ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación

TRABAJO DE TITULACIÓN

"DISEÑO DEL SISTEMA AUTOMATIZADO "SAICEP", HARDWARE Y SOFTWARE PARA LA ADQUISICIÓN, REGISTRO Y ANÁLISIS DE DATOS EN LA ELABORACIÓN DE INDICADORES DE CONSUMO ENERGÉTICO Y PRODUCCIÓN."

Previo a la obtención del título de:

MAGÍSTER EN AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL INDUSTRIAL

Presentado por:

CARLOS ALBERTO SALDAÑA ENDERICA

Guayaquil-Ecuador

AÑO: 2016

AGRADECIMIENTOS

A Dios.

A mi Familia

DEDICATORIA

A mi Madre

A Marisol.

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

PhD. Sixto García.

SUBDECANO DE LA FIEC

Ing. Wilton Agila, PhD.

DIRECTOR

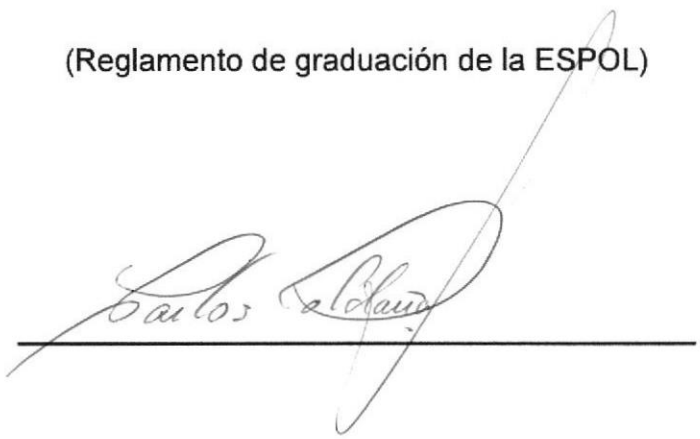
Ing. Dennys Cortéz, MSc.

VOCAL PRINCIPAL

DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL".

(Reglamento de graduación de la ESPOL)



Ing. Carlos Alberto Saldaña Enderica

RESUMEN

La existencia de indicadores de eficiencia energética en un sistema de producción es de vital importancia para la implementación de procesos productivos, dado que permite la ejecución de ciclos de mejora continua, además de funcionar como parámetros de viabilidad de procesos.

Los indicadores proporcionan información que debe ser analizada e interpretada con el fin de conocer el comportamiento de la empresa durante su operación de manera que se pueda gestionar más eficientemente.

El análisis y caracterización energética de cada proceso industrial permite a las empresas definir indicadores propios enfocados al ahorro energético, más aun que en la actualidad se busca eliminar subsidios al consumo eléctrico al sector productivo. Esto sirve como base de comparación y monitoreo para el control, ahorro y reducción de las pérdidas energéticas de sus procesos y

evaluar los potenciales de reducción de las pérdidas de energías debidas a la tecnología empleada.

Bajo este contexto, disponer de las herramientas sistematizadas para el control y la gestión energética se convierte en una necesidad para las empresas que buscan optimizar sus recursos. Así la presente propuesta contempla diseñar e implementar un sistema automatizado para la adquisición, registro y procesamiento de la información relacionada a consumo energético y producción, SAICEP.

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS ii

DEDICATORIA iii

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN iv

DECLARACIÓN EXPRESA v

RESUMEN vi

ÍNDICE GENERAL viii

ABREVIATURAS xiv

ÍNDICE DE FIGURAS xvi

ÍNDICE DE TABLAS xix

INTRODUCCIÓN xx

CAPÍTULO 1 1

1. ANTECEDENTES 1

1.1 Descripción del problema 1

1.2 Justificación. 2

1.3 Solución propuesta. 4

1.4 Objetivo general 4

1.5 Objetivos específicos 4

1.6 Metodología 5

1.7 Alcance 5

CAPÍTULO 2 6

2. SISTEMAS DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN 6

2.1 Indicadores de gestión. 6

2.1.1 Los indicadores de gestión como herramienta de evaluación en la eficiencia energética en planta de abastecimiento de agua potable 11

2.1.2 Indicador de intensidad de uso de la energía. 13

2.1.3 Indicadores de desempeño energético 14

2.1.4 Seguimiento, medición y análisis 15

2.2 Minería de datos. 16

2.2.1 Proceso de la minería de datos 17

2.2.2 Técnicas de la minería de datos 19

2.3 OPC 20

2.3.1 Aplicaciones OPC 21

2.3.2 Arquitectura General y Componentes 21

2.3.3 Servidores locales y remotos 22

2.3.4 Servidor de Acceso a Datos OPC 23

2.4 Acceso a datos OPC 23

2.4.1 OPC Automation Server Object Model 25

2.4.2 OPC Data Automation Object Model 27

2.4.3 Data Synchronization 28

2.4.4 OPC Data Access Automation Wrapper DLL 28

2.5 Objetos e interfaces para acceso a datos por OPC 29

2.5.1 Objeto OPCServer 29

2.5.2 Métodos del servidor OPC 29

2.6 KEPServerEX 38

2.7 Base de datos 39

2.7.1 ADO.NET Architecture 39

2.7.2 CommandBuilder - OLEDB 43

2.7.3 Dataset- OLEDB Data source 44

2.8 Java kit de desarrollo 44

2.8.1 JfreeChart 45

2.8.2 JCommon 46

2.9 Pliego Tarifario eléctrico 47

2.9.1 Categorías y grupos de tarifas 47

2.9.2 Categoría General 47

2.9.3 Grupo Nivel de Media Tensión 50

2.9.4 Tarifas en media tensión 50

2.9.5 Tarifas en media tensión con demanda 50

2.9.6 Tarifas en media tensión con y sin registrador de demanda horaria para industriales 51

2.9.7 Demanda facturable 54

2.9.8 Factor de corrección (FC) 55

2.9.9 Cargos por bajo factor de potencia 55

CAPÍTULO 3 57

3. DISEÑO CONCEPTUAL DE SAICEP 57

3.1 Requerimientos dentro de la industria 58

3.2 Requisitos administrativos dentro de la empresa 58

3.2.1 Levantamiento de información 59

3.2.2 Información sobre la gestión de la energía 60

3.2.3 Planificación Energética 61

3.2.4 La revisión energética 62

3.2.5 Principio de Pareto 63

3.3 Equipos para el diseño 64

3.3.1 Medidor de energía. 65

3.3.2 Radio Racom MR400. 71

3.3.3 DNP3 72

3.3.4 Medidor de nivel. 73

3.3.5 Transductor ST-H. 73

3.4 Arquitectura de la red. 74

3.5 Diseño eléctrico para la implementación. 75

3.5.1 Instalación. 75

3.5.2 Conexiones. 77

3.6 Configuración de la comunicación 78

3.6.1 SENTRON Pac 79

3.6.2 Multiranger 100 y transductor ST-H 80

3.6.3 OPC 81

3.7 Diseño del software SAICEP 86

3.7.1 Aplicación cliente-OPC 86

3.7.2 Aplicación - Procesamiento y análisis de datos. 88

3.7.3 Arquitectura. 92

CAPÍTULO 4 94

4 EVALUACIÓN DEL SISTEMA SAICEP 94

4.1 Instalación y configuración con el PC. 94

4.2 Adquisición de datos 95

4.2.1 Adquisición de datos de la planta. 95

4.2.2 Frecuencia de muestreo 96

4.2.3 Buscar servidores 97

4.2.4 Conectarse a un servidor 98

4.2.5 Registro de datos en la base de datos 99

4.2.6 Datos obtenidos 100

4.2.7 Generación de datos para la simulación. 102

4.3 Procesamiento y análisis de datos 104

4.3.1 Algoritmo de procesamiento de la información 106

4.3.2 Pruebas de Interfaz login. 108

4.3.3 Pruebas de Interfaz menú administrador. 109

4.3.4 Validaciones de la interfaz de unidad de producción 109

4.3.5 Validaciones de la interfaz grupos de producción. 113

4.3.6 Validaciones de la interfaz configuración de reportes. 114

CAPÍTULO 5 116

5 ANÁLISIS DE RESULTADOS DE SAICEP 116

5.1 Análisis de variables en el tiempo 116

5.1.1 Indicadores de producción. 117

5.1.2 Indicadores de energía. 121

5.1.3 Indicadores de costo de energía. 124

5.2 Análisis de indicadores en el tiempo 126

5.2.1 Indicadores de energía versus Producción. 127

5.2.2 Indicadores de costo de energía versus energía. 128

5.2.3 Indicadores de costo de energía versus producción. 130

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 133

BIBLIOGRAFÍA 135

ABREVIATURAS

ADO.NET:	Conjunto de componentes para acceder a datos
BFP:	Bajo factor de potencia
CSV:	Coma Separated Values
DCS:	Distributed Control System
DIN:	Data Interface Module
DM:	Demanda Máxima
DNP3:	Distributed Network Protocol
DP:	Demanda Pico
E/S:	Entradas y Salidas
FC:	Factor de corrección
FP:	Factor de potencia
IEC:	International Electrotechnical Commission
JDK	Kit de desarrollo para java
ODBC:	Open DataBase Connectivity
OEM:	Original Equipment Manufacturer
OLE:	Object Linking and Embed
OLEDB:	Object Linking and Embedding for Databases
OPC:	OLE for Process Control
PCL:	Programmable Logic Control

SAICEP: Sistema Automatizado de indicadores de consumo de

SCADA: Supervisory Control And Data Acquisition

SQL: Structured Query Language

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Aplicaciones OPC 21
Figura 2.2 Arquitectura OPC 22
Figura 2.3 Cliente a servidor OPC 24
Figura 2.4 Estructura del servidor OPC 25
Figura 2.5 KepServerEX 38
Figura 2.6 Arquitectura 40
Figura 2.7 ADO.net 41
Figura 2.8 Data Set 43
Figura 3.1 Planificación energética. 61
Figura 3.2 Sentron PAC3200 65
Figura 3.3 Conexiones sentron 3200 69
Figura 3.4 Arquitectura de la red 74
Figura 3.5 Diagrama unifilar sistema bombeo. 75
Figura 3.6 unifilar del medidor de energía. 77
Figura 3.7 Trifilar del medidor de energía. 78
Figura 3.8 Panel de administrador. 79
Figura 3.9 Configuración de direcciones. 80
Figura 3.10 canal DNP3 82
Figura 3.11 DNP3 Master Ethernet 83
Figura 3.12 Creación de canal DNP3. 84
Figura 3.13 Configuración canal DNP3 84
Figura 3.14 creación de dispositivo 85
Figura 3.15 Comunicaciones del dispositivo 85
Figura 3.16 Creación de Tags 86
Figura 3.17 Aplicación cliente 87
Figura 3.18 Algoritmo de rango de selección 88

Figura 3.19 Inicio 89
Figura 3.20 Unidad de Producción 91
Figura 3.21 Grupo de producción 92
Figura 3.22 Jfree char 92
Figura 3.23 Arquitectura de SAICEP 93
Figura 4.1 Medidor de energía 96
Figura 4.2 Frecuencia de muestreo 97
Figura 4.3 Búsqueda de servidor. 98
Figura 4.4 Validaciones del programa. 98
Figura 4.5 Servidor seleccionado 99
Figura 4.6 Validación de conexión. 99
Figura 4.7 Registro de variables. 100
Figura 4.8 Variable de kW-h 100
Figura 4.9 Variable de kW 101
Figura 4.10 Variable de nivel (mts 102
Figura 4.11 Validación de seguridad 109
Figura 4.12 Acceso al sistema 109
Figura. 4.13 Indicador de costo energía – energía 110
Figura. 4.14 Indicador de energía por paquete de datos 111
Figura. 4.15 Indicador de producción en un período de días 112
Figura. 4.16 Indicador de costo energía – costo producción 113
Figura. 4.17 Indicador grupo de Prod. Energía. 114
Figura. 4.18 Reporte indicadores. 115
Figura. 5.1 Tendencia del nivel de agua dentro de un reservorio 118
Figura. 5.2 Variable de producción en SAICEP 120
Figura. 5.3 Comparación de V.P entre estaciones en SAICEP 121
Figura. 5.4 Variable de energía en SAICEP 123
Figura. 5.5 Comparación de V.E. entre estaciones en SAICEP 123
Figura. 5.6 Variable de costo de energía en SAICEP 125
Figura. 5.7 Comparación de V.C.E. Entre estaciones en SAICEP 126

Figura. 5.8 Indicador de energía Vs Producción en SAICEP 128
Figura. 5.9 Indicadores entre estaciones 128
Figura. 5.10 Indicador de costo de energía Vs. energía 129
Figura. 5.11 Comparación de indicador C.E. Vs Energía 130
Figura. 5.12 Indicador de costo de energía Vs. Producción 131
Figura. 5.13 Comparación de indicador C.E. Vs P. entre estaciones en SAICEP 131

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Indicadores de desempeño energético 14

Tabla 2. Estructura de servicio OPC 25

Tabla 3. Tipos de de conexión del SENTRON Pac 68

INTRODUCCIÓN

Se considera a los indicadores de eficiencia energética como una herramienta para formular y diseñar políticas eficaces para apoyar la eficiencia energética.

Existen esfuerzos internacionales para desarrollar indicadores y extraer parámetros o características de las tendencias además del análisis comparativo. Sin embargo, en los países en desarrollo la falta de datos limita actualmente el papel de los indicadores de eficiencia energética.

En el sector industrial ecuatoriano es una necesidad el conocimiento del costo real de producción de un determinado producto para tomar decisiones en las diferentes áreas de la empresa, como lo son: financiera, comercial, marketing, calidad, etc.

El requisito principal para que se mueva toda la maquinaria de la industria es la energía, ya sea energía química, térmica o eléctrica, sin la energía sería imposible realizar cualquier actividad industrial.

Por lo tanto, el conocer el comportamiento de estas variables se convierte en un tema de discusión, pues a partir de aquí se logra evaluar muchos factores que intervienen en el costo de producción.

Bajo este contexto, este proyecto de graduación busca acercar la información de las variables de consumo energético y de producción de una determinada planta al escritorio de quienes toman decisiones por medio de indicadores de gestión de eficiencia energética, con la finalidad de obtener mayor información para planificar e implementar mejores mecanismos de eficiencia en la producción y a su vez a una mayor eficiencia energética dentro de su empresa.

La presente memoria se desarrolla de la siguiente manera:

En el capítulo 1 se describe la introducción al proyecto, objetivos y justificación.

En el capítulo 2 se reseña de la importancia de los indicadores de gestión para lograr optimizar los procesos industriales dentro de una empresa además se repasa la importancia de la eficiencia energética dentro de una organización, finalmente se hace una revisión de los equipos que forman parte de esta propuesta.

En el capítulo 3 Se presenta realiza el diseño conceptual del sistema SAICEP, la implementación de los equipos a usarse junto con el software para el correcto funcionamiento del sistema SAICEP.

En el capítulo 4 se describe el diseño del sistema de adquisición de datos, a través de la aplicación cliente-servidor. Así mismo se presenta las pruebas del software de análisis de datos de SAICEP, mediante simulaciones.

En el capítulo 5 se realizan el análisis del sistema SAICEP en un caso de estudio real, esto es, análisis de los indicadores de producción Vs consumo energético para estaciones de rebombeo de agua potable.

Finalmente se presentarán las conclusiones y recomendaciones respectivas en la elaboración de este proyecto.

CAPÍTULO 1

1. ANTECEDENTES

La necesidad del control de las variables de consumo eléctrico y producción dentro de una empresa es en la actualidad el resultado de la búsqueda de la eficiencia empresarial. Muchas empresas buscan optimizar sus recursos, el primer paso para conseguir esto es lograr observar que ocurre dentro de sus dominios, desde el costo hora de producción por obrero hasta el comportamiento anual de una determinada línea de producción.

1.1 Descripción del problema

En la actualidad la sociedad ecuatoriana se encuentra ante una necesidad de ahorro del consumo eléctrico, gracias a las nuevas leyes que impulsa el gobierno de eliminar subsidios para el consumo eléctrico de las industrias, [1]. También se encuentra factores que la industria ecuatoriana viene arrastrando desde mucho tiempo, por ejemplo motores de baja eficiencia, motores mal dimensionados,

bajo factor de potencia, descontrol en el consumo en horas pico, falta de mantenimiento programado, etc. Todo esto se refleja en unos costos de producción más elevados, los cuales indican un impacto en la economía interna y externa de la empresa.

Para lograr observar y actuar inmediatamente sobre estos problemas se necesita de herramientas que permitan verificar en tiempo real comportamiento de la planta.

1.2 Justificación.

La existencia de indicadores de gestión en un sistema de producción es de vital importancia para la implementación de procesos productivos, dado que permite la ejecución de ciclos de mejora continua, además de funcionar como parámetros de viabilidad de procesos [2].

Los indicadores proporcionan información que debe ser analizada e interpretada con el fin de conocer el comportamiento de la empresa durante su operación de manera que se pueda gestionar más eficientemente.

De hecho el análisis y caracterización energética de cada proceso industrial permite a las empresas definir indicadores propios

enfocados al ahorro energético [3], más aun que en la actualidad se busca eliminar subsidios al consumo eléctrico al sector productivo. Esto sirve como base de comparación y monitoreo para el control, ahorro y reducción de las pérdidas energéticas de sus procesos y evaluar los potenciales de reducción de las pérdidas energéticas debidas a la tecnología empleada.

Cada vez los recursos tecnológicos con los que cuentan las empresas van evolucionando de acuerdo a las necesidades que van apareciendo en el mercado actual, la búsqueda y el desarrollo de determinados recursos que cumplan con los requerimientos del cliente se convierte en una necesidad para los especialistas en automatización, ante la necesidad de conseguir una herramienta que permita involucrar variables de consumo energético junto a las de producción para su respectivo análisis a nivel gerencial en todo tipo de industria, se propone el desarrollo del sistema SAICEP, así ésta propuesta contempla implementar un sistema automatizado para la adquisición, registro y procesamiento de la información relacionada a consumo energético y producción.

1.3 Solución propuesta.

El conjunto de acciones que permiten optimizar la relación entre la cantidad de energía consumida, los productos y servicios finales obtenidos es lo que se entiende por eficiencia energética. Consecuentemente, la eficiencia energética se mide a través de indicadores que, a su vez, miden la variación de consumos unitarios de energía en el tiempo.

SAICEP busca ser una herramienta de eficiencia energética flexible para la industria ecuatoriana, en donde principalmente se observará el comportamiento de las variables de consumo eléctrico y las variables de producción, con la finalidad de observar, analizar y actuar en función de los indicadores que el sistema entrega.

1.4 Objetivo general

Diseño de un sistema automatizado, hardware y software para la adquisición, registro y análisis de datos para la elaboración de indicadores de eficiencia energética.

1.5 Objetivos específicos

Establecer un sistema de análisis de información automatizado para la industria ecuatoriana.

Ajustar el conjunto de indicadores definidos para monitorear el consumo energético vs la producción a la realidad de cada industria.

Identificar las mejores condiciones del proceso para la producción, operación, coordinación, registros y evaluación para elevar la eficiencia energética de determinada área.

Encontrar las causas que provocan comportamientos anormales de la producción y los consumos de electricidad, ya que pueden constituir potenciales para el incremento de la eficiencia de la planta.

1.6 Metodología

Para la elaboración de este proyecto se hace uso del método deductivo, inductivo y de análisis.

1.7 Alcance

El proyecto tiene como propósito crear una herramienta que permita acercar al escritorio del gerente de la empresa las variables que intervienen en la eficiencia energética de la planta.

CAPÍTULO 2

2. SISTEMAS DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Para el sistema se hace uso de diferentes tipos de herramientas, desde hardware hasta desarrollo de software, además de procedimientos administrativos previos para la implementación del mismo. Así este capítulo aborda las temáticas que se relacionan directamente con el desarrollo de SAICEP.

2.1 Indicadores de gestión.

Toda actividad empresarial debe estar bajo un permanente control por los gestores de la misma, el trabajo de ellos es tener una visión general del estado de la empresa con el fin de anticipar los problemas y las diferentes soluciones, entonces gestionar equivale a conocer lo que sucede en todas las instancias del negocio, no con un cien por ciento de detalle pero si lo suficiente para encontrar anomalías.

En la actualidad cualquier empresa medianamente moderna genera una gran cantidad de información, la cual es imposible sea procesada por una persona, desbordando la capacidad de análisis de cualquier gestor, sin embargo este se ve forzado a tomar decisiones casi a ciegas.

Es así como cobra importancia la necesidad de la Automatización del registro y procesado de la información, Davis y Olson (1985) dice "la capacidad de automatizar el procesado de la información ha permitido la expansión en el campo del uso formal y organizado de la información" [4]. De esta manera una cantidad elevada de datos, correctamente almacenados y tratados (en lo que se ha dado a conocer como Management Information Systems) dan lugar a un sistema de información formal, destinado a prestar ayuda en la toma de decisiones al equipo gestor.

Aun así los datos obtenidos no significan información, De Miguel E. (1993) define información como un "conjunto de datos que sirven para tomar una decisión" [5]. Con esta reflexión concluimos que todos los datos no suponen información, solamente aquellos que resulten útiles para la toma de decisiones pueden ser considerados como información, también el almacenamiento de información tiene que estar diseñado y estructurado con vistas a la toma de futuras

decisiones, además de las herramientas para el manejo de la magnitud de esta información.

La falta de un enfoque aplicado desde un principio a la hora de planificar, diseñar e implantar los sistemas de información en la empresa conlleva consecuencias poco agradables:

El desarrollo del sistema no cumple con las necesidades específicas desde el inicio, generalmente se "copia" el sistema de otra implementación ya realizada en una planta de mayor prestigio, se hace uso del mismo software, sin tomar en cuenta los futuros usos, y se encarga a personas que están muy lejos de la cadena de toma de decisiones.

Cuando se termina el sistema con un costo elevado que no justifica su utilidad más que para mostrar una imagen de empresa moderna y tecnológica.

Lo que en realidad ilustra el planteamiento anterior es la necesidad de que cualquier sistema de información resulte de utilidad. Si los gestores encuentran indispensable la información que se les proporciona para poder tomar decisiones, y gracias a ello, dichas decisiones se toman de una manera más racional, el sistema quedará totalmente justificado. Es así como los datos deben llegar a los gestores de manera que puedan ser interpretados y facilitar la

toma de decisiones. Una de las maneras más eficaces de sintetizar los datos es mediante el uso de indicadores de gestión (performance indicators).

Pese a la sencillez de cálculo y aparentemente definición, la utilidad de los indicadores ha sido puesta de relevancia en otras industrias durante décadas, por lo que no debe extrañar que la industria del agua los acoja ahora con interés.

Tucker (1968) fecha el comienzo de la utilización de ratios para el control de la gestión a mediados de los 40: "El MC–manager control- constituye un concepto y un método para el control de la dirección de empresas, mediante reducción de los datos de las mismas a ratios inteligibles, relacionando entre si la dinámica particular de los mismos. (...) [6], un nuevo sistema de control de la gestión industrial del que el autor ha sido un pionero.

Los indicadores de gestión basan su existencia en las siguientes premisas:

Ningún hecho y acontecimiento dentro de la planta pueden considerarse de manera aislada.

Cualquier ocurrencia se halla relacionada con otros acontecimientos y puede ser tanto motor de sucesos, como reflejo de los mismos.

Una gestión basada en la actuación sobre acontecimientos aislados, sin una visión global, resulta inadecuada y en ocasiones perjudicial.

La gestión de una empresa conlleva el control sobre una serie de hechos y circunstancias de magnitud, periodo e influencias distintas, que deben ser consideradas en conjunto.

Acciones desproporcionadas en un sector pueden repercutir negativamente en otros sectores dentro de la empresa.

Todos estos factores deben de tenerse en cuenta a la hora de gestionar una empresa. En este contexto, el estudio de las relaciones de las diversas magnitudes tanto técnicas como económicas involucradas en la actividad desarrollada, proporciona una visión general que permite que el proceso de toma de decisiones se realice de manera mucho más racional. Los ratios relacionan magnitudes y sintetizan la información, mostrando tendencias y picos anómalos, proporcionando una herramienta extremadamente útil a la hora de decidir. La selección de los ratios adecuados y su seguimiento en el tiempo permite además detectar tendencias y relaciones causa-efecto. La principal ventaja que ello

conlleva es la posibilidad de adoptar una postura activa, anticipando los posibles problemas y las futuras oportunidades.

Se trata pues de adelantarse a los acontecimientos y entrar en el terreno de la planificación de la mano de unos indicadores que, como mínimo, ofrecerán un panorama del estado actual de la empresa y tendencias que apunten al posible futuro de la misma.

Los indicadores de gestión como herramienta de evacuación en la eficiencia energética en planta de abastecimiento de agua potable

2.1.1 Los indicadores de gestión como herramienta de evaluación en la eficiencia energética en planta de abastecimiento de agua potable

Los indicadores de gestión han obtenido relevancia como herramienta de gestión en la industria del agua durante la última década. Existen razones probadas que aconsejan el establecimiento de un sistema de indicadores para mejorar la gestión en una planta de agua potable, por ejemplo:

- Tendencias a lo largo de un periodo de tiempo
- Comparaciones entre unidades (distintas pero comparables)
- La capacidad de realizar una planificación adecuada
- Mejora de la capacidad de toma de decisiones.

- Establecer objetivos
- Interrelacionar las distintas áreas de gestión (recursos humanos, gestión financiera, sistemas de información, mantenimiento)
- Formulación de cambios de estrategias y política
- Permitir un análisis instantáneo del impacto, efectividad y eficiencia de una planta de bombeo
- Permitir el establecimiento de estándares de calidad
- Comparación entre plantas de bombeo de agua potable.
- Proporcionar un estímulo para la mejora
- Generando oportunidades de subcontratación y benchmarking
- Cumplir metas y directrices de regulación externas: en el caso de existir un órgano regulador externo, las metas estarán relacionadas con el cumplimiento de las directrices reguladoras.

El conjunto de acciones que permiten optimizar la relación entre la cantidad de energía consumida, los productos y servicios finales obtenidos es lo que se entiende por eficiencia energética [3], La eficiencia energética se encuentra muy relacionada con la intensidad del uso de la energía, pero su relación es inversamente proporcional, es

decir, a mayor eficiencia menor intensidad de uso para la obtención de la misma cantidad de un producto.

2.1.2 Indicador de intensidad de uso de la energía.

La intensidad de uso de energía puede ser medida como unidades de energía dividida por unidades de producto en términos termodinámicos, físicos o monetarios. En el caso de la construcción de indicadores de intensidad de uso de energía para este caso de estudio, lo más adecuado es utilizar la cuantificación en unidades físicas. Esto se debe a tres razones principales, la primera, los indicadores físicos entregan una medida objetiva en la cuantificación de la energía utilizada en la producción de bienes valorados por los consumidores, la segunda, la medición en términos físicos permite realizar una comparación temporal de la intensidad de uso sin requerir a correcciones temporales económicas como precios o costos y por ultimo permite la comparación internacional.

En consecuencia, la eficiencia energética se podrá medir a través de los cambios producidos en los indicadores físicos de intensidad de uso de energía.

2.1.3 Indicadores de desempeño energético

Los indicadores de desempeño energético son medidas cuantificables del desempeño energético, que generalmente son parámetros medidos en kilovatios / unidad de producción o modelos.

El primer paso es establecer un listado de IDE apropiados para la empresa. Pueden existir requisitos de desempeño comprometidos en la organización y con agentes externos, que deben ser medidos con el establecimiento de IDE adecuados. Por otra parte, los IDE dependen fuertemente del rubro de la industria.

Algunos ejemplos de indicadores de desempeño energético se muestran en la tabla 1:

Rubro	Fuente de energía	Indicador	Resultado
Iluminación	Electricidad[KWh]	Consumo eléctrico por unidad de superficie	KWh/m2
	Electricidad [KWh]	Consumo eléctrico por trabajador	KWh/trabajador
Transporte	Combustible (L)	Consumo de combustible por distancia recorrida	Km/lt. (Km/lt)/Persona Km/lt/tonelada

		Consumo de combustible por tonelada de producto Consumo de combustible por tonelada transportada	
Industria	**Electricidad (KWh)**	Consumo eléctrico por tonelada de producto Consumo eléctrico por unidad de superficie Consumo eléctrico por trabajador	KWh/ton producto KWh/m2 KWh/no trabajadores
Energía	**Gas natural (GJ)**	Gas natural consumido por unidad de producto Gas natural consumido por masa de producto producido Electricidad vapor	KWh/no productos KWh/Kg KWh-gas natural/ KWh-electricidad. GJ gas natural/GJ vapor

TABLA 1. Indicadores de desempeño energético.

2.1.4 Seguimiento, medición y análisis

Implementar controles y sistemas de reporte que permitan a la organización realizar un seguimiento de su desempeño energético y adicional al control operacional, donde el foco está en la cotidianidad de los procesos, además de tener una

mirada global de períodos, que permiten detectar otros aspectos del desempeño energético es unos de los principales objetivos de este proyecto, esto lleva a buscar desarrollar los medios y herramientas necesarias para monitorear, medir y analizar el desempeño energético a través de aquellas operaciones y variables relacionadas con los usos significativos de la energía. En el análisis de la información se busca encontrar patrones que muestren determinadas causas y efectos en el sistema para esto se hace uso de la minería de datos la cual con sus algoritmos de búsqueda ayuda a encontrar información poco visible ante los ojos.

2.2 Minería de datos.

La minería de datos o análisis de "Knowledge Discovery in Databases" es un campo de las ciencias de la computación dedicado al proceso de intentar descubrir patrones en grandes volúmenes de conjuntos de datos.

Para realizar esto la minería de datos usa los métodos de la inteligencia artificial, aprendizaje automático, estadística y sistemas de bases de datos. El objetivo general consiste en extraer

información de un conjunto de datos y transformarla en una estructura comprensible para su uso posterior.

Ni la recolección de datos, ni la preparación de datos, tampoco la interpretación de los resultados y la información son parte de la etapa de minería de datos, pero pertenecen a todo el proceso KDD como pasos adicionales.

2.2.1 Proceso de la minería de datos

El proceso de minería de datos consta de los siguientes pasos generales:

- Selección del conjunto de datos: la selección de las variables objetivo (aquellas que se quiere predecir, calcular o inferir), y la selección de las variables independientes (las que sirven para hacer el cálculo o proceso).
- Análisis de las propiedades de los datos: como ejemplo se usa para la elaboración de los histogramas, diagramas de dispersión, presencia de valores atípicos y ausencia de datos.

- Transformación del conjunto de datos de entrada: De acuerdo al análisis previo esto tiene varias formas, el objetivo es prepararlo para aplicar la técnica de minería de datos que mejor se adapte a los datos y al problema, a este paso también se le conoce como pre procesamiento de los datos.
- Seleccionar y aplicar la técnica de minería de datos: aquí se construye el modelo predictivo, de clasificación o segmentación.
- Extracción de conocimiento: mediante una técnica de minería de datos, se obtiene un modelo de conocimiento, que representa patrones de comportamiento observados en los valores de las variables del problema o relaciones de asociación entre dichas variables. Pueden usarse varias técnicas a la vez para generar distintos modelos, aunque cada técnica obliga a un pre procesado diferente de los datos.
- Interpretación y evaluación de datos: una vez obtenido el modelo, se procede a la validación comprobando que las conclusiones son válidas y suficientemente satisfactorias. En el caso de haber obtenido varios modelos mediante el uso de distintas técnicas, se deben comparar los modelos

en busca de aquel que se ajuste mejor al problema. Una vez validado el modelo, ya está listo para su explotación.

2.2.2 Técnicas de la minería de datos

Las técnicas de la minería de datos provienen de la inteligencia artificial y de la estadística, dichas técnicas, no son más que algoritmos, más o menos sofisticados que se aplican sobre un conjunto de datos para obtener unos resultados.

Las técnicas más representativas son: redes neuronales, regresión lineal, arboles de decisión, agrupamiento o clustering, reglas de asociación, en este caso se hace uso de árboles de decisión.

- Árboles de decisión.- Es un modelo de predicción utilizado en el ámbito de la inteligencia artificial y el análisis predictivo, dada una base de datos se construyen estos diagramas de construcciones lógicas, muy similares a los sistemas de predicción basados en reglas, que sirven para representar y categorizar una serie de condiciones que suceden de forma sucesiva,

para la resolución de un problema. Ejemplos: Algoritmo ID3 y Algoritmo C4.5.

2.3 OPC.

Es un estándar de comunicación en el campo del control y supervisión de procesos industriales, ofrece una interfaz común para comunicación que permite que componentes con software individuales interactúen y compartan datos entre ellos.

La comunicación OPC se realiza a través de una arquitectura cliente-servidor, el servidor OPC es la fuente de datos (como un dispositivo hardware a nivel de planta) y cualquier aplicación basada en OPC puede acceder a dicho servidor para leer/escribir cualquier variable que ofrezca el servidor.

Es una solución abierta y flexible al problema de los drivers propietarios es así como todos los mayores fabricantes de sistemas de control, instrumentación y procesos han incluido OPC en sus productos.

El OPC se conforma de servidor que mantiene información sobre sí mismo y sirve como conteiner para alojar a los objetos del grupo, y formado por los grupos que provee de mecanismos para contener y organizar lógicamente a los ítems, y por último los ítems quienes son

los que representan las conexiones a las fuentes de datos dentro del servidor.

2.3.1 Aplicaciones OPC

Diseñado para acceder a datos de un servidor en red, desde un nivel más bajo se puede coger datos de aparatos físicos y llevarlo del scada o de un servidor scada a una aplicación.

Se observa en la figura 2.1 los elementos que forman parte de la estructura OPC.

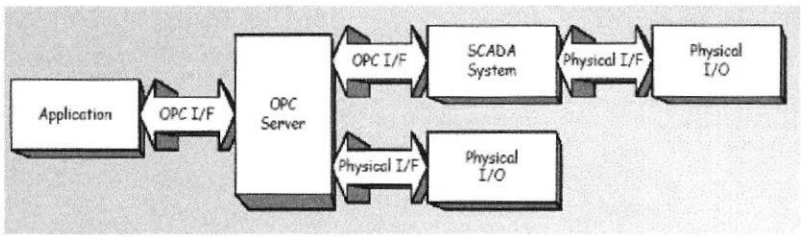


Figura 2.1 Aplicaciones OPC

2.3.2 Arquitectura General y Componentes

Existen dos tipo de interfaces, una interfaz custom, la cual es obligatoria, y una de automatización que es opcional.

Se observa en la figura 2.2 la arquitectura de las interfaces dentro del OPC.

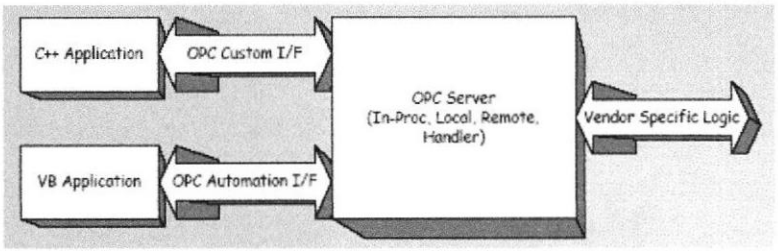


Figura 2.2 Arquitectura OPC

La arquitectura OPC es un modelo Cliente-Servidor donde el Servidor OPC proporciona una interfaz al objeto OPC y lo controla.

Una aplicación cliente OPC se comunica a un servidor OPC a través de un cliente OPC específico por medio de una interfaz de automatización.

El servidor OPC lleva a cabo la interfaz cliente, y opcionalmente lleva a cabo la interfaz de automatización.

2.3.3 Servidores locales y remotos

Los clientes se deben conectar siempre a un servidor local que hará uso de un esquema de red existente, una aplicación cliente puede conectarse por medio de una red a varios servidores proporcionados por uno a mas fabricantes de esta forma no existe restricción por cuanto a tener un software cliente para un software servidor, lo que es un problema de

interoperabilidad que hoy en día se aprecia con sistemas del tipo propietario. Sistemas de control supervisorio como lo son SCADA o DCS pueden comunicarse con un Servidor OPC y proveer a este, información de los dispositivos de campo asociados. De esta forma, aplicaciones cliente OPC de otros fabricantes tendrán acceso a estos datos por medio del servidor.

2.3.4 Servidor de Acceso a Datos OPC

A un alto nivel, está compuesto por los objetos:

- Servidor: Mantiene la información sobre sí mismo, y unifica los datos dentro de un grupo.
- Grupo: Proporciona un mecanismo que contiene en forma lógica los ítems. Se clasifican en público o local.
- Ítem: Es un valor, una condición y permanece o varía en el tiempo. Es una dirección específica de los datos y no la fuente de datos.

2.4 Acceso a datos OPC

El mecanismo estándar consiste en una interfaz de automatización estándar dirigido a permitir que las aplicaciones de Visual Basic, así como otras aplicaciones de automatización estén habilitadas para comunicar a las fuentes de datos, la clave de todo esto está en una

arquitectura de comunicación abierta y eficaz que se concentre en el acceso a datos, y no de los tipos de datos.

OPC Data Access automation define un estándar por el cual las aplicaciones de automatización acceden a los datos del proceso, esta interfaz se diseña para facilitar el desarrollo de aplicaciones.

La figura 2.3 muestra un cliente en un servidor OPC utilizando un archivo DLL (wrapper). Esta envoltura se traduce entre la interfaz personalizada proporcionada por el servidor y la interfaz de automatización deseada por el cliente. Tenga en cuenta que, en general, la conexión entre el cliente y el servidor de automatización será "En Proceso".

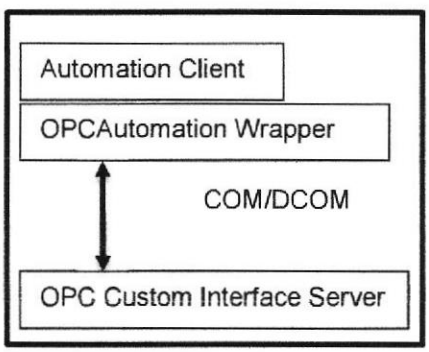


Figura 2.3 Cliente - servidor OPC

Las interfaces son totalmente compatibles con C ++ y Visual Basic, permiten a cualquier aplicación que tiene una interfaz de automatización OLE (por ejemplo, VB, VC ++, VB y aplicaciones

habilitadas) para acceder a la interfaz OPC, de acuerdo con las limitaciones de la aplicación respectiva.

2.4.1 OPC Automation Server Object Model

La figura 2.4 describe la estructura del modelo de servidor OPC.

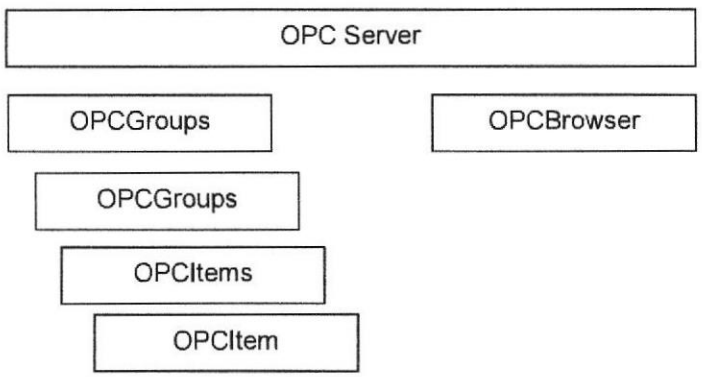


Figura 2.4 Estructura del servidor OPC

La tabla 2 muestra una descripción general de los componentes principales de la estructura del servicio OPC.

Objeto	Descripción
OPCServer	Es una instancia de un servidor OPC. Se debe crear un objeto OPCServer antes de poder obtener referencias a otros objetos. Contiene los grupos,

	colección OPC y crea objetos de navegador OPC.
OPCGroups	Es una colección que contiene todos los objetos del grupo OPC.
OPCGroup	Es una instancia de un objeto OPCgroup. La finalidad es mantener la información de estado de los ítems y proporcionar el mecanismo para proporcionar servicios de adquisición de los datos para el objeto OPCItem.
OPCItems	Es una colección que contiene todos los objetos OPCItem se ha creado dentro del alcance del servidor OPC, y el correspondiente grupo OPC.
OPCItem	Es un objeto que mantiene la definición del tema, valor

	actual, información de estado, la última vez en el día.
OPCBrowser	Es un objeto que busca nombres de los elementos en la configuración del servidor. Existe sólo una instancia de un objeto OPC browser por cada instancia de un objeto servidor OPC.

Tabla 2. Estructura del servicio OPC.

2.4.2 OPC Data Automation Object Model

El modelo del objeto OPCServer proporciona una forma de acceso, (lectura / escritura) para comunicarse a un conjunto de fuentes de datos. Los tipos de fuentes disponibles son una función de la implementación del servidor.

Un cliente OPC Automation se conecta a un servidor OPC que se comunica a la fuente de datos subyacente (por ejemplo, acceso a servidores OPC de datos personalizados) a través de la funcionalidad proporcionada por los objetos de automatización que se describen aquí.

El Servidor proporciona un objeto de OPCgroups para mantener una colección de Grupo de objetos OPC, el objeto OPCGroup permite a los clientes organizar los datos que desean acceder, un OPCGroup puede ser activado y desactivado como una unidad, un OPCGroup también proporciona una manera para que el cliente se pueda "suscribir" a la lista de artículos de modo que pueda ser notificado cuando cambian, el objeto OPCGroup ofrece una colección de OPCItems, el objeto OPCItem proporciona una conexión a un único elemento de datos en la fuente de datos.

2.4.3 Data Synchronization

La aplicación cliente tiene que estar seguro de que la calidad de los datos y la marca de tiempo coincide con el valor, si una aplicación cliente obtiene valores utilizando cualquiera de los métodos de lectura se puede asegurar que las propiedades del valor, fecha y hora, y la calidad serán sincronizados entre sí.

2.4.4 OPC Data Access Automation Wrapper DLL

La Fundación OPC ha proporcionado una referencia de la interfaz de acceso a datos que los miembros de la fundación utilizan para crear una interfaz personalizada de acceso a

datos OPC, la referencia completa se proporciona como un archivo .DLL con el código fuente de visual C ++ así los desarrolladores pueden proporcionar la DLL directamente con su producto.

2.5 Objetos e interfaces para acceso a datos por OPC

Los objetos y las interfaces que existen para lograr un acceso a datos por OPC son los siguientes:

2.5.1 Objeto OPCServer

Una aplicación cliente crea el OPCServer Automation object, luego, el cliente conecta una interfaz cliente OPC de acceso de datos. El objeto OPCServidor se puede utilizar para obtener información general acerca de un servidor OPC y para crear y manipular la colección de OPCGroup objects.

2.5.2 Métodos del servidor OPC

- **GetOPCServers(Optional Node As Variant)**

Retorna el nombre (ProgID's) de los servidores registrados, lo retorna en una arreglo tipo string.

El uso de un nombre de nodo hace uso de DCOM para acceder a otro ordenador, nombres de nodo como s UNC ("Servidor"), o nombres DNS ("server.com",

"www.vendor.com", o "180.151.19.75") son aceptados, ejemplo.

"Obtener los servidores OPC registrados en un lista"

```
Dim AllOPCServers As Variant
 AllOPCServers = AnOPCServer.GetOPCServers
For i = LBound(AllOPCServers) To UBound(AllOPCServers)
   listbox.AddItem AllOPCServers(i)
 Next i
```

- **Connect (ProgID As String, Optional Node As Variant)**

Se lo debe llamar para establecer una conexión para acceso de datos de un servidor OPC Si esta función se llama una segunda vez sin llamar explícitamente el llamando al desconectar el wrapper se desconectará automáticamente la conexión existente.

- **Objeto OPCGroups**

OPCGroups es una colección de OPCGroup objects y los métodos que crean, eliminan, y los gestionan. Este objeto también tiene propiedades por default de OPCGroup.

Cuando se añaden grupos, las propiedades DefaultGroupXXXX se establecen como estado inicial. Los valores pueden ser cambiados para añadir grupos OPC con diferentes estados iniciales. El cambio de los valores por defecto no afecta a los grupos que ya han sido creados. Una vez que se añade un OPCGroup, sus propiedades se pueden modificar. Esto reduce el número de parámetros necesarios para llamar a los diferentes métodos.

- **Método OPCGroups**

Retorna un OPCGroup por ItemSpecifier, ItemSpecifier es el nombre o la base dentro de una colección. Ejemplo:

```
Dim AnOPCGroup As OPCGroup

Set AnOPCGroup = MyGroups.Item(3)
```

- **Añadir**

Crea un nuevo OPCGroup object y lo agrega a la colección. Las propiedades de este nuevo grupo se fijarán en los valores predeterminados actuales en el OPCServer object. Después se añade un grupo, sus propiedades también se pueden modificar. Si no se especifica el nombre opcional, el servidor genera un nombre único.

MyGroups.DefaultGroupIsActive = True

Set OneGroup = MyGroups.Add("AnOPCGroupName")

- **Remover**

Remueve un OPCGroup. Este método va a fallar si el grupo es un grupo público, ejemplo:

Set OneGroup = MyGroups.Add("AnOPCGroupName")

MyGroups.Remove("AnOPCGroupName")

- **Objeto OPCGroups**

Los grupos OPC proporcionan una forma para que los clientes organicen los datos. Por ejemplo, el grupo podría representar elementos en una pantalla del operador en particular o informe. Los datos pueden ser leídos y escritos, Un cliente OPC puede configurar la velocidad que un servidor OPC debe proporcionar los cambios de datos en el cliente OPC.

- **Método SyncRead de OPCGroup**

Esta función lee la información del valor, la calidad y la marca de tiempo para uno o más elementos de un grupo.

La sintaxis es: SyncRead SyncRead(Source As Integer, NumItems As Long, ServerHandles() As Long, ByRef Values() As Variant, ByRef Errors() As Long, Optional ByRef Qualities As Variant, Optional ByRef TimeStamps As Variant).

Esta función se ejecuta hasta su finalización antes de retornar, los datos se pueden leer de la memoria caché en cuyo caso se debe tener una precisión de la "UpdateRate" y el porcentaje de banda muerta del grupo. Los datos se pueden leer desde el dispositivo en cuyo caso una lectura real del dispositivo físico se va a realizar. En cuanto a la lectura de la memoria caché, los datos sólo son válido si el grupo y el elemento están activos. Si bien el grupo o el artículo están inactivo, entonces la calidad indicará fuera de servicio (OPC CALIDAD OUT_OF_SERVICE, ejemplo de código.

- **Método SyncWrite de OPCGroup**

Escribe un valor en uno o más ítems de un grupo, la función se ejecuta hasta su finalización. Los valores se escriben en el dispositivo, es decir, la función no debe regresar hasta que se verifica que el dispositivo ha aceptado o rechazado los datos, la sintaxis es la siguiente: SyncWrite(NumItems As Long, ServerHandles() As Long, Values() As Variant, ByRef Errors() As Long)

- **Métodos AsyncRead de OPCGroup**

Leer uno o más elementos de un grupo. Los resultados son devueltos por el evento completo asíncrono y no se ven afectados por el estado activo del grupo o elemento.

La sintaxis es:

Syntax AsyncRead(NumItems As Long, ServerHandles() As Long, ByRef Errors() As Long, TransactionID As Long, ByRef CancelID As Long)

- **El objeto OPCItems.**

Este objeto también tiene propiedades por default de OPCItem. Cuando se añade un elemento OPC, las propiedades por defecto se fijan en su estado inicial. Los valores pueden ser cambiados para agregar nuevos OPCItems con diferentes estados iniciales, una vez que se añade un OPCItem, sus propiedades se pueden modificar.

- **Métodos del OPCItems**

Devuelve un OPCItem por ItemSpecifier. Se usa GetOPCItem hacer referencia por medio del ServerHandle.

No confundir la propiedad de Ítem con el objeto OPCItem. El ítem es una propiedad especial reservado utilizado de manera

genérica por las colecciones para hacer referencia a los elementos que contienen. El OPCItem es un tipo de objeto específico OPC que puede residir en una colección OPCItems.

- **Método GetOPCItem**

Devuelve un OPCItem por ServerHandle devuelto por Add, la sintaxis es la siguiente:

Syntax GetOPCItem (ServerHandle As Long) As OPCItem

Ejemplo:

Dim AnOPCItem as OPCItem

Set OPCItem = GetOPCItem(SomeItemServerHandle)

- **Método AddItem**

Crea un nuevo objeto OPCItem y lo añade a la colección, la propiedades de este objeto se crean por default en el objeto de colección OPCItems.

- **OPCItem Object**

Un OPCItem representa una conexión a fuentes de datos en el servidor. Asociado a cada elemento es un valor, calidad y marca de tiempo. El valor está en la forma de una variante, y la calidad es similar a la especificada por el bus de campo.

- **OPCItem Properties**

Parent: (solo lectura), devuelve una referencia al objeto padre del OPCGroup, la sintaxis es: Parent As OPCGroup

ClientHandle: (lectura/escritura) es un valor tipo Long asociado con OPCItem. El proposito es que el cliente pueda encontrar rápidamente el destino de los datos. La sintaxis es ClientHandle As Long

ServerHandle: (solo lectura) El servidor asigna el controlador para un OPCItem. ServerHandle es una variable tipo Long que identifica de forma exclusiva este OPCItem. El cliente debe suministrar este handle para algunos de los métodos que operan sobre objetos OPCItem (como OPCItems.Remove).

AccessRights: (solo lectura) devuelve los derechos de acceso de este item. La sintaxis es: AccessRights As Long

IsActive: (lectura/escritura) Estado de la adquisición de datos para este ítem, la Sintaxis es IsActive As Boolean.

RequestedDataType: (lectura/escritura) es el tipo de datos en donde se le devolverá el valor del item. Si el tipo de datos solicitado se rechazó el OPCitem no será válido hasta que el

tipo de datos solicitado se establezca en un valor válido. La sintaxis es: RequestedDataType As Integer.

Value: (lectura/escritura) Devuelve el último valor leído desde el servidor. Esta es la propiedad predeterminada del OPCItem. La sintaxis es Value As Variant.

Quality: (lectura/escritura) Devuelve la última calidad de lectura desde el servidor. Su sintaxis es Quality As Long.

TimeStamp: (lectura/escritura) retorna la última estampa de tiempo leída desde el servidor, la sintaxis es: TimeStamp As Date.

CanonicalDataType: (lectura/escritura) retorna el tipo de dato nativo del servidor, su sintaxis es: CanonicalDataType As Integer.

Read: hace una llamada de bloqueo de leer este ítem desde el servidor, puede ser llamada con sólo una fuente para actualizar el valor, la calidad, la estampa de tiempo y las propiedades del elemento. Así el valor, la calidad y la marca de tiempo deben estar en sintonía. La sintaxis es: Read (Source As Integer, Optional ByRef Value As Variant, Optional

ByRef Quality As Variant, Optional ByRef TimeStamp As Variant).

2.6 KEPServerEX

KEPServerEX es una plataforma flexible y escalable para conectar, gestionar, monitorizar y controlar diferentes dispositivos y aplicaciones de software empleados en automatización industrial. KEPServerEX soporta un gran número de estándares abiertos, tales como OPC, protocolos de comunicación propietarios, API's y varias interfaces con sistemas de automatización. Como muestra la figura 2.5 esta herramienta se encuentra en todo tipo de industria comunicando sus equipos entre las diferentes áreas de la organización.

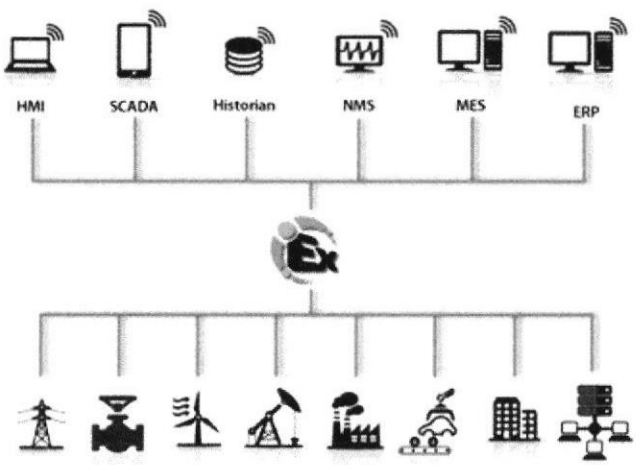


Figura 2.5 KepServerEX

2.7 Base de datos

Para el manejo de la base de datos se hace uso de un conjunto de objetos y componentes de Microsoft.

2.7.1 ADO.NET Architecture

ADO.NET es una tecnología de acceso a datos de Microsoft .Net Framework, que permite la comunicación entre sistemas relacionales y no relacionales a través de un conjunto común de componentes.

ADO.NET consiste en un conjunto de objetos que exponen a los servicios de acceso de datos para el entorno .NET, ADO.NET está construido para una arquitectura desconectada, lo que permite realmente una desconexión de acceso a datos y manipulación de datos a través de su objeto de conjunto de datos, que es completamente independiente de la fuente de datos como lo muestra la figura 2.6:

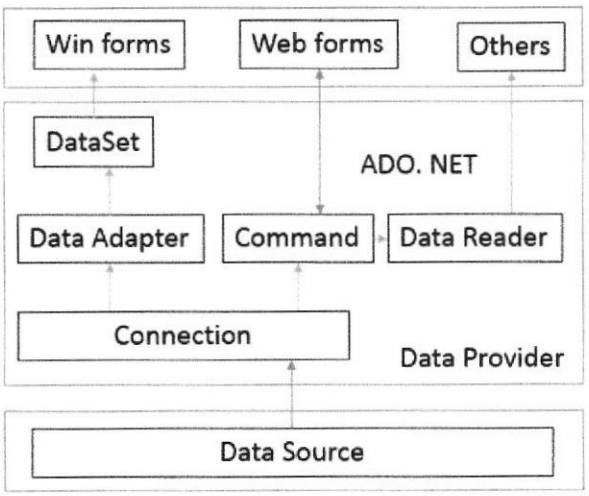


Figura 2.6 Arquitectura

Los dos componentes clave de ADO.NET son los proveedores de datos y el conjunto de datos. El .Net Framework incluye principalmente tres Proveedores de datos de ADO.NET. Ellos son:

- El proveedor de datos de Microsoft SQL Server.
- El proveedor OLEDB de datos.
- El proveedor de datos ODBC.

SQL Server utiliza el objeto SqlConnection, OLEDB utiliza el objeto OleDbConnection y ODBC utiliza OdbcConnection respectivamente.

Como muestra la figura 2.7 la estructura del proveedor de datos.

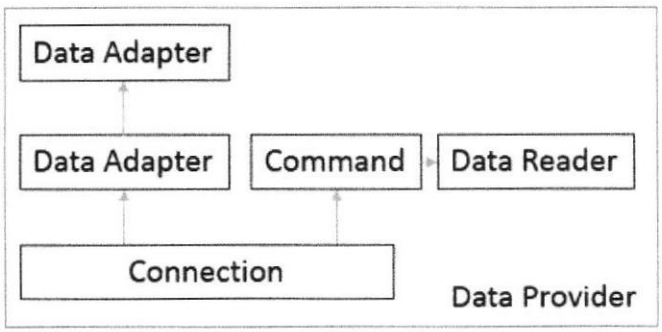


Figura 2.7 ADO.net

Los cuatro objetos de .Net Framework que proporcionan la funcionalidad de los proveedores de datos del ADO.NET. Son:

- Connection Object
- Command Object
- DataReader Object
- DataAdapter Object.

Connection Object: ofrece conexión física con el Origen de datos.

Command Object: utilizado para realizar una instrucción SQL o un procedimiento almacenado para ser ejecutados en el origen de datos.

DataReader: es de sólo avance y sólo lectura de recuperación basada en secuencias de resultados de consulta de la fuente de datos,

DataAdapter: llena un objeto de conjunto de datos con los resultados de un origen de datos.

DataSet proporciona una representación de conjuntos de resultados desde el origen de datos, y es completamente independiente de la fuente de datos. DataSet proporciona una flexibilidad mucho mayor cuando se trata de conjuntos de resultados relacionados. DataSet consta de una colección de objetos DataTable que se pueden relacionar entre sí con objetos DataRelation. El DataTable contiene una colección de objetos DataRow y DataColumn que contiene datos.

El objeto DataAdapter proporciona un puente entre el conjunto de datos y el origen de datos.

En la figura 2.8 se muestra el conjunto de colecciones que forman una colección de tabla de datos.

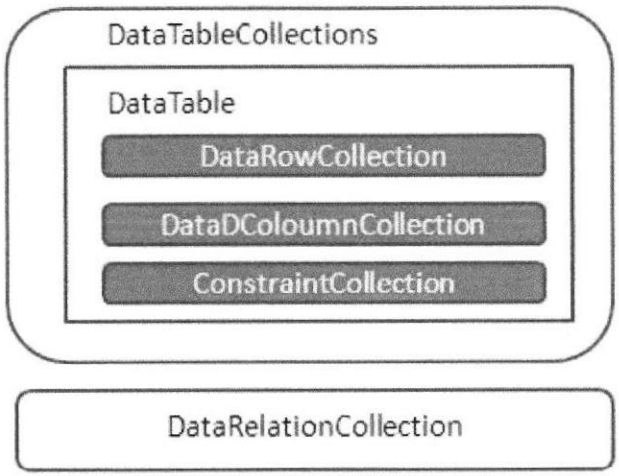


Figura 2.8 Data Set

2.7.2 CommandBuilder - OLEDB

OleDbDataAdapter es una parte del proveedor de datos de ADO.NET. OleDbDataAdapter se utiliza para gestionar cuatro objetos de comandos separados; InsertCommand, UpdateCommand y las propiedades DeleteCommand del objeto.

OleDbDataAdapter actualiza la base de datos con las modificaciones de datos que se ejecutan en un DataSetobject. Los objetos de OleDbCommand que se asignan a estas propiedades se pueden crear manualmente en el código o se generan de forma automática mediante el objeto OleDbCommandBuilder.

OleDbCommandBuilder abre la conexión asociada con el OleDbDataAdapter y hace un viaje de vuelta al servidor cada vez que se pide para construir las consultas de acción.

2.7.3 Dataset- OLEDB Data source

OleDbDataAdapter proporciona la comunicación entre la base de datos y la fuente de datos con la ayuda de OleDbConnectionObject. El OleDbConnectionObject no tiene información sobre los datos que recupera, del mismo modo que el dataset no tiene conocimiento del origen de los datos, por lo que el OleDbDataAdapter gestiona la comunicación entre estos dos objetos.

El OleDbDataAdapter permite rellenar las tablas de datos en un dataset y utilizar el método Fill del OleDbDataAdapter para rellenar los datos en dataset.

2.8 Java kit de desarrollo

Java Development Kit o (JDK), es un software que provee herramientas de desarrollo para la creación de programas en Java. Puede instalarse en una computadora local o en una unidad de red.

2.8.1 JfreeChart

Es una biblioteca java de diagramas gratuita para desarrolladores y sirve para mostrar gráficos de calidad profesional en sus aplicaciones.

JFreeChart con un amplio conjunto de características incluye:

API consistente y bien documentada, que admite una amplia gama de tipos de gráficos;

Diseño flexible que es fácil de extender y aplicaciones de los objetivos tanto del lado del servidor y del lado del cliente;

Soporte para muchos tipos de salida, incluyendo componentes Swing y JavaFX, archivos de imagen (incluyendo PNG y JPEG), y el vector de formatos de archivos gráficos (incluyendo PDF, EPS y SVG);

JFreeChart es de código abierto, más específicamente, software libre. Se distribuye bajo los términos de la Licencia Pública General de GNU, que permite el uso en aplicaciones propietarias.

Una biblioteca libre de diagramas Java. JFreeChart soporta gráficos circulares (2D y 3D), gráficos de barras (horizontales y verticales, regulares y apilados), de líneas, gráficos de

dispersión, gráficos de series de tiempo, gráficos altos-bajos, de apertura y cierre, parcelas de velas, diagramas de Gantt, diagramas combinados, termómetros, diales y más. JFreeChart se puede utilizar en aplicaciones del lado del cliente y del lado del servidor.

2.8.2 JCommon

Es una biblioteca de clases de Java que es utilizado por JFreeChart, Pentaho Reporting y algunos otros proyectos. La biblioteca contiene clases que admiten:

Código de configuración y gestión de la dependencia.

Un marco de registro en general.

Utilidades de texto.

Clases de interfaz de usuario para mostrar información acerca de las aplicaciones.

Gestores de diseño personalizado.

Un panel selector de fecha.

Utilidades de serialización.

2.9 Pliego Tarifario eléctrico

El Pliego Tarifario se sujeta a las disposiciones establecidas en el mandato constituyente No. 15, ley de régimen del sector eléctrico, reglamento general de la ley de régimen del sector eléctrico, codificación del reglamento de tarifas eléctricas; y, en la ley orgánica de defensa del consumidor y su correspondiente reglamento, en los aspectos atinentes a la prestación del servicio de energía eléctrica.

2.9.1 Categorías y grupos de tarifas

De conformidad con el artículo 17 de la codificación del reglamento de tarifas eléctricas, por las características de consumo se consideran tres categorías de tarifas: residencial, general y alumbrado público; y, por el nivel de tensión, tres grupos: alta tensión, media tensión y baja tensión.

2.9.2 Categoría General

Corresponde al servicio eléctrico destinado por los consumidores en actividades diferentes a la Categoría Residencial y básicamente comprende el comercio, la industria y la prestación de servicios públicos y privados.

Se consideran dentro de esta categoría, entre otros, los siguientes:

Locales y establecimientos comerciales públicos o privados: Tiendas, almacenes, salas de cine o teatro, restaurantes, hoteles y afines, plantas de radio, televisión y cualquier otro servicio de telecomunicaciones, clínicas y hospitales privados, instituciones educativas privadas, vallas publicitarias, organismos internacionales, embajadas, legaciones y consulados, asociaciones civiles y entidades con o sin fines de lucro, cámaras de comercio e industria tanto nacionales como extranjeros.

Locales públicos o privados destinados a la elaboración o transformación de productos por medio de cualquier proceso industrial y sus oficinas administrativas.

Instalaciones de Bombeo de Agua: Para agua potable, uso agrícola y piscícola, para comunidades campesinas de escasos recursos económicos y sin fines de lucro.

Entidades de Asistencia Social: Hospitales, centros de salud, asilos y similares del Estado. Así como, instituciones de asistencia social de carácter privado sin fines de lucro previa la aprobación de sus estatutos por parte del Ministerio correspondiente.

Entidades de Beneficio Público: Guarderías, escuelas, colegios, universidades e instituciones similares del Estado. Además, comprende a los pequeños talleres industriales con los que cuentan algunas de estas instituciones educacionales indicadas anteriormente, y cuyo objetivo es la capacitación técnica de los estudiantes.

Entidades Oficiales: Entidades del sector público, de carácter seccional, regional y nacional.

Escenarios Deportivos: Oficinas y locales de entidades deportivas.

Culto Religioso: Locales destinados a la enseñanza y predicación de las religiones, como capillas, iglesias y centros de oración.

Servicio Comunitario (Servicio General): Corresponde al consumo de energía eléctrica que sirve para iluminación general, bombeo de agua, ascensores, sistemas de recreación y cultura física y sistemas de seguridad en edificios, conjuntos habitacionales y centros comerciales.

Y los demás que no estén considerados en la Categoría Residencial.

2.9.3 Grupo Nivel de Media Tensión

Para voltajes de suministro en el punto de entrega entre 600 V y 40 kV. Dentro de este grupo se incluyen los consumidores que se conectan a la red de Media Tensión a través de Transformadores de Distribución de propiedad de la empresa de distribución para su uso exclusivo o de propiedad del consumidor.

2.9.4 Tarifas en media tensión

Las tarifas de media tensión se aplican a los consumidores descritos anteriormente. Si un consumidor de este nivel de tensión, está siendo medido en baja tensión, la empresa considerará un recargo por pérdidas de transformación equivalente al 2% del monto total consumido en unidades de potencia y energía.

2.9.5 Tarifas en media tensión con demanda

Esta tarifa se aplica a los consumidores que disponen de un registrador de demanda máxima. El consumidor deberá pagar:

a) Un cargo por comercialización en USD/consumidor, independiente del consumo de energía.

b) Un cargo por potencia en USD/kW, por cada kW de demanda facturable, como mínimo de pago, sin derecho a consumo.

c) Un cargo por energía en USD/KWh, en función de la energía consumida

2.9.6 Tarifas en media tensión con y sin registrador de demanda horaria para industriales.

Esta tarifa se aplica a los consumidores, excepto consumidores industriales, que disponen de un registrador de demanda horaria que les permite identificar los consumos de potencia y energía en los períodos horarios de punta, media y base, con el objeto de incentivar el uso de energía en las horas de menor demanda (22h00 hasta las 07h00).

El consumidor deberá pagar:

Un cargo por comercialización en USD/consumidor, independiente del consumo de energía.

Un cargo por demanda en USD/kW, por cada kW de demanda facturable, como mínimo de pago, sin derecho a consumo, multiplicado por un factor de corrección (FC).

Un cargo por energía expresado en USD/KWh, en función de la energía consumida en el período de 07h00 hasta las 22h00.

Un cargo por energía expresado en USD/KWh, en función de la energía consumida, en el período de 22h00 hasta las 07h00, que corresponde al cargo por energía del literal anterior.

Para su aplicación, se debe establecer la demanda máxima mensual del consumidor durante las horas de pico de la empresa eléctrica (18h00 – 22h00) y la demanda máxima mensual del consumidor, el cargo por demanda aplicado a estos consumidores debe ser ajustado mediante un factor de corrección (FC)

La tarifa a los consumidores industriales que disponen de un registrador de demanda horaria que les permite identificar los consumos de potencia y energía en los períodos horarios de punta, media y base, con el objeto de incentivar el uso de energía en las horas de menor demanda (22h00 hasta las 08h00).

El consumidor deberá pagar:

Un cargo por comercialización en USD/consumidor, independiente del consumo de energía.

Un cargo por demanda en USD/kW, por cada kW de demanda facturable, como mínimo de pago, sin derecho a consumo, multiplicado por un factor de corrección (FCI).

Un cargo por energía expresado en USD/KWh, en función de la energía consumida en el período de lunes a viernes de 08h00 hasta las 18h00.

Un cargo por energía expresado en USD/KWh, en función de la energía consumida en el período de lunes a viernes de 18h00 hasta las 22h00.

Un cargo por energía expresado en USD/KWh, en función de la energía consumida en el período de lunes a viernes de 22h00 hasta las 08h00, incluyendo la energía de sábados, domingos y feriados en el período de 22h00 a 18h00.

Un cargo por energía expresado en USD/KWh, en función de la energía consumida en el período de sábados, domingos y feriados en el período de 18h00 hasta las 22h00.

Para su aplicación, se debe establecer la demanda máxima mensual del consumidor durante las horas de pico de la

empresa eléctrica (18h00 – 22h00) y la demanda máxima mensual del consumidor, el cargo por demanda aplicado a estos consumidores debe ser ajustado mediante un factor de corrección (FCI)

2.9.7 Demanda facturable

En el caso de disponer de un Medidor que registre Demanda Máxima, la demanda facturable mensual corresponde a la máxima demanda registrada en el mes por el respectivo medidor de demanda, y no podrá ser inferior al 60% del valor de la máxima demanda de los últimos doce meses, incluyendo el mes de facturación.

Para el caso de los consumidores que utilizan la energía para bombeo de agua para usos agrícolas y piscícolas, la demanda facturable mensual será igual a la demanda mensual registrada en el respectivo medidor.

En el caso de no disponer de un Registrador de Demanda, la demanda facturable se computará de la siguiente manera:

El 90 % de los primeros 10 kW de carga conectada.

El 80 % de los siguientes 20 kW de carga conectada.

El 70 % de los siguientes 50 kW de carga conectada.

El 50 % del exceso de carga conectada.

2.9.8 Factor de corrección (FC)

Para aquellos consumidores que disponen de un registrador de demanda horaria, excepto consumidores industriales en media y alta tensión, el factor de corrección (FC) se obtiene de la relación:

FC = DP/DM (2.1)

Donde:

DP = Demanda máxima registrada por el consumidor en las horas de demanda pico de la empresa eléctrica (18h00 – 22h00).

DM = Demanda máxima del consumidor durante el mes.

En ningún caso este factor de corrección (FC), podrá ser menor que 0,60.

2.9.9 Cargos por bajo factor de potencia

Para aquellos consumidores de la Categoría General, con medición de energía reactiva, que registren un factor de potencia medio mensual inferior a 0,92, el distribuidor aplicará

lo establecido en el Art. 27 de la Codificación del Reglamento de Tarifas: "Cargos por bajo factor de potencia".

La penalización por bajo factor de potencia será igual a la facturación mensual correspondiente a: consumo de energía, demanda, pérdidas en transformadores y comercialización, multiplicada por el siguiente factor:

$$Bfp = (0,92/fpr) - 1 \quad (2.2)$$

Donde:

Bfp = Factor de penalización por bajo factor de potencia.

Fpr = Factor de potencia registrado.

Asimismo, cualquier sea el tipo de consumidor, cuando el valor medio del factor de potencia es inferior a 0,60, el distribuidor, previa notificación, podrá suspender el servicio eléctrico hasta tanto el consumidor adecue sus instalaciones a fin de superar dicho valor límite.

CAPÍTULO 3

3. DISEÑO CONCEPTUAL DE SAICEP

Para el desarrollo del sistema se toma en cuenta dos áreas, la administrativa y la técnica, del lado técnico se divide el proyecto en diseño de la instalación de los equipos a emplearse y diseño del software a usar, un cliente-servidor y el software para procesar y analizar la información.

Alojar la aplicación SAICEP en un pc estándar es uno de los objetivo del proyecto, y por medio de esta aplicación obtener los datos a través de la red administrativa desde el servidor. Sin embargo antes de llegar a esto existen una serie de pasos de parte de la organización que deberá tomar en cuenta al momento de la implementación.

3.1 Requerimientos dentro de la industria

El primer elemento esencial de los requerimientos corresponde a la planificación energética, y es donde se busca automatizar la tarea de reunir la información de consumo de energía y analizarla, con el fin de identificar los usos significativos de la energía y las variables que lo afectan, de este resultado, se definen los controles operacionales y las actividades de monitoreo, medición y análisis de la organización.

3.2 Requisitos administrativos dentro de la empresa

Es indispensable obtener la documentación preliminar relacionada a la eficiencia energética de la empresa, para ello, se debe comenzar con un levantamiento de información acerca de la organización que implementará SAICEP. Dicha información deberá abarcar dos aspectos fundamentales: por una parte, deberá levantarse información acerca de las características energéticas de la organización, ya que esto ayudará a conocer la situación actual de la misma en lo referente a la gestión de la energía. Por otra, también resulta relevante identificar si la organización dispone de algún sistema de gestión implementado, según normas ISO o similares dado que mucha de la documentación del mismo podría servir de base para la integración de este sistema.

Una vez se disponga de la información necesaria, se puede comenzar a realizar un análisis de brechas sobre la gestión actual de la organización en relación a los requerimientos que hacen falta para una buena gestión de la energía, estos requerimientos dependerán de las necesidades de dicha empresa ya sea que estén ligadas a cumplir algún tipo de norma como la nombrada anteriormente o a satisfacer alguna necesidad específica para el negocio.

3.2.1 Levantamiento de información

Para poder realizar la definición del plan de implementación, uno de los requisitos imprescindibles es conocer la situación inicial de la organización sobre los sistemas de gestión y la forma en que se aborda la gestión de la energía en el desempeño energético, si existen o no pequeños pasos relacionados a este tema, buscar normas internas o externas en donde la empresa haya venido trabajando, documentación y registros de datos de energía almacenados en bases de datos, equipos y software instalados para este fin pero no aprovechados al cien por ciento, con la finalidad de obtener la mayor cantidad de información posible para la elaboración del proyecto.

3.2.2 Información sobre la gestión de la energía

Los siguientes puntos ayudan a obtener un estudio previo y además los posibles requerimientos para el análisis de los datos de consumo de energía que se deben realizar a la industria en cuestión.

- Diagrama de flujos energéticos.
- Consumos de energía año anterior y año actual (valores mensuales y acumulados anuales de electricidad, combustibles y otros).
- Auditorías o estudios energéticos de las instalaciones.
- Registros de balances energéticos (fuentes energéticas, usos y consumos).
- Planes de eficiencia energética.
- Listado de equipos de medición y planes de calibración de los mismos.
- Registros de medición y monitoreo año anterior y año actual (valores mensuales y acumulado anual)
- Listado de los principales equipos consumidores de energía (descripción equipo, potencia, rendimiento)
- Metas actuales de reducción del consumo de energía.

- Procedimiento de evaluación técnico-económica de proyectos nuevos.
- Entidades externas a quienes se comunica el consumo energético y ejemplos de informes entregados.

3.2.3 Planificación Energética

Será necesario realizar una planificación energética, donde debe tenerse en cuenta diversos aspectos relacionados con el uso y consumo energético en la organización, la figura 3.1 muestra la planificación dentro del estudio de la eficiencia energética dentro de una organización.

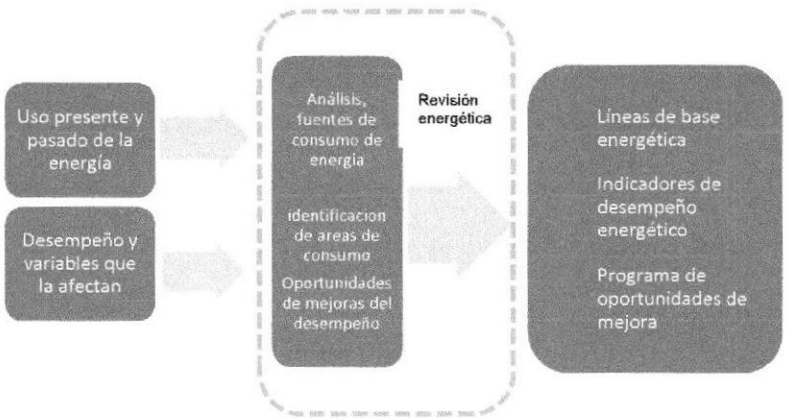


Figura 3.1 Planificación energética.

3.2.4 La revisión energética

El resultado de la revisión energética es información crítica para definir la línea base, los indicadores de desempeño energético, objetivos, metas y plan de acción.

La revisión energética se describe como un proceso general de reunir los datos de consumo, analizarla y obtener información de valor para la gestión de la energía, con los que la organización cuenta para la gestión de la energía y si es necesario profundizar en algún punto específico del proceso, con el fin de asegurar los recursos necesarios y distribuirlos de la mejor forma.

Una vez identificadas las fuentes de energía, se llega a la etapa de medición y recolección de datos, donde se extraen los datos de consumo de cada fuente de energía y de los usos de ellas, prestando especial atención a aquéllos en los que se han localizado mayores oportunidades de mejora. El método de medición y manejo de estos datos depende generalmente del rubro de la empresa, su tamaño y de la importancia relativa, en términos de costos, del consumo energético y de los usos asociados a éste. En organizaciones en que la gestión de la

energía es de forma general, sin entrar en detalle, puede que la información del consumo energético esté dispersa dentro de la organización o sólo sea manejada por áreas relacionadas a la contabilidad y finanzas.

3.2.5 Principio de Pareto

El consumo energético se considera significativo siempre que cumpla con alguno de los siguientes criterios:

- Su "peso" dentro del uso total de la energía en la organización es grande.
- Si este ha experimentado una tendencia creciente.
- Existe un uso más eficiente.
- Se detecta una medida de ahorro u oportunidad de mejora en el mismo.

Para conocer el peso del uso de una determinada energía frente al total, se puede emplear el Principio de Pareto. En términos estadísticos, el Principio de Pareto, supone que existe un 20% de la población que ostenta el 80% de algo, mientras que un 80% de la población sólo ostenta el restante. Aplicado como criterio de determinación de un uso significativo de la

energía, se puede suponer que, en una organización existe un 20% de puntos de consumo que representan un 80% del consumo energético, por lo que estos son denominados como significativos.

3.3 Equipos para el diseño.

Para la selección de los equipos para el diseño de la implementación del hardware de SAICEP en el caso de estudio propuesto, indicadores de eficiencia energética para estaciones de bombeo de agua potable se considera equipos que cumplan con las necesidades geográficas, físicas y fiables para cumplir el primer paso como es la obtención de los datos, esto no significa que todos los equipos sean exclusivamente necesarios para este sistema, pues estos pueden ser reemplazados de acuerdo a la necesidades que se presente en el tipo de industria, en este caso para la comunicación se utiliza Radio RACOM MR400, y para medir la producción de agua se utilizar un medidor de nivel SIEMENS de la familia Multiranger 100, el elemento que es de vital importancia es el medidor de energía.

3.3.1 Medidor de energía.

El SENTRON PAC3200 dispone de una serie de funciones de monitoreo, diagnóstico, un contador de energía activa y reactiva, un contador de horas de funcionamiento para monitorear el tiempo de servicio.

El SENTRON PAC3200 puede conectarse en tensiones bajas de 690V, como en conexiones directas de hasta 500V, y para tensiones superiores se debe usar transformadores de tensión y para medir corriente sus propios transformadores de corriente que vienen en varias medidas Ej. 50/1 A., 60/5 A.

La figura 3.2 muestra al medidor de energía con valores de voltaje por línea de 230 v.

Figura 3.2 SENTRON PAC3200

Medición.

El SENTRON PAC 3200 puede obtener más de 50 magnitudes medidas con valores máximos y mínimos, con un margen de error del 5% del valor medido, por lo que lo hace importante su utilización en el sector industrial.

Alimentación.

La Fuente de alimentación de este equipo es multirrango con entrada AC/DC: Se alimentan de 95 a 240 V AC ±10 % / 50 / 60 Hz, de 110 a 340 V DC±10 %.

La Fuente de alimentación DC de muy baja tensión: Se alimenta con 24 V, 48 V y 60 V DC±10 %, 22 a 65 V DC±10%.

Interfaz.

El equipo se interconecta en las siguientes tres formas:

Interfaz Ethernet integrada, el SENTRON PAC 3200 dispone de un conector RJ45 en la parte superior. El dispositivo puede ser conectado a Ethernet a través de un conector RJ45, del tipo T-568B.

Profibus Integrada, mediante un módulo de ampliación opcional (p. ej. módulo de ampliación PAC PROFIBUS DP).

RS485 Integrada, Mediante un módulo de ampliación opcional (p. ej. módulo de ampliación PAC RS485).

Entrada y salida.

Posee una entrada digital multifuncional para cambio de tarifa, sincronización del periodo de demanda, control de estado o totalización de impulsos de energía entregados por otros dispositivos, se asigna las siguientes funciones en esta entrada:

Cambio de tarifa: Contador de tarifa doble de energía activa y reactiva o sincronización del periodo de demanda a través del impulso de sincronización de un telemando centralizado u otro dispositivo.

Monitoreo de estado: Captación de estados y avisos de emisores de señales conectados.

Entrada de impulsos de energía activa o reactiva (interfaz S0): La transmisión de los datos se realiza con impulsos ponderados, por ejemplo, por cada KWh se transmite una cantidad parametrizable de impulsos.

La entrada digital soporta una tensión máxima de 24 V. Para tensiones superiores se precisa un divisor de tensión externo.

Tipos de conexión.

Cuenta con 5 formas de conexiones a redes de dos, tres o cuatro conductores con carga balanceada (simétrica) o desbalanceada (asimétrica).

3P4W	3 fases	4 conductores	carga desbalanceada
3P3W	3 fases	3 conductores	carga desbalanceada
3P4WB	3 fases	4 conductores	carga balanceada
3P3WB	3 fases	3 conductores	carga balanceada
1P2W	corriente	alterna	monofásica

Tabla 3. Tipo de conexión.

Conexiones.

La figura 3.3 muestra la designación de las conexiones, modelo con bornes de tornillo y ojal.

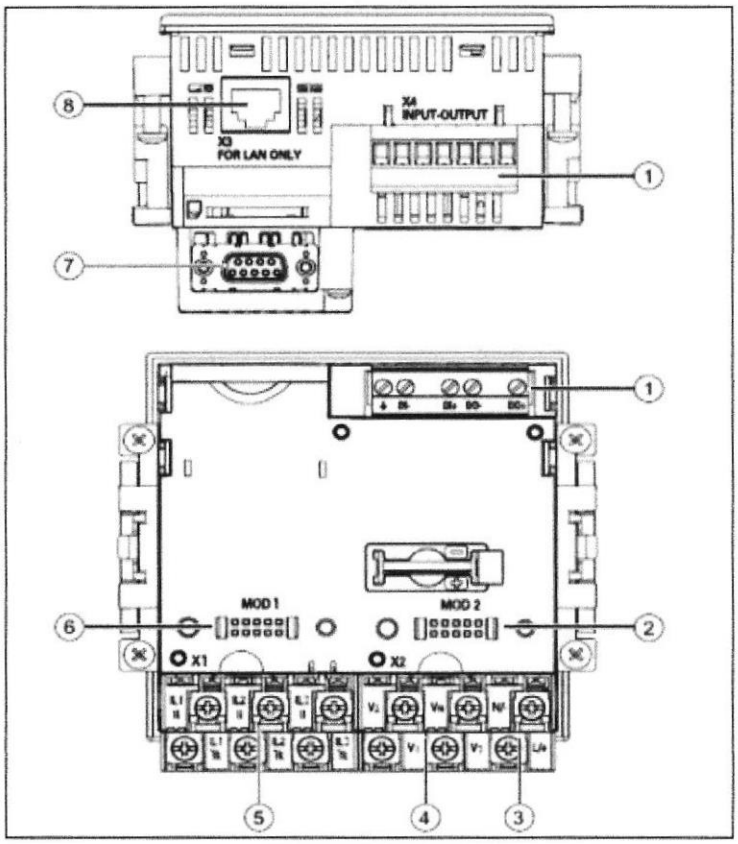


Figura 3.3 Conexiones SENTRON 3200

1. Entradas y salidas digitales, tierra funcional
2. Conexión ciega. ¡No utilizable como ranura!
3. Entrada de alimentación L/+, N/-
4. Entradas de medida tensión V1, V2, V3, VN
5. Entradas de medida corriente IL1, IL2, IL3
6. Ranura para módulos de ampliación opcionales
7. Módulo de ampliación opcional, no incluido en el volumen de suministro

8. Conexión Ethernet, RJ45.

Componentes sensibles a descargas electrostáticas (ESD)

Los componentes sensibles a cargas electroestáticas se deterioran si se exponen a tensiones y energías que están muy por debajo de los límites de percepción del ser humano. Dichas tensiones se presentan cuando una persona que no se ha descargado electrostáticamente toca un componente o un módulo. Los componentes sensibles a cargas electroestáticas expuestos a tales sobretensiones por regla general no pueden detectarse inmediatamente como defectuosos, porque el comportamiento anómalo aparece después de un tiempo prolongado de servicio

Precaución.

Los módulos electrónicos contienen componentes sensibles a descargas electrostáticas. Estos componentes pueden resultar fácilmente dañados o destruidos si no se manipulan con el debido cuidado.

Descargue su cuerpo electroestáticamente justo antes de tocar un módulo electrónico.

A tal efecto debe tocar algún objeto conductor y puesto a tierra, ejemplo una pieza de metal sin recubrir de un armario eléctrico o una tubería de agua.

Almacene y transporte los componentes y módulos electrónicos únicamente en embalajes conductores con protección ESD (p. ej., cajas de metal o cajas de plástico metalizadas). Conserve el módulo en su embalaje hasta el momento del montaje.

3.3.2 Radio Racom MR400.

En este caso de estudio, debido a las implicaciones geográficas que tienen las estaciones de rebombeo de agua potable, la falta de conectividad vía GPRS la empresa busco utilizar una red de radios propietarias en la frecuencia licenciada de 436 MHz para integrar sus estaciones de bombeo al Sistema SCADA sobre protocolo de comunicación DNP3 serial, por medio del equipo MR400.

MR400, Radio Módem utiliza un protocolo anti-colisión sobre el canal de radio, con la implementación de protocolos propietarios SCADA de los principales proveedores de equipos de esta tecnología en el mercado, se utiliza en redes de Telemetría & SCADA para aplicaciones de

Agua, Hidrocarburos, Gas, Redes Eléctricas, cajeros automáticos (ATM) puntos de pago (POS), redes móviles que incluyen gestión y control de flota, entre muchas otras aplicaciones.

Posee más de 70 protocolos, ejemplo: modbus, IEC101, DNP3, DF1, Profibus, Modbus TCP, IEC104, etc. Además protocolo serial SCADA con direcciones mapeadas a direcciones MR400 TCP (UDP), los protocolos (por ejemplo, IEC104) se manejan de forma transparente, cada paquete es reconocido sobre el canal de radio.

3.3.3 DNP3

Acrónimo del inglés Distributed Network Protocol, es un protocolo industrial para comunicaciones entre equipos inteligentes y estaciones controladores, componentes de sistemas SCADA. Es un protocolo ampliamente utilizado en el sector eléctrico, de gran difusión en Estados Unidos y Canadá, y menor presencia en Europa donde el uso de alternativas como IEC-60870 101 e IEC-60870 104 goza de mayor popularidad. También se puede encontrar en otros campos (agua, gas, entre otros tipos de empresas de servicio).

3.3.4 Medidor de nivel.

Medidor de Nivel. Para la determinación del nivel del tanque elevado se ha elegido emplear el equipo de la marca SIEMENS de la familia Multiranger 100, que corresponde a un medidor de nivel ultrasónico con electrónica remota, cuyo transmisor, con número de catálogo 7ML50331BA102A, tiene protección IP65, mientras que el sensor de nivel ST-H, protección IP68.

El rango de medida está entre 0,3 a 15 metros, la precisión está en 0.25% del rango de medida, la resolución está en 0.1%, la comunicación es a través de modbus RTU o ASCII integrado vía RS-485 o RS232

3.3.5 Transductor ST-H.

Los sensores ST-H miden el nivel de llenado en depósitos de almacenamiento con sustancias químicas y recipientes con líquidos. El sensor ultrasónico emite impulsos acústicos hacia un cono acústico estrecho. El eje de transmisión se halla perpendicular con respecto a la superficie emisora del sensor. El transmisor mide el tiempo de ejecución entre la emisión del impulso y la recepción del eco, y en base a ello calcula la distancia entre el sensor y el medio. Los cambios en la

velocidad del sonido debidos a oscilaciones de la temperatura dentro del rango de medida se compensan automáticamente con el sensor de temperatura integrado.

3.4 Arquitectura de la red.

A continuación se describe la arquitectura para el propósito mencionado en este proyecto, cada uno de los elementos en la figura 3.4 se encuentran descritos en los ítems anteriores de este capítulo.

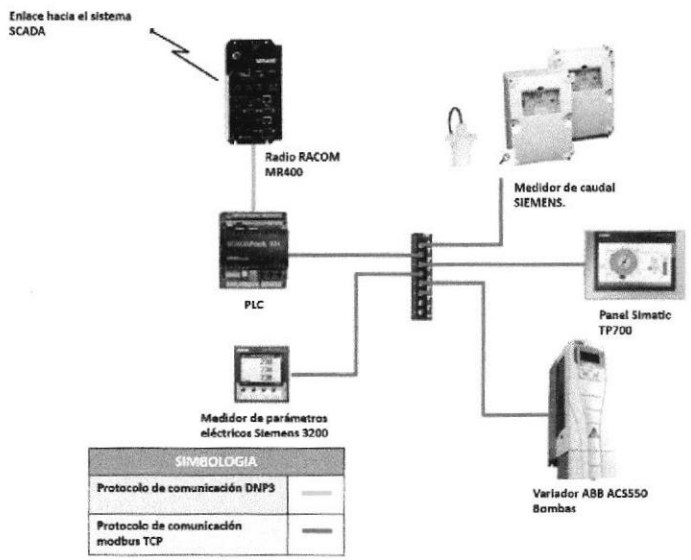


Figura 3.4 Arquitectura de la red

3.5 Diseño eléctrico para la implementación.

Para futuras implementaciones se tomará en cuenta el siguiente ejemplo del diseño de la instalación eléctrica para el medidor de energía de la figura 3.5:

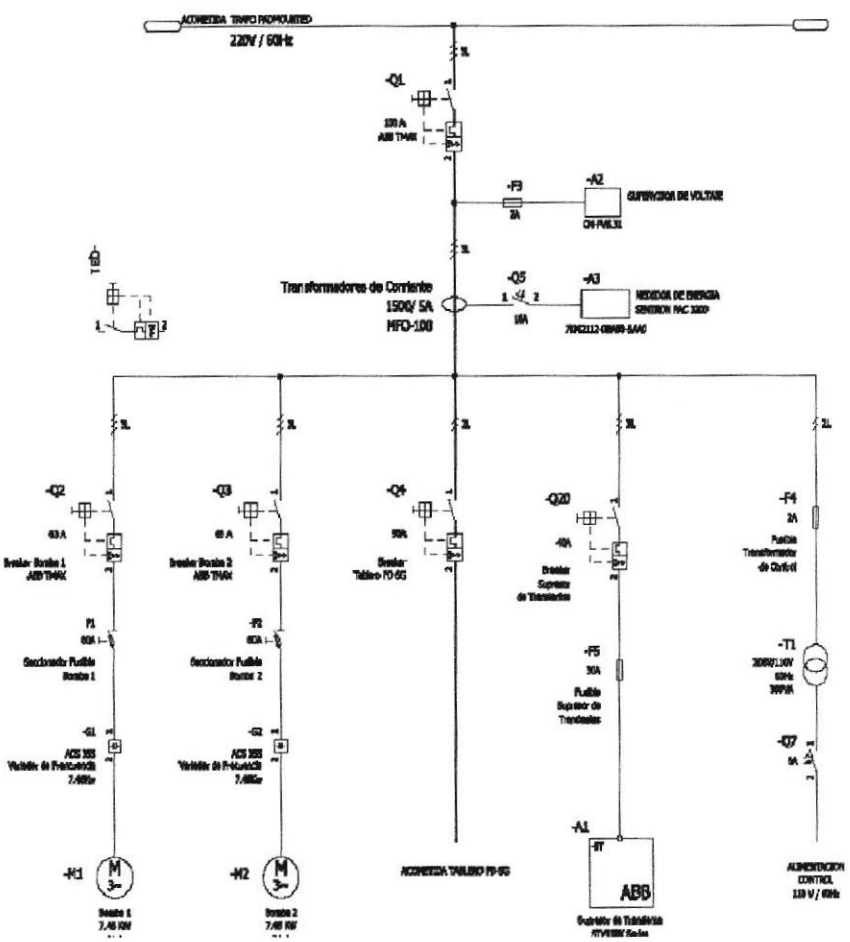


Figura 3.5 Diagrama unifilar sistema bombeo.

3.5.1 Instalación.

Para la instalación del medidor de energía a la red se hace uso de transformadores de corriente de 1500/5A, las entradas de

medición de voltaje estarán protegidas por protecciones de 10A, los transformadores de corriente están conectados a unas borneras cortocircuitables, algunas de las ventajas de estas borneras son las siguientes:

Manejo sencillo y seguro mediante identificación inequívoca de los estados de conmutación.

Construcción modular de conexiones del transformador mediante bornes seccionables de transductores de medición enchufables.

Protección segura de transformadores de corriente conectados gracias a las variantes de conectores con un contacto de cortocircuito anticipado integrado.

En la figura 3.6 se muestra el diagrama unifilar de la instalación eléctrica del medidor de energía.

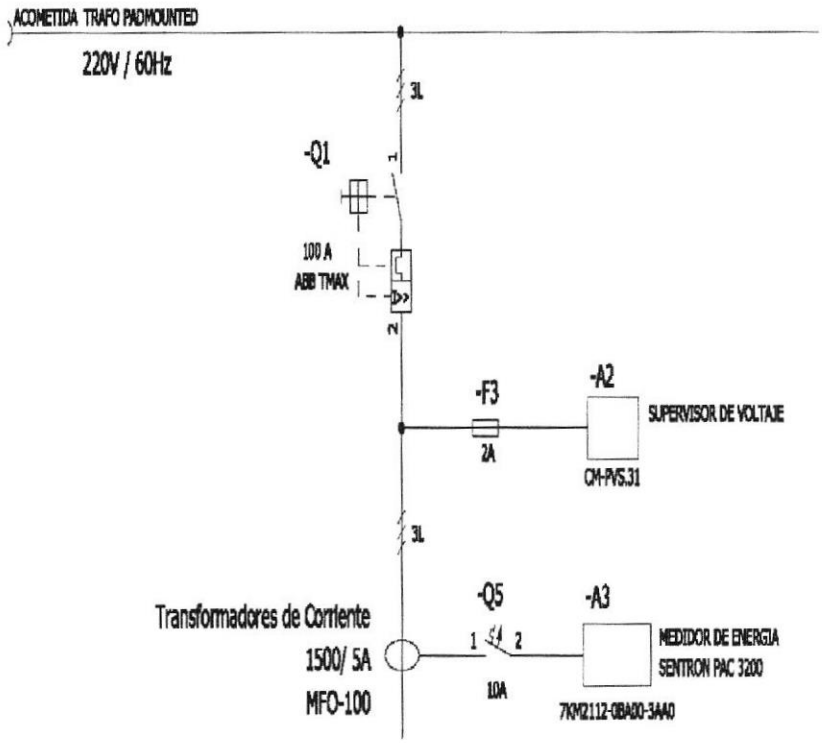


Figura 3.6 unifilar del medidor de energía.

3.5.2 Conexiones.

El medidor de energía Siemens SENTRON PAC 3200 cuenta con la marcación de los bordes indicando a que terminal pertenece cada uno, claramente identificados se describe brevemente cada uno de ellos, junto con las borneras L1, L2, L3 donde se conectan las respectivas líneas de voltaje de la red a medir, las borneras de alimentación L/+ y N/- que reciben la alimentación eléctrica para el equipo, 120V ac, la alimentación eléctrica de este equipo como de todos los

demás equipos electrónicos estará a cargo de un UPS de 120V ac/ 2KVA aproximadamente, existe el conjunto de borneras para los transformadores de corriente, s1 y s2 para cada corriente de línea, no olvidar aterrizar el equipo a un punto equipotencial. Las conexiones se muestran en la figura 3.7 a continuación.

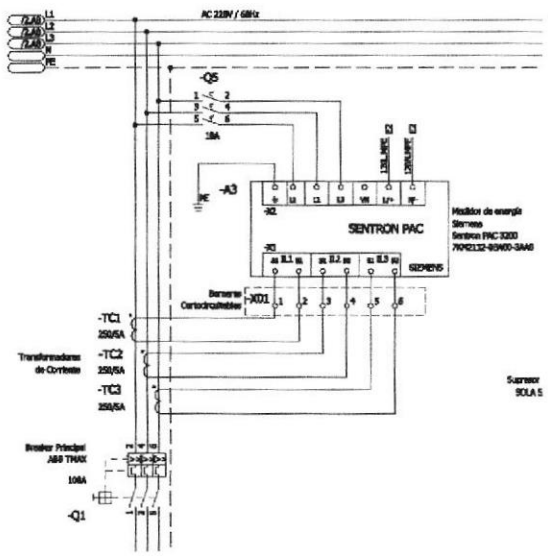


Figura 3.7 Trifilar del medidor de energía.

3.6 Configuración de la comunicación

La configuración para la comunicación entre las variables de campo y el OPC está administrada por el PLC el cual dispone de comunicación DNP3 para transmitir la información hasta la radio

Racom MR400 quien finalmente envía los datos por telemetría hasta el servidor ubicado en un lugar remoto.

3.6.1 SENTRON Pac.

Para el registro de las variables de energía se dispone del SENTRON PAC quien por comunicación Modbus TCP por medio de una interface Ethernet, para realizar esto se debe configurar el equipo pues por default la comunicación que este tiene es de SEAbus, para hacer esto se dirige a "Setting, communication y protocol" , antes de transmitir datos por Modbus TCP a TCP/IP se debe establecer la comunicaciones entre el cliente y el servidor, el puerto 502 debe establecerse para comunicarse del lado del servidor, también antes de cambiar a Modbus TCP se debe ingresar los parámetros de la dirección IP, subnet y Gateway, una vez hecho esto se deberá reiniciar el equipo, ver figura 3.8 y 3.9.

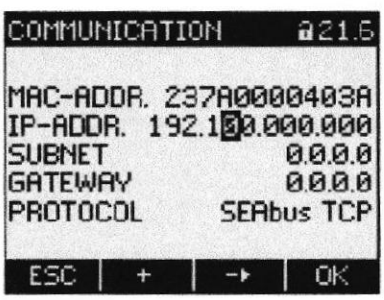


Figura 3.8 Panel de administrador.

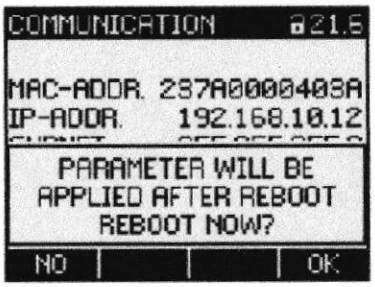


Figura 3.9 Configuración de direcciones.

Para este proyecto se ha tomado las siguientes variables modbus para realizar los indicadores de energía y producción.

40139 Max. Total Active Power

40143 Maximum Total Power Factor Float

40065 Total Active Power Float W

40069 Total Power Factor

40213 Working hours counter Unsigned long s 0 ... 999999999 RW

40111 Restart of the device Bit R

3.6.2 Multiranger 100 y transductor ST-H

Los registros R41010 a R41031 por modbus contienen las lecturas actualizadas del instrumento. Se trata de los valores

que aparecen para la lectura de cada punto de medición, para esto se debe configurar el transductor que se va a utilizar con el multiranger, se ingresa en P004 esta opción especifica el transductor siemens conectado a la unidad, en valores en modo estándar se introduce el código 100 que indica que el transductor será el sensor de nivel escogido.

La variable de producción fue calculada gracias a las condiciones físicas de almacenamiento de agua potable y la medición directa del sensor de nivel instalado en los reservorios.

La programación y el manejo de las variables destinadas son hecha desde el controlador el cual habla DNP3 y se encarga de comunicarse con la Radio quien envía los datos al servidor.

3.6.3 OPC

Una vez en el servidor, kepserver se comunica con el servidor de la Racom por medio de DNP3 para tener control de las variables en mención.

La configuración de los canales del servidor OPC se realiza creando un canal destinado para DNP3 al iniciar Kepserver

aparece una nueva ventana la cual indica el nombre del canal a comunicar, como se muestra en la figura 3.10.

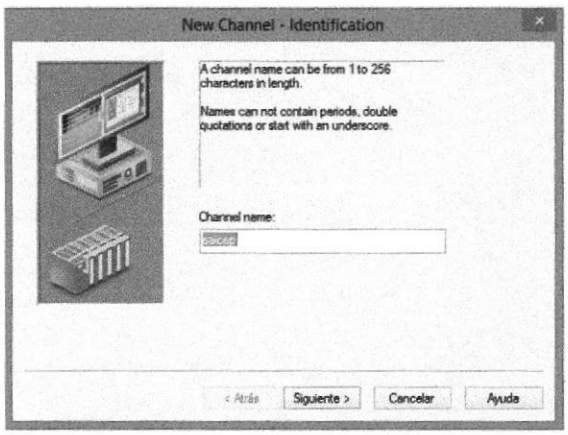


Figura 3.10 canal DNP3.

Gracias a que kepserver cuenta con una gran cantidad de driver para la comunicación entre dispositivos que poseen licencias propietarias la siguiente ventana permite seleccionar el driver a usar, para esto se selecciona el master Ethernet DNP3 como se muestra en la figura 3.11.

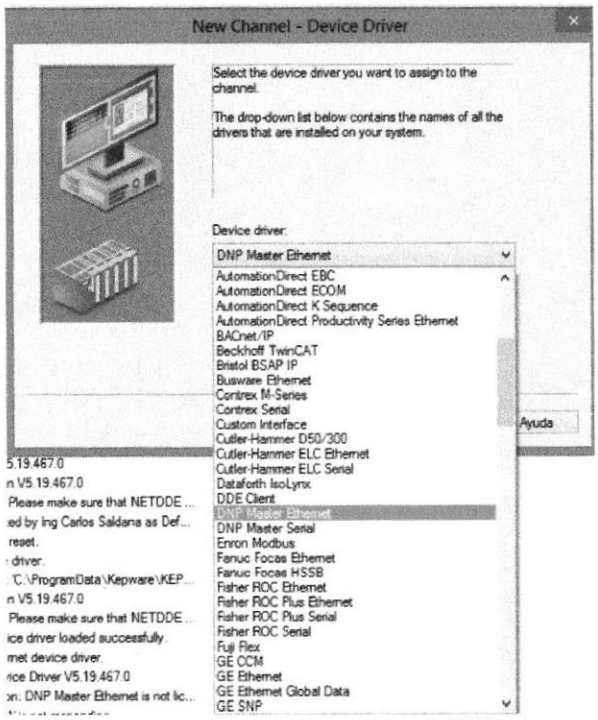


Figura 3.11 DNP3 Master Ethernet.

Se optimiza el método de obtención de datos seleccionando que solo escriba los últimos valores para todos los tags como se muestra en la figura 3.12.

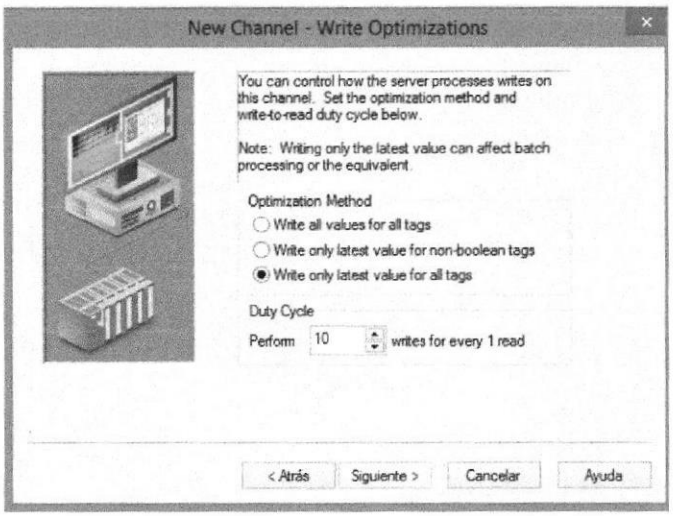


Figura 3.12 Creación de canal DNP3.

Se selecciona el protocolo de comunicación, así como el host y puerto a comunicarse para la configuración final del canal DNP3, esto tiene por fin asignar una dirección desde donde el servidor se comunicará con el equipo fuera de la estación, como se observa en la figura 3.13.

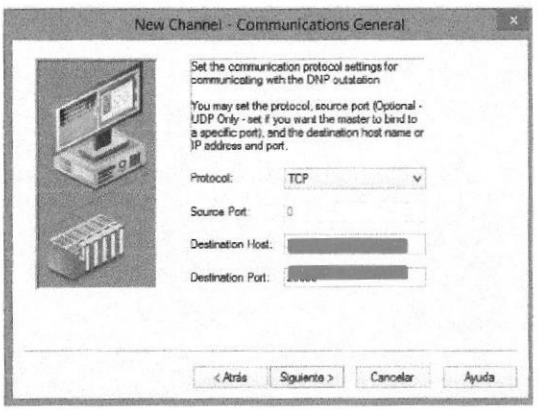


Figura 3.13 Configuración canal DNP3.

Para la creación del dispositivo los parámetros de comunicación se crean por default gracias al canal creado anteriormente como se muestra en las figuras 3.14 y 3.15 respectivamente.

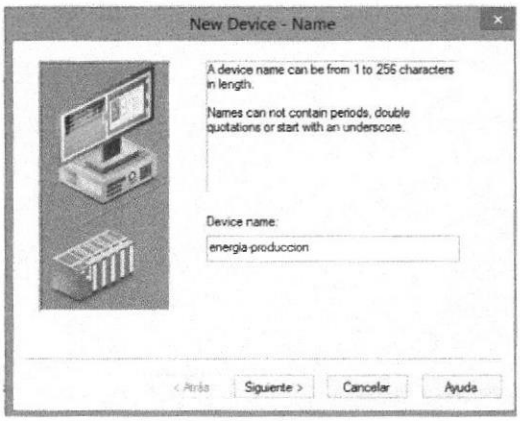


Figura 3.14 creación de dispositivo.

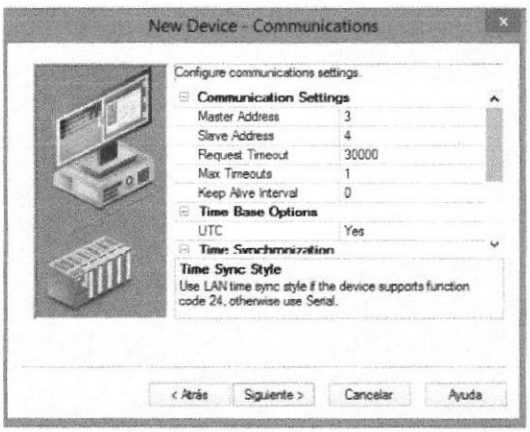


Figura 3.15 Comunicaciones del dispositivo.

Una vez creado se construye las variables las cuales serán leídas por el cliente, para esto se define qué tipo de variables son, el acceso a estas, ya sea de lectura y escritura, para escribir estas variables es necesario conocer el formato o la estructura de sus direcciones, en este caso las direcciones están en DNP3 como se observa en la figura 3.16.

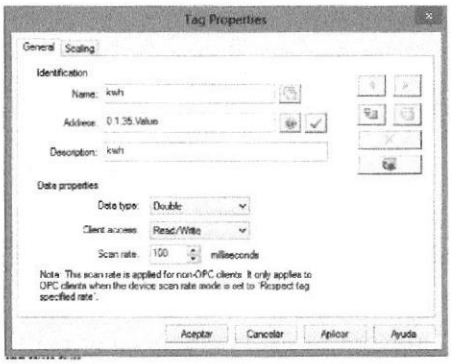


Figura 3.16 Creación de Tags.

3.7 Diseño del software SAICEP

A continuación se describe la aplicación cliente-servidor creada para la adquisición de datos de la planta, esta aplicación toma los datos desde el servidor y los aloja en una base de datos configurada previamente.

3.7.1 Aplicación cliente-OPC

Para lograr la manipulación de los valores de las variables del servidor OPC se ha creado una aplicación cliente-

servidor para escritorio en visual studio como se observa en la figura 3.17

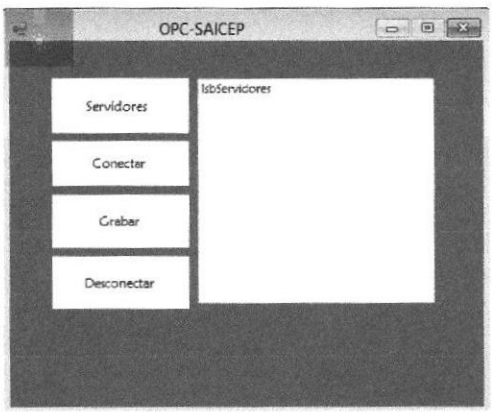


Figura 3.17 Aplicación cliente

Para la comunicación entre la aplicación cliente y el servidor se desarrolla la programación con librerías específicas para comunicación OPC como lo son OPCAutomation, además para el manejo de la base de datos se importa la librería Oledb.

Se crea variables tipo datatable, oledbdataAdapter y OleDBCommandBuilder para el manejo de base de datos, mientras que para la comunicación se crea variables tipo OPCServer, OPCGroup, OPCItem.

El código de programación se encuentra en los anexos.

3.7.2 Aplicación - Procesamiento y análisis de datos.

Las variables almacenadas en la base de datos deben pasar un primer filtro en el cual se debe seleccionar paquetes de datos los cuales serán seleccionados de acuerdo al algoritmo de la figura 3.18, para los siguientes procesos se utiliza el mismo principio.

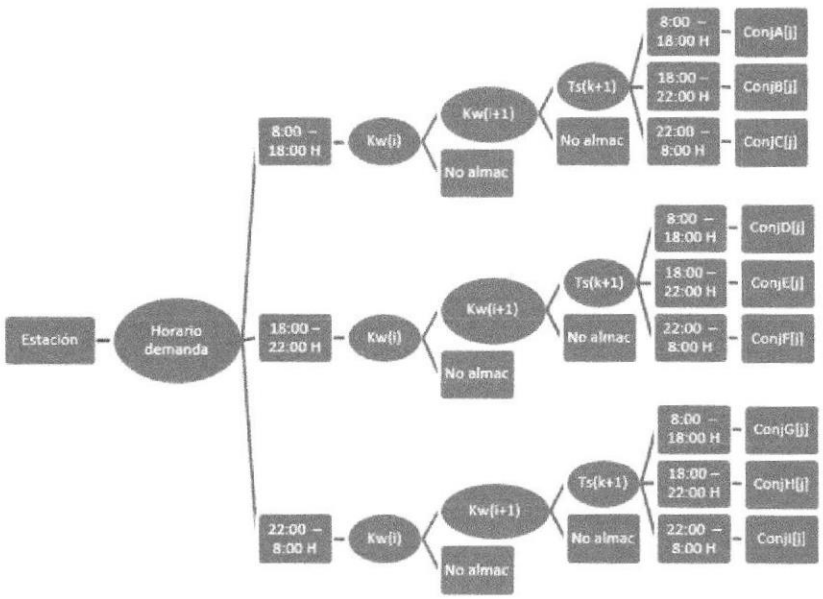


Figura 3.18 Algoritmo de rango de selección

El algoritmo del árbol de decisión y para la conexión y manejo de la base de datos para este primer proceso se encuentra en los anexos de este documento.

Una entidad es una clase la cual contiene los atributos de los objetos que se requieren para este proyecto, existen las clases: Estacion_coleccion, producción_coleccion,

conexión_access, estación_bd, produccion_db, usuariodb. Para la conexión, de lado de las estaciones se han creado: estación, producción, producción final, el código de programación se encuentra adjunto a este documento.

La interfaz login sirve para que el usuario ingrese al programa, solamente el administrador puede crear usuarios, tal como se ve en la figura 3.9 a continuación se encuentra la primera pantalla de ingreso al programa.

Figura 3.19 Inicio.

En el menú el administrador crea usuarios, configura el formato del reporte y realiza las consultas respectivas.

En la interfaz unidad de producción se realizan las consultas de los indicadores, para esto primero se debe escoger un rango de fecha, luego se debe seleccionar la estación que se desea observar, una vez realizado esto se selecciona el

indicador que se desea graficar, los botones "mostrar" y "exportar" se refieren a ejecutar la acción solicitada el primero y el segundo exporta los datos a un archivo tipo .csv el cual contendrá los datos solicitados en un arreglo para realizar cualquier otro análisis o reporte, en este caso se realiza un segundo análisis dependiendo de los requerimientos, se exportan tres archivos, estos contienen los datos que están dentro del rango establecido de las variables de la base de datos sin procesar, la base de datos ya procesada y finalmente el arreglo de los indicadores ya calculados tal como se muestra en la figura 3.20.

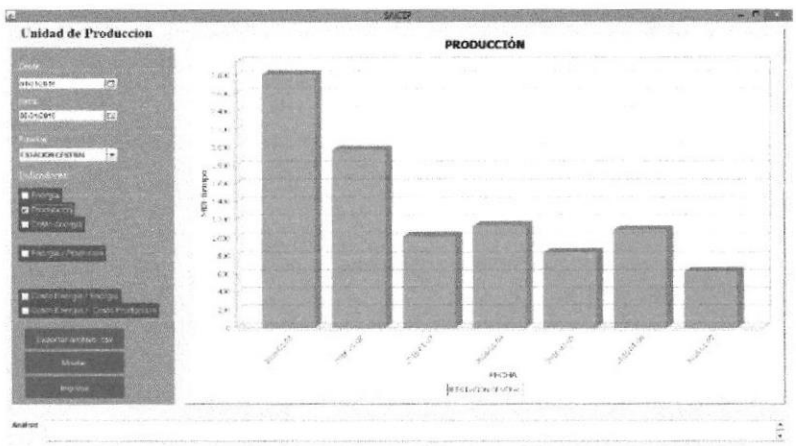


Figura 3.20 Unidad de Producción

En esta interfaz grupo de producción se realiza la comparación entre los indicadores de las estaciones de bombeo, para esto primero se debe escoger un rango de

fecha, luego se debe seleccionar las estaciones que se desean comparar, una vez realizado esto se selecciona el indicador que se desea graficar, los botones mostrar y exportar se refieren a ejecutar la acción solicitada el primero y el segundo exporta los datos a un archivo tipo .csv el cual contendrá los datos solicitados en un arreglo para realizar cualquier otro análisis o reporte como se muestra en la figura 3.21.

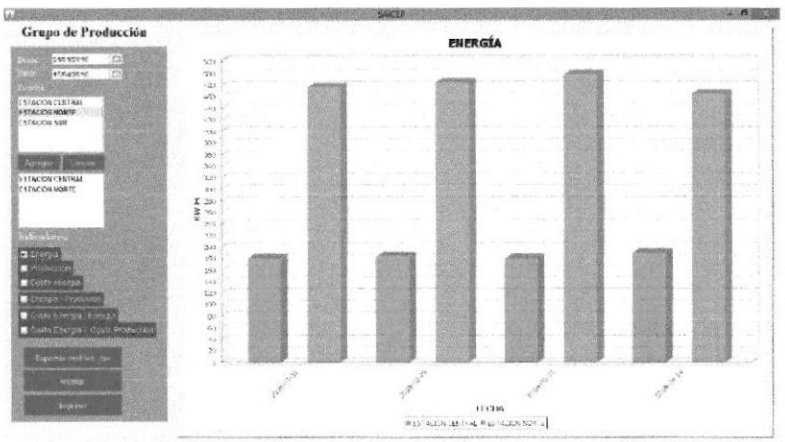


Figura 3.21 Grupo de producción.

Para la realización de los gráficos se usa la librería jfree chart, la cual tiene clases específicas para mostrar los diferentes tipos de gráficos, opciones de imprimir y de exportar los gráficos en formato .png como se observa en la figura 3.22.

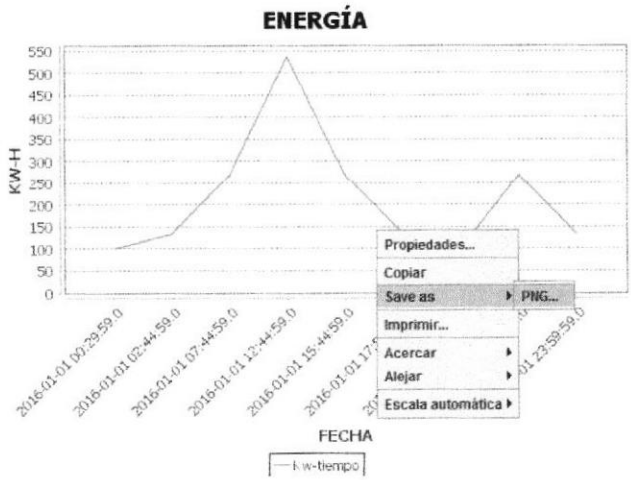


Figura 3.22 Jfree chart.

3.7.3 Arquitectura.

A continuación se muestra en la figura 3.23 la arquitectura del sistema, los equipos de acuerdo a la línea de producción pueden variar, el software del servidor y el programa están ligados para trabajar en conjunto, el programa posee dos partes, la primera que es el registro de datos y la segunda el procesamiento y análisis de la información registrada en la base de datos.

Figura 3.23 Arquitectura de SAICEP

CAPÍTULO 4

4 EVALUACIÓN DEL SISTEMA SAICEP

Se evaluará el sistema desde la instalación hasta las validaciones del cálculo de los indicadores, la adquisición de datos desde la planta, la frecuencia de muestreo, el programa de cliente – servidor y el programa de procesamiento de la información.

4.1 Instalación y configuración con el PC.

Los requerimientos mínimos de hardware para esta aplicación son los siguientes:

- CPU Intel Pentium III, 800 MHz Intel Pentium 4, 1400 MHz en adelante.
- Memoria principal: 512 MB
- El espacio disponible en disco duro: 2 MB

- Profundidad de color: 256 color verdadero
- La resolución recomendada es de: 1366* 768
- Sistema operativo desde Windows XP en adelante
- Máquina de Java 7

4.2 Adquisición de datos

Este proyecto se desarrolló en dos partes, la primera fue la adquisición de datos ya que esto implicó todo el proceso de revisión, instalación y configuración de los equipos para solicitar las variables que se requieren, una vez hecho esto desde un servidor ubicado en el cuarto de control en donde se instala kepserver se procede a configurar la aplicación para que administre las variables en cuestión, una vez logrado esto solo se ejecuta la aplicación cliente-servidor, esta empieza a registrar los datos de acuerdo a las especificaciones creadas dentro de la misma.

4.2.1 Adquisición de datos de la planta.

Para la adquisición de datos de la planta se procede a instalar y configurar los equipos en el tablero eléctrico de una estación de rebombeo como se muestra en la figura 4.1.

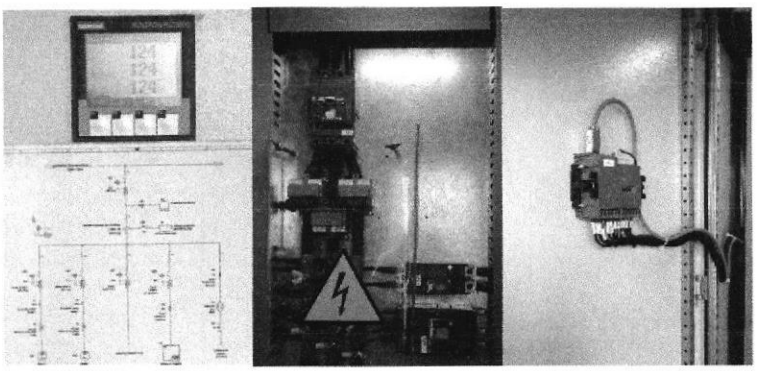


Figura 4.1 Medidor de energía.

4.2.2 Frecuencia de muestreo

La frecuencia de muestreo es la raíz del proyecto, pues gracias a esto los datos que se toman serán más acertados, en principio se pensó programar una salida digital del medidor de energía para que cada vez que exista consumo se procesa a registrar los datos, se desistió de esto más por los requerimiento generales, pues si solo registraba cuando se producía consumo, no sería posible observar que ocurriría cuando no, esto para observar el comportamiento de la variable de producción, pues en este caso, la variable de producción va cambiando en el tiempo y tiene dos casos, el primero cuando es positiva ascendente y se relaciona con la variable de consume eléctrico, y la segunda cuando es positiva descendente y se relaciona con los intervalos en donde no hay consumo eléctrico considerable para ser

medido. Si se desea programar una salida digital de bandera de aviso se lo puede hacer, pero para este caso se prefiere realizar la programación con el software, así en la aplicación cliente servidor se puede programar la frecuencia de muestreo que más convenga dentro de los rangos de trabajo de los equipos, en la aplicación de análisis de datos se procede con el algoritmo implementado a discernir esta información para que esté lista para este análisis. En la figura 4.2 se observa el campo para cambiar la frecuencia de toma de datos que esta expresado en milisegundos.

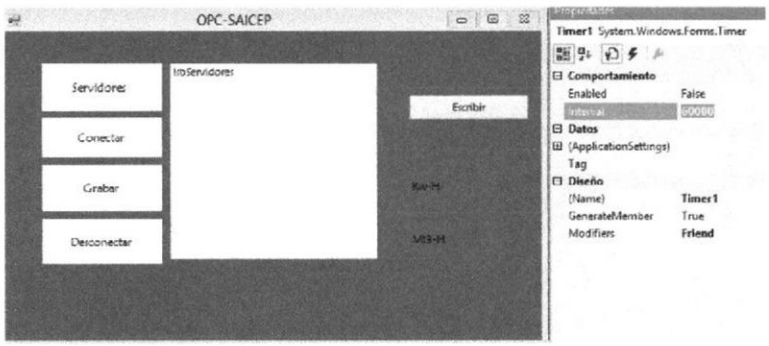


Figura 4.2 Frecuencia de muestreo.

4.2.3 Buscar servidores

Lo primero que se debe realizar es una búsqueda de servidores disponibles con kepware como se muestra en la siguiente figura 4.3:

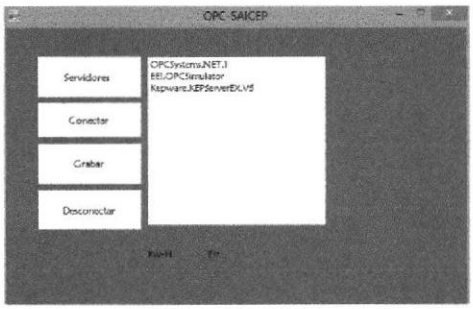


Figura 4.3 Búsqueda de servidor.

4.2.4 Conectarse a un servidor

Para poder conectarse al servidor primero se debe seleccionarlo sino mostrará el mensaje de la figura 4.4.

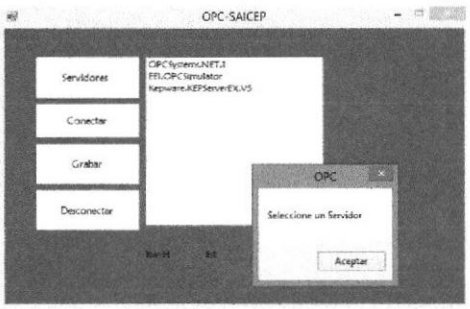


Figura 4.4 Validaciones del programa.

Una vez realizada selección se procederá a la conexión esto asegura un lazo de comunicación entre el servidor y la aplicación cliente, en la figura 4.5 se selecciona el servidor a usar.

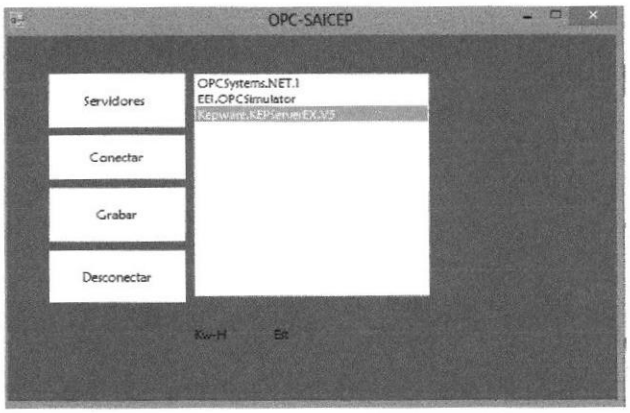


Figura 4.5 Servidor seleccionado.

Cada vez que se realiza una acción correcta se ejecutan las validaciones respectivas como se muestra en la figura 4.6.

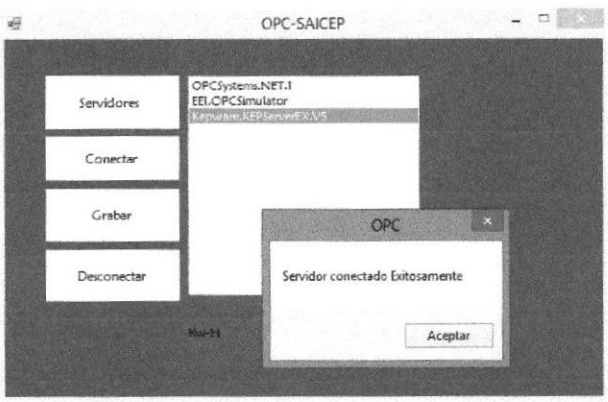


Figura 4.6 Validación de conexión.

4.2.5 Registro de datos en la base de datos

A continuación se ejecuta la comunicación entre el servidor y el cliente a la vez que se empieza a registrar en la base de

datos las variables configuradas para este proyecto como se muestra en la figura 4.7

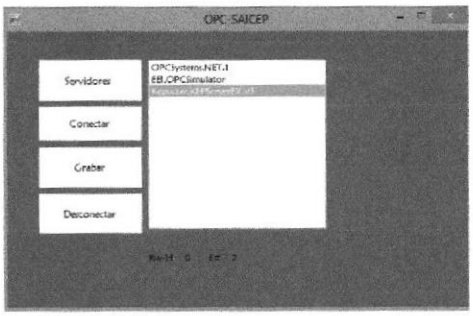


Figura 4.7 Registro de variables.

4.2.6 Datos obtenidos

Los datos obtenidos en esta primera etapa se pueden observar ya colocados en tablas de Excel, se observa valores negativos que es información de errores de comunicación entre o de lectura del sensor, en la figura 4.8 se observan los valores registrados de KWh.

Time	Valor	Time	Valor	Time	Valor	Time	Valor
08/09/2015 0:03	-10,2	01/09/2015 1:06	232,00 MWH	08/09/2015 1:08	153,00 MWH	08/09/2015 1:08	224,00 MWH
08/09/2015 0:49	432	01/09/2015 1:20	232,00 MWH	08/09/2015 4:05	153,00 MWH	08/09/2015 4:05	224,00 MWH
08/09/2015 0:54	432	01/09/2015 4:02	232,00 MWH	08/09/2015 5:33	153,00 MWH	08/09/2015 5:33	224,00 MWH
08/09/2015 0:59	-10,2	01/09/2015 7:20	232,00 MWH	08/09/2015 5:37	153,00 MWH	08/09/2015 5:37	224,00 MWH
08/09/2015 1:08	-10,2	01/09/2015 10:11	233,00 MWH	08/09/2015 5:38	153,00 MWH	08/09/2015 5:38	224,00 MWH
08/09/2015 1:59	428	01/09/2015 13:02	233,00 MWH	08/09/2015 7:18	153,00 MWH	08/09/2015 7:18	224,00 MWH
08/09/2015 2:02	428	01/09/2015 16:07	233,00 MWH	08/09/2015 8:31	153,00 MWH	08/09/2015 8:31	224,00 MWH
08/09/2015 2:09	-10,2	01/09/2015 16:37	233,00 MWH	08/09/2015 10:01	158,00 MWH	08/09/2015 10:01	224,00 MWH
08/09/2015 2:14	-10,2	01/09/2015 17:08	233,00 MWH	08/09/2015 12:14	153,00 MWH	08/09/2015 12:14	224,00 MWH
08/09/2015 2:39	184	01/09/2015 19:28	233,00 MWH	08/09/2015 13:12	153,00 MWH	08/09/2015 13:12	224,00 MWH
08/09/2015 2:45	184	01/09/2015 21:26	233,00 MWH	08/09/2015 14:46	153,00 MWH	08/09/2015 14:46	224,00 MWH
08/09/2015 2:49	-10,2	01/09/2015 21:27	233,00 MWH	08/09/2015 15:54	153,00 MWH	08/09/2015 15:54	224,00 MWH
08/09/2015 2:57	-10,2	01/09/2015 22:00	233,00 MWH	08/09/2015 16:13	158,00 MWH	08/09/2015 16:13	224,00 MWH
08/09/2015 3:19	966	01/09/2015 23:51	232,00 MWH	08/09/2015 17:59	153,00 MWH	08/09/2015 17:59	224,00 MWH
08/09/2015 3:22	966	02/09/2015 1:10	233,00 MWH	08/09/2015 17:59	153,00 MWH	08/09/2015 17:59	224,00 MWH
08/09/2015 3:29	-10	02/09/2015 4:11	233,00 MWH	08/09/2015 19:33	153,00 MWH	08/09/2015 19:33	224,00 MWH
08/09/2015 4:05	-10	02/09/2015 7:24	233,00 MWH	08/09/2015 21:34	158,00 MWH	08/09/2015 21:34	224,00 MWH
08/09/2015 5:28	-10,1	02/09/2015 10:08	233,00 MWH	08/09/2015 22:05	153,00 MWH	08/09/2015 22:05	224,00 MWH
08/09/2015 5:29	0	02/09/2015 13:12	233,00 MWH	08/09/2015 23:51	153,00 MWH	08/09/2015 23:51	224,00 MWH
08/09/2015 5:31	996	02/09/2015 16:07	233,00 MWH	09/09/2015 1:08	158,00 MWH	09/09/2015 1:08	224,00 MWH
08/09/2015 5:33	996	02/09/2015 19:27	233,00 MWH	09/09/2015 4:09	153,00 MWH	09/09/2015 4:09	224,00 MWH
08/09/2015 5:37	996	02/09/2015 22:02	233,00 MWH	09/09/2015 7:18	153,00 MWH	09/09/2015 7:18	224,00 MWH

Figura 4.8 Variable de kW-h

En esta gráfica se observa un comportamiento semejante de los equipos, en la figura 4.9 se observan los valores registrados de kW.

Time	Valor
08/09/2015 0:29	-0,53
08/09/2015 0:39	-0,66
08/09/2015 1:09	-0,64
08/09/2015 1:09	-0,53
08/09/2015 1:19	-0,68
08/09/2015 4:05	-0,66
08/09/2015 4:20	-0,97
08/09/2015 5:00	-0,66
08/09/2015 5:30	-0,31
08/09/2015 5:40	-0,86
08/09/2015 6:20	-0,7
08/09/2015 6:50	-0,84
08/09/2015 7:10	-0,68
08/09/2015 7:18	-0,68
08/09/2015 7:50	0,94
08/09/2015 8:01	0,92
08/09/2015 9:09	0,86
08/09/2015 9:40	0,92
08/09/2015 10:01	0,86
08/09/2015 10:31	-0,72
08/09/2015 10:39	-0,72
08/09/2015 11:11	-0,98

Time	Valor
08/09/2015 1:09	0,00 Kw
08/09/2015 4:05	0,00 Kw
08/09/2015 4:19	22,00 Kw
08/09/2015 5:00	0,00 Kw
08/09/2015 5:12	0,00 Kw
08/09/2015 7:18	0,00 Kw
08/09/2015 8:10	21,90 Kw
08/09/2015 9:00	0,00 Kw
08/09/2015 9:09	0,00 Kw
08/09/2015 10:01	0,00 Kw
08/09/2015 12:15	0,00 Kw
08/09/2015 13:12	0,00 Kw
08/09/2015 14:01	22,10 Kw
08/09/2015 14:09	22,10 Kw
08/09/2015 14:51	0,00 Kw
08/09/2015 15:00	0,00 Kw
08/09/2015 15:54	0,00 Kw
08/09/2015 16:14	0,00 Kw
08/09/2015 19:34	0,00 Kw
08/09/2015 20:32	22,20 Kw
08/09/2015 21:12	0,00 Kw
08/09/2015 21:35	0,00 Kw

Time	Valor
08/09/2015 1:09	0,00 Kw
08/09/2015 4:05	0,00 Kw
08/09/2015 7:18	0,00 Kw
08/09/2015 10:01	0,00 Kw
08/09/2015 11:10	22,10 Kw
08/09/2015 11:16	22,10 Kw
08/09/2015 12:01	0,00 Kw
08/09/2015 12:15	0,00 Kw
08/09/2015 13:12	0,00 Kw
08/09/2015 15:54	0,00 Kw
08/09/2015 16:14	0,00 Kw
08/09/2015 17:21	22,30 Kw
08/09/2015 18:11	0,00 Kw
08/09/2015 18:15	0,00 Kw
08/09/2015 19:34	0,00 Kw
08/09/2015 21:35	0,00 Kw
08/09/2015 22:06	0,00 Kw
08/09/2015 23:59	0,00 Kw
09/09/2015 1:08	0,00 Kw
09/09/2015 4:09	0,00 Kw
09/09/2015 4:33	21,80 Kw
09/09/2015 5:13	0,00 Kw

Figura 4.9 Variable de kW

Debido a que el sistema cuenta con medidores de nivel se procedió a hacer uso de esta herramienta para el cálculo de la variable de producción, este cálculo es indirecto pero muy cercano a lo que mostraría un medidor de caudal instalado a la salida del bombeo, a continuación en la figura 4.10 se muestran los datos de uno de los sensores de nivel.

NIVELES DE LOS TANQUES			
TANQUE 1		TANQUE 2	
Time	Valor	Time	Valor
01/09/2015 0:14:59.436	3,24 m	01/09/2015 0:14:59.436	3,24 m
01/09/2015 0:29:59.296	3,27 m	01/09/2015 0:29:59.296	3,26 m
01/09/2015 0:44:59.149	3,29 m	01/09/2015 0:44:59.149	3,29 m
01/09/2015 0:59:59.004	3,33 m	01/09/2015 0:59:59.004	3,33 m
01/09/2015 1:14:58.874	3,37 m	01/09/2015 1:14:58.874	3,36 m
01/09/2015 1:29:58.713	3,30 m	01/09/2015 1:29:58.713	3,29 m
01/09/2015 1:44:58.564	3,19 m	01/09/2015 1:44:58.564	3,18 m
01/09/2015 1:59:58.407	3,06 m	01/09/2015 1:59:58.408	3,06 m
01/09/2015 2:14:58.240	2,77 m	01/09/2015 2:14:58.240	2,77 m
01/09/2015 2:29:58.072	2,50 m	01/09/2015 2:29:58.072	2,49 m
01/09/2015 2:44:57.872	2,27 m	01/09/2015 2:44:57.872	2,26 m
01/09/2015 2:59:57.745	2,25 m	01/09/2015 2:59:57.745	2,25 m
01/09/2015 3:14:57.577	2,28 m	01/09/2015 3:14:57.577	2,28 m
01/09/2015 3:29:57.408	2,30 m	01/09/2015 3:29:57.408	2,30 m
01/09/2015 3:44:57.257	2,32 m	01/09/2015 3:44:57.257	2,33 m
01/09/2015 3:59:57.102	2,35 m	01/09/2015 3:59:57.102	2,36 m
01/09/2015 4:14:56.941	2,37 m	01/09/2015 4:14:56.941	2,38 m
01/09/2015 4:29:56.801	2,39 m	01/09/2015 4:29:56.801	2,40 m
01/09/2015 4:44:56.633	2,38 m	01/09/2015 4:44:56.633	2,38 m

Figura 4.10 Variable de nivel (mts)

4.2.7 Generación de datos para la simulación.

Una vez obtenidos los resultados en la primera etapa se observa el comportamiento de la planta y se simula los datos para poder probar la etapa de procesamiento y análisis, se realiza esto debido a las limitaciones que se tiene en la actualidad, por ejemplo, cuando se deja el programa trabajando debido a que kepserver tiene licencias propietarias este solo trabaja por dos horas, luego se desactiva, de allí se puede ver que de la fecha a la actualidad se pudieron tomar

varias muestras, pero se tomó solo lo necesario para realizar el cálculo de la función que simula este sistema.

Restricciones: Para realizar este sistema se considera las siguientes restricciones:

- La planta consiste en una estación de bombeo la cual se encuentra ubicada a una cota de 35 metros hacia abajo del reservorio.
- El reservorio posee una entrada y dos tipos de salidas, la entrada está identificada como el caudal que ingresa al reservorio y las salidas la primera está identificada como caudal de salida hacia la comunidad que se alimenta de este reservorio, la segunda salida está identificada como el bombeo que realiza un grupo de bombas instaladas en este reservorio hacia otro con una cota más alta.
- Para poder encontrar la relación entre KWh y mt3 los datos se los debe tomar sin intervención de las otras dos salidas, se puede cerrar válvulas para esto, pero no se puede dejar sin servicio por más de 30 minutos, así que se observa las variables en la madrugada cuando no existe consumo o este es mínimo y todos los tanques están a full carga, con esta restricción se obtiene que

134.28 kW-h bombea la cantidad de 691 mt3-h de agua potable.

- El Nivel Total del tanque es igual a la Medición del Nivel uno menos la salida del caudal y salida de bombeo todo en mt3.
- El área del tanque es de 35mtX45.6mt
- El colchón de medición del sensor es de 1 metro, por lo tanto el volumen en cuestión será de 1,596 mt3
- Por ultimo en la sección de grupo de producción para las demás estaciones se producen valores aleatorios semejantes con el fin de obtener datos para realizar los análisis respectivos.

Con estos datos se realizan las respectivas operaciones para llegar a los indicadores propuestos.

4.3 Procesamiento y análisis de datos

Para observar el procesamiento de la información por medio del sistema se realizó la programación para observar indicadores de cada planta de rebombeo y además entre estaciones, para este proyecto se consideró los siguientes parámetros:

Energía, producción, costo de energía, costo de energía vs. Producción, costo de energía Vs energía, costo de energía vs. Costo de producción.

Para el análisis de datos se representan tantas barras como categorías tiene la variable, de modo que la altura de cada una de ellas sea proporcional a la frecuencia o porcentaje calculado, así se permite un análisis de los mismos mediante su apreciación en el espacio, hay que tener claro que estas gráficas son instrumentos para el análisis de los datos, esta herramienta es lo más sencilla posible y es usada porque es necesario observar la información de manera rápida y sencilla.

Se hace uso de gráficas de barras porque permite observar variables cuantitativas para los indicadores.

La gráfica de barras consta de las siguientes características:

Gráfico: rectángulos

Verbal: Titulo del gráfico.

Numérico: etiqueta de las escalas que representan los numero ordenados

Rótulos en los ejes. - El título del gráfico

Representación de los ejes: en el eje X está la representación de los valores de la variable y en el eje Y la representación de los valores asociadas a cada de la variable.

4.3.1 Algoritmo de procesamiento de la información

El comportamiento del algoritmo y el funcionamiento de esta segunda etapa es el siguiente:

Este programa muestra gráficamente el comportamiento de la planta desde estos parámetros, el profesional relacionado con estos parámetros puede realizar las consultas por rangos de fechas, para esto el algoritmo se ejecuta de la siguiente manera.

Cuando el cliente selecciona rangos de fechas hasta de 7 días, los indicadores se mostrarán por paquetes de datos de consumo, esto quiere decir que lo que se observará será todos los paquetes de datos calculados dentro del rango de consumo entre el tiempo de encendido y apagado de las bombas.

A partir del séptimo día hasta el día 30 el algoritmo escoge el paquete de datos por día es decir muestra el consumo diario,

después de mes uno hasta el rango de años el algoritmo muestra el consumo mensual, la selección de estos intervalo es debido a la funcionalidad del programa, pues lo que se desea observar es los indicadores los cuales sirven de análisis después dentro de un rango considerable.

El procesamiento de la información consiste en varias etapas, la primera etapa consiste el primer filtro de la base de datos, la información almacenada en la base de datos por el cliente-OPC es tratada para poder realizar paquetes de datos válidos para el cálculo de las variables que intervienen en este proceso, es así que con las restricciones de cada caso se consigue escoger paquetes de kW-t, mt3-t etc. dentro de un rango de horario determinado por los costos de energía, para este caso existe tres tipos de horarios, los cuales se los determina de acuerdo a la normativa de tarifario eléctrico vigente del Ecuador, esto último es importante porque de acuerdo a esto se calculará los indicadores, una vez obtenido los paquetes de datos se procede a realizar un segundo algoritmo que consiste en identificar los rangos de selección del usuario de manera que si escoge días, semanas o meses para realizar su consulta, de esta manera se consigue la segunda etapa del procesamiento de la información, luego al

seleccionar cualquiera de los indicadores el programa realiza la última etapa que consiste en realizar los cálculos respectivos para conocer los costos de consumo, costos de producción, etc. Para lograr observar los resultados esperados.

En la etapa de procesamiento existe la opción de exportar los paquetes de daos en archivo .csv esto es importante si acaso se desea realizar algún otro tipo de análisis en cualquier programa de minería de datos.

La configuración del reporte se realiza bajo programación, la descripción o el análisis respectivo el usuario lo redacta y lo genera con un botón llamado imprimir.

La programación del algoritmo se encuentra adjunta a este documento.

4.3.2 Pruebas de Interfaz login.

La interfaz del administrador crea nuevos usuario de manera que exista el número de usuarios deseados, como se muestra en las figuras 4.11 y 4.12, el código de programación se encuentra adjunto a este documento

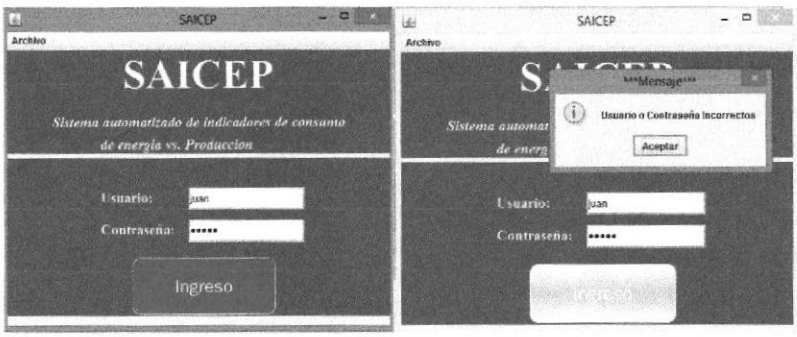


Figura 4.11 Validación de seguridad

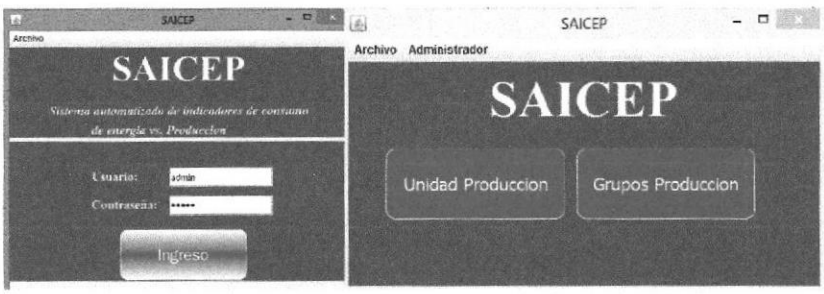


Figura 4.12 Acceso al sistema

4.3.3 Pruebas de Interfaz menú administrador.

La interfaz del administrador crea nuevos usuario de manera que exista el número de usuarios deseados, el código de programación se encuentra adjunto a este documento.

4.3.4 Validaciones de la interfaz de unidad de producción.

Para la validación de la unidad de producción se procede a ejecutar el algoritmo creado, el cual tiene la misión de realizar

los diferentes filtros en las escalas determinadas desde la base de datos, la base de datos original solo almacena la información, el siguiente paso es tomar esta base y realizar el primer filtro el cual consiste en determinar los rangos de producción y consumo durante un tiempo determinado, una vez realizado esto, se procede a realizar los respectivos cálculos para determinar las variables que son requeridas para mostrar los indicadores.

Unas de las condiciones en el cálculo tienen que ver con costo de energía el cual depende de la tarifa general de energía y está sometida tres horarios diferentes lo cual produce una serie de algoritmos para tomar decisiones al momento de realizar los paquetes de datos, como se muestra en la figura 4.13.

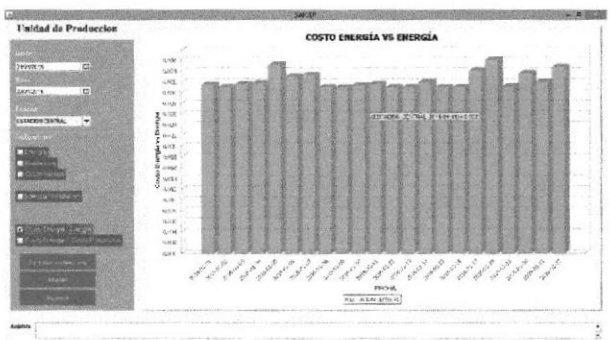


Figura. 4.13 Indicador de costo energía – energía

Una vez realizado esto el siguiente paso es definir qué información mostrar, para esto se decidió un paquete de datos para días, meses, y años, algo importante es tener claro el uso de los indicadores, estos son útiles para el análisis de un periodo largo, días meses o años, para este proyecto el algoritmo de decisión de estos parámetros usa la estrategia de mostrar los paquetes de datos del primer filtro mientras la selección sea menor a 6 días, como se muestra en la figura 4.14.

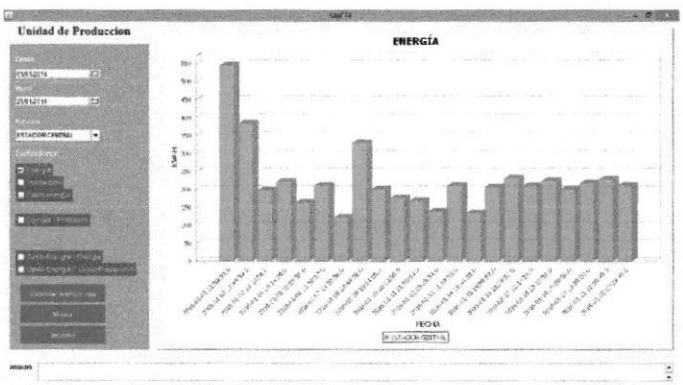


Figura. 4.14 Indicador de energía por paquete de datos

Cuando es mayor a 6 días y menor a 30 días realizar las operaciones de sumar los paquetes anteriores dentro de cada día y una vez realizado esto muestra el comportamiento de las variables por día, por ejemplo si se toma un rango de

3 días el programa mostrará los paquetes de datos de todos los tiempos de trabajo del grupo de bombeo con su determinado timestamp, si se toma un rango de 8 días entonces el programa tomará los paquetes de datos anteriores y los agrupará dentro el día de trabajo, esto quiere decir que se mostrarán en gráfica el numero de 8 barras que simboliza cada día escogido, se puede observar en la figura 4.15.

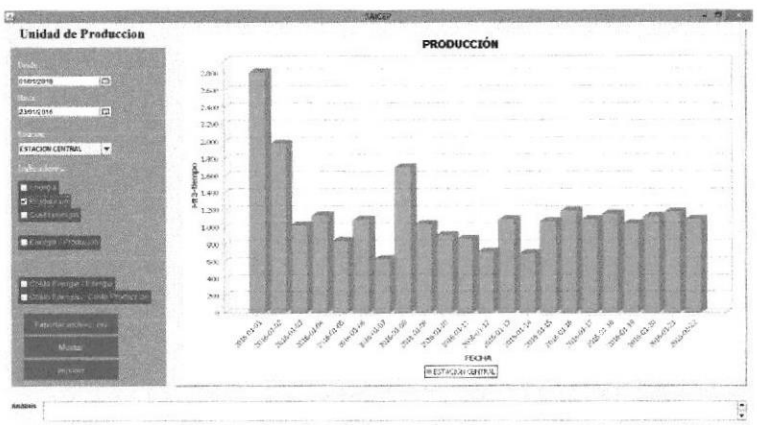


Figura. 4.15 Indicador de producción en un período de días

Al realizar las relaciones de variables de producción y energía se obtiene los valores de los indicadores deseados, esto se muestra en las figura 4.16

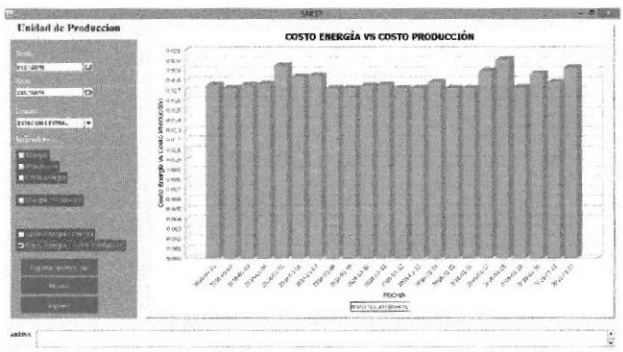


Figura. 4.16 Indicador de costo energía – costo producción

4.3.5 Validaciones de la interfaz grupos de producción.

Para la validación de la interfaz de grupos de producción se procede a ejecutar el algoritmo creado, básicamente el algoritmo es similar al de punto anterior la diferencia es que en esta ocasión se lo debe generalizar dentro de una función que se encargue de realizar las comparaciones entre estaciones de bombeo, esto con el fin de observar el comportamiento entre ellas, es importante notar que en este proyecto solo se han tomado tres estaciones, en la vida real el número aproximado es de 40 estaciones en el sector norte de la ciudad de Guayaquil, y para observar a simple vista las variables que intervienen en los indicadores este programa se convierte en una herramienta potente, para conseguir esto, el cambio es

muy elemental y se lo realiza en la programación del OPC al crear más ID para las estaciones de bombeo.

Se grafican los mismos indicadores como se observa en la figura 4.17

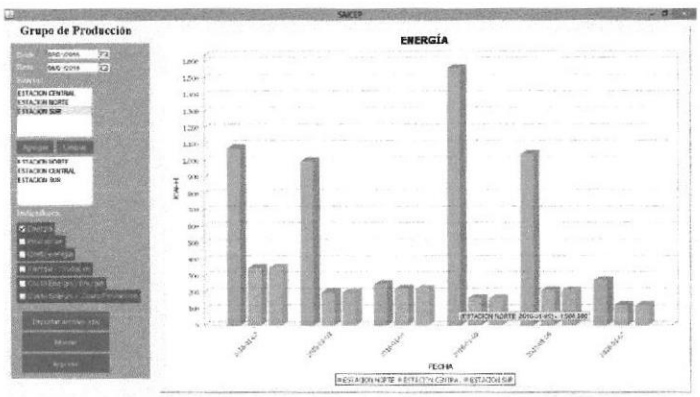


Figura. 4.17 Indicador grupo de Prod. Energía.

4.3.6 Validaciones de la interfaz configuración de reportes.

Como en todo informe es necesario implementar el análisis o reporte de quien realiza el estudio de los indicadores, para esto se crea una opción para que el usuario pueda exportar e imprimir un reporte, básicamente lo más importante de este reporte es que tenga el sustento de su análisis, para eso se configura el reporte para que exporte la gráfica a formato .pdf junto con el análisis que el usuario pueda escribir, se observa en la figura 4.18 un formato básico de reporte para SAICEP.

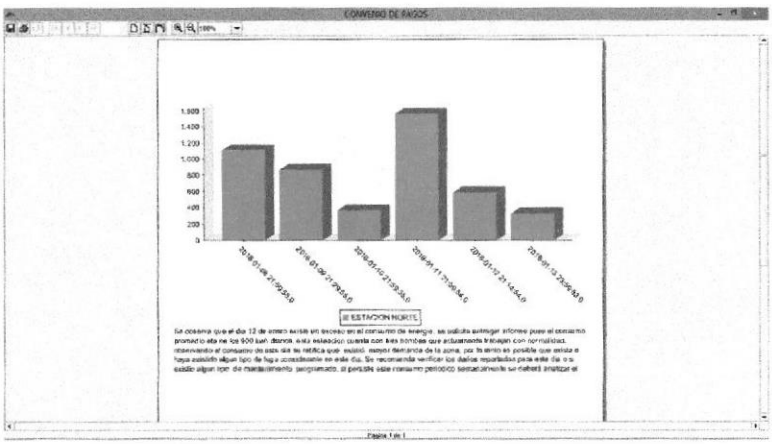


Figura. 4.18 Reporte indicadores.

Adicional a esto en caso que se requiera realizar un reporte con mayor detalle de formato el usuario puede exportar los gráficos en .jpg además puede exportar los paquetes de datos ya procesados en formato .csv para realizar informes desde cualquier herramienta de Microsoft office.

CAPÍTULO 5

5 ANÁLISIS DE RESULTADOS DE SAICEP

En este capítulo se realiza el análisis de los resultados obtenido por sistema realizado.

5.1 Análisis de variables en el tiempo

Para este grupo de variables se puede observar el comportamiento del consumo de energía, la producción y el costo de energía a través del tiempo, con este tipo de gráfica se puede verificar el sistema de bombeo, se verifica las condiciones normales de trabajo como también se observa algunas condiciones que se salen del rango de trabajo entre ellas se define dos casos, cuando existe un sobre pico o cuando existe un valor por debajo del promedio en estos dos casos ya sea para producción, energía o costo de energía se puede asumir algunas premisas e ir comprobando o descartando

de acuerdo a los informes respectivos de los diferentes departamentos para el caso de estudio.

5.1.1 Indicadores de producción.

Para la unidad de producción se observa la variable de producción en el tiempo, dentro de un rango de días, esta variable muestra los mt3 de agua producidos diariamente, o mensualmente en la siguiente gráfica se muestra la producción diaria de la estación de rebombeo central, esta variable debe estar ligada a la de energía, pues los niveles del agua en el reservorio dependen del bombeo.

Se observa algunos datos interesantes para esta gráfica, por ejemplo, el promedio de mt3 cúbicos entregados a la comunidad es de 900 X (No de veces que existe bombeo al reservorio) mt3, en este caso un aproximado de 6,300 mt3 los cuales se distribuyen hacia el siguiente reservorio por medio de bombeo instalado en el sitio y se distribuye a la comunidad. En la gráfica 5.1 se observa datos del scada tomado de un día normal de trabajo.

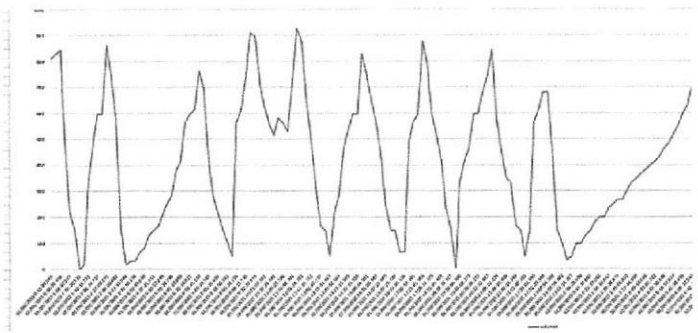


Figura. 5.1 Tendencia del nivel de agua dentro de un reservorio

Como se observa en la gráfica anterior existe un consumo aproximado diario de 6,300 mt3 de este reservorio se verifica que en el indicador de producción para una semana determinada existen algunos días que están dentro del rango, pero en los días 1 y 2 de enero existe una producción muy alta, si el indicador es examinado semanalmente se procede a realizar las peticiones inmediatas para la revisión de este problema detectado, algunos de los posibles casos pueden estar ligados al indicador de energía, caso contrario se asume algunos tipos de problemas operativos de acuerdo a la experiencia.

Si I.E es mayor al promedio y I.P es mayor al promedio entonces existe mayor consumo (perdidas por origen de fuga considerable) o daño en el sensor de retroalimentación (no

mide valores reales ocasionando posibles reboses o existió mayor consumo en los reservorios alimentados por esta estación produciendo el trabajo excesivo de parte del bombeo, esto origina mayor determinación al momento de encontrar el problema original pues exige revisar y justificar las variables involucradas que ocasiona pérdidas o ineficiencia de la parte operativa.

Si I.E es menor al promedio y I.P es menor al promedio entonces posiblemente existe daño en el sensor de retroalimentación (no mide valores reales) o se encuentra amortiguada alguna válvula de salida del reservorio disminuyendo la salida del caudal o estuvo deshabilitado el bombeo hacia el siguiente reservorio provocando ese día desabastecimiento o se realizó mantenimiento del reservorio el cual debe estar documentado con un corte programado.

En la gráfica 5.3 se observa el comportamiento de la producción de agua potable dentro de ocho días de trabajo de la planta.

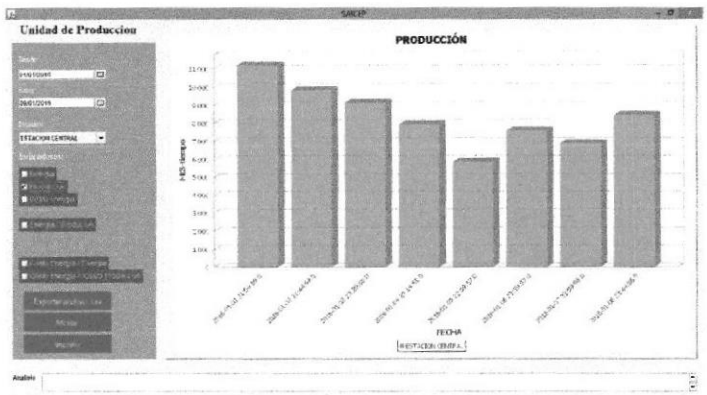


Figura. 5.2 Variable de producción en SAICEP

De igual forma se compara la producción entre dos o más estaciones dentro del sistema en este caso hay tres estaciones a considerar en la siguiente gráfica se muestra la producción mensual de dos estaciones de rebombeo y se realiza el respectivo análisis, para esto se necesita conocer características físicas de cada estación con dimensiones de carga instalada y capacidad de almacenamiento, para este caso de estudio se asumió las tres estaciones con igual carga instalada e igual capacidad de almacenamiento, lo que ha variado son las horas de trabajo de los sistemas de dichas estaciones, seguimos con el ejemplo utilizado anteriormente con la estación central con el promedio de 6,300 mt3 al mes aproximadamente existe un consumo de 190,000 mt3 se observa que en la gráfica existe un consumo por encima del promedio un aproximado de 240,000 mt3 lo cual como se dijo

anteriormente es caso de análisis y correcciones en la parte operativa del sistema. En la figura 5.3 se observa la comparación de la variable de producción con barras de tres estaciones.

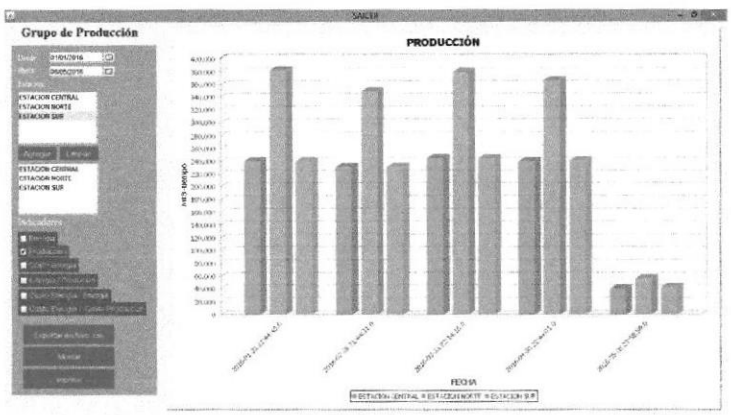


Figura. 5.3 Comparación de V.P entre estaciones en SAICEP

5.1.2 Indicadores de energía.

Para evaluar el indicador de energía se toman los datos del scada de un día normal de trabajo, así en un día normal el bombeo trabaja un promedio de 16 horas si se toma este ejemplo el promedio de kW-h aproximado es de 138,00Kw que es la carga instalada por 16 horas dando un aproximado de 2,208 kW-h diarios.

Igualmente se obtiene algunas premisas para el caso en donde exista un valor mayor o menor al promedio:

Si I.E es mayor al promedio y I.P es menor al promedio entonces existe posibles pérdidas en la línea de salida del bombeo o existe algún bloqueo que impide satisfacer la demanda o el bombeo esta encendido pero existe succión en la entrada, por falta de agua en la línea de alimentación del sistema o por algún seccionamiento programado en estado de ejecución.

Si I.E es menor al promedio entonces es posible que ese día existía racionamiento de energía, produciendo desabastecimiento y consecuentemente posibles infracciones para la empresa, otro motivo probable es que exista tarea de mantenimiento programado o tarea de reparación en líneas secundarias que exige cerrar las válvulas de salidas evitando así el consumo, estas tareas están debidamente respaldadas por consignaciones que se hacen días anteriores, solo en caso de emergencia se procede a realizar reparaciones y cortes del suministro de agua potable, así este indicador permite observar y documentar estos detalles que en la parte operativa pueden ser importantes pero que no se los puede documentar y mostrar de manera fácil y rápida tal como se observa en la

figura 5.4 en donde se observa una caída en el consumo de energía para el día quinto.

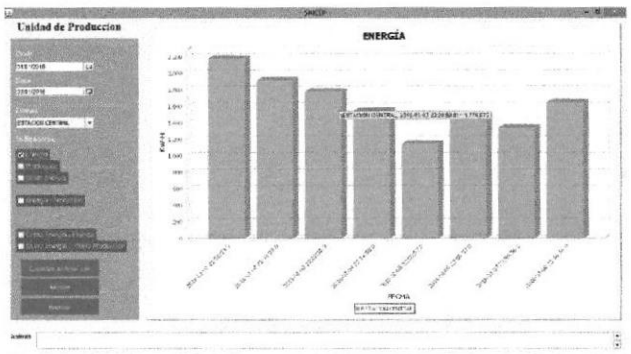


Figura. 5.4 Variable de energía en SAICEP

De igual manera se compara el indicador de energía entre estaciones como se muestra en la figura 5.5

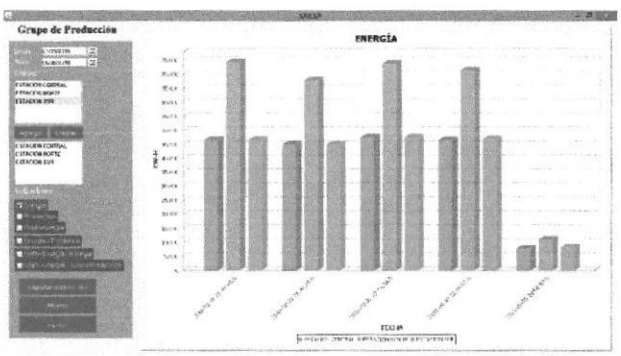


Figura. 5.5 Comparación de V.E. entre estaciones en SAICEP

5.1.3 Indicadores de costo de energía.

Este indicador muestra algunos casos de estudio, por ejemplo en el día 1 existe un consumo aproximado de $ 110 sin embargo si se observa la gráfica del indicador de energía para el día sexto se muestra que es el mayor de los demás, esto es posible debido a que el costo de energía no es proporcional al consumo, el costo está ligado a tres tarifas diferentes las cuales dependen de los horarios establecidos por la agencia de control y regulación de la electricidad en el ecuador, es así como existe diferentes costos de kW-h, con esta información se observa la posibilidad que exista un consumo muy alto en horas de bajo costo de demanda de energía, esto es, que del porcentaje de horas de trabajo un buen rango fue en horas de bajo costo de energía, a diferencia del día 7 de enero en donde se muestra un consumo aproximado de $180 es probable que el trabajo del sistema de bombeo haya sido en las horas pico en donde el costo de energía es el mayor.

Esta información es útil para decidir si implementar algún control para evitar estos picos dentro de estos rangos, una opción sería mover el punto de operación para accionar el bombeo antes de entrar al horario de mayor costo de

energía, de manera que exista un mayor colchón de agua potable para distribuir dentro de ese horario.

A continuación la figura 5.6 muestra el comportamiento del costo de energía dentro de un rango de ocho días de trabajo.

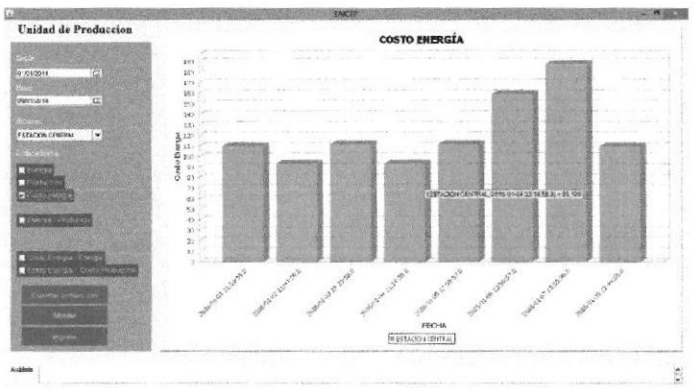


Figura. 5.6 Variable de costo de energía en SAICEP

En la figura 5.7 se observa la comparación entre estaciones en lo que tiene que ver con el costo de energía, es importante porque se observa, analiza y decide sobre los datos obtenidos, por ejemplo; comparar estos valores mensuales con los costos de la planilla eléctrica y verificar los mismos, además se analiza el consumo por estaciones, si este está dentro de los rangos permitidos o no, por ejemplo en este caso, las tres estaciones tienen la misma carga pero se observa que el consumo de la estación número 2 sobrepasa los valores esperados, hay algunos factores que pueden

influir en estos resultados, uno de ellos puede ser el mayor consumo en horas pico o también puede influir el sistema en cascada al que pertenece este reservorio, se puede realizar un análisis mayor para determinar si el costo de energía está relacionado con el consumo y este a la vez con la producción, otra posibilidad es que exista problemas en la medición.

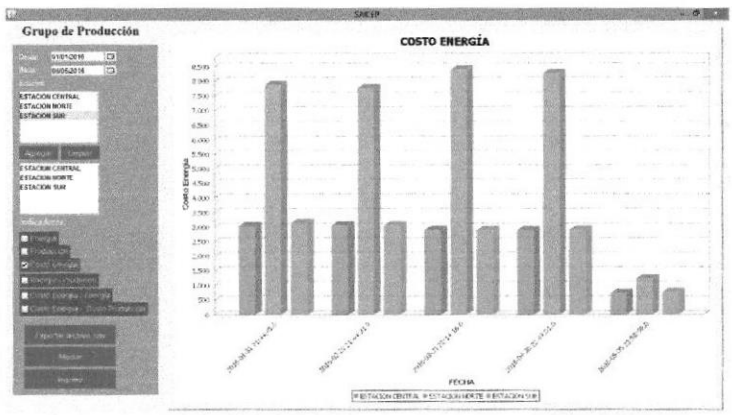


Figura. 5.7 Comparación de V.C.E. Entre estaciones en SAICEP

5.2 Análisis de indicadores en el tiempo

Una vez revisado cada uno de las variables individualmente ahora se observar las relaciones entre ellas, esto muestra una sencilla relación pero una potente herramienta para este estudio.

5.2.1 Indicadores de energía versus Producción.

Este indicador muestra la relación que existe entre el consumo de energía versus el volumen que es depositado en el reservorio. En este caso de estudio el indicador es constante pues para realizar la proyección en meses y poder obtener cálculos se procedió a tomar datos para simular todo el sistema y lograr ingresarlo a la base de datos y proyectarlo en el tiempo, este es el motivo por el cual este indicador es constante. Pero por lo general este indicador debe guardar una cercanía al promedio.

La figura 5.8 muestra que sí el valor está por debajo del promedio existe una baja eficiencia energética, que puede ser producida por diversos factores mencionados anteriormente, esto obliga a tomar medidas para la corrección del indicador, la ventaja de esto es que se puede observar diariamente, semanalmente o mensualmente y no se está ligado a recibir la planilla eléctrica mensual o esperar hacer un estudio de eficiencia energética, con este indicador se resuelven problemas en tiempos mucho más cortos al tener a la mano la información rápidamente.

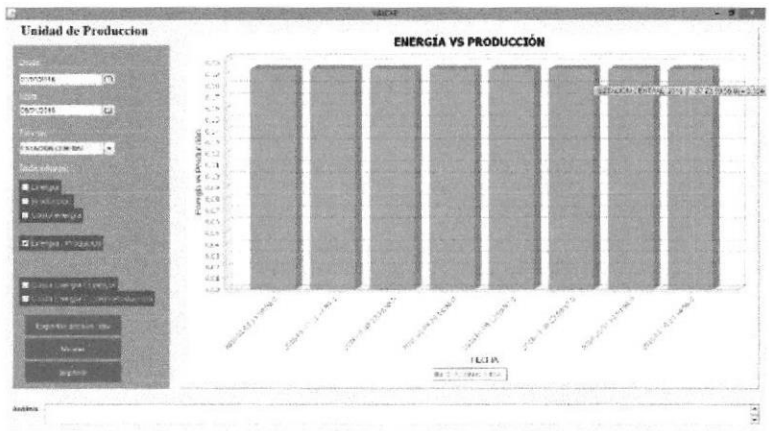


Figura. 5.8 Indicador de energía Vs Producción

A continuación en la figura 5.9 se observa el indicador de energía versus producción de las tres estaciones de estudio, igualmente se observa cuál de ellas es eficiente energéticamente o no lo es.

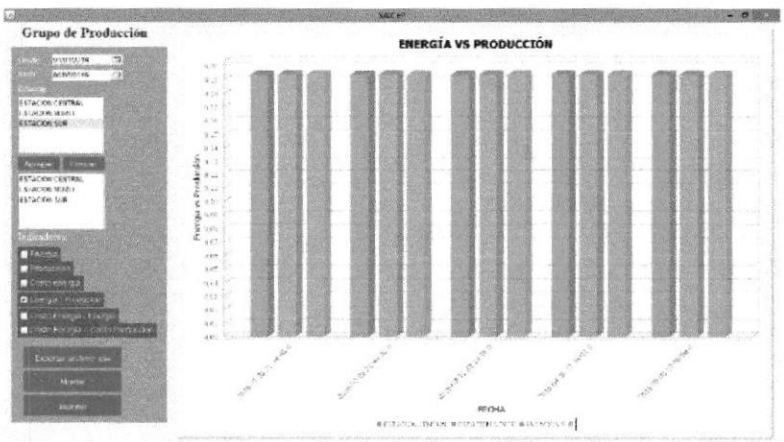


Figura. 5.9 Indicadores entre estaciones

5.2.2 Indicadores de costo de energía versus energía.

Este indicador muestra el costo del consumo energético de acuerdo a los horarios del tarifario eléctrico, se puede

observar en la figura 5.10 que al día sexto el indicador se dispara casi dos veces, esto puede indicar algunos datos, primero es posible que exista mayor consumo en horas de mayor demanda o exista mayor consumo en todo los horarios, en el caso contrario, como se observa en los otros días se puede ver que o se trabaja en un horario de baja demanda o existe un trabajo normal dentro del promedio del indicador.

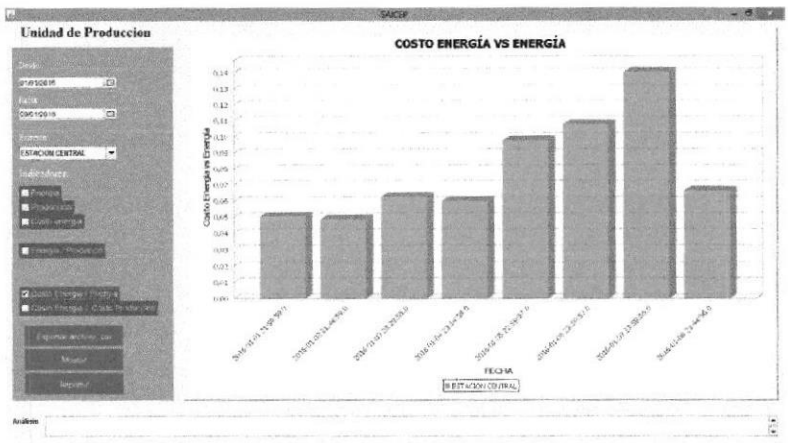


Figura. 5.10 Indicador de costo de energía Vs. energía

De igual manera en la figura 5.11 se observa la comparación mensual entre estaciones del costo de energía vs energía.

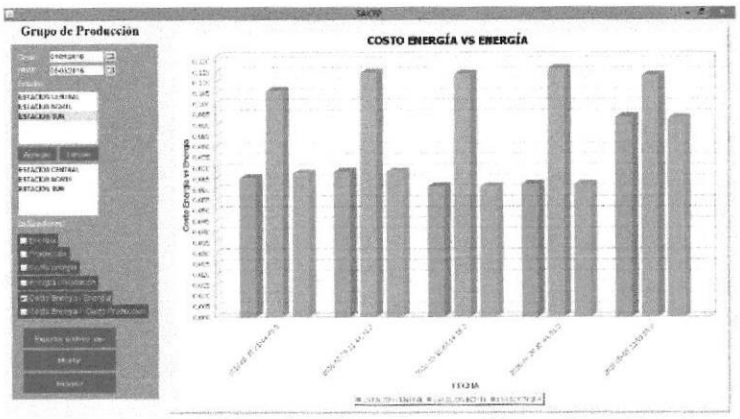


Figura. 5.11 Comparación de indicador C.E. Vs Energía

5.2.3 Indicadores de costo de energía versus producción.

En la figura 5.17 se observa el indicador que muestra la relación del costo de energía para producir un metro cubico de agua, en promedio el indicador debe estar en 0,017 calculado para este caso, una vez más si este indicador está por arriba del promedio puede ser por los diferentes factores descritos anteriormente.

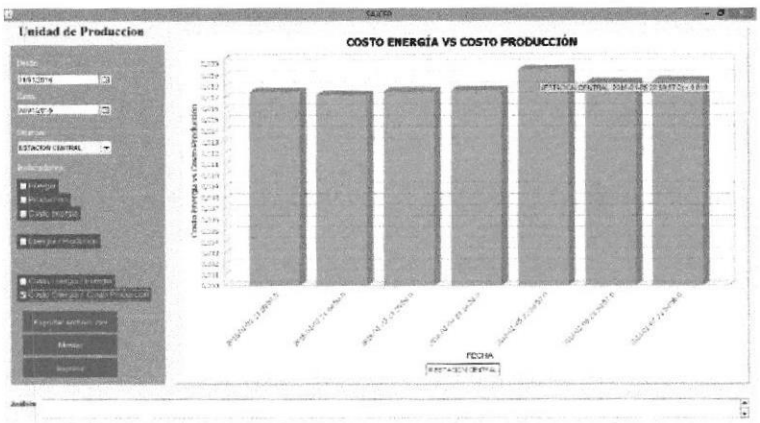


Figura. 5.12 Indicador de costo de energía Vs. Producción.

Y por último la figura 5.13 compara los indicadores de consumo de energía versus producción entre estaciones.

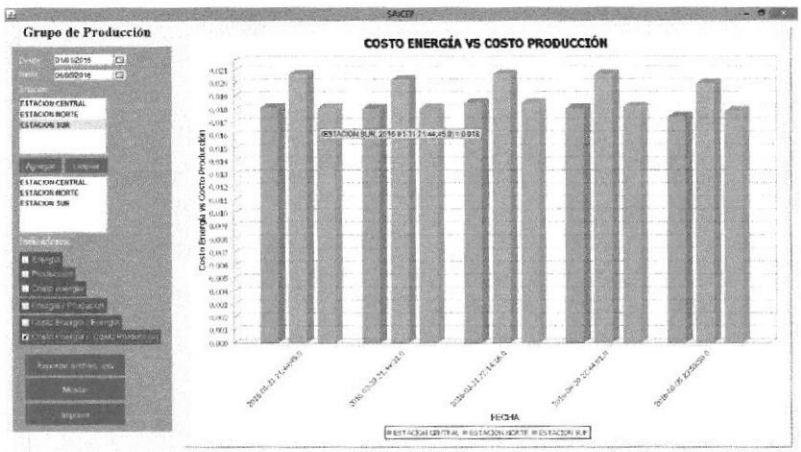


Figura. 5.13 Comparación de indicador C.E. Vs P. entre estaciones en SAICEP

Así SAICEP ayuda a mostrar de manera rápida, clara y organizada la información relacionada con la eficiencia energética de las estaciones de rebombeo en este caso de estudio. Con esto queda desarrollado un software útil para empresas en donde la variable de energía eléctrica cumpla un papel importante en su producción.

Se pueden realizar mejoras complementarias al programa pero ya es una herramienta útil para realizar estudios de la situación energética de determinada industria, el costo aproximado de este proyecto varía de acuerdo a las licencias

de protocolos que se requiera implementar para la adquisición de datos además del desarrollo de las mejoras de características y peticiones del futuro usuario.

CONCLUSIONES

1. Con este proyecto se llevó a cabo el diseño de un sistema automatizado, de hardware y software, para la adquisición, registro y análisis de datos, para la elaboración de indicadores de eficiencia energética.
2. Se establece un sistema de análisis de información automatizado para la industria ecuatoriana que permita conocer lo que ocurre en una planta de manera rápida.
3. Se logra ajustar el conjunto de indicadores de manera flexible, para monitorear el consumo energético vs la producción a la realidad de cada industria.
4. Se logra descubrir rápidamente comportamientos de las variables de la producción y las variables relacionadas a la energía, que influyen de manera positiva o negativa para la eficiencia energética de la planta.
5. Este proyecto ha permitido el desarrollo de software e implementación de equipos para la automatización; para lograr este objetivo, se realizó investigación, consultas y se abordó conocimientos obtenidos en pregrado en las materias de programación y en el contenido de postgrado en las materias de programación avanzada, sistemas de automatización industrial, redes de comunicación industrial, sistemas scada e instrumentación industrial.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda crear nuevas pantallas de acceso para modificar ciertos valores, como el tarifario eléctrico en el software de procesamiento de datos, pues actualmente solo se hace por medio del código fuente.
2. Se recomienda adquirir las licencias para OPC, de manera que no exista interrupción al momento de registro de datos.
3. Para futuras implementaciones, y de acuerdo a la cantidad de datos procesados, se recomienda usar una base más robusta porque la base de datos de Microsoft Access en comparación con mysql para manejar una gran cantidad de datos y para realizar múltiples consultas resulta de bajo rendimiento.
4. Gracias a la flexibilidad de este proyecto en la parte de software y hardware se recomienda implementarlo en cualquier tipo de planta que busque conocer el comportamiento de las variables de energía y producción para mejorar sus procesos.

BIBLIOGRAFÍA

[1] Arcocel, Agencia de control y regulación de la electricidad,

[2] Diseño de un sistema para la evaluación de abastecimientos urbanos, Tesis Doctoral: D.Enrique Cabrera Rochera, D. Enrique Cabrera Marcet, Valencia, julio 2001.

[3] Normas ISO 50001, Sistema de Gestión de Energía.

[4]Davis, G.B.; Olson, M.H. (1985) Management information systems. Conceptual foundations, structure and deployment. 2nd Edition. McGraw –Hill.

[5]Miguel, E. (1993) Introducción a la gestión (Management). 7ª Edición. Servicio de publicaciones Universidad Politécnica de Valencia.

[6]Tucker, S. A. (1968) Succesful managerial control by ratio analysis. McGraw – Hill.

[4] Minería de Datos, Sofía J. Vallejos, Mgter. David Luis la Red Martínez, 2006.

[5] Kepware Technologies (2014). KepServerEx Connection disparate devices and applications from plant control system to enterprise information system. [en línea]. http://www.kepware.com/kepserverex/

[6] OPC & VS- Automation Wrapper & Object Model.

[7] The Art of Image Processing with Java, By Kenny A. Hunt.

[8] Open Database Connectivity (ODBC).

[9] Análisis de gráficos estadísticos elaborados en un proyecto de análisis de datos, Tesis de Máster: Pedro Arteaga, Universidad de Granada, 2009.

ANEXO 1

A continuación parte del código para la comunicación cliente- servidor:

```
Private Sub buscar(ByVal sender As System.Object, ByVal
e As System.EventArgs) Handles btnConectar.Click
    Nombre = lsbServidores.SelectedItem
    If Not (Nombre = "") Then
        ServidorConectado = New
OPCAutomation.OPCServer
        ServidorConectado.Connect(Nombre)
      MsgBox("Servidor conectado Exitosamente")
    Else
      MsgBox("Seleccione un Servidor")
    End If
  End Sub

  Private Sub btnListarServidores_Click(ByVal sender As
System.Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles
btnListarServidores.Click
    Dim servidorOPC As New OPCAutomation.OPCServer
    Dim NombresServidores As Object
    NombresServidores = servidorOPC.GetOPCServers
```

```
        For i = LBound(NombresServidores) To
UBound(NombresServidores)
            lsbServidores.Items.Add(NombresServidores(i))
        Next
    End Sub
    Private Sub btnLeer_Click(ByVal sender As
System.Object, ByVal e As System.EventArgs)
        If Not (Nombre = "") Then
            GrupoConectado =
ServidorConectado.OPCGroups.Add("Grupo Uno")
            GrupoConectado.IsActive = True
            GrupoConectado.IsSubscribed = True
            GrupoConectado.DeadBand = 0
            GrupoConectado.UpdateRate = 1000

            Item1 =
GrupoConectado.OPCItems.AddItem("channel1.Device1.kw
-h", 1)
            Item1.IsActive = True
            Item2 =
GrupoConectado.OPCItems.AddItem("channel1.Device1.mt
3-h",2)
```

```
        Item2.IsActive = True
        ..................
    Else
        MsgBox("Seleccione un Servidor")
    End If
End Sub
```

Base de datos cliente- Microsoft Access

Programacion para acceder al registro en la base de datos:

```
Private Sub Form1_Load(sender As Object, e As
EventArgs) Handles MyBase.Load
    Dim conn As New OleDbConnection
    REM Conexion Base de Datos
    conn.ConnectionString =
"Provider=Microsoft.ACE.Oledb.12.0;Data
Source=C:\Users\\...opc\Base de datos.accdb"
    conn.Open()

    adaptador = New OleDbDataAdapter("Select * FROM
TablaSaicep", conn)
    constructor = New OleDbCommandBuilder(adaptador)
    datos = New DataTable
End Sub
```

```
Private Sub Timer1_Tick(sender As Object, e As
EventArgs) Handles Timer1.Tick

Item1.Read(OPCAutomation.OPCDataSource.OPCDevice,
valor1, calidad1,  timestamp1)

Item2.Read(OPCAutomation.OPCDataSource.OPCDevice,
valor2)

Item3.Read(OPCAutomation.OPCDataSource.OPCDevice,
valor3)
    adaptador.Fill(datos)
    posicionActual = 0
    Dim fila As DataRow
    fila = datos.NewRow
    fila.Item("kwh") = valor1
    fila.Item("mt3") = valor2
    fila.Item("estacion") = valor3
    fila.Item("fp") = valor4
```

```
    fila.Item("timestamps") = timestamp1
    datos.Rows.Add(fila)
    adaptador.Update(datos)
End Sub
```