

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAAGUAZÚ
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRONICA**



PROYECTO FINAL DE GRADO

Propuesta de automatización del sistema de enfriamiento de la granja de criptominería BitDragon, ubicado en la ciudad del Villarrica, dpto. de Guairá.

AUTOR: Carlos José Rojas Espinoza
TUTOR: Prof. Ing. Antonio Zorrilla González

CORONEL OVIEDO MES DE JUNIO DE 2025



MISIÓN: Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.

VISIÓN: Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.



Usted es libre de:

- **Compartir** — copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato
- **Adaptar** — remezclar, transformar y construir a partir del material

Bajo los siguientes términos:

- **Atribución** — Usted debe dar [crédito de manera adecuada](#), brindar un enlace a la licencia, e [indicar si se han realizado cambios](#). Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que usted o su uso tienen el apoyo de la licenciante.
- **NoComercial** — Usted no puede hacer uso del material con [propósitos comerciales](#).



MISIÓN: Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.

VISIÓN: Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

DERECHO DE AUTOR

Quien suscribe, Carlos José Rojas Espinoza autor del trabajo de investigación titulado “**Propuesta de mejora del sistema automático de enfriamiento de la granja de criptomonería BitDragon, ubicado en la ciudad del Villarrica, dpto. de Guairá.**”, declara que voluntariamente cede a título gratuito en forma pura y simple ilimitada e irrevocablemente a favor de la Facultad de Ciencias y Tecnologías – UNCA, el derecho de autor de contenido patrimonial, que le corresponde sobre el trabajo de referencia. Conforme a lo anteriormente expresado, esta sesión le otorga a la FCyT la Facultad de comunicar la obra divulgarla, publicarla y reproducirla en soportes analógicos o digitales en la oportunidad que así lo estime conveniente. La FCyT deberá indicar qué autoría o creación del trabajo corresponde a mi persona y hará referencia al autor y a las personas que hayan colaborado en la realización del presente trabajo de investigación.

En la ciudad de Coronel Oviedo a los , del mes del 2025

.....

Firma/s



MISIÓN: Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.

VISIÓN: Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

PÁGINA DE APROBACIÓN

Trabajo de fin de grado para la obtención del Título de Ingeniero En Electrónica, aprobado en representación de la Facultad Ciencias y Tecnología de la Universidad Nacional de Caaguazú, por el Tribunal Examinador constituido por los siguientes profesores y con la siguiente nota final:

CALIFICACIÓN FINAL: _____

ACTA N°: _____

FECHA : _____

Prof. Ing.

Prof. Ing.

Prof. Ing.



MISIÓN: Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.

VISIÓN: Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

DEDICATORIA

-A mi Familia.



MISIÓN: Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentido crítico, ético y responsabilidad Social.

VISIÓN: Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

AGRADECIMIENTOS

- A mi Familia por el constante apoyo incondicional y la confianza plena.
- A mi Tutor por velar constantemente por el proyecto.
- A mi Compañera de vida por su asistencia emocional durante todo este proceso.
- A mis amigos y futuros colegas A.D., P.B., A.B., N.S., O.B., O.R., M.C., Por Su acompañamiento desinteresado y sincero.



MISIÓN: Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.
VISIÓN: Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

RESUMEN

En este estudio se presenta una propuesta para la automatización del sistema de enfriamiento de una granja de Criptominería. Actualmente, la granja opera por debajo de su capacidad nominal debido a problemas de sobrecalentamiento en sus equipos. Se propone un sistema de enfriamiento automatizado basado en tecnologías de intercambio de calor, utilizando un sistema tipo chiller y recirculación de agua destilada, además de un sistema de control implementado mediante un PLC Siemens LOGO y un entorno SCADA para monitoreo y control.

El proyecto incluye el diseño y modelado CAD 3D de un intercambiador de calor específico para los equipos Antminer SJ19, simulaciones térmicas en SolidWorks, y pruebas experimentales de temperatura que validan la efectividad del sistema propuesto. Los resultados muestran una reducción significativa en el consumo eléctrico y un aumento en el hashrate de los equipos de 50.49 TH/s a 100 TH/s. También se plantea una estimación económica que demuestra una mejora en la rentabilidad de la operación.

Se concluye que la automatización del sistema de enfriamiento es factible técnica y económicamente, permitiendo no solo optimizar la eficiencia energética, sino también extender la vida útil de los equipos.

Se recomienda una implementación piloto para validar condiciones reales antes de escalar el sistema a toda la granja.

Se recomienda un sistema de enfriamiento automatizado con paneles evaporativos para instalaciones de mucha mayor envergadura.

Palabras claves: Chiller, Hash, Criptominería, Control automático.



MISIÓN: Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.
VISIÓN: Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

ABSTRACT

This study presents a proposal for the automation of the cooling system of a cryptocurrency mining farm.

Currently, the farm operates below its nominal capacity due to overheating issues in its equipment. An automated cooling system is proposed, based on heat exchange technologies, using a chiller-type system and distilled water recirculation, along with a control system implemented through a Siemens LOGO PLC and a SCADA environment for monitoring and control.

The project includes the CAD 3D design and modeling of a heat exchanger specifically for Antminer SJ19 equipment, thermal simulations in SolidWorks, and experimental temperature tests that validate the effectiveness of the proposed system. The results show a significant reduction in power consumption and an increase in equipment hashrate from 50.49 TH/s to 100 TH/s. An economic estimation is also presented, demonstrating improved operational profitability.

It is concluded that the automation of the cooling system is technically and economically feasible, allowing not only for the optimization of energy efficiency but also the extension of equipment lifespan.

A pilot implementation is recommended to validate real-world conditions before scaling the system to the entire farm.

An automated cooling system with evaporative panels is recommended for much larger-scale installations.

Keywords: Chiller, Hash, Cryptomining, Automatic Control.



MISIÓN: Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.

VISIÓN: Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
2.	METODOLOGÍA.....	3
2.1	Tipo de investigación	3
2.2	Recolección de datos	3
2.2.1	Estructura del Equipo Minero	3
2.2.2	Parametros fundamentales para el sistema de enfriamiento.....	4
3.	Ingeniería de diseño.....	6
3.1	Diseño del sistema físico de intercambio de temperatura	6
3.1.1	Circuito de enfriamiento.....	6
3.1.2	Circuito de recirculación	7
3.2	Diseño del sistema de control realimentado	8
3.2.1	Estructura del sistema de control.....	8
3.2.2	Funcionamiento.....	9
3.3	Diseño CAD.....	10
3.3.1	Diseño CAD 3D del intercambiador de calor	10
3.3.2	Esquema Eléctrico.....	15
3.4	Programación del PLC Logo Siemens.....	15
3.5	Entorno SCADA	17
3.5.1	Diseño De La Interfaz Humano-Máquina Para El Sistema De Control De Enfriamiento.....	17
3.5.2	OPC SERVER.....	19
3.6	Elaboración de presupuesto de la solución escogida	20
4.1	Resultados experimentales	20
4.2	Análisis técnico y económico.....	22



MISIÓN: Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.

VISIÓN: Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 1 Diagrama de bloques de un sistema de control.	9
Ilustración 2: Diagrama detallado del funcionamiento del sistema de control.	9
Ilustración 3: Intercambiador de calor.	11
Ilustración 4 Diseño de nodo de union.	12
Ilustración 5: Mallado del modelo.	13
Ilustración 6: Esquema Electrico.	15
Ilustración 7:Diagrama de bloques del software de control de temperatura.....	16
Ilustración 8: Entorno SCADA.....	17
Ilustración 9: Entorno Scada	18
Ilustración 10 Comportamiento termico de la placa.....	21



MISIÓN: Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.

VISIÓN: Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Detalles del Hardware de minería.	3
Tabla 2: Características del fluido.....	4
Tabla 3: Componentes del sistema.....	8
Tabla 4:Características del material seleccionado.....	13
Tabla 5: Características térmicas del intercambiador prototipo 1	14
Tabla 6 Características térmicas del prototipo 2.....	14
Tabla 7: Entradas y salidas.....	15
Tabla 8: Parametros.	19
Tabla 9: Costos del sistema.....	20
Tabla 10 Cargas Termicas.....	21
Tabla 11: Comparacion antes y despues.....	22
Tabla 12: Ingreso calculado con el nuevo sistema.....	22

1. INTRODUCCIÓN

La producción de criptodivisas en Paraguay y el mundo entero se encuentra en un auge sin precedentes, lo que ha incentivado a pequeñas y grandes empresas a empezar en este rubro, en este contexto, la pequeña granja de criptodivisas BitDragon opera en Villarrica con 6 máquinas con una producción aproximada de 60.49 TH/s lo que contrasta mucho con la tasa de producción nominal que es de 110 TH/s. Es evidente que los dispositivos no se encuentran funcionando al máximo de su capacidad y esto es debido a que no están sometidos a un sistema de regulación de temperatura automático. Pues los equipos de criptominería son artefactos electrónicos con una alta capacidad de cómputo, y como todos los dispositivos electrónicos computacionales avanzados, producen calor en exceso para poder llegar a estas capacidades de cálculos. Además, algunos de estos dispositivos ni siquiera pueden funcionar debido a las altas temperaturas.

este problema en el país ha sido abordado desde varias perspectivas, sea usando ventiladores industriales, usando cámaras refrigeradas mediante acondicionadores de aire para la colocación de los dispositivos, incluso usando amplias estructuras de circulación de agua para acondicionar la temperatura a valores más agradables para los equipos de criptominería, como es el caso de la empresa que nos ocupa.

Ninguna de estas medidas ha sido totalmente efectiva para la gestión del inconveniente de exceso de temperatura en los equipos de criptominería.

Para abordar la problemática de la temperatura en los equipos de criptominería de la Granja BitDragon se ha realizado un análisis de los antecedentes, y si bien no se ha encontrado proyectos similares en sistemas de criptominería, destacan proyectos como el presentado en 2020 por Daniel Duarte Reza en la Universidad Autónoma de Nuevo León [1]. En cuyo proyecto se aborda una problemática similar, pero con un controlador de un vehículo eléctrico TABBY EVO, en el que se hizo el modelado y simulación mediante la plataforma SolidWorks de un intercambiador de calor para el controlador del vehículo. Los resultados obtenidos de las simulaciones en este proyecto demuestran que el intercambiador de calor fabricado resuelve la problemática del vehículo TABBY EVO evitando el sobrecalentamiento del controlador eléctrico y mejorando su autonomía. De igual manera se consideró el estudio realizado por Germán Eduardo Ramírez Álzate Juan Sebastián Cardona Cañaveral y Víctor Eduardo Ardila Lindo en la Universidad Tecnológica de Pereira [2]. se realizó el diseño y la construcción de un sistema de refrigeración líquida para computadoras de mesa, mediante la instalación de un dispositivo de Watercooling system y la incorporación de dos placas peltier para el intercambio de temperatura. Los resultados mostraron

**PROPUESTA DE AUTOMATIZACION DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO DE LA
GRANJA DE CRIPTOMINERÍA BITDRAGON, UBICADO EN LA CIUDAD DEL
VILLARRICA, DPTO. DE GUAIRÁ. 2025
CARLOS JOSÉ ROJAS ESPINOZA**

que el sistema de watercooling es efectivo, pero no demostraron una ventaja significativa en el uso de placas peltier en vez de un radiador convencional.

A partir de estos antecedentes, La necesidad de una medida de gestión de temperatura eficiente energéticamente, de bajo ruido y eficaz es evidente, y para eso es fundamental diseñar un sistema de enfriamiento automático para los equipos de criptominería.

Dada la situación crítica de la granja que nos ocupa se requiere un sistema de enfriamiento automatizado eficiente y que garantice un entorno apropiado para obtener la máxima capacidad de cómputo de esas máquinas.

De esta forma, el objetivo principal de este proyecto es realizar una propuesta de automatización del sistema de enfriamiento de la granja de criptominería Bit Dragón, ubicado en la ciudad de Villarrica, dpto. de Guairá. Para cumplir con este propósito se realizará un relevamiento de datos en la granja de criptominería BitDragon para obtener los parámetros actuales de temperatura, Posterior a esto se realizará una visita técnica a la pionera y recién instalada granja de criptominería Bitfarms ubicada en Villarrica, Dpto. del Guaira. En la que se encuentran instaladas más de 14mil máquinas de criptominería con novedosos sistemas de transferencia de temperatura tipo Watercooling que servirán como orientación para los parámetros óptimos del sistema automático de enfriamiento. Así mismo se determinarán los dispositivos y componentes necesarios para la automatización del sistema, asegurando que los componentes cumplan con los requisitos que demanda la industria de la criptominería para luego identificar el sistema de control más factible. Como parte de esta mejora integral se diseñará una interfaz hombre máquina para el monitoreo y la operación del sistema de control, proporcionando una documentación técnica clara y detallada que facilite la ejecución del proyecto.

Finalmente, se elaborará un presupuesto completo que contemple todos los aspectos del proyecto, permitiendo una estimación precisa de los costos y garantizando una planificación financiera adecuada.

2. METODOLOGÍA

2.1 Tipo de investigación

Se desarrollo una investigación aplicada, ya que se buscó una alternativa para reducir los niveles de temperatura de los equipos de criptominería utilizando conocimientos adquiridos en el área de la ingeniería electrónica, bajo un diseño experimental, pues se hicieron pruebas simuladas en un entorno controlado buscando entender el sistema físico que se buscaba automatizar.

2.2 Recolección de datos

La obtención de datos fue mediante pruebas y mediciones de campo y entrevistas no estructuradas en las que se obtuvieron parámetros del funcionamiento de los dispositivos de criptominería y datos del consumo eléctrico.

Se hizo uso también del análisis documental de los dispositivos de criptominería para obtener los parámetros correctos de funcionamiento, la estructura física de los componentes electrónicos.

Se realizó una visita técnica a la actualmente granja de criptomonedas más grande del país; BITFARMS para obtener datos de como gestionan el calor en las empresas más actualizadas en cuanto a criptominería.

Se obtuvieron datos del funcionamiento del watercooling, las maquinas auxiliares para este sistema llamadas chillers, Los valores necesarios para el sistema tales como volumen, presión y temperatura del líquido a hacer circular.

2.2.1 Estructura del Equipo Minero

Se utilizaron Hojas de datos y mediciones para obtener las dimensiones del hardware del Equipo de minería de tal manera que se pueda diseñar y optimizar un intercambiador de calor apropiado para el sistema

Equipo	Consumo Eléctrico nominal	Dimensiones del disipador	Área del chip	Hashboards por equipo	Cantidad de chips	Cantidad proyectada
Antminer SJ19	3050w	140 x 120	25mm ²	3	114	10

Tabla 1 Detalles del Hardware de minería [3].

PROPUESTA DE AUTOMATIZACION DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO DE LA GRANJA DE CRIPTOMINERÍA BITDRAGON, UBICADO EN LA CIUDAD DEL VILLARRICA, DPTO. DE GUAIRÁ. 2025
CARLOS JOSÉ ROJAS ESPINOZA

2.2.2 Parámetros fundamentales para el sistema de enfriamiento

Tipo de liquido	Volumen en tanque	Caudal a transportar	Temperatura del liquido
Agua destilada	50L	240L/H	12grados

Tabla 2: Características del fluido.

Se obtuvieron también datos de otro tipo de sistema de enfriamiento llamado enfriamiento por evaporación, con una mejor capacidad de extracción de calor para mayor cantidad de equipos de minería, para galpones con entre 200 a 1300 equipos, el estudio de este sistema fue descartado por la naturaleza pequeña - mediana de la granja BitDragon.

Se opto por agua destilada como liquido a circular, por su condición de dielectrico, facilidad de adquisición, fácil mantenimiento y bajo costo.

Se utilizaron las siguientes ecuaciones para determinar el caudal y el volumen en tanque sabiendo la temperatura a la que debe mantenerse el líquido:

Cálculos de disipación de calor:

La transferencia de calor sigue la ecuación:

$$Q = hA (T_{\text{placas}} - T_{\text{agua}})$$

- Área de contacto: $A = 0.0905 \text{ m}^2$
- Coeficiente de convección: $h = 6000 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$.
- temperatura de placas: $T_{\text{placas}} = 75^\circ \text{C}$.

$$Q = (1000) (0.0905) (75 - 25) = 4525 \text{ W} (\approx 4.5 \text{ kW})$$

Se asume inicialmente que el agua se mantiene en un rango de 10°C a 40°C, se toma

$$T_{\text{agua}} = 25^\circ \text{C} \quad T_{\text{agua}} = 25^\circ \text{C} \quad \text{como punto medio:}$$

Cálculo del caudal necesario

La ecuación de balance térmico es:

$$\dot{m} = \frac{Q}{c_p (T_{\text{agua, salida}} - T_{\text{agua, entrada}})}$$

$$\dot{m} = \frac{\dot{V} \times \rho}{3600}$$

Usando $\rho \approx 992 \text{ kg/m}^3$ para el agua:

**PROPUESTA DE AUTOMATIZACION DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO DE LA
GRANJA DE CRIPTOMINERÍA BITDRAGON, UBICADO EN LA CIUDAD DEL
VILLARRICA, DPTO. DE GUAIRÁ. 2025
CARLOS JOSÉ ROJAS ESPINOZA**

Caudal (L/h) $m.\dot{m}(kg/s)$

240 0.0661

$$\Delta T = \frac{Q}{\dot{m}c_p} \quad \Delta T = \frac{4525}{230.5} = 19.6^\circ C$$

Para 240 L/h $\dot{m} = 0.0661 kg/s$:

$$\Delta T = \frac{4525}{276.5} = 16.4^\circ C$$

temperatura de salida del agua

$$T_{\text{agua, salida}} = T_{\text{agua, entrada}} + \Delta T$$

Si el agua entra a 10°C:

Caudal (L/h) $T_{\text{agua, salida}}$

240 10 + 16.4 = 26.4°C

Si el agua entra a 15°C:

Caudal (L/h) $T_{\text{agua, salida}}$

240 15 + 16.4 = 31.4°C

Si el agua entra a 20°C:

Caudal (L/h) $T_{\text{agua, salida}}$

240 20 + 16.4 = 36.4°C

3. Ingeniería de diseño

3.1 Diseño del sistema físico de intercambio de temperatura

Debido a la demanda de transferencia de calor, se optó un sistema de enfriamiento tipo chiller, sistema muy común en la industria que consta de Dos circuitos Hidráulicos, El primero es el circuito de enfriamiento, Dotado de un Compresor, una válvula de expansión, un Evaporador, y un condensador. Por este sistema circula un gas refrigerante r134a normalmente utilizado en Equipos de enfriamiento comunes como heladeras o Acondicionadores.

El segundo es un Circuito de recirculación de agua que consta de un sistema de tuberías que hacen circular agua desde un tanque hacia los disipadores de los equipos de minería y nuevamente al tanque.

3.1.1 Circuito de enfriamiento

Se determinaron los siguientes componentes necesarios para el sistema de enfriamiento









- **Compresor:** El compresor toma refrigerante de baja presión y baja temperatura y lo comprime hasta convertirlo en un gas de alta presión y alta temperatura.
- **Condensador:** El gas comprimido fluye a través de los serpentines del condensador, donde el aire o el agua se mueven sobre los serpentines para eliminar el calor del refrigerante. Una vez que el refrigerante pierde su calor, se condensa en un líquido.
- **Evaporador:** En el evaporador, el refrigerante vuelve a ser gas, se enfría mucho y absorbe calor. Es en el evaporador donde interactúan el refrigerante y el fluido y donde se extrae el calor del fluido para transferirlo al refrigerante.
- **Filtro capilar:** controla la cantidad de refrigerante que pasa entre el condensador y el evaporador y cambia el flujo según la carga de enfriamiento.
- **Gas refrigerante.**

PROPUESTA DE AUTOMATIZACION DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO DE LA GRANJA DE CRIPTOMINERÍA BITDRAGON, UBICADO EN LA CIUDAD DEL VILLARRICA, DPTO. DE GUAIRÁ. 2025
CARLOS JOSÉ ROJAS ESPINOZA

3.1.2 Circuito de recirculación.

Se planifica un circuito de recirculación de agua destilada que consta de:

- un tanque de agua destilada enfriada por el sistema de enfriamiento.
- Un sistema de tuberías que conecta los intercambiadores de calor con el tanque.
- Una bomba de agua que hace circular a velocidad constante el agua por el sistema.
- Un intercambiador de calor diseñado específicamente para la placa del equipo de minería.
- Sistema completo de tuberías para hacer la conexión entre los dos circuitos.
- Tuberías de plástico flexibles para la conexión con los intercambiadores de calor.

Elemento	Circuito	Propuesta
Compresor	Enfriamiento	
Evaporador	Enfriamiento	
Radiador	Enfriamiento	
Bomba de agua	Recirculación	
Tanque de agua	Ambos	
Refrigerante 134a	Enfriamiento	
Agua destilada	Recirculación	
Cañería	Recirculación	

PROPUESTA DE AUTOMATIZACION DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO DE LA GRANJA DE CRIPTOMINERÍA BITDRAGON, UBICADO EN LA CIUDAD DEL VILLARRICA, DPTO. DE GUAIRÁ. 2025
CARLOS JOSÉ ROJAS ESPINOZA









PT100	Recirculación	
Termostato	Enfriamiento	
Intercambiador de calor	Recirculación	
Filtro capilar	Enfriamiento	
Contactores	Ambos	
Vigilante de tensión	Enfriamiento	
Presostato	Enfriamiento	
Fuente de poder de 24v	Ambos	

Tabla 3: Componentes del sistema.

3.2 Diseño del sistema de control realimentado

3.2.1 Estructura del sistema de control

Se diseñó un sistema de control realimentado en base a los siguientes lineamientos:

1. El sistema debe monitorear la temperatura del tanque de recirculación de agua por medio de un sensor de temperatura pt100
2. El sistema debe corregir automáticamente la temperatura ambiente del agua destilada mediante un termostato.
3. El sistema estará controlado y monitoreado mediante un Controlador de uso industrial, y un entorno SCADA.

PROPUESTA DE AUTOMATIZACION DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO DE LA GRANJA DE CRIPTOMINERÍA BITDRAGON, UBICADO EN LA CIUDAD DEL VILLARRICA, DPTO. DE GUAIRÁ. 2025
CARLOS JOSÉ ROJAS ESPINOZA

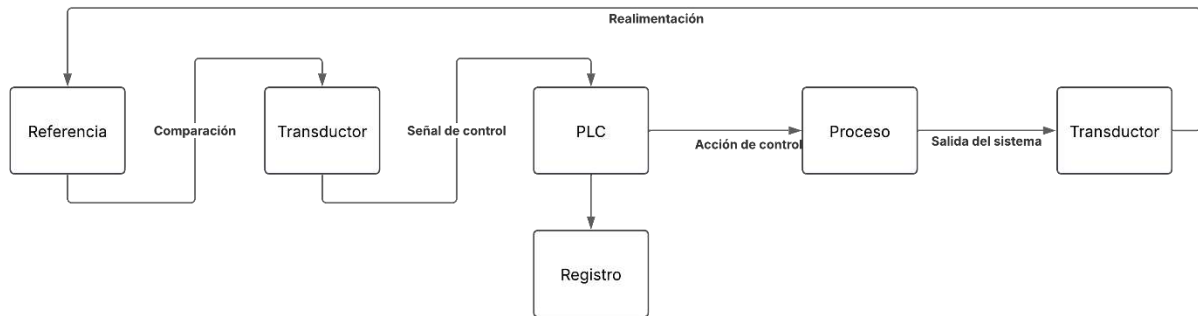


Ilustración 1 Diagrama de bloques de un sistema de control.

3.2.2 Funcionamiento.

A continuación, se detalla el funcionamiento del sistema de control:

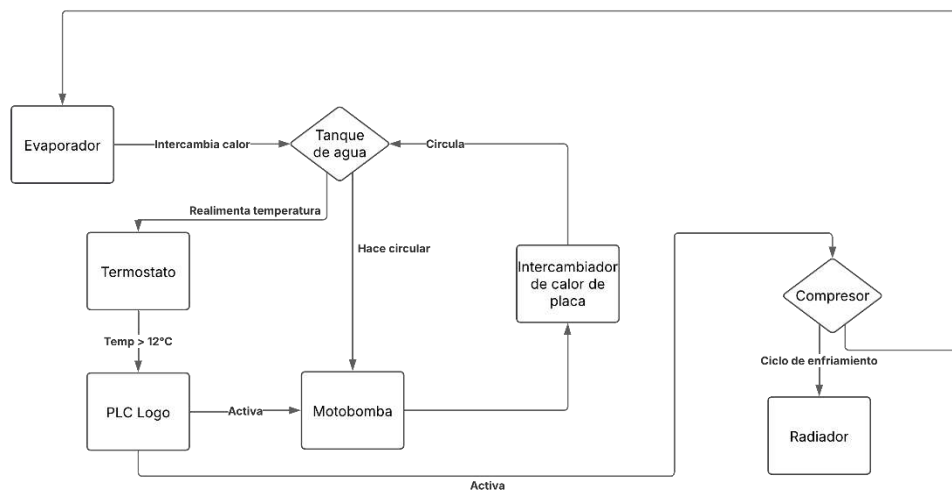


Ilustración 2: Diagrama detallado del funcionamiento del sistema de control.

- El operador puede encender la maquina en modo automático o modo estándar mediante un selector de 3 posiciones.
- En el modo automático empieza a trabajar el compresor y la motobomba. Una vez alcanzado el umbral de temperatura deseado, se apaga y sigue funcionando.
- En el modo estándar el sistema funciona solo con agua a temperatura ambiente, si el operador activa el modo manual, únicamente se enciende la motobomba de recirculación de agua
- El operador tiene un entorno HMI en el que puede monitorear la temperatura del tanque y

puede configurar el sistema en estándar, Automático, o Stop.

- En caso que el sistema detecte un desbalance en la presión, en la temperatura o alguna irregularidad de tensión se activa una alarma y se detiene el sistema.

3.3 Diseño CAD.

3.3.1 Diseño CAD 3D del intercambiador de calor.

Diseño del intercambiador de temperatura.

Se realizo un diseño CAD de un intercambiador de calor mediante el Entorno de diseño gráfico 3d para para chapas y estructuras metálicas Autodesk Inventor, debido a su facilidad de uso y a la familiaridad del entorno.

El proceso descriptivo de la realización de este Intercambiador es el siguiente:

Realizar un boceto de un rectángulo con las mismas medidas del disipador original de cada Hashboard del Hardware de minería Antminer SJ19, 140x120mm, posteriormente en el boceto creo una matriz cuadrada de círculos concéntricos de 4x4 con una separación de altura de 28mm y de longitud de 30mm, a una distancia de 25mm de los laterales, 12mm de la parte inferior y 27mm de la parte superior del croquis coincidiendo así con las ubicaciones de los tornillos en el disipador del Hashboard de la Hardware.

Se realizo la extrusión del boceto a 10mm de espesor.

Luego se realizo un nuevo boceto de una trayectoria curva para abarcar una buena superficie del intercambiador de calor.

Por esta trayectoria se hizo un barrido de una semicircunferencia de 8mm de diámetro de tal manera a dejar un canal replicable por una maquina CNC.

PROPUESTA DE AUTOMATIZACION DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO DE LA GRANJA DE CRIPTOMINERÍA BITDRAGON, UBICADO EN LA CIUDAD DEL VILLARRICA, DPTO. DE GUAIRÁ. 2025
CARLOS JOSÉ ROJAS ESPINOZA

Se agregaron 2 uniones tubulares de 8mm de radio x 30mm de longitud que sirven como conexión entre el intercambiador de calor diseñado y el sistema automático de recirculación y enfriamiento de agua destilada.

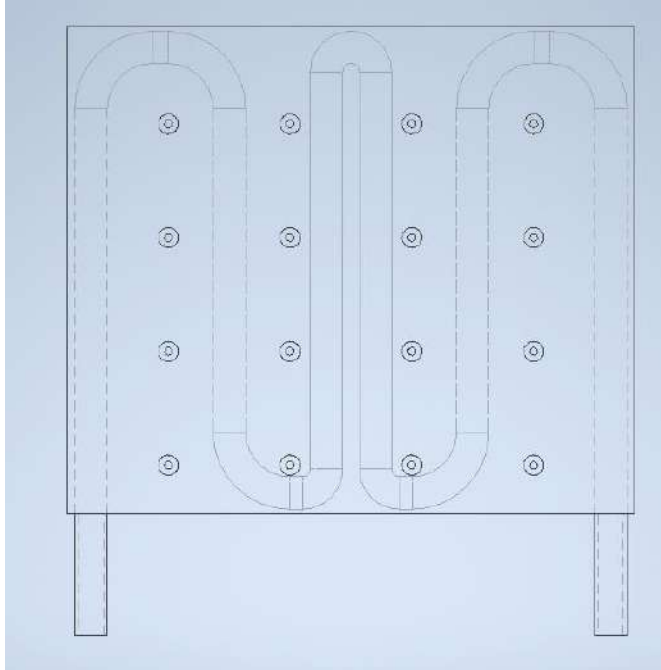


Ilustración 3: Intercambiador de calor.

Modelado de los nodos de unión.

Posteriormente se realizó el modelado 3D de los nodos de unión entre los intercambiadores de calor del hashboard y el sistema automático de recirculación de agua enfriada.

El proceso de modelado fue similar al del intercambiador de temperatura:

Se diseñó a partir de un boceto rectangular, trazando la trayectoria a seguir por la semicircunferencia que finalmente iba a servir como tubería para distribuir uniformemente el flujo volumétrico del agua destilada.

El diseño buscando la simetría permite abaratar costos a la hora de producir el intercambiador de calor, además simplifica el proceso de creación, lo que ahorra tiempo de

producción que se traduce en un mejor retorno de inversión.

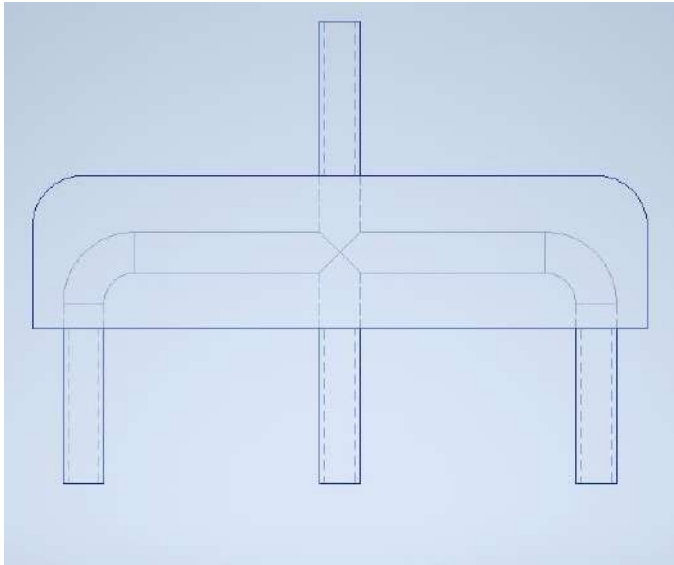


Ilustración 4 Diseño de nodo de unión.

Pruebas y simulación mediante SolidWorks Simulation.

Se optó por el entorno de modelado 3D SolidWorks debido a sus herramientas de simulación de temperatura.

Para simular el flujo térmico, primeramente, se tuvo que exportar la pieza de intercambiador de calor como un sólido genérico en formato parasolid.

Una vez obtenido el archivo parasolid del entorno Autodesk Inventor, se procedió la apertura del archivo en el entorno SolidWorks y el software convirtió todas las operaciones, así se pudo obtener una pieza lista para el análisis térmico.

Entre las opciones de simulación de SolidWorks, el tipo de análisis seleccionado fue el análisis térmico 3D para las pruebas en la pieza.

Se realizaron unas pequeñas modificaciones en la pieza únicamente para el análisis que se detallan a continuación.

- Se eliminaron los agujeros utilizados para atornillar el intercambiador con la placa para facilitar el mallado de la pieza para su análisis.
- Se agregaron 114 placas distribuidas alrededor de la placa para poder simular la transferencia térmica de los chips al intercambiador de calor.

Como material de la pieza se seleccionó el Aluminio 6061 (T6). Este material es caracterizado por su disponibilidad y su buen desempeño térmico.

PROPUESTA DE AUTOMATIZACION DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO DE LA GRANJA DE CRIPTOMINERÍA BITDRAGON, UBICADO EN LA CIUDAD DEL VILLARRICA, DPTO. DE GUAIRÁ. 2025
CARLOS JOSÉ ROJAS ESPINOZA

Propiedad	Valor	Unidades
Módulo elástico	6.900000067e+10	N/m ²
Coefficiente de Poisson	0.33	N/D
Módulo cortante	2.600000013e+10	N/m ²
Densidad de masa	2700	kg/m ³
Límite de tracción	310000002.1	N/m ²
Límite de compresión		N/m ²
Límite elástico	275000000.9	N/m ²
Coefficiente de expansión térmica	2.4e-05	/K
Conductividad térmica	166.9	W/(m·K)
Calor específico	896	J/(kg·K)
Cociente de amortiguamiento del material		N/D

Tabla 4: Características del material seleccionado [4].

Se seleccionaron los siguientes tipos de carga para el análisis de temperatura:

Convección: entre agua en circulación y la placa de aluminio.

Cargas térmicas: entre los chips y la placa de aluminio.

El mallado en SOLIDWORKS se utiliza para definir la geometría de un modelo 3D. Para poder realizar un análisis físico de la pieza.

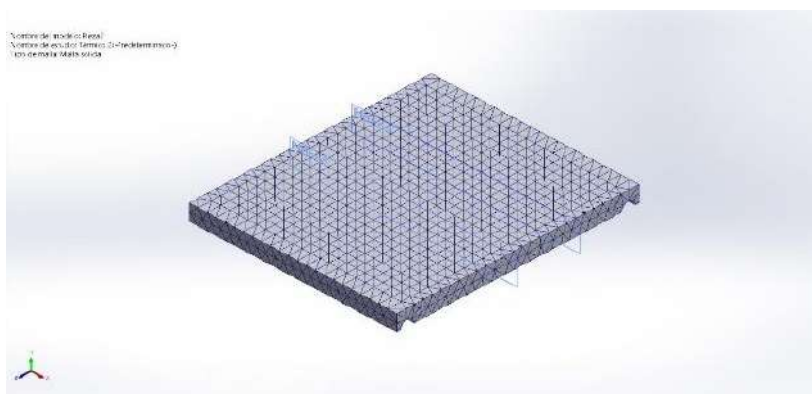


Ilustración 5: Mallado del modelo.

Se agregaron los parámetros de transferencia de calor de las placas y el coeficiente de convección del agua y se procedió con el estudio.

Posterior al estudio se pudo obtener un diseño mas eficiente de intercambiadores de calor para garantizar un óptimo funcionamiento.

PROPUESTA DE AUTOMATIZACION DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO DE LA GRANJA DE CRIPTOMINERÍA BITDRAGON, UBICADO EN LA CIUDAD DEL VILLARRICA, DPTO. DE GUAIRÁ. 2025
CARLOS JOSÉ ROJAS ESPINOZA

Prototipo 1

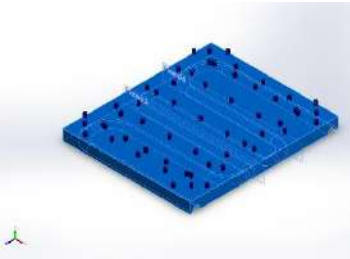
Referencia de modelo	Propiedades
	<p>Nombre: 6061-T6 (SS)</p> <p>Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal</p> <p>Conductividad térmica: 166,9 W/(m.K)</p> <p>Calor específico: 896 J/(kg.K)</p> <p>Densidad: 2.700 kg/m³</p>

Tabla 5: Características térmicas del intercambiador prototipo 1

Después de este prototipo se optimizó el diseño y espesor del intercambiador de calor del dashboard.

Prototipo 2

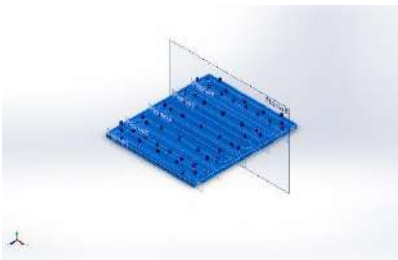
Referencia de modelo	Propiedades	Componentes
	<p>Nombre: 6061-T6 (SS)</p> <p>Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal</p> <p>Conductividad térmica: 166,9 W/(m.K)</p> <p>Calor específico: 896 J/(kg.K)</p> <p>Densidad: 2.700 kg/m³</p>	<p>Intercambiador de calor</p>

Tabla 6 Características térmicas del prototipo 2.

3.3.2 Esquema Eléctrico.

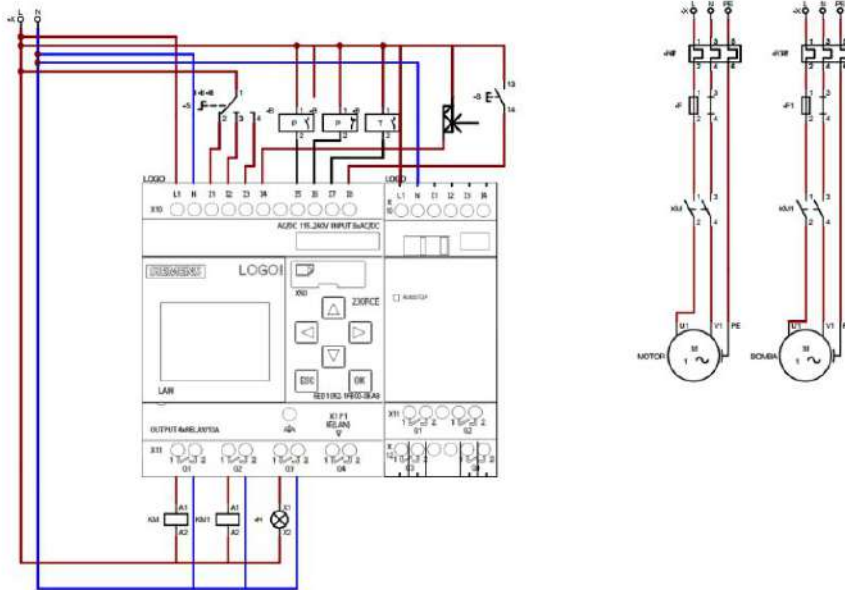


Ilustración 6: Esquema Eléctrico.

Se diseñó un esquema eléctrico con el software de diseño y simulación CADeSimu para visualizar las conexiones del sistema de enfriamiento.

3.4 Programación del PLC Logo Siemens

Se programaron las siguientes entradas y salidas:

Se optó por programar en el entorno de programación logosoft, debido a su código simple y efectivo y su fácil comprensión.

Se configuraron entonces las direcciones IP de la pasarela y del dispositivo Logo en la red.

Posteriormente se asignaron las variables a cada uno de los actuadores según la tabla de entradas y salidas propuesta.

La lógica de las entradas es la siguiente;

Entradas	Transductor	Salidas	Actuador
I1	Interruptor 3 posiciones	Q1	Alarma
I2	Interruptor 3 posiciones	Q2	Compresor
I3	Monitor de tensión	Q3	Bomba de agua
I4	Termostato		
I5	Presostato B		
I6	Presostato C		
I7	Relé térmico		
I9	Interruptor 3 posiciones		

Tabla 7: Entradas y salidas.

PROPUESTA DE AUTOMATIZACION DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO DE LA GRANJA DE CRIPTOMINERÍA BITDRAGON, UBICADO EN LA CIUDAD DEL VILLARRICA, DPTO. DE GUAIRÁ. 2025
CARLOS JOSÉ ROJAS ESPINOZA

- I1 Envía un ALTO las compuertas AND b7, b11 y b10, que dejan lista para funcionar a la señal de alarma ante alguna señal de error. Envía un alto al SET de b20 que es el encargado de hacer funcionar el compresor
- I2 Envía un alto al SET de b21 encargado de conmutar Q3 la bomba de agua.
- I3 cuando el sistema normal envía constantemente una señal de ALTO a TRG negado de B002 un temporizador que activa la alarma en caso de que haya una variación de tensión preocupante.
- En caso que I4 envíe un alto a la puerta a AND B14 que es la encargada de activar el compresor, en caso sea bajo el compresor no está activado, así se cumple el ciclo de enfriamiento.
- I5 e I6 son los contactos B y C del presostato, Envían una señal de activación a la alarma por Diferencia de presión.
- I7 es activada por el Relé térmico, apaga el sistema y envía una señal de alarma.
- AI1 captura lecturas de temperatura a la salida del ciclo de enfriamiento para monitorear desde el entorno HMI.

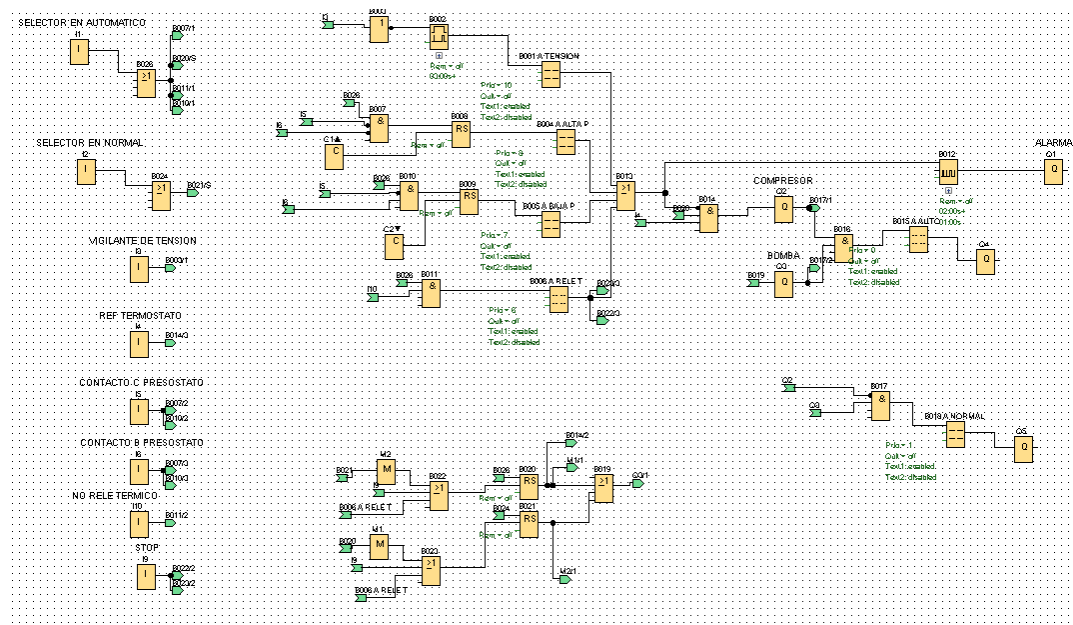


Ilustración 7: Diagrama de bloques del software de control de temperatura

3.5 Entorno SCADA

3.5.1 Diseño De La Interfaz Humano-Máquina Para El Sistema De Control De Enfriamiento.

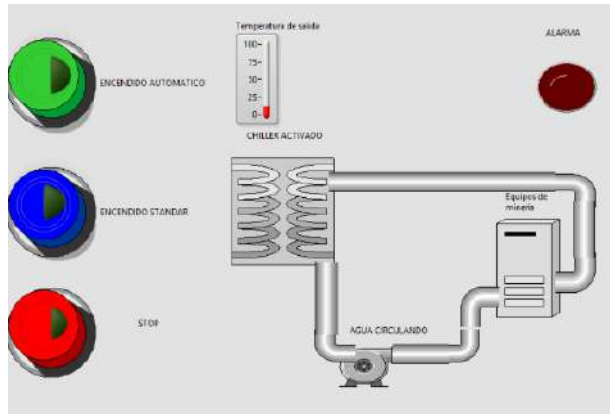


Ilustración 8: Entorno SCADA

El sistema de control de enfriamiento fue diseñado utilizando una interfaz humano-máquina (HMI), con el fin de proporcionar al operador una visualización detallada de las condiciones del proceso, permitiendo la toma de decisiones. La HMI fue diseñada replicando las condiciones de operación, las condiciones de alarma y el flujo del proceso de enfriamiento.

Monitoreo y Control.

Se escogió como variable a monitorear del sistema la temperatura de salida del ciclo de circulación de agua, puesto que es la que puede darnos información real de la eficiencia del proceso de enfriamiento. Esta variable se encuentra representada de manera gráfica en la parte superior de la interfaz. Un indicador visual con una escala de colores permite al operador identificar si la temperatura ha excedido umbral crítico. Este indicador permite evaluar de manera continua el estado térmico del sistema.

Para el control del sistema se integraron tres botones para los estados de Estándar, Automático y Stop. De tal manera a obtener un rápido entendimiento del operador.

Visualización del Proceso de Enfriamiento

La interfaz HMI muestra un esquema del sistema de circulación de agua que representa visualmente el flujo del refrigerante desde el chiller hacia los equipos de minería. El agua circula a través de un intercambiador de calor, extrayendo el exceso de temperatura generado por los dispositivos. La animación del sistema permite al operador observar el estado del proceso en tiempo real, identificando fácilmente si el flujo de agua es continuo o si existe alguna anomalía en la circulación.

Validación del Sistema en Entorno SCADA

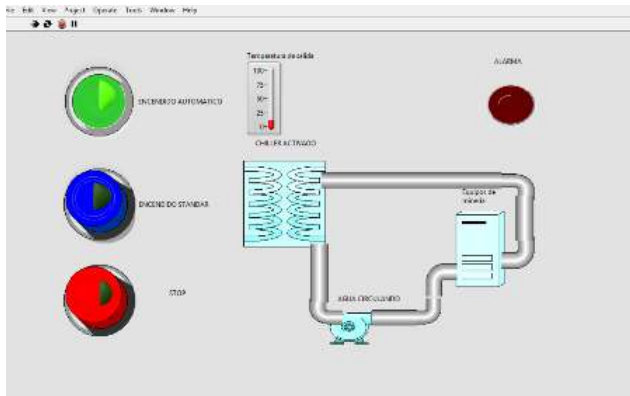


Ilustración 9: Entorno Scada

El sistema fue probado y validado en un entorno SCADA, asegurando que la interacción entre la HMI y el controlador lógico programable (PLC) sea precisa y confiable. La simulación del sistema físico fue replicada fielmente para evaluar el comportamiento del sistema bajo distintas condiciones operativas, garantizando una respuesta adecuada en situaciones de emergencia y manteniendo la integridad de los equipos.

3.5.2 OPC SERVER

Parametrización de variables.

	Variable mapeada	En logo	En opc	Función en el sistema
	Automático	I1	I0.0	Enciende Q2 y Q3 para arrancar el modo automático
	Manual	I2	I0.1	Enciende Q3 para arrancar el sistema de recirculación
	Stop	I8	I0.7	Detiene Q2 Y Q3
Salidas	Piloto alarma	Q1	Q0.0	Se activa si alguno de los sensores I4, I5, I6, I7 detecta un error
	Compresor	Q2	Q0.1	Se activa con I1, dando arranque al enfriamiento, se desactiva si el sistema detecta algún error o si el operador activa I8
	Motobomba	Q3	Q0.2	Se activa con I1 si el operador arranca en modo enfriamiento o con I2 si configura el modo estándar, se desactiva con una alarma térmica o eléctrica o con el botón de STOP.
	Temperatura	Qa1	QA0.0	Permanece activo permitiendo monitorear la temperatura del sistema siempre que A1 esté funcionando.

Tabla 8: Parametros.

PROPUESTA DE AUTOMATIZACION DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO DE LA GRANJA DE CRIPTOMINERÍA BITDRAGON, UBICADO EN LA CIUDAD DEL VILLARRICA, DPTO. DE GUAIRÁ. 2025
CARLOS JOSÉ ROJAS ESPINOZA

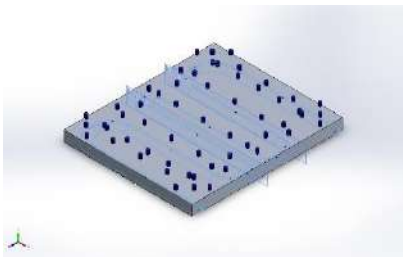
3.6 Elaboración de presupuesto de la solución escogida

Elemento	Descripción	Precio
Compresor	Compresor Daytonna	₺ 450.000
Evaporador	2m de tubo de cobre de 1/4"	₺ 34.000
Radiador	Radiador condensador de 1/4	₺ 231.000
Bomba de agua	Bomba de agua ACC 750W	₺ 300.000
Tanque de agua	Bidon tipo garrafa de 50L	₺ 50.000
Refrigerante	Recarga de gas refrigerante	₺ 250.000
Agua destilada	5l Agua pura	₺ 13.000
Cañería	Instalacion de cañería completa	₺ 70.000
PT100	Sensor PT100 Industrial	₺ 130.000
Termostato	Controlador con termostato	₺ 155.000
Intercambiador de calor	Costo de fabricacion por CNC	₺ 150.000
Filtro capilar	Filtro molecular Consul	₺ 30.000
Contactores	x2 contactores monofasicos 15A	₺ 72.000
Vigilante de tensión	Supervisor de tension E1	₺ 171.500
Presostato	Presostato Square D FSG-2	₺ 60.700
PLC LOGO	PLC LOGO 24V	₺ 1.250.000
Programación		₺ 3.500.000
mano de obra instalación		₺ 3.500.000
10% imprevistos		₺ 1.000.000
Total		₺ 11.417.200

Tabla 9: Costos del sistema.

RESULTADOS Y ANÁLISIS

3.7 Resultados experimentales

Nombre de carga	Imagen	Detalles de carga
Convección-1		Entidades: 19 cara(s) Coefficiente de convección: 0,143403 Cal/(s.cm ² .°C) Variación de tiempo: Desactivar Variación de temperatura: Activar Temperatura ambiente: 25 Celsius Variación de tiempo: Desactivar

PROPUESTA DE AUTOMATIZACION DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO DE LA GRANJA DE CRIPTOMINERÍA BITDRAGON, UBICADO EN LA CIUDAD DEL VILLARRICA, DPTO. DE GUAIRÁ. 2025
CARLOS JOSÉ ROJAS ESPINOZA

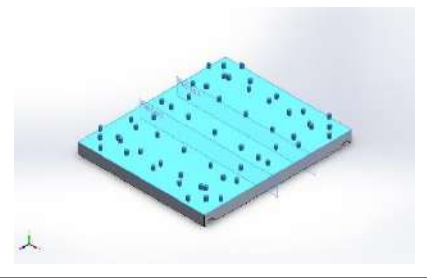
Nombre de carga	Imagen	Detalles de carga
Potencia calorífica-1		Entidades: 1 cara(s) Energía 1000 W

Tabla 10 Cargas Termicas.

Después de someter la pieza a un análisis térmico con cargas por potencia de radiación y por convección de agua se obtuvieron los siguientes resultados:

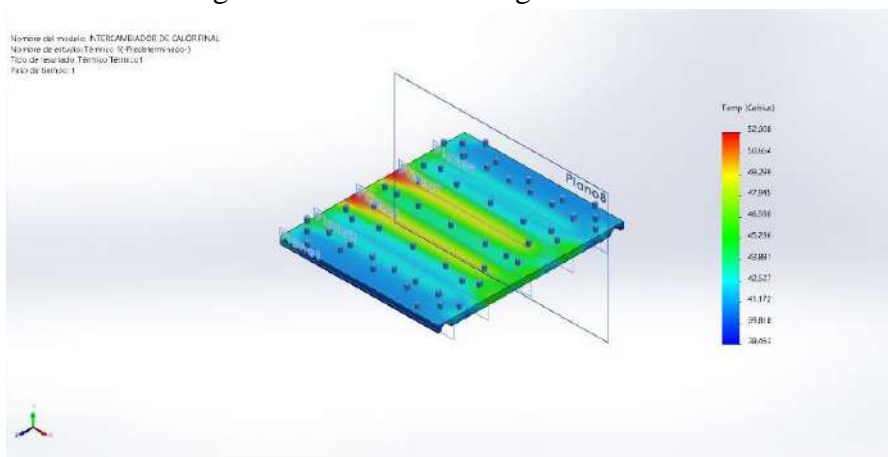


Ilustración 10 Comportamiento termico de la placa

- El pico máximo de temperatura fue de 52 Celsius
 Esto queda por debajo del límite de peligro para las placas de cada hash
- El mínimo fue de 38 Celsius, esto concuerda con la temperatura media estimada de salida de agua lo que indica que nuestros cálculos fueron correctos.
- Se puede afirmar entonces que es un prototipo factible a ser implementado en un sistema de intercambio de temperatura para máquinas de criptominería.

PROPUESTA DE AUTOMATIZACION DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO DE LA GRANJA DE CRIPTOMINERÍA BITDRAGON, UBICADO EN LA CIUDAD DEL VILLARRICA, DPTO. DE GUAIRÁ. 2025
CARLOS JOSÉ ROJAS ESPINOZA

3.8 Análisis técnico y económico

Consumo eléctrico mensual del sistema Actual:	540 Kwh
Hashrate Actual:	60. 49 TH/S
Consumo eléctrico mensual estimado del sistema propuesto:	168 Kwh
Hashrate estimado con el sistema propuesto:	100 TH/S

Tabla 11: Comparacion antes y despues.

Con 10 máquinas funcionando en óptimas condiciones se calcula la tasa de ingreso:




	1 Día	1 Semana	1 Mes
 Ingreso	0.00056650 BTC 40.39 USD	0.00394895 BTC 344.28 USD	0.01766169 BTC 1639.82 USD
 Coste elec.	0.00035786 BTC 31.20 USD	0.00250505 BTC 218.40 USD	0.01075083 BTC 1037.30 USD
 Ganancia	0.00020863 BTC 18.19 USD	0.00144390 BTC 125.88 USD	0.00691086 BTC 602.52 USD

Tabla 12: Ingreso calculado con el nuevo sistema.

Obteniendo así aproximadamente 600 dólares de ganancia por mes.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Se ha comprobado la factibilidad técnica del diseño y fabricación de un intercambiador de calor personalizado para los hashboards de los equipos Antminer SJ19. A través de modelado CAD y simulaciones térmicas en SolidWorks,
- Se validó que el diseño mantiene la temperatura dentro de los límites seguros de operación.
- La automatización del sistema de enfriamiento permite una considerable reducción del consumo eléctrico, lo que representa una mejora significativa en eficiencia energética y una disminución del costo operativo.
- El sistema propuesto, incluyendo el intercambiador de calor, el sistema de control y la interfaz HMI, es escalable y replicable en otras granjas de tamaño similar, con las adaptaciones necesarias según el número y tipo de equipos.
- Se recomienda iniciar la implementación del sistema en una sección piloto de la granja, con monitoreo constante, para luego escalar al resto de los equipos una vez validadas las condiciones de operación reales.
- Se sugiere realizar un análisis de retorno de inversión (ROI) incluyendo no solo la ganancia en hashrate y reducción de costos eléctricos, sino también la extensión de vida útil de los equipos debido al control térmico.
- Se recomienda considerar la implementación de paneles evaporativos para instalaciones industriales de mayor envergadura.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] D. D. Reza, "ESTUDIO EXPERIMENTAL Y DE MODELADO DE LA REFRIGERACIÓN LÍQUIDA EN CONTROLADOR DE VEHÍCULO ELÉCTRICO," Independiente, Ciudad Universitaria, 2020.
- [2] Ramirez Alzate, German Eduardo, "Diseño y construcción de un sistema refrigerado por agua para sistemas de cómputo," Pereira, 2014.
- [3] Zeus Mining, "Zeus Mining," [Online]. Available: www.zeusbtc.com/. [Accessed 23 diciembre 2024].
- [4] S. Corp, "SolidWorks," [Online]. Available: [https://help.solidworks.com/2015/spanish/SolidWorks/Cworks/c_Convection_Heat_Coefficient.htm?format=P&value=.](https://help.solidworks.com/2015/spanish/SolidWorks/Cworks/c_Convection_Heat_Coefficient.htm?format=P&value=) [Accessed 13 enero 2025].
- [5] Y. A. B. M. A. Çengel, Termodinámica (8a. ed.), 2015.
- [6] MUNICH INTERNATIONAL MINNING, "MIM," [Online]. Available: <https://mim.farm/es/bitcoin-mining-in-paraguay/>. [Accessed 15 mayo 2025].
- [7]]. T. J. Maloney, Electronica Industrial Moderna, 2005.

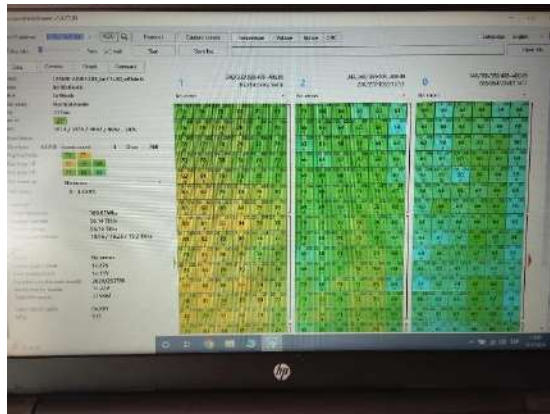
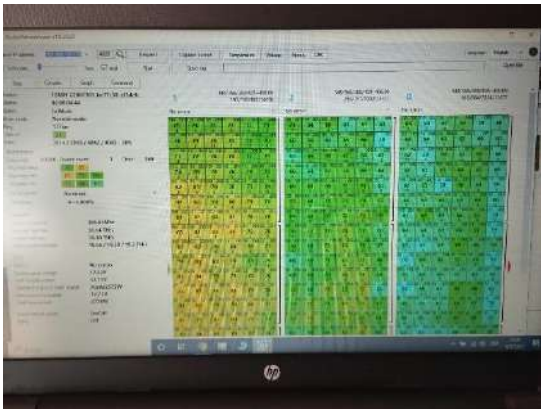
**PROPUESTA DE AUTOMATIZACION DEL ENFRIAMIENTO DE LA GRANJA DE
CRIPTOMINERÍA BITDRAGON, UBICADO EN LA CIUDAD DEL VILLARRICA,
DPTO. DE GUAIRÁ.-2025 ANEXO
CARLOS JOSÉ ROJAS ESPINOZA**

ANEXOS

ANEXO 1 VISITA A GRANJA DE MINERIA

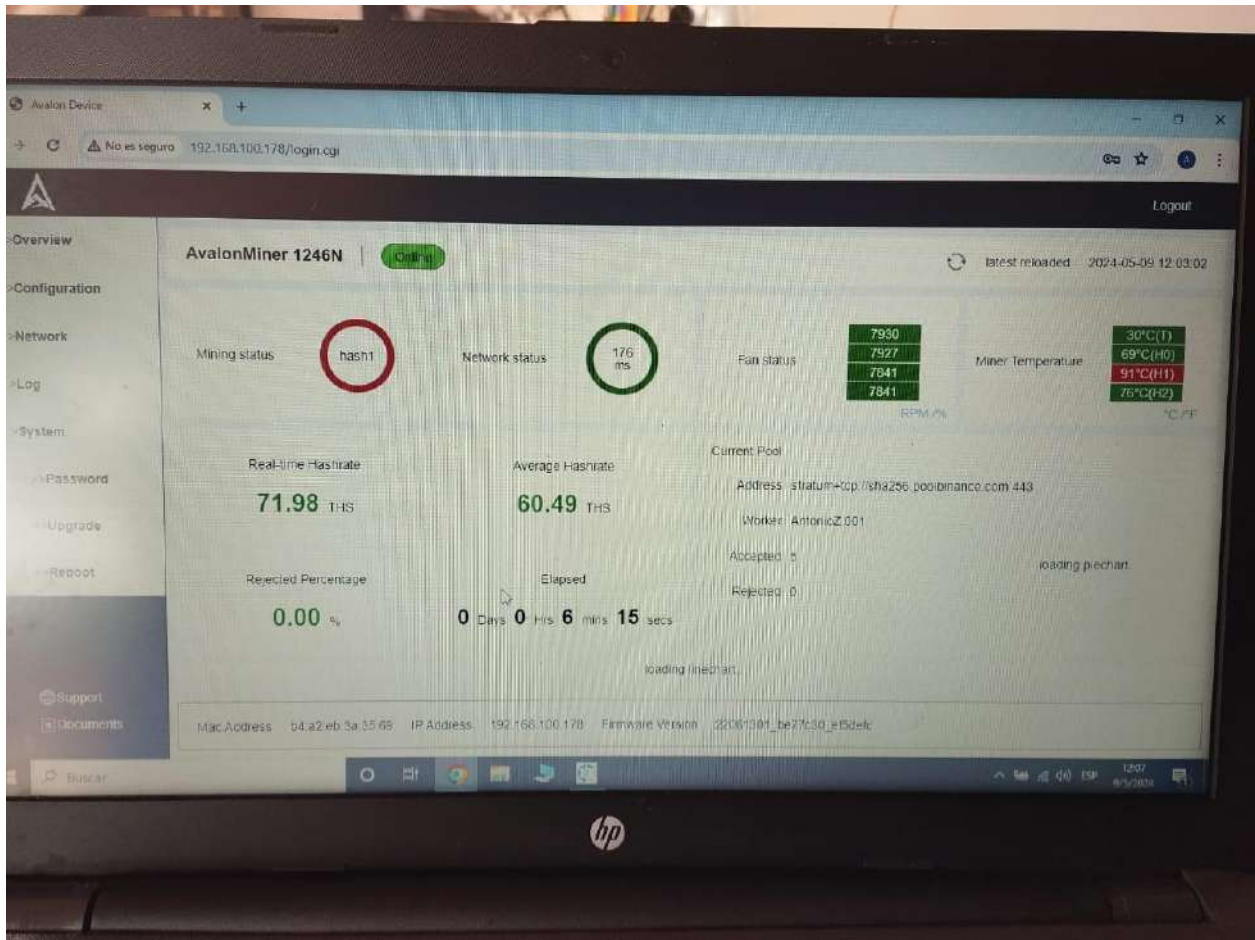


ANEXO 2: LECTURAS DE HASHBOARD



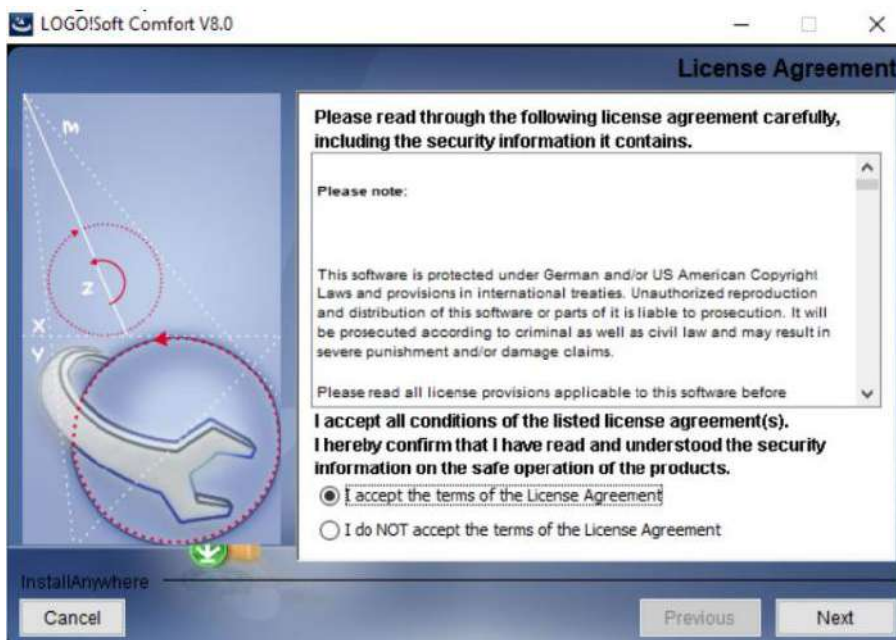
PROPUESTA DE AUTOMATIZACION DEL ENFRIAMIENTO DE LA GRANJA DE CRIPTOMINERÍA BITDRAGON, UBICADO EN LA CIUDAD DEL VILLARRICA, DPTO. DE GUAIRÁ.-2025 ANEXO CARLOS JOSÉ ROJAS ESPINOZA

ANEXO 3: ERROR DE TEMPERATURA EN EL HASH 1

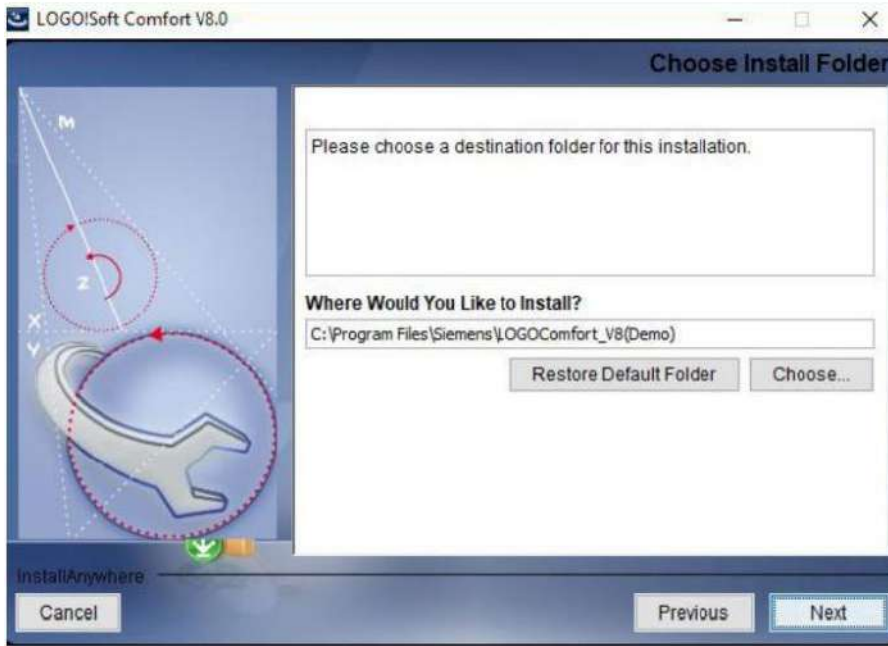


PROPUESTA DE AUTOMATIZACION DEL ENFRIAMIENTO DE LA GRANJA DE
CRIPTOMINERÍA BITDRAGON, UBICADO EN LA CIUDAD DEL VILLARRICA,
DPTO. DE GUAIRÁ.-2025 ANEXO
CARLOS JOSÉ ROJAS ESPINOZA

ANEXO 4: INSTALACION DE SOFTWARE
Instalacion de LogoSoft Confort

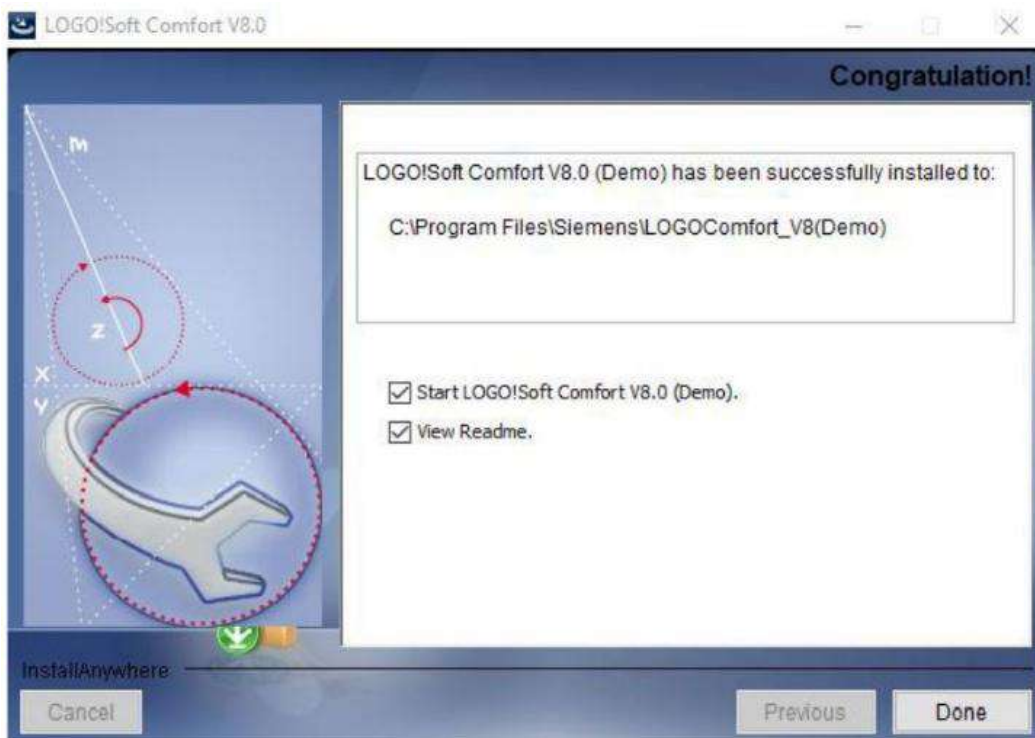
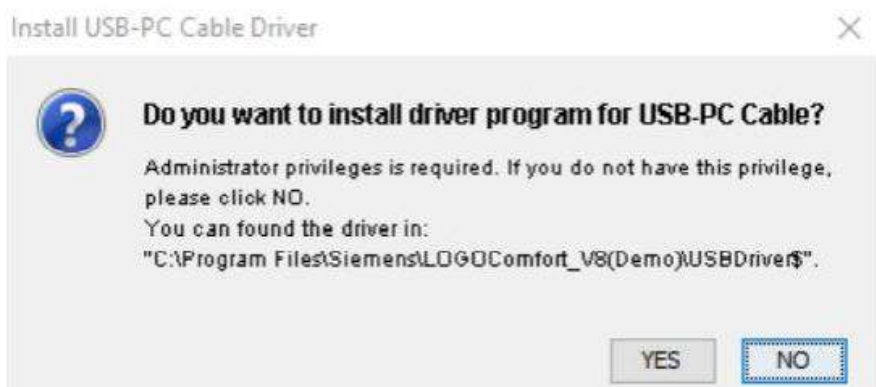


PROPUESTA DE AUTOMATIZACION DEL ENFRIAMIENTO DE LA GRANJA DE
CRIPTOMINERÍA BITDRAGON, UBICADO EN LA CIUDAD DEL VILLARRICA,
DPTO. DE GUAIRÁ.-2025 ANEXO
CARLOS JOSÉ ROJAS ESPINOZA



**PROPUESTA DE AUTOMATIZACION DEL ENFRIAMIENTO DE LA GRANJA DE
CRIPTOMINERÍA BITDRAGON, UBICADO EN LA CIUDAD DEL VILLARRICA,
DPTO. DE GUAIRÁ.-2025 ANEXO
CARLOS JOSÉ ROJAS ESPINOZA**

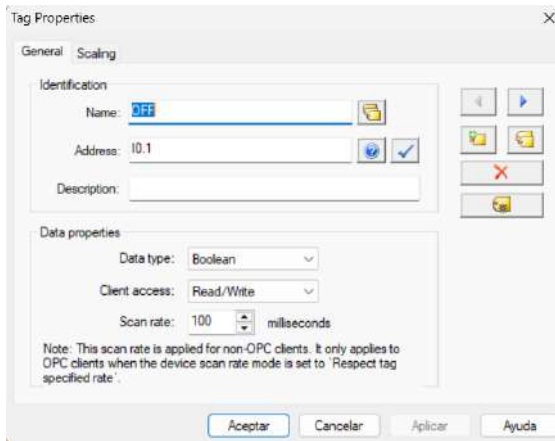
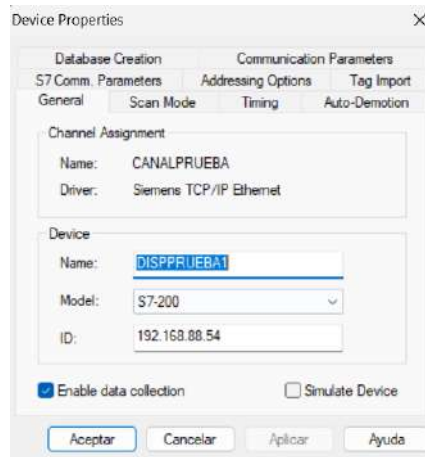
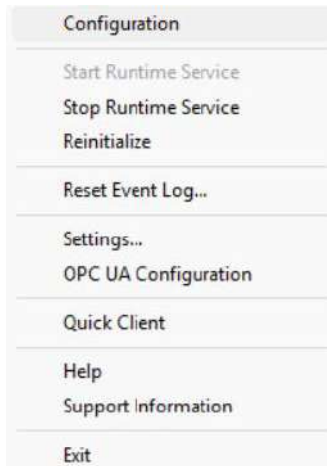
Paso 6: Haz clic en Yes para instalar el controlador.



OPC Server

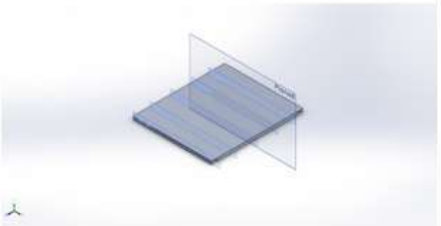
PROPUESTA DE AUTOMATIZACION DEL ENFRIAMIENTO DE LA GRANJA DE CRIPTOMINERÍA BITDRAGON, UBICADO EN LA CIUDAD DEL VILLARRICA, DPTO. DE GUAIRÁ.-2025 ANEXO

CARLOS JOSÉ ROJAS ESPINOZA



PROPUESTA DE AUTOMATIZACION DEL ENFRIAMIENTO DE LA GRANJA DE CRIPTOMINERÍA BITDRAGON, UBICADO EN LA CIUDAD DEL VILLARRICA, DPTO. DE GUAIRÁ.-2025 ANEXO CARLOS JOSÉ ROJAS ESPINOZA

ANEXO 5: SIMULACIÓN DE INTERCAMBIO DE TEMPERATURA EN SOLIDWORKS



Descripción
Estudio de temperatura de placa intercambiadora de calor.

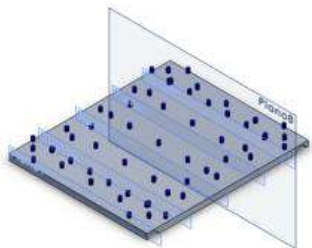
Simulación de INTERCAMBIADOR DE CALOR FINAL

Fecha: domingo, 6 de abril de 2025
Diseñador: Carlos Jose Rojas
Nombre de estudio: Térmico 1
Tipo de análisis: Térmico(Estado estable)


Tabla de contenidos

- Descripción 1
- Suposiciones 2
- Información de modelo 2
- Propiedades de estudio 3
- Unidades 3
- Propiedades de material 3
- Cargas térmicas 4
- Información de contacto 4
- Información de malla 5
- Detalles del sensor 6
- Resultados del estudio 7
- Conclusión 7

Información de modelo



Nombre del modelo: INTERCAMBIADOR DE CALOR FINAL
Configuración actual: Predeterminado

Sólidos	Nombre de documento y referencia	Tratado como	Propiedades volumétricas	Ruta al documento/Fecha de modificación
	Cortar-Revolución18	Sólido	Masa: 0,145995 kg Volumen: 5,40722e-05 m ³ Densidad: 2.700 kg/m ³ Peso: 1,43075 N	C:\Users\rojae\OneDrive\Documentos\Facultad\PFG\ANEXOS PFG\Nueva carpeta\INTERCAMBIADOR PRUEBA TERMICA 2-Térmico\INTERCAMBIADOR DE CALOR FINAL.SLDPRT Apr 6 21:33:41 2025

**PROPUESTA DE AUTOMATIZACION DEL ENFRIAMIENTO DE LA GRANJA DE
CRIPTOMINERÍA BITDRAGON, UBICADO EN LA CIUDAD DEL VILLARRICA,
DPTO. DE GUAIRÁ.-2025 ANEXO
CARLOS JOSÉ ROJAS ESPINOZA**


Propiedades de estudio

Nombre de estudio	Térmico 1
Tipo de análisis	Térmico(Estado estable)
Tipo de malla	Malla sólida
Tipo de solver	FFEPlus
Tipo de solución	Estado estable
¿Se definió la resistencia de contacto?	No
Carpeta de resultados	Documento de SOLIDWORKS (C:\Users\rojae\OneDrive\Documents\Facultad\PFG\ANEXOS PFG\Nueva carpeta\INTERCAMBIADOR. PRUEBA TERMICA 2- Térmico 1)

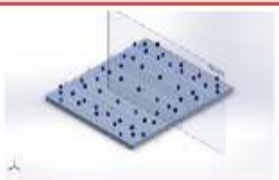
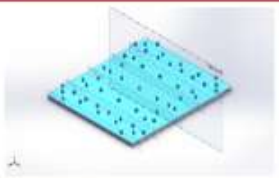
Unidades

Sistema de unidades:	Métrico (MKS)
Longitud/Desplazamiento	mm
Temperatura	Kelvin
Velocidad angular	Rad/seg
Presión/Tensión	N/m ²

Propiedades de material

Referencia de modelo	Propiedades	Componentes
	<p>Nombre: 6061-T6 (SS)</p> <p>Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal</p> <p>Criterio de error predeterminado: Desconocido</p> <p>Conductividad térmica: 166,9 W/(m.K)</p> <p>Calor específico: 896 J/(kg.K)</p> <p>Densidad: 2.700 kg/m³</p>	Sólido 1(Cortar- Revolución18)(INTERCAMBIADOR DE CALOR FINAL)
Datos de curva:N/A		

Cargas térmicas

Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga
Convección-1		<p>Entidades: 34 cara(s)</p> <p>Coefficiente de convección: 6.000 W/(m².K)</p> <p>Variación de tiempo: Desactivar</p> <p>Variación de temperatura: Desactivar</p> <p>Temperatura ambiente: 298,15 Kelvin</p> <p>Variación de tiempo: Desactivar</p>
Potencia calorífica-1		<p>Entidades: 1 cara(s)</p> <p>Energía térmica Valor: 1500 W</p>

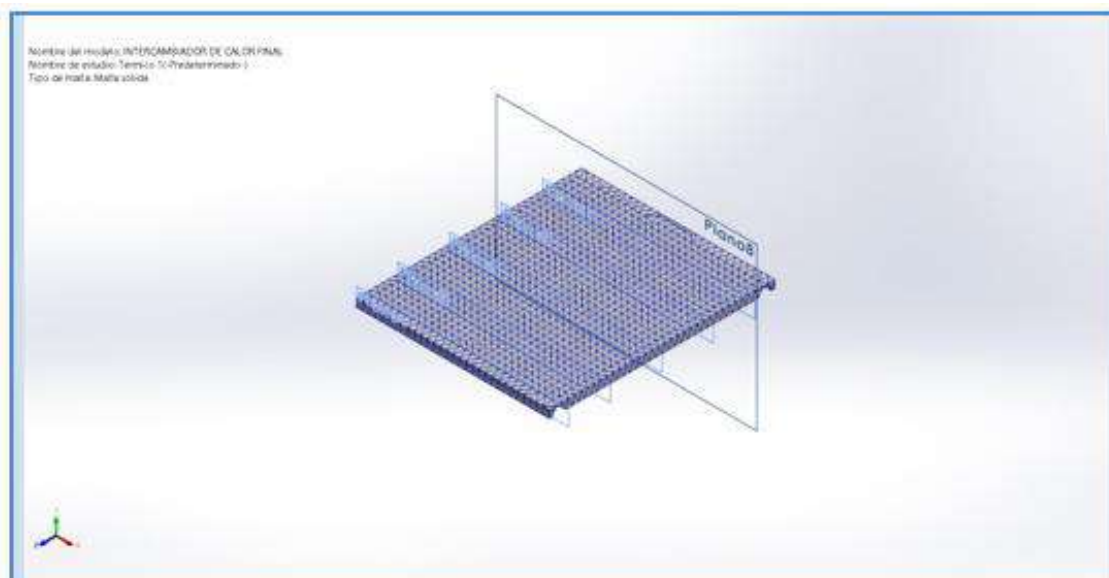
**PROPUESTA DE AUTOMATIZACION DEL ENFRIAMIENTO DE LA GRANJA DE
 CRIPTOMINERÍA BITDRAGON, UBICADO EN LA CIUDAD DEL VILLARRICA,
 DPTO. DE GUAIRÁ.-2025 ANEXO
 CARLOS JOSÉ ROJAS ESPINOZA**

Información de malla

Tipo de malla	Malla sólida
Mallador utilizado:	Malla estándar
Transición automática:	Desactivar
Incluir bucles automáticos de malla:	Desactivar
Puntos jacobianos para malla de alta calidad	16 Puntos
Tamaño de elementos	4,07859 mm
Tolerancia	0,20393 mm
Calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden

Información de malla - Detalles

Número total de nodos	19100
Número total de elementos	9920
Cociente máximo de aspecto	10,758
% de elementos cuyo cociente de aspecto es < 3	87,3
El porcentaje de elementos cuyo cociente de aspecto es > 10	0,0403
Porcentaje de elementos distorsionados	0
Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss):	00:00:03
Nombre de computadora:	CARLOSR



**PROPUESTA DE AUTOMATIZACION DEL ENFRIAMIENTO DE LA GRANJA DE
 CRIPTOMINERÍA BITDRAGON, UBICADO EN LA CIUDAD DEL VILLARRICA,
 DPTO. DE GUAIRÁ.-2025 ANEXO
 CARLOS JOSÉ ROJAS ESPINOZA**

Resultados del estudio

