



ITCA
FEPADE

INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN

DISEÑO DE UN SISTEMA DIDÁCTICO DE CONTROL AUTOMÁTICO PARA CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA Y MONITOREO DE VARIABLES ELÉCTRICAS EN INSTALACIONES DE BAJA TENSIÓN

**APLICACIÓN EN ITCA-FEPADE
CENTRO REGIONAL SANTA ANA**

DOCENTE INVESTIGADOR PRINCIPAL
ING. CARLOS LEVI CARTAGENA LOBOS

DOCENTE COINVESTIGADOR
ING. DAVID ERNESTO CORTEZ PÉREZ

CENTRO REGIONAL SANTA ANA

ENERO 2025



MINISTERIO
DE EDUCACIÓN,
CIENCIA Y
TECNOLOGÍA



ESCUELA ESPECIALIZADA EN INGENIERÍA ITCA-FEPADE
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL
SANTA TECLA, LA LIBERTAD, EL SALVADOR, CENTRO AMÉRICA





ITCA
FEPADE

INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN

DISEÑO DE UN SISTEMA DIDÁCTICO DE CONTROL AUTOMÁTICO PARA CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA Y MONITOREO DE VARIABLES ELÉCTRICAS EN INSTALACIONES DE BAJA TENSIÓN

**APLICACIÓN EN ITCA-FEPADE
CENTRO REGIONAL SANTA ANA**

DOCENTE INVESTIGADOR PRINCIPAL
ING. CARLOS LEVI CARTAGENA LOBOS

DOCENTE COINVESTIGADOR
ING. DAVID ERNESTO CORTEZ PÉREZ

CENTRO REGIONAL SANTA ANA

ENERO 2025



MINISTERIO
DE EDUCACIÓN,
CIENCIA Y
TECNOLOGÍA



ESCUELA ESPECIALIZADA EN INGENIERÍA ITCA-FEPADE
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL
SANTA TECLA, LA LIBERTAD, EL SALVADOR, CENTRO AMÉRICA



Rector

Ing. Carlos Alberto Arriola Martínez

Vicerrector

Ing. Christian Antonio Guevara Orantes

**Director de Investigación
y Proyección Social**

Ing. Mario W. Montes Arias

**Dirección de Investigación
y Proyección Social**

Ing. David Emmanuel Ágreda Trujillo

Inga. Jeannette Tatiana Galeas Rodríguez

Téc. Cristina Michellé Vásquez Hernández

Sra. Delmy Roxana Reyes Zepeda

Director Centro Regional Santa Ana

Ing. Manuel Antonio Chicas Villeda

621.319 24

C322d

Cartagena Lobos, Carlos Levi 1984 -

slv

Diseño de un sistema didáctico de control automático para corrección del factor de potencia y monitoreo de variables Eléctricas en instalaciones de baja tensión.

Aplicación en ITCA-FEPADE Centro Regional Santa Ana. / Carlos Levi, Cartagena Lobos y David Ernesto, Cortez Pérez. -- 1ª ed.- Santa Tecla, La Libertad, El Salv.: ITCA Editores, 2025.

58.: il.; 28 cm.

ISBN: 978-99983-69-59-7 (Impreso)

ISBN: 978-99983-69-60-3 (E-Book, pdf)

1. Sistema Didáctico – Instalaciones Eléctricas. 2. Ingeniería - Electricidad - Potencia. 3. Instalaciones Eléctricas– Baja Tensión I. Cortez Pérez, David Ernesto 1995 -, coaut. II. Título.

Autor

Ing. Carlos Levi Cartagena Lobos

Coautor

Ing. David Ernesto Cortez Pérez

Tiraje: 13 ejemplares

Año 2025

Este documento técnico es una publicación de la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE; tiene el propósito de difundir la Ciencia, la Tecnología y la Innovación CTI, entre la comunidad académica, el sector empresarial y la sociedad, como un aporte al desarrollo del país. Para referirse al contenido debe citar el nombre del autor y el título del documento. El contenido de este Informe es responsabilidad de los autores.



Atribución-No Comercial
Compartir Igual
4.0 Internacional

Esta obra está bajo una licencia Creative Commons. No se permite el uso comercial de la obra original ni de las posibles obras derivadas, cuya distribución debe hacerse mediante una licencia igual que la sujeta a la obra original.

Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE

Km 11.5 carretera a Santa Tecla, La Libertad, El Salvador, Centro América

Sitio Web: www.itca.edu.sv

TEL: (503)2132-7423

CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN.....	6
2.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	7
2.1.	DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	7
2.2.	ANTECEDENTES/ESTADO DE LA TÉCNICA	7
2.3.	JUSTIFICACIÓN	7
3.	OBJETIVOS.....	8
3.1.	OBJETIVO GENERAL.....	8
3.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	8
4.	HIPÓTESIS.....	9
5.	MARCO TEÓRICO	9
5.1.	MÉTODOS DE CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA EN BAJA TENSIÓN	9
5.2.	TIPOS DE CONDENSADORES Y BANCOS DE CAPACITORES.....	10
5.3.	BASE MATEMÁTICA.....	12
5.4.	NORMAS Y REGLAMENTOS APLICADOS A LA CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA	14
6.	METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN	14
6.1.	DISEÑO DEL SISTEMA.....	15
6.2.	DESARROLLO DEL MONITOR DE VARIABLES ELÉCTRICAS.....	17
6.3.	IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA	20
7.	RESULTADOS	22
7.1.	DATOS OBTENIDOS	22
7.2.	ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	29
8.	CONCLUSIONES.....	31
9.	RECOMENDACIONES.....	31
10.	GLOSARIO.....	32
11.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	33
12.	ANEXOS.....	34
12.1.	ANEXO 1. MUESTRA DE DATOS CAPTURADOS EN EL TABLERO ELÉCTRICO DEL CC2	34
12.2.	ANEXO 2. ALGORITMO EN LABVIEW PARA EL CÁLCULO DE FP, Q, P Y S	42
12.3.	ANEXO 3: ALGORITMO EN LABVIEW PARA COMUNICARSE CON UN PLC SIMATIC S7 1200 MEDIANTE MODBUS...43	
12.4.	ANEXO 4: PROGRAMA PARA INTEGRAR UN PLC S7 1200 CON LABVIEW MEDIANTE MODBUS	44
12.5.	ANEXO 5: ALGORITMO EN LABVIEW PARA LA CAPTURA DE DATOS.....	45
12.6.	ANEXO 6: ALGORITMO EN LABVIEW DE LA PANTALLA PRINCIPAL	46
12.7.	ANEXO 7: FICHA TÉCNICA DEL CONTROLADOR DE ENERGÍA REACTIVA BR6000.....	47
12.8.	ANEXO 8: AJUSTE DE FÁBRICA DEL BR6000	48
12.9.	ANEXO 9: PRUEBAS DE LECTURA DE VARIABLES ELÉCTRICAS EN EL LABORATORIO	49
12.10.	ANEXO 10: LECTURA DE MUESTRA DE DATOS EN EL TABLERO ELÉCTRICO DEL CC2	50
12.11.	ANEXO 11: COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA	51
12.12.	ANEXO 12: ESTRUCTURA DEL MANUAL DE USUARIO.....	52

1. INTRODUCCIÓN

El presente informe final del proyecto titulado "Diseño de un Sistema Didáctico de Control Automático para Corrección del Factor de Potencia y Monitoreo de Variables Eléctricas en Instalaciones de Baja Tensión" tuvo como objetivo principal diseñar e implementar un modelo de corrección del Factor de Potencia en baja tensión. Este proyecto se enmarca en las iniciativas de la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE Centro Regional Santa Ana, para fomentar la innovación y el desarrollo tecnológico en el ámbito de la eficiencia energética.

El Factor de Potencia es una medida crucial de la eficiencia en el uso de la energía eléctrica, y su corrección es esencial para reducir el consumo de energía reactiva, minimizar las pérdidas y mejorar la calidad del suministro eléctrico. Este proyecto aborda la problemática de la corrección del Factor de Potencia mediante el uso de tecnologías avanzadas como el Internet de las Cosas (IoT) y la computación en la nube, permitiendo el monitoreo y la gestión remota de las variables eléctricas.

Se inició con el diagnóstico de la instalación eléctrica y las cargas instaladas en el Centro Regional con el propósito de identificar las cargas que más efectos tienen en el Factor de Potencia y poder diseñar un sistema que este dentro del presupuesto aprobado para el proyecto. Con los insumos obtenidos de la etapa de diagnóstico, se diseñó el sistema tomando en cuenta elementos innovadores que no incluyen los equipos para corrección del Factor de Potencia que se ofrecen en el mercado.

El sistema desarrollado incluye un monitor de variables eléctricas basado en LabVIEW, que se comunica con un PLC S7 1200 mediante el protocolo MODBUS TCP/IP. Este enfoque innovador no solo optimiza el consumo de energía y la calidad del suministro eléctrico, sino que también proporciona una herramienta didáctica para la formación de estudiantes en el campo de la ingeniería eléctrica.

El proyecto tiene como beneficios esperados los siguientes: reducir el consumo de energía reactiva y mejorar la eficiencia energética del sistema, evitar las multas por parte de las empresas distribuidoras de energía eléctrica por tener un Factor de Potencia bajo, disminuir las pérdidas y las emisiones de CO₂ asociadas al consumo de energía eléctrica, aumentar la seguridad, confiabilidad y facilidad de operación y mantenimiento del sistema y contribuir a la protección del medio ambiente y al desarrollo sostenible.

La implementación del sistema de corrección del Factor de Potencia ha demostrado ser una inversión valiosa, para eliminar las penalizaciones y mejorando la eficiencia energética del sistema. Esto no solo se traduce en ahorros económicos directos, sino también en una operación más sostenible y confiable del sistema eléctrico.

El diseño resultante de este proyecto podrá ser replicado en empresas, en la Sede Central y otros Centros Regionales de ITCA FEPADE, beneficiando a la comunidad académica; ya que los estudiantes podrán realizar prácticas relacionadas con la calidad de la energía y corrección del Factor de Potencia.

Se sugiere continuar con la investigación y el desarrollo de nuevas técnicas y algoritmos para la corrección del Factor de Potencia y el monitoreo de variables eléctricas. La integración de inteligencia artificial y aprendizaje automático podría mejorar aún más la precisión y la eficiencia del sistema, abriendo nuevas oportunidades para la innovación en el campo de la ingeniería eléctrica.

A lo largo de este informe, se detallan los antecedentes, la metodología de investigación, los resultados obtenidos y las conclusiones del proyecto. Además, se presentan recomendaciones para futuras implementaciones y mejoras del sistema.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

El Factor de Potencia es una medida de la eficiencia en el uso de la energía eléctrica, que indica la relación entre la potencia activa, que realiza trabajo y la potencia aparente, que se consume. Un Factor de Potencia bajo implica un mayor consumo de energía reactiva, que no realiza trabajo útil, pero que genera pérdidas, calentamiento y distorsiones en el sistema eléctrico. Además, un Factor de Potencia bajo puede ocasionar multas por parte de las empresas distribuidoras de energía eléctrica, según lo establecido por SIGET.

Para corregir el Factor de Potencia se pueden utilizar diferentes métodos, como el uso de capacitores, reactores o filtros. Sin embargo, estos métodos pueden presentar inconvenientes, como la necesidad de ajustar manualmente los dispositivos según la variación de la carga, el riesgo de sobre corriente o resonancia, o el alto costo de instalación y mantenimiento.

Por lo tanto, se plantea el problema de diseñar e implementar en el Centro Regional de ITCA Santa Ana un sistema automático para la corrección del Factor de Potencia, que sea capaz de adaptarse a las condiciones cambiantes de la carga, que evite los problemas mencionados anteriormente, y que optimice el consumo y la calidad de la energía eléctrica.

2.2. ANTECEDENTES/ESTADO DE LA TÉCNICA

El Estado de la Técnica muestra que se han desarrollado y aplicado diferentes métodos, técnicas y dispositivos para diseñar e implementar un sistema automático para corrección del Factor de Potencia en un sistema de distribución eléctrica. Algunos ejemplos son:

- El uso de un controlador lógico programable PLC que recibe las mediciones de las variables eléctricas desde un medidor inteligente mediante el protocolo Modbus RS485, y que ejecuta un algoritmo que determina el número y la secuencia de los capacitores a conectar.
- El uso de una técnica de control con banda de histéresis adaptativa para un convertidor Boost, que cumple la función de corrección del Factor de Potencia y regula la tensión de salida. La técnica se basa en ajustar el ancho de la banda de histéresis según la variación del Factor de Potencia, lo que permite reducir el estrés en los componentes del convertidor y mejorar el rendimiento del sistema.
- El uso de un condensador como dispositivo para corregir el Factor de Potencia, y el cálculo del tamaño apropiado del mismo según la potencia activa y reactiva del sistema. El condensador se conecta en paralelo con la carga inductiva, lo que reduce la corriente total y aumenta el Factor de Potencia.

2.3. JUSTIFICACIÓN

Para corregir el Factor de Potencia se pueden utilizar diferentes métodos, como el uso de capacitores, reactores o filtros. Sin embargo, estos métodos pueden presentar inconvenientes, como la necesidad de ajustar manualmente los dispositivos según la variación de la carga, el riesgo de sobre corriente o resonancia, o el alto costo de instalación y mantenimiento.

Por lo tanto, se justifica la realización del proyecto de diseñar e implementar un sistema de control automático para corrección del Factor de Potencia en un sistema de distribución eléctrica, que sea capaz de adaptarse a

las condiciones cambiantes de la carga, que evite los problemas mencionados anteriormente, y que optimice el consumo y la calidad de la energía eléctrica.

Además, este proyecto representa una ampliación del proyecto “Diseño de sistema para el monitoreo del desbalance de tensión y corriente entre las fases A, B y C de los generadores eléctricos utilizando una red de sensores de voltaje y corriente con registro de datos en la nube” desarrollado en el 2023, lo que facilitará el diseño de un sistema robusto para la corrección automática del Factor de Potencia y monitoreo de variables eléctricas.

El proyecto tiene como beneficios esperados los siguientes:

- Reducir el consumo de energía reactiva y mejorar la eficiencia energética del sistema.
- Evitar las multas por parte de las empresas distribuidoras de energía eléctrica por tener un Factor de Potencia bajo.
- Disminuir las pérdidas y las emisiones de CO₂ asociadas al consumo de energía eléctrica.
- Aumentar la seguridad, confiabilidad y facilidad de operación y mantenimiento del sistema.
- Contribuir a la protección del medio ambiente y al desarrollo sostenible.
- El diseño resultante podrá ser replicado en empresas, en la Sede Central y otros Centros Regionales de ITCA FEPADE, beneficiando a la comunidad académica; ya que los estudiantes podrán realizar prácticas relacionadas con la calidad de la energía y corrección del Factor de Potencia.

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

Diseñar e implementar un modelo de corrección del Factor de Potencia en baja tensión, mediante el uso de tecnologías de comunicación e información, como Internet de las Cosas IoT y computación en la nube, para el monitoreo de variables eléctricas y la gestión remota de los sistemas instalados en el Centro Regional de ITCA FEPADE Sanata Ana.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Diseñar y desarrollar un monitor de variables eléctricas con LabVIEW, que permita establecer la comunicación con un PLC S7 1200 mediante MODBUS TCP IP.
2. Evaluar el impacto económico que supone la implementación del sistema de corrección del Factor de Potencia en baja tensión, considerando los ahorros en el consumo de energía, la reducción de las pérdidas y la mejora de la vida útil de los equipos eléctricos.
3. Diseñar un manual de usuario para el módulo didáctico, explicando su funcionamiento, sus ventajas, sus limitaciones y sus recomendaciones de uso.

4. HIPÓTESIS

La implementación de un modelo de corrección del Factor de Potencia en baja tensión mediante el uso de tecnologías de comunicación e información, como Internet de las Cosas IoT y computación en la nube, aumentará la eficiencia energética y reducirá los costos operativos del Centro Regional de ITCA FEPADE Sanata Ana.

5. MARCO TEÓRICO

5.1. MÉTODOS DE CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA EN BAJA TENSIÓN

La corrección del Factor de Potencia es una práctica que consiste en conectar condensadores, bobinas o motores síncronos en paralelo con las cargas inductivas o capacitivas, para compensar la potencia reactiva y mejorar el Factor de Potencia del sistema eléctrico [1][2]. Esto tiene varios beneficios, como:

- Reducir las pérdidas de energía en las líneas de transmisión y distribución.
- Aumentar la capacidad de transporte de corriente de los conductores y transformadores.
- Evitar multas por parte de las compañías eléctricas por bajo Factor de Potencia.
- Mejorar la calidad y estabilidad de la tensión y la frecuencia del suministro eléctrico [1][2][3]

Los principios y métodos de la corrección del Factor de Potencia en baja tensión dependen de las características de las cargas y de la distorsión armónica presente en el sistema. Algunos de los métodos más comunes son:

Condensadores paralelos: se conectan en paralelo con las cargas inductivas para compensar la potencia reactiva y aumentar el Factor de Potencia. Son adecuados para sistemas con bajo nivel de distorsión armónica y cargas fijas o variables lentas [1][2]

Bobinas: se conectan en paralelo con las cargas capacitivas para compensar la potencia reactiva y disminuir el Factor de Potencia. Son adecuados para sistemas con alto nivel de distorsión armónica y cargas fijas o variables rápidas [1][2]

Motores síncronos: se conectan en paralelo con las cargas inductivas o capacitivas para ajustar la potencia reactiva y regular el Factor de Potencia. Son adecuados para sistemas con bajo o medio nivel de distorsión armónica y cargas constantes o variables lentas [1][2]

SVC (Static Var Compensator): es un dispositivo electrónico que utiliza tiristores para controlar la conexión y desconexión de condensadores o bobinas en paralelo con las cargas. Es adecuado para sistemas con alto nivel de distorsión armónica y cargas variables rápidas [1][2]

Tipos de cargas que existen en las instalaciones eléctricas de baja tensión

Las cargas eléctricas son los dispositivos o equipos que consumen energía eléctrica en un circuito. Según su comportamiento frente al voltaje y la corriente, se pueden clasificar en diferentes tipos [5][6]:

Cargas lineales: son aquellas que mantienen una relación lineal y proporcional entre el voltaje y la corriente, es decir, la corriente sigue la misma forma de onda que el voltaje. Ejemplos de cargas lineales son las

resistencias, los inductores y los condensadores puros. Estas cargas solo consumen potencia activa y no generan distorsión armónica en el sistema [5][6].

Cargas no lineales: son aquellas que no mantienen una relación lineal y proporcional entre el voltaje y la corriente, es decir, la corriente no sigue la misma forma de onda que el voltaje. Ejemplos de cargas no lineales son los dispositivos electrónicos que utilizan rectificadores, convertidores, variadores de frecuencia, fuentes de alimentación conmutadas, etc. Estas cargas consumen potencia activa, reactiva y distorsionada, y generan distorsión armónica en el sistema, lo que afecta a la calidad y eficiencia del suministro eléctrico [5][6][7].

Dentro de las cargas no lineales, se pueden distinguir dos subtipos según el tipo de distorsión armónica que producen [5][6]:

Cargas no lineales de tipo I: son aquellas que generan armónicos de orden bajo (3, 5, 7, 9, etc.) y de amplitud elevada. Estos armónicos provocan un aumento de la potencia reactiva y una disminución del Factor de Potencia del sistema. Ejemplos de este tipo de cargas son los rectificadores de 6 pulsos, los variadores de frecuencia, los hornos de arco, etc.

Cargas no lineales de tipo II: son aquellas que generan armónicos de orden alto (11, 13, 15, etc.) y de amplitud baja. Estos armónicos provocan una distorsión de la forma de onda del voltaje y la corriente, pero no afectan significativamente a la potencia reactiva ni al Factor de Potencia del sistema. Ejemplos de este tipo de cargas son las fuentes de alimentación conmutadas, los ordenadores, los televisores, etc.

Las cargas inductivas son un tipo de cargas lineales que se caracterizan por tener una impedancia formada por una resistencia y una inductancia en serie o en paralelo. Estas cargas generan un desfase entre el voltaje y la corriente, de modo que la corriente se retrasa respecto al voltaje. Ejemplos de cargas inductivas son los motores, los transformadores, las bobinas, etc. Estas cargas consumen potencia activa y reactiva, y requieren de una corrección del Factor de Potencia para reducir las pérdidas y mejorar la eficiencia del sistema [5][6][8].

5.2. TIPOS DE CONDENSADORES Y BANCOS DE CAPACITORES

Los condensadores son dispositivos que almacenan energía eléctrica en forma de campo eléctrico. Se utilizan para compensar la potencia reactiva generada por las cargas inductivas, como los motores, los transformadores y las bobinas, que provocan un desfase entre el voltaje y la corriente y reducen el Factor de Potencia del sistema eléctrico [5][6]. Al conectar condensadores en paralelo con las cargas inductivas, se crea un circuito resonante que anula la potencia reactiva y mejora el Factor de Potencia [5][6].

Los bancos de capacitores son conjuntos de condensadores conectados entre sí de forma serie, paralelo o mixta, para obtener una capacidad total deseada. Se pueden clasificar según su forma de conexión, su tipo de control y su ubicación [5][6].

Según su forma de conexión, los bancos de capacitores se pueden dividir en:

Bancos de capacitores fijos: son aquellos que tienen una capacidad constante e independiente de las variaciones de la carga y el Factor de Potencia. Se utilizan para compensar cargas fijas o con variaciones lentas, como los motores que funcionan de forma continua. Se pueden conectar en estrella o en triángulo, según la tensión que deban soportar los condensadores [5][6].

Bancos de capacitores variables: son aquellos que tienen una capacidad variable y dependiente de las variaciones de la carga y el Factor de Potencia. Se utilizan para compensar cargas variables o con variaciones

rápidas, como los motores que arrancan y paran frecuentemente. Se pueden conectar de forma automática o manual, mediante contactores o tiristores, que regulan la conexión y desconexión de los condensadores según la demanda de potencia reactiva [5][6].

Según su tipo de control, los bancos de capacitores se pueden dividir en:

Bancos de capacitores controlados por tensión: son aquellos que se conectan o desconectan según el nivel de tensión del sistema eléctrico. Se utilizan para mejorar la calidad y estabilidad de la tensión, especialmente en sistemas con fluctuaciones de carga o con generación distribuida. Se pueden controlar mediante relés de tensión o reguladores de tensión [5][6] [8].

Bancos de capacitores controlados por corriente: son aquellos que se conectan o desconectan según el nivel de corriente del sistema eléctrico. Se utilizan para mejorar la eficiencia y reducir las pérdidas de energía, especialmente en sistemas con distorsión armónica o con transitorios de carga. Se pueden controlar mediante relés de corriente o medidores de potencia [5][6] [8].

Según su ubicación, los bancos de capacitores se pueden dividir en:

Bancos de capacitores individuales: son aquellos que se conectan directamente a cada carga inductiva que requiere compensación. Se utilizan para mejorar el Factor de Potencia y reducir las pérdidas de energía en el punto de consumo, especialmente en sistemas con cargas dispersas o con distancias largas entre la fuente y la carga. Se pueden conectar en estrella o en triángulo, según la tensión que deban soportar los condensadores [5][6] [9].

Bancos de capacitores colectivos: son aquellos que se conectan a un grupo de cargas inductivas que requieren compensación. Se utilizan para mejorar el Factor de Potencia y reducir las pérdidas de energía en el punto de suministro, especialmente en sistemas con cargas concentradas o con distancias cortas entre la fuente y la carga. Se pueden conectar en estrella o en triángulo, según la tensión que deban soportar los condensadores [5][6] [9].

Bancos de capacitores centrales: son aquellos que se conectan a la salida del transformador o del generador que alimenta el sistema eléctrico. Se utilizan para mejorar el Factor de Potencia y reducir las pérdidas de energía en el punto de generación, especialmente en sistemas con cargas variables o con distorsión armónica. Se pueden conectar en estrella o en triángulo, según la tensión que deban soportar los condensadores [5][6] [9].

5.3. BASE MATEMÁTICA

Carga balanceada conectada en Y

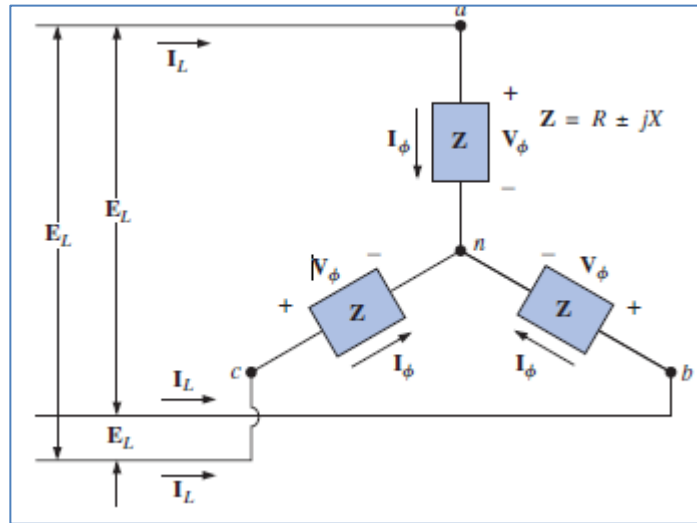


Figura 1: Carga balanceada en Y [10].

Potencia promedio La potencia promedio entregada a cada fase puede ser determinada mediante cualesquiera de las ecuaciones (1), (2) y (3).

$$P_{\phi} = V_{\phi} I_{\phi} \cos \theta_{I_{\phi}}^V = I_{\phi}^2 R_{\phi} = \frac{V_R^2}{R_{\phi}} \quad (\text{watts, W}) \quad (1)$$

$$P_T = 3P_{\phi} \quad (\text{W}) \quad (2)$$

$$P_T = \sqrt{3} E_L I_L \cos \theta_{I_{\phi}}^V = 3 I_L^2 R_{\phi} \quad (\text{W}) \quad (3)$$

Potencia reactiva La potencia reactiva de cada fase (en volt-ampere reactivos) es:

$$Q_{\phi} = V_{\phi} I_{\phi} \sin \theta_{I_{\phi}}^V = I_{\phi}^2 X_{\phi} = \frac{V_X^2}{X_{\phi}} \quad (\text{VAR}) \quad (4)$$

$$Q_T = 3Q_{\phi} \quad (\text{VAR}) \quad (5)$$

$$Q_T = \sqrt{3} E_L I_L \sin \theta_{I_{\phi}}^V = 3 I_L^2 X_{\phi} \quad (\text{VAR}) \quad (6)$$

Potencia aparente La potencia aparente de cada fase es:

$$S_{\phi} = V_{\phi} I_{\phi} \quad (\text{VA}) \quad (7)$$

$$S_T = 3S_\phi \quad (\text{VA}) \quad (8)$$

$$S_T = \sqrt{3}E_L I_L \quad (\text{VA}) \quad (9)$$

Factor de Potencia El Factor de Potencia del sistema está dado por:

$$F_p = \frac{P_T}{S_T} = \cos \theta_{I_\phi}^{V_\phi} \quad (\text{adelantado o atrasado}) \quad (10)$$

Carga balanceada conectada en DELTA

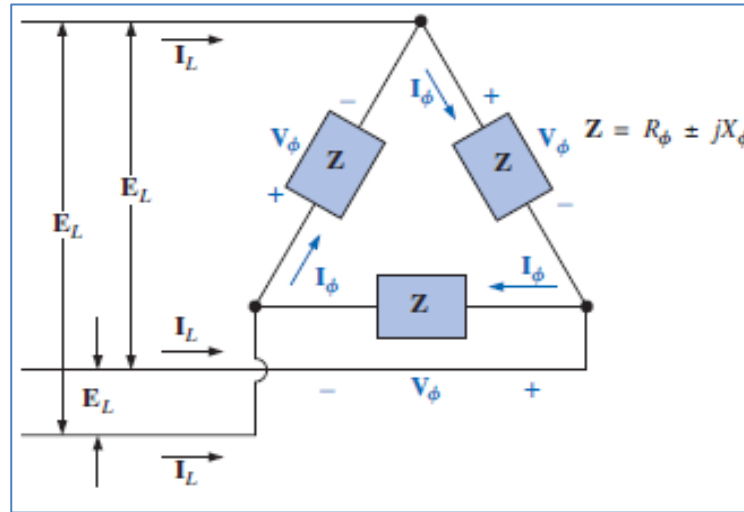


Figura 2: Carga balanceada en DELTA [10].

Potencia promedio

$$P_\phi = V_\phi I_\phi \cos \theta_{I_\phi}^{V_\phi} = I_\phi^2 R_\phi = \frac{V_R^2}{R_\phi} \quad (\text{W}) \quad (11)$$

Potencia reactiva

$$Q_\phi = V_\phi I_\phi \sin \theta_{I_\phi}^{V_\phi} = I_\phi^2 X_\phi = \frac{V_X^2}{X_\phi} \quad (\text{VAR}) \quad (12)$$

$$S_\phi = V_\phi I_\phi \quad (\text{VA}) \quad (13)$$

Potencia aparente

$$S_\phi = V_\phi I_\phi \quad (\text{VA}) \quad (14)$$

$$S_T = 3S_\phi = \sqrt{3}E_L I_L \quad (\text{VA}) \quad (15)$$

Factor de Potencia

$$F_p = \frac{P_T}{S_T}$$

(16)

5.4. NORMAS Y REGLAMENTOS APLICADOS A LA CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA

Las normas para corregir el Factor de Potencia varían según el país, la región, la compañía eléctrica y el tipo de cliente. Sin embargo, algunas normas generales son las siguientes:

Normas generales

- El Factor de Potencia mínimo aceptable suele ser de 0.9 o 0.95, medido en un periodo mensual o anual[10].
- Los clientes que no cumplan con el Factor de Potencia mínimo pueden estar sujetos a multas o cargos adicionales por parte de la compañía eléctrica[11].
- Los clientes que mejoren su Factor de Potencia por encima del mínimo pueden recibir incentivos o bonificaciones por parte de la compañía eléctrica[11].
- Los clientes pueden corregir su Factor de Potencia instalando dispositivos capacitivos, inductivos o síncronos, que compensen la potencia reactiva generada o consumida por sus cargas[11][12].

Normas aplicadas en El Salvador

Los reglamentos que se aplican a la corrección del Factor de Potencia en El Salvador según la SIGET son los siguientes:

El Código de Red, que establece que los centros de carga conectados a la red eléctrica nacional deben mantener un Factor de Potencia entre 0.95 en atraso y 1.0, con medición cinco-minutal, y que estos centros deben cumplir con este requerimiento al menos el 95% del tiempo durante un periodo mensual [13].

Las Normas de Calidad del Servicio de los Sistemas de Distribución, que establecen los criterios y procedimientos para el control de la calidad del servicio comercial, técnico y del producto técnico, así como las compensaciones por daños económicos o a equipos, artefactos o instalaciones. [14]

6. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

El proyecto se ejecutó utilizando el diseño experimental llevando a cabo diferentes actividades las cuales se detallan a continuación:

- a) Diagnóstico de la instalación eléctrica y las cargas instaladas en el Centro Regional de ITCA FEPAD E Santa Ana, con el propósito de identificar las cargas que más efectos tienen en el Factor de Potencia y poder diseñar un sistema que este dentro del presupuesto aprobado para el proyecto.
- b) Diseño del sistema de corrección automática del Factor de Potencia. Con los insumos obtenidos de la etapa de diagnóstico, se diseñó el sistema tomando en cuenta elementos innovadores que no incluyen los equipos para corrección del Factor de Potencia que se ofrecen en el mercado.

c) Implementación del sistema. Esta etapa comprende las siguientes fases:

- Acondicionamiento de instalación eléctrica para el montaje de equipos
- Acondicionamiento de red de comunicaciones.
- Armado de tablero de control
- Realizar pruebas piloto del sistema de corrección del Factor de Potencia en baja tensión en una parte del Centro Regional de ITCA FEPADE Sanata Ana, para verificar su correcto funcionamiento y su adecuación a las condiciones reales.

6.1. DISEÑO DEL SISTEMA

El diseño del sistema de corrección automática del Factor de Potencia se basó en el controlador de energía reactiva BR 6000 de la marca EPCOS (fig. 3). Este es un aparato de control moderno e innovador, con una amplia variedad de funciones. Presenta una interfaz de usuario a través de menús con texto para máxima facilidad de operación. Los símbolos indicativos y las leyendas alfanuméricas en el idioma del país de uso (ocho idiomas disponibles) combinan la facilidad de manejo con una conveniente presentación de los resultados.

El controlador muestra variados parámetros de la red, almacena sus diferentes valores y cuenta con una opción de rutina de prueba que facilita el análisis de errores y el monitoreo del sistema. Está diseñado para una tensión de medición de 30 a 525V (L-N) o (L-L) y una tensión de alimentación de 220VAC. Además, dispone de una inicialización automática que reduce al mínimo la puesta en marcha.

El montaje del sistema se basó en el diagrama eléctrico que se muestra en la (fig. 4).

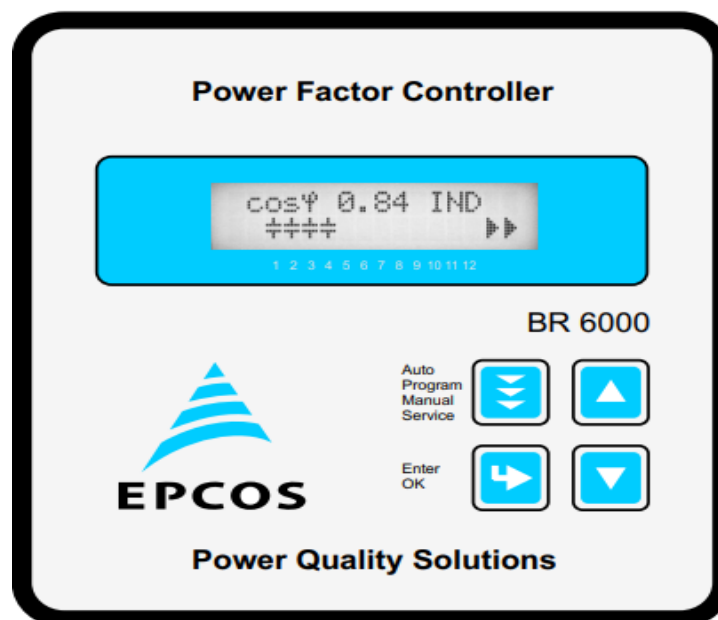


Figura 3: Vista frontal de BR 6000.

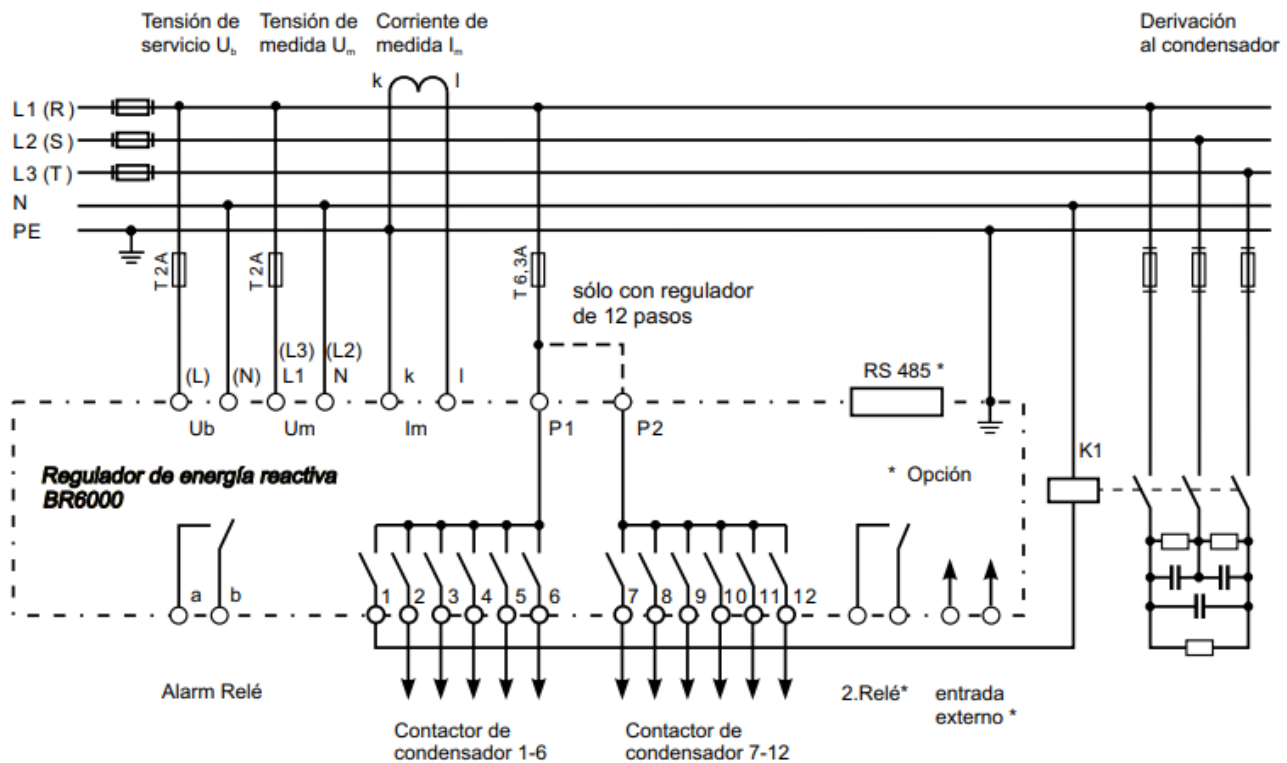


Figura 4: Esquema de conexión BR 6000.

Como un elemento diferenciador y para poder digitalizar los datos, se integró un monitor de variables eléctricas basado en software. Para ello, se emplearon dos dispositivos de adquisición de datos (DAQ) NI USB-6009 y se diseñó un tablero de instrumentos virtual utilizando LabVIEW 2022. La arquitectura del monitor se basó en el modelo mostrado en la figura 5.

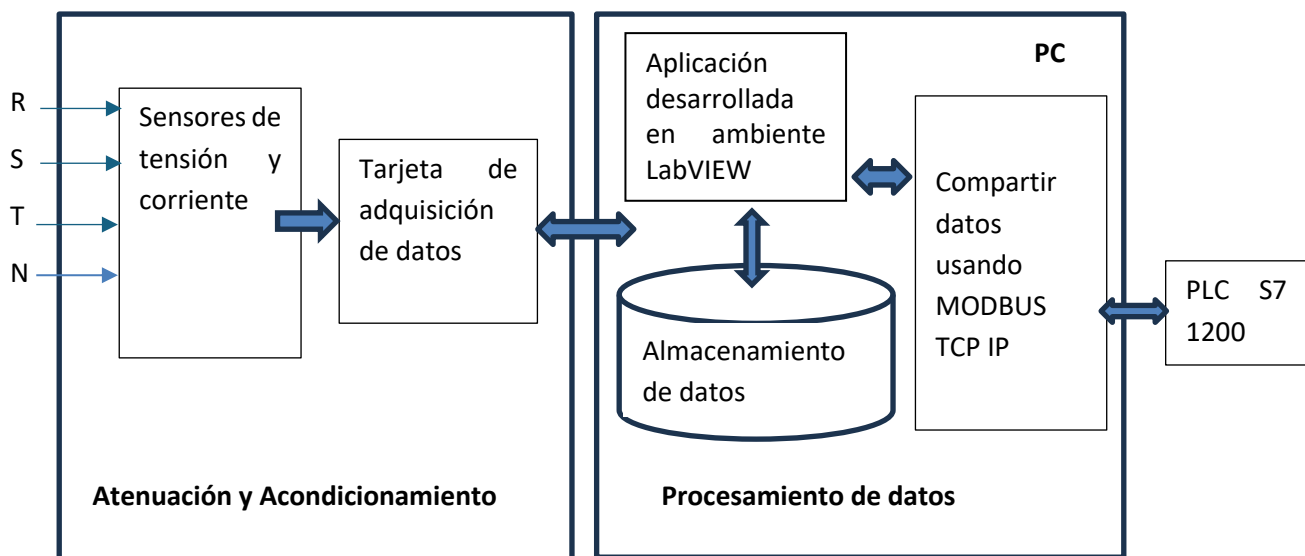


Figura 5: Arquitectura del sistema de monitoreo.

El uso de estos dispositivos DAQ permite una captura precisa y eficiente de las variables eléctricas, facilitando su análisis y monitoreo en tiempo real. El tablero de instrumentos virtual proporciona una interfaz intuitiva y visualmente atractiva, que permite a los usuarios interactuar con los datos de manera sencilla y efectiva. Esta solución no solo mejora la precisión y la eficiencia del monitoreo, sino que también ofrece una herramienta poderosa para la toma de decisiones informadas.

6.2. DESARROLLO DEL MONITOR DE VARIABLES ELÉCTRICAS

El monitor de variables eléctricas desarrollado con LabVIEW se divide en tres ventanas principales. La primera ventana, ilustrada en la figura 6, corresponde al monitor de corriente, voltaje y desbalance. Esta ventana permite visualizar las señales eléctricas trifásicas en un gráfico rectangular, proporcionando una representación clara y detallada de las mismas.

Además, se indican los valores de voltaje y corriente para las fases A, B y C, lo que facilita el seguimiento y análisis de cada fase individualmente. Un aspecto crucial de esta ventana es la capacidad de visualizar el desbalance de voltaje y corriente de la instalación trifásica que se está monitoreando, lo cual es esencial para identificar y corregir posibles problemas de desequilibrio en el sistema.

La segunda ventana, mostrada en la figura 7, se centra en el monitor de fasores y potencia eléctrica. Esta ventana permite visualizar los fasores de voltaje y corriente correspondientes a las fases A, B y C del sistema trifásico que se está midiendo. La representación de los fasores es fundamental para entender la relación de fase entre las diferentes señales eléctricas.

Además, en esta ventana se puede apreciar la potencia activa, aparente y reactiva, así como el Factor de Potencia presente durante la medición. Estos parámetros son vitales para evaluar la eficiencia energética del sistema y para realizar ajustes que optimicen el consumo de energía.

Otra ventana importante que conforma el sistema es la ventana de captura de datos, ilustrada en la figura 8. Cuando esta ventana está activa, permite almacenar en un archivo permanente todas las variables eléctricas que se están monitoreando.

Esta funcionalidad es crucial para crear registros de datos que posteriormente se pueden analizar, facilitando la identificación de patrones y tendencias a lo largo del tiempo. La capacidad de capturar y almacenar datos de manera continua es esencial para el mantenimiento predictivo y para la toma de decisiones informadas sobre el funcionamiento del sistema eléctrico.

Todo el sistema se agrupa en una pantalla principal, como se muestra en la figura 9. Desde esta pantalla principal, se puede acceder a todas las ventanas que conforman el monitor de variables eléctricas. La integración de todas las funcionalidades en una única interfaz centralizada mejora la usabilidad del sistema, permitiendo a los usuarios navegar fácilmente entre las diferentes ventanas y acceder rápidamente a la información que necesitan.

Esta organización intuitiva y eficiente del monitor de variables eléctricas desarrollado con LabVIEW asegura que los usuarios puedan realizar un seguimiento detallado y preciso de las condiciones eléctricas del sistema trifásico.

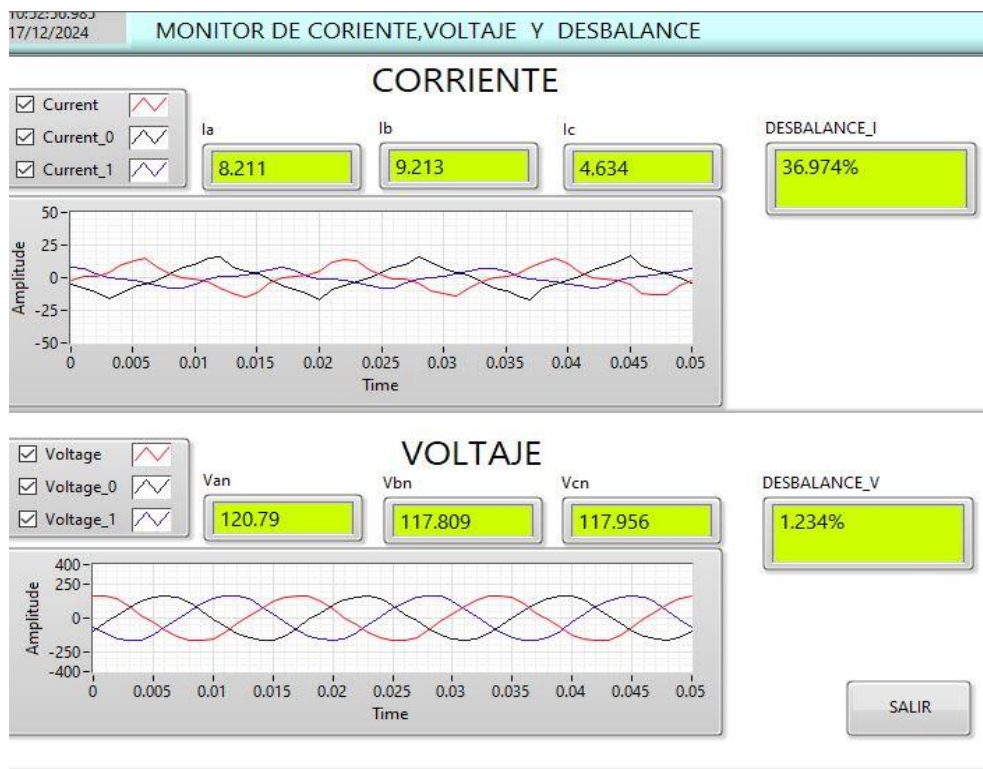


Figura 6: Monitor de corriente voltaje y desbalance.

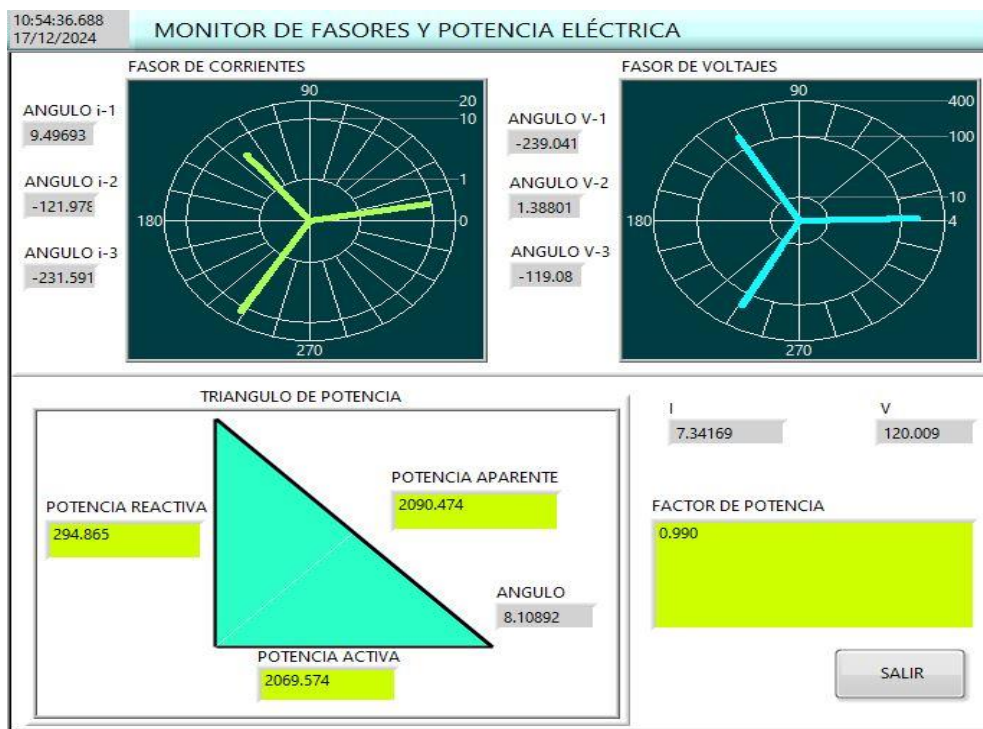


Figura 7: Monitor de fasores y potencia eléctrica.



Figura 8: Variables capturadas y almacenadas en archivo local.



Figura 9: Ventana principal del monitor de variables eléctricas.

6.3.IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA

Para la implementación del sistema, se construyó un panel de control automático que alberga todos los componentes necesarios para su correcto funcionamiento. Este panel incluye una variedad de elementos esenciales, tales como dispositivos de protección, sistemas de control, equipos de medición y visualización, y mecanismos para la descarga de capacitores. Además, se integraron las tarjetas DAQ NI 6009, que son fundamentales para la adquisición de datos, y el controlador de corrección del Factor de Potencia BR 6000, que optimiza la eficiencia energética del sistema. El diseño del panel de control fue cuidadosamente planificado para asegurar una disposición lógica y accesible de todos los componentes, facilitando tanto su operación como su mantenimiento.

Tabla 2: Matriz Metodológica

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	ACTIVIDADES	RESULTADOS ESPERADOS	RESPONSABLE
1.Diseñar y desarrollar un monitor de variables eléctricas con LabVIEW, que permita establecer la comunicación con un PLC S7 1200 mediante MODBUS TCP IP.	A1. Diseño conceptual: definir los requisitos técnicos y funcionales del sistema. A2. Diseñar el algoritmo para la gestión y visualización de datos. A3. Programar el PLC S7 1200 con el algoritmo diseñado para la comunicación mediante MODBUS TCP IP y visualización de datos en pantalla HMI. A4. Instalar los componentes del sistema en un panel de control	R1. Se contará con un sistema informático, integrado con un PLC S7 1200, con el que se podrá monitorear diferentes variables eléctricas. R2. Se tendrá un modelo de corrección del Factor de Potencia en baja tensión, mediante el uso de tecnologías de comunicación e información, como Internet de las Cosas IoT computación en la nube, para el monitoreo de variables eléctricas y la gestión remota de los sistemas instalados.	Ing. Carlos Cartagena Ing. David Cortez

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	ACTIVIDADES	RESULTADOS ESPERADOS	RESPONSABLE
2. Evaluar el impacto económico que supone la implementación del sistema de corrección del Factor de Potencia en baja tensión, considerando los ahorros en el consumo de energía, la reducción de las pérdidas y la mejora de la vida útil de los equipos eléctricos	A1. Instalar el módulo didáctico en una parte adecuada del Centro Regional. A2. Calibrar las variables eléctricas que se van a medir A3. Realizar pruebas piloto de funcionalidad A4. Recopilar datos sobre el consumo energético y comportamiento del Factor de Potencia A5. Analizar los datos obtenidos con herramientas estadísticas e informáticas apropiadas.	R1. Se contará con un sistema de corrección del Factor de Potencia en baja tensión que sea capaz de adaptarse a las condiciones cambiantes de la carga y la red, mediante el uso de técnicas de control y optimización de los condensadores R2. Una evaluación del impacto económico que supone la implementación del sistema.	Ing. Carlos Cartagena Ing. David Cortez
3. Diseñar un manual de usuario para el módulo didáctico, explicando su funcionamiento, sus ventajas, sus limitaciones y sus recomendaciones de uso.	A1. Elaborar un documento técnico orientado hacia el usuario y reporte final	R1. Se contará con un manual de usuario y una guía didáctica con ejemplos de uso del sistema de corrección de Factor de Potencia.	Ing. Carlos Cartagena Ing. David Cortez

7. RESULTADOS

7.1.DATOS OBTENIDOS

Con el objetivo de validar el sistema desarrollado, se realizó un muestreo exhaustivo del tablero eléctrico instalado en el Centro de Cómputo Dos CC2. Para ello, se tomaron un total de 1483 muestras, con una tasa de muestreo de 60 muestras por minuto. El resultado del proceso de muestreo se presenta de manera detallada en las figuras 10, 11, 12, 13, 14 ,15, 16, 17 Y 18.

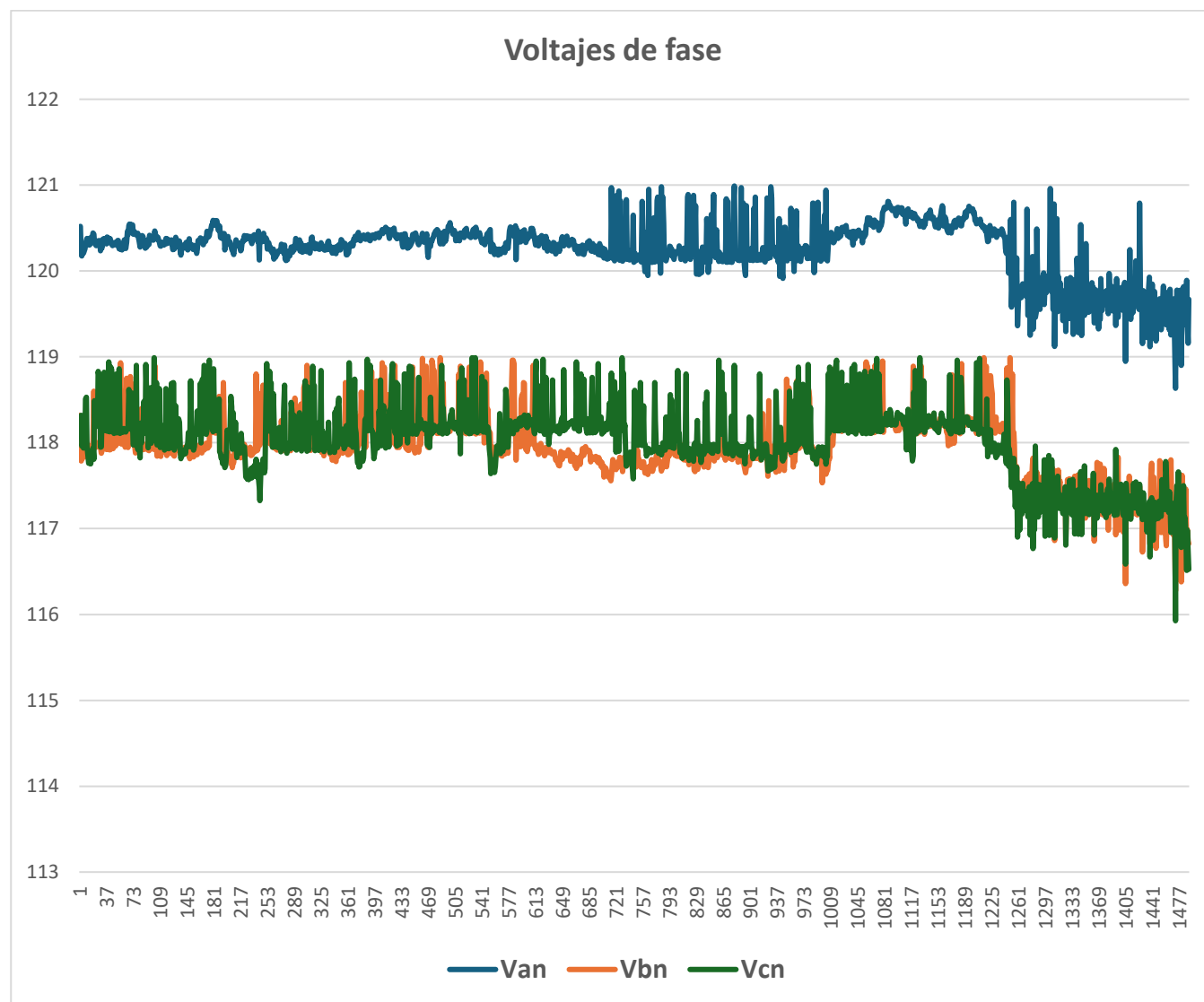


Figura 10: Voltaje medido en las fases A, B y C.

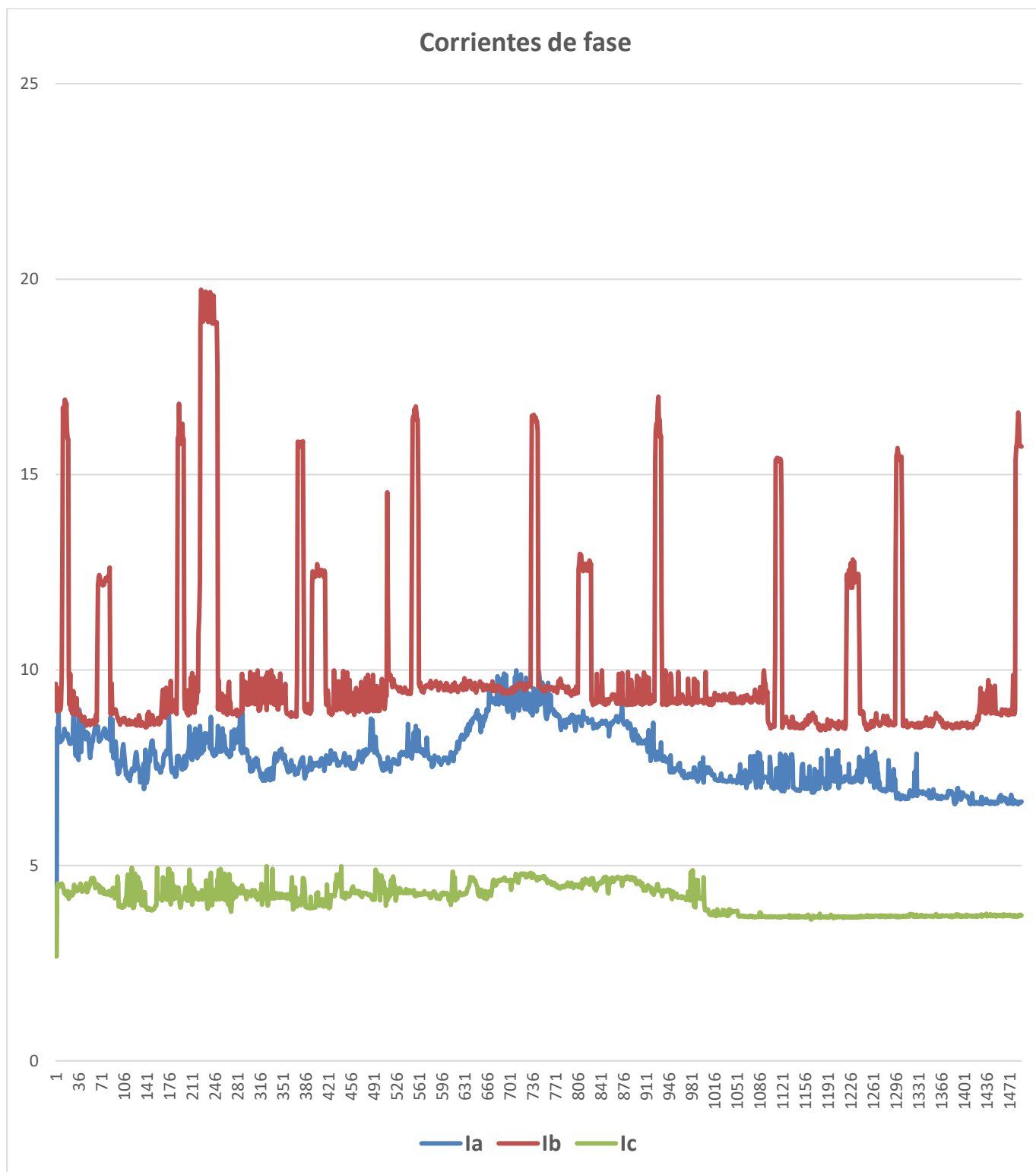


Figura 11: Corriente medida en las fases A, B y C.

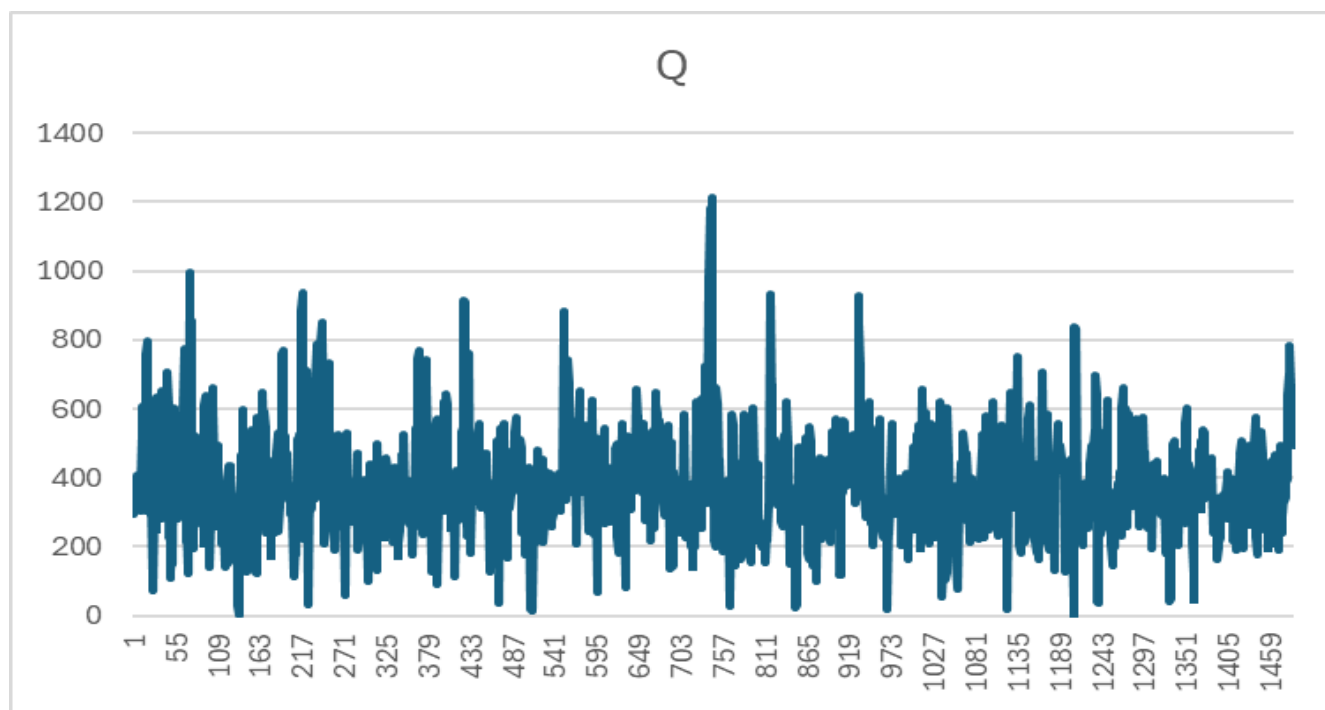


Figura 12: Potencia reactiva de las cargas instaladas en el CC2.

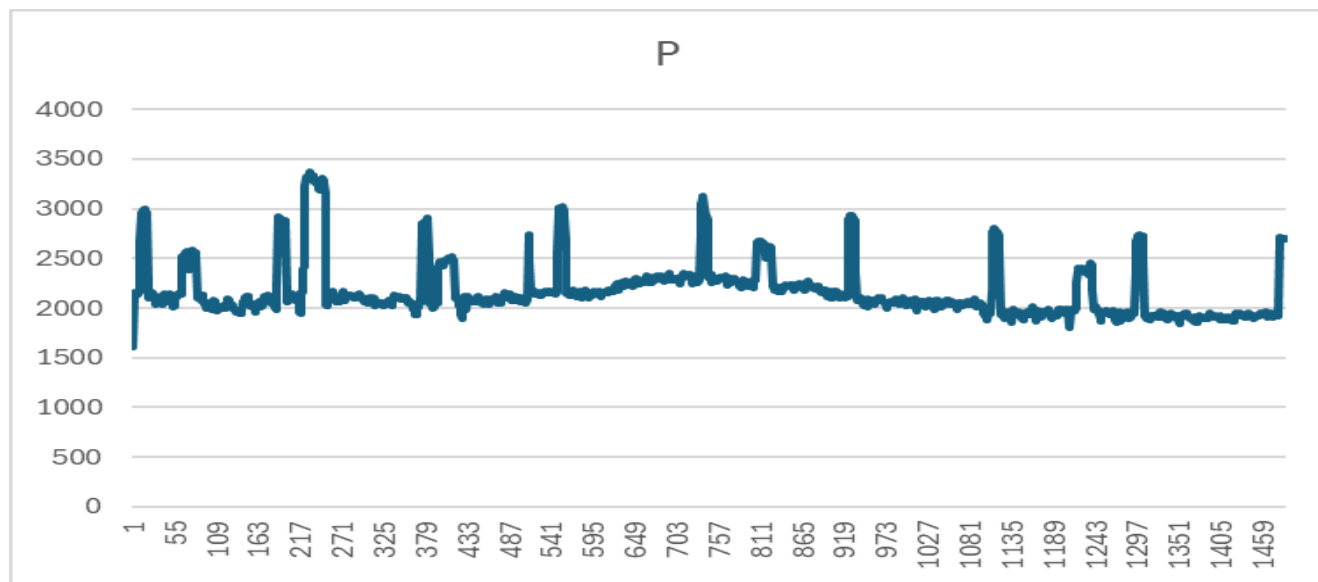


Figura 13: Potencia activa de las cargas instaladas en el CC2.

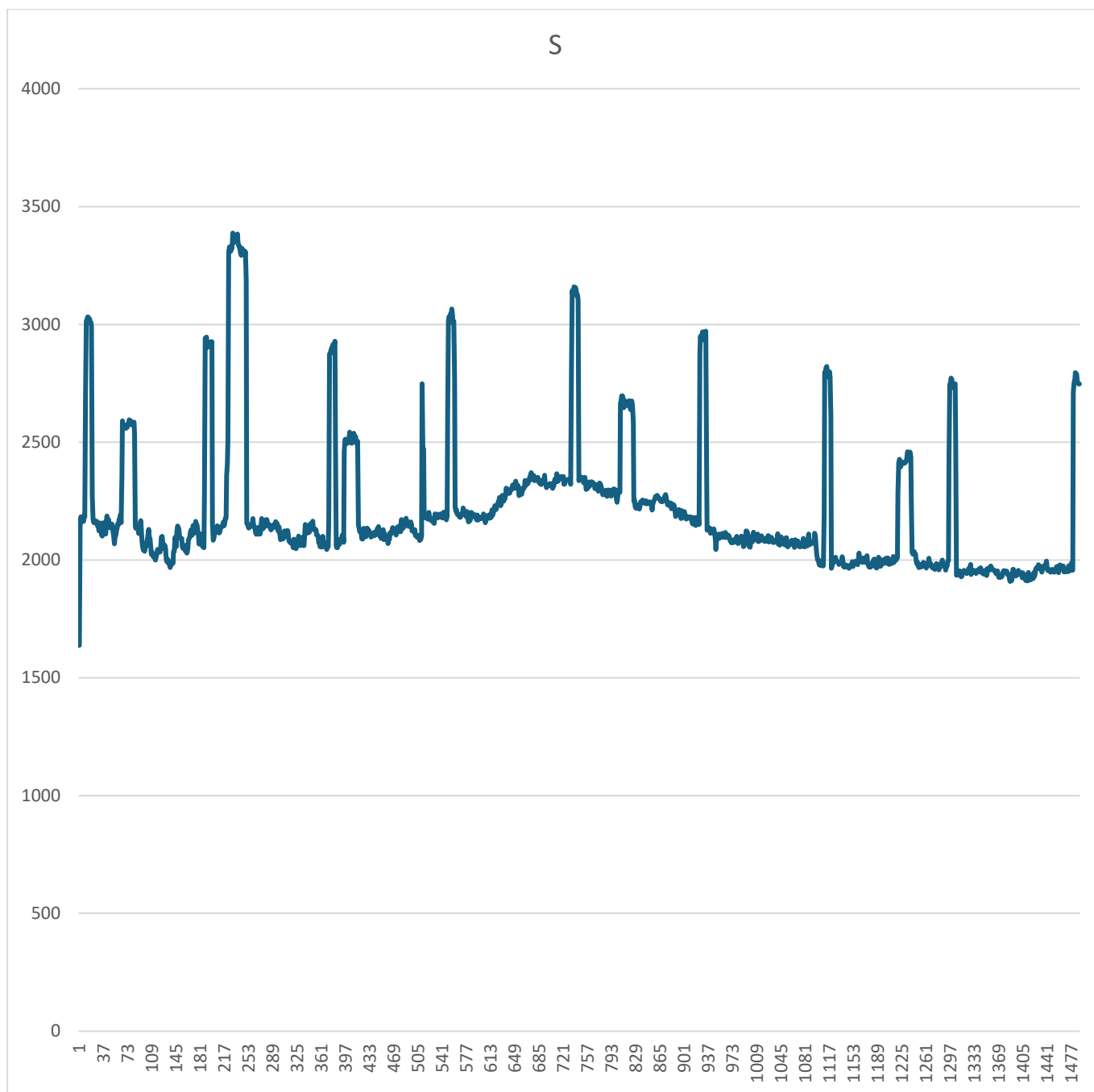


Figura 14: Potencia aparente de las cargas instaladas en el CC2.

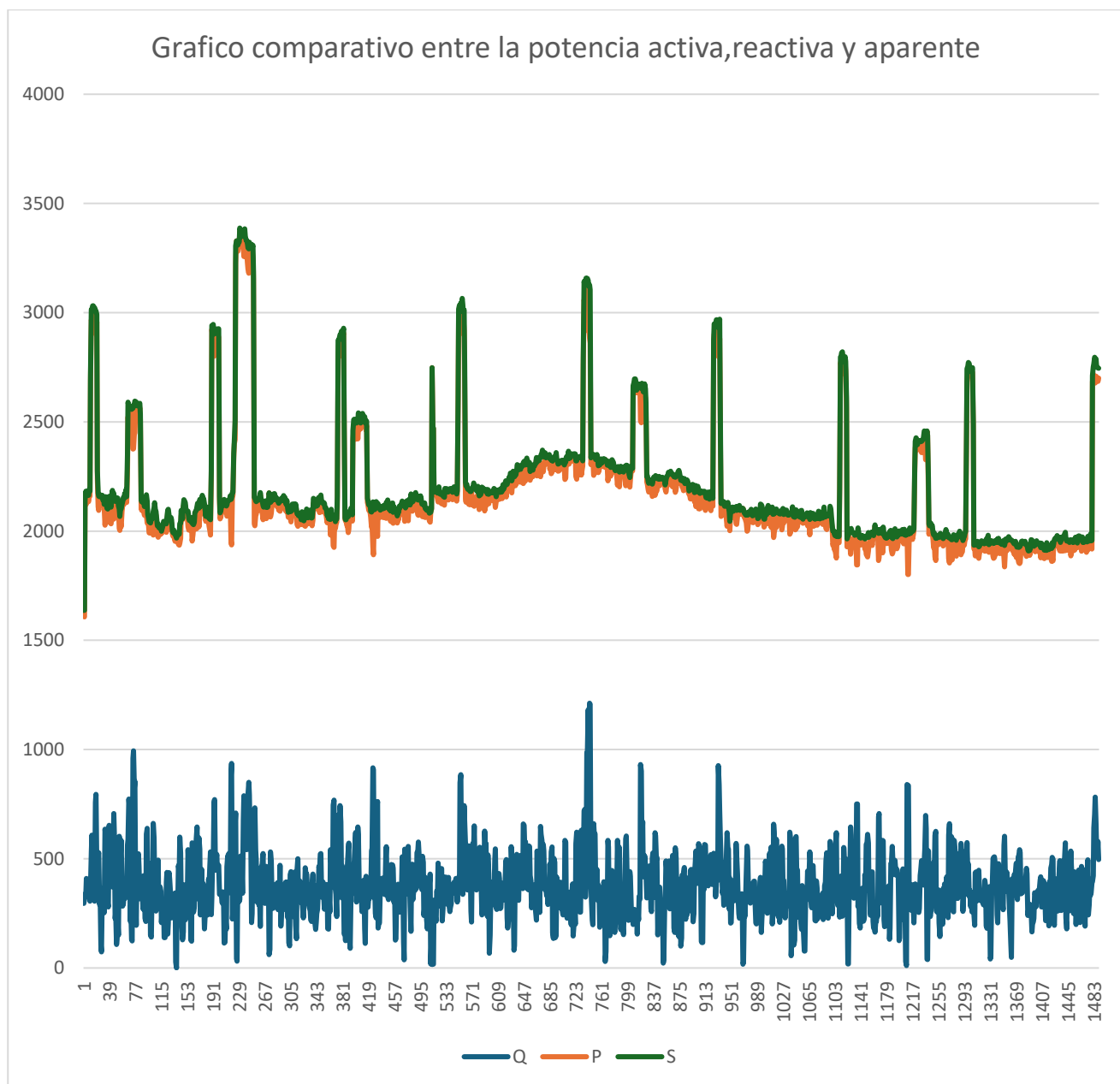


Figura 15: Gráfico comparativo de la potencia activa, reactiva y aparente de las cargas instaladas en el CC2.

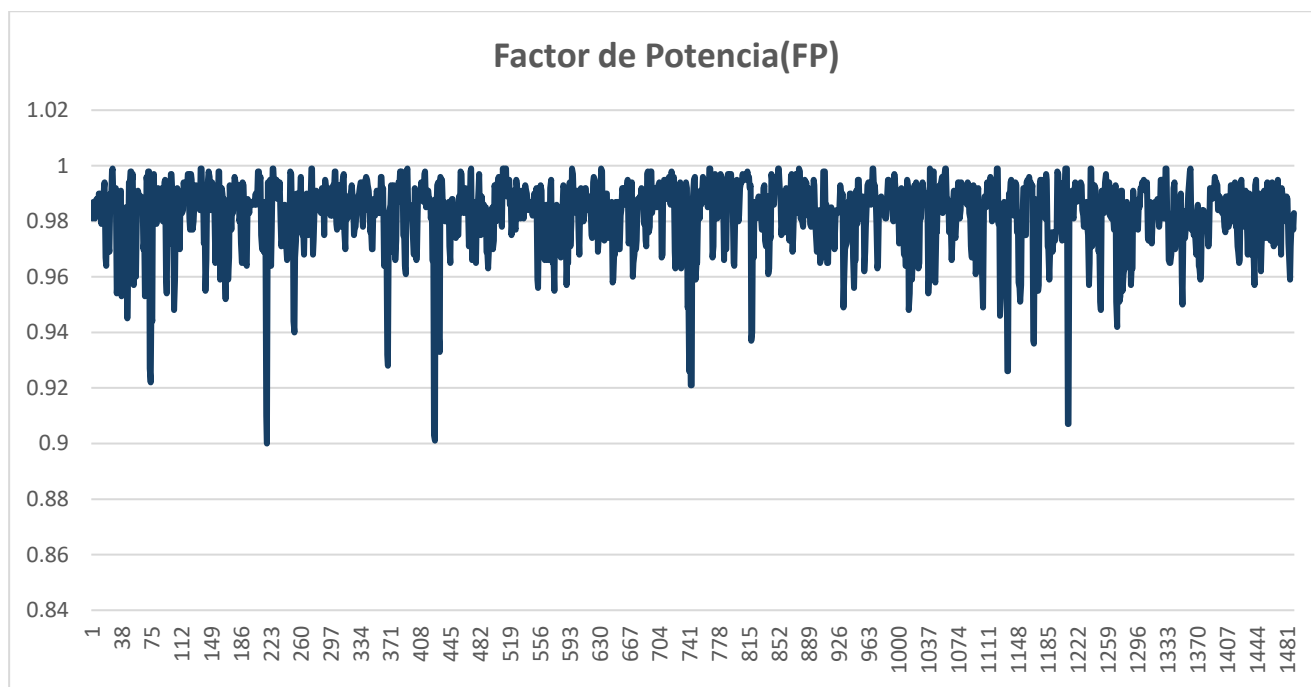


Figura 16: Factor de Potencia medido en el tablero eléctrico del CC2.

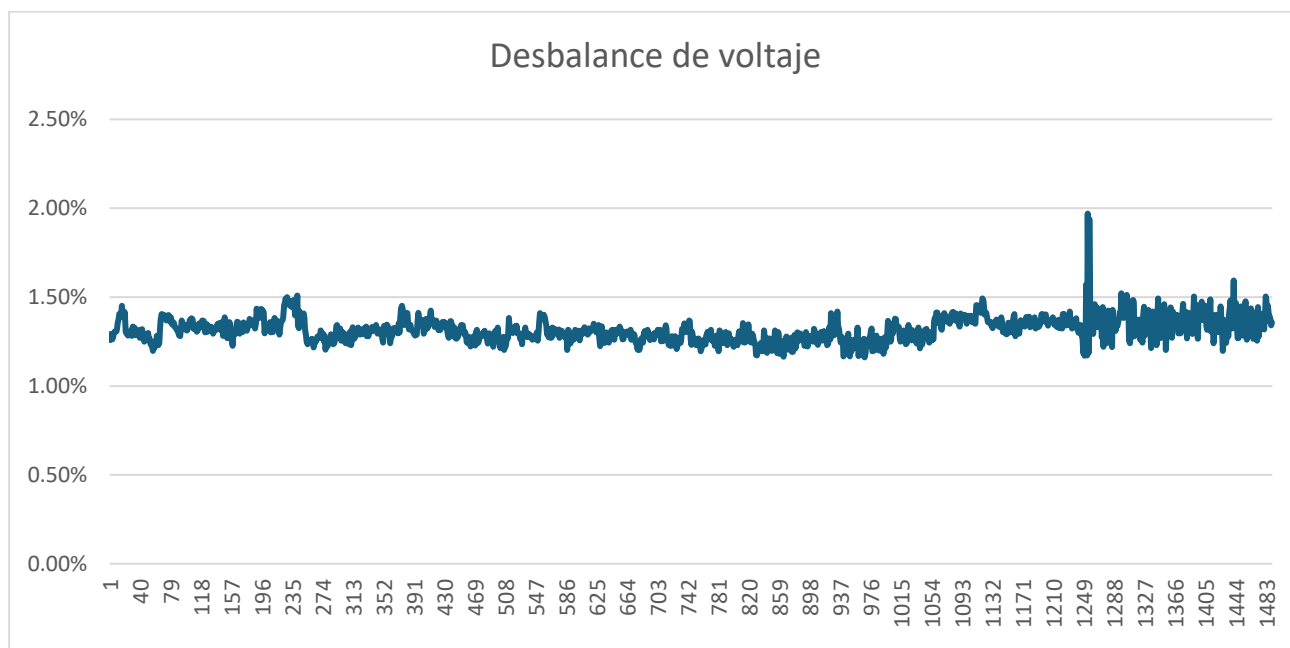


Figura 17: Desbalance de voltajes en el tablero eléctrico del CC2.

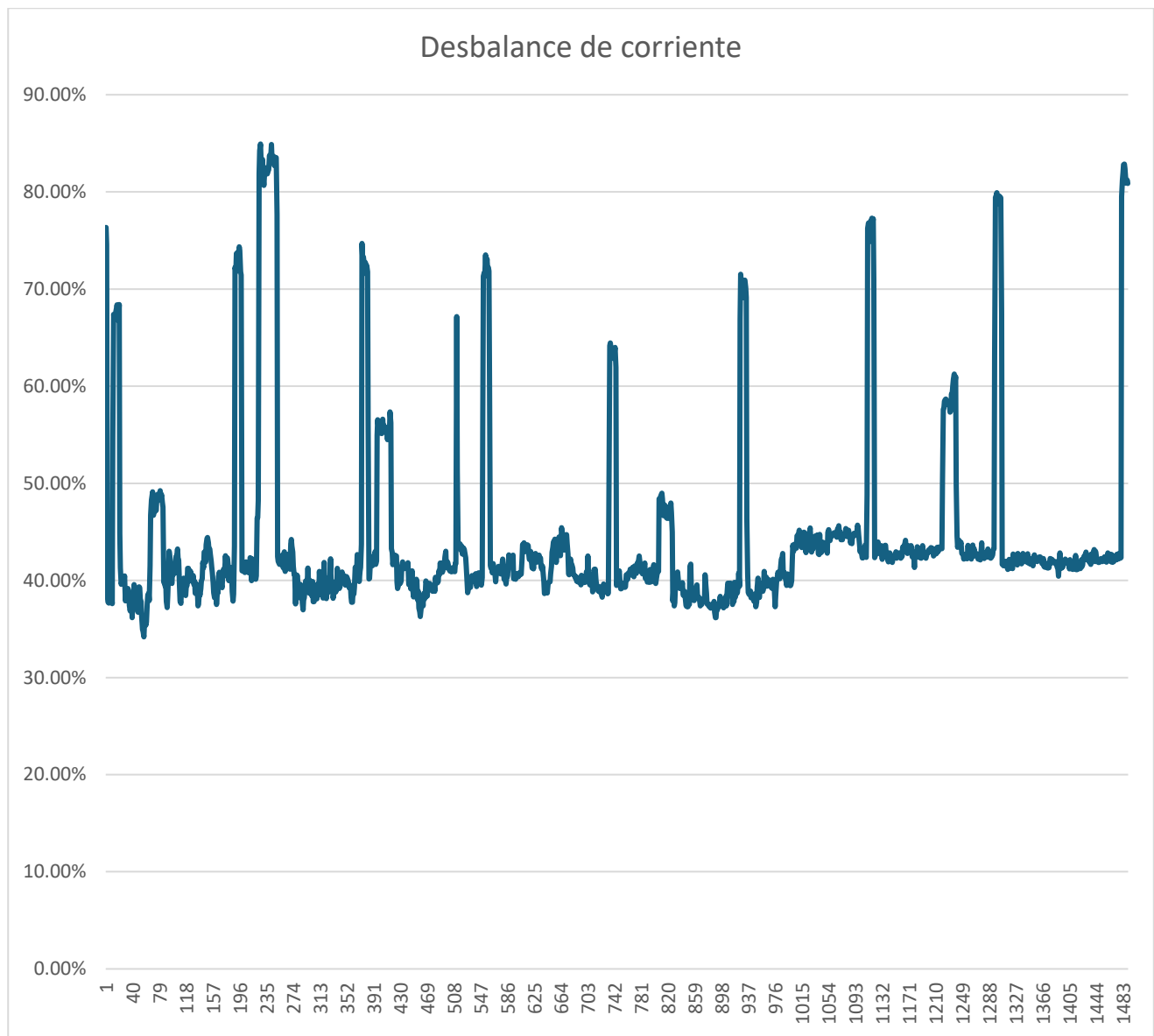


Figura 18: Desbalance de corrientes s en el tablero eléctrico del CC2.

7.2. ANÁLISIS DE RESULTADOS

La digitalización facilita el análisis detallado de los datos de voltajes, corrientes, potencias y desbalances del tablero eléctrico. Esto permite verificar si los valores medidos están dentro de los parámetros aceptados o si existen desviaciones que deben ser corregidas. La herramienta desarrollada en el proyecto de investigación facilita la realización de un análisis exhaustivo de las variables eléctricas de interés. A continuación, se presenta el análisis detallado:

Voltajes (V_{an} , V_{bn} , V_{cn})

- V_{an} : Los valores de voltaje de la fase A están dentro del rango esperado para un sistema de 120V. No se observan fluctuaciones significativas que puedan indicar problemas.
- V_{bn} : Los valores de voltaje de la fase B también están dentro del rango esperado y son consistentes con los de la fase A.
- V_{cn} : Los valores de voltaje de la fase C son similares a los de las fases A y B, lo que indica un buen equilibrio de voltaje entre las fases.

Corrientes (I_a , I_b , I_c)

- I_a : Las corrientes de la fase A muestran variaciones que pueden estar relacionadas con cambios en la carga conectada. No se observan picos anormales que puedan indicar sobrecargas, lo que sugiere un funcionamiento estable y dentro de los parámetros aceptables.
- I_b : Las corrientes de la fase B presentan un patrón en el que, a intervalos regulares, se observan picos de corriente. Inicialmente, esto podría sugerir una anomalía. Sin embargo, al verificar, se identificó que en la fase B está conectado el centro de datos de la regional de ITCA Santa Ana. El sistema de enfriamiento de este centro de datos demanda más energía durante los periodos en los que necesita ajustar la temperatura. Los picos de corriente observados se deben a la corriente de arranque de los ventiladores del sistema de enfriamiento, lo cual es un comportamiento esperado y no indica un problema.
- I_c : Las corrientes de la fase C no presentan valores anómalos y están en línea con las cargas conectadas en esta fase. Esto indica un funcionamiento normal y estable, sin signos de sobrecargas o fluctuaciones inusuales.

Potencia

- **Factor de Potencia (FP)**: Un Factor de Potencia cercano a 1 es ideal. Los valores observados de alrededor de 0.98 son buenos y están dentro de un rango aceptable.

Desbalances

- **Desbalance de Voltaje**: Los valores de desbalance de voltaje son bajos, son inferiores al 2% lo que indica un buen equilibrio de voltaje entre las fases.

- **Desbalance de Corriente:** Los valores de desbalance de corriente presentan variaciones, pero no muestran picos significativos que puedan indicar problemas graves. Estas variaciones se deben a que las cargas conectadas fluctúan a lo largo del tiempo, lo que dificulta mantener un desbalance de corriente estable. Durante el periodo observado, se verificó que el desbalance de corriente estaba fuera del parámetro aceptado. Sin embargo, esto se debe a que, en el momento de las mediciones, no se estaba utilizando toda la carga instalada en el Centro de Cómputo 2 (CC2).

Impacto económico de la implementación del sistema de corrección del Factor de Potencia

Es importante aclarar que el análisis del impacto económico presentado a continuación se basa en una muestra de 1483 datos capturados en un periodo específico. Si bien esta muestra proporciona una visión preliminar y útil sobre el comportamiento del sistema, para obtener una evaluación más robusta y convincente sería necesario recopilar datos durante un periodo de al menos un año. Esto permitiría considerar variaciones estacionales y otros factores que podrían influir en el rendimiento del sistema.

A modo de ilustración y para proporcionar una idea inicial del impacto económico, se presenta el siguiente análisis basado en la muestra disponible. Este análisis incluye la evaluación de ahorros en el consumo de energía, la reducción de pérdidas y la mejora de la vida útil de los equipos eléctricos, así como las penalizaciones aplicadas por la compañía de servicio eléctrico en función del Factor de Potencia registrado.

Tabla1: Resultados del análisis del impacto económico

Descripción	Valor
Factor de Potencia Promedio (FP)	0.98
Porcentaje de tiempo con FP entre 0.75 y 0.9	0.00%
Porcentaje de tiempo con FP entre 0.6 y 0.75	0.00%
Penalización Total	0.00%
Monto de la Penalización	\$0.00 por mes (asumiendo una factura mensual promedio de \$10,000)

Interpretación

- **Factor de Potencia Promedio:** El Factor de Potencia promedio de 0.98 indica que el sistema está operando de manera eficiente, muy cerca del valor ideal de 1.0.
- **Penalizaciones:** No se registraron periodos en los que el Factor de Potencia estuviera entre 0.75 y 0.9 o entre 0.6 y 0.75, por lo que no se aplicaron penalizaciones.

Impacto Económico

Dado que el Factor de Potencia promedio es alto y no se registraron penalizaciones, la implementación del sistema de corrección del Factor de Potencia ha sido efectiva en mantener un alto nivel de eficiencia energética. Esto se traduce en:

1. **Ahorros en el Consumo de Energía:** Un Factor de Potencia alto reduce el consumo de energía reactiva, lo que disminuye las pérdidas en el sistema y mejora la eficiencia energética.
2. **Reducción de Pérdidas:** Menos energía reactiva implica menos pérdidas en las líneas de transmisión y distribución, lo que contribuye a una operación más eficiente del sistema eléctrico.
3. **Mejora de la Vida Útil de los Equipos:** Un Factor de Potencia alto reduce el estrés en los equipos eléctricos, lo que puede prolongar su vida útil y reducir los costos de mantenimiento y reemplazo.

8. CONCLUSIONES

El uso de tecnologías avanzadas de visualización de datos ha permitido un monitoreo y control más eficiente de las variables eléctricas. La integración de un monitor de variables eléctricas basado en LabVIEW y la comunicación con un PLC S7 1200 mediante MODBUS TCP/IP han facilitado la gestión en tiempo real y la toma de decisiones informadas.

El sistema desarrollado no solo ha cumplido con los objetivos técnicos del proyecto, sino que también ha proporcionado una valiosa herramienta didáctica para la formación de estudiantes en el campo de la ingeniería eléctrica. La posibilidad de realizar prácticas relacionadas con la calidad de la energía y la corrección del Factor de Potencia en un entorno real enriquece el proceso educativo y fomenta la investigación aplicada.

La implementación del sistema de corrección del Factor de Potencia ha demostrado ser una inversión valiosa, para eliminar las penalizaciones y mejorando la eficiencia energética del sistema. Esto no solo se traduce en ahorros económicos directos, sino también en una operación más sostenible y confiable del sistema eléctrico.

9. RECOMENDACIONES

Se recomienda replicar el sistema de corrección automática del Factor de Potencia en otras instalaciones de ITCA-FEPADE y en empresas del sector industrial. La implementación de este sistema en diferentes entornos puede contribuir a una mayor eficiencia energética y a la reducción de costos operativos en diversas aplicaciones.

Es fundamental realizar actualizaciones periódicas del software y el hardware del sistema para asegurar su correcto funcionamiento y adaptabilidad a nuevas tecnologías. Además, se recomienda establecer un plan de mantenimiento preventivo y correctivo para garantizar la longevidad y la eficiencia del sistema.

Se sugiere continuar con la investigación y el desarrollo de nuevas técnicas y algoritmos para la corrección del Factor de Potencia y el monitoreo de variables eléctricas. La integración de inteligencia artificial y aprendizaje automático podría mejorar aún más la precisión y la eficiencia del sistema, abriendo nuevas oportunidades para la innovación en el campo de la ingeniería eléctrica.

10. GLOSARIO

Capacitores. Dispositivos que almacenan energía eléctrica en forma de campo eléctrico. Se utilizan para corregir el Factor de Potencia en sistemas eléctricos, compensando la potencia reactiva generada por cargas inductivas y mejorando la eficiencia del sistema.

Controlador Lógico Programable PLC. Dispositivo utilizado para automatizar procesos industriales y controlar sistemas eléctricos. En el contexto de la corrección del Factor de Potencia, un PLC puede recibir mediciones de variables eléctricas y ejecutar algoritmos para ajustar automáticamente los dispositivos de corrección.

Convertidor Boost. Dispositivo que aumenta el voltaje de entrada a un nivel más alto de salida. Se utiliza en la corrección del Factor de Potencia para regular la tensión de salida y mejorar la eficiencia del sistema eléctrico.

Desbalance de Corriente. Diferencia en la corriente entre las fases de un sistema eléctrico trifásico. Un desbalance significativo puede causar pérdidas de energía, calentamiento excesivo y reducir la eficiencia del sistema, además de afectar la vida útil de los equipos.

Factor de Potencia. Medida de la eficiencia con la que se utiliza la energía eléctrica en un sistema. Indica la relación entre la potencia activa (que realiza trabajo útil) y la potencia aparente (total consumida). Un Factor de Potencia cercano a 1 significa un uso eficiente de la energía, mientras que un factor bajo indica un mayor consumo de energía reactiva, que no realiza trabajo útil pero genera pérdidas y calentamiento en el sistema.

Histéresis Adaptativa. Técnica de control utilizada en convertidores electrónicos para ajustar el ancho de la banda de histéresis según las variaciones del sistema. Esto mejora el rendimiento del convertidor y reduce el estrés en sus componentes, optimizando la corrección del Factor de Potencia.

Internet de las Cosas (IoT). Tecnología que permite la interconexión de dispositivos a través de internet, facilitando el monitoreo y control remoto de sistemas eléctricos. En el contexto de la corrección del Factor de Potencia, IoT permite la gestión eficiente y en tiempo real de las variables eléctricas.

Modbus RS485. Protocolo de comunicación utilizado para la transmisión de datos entre dispositivos eléctricos, como medidores inteligentes y PLCs. Permite la comunicación en redes industriales, facilitando el monitoreo y control de sistemas eléctricos.

Potencia Activa. Energía que realmente realiza trabajo útil en un sistema eléctrico, como mover un motor o iluminar una bombilla. Se mide en vatios (W) y es la componente de la potencia que se convierte en trabajo mecánico, calor o luz.

Potencia Aparente. Combinación de la potencia activa y la potencia reactiva en un sistema eléctrico. Se mide en voltamperios (VA) y representa la potencia total que debe suministrar la fuente de energía para mantener el funcionamiento del sistema.

Potencia Reactiva. Energía que no realiza trabajo útil, pero es necesaria para mantener los campos eléctricos y magnéticos en el sistema. Se mide en voltamperios reactivos (VAR) y es consumida por dispositivos como motores y transformadores para mantener sus campos magnéticos.

11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Ortea Next, “Sistemas de corrección del Factor de Potencia en baja tensión”, 2021.
- [2] A. Gordillo Solano, “Corrección de Factor de Potencia en baja tensión”, Universidad Mayor de San Andrés, 2018.
- [3] Electricity & Magnetism, “4 tipos de métodos de corrección de Factor de Potencia eléctrica más comunes”, 2020.
- [4] Gonzaga & Rodriguez Cia. Ltda., “Corrección del Factor de Potencia”, 2021.
- [5] A. R. Gómez, “Cargas eléctricas de CA, cargas no lineales, armónicos y filtros”, YTELECT, 2020.
- [6] A. M. López, “Clasificación de las cargas no lineales”, Cuadros Comparativos, 2019.
- [7] A. M. Gómez, “¿Qué son cargas no lineales, qué problemas generan y que dice la Norma?”, Eléctrica Aplicada, 2018.
- [8] A. R. Pérez, “Tipos de cargas eléctricas”, ScienceAQ, 2018.
- [9] Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, “Guía técnica de aplicación: Instalaciones de enlace. Previsión de cargas para suministros en baja tensión”, 2003.
- [10] R. L. Boylestad y L. Nashelsky, *Introducción al Análisis de Circuitos*, 12ª ed., Ciudad de México: Pearson Educación, 2016.
- [11] Electricity and Magnetism, Corrección del Factor de Potencia: 4 Métodos Comunes, 2023.
- [12] A. R. Risoul, Normativas en Factor de Potencia con el Código de Red, 2019.
- [13] SIGET, Código de Red, 2011. [En línea]. Disponible en: 2.
- [14] Antech, Recargos en la Factura Bajo Factor de Potencia, 2018.

12.ANEXOS

12.1. ANEXO 1. MUESTRA DE DATOS CAPTURADOS EN EL TABLERO ELÉCTRICO DEL CC2

Ia	C	Ib	C	Ic	C	Q	C	P	C	S	C	FP	Colun	Desb	Colu	Desb	Colui	Colum
3.685	Ib	9.65	Ic	2.672	Q	295.62	P	1610.886	S	1637.686	FP	0.983	DESB V	1.26%	DESB I	76.33%	HORA	10:38:00
3.776	Ib	8.976	Ic	2.674	Q	313.55	P	1607.431	S	1637.632	FP	0.981	DESB V	1.29%	DESB I	74.56%	HORA	10:38:00
8.52	Ib	8.935	Ic	4.4	Q	337.81	P	2115.968	S	2142.764	FP	0.987	DESB V	1.28%	DESB I	38.28%	HORA	10:38:00
8.129	Ib	9.192	Ic	4.535	Q	337.5	P	2157.27	S	2183.271	FP	0.987	DESB V	1.26%	DESB I	37.75%	HORA	10:38:00
8.94	Ib	9.52	Ic	4.497	Q	410.16	P	2123.502	S	2162.752	FP	0.981	DESB V	1.28%	DESB I	37.66%	HORA	10:38:00
8.168	Ib	9.14	Ic	4.471	Q	346.34	P	2153.973	S	2181.639	FP	0.987	DESB V	1.30%	DESB I	38.41%	HORA	10:38:00
8.253	Ib	8.96	Ic	4.46	Q	325.32	P	2146.44	S	2170.561	FP	0.988	DESB V	1.31%	DESB I	38.26%	HORA	10:38:00
8.158	Ib	8.993	Ic	4.465	Q	354.14	P	2134.666	S	2163.843	FP	0.986	DESB V	1.31%	DESB I	38.30%	HORA	10:38:00
8.254	Ib	9.117	Ic	4.493	Q	382.92	P	2156.828	S	2190.556	FP	0.984	DESB V	1.31%	DESB I	38.35%	HORA	10:38:00
8.205	Ib	9.87	Ic	4.54	Q	305.49	P	2160.52	S	2182.11	FP	0.99	DESB V	1.32%	DESB I	37.61%	HORA	10:38:00
8.226	Ib	13.556	Ic	4.498	Q	370.88	P	2686.478	S	2711.957	FP	0.99	DESB V	1.36%	DESB I	54.75%	HORA	10:38:00
8.272	Ib	16.72	Ic	4.46	Q	528.28	P	2967.678	S	3014.332	FP	0.984	DESB V	1.38%	DESB I	67.40%	HORA	10:38:00
8.36	Ib	15.99	Ic	4.383	Q	607.66	P	2952.782	S	3014.659	FP	0.979	DESB V	1.41%	DESB I	66.94%	HORA	10:38:00
8.496	Ib	16.13	Ic	4.28	Q	535.15	P	2983.304	S	3030.921	FP	0.984	DESB V	1.41%	DESB I	66.86%	HORA	10:38:00
8.414	Ib	16.92	Ic	4.309	Q	582.12	P	2974.807	S	3031.227	FP	0.981	DESB V	1.39%	DESB I	67.54%	HORA	10:38:00
8.331	Ib	16.31	Ic	4.264	Q	360.88	P	2992.698	S	3014.379	FP	0.992	DESB V	1.45%	DESB I	68.00%	HORA	10:38:00
8.343	Ib	16.83	Ic	4.232	Q	305.69	P	3007.308	S	3022.805	FP	0.994	DESB V	1.42%	DESB I	68.36%	HORA	10:38:00
8.321	Ib	16.2	Ic	4.288	Q	758.99	P	2914.141	S	3011.358	FP	0.967	DESB V	1.40%	DESB I	67.79%	HORA	10:38:00
8.371	Ib	15.909	Ic	4.344	Q	794.87	P	2900.76	S	3007.695	FP	0.964	DESB V	1.39%	DESB I	66.73%	HORA	10:38:00
8.239	Ib	15.911	Ic	4.193	Q	455.64	P	2957.6	S	2991.904	FP	0.988	DESB V	1.42%	DESB I	68.41%	HORA	10:38:00
8.209	Ib	9.886	Ic	4.145	Q	418.18	P	2237.536	S	2276.279	FP	0.982	DESB V	1.30%	DESB I	44.80%	HORA	10:38:00
8.122	Ib	9.108	Ic	4.195	Q	517.47	P	2111.753	S	2174.129	FP	0.971	DESB V	1.30%	DESB I	41.26%	HORA	10:38:00
8.111	Ib	9.9	Ic	4.315	Q	527.16	P	2095.404	S	2160.699	FP	0.969	DESB V	1.30%	DESB I	39.60%	HORA	10:38:00
8.113	Ib	8.973	Ic	4.28	Q	290.39	P	2137.509	S	2157.144	FP	0.99	DESB V	1.28%	DESB I	39.90%	HORA	10:38:00
8.15	Ib	9.15	Ic	4.318	Q	349.95	P	2138.88	S	2166.537	FP	0.986	DESB V	1.29%	DESB I	39.70%	HORA	10:38:00
8.193	Ib	8.885	Ic	4.232	Q	103.56	P	2154.539	S	2157.27	FP	0.998	DESB V	1.30%	DESB I	40.42%	HORA	10:38:00
8.19	Ib	8.949	Ic	4.301	Q	73.369	P	2162.755	S	2163.999	FP	0.999	DESB V	1.30%	DESB I	39.82%	HORA	10:38:00
8.89	Ib	9.46	Ic	4.279	Q	353.26	P	2134.2	S	2163.61	FP	0.986	DESB V	1.31%	DESB I	40.47%	HORA	10:38:00
8.95	Ib	8.876	Ic	4.503	Q	336.98	P	2116.208	S	2142.87	FP	0.987	DESB V	1.28%	DESB I	37.89%	HORA	10:38:00
8.36	Ib	8.993	Ic	4.406	Q	364.76	P	2118.138	S	2149.315	FP	0.985	DESB V	1.34%	DESB I	38.34%	HORA	10:38:00
7.828	Ib	8.98	Ic	4.371	Q	252.48	P	2107.614	S	2122.683	FP	0.992	DESB V	1.29%	DESB I	38.86%	HORA	10:38:00
7.8	Ib	9.14	Ic	4.364	Q	634.91	P	2027.745	S	2124.819	FP	0.954	DESB V	1.33%	DESB I	38.17%	HORA	10:38:00
8.56	Ib	9.28	Ic	4.346	Q	611.69	P	2069.19	S	2157.546	FP	0.958	DESB V	1.33%	DESB I	39.16%	HORA	10:38:00
8.131	Ib	8.854	Ic	4.342	Q	406.48	P	2106.808	S	2145.58	FP	0.981	DESB V	1.29%	DESB I	38.91%	HORA	10:38:00
7.782	Ib	8.862	Ic	4.386	Q	295.73	P	2084.551	S	2105.424	FP	0.99	DESB V	1.31%	DESB I	37.43%	HORA	10:38:00
7.702	Ib	8.913	Ic	4.43	Q	296.89	P	2080.195	S	2101.274	FP	0.989	DESB V	1.30%	DESB I	36.85%	HORA	10:38:00
8.99	Ib	8.825	Ic	4.467	Q	279.49	P	2119.418	S	2137.767	FP	0.991	DESB V	1.30%	DESB I	37.34%	HORA	10:38:00
8.199	Ib	8.888	Ic	4.43	Q	652.88	P	2057.376	S	2158.483	FP	0.953	DESB V	1.31%	DESB I	38.23%	HORA	10:38:00
7.936	Ib	8.852	Ic	4.537	Q	589.4	P	2039.341	S	2122.807	FP	0.96	DESB V	1.27%	DESB I	36.17%	HORA	10:38:00
7.906	Ib	8.776	Ic	4.375	Q	589.4	P	2039.341	S	2122.807	FP	0.96	DESB V	1.27%	DESB I	37.67%	HORA	10:38:00
8.48	Ib	8.698	Ic	4.334	Q	561.11	P	2033.542	S	2109.534	FP	0.963	DESB V	1.30%	DESB I	37.67%	HORA	10:38:00
8.48	Ib	8.698	Ic	4.334	Q	459.73	P	2119.671	S	2168.953	FP	0.977	DESB V	1.32%	DESB I	39.56%	HORA	10:38:00
8.607	Ib	8.718	Ic	4.437	Q	371.47	P	2154.571	S	2186.287	FP	0.985	DESB V	1.30%	DESB I	38.83%	HORA	10:38:00
8.259	Ib	8.773	Ic	4.432	Q	404.37	P	2112.707	S	2151.57	FP	0.982	DESB V	1.29%	DESB I	38.51%	HORA	10:38:00
8.411	Ib	8.8	Ic	4.378	Q	706.97	P	2054.574	S	2172.805	FP	0.945	DESB V	1.25%	DESB I	39.16%	HORA	10:38:00
8.333	Ib	8.68	Ic	4.462	Q	613.18	P	2059.459	S	2148.806	FP	0.958	DESB V	1.29%	DESB I	37.67%	HORA	10:38:00
8.228	Ib	8.676	Ic	4.513	Q	225.61	P	2124.842	S	2136.785	FP	0.994	DESB V	1.27%	DESB I	36.78%	HORA	10:38:00
8.412	Ib	8.576	Ic	4.541	Q	254.81	P	2131.924	S	2147.98	FP	0.992	DESB V	1.28%	DESB I	36.72%	HORA	10:38:00
8.376	Ib	8.646	Ic	4.315	Q	108.14	P	2147.4	S	2150.114	FP	0.998	DESB V	1.30%	DESB I	39.33%	HORA	10:38:00
8.363	Ib	8.681	Ic	4.348	Q	133.5	P	2148.626	S	2152.77	FP	0.998	DESB V	1.30%	DESB I	39.26%	HORA	10:38:00
8.374	Ib	8.64	Ic	4.423	Q	200.66	P	2140.239	S	2149.625	FP	0.995	DESB V	1.26%	DESB I	38.10%	HORA	10:38:00
8.127	Ib	8.605	Ic	4.44	Q	150.24	P	2111.382	S	2116.721	FP	0.997	DESB V	1.27%	DESB I	37.81%	HORA	10:38:00
7.892	Ib	8.705	Ic	4.476	Q	603.2	P	2012.587	S	2100.985	FP	0.957	DESB V	1.23%	DESB I	36.27%	HORA	10:38:00

7.746	lb	8.591	lc	4.523	Q	513.17	P	2003.253	S	2067.937	FP	0.968	DESB V	1.25%	DESB I	34.95%	HORA	10:39:00
7.966	lb	8.672	lc	4.624	Q	523.48	P	2039.103	S	2105.225	FP	0.968	DESB V	1.22%	DESB I	34.76%	HORA	10:39:00
7.981	lb	8.639	lc	4.671	Q	583.48	P	2020.299	S	2102.867	FP	0.96	DESB V	1.20%	DESB I	34.19%	HORA	10:39:00
8.169	lb	8.623	lc	4.591	Q	371.24	P	2089.908	S	2122.625	FP	0.984	DESB V	1.23%	DESB I	35.58%	HORA	10:39:00
8.165	lb	8.711	lc	4.56	Q	282.97	P	2113.761	S	2132.617	FP	0.991	DESB V	1.21%	DESB I	36.17%	HORA	10:39:00
8.317	lb	8.722	lc	4.677	Q	293.49	P	2132.968	S	2153.65	FP	0.99	DESB V	1.25%	DESB I	35.38%	HORA	10:39:00
8.376	lb	8.629	lc	4.639	Q	333.57	P	2122.818	S	2148.867	FP	0.987	DESB V	1.25%	DESB I	35.70%	HORA	10:39:00
8.515	lb	8.685	lc	4.506	Q	328.42	P	2147.822	S	2172.786	FP	0.988	DESB V	1.28%	DESB I	37.72%	HORA	10:39:00
8.541	lb	8.607	lc	4.421	Q	319.88	P	2141.681	S	2165.438	FP	0.989	DESB V	1.27%	DESB I	38.51%	HORA	10:39:00
8.507	lb	8.858	lc	4.462	Q	374.99	P	2158.83	S	2191.156	FP	0.985	DESB V	1.23%	DESB I	38.67%	HORA	10:39:00
8.391	lb	8.684	lc	4.454	Q	333.48	P	2131.903	S	2157.828	FP	0.987	DESB V	1.24%	DESB I	37.93%	HORA	10:39:00
8.419	lb	10.277	lc	4.525	Q	563.76	P	2281.602	S	2350.221	FP	0.97	DESB V	1.32%	DESB I	41.54%	HORA	10:39:00
8.558	lb	12.182	lc	4.477	Q	588.23	P	2522.34	S	2589.975	FP	0.973	DESB V	1.37%	DESB I	46.73%	HORA	10:39:00
8.2	lb	12.366	lc	4.449	Q	773.36	P	2450.879	S	2569.998	FP	0.953	DESB V	1.41%	DESB I	48.29%	HORA	10:39:00
8.164	lb	12.43	lc	4.485	Q	743.37	P	2464.178	S	2573.863	FP	0.957	DESB V	1.41%	DESB I	48.69%	HORA	10:39:00
8.198	lb	12.364	lc	4.313	Q	213.95	P	2561.655	S	2570.574	FP	0.996	DESB V	1.39%	DESB I	49.11%	HORA	10:39:00
8.323	lb	12.214	lc	4.44	Q	284.26	P	2551.176	S	2566.963	FP	0.993	DESB V	1.39%	DESB I	46.70%	HORA	10:39:00
8.242	lb	12.218	lc	4.315	Q	129.89	P	2554.889	S	2558.189	FP	0.998	DESB V	1.40%	DESB I	47.95%	HORA	10:39:00
8.341	lb	12.233	lc	4.325	Q	124.21	P	2569.171	S	2572.172	FP	0.998	DESB V	1.40%	DESB I	47.89%	HORA	10:39:00
8.334	lb	12.171	lc	4.387	Q	959.7	P	2375.889	S	2562.395	FP	0.927	DESB V	1.37%	DESB I	47.13%	HORA	10:39:00
8.399	lb	12.228	lc	4.403	Q	994.35	P	2377.251	S	2576.829	FP	0.922	DESB V	1.39%	DESB I	47.23%	HORA	10:39:00
8.468	lb	12.179	lc	4.267	Q	824.76	P	2443.752	S	2579.175	FP	0.947	DESB V	1.38%	DESB I	48.62%	HORA	10:39:00
8.511	lb	12.279	lc	4.271	Q	855.27	P	2449.684	S	2594.695	FP	0.944	DESB V	1.40%	DESB I	48.87%	HORA	10:39:00
8.495	lb	12.269	lc	4.288	Q	289.11	P	2576.624	S	2592.793	FP	0.993	DESB V	1.37%	DESB I	48.65%	HORA	10:39:00
8.382	lb	12.354	lc	4.322	Q	194.84	P	2582.618	S	2589.957	FP	0.997	DESB V	1.36%	DESB I	48.26%	HORA	10:39:00
8.264	lb	12.338	lc	4.268	Q	494.18	P	2525.849	S	2573.739	FP	0.981	DESB V	1.39%	DESB I	48.83%	HORA	10:39:00
8.254	lb	12.349	lc	4.256	Q	462.74	P	2531.53	S	2573.474	FP	0.983	DESB V	1.35%	DESB I	49.23%	HORA	10:39:00
8.326	lb	12.29	lc	4.267	Q	522.49	P	2520.286	S	2573.876	FP	0.979	DESB V	1.35%	DESB I	48.55%	HORA	10:39:00
8.295	lb	12.416	lc	4.314	Q	466.18	P	2541.379	S	2583.783	FP	0.983	DESB V	1.36%	DESB I	48.84%	HORA	10:39:00
8.416	lb	12.292	lc	4.342	Q	316.78	P	2565.461	S	2584.944	FP	0.992	DESB V	1.35%	DESB I	48.00%	HORA	10:39:00
8.216	lb	12.62	lc	4.345	Q	338.22	P	2512.83	S	2534.75	FP	0.991	DESB V	1.33%	DESB I	47.54%	HORA	10:39:00
8.79	lb	8.875	lc	4.256	Q	396.16	P	2105.393	S	2142.34	FP	0.982	DESB V	1.33%	DESB I	39.80%	HORA	10:39:00
8.6	lb	8.878	lc	4.227	Q	410.31	P	2094.4	S	2133.86	FP	0.981	DESB V	1.32%	DESB I	39.93%	HORA	10:39:00
7.923	lb	9.66	lc	4.3	Q	337.8	P	2118.76	S	2144.845	FP	0.987	DESB V	1.31%	DESB I	39.40%	HORA	10:39:00
8.74	lb	8.875	lc	4.319	Q	268.98	P	2124.18	S	2140.982	FP	0.992	DESB V	1.32%	DESB I	39.73%	HORA	10:39:00
7.935	lb	8.989	lc	4.422	Q	422.77	P	2094.809	S	2137.45	FP	0.98	DESB V	1.29%	DESB I	37.85%	HORA	10:39:00
7.745	lb	8.965	lc	4.424	Q	408.17	P	2072.25	S	2112.65	FP	0.981	DESB V	1.29%	DESB I	37.19%	HORA	10:39:00
7.952	lb	8.989	lc	4.375	Q	227.56	P	2127.7	S	2139.208	FP	0.994	DESB V	1.28%	DESB I	38.42%	HORA	10:39:00
7.978	lb	8.977	lc	4.157	Q	212.36	P	2130.53	S	2141.87	FP	0.995	DESB V	1.33%	DESB I	40.93%	HORA	10:39:00
8.173	lb	8.991	lc	4.26	Q	612.99	P	2077.537	S	2166.83	FP	0.959	DESB V	1.37%	DESB I	43.00%	HORA	10:39:00
7.992	lb	8.922	lc	4.23	Q	638.96	P	2037.873	S	2135.694	FP	0.954	DESB V	1.32%	DESB I	42.35%	HORA	10:39:00
7.566	lb	8.855	lc	4.29	Q	371.38	P	2044.445	S	2077.902	FP	0.983	DESB V	1.35%	DESB I	40.89%	HORA	10:39:00
7.482	lb	8.769	lc	4.72	Q	367.45	P	2024.397	S	2057.475	FP	0.983	DESB V	1.33%	DESB I	39.89%	HORA	10:39:00
7.338	lb	8.775	lc	4.55	Q	444.44	P	1992.19	S	2041.77	FP	0.976	DESB V	1.34%	DESB I	39.68%	HORA	10:39:00
7.481	lb	8.686	lc	3.946	Q	479.53	P	1990.501	S	2047.449	FP	0.972	DESB V	1.34%	DESB I	41.15%	HORA	10:39:00
7.386	lb	8.697	lc	3.97	Q	149.83	P	2031.274	S	2036.792	FP	0.997	DESB V	1.31%	DESB I	40.61%	HORA	10:39:00
7.662	lb	8.603	lc	3.959	Q	141.85	P	2053.933	S	2058.826	FP	0.997	DESB V	1.31%	DESB I	41.27%	HORA	10:39:00
7.518	lb	8.712	lc	3.993	Q	298.12	P	2033.101	S	2054.842	FP	0.989	DESB V	1.33%	DESB I	40.76%	HORA	10:39:00
7.657	lb	8.69	lc	3.929	Q	317.93	P	2045.573	S	2070.131	FP	0.988	DESB V	1.34%	DESB I	41.86%	HORA	10:39:00
7.777	lb	8.743	lc	3.919	Q	661.93	P	1981.921	S	2089.535	FP	0.948	DESB V	1.37%	DESB I	42.48%	HORA	10:39:00
7.976	lb	8.682	lc	3.954	Q	596.48	P	2020.123	S	2106.345	FP	0.959	DESB V	1.36%	DESB I	42.45%	HORA	10:39:00
8.102	lb	8.762	lc	3.935	Q	417.49	P	2088.547	S	2129.865	FP	0.98	DESB V	1.38%	DESB I	43.24%	HORA	10:39:00
7.896	lb	8.672	lc	3.954	Q	360.51	P	2063.538	S	2094.793	FP	0.985	DESB V	1.38%	DESB I	42.19%	HORA	10:39:00
7.767	lb	8.773	lc	3.954	Q	260.93	P	2074.548	S	2090.893	FP	0.992	DESB V	1.37%	DESB I	42.12%	HORA	10:39:00
7.558	lb	8.657	lc	4.104	Q	351.42	P	2022.245	S	2052.552	FP	0.985	DESB V	1.32%	DESB I	39.41%	HORA	10:39:00
7.315	lb	8.676	lc	4.177	Q	411.2	P	1982.466	S	2024.662	FP	0.979	DESB V	1.34%	DESB I	37.86%	HORA	10:39:00
7.412	lb	8.649	lc	4.214	Q	493.64	P	1972.34	S	2033.177	FP	0.97	DESB V	1.33%	DESB I	37.65%	HORA	10:39:00
7.319	lb	8.602	lc	4.59	Q	293.29	P	1996.62	S	2017.494	FP	0.989	DESB V	1.33%	DESB I	39.48%	HORA	10:39:00
7.227	lb	8.652	lc	4.77	Q	285.71	P	1991.709	S	2012.97	FP	0.989	DESB V	1.31%	DESB I	38.71%	HORA	10:39:00
7.288	lb	8.64	lc	4.28	Q	370.43	P	1983.549	S	2017.843	FP	0.983	DESB V	1.32%	DESB I	39.45%	HORA	10:39:00

7.233	lb	8.717	lc	3.985	Q	350.9	P	1989.307	S	2020.19	FP	0.984	DESB V	1.32%	DESB I	40.23%	HORA	10:40:00
7.162	lb	8.616	lc	4.61	Q	208.34	P	1989.91	S	1999.972	FP	0.994	DESB V	1.35%	DESB I	38.59%	HORA	10:40:00
7.279	lb	8.609	lc	4.63	Q	277.17	P	1993.919	S	2013.7	FP	0.99	DESB V	1.34%	DESB I	38.90%	HORA	10:40:00
7.332	lb	8.626	lc	4.119	Q	313.77	P	1997.662	S	2022.154	FP	0.987	DESB V	1.34%	DESB I	38.44%	HORA	10:40:00
7.461	lb	8.691	lc	4.94	Q	284.96	P	2024.213	S	2044.173	FP	0.99	DESB V	1.33%	DESB I	39.33%	HORA	10:40:00
7.481	lb	8.623	lc	4.7	Q	138.96	P	2034.393	S	2039.133	FP	0.99	DESB V	1.37%	DESB I	39.47%	HORA	10:40:00
7.425	lb	8.646	lc	3.914	Q	138.96	P	2034.393	S	2039.133	FP	0.997	DESB V	1.37%	DESB I	41.24%	HORA	10:40:00
7.425	lb	8.646	lc	3.914	Q	156.12	P	2028.632	S	2034.631	FP	0.997	DESB V	1.36%	DESB I	41.24%	HORA	10:40:00
7.417	lb	8.639	lc	3.969	Q	393.88	P	1994.688	S	2033.204	FP	0.981	DESB V	1.32%	DESB I	40.53%	HORA	10:40:00
7.695	lb	8.6	lc	4.79	Q	436.89	P	2015.968	S	2062.764	FP	0.977	DESB V	1.30%	DESB I	39.94%	HORA	10:40:00
7.847	lb	8.733	lc	4.63	Q	154.9	P	2090.927	S	2096.657	FP	0.997	DESB V	1.32%	DESB I	40.95%	HORA	10:40:00
7.899	lb	8.713	lc	4.101	Q	203.7	P	2089.777	S	2099.682	FP	0.995	DESB V	1.35%	DESB I	40.60%	HORA	10:40:00
7.793	lb	8.574	lc	4.72	Q	435.7	P	2023.407	S	2069.786	FP	0.977	DESB V	1.31%	DESB I	40.22%	HORA	10:40:00
7.482	lb	8.725	lc	4.53	Q	405.59	P	2009.971	S	2050.485	FP	0.98	DESB V	1.31%	DESB I	39.98%	HORA	10:40:00
7.538	lb	8.657	lc	4.7	Q	342.96	P	2019.765	S	2048.675	FP	0.985	DESB V	1.33%	DESB I	40.49%	HORA	10:40:00
7.458	lb	8.844	lc	4.11	Q	295.4	P	2041.424	S	2062.686	FP	0.989	DESB V	1.32%	DESB I	39.59%	HORA	10:40:00
7.41	lb	8.784	lc	4.56	Q	228.99	P	2037.836	S	2050.661	FP	0.993	DESB V	1.33%	DESB I	39.91%	HORA	10:40:00
7.128	lb	8.66	lc	4.57	Q	239.81	P	1987.194	S	2001.612	FP	0.992	DESB V	1.33%	DESB I	38.67%	HORA	10:40:00
7.152	lb	8.572	lc	4.4	Q	258.54	P	1976.533	S	1993.37	FP	0.991	DESB V	1.33%	DESB I	38.67%	HORA	10:40:00
7.138	lb	8.678	lc	3.984	Q	254.73	P	1988.218	S	2004.386	FP	0.991	DESB V	1.29%	DESB I	39.64%	HORA	10:40:00
7.38	lb	8.667	lc	4.33	Q	300.87	P	1968.783	S	1991.64	FP	0.988	DESB V	1.32%	DESB I	38.70%	HORA	10:40:00
7.16	lb	8.616	lc	4.124	Q	343.81	P	1953.357	S	1983.384	FP	0.984	DESB V	1.31%	DESB I	37.38%	HORA	10:40:00
7.6	lb	8.623	lc	4.106	Q	27.26	P	1980.561	S	1980.749	FP	0.999	DESB V	1.31%	DESB I	37.58%	HORA	10:40:00
6.953	lb	8.571	lc	3.97	Q	0.406	P	1967.788	S	1967.788	FP	0.999	DESB V	1.32%	DESB I	38.91%	HORA	10:40:00
7.25	lb	8.601	lc	4.32	Q	309.51	P	1956.443	S	1980.774	FP	0.987	DESB V	1.34%	DESB I	38.47%	HORA	10:40:00
7.96	lb	8.531	lc	3.978	Q	317.6	P	1955.727	S	1981.347	FP	0.987	DESB V	1.35%	DESB I	39.13%	HORA	10:40:00
7.112	lb	8.635	lc	3.942	Q	468.56	P	1939.88	S	1995.665	FP	0.972	DESB V	1.34%	DESB I	39.94%	HORA	10:40:00
7.117	lb	8.542	lc	3.9	Q	438.99	P	1936.147	S	1985.291	FP	0.975	DESB V	1.35%	DESB I	40.18%	HORA	10:40:00
7.202	lb	8.869	lc	3.863	Q	599.11	P	1944.19	S	2034.242	FP	0.955	DESB V	1.32%	DESB I	41.86%	HORA	10:40:00
7.333	lb	8.759	lc	3.914	Q	526.47	P	1967.384	S	2036.608	FP	0.966	DESB V	1.34%	DESB I	41.30%	HORA	10:40:00
7.654	lb	8.929	lc	3.897	Q	328.75	P	2069.494	S	2095.443	FP	0.987	DESB V	1.36%	DESB I	42.91%	HORA	10:40:00
7.654	lb	8.78	lc	3.866	Q	187.4	P	2069.33	S	2077.798	FP	0.995	DESB V	1.33%	DESB I	42.87%	HORA	10:40:00
7.659	lb	8.595	lc	3.905	Q	129.57	P	2052.521	S	2056.607	FP	0.998	DESB V	1.28%	DESB I	41.89%	HORA	10:40:00
7.96	lb	8.817	lc	3.878	Q	165.74	P	2113.421	S	2119.911	FP	0.996	DESB V	1.30%	DESB I	43.67%	HORA	10:40:00
8.124	lb	8.852	lc	3.869	Q	381.12	P	2108.879	S	2143.41	FP	0.984	DESB V	1.39%	DESB I	44.31%	HORA	10:40:00
8.182	lb	8.741	lc	3.847	Q	291.39	P	2116.104	S	2136.72	FP	0.99	DESB V	1.35%	DESB I	44.43%	HORA	10:40:00
8.2	lb	8.841	lc	3.878	Q	220.26	P	2118.107	S	2129.529	FP	0.994	DESB V	1.30%	DESB I	43.90%	HORA	10:40:00
7.944	lb	8.622	lc	3.87	Q	262.4	P	2077.809	S	2094.267	FP	0.992	DESB V	1.27%	DESB I	43.19%	HORA	10:40:00
7.85	lb	8.697	lc	3.879	Q	355.91	P	2061.468	S	2091.967	FP	0.985	DESB V	1.32%	DESB I	43.23%	HORA	10:40:00
7.938	lb	8.603	lc	3.905	Q	365.73	P	2058.874	S	2091.105	FP	0.984	DESB V	1.29%	DESB I	42.70%	HORA	10:40:00
7.91	lb	8.634	lc	3.967	Q	540.97	P	2019.841	S	2091.29	FP	0.965	DESB V	1.36%	DESB I	41.98%	HORA	10:40:00
7.608	lb	8.652	lc	3.951	Q	459.46	P	2004.906	S	2056.88	FP	0.974	DESB V	1.34%	DESB I	41.35%	HORA	10:40:00
7.479	lb	8.702	lc	3.978	Q	388.8	P	2010.794	S	2048.37	FP	0.981	DESB V	1.26%	DESB I	40.80%	HORA	10:40:00
7.605	lb	8.684	lc	4.95	Q	396.13	P	2022.659	S	2061.85	FP	0.981	DESB V	1.26%	DESB I	39.73%	HORA	10:40:00
7.467	lb	8.772	lc	4.168	Q	128.7	P	2050.324	S	2054.36	FP	0.998	DESB V	1.23%	DESB I	38.73%	HORA	10:40:00
7.506	lb	8.626	lc	4.184	Q	122.45	P	2037.92	S	2041.595	FP	0.998	DESB V	1.29%	DESB I	38.21%	HORA	10:40:00
7.468	lb	8.606	lc	4.17	Q	573.4	P	1953.901	S	2036.299	FP	0.959	DESB V	1.31%	DESB I	38.21%	HORA	10:40:00
7.51	lb	8.787	lc	4.158	Q	569.69	P	1982.785	S	2062.832	FP	0.961	DESB V	1.29%	DESB I	39.14%	HORA	10:40:00
7.374	lb	8.645	lc	4.215	Q	255.66	P	2013.162	S	2029.331	FP	0.992	DESB V	1.29%	DESB I	37.51%	HORA	10:40:00
7.383	lb	8.741	lc	4.133	Q	281.25	P	2022.529	S	2041.99	FP	0.99	DESB V	1.34%	DESB I	38.79%	HORA	10:40:00
7.493	lb	8.992	lc	4.233	Q	345.88	P	2055.619	S	2084.514	FP	0.986	DESB V	1.36%	DESB I	38.70%	HORA	10:40:00
7.51	lb	9.31	lc	4.102	Q	314.1	P	2067.83	S	2090.796	FP	0.988	DESB V	1.36%	DESB I	40.38%	HORA	10:40:00
7.56	lb	9.5	lc	4.7	Q	589.14	P	2009.609	S	2094.187	FP	0.959	DESB V	1.30%	DESB I	40.83%	HORA	10:40:00
7.757	lb	8.974	lc	4.234	Q	645.92	P	2012.901	S	2113.996	FP	0.952	DESB V	1.30%	DESB I	39.41%	HORA	10:40:00
7.85	lb	8.99	lc	4.262	Q	471.74	P	2074.198	S	2127.165	FP	0.975	DESB V	1.31%	DESB I	39.40%	HORA	10:40:00
7.802	lb	9.3	lc	4.236	Q	427.16	P	2080.293	S	2123.696	FP	0.979	DESB V	1.32%	DESB I	39.60%	HORA	10:40:00
7.867	lb	8.784	lc	4.228	Q	595.11	P	2019.434	S	2105.296	FP	0.959	DESB V	1.32%	DESB I	39.25%	HORA	10:40:00
7.932	lb	9.55	lc	4.201	Q	544.5	P	2075.529	S	2145.649	FP	0.967	DESB V	1.30%	DESB I	40.52%	HORA	10:40:00
7.945	lb	8.936	lc	4.12	Q	242.43	P	2119.601	S	2133.42	FP	0.993	DESB V	1.36%	DESB I	41.14%	HORA	10:40:00
7.853	lb	8.871	lc	4.143	Q	389.76	P	2077.885	S	2114.125	FP	0.982	DESB V	1.35%	DESB I	40.44%	HORA	10:40:00

7.958	lb	8.892	lc	4.91	Q	451.59	P	2080.749	S	2129.189	FP	0.977	DESB V	1.34%	DESB I	41.39%	HORA	10:41:00
8.95	lb	9.41	lc	4.59	Q	328.81	P	2138.369	S	2163.501	FP	0.988	DESB V	1.34%	DESB I	42.54%	HORA	10:41:00
8.5	lb	8.943	lc	4.91	Q	386.75	P	2107.357	S	2142.552	FP	0.983	DESB V	1.31%	DESB I	41.66%	HORA	10:41:00
7.894	lb	9.11	lc	4.62	Q	321.53	P	2124.76	S	2148.95	FP	0.988	DESB V	1.32%	DESB I	42.15%	HORA	10:41:00
7.73	lb	9.72	lc	3.999	Q	178.56	P	2117.79	S	2125.304	FP	0.996	DESB V	1.34%	DESB I	42.32%	HORA	10:41:00
7.475	lb	9.131	lc	4.29	Q	229.52	P	2088.768	S	2101.341	FP	0.994	DESB V	1.34%	DESB I	41.42%	HORA	10:41:00
7.381	lb	8.926	lc	4.8	Q	298.66	P	2045.194	S	2066.887	FP	0.989	DESB V	1.38%	DESB I	39.96%	HORA	10:41:00
7.502	lb	9.107	lc	4.42	Q	304.37	P	2079.983	S	2102.134	FP	0.989	DESB V	1.36%	DESB I	41.28%	HORA	10:41:00
7.46	lb	9.216	lc	4.124	Q	246.44	P	2095.768	S	2110.207	FP	0.993	DESB V	1.34%	DESB I	40.52%	HORA	10:41:00
7.367	lb	9.228	lc	4.35	Q	242.44	P	2086.677	S	2100.713	FP	0.993	DESB V	1.35%	DESB I	41.33%	HORA	10:41:00
7.324	lb	9.12	lc	4.47	Q	407.48	P	2042.392	S	2082.644	FP	0.98	DESB V	1.37%	DESB I	40.74%	HORA	10:41:00
7.271	lb	8.959	lc	4.156	Q	380.59	P	2022.19	S	2057.524	FP	0.982	DESB V	1.35%	DESB I	38.84%	HORA	10:41:00
7.271	lb	8.951	lc	4.236	Q	474.73	P	2000.769	S	2056.318	FP	0.972	DESB V	1.35%	DESB I	37.87%	HORA	10:41:00
7.322	lb	8.876	lc	4.17	Q	531.54	P	1982.288	S	2052.316	FP	0.965	DESB V	1.32%	DESB I	38.58%	HORA	10:41:00
7.793	lb	10.29	lc	4.194	Q	244.38	P	2262.857	S	2276.15	FP	0.994	DESB V	1.36%	DESB I	43.52%	HORA	10:41:00
7.782	lb	15.943	lc	4.44	Q	324.19	P	2923.842	S	2941.76	FP	0.993	DESB V	1.44%	DESB I	72.23%	HORA	10:41:00
7.807	lb	15.877	lc	4.43	Q	516.79	P	2889.225	S	2934.955	FP	0.984	DESB V	1.38%	DESB I	71.79%	HORA	10:41:00
7.698	lb	16.81	lc	4.3	Q	464.73	P	2908.842	S	2945.731	FP	0.987	DESB V	1.42%	DESB I	73.65%	HORA	10:41:00
7.63	lb	15.776	lc	3.999	Q	759.42	P	2800.659	S	2901.794	FP	0.965	DESB V	1.38%	DESB I	72.70%	HORA	10:41:00
7.605	lb	15.878	lc	3.922	Q	770.35	P	2807.28	S	2911.59	FP	0.964	DESB V	1.43%	DESB I	73.81%	HORA	10:41:00
7.663	lb	15.882	lc	3.969	Q	447.51	P	2884.39	S	2918.899	FP	0.988	DESB V	1.42%	DESB I	73.17%	HORA	10:41:00
7.462	lb	16.131	lc	4.163	Q	484.25	P	2884.5	S	2924.421	FP	0.986	DESB V	1.43%	DESB I	74.35%	HORA	10:41:00
7.45	lb	16.3	lc	4.162	Q	519.84	P	2858.929	S	2905.806	FP	0.983	DESB V	1.41%	DESB I	73.97%	HORA	10:41:00
7.719	lb	15.898	lc	4.145	Q	458.61	P	2887.91	S	2924.98	FP	0.987	DESB V	1.42%	DESB I	71.79%	HORA	10:41:00
7.717	lb	15.917	lc	4.221	Q	469.89	P	2888.771	S	2926.61	FP	0.987	DESB V	1.41%	DESB I	71.43%	HORA	10:41:00
7.8	lb	9.315	lc	4.193	Q	469.89	P	2888.771	S	2926.61	FP	0.987	DESB V	1.30%	DESB I	40.97%	HORA	10:41:00
7.486	lb	8.997	lc	4.32	Q	336.48	P	2132.495	S	2158.878	FP	0.987	DESB V	1.34%	DESB I	40.97%	HORA	10:41:00
7.557	lb	9.15	lc	4.44	Q	341.17	P	2056.129	S	2084.241	FP	0.986	DESB V	1.32%	DESB I	41.29%	HORA	10:41:00
7.557	lb	9.15	lc	4.44	Q	341.44	P	2066.37	S	2094.62	FP	0.986	DESB V	1.32%	DESB I	41.15%	HORA	10:41:00
7.823	lb	8.893	lc	4.109	Q	331.25	P	2085.47	S	2111.614	FP	0.987	DESB V	1.33%	DESB I	40.80%	HORA	10:41:00
7.869	lb	9.48	lc	4.104	Q	296.75	P	2113.632	S	2134.362	FP	0.99	DESB V	1.34%	DESB I	41.43%	HORA	10:41:00
7.928	lb	8.839	lc	4.104	Q	348.93	P	2087.621	S	2116.581	FP	0.986	DESB V	1.32%	DESB I	41.90%	HORA	10:41:00
7.926	lb	8.956	lc	4.106	Q	296.87	P	2108.783	S	2129.468	FP	0.99	DESB V	1.36%	DESB I	41.31%	HORA	10:41:00
8.56	lb	8.956	lc	4.89	Q	113.47	P	2142.535	S	2145.538	FP	0.998	DESB V	1.30%	DESB I	41.87%	HORA	10:41:00
7.97	lb	8.879	lc	4.139	Q	117.84	P	2122.527	S	2125.796	FP	0.998	DESB V	1.31%	DESB I	40.84%	HORA	10:41:00
7.867	lb	9.8	lc	4.151	Q	232.23	P	2117.925	S	2130.618	FP	0.994	DESB V	1.32%	DESB I	40.77%	HORA	10:41:00
7.721	lb	9.16	lc	4.51	Q	177.44	P	2106.549	S	2114.9	FP	0.996	DESB V	1.30%	DESB I	41.54%	HORA	10:41:00
7.696	lb	9.92	lc	3.995	Q	463.14	P	2068.973	S	2120.177	FP	0.975	DESB V	1.37%	DESB I	42.33%	HORA	10:41:00
7.779	lb	9.17	lc	4.42	Q	513.76	P	2075.792	S	2138.425	FP	0.97	DESB V	1.38%	DESB I	42.23%	HORA	10:41:00
7.978	lb	8.987	lc	4.244	Q	489.65	P	2084.826	S	2141.554	FP	0.973	DESB V	1.35%	DESB I	39.97%	HORA	10:41:00
8.37	lb	8.916	lc	4.42	Q	523.78	P	2075.291	S	2140.37	FP	0.969	DESB V	1.37%	DESB I	42.24%	HORA	10:41:00
8.104	lb	8.905	lc	4.136	Q	386.51	P	2111.906	S	2146.983	FP	0.983	DESB V	1.37%	DESB I	41.31%	HORA	10:41:00
8.5	lb	9.81	lc	4.239	Q	344.79	P	2133.178	S	2160.862	FP	0.987	DESB V	1.36%	DESB I	40.49%	HORA	10:41:00
7.875	lb	9.135	lc	4.204	Q	885.47	P	1954.111	S	2145.367	FP	0.91	DESB V	1.34%	DESB I	40.55%	HORA	10:41:00
7.894	lb	9.155	lc	4.174	Q	935.8	P	1936.516	S	2150.77	FP	0.9	DESB V	1.29%	DESB I	41.20%	HORA	10:41:00
7.741	lb	9.512	lc	4.304	Q	224.54	P	2164.645	S	2176.21	FP	0.994	DESB V	1.32%	DESB I	40.10%	HORA	10:41:00
7.824	lb	9.443	lc	4.275	Q	257.11	P	2162.621	S	2177.839	FP	0.993	DESB V	1.36%	DESB I	40.46%	HORA	10:41:00
7.853	lb	10.936	lc	4.12	Q	294.91	P	2337.919	S	2356.446	FP	0.992	DESB V	1.36%	DESB I	46.42%	HORA	10:41:00
7.824	lb	11.41	lc	4.179	Q	229.6	P	2399.673	S	2410.576	FP	0.995	DESB V	1.37%	DESB I	46.45%	HORA	10:41:00
8.57	lb	12.3	lc	4.234	Q	660.57	P	2419.211	S	2507.776	FP	0.964	DESB V	1.39%	DESB I	48.22%	HORA	10:41:00
8.35	lb	18.798	lc	4.171	Q	708.99	P	3229.238	S	3306.153	FP	0.976	DESB V	1.46%	DESB I	81.89%	HORA	10:41:00
7.962	lb	19.73	lc	4.19	Q	42.564	P	3328.706	S	3328.978	FP	0.999	DESB V	1.46%	DESB I	84.25%	HORA	10:41:00
7.875	lb	19.145	lc	4.37	Q	31.658	P	3327.513	S	3327.664	FP	0.999	DESB V	1.49%	DESB I	84.93%	HORA	10:41:00
7.963	lb	18.916	lc	4.126	Q	441.48	P	3280.83	S	3310.401	FP	0.991	DESB V	1.49%	DESB I	83.22%	HORA	10:41:00
8.28	lb	18.918	lc	4.217	Q	346.1	P	3300.204	S	3318.302	FP	0.994	DESB V	1.50%	DESB I	82.12%	HORA	10:41:00
7.942	lb	19.44	lc	4.173	Q	304.35	P	3309.692	S	3323.656	FP	0.995	DESB V	1.46%	DESB I	83.35%	HORA	10:41:00
8.366	lb	19.143	lc	4.154	Q	312.74	P	3372.579	S	3387.48	FP	0.995	DESB V	1.48%	DESB I	81.37%	HORA	10:41:00
8.381	lb	19.48	lc	4.198	Q	513.13	P	3336.43	S	3375.658	FP	0.988	DESB V	1.45%	DESB I	80.67%	HORA	10:41:00
8.135	lb	19.68	lc	4.194	Q	493.93	P	3311.339	S	3347.974	FP	0.989	DESB V	1.46%	DESB I	82.20%	HORA	10:41:00
8.235	lb	19.1	lc	4.62	Q	436.88	P	3335.987	S	3364.472	FP	0.991	DESB V	1.47%	DESB I	82.49%	HORA	10:41:00

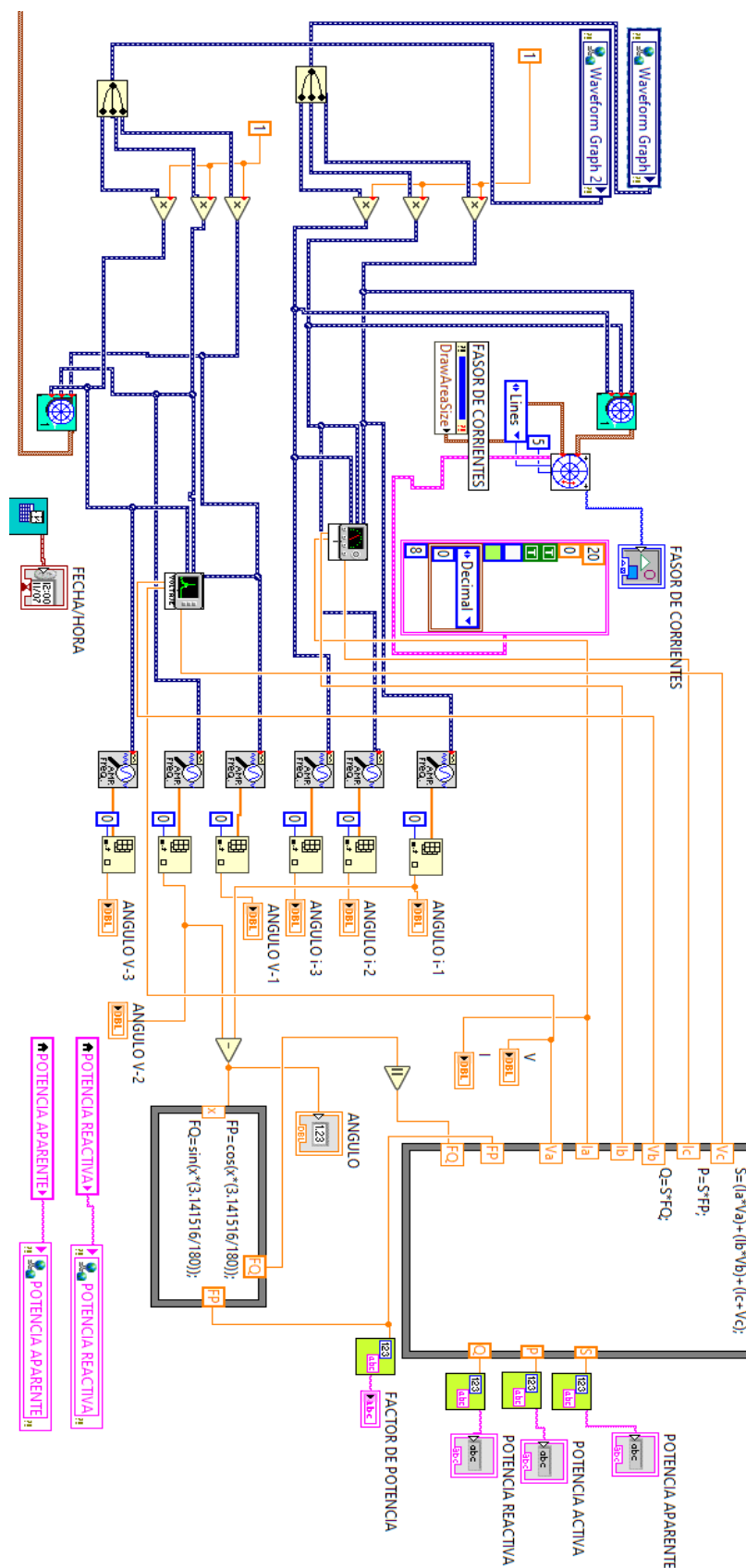
8.315	lb	18.964	lc	3.993	Q	341.62	P	3341.573	S	3358.99	FP	0.994	DESB V	1.44%	DESB I	81.92%	HORA	10:42:00
8.353	lb	18.983	lc	3.892	Q	677.71	P	3296.552	S	3365.494	FP	0.979	DESB V	1.48%	DESB I	82.36%	HORA	10:42:00
8.315	lb	18.903	lc	3.963	Q	788.88	P	3257.602	S	3351.762	FP	0.971	DESB V	1.46%	DESB I	81.86%	HORA	10:42:00
8.384	lb	19.103	lc	3.97	Q	752.41	P	3299.152	S	3383.863	FP	0.974	DESB V	1.48%	DESB I	82.18%	HORA	10:42:00
8.232	lb	18.953	lc	4.13	Q	666.68	P	3282.687	S	3349.701	FP	0.979	DESB V	1.40%	DESB I	82.25%	HORA	10:42:00
7.994	lb	19.67	lc	4.69	Q	720.61	P	3253.296	S	3332.149	FP	0.976	DESB V	1.47%	DESB I	83.75%	HORA	10:42:00
8.8	lb	19.42	lc	4.81	Q	541.68	P	3286.616	S	3330.955	FP	0.986	DESB V	1.45%	DESB I	83.50%	HORA	10:42:00
7.958	lb	18.954	lc	4.19	Q	759.26	P	3228.89	S	3316.179	FP	0.973	DESB V	1.51%	DESB I	83.83%	HORA	10:42:00
7.898	lb	18.865	lc	3.98	Q	793.94	P	3199.906	S	3296.725	FP	0.97	DESB V	1.34%	DESB I	84.87%	HORA	10:42:00
7.838	lb	18.906	lc	4.192	Q	849.31	P	3181.247	S	3292.667	FP	0.966	DESB V	1.33%	DESB I	83.34%	HORA	10:42:00
7.895	lb	19.58	lc	4.236	Q	791.9	P	3226.658	S	3322.22	FP	0.971	DESB V	1.42%	DESB I	83.31%	HORA	10:42:00
7.798	lb	18.949	lc	4.205	Q	557.35	P	3249.509	S	3296.96	FP	0.985	DESB V	1.38%	DESB I	83.65%	HORA	10:42:00
7.894	lb	18.852	lc	4.208	Q	633.5	P	3236.204	S	3297.54	FP	0.981	DESB V	1.38%	DESB I	82.71%	HORA	10:42:00
7.969	lb	18.895	lc	4.39	Q	207.41	P	3305.988	S	3312.489	FP	0.998	DESB V	1.39%	DESB I	83.42%	HORA	10:42:00
7.831	lb	18.869	lc	4.139	Q	249.81	P	3284.591	S	3294.77	FP	0.997	DESB V	1.39%	DESB I	83.55%	HORA	10:42:00
7.947	lb	18.896	lc	4.125	Q	598.54	P	3253.963	S	3308.552	FP	0.983	DESB V	1.41%	DESB I	83.51%	HORA	10:42:00
8.122	lb	17.696	lc	4.65	Q	476.34	P	3152.958	S	3188.736	FP	0.988	DESB V	1.39%	DESB I	77.65%	HORA	10:42:00
8.57	lb	8.999	lc	4.48	Q	709.33	P	2034.23	S	2154.354	FP	0.944	DESB V	1.32%	DESB I	42.46%	HORA	10:42:00
7.971	lb	9.74	lc	4.88	Q	733.25	P	2024.321	S	2153.27	FP	0.94	DESB V	1.29%	DESB I	41.96%	HORA	10:42:00
7.956	lb	8.983	lc	4.81	Q	540.99	P	2069.724	S	2139.26	FP	0.967	DESB V	1.25%	DESB I	41.75%	HORA	10:42:00
7.908	lb	8.989	lc	4.13	Q	492.36	P	2077.668	S	2135.209	FP	0.973	DESB V	1.24%	DESB I	41.65%	HORA	10:42:00
7.97	lb	9.31	lc	4.91	Q	301.5	P	2126.419	S	2147.617	FP	0.99	DESB V	1.25%	DESB I	41.81%	HORA	10:42:00
7.973	lb	8.995	lc	4.68	Q	456.9	P	2093.79	S	2142.367	FP	0.976	DESB V	1.25%	DESB I	41.98%	HORA	10:42:00
7.92	lb	9.4	lc	4.59	Q	405.35	P	2103.137	S	2141.843	FP	0.981	DESB V	1.26%	DESB I	42.57%	HORA	10:42:00
8.51	lb	8.972	lc	4.46	Q	288.39	P	2129.365	S	2148.805	FP	0.99	DESB V	1.25%	DESB I	42.39%	HORA	10:42:00
8.143	lb	8.915	lc	4.15	Q	337.14	P	2126.654	S	2153.212	FP	0.987	DESB V	1.25%	DESB I	41.29%	HORA	10:42:00
8.338	lb	8.914	lc	4.132	Q	189.88	P	2167.652	S	2175.953	FP	0.996	DESB V	1.27%	DESB I	42.29%	HORA	10:42:00
8.21	lb	9.33	lc	4.79	Q	411.48	P	2113.99	S	2152.79	FP	0.981	DESB V	1.25%	DESB I	42.95%	HORA	10:42:00
7.959	lb	9	lc	4.158	Q	466.8	P	2088.432	S	2139.965	FP	0.975	DESB V	1.22%	DESB I	40.93%	HORA	10:42:00
8	lb	8.935	lc	4.11	Q	475.85	P	2084.618	S	2138.68	FP	0.975	DESB V	1.24%	DESB I	42.55%	HORA	10:42:00
7.885	lb	8.89	lc	4.54	Q	523.86	P	2052.173	S	2117.982	FP	0.968	DESB V	1.25%	DESB I	41.61%	HORA	10:42:00
7.846	lb	8.855	lc	4.52	Q	358.34	P	2078.742	S	2109.403	FP	0.985	DESB V	1.25%	DESB I	41.42%	HORA	10:42:00
7.906	lb	8.925	lc	4.59	Q	450.68	P	2076.38	S	2124.727	FP	0.977	DESB V	1.27%	DESB I	41.71%	HORA	10:42:00
7.829	lb	9.61	lc	3.989	Q	295.27	P	2111.617	S	2132.161	FP	0.99	DESB V	1.28%	DESB I	42.68%	HORA	10:42:00
7.934	lb	9.7	lc	4.78	Q	401.22	P	2100.428	S	2138.404	FP	0.982	DESB V	1.28%	DESB I	41.79%	HORA	10:42:00
7.773	lb	8.92	lc	4.74	Q	464.36	P	2057.43	S	2108.805	FP	0.975	DESB V	1.27%	DESB I	41.15%	HORA	10:42:00
7.871	lb	9.18	lc	3.893	Q	452.48	P	2083.329	S	2131.901	FP	0.977	DESB V	1.28%	DESB I	43.80%	HORA	10:42:00
7.818	lb	8.888	lc	3.815	Q	303.55	P	2088.154	S	2110.101	FP	0.989	DESB V	1.31%	DESB I	44.23%	HORA	10:42:00
8.43	lb	8.899	lc	3.928	Q	361.97	P	2109.194	S	2140.29	FP	0.985	DESB V	1.30%	DESB I	43.54%	HORA	10:42:00
8.333	lb	8.911	lc	4.53	Q	60.651	P	2174.845	S	2175.69	FP	0.999	DESB V	1.29%	DESB I	42.91%	HORA	10:42:00
8.188	lb	8.867	lc	4.136	Q	85.117	P	2150.73	S	2152.414	FP	0.999	DESB V	1.29%	DESB I	41.45%	HORA	10:42:00
7.988	lb	8.9	lc	4.168	Q	530.98	P	2064.642	S	2131.826	FP	0.968	DESB V	1.25%	DESB I	40.61%	HORA	10:42:00
8.48	lb	8.88	lc	4.172	Q	486.7	P	2082.21	S	2138.15	FP	0.973	DESB V	1.28%	DESB I	40.68%	HORA	10:42:00
8.38	lb	8.907	lc	4.451	Q	361.52	P	2108.443	S	2139.212	FP	0.985	DESB V	1.20%	DESB I	37.59%	HORA	10:42:00
8.231	lb	8.958	lc	4.334	Q	360.44	P	2137.56	S	2167.736	FP	0.986	DESB V	1.22%	DESB I	39.59%	HORA	10:42:00
8.135	lb	8.862	lc	4.201	Q	273.32	P	2127.186	S	2144.674	FP	0.991	DESB V	1.25%	DESB I	40.54%	HORA	10:42:00
8.234	lb	8.987	lc	4.266	Q	380.14	P	2138.132	S	2171.661	FP	0.984	DESB V	1.22%	DESB I	40.43%	HORA	10:42:00
8.238	lb	8.819	lc	4.367	Q	380.14	P	2138.132	S	2171.661	FP	0.984	DESB V	1.27%	DESB I	38.84%	HORA	10:42:00
8.238	lb	8.936	lc	4.407	Q	294.76	P	2133.154	S	2153.423	FP	0.99	DESB V	1.24%	DESB I	38.84%	HORA	10:42:00
8.52	lb	8.936	lc	4.407	Q	328.51	P	2118.678	S	2143.995	FP	0.988	DESB V	1.24%	DESB I	38.21%	HORA	10:42:00
8.175	lb	8.871	lc	4.297	Q	364.89	P	2119.875	S	2151.49	FP	0.985	DESB V	1.29%	DESB I	39.60%	HORA	10:42:00
8.86	lb	8.915	lc	4.299	Q	389.58	P	2111.699	S	2147.335	FP	0.983	DESB V	1.26%	DESB I	39.45%	HORA	10:42:00
7.94	lb	8.935	lc	4.28	Q	266.51	P	2115.26	S	2131.984	FP	0.992	DESB V	1.26%	DESB I	39.31%	HORA	10:42:00
7.935	lb	8.906	lc	4.411	Q	366.31	P	2095.623	S	2127.398	FP	0.985	DESB V	1.24%	DESB I	37.73%	HORA	10:42:00
7.872	lb	9.9	lc	4.49	Q	350.65	P	2104.112	S	2133.34	FP	0.986	DESB V	1.24%	DESB I	36.97%	HORA	10:42:00
8.9	lb	8.967	lc	4.409	Q	470.55	P	2091.4	S	2143.682	FP	0.975	DESB V	1.25%	DESB I	38.14%	HORA	10:42:00
7.916	lb	9.3	lc	4.391	Q	191.89	P	2128.714	S	2137.346	FP	0.995	DESB V	1.28%	DESB I	38.18%	HORA	10:42:00
7.95	lb	9.72	lc	4.341	Q	240.69	P	2136.637	S	2150.151	FP	0.993	DESB V	1.34%	DESB I	39.40%	HORA	10:42:00
7.987	lb	9.37	lc	4.26	Q	317.25	P	2126.459	S	2149.995	FP	0.989	DESB V	1.34%	DESB I	39.95%	HORA	10:42:00
7.895	lb	9.49	lc	4.249	Q	376.26	P	2106.541	S	2139.88	FP	0.984	DESB V	1.32%	DESB I	39.85%	HORA	10:42:00

7.972	lb	9.161	lc	4.334	Q	268.25	P	2146.43	S	2162.743	FP	0.992	DESB V	1.31%	DESB I	39.42%	HORA	10:43:00
7.947	lb	9.68	lc	4.141	Q	315.49	P	2125.33	S	2148.325	FP	0.989	DESB V	1.29%	DESB I	41.28%	HORA	10:43:00
7.951	lb	9.112	lc	4.267	Q	339.98	P	2127.373	S	2154.368	FP	0.987	DESB V	1.32%	DESB I	39.99%	HORA	10:43:00
7.706	lb	9.16	lc	4.332	Q	392.1	P	2093.211	S	2129.619	FP	0.982	DESB V	1.26%	DESB I	38.69%	HORA	10:43:00
7.666	lb	9.118	lc	4.275	Q	362.78	P	2089.883	S	2121.136	FP	0.985	DESB V	1.31%	DESB I	39.99%	HORA	10:43:00
7.764	lb	9.193	lc	4.284	Q	393.28	P	2104.221	S	2140.658	FP	0.982	DESB V	1.29%	DESB I	39.49%	HORA	10:43:00
7.593	lb	9.132	lc	4.264	Q	232.51	P	2099.396	S	2112.181	FP	0.993	DESB V	1.27%	DESB I	39.51%	HORA	10:43:00
7.405	lb	9.95	lc	4.262	Q	302.57	P	2063.487	S	2085.552	FP	0.989	DESB V	1.30%	DESB I	38.41%	HORA	10:43:00
7.522	lb	9.29	lc	4.216	Q	114.99	P	2089.674	S	2092.836	FP	0.998	DESB V	1.25%	DESB I	39.88%	HORA	10:43:00
7.449	lb	9.148	lc	4.34	Q	101.56	P	2095.671	S	2098.13	FP	0.998	DESB V	1.24%	DESB I	37.81%	HORA	10:43:00
7.413	lb	9.293	lc	4.369	Q	427.71	P	2067.786	S	2111.557	FP	0.979	DESB V	1.25%	DESB I	37.80%	HORA	10:43:00
7.44	lb	9.81	lc	4.297	Q	441.25	P	2041.904	S	2089.36	FP	0.977	DESB V	1.27%	DESB I	38.79%	HORA	10:43:00
7.55	lb	9.84	lc	4.313	Q	417.65	P	2060.164	S	2102.73	FP	0.98	DESB V	1.28%	DESB I	38.23%	HORA	10:43:00
7.707	lb	9.89	lc	4.357	Q	391.71	P	2086.834	S	2123.279	FP	0.982	DESB V	1.24%	DESB I	38.21%	HORA	10:43:00
7.657	lb	9.126	lc	4.362	Q	235.73	P	2107.512	S	2120.654	FP	0.993	DESB V	1.30%	DESB I	38.11%	HORA	10:43:00
7.53	lb	9.82	lc	4.186	Q	238.35	P	2085.297	S	2098.838	FP	0.993	DESB V	1.31%	DESB I	39.61%	HORA	10:43:00
7.749	lb	9.62	lc	4.27	Q	438.96	P	2077.276	S	2123.149	FP	0.978	DESB V	1.23%	DESB I	39.24%	HORA	10:43:00
7.606	lb	9.58	lc	4.297	Q	280.3	P	2086.683	S	2105.425	FP	0.991	DESB V	1.26%	DESB I	38.50%	HORA	10:43:00
7.709	lb	9.99	lc	4.121	Q	194.77	P	2114.858	S	2123.808	FP	0.995	DESB V	1.33%	DESB I	40.93%	HORA	10:43:00
7.521	lb	9.69	lc	4.206	Q	133.44	P	2094.121	S	2098.368	FP	0.997	DESB V	1.30%	DESB I	39.32%	HORA	10:43:00
7.49	lb	8.954	lc	4.195	Q	447.77	P	2031.49	S	2079.821	FP	0.976	DESB V	1.27%	DESB I	39.18%	HORA	10:43:00
7.414	lb	9.54	lc	4.193	Q	500.32	P	2021.746	S	2082.733	FP	0.97	DESB V	1.28%	DESB I	39.12%	HORA	10:43:00
7.389	lb	8.982	lc	4.172	Q	337.12	P	2043.438	S	2071.59	FP	0.986	DESB V	1.30%	DESB I	39.68%	HORA	10:43:00
7.254	lb	9.158	lc	4.26	Q	304.12	P	2052.283	S	2074.694	FP	0.989	DESB V	1.31%	DESB I	38.18%	HORA	10:43:00
7.315	lb	9.78	lc	4.53	Q	398.52	P	2034.178	S	2072.848	FP	0.981	DESB V	1.32%	DESB I	40.53%	HORA	10:43:00
7.311	lb	9.44	lc	3.996	Q	315.8	P	2044.409	S	2068.546	FP	0.988	DESB V	1.33%	DESB I	41.85%	HORA	10:43:00
7.171	lb	9.46	lc	4.14	Q	299.45	P	2029.942	S	2051.91	FP	0.989	DESB V	1.32%	DESB I	38.99%	HORA	10:43:00
7.346	lb	9.176	lc	4.227	Q	319.21	P	2063.855	S	2088.395	FP	0.988	DESB V	1.29%	DESB I	38.88%	HORA	10:43:00
7.288	lb	9.161	lc	4.273	Q	283.67	P	2060.9	S	2079.448	FP	0.99	DESB V	1.30%	DESB I	38.13%	HORA	10:43:00
7.196	lb	9.214	lc	4.212	Q	229.78	P	2061.402	S	2074.17	FP	0.993	DESB V	1.31%	DESB I	38.73%	HORA	10:43:00
7.172	lb	9.8	lc	4.151	Q	280.2	P	2027.849	S	2047.89	FP	0.99	DESB V	1.29%	DESB I	38.75%	HORA	10:43:00
7.24	lb	9.84	lc	4.181	Q	362.41	P	2032.697	S	2064.752	FP	0.984	DESB V	1.31%	DESB I	38.82%	HORA	10:43:00
7.43	lb	8.976	lc	4.98	Q	459.22	P	2022.477	S	2073.957	FP	0.975	DESB V	1.32%	DESB I	40.33%	HORA	10:43:00
7.337	lb	9.94	lc	4.127	Q	424.73	P	2033.626	S	2077.506	FP	0.978	DESB V	1.30%	DESB I	39.77%	HORA	10:43:00
7.354	lb	9.284	lc	3.968	Q	431.61	P	2056.551	S	2101.242	FP	0.978	DESB V	1.31%	DESB I	42.23%	HORA	10:43:00
7.467	lb	9.76	lc	4.172	Q	363.92	P	2057.728	S	2089.661	FP	0.984	DESB V	1.34%	DESB I	39.58%	HORA	10:43:00
7.23	lb	9.61	lc	4.149	Q	333.48	P	2033.387	S	2060.551	FP	0.986	DESB V	1.28%	DESB I	39.98%	HORA	10:43:00
7.183	lb	9.19	lc	4.156	Q	295.53	P	2048.768	S	2069.973	FP	0.989	DESB V	1.30%	DESB I	39.26%	HORA	10:43:00
7.182	lb	9.162	lc	4.245	Q	277.42	P	2048.223	S	2066.925	FP	0.99	DESB V	1.28%	DESB I	38.14%	HORA	10:43:00
7.487	lb	9.99	lc	4.255	Q	261.88	P	2079.252	S	2095.679	FP	0.992	DESB V	1.30%	DESB I	38.75%	HORA	10:43:00
7.339	lb	9.24	lc	4.16	Q	220.66	P	2058.271	S	2070.66	FP	0.994	DESB V	1.32%	DESB I	39.18%	HORA	10:43:00
7.246	lb	9.34	lc	4.91	Q	213.54	P	2049.129	S	2060.225	FP	0.994	DESB V	1.31%	DESB I	39.75%	HORA	10:43:00
7.209	lb	9.84	lc	4.173	Q	381.72	P	2025.16	S	2060.68	FP	0.982	DESB V	1.31%	DESB I	38.83%	HORA	10:43:00
7.458	lb	9.126	lc	4.177	Q	430.37	P	2049.956	S	2094.645	FP	0.978	DESB V	1.33%	DESB I	39.64%	HORA	10:43:00
7.75	lb	9.297	lc	4.152	Q	294.36	P	2130.283	S	2150.524	FP	0.99	DESB V	1.33%	DESB I	41.24%	HORA	10:43:00
7.866	lb	9.109	lc	4.196	Q	378.6	P	2108.888	S	2142.498	FP	0.984	DESB V	1.31%	DESB I	40.53%	HORA	10:43:00
7.644	lb	9.165	lc	4.229	Q	208.67	P	2110.485	S	2120.776	FP	0.995	DESB V	1.31%	DESB I	39.69%	HORA	10:43:00
7.741	lb	9.147	lc	4.295	Q	176.61	P	2123.254	S	2130.586	FP	0.996	DESB V	1.33%	DESB I	39.17%	HORA	10:43:00
7.672	lb	9.72	lc	4.242	Q	207.21	P	2104.37	S	2114.215	FP	0.995	DESB V	1.34%	DESB I	39.35%	HORA	10:43:00
7.8	lb	8.996	lc	4.182	Q	249.24	P	2105.43	S	2120.131	FP	0.993	DESB V	1.31%	DESB I	40.19%	HORA	10:43:00
7.786	lb	8.989	lc	4.173	Q	269.42	P	2100.174	S	2117.385	FP	0.991	DESB V	1.30%	DESB I	40.24%	HORA	10:43:00
7.848	lb	9.211	lc	4.186	Q	344.62	P	2122.632	S	2150.426	FP	0.987	DESB V	1.30%	DESB I	40.88%	HORA	10:43:00
7.941	lb	9.133	lc	4.275	Q	464.88	P	2103.771	S	2154.521	FP	0.976	DESB V	1.30%	DESB I	39.92%	HORA	10:43:00
7.788	lb	9.91	lc	4.17	Q	437.28	P	2085.418	S	2130.77	FP	0.978	DESB V	1.32%	DESB I	40.56%	HORA	10:43:00
7.886	lb	9.151	lc	4.271	Q	521.95	P	2085.83	S	2149.42	FP	0.97	DESB V	1.31%	DESB I	39.87%	HORA	10:43:00
7.985	lb	9.177	lc	4.267	Q	523.54	P	2100.676	S	2164.933	FP	0.97	DESB V	1.31%	DESB I	40.25%	HORA	10:43:00
7.741	lb	9.154	lc	4.268	Q	323.94	P	2108.36	S	2133.101	FP	0.988	DESB V	1.26%	DESB I	39.50%	HORA	10:43:00
7.722	lb	9.158	lc	4.185	Q	374.5	P	2098.42	S	2131.204	FP	0.984	DESB V	1.24%	DESB I	40.39%	HORA	10:43:00
7.784	lb	9.42	lc	4.177	Q	393.36	P	2089.6	S	2125.718	FP	0.982	DESB V	1.34%	DESB I	40.34%	HORA	10:43:00
7.834	lb	9.33	lc	4.207	Q	339.86	P	2103.623	S	2130.899	FP	0.987	DESB V	1.33%	DESB I	40.11%	HORA	10:43:00

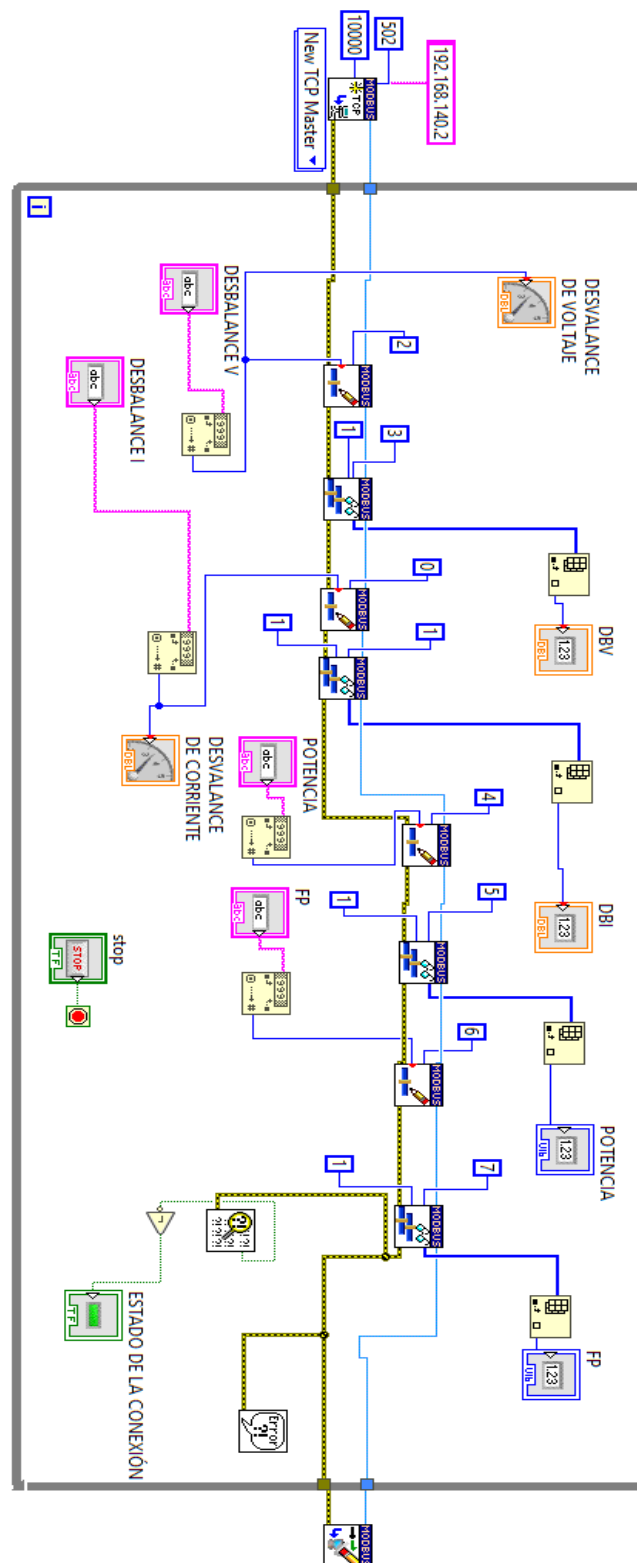
7.82	lb	9.29	lc	4.217	Q	269.94	P	2110.411	S	2127.605	FP	0.991	DESB V	1.34%	DESB I	39.95%	HORA	10:44:00
7.596	lb	9.65	lc	4.25	Q	304.5	P	2082.946	S	2105.85	FP	0.989	DESB V	1.33%	DESB I	39.24%	HORA	10:44:00
7.658	lb	8.975	lc	4.195	Q	304.5	P	2082.946	S	2105.85	FP	0.989	DESB V	1.35%	DESB I	39.57%	HORA	10:44:00
7.507	lb	8.88	lc	4.15	Q	381.94	P	2066.887	S	2101.881	FP	0.983	DESB V	1.33%	DESB I	39.37%	HORA	10:44:00
7.441	lb	8.88	lc	4.254	Q	372.77	P	2038.924	S	2072.721	FP	0.983	DESB V	1.29%	DESB I	38.26%	HORA	10:44:00
7.387	lb	8.869	lc	4.255	Q	180.27	P	2068.8	S	2076.639	FP	0.996	DESB V	1.29%	DESB I	37.76%	HORA	10:44:00
7.387	lb	8.869	lc	4.255	Q	177.33	P	2048.726	S	2056.386	FP	0.996	DESB V	1.24%	DESB I	37.76%	HORA	10:44:00
7.468	lb	8.872	lc	4.177	Q	328.22	P	2039.306	S	2065.55	FP	0.987	DESB V	1.28%	DESB I	38.92%	HORA	10:44:00
7.48	lb	8.838	lc	4.2	Q	256.33	P	2047.11	S	2063.96	FP	0.992	DESB V	1.28%	DESB I	38.59%	HORA	10:44:00
7.421	lb	8.81	lc	4.12	Q	541.98	P	1981.97	S	2053.896	FP	0.964	DESB V	1.29%	DESB I	39.27%	HORA	10:44:00
7.69	lb	8.927	lc	4.36	Q	466.34	P	2047.227	S	2099.669	FP	0.975	DESB V	1.33%	DESB I	41.37%	HORA	10:44:00
7.593	lb	8.815	lc	4.7	Q	381.86	P	2039.272	S	2074.716	FP	0.982	DESB V	1.32%	DESB I	41.11%	HORA	10:44:00
7.532	lb	8.853	lc	4.15	Q	397.17	P	2034.66	S	2072.478	FP	0.981	DESB V	1.30%	DESB I	40.95%	HORA	10:44:00
7.506	lb	8.873	lc	3.871	Q	745.92	P	1932.894	S	2071.829	FP	0.932	DESB V	1.33%	DESB I	42.65%	HORA	10:44:00
7.545	lb	8.854	lc	3.909	Q	767.98	P	1926.182	S	2073.637	FP	0.928	DESB V	1.32%	DESB I	42.26%	HORA	10:44:00
7.478	lb	8.892	lc	3.982	Q	369.44	P	2038.259	S	2071.469	FP	0.983	DESB V	1.33%	DESB I	41.30%	HORA	10:44:00
7.319	lb	8.816	lc	4.44	Q	361.1	P	2011.703	S	2043.837	FP	0.984	DESB V	1.30%	DESB I	39.88%	HORA	10:44:00
7.396	lb	8.858	lc	3.984	Q	337.11	P	2029.743	S	2057.547	FP	0.986	DESB V	1.35%	DESB I	40.93%	HORA	10:44:00
7.435	lb	8.807	lc	3.973	Q	235.9	P	2042.377	S	2055.956	FP	0.993	DESB V	1.30%	DESB I	41.32%	HORA	10:44:00
7.347	lb	9.761	lc	3.951	Q	459.38	P	2107.592	S	2157.75	FP	0.977	DESB V	1.39%	DESB I	43.72%	HORA	10:44:00
7.343	lb	15.839	lc	4.16	Q	700.32	P	2787.486	S	2874.114	FP	0.969	DESB V	1.44%	DESB I	74.70%	HORA	10:44:00
7.466	lb	15.689	lc	4.106	Q	322.29	P	2853.868	S	2872.8	FP	0.993	DESB V	1.45%	DESB I	72.65%	HORA	10:44:00
7.478	lb	15.81	lc	4.123	Q	439.45	P	2853.92	S	2887.555	FP	0.988	DESB V	1.44%	DESB I	73.30%	HORA	10:44:00
7.543	lb	15.833	lc	4.106	Q	743.49	P	2801.797	S	2898.766	FP	0.966	DESB V	1.40%	DESB I	72.83%	HORA	10:44:00
7.661	lb	15.722	lc	4.1	Q	667.47	P	2822.888	S	2900.727	FP	0.973	DESB V	1.34%	DESB I	71.62%	HORA	10:44:00
7.676	lb	15.824	lc	3.983	Q	445.39	P	2880.68	S	2914.303	FP	0.988	DESB V	1.36%	DESB I	72.73%	HORA	10:44:00
7.731	lb	15.745	lc	4.23	Q	467.4	P	2873.489	S	2911.191	FP	0.987	DESB V	1.37%	DESB I	71.76%	HORA	10:44:00
7.706	lb	15.772	lc	4.24	Q	318.15	P	2893.4	S	2910.839	FP	0.994	DESB V	1.41%	DESB I	72.41%	HORA	10:44:00
7.766	lb	15.856	lc	4.68	Q	345.28	P	2907.73	S	2928.158	FP	0.993	DESB V	1.41%	DESB I	71.78%	HORA	10:44:00
7.586	lb	12.574	lc	4.67	Q	155.79	P	2514.414	S	2519.235	FP	0.998	DESB V	1.36%	DESB I	55.70%	HORA	10:44:00
7.28	lb	8.998	lc	4.57	Q	162.11	P	2054.238	S	2060.617	FP	0.996	DESB V	1.32%	DESB I	40.15%	HORA	10:44:00
7.229	lb	8.982	lc	4.36	Q	125.36	P	2047.887	S	2051.721	FP	0.998	DESB V	1.34%	DESB I	40.20%	HORA	10:44:00
7.279	lb	8.929	lc	3.941	Q	178.53	P	2044.477	S	2052.257	FP	0.996	DESB V	1.35%	DESB I	41.33%	HORA	10:44:00
7.448	lb	8.96	lc	3.944	Q	454.4	P	2026.429	S	2076.672	FP	0.975	DESB V	1.32%	DESB I	41.86%	HORA	10:44:00
7.504	lb	8.943	lc	3.928	Q	469.95	P	2027.578	S	2081.328	FP	0.974	DESB V	1.31%	DESB I	42.16%	HORA	10:44:00
7.404	lb	8.907	lc	3.952	Q	541.59	P	1992.784	S	2065.69	FP	0.964	DESB V	1.31%	DESB I	41.49%	HORA	10:44:00
7.5	lb	9.13	lc	3.917	Q	571.91	P	2008.783	S	2088.61	FP	0.961	DESB V	1.30%	DESB I	42.48%	HORA	10:44:00
7.54	lb	8.919	lc	3.93	Q	128.58	P	2078.189	S	2082.163	FP	0.998	DESB V	1.29%	DESB I	42.18%	HORA	10:44:00
7.527	lb	8.957	lc	3.932	Q	90.536	P	2083.669	S	2085.635	FP	0.999	DESB V	1.28%	DESB I	42.21%	HORA	10:44:00
7.755	lb	8.881	lc	3.905	Q	343.28	P	2076.541	S	2104.723	FP	0.986	DESB V	1.29%	DESB I	42.96%	HORA	10:44:00
7.726	lb	8.926	lc	4.2	Q	340.59	P	2078.34	S	2106.62	FP	0.986	DESB V	1.29%	DESB I	41.66%	HORA	10:44:00
7.441	lb	8.952	lc	3.929	Q	339.5	P	2046.57	S	2074.539	FP	0.986	DESB V	1.35%	DESB I	42.00%	HORA	10:44:00
7.483	lb	12.178	lc	3.914	Q	445.82	P	2419.94	S	2459.831	FP	0.983	DESB V	1.41%	DESB I	54.96%	HORA	10:44:00
7.57	lb	12.524	lc	3.908	Q	461.58	P	2467.775	S	2510.571	FP	0.982	DESB V	1.38%	DESB I	56.53%	HORA	10:44:00
7.626	lb	12.477	lc	3.93	Q	491.34	P	2463.533	S	2512.52	FP	0.98	DESB V	1.38%	DESB I	55.74%	HORA	10:44:00
7.598	lb	12.461	lc	3.931	Q	579.2	P	2440.168	S	2507.966	FP	0.972	DESB V	1.37%	DESB I	55.83%	HORA	10:44:00
7.606	lb	12.373	lc	3.931	Q	620.67	P	2420.577	S	2498.884	FP	0.968	DESB V	1.34%	DESB I	55.24%	HORA	10:44:00
7.558	lb	12.391	lc	3.921	Q	302.19	P	2476.287	S	2494.657	FP	0.992	DESB V	1.37%	DESB I	55.73%	HORA	10:44:00
7.609	lb	12.409	lc	3.982	Q	361.33	P	2476.959	S	2503.176	FP	0.989	DESB V	1.36%	DESB I	55.11%	HORA	10:44:00
7.594	lb	12.443	lc	4.29	Q	644.96	P	2421.875	S	2506.281	FP	0.966	DESB V	1.30%	DESB I	55.11%	HORA	10:44:00
7.628	lb	12.708	lc	4.11	Q	609.88	P	2467.535	S	2541.788	FP	0.97	DESB V	1.32%	DESB I	56.58%	HORA	10:44:00
7.586	lb	12.526	lc	4.31	Q	371.11	P	2487.679	S	2515.208	FP	0.989	DESB V	1.32%	DESB I	55.64%	HORA	10:44:00
7.576	lb	12.518	lc	3.983	Q	338.93	P	2489.431	S	2512.397	FP	0.99	DESB V	1.38%	DESB I	55.97%	HORA	10:44:00
7.534	lb	12.408	lc	3.972	Q	369.17	P	2467.67	S	2495.109	FP	0.989	DESB V	1.37%	DESB I	55.65%	HORA	10:44:00
7.589	lb	12.521	lc	4.1	Q	359.79	P	2489.98	S	2514.967	FP	0.989	DESB V	1.33%	DESB I	55.73%	HORA	10:44:00
7.68	lb	12.518	lc	3.998	Q	258.49	P	2512.492	S	2525.754	FP	0.994	DESB V	1.34%	DESB I	55.21%	HORA	10:44:00
7.735	lb	12.568	lc	4.11	Q	353.43	P	2513.525	S	2538.251	FP	0.99	DESB V	1.37%	DESB I	55.69%	HORA	10:44:00
7.734	lb	12.472	lc	4.13	Q	357.61	P	2500.269	S	2525.714	FP	0.989	DESB V	1.39%	DESB I	54.49%	HORA	10:44:00
7.616	lb	12.488	lc	4.14	Q	401.72	P	2481.262	S	2513.57	FP	0.987	DESB V	1.42%	DESB I	55.33%	HORA	10:44:00
7.722	lb	12.469	lc	3.951	Q	179.55	P	2517.268	S	2523.664	FP	0.997	DESB V	1.38%	DESB I	54.94%	HORA	10:44:00

7.572	lb	12.377	lc	3.961	Q	113.25	P	2492.463	S	2495.35	FP	0.998	DESB V	1.37%	DESB I	55.29%	HORA	10:45:00
7.422	lb	12.549	lc	3.955	Q	419.64	P	2462.381	S	2497.882	FP	0.985	DESB V	1.37%	DESB I	57.35%	HORA	10:45:00
7.542	lb	12.486	lc	3.95	Q	318.89	P	2483.105	S	2503.498	FP	0.991	DESB V	1.37%	DESB I	56.22%	HORA	10:45:00
7.633	lb	9.4	lc	3.973	Q	283.47	P	2131.104	S	2149.875	FP	0.991	DESB V	1.33%	DESB I	43.25%	HORA	10:45:00
7.816	lb	9.114	lc	3.982	Q	278.31	P	2120.515	S	2138.701	FP	0.991	DESB V	1.35%	DESB I	42.87%	HORA	10:45:00
7.749	lb	9.2	lc	4.51	Q	329.26	P	2094.626	S	2120.346	FP	0.987	DESB V	1.37%	DESB I	41.62%	HORA	10:45:00
7.75	lb	9.48	lc	3.987	Q	317.33	P	2100.155	S	2123.994	FP	0.988	DESB V	1.36%	DESB I	42.45%	HORA	10:45:00
7.756	lb	9.39	lc	3.989	Q	406.37	P	2084.18	S	2123.268	FP	0.981	DESB V	1.34%	DESB I	42.42%	HORA	10:45:00
7.606	lb	8.911	lc	3.908	Q	332.79	P	2063.386	S	2090.5	FP	0.987	DESB V	1.32%	DESB I	42.60%	HORA	10:45:00
7.597	lb	8.893	lc	3.914	Q	536.46	P	2017.579	S	2087.682	FP	0.966	DESB V	1.32%	DESB I	42.45%	HORA	10:45:00
7.624	lb	8.981	lc	3.937	Q	547.38	P	2027.468	S	2100.6	FP	0.965	DESB V	1.31%	DESB I	42.50%	HORA	10:45:00
7.951	lb	8.933	lc	4.239	Q	916.49	P	1926.842	S	2133.698	FP	0.903	DESB V	1.32%	DESB I	39.80%	HORA	10:45:00
7.743	lb	8.85	lc	4.22	Q	908.14	P	1892.287	S	2098.919	FP	0.901	DESB V	1.35%	DESB I	39.17%	HORA	10:45:00
7.691	lb	8.907	lc	4.232	Q	318.92	P	2074.323	S	2098.696	FP	0.988	DESB V	1.36%	DESB I	39.48%	HORA	10:45:00
7.702	lb	8.886	lc	4.228	Q	356.21	P	2067.767	S	2098.224	FP	0.985	DESB V	1.35%	DESB I	39.59%	HORA	10:45:00
7.745	lb	9.14	lc	4.212	Q	248.78	P	2103.348	S	2118.9	FP	0.993	DESB V	1.36%	DESB I	39.74%	HORA	10:45:00
7.804	lb	9.99	lc	4.251	Q	229.71	P	2122.602	S	2134.996	FP	0.994	DESB V	1.35%	DESB I	39.71%	HORA	10:45:00
7.868	lb	9	lc	4.22	Q	727.8	P	2003.217	S	2131.329	FP	0.939	DESB V	1.35%	DESB I	39.96%	HORA	10:45:00
7.708	lb	9.42	lc	4.57	Q	761.7	P	1975.582	S	2117.336	FP	0.933	DESB V	1.34%	DESB I	41.51%	HORA	10:45:00
7.757	lb	9.5	lc	4.36	Q	182.99	P	2116.681	S	2124.575	FP	0.996	DESB V	1.31%	DESB I	41.90%	HORA	10:45:00
7.697	lb	8.968	lc	4.77	Q	206.45	P	2096.388	S	2106.529	FP	0.995	DESB V	1.29%	DESB I	41.30%	HORA	10:45:00
7.555	lb	9.33	lc	4.57	Q	206.45	P	2096.388	S	2106.529	FP	0.995	DESB V	1.27%	DESB I	41.42%	HORA	10:45:00
7.608	lb	9.71	lc	4.65	Q	370.25	P	2063.829	S	2096.737	FP	0.984	DESB V	1.30%	DESB I	41.21%	HORA	10:45:00
7.608	lb	9.71	lc	4.55	Q	337.38	P	2080.604	S	2107.781	FP	0.987	DESB V	1.37%	DESB I	41.42%	HORA	10:45:00
7.559	lb	9.155	lc	4.55	Q	375.68	P	2079.55	S	2112.725	FP	0.984	DESB V	1.37%	DESB I	41.42%	HORA	10:45:00
7.626	lb	9.6	lc	4.8	Q	410.74	P	2068.3	S	2108.69	FP	0.98	DESB V	1.35%	DESB I	41.47%	HORA	10:45:00
7.645	lb	8.991	lc	4.45	Q	405.62	P	2062.691	S	2102.194	FP	0.981	DESB V	1.28%	DESB I	41.33%	HORA	10:45:00
7.649	lb	9.122	lc	4.98	Q	399.22	P	2079.747	S	2117.679	FP	0.982	DESB V	1.29%	DESB I	41.83%	HORA	10:45:00
7.642	lb	9.13	lc	4.202	Q	361.28	P	2073.721	S	2104.957	FP	0.985	DESB V	1.33%	DESB I	39.56%	HORA	10:45:00
7.668	lb	9.65	lc	4.188	Q	335.88	P	2086.818	S	2113.55	FP	0.987	DESB V	1.27%	DESB I	39.95%	HORA	10:45:00
7.695	lb	9.98	lc	4.187	Q	506.46	P	2060.208	S	2121.547	FP	0.971	DESB V	1.28%	DESB I	40.12%	HORA	10:45:00
7.799	lb	9.78	lc	4.294	Q	555.13	P	2058.7	S	2131.562	FP	0.965	DESB V	1.27%	DESB I	39.15%	HORA	10:45:00
7.873	lb	8.986	lc	4.213	Q	336.79	P	2103.209	S	2130.3	FP	0.987	DESB V	1.28%	DESB I	40.21%	HORA	10:45:00
7.818	lb	9.146	lc	4.153	Q	327.55	P	2117.5	S	2142.24	FP	0.988	DESB V	1.28%	DESB I	40.99%	HORA	10:45:00
7.56	lb	9.131	lc	4.258	Q	312.86	P	2087.765	S	2111.76	FP	0.988	DESB V	1.31%	DESB I	39.13%	HORA	10:45:00
7.655	lb	8.953	lc	4.3	Q	371.94	P	2066.789	S	2099.989	FP	0.984	DESB V	1.32%	DESB I	38.29%	HORA	10:45:00
7.627	lb	9.94	lc	4.266	Q	464.88	P	2061.782	S	2113.542	FP	0.975	DESB V	1.32%	DESB I	39.20%	HORA	10:45:00
7.638	lb	8.906	lc	4.205	Q	434.79	P	2046.4	S	2091.932	FP	0.978	DESB V	1.34%	DESB I	39.20%	HORA	10:45:00
7.636	lb	8.949	lc	4.222	Q	473.57	P	2043.282	S	2097.445	FP	0.974	DESB V	1.34%	DESB I	39.13%	HORA	10:45:00
7.682	lb	9.157	lc	4.199	Q	467.83	P	2075.7	S	2127.153	FP	0.975	DESB V	1.34%	DESB I	40.12%	HORA	10:45:00
7.778	lb	9.75	lc	4.221	Q	471.53	P	2076.97	S	2128.972	FP	0.975	DESB V	1.31%	DESB I	39.91%	HORA	10:45:00
7.538	lb	8.96	lc	4.298	Q	455.84	P	2035.787	S	2086.198	FP	0.975	DESB V	1.29%	DESB I	38.00%	HORA	10:45:00
7.513	lb	9.214	lc	4.28	Q	300.45	P	2091.116	S	2112.59	FP	0.989	DESB V	1.30%	DESB I	38.87%	HORA	10:45:00
7.479	lb	9.106	lc	4.395	Q	376.9	P	2062.636	S	2096.788	FP	0.983	DESB V	1.29%	DESB I	37.15%	HORA	10:45:00
7.626	lb	8.946	lc	4.425	Q	128.2	P	2092.544	S	2096.457	FP	0.998	DESB V	1.25%	DESB I	36.77%	HORA	10:45:00
7.494	lb	9.39	lc	4.46	Q	134.47	P	2086.911	S	2091.239	FP	0.997	DESB V	1.24%	DESB I	36.27%	HORA	10:45:00
7.533	lb	9.42	lc	4.396	Q	325.34	P	2071.369	S	2096.763	FP	0.987	DESB V	1.27%	DESB I	37.11%	HORA	10:45:00
7.484	lb	8.853	lc	4.312	Q	363.8	P	2037.351	S	2069.578	FP	0.984	DESB V	1.28%	DESB I	37.35%	HORA	10:45:00
7.514	lb	9.4	lc	4.29	Q	383.59	P	2054.515	S	2090.19	FP	0.983	DESB V	1.26%	DESB I	38.14%	HORA	10:45:00
7.537	lb	8.945	lc	4.348	Q	366.89	P	2053.845	S	2086.357	FP	0.984	DESB V	1.22%	DESB I	37.37%	HORA	10:45:00
7.663	lb	9.54	lc	4.298	Q	255.79	P	2098.911	S	2114.44	FP	0.992	DESB V	1.24%	DESB I	38.64%	HORA	10:45:00
7.691	lb	8.962	lc	4.329	Q	272.57	P	2089.421	S	2107.58	FP	0.991	DESB V	1.24%	DESB I	38.10%	HORA	10:45:00
7.695	lb	9.35	lc	4.343	Q	360.31	P	2085.235	S	2116.135	FP	0.985	DESB V	1.27%	DESB I	38.17%	HORA	10:45:00
7.758	lb	9.43	lc	4.28	Q	330.51	P	2099.35	S	2125.208	FP	0.987	DESB V	1.28%	DESB I	39.95%	HORA	10:45:00
7.917	lb	9.15	lc	4.315	Q	509.15	P	2076.6	S	2137.53	FP	0.971	DESB V	1.26%	DESB I	39.75%	HORA	10:45:00
7.871	lb	8.94	lc	4.344	Q	430.85	P	2078.398	S	2122.586	FP	0.979	DESB V	1.23%	DESB I	38.39%	HORA	10:45:00
7.8	lb	9.36	lc	4.236	Q	118.19	P	2123.384	S	2126.671	FP	0.998	DESB V	1.30%	DESB I	39.69%	HORA	10:45:00
7.762	lb	9.3	lc	4.242	Q	37.162	P	2121.43	S	2121.755	FP	0.999	DESB V	1.32%	DESB I	39.50%	HORA	10:45:00
7.733	lb	9.7	lc	4.242	Q	544.18	P	2045.175	S	2116.293	FP	0.966	DESB V	1.24%	DESB I	39.34%	HORA	10:45:00
7.644	lb	9.1	lc	4.19	Q	486.54	P	2048.664	S	2105.647	FP	0.972	DESB V	1.25%	DESB I	39.67%	HORA	10:45:00

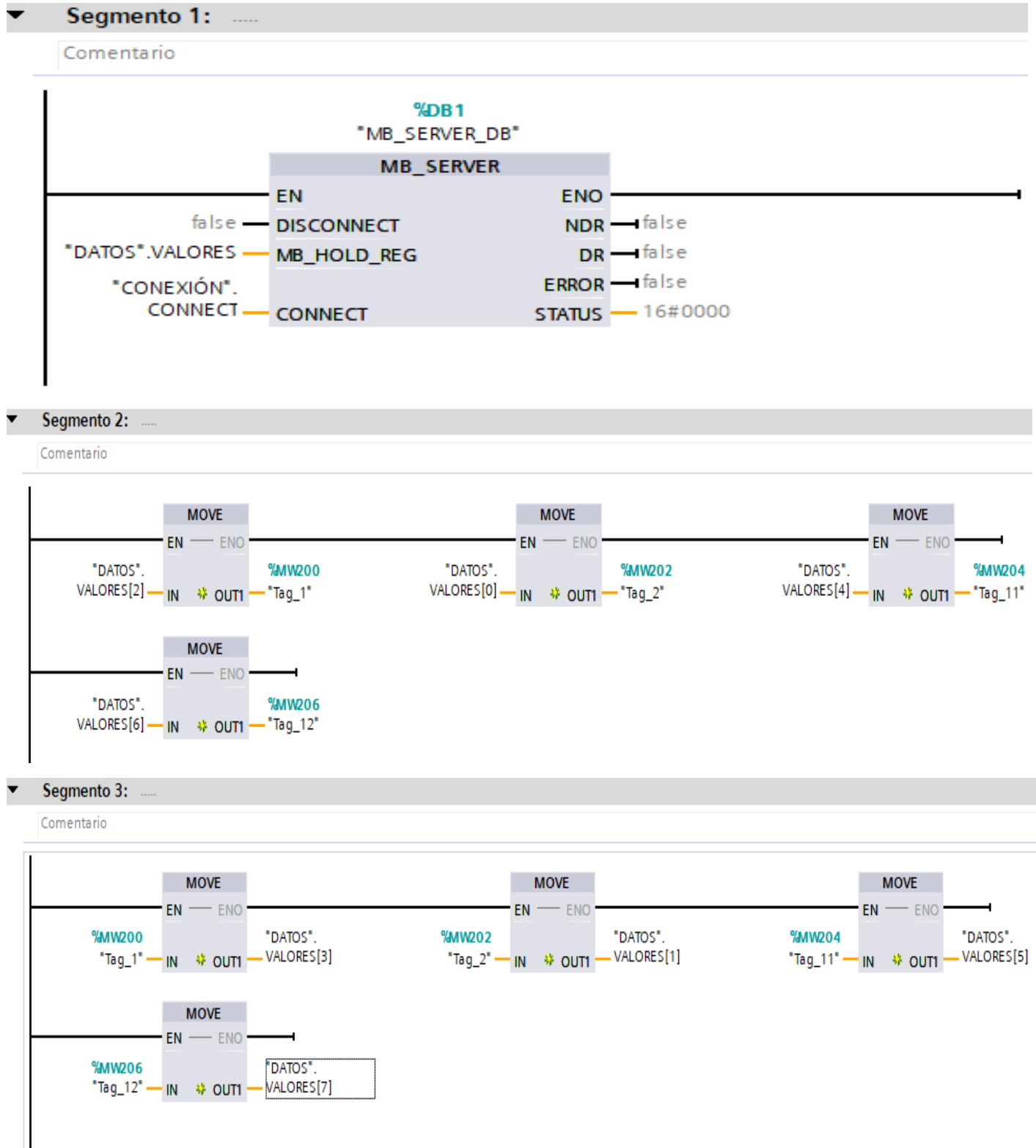
12.2. ANEXO 2. ALGORITMO EN LABVIEW PARA EL CÁLCULO DE FP, Q, P Y S



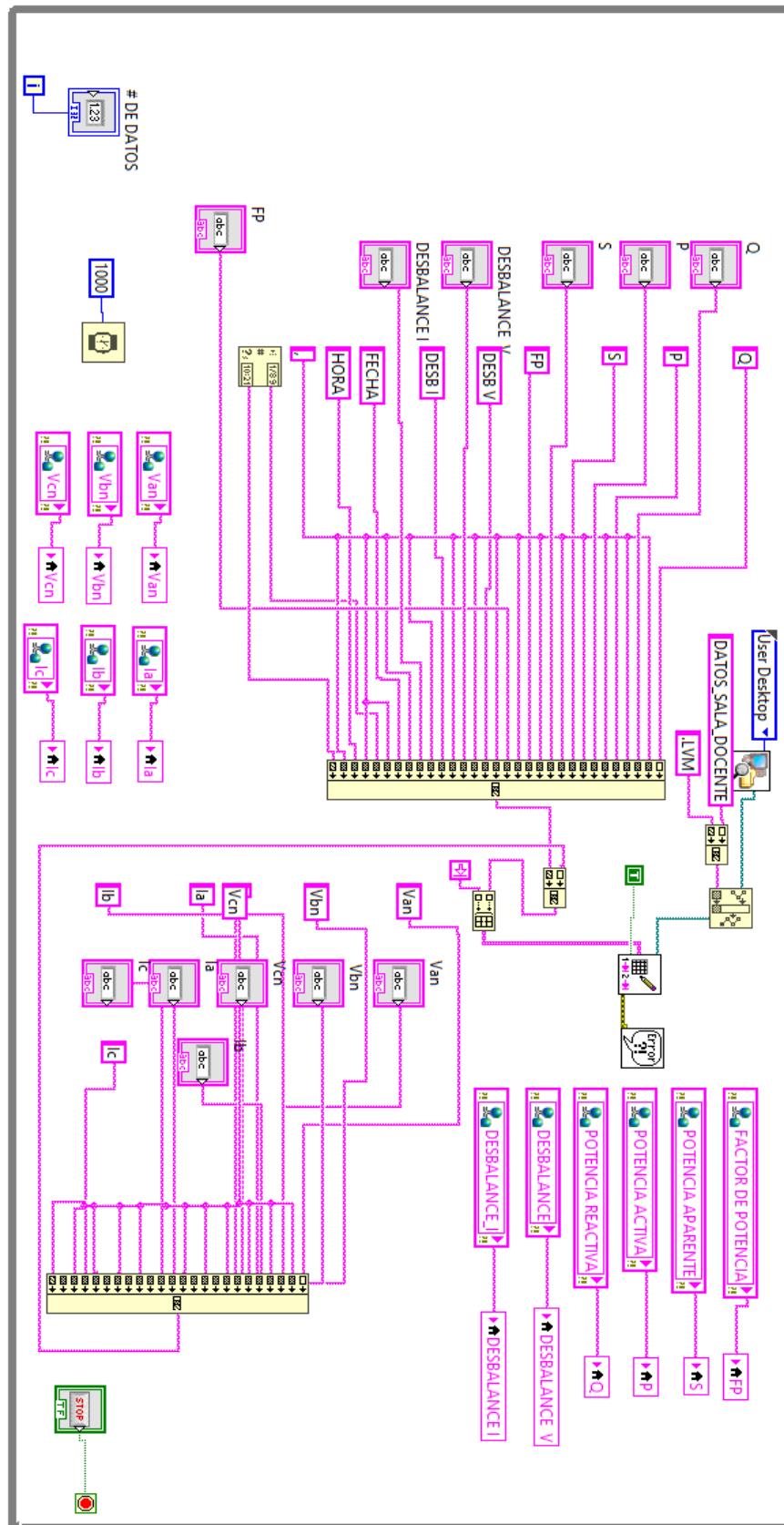
12.3. ANEXO 3: ALGORITMO EN LABVIEW PARA COMUNICARSE CON UN PLC SIMATIC S7 1200 MEDIANTE MODBUS



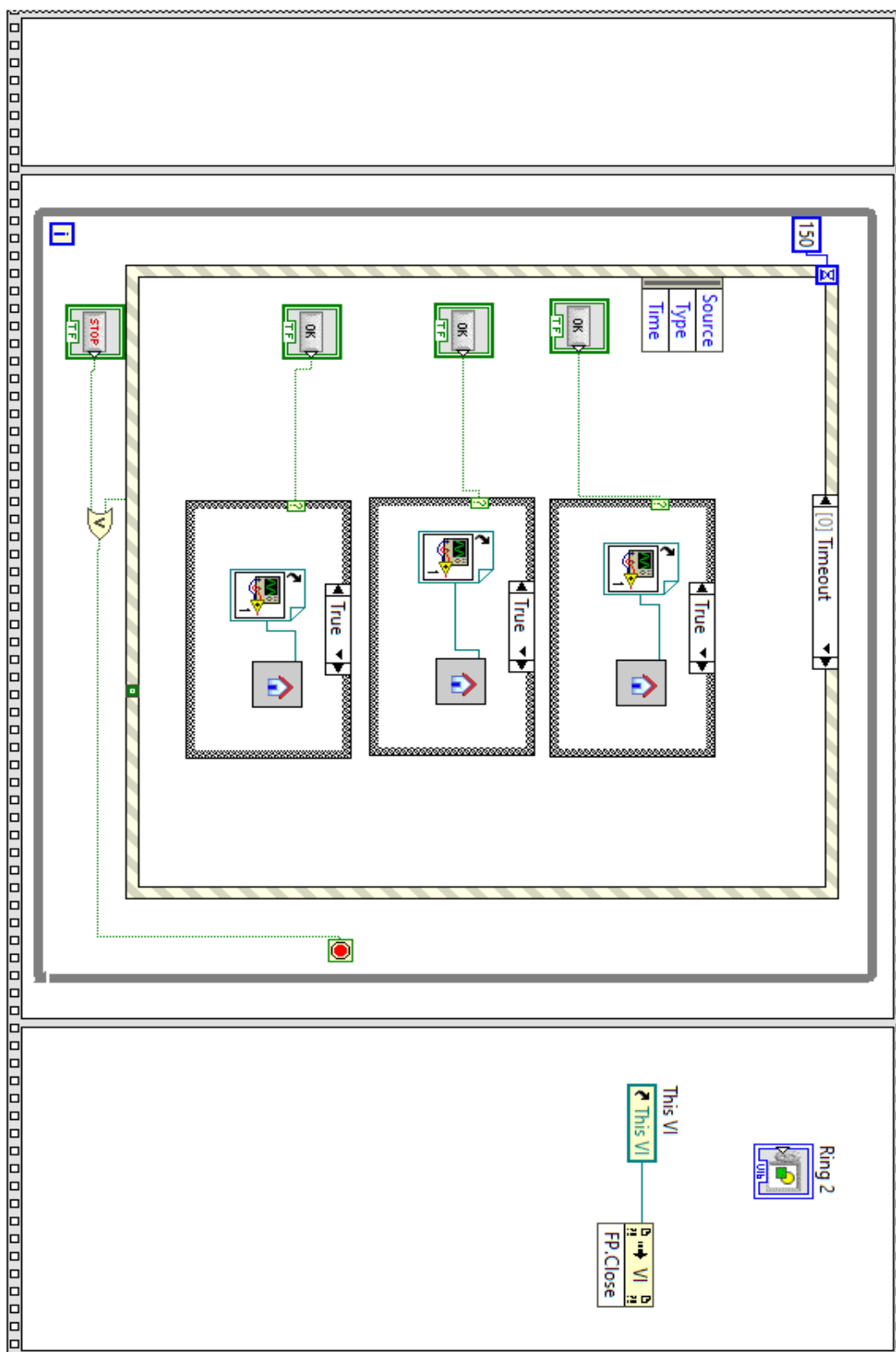
12.4. ANEXO 4: PROGRAMA PARA INTEGRAR UN PLC S7 1200 CON LABVIEW MEDIANTE MODBUS



12.5. ANEXO 5: ALGORITMO EN LABVIEW PARA LA CAPTURA DE DATOS



12.6. ANEXO 6: ALGORITMO EN LABVIEW DE LA PANTALLA PRINCIPAL



12.7. ANEXO 7: FICHA TÉCNICA DEL CONTROLADOR DE ENERGÍA REACTIVA BR6000

Serie de modelos	BR 6000....
Salidas	6 o 12(13)
Idiomas	Alemán, Inglés , Español, Francés, Ruso, Checo, Holandés, PL, PT
Potencia de conexión de las salidas de relé	250 VAC, 1000 W
Número de salidas activas	Programable
Manejo y visualización	Display gráfico iluminado de 2 x 16 caracteres Con menú de fácil manejo
Número de series de control	20
Series de control de edición libre	1
Principio de regulación	Seleccionable Conexión lineal, conexión circular o conexión inteligente, Funcionamiento en 4 cuadrantes
Auto Inicialización	SI
Tensión de servicio	220VAC +/-15%, 50 / 60 Hz
Tensión de medida	30...525 VAC (L-N) o (L-L); 50 / 60Hz
Corriente de medida	X : 5/1 A seleccionable
Consumo	<5 VA
Sensibilidad	50 mA / 10mA
cos phi deseado	0,3 ind. a 0,3 cap. ajustable
Tiempo de conexión	Seleccionable de 1 seg. 20 min.
Tiempo de desconexión	Seleccionable de 1 seg. 20 min.
Tiempo de descarga	Seleccionable de 1 seg. 20 min.
Pasos / salto / omisión de pasos	Programable
Relé de alarma	De serie
Disparo por falta de tensión	De serie
Visualización de parámetros de red	Tensión, corriente aparente, frecuencia, energía reactiva, energía activa, energía aparente, kvar que faltan, temperatura, armónicas
Memorización de valores máximos	Tensión, energía reactiva, energía activa, energía aparente, temperatura, THD-V, THD-I
Memorización del número de Conex.	Sí, Reset individual posible
Memorización del tiempo de funcionam.	Sí, Reset individual posible
Rango de medición de temperatura	-30 ... 100°C
Memoria de errores	Registro de los últimos 8 errores
2do set de parámetros	Disponible en versión /F y /S
Exactitud	Corriente, tensión : 1% Potencias activa, reactiva y aparente: 2%
Envolverte	para montaje empotrado en cuadro de mando DIN 43 700, 144 x 144 x 55mm
Peso	1kg
Temperatura ambiente de funcionamiento	-20 a +60°C
Índice de protección según DIN 40050	Parte frontal IP 54, Parte trasera: IP20
Lineamientos de seguridad	IEC 61010-1:2001, EN 61010-1:2001
Sensibilidad a la interferencia (zonas industriales)	EN 50082-1:1995 IEC 61000-4-2: 8kV IEC 61000-4-4: 4kV
Opciones:	
Opción/F	Entrada externa adicional
Opción/S485	Relé adicional de mensaje programable por el usuario Como opción /F con interface RS485 adicional

12.8. ANEXO 8: AJUSTE DE FÁBRICA DEL BR6000

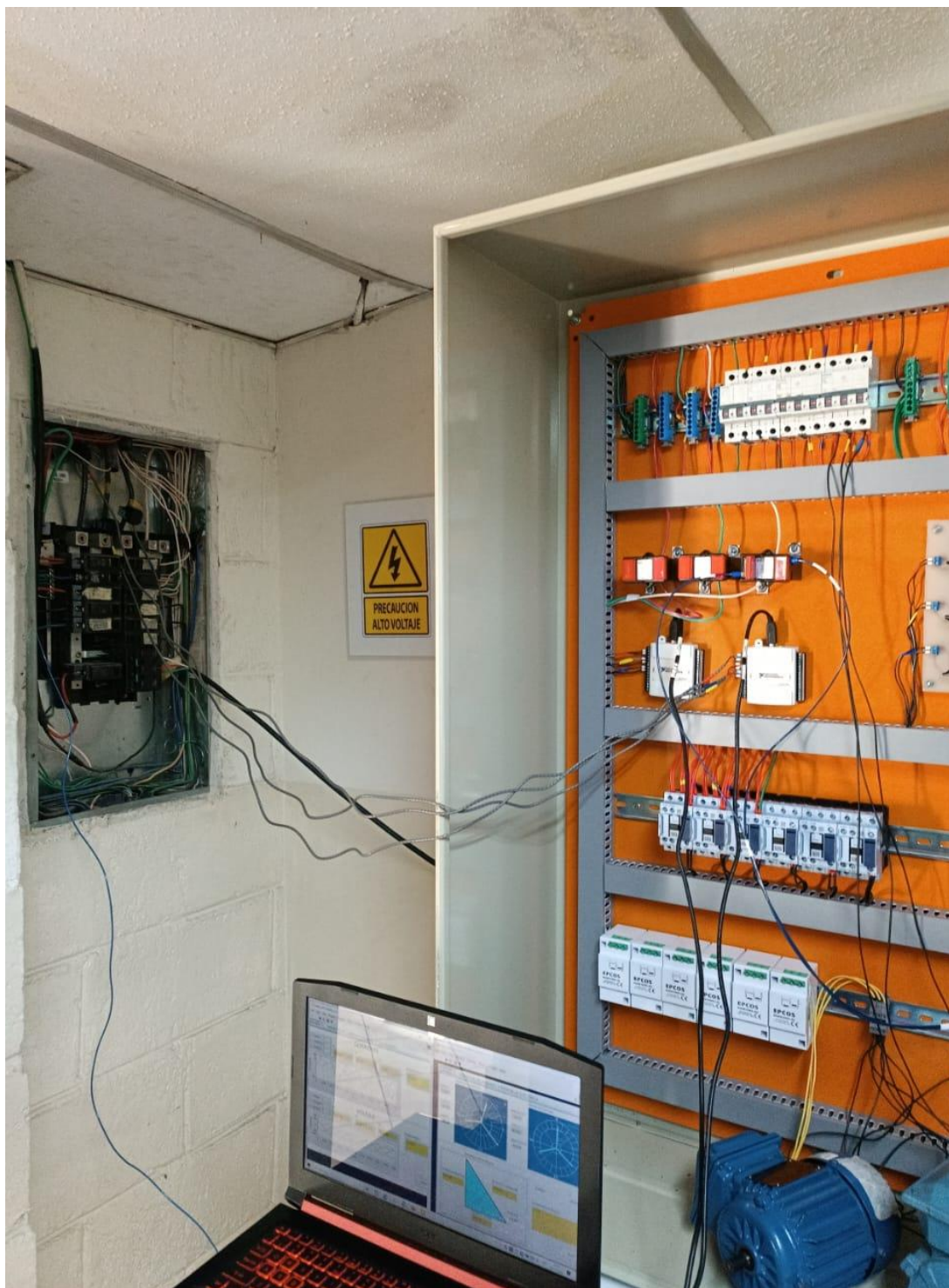
Los siguientes valores de ajuste de fábrica solamente son aplicables si el regulador es suministrado directamente de fábrica. En caso contrario, estos valores serán sustituidos por una configuración básica del fabricante del sistema de compensación. (Que son los valores óptimos para el correspondiente sistema de compensación).

Nr.	Parámetro * opcion	Ajuste de fábrica	Valores de esta instalación (A introducir por el fabricante de la instalación o por el usuario)
0	SELECCIÓN DE IDIOMA	INGLES	
1	I-TC PRIMARIO	1000 A	
2	I-TC SECUNDARIO	5 A	
3	PASOS ACTIVOS	12 (6)	
4	SERIE DE CONTROL	1	
5	PRINCIPIO DE CONTROL	INTELIGENTE	
6	POTENCIA PASO 1	25,00 kvar	
7	COS PHI DESEADO	0,98 IND	
8	TENSIÓN DE MEDICION	220 V L-N	
9	RELACIÓN TRANSF. TENSIÓN	- NO -	
10	TIEMPO DE CONEXIÓN	40 seg.	
11	TIEMPO DE DESCONEXIÓN	40 seg.	
12	TIEMPO DE DESCARGA	60 seg.	
13	ALARMA TEMP.	55 ° C	
14	RELÉ DE SEÑALIZACIÓN *	VENTILADOR	
15	TEMP. VENTILADOR	30°C	
16	ARMÓNICAS THD-V	7 %	
	2do set de parámetros		Los valores por defecto son los mismos que los del set de parámetros 1
	Pasos	AUTO	
	Código Modo experto 1	6343	No modificable
	Código Modo experto 2	2244	No modificable
	Tiempo de integración	1 seg.	
	Valor de disparo	66%	
	Potencia máxima de conexión simultánea	4 x tensión de escalón menor	
	Bloqueo de teclas	- NO -	
	Advertencia Número de conexiones	10.000	
	Descarga rapida	- NO -	
	Desfase U/I	0 °	
	Test - C	- SI -	
	Error - C	40%	
	Intendo de test	5	
	Potencia del paso 1	0...255 kvar	
	Control	3-fases	
	Protocolo *	MODBUS-RTU	
	Velocidad de transmision *	9600	
	Direccion*	1	
	Número de MMI6000*	1	
	Tiempo de entrega ASCII*	10 seg	

12.9. ANEXO 9: PRUEBAS DE LECTURA DE VARIABLES ELÉCTRICAS EN EL LABORATORIO



12.10. ANEXO 10: LECTURA DE MUESTRA DE DATOS EN EL TABLERO ELÉCTRICO DEL CC2



12.11. ANEXO 11: COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA

COSTOS DE MATERIALES, MANO DE OBRA Y SOFTWARE				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO (\$)	TOTAL
MATERIALES				
Tarjeta de adquisición de datos DAQ National Instrument NI USB-6009	2	PZ	\$847,50	\$ 1.695,00
Controlador de Factor de Potencia 220V/60Hz, 6 pasos	1	PZ	\$600,00	\$ 678,00
Base adhesiva para cincho de nylon plástico	30	PZ	\$0,35	\$ 11,87
Bobina de descarga rápida	6	PZ	\$40,00	\$ 271,20
Botón de parada de emergencia	1	PZ	\$10,80	\$ 12,20
Cable TFF #16 azul	100	m	\$0,36	\$ 40,68
Canaleta de recorte	3	PZ	\$9,40	\$ 31,87
Capacitor de 240/60hz	3	PZ	\$85,60	\$ 290,18
Contactor 18A 220/60 Hz	6	PZ	\$33,70	\$ 228,49
Gabinete metálico 1200*800*350, TIBOX	1	PZ	\$320,00	\$ 361,60
Organizador en espiral para cables	2	PZ	\$8,00	\$ 18,08
Riel din	2	PZ	\$8,50	\$ 19,21
Selector perilla corta	1	PZ	\$9,50	\$ 10,74
Terminal tipo pin	3	PZ	\$5,00	\$ 16,95
Tope plástico para bornera	30	PZ	\$1,10	\$ 37,29
Transformador de corriente, 100/5 A	3	PZ	\$30,20	\$ 102,38
Ventilador axial 110-220 VAC	1	PZ	\$15,00	\$ 16,95
SUB TOTAL MATERIALES				\$ 3.842,68
MANO DE OBRA				
Mano de obra				\$ 1.537,00
SUB TOTAL MANO DE OBRA				\$ 1.537,00
SOFTWARE				
Software para monitor de variables eléctricas				\$ 2.000,00
SUB TOTAL MANO DE OBRA				\$ 2.000,00
COSTO TOTAL DEL SISTEMA				\$ 7.379,68

12.12. ANEXO 12: ESTRUCTURA DEL MANUAL DE USUARIO



ESCUELA ESPECIALIZADA EN INGENIERÍA

ITCA-FEPADE

DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL

AÑO 2025

GUÍA DE USO DEL SISTEMA DIDÁCTICO DE CONTROL AUTOMÁTICO PARA LA CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA Y MONITOREO DE VARIABLES ELÉCTRICAS



Director coordinador del proyecto:

Ing. Manuel Antonio Chicas Villeda

Docente investigador responsable:

Ing. Carlos Levi Cartagena Lobos

Docente coinvestigador:

Ing. David Ernesto Cortez Pérez

Escuelas y/o Centro(s) Regional(es) participantes:

Escuela de Eléctrica / Centro Regional Santa Ana

CONTENIDO

1. Introducción

Este manual proporciona instrucciones detalladas sobre el uso del módulo didáctico de control automático para la corrección del Factor de Potencia y el monitoreo de variables eléctricas en instalaciones de baja tensión. Este sistema está diseñado para mejorar la eficiencia energética y proporcionar datos precisos sobre el rendimiento eléctrico.

2. Descripción del Módulo

El módulo didáctico incluye los siguientes componentes:

- **Controlador automático.** Ajusta el Factor de Potencia mediante la conexión y desconexión de condensadores.
- **Sensores de monitoreo.** Miden variables eléctricas como voltaje, corriente, y potencia.
- **Interfaz de usuario.** Permite la visualización y configuración de parámetros.

2.1 Controlador Automático

El controlador automático BR6000 es un dispositivo avanzado diseñado para la corrección del Factor de Potencia en sistemas eléctricos. Este controlador ofrece una amplia gama de funciones y características que optimizan la eficiencia energética y mejoran la calidad del suministro eléctrico. A continuación, se detallan sus principales características y funcionalidades:

Características Principales

- **Medición de Corriente.** El BR6000 realiza mediciones precisas de la corriente mediante transformadores de intensidad. Es esencial asegurar que la corriente consumida pase a través de estos transformadores para obtener lecturas exactas.
- **Programación de la Corrección de Fase.** Permite ajustar la corrección de fase entre la tensión y la corriente de medición, lo cual es crucial para mantener la precisión en la compensación del Factor de Potencia.
- **Salida de Alarma y Mensajes de Error.** El controlador está equipado con un contacto de alarma que se activa en caso de errores, mostrando mensajes específicos en el display para facilitar la identificación y resolución de problemas.
- **Modos de Funcionamiento.** Incluye varios modos de operación, como el modo automático, programación, modo manual, servicio y modo experto. Cada modo ofrece diferentes funcionalidades para la gestión y control del sistema.
- **Visualización de Parámetros de Red.** En el modo automático, el BR6000 muestra diversos parámetros de la red, como tensión, corriente, energía reactiva, energía activa, energía aparente, frecuencia, temperatura, y armónicas.



Figura 1: BR 6000 vista frontal

Modo de funcionamiento:

- Automático
- Programación
- Modo manual
- Servicio
- Modo experto



ENTER/OK
Confirmación y memorización de valores



Aumentar el parámetro seleccionado



Disminuir el parámetro seleccionado

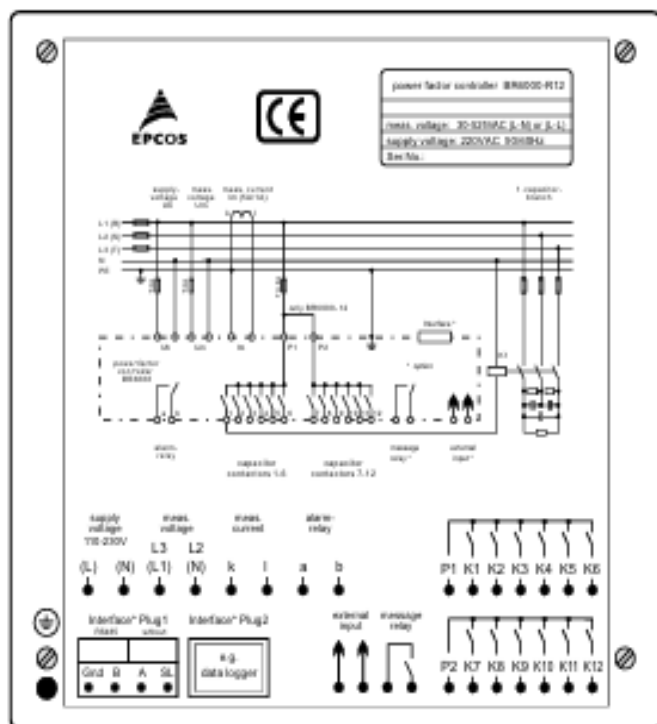


Figura 2: BR 6000 vista de atrás

Funciones de Control

- **Conexión y Desconexión de Condensadores.** El controlador ajusta el Factor de Potencia mediante la conexión y desconexión de condensadores, siguiendo diferentes principios de regulación como conexión lineal, conexión circular, regulación inteligente, y desintonía combinada.
- **Inicialización Automática.** Facilita la puesta en marcha del sistema mediante la inicialización automática, que reconoce y almacena los parámetros del sistema de compensación de energía reactiva.
- **Programación Manual.** Permite la configuración manual de diversos parámetros del sistema, como la corriente primaria y secundaria del transformador, el número de pasos activos, la serie de control, el modo de control, la potencia del primer paso, el $\cos \phi$ deseado, la tensión de medición, la relación del transformador de tensión, y los tiempos de conexión, desconexión y descarga.

Interfaz y Comunicación

- **Interfaz RS485.** Opcionalmente, el BR6000 puede estar equipado con una interfaz RS485 para la parametrización del regulador a través de PC, lectura remota de estados de operación, monitoreo, almacenamiento y análisis de parámetros de la red.
- **Protocolo MODBUS.** Utiliza el protocolo MODBUS para la comunicación y control remoto, permitiendo la integración con otros sistemas y dispositivos de medición.

3. Funcionamiento

3.1. Corrección del Factor de Potencia

El controlador automático detecta el Factor de Potencia y ajusta la conexión de condensadores para mantener un valor óptimo, reduciendo así las pérdidas de energía y mejorando la eficiencia del sistema.

3.2. Monitoreo de Variables Eléctricas

Los sensores integrados en el módulo registran datos en tiempo real sobre el voltaje, la corriente y la potencia. Estos datos se muestran en la interfaz de usuario, permitiendo un análisis detallado del rendimiento eléctrico.

4. Ventajas

- **Eficiencia Energética.** Mejora el Factor de Potencia, reduciendo las pérdidas de energía.
- **Monitoreo en Tiempo Real.** Proporciona datos precisos y actualizados sobre el rendimiento eléctrico.
- **Facilidad de Uso.** Interfaz intuitiva para la configuración y visualización de parámetros.

5. Limitaciones

- **Capacidad de Carga.** El módulo está diseñado para instalaciones de baja tensión y puede no ser adecuado para sistemas de alta tensión.

- **Dependencia de Sensores.** La precisión del monitoreo depende de la calidad y calibración de los sensores.

6. Recomendaciones de Uso

- **Instalación.** Asegúrese de que el módulo esté instalado por un profesional calificado para garantizar su correcto funcionamiento.
- **Mantenimiento.** Realice inspecciones periódicas y calibraciones de los sensores para mantener la precisión de los datos.
- **Configuración.** Ajuste los parámetros del controlador según las necesidades específicas de la instalación para obtener los mejores resultados.



ITCA FEPADE

SEDE CENTRAL Y CENTROS REGIONALES EL SALVADOR



La Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE, fundada en 1969, es una institución estatal con administración privada, conformada actualmente por 5 campus: Sede Central Santa Tecla y cuatro centros regionales ubicados en Santa Ana, San Miguel, Zacatecoluca y La Unión.

1. SEDE CENTRAL SANTA TECLA

Km. 11.5 carretera a Santa Tecla, La libertad.
Tel.: (503) 2132-7400

2. CENTRO REGIONAL SANTA ANA

Final 10a. Av. Sur, Finca Procavia.
Tel.: (503) 2440-4348

3. CENTRO REGIONAL ZACATECOLUCA

Km. 64.5, desvío Hacienda El Nilo sobre autopista a Zacatecoluca.
Tel.: (503) 2334-0763 y 2334-0768

4. CENTRO REGIONAL SAN MIGUEL

Km. 140 carretera a Santa Rosa de Lima.
Tel.: (503) 2669-2298

5. CENTRO REGIONAL LA UNIÓN

Calle Sta. María, Col. Belén, atrás del Instituto Nacional de La Unión
Tel.: (503) 2668-4700

www.itca.edu.sv

