



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA
T U N J A

TITULO DE PROPUESTA

SISTEMA DE MONITOREO Y CONTROL PARA EL FUNCIONAMIENTO DEL
PROTOTIPO DE LA MÁQUINA DE NIEBLA SALINA PARA LOS
LABORATORIOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA.

PROPONENTE:

Ing. Luis Felipe Narváez Gómez.

Cc. 1.049.652.438

Cod.Est. 2312660

DIRECTOR:

PhD. Msc. Esp. Ing. Juan Francisco Mendoza Moreno.

**UNIVERSIDAD SANTO TOMAS SECCIONAL TUNJA
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA
INGENIERÍA DE SISTEMAS
TUNJA – BOYACÁ
2023**

CONTENIDO

1.	FICHA TÉCNICA DEL PROYECTO	3
1.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	4
3.	JUSTIFICACIÓN	6
1.	OBJETIVOS	9
1.1.	OBJETIVO GENERAL:.....	9
1.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS:.....	9
2.	MODELO DE DESARROLLO	10
3.	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	12

1. FICHA TÉCNICA DEL PROYECTO

Título	Sistema de monitoreo y control para el funcionamiento del prototipo de la Máquina de Niebla Salina para los laboratorios de la Facultad de Ingeniería Mecánica.
Autor:	Luis Felipe Narváez Gómez
C.c:	1.049.652.438
E-mail:	luis.narvaez@usantoto.edu.co
Director:	Juan Francisco Mendoza Moreno
Lugar de ejecución del proyecto	Universidad Santo Tomas seccional Tunja Campus Universitario – Edificio Santo Domingo de Guzmán. Laboratorios de Mecánica.
Duración aproximada	8 meses
Palabras claves	Máquina de Niebla Salina, Monitoreo, Conmutación, Oxidación, Materiales, Atmosfera, Corrosión, oxidación, Raspberry PI, PID, IOT, Dashboard, PCB's, Control. Desarrollo Tecnológico, Infrarrojo, Ultravioleta, Sistema Electrónico, Tecnología del Internet de las Cosas.

Firma del autor.

Ing. Luis Felipe Narváez Gómez.

Firma del director:

PhD. Msc. Esp. Ing. Juan Francisco Mendoza Moreno.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Como se ha mencionado en secciones anteriores de este documento, los Ingenieros de la Facultad de Ingeniería Mecánica, Nelson Iván Villamizar Cruz y Juan Rodrigo Salamanca Sarmiento, presentaron la idea del desarrollo de una Maquina de Niebla Salina de tipo prototipo siendo el rescoldo de su homónimo comercial industrial para poder ser utilizada en los laboratorios de su Facultad para uso de prácticas estudiantiles, semilleros de investigación, personal docente o de planta o incluso terceros a la Universidad Santo Tomas.

Una Maquina de Niebla Salina de tipo comercial de tamaño medio, supone un precio muy elevado para su adquisición por parte de la universidad Santo Tomas, esto sin contar los recurrentes mantenimientos que tendrá el artefacto en su tiempo de vida al tratar con la corrosión de materiales. Por qué se plantea la idea de la creación de esta Maquina en los laboratorios de la Facultad de Ingeniería Mecánica, solventando los precios de adquisición de una de forma industrial, obteniendo un prototipo que sea de fácil mantenimiento y rescoldo posterior de tecnologías.

Los Ingenieros cuentan con el chasis terminado para poner en marcha la implementación de instrumentos mecánicos, eléctricos, electrónicos y digitales que permitan el correcto funcionamiento de la Maquina de Niebla Salina el cual se espera sea muy similar al modelo comercial de tipo industrial, aunque entendiendo las diferencias propias que conlleva el rescoldo he invención de nuevas tecnologías.

Aparte del hardware, también se requiere la implementación del software adecuado que permita el manejo guiado por parte del personal y autónomo de la misma máquina. Este programa debe permitir un monitoreo constante de las variables ambientales de la máquina, con su debida interfaz gráfica, también su forma de control de las distintas líneas de actuadores implementados y, por último, llevar un registro de todas las condiciones de uso cuando el prototipo esté en funcionamiento.

El desarrollo de este proyecto está dividido en dos grandes fases entre el planteamiento total de tiempo de 14 meses. Los primeros 6 meses corresponden al trabajo realizado sobre el prototipo dentro del espacio académico de Practica empresarial, mientras que los 8 meses contiguos corresponden al tiempo dado para el desarrollo de la Tesis de grado propiamente dicha.

Esta división está dada ya que el proyecto inicio para la universidad como una orden de compra con No. USTA000030997 de materiales varios para la elaboración de proyectos para los laboratorios de la Facultad de Ingeniería Mecánica. Sin embargo, ya por encargo personal externo a la universidad, los Ingenieros de la misma Facultad, Nelson Iván Villamizar Cruz y Juan Rodrigo Salamanca Sarmiento, contrataron por su mano para la implementación de materiales en el chasis preparado para la elaboración de la Maquina de Niebla Salina y el software de básico de funcionamiento, convirtiéndose esto en el trabajo realizado en el espacio académico de Practica Empresarial.

Ahora bien el desarrollo de la Maquina de Niebla Salina aún no está culminado, tanto en el apartado de hardware como retoques en los planos eléctricos, electrónicos y mecánicos; diferentes conexiones de potencia y conexiones digitales; o adecuamientos mínimos de componentes en el chasis; como aún más en el apartado del software, donde aparte de lo ya elaborado para testear funcionalidades entre el centro computo hasta los actuadores y sensores, se espera conseguir un programa más robusto de uso que cumpla con los diferentes requerimientos de usuario y funcionamiento optimo del prototipo.

Es así como, para culminar con el desarrollo de este proyecto se toma la elaboración como trabajo continuado en la actual tesis, titulada “SISTEMA DE MONITOREO Y CONTROL PARA EL FUNCIONAMIENTO DEL PROTOTIPO DE LA MÁQUINA DE NIEBLA SALINA PARA LOS LABORATORIOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA.”, en modelo de desarrollo tecnológico, obrando como Autor el Estudiante de decimo semestre Luis Felipe Narvaez Gomez identificado con cc. 1.049.652.438.

3. JUSTIFICACIÓN

La Máquina de Niebla Salina es un equipo de laboratorio que permite la generación controlada de una atmosfera corrosiva en donde pueden introducirse materiales para su degradación frente a la exposición de ciertos químicos o la simulación del envejecimiento acelerado en determinadas piezas de estudio específico.

El desarrollo del prototipo de la Maquina de Niebla Salina en los laboratorios de la Facultad de Ingeniería Mecánica, beneficiaría ampliamente a la comunidad de la Universidad Santo Tomas puesto que la misma puede usarse en diferentes prácticas de laboratorio para los estudiantes y profesores; ser parte de diferentes estudios en la degradación o resistencia ante químicos o el paso del tiempo en materiales y sustancias; o usarse ampliamente en semilleros de investigación de la misma universidad o pruebas hechas por terceros a la universidad.

La Máquina de Niebla Salina brindaría la posibilidad de estudiar diferentes materiales o sustancias ante la degradación o corrosión que pueden sufrir estos al implementarse en la construcción de piezas de diverso propósito, o uso de sustancias en líneas de proceso industrial.

Un ejemplo de esto es el estudio contra la corrosión de la superficie de diferentes materiales después de haber sido impermeabilizados con diferentes revestimientos, pinturas, procesos de galvanoplastia, anodizado o incluso de haber pasado por pruebas de herrumbe.

Otra forma seria la búsqueda de diferentes componentes de construcción para máquinas, acueductos, superficies, etc; que por su naturaleza de trabajo al que se le someterá y que se pretenden exponer, es necesario buscar una cierta tolerancia frente a la degradación del entorno en el que funcionaran.

Los ensayos de corrosión son un medio que ayuda a simular la degradación de diferentes materiales ante la exposición de diferentes factores controlados, como sustancias, químicos o inherentes al ambiente, que de una u otra forma tendrán en el campo de uso y trabajo de este.

La degradación conseguida con la Maquina de niebla salina acelera el tiempo de exposición de forma rápida a comparación a la que se tendría en un ambiente real de uso de la pieza, por lo que ayuda a la prevención y estudio de nuevas formas de construcción de componentes o la protección de estos; ayudando de forma significativa a la hora de escoger los materiales a utilizar en proyectos donde se tengan ciertas condiciones, disminuyendo cambios en la instrumentación de objetos necesarios para el desarrollo de maquinaria, tuberías y otras piezas de construcción.

No podemos olvidar que la elaboración de este proyecto supone un proceso de re escalado interpretativo del funcionamiento optimo que tiene las Maquinas de Niebla salina de uso

industrial, generando así nuevo conocimiento y surgimiento de nuevas tecnologías que cumplan con el propósito que se intenta lograr con el actual proyecto, técnicas que pueden ser heredadas para futuras implementaciones en otros mecanismos o aprovechadas en futuras practicas con la Universidad Santo Tomas.

Lo anterior lo podemos constatar haciendo un símil con las actuales máquinas de impresión 3D, recordemos que antes de que existieran estas, las formas de producción de artefactos se hacían a través de materiales como la madera, la arcilla o la elaboración de piezas de metal a través de técnicas de corte, plegado o fundición.

En caso de querer piezas en una línea de fabricación que sean idénticas, se utilizan moldes para verter materiales fundidos como algunos metales, resina, etc. Sin embargo, al final, estos diferentes métodos de fabricación de componentes suelen ser muy caro o sacrificar alguna característica inherente del material con el que se construye, aprovechando maleabilidad a coste de la dureza o durabilidad del objeto conseguido.

Con las máquinas de impresión 3D se aprovechó uno de los materiales más maleables, baratos y resistentes que tenemos en la actualidad, el plástico. Pasamos de los costosos métodos de fabricación del material por moldes de inyección, con pocas o nulas alteraciones a la figura obtenible, a tener la capacidad de poder crear a nuestro antojo componentes de volumen altamente modificable y con patrones de arquitectura que aprovechen de mejor manera la dureza propia del material.

La máquina de impresión 3D nace en los años 80's de la necesidad de poder producir piezas de plástico de forma replicable en líneas de fabricación, sin tener que optar por costosos moldes que, en caso de necesitar modificaciones a las figuras finales, suponen a la industrial un alto coste al necesitar encargar la creación de nuevos de estos.

Es así como las primeras máquinas de impresión 3D eran de carácter industrial, altamente costosas debido a la protección de patentes que hacía escasa su producción y comercialización.

Adrian Bowyer, en su momento estudiante de posgrado en la universidad de Bath de Reino Unido en los años 2000s, observo los mecanismos que utilizaban las impresoras que había comprado su instituto, observando las piezas utilizadas, materiales, circuitos implementados y técnica de producción. El concluyo que los costes no eran más justificables que el uso de patentes de las máquinas y la escasa producción de estas lo que aumentaba su valor.

Así nació el proyecto REPRAP (Replicating Rapid Prototyper), el cual busco con el uso de la técnica de fabricación de filamento fundido FFF, crear una maquina auto replicante en el concepto de la impresora 3D con mínimas compras de materiales de bajo costo, proyecto que nació a su vez en el concepto de Open Source Initiative con una licencia que protegiese y mantuviese libre la propiedad intelectual, generando que cualquier persona pudiese hacerse de los planos de la maquina y de quererlo poder construir su

propia impresora 3D de muy bajo costo, incluso modificar los mismos planos y dejar la generación evolutiva del conocimiento siempre a demanda del público.

De manera similar el prototipo de la Máquina de Niebla salda que se pretende desarrollar en los laboratorios de la Facultad de Ingeniería Mecánica, busca obtener una versión de bajo costo y de pocos gastos de mantenimiento que no obedezca a alguna patente existente de propiedad intelectual como lo son los homólogos industriales.

4. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL:

Construir el prototipo en Hardware y Software de una Maquina de Niebla Salina para la generación de ambientes ácidos que permita el deterioro controlado de superficies y recubrimientos de objetos en el Laboratorio de Materiales de la Universidad Santo Tomas seccional Tunja.

4. 2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- 1.Diseñar los componentes de hardware necesarios para la comunicación entre Raspberry PI y la línea de actuadores y sensores, permitiendo la gestión y control de la Máquina de Niebla Salina.
- 2.Implementar actuadores eléctricos, mecánicos, electrónicos, de diseño propio y demás componentes de Hardware utilizados para la construcción y puesta en funcionamiento de la Maquina de Niebla Salina, especificados en la orden de compra No. USTA000030997.
- 3.Desarrollar Software que permita el Control y Monitoreo de los actuadores y sensores implementados en la Maquina de Niebla Salina, permitiendo el registro, visualización y funcionamiento guiado por parte de un operario.

5. MODELO DE DESARROLLO

El método de desarrollo escogido para este proyecto es el de Work Breakdown Structure o WBS como lo llamaremos en adelante en el presente documento, el cual cubre de buena manera tanto el trabajo en instrumentación y diseño de hardware especializado, como el desarrollo de software que permita el control y monitoreo de la Máquina de Niebla Salina;

El WBS como lo especifica sus siglas en inglés es un método de trabajo que permite desglosar la elaboración de un proyecto en pequeñas tareas o actividades con sus debidos entregables o terminación de fases, permitiendo una mayor coordinación y orden en el proceso de desarrollo.

El uso de WBS permite ordenar y clasificar las actividades de desarrollo del proyecto que obedezcan a una jerarquía de realización según la importancia y línea de construcción de lo que se quiere realizar. Para los WBS tenemos dos tipos de estructuras de desglose con las que podemos trabajar, una basada en entregables y otra basada en fases.

Los WBS basados en entregables desglosan el desarrollo de un proyecto en diferentes actividades, cada una de ellas posee un “producto” o resultado que se puede evidenciar y que en suma de todos ellos cumplen con la realización plena del proyecto.

Los WBS basados en fases desglosan al proyecto en actividades que marcan fases de desarrollo, obedecen a una línea de evolución del trabajo y aunque no siempre se tengan resultados en cada una de las fases con los cuales se pueda evidenciar un progreso, al corresponder a la línea de evolución del trabajo, ir cumpliendo fases sumara al final realización plena del proyecto.

Para al proyecto titulado como “Sistema de monitoreo y control para el funcionamiento del prototipo de la Máquina de Niebla Salina para los laboratorios de la Facultad de Ingeniería Mecánica”, se trabajará una combinación de ambos tipos de WBS.

Esto quiere decir que la construcción de la Máquina de Niebla Salina estará separada en fases de desarrollo, las cuales siguen una línea coherente de evolución en el trabajo, a su vez cada fase posee una serie de actividades o tareas a cumplir organizadas jerárquicamente con sus respectivos entregables que en sumatoria ayudan a cumplir en orden y con eficiencia los objetivos de cada fase y así con la culminación del proyecto que se quiere construir.

La forma en que funciona es la siguiente:

1. Determinar línea de evolución del proyecto de forma general
2. Identificar fases de desarrollo del proyecto
3. Segmentar cada fase en diferentes actividades que permitan en orden llegar a alcanzar el objetivo propuesto.

4. Asegurar un entregable por actividad que en conjunto satisfaga la realización plena de la fase.
5. Desarrollar actividades y fases en orden jerárquico asegurando una evolución guiada del desarrollo del proyecto hasta su culminación.

La implementación de WBS para el desarrollo del proyecto facilita la comprensión de las tareas esenciales de construcción del mismo, así como la estimación de coste parcial de cada fase y total del proyecto, plasmar las actividades importantes de forma ordenada y coherentes a la línea de fabricación de un producto, programar el trabajo claramente en un cronograma, poder asignar roles y responsabilidades con el personal involucrado, identificación de posibles riesgos y tener una clara pauta de seguimiento del proceso de realización.

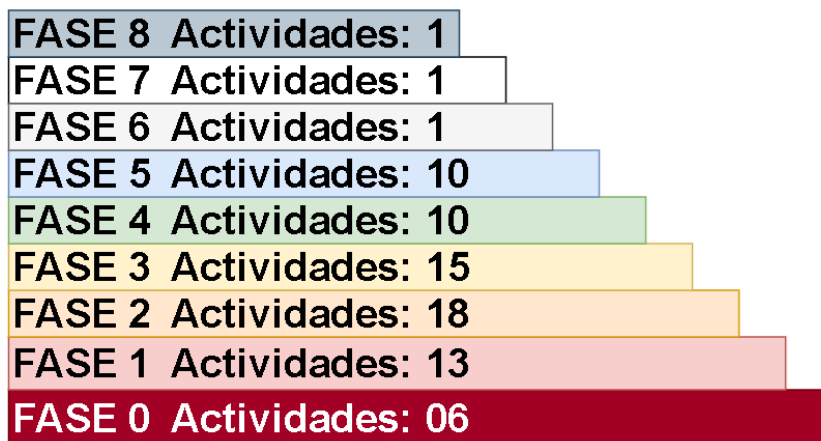
6. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

El desarrollo de este Proyecto está contemplado a realizarse en diferentes fases, estas pueden definirse de manera generalizada como:

1. La implementación de los componentes físicos, y diseño de los sistemas necesarios para la integración con el chasis de la Maquina de Niebla Salina dada por los Ingenieros Nelson Iván Villamizar Cruz y Juan Rodrigo Salamanca Sarmiento de la Facultad de Ingeniería Mecánica.
2. Desarrollo de software básico que permita la interacción con los componentes antes mencionados que permitan el testeo y operatividad básica con el prototipo desde un despliegue dado en la terminal de línea de comandos CLI.
3. Diseño de software con mayor robustez con despliegue en interfaz gráfica de usuario GUI, con mayores funcionalidades orientadas a control y monitoreo de la Maquina de Niebla Salina y las condiciones ambientales de operación.
4. Registro de operaciones y condiciones ambientales de la Maquina de Niebla salina en los momentos de funcionamiento de esta
5. Dentro de las actividades se pueden encontrar la documentación del desarrollo del prototipo, diseños especiales, mejoras a cada uno de los diferentes sistemas que lo integran, formulación de patentes y Papers o artículos de desarrollo tecnológico o científico.

La división de actividades de trabajo del presente proyecto fue analizada utilizando el método Work Break Down Structure WBS. El cual está comprendido entre nueve (9) fases de desarrollo con sus respectivos entregables observables sobre la construcción del proyecto.

Figura 1: Representación de Fases generales de realización del proyecto



Fuente: Ing. Luis Felipe Narvaez Gomez

Como entregables del mismo esquema de trabajo tenemos la resolución de cada una de las actividades repartidas entre los escalones comprendidos entre las fases salvo los últimos escalones y actividades de uso recursivo durante fases, los cuales comprenden un

análisis de cumplimiento a cabalidad de los diferentes objetivos específicos y por ende del objetivo general; o generación de la información por medio de documentos u anotaciones a observaciones según destine la tarea a analizar. Cada una de las diferentes Fases como pueden verse en la imagen, está compuesta por una serie de actividades que la conforman, mismas que son en su mayoría necesarias para poder avanzar fase con fase hasta cumplir con el desarrollo total del proyecto.

Debido a la naturaleza de desarrollo de este proyecto, el cual fue empezado en el espacio académico de Practica Empresarial, el cronograma de actividades está organizado en meses, mas no de fechas concretas en el desarrollo.

Es así como la repartición de las tareas por fase puede ver en el siguiente diagrama de GANT.

Tabla 1: Cronograma general de actividades de desarrollo del proyecto, estimación general de procedimientos

No	FASE	Actividad	MESES DE DESARROLLO DEL PROYECTO													
			MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12	MES 13	MES 14
			1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4
1	FASE 0	Documentación inicial para la adquisición de materiales con el que se elaborara la Maquina de Niebla Salina.														
2		Adquisición de Materiales.														
3		Revisión y mejora del apartado de														
4		Generación de Reporte de modelo diseñado, modulo implementado, físico o														
5		Documentación respectiva del proyecto en														
6		Otras														
7	FASE 1	Adecuación y limpieza del armazón de la														
8		Adecuación del cableado eléctrico para la alimentación de componentes de potencia														
9		Adecuación de cierre y compartimientos														
10		Instalación de conmutadores físicos.														
11		Adecuación de tuberías de aire														
12		Adecuación de sistema de nebulización.														
13		Implementación de cableado y compartimiento del centro de cómputo.														
14		Instalar actuadores eléctricos de														
15		Instalar componentes mecánicos y de bombeo que sean accionados desde los														
16		Cableado interno de sensores y alimentaciones de los diferentes														
17		Instalar sensores térmicos dentro de la														
18		Alimentación Eléctrica de Centro de cómputo y conexión de PCB a Raspberry														
19		auxiliares.														
20	FASE 2	Diseño de PCB para lectura de Sensores														
21		Diseño de modelos en 3D														
22		Prueba de conexión de los sensores con las boards electrónicas PCB														
23		Testeo de continuidad de conexiones entre segmentos físicos														
24		Implementar lámparas UV e Infrarrojo.														
25		Diseño de PCB para la conmutación de actuadores														
26		Instalación del sistema operativo en Raspberry PI														
27		Programación del entorno de trabajo en Raspberry PI														
28		Programación de líneas de comunicación en Raspberry PI														
29		Instalación de Librerías y Paquetes de uso de la GPIO en Raspberry PI														
30		Creación de Repositorio del Proyecto														
31		Instalación del Repositorio en Raspberry OS														
32		Prueba de conexión de los sensores directamente GPIO de RaspBerryPI 400														
33		Prueba de conexión de los sensores a placas como Arduino Nano/UNO/Mega														
34		Prueba de Conexión de los sensores a placas como ESP8266														
35		Prueba de conexión de los conmutadores a las boards electrónicas PCB														
36		Prueba de conexión de los conmutadores directamente GPIO de RaspBerryPI 400														
37		Prueba de conexión de los conmutadores entre PCB y Raspberry PI														

[illegible]

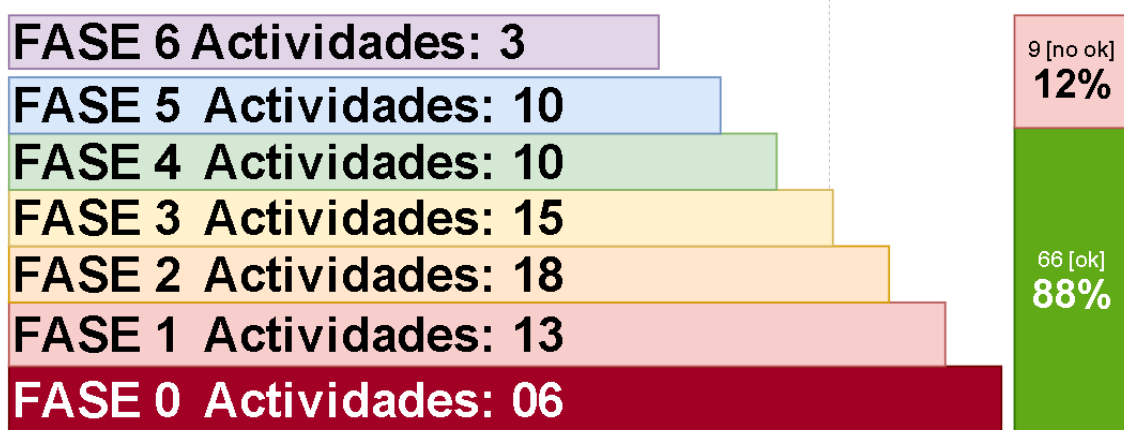
Como podemos observar en el cronograma de actividades el desarrollo de estas esta fragmentado entre los seis (6) primeros meses y los ocho (8) contiguos, esto es debido a que parte de la realización de este proyecto se dio dentro del espacio académico de

Practica Empresarial, mientras que las partes faltantes están destinadas a ser realizadas dentro de la tesis de grado con la aprobación de la Ficha de Objetivos correspondiente.

En el cronograma la realización de actividades está marcada con distintos colores, donde el verde representa aquellas tareas que ya fueron completadas mientras que las que se encuentran de color rojo son aquellas que aún quedan por realizarse.

Para mejorar la comprensión del avance real del proyecto hasta el día de hoy en el cronograma, las últimas tres (3) Fases por la naturaleza de sus actividades, pueden ser resumidas en una única fase tal y como se muestra en el siguiente gráfico.

Figura 2: Diagrama de Fases de desarrollo del proyecto, simplificado.



Fuente: Ing. Luis Felipe Narvaez Gomez

De esta manera tenemos un avance total del proyecto del 88% con una suma de actividades completadas de sesenta y seis (66), mientras que aún quedan por realizar nueve (9) actividades lo cual es el 12% del total del proyecto por completarse. Esta parte por finalizar esta comprendida entre ajustes mínimos de hardware, continuación de desarrollo del software robusto con interfaz gráfica de usuario GUI y la generación de documentos, artículos resultantes del desarrollo culminado del proyecto.

