bloque en el Main se le pueda aplicar diferentes contactos en paralelo para que se encere según cada uno de los micro ingredientes respectivos.

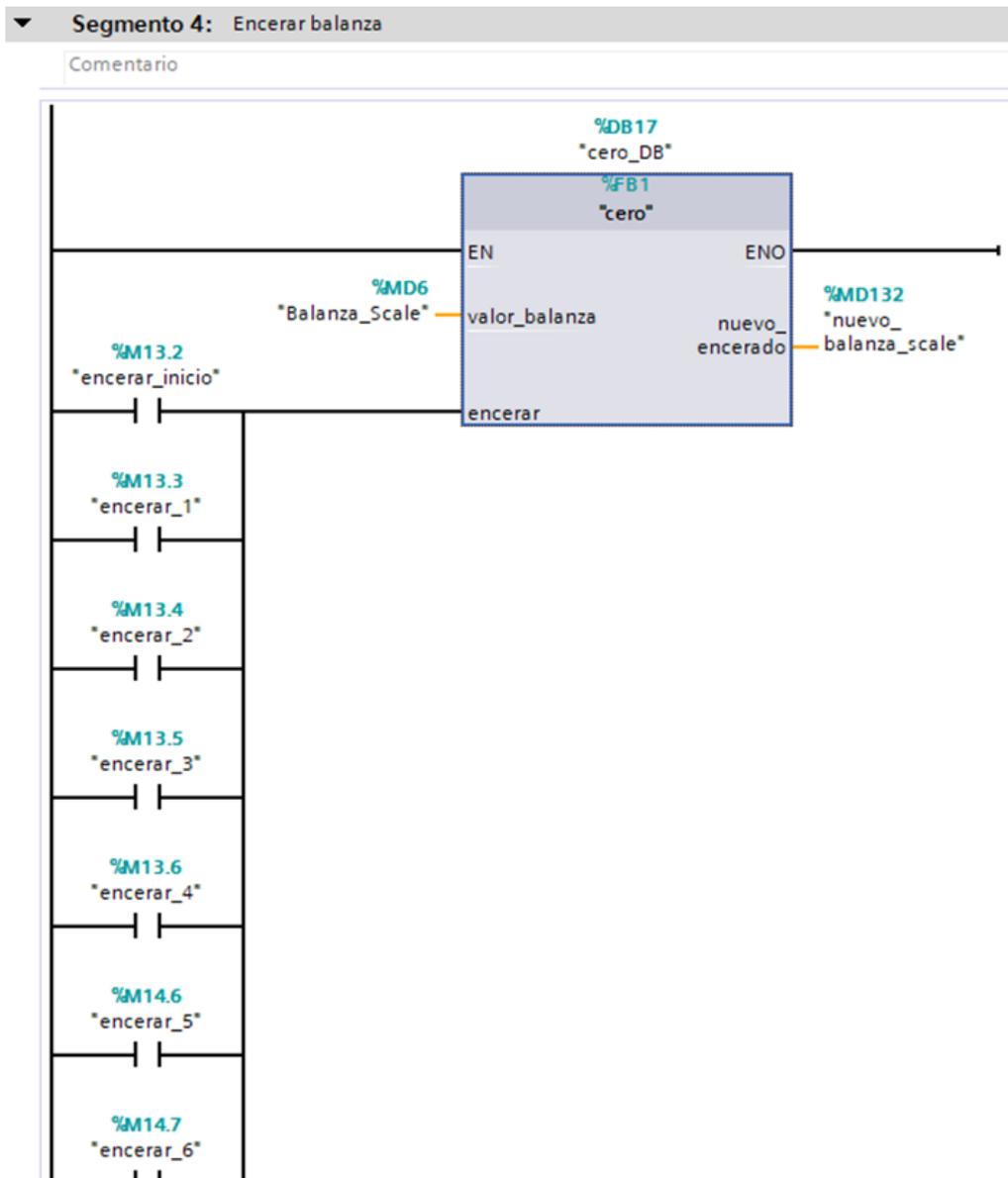


Figure 47-Bloque Encerado y sus conexiones.

Para el otro segmento se realizó un escalamiento de la señal de la entrada analógica de la balanza, un escalamiento se realiza para convertir una señal dentro de un rango a otro rango, esto se hace buscando la relación entre la entrada y la salida del transmisor. La mayoría de los transmisores son lineales, por lo que, la relación corresponde a la ecuación de una línea recta. Conociendo que la memoria del PLC para entradas y salidas analógicas va de 0 a 27648 para normalizarlo procedemos a escalar dicha normalización de 0 a 999 G que es el rango que nuestra balanza va a pesar para así poder sacar un valor que el usuario pueda manejar.



Figure 48-Normalización y escalamiento de la Entrada analógica

Por último, se procedió a programar cada una de las recetas solicitadas, por lo que el proceso es el mismo para todos los casos lo que va a variar será la cantidad de micro ingredientes a usar, su posición y la cantidad a que se necesita por cada uno de los micro ingredientes.

Primero se inicia con una confirmación del nombre de la receta, es decir si el elige una receta en este caso viene a ser "ENG 0 GRA INT CO CD GRANEL_1" este será comparado con un string con dicho nombre y si es así se activa una bobina de confirmación y se encera por primera vez la balanza con el bloque ya antes mencionado.

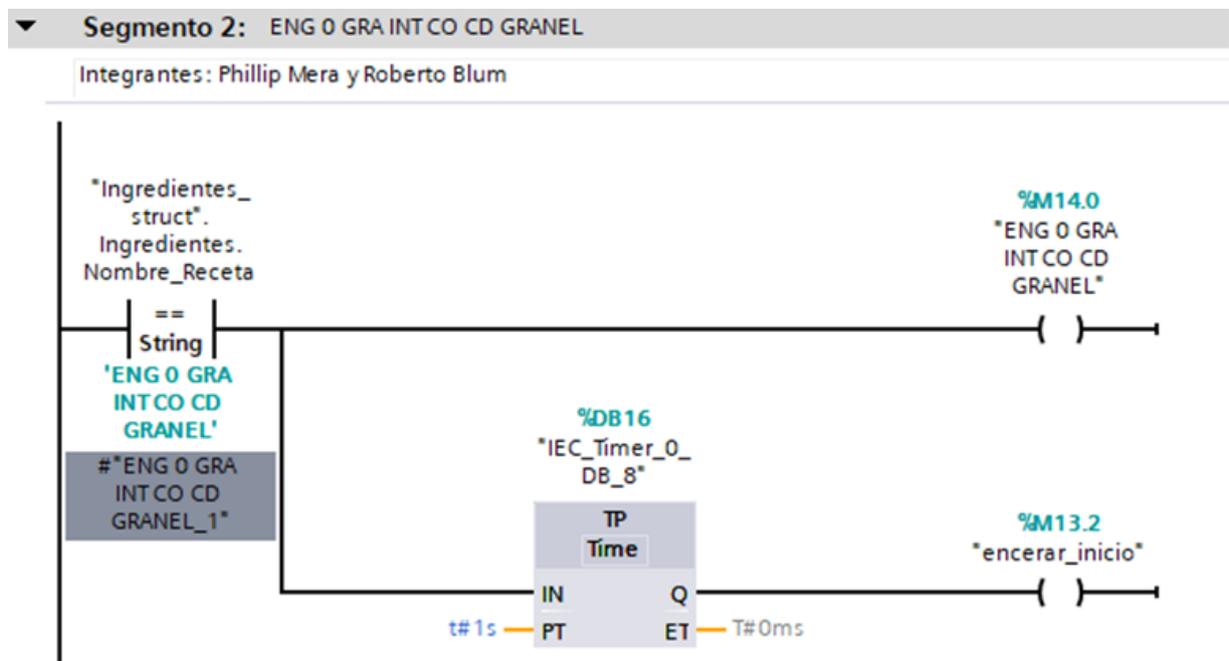


Figure 49-Confirmación del nombre de la Receta

Luego se crea un margen de error para la comparación de valores pesados por la balanza tomando el margen de error que el fabricante de la balanza nos indica el cual es del 2%

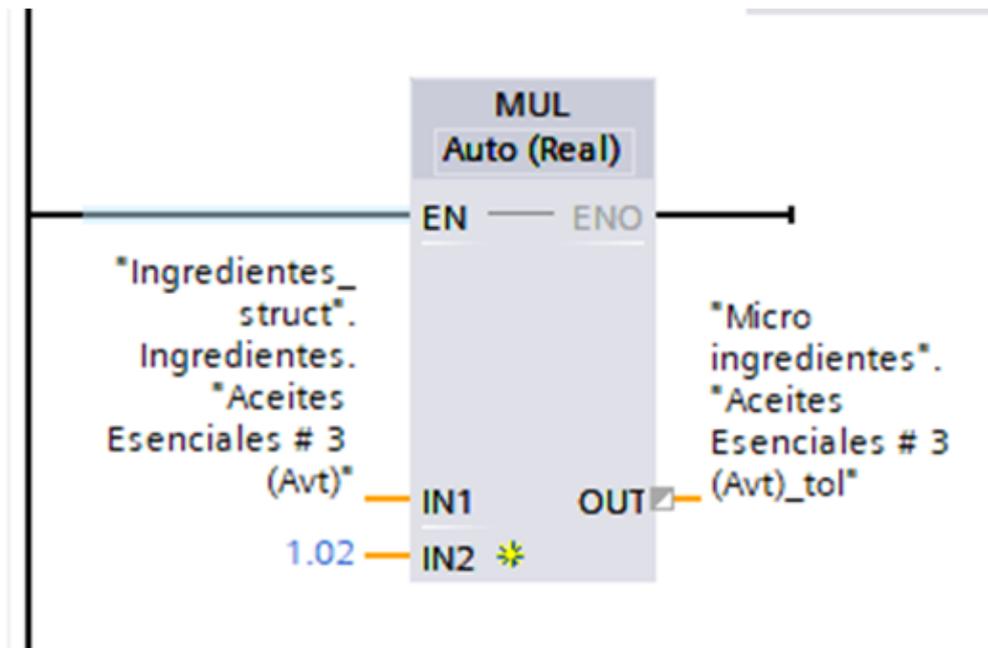


Figure 50-Creacion del margen de Error de la Balanza

Una vez se haya confirmado el nombre de la receta se procede a conocer cuál es el primer micro ingrediente a abastecerse y de ahí se revisa donde está ubicado dicho ingrediente para activar los sensores inductivos pertinentes y así una vez la balanza llegue a la posición del micro ingrediente ha requerido se activaran los motores dosificadores haciendo que la mezcla caiga dentro de la tubería del tornillo sin fin, motor del tornillo sin fin para asegurar que la mezcla caiga completamente y el pistón que será quien abra o cierra la compuerta del tornillo sin fin para evitar que se pese más de lo debido.

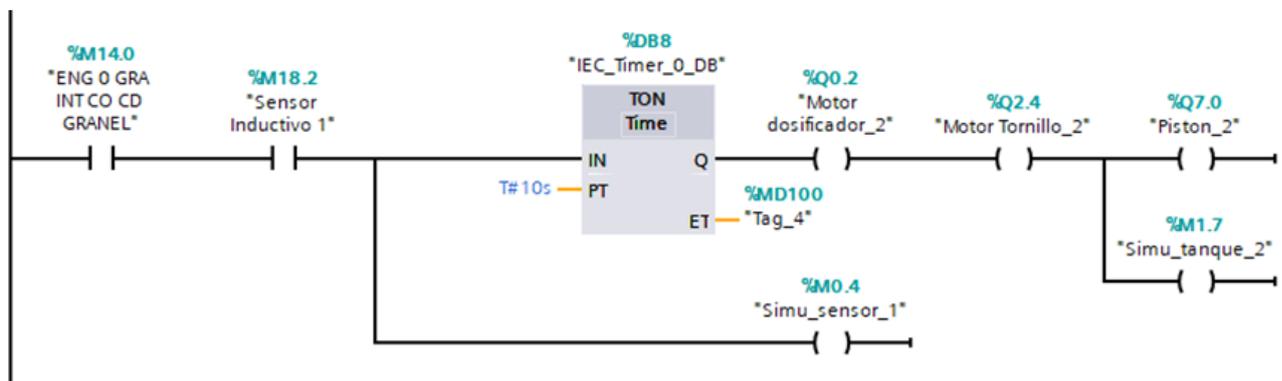


Figure 51-Activación de la dosificación

Para así una vez que empieza la dosificación esta va a entrar un rango de comparación entre el valor requerido y su margen de error del 2% de la medición, es decir que el valor que nos dará la balanza sea mayor o igual al que el usuario ingreso en la HMI, pero al mismo tiempo menor que el valor que se calcula con el margen de error. Una vez que dicho valor este dentro de la comparación se procederá a apagar los motores y el pistón que se accionaron en el paso anterior junto con un reseteo de la balanza para el siguiente micro ingrediente.

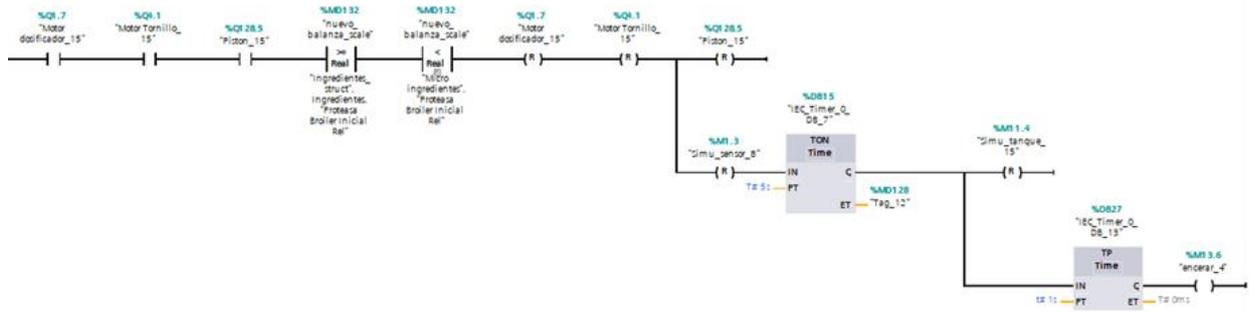


Figure 52-Reseteo de la Dosificación

3.1.1 Alarmas

Para incorporar alarmas en el proceso de pesaje de micro ingredientes, se decidió hacer uso de sensores de nivel los cuales estarán incorporados dentro del recipiente de cada micro ingrediente para alertar al operador de que determinado recipiente tiene bajo nivel de micro ingrediente. A continuación, se mostrará el encendido de la alarma 1 y su respectiva programación para el funcionamiento de la misma:

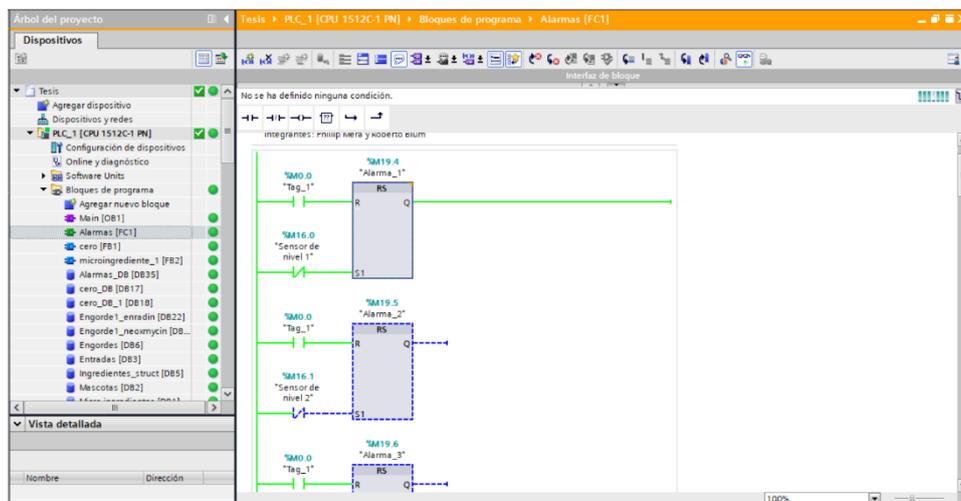


Figure 53-Bloque de funciones de Alarmas

Cabe recalcar que, hay 18 sensores de nivel ya que hay 18 micro ingredientes. Además, la programación para la alarma 1, es la misma programación para las 17 alarmas restantes ya que cada alarma se basa bajo un mismo funcionamiento.

3.2 Programación del HMI

Nuestra pantalla principal de HMI estará compuesta de múltiples secciones como ENGORGES, REPRODUCTORAS, MASCOTAS, ACUACULTURA y CERDOS. Todas estas secciones conforman la línea de producción de PRONACA. Además, se incluyó una sección denominada BALANZA donde se podrá observar el valor analógico y en gramos de la balanza. Finalmente, tendremos una última

sección denominada SIMULACIÓN donde se podrá monitorear el comportamiento de los sensores, actuadores y alarmas.

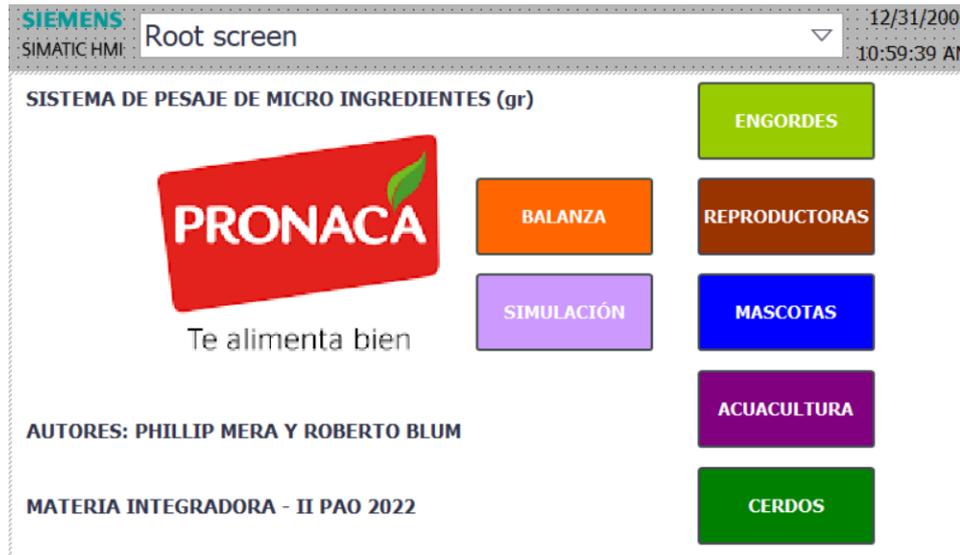


Figure 54- Pantalla Principal de la HMI

Dentro de cada sección, se observan diversas recetas relacionadas con la clasificación mencionada. Por ejemplo, dentro de la sección ENGORGES, se encontrarán las recetas de ENGORDE 0, ENGORDE 1, entre otras. A continuación, se mostrará la pantalla HMI de ENGORGES.

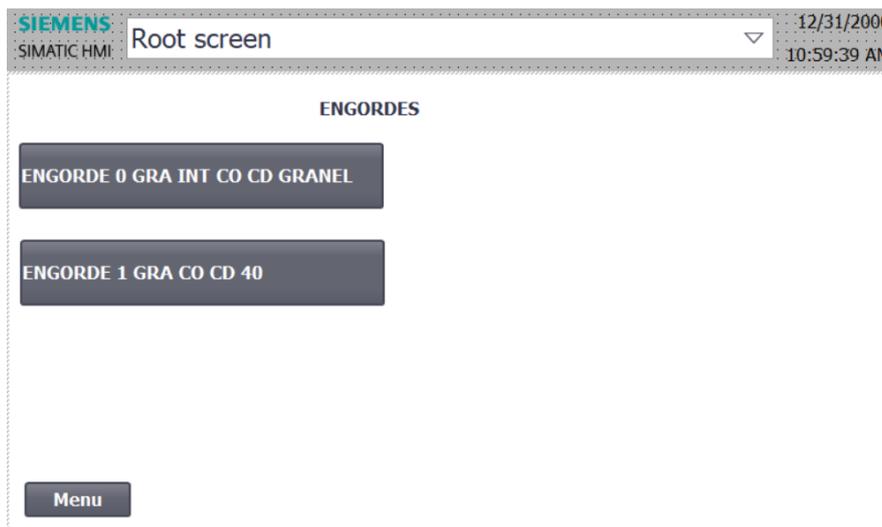


Figure 55- Pantalla de Selección de Receta de la especie Engorde

Cabe recalcar que para que exista esa transición del menú principal a la sección ENGORGES, se debió realizar una configuración en las propiedades, tal y como se muestra a continuación:

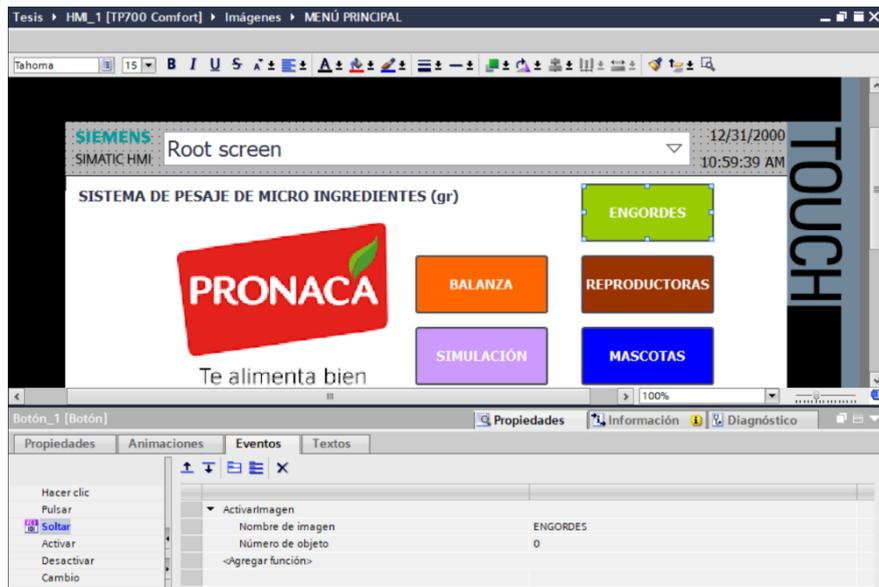


Figure 56- Programacion de los botones para cambio de ventana

En esta imagen se visualiza la creación de un evento “Soltar” el cual trata de que, al momento de soltar el botón, nos redirigirá a la pantalla de ENGORDES donde se podrá visualizar las diferentes recetas relacionadas con ENGORDES.

Siguiendo el mismo patrón, se repetirán los pasos con la sección REPRODUCTORAS, MASCOTAS, ACUACULTURA y CERDOS, tal y como se muestra a continuación:

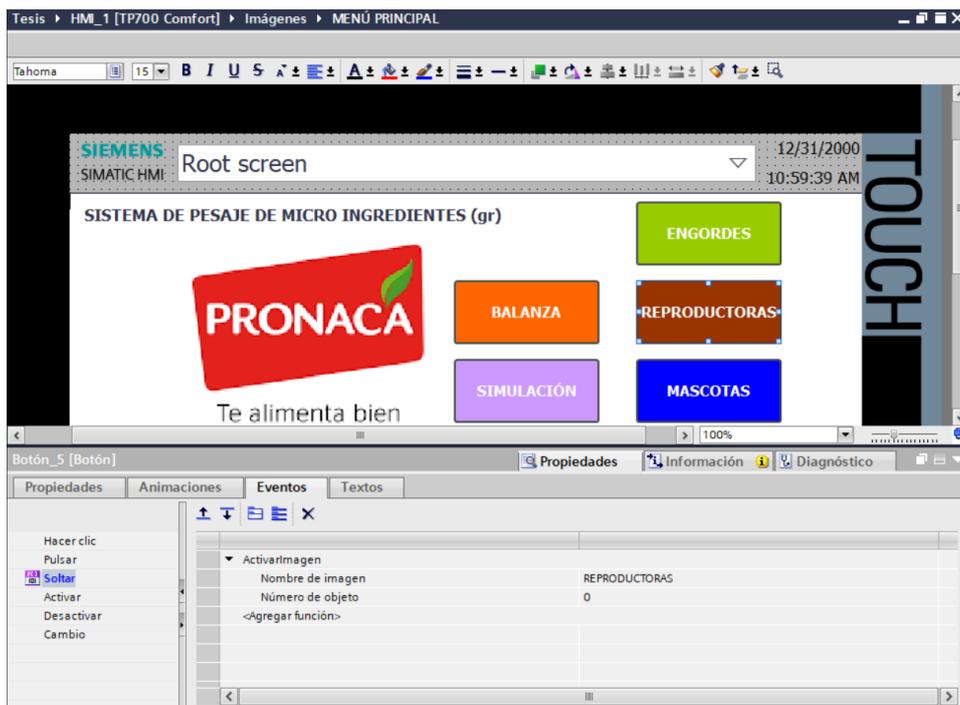


Figure 57- Programacion de los botones para cambio de ventana Reproductoras



Figure 58- Interfaz de Recetas de Reproductoras

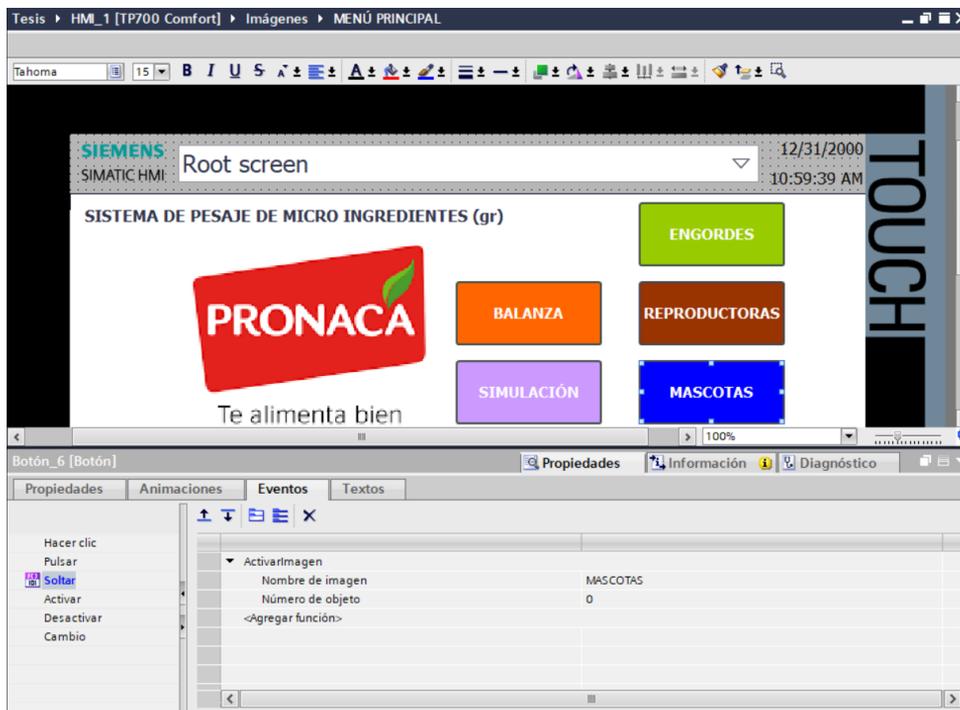


Figure 59-Programacion de los botones para cambio de ventana Mascotas

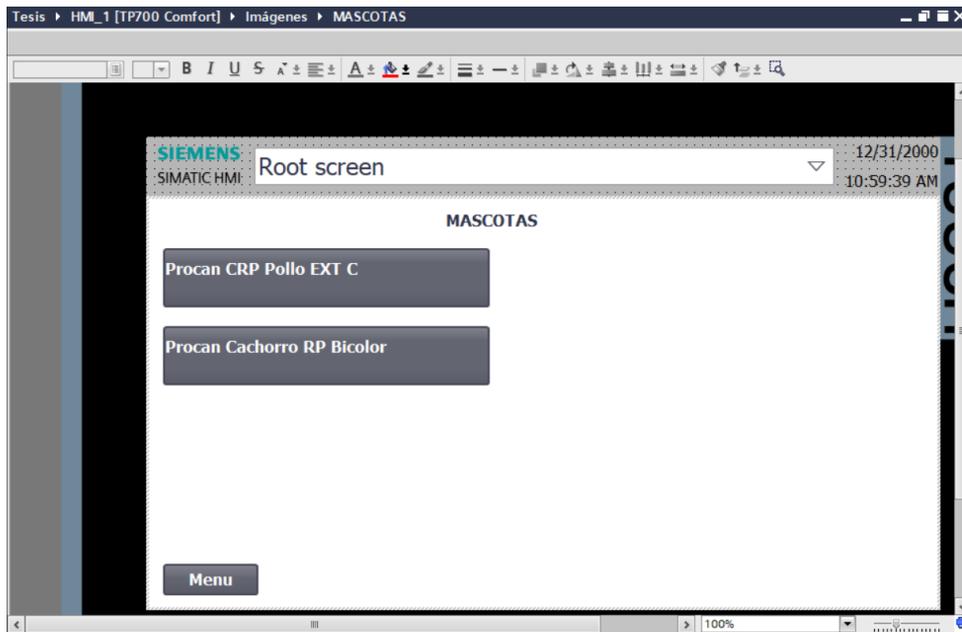


Figure 60-Interfaz de Recetas de Mascotas



Figure 61-Programacion de los botones para cambio de ventana Acuicultura

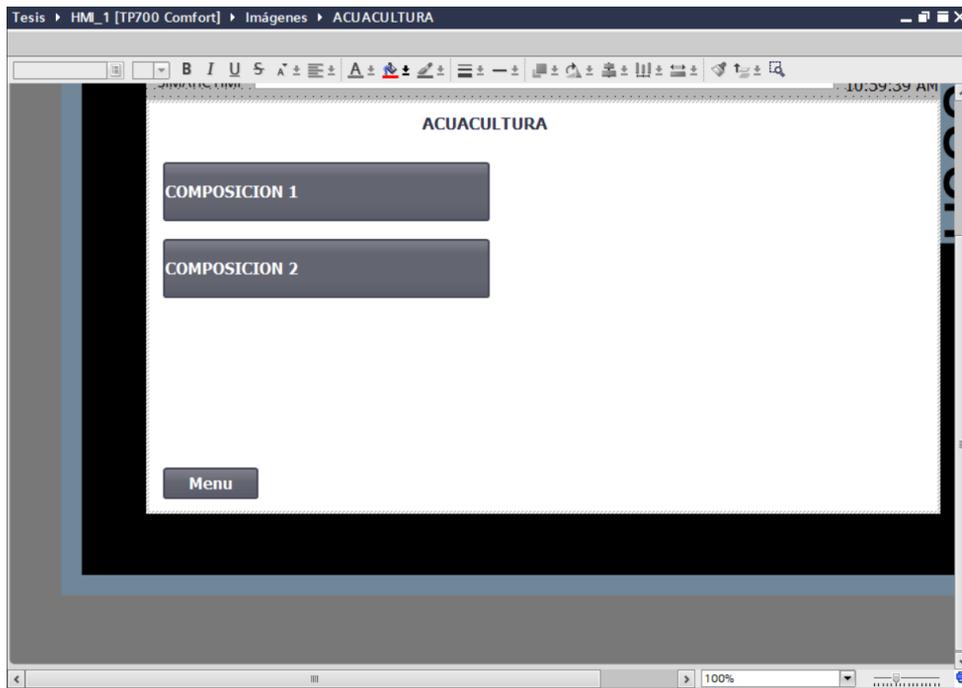


Figure 62-Interfaz de Recetas de Acuacultura

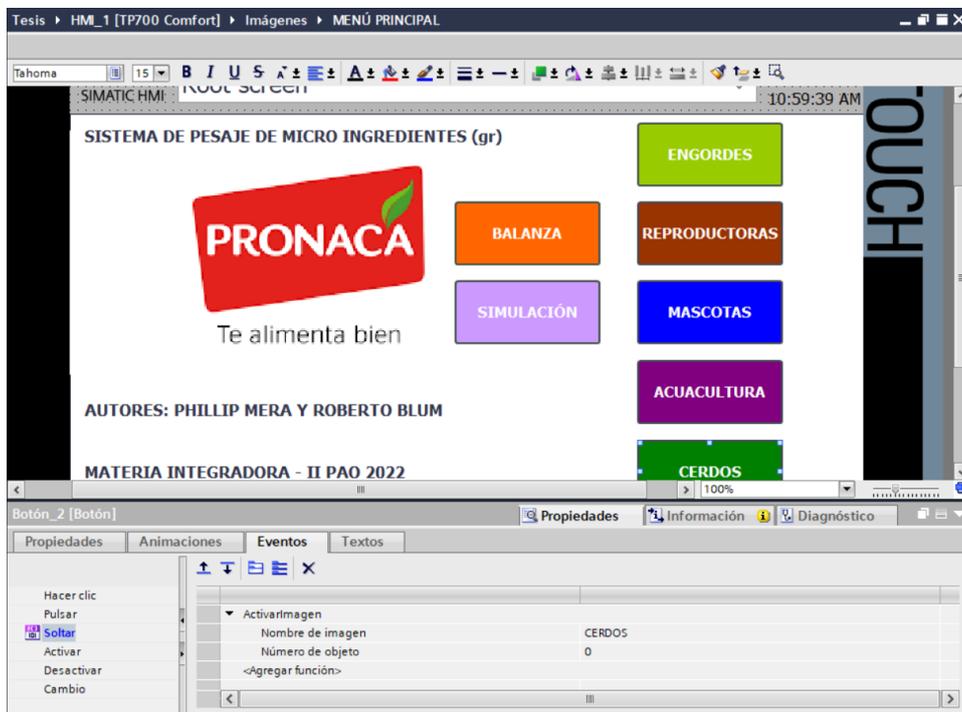


Figure 63-Programacion de los botones para cambio de ventana Cerdos

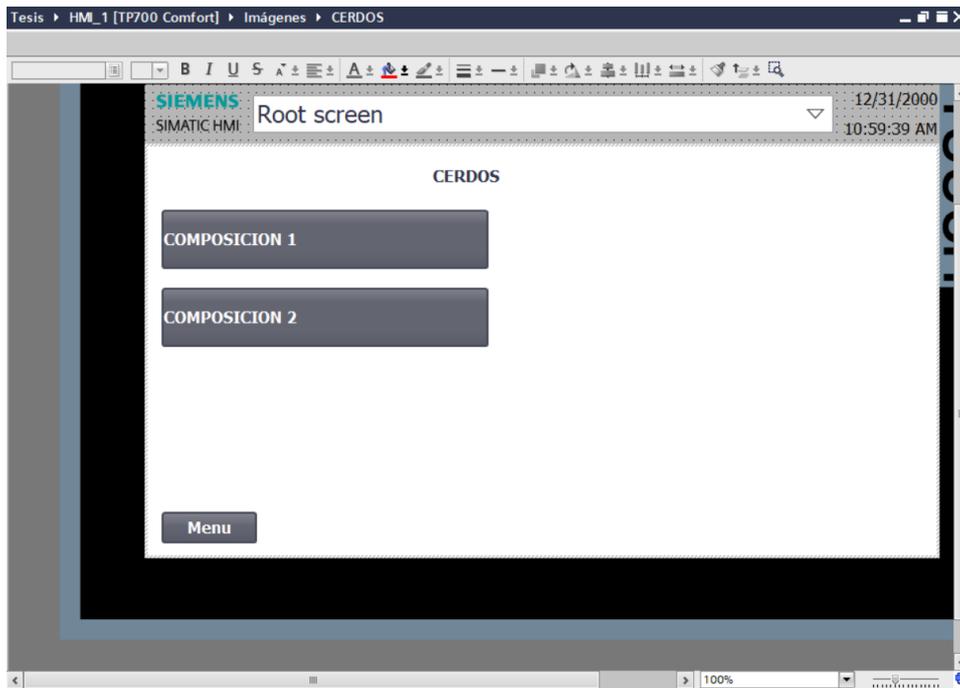


Figure 64-Interfaz de Recetas de Cerdos

Para el caso de la sección BALANZA, se procedió a utilizar el mismo patrón que para las anteriores secciones, pero con la finalidad de poder visualizar en tiempo real el valor analógico de la balanza con su respectiva conversión en gramos.

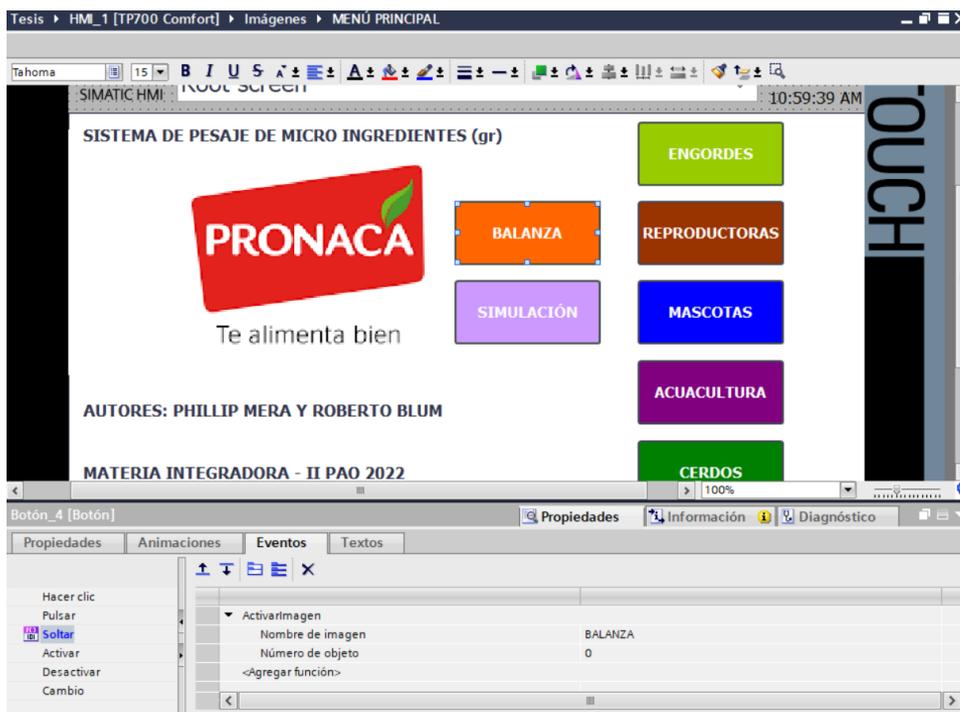


Figure 65-Programacion de los botones para cambio de ventana Balanza

Cabe recalcar que, dado que tanto los sensores inductivos como los sensores de nivel son entradas físicas, se deberá de manipular dichas variables manualmente ya que no contamos con componentes físicos sino solo simulación. Por tal razón, se incorporaron botones para activar la señal correspondiente acorde a las líneas de programación.

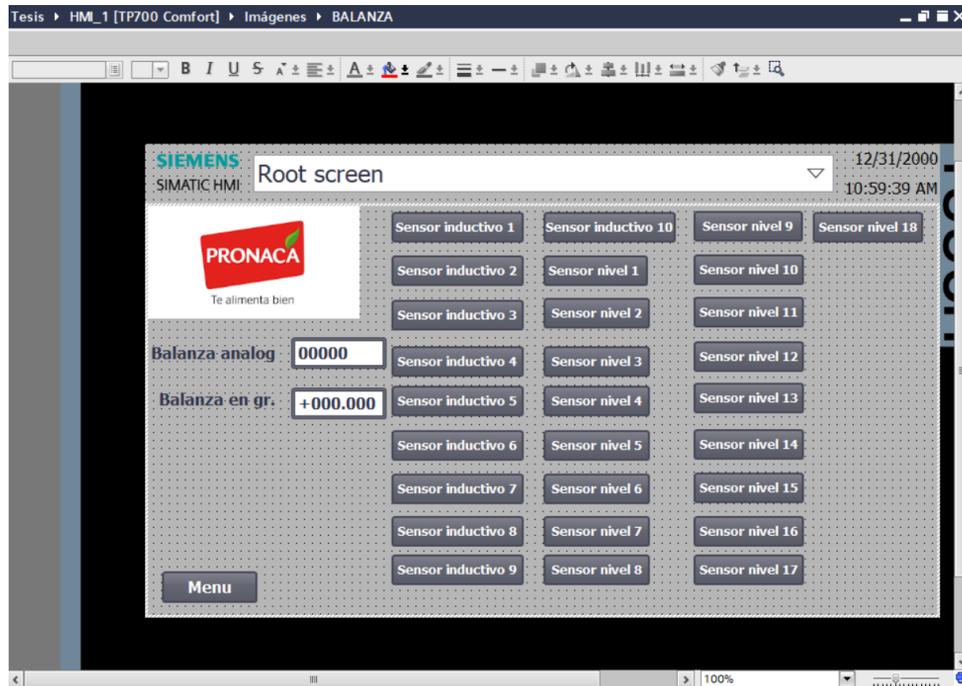


Figure 66-Ventana de Control

Finalmente, se encuentra la sección SIMULACION donde se podrá monitorear el comportamiento de los sensores, actuadores y alarmas.

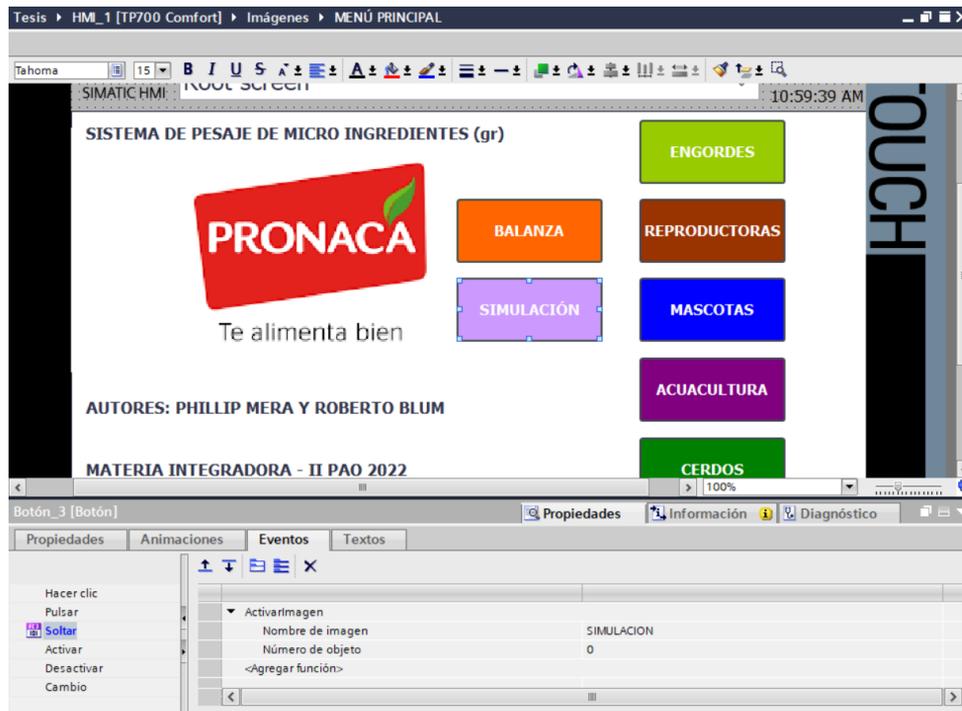


Figure 67-Programacion de los botones para cambio de ventana Simulacion

A partir de esta sección, se dará inicio al proceso de pesaje de micro ingredientes luego de presionar el botón Start. El botón Start se encargará de activar el motor de la banda transportadora y el botón Stop se encargará de detener el motor de la banda transportadora y, por ende, deteniendo el proceso.

Cada elemento está vinculado con una variable del PLC el cual cambiara de color a verde siempre que la variable del PLC este siendo activada en las líneas de programación.

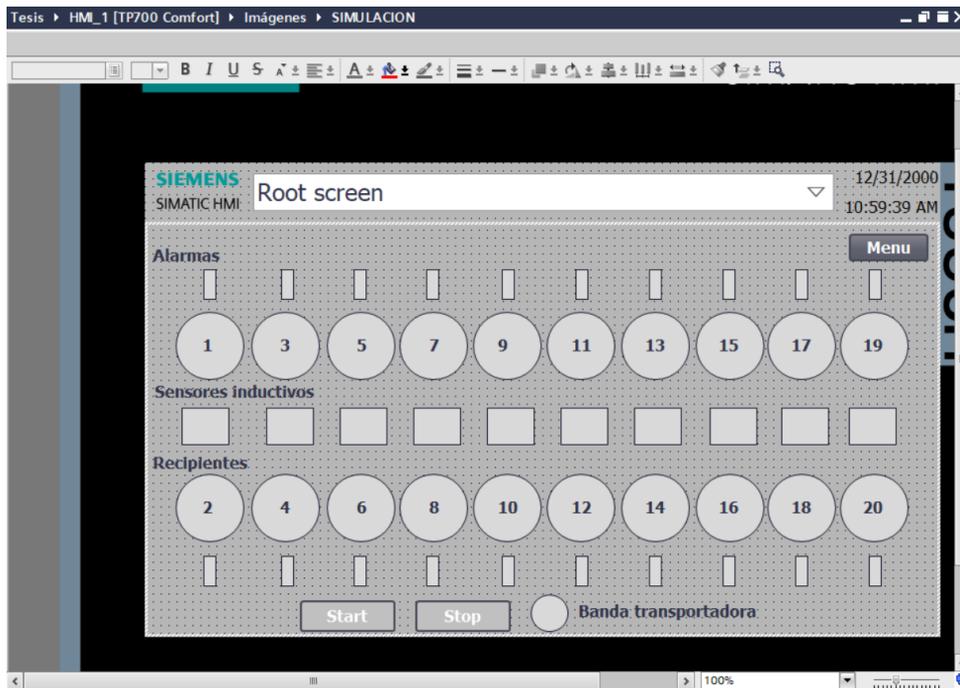


Figure 68-Pantalla de Simulacion

En la pantalla RECETAS, se contará con los diferentes tipos de recetas que se hayan añadido en la base de datos del PLC. A continuación, se muestra la base de datos que se ha creado en el PLC donde se muestran los micro ingredientes por cada receta ingresada.

A continuación, se muestra el ingreso de la primera receta que es ENGORDE 0 el cual le ingresaremos los micro ingredientes que conforman dicha receta. Para este caso, los micro ingredientes que conforman la receta de ENGORDE 0 son: Aceites Esenciales # 3 (Avt), Adoxine (Antioxidante), L – Valina (AAs) y Proteasa Broiler Inicial Rel.

Nombre	Nombre de visualizac.	Número	Versión	Ruta	Tipo	Número máximo de re...	Tipo de comunicación	Too...
ENG 0 GRA INT...	ENG 0 GRA INT CO C...	2	07/12/2022 23:...	IStorage Car...	Limitado	500	Variables	
ENGORDE 1 GR...	ENGORDE 1 GRA CO ...	1	08/12/2022 0:0...	IStorage Card SDI	Limitado	500	Variables	
Procan CRP Pol...	Procan CRP Pollo EXT C	3	15/12/2022 16:...	IFlashRecipes	Limitado	500	Variables	
Procan Cachorr...	Procan Cachorro RP B...	4	15/12/2022 16:...	IFlashRecipes	Limitado	500	Variables	

Nombre	Nombre de visualizac.	Variable	Tipo de datos	Longitud d...	Valor predetermi...	Valor mínimo	Valor máximo
Aceites Esenciales # ...	Aceites Esenciales # ...	Ingredientes_stru...	Real	4	0	-3,402823466E+38	3,402823466E+38
Adoxine (Antioxidant...	Adoxine (Antioxidant...	Ingredientes_stru...	Real	4	0	-3,402823466E+38	3,402823466E+38
L-Valina (AAs)	L-Valina (AAs)	Ingredientes_stru...	Real	4	0	-3,402823466E+38	3,402823466E+38
Proteasa Broiler Inicia...	Proteasa Broiler Inicia...	Ingredientes_stru...	Real	4	0	-3,402823466E+38	3,402823466E+38

Figure 69-Programación de las Recetas en el HMI Receta 1

Para la segunda receta la cual es ENGORDE 1, ingresaremos a la base datos los siguientes micro ingredientes: Enradin (Enramicina 8%) y Neoxmycin (Neomicina Sulfato 50%).

Nombre	Nombre de visualizac...	Número	Versión	Ruta	Tipo	Número máximo de re...	Tipo de comunicación	Too...
ENG 0 GRA INT ...	ENG 0 GRA INT CO C...	2	07/12/2022 23:...	IStorage Card SDI	Limitado	500	Variables	
ENGORDE 1 GR...	ENGORDE 1 GRA CO ...	1	08/12/2022 0:0:...	IStorage Card SDI	Limitado	500	Variables	
Procان CRP Poll...	Procان CRP Pollo EXT C	3	15/12/2022 16:...	IFlashRecipes	Limitado	500	Variables	
Procان Cachorr...	Procان Cachorro RP B...	4	15/12/2022 16:...	IFlashRecipes	Limitado	500	Variables	

Nombre	Nombre de visualizac...	Variable	Tipo de datos	Longitud d...	Valor predetermi...	Valor mínimo	Valor máximo
Enradin (Enramicina ...)	Enradin (Enramicina ...)	Ingredientes_stru...	Real	4	0	-3,402823466E+38	3,402823466E+38
Neoxmycin (Neomici...	Neoxmycin (Neomici...	Ingredientes_stru...	Real	4	0	-3,402823466E+38	3,402823466E+38

Figure 70-Programación de las Recetas en el HMI Receta 2

Para la tercera receta la cual es PROCAN CRP POLLO EXT C, ingresaremos a la base de datos los siguientes micro ingredientes: Capsoquin O-N (Antioxidante Etxq) y Óxido de Zinc.

Nombre	Nombre de visualizac...	Número	Versión	Ruta	Tipo	Número máximo de re...	Tipo de comunicación	Too...
ENG 0 GRA INT ...	ENG 0 GRA INT CO C...	2	07/12/2022 23:...	IStorage Card SDI	Limitado	500	Variables	
ENGORDE 1 GR...	ENGORDE 1 GRA CO ...	1	08/12/2022 0:0:...	IStorage Card SDI	Limitado	500	Variables	
Procان CRP Poll...	Procان CRP Pollo EXT C	3	15/12/2022 16:...	IFlashRecipes	Limitado	500	Variables	
Procان Cachorr...	Procان Cachorro RP B...	4	15/12/2022 16:...	IFlashRecipes	Limitado	500	Variables	

Nombre	Nombre de visualizac...	Variable	Tipo de datos	Longitud d...	Valor predetermi...	Valor mínimo	Valor máximo
Capsoquin O-N (Anti...	Capsoquin O-N (Anti...	Ingredientes_stru...	Real	4	0	-3,402823466E+38	3,402823466E+38
Oxido de Zinc	Oxido de Zinc	Ingredientes_stru...	Real	4	0	-3,402823466E+38	3,402823466E+38

Figure 71-Programación de las Recetas en el HMI Receta 3

Para la cuarta receta la cual es PROCAN CACHORRO RP BICOLOR, ingresaremos a la base de datos los siguientes micro ingredientes: Capsoquin O-N (Antioxidante Etxq) y Óxido de Zinc.

Nombre	Nombre de visualizac...	Número	Versión	Ruta	Tipo	Número máximo de re...	Tipo de comunicación	Too...
ENG 0 GRA INT ...	ENG 0 GRA INT CO C...	2	07/12/2022 23:...	IStorage Card SDI	Limitado	500	Variables	
ENGORDE 1 GR...	ENGORDE 1 GRA CO ...	1	08/12/2022 0:0:...	IStorage Card SDI	Limitado	500	Variables	
Procان CRP Poll...	Procان CRP Pollo EXT C	3	15/12/2022 16:...	IFlashRecipes	Limitado	500	Variables	
Procان Cachorr...	Procان Cachorro RP B...	4	15/12/2022 16:...	IFlashRecipes	Limitado	500	Variables	

Nombre	Nombre de visualizac...	Variable	Tipo de datos	Longitud d...	Valor predetermi...	Valor mínimo	Valor máximo
Capsoquin O-N (Anti...	Capsoquin O-N (Anti...	Ingredientes_stru...	Real	4	0	-3,402823466E+38	3,402823466E+38
Oxido de Zinc	Oxido de Zinc	Ingredientes_stru...	Real	4	0	-3,402823466E+38	3,402823466E+38

Figure 72-Programación de las Recetas en el HMI Receta 4

Luego, aparecerá una interfaz donde el usuario podrá escoger el tipo de receta y la cantidad establecida por cada micro ingrediente. A continuación, se mostrará el interfaz que tendrá el usuario para poder seleccionar la receta:

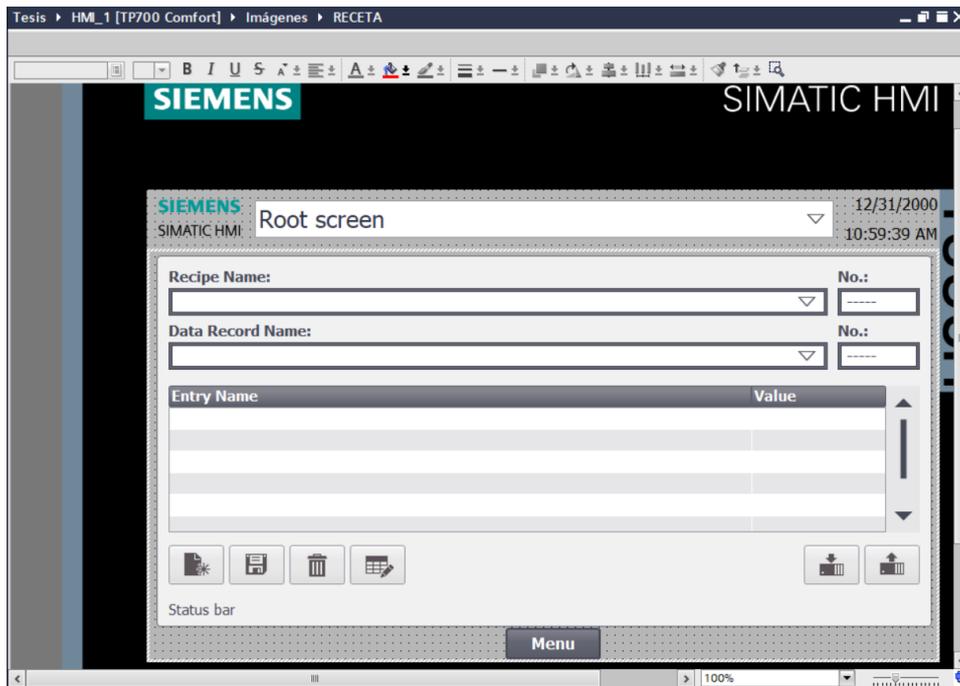


Figure 73-Pantalla Selección de Receta

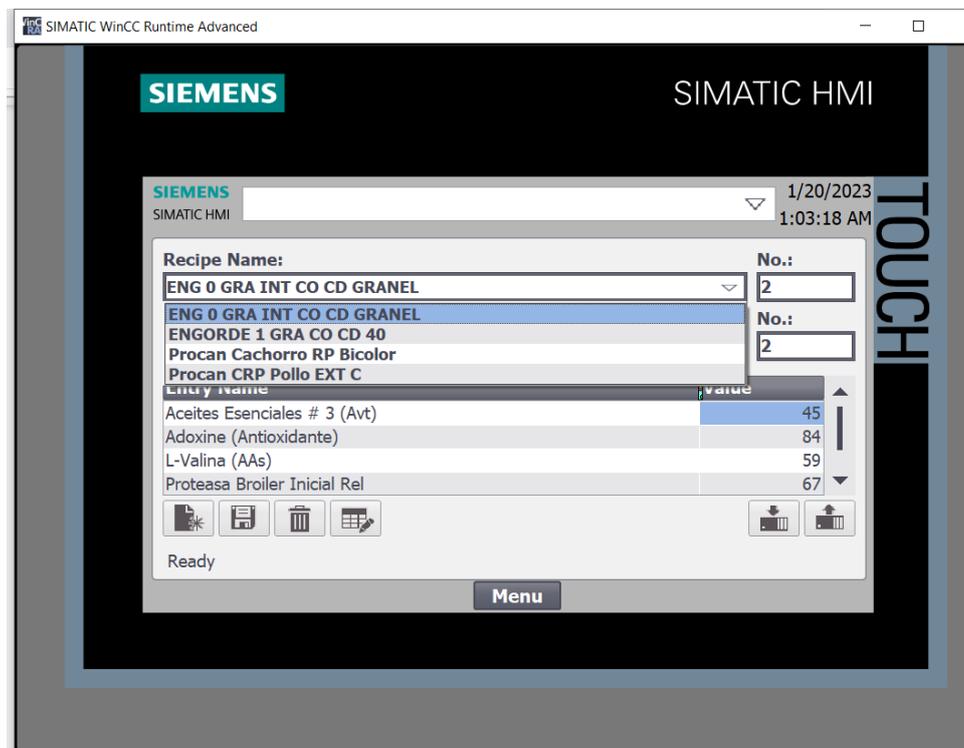


Figure 74-Pantalla Selección de Receta

Luego de haber seleccionado la receta y los valores en gramos de cada micro ingrediente, se procede a cargar la información en el PLC. Se habrán cargado exitosamente los parámetros cuando aparezca un mensaje que diga “Data record read”. Tal y como se muestra a continuación:

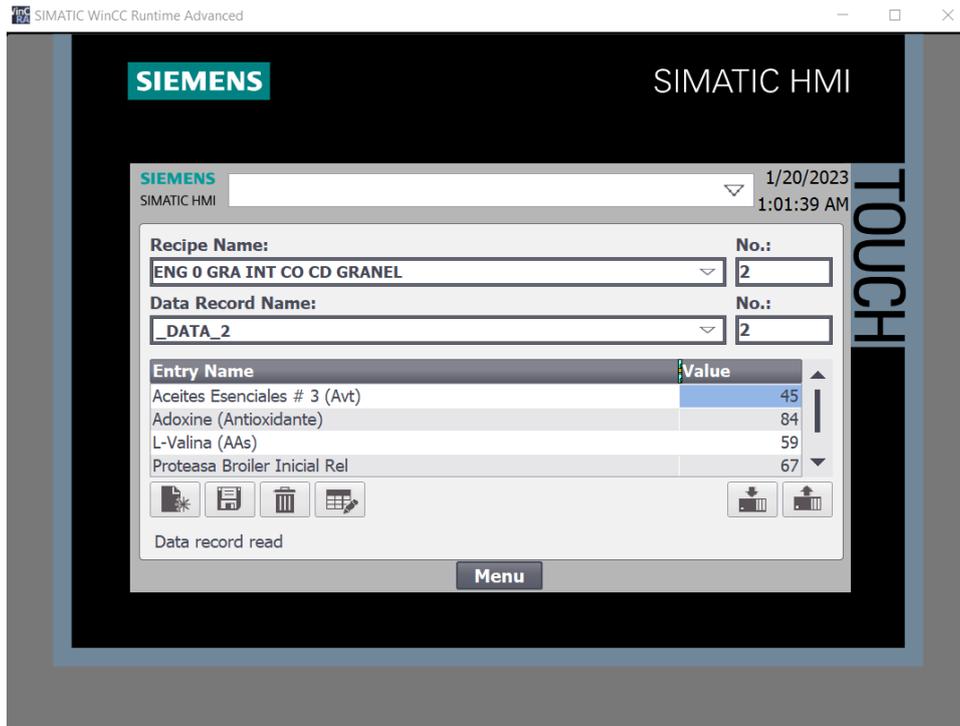


Figure 75-Pantalla Selección de Receta y Código

Dentro del programa, se configuró una nueva página con el nombre de SIMULACIÓN donde se podrá monitorear el estado de los sensores, actuadores y alarmas. Esta página del HMI, nos ayudará a llevar un control del proceso en tiempo real de acuerdo a la receta seleccionada previamente. Dentro de la programación del HMI, se realizó la declaración de cada objeto con una variable del PLC. Recordar que todas las variables que utilizemos dentro del HMI, deben ser consideradas marcas de memoria. A continuación, se muestra la pestaña SIMULACIÓN:

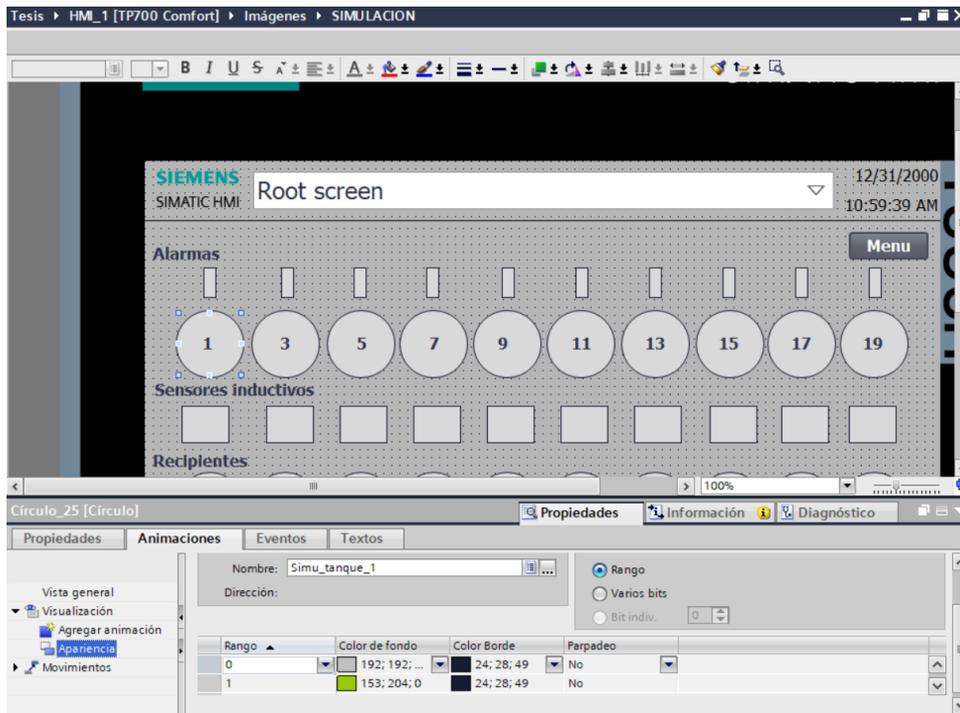


Figure 76- Programación de Color de los Elementos

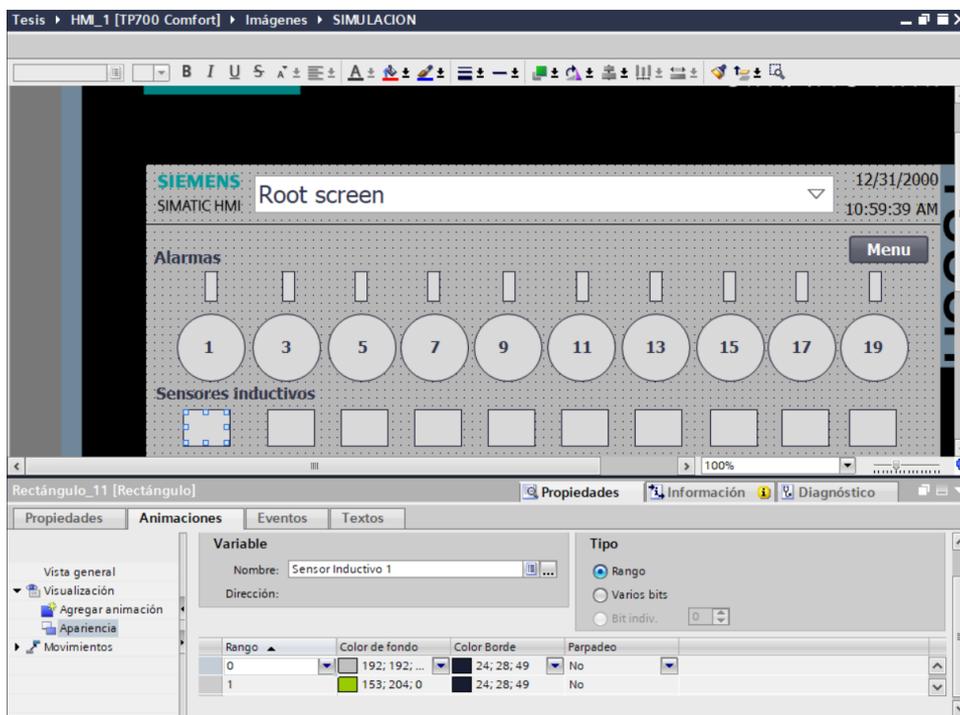


Figure 77- Programación de Color de los Elementos

Finalmente, tenemos la pestaña BALANZA donde se podrá ingresar el valor analógico de la balanza y se podrá observar su valor convertido en gramos. Además, se han añadido botones de los 10 sensores inductivos y los 18 sensores de nivel del proceso con la finalidad de activar las respectivas directamente desde el HMI y no mediante la tabla de variables. El motivo por el cual incorporamos

botones de los sensores inductivos y de los sensores de nivel es que debido a que son entradas físicas, se requiere que manipulemos de manera manual por motivo de simulación. En el caso de los sensores inductivos, estos nos indican la posición donde se encuentra la balanza en la banda transportadora y los sensores de nivel nos sirven de referencia para conocer si el nivel del micro ingrediente dentro de cada recipiente es el propicio y, en el caso que no lo sea, se activara una alarma para que el operador proceda a llenar el recipiente del micro ingrediente faltante.

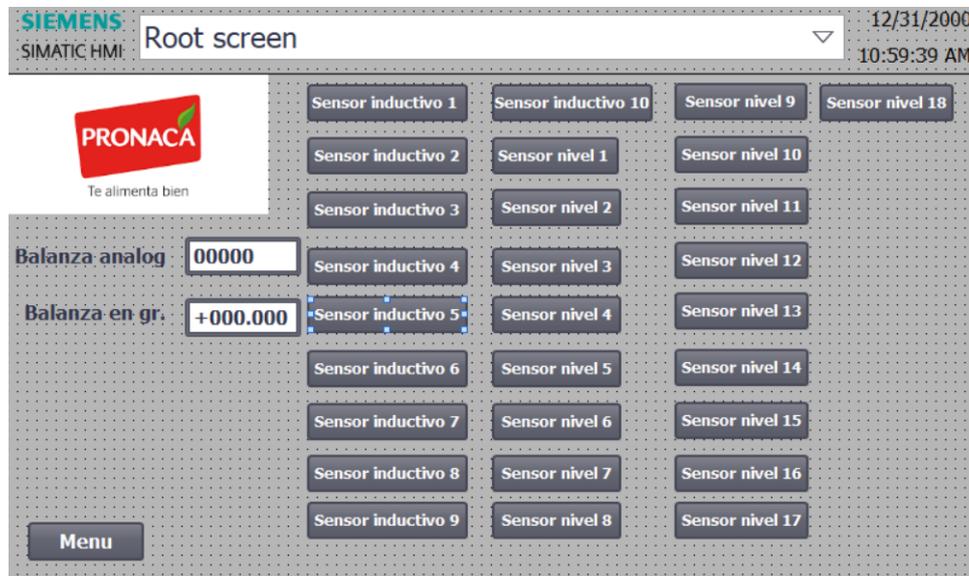


Figure 78- Programación de los botones

Inicialmente, los sensores de nivel de cada recipiente estarán encendidos ya que recién empezaría el proceso de pesaje, es decir, todos los recipientes estarían llenos de cada micro ingrediente. Solo en el caso que la cantidad de micro ingrediente esté por debajo del nivel permitido, el sensor de nivel se desactivaría y mandaría una señal para que se active la alarma.

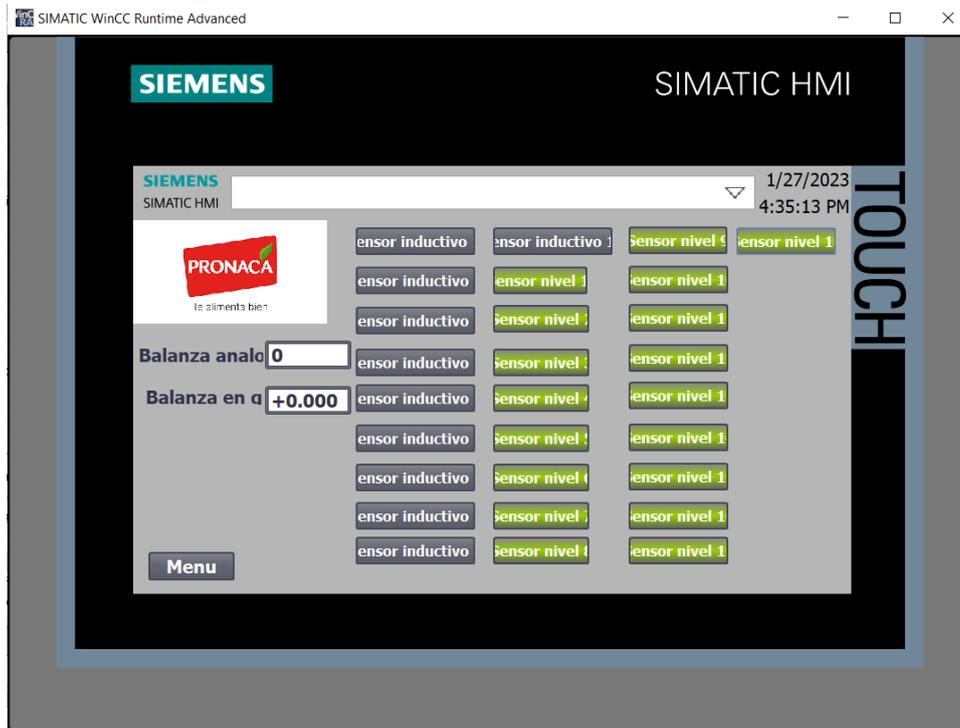


Figure 79-Pantalla de control al iniciar

En la pestaña de SIMULACIÓN, se podrá observar que inicialmente no debe existir ninguna alarma ya que todos los recipientes están llenos del micro ingrediente correspondiente.



Figure 80-Pantalla de simulación al iniciar

En el caso que el sensor de nivel se apague, éste enviará una señal para la activación de una alarma que alerta al personal a llenar dicho recipiente con el micro ingrediente

correspondiente. A continuación, se mostrará que el sensor de nivel 1 se desactivará, entonces se activará la alarma del recipiente 1.

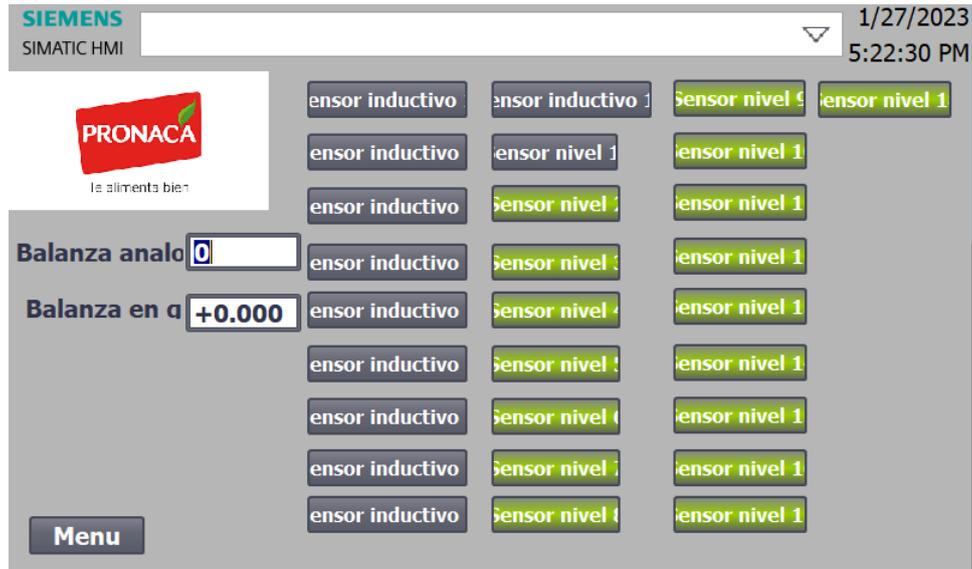


Figure 81- Desactivar el sensor de nivel 1

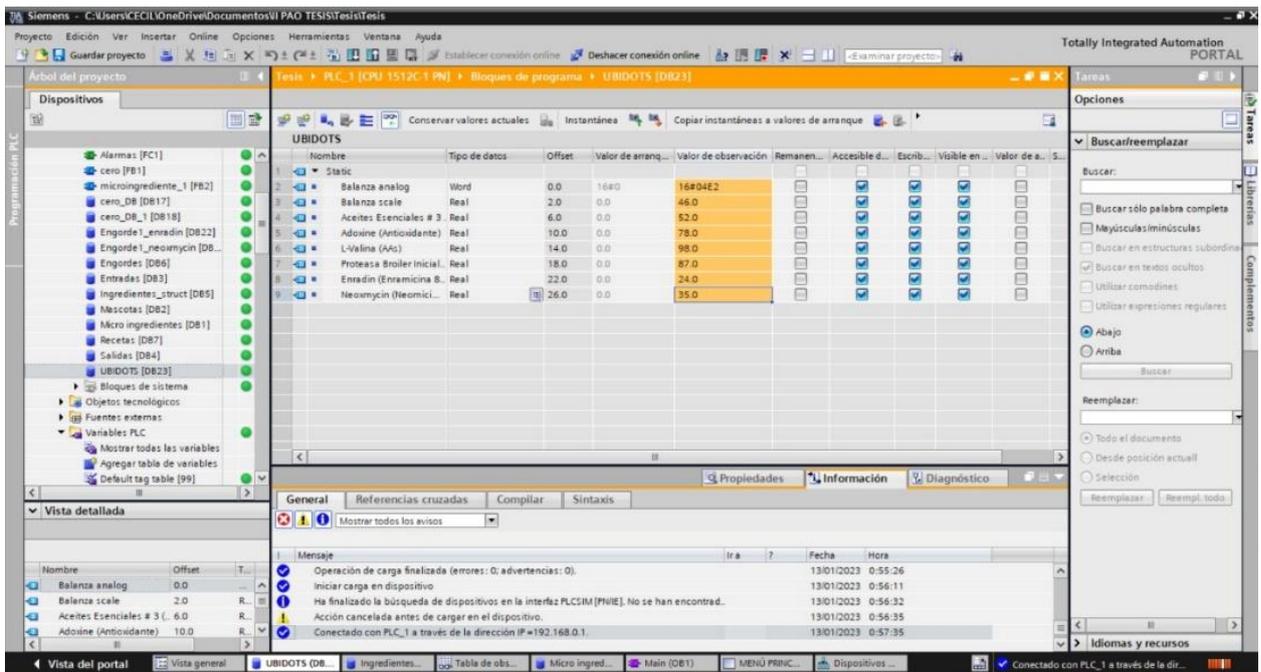


Figure 82- Comprobar que la alarma 1 funciona

3.3 Ubidots

Ubidots es una plataforma IoT (Internet de las cosas) que permite visualizar y monitorear los diferentes parámetros de un proceso industrial ya sea desde un ordenador, smartphone, etcétera.

Para este proyecto, se utilizó la plataforma Ubidots ya que se quiso llevar el proyecto a un siguiente nivel como son las herramientas IoT. Básicamente, se extraen las variables del PLC mediante Node red y se envían dichas variables a Ubidots donde se podrán crear dashboards de cada variable con la

finalidad de permitirle al operador/supervisor monitorear el proceso de pesaje de micro ingredientes en tiempo real y de manera remota.

A continuación, se mostrará el paso a paso de todo este proceso.

En primer lugar, se procedió a crear una base de datos con todas las variables que se desea mostrar en Ubidots, tal y como se muestra a continuación:

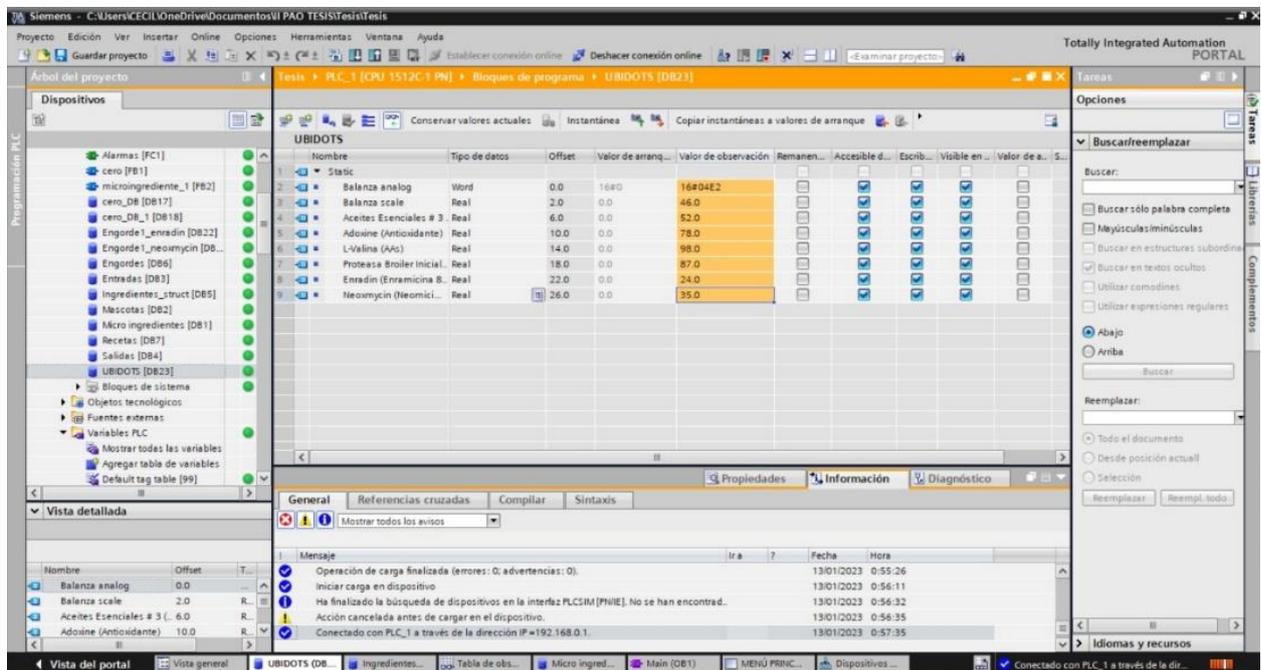


Figure 83- Bloque de datos de los parámetros para Ubidots

Luego, se procede a realizar una programación en Node red que me permita extraer los parámetros del PLC S7 1500 para luego enviarlos a Ubidots, tal y como se muestra a continuación:



Figure 84-Programación de Node red

En la imagen, se puede observar que la comunicación entre el PLC – Node red – Ubidots es correcta permitiéndonos observar los valores del PLC en una plataforma IoT como lo es Ubidots.

A continuación, se mostrará la plataforma de Ubidots con las respectivas variables creadas en la base de datos del PLC.

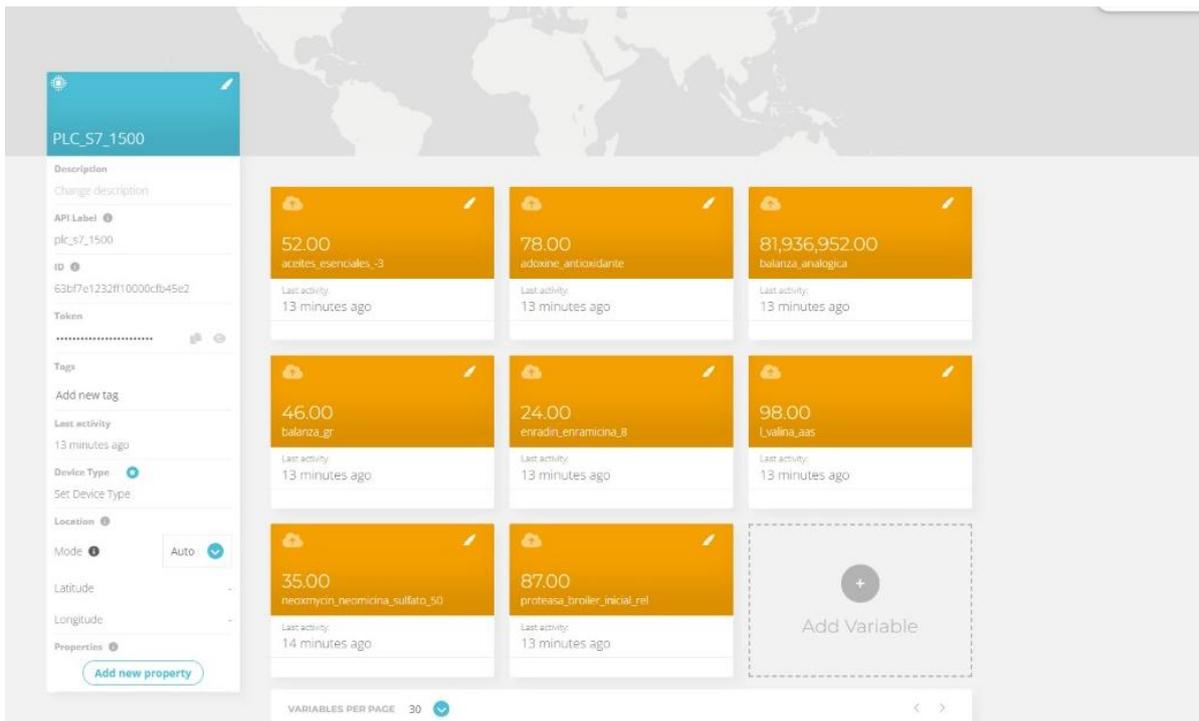


Figure 85-Dashboard en Ubidots (registro histórico)

Sin embargo, existe otra manera de representar los diferentes valores de las variables del PLC que es mediante dashboards, es decir, haciendo uso de indicadores. A continuación, se mostrará un ejemplo de un dashboard de Ubidots:

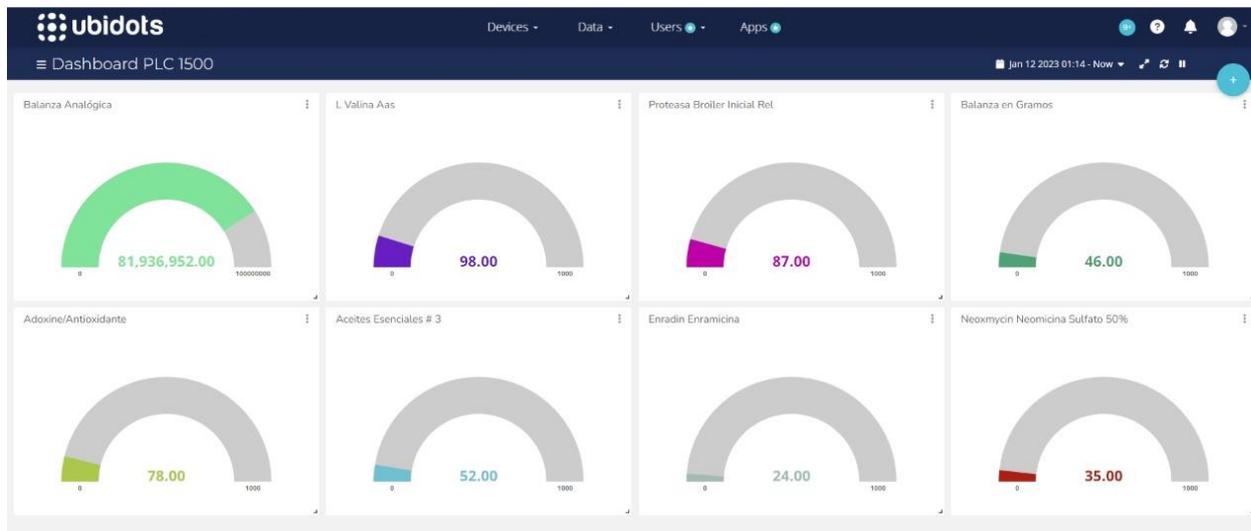


Figure 86-Dashboard en Ubidots (tiempo real)

CAPÍTULO 4

4.1 Análisis de Resultados

El nuevo proceso automatizado presenta grandes expectativas para las industrias alimenticias, farmacéuticas y avícolas. El sistema de pesaje de micro ingredientes incrementa el nivel de producción en un menor tiempo. Además, permite monitorear el proceso y la versatilidad del mismo mediante el HMI y Ubidots. Añadir herramientas IoT es un avance y un gran valor agregado para este proyecto ya que actualmente tener una plataforma web donde se pueda observar cualquier proceso industrial de manera remota y en tiempo real ya no es una opción sino una necesidad para la gran demanda de industrias en la actualidad.

El nivel de precisión y exactitud del sistema es muy alto ya que se están manipulando materias primas que, posteriormente, serán comercializadas para el consumo de animales y personas. Por tal razón, se programó de manera que exista mucha rigurosidad durante el proceso. Para este proceso, se consideró una tolerancia del 2% para todos los micro ingredientes. En el caso que se exceda el nivel permitido, automáticamente se cerrará el pistón, el motor del tornillo sin fin y el motor dosificador.

Este sistema tiene la finalidad de evitar la contaminación cruzada y, por ende, asegurar la inocuidad de los alimentos balanceados para animales. La calidad de los alimentos debe cumplir estándares muy elevados tanto de higiene como de inocuidad, y esa fue la razón que inspiró a este proyecto.

4.2 Conclusiones

- 1) Ubidots es una plataforma IoT que, mediante Node-red, se podrá visualizar los diferentes parámetros del PLC en tiempo real y de manera remota. Node – red es el encargado de extraer los parámetros que están siendo controlados por el PLC mediante el Node red contrib S7, éste viene a ser una librería dentro de Node-red que permite extraer o enviar información desde o hacia un PLC. De la misma manera, Node – red tiene una librería que se llama ubidots – Nodered el cual es el encargado de enviar o recibir información desde o hacia Ubidots.
- 2) En este proyecto, nuestra solución es netamente simulada; sin embargo, hay variables físicas como los sensores de nivel y sensores inductivos que la única manera de activar dichas entradas físicas es de manera manual. Por tal razón, se incorporó botones para poder activar cualquier entrada física desde el HMI, aunque en la realidad esto no sería necesario ya que se supone que directamente los sensores enviarían una señal de activación al PLC.

- 3) Inicialmente, se escogió un PLC de la serie 1200; sin embargo, debido a la gran cantidad de entradas y salidas digitales/analógicas se decidió cambiarlo a un PLC de la serie 1500. Dicho cambio se realizó debido a que los PLCs de la serie 1200 no permiten incluir una gran cantidad de módulos adicionales a diferencia de los PLCs de la serie 1500 que sí lo permiten.
- 4) El problema que se desea evitar es la contaminación cruzada y la mala calidad de los alimentos balanceados. En Cuenca, se han encontrado alimentos balanceados de diferentes marcas con bacterias patógenas como, por ejemplo: Campylobacter, Salmonella y Escherichia coli. Estas bacterias causan daño a los animales y, posteriormente, a nosotros los seres humanos. Así que, hay que tener en cuenta que todo es una cadena y que si se enferman nuestros animales (o mascotas) probablemente nosotros también contraigamos las enfermedades.

ingredientes puede ser introducido en las industrias alimenticias, farmacéuticas o seguir en las mismas industrias avícolas. Dependiendo del requerimiento del cliente, se puede ampliar o reducir la capacidad del sistema ya que todo dependerá de la cantidad de ingredientes que se requiera dentro del proceso de pesaje y dosificación.

- 5) El nuevo sistema automatizado traerá consigo una gran cantidad de beneficios ya que incrementará la cantidad de núcleos de producción en menor tiempo posible, aumentará la precisión y eficiencia del sistema, disminuirán gastos y desperdicios tanto económica como en materia prima y, por último, asegurará una completa inocuidad de los alimentos balanceados, así como también una buena calidad e higiene de los productos.

4.3 Recomendaciones

- 1) Instalar PLC – Advanced para permitir la comunicación del PLC S7 1512C-1PN con Node-red. Se da esta recomendación porque al ser nuestro proyecto netamente simulación (sin PLC físico) se necesita de un simulador que nos facilite conectarnos con cualquier herramienta IoT y la única manera de realizarlo es con la ayuda de un emulador físico que nos permita utilizar los beneficios de un PLC físico sin la necesidad de tenerlo realmente.
- 2) Instalar machine simulator debido a que Factory Io es muy limitado con respecto a la variedad de elementos que tiene incorporado. En cambio, machine simulator permite diseñar cualquier tipo de escenario ya que cuenta con una gran variedad de objetos e incluso da la facilidad de crear nuevos objetos de acuerdo a la necesidad requerida.
- 3) Al ser un proyecto de simulación, se recomienda realizar prueba-error con diferentes valores analógicos en la balanza ya que, en este caso, el usuario deberá de ingresar valores analógicos para que luego sean convertidos en gramos siendo éstos últimos valores los que verdaderamente utilizaremos en la programación.
- 4) Inicialmente, los sensores de nivel deberán ser activados manualmente antes de iniciar la simulación ya que, al ser entradas físicas, deberán ser manipuladas manualmente tal cual ocurre

en la realidad. Los sensores de nivel mandarían una señal de activado al PLC ya que los recipientes estarán llenos de cada micro ingrediente. En el caso que el micro ingrediente esté por debajo del nivel marcado por el sensor, sólo en ese caso el sensor de nivel se desactivará y automáticamente se encenderá una alarma.

- 5) Se recomienda iniciar simulación por cada vez que se requiera un tipo de receta. No está programado para que realice el mismo proceso determinada cantidad de iteraciones.

REFERENCIAS

Bibliografía

1. **ARCSA**. [En línea] 29 de 09 de 2022. https://acsa.gencat.cat/es/seguretat_alimentaria/consells_sobre_seguretat_alimentaria/que-es-la-contaminacio-encreuada-i-com-evitar-la/.
2. **ATLANTIC, REYSAN**. resysan. [En línea] 22 de Abril de 2020. <https://www.reysan.com/evite-contaminacion-cruzada.aspx>.
3. **dir&ge**. Directivos y gerentes. [En línea] 5 de Mayo de 2022. <https://directivosygerentes.es/innovacion/fabricas-inteligentes-papel-internet-de-las-cosas-iot>.
4. **Megatronica**. [En línea] 20 de Febrero de 2020. <https://megatronica.cc/producto/motor-dc-1-2v-2-4v-mini-motor-electrico/>.
5. **Vyrsa**. [En línea] 14 de Noviembre de 2021. <https://www.vyrsa.com/es/catalogo/productos/electro-valvulas-hi-flow-vyr-6150/>.
6. **Direct Industry**. [En línea] 25 de Octubre de 2019. <https://guide.directindustry.com/es/que-sensor-de-proximidad-elegir/>.
7. **Lacobacha**. [En línea] 17 de Febrero de 2020. <https://www.lacobacha.com.ec/producto/balanza-de-plataforma-300-kilos-digital-electronica-bodega-tienda-supermercado/>.
8. **Meprosa**. [En línea] 11 de Julio de 2022. <https://meprosa.mx/la-banda-transportadora-un-equipo-indispensable-en-el-ensamblaje-de-vehiculos/>.
9. **Galbarro, Hermenegildo Rodríguez**. Ingemecaniaca. [En línea] 8 de Febrero de 2023. <https://ingemecanica.com/tutorialesemanal/tutorialn143.html>.
10. **Autycom**. [En línea] 12 de Marzo de 2018.
11. **Interempresas**. [En línea] 22 de Mayo de 2020. <https://www.interempresas.net/Robotica/FeriaVirtual/Producto-Variadores-de-frecuencia-Siemens-Sinamics-V20-161138.html>.
12. **IMDHER**. imder. [En línea] 12 de 07 de 2019. <https://imdher.com.mx/sistema-de-dosificacion-y-pesaje-de-microingredientes/>.
13. **Correa, Jesus**. Patreon. [En línea] 13 de Enero de 2021. https://www.youtube.com/watch?v=G0FhQpvToMA&ab_channel=JesusCorrea-PLC.
14. **Promesa**. [En línea] 24 de Junio de 2019. <https://www.promesa.com.ec/producto/motor-trifasico-1800-rpm-weg-1-hp>.
15. **Novatronic**. [En línea] 26 de Septiembre de 2019. <https://novatronicec.com/index.php/product/fusible-tipo-europeo/>.
16. **Black Steel**. [En línea] 19 de Agosto de 2021. <https://www.blacksteel.pe/producto/interruptor-termomagnetico-3x2a-20-6ka-230-400v-tipo-c-din-abb/>.

17. Inselec. [En línea] 15 de Diciembre de 2015. <https://inselec.com.ec/store/inicio/2767-contactor-25hp-220v-ref-b-2006-.html>.
18. Soluciones Electricas Confiables. [En línea] Octubre de 27 de 2021. <https://www.bpsolucioneselectricas.com.ar/producto/2946/rele-termico-de-sobrec-11-16-a>.
19. Centro de formacion tecnica para la industria. [En línea] 02 de Septiembre de 2021. <https://www.cursosaula21.com/que-es-un-sistema-scada/>.
20. Srcsl. [En línea] 25 de Julio de 2019. <https://srcsl.com/catalogo/sensores-de-nivel/>.
21. Bodine Electric Company. [En línea] 07 de Septiembre de 2018. <https://www.bodine-electric.com/products/dc-motors/33a-series-permanent-magnet-dc-motor/6037/>.
22. Festo. Festo-didactic. [En línea] 14 de Agosto de 2017. <https://www.festo-didactic.com/int-es/learning-systems/equipos-de-practicas/neumatica/componentes/cilindro-de-simple-efecto.htm?fbid=aW50LmVzLjU1Ny4xNC4xOC41NjQuMzUxMw>.
23. Megatronica. [En línea] 29 de Febrero de 2020. <https://megatronica.cc/producto/sensor-proximidad-inductivo-pnp-lj12a3-4-z-bx/>.
24. Made-in-china. [En línea] https://es.made-in-china.com/co_zszhengheng/product_Stainless-Steel-Feed-Hopper-for-Filling-Machine_rssyhrisg.html.
25. REF. DEYE07. Deymalamanca. [En línea] 05 de Abril de 2020. <https://deymalamanca.es/equipos-hidromecanicos/tornillo-sinfin-transportador/>.
26. Masvoltaje. [En línea] 20 de Mayo de 2017. <https://masvoltaje.com/simatic-s7-1200/1207-simatic-s7-1200-modulo-de-entradas-digitales-sm-1221-16-ed-24v-dc-6940408100404.html>.
27. MasVoltaje. [En línea] 08 de Abril de 2018. <https://masvoltaje.com/simatic-s7-1200/1211-simatic-s7-1200-modulo-de-salidas-digitales-sm-1222-8-sd-rele-2a-6940408101944.html>.
28. Correa, Jesus. Youtube. [En línea] 28 de 01 de 2022. <https://imdher.com.mx/sistema-de-dosificacion-y-pesaje-de-microingredientes/>.
29. Centro de Formacion Tecnica para la Industria. [En línea] <https://www.cursosaula21.com/que-es-un-sistema-scada/>.
30. Gashor. [En línea] 20 de 06 de 2018. <https://www.gashor.com/equipos-industria-alimentaria/dosificacion-microingredientes/>.
31. Gashor. [En línea] 20 de 06 de 2018. <https://www.gashor.com/equipos-industria-alimentaria/dosificacion-microingredientes/>.
32. Anda, Nahim de. Factor Evolution. [En línea] 24 de 10 de 2018. <https://www.factor.mx/portal/base-de-conocimiento/motor-dc/#:~:text=Por%20Nahim%20de%20Anda%20El%20motor%20CC%20o,gracias%20a%20la%20acci%C3%B3n%20de%20un%20campo%20magn%C3%A9tico>.
33. IBÉRICA, BURKERT. BURKERT IBÉRICA. [En línea] <https://www.burkert.es/es/Empresa-y-carrera/Actualidades/Prensa/Mediateca/Informes-tecnicos/Informes-tecnicos-temas-adicionales/Que-es-una-electrovalvula-y-como-funciona>.
34. F. Torres, C. Fernandez. *Sensores y Detectores*. Alicante : Universidad de Alicante, 2019.

35. Ubidots. [En línea] <https://ubidots.com/>.
36. Node-RED. [En línea] <https://Nodered.org/blog/>.
37. Masvoltaje. [En línea] <https://masvoltaje.com/simatic-s7-1200/1207-simatic-s7-1200-modulo-de-entradas-digitales-sm-1221-16-ed-24v-dc-6940408100404.html>.
38. Mall.Industry. [En línea]
<https://mall.industry.siemens.com/mall/es/WW/Catalog/Products/10045686?activeTab=product>.
39. SumiFluid. [En línea] 26 de 08 de 2019. <https://sumifluid.com/tipos-cilindros-neumaticos/#:~:text=de%20dos%20tipos%3A-,%E2%80%93%20Cilindros%20neum%C3%A1ticos%20de%20simple%20efecto%3A,se%20efect%C3%BAa%20en%20este%20sentido..>
40. Bua, Manuel Torres. Edu.Xunta. [En línea] 30 de 03 de 2014.
https://www.edu.xunta.gal/espazoAbalar/sites/espazoAbalar/files/datos/1464947673/contido/52_tornillo_sinfncorona.html#:~:text=Se%20denomina%20tornillo%20sin%20fin,n%C3%BAmero%20de%20entradas%20del%20sinf%C3%ADn..
41. Gashor. Gashor. [En línea] 20 de 05 de 2021.
https://www.youtube.com/watch?v=4XLWib9CZX0&ab_channel=GASHOR.

ÁPENDICE A

Encuesta de relacion mascotas con intoxicacion por alimento balanceado 1

En relación a la pregunta anterior, en la escala del 1 al 10 ¿Qué tan frecuente es que de ese porcentaje de animales con problemas gastrointestinales, el motivo del problema radique en la mala calidad del alimento balanceado? Siendo 1 el nivel de frecuencia mínimo y 10 el nivel de frecuencia máximo.



7 respuestas

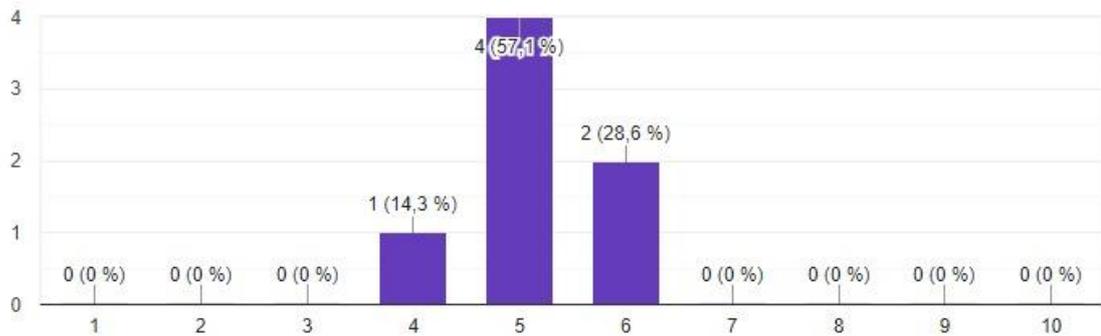


Figure 87-Encuesta pregunta 1

En la escala del 1 al 10, ¿Qué tan frecuente es que los animales presenten problemas gastrointestinales? Siendo 1 el nivel de frecuencia mínimo y 10 el nivel de frecuencia máximo.



7 respuestas

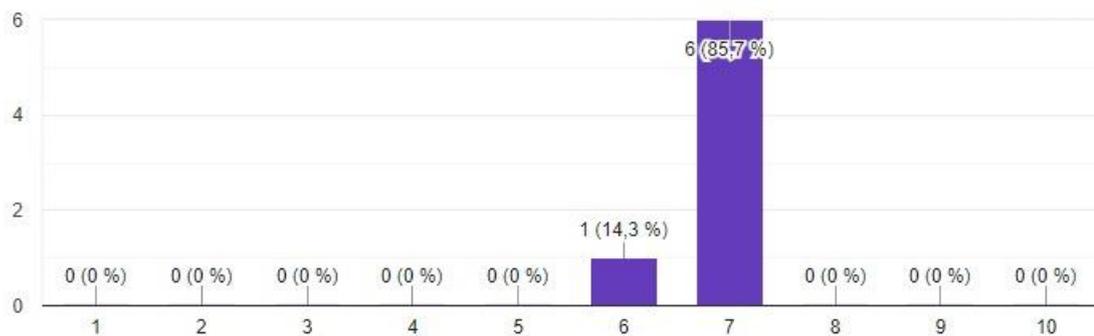


Figure 88-Encuesta pregunta 2