

Sistema de suministro de combustible para una planta diésel

Trabajo de grado

Presentado por:

Jesús Ángel García González

Asesor:

Jorge Enrique Arboleda Puerta

Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD

Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería – ECBTI

Tecnología en Automatización Electrónica

Mayo 2023

Agradecimientos

Mis agradecimientos principalmente a Dios y a mis padres por levantarse cada mañana con la moral y la intención de sacarme adelante a mí y mis hermanos, por todo lo que hicieron en el día a día que hoy por hoy me encuentro terminando la primera de muchas etapas de vida gracias al incondicional que me han brindado. A mi esposa Ana María que siempre me apoyó durante todo mi proceso de formación. A mis excompañeros de trabajo que me motivaron a iniciar esta etapa que hoy me encuentro terminando. A cada uno de los docentes que a lo largo del programa aportaron sin duda alguna sus conocimientos, enseñanzas y orientación para que seamos los futuros profesionales. A cada uno de los compañeros y compañeras que hicieron parte de este proceso de formación y que gracias al mutuo apoyo culminamos nuestra meta. A las personas que estuvieron siempre dispuestas ayudarme cuando necesitábamos algo. Y por último agradecerme yo mismo por toda la dedicación y por haber tomado esta gran decisión de construir un mejor futuro, por demostrarme que sí se puede que cada día y noche de esfuerzo se ven reflejados más tarde y traen sus buenas recompensas al final uno mismo decide cómo vivir la vida y que cosas puede hacer para hacerla más placentera.

Resumen

El presente trabajo de grado es un proyecto enfocado al desarrollo tecnológico el cual tiene un enfoque innovador además de un análisis para el diseño de un sistema de suministro de combustible para una planta eléctrica, para lo cual se llevó a cabo inspecciones y recorridos de campo en los lugares donde se tienen estos tipos de plantas de emergencia y se identificó que es fundamental contar siempre con un sistema de respaldo o suministro de combustible que garantice la continuidad del servicio eléctrico ante cualquier posible déficit o falla en el servicio de electricidad, por esta razón el objetivo es actualizar la modalidad y el tiempo de suministro de combustible (ACPM) y garantizar la continuidad del funcionamiento de la planta de emergencia en todo momento, para llevar a cabo esto se debe seguir un cronograma de actividades entre los que se relaciona el montaje físico, la implementación del proyecto, la evaluación y por ultimo las pruebas de funcionamiento y puesta en servicio. El sistema implementado garantiza y evita el retraso de las demás actividades que se estén realizando, como mantenimientos programados o eventos ocasionales que se pueden presentar en cualquier momento además de los daños al equipo etc. Con esto se busca dar a conocer los beneficios y ventajas que se puede obtener con el sistema de suministro de combustible automatizado para las plantas diésel con el fin de optimizar el tiempo que se pierde realizando el proceso de manera manual, en este orden de ideas se está aportando al desarrollo, la innovación y adaptación a las nuevas tecnologías que hay al alcance hoy en día ya que se tiene en cuenta la reducción de mano de obra, la seguridad y bienestar para todos los involucrados y la protección para el medio ambiente.

Palabra clave: Eficiencia energética, suministro de combustible automatizado, respaldo energético.

Abstract

This degree work is a project focused on technological development which has an innovative approach as well as an analysis for the design of a fuel supply system for a power plant, for which inspections and field trips were carried out in places where there are these types of emergency plants and it was identified that it is essential to always have a backup or fuel supply system that guarantees the continuity of the electrical service in the event of any possible deficit or failure in the electricity service, for this reason the objective is to update the mode and time offuel supply (ACPM) and guarantee the continuity of the operation of the emergency plant at all times. To carry this out, a schedule of activities must be followed, among which is the physical assembly, the implementation of the project, the evaluation and finally the tests of operation and commissioning service. The implemented system guarantees and avoids the delay of the other activities that are being carried out, such as scheduled maintenance or occasional events that can occur at any time, in addition to damage to the equipment, etc. With this, we seek to publicize the benefits and advantages that can be obtained with the automated fuel supply system for dieselplants in order to optimize the time lost by carrying out the process manually, in this order of ideas it is contributing to development, innovation and adapting to the new technologies that are available today since it takes into account the reduction of labor, safety and well-being for all those involved and protection for the environment.

Keywords: Energy efficiency, automated fuel supply, energy backup.

Tabla de contenido

Introducción	10
Planteamiento del problema	11
Total de eventos durante el año.....	13
Justificación.....	18
Objetivos.....	21
Objetivo general.....	21
Objetivos específicos	21
Antecedentes y marco teórico	22
Antecedentes	22
Marco teórico	28
Generalidades.....	28
¿Cuál es la función de una planta de emergencia?.....	30
¿Qué es una planta de emergencia?	31
Señalización del tanque de combustible y la tubería de alimentación	31
Definición del rombo de seguridad ejemplos 1y 2.....	33
Marco conceptual.....	34
I. Seguimiento y control.....	34
II. Selección del tanque auxiliar de almacenamiento de combustible.....	35
III. Falta de combustible	36
IV. Componentes de los tanques de suministro	37
V. Almacenamiento	38
VI. Señalización del área	39
Metodología	40
Etapa de diseño	44
Diseño conceptual.....	44
Diseño funcional	45
Etapa de desarrollo.....	50
Tanque de combustible:	50
Tubería de combustible.....	53
Tablero de control	53
Tablero de control.....	54

Sensores de nivel.....	54
Sensor de nivel para la planta diésel	55
Válvula solenoide:	55
Válvula solenoide	56
Tubería:	56
Válvula bola rosca ½”	57
Válvula bola rosca 1/2in	57
Cableado:	58
Base o soporte del tanque.....	58
Ubicación del lugar	58
Componentes de protección	59
Actuador de visualización:.....	59
Sistema SCADA	60
Muestra de la planta en el sistema SCADA	61
Misceláneos o accesorios	61
Montaje físico	62
Diagrama para el suministro de combustible a la planta de manera manual	63
Caja de conexión del sensor de nivel	64
Etapas de evaluación	65
Pasos a evaluar	65
Área mínima del local en relación a la potencia en nuestro caso se cuenta con una área de 12m²	67
Implementación y Resultados	71
Tanque de suministro	72
Tablero de control	72
Caja de conexión del sensor del tanque de la planta	73
Sistema SCADA	73
Conexiones eléctricas en el tablero de la planta diésel	74
Resultados	75
Pantalla de control principal de la planta	75
Tablero de control	76
Caja de conexión del sensor del tanque de la planta	76
Sistema informativo implementado en el sistema SCADA	77

Tanque de suministro de combustible, conexiones eléctricas y tubería de suministro del ACPM.....	78
Conexión final tablero principal de la planta	79
Resultado final.....	80
Resultado final: sistema de monitoreo del SCADA.....	81
Conclusiones	82
Bibliografía	84

Lista de figuras

Figura 1.....	15
Valor de la corriente.....	15
Figura 2.....	17
Valor del voltaje.....	17
Figura 3.....	53
Diagrama de flujo de combustible.....	53
Figura 4.....	54
Diagrama de flujo eléctrico.....	54
Figura 5:.....	56
Tanque de suministro.....	56
Figura 6:.....	57
Antes de realizar el montaje físico del sistema de suministro de combustible.....	57
Figura 7:.....	59
Tablero de control.....	59
Figura 8:.....	60
Sensor de nivel para la planta diésel.....	60
Figura 9:.....	61
Válvula solenoide.....	61
Figura 10:.....	62
Válvula bola rosca 1/2in:.....	62
Figura 11:.....	66
Muestra de la planta en el sistema SCADA.....	66
Figura 12:.....	68
Diagrama para el suministro de combustible a la planta de manera manual.....	68
Figura 13:.....	69
Caja de conexión del sensor de nivel.....	69
Figura 14:.....	70
Pasos a evaluar.....	70
Figura 15:.....	72
Área mínima del local en relación a la potencia en nuestro caso se cuenta con una área de.....	72
12m².....	72
Figura 16:.....	77
Tanque de suministro.....	77
Figura 17:.....	77
Tablero de control.....	77
Figura 18:.....	78
Caja de conexión del sensor del tanque de la planta.....	78

Figura 19:.....	78
Sistema SCADA.....	78
Figura 20:.....	79
Conexiones eléctricas en el tablero de la planta diésel.....	79
Figura 21:.....	80
Pantalla de control principal de la planta.....	80
Figura 22:.....	81
Tablero de control.....	81
Figura 23:.....	81
Caja de conexión del sensor del tanque de la planta.....	81
Figura 24:.....	82
Sistema informativo implementado en el sistema SCADA.....	82
Figura 25:.....	83
Tanque de suministro de combustible, conexiones eléctricas y tubería de suministro del ACPM.....	83
Figura 26:.....	84
Conexión final tablero principal de la planta.....	84
Figura 27:.....	85
Resultado final.....	85
Resultado final: sistema de monitoreo del SCADA.....	86

Lista de tablas

Tabla 1:.....	14
Total de eventos durante el año.....	14
Tabla 2.....	24
Tabla de información.....	24
Tabla 3:.....	47
Cronograma.....	47
Tabla 4:.....	52
Resumen del presupuesto.....	52

Introducción

Los sistemas de automatización son implementados para controlar y monitorear un proceso, máquina o dispositivo en tiempo real logrando con esto tener mayores resultados, ser más efectivos y operar de forma automática para así reducir la mano de obra y las pérdidas de materiales, por otra parte el interés de las organizaciones por tecnologías que faciliten la automatización como IoT, Artificial Intelligence (AI) o Blockchain se debe a los beneficios que les aportan. Ventajas destacadas en muchos aspectos, pero sobre todo en términos de ahorro en tiempo y costos.

Es por eso que en el presente documento podrán encontrar toda la información referente a un sistema automatizado de suministro de ACPM para una planta diésel de emergencia lo cual es una gran ventaja y beneficio para las medianas y grandes empresas que requieran de un sistema automatizado que se encargue de realizar todo el proceso independientemente sin la intervención del ser humano.

Este proyecto ha sido creado para que sirva de respaldo al momento de una falla o evento con la línea de transmisión la cual es la fuente principal de energía de la empresa, de esta manera se podrá continuar con las actividades o suplir las necesidades más primordiales que se tengan en el lugar como las iluminaciones, sistemas de alarmas, equipos de servicios auxiliares y de comunicación, etc. Con esto se busca obtener y garantizar la eficiencia energética de la micro central ya que es fundamental para el buen desempeño de los equipos y el óptimo funcionamiento de cada uno de ellos que requieren estar energizados en todo momento como los antes mencionados y las calefacciones de los generadores.

Planteamiento del problema

Para dar cumplimiento a las funciones diarias de una micro central se requiere suministro de energía, para lo cual es primordial contar con un sistema de respaldo para la planta de emergencia para cuando se tenga algún tipo de problema con la fuente de alimentación, de esta manera no se verá afectada la producción de la empresa ni dejará de prestar el servicio al contrario podrá asegurar una operación constante siempre y cuando no ocurra un evento mayor como daños en los equipos o instalaciones.

Se considera importante contar con un sistema automatizado que realice el abastecimiento de combustible de una planta de emergencia (diésel), teniendo en cuenta que esta es la única fuente de respaldo en caso que se presente una eventualidad con la fuente de alimentación del lugar y no se cuente con personal encargado de mantenimiento u operación en el frente de trabajo, o que a éste se le olvide suministrarle combustible de manera manual a la planta diésel y en caso que no se realice se tienen que asumir las consecuencias de daños principalmente en el equipo, pérdidas materiales, pérdidas humanas ante una falla eléctrica si por ejemplo es una planta de un sector hospitalario, se podría tener pérdidas en negocios y la rentabilidad de diversas clases de infraestructuras como, por ejemplo torres de radio, redes de retorno, data centers en el caso de las empresas de telecomunicaciones.

En varias ocasiones ha pasado que se pierde el suministro de energía principal y se realiza la transferencia y entra en servicio la planta de emergencia abasteciendo los equipos de servicios auxiliares y de comunicación, una vez la línea de transmisión no se restableció rápido debido a que en la subestación había ocurrido un daño mayor entonces pasado algunas horas el

combustible que tenía la planta no le alcanzaba para suplir esta necesidad por ende se tuvo que apagar y dejar todo desenergizado ya que no se puede dejar que el combustible llegue a cero por ciento porque captura aire y puede dañar el equipo, por otra parte las unidades generadoras se quedaron sin calefacción ya que estas necesitan estar siempre conectadas para no perder las óptimas condiciones y evitar el incremento de humedad en el generador.

A continuación se muestra información recopilada desde el sistema SCADA de la empresa, donde se puede ver el total de cortes de energía en el sector mes a mes. Para esto se tomaron los datos del 01 de enero del 2021 hasta el 31 de diciembre del mismo año. Con el fin de tener mayor claridad se crea una tabla donde se especifica el día, mes, año, voltaje en la línea y el tipo de eventos que en esta acción solo se tomaron los de sobrecorriente ya que es la principal causa de los cortes de energía.

En la columna de voltajes de línea se despliegan tres cuadros por cada evento los cuales corresponden al voltaje de cada una de las tres líneas de transmisión, para que estas estén funcionando con total normalidad el voltaje debe estar por encima de los 13.5V, una vez se presenta un evento entonces el voltaje disminuye, en este caso colore el cuadro de color rojo para que sea más visibles y diferenciar unas de las otras.

Tabla 1:

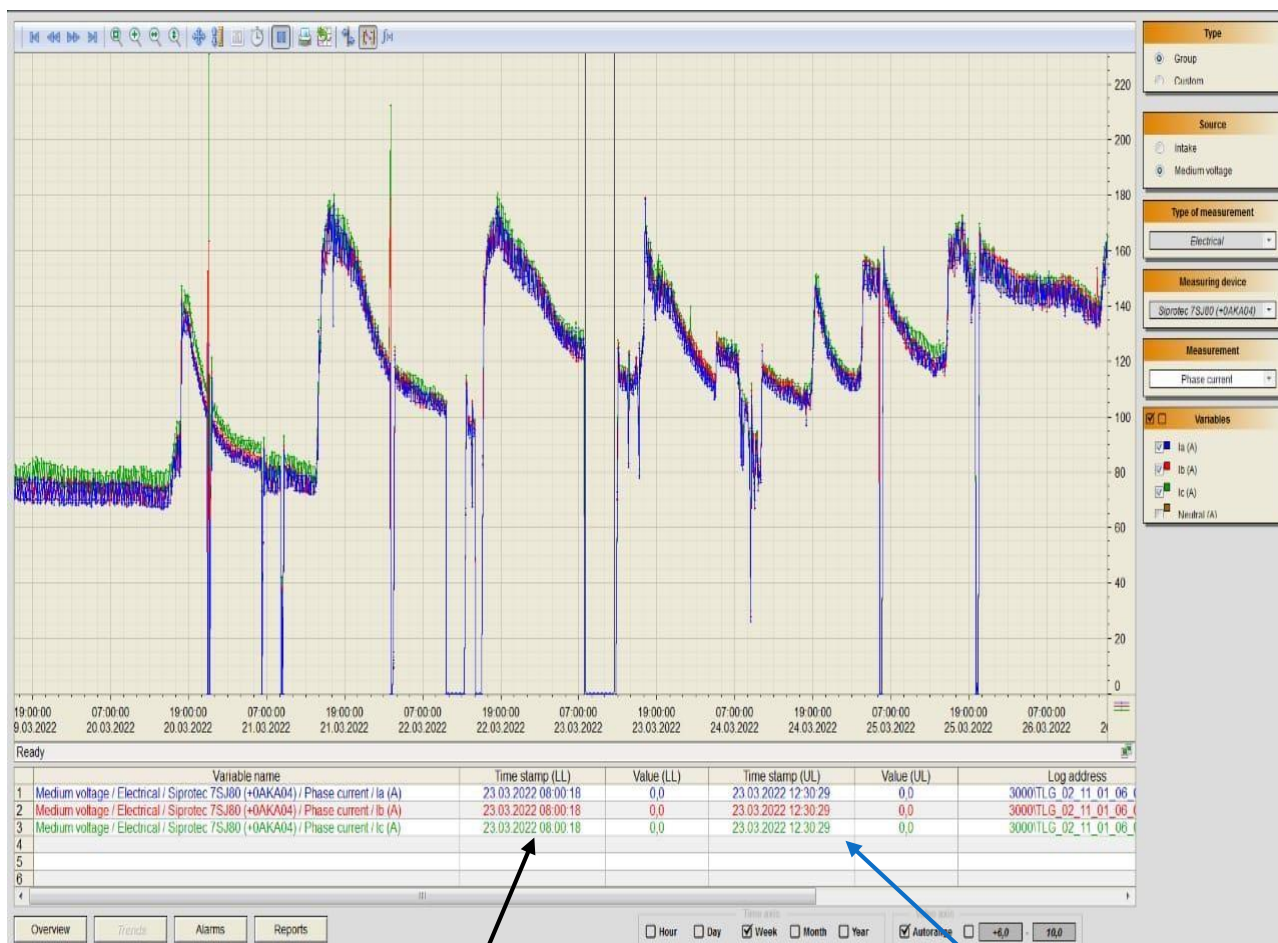
Total de eventos durante el año.

Mes	Total eventos
Enero	6
Febrero	4
Marzo	13
Abril	9
Mayo	11
Junio	5
Julio	5
Agosto	5
Septiembre	4
Octubre	5
Noviembre	3
diciembre	3
	Total: 73

A continuación, se muestra un pantallazo del sistema SCADA donde se puede observar los eventos en un lapso de tiempo menor a 10 días, la gráfica detalla la corriente en las 3 líneas cuando ocurre el evento de color azul la línea 1, de color rojo la línea 2 y por último de color verde la línea 3

Figura 1:

Valor de la corriente



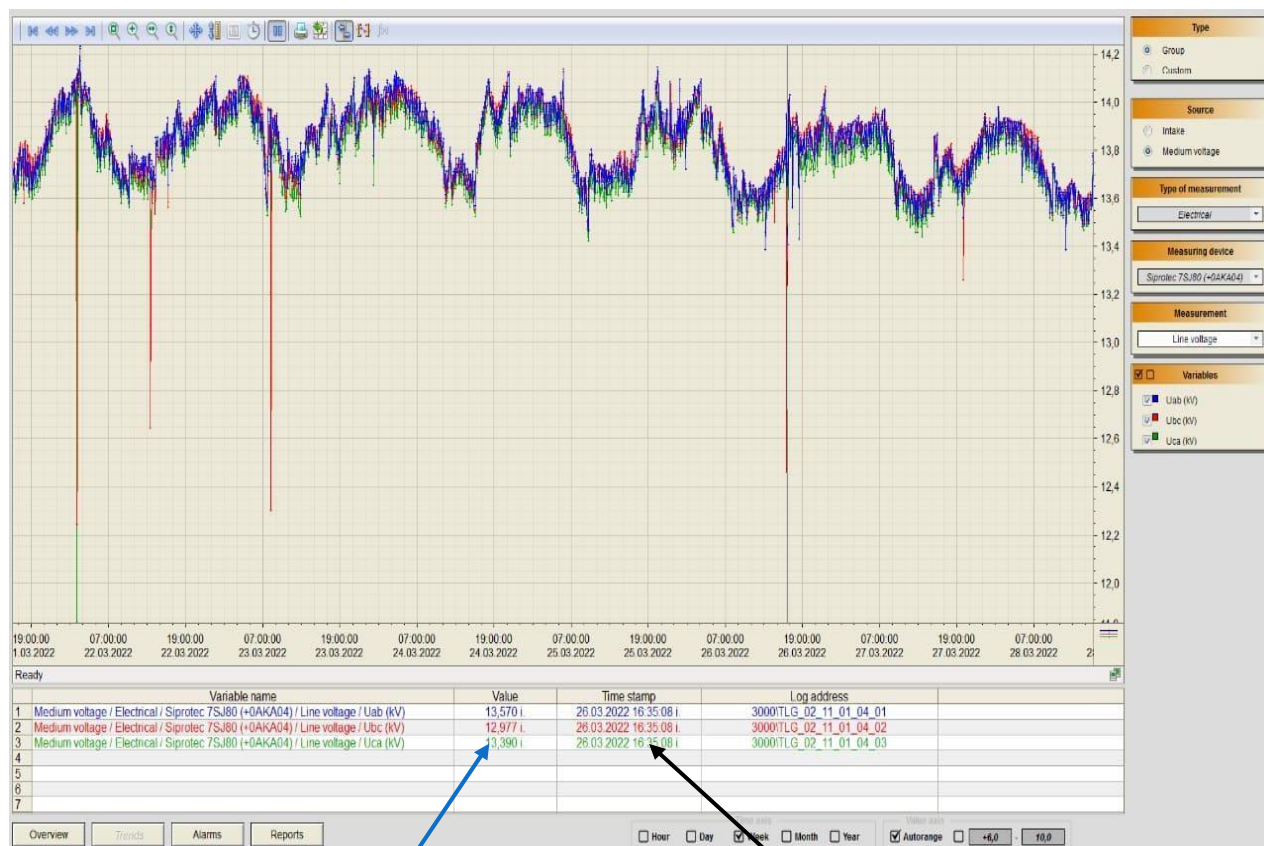
Para tener mayor claridad referente a los cortes de energía que se presentan, se utiliza esta grafica donde con una regleta ubicada en dos sectores de la imagen se puede observar la hora en la que ocurrió el evento, la cual está señalada con una flecha de color negro que indica que a las 08:00:18 fue el evento. Al lado derecho se observa una segunda flecha de color azul que indica

hasta que horas duro el corte de energía, en este caso fue hasta las 12:30:29. Para un total de más de 4 horas y media de ausencia de tensión en la línea principal de alimentación.

En la siguiente grafica se puede observar el voltaje de las líneas de transmisión cuando se presenta un corte de energía, para este ejemplo, obsérvese en unos de los picos de la gráfica, y con la ayuda de una regleta se puede observar la hora del evento, la cual está señalada con una flecha de color negro, por otra parte la flecha de color azul indica los diferentes voltajes de las líneas donde se ve claramente que la línea 2 y 3 están por debajo de los 13.5V.

Figura 2:

Valor del voltaje



¿Dónde y cuándo surge el problema?

Los problemas surgen cuando se presentan eventos de línea de transmisión o falla de alimentación y tarda en regresar o normalizarse nuevamente, entonces es cuando se requiere un sistema de respaldo que permita continuar de manera inmediata o si por alguna razón se está realizando un mantenimiento preventivo o programado se pueda continuar con las actividades sin verse afectado es por esta razón que se requiere que la planta de emergencia esté operando de

manera independiente y en automático para el caso en que el personal esté ocupado en otras labores no se presente el problema.

¿A quién afecta el problema?

Los principales afectados serán los dueños de la empresa ya que se dejará de realizar o prestarun servicio si no se cuenta con un suministro de combustible que supla esa necesidad o evento que se pueda presentar por falta de energía en el lugar, ya que no todas las micro centrales están cerca del caso urbano para desplazarse por combustible.

¿Qué intentos se han hecho para resolver el problema?

Hasta el momento solo se habían realizado investigaciones con respecto a implementar un sistema automatizado que le suministre combustible a la planta diésel, lo cual no se había podidoimplementar el proyecto ya que no se imaginaban realmente la importancia de tomar acciones correctivas al problema.

¿Por qué es importante que se resuelva el problema?

Para tener mayor respaldo en todo momento a la hora de realizar los mantenimientos ya que de esta manera la planta de emergencia notificará cuando esté en nivel bajo de combustible paraque se pueda suministrar el que se tenga en el tanque de almacenamiento, por ende se pueda solicitar el abastecimiento todo de manera automatizada y sin requerir que el operario esté siempre al pendiente del nivel.

¿Qué sucederá si el problema no se resuelve?

Al no contar la planta con un respaldo de suministro de combustible esta no podrá garantizar un servicio eléctrico en todo momento ante cualquier evento que se presente ya que no estará en capacidad de suplir la necesidad si esta se prolonga por mucho tiempo.

¿Quién sentirá las consecuencias?

Teniendo en cuenta las situaciones antes mencionadas, las consecuencias las sentirá la empresa porque es ella la que debe invertir o buscar una alternativa que le ayude a mitigar esa problemática que está teniendo.

Pregunta problémica

¿Cómo realizar el montaje de un sistema automatizado de suministro de combustible para una planta diésel y evitar de esta manera un fallo en la operación?

Justificación

El desarrollo del proyecto estará enfocado en una micro central por lo que el óptimo funcionamiento de la planta de emergencia (diésel) es fundamental ya que ésta es el respaldo de todos los servicios auxiliares de las instalaciones en caso de una emergencia o eventualidad que se pueda presentar como problemas de red o que quede fuera de servicio la línea de transmisión, problemas de fase o que se presenten variaciones drásticas de voltaje es por eso que se debe garantizar que la planta siempre se encuentre en buenas condiciones tanto mecánicamente como eléctrica y una de las cosas no menos importantes contar con un buen almacenamiento de combustible, para esas ocasiones exigentes y constantes horas de trabajo por lo cual se debe saber muy bien que es y para qué sirve una planta de emergencia. Si hay algo que está muy arriba en la lista de objetivos de cualquier empresa, es la optimización de recursos. Por supuesto, esto es algo muy difícil de lograr si no se cuenta con suministro de energía eléctrica en el lugar de trabajo, entonces es ahí donde una planta de emergencia juega un papel importante e irremplazable. Ante el desarrollo tecnológico, hoy en día existen diversos tipos de plantas eléctricas que pueden ser utilizadas en cualquier lugar que se requiera, puede ser en bodegas, hospitales, fábricas, clínicas, centros comerciales, casas de campo, colegios y en micro centrales como es en este caso en particular y en el enfoque de esta investigación de la viabilidad de un sistema de suministro de combustible automatizado, fuera de estos lugares antes mencionados donde se pueden utilizar las plantas de emergencias hay muchos más.

Con este proyecto se busca mitigar la necesidad que se viene presentando en la empresa, por lo tanto, de no realizarse se estarían viendo afectados los equipos de cómputo, monitoreo y sistemas auxiliares como también deterioro en el sistema de transferencia y celdas de tensión.

Este proyecto está dirigido a todas las micro centrales o empresas que cuenten con este tipo de plantas eléctricas para brindarles un buen servicio y garantía a los usuarios a la hora de querer contar en su empresa con un respaldo operativo las 24/7 de la semana y los 365 días del año, ya que en muchos lugares esta solución sería de gran ayuda para solucionar el problema que afecta a muchas centrales y a través de esta solución encontrarán cierta cantidad de utilidad o ingresos que se ahorraría por que estarían garantizando un óptimo funcionamiento y respaldo. Todo esto, siempre y cuando se mantenga el tanque auxiliar de almacenamiento de combustible abastecido no se van a presentar daños en la misma planta por causas del aire por que se acabe el ACPM, por desenergización de los servicios auxiliares de la empresa porque la planta se quedó seca y deja de funcionar, es de aclarar que es mucho más fácil adicionarle ACPM al tanque auxiliar de combustible que realizarlo directamente a la planta ya que de esta manera se pierde combustible y se causa más contaminación al medio ambiente.

Se busca implementar un proyecto con el fin de tener un mejor futuro con mayor sostenibilidad y respaldo en todo momento, además brindarle al usuario seguridad y respaldo cuando se presente un corte de energía, con esto se estaría aportando al desarrollo y crecimiento tanto de la empresa como el municipio que al igual se benefician de obtener buenos resultados.

Los principales beneficios y ventajas que se obtendrán con la implementación de este sistema de suministro de combustible automatizado son disponibilidad, confiabilidad y rendimiento en las operaciones además de aportar también en la reducción de costos por lo que los sistemas o procesos automatizados aseguran que los trabajos no sean olvidados ni que se ejecuten fuera de

secuencia, que se realice cualquier procesamiento especial que sea necesario y que los datos que se ingresen sean correctos (gdx-group, 2021).

La automatización es uno de los medios más utilizados en el mundo, por esta razón se realiza un proyecto para la empresa en la que el autor de este proyecto labora, esto con el fin de convalidar y dar a entender que si en algún caso se llegara a quedar la micro central sin generación de energía por alguna razón y no se cuente con personal operativo en el frente de trabajo se pueda tener la seguridad de que con un sistema de suministro de combustible automatizado junto a la planta diésel se podrían obtener buenos resultados, debido a que si en algún momento la planta requiere que la abastezcan de ACPM porque el nivel está muy bajo, entonces este proceso se podría realizar de inmediato y sin intervención del ser humano (Cameron, (s.f)).

Objetivos

Objetivo general.

Diseñar un sistema automatizado de suministro de combustible diésel para una planta de emergencia.

Objetivos específicos.

Realizar un inventario de los materiales y equipos que se requerirán para la ejecución este tipo de montaje.

Diseñar un cronograma de actividades estableciendo el tiempo de ejecución de cada tarea e identificando la secuencia de cada una de ellas.

Automatizar el sistema de suministro de combustible de la planta de emergencia.

Antecedentes y marco teórico

Antecedentes

Tabla 2:

Tabla de información

	Nombre	Autor (es)	Objetivo (s)	Resultados obtenidos	Conclusiones
Artículo	Automatización de un sistema de suministro de combustible e atanes de una central de generación de energía	J. Trillo Ozón Gerard o Gonzál ez Filgueir a	Implementar un sistema de control, supervisión y optimización del suministro de combustible a tanques de una central de generación de energía	Planteamiento de unpanel de control (SCADA) en el cualse implementan visualizadores digitales que muestren la evolución de la planta. Se muestra implementado (fig.11) en el panel de control de los modos de operación, automático, semiautomático y manual, la seta de emergencias SE y el pulsador de	En este trabajo se ha presentado el proceso de automatización de un sistema de suministro de combustible atanes de una central de generación de energía. En el diseño del presente sistema, seha conseguido la creación de un sistema de control que permite gobernar todos los dispositivos que intervienen enel proceso de suministro de combustible, cada uno de la central. Desde un punto de vista operativo se ha logrado hacerun proceso totalmente automatico en función de las

reset de alarmas RES. En la parte inferior del panel se representan la señalización de los avisos y alarmas. El llenado de los tanques se señala con los correspondientes es LED, junto con el valor de presión de funcionamiento o normal (IPC). La pantalla SCADA muestra la evolución del llenado de los tanques y el analizador digital muestra asociado el cronograma del sistema (FIG. 13).

sistema de
 supervisión y
 control a tiempo
 real que permita
 al operario
 interactuar con
 el proceso
 (panel de
 operario)
 el estado de
 funcionamiento de
 las válvulas de los
 tanques 1 a 4 (Q0.5-
 Q0.6).

Link https://www.researchgate.net/publication/283801041_Automatizacion_de_un_sistema_de_suministro_de_combustible_a_tanques_de_una_central_de_generacion_de_energia

Tipo	Nombre	Autor (es)	Objetivo (s)	Resultados obtenidos	Conclusiones
Tesis	Control de una planta generadora de energía eléctrica	Edgard o Yescas Mendoza	Diseñar y construir un sistema de control automático para la planta generadora de energía.	A la planta se le realizaron pruebas mediante la conexión de cargas ficticias, utilizando reflectores de halógeno, los cuales fueron conectados como se muestra en el diagrama de conexión de la figura 4.1. Seis de esos reflectores son de 500 W y requieren una alimentación de 127 V, por lo que están conectados en estrella.	Se diseñó y construyó un sistema de control automático, con el cual se logra automatizar y optimizar el funcionamiento de la planta generadora de energía eléctrica de la UTM. El control se encarga de mantener las variables en sus valores nominales establecidos, para cualquier régimen de carga dentro de los límites de operación.
Link	http://jupiter.utm.mx/~tesis_dig/8721.pdf				

Tesis	Diseño de un sistema automático de suministro degasolina empleando un microprocesa dor Z-80	Giménez Scherer Alejandro Bautista Cruz Gilber to Aguil ar Cid Luis Adr an	Incorporar un sistema de control electrónico, que permita al usuariodefinir el total de combustible que requiere	Control del sistema de suministro de combustible, de esta manera se podrá verificar detalladamente el consumo y el valor que se debe cancelar, ya que el usuario tiene a su disposición el panel de control donde puede elegir la cantidad de combustible.	Con la aparición de los semiconductor es se genera un vertiginoso avance en la electrónica y a partir de entonces se han desarrollado dispositivos más y más complejos, los cuales a su vez se han incorporado a nuevos sistemas, que han sustituido ventajosamente a equipos ya existentes.
Link	http://132.248.9.195/pmig2019/0035477/0035477.pdf				

Tipo	Nombre	Autor (es)	Objetivo (s)	Resultados obtenidos	Conclusiones
-------------	---------------	-------------------	---------------------	-----------------------------	---------------------

Trabajo de grado	Diseño de una estación de servicio	Jaime González León	Diseñar una estación de servicios siguiendo la normativa vigente en cada campo.	Implementación de programas informáticos. Construcción de la estación de servicio.	Conocer las normativas vigentes relativas a ingeniería y su manejo para la posible aplicación en el futuro.
			Realizar un análisis económico con los ingresos y gastos anuales de la estación, incluyendo el presupuesto, para llevar a cabo la construcción de la misma		

link https://oa.upm.es/47660/1/TFG_JAIME_GONZALEZ_LEON.pdf

Tipo	Nombre	Autor (es)	Objetivo (s)	Resultados obtenidos	Conclusiones
Proyecto de investigación	Automatisación de un grupo electrógeno con arranque eléctrico	Fernández Morales Flavio Humber to Duarte Julio Enrique	Implementar un sistema que permita tener control además de mantener monitoreado el grupo electrógeno	El bus de comunicación, indispensable para el intercambio de información entre los módulos del automatismo, se desarrolló con base en la combinación de dos protocolos de comunicación serial: el RS-232, limitado a la comunicación entre dos dispositivos.	Se desarrolló un sistema automático para el monitoreo de variables y el control sobre un grupo electrógeno trifásico con un arranque eléctrico. Entre los procesos a controlar se tuvieron en cuenta el encendido y apagado del grupo electrógeno, la transferencia entre el grupo y la red de carga, así como la operación del sistema de precalentamiento. Se diseñó un sistema distribuido, conformado

por
cinco módulos
microcontrolados
, que permitela
captura y
visualización de
las variables más
representativas
en los grupos
electrógenos.

link <http://www.scielo.org.co/pdf/entra/v11n2/v11n2a20.pdf>

El principal aspecto a diferenciar de este proyecto hace referencia a que en este se realiza para suplir una necesidad cuando se presenten cortes de energía en la empresa, por lo tanto, se implementa un sistema de control totalmente automatizado, donde la planta de emergencia realiza el suministro de combustible cuando ella lo requiera sin la intervención del operario, además el sistema de control de este proyecto mantendrá informado al operario de centro de control del funcionamiento de la misma en todo momento.

Marco teórico

Generalidades

El diésel es la destilación atmosférica del petróleo crudo, está diseñado para utilizarse como combustible en motores diésel que operan bajo condiciones de alta exigencia y en altitudes por debajo de los 2000 metros sobre el nivel del mar, para generar energía mecánica y eléctrica, y en quemadores de hornos, secadoras y calderas (Sura, 2011).

Propiedades físico-químicas del combustible (ACPM)

Límites de inflamabilidad (% volumen): inferior 1.3; superior 6.0.

Punto de autoinflamación: 230°C (494F).

Punto de inflamación. El ACPM es una mezcla de hidrocarburos que tiene punto de inflamación.

Variable entre los 55°C y 70°C, dependiendo de su composición exacta.

Punto de ebullición (760 mmHg): 215-380°C.

Densidad de vapor (aire=1): 0.86.

Apariencia y color: es un líquido amarillo pálido un poco viscoso.

Las clases de combustible son:

Líquidos clase II: son todos aquellos líquidos que tienen un flash point igual o superior a 37.8°C e inferior a 60°C.

Líquidos clase IIIA: es cualquier líquido que tiene un flash point igual o superior a 60°C, pero que también es inferior a 93°C.

Líquidos clase IIIB: líquidos con flash point igual o superior a 93°C.

Por lo que el ACPM puede ser clasificado como clase II o clase IIIA (Sura, 2011).

El proyecto está dirigido para todos aquellos que quieran adaptarse a las nuevas tecnologías e innovaciones, ya que el sistema de abastecimiento tiene un propósito muy claro que es suministrar automáticamente el ACPM cuando la planta lo requiera, es de aclarar que para poder llevar esto a cabo se deben cumplir con unas condiciones establecidas por el sistema o centro de información de sustancias químicas, emergencias y medio ambiente (Automatización plantas eléctricas, 2008).

El diésel es un combustible que requiere de un buen almacenamiento para conservar su composición, para lo cual en el proyecto se tiene un tanque libre de corrosión y en el cual se pueda evitar el ingreso de partículas indeseadas o insectos además estará protegido del contacto directo con el sol y las lluvias (Dr. Diesel, 2017).

A continuación, se mencionarán las condiciones que se deben cumplir para el almacenamiento de combustible en los tanques de suministro, como primera condición se tiene la señalización del área. En el área se deben colocar avisos de precaución para advertir sobre el almacenamiento de combustible, prohibir fumar o generar chispas o llamas, además de restringir el paso y señalar la ruta de evacuación.

Por otra parte la localización de los elementos y equipos de protección contra fuego como los extintores, además de los equipos de primeros auxilios como botiquines, equipos de protección

personal y de la misma manera el kit de derrames para poder realizar un control adecuado en caso que se presente cualquier evento (Himoinsa, (s.f)).

¿Cuál es la función de una planta de emergencia?

Su principal función es brindar y suministrar energía eléctrica de respaldo cuando la fuente principal no se encuentre funcionando o presente fallas como: problemas de red, problemas de fase o variación drástica de voltaje. De esta manera se estará asegurando la continuidad operativa, ya que son capaces de otorgar un eficaz respaldo energético al tomar carga a los 15 segundos de la caída eléctrica, previniendo accidentes y asegurando la operación sin riesgos. Por ello es de relevancia contar con un generador eléctrico de respaldo para cubrir las necesidades en cualquier tipo de negocio, ya sea industrial, hospitales, obras de construcción, supermercados, etc (Generac, (s.f)).

¿Cuánto tiempo puede permanecer el diésel sin que se vea afectada su composición?

El diésel no es un combustible volátil, por lo tanto, no sufre los mismos problemas de arranque o problemas de evaporación como la gasolina. El principal problema del diésel almacenado es la formación de gomas y sedimentos que pueden bloquear los filtros. Esto es asociado también a un oscurecimiento en el color del combustible.

Para el proyecto se utilizarán tanques para almacenamiento de combustible completamente sellados, adicionalmente se ubicarán en una caseta junto con la planta de emergencia con el fin de que esté protegido de los rayos solares, de las lluvias y los vientos. Bajo estas condiciones el diésel almacenado generalmente dura un año pero lo cierto es que el diésel puede durar mucho más tiempo (autonocion, 2021).

¿Qué es una planta de emergencia?

Una Planta de Emergencia, también llamada grupos electrógenos, son equipos que proporcionan energía a través de un generador el cual está acoplado a un motor de combustión interna que puede ser un generador de diésel o gas natural. Dicho generador transforma el movimiento en tensión de corriente alterna, sirviendo como respaldo de energía cuando existen cortes de suministro eléctrico. (Generac, (s.f)).

Señalización del tanque de combustible y la tubería de alimentación

El tanque de suministro de combustible debe ser de color blanco (por que se acumula menos calor), se recomienda colocar en un lugar visible el nombre del combustible y colocar por ende la señal adecuada (rombo) de 30 cm de lado como menos.

También se deben colocar los rombos de riesgo para casos de incendio, estos son los rótulos de la asociación nacional de protección contra el fuego que indican, una escala de 0, a 4 y lo que indica es los riesgos a la salud (fondo azul), inflamabilidad (rojo) y reactividad (amarillo) en el evento de un incendio (David, 2019).

Ejemplo 1:

Señalización del tanque con sus respectivos rótulos de seguridad.



Nota: Se muestra el tanque de suministro de combustible con su respectivo rótulo de líquidos inflamables.

Ejemplo 2:

Rombo de seguridad NFPA



Nota: se muestra el tipo de rombo de seguridad que se le puso al tanque de suministro de combustible

Definición del rombo de seguridad ejemplos 1y 2

Es una norma de origen estadounidense que aplica para la identificación de peligros, riesgos y su nivel de peligrosidad para alertar de manera preventiva al personal que esté bajo la exposición del mismo, además, en caso de presentar algún evento no deseado (accidente) los afectados puedan reconocerlos fácilmente (deseguridad industrial, (s.f)).

Marco conceptual.

El presente proyecto está enfocado en el análisis y aplicación de un sistema de abastecimiento de combustible a una planta diésel cuando esta lo requiera. Este marco busca profundizar en los conceptos que orientan en el desarrollo del trabajo aclarando y orientando el enfoque del mismo con tal fin de que se pueda establecer cada una de las recomendaciones a tener en cuenta en base a las investigaciones y trabajo de campo que se realizaron.

I. Seguimiento y control. El proceso de seguimiento y control es la principal función que de realizar el operario diariamente para poder garantizar el buen funcionamiento de la planta, además de los mantenimientos preventivos que se le realizaran al equipo los principales aspectos a controlar son los siguientes.

- **Sistema de combustible:** Verificar que tanto la planta como el tanque de abastecimiento se encuentre con suficiente combustible, para que en caso de alguna emergencia se pueda suplir esa necesidad de servicio eléctrico.
- **Sistema de lubricación:** Verificar en el día a día que la planta cuente con una lubricación adecuada para su operación en caso de que no, se debe realizarla para evitar daños en el equipo.
- **Sistema de enfriamiento:** Es el encargado de hacer circular el líquido refrigerante por el motor para disipar el calor mediante un radiador.
- **Sistema eléctrico de encendido:** Verificar que todas las conexiones eléctricas se encuentren en buen estado, sin alambres sueltos ni descubiertos en caso de que así fuera realizar la respectiva reparación antes de poner en funcionamiento la planta.
- **Sistema manual de encendido:** Realizar periódicamente el calentamiento de la planta de

manera manual con el fin de evaluar el funcionamiento y que todo esté en orden.

- **Sistema emisión de gases:** Verificar que este no esté obstruido.
- **Sistema de fijación:** Es fundamental realizar la revisión de estos puntos de fijación ya que con la vibración de la planta se podrían llegar aflojar un poco lo que ocasionaría daños al mismo equipo.
- **Tablero de control:** Verificar que todas sus conexiones estén en orden y que responda tanto manual como automático.
- **Estructura:** Realizar inspección de que no se tenga grietas o daños en las paredes, techos o piso que pueda perjudicar el óptimo funcionamiento.
- **Condiciones físicas para operar.** Inspeccionar las condiciones básicas de funcionamiento antes mencionadas las cuales son las recomendadas por el cliente.
- **Etiquetado:** Es importante siempre tener a la mano todas las recomendaciones de seguridad en caso de alguna emergencia como derrame de combustible señalización del área.

II. Selección del tanque auxiliar de almacenamiento de combustible. La calidad del tanque auxiliar de almacenamiento de combustible es, sin duda, uno de los factores más importantes a tener en cuenta ya que de esta manera se le estará garantizando a la planta un combustible limpio y adecuado para su funcionamiento, de lo contrario podría causarle daños a la planta. Algunos de los factores a tener en cuenta para la elección del tanque son.

Tanque de doble pared: Estos tipos de tanques permiten la detección temprana de fugas, permitiendo su corrección, así como la pérdida de combustible y la contaminación. Es

ideal para lugares donde no se cuenta con suficiente espacio para construir un dique para derrames su costo es más alto en comparación con el tanque de pared sencilla.

Tanque de una pared: En comparación con el tanque anterior estos son más económicos, livianos y fáciles de transportar a diferencia que este si requiere de un dique para en caso de derrame pueda quedar en un solo lugar y no contamine el área, fuentes hídricas ni el suelo.

Tanques anticorrosivos: Sirven para conservar en buen estado el combustible y que este no se contamine, de esta manera se garantiza la vida útil de la planta.

Tanque protegido: Garantiza que el combustible no tenga contacto directo con el sol y el agua.

III. Falta de combustible. La falta de combustible se puede presentar por varios factores aspectos técnicos o ajenos a la operación de los cuales se pueden resaltar los siguientes:

- **Derrame de combustible:** Se puede dar debido a accidentes, ya sea porque el operario comete algún error o porque el equipo se descompone provocando grandes efectos ambientales como económicos.
- **Variación por temperatura:** Se puede presentar si el sistema de suministro se encuentra al aire libre sin ningún tipo de protección contra los rayos solares.
- **Falta de abastecimiento:** Se da en los casos donde se tenga una planta diésel alejada de la zona urbana y se requiera de varias horas para el traslado del combustible para

abastecer esta necesidad.

IV. Componentes de los tanques de suministro: Se conocen dos tipos de tanques, de pared doble y tanques de pared sencilla, el primer tipo de tanque tiene dos paredes, la primer pared es donde se almacena el combustible y alrededor de esta hay una segunda pared dejando un espacio entre ellas que servirá como protector en caso de un derrame quede almacenado en el mismo lugar. Y el tanque de pared sencilla es el que más se ajusta al proyecto, para la instalación este no tiene protección en el área exterior como el de pared doble, pero esto no lo hace menos seguro porque tiene unos componentes que se mencionan a continuación.

IV.1. Soporte. Se recomienda no colocarlo a nivel del piso, lo anterior por razones de seguridad y fácil manejo, otra razón es porque la salida del combustible del tanque diésel debe estar a una altura superior a la de la planta para que con uso de la gravedad realice el suministro, cabe recalcar que todos los soportes y accesorios que se empleen deben ser de un material no combustible y anclados de manera segura.

IV.2. Dique. Lo que hace el dique es que, en caso de presentarse un derrame o una fuga no permite que el combustible se derrame por todos lados y ocasione una contaminación y de esta manera sea mucho más fácil realizar la recolección o la limpieza del diésel, este debe ser de por lo menos del mismo volumen de la capacidad del tanque diésel.

IV.3. Tubería de llenado. Todos los tanques deben tener la tubería de llenado en la parte superior o un área de acceso para realizar el depósito del diésel.

IV.4. Válvula de drenado. La válvula de drenado sirve para realizar el drenado por

completo del tanque en caso de que se necesite realizar algún traslado o mantenimiento o por alguna otra razón se requiera desocupar el tanque si diésel.

IV.5. Tubería de ventilación. La tubería de ventilación va por encima del tanque, generalmente sirve para evitar que se almacenen gases o vapores dentro del tanque diésel.

IV.6. Tubería de suministro. La tubería de suministro, como se mencionó al principio, debe ser de un material no combustible y estar a una altura superior porque es la encargada de transportar el diésel del tanque a la planta, esta debe ser igual a la tubería de llenado.

V. Almacenamiento

Algunas de las medidas de seguridad a tener en cuenta.

- Es necesario contar con equipos de emergencias y materiales como paños, barreras, almohadillas absorbentes en cantidad suficiente para atender un derrame en caso que llegue a suceder.
- Se debe disponer de extintores, estos deben ser tipo de fuego B y el agente de extinción debe ser polvo químico seco, dióxido de carbono, espuma anti alcohol o espuma de polímero.
- No se debe usar agua en ninguna ocasión como medio de extinción ya que esta no es capaz de enfriar el material por debajo de su punto de inflamación.

- Almacenar lejos de materiales incompatibles (gasolina, cilindros de oxígeno etc.).
- Las áreas deben ser secas, frescas y bien ventiladas, aunque se puede colocar en áreas exteriores, pero en lo posible evitando la luz directa con el sol.
- No permitir fuentes de ignición como cigarrillos encendidos, llamas abiertas o calor intenso en la zona donde se ubica el tanque.
- Instalarle tubería de escape de presión y válvulas de alivio en el contenedor el líquido inflamable.
- Conectar eléctricamente a tierra los conectores (Sura, (s.f)).

VI. Señalización del área

En el área se debe colocar avisos de precaución con el fin de advertir que en el lugar se encuentra almacenamiento de combustible. Prohibir generar chispas, llamas y fumar.

La localización de los elementos y equipos de protección contra fuego como lo son los extintores, tubería de agua para incendios o hidratantes, deben ser de conocimiento general y donde se pueda tener acceso fácilmente, estos elementos deben estar señalizados con color rojo.

Por último, los equipos de primeros auxilios, duchas, lavados, botiquines y elementos de protección personal deben estar señalizados con color verde.

Metodología

Para el sistema de suministro de combustible fue necesario realizar actividades de campo entre las que se destacan las visitas a los lugares que contarán con este tipo de plantas de emergencia con el fin de tomar referencias, conclusiones y recopilar material de información que sirviera para poder obtener un buen resultado con el proyecto a implementar, en los lugares visitados se contó con la participación de la parte operativa trabajadores, operarios de planta, coordinadores de operación y generación de energía de las micro centrales. Se tuvieron encuentros con el área administrativa como los jefes de producción y el área de gerencia de las centrales para poder determinar de qué manera enfrentar los principales obstáculos que genera al no contar con un sistema de suministro de combustible a la planta de manera automatizada.

Para el desarrollo del presente trabajo se aplicaron las siguientes técnicas que fueron fundamentales y de apoyo para la recopilación de toda la información.

1: Trabajo de campo. Con el trabajo de campo se pudieron obtener soluciones permitiendo conocer los beneficios que ofrece el sistema una vez incorporado y como tal instalado en las empresas además se pudo encontrar material de primera mano de las personas que diariamente tienen contacto directo con estos tipos de sistemas esto de la parte operativa y del área administrativa se pudieron obtener las opiniones y puntos de vista de cómo enfrentar esas problemáticas que se presentan en ocasiones por falta de un sistema de suministro automatizado de ACPM a la planta diésel, las cuales sirvieron como base principal para detallar la solución propuesta.

3: Materiales a utilizar: Para la identificación de los materiales es necesario conocer realmente lo que se necesita para no acceder en los gastos innecesarios, de esta manera se procederá a realizar una verificación de los mismos, primero que todo se debe determinar el tamaño del tanque que se necesita de acuerdo a las necesidades que se tengan en la empresa de la misma manera lo más recomendado para el sistema de suministro de combustible es un tanque de 100 galones para lo cual se calcula.

$$v = \pi * altura * r^2$$

Por otra parte es necesario utilizar tubería de ½ anticorrosiva para el transporte de combustible y galvanizada, para las conexiones eléctricas de esta manera se garantiza un buen servicio y una vida útil de los equipos ya que este tipo de tubería brinda esa seguridad que se requiere para estos tipos de instalaciones, por otra parte se requiere de un tablero de control para lo cual puede ser una caja metálica donde se pueda realizar las instalaciones y como tal el punto de control de los sensores y conexiones eléctricas.

4: Diseño: De acuerdo a la estructura y espacio que tiene la caseta de la planta diésel es suficiente para poder instalar el tanque de suministro dentro de la misma caseta, de esta manera se ahorraría tiempo y recursos.

5: Montaje: Se debe iniciar con la planificación de actividades y adecuación del lugar para que se pueda tener un cronograma y un orden para realizar los trabajos, como

segundo continuar con la instalación del tanque de suministro seguido de la tubería anticorrosiva de conducción de combustible hacia la planta diésel, de la misma manera instalar el tablero de control junto al tanque de suministro y la planta diésel donde se pueda acceder al punto de conexión eléctrica seguido se pondrán las tuberías que transportarán los cables eléctricos así como las señales de los sensores por último se debe realizar las conexiones tanto eléctricas como hidráulicas.

6: Prueba de servicio: Por último, se debe garantizar que todo lo que se realizó anteriormente quede bien instalado y conectado con el fin de evitar accidentes y daños en los equipos para estas pruebas se debe contar con un buen nivel en el tanque de suministro de combustible se inician con las pruebas manuales para posteriormente pasar a las pruebas eléctricas y automáticas del sistema instalado.

Tabla 3:

Cronograma

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES				
ACTIVIDAD	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4
Análisis del proyecto.	x			
Solicitud de los permisos y ventanas de mantenimiento para la implementación del sistema de automatización en el SCADA.	x			
Actividad de campo (visitar el lugar donde está ubicada la planta de emergencia).	x			
Investigación sobre los tipos de tanques, sus componentes y características así como los demás elementos necesarios para la construcción del proyecto (sensores de nivel, tablero de control, conexiones eléctricas, sistema de protección de descargas o sobre corriente, sistema a implementar para la protección ambiental).		x		
Etapas de diseño.		x		
Seleccionar los componentes eléctricos y materiales necesarios para la implantación del proyecto.		x		
Etapas de desarrollo.		x		
Adquirir y verificar los materiales, equipos, herramientas y accesorios necesarios para la implementación del proyecto.		x		
Realizar el montaje físico			x	

Evaluación del proyecto			X	
Implementación del proyecto				X
Resultados (pruebas de funcionamiento y puesta en servicio)				X
Entrega del trabajo				X

Etapa de diseño

Diseño conceptual.

Teniendo en cuenta toda la información referente al sistema de suministro de combustible para una planta diésel y con base a los objetivos para el proyecto se procede con la solución al diseño automatizado.

El proyecto tendrá como propósito que la planta diésel cuente con un sistema de respaldo de suministro de ACPM de manera automatizado con el fin de que se implemente las ventajas de los avances tecnológicos.

Los avances tecnológicos que se desean demostrar es un sistema automatizado el cual garantice una óptima función y en el cual se tenga información en tiempo real del estado operativo de la planta diésel así como también el nivel del combustible para lo cual se tendrá monitoreo desde el sistema SCADA.

Diseño funcional

El objetivo es consolidar la idea planteada que traslada todo lo teórico a la parte de implementación donde se establecen los requerimientos, componentes físicos y los procesos establecidos para desarrollar un sistema automatizado que realice las funciones operativas como la medición del estado del combustible, para esto se realiza inspección visual en su respectivo medidor de combustible así se sabrá el porcentaje en el tanque de almacenamiento, aviso del estado de la planta y verificación del estado de los sensores de nivel.

Para realizar las funciones anteriores se necesitan los siguientes componentes físicos.

1. **Tanque de combustible:** Tanque anticorrosivo para el almacenamiento de ACMP.
2. **Tubería de combustible:** Debe ser una tubería anticorrosiva para el traslado de combustible del tanque de suministro a la planta diésel.
3. **Tablero de control:** Tablero de distribución de corriente eléctrica y señales.
4. **Sensores de nivel:** Sensor de bajo nivel y sensor de alto nivel.
5. **Válvula solenoide danfoss:** Reguladora del paso del combustible.
6. **Tubería metálica EMT:** Sistemas de canalización utilizadas para las instalaciones eléctricas.
7. **Válvula bola rosca ½”:** Para control de paso del combustible.
8. **Cableado:** Conexiones eléctricas, electrónicas y de comunicación entre los diferentes componentes.
9. **Base o soporte del tanque:** Se debe elegir por una base lo suficientemente adaptable a lo que se necesita con el fin de que se pueda garantizar la estabilidad del tanque de suministro.

10: **Adecuación del lugar:** Se debe adecuar el lugar para poder tener buena accesibilidad de distribución eléctrica y donde se tenga buena accesibilidad.

11: **Componentes de protección:** Para lo que se instalará un sistema que proteja tanto el circuito de sobrecargas de tensión como al operario de posibles accidentes, en este caso se empleara un sistema de protección automática.

12: **Sistema SCADA:** se incorporará en el sistema de SCADA ya existente de la micro central una ventana o lugar donde se pueda realizar el monitoreo del sistema operativo de la planta diésel y el cual nos esté informando constantemente su funcionamiento.

13: **Misceláneos o accesorios:** Tornillería, breakers, borneras, cajas, arandelas, soportes para la tubería, grapa ½ unistrut galvanizada, unión EMT galvanizada, curvas EMT a 90 grados, conectores liquid tight ½ pulgada, conector coraza liquid tight a 90 grados, coraza liquid tight recubierta en PVC ½ pulgada, riel chanel perforado de 2x4 cm, SP conduleta tipo LB rosca salida de ½ pulgada, SP caja aluminio 2400 rectangular de 2 salidas, prensa estopa ¾ pulgada (21mm), organizador para cable negro ancho 1/2“, canaleta, breakers riel 40A etc.

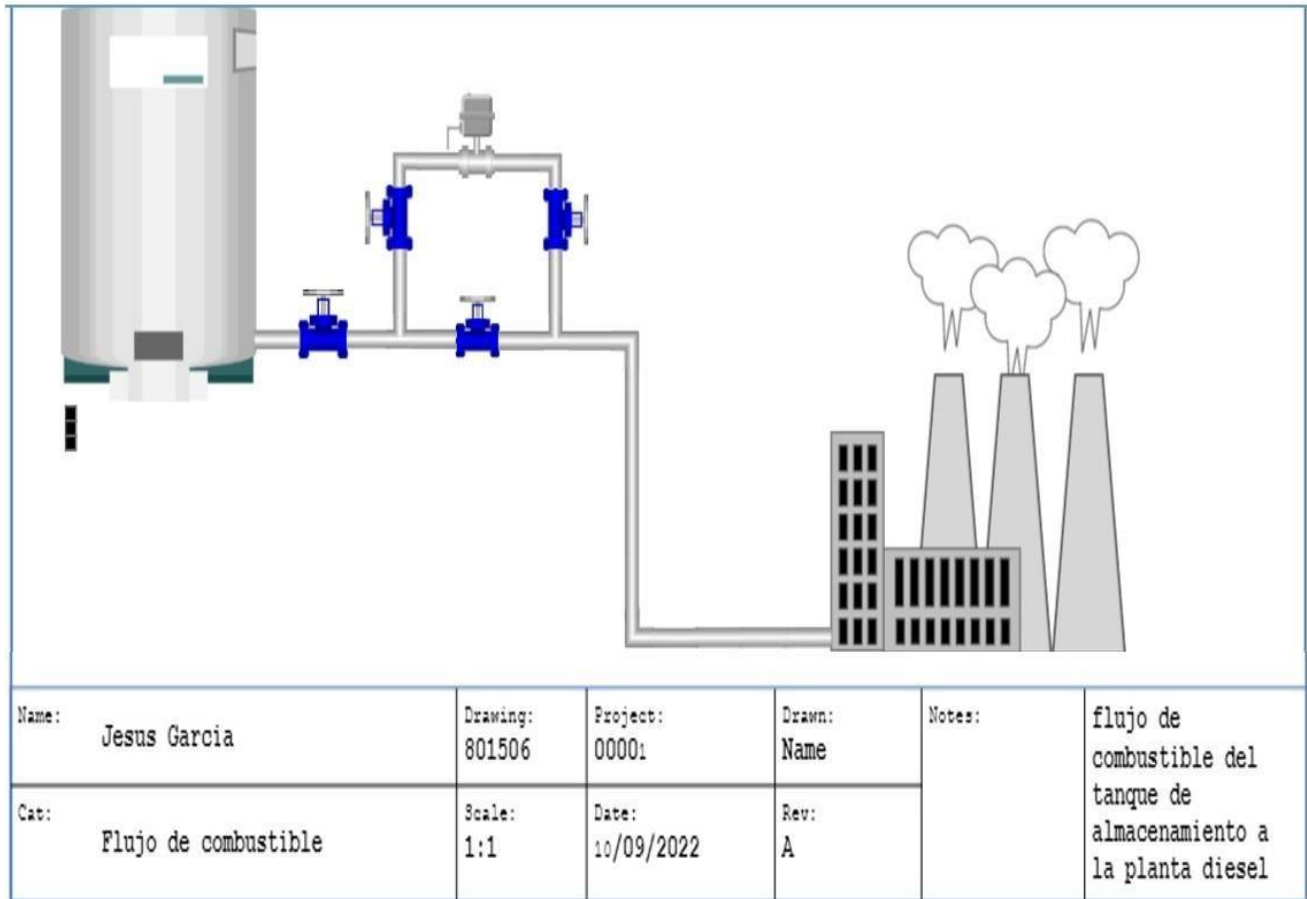
Tabla 4:

Resumen del presupuesto

PRESUPUESTO GENERAL		
Ítem	Descripción	Importe
1	Tubería de combustible	220.000
2	Cimentación	280.000
3	Albañilería	2.500.000
4	Tanque de combustible	5.000.000
5	Tablero de control	180.000
6	Sensores de nivel	380.000
7	Válvula solenoide danfoss	590.000
8	Tubería metálica EMT:	325.000
9	Válvula bola rosca ½"	103.000
10	Cableado	150.000
11	Componentes de protección	125.000
12	Adecuación del lugar	80.000
13	Sistema SCADA	300.0000
14	Misceláneos o accesorios	1,100.0000
15	Señalización	60.000
16	Seguridad y salud	235.000
17	Gestión de residuos	110.000
18	Alquiler de herramientas	145.000
18	Base o soporte del tanque	165.000
Total		12,048.000

Figura 3:

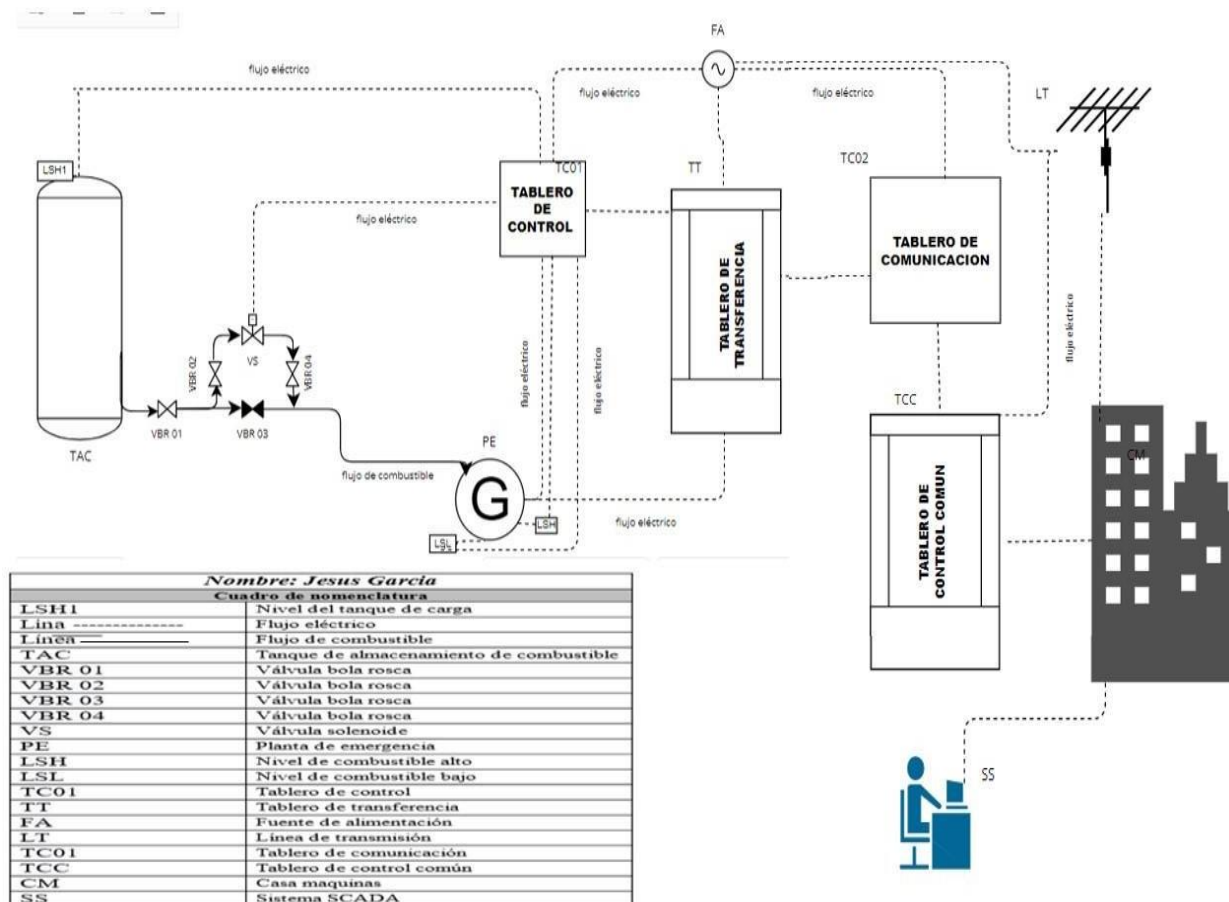
Diagrama de flujo de combustible



Nota: se muestra el flujo de combustible del tanque de almacenamiento hacia la planta diesel operando con normalidad.

Figura 4:

Diagrama de flujo eléctrico



Nota: se muestra la planta diesel conectada directamente al tablero de transferencia y entra en servicio unicamente cuando hay ausencia en la linea de alimentacion.

Etapa de desarrollo

Es importante tener en cuenta que para este proyecto, la principal necesidad al momento de implementar un sistema de suministro de combustible para una planta diésel es seleccionar de manera adecuada cada uno de los elementos a utilizar. Dichos elementos se seleccionarán bajo esta necesidad y siguiendo cada uno de los lineamientos logrando un buen funcionamiento tanto para la parte estructural, como para la parte eléctrica, así como la distribución del combustible hacia la planta diésel y el cableado del tablero de control.

Tanque de combustible:

El tanque de suministro de combustible será uno de los elementos a implementar más importantes y para lo cual se debe tener en cuenta algunos ítems, por lo que el tanque debe ser de un material anticorrosivo para que este no genere contaminación al combustible que se le estará suministrando a la planta diésel, el tanque de suministro se instalará lo más cerca posible de la planta eléctrica de emergencia y preferiblemente al mismo nivel de la planta eléctrica (synertech, (s.f)).

Figura 5:

Tanque de suministro



Nota: Se muestra el tipo de tanque de suministro de combustible que se utilizó para el proyecto.

Para la instalación del tanque de suministro deberá ser en un lugar adecuado donde se pueda garantizar la movilidad de las personas que vayan a realizar mantenimiento o alguna actividad en el lugar.

Gracias al apoyo de la empresa se contará con un tanque de almacenamiento de 100 galones de combustible para la instalación y ejecución del proyecto como tal.

A continuación se puede observar las condiciones en las que se encontraba la planta en el momento en que se inicia el proyecto y se tendrá una imagen a continuación del antes. Y al final del proyecto se tendrá de nuevo una imagen como resultado final.

Figura 6:

Antes de realizar el montaje físico del sistema de suministro de combustible



Nota: Se muestra cómo se encontraba el lugar antes de realizar el montaje físico del proyecto.

Tubería de combustible:

Para este proyecto se utilizará tubería anticorrosiva la cual garantizará un buen flujo de combustible adecuado para las plantas eléctricas de emergencia, estas estarán convenientemente soportadas y protegidas contra daños físicos o esfuerzos excesivos ocasionados por vibración, expansión o extracción. El sistema de tuberías contendrá válvulas para controlar el flujo de combustible tanto en operación normal, mantenimiento así como en fugas y otros.

Tablero de control:

Se utilizará un tablero de control que facilite la comunicación entre la planta y el sistema SCADA además servirá para el funcionamiento del suministro de combustible donde se podrá tener visibilidad y control de manera automática y manual en caso de alguna eventualidad en la planta o el tanque por lo que brindara una mayor eficiencia en la operación, este será de aproximadamente de 20 cm de ancho por 20 cm de alto ideal para adecuar todo lo que se necesita.

Figura 7:

Tablero de control.



Nota: Encargado de notificar el estado de la planta mediante sus botoneras.

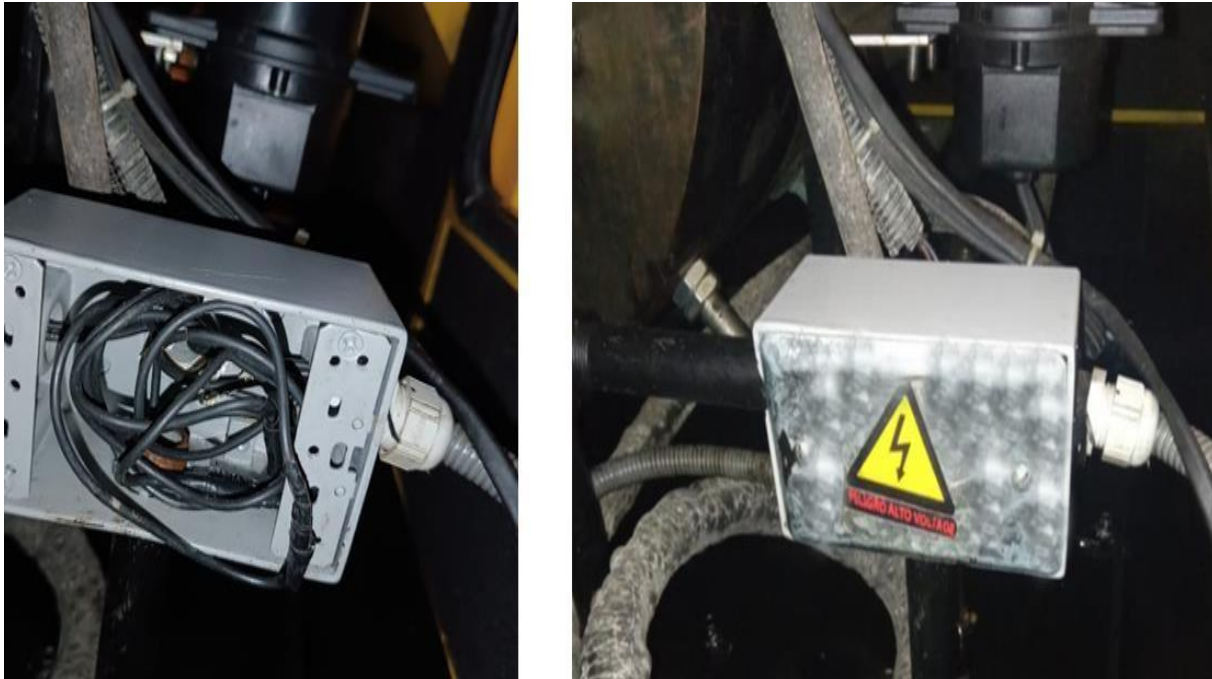
Sensores de nivel:

Es un dispositivo diseñado para recibir información de una magnitud del exterior y transformarla en otra magnitud normalmente eléctrica, que sea capaz de manipular y cuantificar, esto a partir de una medida de nivel de líquido acumulado de un tanque y conociendo su densidad y geometría se pueda determinar el porcentaje de nivel que se tenga en cualquier momento.

Para este proyecto se utilizarán sensores de nivel de combustible fijos para garantizar una mejor respuesta e información ya que son los más adecuados para lo que se requiere para el proyecto.

Figura 8:

Sensor de nivel para la planta diésel



Nota: Se muestra el tipo de sensor a utilizar para el nivel de combustible.

Válvula solenoide:

Será la encargada de controlar principalmente el paso de un fluido cuando están alimentadas de una corriente eléctrica en pocas palabras es la encargada de controlar el paso del combustible del tanque de almacenamiento externo al tanque de almacenamiento de la planta diésel de emergencia (climasmonterrey, (s.f)).

Figura 9:

Válvula solenoide.



Nota: La válvula solenoide proporcionará el control del paso del combustible.

Tubería:

Para el proyecto se utilizara tubería CONDU-IT EMT de ½” ya que es la que brinda y garantiza la protección de los conductores de cualquier tipo de agente extraño como químicos, corrosión, líquidos etc. Es la tubería más utilizada en mayor parte en las zonas industriales, a diferencia de la tubería PVC utilizada en mayor parte en las zonas residenciales.

Válvula bola rosca ½”:

Se instalarán llaves de paso bola o más conocida como válvulas de bola metálicas las cuales sirven para abrir y cerrar rápidamente con tan solo ¼ de giro de la manija y estas se pueden instalar en cualquier posición que la necesite, además permite distinguir a larga distancia si se encuentra en posición abierta o cerrada.

La presión de servicio de estas válvulas de bola es de 3000 KPa (350 psi), y brinda una capacidad de funcionamiento lo que la vida útil de la unidad de cierre de estas válvulas superalos 5.000 ciclos a 138 KPa (50 ± 5 psi), y por último la temperatura adecuada para el funcionamiento de estas válvulas son de 4°C a 66° (40°F a 151°F).

Figura 10:

Válvula bola rosca 1/2in:



Nota: Para tener un método de realizarlo manual.

Cableado:

El tipo de cableado a utilizar para las conexiones eléctricas serán de 12AWG de 120V ya que nose necesita de una conexión de alto voltaje, las conexión principal se realizará de la parte externallegando al tablero de control que se instalará para realizar la respectiva distribución hacia los sensores y electroválvulas que se instalarán para tener tanto el monitoreo del estado del nivel delcombustible en el tanque de la planta de emergencia como en nivel del combustible en el tanque de suministro alterno además como el control del paso de mismo al tanque de la planta cuando esta lo requiera.

Base o soporte del tanque:

Para esto se elegirá una base lo suficientemente adaptable y que soporte el peso del tanque desuministro de combustible para la planta diésel de emergencia por lo cual será de concreto u hormigón para que pueda garantizar la estabilidad del tanque.

Ubicación del lugar:

Para instalar el tanque de suministro se tendrán en cuenta lo siguiente:

- I. Área de tránsito (ubicar el tanque donde no obstruya el paso para realizar aseo o mantenimiento a la planta de emergencia).
- II. Área recubierta (sitio libre de lluvias y altas temperatura directamente con el tanque de suministro).
- III. Dique (lugar adecuado donde se pueda almacenar el combustible en caso de algún derrame u otra emergencia).

- IV. Conexiones eléctricas (utilizar tubería adecuada para las instalaciones eléctricas para evitar un corto circuito en caso de algún derrame de combustible).
- V. Transporte de combustible (utilizar tubería anticorrosiva para el transporte del combustible del tanque hacia la planta eso garantizará la durabilidad del sistema y los derrames así como también la eficiencia de los equipos).

Componentes de protección:

De acuerdo y siguiendo lo establecido en las normas legales se incluyen los siguientes componentes automatizados de protección lo cual garantizará un respaldo a la hora que ocurra alguna eventualidad.

- I. Componente de protección contra cortos circuitos.
- II. Puesta a tierra.
- III. Sensor de nivel bajo.
- IV. Sensor de nivel alto.

Actuador de visualización:

Para la visualización del estado operativo del sistema de suministro de combustible en el tablero se utilizarán 3 tipos de LED los cuales serán del siguiente color verde, naranja y rojo cada uno especificará una condición diferente de esta manera cada color representará cualitativamente un estado de operación, alarma y falla en el tablero de control que se le instalara al proyecto los cuales estarán numerados de la siguiente manera S1 será el indicador color verde, S2 será el indicador del color naranja y el S3 será el indicador del color rojo.

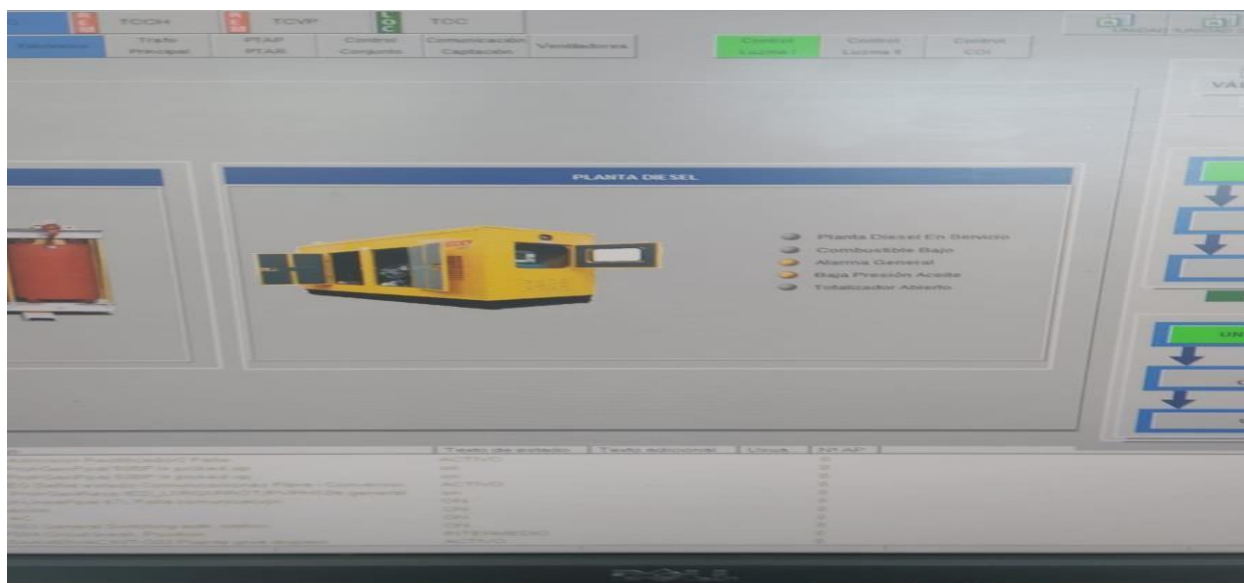
- **LEDS APAGADOS:** No hay operatividad en el sistema de suministro de combustible automatizado para la planta de emergencia.
- **LED VERDE:** Sistema eléctrico conectado y operativo (condiciones operativas normales).
- **LED NARANJA:** Sistema eléctrico conectado y no operativo (condiciones irregulares de operación).
- **LED ROJO:** Sistema eléctrico conectado y con falla en la operación (no se tienen condiciones operativas).

Sistema SCADA:

El sistema de SCADA es de gran ayuda ya que este es utilizado para monitorear, controlar, supervisar y optimizar procesos industriales a distancia, para el proyecto se incorporará ya en el sistema existente una ventana o casilla para que notifique de cualquier novedad que ocurra en la planta diésel tanto operativa como alarmas o falla en el sistema de operación.

Figura 11:

Muestra de la planta en el sistema SCADA



Nota: Sistema SCADA operativo

Misceláneos o accesorios:

Adicional a todos los componentes que se mencionaron anteriormente se requieren unos misceláneos específicos para la construcción del proyecto estos componentes incluyen arandelas, soportes para la tubería, grapa ½ unistrut galvanizada, unión EMT galvanizada, curvas EMT a 90 grados, conectores liquid tight ½ pulgada, conector coraza liquid tight a 90 grados, coraza liquid tight recubierta en PVC ½ pulgada, riel chanel perforado de 2x4 cm, SP conduleta tipo LB rosca salida de ½ pulgada entre otros, estos misceláneos se utilizaron para la instalación de la tubería eléctrica y tablero de control.

Montaje físico

Se inicia con la etapa de adecuación del lugar para realizar como tal una verificación tanto de medidas como del área adecuada para realizar la instalación del tanque de suministro de ACPM para la planta diésel de emergencia donde se tiene actualmente un área suficientemente amplia para poder llevar a cabo la ejecución del proyecto.

La planta de emergencia contaba con un dique o drenaje suficientemente grande para recoger todo el combustible que se derrame en caso de alguna emergencia por lo que no fue necesario hacer uno independiente para el tanque ya que este queda instalado dentro de la misma área de la planta.

Las instalaciones de la tubería anticorrosiva se realizó de la siguiente manera en la salida del tanque de suministro se colocó una válvula de bola $\frac{1}{2}$ " , para controlar el paso del combustible, luego se continuó con tubería y se instala una T, la cual dará acceso a dos válvulas de bola de $\frac{1}{2}$ " , una que conducirá el combustible directamente a la electroválvula y la otra que está dirigida a otra válvula de bola de $\frac{1}{2}$ " , posteriormente a otra T la cual será el retorno después de pasar el combustible por la electroválvula, posterior a ella otra válvula de bola de $\frac{1}{2}$ " . Este montaje anterior se decidió realizar de esta manera para tener un respaldo adicional para cuando se desee realizar el proceso de suministro a la planta diésel y el sistema como tal no funcione, o por alguna razón se dañe entonces lo único que se haría en este caso sería anular el sistema de la electroválvula cerrando las llaves superiores del paso de combustible ubicadas verticalmente, de esta manera quedando operativas las válvulas horizontales que en caso de necesitar suministrarse combustible a la planta diésel solo sería abrirlas.

Figura 12:

Diagrama para el suministro de combustible a la planta de manera manual.

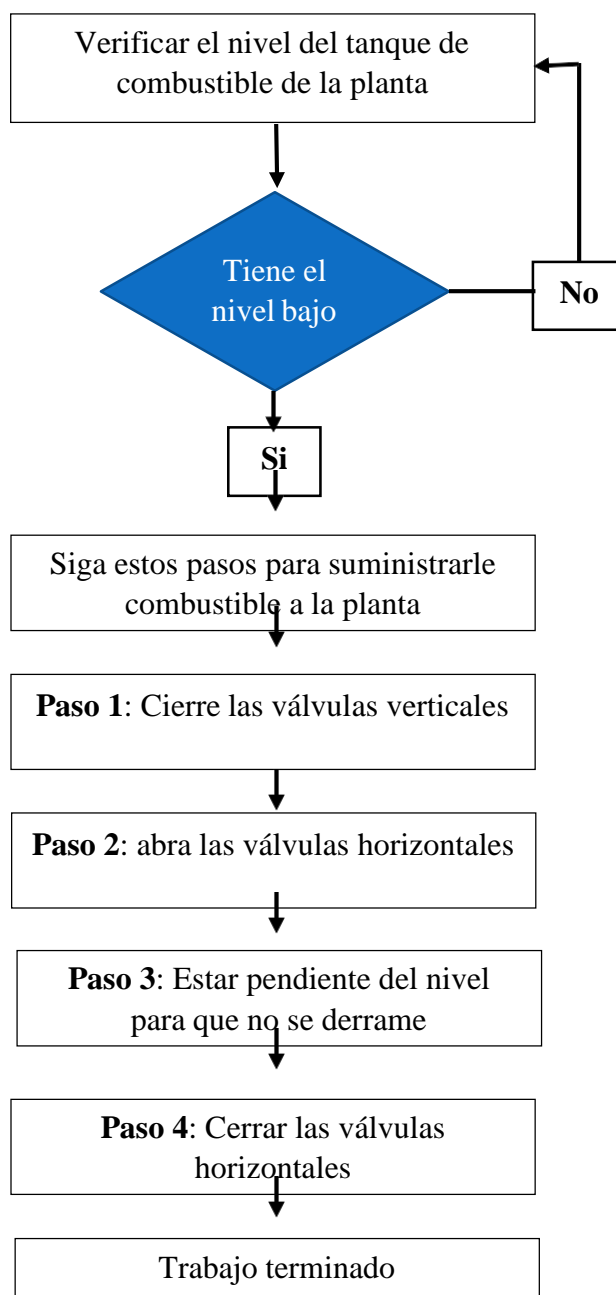


Figura 13:

Caja de conexión del sensor de nivel.



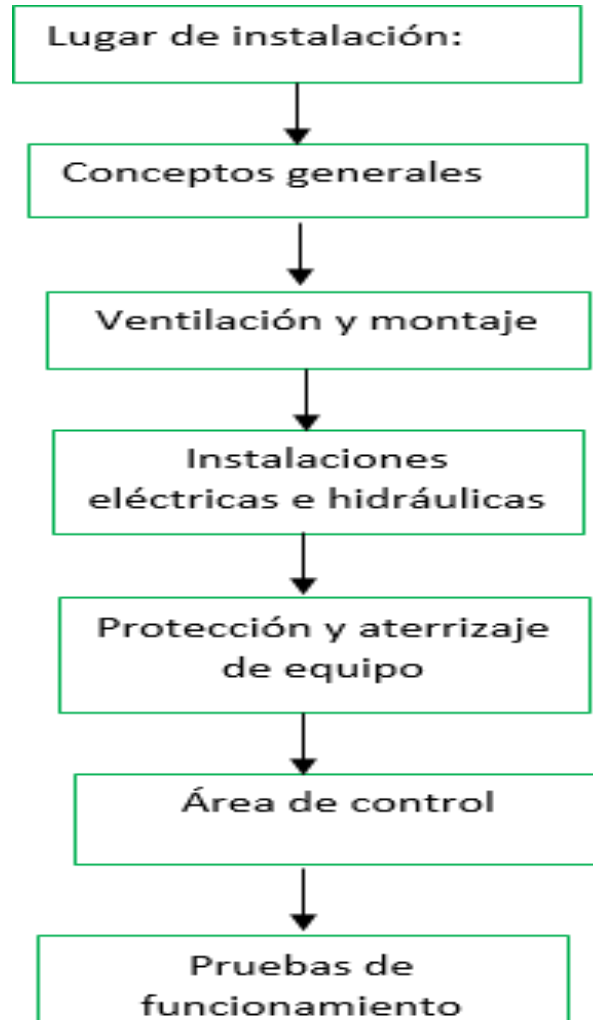
Nota: Se muestra el montaje del sensor de nivel instalado en la planta diésel con su respectiva caja de inspección de las conexiones eléctricas.

Para el proyecto se realizó la instalación de un tablero de control donde se harán las conexiones eléctricas de los sensores, electroválvulas y la protección en caso de un cortocircuito, además de su puesta a tierra directamente del tablero.

Etapa de evaluación

Figura 14:

Pasos a evaluar.



Nota: estos son los pasos primordiales a evaluar en el proyecto para lograr un buen resultado.

Parámetros de evaluación

Ubicación del lugar

Lo principal que se debe tener en cuenta a la hora de realizar la evaluación en el área son las siguientes consideraciones.

- Deberá de estar cerca de los equipos de distribución eléctrica, por fines prácticos y ahorros de materiales.
- Se debe garantizar un área con buena ventilación y protegida con el fin de conservar la temperatura del combustible para esto deberá ser una caseta con cubierta o techo.
- Garantizar facilidades para el suministro de combustible al tanque de respaldo de la planta diésel de emergencias.
- Tener buen acceso al área.
- Garantizar que la operación del equipo no produzca daños a terceros.

Área de instalación

- Deberá ser suficiente para garantizar el flujo de personal tanto de operación como de mantenimiento de acuerdo a la figura 14 donde especifica la dimensión recomendada para la instalación de la planta diésel de emergencia la cual es la misma que se utilizará para la instalación del tanque de almacenamiento de combustible, tomando en cuenta que el espacio libre a dejar para la circulación dependerá de la capacidad del equipo, pero nunca menos de 30 cm.

- Deberá permanecer limpia, seca, libre de objetos e equipos que no pertenezcan al sistema operativo, además debe ser contar con buena iluminación y no sujeta a posibles inundaciones.

Figura 15:

Área mínima del local en relación a la potencia en nuestro caso se cuenta con una área de **12m²**.

Potencia (kW)	Área (m²)
10-30	9
35-60	12
80 -135	15
150-300	18
350-450	22
500-600	27
700-900	34
1000-1200	40

Ventilación y montaje

La ventilación o más conocido como el área de venteo se puede lograr con puertas y ventanas abatibles preferiblemente con perforaciones que permitan la circulación del aire aun estando estas cerradas ya que de esta manera los tanques de combustible son de vital importancia ya que esta ayuda a conservar la temperatura del combustible ya que son diseñados para aliviar las presiones en el tanque causadas por los vapores.

Fijación del tanque de suministro de combustible y aislamiento para evitar las vibraciones

El tanque de suministro de combustible se deberá atornillar siempre en la base a través de los soportes del tanque para evitar desplazamientos y pueda quedar fijo en un solo lugar para esto se

utiliza tornillos de anclaje y tornillos de expansión de industriales de acero, y en cuanto al aislamiento para evitar las vibraciones que genera la planta se coloca el tanque en una base independiente realizada con el fin de que la rigidez del concreto las reduzca y no afecte el estado y funcionamiento del mismo.

Base de fijación del tanque

Conceptos generales

- La base sobre la cual se instalara el tanque de suministro deberá ser lo suficientemente resistente por lo menos de $210\text{kg}/\text{cm}^2$ para evitar la deflexión y prevenir la vibración que pueda llegar a generar la planta diésel.

Dimensiones

Para el dimensionamiento y cálculo de la base se deben considerar los siguientes puntos.

- La base debe ser de dimensiones superiores a la del piso en este caso de 15 cm o por lo menos a la misma altura de la base de la planta diésel de emergencia.

Instalaciones

En la instalación del sistema de combustible deberá garantizarse que la limpieza sea completa y efectiva por lo que se deberá de impedir la entrada de suciedad, humedad o cualquier otro tipo de contaminación.

Conceptos generales a tener en cuenta para la instalación de la tubería de combustible

- Las tuberías de combustible estarán convenientemente soportadas y protegidas contra daños físicos o esfuerzos excesivos ocasionados por vibración de la planta, expansión o contracción.
- En ningún caso la tubería de combustible (alimentación) de un diámetro menor que la de la planta eléctrica de emergencia.
- Se debe colocar tubería de acero anticorrosiva.
- Verificar que la tubería no tenga fugas ni goteos. Aparte del peligro que esto representa, puede ocasionar en la línea de suministro la entrada de aire que causara una operación errática y fallas en el arranque así como en la planta eléctrica de emergencia.
- En su acoplamiento con la entrada de combustible de la planta eléctrica, la tubería deberá ser flexible para evitar la transmisión de vibraciones que podría llegar a afectar la propia línea de combustible.
- El sistema de tubería tendrá suficientes válvulas para controlar el flujo de combustible, tanto para operación normal como para mantenimiento así como en fugas y otros.

Aterrizaje

Verificar que el sistema cumpla con la principal protección para descargas eléctricas en este caso que tanto el tablero de control como las conexiones y el tanque de combustible esté aterrizados a tierra.

Conceptos generales

La tierra: es la parte del sistema eléctrico que se encarga de disipar en el suelo la energía que provenga de una descarga atmosférica, y evitar la presencia de voltajes peligrosos en las estructuras metálicas durante una falla a tierra, lo que lo convierte en un medio esencial para la protección del mismo sistema.

Verificar que todas las superficies metálicas estén aterrizadas que bajo condiciones normales puedan llegar a estar energizadas como.

- Tablero de control.
- Las tuberías metálicas.
- El tanque de suministro de combustible.

Tablero de control

Para que el sistema de suministro de combustible funcione de manera automatizada es necesario instalar un tablero de control básico para realizar las conexiones pertinentes de los sensores y electroválvula.

Lugar de instalación del tablero de control

- No deberá instalarse sobre el armario de la planta ni en ninguna estructura sometida a vibraciones ni muchos menos que tenga humedad en los muros o riesgos de inundación.
- Instalar el tablero de control lo más cerca posible del tanque de suministro de combustible y la planta diésel así como también de una fuente de alimentación a 120V esto con el fin de disminuir la cantidad de cable a utilizar.

Implementación y Resultados

Después de la evaluación del sistema de suministro de combustible automatizado para plantas eléctricas de emergencia, se realiza la implementación del proyecto tanto de la parte eléctrica como de la parte hidráulica para este caso en una pequeña micro central durante 2 días tiempo endonde se ultimaron detalles y se hicieron las pruebas de funcionamiento de los sensores y válvulas, gracias a que este proyecto está enfocado a mejorar y garantizar el abastecimiento de corriente eléctrica en caso de una eventualidad que se llegue a presentar en el lugar se tiene que el proceso de instalación viable para la ejecución.

El objetivo de la implementación es verificar que el sistema de suministro de combustible funcione tanto en modo manual como automático, con la implementación de este tanque de 100galones no solo se garantizará suficiente combustible para la planta eléctrica de emergencia en caso de alguna deficiencia en la fuente de alimentación sino que también se tendrá un control diario además de monitorear constantemente el estado de la planta.

Figura 16:

Tanque de suministro.



Nota: Se muestra como queda el tanque instalado al lado de la planta diésel sin la tubería de suministro de combustible.

Figura 17:

Tablero de control.



Nota: Se puede observar las conexiones que se realizaron al sistema de operativo del tablero de control.

Figura 18:

Caja de conexión del sensor del tanque de la planta.



Nota: Se realiza la conexión del sensor de nivel tipo flotador en el tanque de suministro de combustible de la planta diésel para posteriormente llevarla señal al tablero de control y al tablero de la planta.

Figura 19:

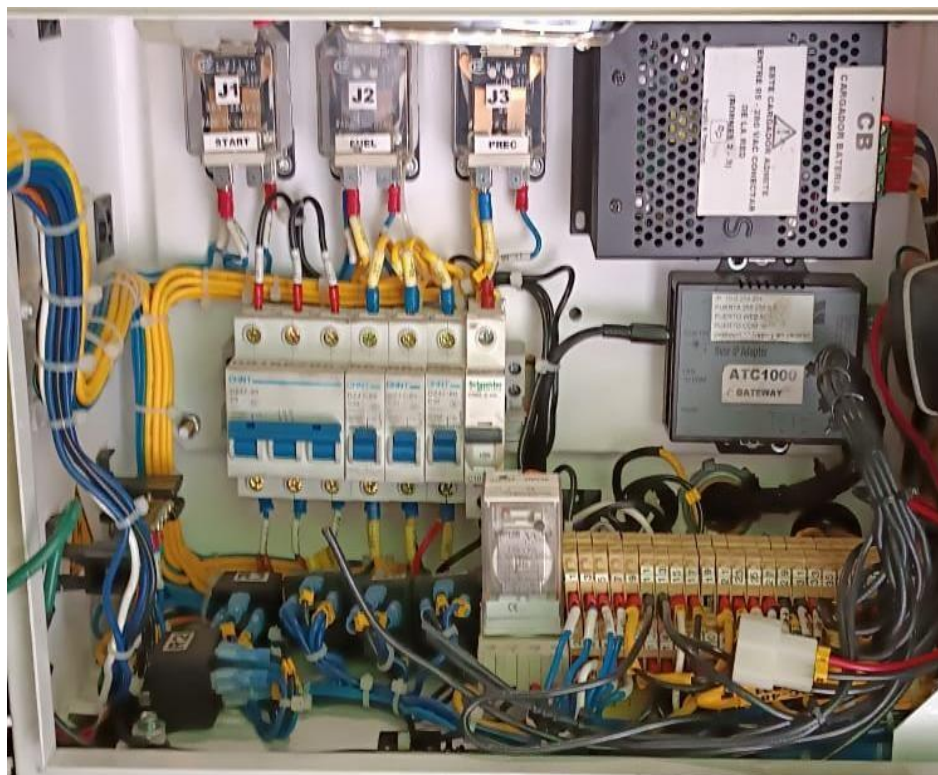
Sistema SCADA.



Nota: Se puede observar desde el sistema SCADA en qué condiciones está la planta si está operativa, parada o presenta alguna falla en el sistema operativo.

Figura 20:

Conexiones eléctricas en el tablero de la planta diésel.



Nota: Se muestra las conexiones eléctricas que tiene ya implementadas el sistema de la planta diésel y donde fue necesario agregaron la señal de los sensores y válvula solenoide para que de esta manera pueda remitir al tablero de comunicación y posterior mente enviar las señales al sistema SCADA.

Resultados

Se procedió a realizar las pruebas de funcionamiento con la tubería de alimentación, inicialmente se realizó de manera manual para confirmar que el sistema de suministro se realice correctamente, con la apertura y cierre de 3 válvulas se puede realizar el suministro de combustible a la planta diésel lo que nos servirá de respaldo en caso de que los sensores lleguen a fallar o que se presente algún problema con la electroválvula.

Posteriormente se realizan pruebas a los sensores de nivel verificando que respondan a las diferentes condiciones del nivel que se tenga ya que estos serán sensores de tipo flotador y estar operativos en todo momento.

En el tablero de control se colocan las respectivas puestas a tierra para evitar un daño en el equipo.

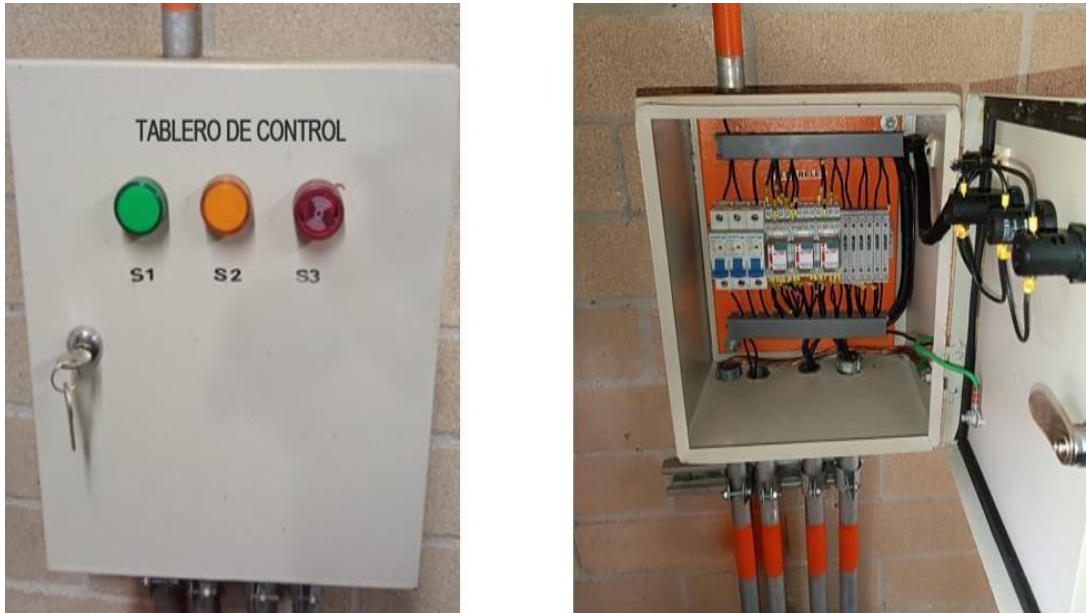
Figura 21:

Pantalla de control principal de la planta.



Figura 22:

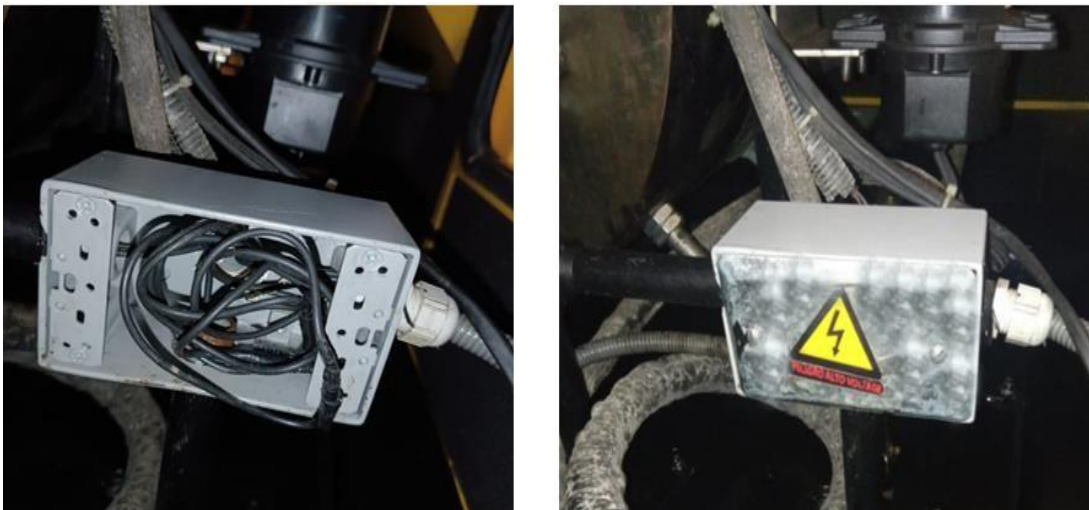
Tablero de control.



Nota: se muestra como quedo el montaje del tablero de control tanto las conexiones eléctricas como los LED indicadores del funcionamiento para esto se colocan tres de diferente color cada uno representa un estado de operación verde para sistema conectado y operativo, naranja sistema conectado no operativo y rojo sistema con falla.

Figura 23:

Caja de conexión del sensor del tanque de la planta.



Nota: De esta manera queda el sensor de nivel conectado.

Figura 24:

Sistema informativo implementado en el sistema SCADA.



Nota: De esta manera se podrá tener un seguimiento en tiempo real del funcionamiento de la planta diésel en el sistema SCADA se podrá observar el estado en el que se encuentre si está operativa o no, si presenta alguna alarma el sistema general o si el combustible está bajo.

Figura 25:

Tanque de suministro de combustible, conexiones eléctricas y tubería de suministro delACPM.



Nota: se muestra el resultado final de como quedo el tanque instalado con su respectiva tubería de suministro hacia la planta diésel de emergencia además se logra ver claramente el tipo de diseño que se tuvo en cuenta desde el principio en caso que se llegue a presentar algún problema con el sistema automático de suministro de combustible se pueda realizar de manera manual solo sierran y abriendo las válvulas de bola.

Figura 26:

Conexión final tablero principal de la planta



Figura 27:

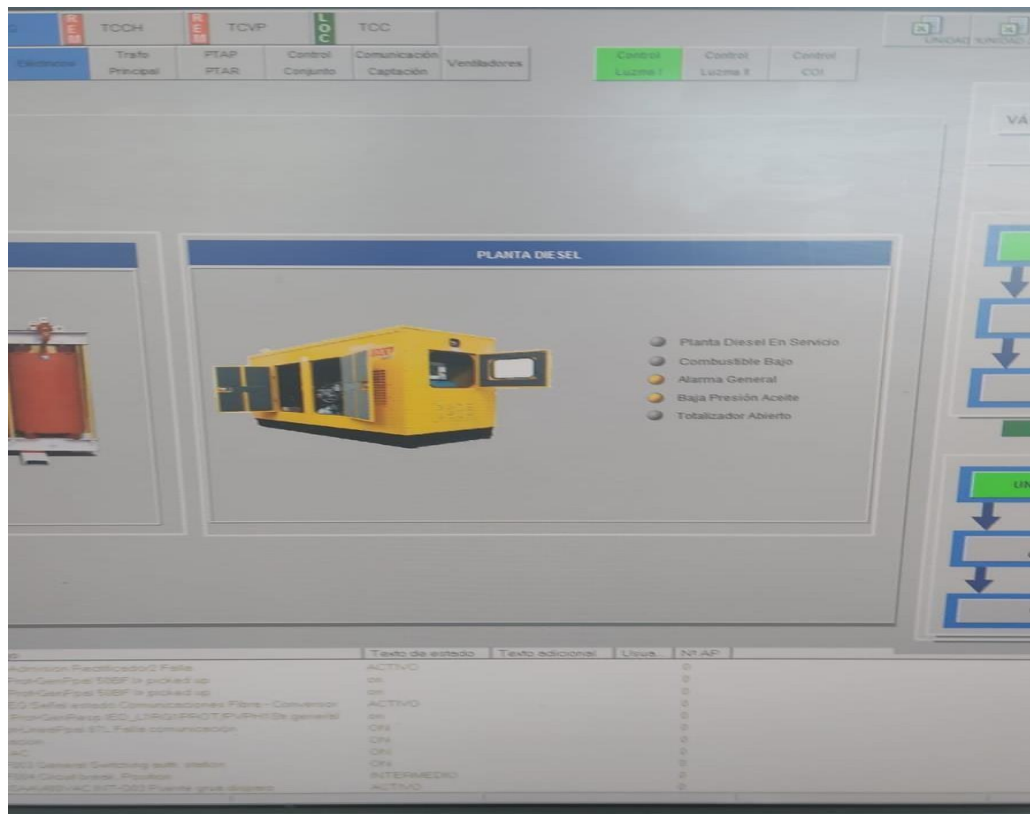
Resultado final.



Nota: Se puede observar como quedo el sistema de suministro de combustible automatizado para la planta diésel de emergencia completamente operativo.

Figura 28:

Resultado final: sistema de monitoreo del SCADA.



Nota: Se puede observar como quedo el sistema de monitoreo en el sistema SCADA donde se podrá ver el estado operativo y sus demás especificaciones que tiene al lado derecho de la planta.

Conclusiones

Con el desarrollo de este proyecto se concretó la instalación de un sistema de suministro de combustible automatizado para una planta diésel de emergencia sirviendo de abastecimiento y respaldo en caso que se presente alguna deficiencia en el sistema eléctrico, con esto se pudo dar una solución alternativa a la problemática del proyecto que se venía presentando en el lugar.

Se implementó un sistema lo suficientemente operativo y capaz de responder a las necesidades principales (abastecimiento de combustible) de la planta diésel cuando esta lo requiera obteniendo una respuesta oportuna y efectiva en el momento indicado.

Adicional al sistema implementado, se realiza un sistema de respaldo para realizar el abastecimiento de la planta de manera manual en caso que se llegue a presentar algún tipo de evento con el sistema automatizado, de esta manera se podrá anular la válvula solenoide y con solo la apertura de las válvulas de bola se puede obtener una solución a la problemática, cabe aclarar que este tipo de operación si requiere de un operario técnico que esté pendiente de su funcionamiento para volver a cerrar las válvulas manualmente cuando se llegue a un nivel de combustible deseado en la planta diésel.

Es muy gratificante poder aportar los conocimientos adquiridos para el desarrollo y solución de este proyecto, se puede decir que el sistema está operando y que suple las necesidades, ya que tanto la parte operativa como el sistema de monitoreo queda completamente operativo, gracias a esto se puede dar solución a cualquier necesidad que se tenga en un lugar por falta de

electricidad. El sistema automatizado viene cada día mejorando y actualizándose para suplir muchas necesidades en las diferentes áreas donde se pueda implementar para tener mayores resultados y efectividad en los procesos.

Bibliografía

Aliexpress. (s.f.). Sensor de nivel de combustible continuo tipo flotador ATECH.

<https://es.aliexpress.com/item/4001213788459.html>

Arcos Pala Santiago David. (s.f). análisis de identificación de colores y señalización en tanques y tuberías de ep petroecuador y su incidencia en la estandarización.

<http://repositorio.uti.edu.ec/bitstream/123456789/1018/1/TESIS%20ARCOS%20PALA>

Arl-sura. (s.f). Manipulación y almacenamiento de materiales inflamables.

https://www.arlsura.com/index.php?option=com_content&view=article&id=873:resolucion-962-de-2011&catid=91:resoluciones&Itemid=415#:~:text=Se%20deben%20tener%20y%20cumplir,un%20di%C3%A1metro%20de%205%20cm

Autonocion. 15 de julio 2021. Tiempo de caducidad de la gasolina y el diésel.

<https://www.autonocion.com/tiempo-de-caducidad-de-la-gasolina-y-diesel/>

Cesar Alberto valencia. (2013). Sensor de nivel. Pag 22. Diseño de un sistema de monitoreo de nivel de los tanques de emergencia de emcali telecomunicaciones.

<https://red.uao.edu.co/bitstream/handle/10614/5683/T03722.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

cistema-arp sura. 06/12/2011. Distancia mínima para el almacenamiento seguro de ACPM.

file:///D:/Info/Documents/Trabajo%20de%20grado/distancia_min_almacenamiento_ACPM.pdf

Climasmonterrey. (s.f). Que es una válvula solenoide. <https://www.climasmonterrey.com/que-es-una-valvula-de-solenoide#:~:text=La%20v%C3%A1lvula%20de%20solenoide%20es,completamente%20abierta%20o%20completamente%20cerrada>

[una-valvula-de-solenoide#:~:text=La%20v%C3%A1lvula%20de%20solenoide%20es,completamente%20abierta%20o%20completamente%20cerrada](https://www.climasmonterrey.com/que-es-una-valvula-de-solenoide#:~:text=La%20v%C3%A1lvula%20de%20solenoide%20es,completamente%20abierta%20o%20completamente%20cerrada)

Davinson Duque G. 13 de julio del 2008. Automatización plantas eléctricas.

<http://mantenimientoelectricoindustrial.blogspot.com/2008/07/314-automatizacin-de-plantas-elctricas.html>

De seguridad industrial. (s.f). Rombo de seguridad o rombo NFPA.

<https://deseguridadindustrial.com/rombo-de-seguridad-nfpa-704/>

Dr. Diéssel. 25 de noviembre del 2017. Almacenamiento correcto del diéssel.

<https://www.pressreader.com/puerto-rico/el-nuevo-dia/20171125/281779924436331>

Edgardo Yescas Mendoza. Noviembre 2003. Control de una planta generadora de energía eléctrica. http://jupiter.utm.mx/~tesis_dig/8721.pdf

Fernández Morales. Flavio Humberto Duarte. Julio Enrique. Automatismo para el monitoreo y control de un grupo electrógeno con arranque eléctrico.

<http://www.scielo.org.co/pdf/entra/v11n2/v11n2a20.pdf>

Francisco Aro. (s.f.). GENERAC. Planta de emergencia: tipos y características de estos generadores. <https://blog.generaclatam.com/planta-de-emergencia>

Gdx-group. 23 de diciembre del 2021. Fases de una automatización de procesos. <https://gdx-group.com/fases-de-una-automatizacion-de-procesos/>

Giménez Scherer. Alejandro Bautista Cruz. Gilberto Aguilar Cid. Luis Adran. 1984. Diseño de un sistema automático de suministro de gasolina empleando un microprocesador Z-80.

<http://132.248.9.195/pmig2019/0035477/0035477.pdf>

Hinmoinsa. (s.f). suministro de combustible para grupos electrógenos ¿Cuándo y cómo usar un deposito externo?. <https://www.hinmoinsa.com/suministro-de-combustible-para-grupos->

[electrogenos-cuando-y-como-usar-un-deposi/white-paper/listado-de-noticias/noticias/115/esp.html](https://www.electrogenos.com/white-paper/listado-de-noticias/noticias/115/esp.html)

Igsa. (10 marzo 2022). Tipos de generadores eléctricos y sus características.

<https://www.igsa.com.mx/articulos-de-blog/articulos-de-generadores-de-energia/tipos-de-generadores-electricos-y-sus-caracteristicas-2/>

J. Trillo Ozón- Gerardo González. 15 de julio. Automatización de un sistema de suministro de combustible a tanques de una central de generación de energía.

[https://www.researchgate.net/publication/283801041Automatizacion de un sistema de suministro de combustible a tanques de una central de generacion de energia](https://www.researchgate.net/publication/283801041Automatizacion_de_un_sistema_de_suministro_de_combustible_a_tanques_de_una_central_de_generacion_de_energia)

Jaime Gonzáles León. 2017. Diseño de una estación de servicio.

https://oa.upm.es/47660/1/TFG_JAIME_GONZALEZ_LEON.pdf

Pat Cameron. (s.f.) automatización de procesos 5 principales beneficios en la empresa.

<https://www.helpsystems.com/es/recursos/guias/automatizacion-de-procesos-5-principales-beneficios-en-empresas>

Synertech. (s.f.). Tanque de almacenamiento de combustible.

<https://www.nyfdecolombia.com/tanques/tanques-para-almacenamiento-de-combustibles-en-fibra-de-vidrio>