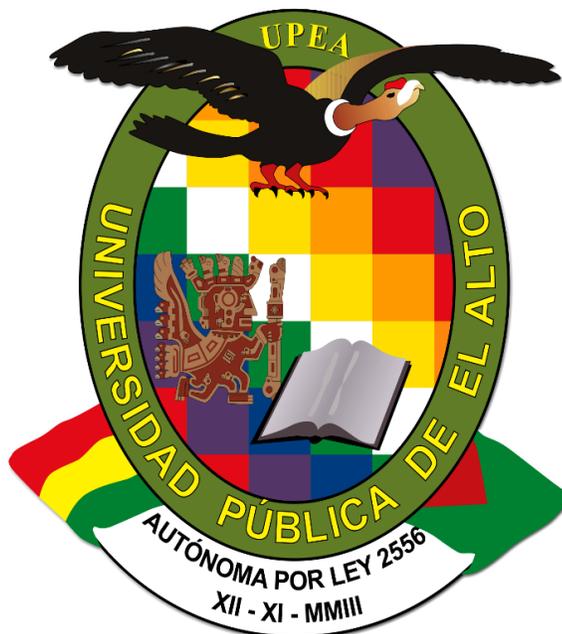


UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO

CARRERA INGENIERÍA DE SISTEMAS



PROYECTO DE GRADO

“DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE TEMPERATURA Y HUMEDAD PARA UN HORNO DE SECADO DE MADERA”

CASO: SOEX S.R.L.

Para optar al título de Licenciatura en Ingeniería de Sistemas

Mención: GESTIÓN Y PRODUCCIÓN

Postulante: Jorge Eleuterio Casas Mamani

Tutor Metodológico: Ing. Maricel Yarari Mamani

Tutor Especialista: Lic. Rosa Verastegui Ontiveros

Tutor Revisor: M. Sc. Ing. Dulfredo Villca Lázaro

EL ALTO - BOLIVIA

2020

AGRADECIMIENTO

Mi sincero agradecimiento a Dios por guiar mis pasos, por llevarme a alcanzar mis metas y objetivos, por todas las bendiciones brindadas, por haberme encaminado de tal manera que me permitió culminar este sueño.

A la Universidad Pública del Alto y la Carrera de Ingeniería de Sistemas en donde se me abrieron las puertas para poder alcanzar una meta más en mi camino, a mis docentes y en especial a mis tutores Ing. Maricel Yarari Mamani, Lic. Rosa Verastegui Ontiveros, M. Sc. Ing. Dulfredo Villca, quienes con dedicación y apoyo aportaron a la culminación de este presente trabajo investigativo.

A la Empresa SOEX S.R.L., al Gerente General Ing. Angelo Sanjines Tudela y Gerente de Producción Ing. Javier Huarachi Poma, por el apoyo e información brindada durante todo el proceso y desarrollo del proyecto.

DEDICATORIA

El presente proyecto va dedicado a mis hijos Elif Nicole y Eithan Jorge, que son los amores de mi vida, mi fuente de inspiración y motivación para salir adelante y superarme.

Mi querida esposa Feliza Soledad, quien es el apoyo más grande e incondicional, formando juntos una familia llena de amor y comprensión.

A mis padres Eulogio y Julia y a mis hermanos, a quienes estaré infinitamente agradecidos por el apoyo emocional y afrontar juntos los retos de la vida. A todos mis amigos y familiares que siempre estuvieron junto a mi formando un lazo de respeto y confianza.

RESUMEN

En el proceso de secado es uno de los requerimientos más importantes en la manufactura de productos desarrollados a base de madera, para ello el presente proyecto presenta un diseño de control dentro del horno en los parámetros especificados tomando en cuenta los factores y requerimientos de la empresa SOEX S.R.L. para maximizar la productividad en el área y producción de las mismas.

El diseño de control de temperatura y humedad dentro del horno de secado tiene el objetivo de evitar y disminuir la pérdida de recursos al momento de realizar las mediciones y accionamientos de los componentes que forman parte de control en el secado de madera, para ello en el transcurso del desarrollo se ve el desglose de las herramientas y metodologías utilizadas, brindando una mejor comprensión en el armado de los tableros eléctricos como también la realización de un análisis para la creación de un HMI que interactúe con usuario final.

Para el objetivo, se realizó la construcción de diagramas eléctricos en cual se pueden apreciar las conexiones necesarias para que no entre en conflicto durante el funcionamiento evitando que existan sobrecargas y corto circuito, de la misma forma los diagramas necesarios para par el diseño de la interfaz de control para el horno de secado HMI.

Por lo tanto, se concluye el proyecto con el diseño del sistema de control de temperatura y humedad hasta un punto de prototipo para la verificación del funcionamiento, junto con recepción y emisión de señales del HMI hacia el tablero de control para el accionamiento de la potencia, logrando cumplir con los objetivos planteados de la investigación.

ÍNDICE

	Pág.
1 MARCO PRELIMINAR	1
1.1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.2 ANTECEDENTES	2
1.2.1 Antecedentes Académicos.....	2
1.2.2 Antecedentes Institucionales	4
1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
1.3.1 Problema Principal.....	5
1.3.2 Problemas Secundarios.....	5
1.4 OBJETIVOS	6
1.4.1 Objetivo General.....	6
1.4.2 Objetivos Específicos.....	6
1.5 JUSTIFICACIÓN.....	6
1.5.1 Técnica.....	7
1.5.2 Económica	7
1.5.3 Social.....	7
1.6 METODOLOGÍA	8
1.6.1 Método de ingeniería.....	8
1.6.2 Metodologías de diseño de hardware.....	10
1.7 HERRAMIENTAS	11
1.8 LÍMITES Y ALCANCES	13
1.8.1 Límites.....	13
1.8.2 Alcances.....	13
1.9 APORTES.....	14
2 MARCO TEÓRICO.....	15
2.1 INGENIERÍA DE REQUERIMIENTOS	15
2.1.1 Algunas definiciones de distintos autores para ingeniería de requerimientos	17
2.1.2 Características de un requerimiento	18
2.1.3 Actividades de la ingeniería de requerimientos	18
2.1.4 División De Requerimientos	21
2.2 SECADO DE MADERA	21
2.2.1 Humedad de la madera	23

2.2.2	Influencia de la humedad sobre las características de la madera	24
2.2.3	Secado Artificial	29
2.3	AUTOMATIZACIÓN	30
2.3.1	Sistema De Control	31
2.3.2	Sistemas de control de lazo abierto	33
2.3.3	Sistemas de control de lazo cerrado.....	33
2.3.4	Clasificación de sistemas de control según el tipo de señales que intervienen	34
2.4	SENSORES Y ACTUADORES	34
2.4.1	Clasificación de sensores según el tipo de señal de salida.....	35
2.4.2	Clasificación de sensores según su fuente de alimentación	36
2.4.3	Especificación de sensores.....	36
2.5	METODOLOGÍAS DE DISEÑO DE HARDWARE	37
2.5.1	Herramientas CAD.....	37
2.5.2	Diseño Top-Down	40
2.5.3	Descripción de un diseño	42
2.6	METODOLOGÍA DE DESARROLLO RUP	43
2.6.1	Introducción al proceso unificado racional (RUP)	43
2.6.2	Consideraciones del RUP	43
2.6.3	Fases.....	48
2.7	LENGUAJE DE DISEÑO UML.....	55
2.7.1	Introducción	55
2.7.2	Diagramas UML.....	57
2.7.3	Diagrama de casos de uso.....	58
2.7.4	Diagrama de secuencias	60
2.7.5	Diagrama de estados	61
2.7.6	Diagrama de actividad	61
2.7.7	Diagrama de clases.....	62
3	MARCO APLICATIVO	64
3.1	DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA DE CONTROL ACTUAL	64
3.1.1	Ventiladores.....	65
3.1.2	Motores Trifásicos	65
3.1.3	Control de humedad.....	66

3.1.4	Requerimientos funcionales y no funcionales.....	67
3.2	DISEÑO DEL SISTEMA DIAGRAMA DE BLOQUES.....	68
3.3	DISEÑO AL SISTEMA DE HARDWARE	69
3.3.1	Selección de equipos y componentes necesarios para el sistema de control de temperatura y humedad dentro del horno	69
3.3.2	Diseño del hardware apropiado para el sistema	74
3.4	DISEÑO AL SISTEMA DE SOFTWARE	80
3.4.1	ANÁLISIS PARA EL SISTEMA DE CONTROL DE LOS HORNOS	80
3.5	DISEÑO DEL SISTEMA DE ACUERDO A LOS REQUERIMIENTOS NECESARIOS PARA EL MANEJO DE CONTROL	86
3.5.1	Diagrama de secuencia	86
3.5.2	Diagrama de estado	89
3.5.3	Vistas al sistema de control.....	91
3.6	ANÁLISIS DE CALIDAD DEL SISTEMA DE ACUERDO AL FUNCIONAMIENTO REQUERIDO POR LA EMPRESA	93
4	COSTOS PARA EL SISTEMA DE CONTROL DEL HORNO	95
4.1	COSTOS MANO DE OBRA INSTALACIÓN DE LOS TABLEROS ELÉCTRICOS	95
4.2	COSTO DE MATERIALES.....	96
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	98
5.1	CONCLUSIONES.....	98
5.2	RECOMENDACIONES.....	98
	BIBLIOGRAFÍA.....	100
	ANEXOS.....	102
	ANEXO A.....	103
	ÁRBOL DE PROBLEMAS.....	103
	ANEXO B.....	104
	ÁRBOL DE OBJETIVOS	104
	ANEXO C	105
	ENTREVISTA	105
	ANEXO D	107
	MANUAL DE USUARIO	107

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 2.1: Peso de un metro cúbico de madera en función de la humedad	25
Tabla 2.2: Influencia del contenido de humedad sobre los valores de resistencia mecánica	26
Tabla 2. 3: Contenido final de humedad de las maderas de acuerdo al destino o empleo	28
Tabla 2. 4: Esfuerzo-horario contra fases del RUP	51
Tabla 3. 1: Requerimientos funcional	67
Tabla 3. 2 Características para contactores	70
Tabla 3. 3: Características De Equipo Computacional.....	72
Tabla 3. 4: Requerimientos para la calidad del sistema.....	94
Tabla 3. 5: Costos de instalación del tablero de control.....	95
Tabla 3. 6: Componentes eléctricos.....	96
Tabla 3. 7: Tablero y componentes.....	97

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 2. 1: Composición de un sistema básico de control	32
Figura 2. 2: Sistema de Control de Lazo Abierto	33
Figura 2. 3: Sistema de Control de Lazo Cerrado	34
Figura 2. 4: Circulo de prototipos	38
Figura 2. 5: Diseño de hardware con metodología Top-Down	40
Figura 2. 6: RUP – Mejoras prácticas.....	45
Figura 2. 7: Fases del RUP.....	49
Figura 2. 8: Recursos utilizados en las fases del RUP en el tiempo.....	51
Figura 2. 9: Ciclo evolutivo en la elaboración de software basado en el RUP	52
Figura 2. 10: Esfuerzo respecto de los flujos de trabajo.....	53
Figura 2. 11: Estructura del RUP	54
Figura 2. 12: Tipos de mensaje.....	60
Figura 2. 13: Diagrama de actividad.....	62
Figura 2. 14: Diagrama de clases	63
Figura 3. 1: Circuito de control y de potencia en el sistema de motores.....	66
Figura 3. 2: Diagrama de control la temperatura y humedad.....	68
Figura 3. 3: Diagrama de control en los ventiladores.....	68
Figura 3. 4: Diagrama de control al porcentaje de humedad en la madera	69
Figura 3. 5: Modelos de contactores	70
Figura 3. 6: Placa Arduino uno	71
Figura 3. 7: Entradas y salidas del Arduino para la conexión en el sistema.....	74
Figura 3. 8: Diseño de control para el circuito en el sentido de giro	75
Figura 3. 9: Diseño de control para circuito de arranque de motores.....	75
Figura 3. 10: Diseño de señalización para el circuito.....	75
Figura 3. 11: Diseño del circuito de potencia en los ventiladores	76
Figura 3. 12: Entradas y salidas del arduino para la conexión en el sistema.....	76
Figura 3. 13: Diseño de control para el circuito de accionamiento de la bomba.....	77
Figura 3. 14: Entradas y salidas del arduino para la conexión en el sistema.....	77
Figura 3. 15: Diseño de control para el circuito en las compuertas de aerificación	78
Figura 3. 16: Diseño del circuito de potencia y señalización en las compuertas de aerificación	78
Figura 3. 17: Diseño para el circuito de accionamiento de la bomba y compuertas desde el sistema de control con el Arduino.....	79
Figura 3. 18: Diseño para el circuito de accionamiento de los motores desde el sistema de control con el Arduino.....	79
Figura 3. 19: Diagrama de caso de uso encargado para el sistema de control	80
Figura 3. 20: Diagrama de caso de uso administrador para el sistema de control	80
Figura 3. 21: Diagrama de actividad modificar contraseña	82
Figura 3. 22: Diagrama de actividad en el control secado de madera del HMI	83
Figura 3. 23: Diagrama de actividad de registro tipo de secado	84
Figura 3. 24: Diagrama de actividad para registro de encargado	84

Figura 3. 25: diagrama de actividad de modificar cuenta de encargado.....	85
Figura 3. 26: Diseño para el circuito de accionamiento de los motores desde el sistema de control con el Arduino.....	85
Figura 3. 27: Diagrama de secuencia modificar contraseña.....	87
Figura 3. 28: Diagrama de secuencia realizar control de secado	87
Figura 3. 29: Diagrama de secuencia registrar tipo de secado	88
Figura 3. 30: Diagrama de secuencia modificar cuenta de encargado	88
Figura 3. 31: Diagrama de estado modificar contraseña.....	89
Figura 3. 32: diagrama de estado registrar usuario.....	90
Figura 3. 33: diagrama de estado modificar contraseña.....	90
Figura 3. 34: Diagrama de estado realizar control de secado	91
Figura 3. 35: vista login control de acceso	91
Figura 3. 36: Diseño para el circuito de accionamiento de los motores desde el sistema de control con el Arduino.....	92
Figura 3. 37: Vista modificar usuario	92
Figura 3. 38: vista del control total se sistema de control HMI.....	93

1 MARCO PRELIMINAR

1.1 INTRODUCCIÓN

El contenido de humedad de la madera es algo muy importante a considerar para los distintos propósitos en que será utilizada y de hecho actualmente se utilizan secadores industriales para satisfacer estrictamente las exigencias de los mercados internacionales, que se orientan crecientemente hacia madera seca.

En cuanto a los productos más elaborados, como muebles, molduras, paneles en base a listones y puertas, el proceso requiere ineludiblemente trabajar con madera secada artificialmente a un contenido de humedad final del 8%. En este caso, las normas son estrictas en los mercados internacionales **(Viscarra-Vásquez-Pérez, JUNAC. 1977)**

Si bien es posible secar la madera al aire, en forma natural, el secado artificial constituye la única alternativa para poder cumplir estrictamente con las exigencias de los mercados externos e internos y así poder seguir siendo uno de los proveedores dentro las mismas.

El secado de madera constituye una de las etapas más importante del proceso de preparación de madera para la manufactura, que tiende a obtener productos finales con alto valor agregado. Los requerimientos de estabilidad dimensional y cualidades de trabajo exigidas para las maderas a procesar, son fundamentales para la calidad final de los productos, lo que sólo es posible obtener con madera cuyo contenido de humedad esté próximo al estado de equilibrio con el ambiente que le rodea.

Para alcanzar la condición antes mencionada, la empresa SOEX S.R.L. realiza un tratamiento en la madera que necesariamente debe someterse al proceso de secado de tipo artificial. La tecnología a utilizar y el programa o tratamiento que debe aplicarse a la madera, antes, durante y posterior al secado son factores decisivos,

para la obtención de un producto óptimo, en términos de: contenido de humedad, tensiones, grietas, alabeos y otros aspectos, que permitan maximizar el aprovechamiento en los procesos de elaboración, para ello se propone un sistema de control de la temperatura y humedad relativa dentro del horno de secado junto con el control de los ventiladores de forma automática.

1.2 ANTECEDENTES

1.2.1 Antecedentes Académicos

Para la realización de esta investigación, se tomaron en consideración los trabajos previos con mayor importancia, tales como proyectos de grado que exponen temas similares y relacionados con el proyecto.

“Control y automatización de un horno de secado de madera, incluyendo interfaz con el usuario”. Por Montoya, (2009) la presentación de este trabajo aportó ayuda significativa para una serie de problemas que se presentaban en medio de la organización, posteriormente por medio de la programación con PLC se logra la automatización de los hornos.

“Rediseño e implementación de un horno de secado de madera, con capacidad de 45 m³”, por Agilar (2014), Esta propuesta consta de un estudio realizado a esta organización y se constituye de un análisis del sistema a través de diversos métodos de recolección de datos para determinar los problemas que se proponen durante el proceso de secado.

“Proyecto cámara de secado para madera elaborada”, (2009) Realizado por Paredes, este trabajo está enfocado a la metodología de trabajo que comienza con una revisión bibliográfica respecto a la madera y aspectos de diseño de cámaras de secado.

“Consideraciones para el diseño del sistema de control para el secado de madera” Fernández (abril del 2010) el presente trabajo tiene como finalidad realizar el estudio de las variables de control del secado, para conocer los factores que intervienen y la influencia que representan en el secado, y así aplicar estos conocimientos en la construcción de un horno en el que se propone la combinación del secado por vacío y solar.

“Diseño de un sistema de control de calidad para la especie de madera de pino, en el aserradero “san Jorge”, en el departamento de jalapa” por Rafael (2005), a través del sistema de aseguramiento de calidad, se controlará y mejorará por medio de la base de datos proporcionados por los registros de las diferentes operaciones del sistema de control de calidad, como en la clasificación de madera según la cantidad de defectos.

“Diseño de un sistema de control y gestión de inventario para la materia prima de una empresa del sector textilero” por Zambrano y Zabaleta. (2008), puesto la cruz esta propuesta consta de un estudio realizado a esta organización y se constituye de un análisis del sistema a través de diversos métodos de recolección de datos para determinar los problemas de inventarios.

"Propuesta de mejora en el sistema de control interno del inventario de la empresa CENPROFOT C.A; para lograr eficiencia en el control de existencias de materiales y productos fotográficos" por Hernández y Torres (2007) desarrollado en la Universidad de Carabobo, tuvo como objetivo general diseñar una propuesta de mejora en el sistema de control interno del inventario de la empresa CENPROFOT C.A, para lograr eficiencia en el control de existencias de materiales y productos fotográficos.

“Propuesta de un sistema de control de inventario de stock de seguridad para mejorar la gestión de compras de materia prima, repuestos e insumos de la Empresa Balgres C.A.” por Rivas (2014). Por ello dicho estudio propone un

sistema que controle los inventarios a través del modelo de stock de seguridad, que contribuya a sistematizar las operaciones diarias, establezca el punto de pedido y garantice un abastecimiento perpetuo de productos, que solicitan los departamentos de ventas.

“Estudio y construcción de una instalación de secado de madera mediante energía solar térmica”, por el trabajo de García (2009) este proyecto consiste en el estudio de secado de madera mediante la energía solar térmica, orientado especialmente para su aplicación en países de desarrollo. Por lo tanto, la filosofía del proyecto será conseguir resultados efectivos con un mínimo coste, de tal forma que pueda ser acometido por pequeños aserraderos y carpinteros locales.

“Diseño del sistema de control del proceso de secado por aspersion en la fabricación de café instantáneo” por Guamán y Boas (2002). El proyecto permite mantener en rangos bastantes pequeños, las variables operacionales con incidencia directa en parámetros de producción tales como densidad, calor y humedad que determinan la calidad del producto final.

1.2.2 Antecedentes Institucionales

La empresa SOEX S.R.L. cuenta con dos hornos de secado de manera que está instalada de forma eléctrica tradicional y no dispone de un sistema de control exacto ya que lo realiza de forma manual por el encargado de la empresa.

1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El secado es uno de los procesos más exigentes en la preparación de la madera para usos industrial y doméstico, de hecho, de su correcto desarrollo depende que este material ofrezca los requerimientos de estabilidad dimensional, cualidades de trabajo y propiedades mecánicas exigidas para las maderas a procesar que son

fundamentales para la calidad final de los productos. Para alcanzar la condición antes mencionada, la madera debe someterse al proceso de secado artificial.

La empresa SOEX S.R.L. se dedica a fabricar todo tipo de piezas exclusivas para mueblería, comercializar madera y sus derivados. La misión de ésta es la de satisfacer las necesidades y expectativas de los clientes, mediante la elaboración de productos desarrollados bajo procesos estandarizados, con personal calificado además de precios competitivos, que garanticen la estabilidad económica de la organización. Su visión además de desarrollar el mejoramiento continuo de los procesos, es de fortalecer el liderazgo en la región, ampliar la participación en los mercados estratégicos y estar a la vanguardia de los cambios en tipos de materiales y diseños de espacios.

1.3.1 Problema Principal

El proceso de secado de la madera en hornos se realiza de una forma convencional y con la intervención de mano de obra, lo que provoca, que el secado sea moroso, al llegar al porcentaje de humedad requerido por la empresa.

1.3.2 Problemas Secundarios

Se puede determinar que existe una gran cantidad de problemas, los cuales se detallan a continuación.

- Demora en el proceso al momento de realizar las mediciones de temperatura y humedad dentro del horno.
- No se puede determinar un control exacto de tiempo requerido en el sistema de ventiladores por el cual se daña el proceso de secado de madera en el horno.

- Se presenta una completa dependencia de la habilidad y experiencia del operador para el control del proceso de secado, generando incertidumbre por la posibilidad de que el obrero deje la empresa.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo General

Diseñar un sistema de control de temperatura y humedad, orientado a satisfacer el secado dentro del horno, al llegar a un porcentaje ideal en la humedad de la madera requerida por la empresa SOEX S.R.L.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Diagnosticar el sistema de control actual.
- Seleccionar los equipos y componentes necesarios para el sistema de control de temperatura y humedad dentro del horno.
- Realizar un diseño del hardware apropiado para el sistema de control de temperatura y humedad dentro del horno.
- Realizar un análisis para el sistema de control temperatura y humedad dentro del horno.
- Realizar el diseño del sistema de acuerdo a los requerimientos necesarios para el manejo de control.
- Realizar un análisis de costos para la automatización del horno.

1.5 JUSTIFICACIÓN

Como principio el contenido de humedad de la madera es uno de los parámetros más importantes a considerar para los distintos propósitos en que será utilizada. Su procesamiento requiere ineludiblemente trabajar con madera secada a un contenido de humedad específico para cada trabajo, justificando el fin del presente proyecto

1.5.1 Técnica

Si bien es posible secar la madera al aire, en forma natural, el secado artificial constituye la única alternativa para poder cumplir estrictamente con las exigencias dentro del mercado. Con la variedad en el secado que ofrece un mejor aprovechamiento de la madera dando un valor agregado además de la introducción de sistemas y de programas informáticos en el control de los secadores, posibilita el manejo del secado de forma automática con una importante reducción del tiempo destinado a su supervisión, permitiendo a la empresa competir con otras.

1.5.2 Económica

La tendencia creciente de los precios a nivel mundial hace cada día más sostenible y justificable secar artificialmente la madera, la cual debe secarse lentamente y aplicando diferentes procesos.

El presente proyecto establecerá las pautas de control en las actividades productivas y permitirá tomar decisiones en el incremento de la capacidad productiva, esto para que la madera tenga una mejor calidad y por lo tanto conseguir un mayor valor económico del producto, Además reduciendo los costos tomado en cuenta que no necesitara una supervisión total dentro del proceso de secado de madera.

1.5.3 Social

La automatización y sistemas de control va dirigido a un bien común dentro del crecimiento de la empresa, beneficiara directamente al personal que se ocupa dentro en el secado de madera para poder realizar el trabajo de manera efectiva y rápida.

1.6 METODOLOGÍA

La metodología utilizada para este caso será el método de ingeniería ya que el proyecto de grado será de una forma sistemática y ordenada

1.6.1 Método de ingeniería

¿Qué es RUP?

El Proceso Racional Unificado es un proceso de desarrollo de software y junto con el Lenguaje Unificado de Modelado UML, constituye la metodología estándar más utilizada para el análisis, implementación y documentación de sistemas orientados a objetos.

Proceso Racional Unificado

RUP no es un sistema con pasos firmemente establecidos, sino un conjunto de metodologías adaptables al contexto y necesidades de cada organización. Originalmente se diseñó un proceso genérico y de dominio público, el Proceso Unificado, y una especificación más detallada (Morales,2006).

Fases del modelo RUP

RUP divide el proceso en cuatro fases, dentro de las cuales se realizan varias iteraciones en número variable según el proyecto, y en las que se hace un mayor o menor hincapié en las distintas actividades. (Morales, 2006)

Inicio: Esta fase tiene como propósito definir y acordar el alcance del proyecto con los patrocinadores, identificar los riesgos asociados al proyecto, proponer una visión muy general de la arquitectura de software y producir el plan de las fases y el de iteraciones posteriores.

Elaboración: En la fase de elaboración se seleccionan los casos de uso que permiten definir la arquitectura base del sistema y que se desarrollarán, asimismo

se realiza la especificación de los casos de uso seleccionados y el primer análisis del dominio del problema, diseñándose la solución preliminar.

Construcción: El propósito de esta fase es completar la funcionalidad del sistema, para ello se deben clarificar los requisitos pendientes, administrar los cambios de acuerdo a las evaluaciones realizadas por los usuarios y se realizan las mejoras para el proyecto.

Transición: El propósito de esta fase es asegurar que el software esté disponible para los usuarios finales, ajustar los errores y defectos encontrados en las pruebas de aceptación, capacitar a los usuarios y proveer el soporte técnico necesario. Se debe verificar que el producto cumpla con las especificaciones entregadas por las personas involucradas en el proyecto.

¿Qué es UML?

Es ante todo un lenguaje que se centra en la representación gráfica de un sistema. Este lenguaje indica cómo crear y leer los modelos, pero no dice cómo crearlos. Esto último es el objetivo de las metodologías de desarrollo.

Los objetivos de UML son muchos, pero se pueden sintetizar sus funciones y modelos.

Aunque UML está pensado para modelar sistemas complejos con gran cantidad de software, el lenguaje es lo suficientemente expresivo como para modelar sistemas que no son informáticos, como flujos de trabajo (*workflow*) en una empresa, diseño de la estructura de una organización y por supuesto, en el diseño de hardware. Un modelo UML está compuesto por tres clases de bloques de construcción (Joseph, 2000).

- Elementos: Son abstracciones de cosas reales o ficticias
- Relaciones: vinculan los elementos entre sí.
- Diagramas: Son colecciones de elementos con sus relaciones.

Diagramas UML

Un diagrama es la representación gráfica de un conjunto de elementos con sus relaciones. En concreto, un diagrama ofrece una vista del sistema a modelar. Para poder representar correctamente un sistema, UML ofrece una amplia variedad de diagramas para visualizar el sistema desde varias perspectivas (Joseph, 2000). UML incluye los siguientes diagramas:

- Diagrama de casos de uso.
- Diagrama de clases.
- Diagrama de objetos.
- Diagrama de secuencia.
- Diagrama de colaboración.
- Diagrama de estados.
- Diagrama de actividades.
- Diagrama de componentes.
- Diagrama de despliegue.

1.6.2 Metodologías de diseño de hardware

Herramientas CAD

La metodología de diseño asistida por computadora (Computer Aided Design, CAD), emplea técnicas gráficas para soportar el proceso de diseño. La introducción de dichas técnicas en el proceso de diseño de circuitos electrónicos es fundamental, ya que más allá de proveer interfaces gráficas para asistir el proceso, brinda la posibilidad de simular y verificar la descripción antes de llevar a cabo su implementación, minimizando el costo de elaborar circuitos potencialmente defectuosos y acelerando el diseño global.

Las metodologías de diseño de hardware denominadas Top-Down, basadas en la utilización de lenguajes de descripción de hardware, han posibilitado la reducción de los costos en la fabricación de circuitos integrados. Esta reducción se debe a la posibilidad de describir y verificar el funcionamiento de un circuito mediante la simulación del mismo, sin necesidad de implementar un prototipo físicamente.

Diseño top-Down:

El diseño Top-Down consiste en capturar una idea con un alto nivel de abstracción, implementarla partiendo de la misma, e incrementar el nivel de detalle según sea necesario. El sistema inicial se va subdividiendo en módulos (Villares, Teres, Olcos y Torroja, 1998), estableciendo una jerarquía. Cada módulo se subdivide cuantas veces sea necesario hasta llegar a los componentes primarios del diseño.

Ventajas del diseño top-Down:

Una de las principales ventajas del diseño Top-Down es que el diseñador puede especificar el diseño en un alto nivel de abstracción sin necesidad de considerar el mismo nivel inicialmente.

En el proceso de diseño se utilizan tecnologías genéricas, lo que posibilita que la tecnología de implementación no se fije hasta los últimos pasos del proceso. De esta manera se pueden reutilizar los datos del diseño únicamente cambiando la tecnología de implementación (Villares, Teres, Olcos y Torroja, 1998).

1.7 HERRAMIENTAS

Las herramientas de desarrollador que se utilizan en el proyecto serán descritas a continuación:

C#:

Lenguaje de programación orientado a objetos .NET presenta las siguientes características:

- Declaraciones en el espacio de nombres: al empezar a programar algo, se puede definir una o más clases dentro de un mismo espacio de nombres.
- Tipos de datos: en C# existe un rango más amplio y definido de tipos de datos que los que se encuentran en C, C++ o Java.

- Atributos: cada miembro de una clase tiene un atributo de acceso del tipo público, protegido, interno, interno protegido y privado.
- Paso de parámetros: aquí se puede declarar a los métodos para que acepten un número variable de parámetros. De forma predeterminada, el paso de parámetros es por valor, a menos que se use la palabra reservada la cual indica que el pase es por referencia.
- Métodos virtuales y redefiniciones: antes de que un método pueda ser redefinido en una clase base, debe declararse como virtual. El método redefinido en la subclase debe ser declarado con la palabra override.

SQL SERVER

- Es un sistema de gestión de base de datos.
- Es útil para manejar y obtener datos de la red de redes.
- Esto permite de lado a los ficheros que forman la base de datos.
- SQL permite administrar permisos a toda la estructura. También permite que alguien se conecte de forma remota al mismo SQL SERVER, pero sin embargo podemos que no puede ver esta base de datos, pero otro sí.

ARDUINO

- Arduino simplifica el proceso de trabajar con micro controladores.
- Bajos costos. Las placas Arduino son más accesibles comparadas con otras plataformas de micro controladores. Los módulos más caros de Arduino pueden ser montadas a mano bajando sus costos. Multi-Plataforma. El software de Arduino funciona en los sistemas operativos Windows, Macintosh OSX y Linux; mientras que la mayoría de otros entornos para micro controladores están únicamente limitados a Windows.
- Software ampliable y de código abierto. El software Arduino es de distribución de licencia libre y preparado para ser adaptado por programadores experimentados. El lenguaje puede ampliarse a través de librerías de C++, y en

caso de querer profundizar en los detalles técnicos, se puede dar el salto a la programación en el lenguaje AVR C, en el que está basado.

- De igual modo se puede añadir directamente código en AVR C en los programas de los usuarios, si es que así lo desean.
- Hardware ampliable abierto. Arduino está basado en micro controladores ATMEGA168, ATMEGA328 y ATMEGA1280. Los planos de los módulos están publicados bajo licencia Creative Commons, por lo que diseñadores de circuitos con experiencia pueden hacer su propia versión del módulo, ampliándolo u optimizándolo. Incluso usuarios relativamente inexpertos pueden construir la versión para placa de desarrollo para entender cómo funciona y ahorrar algo de dinero.

1.8 LÍMITES Y ALCANCES

1.8.1 Límites

El sistema de control en una primera etapa solo controlará un 70% del horno de secado, debido a que los calderos serán controlados de forma manual, es decir que el caldero para humectación será mediante radiadores con funcionamiento de quemado de madera y desperdicios, puesto que en el lugar donde se encuentra la empresa no se cuenta con gas a domicilio y existe dificultad de conseguir gas licuado, de la misma forma no se realizará la implementación del proyecto sino mas bien llegara a un punto de prototipo en cual se apreciará el funcionamiento del sistema de control.

1.8.2 Alcances

El sistema podrá contar con lo siguiente:

- **Módulo de Control y Registro:** En esta parte se seleccionará los equipos para la medición de humedad relativa del aire y temperatura dentro del horno,

junto al registro del secado de madera como referencia. La instalación de estos equipos es muy importante, debido a que se utilizarán para la inspección del programa Arduino.

- **MODULO DE VENTILACIÓN:** se refiere específicamente al sistema de ventilación, y que consta de motores trifásicos (ventiladores), sistema de calentamiento, sistema de humidificación y sistema de des humidificación o extracción de aire, el cual se diseñara por el sistema de ventilación.
- **MODULO DE INTERFAZ:** La interfaz para el usuario tendrá incorporado con un control de contraseña para la supervisión o control dentro del sistema.
- **MODULO DE PRIVILEGIOS PARA EL USUARIO:** Dentro de las mismas la entrada al sistema se realizará con distintos privilegios entre usuario y administrador logrando evitar que se corrompa el sistema programado.

1.9 APORTES

El aporte del presente proyecto es el sistema de control de temperatura y humedad para un horno de secado de madera, la cual se diseñará hasta un nivel de prototipo para la empresa de SOEX SRL. Puesto que el sistema contará con un control parcial del horno optimizando el control de secado y así eliminando la intervención de mano de obra y minimizando el tiempo de secado dentro del horno.

2 MARCO TEÓRICO

2.1 INGENIERÍA DE REQUERIMIENTOS

La Ingeniería de Requerimientos (IR) cumple un papel primordial en el proceso de producción de software, ya que esta se enfoca en un área fundamental: Su principal tarea consiste en la generación de especificaciones correctas que describan con claridad, sin ambigüedades, en forma consistente y compacta, las necesidades de los usuarios o clientes; de esta manera, se pretende minimizar los problemas relacionados por la inadecuada gestión de los requerimientos en el desarrollo de sistemas.

La ingeniería de requerimientos sirve como una base sólida y fundamental en el proceso de desarrollo de software, por lo que antes de pasar a tratar los aspectos referentes a la administración adecuada de los requerimientos, es importante primero definir lo que es un requerimiento y cuáles serían las características deseables que deberían de tener.

Requerimientos: Los requerimientos especifican qué es lo que el sistema debe hacer (sus funciones) y sus propiedades esenciales y deseables. La captura de los requerimientos tiene como objetivo principal la comprensión de lo que los clientes y los usuarios esperan que haga el sistema. Un requerimiento expresa el propósito del sistema sin considerar como se va a implantar. En otras palabras, los requerimientos identifican el qué del sistema, mientras que el diseño establece el **cómo** del sistema.

“La captura y el análisis de los requerimientos del sistema es una de las fases más importantes para que el proyecto tenga éxito. Como regla de modo empírico, el costo de reparar un error se incrementa en un factor de diez de una fase de desarrollo a la siguiente, por lo tanto, la preparación de una especificación adecuada de requerimientos reduce los costos y el riesgo general asociado con el desarrollo” (Norris & Rigby 1994).

Análisis de requerimientos: Es el conjunto de técnicas y procedimientos para conocer los elementos necesarios y lograr definir un proyecto de software. Es una tarea de ingeniería del software que permite especificar las características operacionales del software, indicar la interfaz del software con otros elementos del sistema y establecer las restricciones que debe cumplir el software.

La tarea de análisis de los requerimientos es un proceso de descubrimiento y refinamiento, el cliente y el desarrollador tienen un papel activo en la ingeniería de requerimientos de software. El cliente intenta plantear un sistema que en muchas ocasiones es confuso para él, sin embargo, es necesario que describa los datos, que especifique las funciones y el comportamiento del sistema que desea. El objetivo es que el desarrollador actúe como un negociador, un interrogador, un consultor, o sea, como persona que consulta y propone para resolver las necesidades del cliente.

“Ingeniería de Requerimientos ayuda a los ingenieros de software a entender mejor el problema en cuya solución trabajarán. Incluye el conjunto de tareas que conducen a comprender cuál será el impacto del software sobre el negocio, qué es lo que el cliente quiere y cómo interactuarán los usuarios finales con el software”. (Pressman, 2006).

“La ingeniería de requerimientos es el proceso de desarrollar una especificación de software. Las especificaciones pretenden comunicar las necesidades del sistema del cliente a los desarrolladores del sistema”. (Sommerville, 2005).

En síntesis, el proceso de ingeniería de requerimientos se utiliza para definir todas las actividades involucradas en el descubrimiento, documentación y mantenimiento de los requerimientos para un producto de software determinado, donde es muy importante tomar en cuenta que el aporte de la IR vendrá a ayudar a determinar la viabilidad de llevar a cabo el software (si es factible llevarlo a cabo o no), pasando posteriormente por un subproceso de obtención y análisis de requerimientos, su

especificación formal, para finalizar con el subproceso de validación donde se verifica que los requerimientos realmente definen el sistema que quiere el cliente.

La Ingeniería de Requerimientos, se utiliza para definir todas las actividades involucradas en el descubrimiento, documentación y mantenimiento de los requerimientos para un producto determinado. El uso del término "ingeniería" implica que se deben utilizar técnicas sistemáticas y repetibles para asegurar que los requerimientos del sistema estén completos y sean consistentes y relevantes.

“Normalmente, un tema de la Ingeniería de Software tiene diferentes significados. De las muchas definiciones que existen para requerimiento, continuación se presenta la definición que aparece en el glosario de la IEEE1” (IEEE 2006).

2.1.1 Algunas definiciones de distintos autores para ingeniería de requerimientos

- *“ingeniería de requerimientos es la disciplina para desarrollar una especificación, consistente y no ambiguo, la cual servirá como base para acuerdos comunes entre todas las partes involucradas y en donde se describen las funciones que realizará el sistema” (Boehm, 1979)*
- *“Ingeniería de Requerimientos es el proceso por el cual se transforman los requerimientos declarados por los clientes, ya sean hablados o escritos, a especificaciones precisas, no ambiguas, consistentes y completas del comportamiento del sistema, incluyendo funciones, interfaces, rendimiento y limitaciones” (National Computing Center, Manchester EE. UU. 1989.)*
- *“Es el proceso mediante el cual se intercambian diferentes puntos de vista para recopilar y modelar lo que el sistema va a realizar. Este proceso utiliza una combinación de métodos, herramientas y actores, cuyo producto es un modelo del cual se genera un documento de requerimientos” (Universidad de California Departamento de Información y Computadora 1987)*

Dadas las definiciones anteriores, se aporta que la Ingeniería de Requerimientos es una sucesión de pasos que ayudan a obtener la definición clara, consistente y compacta de las especificaciones correctas que precisa el comportamiento de un proceso en general de la información que requiere el usuario para su sistema.

2.1.2 Características de un requerimiento

Es importante no perder de vista que un requerimiento debe ser:

- Especificado por escrito: Como todo contrato o acuerdo entre dos partes.
- Posible de probar o verificar: Si un requerimiento no se puede comprobar, entonces ¿cómo se sabe si se cumplió con él o no?
- Conciso: Un requerimiento es conciso si es fácil de leer y entender. Su redacción debe ser simple y clara para aquellos que vayan a consultarlo en un futuro.
- Completo: Un requerimiento está completo si no necesita ampliar detalles en su redacción, es decir, si se proporciona la información suficiente para su comprensión.
- Consistente: Un requerimiento es consistente si no es contradictorio con otro requerimiento.
- No ambiguo: Un requerimiento no es ambiguo cuando tiene una sola interpretación. El lenguaje usado en su definición, no debe causar confusiones al lector.

2.1.3 Actividades de la ingeniería de requerimientos

Dentro del mismo documento mencionado anteriormente (Herrera 2003), se dice que dentro de la IR existen cuatro actividades básicas que se tienen que llevar a cabo para completar el proceso. Estas actividades ayudan a reconocer la importancia que tiene para el desarrollo de un proyecto de software realizar una

especificación y administración adecuada de los requerimientos de los clientes o usuarios.

Las cuatro actividades son: extracción, análisis, especificación y validación, y serán explicadas a continuación cada una de ellas.

2.1.3.1 Extracción

Esta fase representa el comienzo de cada ciclo. Extracción es el nombre comúnmente dado a las actividades involucradas en el descubrimiento de los requerimientos del sistema. Aquí, los analistas de requerimientos deben trabajar junto al cliente para descubrir el problema que el sistema debe resolver, los diferentes servicios que el sistema debe prestar, las restricciones que se pueden presentar, etc.

Es importante, que la extracción sea efectiva, ya que la aceptación del sistema dependerá de cuán bien éste satisfaga las necesidades del cliente.

2.1.3.2 Análisis

Sobre la base de la extracción realizada previamente, comienza esta fase en la cual se enfoca en descubrir problemas con los requerimientos del sistema identificados hasta el momento.

Usualmente se hace un análisis luego de haber producido un bosquejo inicial del documento de requerimientos; en esta etapa se leen los requerimientos, se conceptúan, se investigan, se intercambian ideas con el resto del equipo, se resaltan los problemas, se buscan alternativas y soluciones, y luego se van fijando reuniones con el cliente para discutir los requerimientos.

2.1.3.3 Especificación

En esta fase se documentan los requerimientos acordados con el cliente, en un nivel apropiado de detalle. En la práctica, esta etapa se va realizando conjuntamente con el análisis, se puede decir que la especificación es el "pasar en limpio" el análisis realizado previamente aplicando técnicas y/o estándares de documentación, como la notación UML (Lenguaje de Modelado Unificado), que es un estándar para el modelado orientado a objetos, por lo que los casos de uso y la obtención de requerimientos basada en casos de uso se utiliza cada vez más para la obtención de requerimientos.

2.1.3.4 Validación

La validación es la etapa final de la IR. Su objetivo es, ratificar los requerimientos, es decir, verificar todos los requerimientos que aparecen en el documento especificado para asegurarse que representan una descripción, por lo menos, aceptable del sistema que se debe implementar. Esto implica verificar que los requerimientos sean consistentes y que estén completos.

Se puede apreciar que el proceso de ingeniería de requerimientos es un conjunto estructurado de actividades, mediante las cuales se obtiene, se valida y se logra dar un mantenimiento adecuado al documento de especificación de requerimientos, que es el documento final, de carácter formal, que se obtiene de este proceso.

Es necesario recalcar que no existe un proceso único que sea válido de aplicar en todas las organizaciones. Cada organización debe desarrollar su propio proceso de acuerdo al tipo de producto que se esté desarrollando, a la cultura organizacional, y al nivel de experiencia y habilidad de las personas involucradas en la ingeniería de requerimientos. Hay muchas maneras de organizar el proceso de ingeniería de requerimientos y en otras ocasiones se tiene la oportunidad de recurrir a

consultores, ya que ellos tienen una perspectiva más objetiva que las personas involucradas en el proceso.

2.1.4 División De Requerimientos

Los requerimientos de software pueden dividirse en dos categorías: requerimientos funcionales y requerimientos no funcionales. (National Computing Center, Manchester E.E. U.U., 1989)

Los requerimientos funcionales son los que definen las funciones que el sistema será capaz de realizar, describen las transformaciones que el sistema realiza sobre las entradas para producir salidas. Es importante que se describa el ¿Qué? y no el ¿Cómo? se deben hacer esas transformaciones. Estos requerimientos al tiempo que avanza el proyecto de software se convierten en los algoritmos, la lógica y gran parte del código del sistema.

Por otra parte, los requerimientos no funcionales tienen que ver con características que de una u otra forma puedan limitar el sistema, como, por ejemplo, el rendimiento (en tiempo y espacio), interfaces de usuario, fiabilidad (robustez del sistema, disponibilidad de equipo), mantenimiento, seguridad, portabilidad, estándares, etc., para ellos se requiere de conocimientos adicional durante todo el proceso.

2.2 SECADO DE MADERA

La madera, por provenir de organismos vegetales vivos, posee un elevado porcentaje de humedad, cuya presencia provoca reacciones y cambios que, en determinadas circunstancias, puede llegar a desvalorizar económicamente a las maderas afectadas.

El medio para asegurarse que la madera proveniente del aserrado de rollizos o troncos verdes (madera verde), no sufrirá tales desperfectos y se convertirá en un

material apto para industrializar, es el del secado. Se entiende por secado de madera “la práctica y técnica desarrollada para eliminar agua de la madera, sin que ésta se perjudique, hasta un punto tal que la misma se encuentre en equilibrio higroscópico (nivel celular) con el medioambiente en el cual será utilizada” (Fernández, 2010).

El secado de la madera puede efectuarse por dos medios:

- a) Por pérdida natural de la humedad, mediante la evaporación natural del agua, merced a la temperatura, humedad y circulación del aire del ambiente: secado natural o estacionamiento.
- b) Por la eliminación del agua de la madera, mediante el empleo de temperaturas, humedad y ventilación, diferentes a las naturales, obtenidas mediante aparatos e instalaciones especiales: secado artificial.

Las ventajas del secado de la madera son las siguientes:

- a) Disminuye el peligro de la aparición de grietas y rajaduras.
- b) Impide el ataque de ciertos insectos.
- c) Disminuye el ataque de hongos.
- d) Disminuye el peso de las maderas.
- e) Aumenta los valores de resistencia mecánica.
- f) Facilita muchos procesos en la industrialización de la madera.
- g) Favorece la aplicación de colas, pinturas, lustres, etc.

Las desventajas del secado son las siguientes:

- a) Mayor fragilidad.
- b) Ataque de otros tipos de insectos.
- c) Mayor inflamabilidad.

La importancia del secado se deduce de las ventajas que proporciona y que se manifiestan en el plano económico (menores fletes, posibilidad de almacenamiento, menor riesgo de pérdidas por ataque de hongos e insectos y disminución o eliminación de rajaduras).

2.2.1 Humedad de la madera

El estudio tecnológico de las relaciones entre el agua y la madera, es seguramente, el más importante de todos los que dependen de este material, dado que, afecta a la mayoría de los procesos de transformación de la madera; y aún más las características de comportamiento de la madera están muy influenciadas por el contenido de humedad de la misma.

El agua puede encontrarse en la madera en tres formas diferentes:

- a) Agua libre (llenando las cavidades celulares)
- b) Agua higroscópica (impregnando las paredes celulares)
- c) Agua de constitución (integrante de la pared celular en combinaciones químicas)

Aparte se debe tener en cuenta el significado del concepto de saturación de las fibras, por su importancia en lo que se refiere a los fenómenos de contracción e hinchamiento; y otro de los conceptos que también se debe tener en cuenta como elemento básico para entender y realizar el proceso de secado, es el equilibrio higroscópico (JUNAC, 1989).

El punto de saturación de las fibras, es el porcentaje de agua en el cual se ha desalojado toda el agua libre y comienza a evaporarse el agua que satura las paredes celulares. Según la especie forestal considerada, este valor oscila entre el 25 y el 40% (Guerrero, 1980). Su determinación presenta gran interés, pues a partir

de ese instante comienzan las contracciones de la madera, e indica condiciones especiales de la madera en lo relativo a la resistencia mecánica.

Cuando una pieza de madera verde comienza a perder humedad, varios mecanismos se ponen en marcha a fin de lograr que el agua se mueva de la superficie de la pieza hacia la atmósfera y desde las zonas internas hacia la periferia de la pieza, en respuesta al gradiente de humedad.

Los mecanismos mencionados son los de capilaridad y difusión, mecanismos que varían de acuerdo a las diferentes especies y a los estados de humedad de la madera.

El movimiento del agua en la madera conviene dividirlo en dos etapas, antes de llegar al punto de saturación de fibras y después de sobrepasarlo.

Cuando el contenido de humedad de la madera es superior al punto de saturación de las fibras, se mueve de dos formas: el agua líquida, por capilaridad debido a las fuerzas de tensión superficial y el vapor de agua, por difusión dentro y a lo largo del tejido vegetal (JUNAC 1989).

Cuando el contenido de humedad de la madera está por debajo del punto de saturación de las fibras, se mueve: en forma de vapor de agua por difusión y como agua líquida que ha permanecido ligado a las fibrillas de las paredes celulares y que se traslada hacia otras zonas con distinto contenido de humedad (JUNAC, 1989). La energía que se requiere para este movimiento es mucho mayor que la necesaria para mover el mismo volumen de agua libre.

2.2.2 Influencia de la humedad sobre las características de la madera

El contenido de humedad en la madera tiene significativa importancia sobre sus diversas características y propiedades tecnológicas.

2.2.2.1 Propiedades Físicas Y Mecánicas

- **Peso específico:** El contenido de agua en la madera tiene una influencia notable sobre la densidad de la misma. Puede afirmarse que, a partir del peso específico de la madera anhidrida (forma húmeda), todo aumento en agua acusa un aumento en densidad. Ver Tabla N ° 2.1

Tabla 2.1: Peso de un metro cúbico de madera en función de la humedad

ESPECIE	Contenido de humedad (%)			
	0	10	50	80
Caldén	600	660	900	1080
Cedro misionero	510	560	765	920
Lapacho negro	900	990	1350	-----
Acacia blanca	700	770	1050	1260
Álamo	400	440	600	720
Casuarina	820	900	1230	-----
Eucalipto	790	870	1185	-----
Paraíso	630	690	945	1130
Roble	460	505	690	830
sauce	580	640	870	1045

Fuente: "Propiedades físicas de veinte especies forestales bolivianas". Viscarra-Vásquez-Pérez, JUNAC. 1977.

- **Valores de resistencia mecánica:** En general todos los valores de resistencia mecánica aumentan a medida que disminuye la humedad, hasta que este alcanza el punto de equilibrio higroscópico. La dureza, rigidez, tenacidad, tracción, corte, compresión, son mayores en maderas secas que húmedas.

Hace excepción a esto, el valor correspondiente al módulo de elasticidad. Ver tabla N° 2.2.

Tabla 2.2: Influencia del contenido de humedad sobre los valores de resistencia mecánica

Especie forestales	Estado de la madera	Flexión por impactos	Compresión normal	Dureza normal
Cedro	Madera húmeda	525	21	200
	Madera 12%	740	46	254
Roble	Madera húmeda	547	30	220
	Madera 12%	785	51	280
Araucarias	Madera húmeda	680	42	280
	Madera 12%	820	68	382
Paraíso	Madera húmeda	750	51	380
	Madera 12%	1100	95	450
Sauce	Madera húmeda	700	44	290
	Madera 12%	1960	85	415

Fuente: "Propiedades físicas de veinte especies forestales bolivianas". Viscarra-Vásquez-Pérez, JUNAC. 1977.

- Conductibilidad térmica y eléctrica: La madera húmeda es mejor conductora del calor y de la electricidad que la madera seca.
- Inflamabilidad: La madera seca quema con mayor facilidad que la húmeda. Al arder la madera húmeda, parte del calor se gasta en convertir en vapor al agua contenida en el leño y a su vez, el vapor producido dificulta la combustión. Algunas maderas contienen resinas, aceites esenciales, u otras sustancias que favorecen la combustión, permiten que se quemem al estado húmedo (palo santo, pino resinoso).

- Permeabilidad a los líquidos y a los gases: dentro de la misma especie el pasaje de los líquidos y gases es mayor en las maderas secas que en las húmedas. Esto tiene importancia en los procesos de impregnación de la madera.

2.2.2.2 Trabajabilidad

En general las maderas se trabajan mejor al estado húmedo, sobre todo en las operaciones de aserradero. Cuando los rollizos están secos, los elementos cortantes se desgastan más rápidamente, y se requiere mayor esfuerzo de las máquinas. Sin embargo, existen algunas especies, como el sauce, que deben ser aserradas secas ya que húmedas empastan las sierras.

Con respecto a otras operaciones y trabajos se observa lo siguiente:

- a) La terminación de las superficies de las maderas con barnices, lacas, pinturas, colas, tintes, etc., requiere que las mismas se encuentren secas para que se puedan extender y fijar mejor, la humedad óptima es la de equilibrio higroscópico.
- b) Para realizar trabajos de curvado en maderas, el material puede estar algo húmedo, para facilitar la aplicación de las temperaturas altas que hacen más plástica la madera.
- c) En el caso de fabricación de envases toneleros, se suele aplicar vapor en la etapa de curvado de los moldes y posteriormente se usa el calor directo para disminuir el contenido de humedad de la madera (etapa del armado), a fin de que posteriormente se ajusten las duelas por absorción de la humedad ambiente.

Según el uso al que se destina la madera, debe tener un grado de humedad que responda a las exigencias del proceso de elaboración y a las condiciones ambientales a que estará sometido su uso. Ver tabla N ° 2.3.

Tabla 2. 3: Contenido final de humedad de las maderas de acuerdo al destino o empleo

Especies	H %
Envases para frutas	20%
Muebles en general	10%
Parquet – pisos	10%
Cabos y mangos de herramientas	9%
Instrumentos musicales	8%
Reglas escuadras	7%
Construcciones navales	12%
Tornería	12%
Madera compensada	6%
Madera para curvar	18%
Construcción en general	15%
Ventanas y puertas exterior	10%
Carpintería	15%
Varillas para alambrar	20%

Fuente: "Propiedades físicas de veinte especies forestales bolivianas". Viscarra-Vásquez-Pérez, JUNAC. 1977.

2.2.2.3 Durabilidad

El contenido de agua en la madera afecta el grado de conservación, haciéndola susceptible al ataque de diversos agentes destructores. Los factores que facilitan o limitan el ataque de insectos u hongos son: humedad, aire, temperatura y alimento.

La madera constituye el alimento para los agentes destructores, notándose que ciertas maderas no pueden ser destruidas en razón de la presencia de sustancias repelentes o tóxicas para insectos y hongos. De los tres factores restantes, la humedad de la madera es la más fácil de controlar, aplicando métodos o prácticas

de secado. La adecuada eliminación o disminución de la humedad en la madera adquiere un valor considerable, ya que su aumento puede ser la causa de que actúen los agentes destructores, en especial los hongos, que generalmente requieren un mínimo del 20% para poder desarrollarse en el tejido leñoso y destruirlo.

2.2.2.4 Impregnación

Esta práctica, cuya finalidad es aumentar la duración biológica de las maderas, utiliza material seco y material verde. El tratamiento con sales hidrosolubles, requiere que la madera se encuentre al estado verde y con productos oleosos la madera debe estar seca.

2.2.2.5 Transporte

La relación directa entre el contenido de agua y el peso de la madera incide sobre los problemas de transporte, ya que la mayoría de los fletes se aplican por tonelada. La diferencia de peso de la madera en función de la humedad según la tabla N° 2.1 puede verse que, el peso de la madera puede reducirse en el transporte entre un 30 y un 50% mediante el secado.

2.2.3 Secado Artificial

Es aquel en el que se controlan las condiciones, fundamentalmente temperatura, humedad y circulación del aire. Tiene las siguientes ventajas:

- a) Permite alcanzar un contenido de humedad inferior al que correspondería por las condiciones del lugar en el secado natural.
- b) La madera puede secarse al contenido de humedad requerido por el uso, independientemente de sus problemas tecnológicos.
- c) Acorta sustancialmente el tiempo de secado.

- d) Disminuye los riesgos de grietas, rajaduras, manchas y pudriciones.
- e) Permite corregir ciertos defectos que se producen en diversas maderas, como es el caso de tensiones de secado y colapso (eucaliptos, casuarinas, quebracho blanco).
- f) Pueden esterilizarse las piezas que presentan signos de ataque de insectos xilófagos.

Entre las limitaciones que puede presentar esta tecnología, se anotan:

- a) La necesidad de hacer importantes inversiones en equipos y elementos.
- b) La disponibilidad de personal idóneo para el manejo del horno secadero.

Hornos secaderos

Un horno secadero está constituido por los siguientes elementos o componentes básicos:

- Cámara o celda.
- Sistema para calentamiento de aire
- Sistema de humidificación
- Equipo para circulación de aire
- Instrumentos para regulación y control de las condiciones ambientales

Período de equilibrio: esta etapa corresponde a la etapa final del secado artificial, siendo relativamente corto, con respecto a la etapa anterior, y se realiza en el interior de la cámara; debe comenzar cuando la humedad promedio de la carga de la madera ha alcanzado el grado de humedad final.

2.3 AUTOMATIZACIÓN

Aplicación de máquinas o de procedimientos automáticos en la realización de un proceso u objetivo dentro de una industria

2.3.1 Sistema De Control

Un sistema de control manipula indirectamente los valores de un sistema controlado. Su objetivo es gobernar un sistema sin que el operador intervenga directamente sobre sus elementos. El operador manipula valores de referencia y el sistema de control se encarga de transmitirlos al sistema controlado a través de los accionamientos de sus salidas.

El sistema de control opera, en general, con magnitudes de baja potencia, llamadas señales y gobierna unos accionamientos que son los que realmente modulan la potencia entregada al sistema controlado.

Los primeros sistemas de control surgen en la revolución Industrial a finales del siglo XIX y principios del siglo XX. Estaban basados en componentes mecánicos y electromagnéticos, básicamente engranajes, palancas y pequeños motores. Más tarde, se masificó el uso de contadores, relés y temporizadores para automatizar las tareas de control.

A partir de los años 50 aparecen los semiconductores y los primeros circuitos integrados sustituyeron las funciones realizadas por los relés, logrando sistemas de menor tamaño, con menor desgaste y mayor fiabilidad. En 1968 nacieron los primeros autómatas programables (PLC), con unidad central constituida por circuitos integrados.

A principios de los 70, los PLC incorporaron el microprocesador, logrando así mayores prestaciones, elementos de comunicación hombre-máquina más modernos, procesamiento de cálculos matemáticos y funciones de comunicación, evolucionando en forma continua hasta el día de hoy.

De tal forma que se encuentra la composición básica e inicial para un sistema de control como se muestra en la figura 2.1

Composición de un sistema básico de control

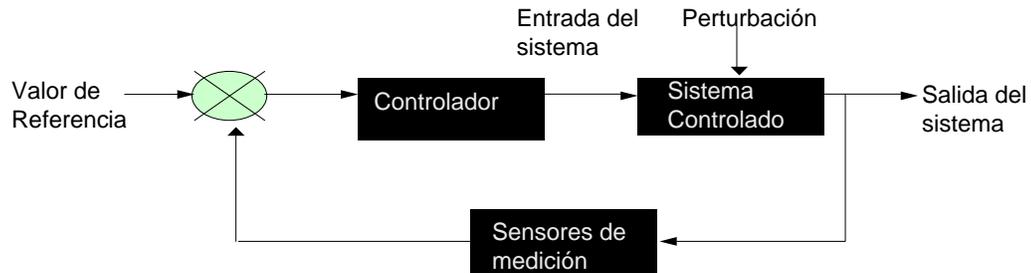


Figura 2. 1: Composición de un sistema básico de control

Fuente: Automatización Cim II Fiuba, 2019

Valor de referencia: es el valor ideal que se pretende obtener a la salida del sistema controlado. En un sistema más complejo, la salida es comparada con el valor de referencia a fin de determinar la diferencia entre ambas para reducir el error de salida.

Controlador: Regula presiones, temperaturas, niveles y caudales, así como todas las funciones asociadas de temporización, cadencia, conteo y lógica.

Sistema: Es la combinación de componentes que interactúan para lograr un determinado objetivo. En este caso el sistema es el objeto a controlar.

Entrada del sistema: Es una variable que al ser modificada en su magnitud o condición puede alterar el estado del sistema.

Salida del sistema: Es la variable que se desea controlar (posición, velocidad, presión, temperatura, etc.).

Perturbación: Es una señal que tiende a afectar el valor de la salida de un sistema. Si la perturbación se genera dentro del sistema se la denomina interna, mientras que la perturbación externa se genera fuera del sistema y constituye una entrada.

Sensores o transductores: Captan las magnitudes del sistema, para saber el estado del proceso que se controla.

2.3.2 Sistemas de control de lazo abierto

Los sistemas de control de lazo abierto son aquellos en los que la salida no tiene efecto sobre la acción del controlador, es decir, la salida ni se mide ni se realimenta para compararla con la entrada. Por lo tanto, para cada valor de referencia corresponde una condición de operación fijada. Así, la exactitud del sistema, depende de la calibración.

Un ejemplo práctico es un lavarropas. Los ciclos de lavado, enjuague y centrifugado en el lavarropas se cumplen sobre una base de tiempos. La máquina no mide la señal de salida, es decir, la limpieza de la ropa. Una lavadora, verdaderamente automática debería comprobar constantemente el grado de limpieza de la ropa y desconectarse por sí misma cuando dicho grado coincida con el deseado como ejemplo en de la Fig. 2.2.



Figura 2. 2: Sistema de Control de Lazo Abierto

Fuente: Automatización Cim II Fiuba, 2019

2.3.3 Sistemas de control de lazo cerrado

Un sistema de control de lazo cerrado es aquel en el que la señal de salida tiene efecto directo sobre la acción del controlador. La señal de error actuante, (que es la diferencia entre la señal de entrada y la de realimentación) entra al control para reducir el error y llevar la salida del sistema al valor deseado. En otras palabras, el

término “lazo cerrado”, implica el uso de acción de realimentación para reducir el error del sistema como se muestra en la siguiente Fig. 2.3.

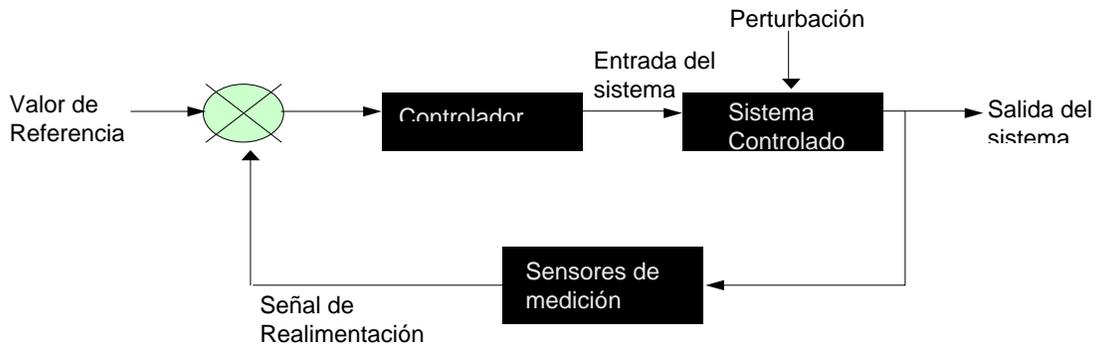


Figura 2. 3: Sistema de Control de Lazo Cerrado

Fuente: Automatización Cim II Fiuba, 2019

2.3.4 Clasificación de sistemas de control según el tipo de señales que intervienen

Sistemas de control analógicos: manipulan señales de tipo continuo (0 a 10V, 4 a 20 mA, etc.) Las señales son proporcionales a las magnitudes físicas (presión, temperaturas, velocidad, etc.) del elemento controlado.

Sistemas de control digitales: Utilizan señales binarias (todo o nada).

Sistemas control híbridos analógicos - digitales: autómatas programables.

2.4 SENSORES Y ACTUADORES

En todo proceso de automatización es necesario captar las magnitudes de planta, para poder así saber el estado del proceso que se controla. Para ello se utilizan los sensores y transductores (Bordons, 2000), términos que se suelen emplear como sinónimos, aunque el transductor engloba algo más amplio.

Se puede definir un transductor como un dispositivo que convierte el valor de una magnitud física en una señal eléctrica codificada, ya sea en forma analógica o digital.

Los transductores que se emplean para conectar a autómatas programables a través de las interfaces adecuadas, constan al menos de las siguientes partes que lo componen

Elemento sensor o captador: Convierte las variaciones de una magnitud física en variaciones de una magnitud eléctrica (señal).

Tratamiento de la señal: Si existe, realiza la función de modificar la señal obtenida para obtener una señal adecuada (filtrado, amplificación, etc.).

Etapas de salida: Comprende los circuitos necesarios para poder adaptar la señal al bus de datos o al PLC o controlador

2.4.1 Clasificación de sensores según el tipo de señal de salida

Analógicos: en los que la señal de salida es un valor de tensión o corriente entre un rango previamente fijado (normalmente 0-10 V o 4-20 mA).

Digitales: que transforman la variable medida en una señal digital, codificada en pulsos o en alguna codificación digital.

Sensores “todo-nada”: son aquellos que únicamente poseen dos estados, los cuales están separados por un valor umbral de la variable detectada.

2.4.2 Clasificación de sensores según su fuente de alimentación

Los sensores pasivos requieren de una alimentación para efectuar su función.

Los sensores activos generan la señal sin necesidad de alimentación externa.

2.4.3 Especificación de sensores

Todos los sensores deben ser especificados a un punto tal que aseguren ciertos parámetros de funcionamiento. Estas especificaciones se pueden aplicar tanto a sensores como a actuadores, aunque no en todas son aplicables a todo sensor o actuador que son:

Precisión: Una limitación de los sensores es la precisión, que regula el margen de imprecisión instrumental. Por ejemplo, dado un sistema de medición de temperatura, de precisión $0,05\text{ }^{\circ}\text{C}$, cuando su lectura fuese de $37,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ significa que la temperatura del ambiente medido está entre $37,15$ y $37,25\text{ }^{\circ}\text{C}$

Repetibilidad: Especifica la habilidad del instrumento para entregar la misma lectura en aplicaciones repetidas del mismo valor de la variable medida.

Sensibilidad: Término utilizado para describir el mínimo cambio en el elemento censado que el instrumento puede detectar.

Resolución: Expresa la posibilidad de discriminar entre valores debido a las graduaciones del instrumento. Se suele hablar de cantidad de dígitos para indicadores numéricos digitales y de porcentaje de escala para instrumentos de aguja.

Rango: Expresa los límites inferior y superior de los valores que el instrumento es capaz de medir.

Tiempo de respuesta: La medición de cualquier variable de proceso puede implicar una demora que debe ser definida adecuadamente. Los tiempos de respuesta se definen en base al tiempo necesario para obtener una medida satisfactoria.

Histéresis: Algunos instrumentos presentan un fenómeno de "memoria" que impone una histéresis a su respuesta. En particular, un sistema de medición de presión podría indicar los cambios de presión según si la presión anterior era más alta o más baja que la actual.

2.5 METODOLOGÍAS DE DISEÑO DE HARDWARE

Las metodologías de diseño de hardware denominadas Top-Down, basadas en la utilización de lenguajes de descripción de hardware, han posibilitado la reducción de los costos en la fabricación de circuitos integrados. Esta reducción se debe a la posibilidad de describir y verificar el funcionamiento de un circuito mediante la simulación del mismo, sin necesidad de implementar un prototipo físicamente.

2.5.1 Herramientas CAD

La metodología de diseño asistida por computadora (Computer Aided Design, CAD), emplea técnicas gráficas para soportar el proceso de diseño. La introducción de dichas técnicas en el proceso de diseño de circuitos electrónicos es fundamental, ya que más allá de proveer interfaces gráficas para asistir el proceso, brinda la posibilidad de simular y verificar la descripción antes de llevar a cabo su implementación, minimizando el costo de elaborar circuitos potencialmente defectuosos y acelerando el diseño global.

El diseño de hardware tiene un problema fundamental, que no existe en el diseño de software. Este problema es el alto costo del ciclo de diseño-prototipación-verificación, ya que el costo del prototipo por lo general es bastante elevado dando el mismo ciclo como se muestra en la siguiente figura.

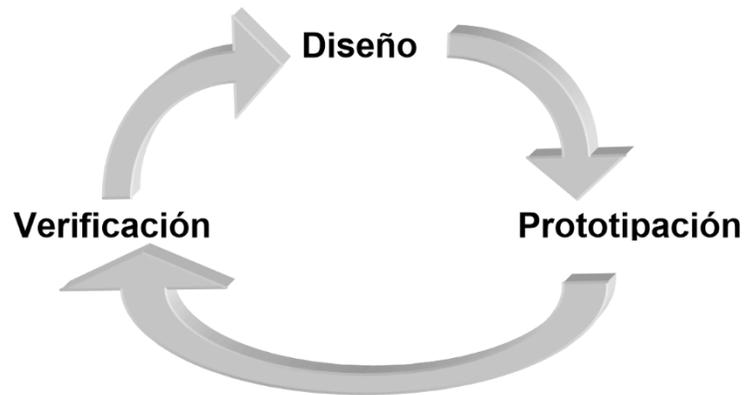


Figura 2. 4: Circulo de prototipos

Fuente: Diseño y metodologías del hardware

Por lo tanto, se busca minimizar el costo del ciclo anterior, incluyendo la fase de realización de prototipos únicamente al final del mismo. Esto se consigue mediante la inclusión de una fase de simulación y verificación que elimina la necesidad de elaborar físicamente un prototipo.

En el ciclo de diseño hardware las herramientas CAD están presentes en todos los pasos. En primer lugar, la fase de descripción de la idea, que será un sistema eléctrico, un diagrama en bloques, etc. Luego en la fase de simulación y verificación en donde las diversas herramientas permiten realizar simulación por eventos, funcional, digital o eléctrica considerando el nivel de simulación requerido.

A continuación, se enumeran y explican brevemente algunas de las posibles herramientas que pueden utilizarse durante el diseño e implementación del hardware:

Descripción mediante esquemas: Consiste en describir el circuito mediante un esquema que representa la estructura del sistema. Más allá de un simple diagrama de líneas puede incluir información sobre tiempos, referencias, cables, conectores, etc.

Grafos y diagramas de flujo: La descripción se realiza por medio de grafos, autómatas o redes de Petri. La diferencia con la captura de esquemas es que este tipo de descripción es funcional o de comportamiento y no de estructura como sucede en el caso anterior.

Lenguajes de descripción: Son lenguajes de computadora especializados que permiten describir un circuito digital. Esta descripción usualmente se puede llevar a cabo a diferentes niveles. Puede ser estructural, en donde se muestra la arquitectura del diseño, o bien de comportamiento, en donde se describe el comportamiento o funcionamiento del circuito global y no de los componentes por los cuales está compuesto.

Simulación de sistemas: Estas herramientas se utilizan para la simulación global del sistema. Los componentes que se simulan son de alto nivel, es decir del producto una vez terminado.

Simulación funcional: Este tipo de simulación se utiliza para validar el funcionamiento de un sistema digital a bajo nivel (nivel de compuertas), sin embargo, no se toman en consideración factores físicos de los componentes a simular como ser retrasos, problemas eléctricos, etc. Únicamente registra el comportamiento del circuito frente a ciertos estímulos dados.

Simulación digital: Esta simulación es muy parecida a la simulación funcional, pero considerando los retrasos y factores que no se consideran en la anterior. De esta forma se garantiza el funcionamiento correcto del circuito digital a ser implementado.

Simulación eléctrica: Es la simulación de más bajo nivel ya que se realiza a nivel de componentes básicos (transistores, resistencias, etc). El resultado de dicha simulación es prácticamente el mismo que en la realidad. Se utiliza tanto para circuitos analógicos como digitales.

Programación de dispositivos: Alternativamente a la implementación de los circuitos mediante máscaras, se puede emplear lógica programable. Los dispositivos de lógica programable permiten la implementación el circuito mediante la programación de los mismos. Posteriormente pueden ser reutilizados en caso de querer modificar el diseño o el circuito por completo. Ejemplos de dichos dispositivos son: PAL (Programmable And Logic), FPGA (Field Programmable Gate Arrays) y PLD (Programmable Logic Devices).

2.5.2 Diseño Top-Down

El diseño Top-Down consiste en capturar una idea con un alto nivel de abstracción, implementarla partiendo de la misma, e incrementar el nivel de detalle según sea necesario. El sistema inicial se va subdividiendo en módulos, estableciendo una jerarquía. Cada módulo se subdivide cuantas veces sea necesario hasta llegar a los componentes primarios del diseño como muestra el esquema de la figura 2.5.

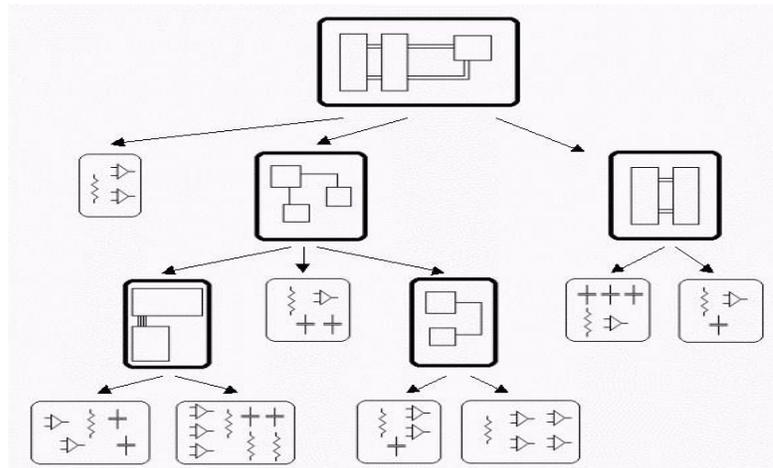


Figura 2. 5: Diseño de hardware con metodología Top-Down

Fuente: Diseño y metodologías del hardware, IEEE

Sin embargo, actualmente es necesario realizar diseños más complejos en menos tiempo. De esta manera se deja de lado la metodología de diseño Bottom-Up.

La metodología Top-Down evita los problemas que surgen con el empleo de la metodología Bottom-Up, ya que el diseño inicial es subdividido en sub diseños que a su vez se pueden seguir subdividiendo hasta llegar a diseños mucho menores y más sencillos de tratar. En el caso del diseño de hardware, esto se traduciría en subdividir el diseño inicial en módulos hasta llegar a las componentes primarias o primitivas.

Las herramientas actuales que permiten utilizar en forma automática la metodología Top-Down, lo que posibilita a las herramientas de síntesis sofisticadas llevar a cabo la implementación de un circuito final, partiendo de una idea abstracta y sin necesidad de que el diseñador deba descomponer su idea inicial en componentes concretos.

2.5.2.1 Ventajas Del Diseño Top-Down

Una de las principales ventajas del diseño Top-Down es que el diseñador puede especificar el diseño en un alto nivel de abstracción sin necesidad de considerar el mismo inicialmente a nivel de compuertas. Las herramientas incluidas en el paquete de VHDL (es un lenguaje de especificación definido por el IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers)), podrían generar el esquema de compuertas lógicas correspondientes a una descripción funcional dada. Sin embargo, las herramientas de síntesis actuales aún son incapaces de traducir ciertas descripciones de comportamiento en una descripción a nivel de compuertas, por ello la especialización y el pasaje entre los distintos niveles se puede realizar manualmente, refinando el diseño. La capacidad de sintetizar descripciones funcionales puras se irá introduciendo en el lenguaje con el correr del tiempo.

En el proceso de diseño se utilizan tecnologías genéricas, lo que posibilita que la tecnología de implementación no se fije hasta los últimos pasos del proceso. De esta manera se pueden reutilizar los datos del diseño únicamente cambiando la tecnología de implementación.

La descripción del circuito a distintos niveles de detalle, así como la verificación y simulación del mismo, permiten reducir la posibilidad de incluir errores en los siguientes procesos.

Diseño modular: El diseño Top-Down ofrece como ventaja que la información se estructura en forma modular. Como el diseño se realiza a partir del sistema completo y se subdivide en módulos, permite que las subdivisiones se realicen de forma que los mismos sean funcionalmente independientes. El diseño Bottom-Up no contempla la división en partes funcionalmente independientes. Esta es la desventaja fundamental del diseño Bottom-Up. El resultado final puede aparecer confuso al no estar dividido en módulos independientes.

Diseño jerárquico: En un diseño electrónico entran en juego una cantidad considerable de componentes. Estos diseños deben organizarse de tal forma que resulte fácil su comprensión. Una forma de organizar el diseño es la creación de un diseño modular jerárquico. Un diseño jerárquico está constituido por niveles en donde cada uno es una especialización del nivel superior. La organización jerárquica es una consecuencia directa de aplicar la metodología Top-Down.

2.5.3 Descripción de un diseño

Luego de concebir la idea del circuito que se pretende diseñar, se debe realizar la descripción del mismo.

En un principio las herramientas CAD, brindaban únicamente la posibilidad de trazar los dibujos referentes al diseño. El diseñador realizaba la descripción sobre un papel utilizando componentes básicos y trasladaba el diseño a la computadora para obtener una representación más ordenada. Con la llegada de computadoras con mayor capacidad de cálculo y herramientas más sofisticadas, no sólo se realiza el dibujo del circuito, sino su descripción completa y la simulación del mismo, para prever el comportamiento aparente que tendrá una vez implementado. Las

herramientas de diseño modernas permiten describir un circuito a distintos niveles de abstracción y es la computadora la que lleva a cabo la idea en forma concreta.

Básicamente, las herramientas actuales permiten dos tipos de descripciones:

Descripción comportamental: Se describe el comportamiento del circuito, sin poner énfasis en su arquitectura. Dicha descripción se realiza mediante un lenguaje de hardware específico. No se especifican señales ni elementos de bajo nivel.

Descripción estructural: Consiste en enumerar los componentes de un circuito y sus interconexiones. Se puede llevar a cabo mediante esquemas, en cuyo caso se realiza una descripción gráfica de los componentes del circuito, o bien mediante un lenguaje, en cuyo caso se enumeran los componentes del circuito y sus interconexiones.

2.6 METODOLOGÍA DE DESARROLLO RUP

2.6.1 Introducción al proceso unificado racional (RUP)

Las siglas RUP en inglés significa Rational Unified Process (Proceso Unificado de Rational), es un producto del proceso de ingeniería de software que proporciona un enfoque disciplinado para asignar tareas y responsabilidades dentro de una organización del desarrollo. Su meta es asegurar la producción del software de alta calidad que resuelve las necesidades de los usuarios dentro de un presupuesto y tiempo establecidos.

2.6.2 Consideraciones del RUP

RUP es un proceso o marco de trabajo para el desarrollo de un proyecto de software que define claramente quién, cómo, cuándo y qué debe hacerse en el proyecto. Presenta tres características esenciales:

- **Dirigido por casos de uso:** Orientan el proyecto a la importancia para el usuario y lo que éste quiere.
- **Centrado en la arquitectura:** Relaciona la toma de decisiones que indican cómo tiene que ser construido el sistema y en qué orden.
- **Iterativo e incremental:** Divide el proyecto en mini proyectos donde los casos de uso y la arquitectura cumplen sus objetivos de manera más depurada.

Como filosofía RUP maneja seis principios claves:

- **Adaptación del proceso.** El proceso deberá adaptarse a las características propias de la organización. El tamaño del mismo, así como las regulaciones que lo condicionen, influirán en su diseño específico. También se deberá tener en cuenta el alcance del proyecto.
- **Balancear prioridades.** Los requisitos de los diversos inversores pueden ser diferentes, contradictorios o disputarse recursos limitados. Debe encontrarse un balance que satisfaga los deseos de todos.
- **Colaboración entre equipos.** El desarrollo de software no lo hace una única persona, sino múltiples equipos. Debe haber una comunicación fluida para coordinar requisitos, desarrollo, evaluaciones, planes, resultados, etc.
- **Demostrar valor iterativamente.** Los proyectos se entregan, aunque sea de un modo interno, en iteraciones. En cada iteración se analiza la opinión de los inversores, la estabilidad y calidad del producto, y se refina la dirección del proyecto, así como también los riesgos involucrados.

- **Elevar el nivel de abstracción.** Este principio dominante motiva el uso de conceptos reutilizables, tales como patrón del software, lenguajes 4GL o esquemas (*frameworks*), por nombrar algunos. Éstos se pueden acompañar por las representaciones visuales de la arquitectura, por ejemplo, con UML.
- **Enfocarse en la calidad.** El control de calidad no debe realizarse al final de cada iteración, sino en todos los aspectos de la producción.

Por otro lado, RUP describe cómo aplicar efectivamente enfoques comprobados comercialmente para el desarrollo de software fig. 2.6. Estos enfoques son llamados "Mejores Prácticas" o "BestPractices", en su denominación inglesa, pues son utilizados en la industria por organizaciones exitosas.



Figura 2. 6: RUP – Mejoras prácticas

Fuente: RUP (RATIONAL UNIFIED PROCESS) Versión digital V 2

Desarrollo iterativo

En función de la cada vez mayor complejidad solicitada para los sistemas de software, ya no es posible trabajar secuencialmente, es decir, definir primero el problema completo; luego, diseñar toda la solución, construir el software y, finalmente, testear el producto. Es necesario un enfoque iterativo que permita una comprensión creciente del problema a través de refinamientos sucesivos, llegando a una solución efectiva luego de múltiples iteraciones acotadas en complejidad.

RUP utiliza y soporta este enfoque iterativo e incremental que ayuda a atacar los riesgos mediante la producción de entregables ejecutables progresivos y frecuentes que permiten la opinión e involucramiento del usuario.

A través de las iteraciones que generan entregables ejecutables, se logra detectar, en forma temprana, los desajustes e inconsistencias entre los requisitos, el diseño, el desarrollo y la implementación del sistema, manteniendo al tema de desarrollo focalizado en producir resultados.

Administración de requisitos

Los requisitos son las condiciones o capacidades que el sistema debe conformar. La administración de requisitos es un enfoque sistemático para hallar, documentar, organizar y monitorear los requisitos cambiantes de un sistema.

La administración de requisitos permite:

- a) Que las comunicaciones estén basadas en requisitos claramente definidos;
- b) Que los requisitos puedan ser priorizados, filtrados y monitoreados;
- c) Que sea posible realizar evaluaciones objetivas de funcionalidad y performance;
- d) Que las inconsistencias se detecten fácilmente.

RUP describe como:

- a) Obtener, organizar y documentar la funcionalidad y restricciones requeridas;
- b) Documentar y monitorear las alternativas y decisiones.

Las nociones de casos de uso y de escenarios utilizadas en RUP han demostrado ser una manera excelente de capturar los requisitos funcionales y asegurarse que

dirigen el diseño, la implementación y la prueba del sistema, logrando así que el sistema satisfaga las necesidades del usuario.

Arquitectura basada en componentes

El proceso de software debe focalizarse en el desarrollo temprano de una arquitectura robusta ejecutable, antes de comprometer recursos para el desarrollo en gran escala. RUP describe cómo diseñar una arquitectura flexible, que se acomode a los cambios, comprensible intuitivamente y promueve una más efectiva reutilización de software. Soporta el desarrollo de software basado en componentes: módulos no triviales que completan una función clara. RUP provee un enfoque sistemático para definir una arquitectura utilizando componentes nuevos y preexistentes.

Modelamiento visual

RUP muestra cómo representar el software visualmente para capturar la estructura y comportamiento de arquitecturas y componentes. Las abstracciones visuales ayudan a comunicar diferentes aspectos del software; comprender los requisitos, ver cómo los elementos del sistema se relacionan entre sí, mantener la consistencia entre diseño e implementación y promover una comunicación precisa. El estándar UML (Lenguaje de Modelado Unificado), creado por *Rational Software*, es el cimiento para un modelamiento visual exitosa.

Verificación continúa de la calidad

Es necesario evaluar la calidad de un sistema respecto de sus requisitos de funcionalidad, confiabilidad y performance. La actividad fundamental es el testeo (*testing*), que permite encontrar las fallas antes de la puesta en producción. RUP asiste en el planeamiento, diseño, implementación, ejecución y evaluación de todos estos tipos de testeo (*testing*).

El aseguramiento de la calidad se construye dentro del proceso, en todas las actividades, involucrando a todos los participantes, utilizando medidas y criterios objetivos, permitiendo así detectar e identificar los defectos en forma temprana.

Control de cambios

La capacidad de administrar los cambios es esencial en ambientes en los cuales el cambio es inevitable. RUP describe como controlar, rastrear y monitorear los cambios para permitir un desarrollo iterativo exitoso. Es también una guía para establecer espacios de trabajo seguros para cada desarrollador, suministrando el aislamiento de los cambios hechos en otros espacios de trabajo y controlando los cambios de todos los elementos de software (modelos, código, documentos, etc.). Describe cómo automatizar la integración y administrar la conformación de entregables.

2.6.3 Fases

El ciclo de vida del software del RUP se descompone en cuatro fases secuenciales (figura 2.7). En cada extremo de una fase se realiza una evaluación (actividad: Revisión del ciclo de vida de la finalización de fase) para determinar si los objetivos de la fase se han cumplido. Una evaluación satisfactoria permite que el proyecto se mueva a la próxima fase.

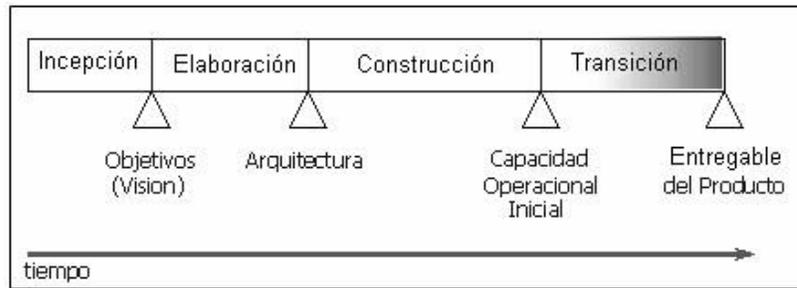


Figura 2. 7: Fases del RUP

Fuente: Aplicación de la metodología (RUP) para el desarrollo rápido

2.6.3.1 Planeando las fases

El ciclo de vida consiste en una serie de ciclos, cada uno de los cuales produce una nueva versión del producto, cada ciclo está compuesto por fases y cada una de estas fases está compuesta por un número de iteraciones, estas fases son:

Concepción, Inicio o Estudio de oportunidad

- Define el ámbito y objetivos del proyecto
- Se define la funcionalidad y capacidades del producto

Elaboración

- Tanto la funcionalidad como el dominio del problema se estudian en profundidad
- Se define una arquitectura básica
- Se planifica el proyecto considerando recursos disponibles

Construcción

- El producto se desarrolla a través de iteraciones donde cada iteración involucra tareas de análisis, diseño e Implementación.
- Las fases de estudio y análisis sólo dieron una arquitectura básica que es aquí refinada de manera incremental conforme se construye (se permiten cambios en la estructura).
- Gran parte del trabajo es programación y pruebas.
- Se documenta tanto el sistema construido como el manejo del mismo.
- Esta fase proporciona un producto construido junto con la documentación.

Transición

- Se libera el producto y se entrega al usuario para un uso real.
- Se incluyen tareas de marketing, empaquetado atractivo, instalación, configuración, entrenamiento, soporte, mantenimiento, etc.
- Los manuales de usuario se completan y refinan con la información anterior.
- Estas tareas se realizan también en iteraciones.

Todas las fases no son idénticas en términos de tiempo y esfuerzo. Aunque esto varía considerablemente dependiendo del proyecto, un ciclo de desarrollo inicial típico para un proyecto de tamaño mediano debe anticipar la distribución siguiente el esfuerzo y horario:

Tabla 2. 4: Esfuerzo-horario contra fases del RUP

	Concepción	Elaboración	Construcción	Transición
Esfuerzo	~5 %	20 %	65 %	10%
Horario	10 %	30 %	50 %	10%

Fuente: Aplicación de la metodología (RUP) para el desarrollo rápido

Lo cual se puede representar gráficamente como se muestra en la figura 2.8:

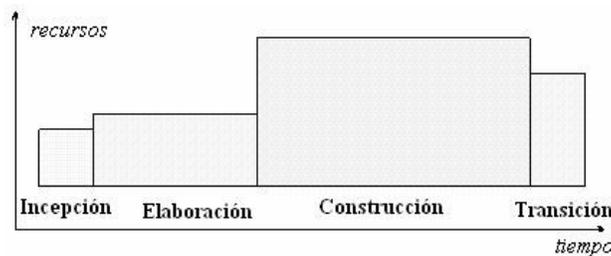


Figura 2. 8: Recursos utilizados en las fases del RUP en el tiempo

Fuente: Aplicación de la metodología (RUP) para el desarrollo rápido.

En un ciclo evolutivo, las fases de concepción y elaboración serían considerablemente más pequeñas. Algunas herramientas que pueden automatizar una cierta porción del esfuerzo de la fase de Construcción pueden atenuar esto, haciendo que la fase de construcción sea mucho más pequeña que las fases de concepción y elaboración juntas.

Cada paso con las cuatro fases produce una generación del software. A menos que el producto "muera", se desarrollará nuevamente repitiendo la misma secuencia las fases de concepción, elaboración, construcción y transición, pero con diversos énfasis cada fase.

Estos ciclos subsecuentes se llaman los ciclos de la evolución. Mientras que el producto pasa durante varios ciclos, se producen las nuevas generaciones. En la figura 2.9 se muestra este ciclo evolutivo.



Figura 2. 9: Ciclo evolutivo en la elaboración de software basado en el RUP

Fuente: Aplicación de la metodología (RUP) para el desarrollo rápido

Los ciclos evolutivos pueden ser iniciados por las mejoras sugeridas por el usuario, cambios en el contexto del usuario, cambios en la tecnología subyacente, reacción a la competencia, etc. Los ciclos evolutivos tienen típicamente fases de concepción y elaboración mucho más cortas, puesto que la definición y la arquitectura básicas del producto son determinadas por los ciclos de desarrollo anteriores. Las excepciones a esta regla son los ciclos evolutivos en los cuales ocurre o surge un producto significativo o una redefinición arquitectónica.

Esfuerzo respecto de los flujos de trabajo

En la figura 2.10 se muestran ciertos porcentajes, de forma vertical se muestra el esfuerzo que se tiene que realizar por cada una de las disciplinas o flujos de trabajo, y los dos porcentajes que se muestran de forma horizontal son para todo el proyecto.

Explicando más puntualmente la figura 2.10 se puede observar que para la obtención de requerimientos o requisitos en la fase de concepción se empiezan a obtener, en la fase de elaboración tiene su auge y va declinando en la fase de

construcción, realizar todo esto requiere aproximadamente un 15% de esfuerzo, y así sucesivamente con las demás disciplinas.

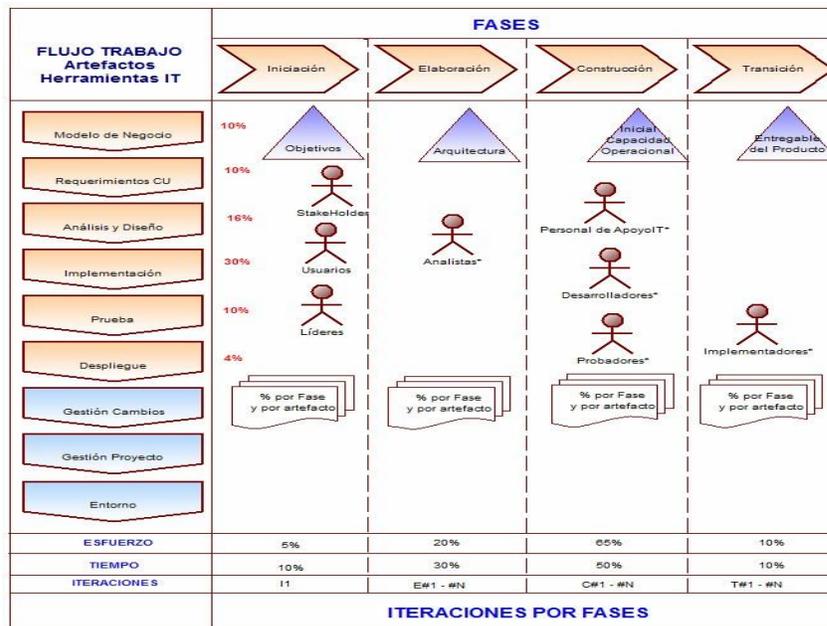


Figura 2. 10: Esfuerzo respecto de los flujos de trabajo

Fuente: RUP (RATIONAL UNIFIED PROCESS) Version digital V 2

Esfuerzo respecto de las fases

En la figura 2.11 se muestran dos filas de porcentajes, el primero que es el esfuerzo realizado por cada fase en forma general e incluyendo las iteraciones dentro de cada fase; y en la segunda fila, la duración que tiene aproximadamente en porcentajes del tiempo total del proyecto para cada una de las fases incluyendo todas las iteraciones que conlleven realizar cada fase.

Explicando más puntualmente una pequeña parte de la figura 2.12 se puede observar que para la fase de construcción se tiene que dedicar más esfuerzo y mayor duración, siempre y cuando dependiendo de qué disciplina se esté

ejecutando, por ejemplo, en la disciplina de implementación se tiene mucho auge en la fase de construcción.

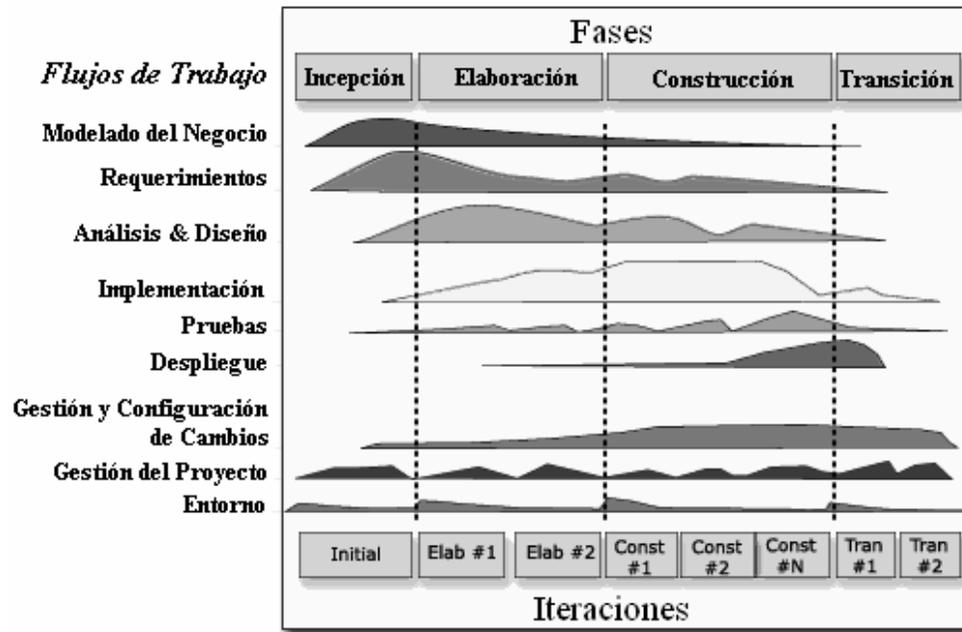


Figura 2. 11: Estructura del RUP

Fuente: Aplicación de la metodología (RUP) para el desarrollo rápido

Iteraciones

El RUP maneja el proceso Iterativo Incremental para el desarrollo de las aplicaciones o proyectos, por tal motivo es de suma importancia explicar brevemente en qué consiste este proceso.

Para la realización de cada iteración se tiene que tomar en cuenta la planificación de la iteración, estudiando los riesgos que conlleva su realización, también incluye el análisis de los casos de uso y escenarios, el diseño de opciones arquitectónicas, la codificación y pruebas, la integración gradual durante la construcción del nuevo código con el existente de iteraciones anteriores, la evaluación de la entrega ejecutable (evaluación del prototipo en función de las pruebas y de los criterios

definidos) y la preparación de la entrega (documentación e instalación del prototipo). Algunos de estos elementos no se realizan en todas las fases.

2.7 LENGUAJE DE DISEÑO UML

2.7.1 Introducción

Tal como indica su nombre, UML es un lenguaje de modelado. Un modelo es una simplificación de la realidad. El objetivo del modelado de un sistema es capturar las partes esenciales del sistema. Para facilitar este modelado, se realiza una abstracción y se plasma en una notación gráfica. Esto se conoce como modelado visual.

El modelado visual permite manejar la complejidad de los sistemas a analizar o diseñar.

UML sirve para el modelado completo de sistemas complejos, tanto en el diseño de los sistemas software como para la arquitectura hardware donde se ejecuten.

Otro objetivo de este modelado visual es que sea independiente del lenguaje de implementación, de tal forma que los diseños realizados usando UML se pueda implementar en cualquier lenguaje que soporte las posibilidades de UML (principalmente lenguajes orientados a objetos).

UML es además un método formal de modelado. Esto aporta las siguientes ventajas:

- Mayor rigor en la especificación.
- Permite realizar una verificación y validación del modelo realizado.

- Se pueden automatizar determinados procesos y permite generar código a partir de los modelos y a la inversa (a partir del código fuente generar los modelos).

Esto permite que el modelo y el código estén actualizados, con lo que siempre se puede mantener la visión en el diseño, de más alto nivel, de la estructura de un proyecto.

UML

Es ante todo un lenguaje. Un lenguaje proporciona un vocabulario y reglas para permitir una comunicación. En este caso, este lenguaje se centra en la representación gráfica de un sistema.

Este lenguaje indica cómo crear y leer los modelos, pero no dice cómo crearlos. Esto último es el objetivo de las metodologías de desarrollo.

Los objetivos de UML son muchos, pero se pueden sintetizar sus funciones:

- **Visualizar:** UML permite expresar de una forma gráfica un sistema de forma que otro lo puede entender.
- **Especificar:** UML permite especificar cuáles son las características de un sistema antes de su construcción.
- **Construir:** A partir de los modelos especificados se pueden construir los sistemas diseñados.
- **Documentar:** Los propios elementos gráficos sirven como documentación del sistema desarrollado que pueden servir para su futura revisión.

Aunque UML está pensado para modelar sistemas complejos con gran cantidad de software, el lenguaje es lo suficientemente expresivo como para modelar sistemas que no son informáticos, como flujos de trabajo (workflow) en una empresa, diseño

de la estructura de una organización y por supuesto, en el diseño de hardware. Un modelo UML está compuesto por tres clases de bloques de construcción:

- **Elementos:** Los elementos son abstracciones de cosas reales o ficticias (objetos, acciones, etc.)
- **Relaciones:** relacionan los elementos entre sí.
- **Diagramas:** Son colecciones de elementos con sus relaciones.

UML ha sido desarrollado con el propósito de ser útil para modelar diferentes sistemas: de información, técnicos (telecomunicaciones, industria, etc.), empotrados de tiempo real, distribuidos; y no sólo es útil para la programación sino también para modelar negocios, es decir, los procesos y procedimientos que establecen el funcionamiento de una empresa.

En lo que corresponde al desarrollo de programas, posee elementos gráficos para soportar la captura de requisitos, el análisis, el diseño, la implementación, y las pruebas. Sin embargo, no hay que olvidar que UML es una notación y no un proceso/método, es decir, es una herramienta útil para representar los modelos del sistema en desarrollo, mas no ofrece ningún tipo de guía o criterios acerca de cómo obtener esos modelos.

2.7.2 Diagramas UML

Los diagramas de UML se pueden clasificar de la siguiente manera:

- Diagrama de Casos de Uso.
- Diagramas de Clase y Diagramas de Objetos.

- Diagramas de Comportamiento.
 - Diagramas de Secuencia.
 - Diagramas de Colaboración.
 - Diagramas de Estados.
 - Diagramas de Actividad.

2.7.3 Diagrama de casos de uso

Sirve para describir las interacciones del sistema con su entorno, identificando los **Actores**, que representan los diferentes roles desempeñados por los usuarios del sistema, y los **Casos de Uso**, que corresponden a la funcionalidad que el sistema ofrece a sus usuarios, explicada desde el punto de vista de éstos. Los actores no son solamente humanos, pudiendo ser también otros sistemas con los cuales el sistema en desarrollo interactúa de alguna manera.

- Un **Actor** define un conjunto coherente de roles que los usuarios de una entidad pueden jugar cuando interactúan con ella. Se puede considerar que un Actor juega un rol diferente con respecto a cada Caso de Uso con el cual se comunica.
- Un **Caso de Uso** es un tipo de clasificador que representa una unidad coherente de funcionalidad suministrada por un sistema, un subsistema o una clase, tal como se manifiesta mediante secuencias de mensajes intercambiados entre el sistema (subsistema, clase) y uno o más actores externos (llamados actores), junto con las acciones realizadas por el sistema (subsistema, clase).

Entre los actores y los casos de uso se establecen **asociaciones**, que se representan mediante una línea sólida e indican cuáles actores participan en un caso de uso. Todo caso de uso tiene siempre un actor (y sólo uno) que lo "dispara", denominado iniciador, siendo conveniente identificarlo en los casos de uso que

tienen varios actores, ya sea etiquetando su asociación con la palabra "iniciador", usando una flecha para representarla.

Entre los casos de uso también se pueden establecer relaciones, las cuales son de tres tipos: inclusión, extensión y generalización. La relación de Inclusión se representa con una flecha de línea discontinua etiquetada con el estereotipo «include».

La relación de Extensión es representada también por una flecha discontinua, etiquetada con el estereotipo «extend». Una relación de Extensión desde un caso de uso C hacia un caso de uso D, indica que el caso de uso D puede incluir (condicionado al cumplimiento de condiciones específicas establecidas en la extensión) el comportamiento del caso de uso C.

La relación de Generalización desde un caso de uso E hacia un caso de uso F indica que E es una especialización de F. Se representa mediante una flecha con la línea sólida y la cabeza cerrada y vacía (un triángulo), que es la notación de generalización.

Una vez identificados los actores y los casos de uso en el diagrama, se detallan estos últimos, normalmente utilizando una descripción textual, aunque para casos de uso más complejos puede usarse un Diagrama de Actividad.

La descripción de los casos de uso de un sistema no es homogénea ni en el tiempo ni en el espacio. Su nivel de detalle se incrementa a medida que se avanza en el proceso de desarrollo, y en un momento dado es posible tener un mayor nivel de detalle para ciertos casos de uso, los más críticos, mientras que otros menos importantes se dejan para más tarde.

2.7.4 Diagrama de secuencias

Mientras que los diagramas anteriores permiten modelar la estructura de un sistema, representando su configuración estática, el comportamiento de éstos, es decir, su dinámica, se modela utilizando Diagramas de Secuencia, Diagramas de Colaboración, Diagramas de Estados y Diagramas de Actividad.

Un Diagrama de Secuencias contribuye a la descripción de la dinámica del sistema en términos de la interacción entre sus *objetos*. Esta interacción se lleva a cabo a través de *mensajes*, que en el mundo de la orientación a objetos no significan lo mismo que en los protocolos de comunicación; un mensaje generalmente se implementa mediante la invocación de una operación desde el objeto "fuente" al objeto "destino".

En el Diagrama de Secuencias aparecen desplegados de manera horizontal los objetos que participan en la interacción, y cada uno de ellos tiene un eje vertical que corresponde al tiempo. Los mensajes entre los objetos se representan mediante flechas etiquetadas con el nombre de la operación, la señal o la acción de interacción correspondiente. El formato de la flecha permite diferenciar el tipo de mensaje, que puede ser (Figura 2.12).

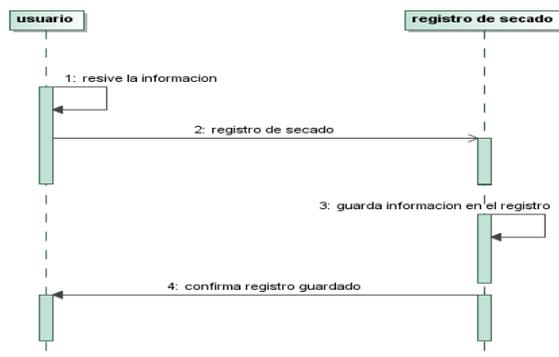


Figura 2. 12: Tipos de mensaje

Fuente: Elaboración propia

2.7.5 Diagrama de estados

Mientras que un Diagrama de Secuencias describe parte de la dinámica de un sistema en términos de la interacción entre *varios objetos* del sistema, generalmente de distintas clases, el Diagrama de Estados permite describirla en términos del ciclo de vida de *un objeto de una clase*, mostrando los estados que éste puede tener y los estímulos que dan lugar a los cambios de estado.

2.7.6 Diagrama de actividad

Es utilizado para describir una secuencia de acciones, las cuales pueden corresponder a distintos niveles de abstracción de un sistema: el algoritmo de una operación en una clase, la interacción de un grupo de objetos, la especificación de un caso de uso, las actividades que integran un procedimiento en una empresa, etc.

Aunque sintácticamente los Diagramas de Actividad se definen como una variante de los Diagramas de Estado, pues sus símbolos son en principio los mismos, su semántica es bastante diferente. Aquellos están más orientados a mostrar las acciones, mientras que éstos están centrados en los estados; y los primeros pueden involucrar a objetos de varias clases, mientras que los segundos describen siempre el comportamiento de los objetos de una clase específica.

Los Diagramas de Actividad son en esencia diagramas de flujo, con algunos elementos adicionales que les permiten expresar conceptos como la concurrencia y la división del trabajo. Tal como se muestra en la Figura 2.13, utilizan los símbolos de estados, denominados estados de acción, para describir las actividades, y también usan los símbolos para el estado inicial y el estado final. Tienen condiciones para habilitar las transiciones entre una acción y otra, y además un símbolo para los puntos de decisión, que consiste en un diamante grande con una o más transiciones de entrada y dos o más transiciones de salida etiquetadas con condiciones.

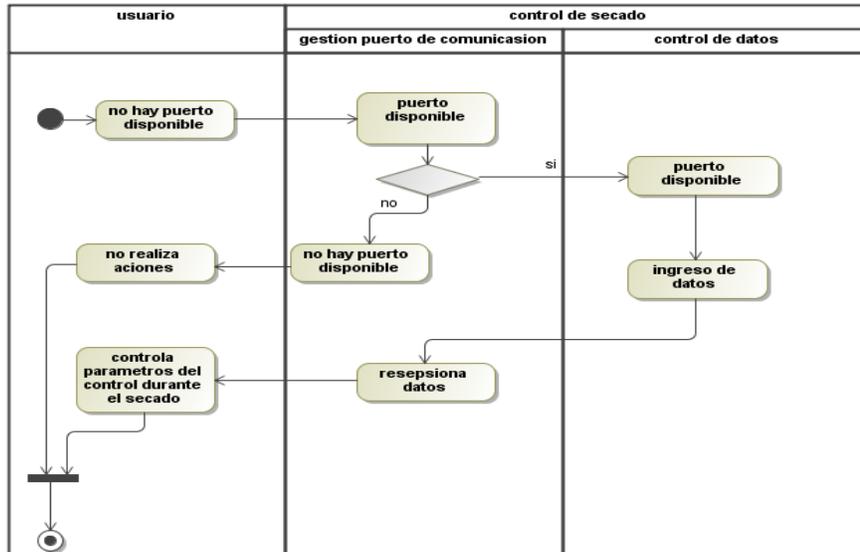


Figura 2. 13: Diagrama de actividad

Fuente: Elaboración propia

En los Diagramas de Actividad también se puede especificar la división de trabajo o de responsabilidades entre objetos de un sistema o secciones de una organización. Para ello se utilizan los carriles, que consisten en divisiones verticales del diagrama etiquetados con el nombre del objeto o sección correspondiente, en los cuales se colocan las acciones que son realizadas por él.

2.7.7 Diagrama de clases

Un diagrama de clases es una colección de elementos de un modelo estático declarativo, tales como clases, interfaces, y sus relaciones, conectados como un grafo entre sí y con sus contenidos.

El diagrama de clases representa la estructura de un modelo estático, y no muestra información temporal; sin embargo, puede incluir diagramas de objetos cuyas instancias deben ser compatibles con un diagrama de clases particular.

Las clases son representadas mediante un rectángulo como se muestra en la Figura 2.14

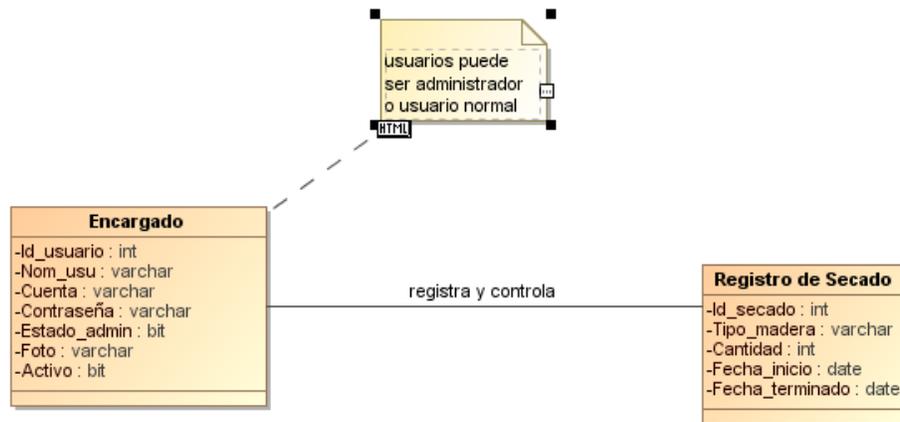


Figura 2. 14: Diagrama de clases

Fuente: Elaboración propia

3 MARCO APLICATIVO

En este capítulo se realizará el desarrollo del proyecto de forma y conforme a los objetivos planteados en marco preliminar.

3.1 DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA DE CONTROL ACTUAL

La empresa SOEX S.R.L. cuenta con cuatro hornos de secado de madera de las que solo se enfocara el proyecto propuesto a los dos hornos medianos con una capacidad de 100 m³ de madera, las cuales cuentan con control total y manual utilizando solamente lógica cableada para la automatización.

Cada horno de secado cuenta con las siguientes características y componentes:

- 4 cuatro motores trifásicos (ventiladores).
- 5 contactores.
- 5 relés térmicos de protección.
- 5 térmicos (Disyuntor térmico).
- 5 guarda motores.
- Una bomba de agua (motor monofásico).
- 3 sensores de temperatura.
- 2 sensores de humedad relativa.
- 1 visualizador digital (humeada y temperatura).
- 1 radiador de agua caliente.
- 1 calentador de agua.
- 4 compuertas de aerificación.

El horno de secado de madera es de total dependencia de un supervisor que lo controle.

3.1.1 Ventiladores

Después de realizar una revisión de los ventiladores y todas sus partes, tales como, ejes, aspas, rodamientos y demás, se encontró que estos están aptos para ponerlos en funcionamiento. Este componente es fundamental dentro del horno,

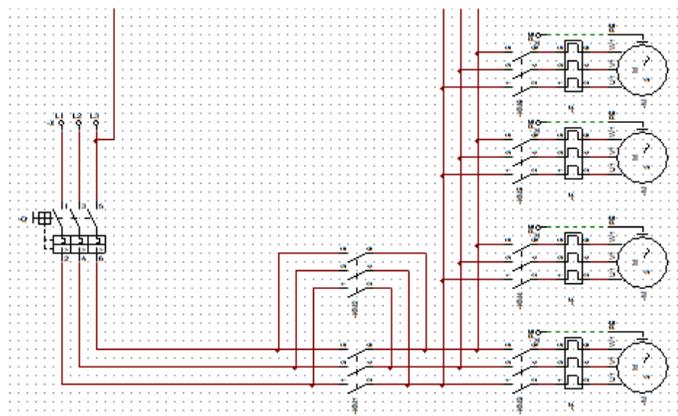
3.1.2 Motores Trifásicos

Los motores están encargados del movimiento continuo de los ventiladores para mantener una circulación constante del aire al interior del horno, lo que garantiza la homogeneidad de la temperatura y la humedad en todos los puntos.

Por esta razón los motores deben estar en funcionamiento durante todo el proceso de secado por lo que el circuito de control los debe energizar en el mismo momento que el ciclo inicie y apagar cuando este se detenga.

Para la cual el sistema actual cuenta con lógica cableada lo que quiere decir que el control de los ventiladores tiene que ser accionados obligatoriamente desde un pulsador para que se dé el paso de corriente como se muestra en la fig. 3.1.

Para ello se presenta la siguiente fig. 3.1 se muestra el diagrama de potencia al flujo de corriente para los controles de los ventiladores con los motores trifásicos



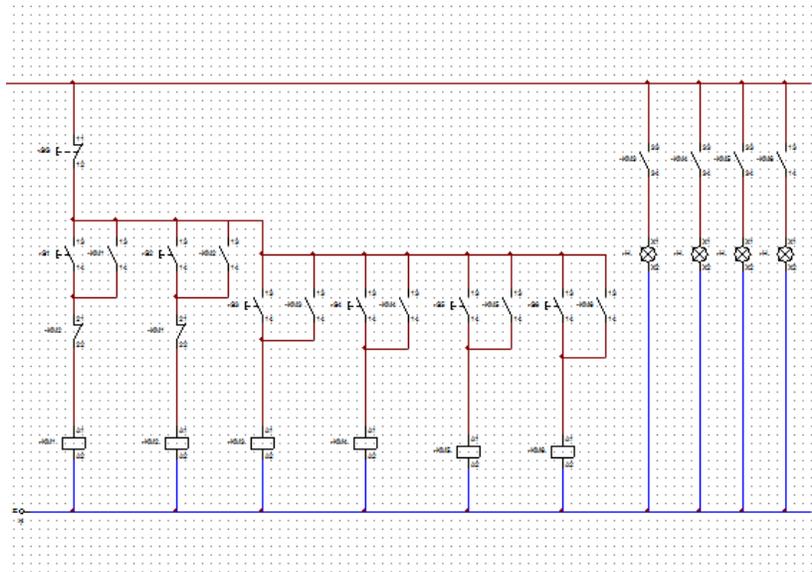


Figura 3. 1: Circuito de control y de potencia en el sistema de motores
Fuente: (Elaboración propia) Empresa SOEX S.R.L.

3.1.3 Control de humedad

Humedad de la madera:

El control de la humedad de la madera se lo realiza de una forma manual con instrumento que muestra el grado de húmeda al solo palparlo (palpador) el control se lo realiza cada 24 hrs para poder controlar la humedad dentro del horno.

Temperatura y Humedad del horno:

El control de la humedad para el ambiente dentro del horno de igual manera se lo realiza de forma manual con un visualizador que va mostrando la temperatura y la humedad necesaria para el control del radiador el cual es accionado por una bomba de agua caliente logrando así la temperatura adecuada.

El agua es calentada dentro de un caldero que funciona gracias al quemado de retazos de madera y aserrín totalmente supervisado por el encargado. (Ver Anexo)

3.1.4 Requerimientos funcionales y no funcionales

Los requerimientos funcionales y no funcionales del sistema de control se identificarán en la siguiente Tabla 3.1, las cuales ayudarán a identificar el servicio directo que brindara al usuario en HMI (interfaz hombre maquina), de igual forma este explicara explícitamente lo que el sistema realizara.

Tabla 3. 1: Requerimientos funcional

FUNCIONALES	NO FUNCIONALES
1. El sistema realizara un control total de los ventiladores asiendo un cambio de giro programada por el usuario.	1. Para el sistema de control se necesitará un Arduino como controlador del sistema automatizado.
2. Contará con control de las compuertas para liberar la humedad dentro del horno de secado.	2. Se utilizar la herramienta y programa en visual estudio.
3. Contará con un control al medir el porcentaje de humedad en la madera higroscópicamente.	3. Un gestor de base de datos que será SQL Server
4. Tendrá un control para regular la humedad y temperatura del ambiente del horno de secado.	4. Un equipo computacional como mínimo i5 con tarjeta de video dedicada y 6 GB de RAM. 5. Contactores y motores trifásicos para el accionamiento de los ventiladores. 6. Circuitos eléctricos adicionales para las compuertas de aerificación. 7. Para la inserción o modificación de datos incluso para el apagado, contara con código de usuario y privilegios.

3.2 DISEÑO DEL SISTEMA DIAGRAMA DE BLOQUES

Descripción de temperatura y humedad: El diagrama de bloques que se muestra en la fig. 3.2 es el funcionamiento general al controlar la temperatura y humedad dentro del horno.

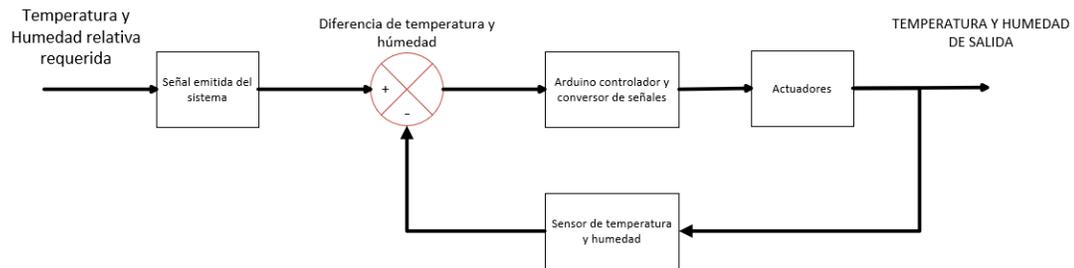


Figura 3. 2: Diagrama de control la temperatura y humedad

Fuente: elaboración propia

Descripción tiempo en los ventiladores: El siguiente diagrama que se muestra en la fig. 3.3 explica el funcionamiento general de los ventiladores dando los parámetros necesarios y requeridos para el secado de madera en el horno de sacado.



Figura 3. 3: Diagrama de control en los ventiladores

Fuente: elaboración propia

Descripción de porcentaje de humedad: El diagrama de bloques que se muestra en la fig. 3.4 es el funcionamiento general al controlar el porcentaje de humedad en la madera para lograr un resultado ideal y requerido.

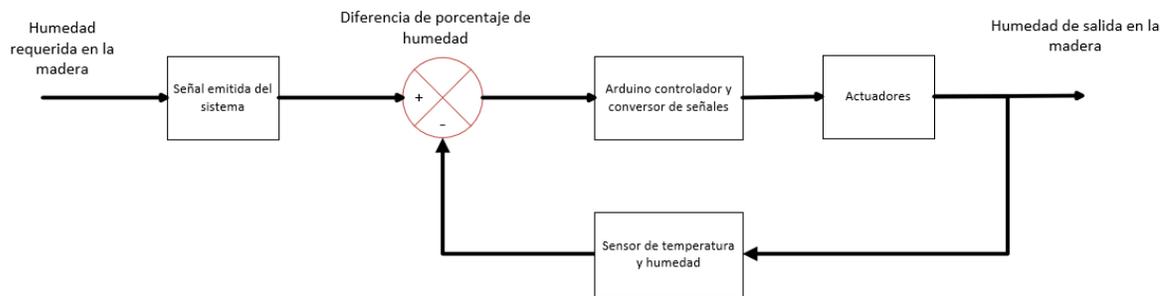


Figura 3. 4: Diagrama de control al porcentaje de humedad en la madera

Fuente: elaboración propia

3.3 DISEÑO AL SISTEMA DE HARDWARE

El diseño de del hardware es la parte crucial para la realización de sistema de control planteado por ese motivo se debe tomar en cuenta lo cana una de los siguientes aspectos.

3.3.1 Selección de equipos y componentes necesarios para el sistema de control de temperatura y humedad dentro del horno

Para mejorar e incrementar la eficiencia en proceso de secado de madera dentro del horno se realiza a continuación la comparación de componentes.

3.3.1.1 Contactor

En conocimiento genérico el contactor es un interruptor mandado a distancia que retorna a su posición inicial o de reposo cuando la fuerza que la acciona deja de actuar. A diferencia de un "relay", este componente está desarrollado para un trabajo de tenciones eléctricas elevadas.

Características:

Es un dispositivo mecánico de apertura y cierre eléctrico que se activa mediante una energía no manual.

Su accionamiento puede ser del tipo mecánico, eléctrico, neumático.

Para su señalización los contactos principales tienen un solo dígito acompañados de una letra y están normalmente abiertos las cuales se mostrarán a continuación en siguiente Tabla 3.2 y Figura 3.5.

Tabla 3. 2 Características para contactores

MODELO	CONTACTOS AUXILIARES	TÉRMICO DE APLICACIÓN DIRECTA	CLASE AC3380V MOTORES HASTA	CLASE AC1(CARGAS RESISTIVAS)
MC1-09 10E	1NA	TRI-T0	5HP(9A)	20A
MC1-09 11E	1NA+1NC	TRI-T1	5HP(9A)	25A
MC1-09 22E	2NA+2NC	TRI-T1	5HP(9A)	25A

Fuente: elaboración propia (datos ELECTRO RED)



Figura 3. 5: Modelos de contactores

Fuente: elaboración propia (datos ELECTRO RED)

Dado sus características se ven que el contactor utilizado será el modelo ABB AF – Tipo abierto modelo MC1-0922E

3.3.1.2 Arduino

Una placa de hardware libre que incorpora un microcontrolador programable y una serie de pines hembras (las cuales están unidas internamente a las patillas de E/S del microcontrolador) que permiten conectar allí diferentes sensores y actuadores.

Placas: Arduino Uno:

- ▶ uC ATmega 328 a 16MHz
- ▶ Flash 32KB
- ▶ RAM 2KB
- ▶ EEPROM 1KB
- ▶ 5 entradas Analógicas [0-5V]
- ▶ 14 Pines E/S Digitales
 - ▶ 6 PWM
- ▶ Puerto serie (0,1)
- ▶ I2C (4,5)
- ▶ SPI (10, 11, 12, 13)



Figura 3. 6: Placa Arduino uno
Fuente: Pluselectric

Dado la siguiente característica del controlador arduino se determina que el **Arduino uno** es adecuado para la automatización que se está realizando

3.3.1.3 Módulo RELE

Este módulo es ideal para conmutar cargas de corriente alterna conectadas a la red eléctrica. Soporta todos los microcontroladores, aplicaciones en zonas industriales, control del PLC, entre otros. Este módulo es capaz de controlar varios equipamientos de alta corriente durante un tiempo prolongado. Puede ser controlado por muchos microcontroladores como Arduino, 8051, AVR, PIC, DSP, ARM, MSP430, TTL

3.3.1.4 Sensor DHT22

el modelo DHT22 tiene unas características mucho más aceptables.

- Medición de temperatura entre -40 a 125, con una precisión de 0.5°C
- Medición de humedad entre 0 a 100%, con precisión del 2-5%.
- Frecuencia de muestreo de dos muestras por segundo (2 Hz)

EL DHT22 (sin llegar a ser en absoluto un sensor de alta precisión) tiene unas características aceptables que fueron mencionadas anterior mente para que sea posible emplearlo en proyectos reales de monitorización o registro, que requieran una precisión media.

3.3.1.5 Equipo computacional

HARDWARE

El hardware que se propuso y se detalla a continuación:

Tabla 3. 3: Características De Equipo Computacional

NOMBRE	CARACTERÍSTICAS	MARCA
Monitor	LED LG 18.5" E1942C WIDE	LG
Tarjeta Madre	INTEL DH67BL BOX DDR3 LGA1155	INTEL
Procesador	INTEL COREI5 2320 3.00 GHZ. OEM	INTEL

Disco Duro	HDD DE 500GB SATA SEAGATE	SEAGATE
Memoria RAM	DDR3 4 GB. BUS1333 CODEX	HITACHI
Tarjeta De Video	NVIDIA 986 1GB	GEFORCE
Lector Video Y Audio	COPIADOR DVD LG SATA	LG
Case	SUELTO SP MALETIN CODEGEN	SUPER POWER
Teclado Y Mouse	CONEXIÓN USB	GENIUS
Parlantes	CONEXIÓN USB	DELUX

Fuente: <http://www.mipcbolivia.com/>

Basado en las características mencionadas y requeridas por la empresa, este equipo cumple con los requerimientos mínimos para el sistema haciendo factible técnicamente en los que es hardware.

SOFTWARE

NOMBRE

DESCRIPCIÓN

Sistema operativo

Windows 10 profesional

Este equipo sobre pasa los requerimientos mínimos para el sistema haciendo factible para el uso del sistema que se realizara.

3.3.2 Diseño del hardware apropiado para el sistema

3.3.2.1 Diseño de entradas y salidas en el arduino en ventiladores

En este diseño tiene las entradas y salidas del Arduino con el HMI en el módulo de los ventiladores tanto como la entrada serial y los pines de salida hacia los actuadores como se muestra en siguiente figura 3.9.

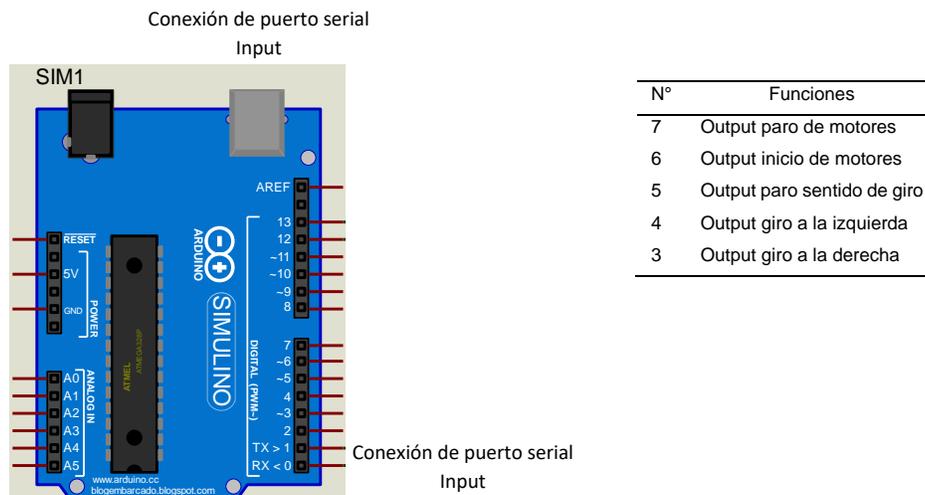


Figura 3. 7: Entradas y salidas del Arduino para la conexión en el sistema

Fuente: elaboración propia

3.3.2.2 Diseño de control en la conexión del circuito para los motores según sistema LIFO

Se tiene los diagramas eléctricos de para el sistema de control en accionar de los actuadores junto con la parte de control para el accionamiento como se muestra en siguientes figuras.

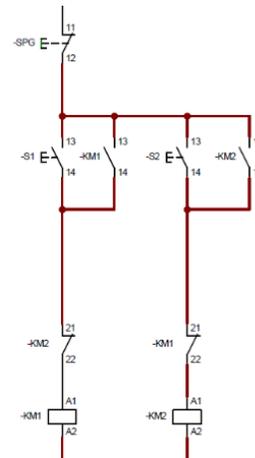


Figura 3. 8: Diseño de control para el circuito en el sentido de giro

Fuente: elaboración propia

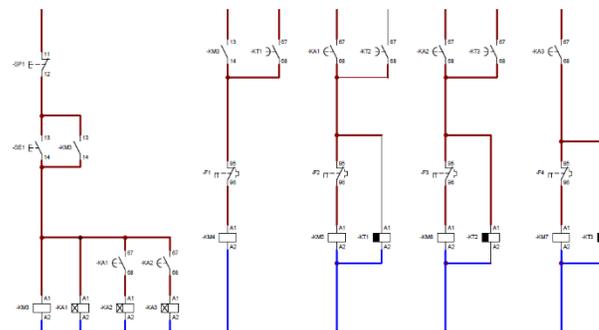


Figura 3. 9: Diseño de control para circuito de arranque de motores

Fuente: elaboración propia

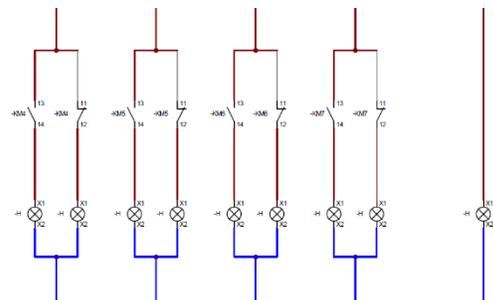


Figura 3. 10: Diseño de señalización para el circuito

Fuente: elaboración propia

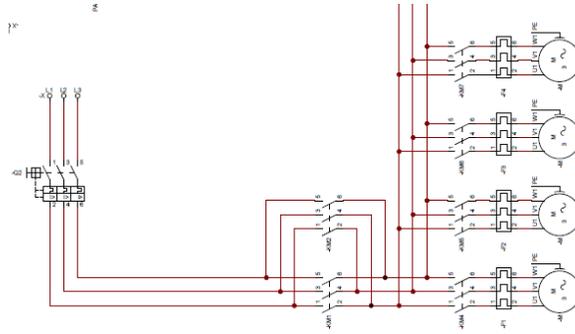


Figura 3. 11: Diseño del circuito de potencia en los ventiladores

Fuente: elaboración propia

3.3.2.3 Diseño de entradas y salidas en el Arduino en control de Temperatura y Humedad relativa

se tiene por objetivo la descripción al interactuar el controlador con el HMI en el módulo de temperatura y humedad con las entradas y salida que requiere el sistema de control hacia los actuadores

Conexión de puerto serial
Input

Nº	Funciones
13	Output apagar bomba del radiador
12	Output encender bomba del radiador
11	Output apagar bomba de los aspersores
10	Output encender bomba de los aspersores
2	Input DHT22 sensor

Conexión de puerto serial
Input

Figura 3. 12: Entradas y salidas del arduino para la conexión en el sistema

Fuente: elaboración propia

3.3.2.4 Diseño de con

3.3.2.5 trol en la conexión del circuito para la bomba de agua

en los siguientes diagramas se muestra la parte de potencia y control para el accionar los actuadores en las bombas de agua caliente en los radiadores.

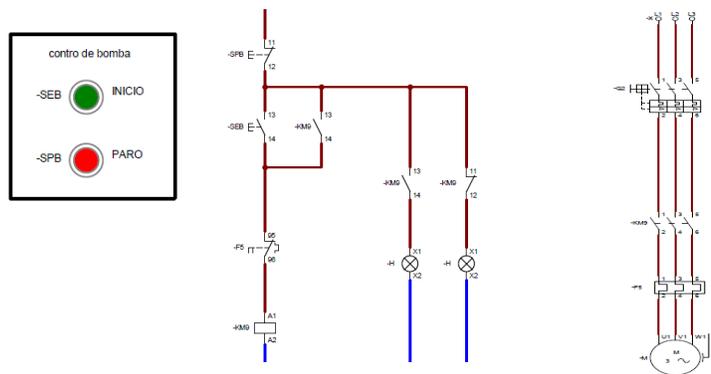


Figura 3. 13: Diseño de control para el circuito de accionamiento de la bomba

Fuente: elaboración propia

3.3.2.6 Diseño de entradas y salidas en el arduino para el higrómetro

se tiene la descripción al interactuar el controlador con el HMI en el módulo de porcentaje de humedad en la madera con las entradas y salida que requiere el sistema de control hacia los actuadores y la conexión del puerto serial.

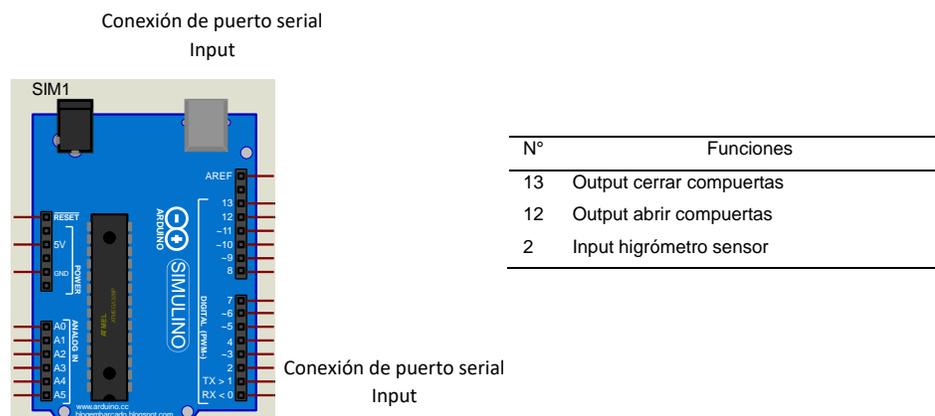


Figura 3. 14: Entradas y salidas del arduino para la conexión en el sistema

Fuente: elaboración propia

3.3.2.7 Diseño de control en la conexión del circuito para las compuertas de aerificación

los siguientes esquemas eléctricos muestran muestra de igual forma la parte de potencia y control que requiere el sistema para logra que las compuertas que permiten el ingreso del aire seco en el horno.

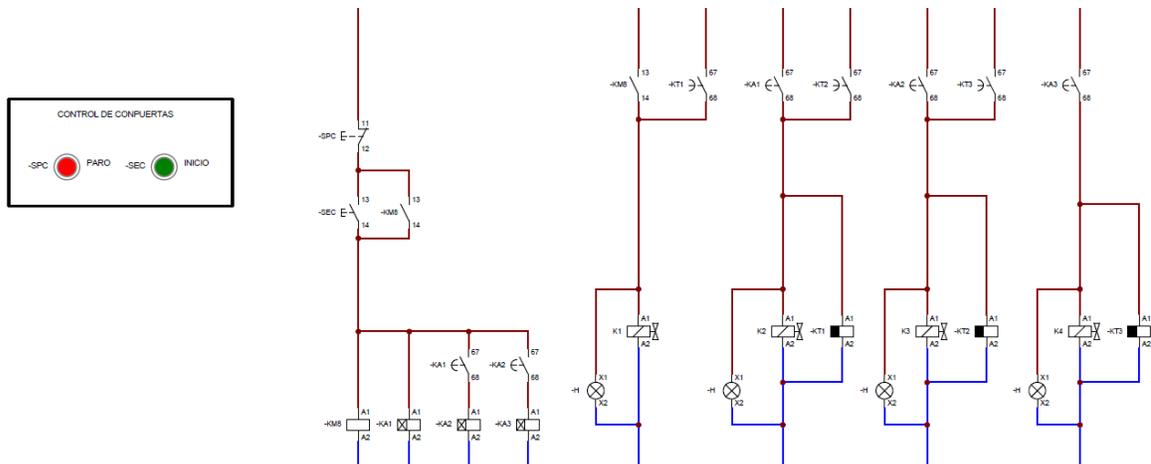


Figura 3. 15: Diseño de control para el circuito en las compuertas de aerificación

Fuente: elaboración propia

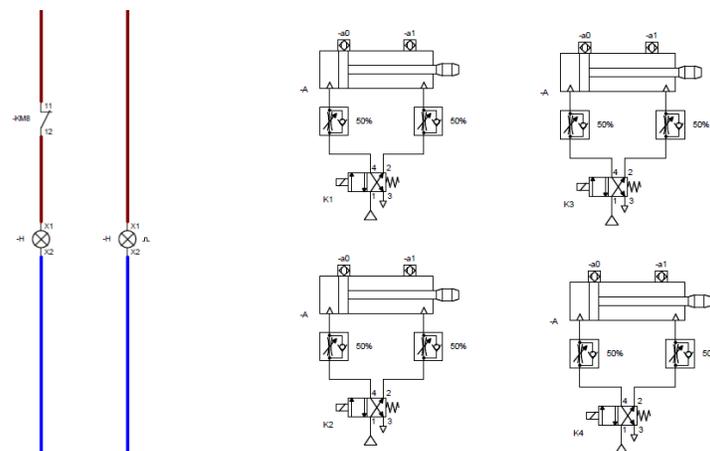


Figura 3. 16: Diseño del circuito de potencia y señalización en las compuertas de aerificación

Fuente: elaboración propia

3.3.2.8 Diseño de control en la conexión del circuito según el arduino para reemplazar los pulsadores

los siguientes diagramas muestran la función de manejo del sistema HMI con los actuadores por medio de los relay en lugar de los pulsadores.

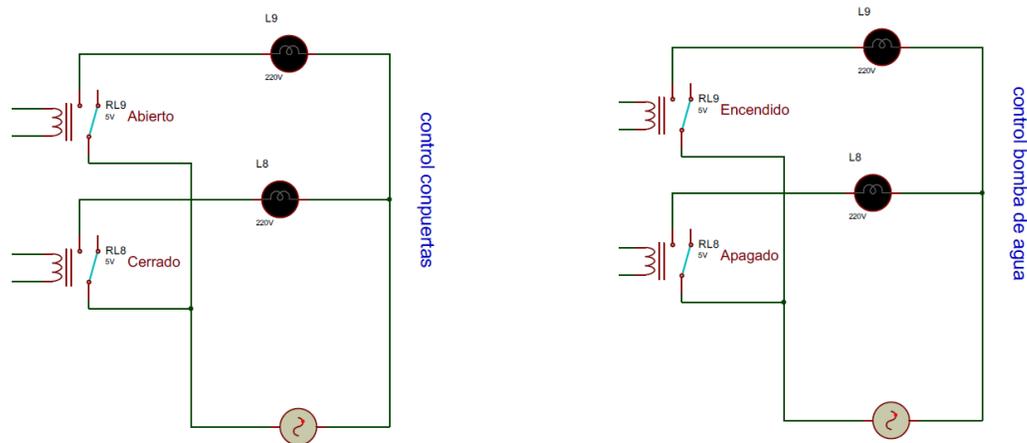


Figura 3. 17: Diseño para el circuito de accionamiento de la bomba y compuertas desde el sistema de control con el Arduino

Fuente: elaboración propia

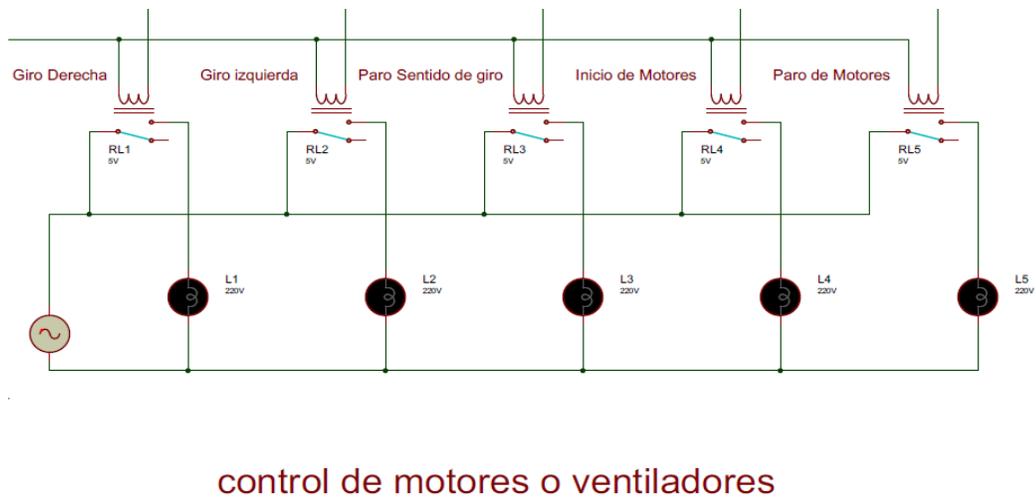


Figura 3. 18: Diseño para el circuito de accionamiento de los motores desde el sistema de control con el Arduino

Fuente: elaboración propia

3.4 DISEÑO AL SISTEMA DE SOFTWARE

Para un diseño adecuado del sistema de control dentro del horno se realizará un HMI para interactuar con el hardware encargado a realizar las acciones pertinentes.

3.4.1 ANÁLISIS PARA EL SISTEMA DE CONTROL DE LOS HORNOS

3.4.1.1 Casos de uso para el usuario (encargado - administrador)

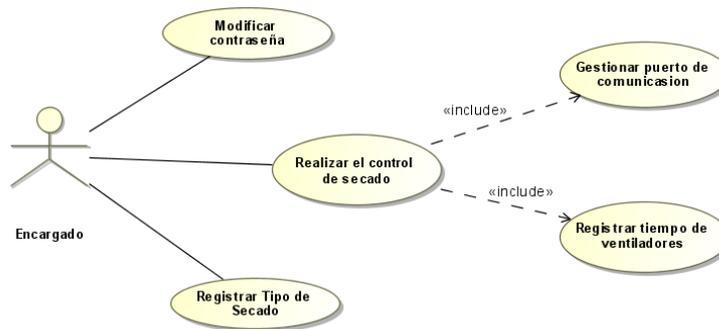


Figura 3. 19: Diagrama de caso de uso encargado para el sistema de control

Fuente: elaboración propia

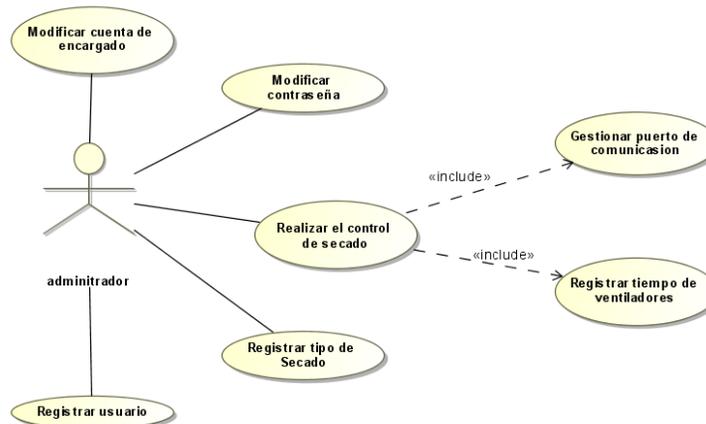


Figura 3. 20: Diagrama de caso de uso administrador para el sistema de control

Fuente: elaboración propia

3.4.1.2 Diccionario de datos caso de uso (CU)

CASO DE USO	REALIZA CONTROL DE SECADO
ACTORES	ENCARGADO, ADMINISTRADOR
TIPO	RELEVANTE
DESCRIPCIÓN	Realiza la acción de ingresar al sistema de control

CASO DE USO	GESTIONAR PUERTO DE COMUNICACIÓN
ACTORES	ENCARGADO, ADMINISTRADOR
TIPO	PRIMARIO
DESCRIPCIÓN	Proceso por la cual el actor realiza la conexión de entrada y salida por los puertos seriales por el HMI

CASO DE USO	REGISTRAR TIEMPO DE VENTILADORES
ACTORES	ENCARGADO, ADMINISTRADOR
TIPO	PRIMARIO
DESCRIPCIÓN	Proceso por la cual el actor configura el tiempo requerido para control de ventiladores en sistema de secado.

CASO DE USO	REGISTRAR TIPO DE SECADO
ACTORES	ENCARGADO, ADMINISTRADOR
TIPO	PRIMARIO
DESCRIPCIÓN	Proceso por la cual el actor realiza el registro del tipo de madera a secar junto con los datos correspondientes.

CASO DE USO	MODIFICAR CONTRASEÑA
ACTORES	ENCARGADO, ADMINISTRADOR
TIPO	PRIMARIO
DESCRIPCIÓN	Proceso por la cual el actor modifica la contraseña de ingreso al sistema de control HMI por seguridad

CASO DE USO	MODIFICA CUENTA DE ENCARGADO
ACTORES	ADMINISTRADOR
TIPO	PRIMARIO
DESCRIPCIÓN	Proceso por el cual el administrador realiza la edición y/o creación de la cuenta del encargado para el ingreso al sistema de control HMI.

3.4.1.3 Diagrama de actividades de casos de uso CU

Encargado - administrador

Modificar contraseña

En la figura 3.21 tenemos el diagrama de actividad y proceso en el cambio de contraseña tanto para el encargado como el administrador.

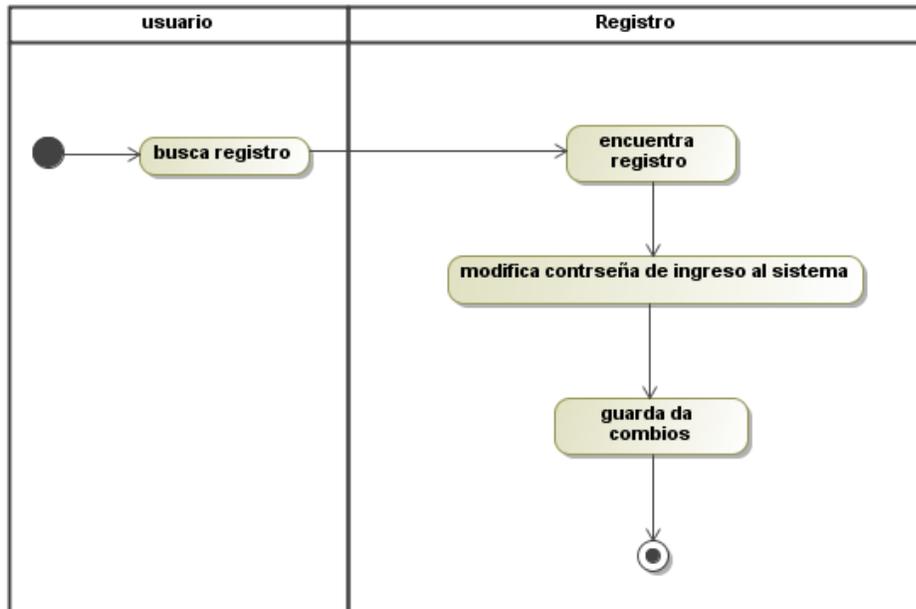


Figura 3. 21: Diagrama de actividad modificar contraseña

Fuente: elaboración propia

Realizar control de secado

En la figura 3.22 tenemos el diagrama de actividad del HMI que se encargara del secado de madera en el horno la realizar la conexión y control de las mismas

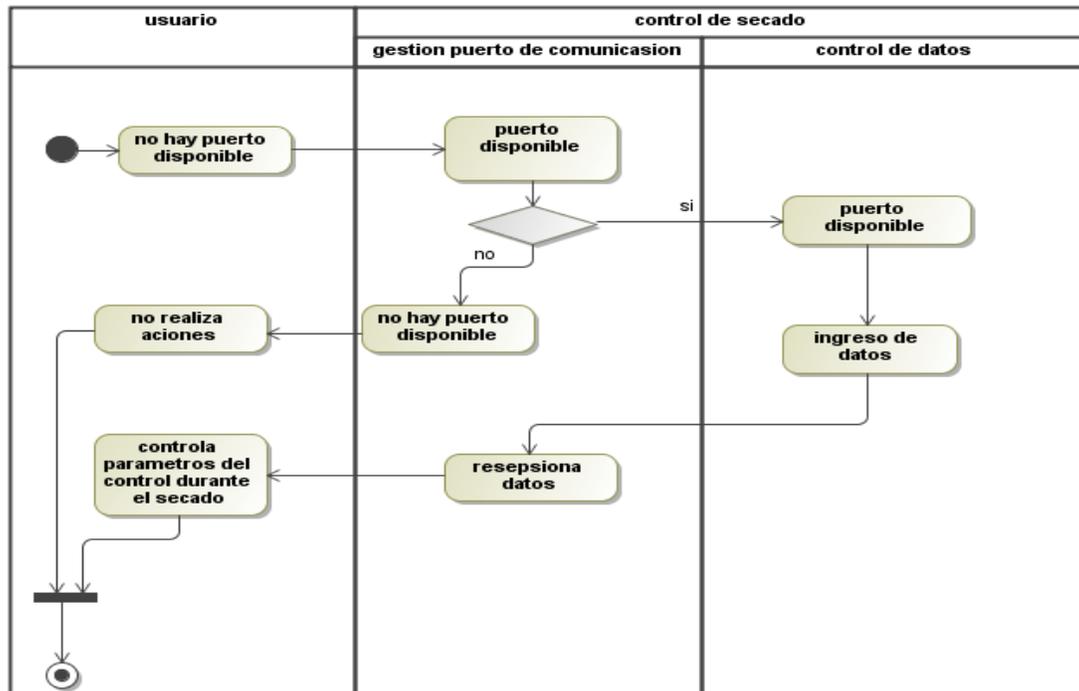


Figura 3. 22: Diagrama de actividad en el control secado de madera del HMI

Fuente: elaboración propia

Registrar tipo de secado

Es el proceso donde registra en tipo de secado de madera como referencia en el sistema de control como se muestra en la figura 3.23 en diagrama.

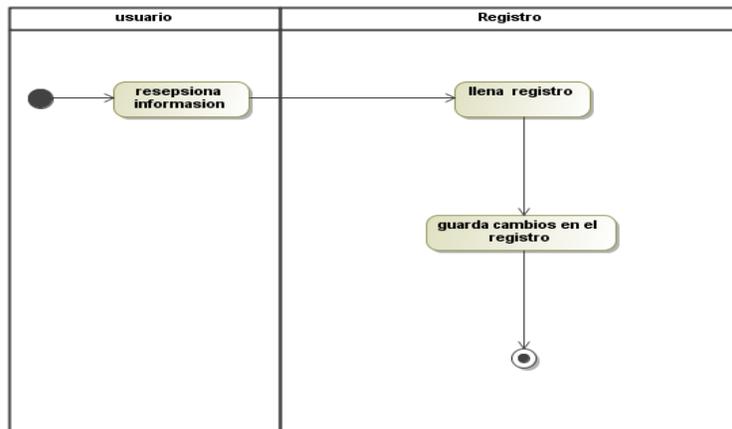


Figura 3. 23: Diagrama de actividad de registro tipo de secado

Fuente: elaboración propia

Administrador

Registrar usuario

Los siguientes diagramas muestran el proceso de registro y modificación en la cuenta del encargado para el acceso al sistema como se muestra en las siguientes figuras.

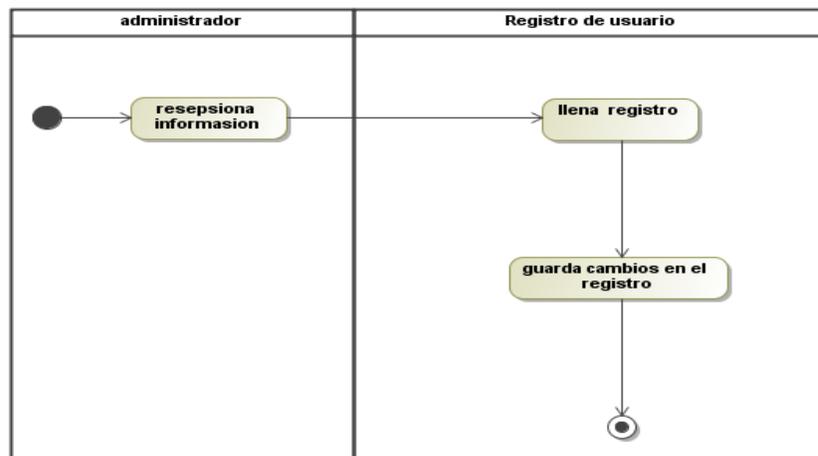


Figura 3. 24: Diagrama de actividad para registro de encargado

Fuente: elaboración propia

Modificar cuenta de encargado

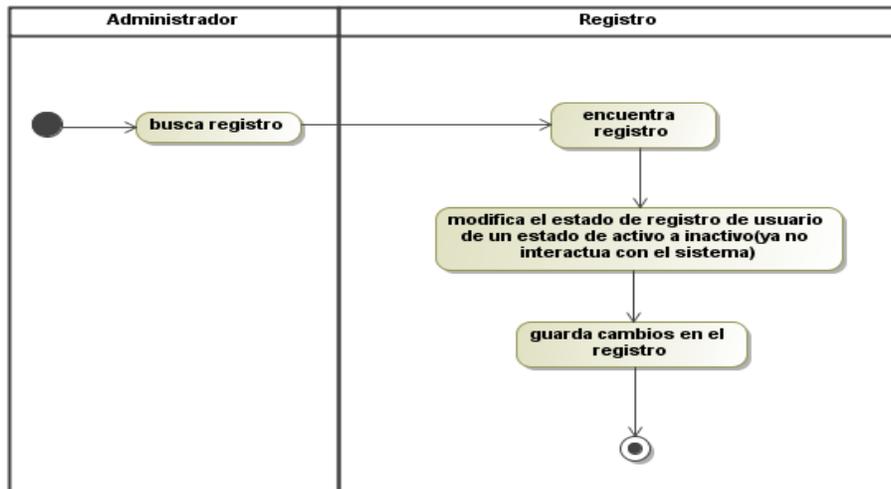


Figura 3. 25: diagrama de actividad de modificar cuenta de encargado

Fuente: elaboración propia

3.4.1.4 Diagrama de clases

En este modelo se puede ver el modelo conceptual del sistema donde se hace la relación de clases involucradas en el sistema figura 3.25.

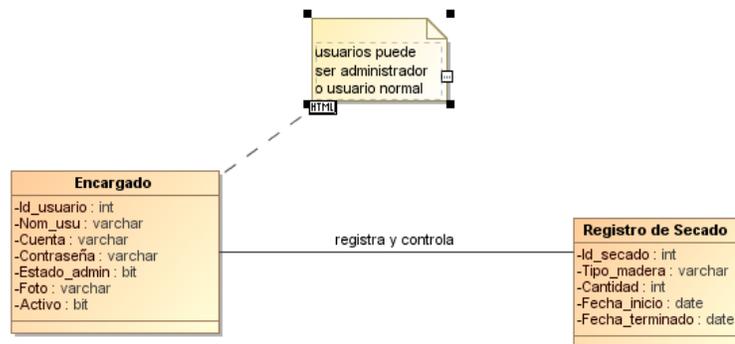


Figura 3. 26: Diseño para el circuito de accionamiento de los motores desde el sistema de control con el Arduino

Fuente: elaboración propia

3.4.1.5 Diccionario de clases

ADMINISTRADOR

Es la persona que está a cargo dentro la empresa y que tiene privilegios para determinar quien utiliza el sistema de control, también puede realizar el manejo del sistema HMI.

ENCARGADO

Es la persona idónea para realizar el secado de madera con el sistema de control para secado madera y utiliza el HMI.

REGISTRO DE SECADO

Parte del sistema donde se registra y controla el secado de madera dentro del horno con sistema mediante el HMI

3.5 DISEÑO DEL SISTEMA DE ACUERDO A LOS REQUERIMIENTOS NECESARIOS PARA EL MANEJO DE CONTROL

3.5.1 Diagrama de secuencia

En los siguientes diagramas de secuencia tenemos los flujos en las secuencias necesarias para el sistema de control en el horno de sacado de madera que se desarrolla a continuación.

Encargado-Administrador Modificar contraseña

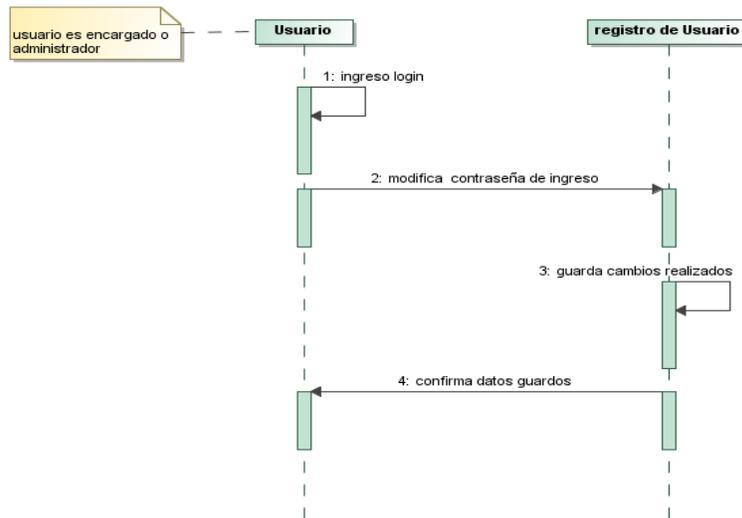


Figura 3. 27: Diagrama de secuencia modificar contraseña

Fuente: elaboración propia

Realizar control de secado

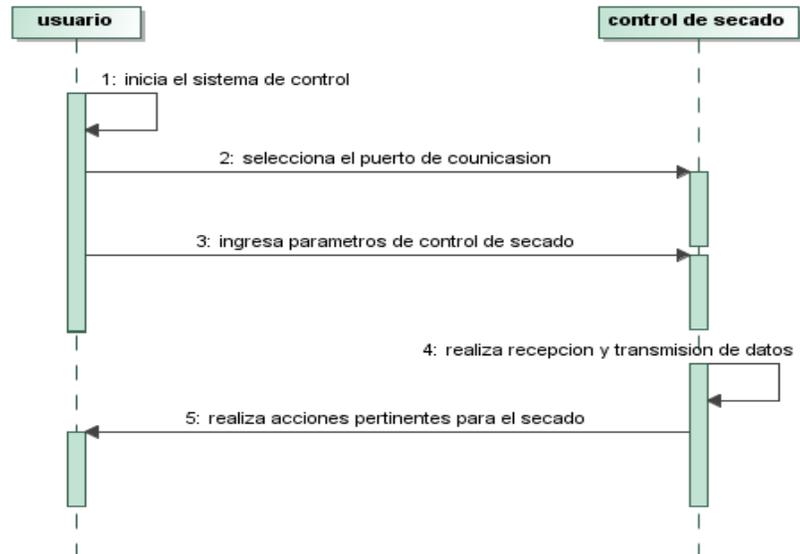


Figura 3. 28: Diagrama de secuencia realizar control de secado

Fuente: elaboración propia

Registrar tipo de secado

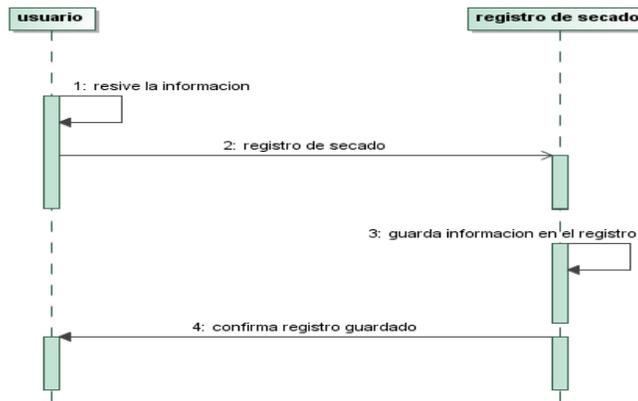


Figura 3. 29: Diagrama de secuencia registrar tipo de secado

Fuente: elaboración propia

Administrador

Modificar cuenta de encargado

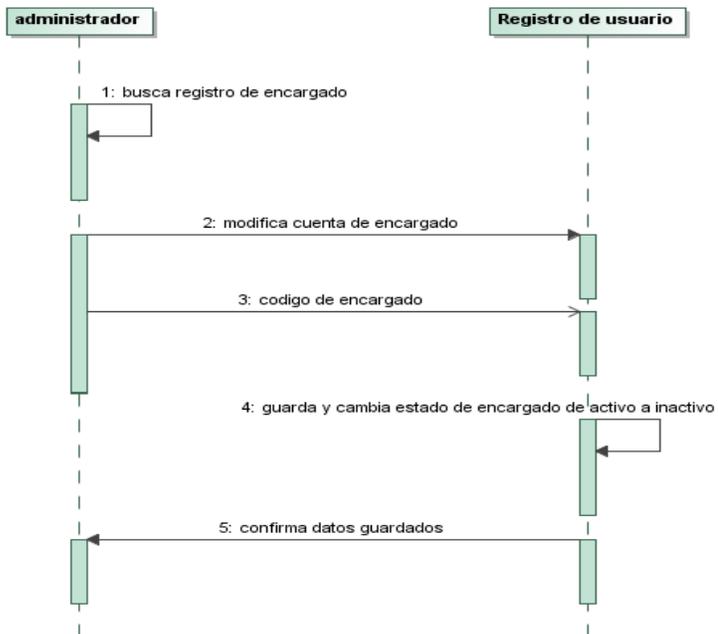


Figura 3. 30: Diagrama de secuencia modificar cuenta de encargado

Fuente: elaboración propia

3.5.2 Diagrama de estado

Los siguientes diagramas de estado mostrara los estados que tomara durante el proceso de control en el sistema.

Administrador

Modificar cuenta de encargado

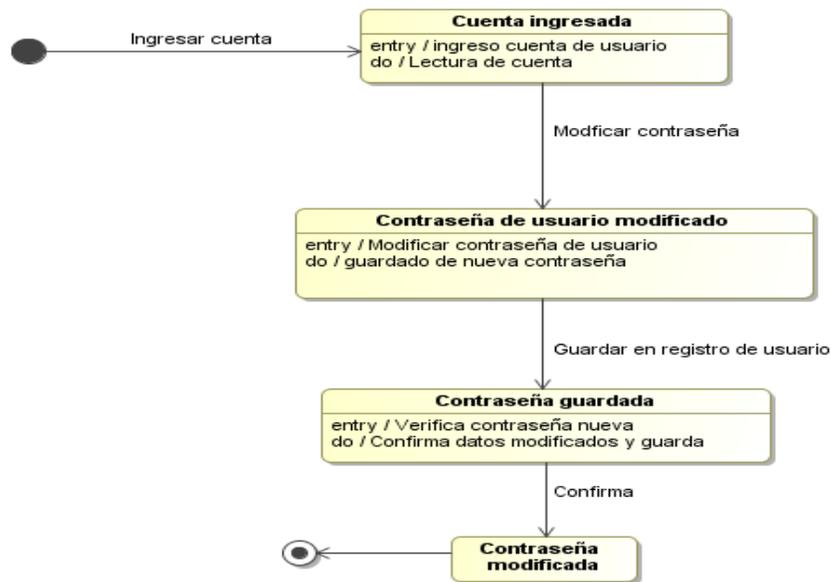


Figura 3. 31: Diagrama de estado modificar contraseña

Fuente: elaboración propia

Registrar usuario

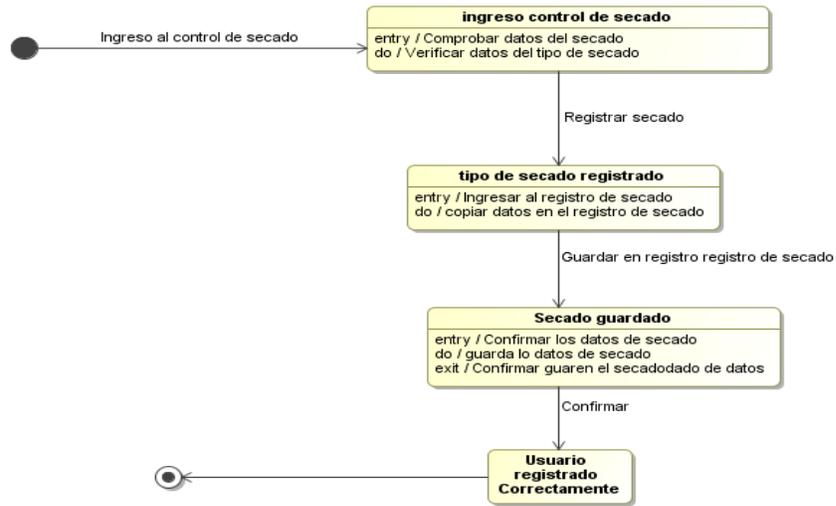


Figura 3. 32: diagrama de estado registrar usuario

Fuente: elaboración propia

Encargado-Administrador

Modificar contraseña

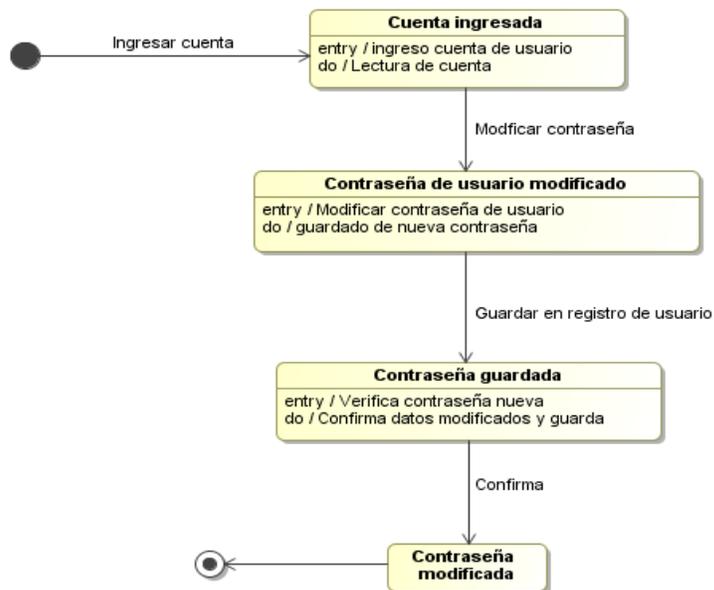


Figura 3. 33: diagrama de estado modificar contraseña

Fuente: elaboración propia

Realizar control de secado

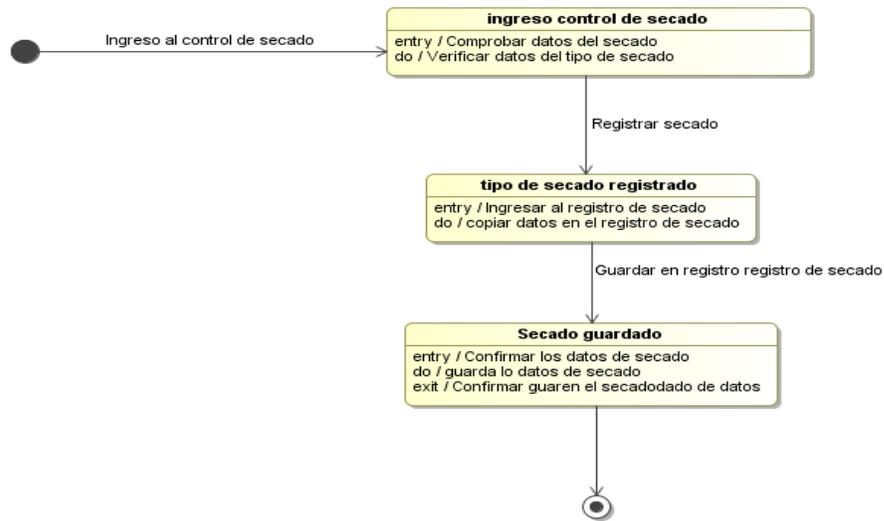


Figura 3. 34: Diagrama de estado realizar control de secado

Fuente: elaboración propia

3.5.3 Vistas al sistema de control

Modulo control de acceso (Login)



Figura 3. 35: vista login control de acceso

Fuente: elaboración propia

Modulo acceso de Administrador



Figura 3. 36: Diseño para el circuito de accionamiento de los motores desde el sistema de control con el Arduino

Fuente: elaboración propia

Modulo Modificar usuario

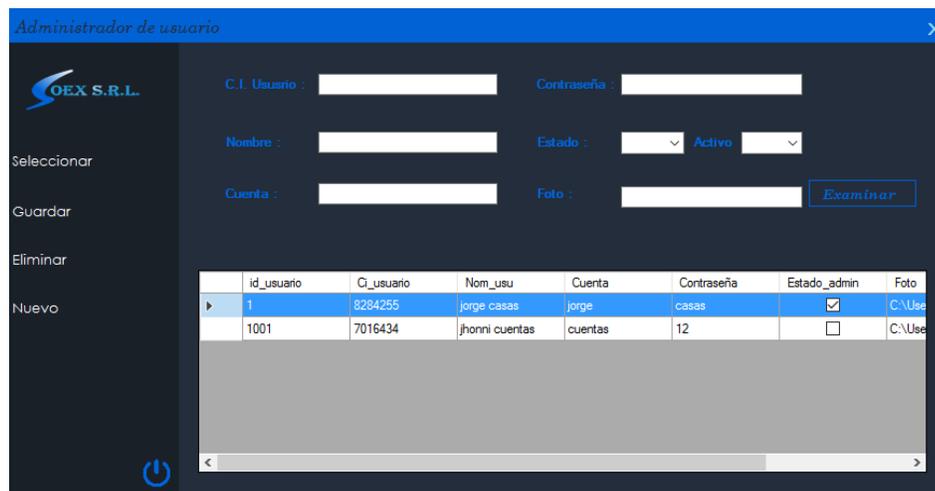


Figura 3. 37: Vista modificar usuario

Fuente: elaboración propia

Módulo de ventilador, temperatura y humedad, porcentaje de humedad y registro de secado



Figura 3. 38: vista del control total se sistema de control HMI

Fuente: elaboración propia

3.6 ANÁLISIS DE CALIDAD DEL SISTEMA DE ACUERDO AL FUNCIONAMIENTO REQUERIDO POR LA EMPRESA

La calidad del sistema desde un punto de vista se lo realizará de acuerdo a los objetivos planteados juntamente con los requerimientos del sistema en la cual se realizará en la siguiente Tabla 3.4.

Tabla 3. 4: Requerimientos para la calidad del sistema

Requerimientos	Realizado
Diagnosticar el sistema de la empresa	X
Selección de equipos y componentes necesarios para el sistema	X
Diseño del sistema eléctrico para el sistema de control	X
Diseño del sistema Software para el control del sistema	X
Control de la temperatura y humedad dentro del horno	X
Control del porcentaje de humedad de la madera	X
Control automático de los ventilados de acuerdo al tiempo requerido	X
Control de bombas para el radiador del horno de secado	X
Control de las compuertas de aerificación del horno de secado	X
Control de acceso para iniciar el sistema de control	X
Interfaz fácil y agradable para el usuario	X

La calidad del sistema alcanzó a un punto de prototipo de señales junto con la adquisición de datos para controlar la temperatura y humedad relativa dentro del horno, el porcentaje de humedad en la madera y el control automático de los ventiladores y control de compuertas.

4 COSTOS PARA EL SISTEMA DE CONTROL DEL HORNO

En este capítulo se realizarán las consultas de instalación como precios de componentes, mano de obra, etc.

4.1 COSTOS MANO DE OBRA INSTALACIÓN DE LOS TABLEROS ELÉCTRICOS

El costo de instalación se realizó conforme a los costos de la empresa SERCEROSAQ S.R.L. que especializa en el área de instalaciones eléctricas, armado de tableros, sistemas de control, sistemas de puesta tierra, etc. En la tabla 3.5 se muestra el costo de la instalación de acuerdo a la cotización de la empresa mencionada.

Tabla 3. 5: Costos de instalación del tablero de control

N°	Descripción	Cantidad	Precio unitario	precio total
1	Breaker	2	300	600
2	Interruptor Termomagnético 3X40A	6	150	900
3	Interruptor Termomagnético 2X6A	4	100	400
4	Temporizadores	12	200	2400
5	Contactores	10	350	3500
6	Relay de protección	8	150	1200
7	Electroválvula	4	200	800
8	Motor trifásico	4	300	1200
9	Bomba monofásica	2	250	500
10	Pistones neumáticos	4	250	1000
11	Pulsadores	11	80	880
12	Pilotos de señalización	22	80	1760
13	Parada de emergencia	2	80	160
14	Controladores (Arduino)	3	150	450
15	Sensores	5	80	400
Total		99		15300

Fuente: cortesía de SERCEROSAQ S.R.L.

4.2 COSTO DE MATERIALES

Los costos de materiales son los componentes que se necesitaran para el armado del sistema de control en la parte de hardware o armado del tablero de control, la tabla 3.6.

Tabla 3. 6: Componentes eléctricos

N°	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Precio total
1	Breaker ABB 3X63-100A 680V	Pieza	2	750	1500
2	Diferencial 3X40A ABB	Pieza	8	485.65	3885.2
3	Interruptor Termomagnético 3X40A	Pieza	6	250.65	1503.9
4	Interruptor Termomagnético 2X6A	Pieza	4	194.1	776.4
5	Guardamotores ABB	Pieza	8	245.13	1961.04
6	Temporizadores ABB	Pieza	12	495.65	5947.8
7	Contactores AF16 480V ABB	Pieza	10	385	3850
8	Contactores auxiliares 2NC-2NO ABB	Pieza	12	105.15	1261.8
9	Relay de protección TF42-13 11-....15A	Pieza	8	325.25	2602
10	Electroválvula	Pieza	4	295.5	1182
11	Motor trifásico	Pieza	4	2855	11420
12	Bomba monofásica	Pieza	2	585.24	1170.48
13	Pistones neumáticos	Pieza	4	458.65	1834.6
14	Pulsadores	Pieza	11	155.75	1713.25
15	Pilotos de señalización	Pieza	22	53	1166
16	Parada de emergencia	Pieza	2	195.2	390.4
17	Controladores (Arduino)	Pieza	3	45.5	136.5
18	Sensores	Pieza	5	30	150
Total		Pieza	127		42451.37

Fuente: cortesía de ELECTRORED, GISMART, ELECTRIC BIZ.

Tabla 3. 7: Tablero y componentes

N°	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Precio total
1	Caja modular ABB 2000X800X600 mm	Pieza	1	9200	9200
2	Riel dim perforado 35X7.5X mm	Pieza	7	15.03	105.21
3	Cable canal (BXA) 50X50 mm	Pieza	9	55.56	500.04
4	Cinta aislante 3M azul, rojo, negro, blanco	Pieza	12	10.75	129
	Total	Pieza	29		9934.25

Fuente: cortesía de ELECTRORED, GISMART, ELECTRIC BIZ.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

se concluyó con el objetivo del presente proyecto realizando satisfactoriamente con el diseño y prototipo de control de temperatura y humedad dentro de un horno de secado de madera en la empresa SOEX S.R.L.

De acuerdo al desarrollo en los capítulos anteriores para los objetivos específicos se presenta las siguientes conclusiones.

- Se realizó el análisis de los requerimientos necesarios para el desarrollo del sistema con una visión al usuario final.
- Se analizó el sistema con el que cuenta la empresa en estos momentos para ver la eficiencia en la que se trabaja.
- De la misma forma se analizó los componentes adecuados para el sistema de control de temperatura y humedad dentro de un horno de secado de madera.
- Se realizó el análisis del hardware apropiado para el sistema de control utilizando las herramientas CAD.
- De la misma forma se realizó el diseño del sistema de control en esquemas eléctricos y fundamentales para el armado de los tableros de control.
- se trabajó en el diseño de control HMI para el usuario final con un entorno de vistas adecuadas a su uso.

5.2 RECOMENDACIONES

En la conformidad a lo concluido del presente proyecto, se plantea las siguientes recomendaciones para los profesionales que trabajen en esta área, para que puedan realizar la mejor elección en base a las necesidades de cada proyecto, así

mismo a la empresa, dentro el margen establecido, para el desarrollo y la factibilidad que presenta

- Cuando se lleva un diseño teórico a la práctica siempre resulta una situación diferente a lo esperado y esto presenta a su vez algunas dificultades y retos a superar, desde los tiempos programados, la programación de tareas y los resultados esperados tales acontecimientos influyen a un aprendizaje mayor al obtenido por lo que se recomienda manejar bien los tiempos planteados.
- Para poder realizar trabajos dentro de los parámetros requeridos para el proyecto y manejo, se recomienda realizar una cotización de elementos a utilizar, porque a medida que pase el tiempo podría a llegar pasar los precios destinados al proyecto.
- Se recomienda utilizar el sistema a una persona capacitada en ámbito laboral de secado de madera y con conocimientos suficientes en manejo de computación y electricidad.
- Se recomienda a la empresa considere un presupuesto futuro para el mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos y componentes que influyen directamente dentro del sistema específicamente en hardware.
- La empresa debe impulsar a la realización de proyectos como la actual (diseñar aplicaciones reales), que permita una base para el desarrollo práctico y poder transmitir no solo conocimiento teórico si no práctico para futuras generaciones tomando con una base el proyecto propuesto.
- La empresa debería implementar un programa de capacitación para el personal a cargo, los mismos que darían soporte técnico al uso y operación del sistema y componentes eléctricos.
- Se recomienda utilizar el sistema con cautela y guiándose en el manual de usuarios propuesto y diseñado para su funcionamiento.

BIBLIOGRAFÍA

Bátiz, J. D. Desarrollo Orientado a Objetos con UML C.E.C.yT. Buenos Aires.

Doerner, S. A. (2009). Proyecto cámara de secado para madera elaborada (Proyecto de grado). Universidad Austral de Chile, Valdivia Chile.

Gil, J. D. (2013). Caracterización del proceso de secado de madera para uso industrial (Trabajo de grado). Universidad Tecnológica de Pereira Facultad de Ingeniería Mecánica, Pereira.

Montoya, J. D. (2009). Control y automatización de un horno de secado de madera, incluyendo interfaz con el usuario (Trabajo dirigido). Universidad Nacional de Colombia, Medellín.

Schmuller, J. UML en 24 horas. Prentice Hall.

Zuloaga, L. (2019). Análisis y diseño orientado a objetos con UML (Parte II).

WEB

Arduino. (s.f.). Recuperado de <https://sites.google.com/site/temasdedisenoymanufactura/arduino#TOC-Programaci-n-con-arduino>

Controla a tu Arduino con C#, FIRMA_SQCNC y la clase Arduino de C#. (2011-06-13). Recuperado de <http://hzsquare.blogspot.com/2011/06/controla-tu-arduino-con-c-firmasqcnc-y.html>

Escalona, I. (s.f.). Transductores y Sensores en la Automatización Industrial. Recuperado de <https://www.monografias.com/trabajos31/transductores-sensores/transductores-sensores.shtml>

García, A. (2014-02-24). 10 cosas que necesitas saber para utilizar Arduino desde Java. Recuperado de <http://panamahitek.com/10-cosas-que-necesitas-saber-para-utilizar-arduino-desde-java/>

García, A. (s.f.). Etiqueta: Arduino y NetBeans. Recuperado de <http://panamahitek.com/tag/arduino-y-netbeans/>

Lenguaje de programación. (s.f.). Recuperado de <https://carenteria00.wordpress.com/lenguaje-de-programacion/>

Mario. (2009-04-04). Comparativa Arduino: Arduino vs. el resto. Recuperado de <https://www.neoteo.com/comparativa-arduino-arduino-vs-el-resto-15399/#prettyPhoto>

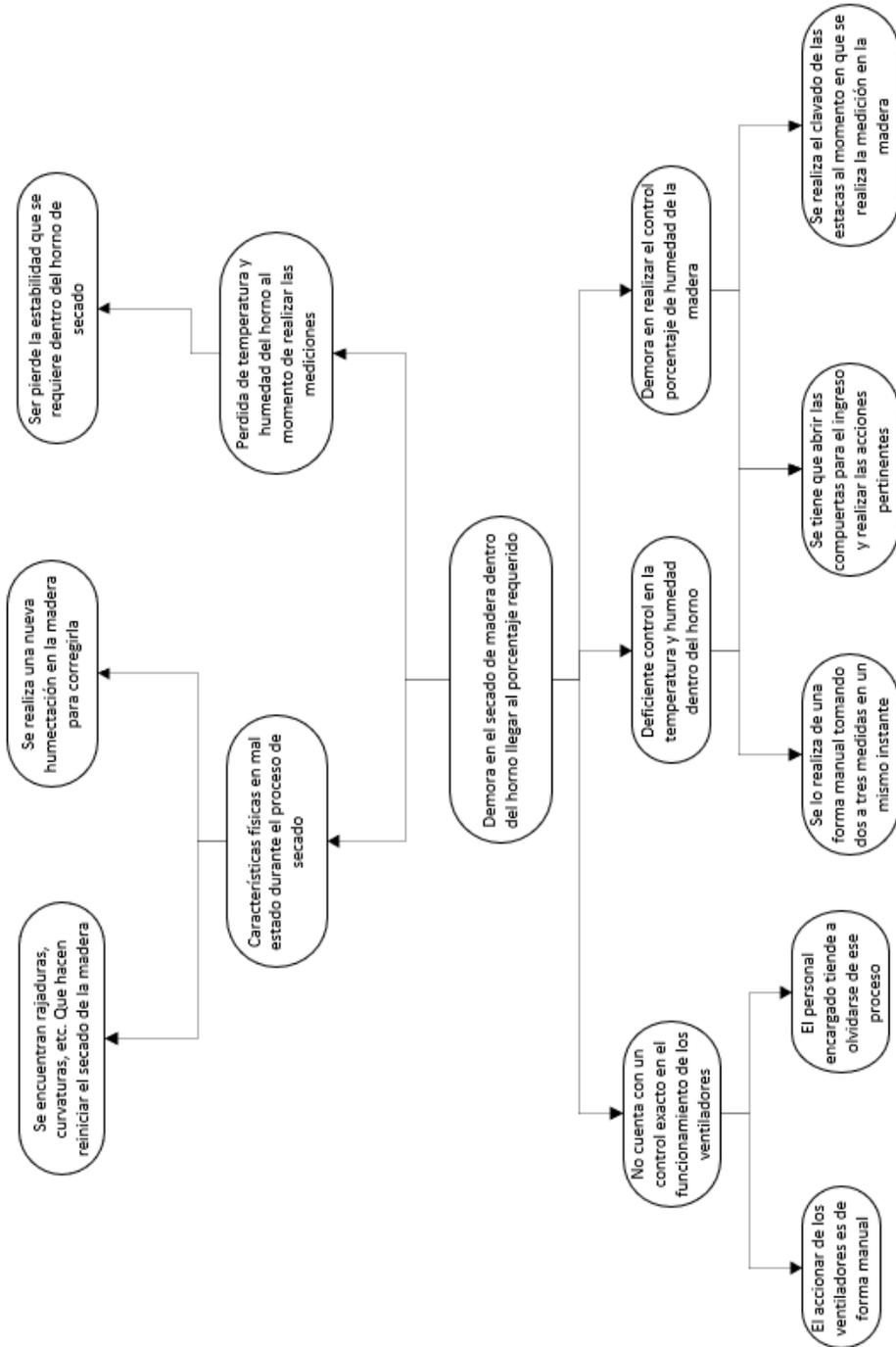
Ramos, C. (2012-09-18). Registro de datos con Arduino y C# por medio del puerto serial. Recuperado de <http://www.estadofinito.com/arduino-logger/>

Hugo, J. (2019). AUTOMATIZACION CIM II FIUBA. Recuperado de https://www.academia.edu/12412214/AUTOMATIZACION_AUTOMATIZACION_CIM_II_CIM_II_FIUBA_FIUBA

ANEXOS

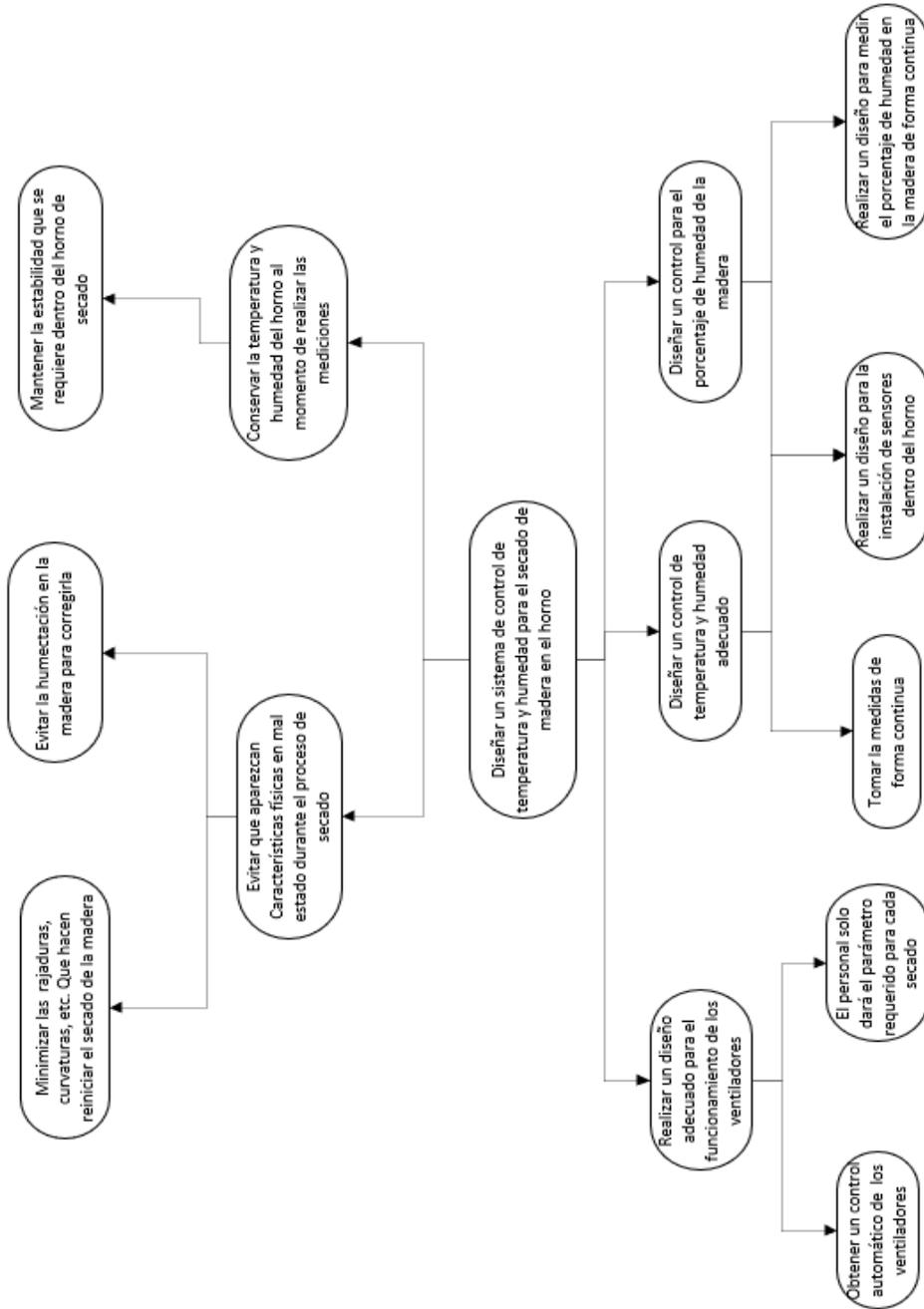
ANEXO A

ÁRBOL DE PROBLEMAS



ANEXO B

ÁRBOL DE OBJETIVOS



ANEXO C
ENTREVISTA

Fecha: 25 de octubre de 2017
Entrevistado: Ing. Javier Huarachi Poma
Gerente de Producción
Institución: SOEX S.R.L.

Objetivo

Conocer y recopilar los problemas y requerimientos para el desarrollo del presente proyecto.

Preguntas realizadas:

1. ¿Cuenta con un sistema de control para el horno de secado de madera?

Si

No

2. ¿De qué forma realiza el control del horno de secado?

3. ¿Cómo considera usted el control actual del horno?

4. ¿Cuáles los errores más comunes al realizar el control de secado en el horno?

5. ¿Cuáles son los problemas que existieron al considerar estos errores?

6. ¿Quiénes pueden realizar el control del horno de secado?

7. ¿Cuál es el objetivo para un desarrollo de un nuevo sistema de control del horno para el secado de madera?

8. ¿Cuáles son funciones que debe cumplir como mínimo el nuevo sistema de control?

ANEXO D

MANUAL DE USUARIO

A continuación, se muestra el manual de usuario para la manipulación del HMI
Y que ilustra la operación del horno

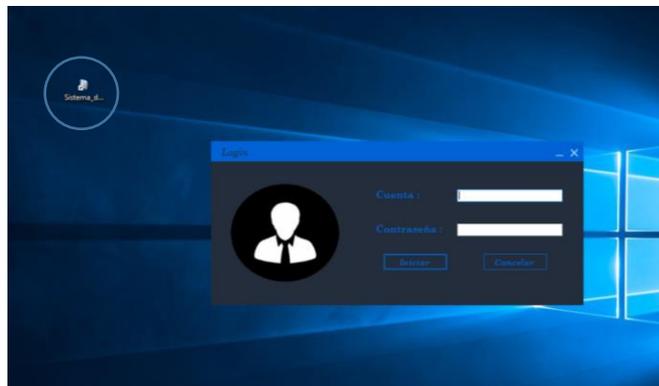
Antes de ingresar al sistema de control se deberá alimentar el tablero de control de acuerdo a los equipos de protección que se describen en los diagramas eléctricos, estos pueden ser:

Breaker.

Interruptor termomagnético.

Paso I

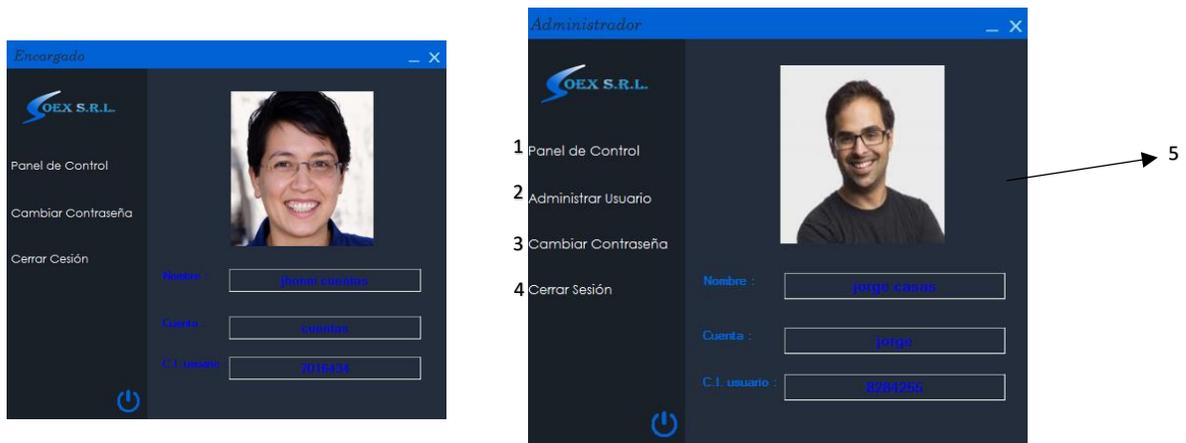
La siguiente figura muestra el ingreso al sistema verificando cuenta y contraseña junto al ejecutable del sistema.



Paso II

En las siguientes vistas se mostrar en ingreso como administrador y configuración de usuarios, encargado de control.

Vista administrador y encargado:



1. – Ingreso al panel de control interfaz para la función del sistema de control dentro del horno.

2. – Ingreso a la vista de administrar usuario.

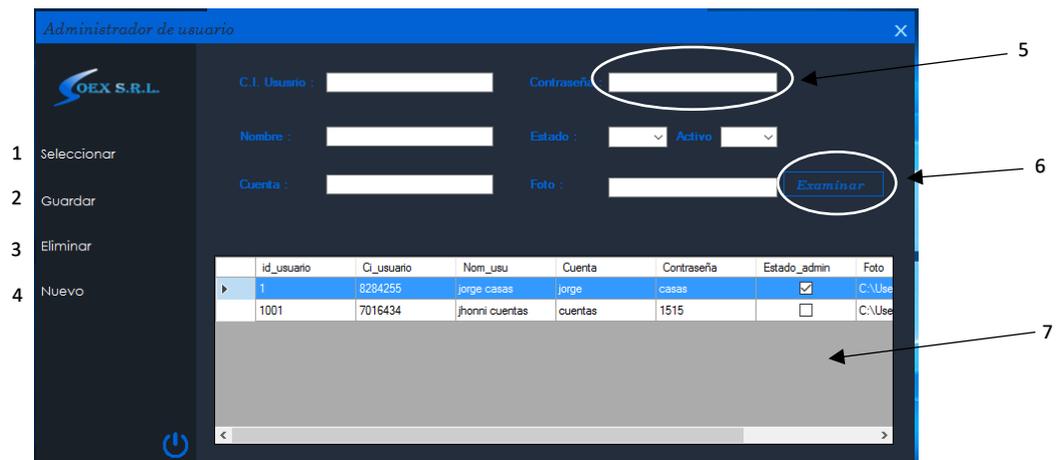
3. – Ingreso a la vista para modificar contraseña de ingreso al sistema

4. – Cierre de cesión para ingresar al sistema

5. – Información del usuario que ingreso al sistema de control.

En la vista de encargado se restringe el punto N.º 2

Vista modificar usuarios



1. – Selecciona los datos de usuarios para modificar datos requeridos junto a las opciones 2 y 3
2. – Guarda los datos en el registro de usuarios.
3. – Elimina los datos en el registro de usuarios
4. – Registra datos de nuevo usuario.
5. – Caja de texto para ingreso de datos.
6. – Botón de búsqueda para el ingreso de fotografía de usuario.
7. – lista de Usuarios registrados para el ingreso al sistema de control.

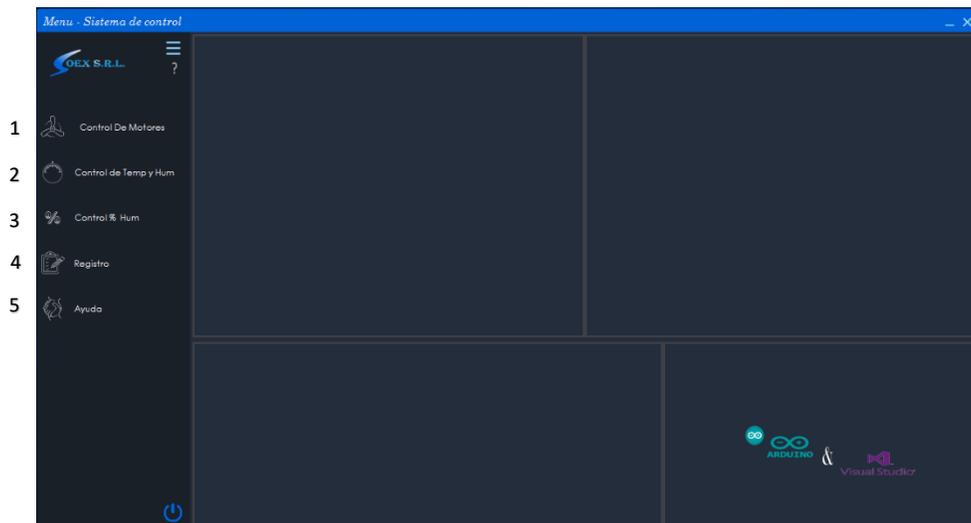
Vista cambio de contraseña

The image shows a screenshot of a web application window titled "Usuario 1" with a close button (X) in the top right corner. The window has a dark blue background. It contains three text input fields and a button. The first input field is labeled "Contraseña Actual" in blue italicized text. The second input field is labeled "Nueva Contraseña" in blue italicized text. The third input field is labeled "Confirme Nueva Contraseña" in blue italicized text. At the bottom, there is a button labeled "Guardar Contraseña" in white italicized text on a dark blue background. Four numbered callouts (1, 2, 3, 4) with arrows point to the first input field, the second input field, the third input field, and the "Guardar Contraseña" button, respectively.

1. – Ingreso de contraseña actual.
2. – Ingreso de nueva contraseña.
2. – Confirmación de contraseña nueva.
4. – Realiza cambios en la contraseña de ingreso.

Paso III

Vista control total del horno HMI



1. – Realiza el llamado al módulo de control de ventiladores.
2. – Realiza el llamado de temperatura y humedad del sistema.
3. – Realiza el llamado al módulo de control de porcentaje de humedad en la madera.
4. – Realiza un registro opcional para el tipo de secado.
5. – Emergerá un archivo similar para el control de con indicaciones.



1. – Realiza la conexión serial del HMI con el tablero de control para recepción y emisión de datos y señales, realiza la misma acción para todos los módulos.

2. – Programar tiempo requerido para el control de los ventiladores que se tomara par un funcionamiento cíclico y automático durante todo el proceso de secado dentro del horno.

3. – realiza las acciones de funcionamiento por medio del controlador(arduino) al tablero de control, esta acción realizara el encendido y apagado de los actuadores que influyen dentro el horno de secado.

Ventiladores (motores trifásicos).

Bomba de agua (motor monofásico).

Compuertas de aerificación (pistones Neumáticos).

4 y 5. – Estos puntos recibirán las señales emitidas por los sensores, como medio utilizando el controlador(arduino), presentada de forma numeral y grafica.

6. – Realiza el registro de tipo de sacado de forma opcional para el usuario.

Cabe recalcar que la verificación del encendido se mostrar también de forma física en el tablero de control con pilotos de señalización a cada actuador.

El Alto, Julio del 2020

Señor(a):
Ing. Maricel Yarari Mamani
TUTOR METODOLÓGICO TALLER II
Presente. -

Ref.: Aval de conformidad

Distinguida Ingeniera:

Mediante la presente tengo a bien comunicarle mi conformidad del proyecto de grado "DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE TEMPERATURA Y HUMEDAD PARA UN HORNO DE SECADO DE MADERA" CASO: SOEX S.R.L.", que propone el postulante Jorge Eleuterio Casas Mamani, con cédula de identidad 8284255 LP., para su defensa pública, evaluación correspondiente a la materia Taller de Licenciatura II, de acuerdo a reglamento vigente de la Carrera de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Pública de El Alto.

Sin otro particular, reciba saludos cordiales.

Atentamente,



.....
Lic. Rosa Verastegui Ontiveros
TUTOR ESPECIALISTA

El Alto, 2 de Julio del 2020

Señor(a):

Ing. Maricel Yarari Mamani

TUTOR METODOLÓGICO TALLER II

Presente. -

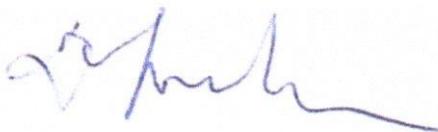
Ref.: Aval de conformidad

Distinguida Ingeniera:

Mediante la presente tengo a bien comunicarle mi conformidad del proyecto de grado "DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE TEMPERATURA Y HUMEDAD PARA UN HORNO DE SECADO DE MADERA" CASO: SOEX S.R.L.", que propone el postulante Jorge Eleuterio Casas Mamani, con cédula de identidad 8284255 LP., para su defensa pública, evaluación correspondiente a la materia Taller de Licenciatura II, de acuerdo a reglamento vigente de la Carrera de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Pública de El Alto.

Sin otro particular, reciba saludos cordiales.

Atentamente,



.....
M. Sc. Ing. Dulfredo Vilca Lázaro
TUTOR REVISOR



LA EMPRESA SOEX S.R.L.

OTORGA EL PRESENTE AVAL DE CONFORMIDAD DEL TRABAJO DE GRADO

Al Univ. **Jorge Eleuterio Casas Mamani** con Cedula de Identidad **8284255 LP**. Con registro universitario 11005113, quien realizo el análisis, diseño y desarrollo del prototipo de manera satisfactoria del proyecto de grado denominado “**DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE TEMPERATURA Y HUMEDAD PARA UN HORNO DE SECADO DE MADERA**”, de tal forma que cabe recalcar que el sistema satisface a los requerimientos a los que refiere el trabajo de grado, de esta forma se dio cumplimiento al proyecto presentado por el universitario.

En cuanto certifico en honor a la verdad para fines consiguientes del interesado, cumpliendo de esta forma con las formalidades y requisitos necesarios para su defensa final tal como lo establece el reglamento de proyectos de la carrera Ingeniería de Sistemas.

El Alto, 24 de junio de 2020

cc.:Arch.

SOEX S.R.L.


.....
Javier Huarachi Poma
GERENTE DE PRODUCCIÓN
SOEX S.R.L.

El Alto, Julio del 2020

A: Ing. David Carlos Mamani Quispe
DIRECTOR DE LA CARRERA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS
A: Honorable Consejo de Carrera
INGENIERÍA DE SISTEMAS U.P.E.A.

Presente. –

Ref.: Aval de conformidad

Mediante la presente tengo a bien comunicarle mi conformidad del proyecto de grado **“DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE TEMPERATURA Y HUMEDAD PARA UN HORNO DE SECADO DE MADERA” CASO: SOEX S.R.L.**”, que propone el postulante **Univ. Jorge Eleuterio Casas Mamani**, con cédula de identidad **8284255 LP.**, para su defensa pública, evaluación correspondiente a la materia Taller de Licenciatura II, de acuerdo a reglamento vigente de la Carrera de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Pública de El Alto.

Sin otro particular, reciba saludos cordiales.

Atentamente,


Ing. Maricel Yarari Mamani
TUTOR METODOLÓGICO