

**ASESORIA PROFESIONAL EN EL MANEJO DE LA EFICIENCIA ENERGETICA
PARA EL PERSONAL GENERAL DE MANTENIMIENTO EN EL HOSPITAL
UNIVERSITARIO DEPARTAMENTAL DE NARIÑO E.S.E**

DARIO FERNANDO HOYOS TORRES

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA ELECTRÓNICA
SAN JUAN DE PASTO
2012**

**ASESORIA PROFESIONAL EN EL MANEJO DE LA EFICIENCIA ENERGETICA
PARA EL PERSONAL GENERAL DE MANTENIMIENTO EN EL HOSPITAL
UNIVERSITARIO DEPARTAMENTAL DE NARIÑO E.S.E**

PROYECTO DE PASANTÍA

DARIO FERNANDO HOYOS TORRES

**Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar el título de
Ingeniero Electrónico**

**Asesor(es):
DARIO FERNANDO FAJARDO FAJARDO
Ingeniero Electrónico**

**MARIO ENRIQUES BURGOS LUNA
Técnico encargado de mantenimiento**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA ELECTRÓNICA
SAN JUAN DE PASTO
2012**

NOTA DE RESPONSABILIDAD

“La Universidad de Nariño no se hace responsable por las opiniones o resultados obtenidos en el presente trabajo y para su publicación priman las normas sobre el derecho de autor”

Acuerdo1, Artículo 324. Octubre 11 de 1966. Emanado del Honorable Concejo Directivo de la Universidad de Nariño.

NOTA DE ACEPTACIÓN

WAGNER SUERO PÉREZ
Jurado

DAVID SALCEDO CASTILLO
Jurado

DARIO FERNANDO FAJARDO FAJARDO
Asesor

San Juan de Pasto, Agosto de 2012

AGRADECIMIENTOS

Agradezco infinitamente a Dios por regalarme la vida, a mis padres por su amor, su apoyo y acompañamiento en este proceso de superación académica y personal.

A todas las personas que trabajan en la HOSPITAL UNIVERSITARIO DEPARTAMENTAL DE NARIÑO E.S.E por permitirme desarrollar la pasantía y compartir una experiencia maravillosa.

RESUMEN

El presente documento es un informe de actividades desarrolladas en el cumplimiento al proyecto de pasantía realizado en el HOSPITAL UNIVERSTARIO DEPARTAMENTAL DE NARIÑO ESE., cuyo objeto es la implementación de una asesoría energética en el manejo de la eficiencia eléctrica orientado al personal general de mantenimiento, se caracteriza por describir las principales unidades consumidoras de recursos energéticos, la metodología para efectuar un diagnóstico energético y cómo administrar adecuadamente la energía, así mismo se reseñan las recomendaciones generales que todo hospital debe tener en consideración para optimizar sus consumos de energía.

Se plantea contribuir con este propósito mediante la implementación de estrategias de eficiencia energética, además de un manual de eficiencia eléctrica el cual, lleva a una discriminación de los equipos e instalaciones biomédicas de mayor demanda eléctrica o energética que ameriten un análisis del consumo que estos reportan, la ejecución apropiada de un diagnóstico energético, es útil para la localización de las falencias de rendimiento de un equipo o instalación biomédica que se traducen directamente en pérdidas monetarias debido al bajo o nulo aprovechamiento de la eficiencia de dichas adquisiciones como resultado de prácticas inadecuadas o estándares nacionales de regulación eléctrica desatendidos.

Como actividades y funciones desempeñadas en la empresa, se relacionan: revisión bibliográfica del funcionamiento de las principales unidades consumidoras de energía. Consulta de las fichas técnicas de los equipos a analizar energéticamente. y recopilación de datos de consumo del hospital.

ABSTRACT

This document is a report of activities in compliance with the proposed internship at the Hospital UNIVERSTARIO NARIÑO DEPARTMENTAL ESE., Aimed at implementing an energy consultancy in the management of the electrical efficiency oriented general maintenance staff, is characterized by describing the main consumers of energy resources units, the methodology to perform an energy assessment and how to properly manage energy, and it outlines the general recommendations that every hospital must have in order to optimize their energy consumption.

We propose to contribute to this goal by implementing energy efficiency strategies, plus a manual electrical efficiency which leads to discrimination of biomedical equipment and facilities of high electricity demand and energy consumption analysis warrant that they report , the proper execution of an energy diagnosis is useful for locating the weaknesses of a performance or installation biomedical equipment directly translate into monetary losses due to low or no use of the efficiency of such acquisitions as a result of inadequate or national standards for electric control unattended.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	21
1. DESCRIPCIÓN DEL HOSPITAL DEPARTAMENTAL DE NARIÑO	25
2. MARCO TEÓRICO	26
2.1 ENERGÍA	26
2.1.1 Energía eléctrica	27
2.1.2 Potencia eléctrica en corriente alterna	30
2.1.2.1 Potencia activa	32
2.1.2.2 Potencia reactiva	32
2.1.2.3 Potencia aparente	33
2.1.2.4 Triángulo de potencias	33
2.1.3 Factor de potencia	35
2.1.4 Potencia en los circuitos trifásicos equilibrados	37
2.1.5 Potencia de los circuitos trifásicos desequilibrados	40
2.1.5.1 Instalaciones	41
2.1.5.2 Medida de potencia en sistemas trifásicos	42
2.1.5.3 Medida de potencia en sistemas equilibrados	46
2.1.5.4 Medida de la potencia reactiva en circuitos trifásicos	46
2.2 EFICIENCIA ENERGETICA	46
2.2.1 Parámetros de eficiencia energética	46
2.2.2 Eficiencia energética en motores eléctricos	47

2.3	DIAGRAMA ENERGETICO DEL MOTOR ELECTRICO	48
2.3.1	Relación entre eficiencia y deslizamiento en motores	49
2.3.2	Datos nominales de los motores eléctricos	50
2.3.3	Sistema de fuerza	50
2.4	VARIADORES DE VELOCIDAD	51
2.4.1	Aplicaciones	52
2.4.2	Potencias para motores	52
2.5	ESTUDIO DE CONSUMO	54
2.6	ILUMINACION	55
2.7	RETIE	57
2.7.1	Gestión energética integral sobre instalaciones eléctricas	60
2.7.2	Marco constitucional y legal	62
2.7.2.1	Marco constitucional	62
2.7.2.2	Marco legal	62
3.	METODOLOGÍA	63
3.1	SISTEMAS DE ENERGIA ELECTRICA EN EL HOSPITAL UNIVERSTARIO DEPARTAMENTAL DE NARIÑO	63
3.1.1	Sistema de emergencia	63
3.1.2	Circuitos para la seguridad de la vida	64
3.1.3	Circuitos críticos	66
3.1.4	Hospitales	67
3.1.5	Circuitos eléctricos critico de hospitales	67
3.1.6	Sistema eléctrico para equipos hospitalarios	67

3.1.7	Fuentes de energía	69
3.1.8	Áreas de cuidado de pacientes	69
3.1.8.1	Funcionamiento de la puesta a tierra	70
3.2	Áreas de cuidado general	70
3.2.1	Áreas de cuidado crítico	70
3.2.2	Sistema eléctrico de distribución puesto a tierra	71
3.2.3	Fuente de energía aislada no puesta a tierra	71
3.2.4	Conductor de protección para tomacorrientes de uso especial	71
3.2.5	Transformadores	72
3.2.6	Sistemas de distribución de energía eléctrica	74
3.2.7	Software de simulación	74
3.2.8	FanSave	74
3.2.9	PumpSave	75
4	RESULTADOS	75
4.1	RECOLECCION DE DOCUMENTACION E INFORMACION DE LOS EQUIPOS DE SOPORTE INDUSTRIAL SELECCIONADOS	75
4.1.1	Motores y bombas seleccionados	75
4.1.2	Bombas de recirculación	76
4.1.3	Bomba de agua para las calderas	77
4.1.4	Motor ventilador caldera Distral	78
4.1.5	Motor frontal caldera Continental	79
4.1.6	Bomba de empuje	80

4.2	MEDICION DE LOS CONSUMOS ENERGETICOS DE LOS EQUIPOS SELECCIONADOS	81
4.2.1	Bombas de recirculación	84
4.2.2	Bomba de agua para calderas	85
4.2.3	Motor ventilador caldera Distral	86
4.2.4	Motor frontal caldera Continental	87
4.2.5	Bomba de empuje	88
4.2.6	Iluminación Exterior	89
4.3	ANALISIS DE LOS CONSUMOS ENERGETICOS REGISTRADOS DE LOS EQUIPOS SELECCIONADOS	89
4.3.1	Bombas de recirculación	89
4.3.2	Bomba de agua para calderas	90
4.3.3	Motor ventilador caldera Distral	90
4.3.4	Motor frontal caldera Continental	90
4.3.5	Bomba de empuje	91
4.3.6	Iluminación exterior	91
4.4	DIAGNOSTICO E IDENTIFICACION DE MEJORAS RELACIONADAS CON EL CONSUMO ENERGETICO DE LOS EQUIPOS SELECCIONADOS	91
4.4.1	Bombas de recirculación	92
4.4.2	Bomba de agua para calderas	93
4.4.3	Motor ventilador caldera Distral	94
4.4.4	Motor frontal caldera Continental	95
4.4.5	Bomba de empuje	96

4.5	ELABORACION DE EL MANUAL DE EFICIENCIA ENERGETICA PARA EL PERSONAL DE MANTENIMIENTO DEL HOSPITAL	97
4.5.1	Uso eficiente de la energía.	100
4.5.2	Unidades consumidoras de energía	101
4.5.3	Energía eléctrica	101
4.5.4	Comité de ahorro de energía en hospitales	101
4.5.4.1	Organización	102
4.5.4.2	Inicio de un programa en el comité de ahorro de energía	102
4.5.4.3	Diagnostico energético	103
4.5.4.4	Prioridad en las posibles medidas	103
4.5.4.5	Puesta en práctica de las medidas	104
4.5.4.6	Mantenimiento y seguimiento	104
4.6	CAPACITACION DEL PERSONAL DE MANTENIMIENTO DEL HOSPITAL	105
4.6.1	Formato capacitación	105
4.6.2	Formato evaluación	107
5	RECOMENDACIONES	108
6	CONCLUSIONES	109
	BIBLIOGRAFÍA	110
	ANEXOS	113

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Señal sinusoidal	31
Figura 2. Potencias eléctricas en corriente alterna	34
Figura 3. Receptor en estrella	38
Figura 4. Receptor en triangulo	38
Figura 5. Receptores desequilibrados	40
Figura 6. Diagrama instalación	42
Figura 7. Medida de potencia en sistemas trifásicos	43
Figura 8. Medida de potencia en sistemas trifásicos a tres hilos	43
Figura 9. Instalación del vatímetro	45
Figura 10. Medida de potencia	46
Figura 11. Devanado del estator	47
Figura 12. Potencia mecánicas	49
Figura 13. Variador de velocidad	52
Figura 14. Típico sistema eléctrico menor	65
Figura 15. Típico sistema eléctrico mayor	66
Figura 16. Bombas de recirculación	76
Figura 17. Instalación Bomba de agua para las calderas	77
Figura 18. Instalación Motor ventilador caldera Distral	78
Figura 19. Instalación Motor frontal caldera continental	79
Figura 20. Instalación Bomba de empuje	80

Figura 21. Curva de consumo Hospital Universitario Departamental de Nariño.	84
Figura 22. Simulación Pump Save para bombas de recirculación	92
Figura 23. Simulación Pump Save para bombas de las calderas	93
Figura 24. Simulación Fan Save para el motor ventilador caldera Distral	94
Figura 25. Simulación Fan Save para el motor ventilador caldera Continental	95
Figura 26. Simulación Pump Save para la bomba de empuje	93
Figura 27. Portada manual de eficiencia energética para el personal de mantenimiento	98
Figura 28. Tabla de contenido del manual eficiencia energética para el personal de mantenimiento	99
Figura 29. Detalle del contenido del manual eficiencia energética para el personal de mantenimiento	100
Figura 30. Inicio de un programa de ahorro de energía	103
Figura 31. Diapositiva de exposición de resultados	105
Figura 32. Diapositiva de contenido en la exposición de resultados	106
Figura 33. Diapositiva de exposición de resultados	106
Figura 34. Formato de evaluación utilizado	107

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Formulas de potencias típicas de los motores	52
Tabla 2. Características que definen un motor	53
Tabla 3. Mejoras potenciales y estimación de ahorro en sistemas	54
Tabla 4. Comparación entre balasto convencional y balasto electrónico	56
Tabla 5. Características electricas de las motobombas.	76
Tabla 6. Características electricas de las motobombas.	78
Tabla 7. Características electricas de el motor ventilador.	79
Tabla 8. Características electricas de el motor ventilador.	80
Tabla 9. Características electricas de la motobomba.	81
Tabla 10. Medición Historial de consumo HDUN.	83
Tabla 11. Medición bombas de recirculación	84
Tabla 12. Medición bombas de agua para las calderas	85
Tabla 13. Medición Motor ventilador caldera Distral	86
Tabla 14. Medición Motor frontal caldera continental	87
Tabla 15. Medición Bomba de empuje	88
Tabla 16. Medición Iluminación exterior	89
Tabla 17. Comparación de consumos.	97

LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. Esquema institucional del sector eléctrico colombiano	114
Anexo B. Impactos de la eficiencia energética	115
Anexo C. Especificaciones técnicas variador de velocidad AC355	116
Anexo D. Especificaciones técnicas convertidor de frecuencia ACS150	117

GLOSARIO

MOTOR ELECTRICO: es una máquina eléctrica que transforma energía eléctrica en energía mecánica por medio de campos magnéticos variables electromagnéticas. Algunos de los motores eléctricos son reversibles, pueden transformar energía mecánica en energía eléctrica funcionando como generadores.

BOMBA HIDRAULICA: es una máquina generadora que transforma la energía (generalmente energía mecánica) con la que es accionada en energía hidráulica del fluido incompresible que mueve. El fluido incompresible puede ser líquido o una mezcla de líquidos y sólidos como puede ser el hormigón antes de fraguar o la pasta de papel. Al incrementar la energía del fluido, se aumenta su presión, su velocidad o su altura, todas ellas relacionadas según el principio de Bernoulli. En general, una bomba se utiliza para incrementar la presión de un líquido añadiendo energía al sistema hidráulico, para mover el fluido de una zona de menor presión o altitud a otra de mayor presión o altitud.

HOSPITAL: Edificación usada para asistencia médica, psiquiátrica, obstétrica o quirúrgica, durante 24 horas, de 4 o más pacientes internados. Donde se use la palabra hospital en el presente documento, deberá incluir hospitales generales, hospitales para enfermos mentales, para tuberculosos, para niños, y otros similares destinados para el cuidado de enfermos internos.

INSTALACIONES DE ASISTENCIA MÉDICA: Edificaciones, parte de ellas, y medios móviles que no están necesariamente limitados únicamente a predios destinados para el uso como hospitales, sanatorios, Instalaciones residenciales de asistencia y cuidados, clínicas o consultorios médicos y dentales.

FUJO LUMINOSO: Energía luminosa radiada al espacio por unidad de tiempo. Su unidad de medida se expresa en Lumen (lm).

EFICACIA LUMINOSA: Relación entre el flujo luminoso y la cantidad de energía que se consume para producirlo. Su unidad de medida se expresa en Lumen por vatio (lm/W)

INTENSIDAD LUMINOSA: Relación entre el flujo luminoso emitido en un ángulo sólido por el valor de este ángulo en estereorradianes. Su unidad de medida se expresa en Candela (cd)

ILUMINACIÓN: Relación entre el flujo luminoso que recibe una superficie y su extensión. Su unidad de medida se expresa en Lux (lx)

LUMINANCIA: Relación entre la intensidad luminosa en una dirección determinada y una superficie. Su unidad de medida se expresa en Candela por m² (cd/m²)

ALUMBRADO DE TRABAJO: Facilidades para obtener el nivel de iluminación mínimo indispensable para realizar las tareas necesarias, incluyendo el acceso seguro a las fuentes de energía y al equipo, y para el acceso a las salidas.

ANESTÉSICOS INFLAMABLES: Gases o vapores tales como fluoreno, cicloprano, éter, divinilo, cloruro etílico, éter etílico y etileno, que pueden formar mezclas inflamables o explosivas con aire, oxígeno o gases reductores tales como el óxido nitroso.

CIRCUITO CRÍTICO: Un subsistema del sistema de emergencia, compuesto de circuitos derivados y alimentadores, que suministra energía al alumbrado de trabajo y a tomacorrientes seleccionados en áreas al cuidado de pacientes, y que puede ser conectado a grupos de emergencia por uno o más interruptores de transferencia

CIRCUITO PARA LA SEGURIDAD DE LA VIDA: Un subsistema del sistema de emergencia, compuesto de alimentadores y circuitos derivados, y que está destinado a suministrar la potencia adecuada que se requiere para la seguridad de la vida de los pacientes y del personal, y que puede ser conectado a grupos de emergencia por uno o más interruptores de transferencia.

CORRIENTE PELIGROSA: Para un grupo dado de conexiones en un sistema aislado, es la corriente total que fluye a través de una pequeña impedancia si ésta fuera conectada entre el conductor aislado y tierra.

CORRIENTE DE FALLA: La corriente peligrosa de un determinado sistema aislado con todos sus dispositivos conectados, excepto el monitor de aislación de línea.

CORRIENTE DEL MONITOR: La corriente peligrosa del monitor de aislación de línea solamente.

CORRIENTE TOTAL: Es la corriente peligrosa de un sistema aislado dado, con todos sus dispositivos conectados, incluyendo el monitor de aislación de línea.

GRUPO DE EMERGENCIA: Uno o más grupos generadores que se destinan para suministrar energía durante la interrupción del servicio eléctrico normal o del servicio eléctrico suministrado por la Empresa de Servicio Público de Electricidad.

INSTALACIONES HÚMEDAS DE ASISTENCIA MÉDICA: Es un área para el cuidado de pacientes, que se encuentran normalmente sujeta a condiciones húmedas, incluyendo estancamientos de agua en el piso o lugares mojados que se usan como áreas de trabajo. No se definen como lugares húmedos aquellos donde se realizan rutinas domésticas y derrames accidentales de líquidos.

LOCALES DE ANESTESIA: Son áreas destinadas a la administración de agentes anestésicos inhalatorios inflamables o no inflamables durante los exámenes o

tratamientos, incluyendo salas de operación, de parto, de emergencia, de anestesia; corredores, cuartos de faena, y otras áreas, las cuales son destinadas para la inducción de anestesia con agentes anestésicos inflamables o no inflamables.

LOCALES DE ANESTESIA INFLAMABLE: Cualquier sala de operación, de parto, de anestesia; corredor, cuartos de faena, u otros lugares que se destinan a la aplicación de anestésicos inflamables.

MONITOR DE AISLACIÓN DE LÍNEA: Instrumento de prueba diseñado para controlar continuamente la impedancia balanceada y desbalanceada de cada línea de un circuito aislado con respecto a tierra, y equipado con un circuito de prueba integrado para accionar la alarma sin aumentar el peligro de la corriente de fuga.

PUESTO DE ENFERMERAS: Lugares destinados al desarrollo de las actividades profesionales de un grupo de enfermeras que trabajan bajo una enfermera supervisora y que atienden a los pacientes en cama, donde las llamadas de los pacientes son recepcionadas, las enfermeras redactan los informes, se abren las fichas sobre los pacientes que ingresan y se preparan las medicinas para ser distribuidas a los pacientes. Cuando tales actividades se desarrollan en más de un lugar, dentro de una unidad de hospitalización, todos los lugares separados se consideran como parte del puesto de enfermeras.

PUNTO DE INTERCONEXIÓN DE UNA HABITACIÓN: Terminal o grupo de terminales de puesta a tierra que sirven como punto de interconexión para la puesta a tierra de todas las partes conductivas expuestas de la edificación en la habitación.

PUNTO DE PUESTA A TIERRA EN LA VECINDAD DEL PACIENTE: Toma de clavija o barra terminal de puesta a tierra que sirve como punto colector para la puesta a tierra de artefactos en la vecindad del paciente.

PUNTO DE PUESTA A TIERRA DE REFERENCIA: Una barra terminal que es la barra de puesta a tierra del equipo o una extensión de la misma y que sirve como un punto conveniente de interconexión de todas las puestas a tierra de los artefactos, equipos y partes conductivas en la vecindad del paciente.

SANATORIO: Una edificación o parte de ella, usada para la hospitalización, cuidado de internos y enfermos obre la base de 24 horas, de 4 o más personas quienes, a causa de incapacidad mental o física, no puedan valerse para la satisfacción de sus propias necesidades y seguridad sin la ayuda de otras personas. Los sanatorios donde quiera que se use en el presente Tomo, deberá incluir sanatorios de hospitalización y convalecientes y asilos.

INSTALACIONES RESIDENCIALES DE ASISTENCIA Y CUIDADO: Una edificación o parte de ella, usada para la hospitalización o internado de 4 ó más personas que son incapaces de su propia conservación a causa de limitación de

edad física o mental. Se incluyen Instalaciones tales como asilos de ancianos, cunas (custodios para el cuidado de niños menores de 6 años de edad) e instituciones para el cuidado de retardados mentales. Se exceptúan las Instalaciones no previstas para cuidados y hospedaje.

SISTEMA AISLADO DE ALIMENTACIÓN: Un sistema que comprende un transformador de aislamiento o su equivalente, un monitor de aislamiento de línea y sus conductores del circuito de puesta a tierra.

SISTEMA DE EMERGENCIA: Sistema de alimentadores y circuitos derivados conectados a un grupo de emergencia por un interruptor de transferencia y que suministra energía a un número limitado de funciones rescritas que son vitales para la protección de la vida y seguridad del paciente, con restablecimiento automático de energía eléctrica dentro de los 10 segundos de haberse interrumpido la alimentación.

SISTEMA DE EQUIPOS: Sistema compuesto de alimentadores y circuitos derivados, arreglado para la conexión con retardo, automática o manual, al grupo de emergencia y que alimenta principalmente equipos de carga trifásica.

SISTEMA ELÉCTRICO ESENCIAL: Sistema constituido por grupos de emergencia, conmutadores, dispositivos de protección contra sobrecorrientes, gabinetes de distribución, alimentadores, circuitos derivados, control de motores, y todos los equipos eléctricos conectados, que están diseñados para proporcionar la continuidad del servicio eléctrico en áreas especificadas, durante la interrupción del servicio normal de energía, y también están diseñados para reducir los efectos de una interrupción repentina del sistema de alambrado interno.

TRANSFORMADORES DE AISLAMIENTO: Un transformador del tipo de devanados múltiples con los devanados primario y secundario físicamente separados, el cual acopla inductivamente su devanado secundario al sistema alimentador puesto a tierra que alimenta al devanado primario, de tal modo que se prevenga que la tensión del circuito primario repercuta en los circuitos secundarios.

TOMACORRIENTE EN LOCALES DE ANESTESIA: Tomacorriente diseñado para usarse con enchufes adecuados para tales lugares.

VECINDAD DEL PACIENTE: En un área en la cual los pacientes son cuidados normalmente, la vecindad del paciente es el espacio con superficies que probablemente puedan estar en contacto con el paciente. Esta área comprende un espacio dentro de la habitación de 1,80 m alrededor del perímetro de la cama en su lugar previsto, y se extiende verticalmente 2,30 m por encima del piso.

INTRODUCCIÓN

El uso eficiente de la energía (UEE) constituye una de las más importantes opciones tecnológicas para enfrentar los problemas señalados. De hecho, esta constatación no es nueva; a principios de los setenta la gran mayoría de los países industrializados adoptaron agresivas políticas de racionalización de la energía para enfrentar los severos aumentos en los precios del crudo y los elevados grados de incertidumbre que se instalaban en los mercados de la energía. Lo que ha cambiado es el contexto en el cual debe darse la expansión del sistema energético y los desafíos que éste enfrenta, en los cuales aquellos ligados al medio ambiente, son cada vez mayores y más complejos.

El UEE, bajo esta óptica consiste en: (1) satisfacer los requerimientos energéticos de la sociedad al menor costo económico y energético posible, (2) energizar actividades de baja productividad o que requieren de energía para realizarse, (3) sustituir fuentes energéticas en función de sus costos sociales relativos, y (4) concebir políticas de largo aliento en oposición a programas de emergencia y coyunturales.

La eficiencia energética sólo tiene sentido en la medida que permite reducir los costos globales de producción. Ello implica considerar, no sólo el costo total de los equipos nuevos, en los casos de reemplazo de equipos existentes en uso, o la inversión incremental al seleccionar equipos nuevos los equipos eficientes cuestan, en general, más que los equipos estándares sino que además los costos diferenciales de operación y mantención de los equipos eficientes respecto de los estándares, las diferencias de productividad entre ambas opciones, etc.

El Hospital Departamental de Nariño es clasificado como un organismo para atención de nivel III. A partir del 10 de diciembre de 1994, se constituye en una Empresa social del Estado por ordenanza 067 expedida en la Asamblea Departamental de Nariño, proyectándose con los avances de la Ciencia, la Tecnología y la Gerencia Moderna a la comunidad del Sur Occidente del País.

Enmarca su accionar actual, circunscrito al entorno del Sistema de la Seguridad Social en Salud, fortaleciendo su estructura organizacional y empresarial frente al reto de este milenio enfocado hacia el III y IV nivel de complejidad.

PROBLEMA

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Teniendo en cuenta que el Hospital Departamental Universitario De Nariño es clasificado como un organismo para atención de nivel III Según la Resolución No. 5261 de 1994 los servicios tienen niveles de responsabilidad y niveles de complejidad de la atención en salud, por lo tanto para cumplir adecuadamente con estos estándares de responsabilidad y complejidad en la atención y prestación de servicios, es de suma importancia que los recursos energéticos empleados sean utilizados de la manera más racional posible, debido a que un manejo inadecuado de estos recursos, puede afectar directamente la eficiencia en la prestación del servicio, lo cual se traduce en una baja en la calidad de la atención prestada y un despilfarro económico importante, en gastos energéticos innecesarios.

Por lo tanto es necesario que para seguir con el compromiso de la proyección social de la mano con los avances de la ciencia, la tecnología y la gerencia moderna a la comunidad del sur occidente del país, se analicen y ejecuten estrategias de eficiencia energética que garanticen el correcto funcionamiento y prestación de servicios de las distintas dependencias presentes en este importante organismo de salud.

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo contribuir por medio de la asesoría profesional en el manejo de la eficiencia energética enfocada a la capacitación y orientación del personal general de mantenimiento, acerca de las estrategias dirigidas a la optimización del uso del recurso energético con que se utilizan los recursos eléctricos y otros, para las áreas de sistemas de energía eléctrica, equipos de bombeo de agua, iluminación y motores eléctricos, pertenecientes al Hospital Universitario Departamental de Nariño E.S.E?

OBJETIVOS

Objetivo General

Implementación de un asesoramiento profesional en el manejo de la eficiencia energética para el personal de coordinación de mantenimiento, para las áreas de sistemas de energía eléctrica, equipos de bombeo de agua, iluminación y motores eléctricos, pertenecientes al Hospital Universitario Departamental de Nariño E.S.E

Objetivos Específicos

Recolectar documentación e información, de las características generales de operación tanto de las instalaciones como de los equipos de soporte industrial en el Hospital Departamental De Nariño E.S.E.

Medir y registrar los consumos energéticos, en el Hospital Departamental Universitario De Nariño E.S.E, tanto en las instalaciones como en los equipos de soporte industriales seleccionados, pertenecientes a las áreas de sistemas de energía eléctrica, equipos de bombeo de agua, iluminación y motores eléctricos.

Analizar las mediciones obtenidas como resultado del registro previo del consumo energético de las instalaciones y equipos de soporte industrial seleccionadas.

Identificar las mejoras aplicables con respecto a los consumos energéticos de las diversas instalaciones y equipos de soporte industrial, las cuales sean susceptibles de realizarse.

Analizar la relación costos / beneficios de las mejoras planteadas.

Ejecutar un plan de acción de las mejoras susceptibles de realizarse de acuerdo al análisis energético previamente ejecutado.

Elaboración de una manual de eficiencia energética enfocado a la capacitación y orientación del personal de coordinación de mantenimiento, acerca de las estrategias dirigidas a la optimización del uso del recurso energético con que se utilizan los recursos eléctricos y otros, para las áreas de sistemas de energía eléctrica, generación y distribución de vapor, refrigeración y aire acondicionado, equipos de bombeo de agua, iluminación y motores eléctricos, pertenecientes al Hospital Universitario Departamental de Nariño E.S.E

JUSTIFICACIÓN

El objetivo por el cual se fundamenta la realización de esta pasantía, se establece mediante la importancia de emprender una nueva etapa de formación profesional, donde se tiene la posibilidad de practicar y aplicar todos y cada uno de los conocimientos adquiridos en la universidad durante un proceso que se enfatizó en adquirir conocimientos teóricos y prácticos enfocados al desarrollo de profesionales con criterios y capacidad de decisión ante situaciones en las que un profesional debe atender a solucionar un problema en específico.

Además la implementación de un asesoramiento en el manejo de la eficiencia energética hospitalario, es de suma importancia, principalmente por lo siguiente:

Reduce los costos de energía. Los hospitales consumen una importante cantidad de energía, y reduciendo los consumos se podrá disponer de mejor modo los excedentes.

Ayudar a mejorar la calidad de atención. Por ejemplo, mejorando la administración en la generación y consumo de vapor, se puede tener el vapor a la temperatura y presión apropiada para las diversas necesidades. La administración de energía también significa que se puede asegurar un suministro fiable a muchas áreas críticas como la Unidad de Cuidados Intensivos (UCI).

Ayudar a mejorar la confiabilidad del suministro global. Desarrollar un programa de Uso Eficiente de la Energía ayudará a preparar una estrategia para racionalizar la demanda y optimizar la distribución.

Tiene beneficios adicionales como el costo de mantenimiento reducido y mejoramiento de la seguridad del trabajador. Muchas tecnologías de Uso Eficiente de la Energía son más fiables. Por ejemplo, la lámpara fluorescente requiere menos mantenimiento y menos reemplazos que las lámparas incandescente. Igualmente, reparando fugas de vapor y el aislamiento de las líneas de vapor, pueden hacer que el sistema de vapor sea más seguro para los operadores que trabajan alrededor de él.

Reduce la polución. Además de preservar el medio ambiente, evitando la polución, ayuda a mejorar la calidad de vida de las futuras generaciones.

Conservación de los recursos naturales. Permite conservar los recursos energéticos para las futuras generaciones.

ANTECEDENTES

En Colombia, en universidades como la universidad nacional de Colombia han desarrollado estudios de eficiencia energética para la caracterización de bombillas para uso exterior comercializadas en el país, los cuales analizan temas de interés para el propósito de este proyecto como reglamentos técnicos, normas nacionales e internacionales relacionadas con iluminación y estudios similares sobre desempeño energético de las diferentes tecnologías en iluminación.

Cabe destacar los proyectos realizados por parte de la Unidad Minero Energética de Colombia UPME, y el Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología Colciencias, acerca de la eficiencia en el consumo energético y estrategias de ahorro de energía en el sector industrial, los cuales tratan temas de gran importancia para el soporte bibliográfico y técnico de este proyecto como son: La eficiencia energética en los sistemas de aire comprimido, estudios acerca de eficiencia en los sistemas de climatización Industrial y diagnóstico energético en el sistemas de iluminación.

1. DESCRIPCIÓN DEL HOSPITAL UNIVERSITARIO DEPARTAMENTAL DE NARIÑO.¹

¿QUIÉNES SOMOS?

El Hospital Universitario Departamental de Nariño E.S.E., es la única organización de la red pública de nivel III de la región, funciona desde el 15 de diciembre de 1975 y en octubre de 1990, mediante Resolución del Ministerio de Salud No. 14676

MISIÓN

Enmarca su accionar actual, circunscrito al entorno del Sistema de la Seguridad Social en Salud, fortaleciendo su estructura organizacional y empresarial frente al reto de este milenio enfocado hacia el III y IV nivel de complejidad.

VISIÓN

El Hospital Departamental de Nariño es clasificado como un organismo para atención de nivel III. A partir del 10 de diciembre de 1994, se constituye en una Empresa social del Estado por ordenanza 067 expedida en la Asamblea

¹HOSPITAL DEPARTAMENTAL UNIVERSITARIO DE NARIÑO E.S.E., disponible en: www.hosdenar.gov.co

Departamental de Nariño, proyectándose con los avances de la Ciencia, la Tecnología y la Gerencia Moderna a la comunidad del Sur Occidente del País.

OBJETIVO

Superar las necesidades y expectativas de nuestros clientes internos y externos, contribuyendo positivamente al mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes de nuestra región, para lo cual decidimos establecer y mejorar continuamente un Sistema de Gestión Integral para la Calidad, garantizando una atención humanizada, dentro del marco legal existente, con competencia técnica y científica, oportunidad e información clara y real a nuestros usuarios y su familia, involucrando en este propósito el desarrollo integral y participativo tanto de los trabajadores como de nuestros proveedores, logrando con ello el crecimiento de la organización.

SERVICIOS

Nuestros servicios están orientados a proporcionar una asistencia médica. Moderna, eficaz y segura.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 ENERGÍA

Capacidad de un sistema físico para realizar trabajo. La materia posee energía como resultado de su movimiento o de su posición en relación con las fuerzas que actúan sobre ella. La radiación electromagnética posee energía que depende de su frecuencia y, por tanto, de su longitud de onda. Esta energía se comunica a la materia cuando absorbe radiación y se recibe de la materia cuando emite radiación.

La energía asociada al movimiento se conoce como energía cinética, mientras que la relacionada con la posición es la energía potencial. Por ejemplo, un péndulo que oscila tiene una energía potencial máxima en los extremos de su recorrido; en todas las posiciones intermedias tiene energía cinética y potencial en proporciones diversas. La energía se manifiesta en varias formas, entre ellas la energía mecánica, térmica, química, eléctrica, radiante o atómica. Todas las formas de energía pueden convertirse en otras formas mediante los procesos adecuados. En el proceso de transformación puede perderse o ganarse una forma de energía, pero la suma total permanece constante.

Todas las formas de energía se pueden transformar en otras formas, mediante procesos adecuados. Durante el proceso de transformación se puede obtener

ganancia o pérdida de una forma de energía, pero la suma total de energía permanece constante, pues a través del tiempo se ha establecido que la energía no se crea ni destruye, solo sufre procesos de transformación. Este concepto es conocido como principio de conservación de la energía y constituye uno de los principios básicos de la mecánica clásica.

2.1.1 Energía eléctrica.

La energía eléctrica es una forma de energía que se deriva de la existencia en la materia de cargas eléctricas positivas y negativas que se neutralizan. La electricidad se produce cuando en la materia hay falta o exceso de electrones con relación al número de protones.

La energía eléctrica puede transformarse en muchas otras formas de energía, tales como la energía luminosa o luz, la energía mecánica y la energía térmica.

La electricidad es una de las formas de energía más importantes para el desarrollo tecnológico debido a su facilidad de generación y distribución y a su gran número de aplicaciones.

Las centrales generadoras de electricidad se clasifican en termoeléctricas (de combustibles fósiles, biomasa, nucleares o solares), hidroeléctricas, eólicas, solares fotovoltaicas y mareomotrices. La mayoría de las fuentes de energía renovables se destinan a la producción de electricidad.

Los fundamentos físicos de la electricidad se explican a partir del modelo atómico. La materia está compuesta por un conjunto de partículas elementales: electrones, protones y neutrones.

Los electrones de las capas más alejadas del núcleo, sobre todo de los átomos metálicos, tienen cierta facilidad para desprenderse. Cuando un átomo pierde electrones queda cargado positivamente, mientras que por el contrario, si captura electrones, queda cargado negativamente. Este es el principio por el que algunos cuerpos adquieren carga negativa o carga positiva. Un cuerpo con carga negativa tiende a ceder electrones y un cuerpo con carga positiva tiende a capturarlos. Por lo tanto cuando interactúan dos cuerpos con cargas eléctricas distintas, mediante un material conductor de la electricidad, fluye una corriente eléctrica que no es otra cosa que la circulación de electrones.

Para que se produzca una corriente eléctrica es necesario que exista una diferencia de potencial o tensión eléctrica entre dos puntos. Existen muchos métodos de obtener dicha diferencia:

Por fricción. Una carga eléctrica se produce cuando se frota uno con otro dos pedazos de ciertos materiales; por ejemplo, se da y una varilla de vidrio, o cuando se peina el cabello.

Estas cargas reciben el nombre de electricidad estática, la cual se produce cuando un material transfiere sus electrones a otro.

Esto es algo que aun no se entiende perfectamente. Pero una teoría dice que en la superficie de un material existen muchos átomos que no pueden combinarse con otros en la misma forma en que lo hacen, cuando están dentro del material; por lo tanto, los átomos superficiales contienen algunos electrones libres, esta es la razón por la cual los aisladores, por ejemplo vidrio, caucho, pueden producir cargas de electricidad estática. La energía calorífica producida por la fricción del frotamiento se imparte a los átomos superficiales que entonces liberan los electrones, a esto se le conoce como efecto triboeléctrico.

Reacciones Químicas. Las sustancias químicas pueden combinarse con ciertos metales para iniciar una actividad química en la cual habrá transferencia de electrones produciéndose cargas eléctricas.

El proceso se basa en el principio de la electroquímica. Un ejemplo es la pila húmeda básica. Cuando en un recipiente de cristal se mezcla ácido sulfúrico con agua (para formar un electrolito) el ácido sulfúrico se separa en componentes químicos de hidrógeno (H) y sulfato (SO₄), pero debido a la naturaleza de la acción química, los átomos de hidrógeno son iones positivos (H⁺) y (SO₄⁻²). El número de cargas positivas y negativas son iguales, de manera que toda la solución tiene una carga neta nula. Luego, cuando se introducen en la solución barras de cobre y zinc, estas reaccionan con ella.

El zinc se combina con los átomos de sulfato; y puesto que esos átomos son negativos, la barra de zinc transmite iones de zinc positivos (Zn⁺); los electrones procedentes de los iones de zinc quedan en la masa de zinc, de manera que la barra de zinc tiene un exceso de electrones, o sea una carga negativa. Los iones de zinc se combinan con los iones de sulfato y los neutralizan, de manera que ahora la solución tiene más cargas positivas. Los iones positivos de hidrógeno atraen a electrones libres de la barra de cobre para neutralizar nuevamente la solución. Pero ahora la barra de cobre tiene una deficiencia de electrones por lo que presenta una carga positiva.

Presión. Cuando se aplica presión a algunos materiales, la fuerza de la presión pasa a través del material a sus átomos, desalojando los electrones de sus orbitas y empujándolos en la misma dirección que tiene la fuerza. Estos huyen de un lado del material y se acumulan en el lado opuesto. Así cesa la presión, los electrones regresan a sus orbitas. Los materiales se cortan en determinadas formas para facilitar el control de las superficies que habrán de cargarse; algunos materiales reaccionarán a una presión de flexión en tanto que otros responderán a una presión de torsión.

Piezoelectricidad es el nombre que se da a las cargas eléctricas producidas por el efecto de la presión.

El efecto es más notable en los cristales, por ejemplo sales de Rochelle y ciertas cerámicas como el titanato de bario.

Calor. Debido a que algunos materiales liberan fácilmente sus electrones y otros materiales los acepta, puede haber transferencia de electrones, cuando se ponen en contacto dos metales distintos, por ejemplo: Con metales particularmente activos, la energía calorífica del ambiente a temperatura normal es suficiente para que estos metales liberen electrones. Los electrones saldrán de los átomos de cobre y pasaran al átomo de cinc. Así pues, el cinc adquiere un exceso de electrones por lo que se carga negativamente. El cobre, después de perder electrones tiene una carga positiva. Sin embargo, las cargas originadas a la temperatura ambiente son pequeñas, debido a que no hay suficiente energía calorífica para liberar más que unos cuantos electrones. Pero si se aplica calor a la unión de los dos metales para suministrar más energía, liberaran mas electrones. Este método es llamado termoelectricidad. Mientras mayor sea el calor que se aplique, mayor será la carga que se forme. Cuando se retira la fuente de calor, los metales se enfrían y las cargas se disparan.

Por luz. La luz en sí misma es una forma de energía y muchos científicos la consideran formada por pequeños paquetes de energía llamados fotones. Cuando los fotones de un rayo luminoso inciden sobre un material, liberan energía. En algunos materiales la energía procedente de los fotones puede ocasionar la liberación de algunos electrones de los átomos. Materiales tales como potasio, sodio, cesio, litio, selenio, germanio, cadmio y sulfuro de plomo, reaccionan a la luz en esta forma. El efecto fotoeléctrico se puede usar de tres maneras:

1.-Fotoemisión: La energía fotónica de un rayo de la luz puede causar la liberación de electrones de la superficie de un cuerpo que se encuentran en un tubo al vacío. Entonces una placa recoge estos electrones.

2.-Fotovoltaica: La energía luminosa que se aplica sobre una de dos placas unidas, produce la transmisión de electrones de una placa a otra. Entonces las placas adquieren cargas opuestas en la misma forma que una batería.

3.-Fotoconducción.- La energía luminosa aplicada a algunos materiales que normalmente son malos conductores, causa la liberación de electrones en los metales, de manera que estos se vuelven mejores conductores.

Por Magnetismo. Todos conocemos los imanes, y los han manejado alguna que otra vez. Por lo tanto, podrá haber observado que, en algunos casos, los imanes se atraen y en otro caso se repelen. La razón es que los imanes tienen campos de fuerza que actúan uno sobre el otro recíprocamente.

La fuerza de un campo magnético también se puede usar para desplazar electrones. Este fenómeno recibe el nombre de magnetoelectricidad; a base de este un generador produce electricidad. Cuando un buen conductor, por ejemplo, el cobre se hace pasar a través de un campo magnético, la fuerza del campo suministrara la energía necesaria para que los átomos de cobre liberen sus electrones de valencia. Todos los electrones se moverán en cierta dirección, dependiendo de la forma en que el conductor cruce el campo magnético, el mismo efecto, se obtendrá si se hace pasar el campo a lo largo del conductor. El único requisito es que haya un movimiento relativo entre cualquier conductor y un campo magnético.

El procedimiento más conveniente para transformar una energía mecánica en energía eléctrica es el basado en el principio de inducción. La energía cinética del agua que cae por la tubería de una central, el movimiento de las aspas de un aerogenerador o la presión que ejerce el vapor de una central térmica, son fácilmente transformables en energía eléctrica.

El funcionamiento global de una central eléctrica es básicamente el mismo, sea ésta térmica, nuclear o hidroeléctrica. Consiste en transformar la energía cinética del vapor o del agua en energía mecánica de rotación. De ello se encarga la turbina, que al estar solidariamente unida al generador de electricidad, permite transformar movimiento en electricidad.

La energía eléctrica tiene como cualidades la docilidad en su control, la fácil y limpia transformación de energía en trabajo, y el rápido y eficaz transporte.

2.1.2 Potencia eléctrica en corriente alterna. La energía eléctrica es suministrada a los usuarios en una tensión de corriente alterna, ya que es más fácil reducir o elevar el voltaje con transformadores. La forma de onda de una corriente alterna corresponde a una señal sinusoidal. Este tipo de señal responde a la representación grafica de una de las siguientes ecuaciones:

$$\begin{aligned}v(t) &= A\sin(\omega t + \varphi) \\v(t) &= A\cos(\omega t + \varphi)\end{aligned}$$

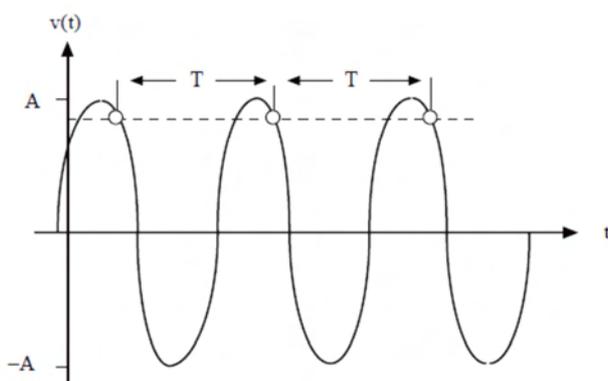
Donde A se denomina amplitud o valor pico de la senoide, ω pulsación o frecuencia de angular y φ ángulo de fase. El ángulo de fase se mide en grados o en radianes, y la pulsación en grados por segundo o radianes por segundo. La senoide es una función periódica, lo que significa que un valor determinado se repite de forma cíclica cada T segundos, para cualquier valor entero de n:

$$v(t + nT) = v(t)$$

La constante T se denomina periodo de la función, y por tanto de la senoide, y se mide en segundos. Al valor inverso del periodo se conoce como frecuencia, f, y

representa el número de periodos o ciclos que se dan en un segundo y se expresa en unidades de Hertz. La siguiente imagen corresponde a la representación grafica de una senoide.

Figura 1. Señal sinusoidal



La pulsación de la senoide, es la misma frecuencia pero expresada de forma angular, como muestra la expresión:

—

Se suele definir para las señales un valor medio y un valor eficaz en un cierto intervalo de tiempo. En las señales periódicas este intervalo de tiempo se toma de valor un periodo de la señal. El valor medio es el área encerrada entre la función y el eje de las abscisas durante el intervalo T , dividida por T . matemáticamente se expresa por:

—

El valor medio para una senoide es nulo.

El valor eficaz de una señal (denominado en inglés RMS: Root Mean Square) es un valor de tensión o corriente que está relacionado con la potencia que transporta la señal y viene dado por:

—

Para una señal sinusoidal, el valor eficaz es:

$$V_{ef} = \frac{A}{\sqrt{2}}$$

En el caso de un circuito de corriente continua, la potencia se calcula con la expresión:

$$P = V \cdot I$$

Y se mide en Watts. Sin embargo al tratarse de circuitos de corriente alterna, la potencia eléctrica consumida es igual al producto de los valores instantáneos de la tensión por la intensidad de corriente, de esta forma se calcula un valor instantáneo de potencia.

En el consumo de electricidad por parte de un usuario, está implicada la potencia efectiva o activa, que se mide en Watts (W), la potencia reactiva, que se mide Volts-ampers reactivos (VAr) y la suma vectorial de las dos, denominada potencia aparente.

La potencia reactiva está asociada a cargas de tipo inductivo (motores) y a cargas capacitivas. Mientras que la potencia activa es la que verdaderamente se convierte en trabajo. La potencia reactiva por tratarse de elementos inductivos y capacitivos no se transforma en trabajo sino que es requerida por algunas cargas para el transporte de la activa.

2.1.2.1 Potencia activa. La potencia activa, es la que representa la capacidad de un circuito para poder realizar un proceso de transformación de la energía eléctrica en trabajo, se mide en watts (W).

Los dispositivos electrónicos transforman la electricidad en otras formas de energía como ser mecánica, química, térmica, lumínica, etc. Dicha potencia es, por lo tanto, la que realmente es consumida por los circuitos. Cuando se habla de demanda eléctrica, es esta potencia la que se utiliza para determinar dicha demanda.

2.1.2.2 Potencia reactiva. No es una potencia realmente consumida en la instalación, ya que no produce trabajo útil debido a que su valor medio es nulo. Aparece en una instalación eléctrica en la que existen bobinas o condensadores, y es necesaria para crear campos magnéticos y eléctricos en dichos componentes. Se representa por Q y se mide en voltiamperios reactivos (VAr).

La compañía eléctrica mide la energía reactiva con el contador (kVArh) y si se superan ciertos valores, incluye un término de penalización por reactiva en la factura eléctrica.

2.1.2.3 Potencia aparente. Es la suma vectorial de las potencias activa y reactiva, según se muestra en la siguiente figura. Se representa por S y se mide en voltiamperios (VA). Para una tensión dada la potencia aparente es proporcional a la intensidad que circula por la instalación eléctrica.

Dado que la potencia activa (P) es la que define el trabajo útil en la instalación (necesidades del edificio o planta industrial) podemos considerarla fija. Por tanto a mayor potencia reactiva (Q) mayor potencia aparente (S) y por tanto mayor circulación de intensidad por la instalación eléctrica.

2.1.2.4 Triángulo de potencias. Es la mejor forma de ver y comprender de forma gráfica qué es el factor de potencia o coseno de "fi" (Cos) y su estrecha relación con los restantes tipos de potencia presentes en un circuito eléctrico de corriente alterna.

Como se pudo observar en el triángulo de la figura 2, el factor de potencia o coseno de "fi" (Cos) representa el valor del ángulo que se forma al representar gráficamente la potencia activa (P) y la potencia aparente (S), es decir, la relación existente entre la potencia real de trabajo y la potencia total consumida por la carga o el consumidor conectado a un circuioteléctrico de corriente alterna. Esta relación se puede representar también, de forma matemática, por medio de la siguiente fórmula:

$$\text{Cos}\varphi = \frac{P}{S}$$

Siendo las formas de onda de tensión y corriente sinusoidales:

La potencia instantánea estaría conformada de una parte constante y una parte variable en función del tiempo:

— —

Calculando el valor promedio de la potencia eléctrica,

— — —

— — —

—

Cambiando los valores pico con el valor eficaz de cada componente, y haciendo φ la diferencia de ángulos de fase de tensión y corriente:

$$P = V_{ef} \cdot I_{ef} \cos \varphi$$

Esta fórmula corresponde a la potencia efectiva o activa. Como sabemos que la potencia reactiva está desfasada 90° con respecto a la potencia activa:

$$Q = V_{ef} \cdot I_{ef} \sen \varphi$$

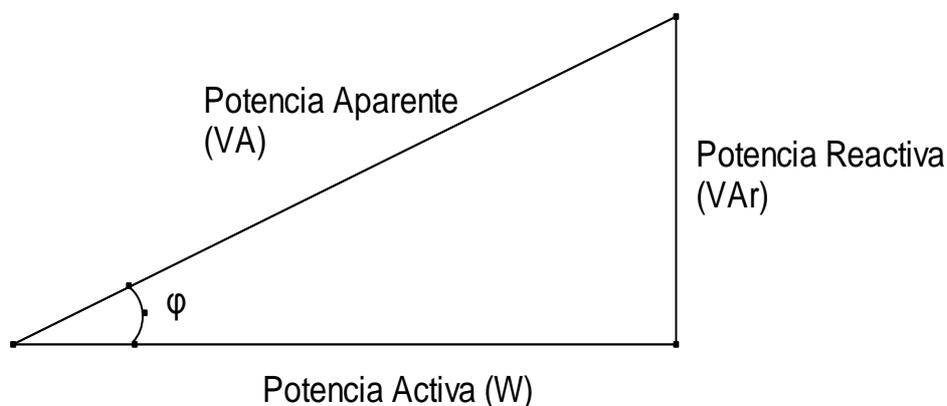
Por definición la potencia aparente es el producto de los valores eficaces de tensión y corriente, de esta forma se obtiene:

$$S = V_{ef} \cdot I_{ef}$$

La potencia aparente es también la resultante de la suma de los vectores de la potencia activa y la potencia reactiva:

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

Figura 2. Potencias eléctricas en corriente alterna



Si se ubica el triángulo de potencias en un plano cartesiano, se observaría que la potencia activa está sobre el eje de las abscisas y corresponde a la parte real, mientras que la potencia reactiva se ubicaría en el eje de las ordenadas y corresponde a la parte imaginaria. Debido a que todo sistema eléctrico realiza un consumo de energía la potencia activa siempre será positiva, mientras que la potencia reactiva puede ser positiva o negativa; si la potencia reactiva es positiva, se habla de que hay presencia de potencia reactiva inductiva, y si por el contrario la potencia reactiva es negativa, la potencia reactiva es capacitiva.

De esta forma el vector de la potencia aparente es normal encontrarlo ubicado en el primer o cuarto cuadrante del plano cartesiano. Si por el contrario el vector se ubica en otro cuadrante, significa que el sistema eléctrico antes que consumir energía, está generando energía hacia la red eléctrica, lo cual es erróneo.

2.1.3 Factor de potencia. Es un indicador cualitativo y cuantitativo del correcto aprovechamiento de la energía eléctrica, también el factor de potencia es un término utilizado para describir la cantidad de energía eléctrica que se ha convertido en trabajo.

Como el factor de potencia cambia de acuerdo al consumo y tipo de carga, repasaremos algunos conceptos para expresar matemáticamente el factor de potencia.

Expresado como el cociente entre la potencia activa y la potencia aparente, que es coincidente con el coseno del ángulo entre la tensión y la corriente cuando la forma de onda es sinusoidal pura, etc.

Es aconsejable que en una instalación eléctrica el factor de potencia sea alto y algunas empresas de servicio electroenergético exigen valores de 0,8 y más. O es simplemente el nombre dado a la relación de la potencia activa usada en un circuito, expresada en vatios o kilovatios (KW), a la potencia aparente que se obtiene de las líneas de alimentación, expresada en voltio-amperios o kilovoltio-amperios (KVA).

Las cargas industriales en su naturaleza eléctrica son de carácter reactivo a causa de la presencia principalmente de equipos de refrigeración, motores, etc. Este carácter reactivo obliga que junto al consumo de potencia activa (KW) se sume el de una potencia llamada reactiva (KVAR), las cuales en su conjunto determinan el comportamiento operacional de dichos equipos y motores. Esta potencia reactiva ha sido tradicionalmente suministrada por las empresas de electricidad, aunque puede ser suministrada por las propias industrias.

Al ser suministradas por las empresas de electricidad deberá ser producida y transportada por las redes, ocasionando necesidades de inversión en capacidades mayores de los equipos y redes de transmisión y distribución.

Mejorar el factor de potencia resulta práctico y económico, por medio de la instalación de condensadores eléctricos estáticos, o utilizando motores sincrónicos disponibles en la industria (algo menos económico si no se dispone de ellos).

El consumo de KW y KVAR (KVA) en una industria se mantienen inalterables antes y después de la compensación reactiva (instalación de los condensadores), la diferencia estriba en que al principio los KVAR que esa planta estaba requiriendo, debían ser producidos, transportados y entregados por la empresa de distribución de energía eléctrica, lo cual como se ha mencionado anteriormente, le produce consecuencias negativas .

Pero esta potencia reactiva puede ser generada y entregada de forma económica, por cada una de las industrias que lo requieran, a través de los bancos de capacitores y/o motores sincrónicos, evitando a la empresa de distribución de energía eléctrica, el generarla transportarla y distribuirla por sus redes.

Las empresas proveedoras del servicio de electricidad suelen centrar su atención en el Factor de Potencia demandado por sus clientes, pues esta es una de las razones por las que en ocasiones es necesario sobredimensionar la capacidad en potencia eléctrica de transformadores de distribución y los calibres de cables usados para el transporte de energía eléctrica.

Este sobredimensionamiento ocasiona a las empresas proveedoras del servicio, un mayor esfuerzo y costo para el transporte de electricidad; así mismo un incremento de tarifas para el usuario y en ocasiones implica multas a los usuarios que exceden ciertos valores.

Con todo esto muchas han sido las alternativas planteadas para mejorar el factor de potencia de una instalación sin que esto implique para el usuario reducir su nivel de consumo o tener que prescindir de ciertos aparatos conectados a su red eléctrica².

Todos los equipos electromecánicos que están constituidos por devanados o bobinas, tales como motores, balastos, transformadores, etc., necesitan de potencia reactiva para generar campos magnéticos necesarios para su operación. Las cargas inductivas son cargas no lineales que contaminan la red eléctrica, en este tipo de equipos el consumo de corriente se desfasa con relación a la tensión, lo que provoca un bajo factor de potencia.

En el suministro de energía eléctrica se utiliza el factor de potencia para expresar un desfase que sería negativo cuando la carga es inductiva o positivo cuando la carga es capacitiva.

El desfase entre las señales de tensión y corriente, producido por la potencia reactiva se anula con el uso de condensadores de potencia, lo que hace que el funcionamiento del sistema sea más eficaz, y por lo tanto, requiera menos corriente lo que técnicamente se denomina compensación.

Las instalaciones eléctricas que operan con un factor de potencia menor a 1, afectan a la red eléctrica tanto en alta tensión como en baja tensión, además, tiene las siguientes consecuencias en la medida que el factor de potencia disminuye³:

²ENERGEX. Ventajas de la Corrección del Factor de Potencia [en línea].

<<http://www.energex.com.co/pdf/factorpotencia.pdf>> [Citado Febrero de 2012]

Incremento de pérdidas por efecto Joule. La potencia que se pierde por calentamiento está dada por la expresión I^2R , donde I es la corriente total y R es la resistencia eléctrica de los equipos (bobinados de los generadores, y transformadores, conductores de los circuitos de distribución, etc.). Las pérdidas por efecto Joule, se manifestaran en:

- Calentamiento de cables
- Calentamiento de embobinados de los transformadores de distribución, y
- Disparo de los dispositivos de protección.

Uno de los mayores problemas que causa el sobrecalentamiento es el deterioro irreversible del aislamiento de los conductores que, además de reducir la vida útil de los equipos, puede provocar cortocircuitos.

Sobrecarga de los generadores, transformadores y líneas de transmisión.

El exceso de corriente debido a un bajo factor de potencia, ocasiona que los generadores, transformadores y líneas de distribución, trabajen con cierta sobrecarga y reduzcan su vida útil, debido a que estos equipos se diseñan para un cierto valor de corriente.

Aumento de la caída de tensión. La circulación de corriente a través de los conductores ocasiona una pérdida de potencia transportada por el cable, y una caída de tensión, resultando en un insuficiente suministro de potencia a las cargas. Esta caída de voltaje afecta:

- Los embobinados de los transformadores de distribución
- Los cables de alimentación, y
- Los sistemas de protección y control.

Incremento en facturación eléctrica. Debido a que un factor de potencia bajo implica pérdidas de energía en la red eléctrica, el generador y transportador de energía eléctrica se ve en la necesidad de penalizar al usuario, haciendo que el usuario pague más por el servicio.

2.1.4 Potencia en los circuitos trifásicos equilibrados.

Receptor en estrella.

La potencia consumida por un receptor trifásico es la suma de las potencias consumidas por las tres impedancias que lo constituyen, por aplicación del teorema de Bucherot, y por tanto, en un receptor en estrella equilibrado com el de la figura 3, se puede escribir:

$$P=V_1 \cdot I_1 \cdot \cos \phi + V_2 \cdot I_2 \cdot \cos \phi + V_3 \cdot I_3 \cdot \cos \phi$$

Al ser equilibrado (las tres impedancias iguales de valor Z_{Δ} el sistema se cumplirá que:

$$I_1 = I_2 = I_3 = I$$

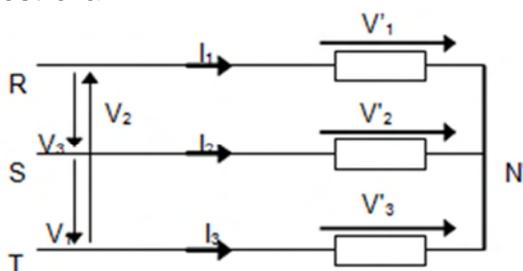
$$V'_1 = V'_2 = V'_3 = V' = V/\sqrt{3} \text{ (módulos)}$$

Donde queda:

$$P = 3 \cdot (V/\sqrt{3}) \cdot I \cdot \cos\phi = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \cos\phi$$

Siendo V e I los valores eficaces de la tensión e intensidad de línea, respectivamente.

Figura 3. Receptor en estrella



Receptor en triangulo

Al igual que para el receptor en estrella la potencia activa consumida por el receptor en triangulo mostrado en la figura 4, será la suma de la consumida por las tres impedancias que lo forman:

$$P = V_1 \cdot I'_1 \cdot \cos\phi + V_2 \cdot I'_2 \cdot \cos\phi + V_3 \cdot I'_3 \cdot \cos\phi$$

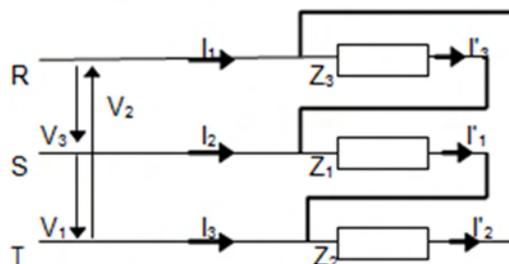
$$I'_1 = I'_2 = I'_3 = I' = I/\sqrt{3}$$

$$V_1 = V_2 = V_3 = V \text{ (módulos)}$$

Por lo que resulta:

$$P = 3 \cdot V \cdot (I/\sqrt{3}) \cdot \cos\phi = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \cos\phi$$

Figura 4. Receptor en triangulo



Como se puede observar las expresiones de la potencia absorbida por receptores en estrella y en triángulo equilibrados tienen la misma forma, esto es:

$$P = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \cos \phi$$

Como ya se estudió cuando las impedancias son iguales $I_t = 3 \cdot I_e$, lo que implica que $P_t = 3 \cdot P_e$. Es decir, un receptor consume tres veces más potencia si sus impedancias se conectan en triángulo en lugar de conectarlas en estrella (Supuesto que los valores de impedancia no cambian y que las tensiones de línea permanecen iguales).

En donde ϕ es el ángulo correspondiente a la impedancia y como ya se sabe es el desfase de las intensidades de línea con respecto a las tensiones simples equilibradas V' .

La potencia reactiva para un receptor trifásico equilibrado, como se puede determinar haciendo un razonamiento paralelo al seguido para la potencia activa, es:

$$Q = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \sin \phi$$

Se comprueba que la potencia instantánea suma de las correspondientes a cada impedancia, es una constante e igual a la potencia media. Supóngase que la conexión se efectúa en estrella:

$$p = v'_1 \cdot i_1 + v'_2 \cdot i_2 + v'_3 \cdot i_3$$

Como:

$$v'_1 = \sqrt{2} \cdot V' \cdot \sin(\pi/2 + \omega \cdot t), \quad v'_2 = \sqrt{2} \cdot V' \cdot \sin(\pi/2 + \omega \cdot t - 2\pi/3), \quad v'_3 = \sqrt{2} \cdot V' \cdot \sin(\pi/2 + \omega \cdot t - 4\pi/3)$$

$$i_1 = \sqrt{2} \cdot I \cdot \sin(\pi/2 + \omega \cdot t - \phi), \quad i_2 = \sqrt{2} \cdot I \cdot \sin(\pi/2 + \omega \cdot t - 2\pi/3 - \phi), \quad i_3 = \sqrt{2} \cdot I \cdot \sin(\pi/2 + \omega \cdot t - 4\pi/3 - \phi)$$

Resulta que:

$$\begin{aligned} \underline{v'_1} \cdot i_1 &= 2 \cdot V' \cdot I \cdot \sin(\pi/2 + \omega \cdot t) \cdot \sin(\pi/2 + \omega \cdot t - \phi) = V' \cdot I \cdot \cos \phi - V' \cdot I \cdot \cos(\pi + 2 \cdot \omega \cdot t - \phi) \\ v'_2 \cdot i_2 &= V' \cdot I \cdot \cos \phi - V' \cdot I \cdot \cos(\pi + 2 \cdot \omega \cdot t - 4\pi/3 - \phi) \\ \underline{v'_3} \cdot i_3 &= V' \cdot I \cdot \cos \phi - V' \cdot I \cdot \cos(\pi + 2 \cdot \omega \cdot t - 8\pi/3 - \phi) \\ &\quad (2 \cdot \sin a \cdot \sin b = \cos(a-b) - \cos(a+b)) \end{aligned}$$

Y, teniendo en cuenta que:

$$\begin{aligned} & \cos(\pi+2\cdot\omega\cdot t-\phi) + \cos(\pi+2\cdot\omega\cdot t-4\pi/3-\phi) + \cos(\pi+2\cdot\omega\cdot t-8\pi/3-\phi) = - \\ & \cos(2\cdot\omega\cdot t-\phi) - \cos(2\cdot\omega\cdot t-\phi-4\cdot\pi/3) - \cos(2\cdot\omega\cdot t-\phi-2\cdot\pi/3-2\pi) = 0 \\ & (\cos \alpha + \cos(\alpha-2\cdot\pi/3) + \cos(\alpha-4\cdot\pi/3) = 0) \end{aligned}$$

Queda que:

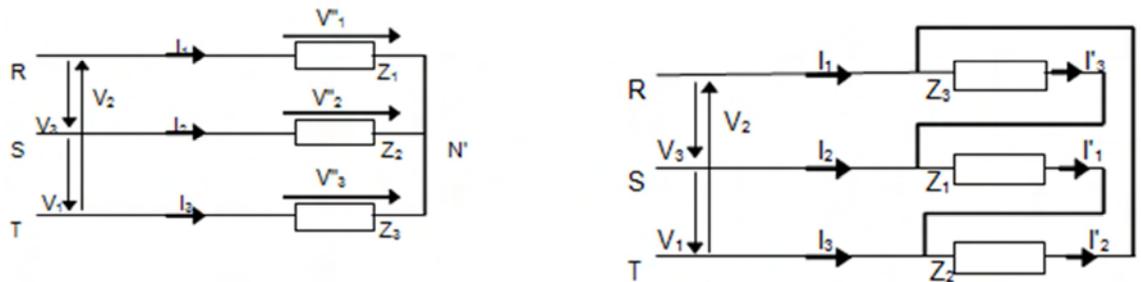
$$p=3\cdot V\cdot I\cdot\cos\phi = \sqrt{3}\cdot V\cdot I\cdot\cos\phi$$

Que es la potencia activa o media del receptor trifásico equilibrado, esto quiere decir que la potencia instantánea consumida por el receptor es una constante y su valor es precisamente la potencia media del receptor. Esta constancia de la potencia conduce a que los motores trifásicos tengan un mejor funcionamiento que los monofásicos.

2.1.5 Potencia en los circuitos trifásicos desequilibrados.

Receptores

Figura 5. Receptores desequilibrados



Considérense los circuitos de la figura 5 representando un receptor en estrella y otro en triángulo desequilibrados:

La potencia consumida por dichos receptores será, respectivamente:

$$P_s = V''_1 \cdot I_1 \cdot \cos \phi_1 + V''_2 \cdot I_2 \cdot \cos \phi_2 + V''_3 \cdot I_3 \cdot \cos \phi_3$$

$$P_t = V_1 \cdot I'_1 \cdot \cos \phi_1 + V_2 \cdot I'_2 \cdot \cos \phi_2 + V_3 \cdot I'_3 \cdot \cos \phi_3$$

En cualquier caso la potencia de un receptor trifásico desequilibrado se puede determinar a partir de los valores de intensidades de línea y de las tensiones simples equilibradas $V'1$, $V'2$ y $V'3$ (tensiones existentes entre las fases y el neutro (N) de un sistema generador en estrella, y también las que aparecen en las impedancias de un receptor en estrella equilibrado):

$$P = V'1 \cdot I1 \cdot \cos \phi'1 + V'2 \cdot I2 \cdot \cos \phi'2 + V'3 \cdot I3 \cdot \cos \phi'3$$

Siendo $\phi'1$ el ángulo que forma la intensidad de línea $I1$ con la tensión simple equilibrada $V'1$, y de la misma forma para los subíndices 2 y 3.

Para comprobarlo partimos de que todo receptor trifásico en triángulo tiene un receptor en estrella equivalente obtenido por la aplicación del teorema de Kenelly.

Luego:

$$P = V''1 \cdot I1 \cdot \cos \phi1 + V''2 \cdot I2 \cdot \cos \phi2 + V''3 \cdot I3 \cdot \cos \phi3 = V''1 \cdot I1 + V''2 \cdot I2 + V''3 \cdot I3$$

Como:

$$V''1 = V'1 + V_{NN'}, V''2 = V'2 + V_{NN'} \text{ y } V''3 = V'3 + V_{NN'}$$

$V_{NN'}$ es la tensión entre el neutro (N) y el centro del receptor en estrella (N'). Y teniendo en cuenta las propiedades del producto escalar:

$$\begin{aligned} P &= V''1 \cdot I1 + V''2 \cdot I2 + V''3 \cdot I3 = (V'1 + V_{NN'}) \cdot I1 + (V'2 + V_{NN'}) \cdot I2 + (V'3 + V_{NN'}) \cdot I3 \\ &= V'1 \cdot I1 + V'2 \cdot I2 + V'3 \cdot I3 + V_{NN'} \cdot (I1 + I2 + I3) \end{aligned}$$

Si el receptor trifásico desequilibrado no está conectado al neutro se cumple que $I1 + I2 + I3 = 0$, y si sí lo está entonces $V_{NN'} = 0$, y por lo tanto, en ambos casos la potencia resulta:

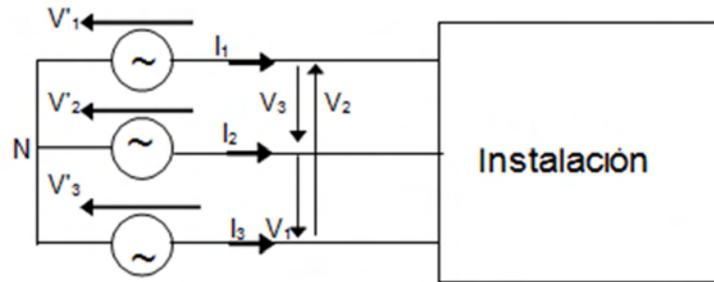
$$P = V'1 \cdot I1 + V'2 \cdot I2 + V'3 \cdot I3 = V'1 \cdot I1 \cdot \cos \phi'1 + V'2 \cdot I2 \cdot \cos \phi'2 + V'3 \cdot I3 \cdot \cos \phi'3$$

2.1.5.1 Instalaciones. De acuerdo con el principio de conservación de la energía, la potencia consumida por el conjunto de una instalación debe ser igual a la potencia suministrada por el sistema generador que podemos considerar formado por tres fuentes de tensión conectadas en estrella de manera que formen un sistema de tensiones trifásico, y por tanto las tensiones de dichas fuentes serán las tensiones simples equilibradas. Lo anterior se cumple ya que despreciamos las pérdidas de potencia producidas en los conductores lo que hemos hecho hasta ahora ya que siempre los hemos considerado ideales, sin resistencia.

Independientemente de que la instalación se alimente por un sistema de 4 hilos o de tres hilos, la potencia que suministra el sistema generador valdrá:

$$P = V'_1 \cdot I_1 + V'_2 \cdot I_2 + V'_3 \cdot I_3 = V'_1 \cdot I_1 \cdot \cos \phi'_1 + V'_2 \cdot I_2 \cdot \cos \phi'_2 + V'_3 \cdot I_3 \cdot \cos \phi'_3$$

Figura 6. Diagrama instalación



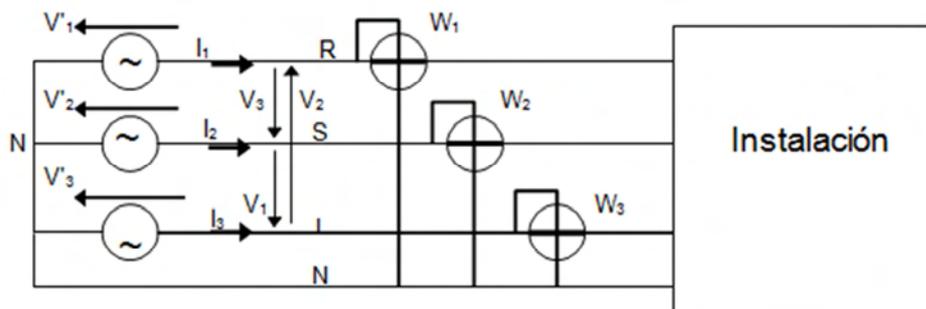
Luego para unas tensiones equilibradas determinadas por la línea, la potencia solo depende de las intensidades de línea que absorbe la instalación.

A efectos de consumo de potencia cualquier instalación se puede sustituir por un conjunto de receptores monofásicos conectados en estrella con la única condición de que absorban las mismas intensidades de línea que el conjunto.

2.1.5.2 Medida de potencia en sistemas trifásicos

Medida de potencia en sistemas trifásicos a 4 hilos

Figura 7. Medida de potencia en sistemas trifásicos a 4 hilos



En el circuito de la figura a 4 hilos la potencia consumida por la instalación será igual a la suministrada por el sistema generador que coincide con la suma de las lecturas de los 3 vatímetros pues cada uno mide la potencia suministrada por cada una de las fuentes de tensión.

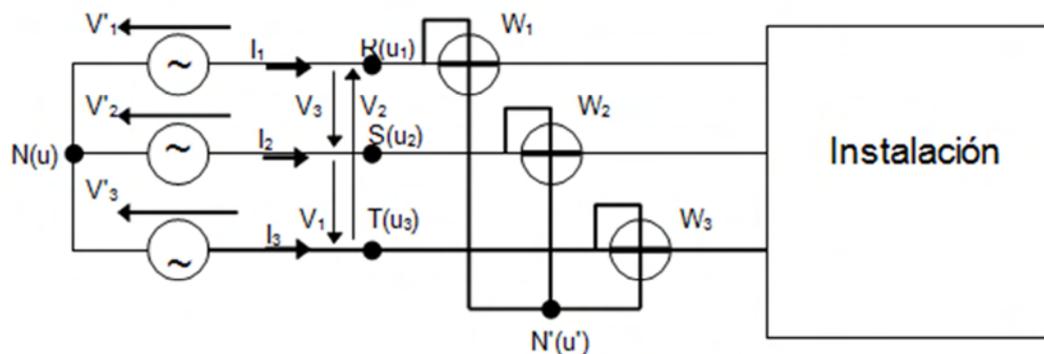
Podemos decir, que para medir la potencia consumida por un sistema trifásico con neutro, se instalarán tres vatímetros monofásicos como se indican en la figura. La potencia será la suma de las tres lecturas.

$$P = W_1 + W_2 + W_3 = V'_1 \cdot I_1 + V'_2 \cdot I_2 + V'_3 \cdot I_3$$

$$= V'_1 \cdot I_1 \cdot \cos \phi'_1 + V'_2 \cdot I_2 \cdot \cos \phi'_2 + V'_3 \cdot I_3 \cdot \cos \phi'_3$$

Medida de potencia en sistemas trifásicos a 3 hilos

Figura 8. *Medida de potencia en sistemas trifásicos a 3 hilos*



En una instalación alimentada a tres hilos, la potencia puede ser medida por tres vatímetros conectados de la forma indicada en la figura, según se demuestra a continuación:

La potencia activa o media consumida por la instalación será la suministrada por el sistema generador vendrá dada por:

$$P = (1/T) \cdot \int_{0,T} (u_1 - u) \cdot i_1 \cdot dt + (1/T) \cdot \int_{0,T} (u_2 - u) \cdot i_2 \cdot dt + (1/T) \cdot \int_{0,T} (u_3 - u) \cdot i_3 \cdot dt$$

Y como en un sistema a 3 hilos se cumple que $(i_1 + i_2 + i_3 = 0)$ resulta:

$$P = (1/T) \cdot \int_{0,T} u_1 \cdot i_1 \cdot dt + (1/T) \cdot \int_{0,T} u_2 \cdot i_2 \cdot dt + (1/T) \cdot \int_{0,T} u_3 \cdot i_3 \cdot dt$$

Por otra parte las lecturas de los vatímetros son los valores medios del producto de la tensión (diferencias de potencial) instantánea aplicada a su bobina voltimétrica y la intensidad instantánea que recorre sus bobinas amperimétrica según se indica a continuación:

$$W_1 = (1/T) \cdot \int_{0,T} (u_1 - u') \cdot i_1 \cdot dt$$

$$W_2 = (1/T) \cdot \int_{0,T} (u_2 - u') \cdot i_2 \cdot dt$$

$$W_3 = (1/T) \cdot \int_{0,T} (u_3 - u') \cdot i_3 \cdot dt$$

Su suma debe ser igual a la potencia consumida:

$$W_1 + W_2 + W_3 = (1/T) \cdot \int_{0,T} (u_1 - u') \cdot i_1 \cdot dt + (1/T) \cdot \int_{0,T} (u_2 - u') \cdot i_2 \cdot dt + (1/T) \cdot \int_{0,T} (u_3 - u') \cdot i_3 \cdot dt$$

Operando con las integrales y teniendo en cuenta que :

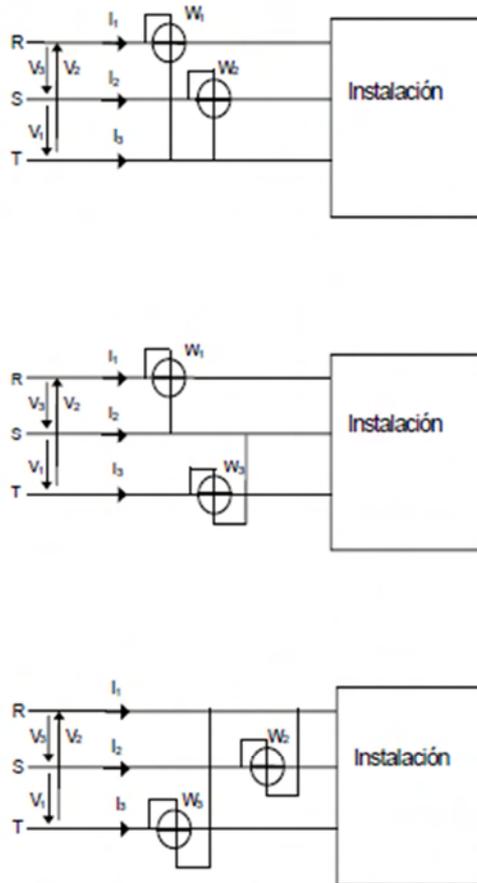
$$\begin{aligned} i_1 + i_2 + i_3 &= 0 \\ W_1 + W_2 + W_3 &= \\ &= (1/T) \cdot \int_{0,T} u_1 \cdot i_1 \cdot dt + (1/T) \cdot \int_{0,T} u_2 \cdot i_2 \cdot dt + (1/T) \cdot \int_{0,T} u_3 \cdot i_3 \cdot dt = P \end{aligned}$$

Luego queda demostrado que:

$$W_1 + W_2 + W_3 = P.$$

Como se ha visto no se ha puesto ninguna condición al valor del potencial en el punto N' (u'). La igualdad entre P y $W_1 + W_2 + W_3$ se cumple independientemente del valor que tome u' , por lo que este punto, N', puede situarse en cualquier lugar. Si lo situamos sobre una de las fases, el vatímetro situado en ella marcará cero al ser cero la tensión aplicada a su bobina voltimétrica, por lo que bastará con instalar dos vatímetros de alguna de las siguientes formas:

Figura 9. Instalación del vatímetro



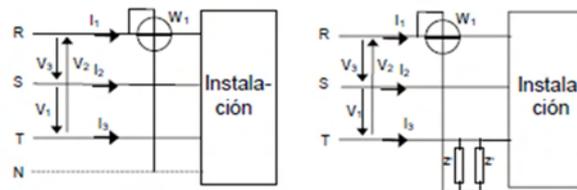
En resumen, para medir la potencia consumida por un sistema trifásico a tres hilos basta con instalar dos vatímetros cuyas bobinas amperimétricas irán en dos fases cualesquiera, y las voltimétricas entre cada una de esas fases, la correspondiente a cada vatímetro, y la fase restante.

No es necesario que el sistema sea equilibrado, solamente se requiere que sea a 3 hilos o que de ser a 4 hilos, la intensidad del neutro sea nula ($I_N = 0$), ya que de esta forma se cumplirá que:

$$i_1 + i_2 + i_3 = 0$$

2.1.5.3 Medida de potencia en sistemas equilibrados. La medida de la potencia en sistemas equilibrados puede realizarse con un solo vatímetro conectado según se indica en la siguiente figura:

Figura 10. Medida de potencia



En el primer caso en una línea a 4 hilos se conecta la bobina amperimétrica en una de las fases y la bobina voltimétrica entre la fase elegida y el neutro. La potencia será en este caso el resultado de multiplicar por 3 la lectura de dicho vatímetro.

En el segundo caso al ser una línea de tres hilos se crea un neutro artificial mediante dos impedancias cuyos valores coincidan con los de la impedancia de la bobina voltimétrica del vatímetro. Igualmente la potencia será $3 \cdot W1$.

En ambos casos:

$$W_1 = V_1 \cdot I_1 \cdot \cos \phi_1$$

1.1.5.4 Medida de potencia reactiva en circuitos trifásicos. La potencia reactiva en un circuito trifásico equilibrado es $Q = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \sin \phi$, y como se ha deducido anteriormente $W1 - W2 = V \cdot I \cdot \sin \phi$, resulta que $Q = \sqrt{3} \cdot (W1 - W2)$, con lo que en un sistema trifásico equilibrado la potencia reactiva puede determinarse instalando dos vatímetros según el principio de los dos vatímetros y multiplicando por $\sqrt{3}$ la diferencia de sus lecturas.

2.2 EFICIENCIA ENERGETICA

La Eficiencia Energética es el conjunto de acciones que permiten optimizar la relación entre la cantidad de energía consumida y los productos y servicios finales obtenidos. Esto se puede lograr a través de la implementación de diversas medidas e inversiones a nivel tecnológico, de gestión y de hábitos culturales en la comunidad. Lo que se mide por tanto en términos de eficiencia energética son las variaciones que experimenta la proporción entre el nivel de actividad y el consumo de energía durante un período de tiempo, sin los cambios estructurales del sector.

2.2.1 Parámetros de eficiencia energética. El consumo energético de una clínica u hospital supone uno de sus gastos principales. La abundante maquinaria, la climatización y el tratamiento higiénico del aire, así como la constante

iluminación, son piezas fundamentales en la rentabilidad de la eficiencia energética.

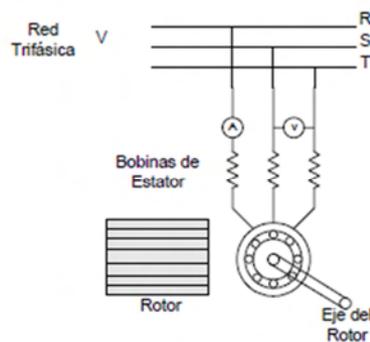
Sin embargo, no siempre un mayor consumo energético equivale a un mayor confort o a un mejor servicio. Se conseguirá un grado de eficiencia óptimo cuando el confort de los distintos ambientes y el consumo estén en la proporción adecuada.

2.2.2 Eficiencia energética en motores eléctricos. Los motores asíncronos (MA) son máquinas eléctricas, las cuales han tenido mayor aplicación en la industria y artefactos electrodomésticos. Estas máquinas son los principales convertidores de energía eléctrica en mecánica (actualmente los MA consumen casi la mitad de la energía eléctrica generada). Su uso es, principalmente, en calidad de mando eléctrico en la mayoría de los mecanismos, ello se justifica por la sencillez de su fabricación, su alta confiabilidad y un alto valor de eficiencia.

Hay 2 tipos de MA; los de rotor de jaula de ardilla y los de rotor de anillos rozantes. Principio de funcionamiento. en el MA se tiene 2 devanados, uno se coloca en el estator y el otro en el rotor.

Entre el estator y rotor se tiene un entrehierro, cuya longitud se trata de, en lo posible, hacerlo pequeño ($s = 0.1 - 0.3 \text{ mm}$), con lo que se logra mejorar el acople magnético entre los devanados.

Figura 11. Devanado del estator



El devanado del estator puede ser monofásico o trifásico (en caso general polifásico). En lo sucesivo se analiza el motor trifásico, cuyas bobinas se colocan en las ranuras interiores del estator. Las fases del devanado del estator AX, BY, CZ se conectan en tipo estrella Y o triángulo Δ , cuyos bornes son conectados a la red.

El devanado del rotor también es trifásico (o polifásico) y se coloca en la superficie del cilindro. En el caso simple se une en corto circuito.

Cuando el devanado del estator es alimentado por una corriente trifásica, se induce un campo magnético giratorio, cuya velocidad (síncrona) es:

$$n_1 = \frac{60 f_1}{p}$$

Si el rotor está en reposo o su velocidad $n < n_{sinc}$, entonces el campo magnético giratorio traspasa los conductores del devanado rotórico e inducen en ellos una f.e.m. En el gráfico siguiente se muestra por la regla de la mano derecha, la dirección de la f.e.m. inducida en los conductores del rotor cuando el flujo magnético gira en sentido contrario. La componente activa de la corriente I_{rot} se encuentra en fase con la f.e.m. inducida.

Sobre los conductores con corriente, empleados en el campo magnético, actúan fuerzas electromagnéticas cuya dirección se determina por la regla de la mano izquierda; estas fuerzas crean un Melmagn que arrastra al rotor tras el campo magnético. Si este Melmagn es lo suficientemente grande entonces el rotor va a girar y su velocidad n_2 va a corresponder a la igualdad.

$$M_{emagn\ est} = M_{freno\ rot}$$

Este es el funcionamiento de la máquina en régimen de motor y es evidente en este caso.

$$0 \leq n_2 < n_1$$

A la diferencia de velocidades entre el campo magnético y el rotor se le llama deslizamiento y se representa por el símbolo s .

$$s = \frac{n_1 - n_2}{n_1}$$

La principal característica de las MA es la presencia del deslizamiento s , ósea la desigualdad de velocidades entre el campo del estator y la velocidad del rotor.

$$n_2 \neq n_1$$

2.3 DIAGRAMA ENERGETICO DEL MOTOR ELECTRICO

Cuando el motor está en funcionamiento, el estator se alimenta de la red y absorbe una potencia:

$$P_1 = m_1 \cdot V_1 \cdot I_1 \cdot \cos\phi_1$$

Parte de la P_1 se consume (disipa) en la resistencia R del devanado del estator ocasionando una pérdida eléctrica P_{el} , así como una pérdida magnética en el campo del estator P_{mag} , deduciendo dichas componentes, al rotor se le aplica una potencia electromagnética, que se expresa mediante la siguiente ecuación de balance energético:

$$P_{emag} = P_1 - \Delta P_{el1} - \Delta P_{mag}$$

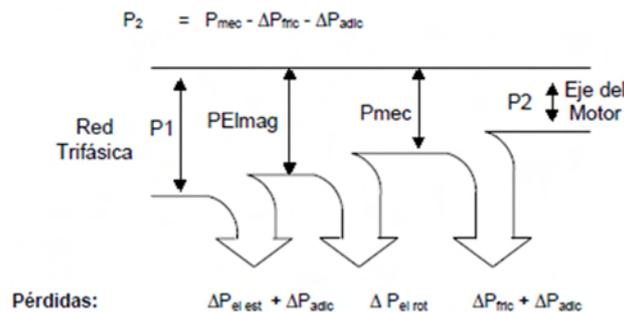
Parte de esta potencia se disipa en cubrir las pérdidas eléctricas del rotor P_{el2} en su devanado, la potencia resultante es aquella que va a ser convertida en potencia mecánica, expresado por:

$$P_{mec} = P_{emag} - \Delta P_{el2}$$

En las máquinas de anillos rozantes, además se tienen pérdidas en las escobillas de contacto, las cuales se añades a la pérdida P_{el2} .

La potencia mecánica obtenida en el árbol del eje del rotor, se obtiene luego de vencer su inercia y otras pérdidas adicionales, obteniéndose una potencia P_2 :

Figura 12. Potencias mecánica



2.3.1 Relación entre eficiencia y deslizamiento en motores. Para definir la relación entre la Eficiencia y el Deslizamiento s en los motores, se analiza la eficiencia mediante la relación:

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} = \left(\frac{P_{emag}}{P_1} \right) \cdot \left(\frac{P_2}{P_{emag}} \right) = \eta_1 \eta_2$$

donde η_1 y η_2 eficiencias del estator y del rotor teniendo en cuenta:

$$\eta_2 = \frac{P_2}{P_{emag}} = \frac{P_{emag} - \Delta P_{el2} - \Delta P_{fric} - \Delta P_{adic}}{P_{emag}}$$

entonces es válida la siguiente relación:

$$\eta_2 < \frac{P_{e\text{mag}} - \Delta P_{e\text{i}2}}{P_{e\text{mag}}} < \frac{1 - \Delta P_{e\text{i}2}}{P_{e\text{mag}}} < (1 - s)$$

Por lo tanto:

$$\eta < \eta_2 < (1 - s)$$

Del análisis realizado se puede concluir con lo siguiente:

Para que un motor funcione en su régimen nominal con una alta eficiencia, es necesario que en este régimen se tenga un deslizamiento s de pequeña magnitud. Por lo general $s_{\text{nom}} = 0.01 - 0.06$, para ello el devanado del rotor lo diseñan de tal forma que tenga una resistencia óhmica pequeña.

2.3.2 Datos nominales de los motores eléctricos

Potencia, kW ó HP
Tensión de servicio, kV ó V
Frecuencia, Hz
Velocidad nominal, r.p.m.
Corriente nominal, Amp.
Corriente de arranque. Amp.
Factor de potencia, $\cos \phi$
Eficiencia, n%

2.3.3 Sistema de fuerza. Se denomina sistema de fuerza al conjunto de todos los equipos e instalaciones que tiene por objeto realizar un trabajo mecánico y/o de producción. El equipo eléctrico que puede realizar trabajo mecánico es el motor eléctrico, y por lo tanto son estos equipos los principales dentro del proceso de producción. El sistema de fuerza a su vez, en una planta es alimentado con energía desde una subestación de distribución del servicio público de electricidad. De lo sucintamente descrito se observan la importancia de las máquinas eléctricas en la industria.

Cabe señalar que los sistemas de refrigeración y calefacción también forman parte del sistema de fuerza en una instalación eléctrica de tipo industrial.

En el caso de los sistemas de uso residencial - comercial, el sistema de fuerza está conformado por los circuitos principales de iluminación, aire acondicionado y sistemas auxiliares (bombas, ascensores, etc.)

El devanado rotor se intercepta con el flujo, originando un deslizamiento $n_s = n_1 - n_2$ la fuerza de la f.e

$$F2 = F1 S$$

2.4 VARIADORES DE VELOCIDAD

Los controladores de frecuencia variable son dispositivos complejos y hasta hace poco eran costosos. Sin embargo, trabajan con motores estándar lo cual permiten su fácil adición a unidades motrices existentes. Varios tipos de ventiladores (enfriadores de aire, torres de enfriamiento, ventilación y aire acondicionado, etc.) operan a velocidad variable mediante sistemas de variación de velocidad.

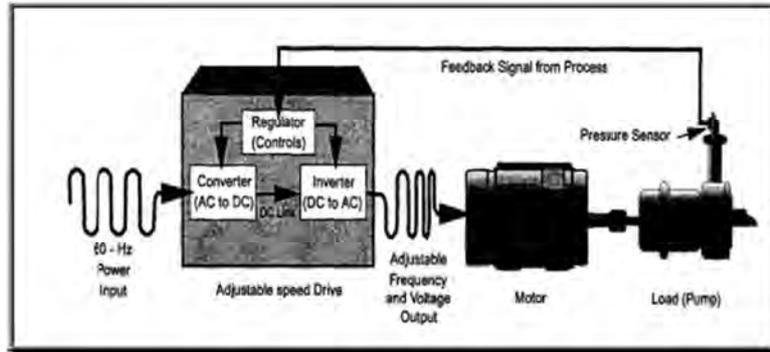
Los sistemas de variación de velocidad alteran la velocidad del motor cambiando el voltaje y la frecuencia de la electricidad suministrada al motor en base a los requerimientos del sistema.

Esto se logra convirtiendo corriente alterna en continua, y luego de múltiples mecanismos de cambio, invirtiendo la corriente continua a corriente alterna sintética con voltaje y frecuencia controlados. Si este proceso es realizado en forma apropiada, la velocidad del motor puede ser controlada en un rango amplio (desde cero RPM hasta el doble de la velocidad nominal) con las características de torque apropiadas para la aplicación.

Para mantener un factor de potencia apropiado y reducir calentamiento excesivo del motor, debe mantenerse el ratio de voltaje/frecuencia original. Esta es la función principal del variador de velocidad. Los cuatro componentes principales que hacen posible la operación de los variadores de velocidad son: convertidor, inversor, circuito de corriente continua (que sirve de enlace entre ambos), y la unidad de control, tal como se muestra en la Fig. 13.

El convertidor contiene un rectificador y varios circuitos que convierten la frecuencia fija de corriente alterna en continua. El inversor convierte la corriente continua en corriente alterna de voltaje y frecuencia regulables (ambos deben ser regulables para poder mantener ratios de voltaje/frecuencia constante). Los circuitos de corriente continua filtran la corriente y la conducen al inversor. La unidad de control regula el voltaje y la frecuencia de salida en base a la señal proveniente del proceso (ej. sensor de presión). Los tipos principales de inversor son inversores de voltaje, inversores de corriente e inversores de modulación de pulsos.

Figura 13. Variador de velocidad



2.4.1 Aplicaciones. Los sistemas de variación de velocidad ofrecen varios beneficios en términos de ahorro de energía, el cual es logrado mediante la eliminación de pérdidas debido a estrangulamiento, rendimiento y fricción. La aplicación de un sistema de variación de velocidad depende fundamentalmente de la carga y requiere de un sólido conocimiento de las características de la carga para su aplicación exitosa. El tipo de carga (torque constante, torque variable, potencia constante) debe ser determinado así como la fracción de tiempo que el sistema opera (o podría operar) por debajo de la velocidad nominal.

2.4.2 Potencias para motores

Tabla 1. Formulas de potencias típicas de los motores

1) Potencia necesaria en una máquina	
$P = M \cdot n / 9,550 \cdot \eta_m$ $P = FD \cdot v / 1,000 \eta_m$	P - potencia en kW M - par de giro de la máquina en Nm N - número de revoluciones por minuto η_m - rendimiento de la máquina F - fuerza (peso, fricción) en N V - velocidad en m/s
2) Potencia absorbida por una motor trifásico	
$P1 = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \cos\phi$ $P2 = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \cos\phi / 735$ $P3 = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \cos\phi / 1,000$	P1 - en W P2 - en CV P3 - en kW V - tensión nominal en V I - intensidad nominal en A $\cos\phi$ - factor de potencia
3) Potencia desarrollada por un motor trifásico	
$P = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \cos\phi \cdot \eta / 1,000$	P - en kW η - rendimiento del motor a la potencia nominal
4) Potencia absorbida por un motor de corriente continua	
$P = V \cdot I$ $P1 = V \cdot I / 1,000$	P - en W V - tensión de inducido en V I - intensidad nominal en A P1 - en kW
5) Potencia absorbida por un motor monofásico de corriente alterna	
$P = V \cdot I \cdot \cos\phi$ $P1 = V \cdot I \cdot \cos\phi / 1,000$	P - en W P1 - en kW
6) Equivalencias	
1CV = 736 W (735,4987 W) 1IHP = 746 W (745,6999 W), caballo de vapor Inglés 1kW = 1,36 CV 1MW = 10 ⁶ W = 1,000 kW	

Tabla 2. Características que definen un motor

1. Tensión (V) Monofásica, trifásica, corriente continua, con diferentes valores (220V, 380V, 500V)
2. Potencia (kW) En función a la potencia y tensión vendrá dada la intensidad (A)
3. Frecuencia (Hz) En Europa, 50 Hz. En América, 60 Hz.
4. Velocidad (n) Dependerá de la polaridad del motor y Frecuencia de la red.
5. Nivel de protección del motor (IP--)
6. Forma constructiva
7. Clase de aislamiento (Y...c).
8. Factor de potencia (cos ϕ)
9. Tipo de servicio (S1...S7).
10. Ejecución de la caja de bombas.
11. Características particulares del motor, además de las generales dadas por el constructor.
12. Dimensionado del motor y peso.
13. Diagramas de par, velocidad, consumos.
14. Ensayos particulares, cuando se trata de motores especiales, no incluidos en el catálogo general del fabricante.

A continuación se estudian las principales características de los motores con carácter general y también particular atendiendo al tipo de motor de que se trate: *Tensión*. Tensiones trifásicas normalizadas a la frecuencia de 50 Hz: 127 V, 220V, 380 V, 500 V, 1000 V, 3000 V, 15,000 V, 30,000 V, 45,000 V, 66,000 V, etc. De 50 V a 500 V - Tensión usual. De 500 V a 1000 V - Tensión especial. Las tensiones inferiores a 1,000 V en c.a. se consideran de baja tensión (B.T). Los motores más usados se alimentan en B.T.

En función a la tensión que se dispone en la red, se pedirá el motor, atendiendo principalmente a su forma de conexión.

Para motores con dos tensiones (λ - Δ). La tensión menor corresponde a la conexión triángulo (Δ) y la tensión mayor a la conexión estrella (λ) . Las fases del motor deben soportar la misma tensión, tanto que se conecte el motor en estrella, como en triángulo.

Frecuencia. En los suministros de energía eléctrica las variaciones de frecuencia están comprendidas en + 1% de variación. Se suele dar el caso de utilizar motores

de 380 V a 50 Hz en redes de 440 V a 60 Hz. La tensión se debería incrementar en un 20% al pasar de 50 a 60 Hz. Si aplicamos la tolerancia de + 5% para tensión, 440 V estaría comprendida en dicha tolerancia (-3.5%). El motor incrementaría su potencia un 20%, como consecuencia del aumento de velocidad en una 20%, al pasar de 50 a 60 Hz.

2.5 ESTUDIO DE CONSUMO

El coste derivado del consumo de energía es susceptible de ser minorado a través de la optimización de las instalaciones y maquinaria con las que cuenta el sector de las clínicas y hospitales.

Para ello, es necesario conocer el consumo y cuáles son las características de las instalaciones: su actividad concreta dentro del campo de la salud, su tamaño, ubicación geográfica y tipología de construcción.

Tabla 3. Mejoras potenciales y estimación de ahorro en sistemas

SISTEMA EQUIPO	MEJORAS POSIBLES	¿CÓMO?	CONSECUENCIA	AHORRO ESTIMADO (%)
Calderas (Gas/Gas-oil)	Optimización de la combustión.	Mediante análisis de la composición de los humos de escape.	Ahorro en combustible. Reducción de la factura.	15
	Aprovechamiento calores residuales.		Utilización del calor para ACS/Calefacción.	25
Climatización (bombas de calor)	Aumento del rendimiento de la máquina y recuperación de calor para ACS.	Mediante balance energético (energía entrante = saliente).	Reducción en el consumo eléctrico. Producción de ACS para consumo.	40
Motores eléctricos	Disminución de la potencia de arranque (Mediante curva de arranque controlado por rampa).	Funcionamiento mediante variador de frecuencia.	Optimización de la potencia de contrato, reduciendo el coste de la factura.	10
Bombas agua climatización	Optimización del consumo eléctrico, según la diferencia de temperatura ida y retorno.	Funcionamiento mediante variador de frecuencia.	Reducción del consumo eléctrico. Reducción del coste de la factura eléctrica.	15
Motores general	Motores alto rendimiento.	Motores especiales de alto rendimiento	Disminución del consumo eléctrico.	20
Bombas circulación fluidos (general)*	Regulación de la potencia en función de la presión.	Sondas de presión y variador de frecuencia.	Reducción del consumo eléctrico.	15

Compresores de aire	Utilización del calor sobrante de la refrigeración de los compresores .	Reutilización del aire caliente.	Reducción del consumo eléctrico/gas para la climatización. Reducción del coste en la factura eléctrica/gas.	30
Iluminación: Zonas auxiliares	Pasillos, lavabos, sótanos, etc. Reducción del tiempo de uso.	Incorporando temporizadores/detectores de presencia.	Reducción del consumo eléctrico. Reducción del coste en la factura.	60
Lámparas dicroicas	Reducción del consumo eléctrico (reducción de la potencia).	Cambio por lámparas dicroicas IRC de menor potencia.	Reducción del consumo eléctrico. Reducción del coste en la factura.	80
Iluminación exterior	Optimización del consumo.	Lámparas compactas de bajo consumo. Cambio de lámparas de vapor de sodio de alta presión.	Reducción del consumo eléctrico. Reducción del coste en la factura.	40
Iluminación interior (fluorescentes)	Disminución del consumo y de la potencia de encendido.	Cambio de las reactancias convencionales por balastos electrónicos de alta frecuencia .	Disminución del consumo eléctrico y de la potencia. Reducción del coste en la factura.	20
Iluminación interior (incandescencia)	Disminución del consumo y de la potencia de encendido.	Cambio a lámparas de bajo consumo.	Disminución del consumo eléctrico y de la potencia. Reducción del coste en la factura.	85

2.6 ILUMINACIÓN

La iluminación es un apartado que representa aproximadamente el 35% del consumo eléctrico dentro de una instalación del sector, dependiendo este porcentaje de varios factores: tamaño, fachada, aportación de iluminación natural, de la zona donde esté ubicada y del uso que se le dé a cada estancia dentro de la instalación.

Fuente de luz o lámpara. Es el elemento destinado a suministrar la energía lumínica.

Luminaria. Aparato cuya función principal es distribuir la luz proporcionada por la lámpara.

Equipo auxiliar. Muchas fuentes de luz no pueden funcionar con conexión directa a la red y necesitan dispositivos que modifiquen las características de la corriente de manera que sean aptas para su funcionamiento.

Estos tres elementos constituyen la base del alumbrado y de ellos va a depender esencialmente su eficiencia energética.

Para una instalación de alumbrado existe un amplio rango de medidas para reducir el consumo energético, entre las que destacan las siguientes:

Lámparas fluorescentes con balastos electrónicos (On/Off y Regulables). Las lámparas fluorescentes son generalmente las lámparas más utilizadas para las zonas donde se necesita una luz de buena calidad y pocos encendidos. Este tipo de lámpara necesita de un elemento auxiliar que regule la intensidad de paso de la corriente, que es la reactancia o balasto.

Los balastos electrónicos no tienen pérdidas debidas a la inducción ni al núcleo, por lo que su consumo energético es notablemente inferior.

En la Tabla 4 se muestra cómo varía el consumo energético en un tubo fluorescente de 58 W, al sustituir el balasto convencional por un balasto de alta frecuencia.

Tabla 4. Comparación entre balasto convencional y balasto electrónico

Luminaria con tubos fluorescentes 2x58W con balasto convencional		Luminaria con tubos fluorescentes 2x58W con balasto electrónico	
POTENCIA ABSORBIDA		POTENCIA ABSORBIDA	
Lámparas (2 x 58 W)	116 W	Lámparas (2 x 51 W)	102 W
Balasto Convencional	30 W	Balasto electrónico	11 W
TOTAL	146 W	TOTAL	113 W
DISMINUCIÓN CONSUMO ENERGÉTICO		22,60%	

Existen balastos electrónicos que facilitan la regulación de la intensidad de la lámpara, lo cual, a su vez, permite adaptar el nivel de iluminación a las necesidades.

El inconveniente de la aplicación del balasto electrónico está en su inversión, que es mayor que la de uno convencional, lo que hace que se recomiende la sustitución en aquellas luminarias que tengan un elevado número de horas de funcionamiento.

En el caso de instalación nueva, es recomendable, a la hora de diseñar el alumbrado, tener en cuenta la posibilidad de colocar luminarias con balasto electrónico, ya que, en este caso, el coste de los equipos no es mucho mayor y se amortiza con el ahorro que produce.

Lámparas de descarga. Las lámparas de descarga de alta presión son hasta un 35% más eficientes que los tubos fluorescentes con 38 mm de diámetro, aunque presentan el inconveniente de que su rendimiento de color no es tan bueno.

Es por ello que su aplicación resulta interesante en los lugares donde no se requiere un elevado rendimiento de color, como en las habitaciones de los pacientes, salas de espera, etc. También pueden regular su intensidad lumínica hasta un 50%, incluso existen algunas regulables hasta un 20%.

2.7 RETIE

El primero de mayo de 2005 entró a regir en Colombia el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE, cuyo objeto es establecer las medidas que garanticen la seguridad de las personas, la vida animal y vegetal, y la preservación del medio ambiente, previniendo, minimizando o eliminando los riesgos de origen eléctrico.

El RETIE se aplica a toda instalación eléctrica nueva, ampliación y remodelación de la misma que se realice en los procesos de Generación, Transmisión, Transformación, Distribución y Utilización de la energía eléctrica, así como a algunos productos de mayor utilización en las instalaciones eléctricas.

El Reglamento debe ser observado por las personas que de una u otra manera estén involucradas con estas instalaciones, tales como los fabricantes y quienes comercialicen dichos productos, diseñen, dirijan, construyan, hagan interventoría o emitan dictamen de inspección de las instalaciones; las empresas que prestan el servicio de energía eléctrica, los organismos de certificación de productos o de inspección de las instalaciones.

Para probar el cumplimiento del RETIE se utiliza el mecanismo de certificación de la conformidad, que se aplica tanto a los productos que el RETIE le establece requisitos obligatorios, como a las instalaciones ya terminadas.

El Reglamento establece DISPOSICIONES TRANSITORIAS, que permiten optimizar costos y madurar los sistemas de verificación del cumplimiento del mismo, sin dejar de exigir que las instalaciones se construyan cumpliendo los estándares de seguridad requeridos, lo cual redundará en la reducción de costos a los usuarios por la prevención de accidentes, disminución de mantenimiento correctivo y menor reposición de productos defectuosos.

Objeto del RETIE. Establecer medidas que garanticen la seguridad de las personas, de la vida animal y vegetal y la preservación del medio ambiente; previniendo, minimizando o eliminando los riesgos de origen eléctrico. Estas prescripciones parten de que se cumplan los requisitos civiles, mecánicos y de fabricación de equipos.

Para cumplir estos objetivos legítimos, el RETIE se basó en los siguientes objetivos específicos:

- Fijar las condiciones para evitar accidentes por contactos eléctricos directos e indirectos.
- Establecer las condiciones para prevenir incendios causados por electricidad.
- Fijar las condiciones para evitar quema de árboles causada por acercamiento a líneas de energía.
- Establecer las condiciones para evitar muerte de animales causada por cercas eléctricas.
- Establecer las condiciones para evitar daños debidos a sobrecorrientes y sobretensiones
- Adoptar los símbolos de tipo verbal y gráfico que deben utilizar los profesionales que ejercen la electrotecnia.
- Minimizar las deficiencias en las instalaciones eléctricas.
- Establecer claramente los requisitos y responsabilidades que deben cumplir los diseñadores, constructores, operadores, propietarios y usuarios de instalaciones eléctricas, además de los fabricantes, distribuidores o importadores de materiales o equipos.
- Unificar las características esenciales de seguridad de productos eléctricos de más utilización, para asegurar mayor confiabilidad en su funcionamiento.
- Prevenir los actos que puedan inducir a error a los usuarios, tales como la utilización o difusión de indicaciones incorrectas o falsas o la omisión de datos verdaderos que no cumplen las exigencias del Reglamento.
- Exigir confiabilidad y compatibilidad de los productos y equipos eléctricos mencionados expresamente.

Normatividad de colores. El Numeral 4 del Artículo 11 del RETIE indica: “Con el objeto de evitar accidentes por mala interpretación de los niveles de tensión y unificar los criterios para instalaciones eléctricas, se debe cumplir el código de colores para conductores establecido en la Tabla 13 del RETIE (Tabla 1 en este documento). Se tomará como válida para determinar este requisito el color propio del acabado exterior del conductor o en su defecto, su marcación debe hacerse en las partes visibles con pintura, con cinta o rótulos adhesivos del color respectivo. Este requisito es también aplicable a conductores desnudos, como barrajes”¹².

NTC 2050. La Norma Técnica NTC 2050 o Código Eléctrico Colombiano, ha sido de obligatorio cumplimiento durante cerca de 20 años y son varias las normas legales, reglamentarias que dan a entender esa obligatoriedad, el RETIE expresa la obligatoriedad de cumplir la NTC 2050 Primera Actualización, en sus siete primeros capítulos.

El objetivo de este código es la salvaguardia de las personas y de los bienes contra los riesgos que pueden surgir por el uso de la electricidad.

Este código contiene disposiciones que se consideran necesarias para la seguridad. El cumplimiento de las mismas y el mantenimiento adecuado darán lugar a una instalación prácticamente libre de riesgos, pero no necesariamente eficiente, conveniente o adecuada para el buen servicio o para ampliaciones futuras en el uso de la electricidad.

Nota. Dentro de los riesgos, se pueden resaltar los causados por sobrecarga en instalaciones eléctricas, debido a que no se utilizan de acuerdo con las disposiciones de este código. Esto sucede porque la instalación inicial no prevé los posibles aumentos del consumo de electricidad. Una instalación inicial adecuada y una previsión razonable de cambios en el sistema, permitirá futuros aumentos del consumo eléctrico.

El código NTC 2050 está hecho para que resulte adecuada su utilización por organismos que tengan jurisdicción legal sobre las instalaciones eléctricas y para ser aplicado por personal autorizado. La autoridad que tenga jurisdicción sobre el cumplimiento de este código debe ser responsable de interpretar las reglas, de decidir la aprobación de los equipos y materiales y de conceder los permisos especiales que contemplan algunas de estas reglas. La autoridad con jurisdicción puede pasar por alto determinados requisitos de este código o permitir métodos alternativos cuando esté segura de que se pueden conseguir objetivos equivalentes, creando y manteniendo una seguridad efectiva. Este código puede exigir nuevos productos, construcciones o materiales que quizá no estén disponibles en el momento de adopción del mismo. En tal caso, la autoridad con jurisdicción puede autorizar el uso de productos, construcciones o materiales que cumplan con los objetivos equivalentes de seguridad.

Conductores eléctricos. En consideración a su utilización en cada instalación eléctrica, independiente del nivel de tensión, se establecen los parámetros relacionados con los conductores de mayor utilización en el sector eléctrico. A los cables y cordones flexibles usados en instalaciones eléctricas objeto de este Reglamento, se les aplicarán los requisitos establecidos en la tabla 310-16 de la NTC 2050 Primera actualización (tabla 2 en este documento), siempre y cuando tales requisitos estén referidos a la seguridad. Por lo tanto, cuando se especifique un cable o alambre en AWG o Kcmil debe cumplir con los requisitos que aparecen

a continuación. La conformidad se verifica mediante inspección y ensayos con equipos de medida que garanticen la precisión dada en las tablas 13.

Puesta a tierra. Los conductores de las instalaciones y circuitos se ponen a tierra para limitar las tensiones debidas a rayos, subidas de tensión en la red o contacto accidental con líneas de alta tensión y para estabilizar la tensión a tierra durante su funcionamiento normal. Los conductores de puesta a tierra de los equipos se conectan equipotencialmente al conductor del sistema puesto a tierra de modo que ofrezcan un camino de baja impedancia para las corrientes de falla, que facilite el funcionamiento de los dispositivos de protección contra sobrecorriente 15.

Requisitos de un sistema de puesta a tierra:

- Garantizar condiciones de seguridad a los seres vivos.
- Presentar mínima variación de la resistencia debida a cambios ambientales.
- Permitir a los equipos de protección despejar rápidamente las fallas.
- Tener suficiente capacidad de conducción y disipación de corrientes de falla.
- Evitar ruidos eléctricos.
- Ser resistente a la corrosión.
- Tener facilidad de mantenimiento.
- Se deben tener en cuenta las normas técnicas NTC relacionadas con el tema.

2.7.1 Gestión energética integral sobre instalaciones eléctricas

En Colombia la Ley 697 de 2001 conocida como la LEY URE define el URE como: *“El aprovechamiento óptimo de la energía en todas y cada una de las cadenas energéticas, desde la selección de la fuente energética, su producción, transformación, transporte, distribución, y consumo incluyendo su reutilización cuando sea posible, buscando en todas y cada una de las actividades, de la cadena el desarrollo sostenible” su objetivo es fomentar el uso racional y eficiente de la energía, y promover la utilización de energías alternativas.”*

Sin embargo, a pesar de la difusión que se le ha dado al tema, y ser anterior al RETIE (Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas), no ha llegado a tener la misma repercusión en Colombia que ha tenido el RETIE, el cual por ser coercitivo de alguna manera, si ha llegado e impactado en muchas de las empresas en Colombia hoy en día.

Además en general, la ley URE 697 y su reglamento son documentos cargados de buenas intenciones, pero sin una estrategia, ni planes de acción concretos que permitan lograr incentivos estatales, compromisos por parte de los operadores de redes eléctricas y comercializadores de energía y demás entes involucrados, en implementar programas y acciones que le apunten a lograr ahorros de energía reales en los sectores de uso final de la energía.

Los principales trabajos que se han desarrollado han sido por parte de la UPME, y otras entidades tales como la comisión intersectorial para el uso racional y eficiente de la energía y fuentes no convencionales de energía (CIURE) quienes han desarrollado trabajos de investigación realizados por Universidades del país con el apoyo financiero de Conciencias y empresas del sector eléctrico e industrial. En la página web de la UPME <http://www.upme.gov.co> y en la pagina <http://www.si3ea.gov.co> se pueden consultar bastantes cartillas y documentos de apoyo al tema URE, y SGIE realizados por consultores Colombianos y extranjeros. Algunos operadores de red han implementado acciones tendientes a apoyar e incentivar programas de ahorro energético, sin embargo siguen siendo esfuerzos puntuales sin enfoque nacional.

Por esta razón, así como por causas de falta de conocimiento sobre el tema y la falta de incentivos y posibilidades de financiamientos de bajo costo ha hecho que los sectores de uso final de la energía no se motiven a implementar programas de ahorro de energía.

Importancia de un programa de Eficiencia Energética. Un programa de eficiencia energética de alcance nacional, por su naturaleza, es uno de los mecanismos de mayor impacto e importancia que permite asegurar el abastecimiento energético, la competitividad de la economía nacional, la protección del consumidor y la promoción de las fuentes energéticas no convencionales como un asunto de interés social, público y de conveniencia nacional, de acuerdo con lo establecido en la ley.

En este contexto la formulación del programa debe estar soportada en avances y trayectorias exitosas, de tal forma que en sus procesos de construcción y ejecución se logren concertar los alcances y establecer los compromisos con los actores tanto públicos como privados para lograr los impactos esperados en productividad, competitividad, disminución de la intensidad energética, disminución de los impactos ambientales, el mejoramiento de la calidad de vida y en el acceso a fuentes y tecnologías para todos los ciudadanos.

En este contexto, La ley 697 de 2001 en su artículo 4 define como entidad responsable al Ministerio de Minas y Energía, con la responsabilidad de promover, organizar, asegurar el desarrollo y el seguimiento de los programas de uso racional y eficiente de la energía con los siguientes objetivos : 1) Promover y asesorar los proyectos URE, presentados por personas naturales o jurídicas de

derecho público o privado, de acuerdo con los lineamientos del programa de Uso Racional y Eficiente de la Energía y demás formas de energía no convencionales (PROURE), estudiando la viabilidad económica, financiera, tecnológica y ambiental y 2) Promover el uso de energías no convencionales dentro del programa de Uso Racional y Eficiente de la Energía y demás formas de Energía no Convencionales (PROURE), estudiando la viabilidad tecnológica, ambiental y económica”.

2.7.2 Marco constitucional y legal.

2.7.2.1 Marco constitucional. La constitución política de Colombia establece como deber del Estado el logro de la eficiencia en la prestación de los servicios públicos. Para ello crea el marco de la libre competencia en dichas actividades, admite la concurrencia de los particulares en éste sector de la economía y acentúa el papel regulador del Estado.

2.7.2.2 Marco legal. Que la Ley 697 de 2001, determina el Uso Racional y Eficiente de la Energía (URE) como asunto de interés social, público y de conveniencia nacional, fundamental para asegurar el abastecimiento energético pleno y oportuno, la competitividad de la economía colombiana, la protección al consumidor y la promoción del uso de energías no convencionales, de manera sostenible con el medio ambiente y los recursos naturales.⁴.

- *Ley 697 de 2001 -Ley Eléctrica.* Establece que la obtención de la mayor eficiencia energética, bien sea de una forma original de energía y/o durante cualquier actividad de producción, transformación, transporte, distribución y consumo de las diferentes formas de energía.
- *Ley 143 de 1994 -Ley Eléctrica.* Regula las actividades de generación, interconexión, transmisión, distribución, y comercialización de electricidad.

3 METODOLOGÍA.

A continuación se describen las actividades desarrolladas en cada una de las etapas de desarrollo del proyecto. Inicialmente se realiza un estudio y revisión bibliográfica de los sistemas de energía eléctrica presentes en el hospital.

3.1 SISTEMAS DE ENERGIA ELECTRICA EN EL HOSPITAL UNIVERSTARIO DEPARTAMENTAL DE NARIÑO

3.1.1 Sistema de emergencia. El sistema de emergencia puede estar compuesto de dos partes: el circuito para la seguridad de la vida y el circuito crítico. Estos circuitos deben estar limitados a circuitos esenciales para funciones específicas.

Se deberá exigir en todos los hospitales un circuito para la seguridad de la vida y un circuito crítico.

- El circuito para la seguridad de vida deberá alimentar a los equipos de iluminación, alarma y alerta, que deben funcionar permanentemente para la seguridad de la vida durante las emergencias.
- El circuito crítico deberá alimentar a los aparatos de iluminación y tomacorrientes en áreas de cuidado de pacientes críticos.

Los alimentadores del sistema de emergencia deberán estar físicamente separados de la instalación normal o deberán estar protegidos de manera que se reduzcan las posibilidades de interrupción simultánea.

El circuito para la seguridad de la vida y el circuito crítico de un sistema de emergencia, deberán instalarse en canalizaciones metálicas. Estos circuitos deberán mantenerse completamente independientes de todas las Instalaciones y equipos, y no deberán instalarse en las mismas canalizaciones, cajas o gabinetes con cualquier otra instalación.

Se deberán conectar al sistema de emergencia solamente los aparatos de alumbrado y los equipos que desempeñan las funciones indicadas en este capítulo.

Todos los circuitos de un Sistema de Emergencia deberán instalarse y conectarse a una fuente auxiliar de energía para que el suministro al alumbrado y a los equipos sea automáticamente restablecido en los 10 segundos siguientes a la interrupción de la fuente.

El sistema de emergencia en sanatorios e Instalaciones residenciales de asistencia y cuidado, deberá instalarse y conectarse al grupo de emergencia de

modo que todas las funciones específicas principales sean restablecidas automáticamente para operar dentro de los 10 segundos de interrumpirse la fuente normal.

El sistema de emergencia deberá consistir del circuito para la seguridad de la vida y el circuito crítico.

3.1.2 Circuitos para la seguridad de la vida. El circuito para la seguridad de la vida de un sistema de emergencia deberá alimentar a los aparatos de iluminación, los tomacorrientes y otros equipos que estén relacionados con la seguridad de la vida, como se indica a continuación:

- Iluminación de los medios de escape, tales como la iluminación requerida para corredores, pasajes, escaleras y accesos a puertas de salidas, y todas las vías necesarias para llegar a las salidas.
- Señales de salida.

Sistemas de alarma, que incluyen:

- Alarmas de incendio accionadas en estaciones manuales, por dispositivos de alarma eléctrica de flujo de agua conectadas al sistema de rociadores, y dispositivos automáticos de detección de incendio, de humos o de productos de combustión.
- Alarmas requeridas para los sistemas que se usan para la distribución de gases medicinales no inflamables.
- Sistemas de comunicación en hospitales, cuando éstos se usan para transmitir instrucciones durante condiciones de emergencia, incluyendo las necesidades de energía para el sistema local de teléfono.
- Lugar donde está ubicado el grupo generador, incluyendo al alumbrado de trabajo y los tomacorrientes seleccionados.
- Iluminación de los corredores para la transferencia nocturna. Para la transferencia nocturna de los pacientes en sanatorios e instalaciones residenciales de asistencia y cuidado, las disposiciones de maniobra de la iluminación de corredores desde los circuitos de iluminación general a los circuitos de iluminación nocturna deberán ser permitidos de tal manera que uno de los dos circuitos pueda ser seleccionado y ambos circuitos no puedan ser apagados al mismo tiempo.

Figura 14. Típico sistema eléctrico menor

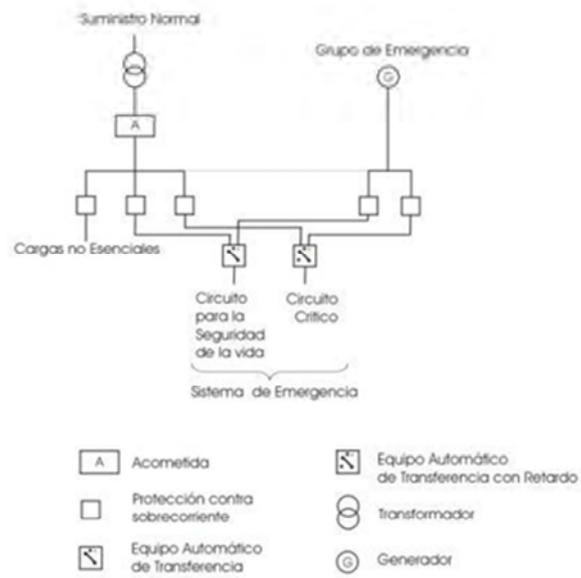
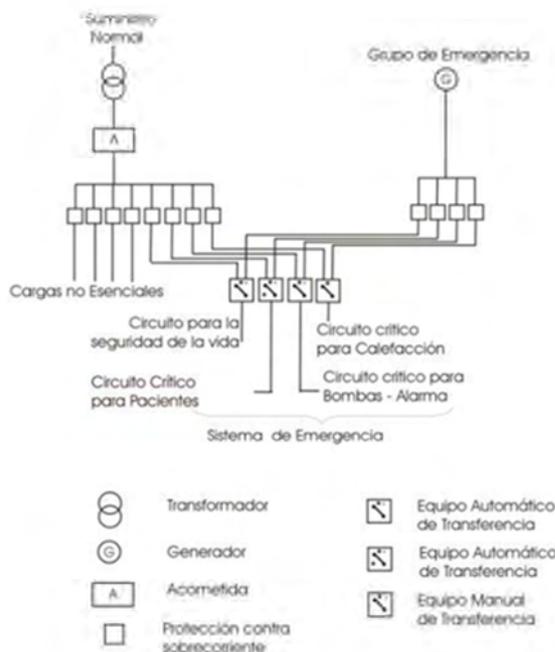


Figura 15. Típico sistema eléctrico mayor



3.1.3 Circuitos críticos. El circuito crítico deberá ser instalado y conectado a un grupo de emergencia de tal manera que la operación del equipo, sea restablecido automáticamente en intervalos de tiempo retardados apropiados después del restablecimiento del servicio del circuito crítico.

Los siguientes equipos deberán estar dispuestos para conectarse automáticamente al grupo de emergencia:

- Áreas para el cuidado de pacientes. El alumbrado de los puestos de trabajo y los tomacorrientes seleccionados en: lugares de preparación de medicinas, áreas de distribución de medicinas y puestos de enfermeras.
- Las bombas de aguas negras u otros equipos que deben funcionar para la seguridad de aparatos principales, incluyendo los sistemas relacionados de control y las alarmas.
- La iluminación de la cabina del ascensor y los sistemas de comunicaciones.

El servicio de ascensores, si existe, deberá estar dispuesto para ser conectado automáticamente o manualmente al grupo de emergencia. Este servicio debe incluir las conexiones para la iluminación de la cabina, los controles y el sistema de señalización.

3.1.4 Hospitales. Las disposiciones del presente acápite deberán aplicarse a los hospitales y otras Instalaciones de asistencia médica para servicio de pacientes que puedan valerse por sí mismos.

Los sistemas eléctricos esenciales en los hospitales, deberán componerse de dos partes; el Sistema de Emergencia y el Sistema de Equipos. Estos sistemas deberán ser capaces de alimentar a los servicios de alumbrado y fuerza que se consideran esenciales para la seguridad de la vida y el funcionamiento efectivo de las Instalaciones durante el tiempo de interrupción del servicio eléctrico normal que ocurra por cualquier causa.

3.1.5 Circuitos eléctricos crítico de hospitales. El circuito crítico de un sistema de emergencia deberá servir solamente a las áreas y funciones relacionadas con el cuidado de pacientes. Estos circuitos críticos se indican a continuación:

- Transformadores aisladores, que alimenten lugares de anestesia.
- Alumbrado de trabajo y tomacorrientes seleccionados en guarderías infantiles, lugares de preparación y expendio de medicinas, lugares seleccionados para el cuidado minucioso de recién nacidos, lugares camas de psiquiatría (sólo alumbrado de trabajo), puestos de enfermera, salas comunes de tratamiento, salas quirúrgicas y obstétricas, laboratorios anglográficos, laboratorio de cateterización cardiaca, unidades de cuidado de las coronarias, salas de parto, unidades para diálisis, salas de tratamiento de emergencia, laboratorios de fisiología humana, unidades de cuidado intensivo, salas de operaciones, salas de recuperación postoperatoria, corredores en áreas para el cuidado de pacientes generales.

3.1.6 Sistema eléctrico para equipos hospitalarios. El sistema eléctrico para equipos hospitalarios deberá instalarse y conectarse al grupo de emergencia, de manera que se pongan automáticamente en servicio. Con esta disposición se debe obtener también la reconexión de los equipos con acción retardante automática o manual.

Los componentes siguientes del Sistema de Equipos deberán estar dispuestos para ponerse nuevamente en servicio automáticamente:

- Sistemas centrales de vacío y de aire que cumplen funciones medicinales y quirúrgicas.
- Bombas de sumidero y otros equipos que incluyan sistemas de control y alarma necesarios para el funcionamiento con seguridad de los aparatos esenciales.

Se requiere que los componentes siguientes del sistema de equipos estén dispuestos para ser conectados manual o automáticamente al grupo de emergencia:

- El equipo de calefacción, si lo hay, en salas de cirugía, partos, faenas, recuperación, habitaciones de pacientes, unidades de cuidado intensivo y salas de recién nacidos.
- Se exceptuará la calefacción de las habitaciones de los pacientes durante una interrupción del servicio eléctrico normal, cuando el hospital está alimentado al menos por dos servicios de energía eléctrica con fuentes distintas de energía para cada uno, o por una red de distribución alimentada por dos o más generadores.
- El servicio de los ascensores que sirve a los pisos de pacientes, planta baja y los pisos donde están ubicadas las salas de operaciones y salas de partos, con sus ambientes anexos. Esto debe incluir las conexiones para el alumbrado de la cabina y para los sistemas de control y señalización.
- Los sistemas de ventilación de inyección y extracción para las campanas de humos de laboratorios, para salas quirúrgicas, salas obstétricas, sala de recién nacidos y para locales de asistencia médica de emergencia, cuando tales áreas no tienen ventanas.

Los componentes del sistema de equipos indicados a continuación pueden estar dispuestos para ser conectados manual o automáticamente al grupo de emergencia.

- Autoclaves seleccionadas, cuando están calentadas o controladas eléctricamente.
- Otros equipos seleccionados en lugares tales como cocinas, lavanderías, cuartos de radiología y el cuarto central de refrigeración.

Las bombas contra incendios podrán ser manualmente conectadas al Sistema de Equipos con tal que haya suficiente capacidad, o podrán ser conectadas a un grupo de emergencia particular.

3.1.7 Fuentes de energía. Los sistemas eléctricos esenciales deberán tener por lo menos dos fuentes independientes de alimentación; una fuente normal que alimente generalmente todo el hospital y uno o varios grupos de emergencia para uso cuando el servicio normal está interrumpido.

El grupo de emergencia deberá estar formado por uno o varios grupos generadores accionados por alguna clase de fuerza motriz y ubicada en algún lugar de la edificación.

Cuando la fuente normal está formada de unidades generadoras ubicadas en dependencias de la edificación, el grupo de emergencia puede ser otro grupo generador o un servicio de energía eléctrica exterior.

Todos los equipos deberán estar ubicados de tal modo que se evite en lo posible su daño completo por causas tales como inundaciones, fuegos y formación de hielo.

3.1.8 Áreas de cuidado de pacientes. El presente acápite tiene por objeto determinar los criterios de funcionamiento y los métodos de instalación que deberán emplearse para disminuir los peligros eléctricos mediante el mantenimiento de bajas diferencias de potencial en forma adecuada entre partes conductoras que pudieran entrar en contacto con un paciente.

En Instalaciones de asistencia médica, es difícil prevenir la presencia de un trayecto conductor o capacitivo desde el cuerpo del paciente o algún objeto puesto a tierra, porque este trayecto puede establecerse accidentalmente, o a través de instrumentos directamente conectados al paciente. Todas las demás superficies eléctricamente conductoras que puedan proporcionar un contacto adicional con el paciente y otros instrumentos que puedan conectarse al paciente, constituyen posibles fuentes de corrientes eléctricas que pasarán por su cuerpo.

Al aumentar el número de aparatos relacionados con el paciente, se aumenta el peligro y en consecuencia se deberán tomar mayores precauciones. Se presenta un problema especial con pacientes cuyo corazón está conectado a un conductor eléctrico llevado hasta fuera. Los pacientes pueden ser electrocutados con niveles de corriente tan bajos que se debe tener consideraciones especiales al diseñar las condiciones eléctricas alrededor de los pacientes. Se requieren protecciones adicionales en el diseño de artefactos y en los controles de las prácticas médicas.

Las áreas de cuidado de pacientes deberán clasificarse en una de las dos categorías siguientes:

- Áreas de cuidado general.
- Áreas de cuidado crítico.

La designación de las áreas en los hospitales, de acuerdo con la clasificación de los pacientes estará bajo la responsabilidad del cuerpo médico encargado de este servicio.

3.1.8.1 Funcionamiento de la puesta a tierra. Entre dos superficies cualesquiera expuestas y conductoras en la vecindad del paciente, no debe existir diferencias de potencial mayores que las indicadas a continuación en frecuencias de 1000 Hz o menores, medidas a través de una resistencia de 1000 ohmios.

- Áreas de cuidado general. 500 mV en funcionamiento normal.
- Áreas de cuidado crítico. 1000 mV en funcionamiento normal.

3.2 Áreas de cuidado general. Cada ubicación de la cama del paciente debe estar provista de un mínimo de 4 tomacorrientes simples o dos tomacorrientes dobles; cada tomacorriente debe ser puesto a tierra por medio de un conductor de cobre aislado.

Cada ubicación de la cama del paciente debe estar alimentada por lo menos con dos circuitos derivados, al menos uno de los cuales provenga del tablero del sistema normal; todo circuito derivado del sistema normal deberá originarse en el mismo tablero. Se exceptúa los circuitos derivados que alimentan sólo a salidas o tomacorrientes para usos especiales, tales como una salida para rayos X portátil, que no requiere una alimentación directa desde el tablero.

Las barras terminales de puesta a tierra de protección de los tableros del sistema eléctrico normal y esencial deben interconectarse por medio de un puente de unión continuo de cobre aislado de sección no menor de 4 mm².

3.2.1 Áreas de cuidado crítico. Cada ubicación de la cama del paciente debe estar provista de un mínimo de 6 tomacorrientes simples ó de 3 dobles y puestos a tierra al punto de puesta a tierra de referencia, por medio de un conductor de protección de cobre.

Cada ubicación de la cama del paciente debe estar alimentada por lo menos con dos circuitos derivados, perteneciendo uno o más de ellos al sistema de emergencia. Al menos uno de ellos deberá ser un circuito derivado individual. Todo circuito derivado del sistema normal deberá provenir desde un único tablero;

todo circuito derivado del sistema de emergencia deberá provenir desde un simple tablero.

Los tomacorrientes del sistema de emergencia deberán identificarse indicándose el número del tablero y circuito que lo alimentan. Se exceptúan los circuitos derivados que alimentan sólo aparatos o equipos de usos especiales, los cuales pueden ser alimentados por otros tableros.

Cada ubicación de la cama del paciente deberá estar provista de un punto de puesta a tierra en la vecindad del paciente, conectado al punto de puesta a tierra de referencia por medio de un conductor continuo de cobre aislado, no menor de 4 mm², conectado directamente con el punto de puesta a tierra de referencia o por medio de un conductor conectado permanentemente al conductor de protección desde un tomacorriente cercano. El punto de puesta a tierra del paciente deberá contener una o más tomas de clavijas aprobadas para el propósito de la puesta a tierra de los equipos portátiles no eléctricos.

Las barras terminales de puesta a tierra de equipos de los tableros del sistema de emergencia y normal deberán unirse entre sí por medio de un conductor de cobre continuo aislado de sección no menor de 4 mm².

Deberá proveerse uno o más puntos de interconexión de la habitación y deberán estar conectados al punto de puesta a tierra de referencia por medio de un conductor de cobre continuo aislado de una sección no menor de 4 mm².

3.2.2 Sistema eléctrico de distribución puesto a tierra. Cuando el sistema eléctrico de distribución está puesto a tierra, la puesta a tierra del tubo del alimentador deberá asegurarse por medio de boquillas de puesta a tierra y por medio de conductores de cobre continuo, de una sección no menor de 2,5 mm², extendido desde la boquilla de puesta a tierra hasta la barra de puesta a tierra del tablero.

3.2.3 Fuente de energía aislada no puesta a tierra. Cuando se utiliza una fuente de energía aislada puesta a tierra y limita la corriente inicial de falla a una baja magnitud, el conductor de protección asociado con el circuito secundario, puede ser corrido fuera de la cubierta de los conductores de fuerza en el mismo circuito.

3.2.4 Conductor de protección para tomacorrientes de uso especial. El conductor de protección para tomacorrientes de uso especial tales como los equipos de rayos X móviles, deberá prolongarse hasta el punto de puesta a tierra de referencia para todos los lugares donde puedan necesitarse estos tomacorrientes. Si un circuito es alimentado desde un sistema aislado no puesto a tierra, el conductor de protección no requerirá tenderse junto con los otros conductores de fuerza del circuito, sin embargo el terminal de puesta a tierra de

equipo del tomacorriente de uso especial deberá conectarse al punto de puesta a tierra de referencia.

Lugares húmedos. Los tomacorrientes de 220 V monofásicos de 15 y 20 A utilizados en lugares húmedos deberán estar provistos de interruptores de protección contra fugas a tierra si la interrupción de energía en condiciones de falla a tierra son tolerables, o deberá utilizarse un sistema de energía aislada, si estas interrupciones de energía no pueden ser tolerables.

Equipos de rayos X instalados permanentemente .Los equipos de rayos X, instalados permanentemente, deberán tener un conductor de cobre aislado, separado, continuo, de una sección no menor de 25 mm² que esté asegurado a la estructura del soporte del paciente y a la parte estacionaria del sistema.

Un sistema de rayos X instalado permanentemente, que incluya todo el equipo alimentado por el generador de rayos X, no requiere ser alimentado por un sistema independiente. Los conductores de protección anexos con el equipo tendrán una resistencia máxima de corriente continua de 0,025 ohmios, medida entre el chasis y el punto de tierra del paciente.

Capacidades nominales de los conductores de alimentación y de la protección contra sobrecorriente

Las capacidades nominales de los conductores de alimentación de los circuitos derivados y los dispositivos de protección contra sobrecorriente, no deben ser menores que el 50% de la potencia del régimen momentáneo o el 100% de la potencia del régimen prolongado del equipo de rayos X, escogiéndose el mayor de los dos valores.

La capacidad de corriente y la capacidad nominal de los dispositivos contra sobrecorrientes de un alimentador para dos o más circuitos derivados que alimentan unidades de rayos X, no deberá ser menor que el 100% de la capacidad del régimen momentáneo (como se indica en a) de los dos aparatos de rayos X de diagnóstico médico más grande, más el 20% de la capacidad del régimen momentáneo de otros aparatos de rayos X de diagnóstico médico. Los equipos de rayos X para terapia médica o uso industrial deberán calcularse al 100%.

La capacidad de corriente de los conductores de los circuitos derivados y la capacidad de los medios de desconexión y protección contra sobrecorriente de los equipos de rayos X son generalmente indicados por el fabricante para una instalación específica.

3.2.5 Transformadores. El transformador es un artefacto que cambia la energía eléctrica de corriente alterna de un nivel de voltaje, mediante la acción de un campo magnético. Consiste en dos o más bobinas de alambre envueltas alrededor del núcleo ferromagnético común. Estas bobinas no están conectadas

directamente, la única conexión entre las bobinas es el flujo magnético común presente dentro del núcleo.

Cuando se compra un transformador, generalmente no se evalúan las pérdidas. Se asume que las pérdidas no son significativas, lo cual no es así y para adquirir un transformador hay que tener en cuenta su eficiencia, puesto que es un equipo que estará conectado permanentemente, por lo tanto si es ineficiente habrán pérdidas constantes y pérdidas que dependan de la carga.

Pérdidas en el hierro

- Por corrientes parásitas
- Por histéresis

Pérdidas en el cobre. Debido a la resistencia en las bobinas primarias y secundarias del transformador. Ellas son proporcionales al cuadrado de la corriente en dichas bobinas.

Los transformadores secos. Los transformadores secos son los que no utilizan líquidos aislantes. La mayoría de los usuarios de transformadores del tipo seco son conscientes de los costos iniciales extras y acepta esto como el precio a ser pagado por la conveniencia mayor. Sin embargo son menos eficientes y pueden involucrar aumentos significativos en los costos de energía.

Ventajas:

- Los transformadores secos evitan los riesgos de incendio y contaminación presentes en los transformadores de aceite, por lo que su empleo se puede extender a hoteles, centros comerciales, etc.
- Mantenimiento mínimo. Olvídense del filtrado anual del aceite o de limpiar las fugas. El mantenimiento de los transformadores secos es mínimo.
- No contaminan el medio ambiente, no hay posibilidad de derrames de líquidos, no requieren drenaje para aceite, ni sistemas costosos contra incendio.
- Resistentes al fuego, autoextinguibles, no propagan la flama y no son explosivos.
- Estos aislamientos no absorben humedad, por lo que los transformadores secos conservan permanentemente una alta resistencia óhmica aún en medios ambientes extremadamente húmedos, conservando siempre sus excelentes características dieléctricas.

- Silencioso. El transformador seco trabaja cerca de las personas, por lo que su nivel de ruido debe estar debajo de los 46 - 60 dB según su capacidad.

3.2.6 Sistema de distribución de energía eléctrica. Mientras se están considerando instalaciones y equipos mas eficientes las pérdidas de energía por sub dimensionamiento de conductores son frecuentemente ignoradas.

Si se instalan cables con el tamaño mínimo permitido, las pérdidas de energía pueden ser muy significativas. Entonces, es necesario considerar cuanto se ahorra si se evitan las pérdidas de energía a lo largo de la vida útil del conductor.

Criterios de selección

Criterio tradicional. Tradicionalmente se utiliza el criterio de minimizar el costo en la compra de los conductores eléctricos. Esto se logra escogiendo el conductor de menor sección que le permita resistir las condiciones extremas esperadas, es decir, cuya corriente máxima sea mayor que la corriente máxima del proyecto. También se considera como exigencia un máximo de caída de tensión en el extremo de la carga. Esto determina la existencia de una sección mínima impuesta por dichas condiciones de carga, instalación, caída de tensión máxima y las características del conductor.

3.2.7 Software de simulación

ABB ha desarrollado herramientas de cálculo para la estimación de los ahorros de energía que se disponga a la hora de aplicar el control eléctrico de velocidad a las máquinas de flujo determinados. Uso de herramientas y PumpSave FanSave, el control de tracción de CA en las bombas y los ventiladores se pueden comparar con los métodos tradicionales de control de flujo en términos de consumo de energía. Las herramientas también ofrecen cifras financieras para evaluar la rentabilidad de la compra de un convertidor de frecuencia ABB. PumpSave y FanSave ejecutar en Microsoft Excel y utilizar macros VBA.

3.2.8 FanSave

Calculadora de Ahorro de Energía (xls) - para comparar el control de tracción de CA en contra de los métodos tradicionales de control de flujo en los aficionados. Calcule el ahorro que se puede lograr mediante la sustitución de compuerta de salida, paletas de entrada o los métodos de control de paso con control electrónico.

3.2.9 PumpSave

Calculadora de Ahorro de Energía (xls) - para comparar el control de tracción de CA en contra de la limitación, de encendido / apagado y control de acoplamiento hidráulico con bombas. Calcular la cantidad de energía y el dinero que podría ahorrarse con convertidores de frecuencia ABB, mientras que también se deriva de otros beneficios tales como arranque y parada suaves, un factor de potencia mejorado, y la conexión en la automatización de procesos.

4 RESULTADOS

4.1 RECOLECCION DE DOCUMENTACION E INFORMACION DE LOS EQUIPOS DE SOPORTE INDUSTRIAL SELECCIONADOS

Alrededor del 70% del consumo de la energía eléctrica generada se debe al funcionamiento de los motores eléctricos. Incontables ejemplos de su aplicación, se tienen en la industria, el comercio, los servicios y el hogar.

Es significativo el hecho de que los motores eléctricos, suministran en su mayor parte, la energía que mueve los accionamientos industriales, por lo que la operación y conservación de los motores en la industria, representa uno de los campos más fértiles de oportunidades en el ahorro de energía, que se traducen en una reducción en los costos de producción y en una mayor competitividad.

El ahorro de energía comienza desde la selección apropiada de los motores. Siempre hay uno adecuado a las necesidades que se tienen, tanto en lo que respecta a su tipo por condiciones ambientales de operación, por condiciones de arranque o regulación de velocidad, así como por su tamaño o potencia. Los mayores ahorros de energía eléctrica se obtienen cuando el motor y su carga operan a su máxima eficiencia.

4.1.1 Motores y bombas seleccionados. Dentro de las instalaciones del hospital se seleccionaron aquellos dispositivos que presentaban mayor demanda de funcionamiento, para así de esta manera maximizar el impacto de las estrategias de eficiencia energética del proyecto.

4.1.2 Bombas de recirculación.

Figura 16. Bombas de recirculación



De que son responsables estas motobombas?

Mantener una temperatura constante en el sistema.

Tiempo de operación :

Estas bombas funcionan en el periodo de tiempo de 3 am a 6 pm, lo cual se traduce en 16 horas de funcionamiento al día en promedio.

Tabla 5. Características electricas de las motobombas.

3	DS6J	HP(KW)	S(1.1)
RPM 3150			
220/440V	60Hz	SF 1.15	
4.12/2.05 A			
EFF% 82.5	PF 0.85		

4.1.3 Bomba de agua para las calderas.

Figura 17. Instalación Bomba de agua para las calderas



De que son responsables estos motores?

Estos motores son responsables de impulsar el agua hacia las calderas, de manera que estas nunca operen vacías.

Cual es su funcion en el hospital?

Mantener a las calderas siempre operacionales, garantizando la entrada de liquido constante a las mismas, para la generacion de agua caliente y vapor.

Tiempo de operación :

Estas bombas funcionan en el periodo de tiempo de 3 am a 6 pm, lo cual se traduce en 16 horas de funcionamiento al día en promedio.

Tabla 6. Características electricas de las motobombas.

RPM 3150	7.5 HP
220/440V	60Hz
19/9.5 A	SF 1.15
EFF% 82.5	PF 0.88

4.1.4 Motor ventilador caldera Distral.

Figura 18. Instalación **Motor ventilador caldera Distral**



De que es responsable este motor ventilador?

Este motor es responsable de impulsar la mezcla apropiada de gas y aire para la combustión.

Tiempo de operación :

Estas bombas funcionan en el periodo de tiempo de 3 am a 6 pm, lo cual se traduce en 13 horas de funcionamiento al día en promedio.

Tabla 7. Características electricas de el motor ventilador.

VOLTS 120	7.5 HP
220/440V	60Hz
19/9.5 A	
EFF% 81.2	PF 0.88

4.1.5 Motor frontal caldera continental.

Figura 19. Instalación Motor frontal caldera continental



De que es responsable este motor ventilador?

Este motor es responsable de impulsar la mezcla apropiada de gas y aire para la combustión.

Tiempo de operación :

Estas bombas funcionan en el periodo de tiempo de 3 am a 6 pm, lo cual se traduce en 13 horas de funcionamiento al día en promedio.

Tabla 8. Características eléctricas de el motor ventilador.

VOLTS 120	7.5 HP
220/440V	60Hz
19/9.5 A	
EFF% 81.2	PF 0.88

4.1.6 Bomba de empuje.

Figura 20. Instalación Bomba de empuje



De que es responsable esta bomba?

Esta bomba es responsable de mantener la presión de agua en el sistema.

Tiempo de operación :

Estas bombas funcionan en el periodo de tiempo de 3 am a 2 pm, lo cual se traduce en 11 horas de funcionamiento al día en promedio

Tabla 9. Características eléctricas de la motobomba.

3500 rpm	7.5 HP
220/440V	60Hz
19/9.5 A	SF 1.25
EFF% 75	PF 0.87

4.2 MEDICIÓN DE LOS CONSUMOS ENERGÉTICOS DE LOS EQUIPOS SELECCIONADOS

CURVA DE CONSUMO HOSPITAL DEPARTAMENTAL UNIVERSITARIO DE NARIÑO. La figura no de consumo suministrada por Cedenar respecto a un periodo de medición de un año, presenta las siguientes características:

- En el año 2011 en el periodo comprendido entre julio y diciembre, el promedio de consumo de potencia activa fue de 155.463 Kw.
- Se presentó el mayor consumo de potencia activa llegando al tope de 160.000 Kw.
- En el año 2011 en el periodo comprendido entre julio y diciembre, el promedio de consumo de potencia reactiva fue de 30.416,1 Kw.
- Se presentó el mayor consumo de potencia reactiva llegando al tope de 47.586 Kw.
- Los transformadores, motores, etc. son consumidores inductivos. Para la formación de su campo magnético estos toman potencia inductiva o reactiva de la red de alimentación, Esto significa para las plantas generadores de energía eléctrica una carga especial, que aumenta cuanto más grande es y cuanto mayor es el desfase. Esta es la causa por la cual se pide a los consumidores o usuarios mantener una factor de potencia cercano a 1. Los usuarios con una alta demanda de potencia reactiva son equipados con contadores de potencia reactiva (vatiómetro o vatímetro de potencia desvatada).
- Con la compensación se reducen la potencia reactiva y la intensidad de la corriente, quedando la potencia real constante, es decir, se mejora el factor de potencia.

- En el país, las empresas a cargo de la distribución de la energía cobran una tarifa especial a aquellas Industrias que consumen mucha energía si pasan de cierto rango; tarifas como Potencia Reactiva, por consumo superior a lo permitido, por hora pico, cada usuario conectado a la red eléctrica pertenece a una categoría de consumo, la categoría dependerá si es para uso residencial, comercial o Industrial y así será la factura al final de cada mes.
- En una industria donde su equipo eléctrico lo constituyen motores, iluminación con balastos, equipos de taladro, tornos, equipo de refrigeración etc., todo aquello que necesite magnetizarse presentara inconvenientes al momento de operar en la red, la empresa de electricidad le estará girando una factura de exceso de consumo de potencia reactiva.
- Debido a la mayor capacidad de generación de ésta. La industria debe prever que esto no suceda o se aminore; el consumo de reactiva hace que se tenga menor capacidad en la red eléctrica para suplir la demanda de otros usuarios, este exceso se cobra a una tarifa alta, la Industria actualmente está corrigiendo este factor aplicando bancos de capacitores para compensar la potencia reactiva consumida en ella, a través de generarla ellos mismos. El beneficio viene si se colocan lo más cercano a la carga que consume.
- La potencia reactiva no ejerce ningún beneficio, va y viene de la carga a la fuente, pero es muy necesario para el correcto funcionamiento del equipo, esta energía reactiva aumenta constantemente en la hora pico (4:00 p.m. a 7:30 p.m.) haciendo que el voltaje en la red disminuya como consecuencia del aumento de corriente y consumo de más reactiva. En algunos casos el usuario residencial se ve afecto al reducirse el voltaje, pero una industria (grandes clientes) se ve aun más afectada si no corrige este problema.
- El elevado consumo de Potencia reactiva ocasiona no solo la mala regulación de voltaje o bajo voltaje en una industria sino también puede afectar a otros usuarios, además una consecuencia negativa para todos: ¡el factor de potencia de la red disminuirá! Se entiende por factor de potencia la eficiencia con la cual los equipos conectados a la red aprovechan la energía que se le suministra. Uno de los objetivos de compensar la reactiva es corregir el factor de potencia, esto a través de bancos de capacitores hasta donde sea posible económicamente.
- La denominada “potencia activa” representa en realidad la “potencia útil”, o sea, la energía que realmente se aprovecha cuando ponemos a funcionar un equipo eléctrico y realiza un trabajo. Por ejemplo, la energía que entrega el eje de un motor cuando pone en movimiento un mecanismo o

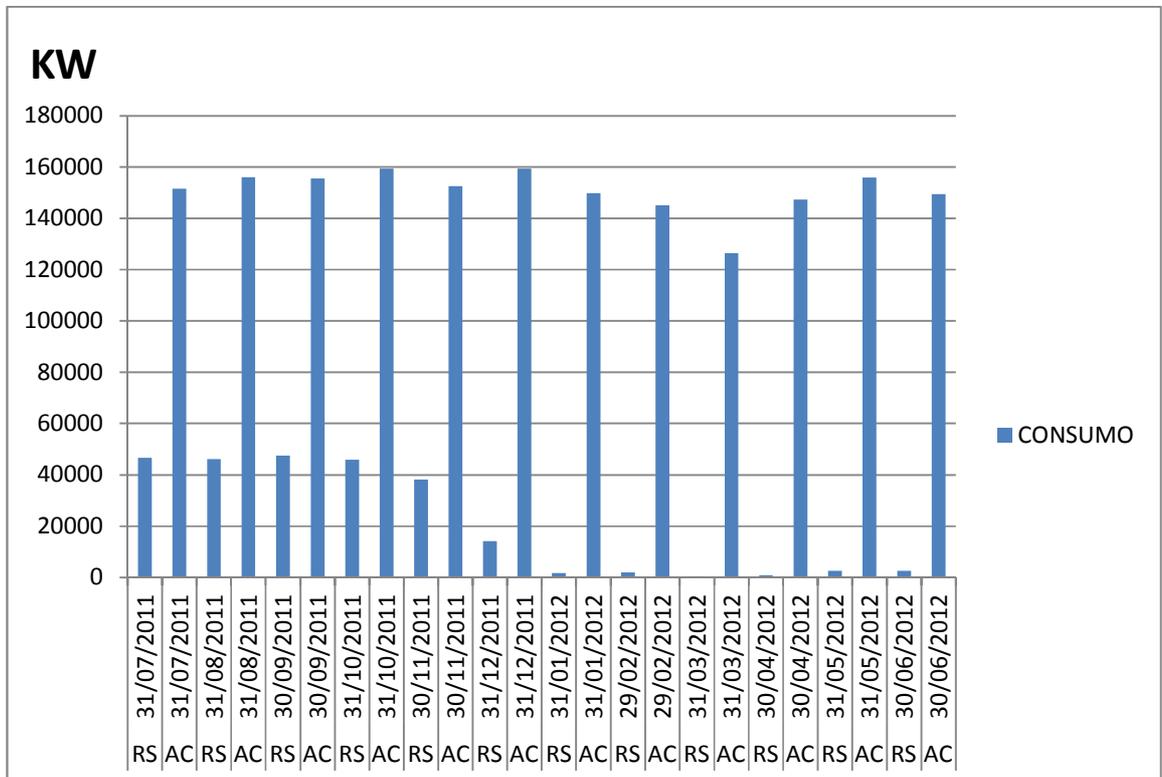
maquinaria, la del calor que proporciona la resistencia de un calentador eléctrico, la luz que proporciona una lámpara, etc.

- Por otra parte, la “potencia activa” es realmente la “potencia contratada” en la empresa eléctrica y que nos llega a la casa, la fábrica, la oficina o cualquier otro lugar donde se necesite a través de la red de distribución de corriente alterna. La potencia consumida por todos los aparatos eléctricos que utilizamos normalmente, la registran los contadores o medidores de electricidad que instala dicha empresa para cobrar el total de la energía eléctrica consumida cada mes.

Tabla no 10. Medición Historial de consumo HDUN

PERIODO	TIPO DE MED	FECHA TOMA	LECT. TOMA	LECT. DEF.	LECT. VERIF.	CONSUMO	CONSU. FAC.	MEDIDOR	CALIF.	SOL. CRIT.	% DESV.
01062012	AC	30062012	3690,86	3690,86		149463,6	149463,3	EMH0557292	N	"DEL"	1
01062012	RS	30062012	662	662,32		2613,6	0	EMH0557292	N	"DEL"	39
01052012	AC	31052012	3464,4	3464,4		155885,4	155885,4	EMH0557292	N	"DEL"	6
01052012	RS	31052012	658,36	658,36		2607	0	EMH0557292	G	"DEL"	267
01042012	AC	30042012	3228,21	3228,21		147252,6	147252,6	EMH0557292	N	"DEL"	1
01052012	RS	30042012	654,41	654,41		818,4	0	EMH0557292	G	"DEL"	1982
014032012	AC	31032012		3005,1	2.977	126436,2	126436,2	EMH0557292	N	"DEL"	21
01032012	RS	31032012		653,17	651	508,2	0	EMH0557292	G	"DEL"	4792
01022012	AC	29022012	2785,23	2785,23		145120,8	145120,8	EMH0557292	N	"DEL"	7
01022012	RS	29022012	690,19	690,19		1973,4	0	EMH0557292	G	"DEL"	1534
01012012	AC	31012012	2565,35	2565,35		149800,2	149800,2	EMH0557292	N	"DEL"	4
01012012	RS	31012012	647,2	647,2		1716	0	EMH0557292	G	"DEL"	2215
01122011	AC	31122011	2338,38	2338,38		159383,4	159383,4	EMH0557292	N	"DEL"	5
01122011	RS	31122011	644,6	644,6		14196,6	0	EMH0557292	G	"DEL"	214
01112011	AC	30112011	2069,86	2069,86		152545,8	152545,8	EMH0557292	N	"DEL"	2
01112011	RS	30112011	623,09	623,09		38148	0	EMH0557292	N	"DEL"	19
01102011	AC	31102011	1865,76	1865,76		159396,6	159396,6	EMH0557292	N	"DEL"	9
01102011	RS	31102011	565,29	565,29		45830,4	0	EMH0557292	N	"DEL"	2
01092011	AC	30092011	1624,25	1624,25		155469,6	155469,6	EMH0557292	N	"DEL"	9
01092011	RS	30092011	495,95	495,95		47596	0	EMH0557292	N	"DEL"	10
01082011	AC	31082011	1388,63	1388,63	1.412	159944,8	159944,8	EMH0557292	N	"DEL"	21
01082011	RS	31082011	423,75	423,75	429	46110,24	0	EMH0557292	N	"DEL"	17
01072011	AC	31072011	1175,66	1175,66		151542,6	151542,6	EMH0557292	N	"DEL"	21
01072011	RS	31072011	358,85	358,85		46635,6	0	EMH0557292	N	"DEL"	23

Figura 21. Curva de consumo Hospital Universitario Departamental de Nariño.



4.2.1 Bombas de recirculación. El Usando el equipo analizador de redes FLUKE 434 fue posible obtener el consumo de potencia de estas bombas en tiempo real, los datos obtenidos fueron.

Tabla 11. Medición bombas de recirculación

	L1	L2	L3	TOTAL
KW	0.1	0.4	0.3	0.9
KVA	0.4	0.4	0.4	1.3
VAR	0.4	0.2	0.2	1.0
PF	0.07	0.90	0.84	0.59

DPF	0.07	0.90	0.85	0.60
ARMS	4	3	3	
VRMS	127.1	127.6	124.9	124.9

4.2.2 Bomba de agua para las calderas. Usando el equipo analizador de redes FLUKE 434 fue posible obtener el consumo de potencia de estas bombas en tiempo real, los datos obtenidos fueron.

Tabla 12. Medición bombas de agua para las calderas

	L1	L2	L3	TOTAL
KW	1.4	1.6	1.6	4.6
KVA	1.7	1.9	1.8	5.5
VAR	0.9	1.1	0.9	5.3
PF	0.84	0.83	0.88	2.55
DPF	0.84	0.83	0.88	2.55
ARMS	14	15	15	
VRMS	125.9	127.0	124.4	

4.2.3 Motor ventilador caldera Distral. Usando el equipo analizador de redes FLUE 434 fue posible obtener el consumo de potencia de este motor ventilador en tiempo real, los datos obtenidos fueron.

Tabla 13. Medición Motor ventilador caldera Distral

	L1	L2	L3	TOTAL
KW	1.9	1.9	1.8	5.6
KVA	1.0	1.1	1.1	3.1
VAR	0.5	0.5	0.5	1.5
PF	-0.89	-0.87	-0.89	-0.88
DPF	-0.89	-0.87	-0.89	
ARMS	8	8	8	
VRMS	127.8	129.2	127.9	

4.2.4 Motor frontal caldera continental. Usando el equipo analizador de redes FLUKE 434 fue posible obtener el consumo de potencia de este motor ventilador en tiempo real, los datos obtenidos fueron.

Tabla 14. Medición Motor frontal caldera continental

	L1	L2	L3	TOTAL
KW	1.9	1.8	1.7	5.4
KVA	1.0	1.1	1.1	3.1
VAR	0.5	0.5	0.5	1.5
PF	-0.89	-0.87	-0.89	-0.88
DPF	-0.89	-0.87	-0.89	
ARMS	8	8	8	
VRMS	127.8	129.2	127.9	

4.2.5 Bomba de empuje. Usando el equipo analizador de redes FLUKE 434 fue posible obtener el consumo de potencia de estas bombas en tiempo real, los datos obtenidos fueron.

Tabla 15. Medición Bomba de empuje

	L1	L2	L3	TOTAL
KW	1.9	2.0	-2.0	1.9
KVA	2.2	2.4	2.3	6.9
VAR	1.2	1.3	1.1	0.6
PF	0.84	0.85	-0.87	0.27
DPF	0.84	0.85	-0.88	0.28
ARMS	17	19	18	
VRMS	127.8	127.5	125.0	

4.2.6 Iluminación Exterior

4.2.7 Usando el equipo analizador de redes FLUKE 434 fue posible obtener el consumo de potencia en tiempo real, los datos obtenidos fueron.

Tabla 16. Medición Iluminación exterior

	L1	L2	L3	TOTAL
KW	-0.9	36.1	-0.9	34.3
KVA	2.6	45.9	3.5	79.1
VAR	2.4	28.4	3.4	71.3
PF	-0.33	0.79	-0.26	0.43
DPF	-0.44	0.96	-0.32	0.53
ARMS	21	36.1	28	
VRMS	124.7	127.2	126.1	

4.3 ANALISIS DE LOS CONSUMOS ENERGETICOS REGISTRADOS POR LOS EQUIPOS SELECCIONADOS

4.3.1 **Bombas de recirculación.** La potencia consumida por cada una de las motobombas es de 0.9 Kw, el cálculo económico de este consumo es el siguiente:

$$C = 0.9 \text{ Kw} - h \times 16h \times \$295.43 \text{ KWH}$$

$$C = \$ 4254,192 \text{ pesos}$$

$$P = 4254,192 \times 30$$

$$P = \$ 127.625,76 \text{ pesos al mes}$$

Ambas bombas vendrían a representar un gasto económico mensual de:

$$P = \$ 255.251,52 \text{ pesos}$$

4.3.2 Bomba de agua para las calderas. La potencia consumida por cada una de las motobombas es de 4.6 Kw, el cálculo económico de este consumo es el siguiente:

$$C = 4.6 \text{ Kw} - h \times 16h \times \$295.43 \text{ KWH}$$

$$C = \$ 21743,648 \text{ pesos}$$

$$P = 21743,648 \times 30$$

$$P = \$ 652309,44 \text{ pesos al mes}$$

Ambas bombas vendrían a representar un gasto económico mensual de:

$$P = \$ 1'304.618,88 \text{ pesos}$$

4.3.3 Motor ventilador caldera Distral. La potencia consumida por el motor ventialdor de la caldera es de 5.6 Kw, el cálculo económico de este consumo es el siguiente:

$$C = 5.6 \text{ Kw} - h \times 13h \times \$295.43 \text{ KWH}$$

$$C = \$ 21507,304 \text{ pesos}$$

$$P = 21507,304 \times 30$$

$$P = \$ 645.219,12 \text{ pesos al mes}$$

4.3.4 Motor frontal caldera continental. La potencia consumida por cada una de las motobombas es de 5.4 Kw, el cálculo económico de este consumo es el siguiente:

$$C = 5.4 \text{ Kw} - h \times 13h \times \$295.43 \text{ KWH}$$

$$C = \$ 20739,186 \text{ pesos}$$

$$P = 20739,186 \times 30$$

$$P = \$ 622.175,58 \text{ pesos al mes}$$

4.3.5 Bomba de empuje. La potencia consumida por esta motobomba es de 1.9 Kw, el cálculo económico de este consumo es el siguiente:

$$C = 1.9 \text{ Kw} - h \times 11h \times \$295.43 \text{ KWH}$$

$$C = \$ 6174.487 \text{ pesos}$$

$$P = 6174.487 \times 30$$

$$P = \$ 185.234,61 \text{ pesos al mes}$$

4.3.6 Iluminación exterior

El cálculo económico de este consumo es el siguiente:

$$C = 34.3 \text{ Kw} - h \times 12h \times \$295.43 \text{ KWH}$$

$$C = \$ 121598,988 \text{ pesos}$$

$$P = 121598,988 \times 30$$

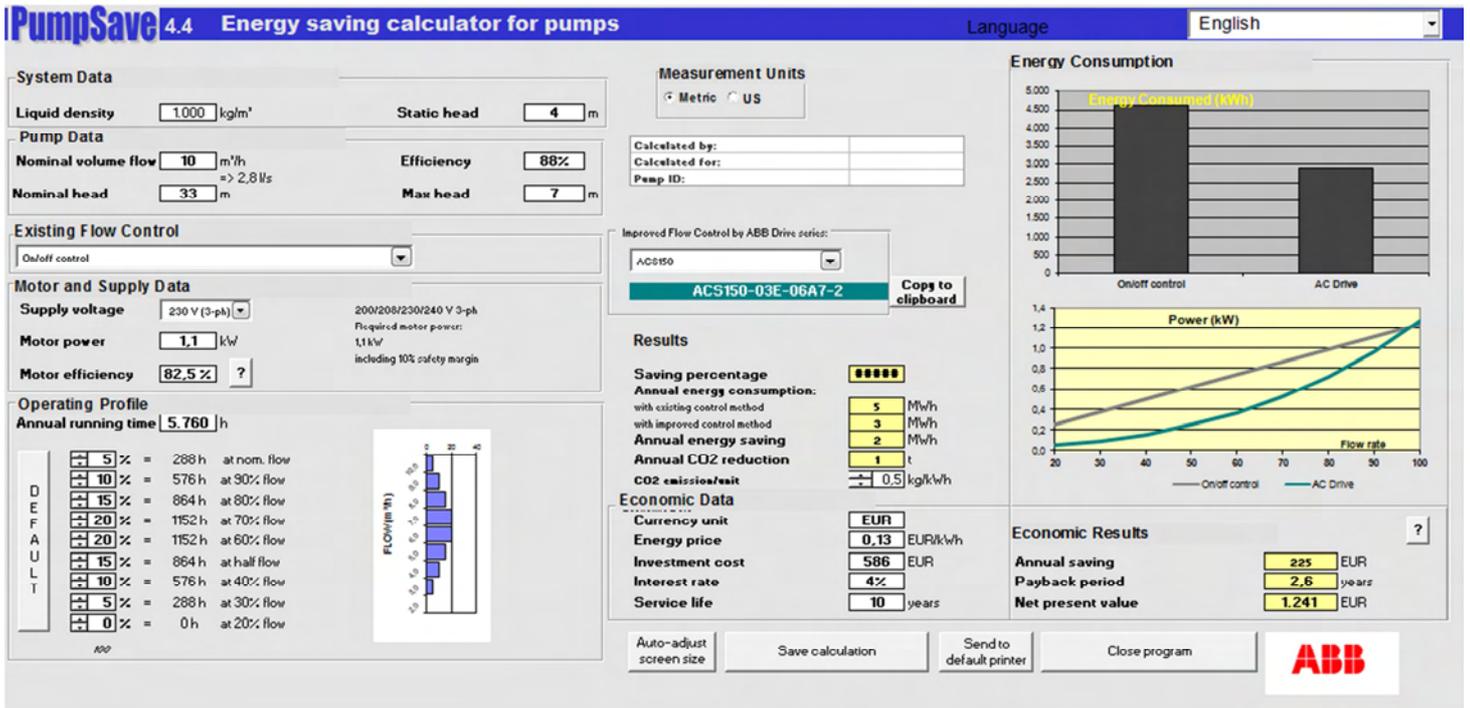
$$P = \$ 3'647.969,64 \text{ pesos al mes}$$

4.4 DIAGNOSTICO E IDENTIFICACION DE MEJORAS RELACIONADAS CON EL CONSUMO ENERGETICO DE LOS EQUIPOS SELECCIONADOS

Software. Para efectuar el diagnostico energético se utilizo la herramienta de simulación que provee el fabricante ABB tanto de variadores de frecuencia como de variadores de velocidad, para esto fue necesaria la introducción de ciertos datos técnicos de funcionamiento de las bombas como de los motores ventiladores de las calderas, a continuación se presentan los resultados obtenidos, la cantidad de dinero ahorrada anualmente y el dispositivo más apropiado para las aplicaciones necesarias.

4.4.1 Bombas de recirculación.

Figura 22. Simulación Pump Save



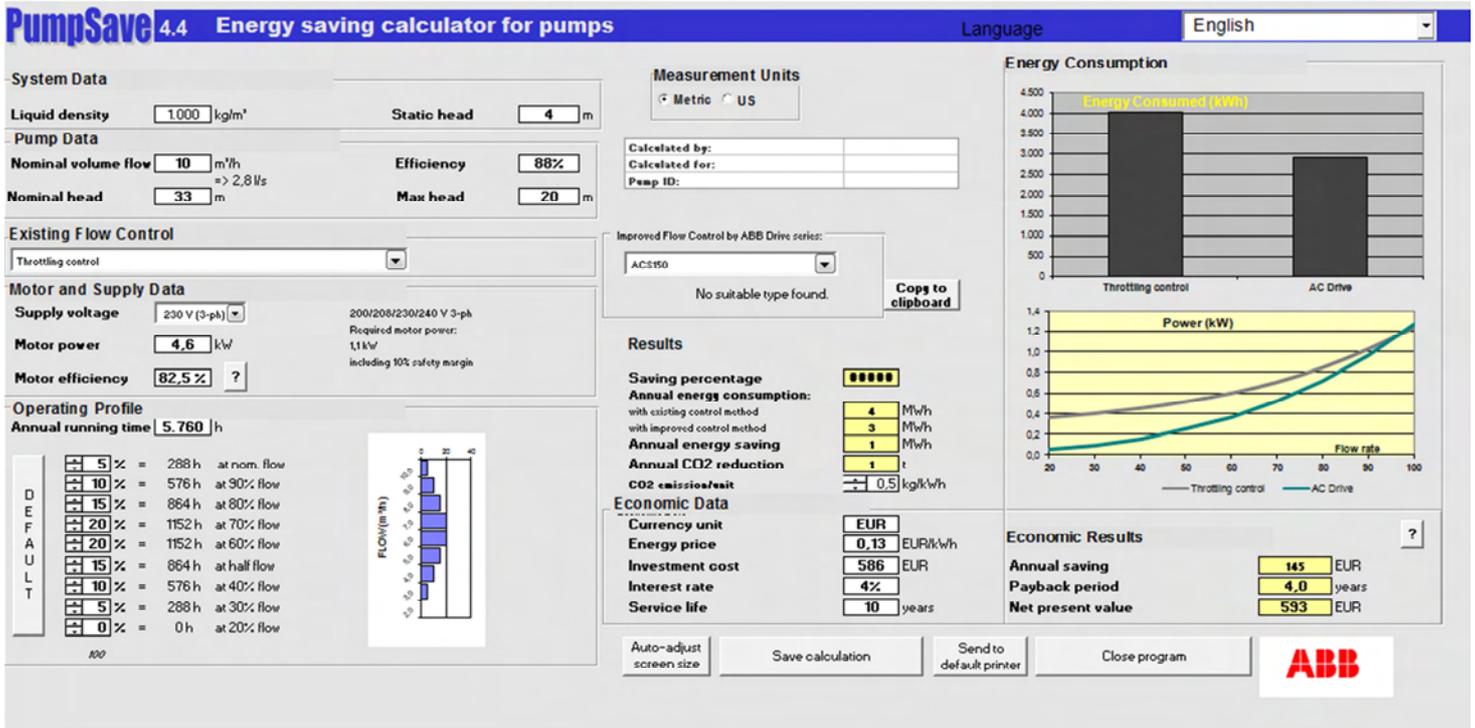
La simulación muestra que el variador de frecuencia apropiado según las necesidades introducidas anteriormente es:

ACS150-03E-06A7-2

El porcentaje de ahorro con la implementación de este dispositivo es de : 37.4 %
 Por tanto el valor mensual a pagar sería de: 95.463 pesos.

4.4.2 Bomba de agua para las calderas.

Figura 23. Simulación Pump Save



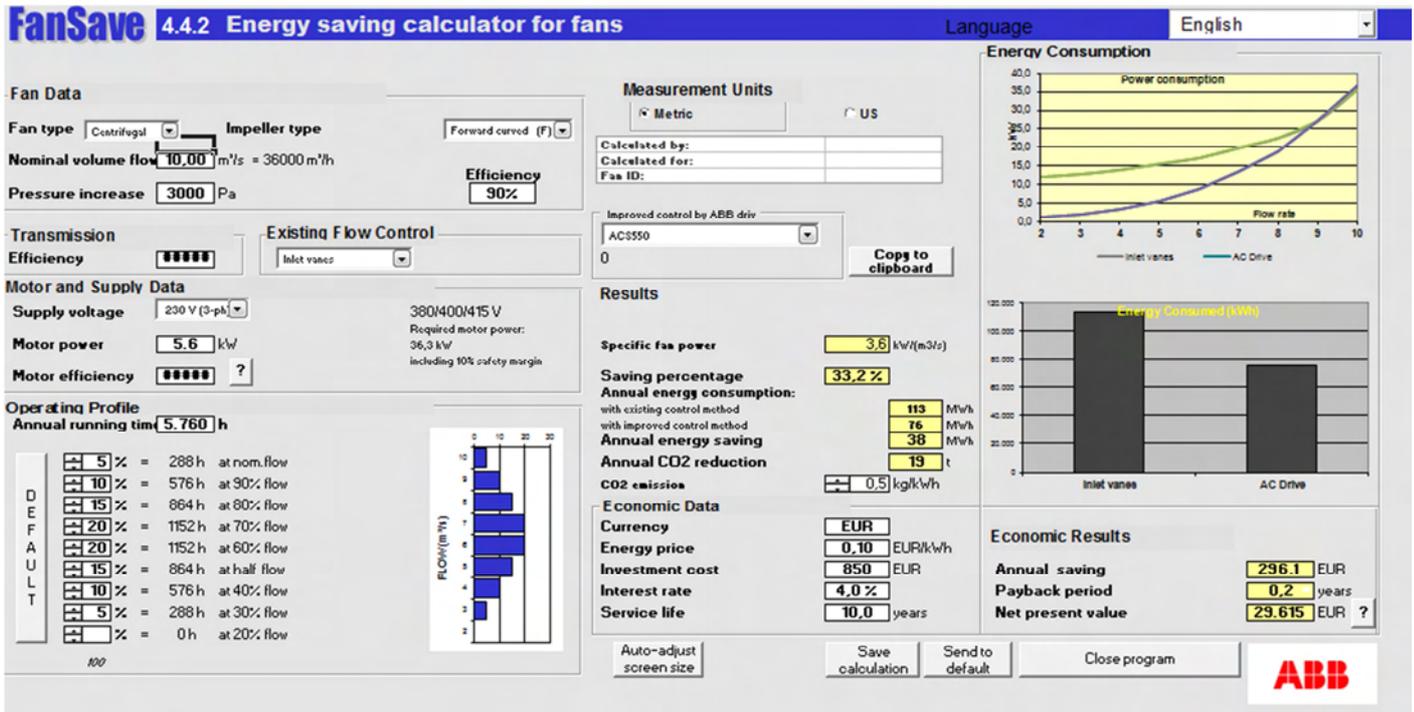
La simulación muestra que el variador de frecuencia apropiado según las necesidades introducidas anteriormente es:

ACS355-03E-24A4-2

El porcentaje de ahorro con la implementación de este dispositivo es de : 27.8% %
 Por tanto el valor mensual a pagar sería de: 362.684 pesos

4.4.3 Motor ventilador caldera Distral.

Figura 24. Simulación Pump Save



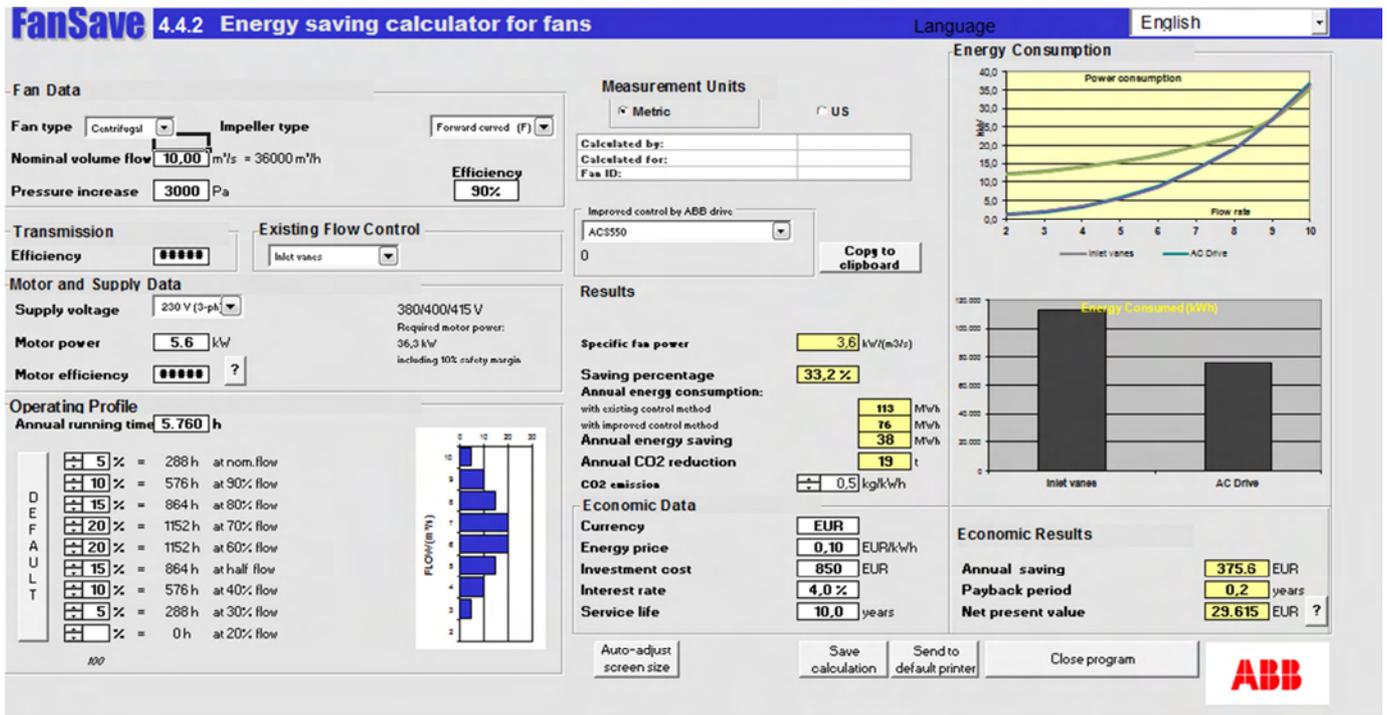
La simulación muestra que el variador de velocidad apropiado según las necesidades introducidas anteriormente es:

ACS150

El porcentaje de ahorro con la implementación de este dispositivo es de : 33.2%
 Por tanto el valor mensual a pagar sería de: 214.212 pesos.

4.4.4 Motor frontal caldera Continental.

Figura 25. Simulación Pump Save



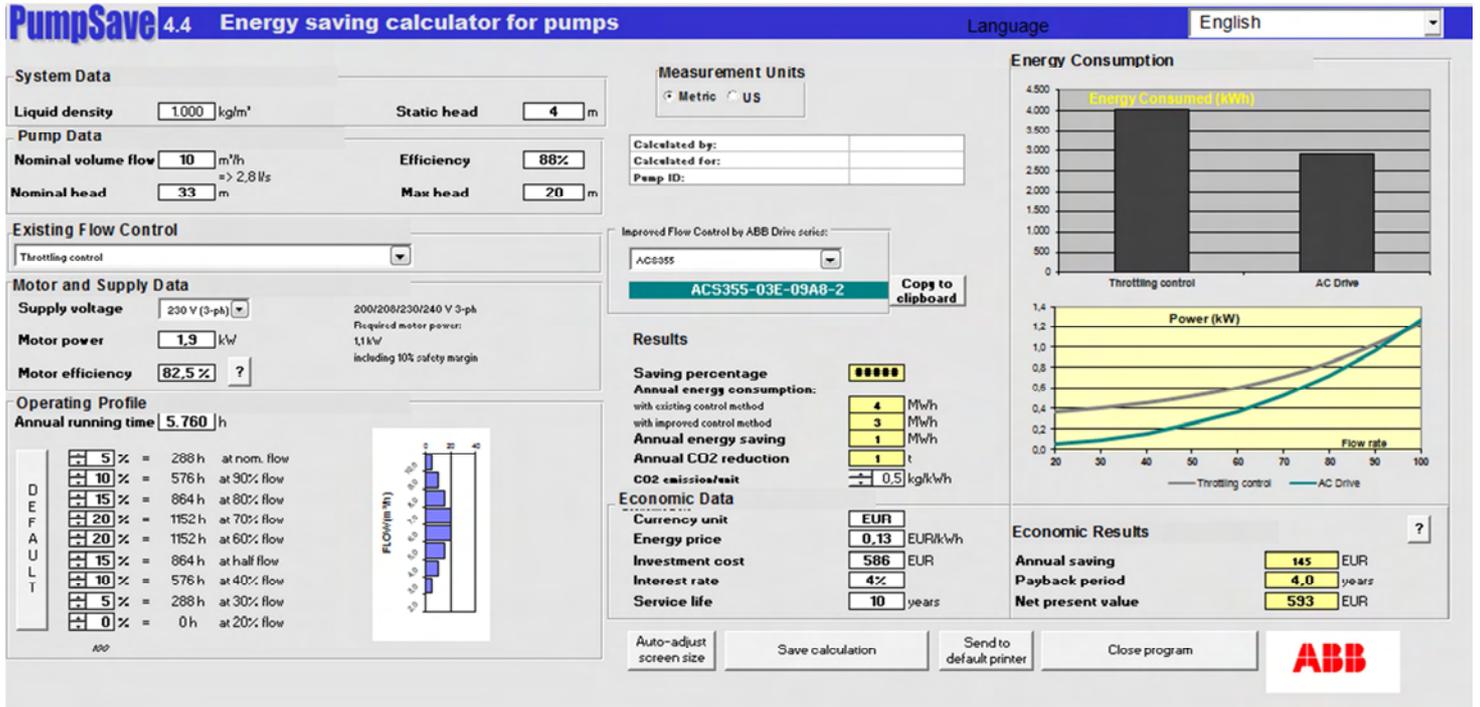
La simulación muestra que el variador de velocidad apropiado según las necesidades introducidas anteriormente es:

ACS150

El porcentaje de ahorro con la implementación de este dispositivo es de : 33.2%
 Por tanto el valor mensual a pagar sería de: 206.562 pesos.

4.4.5 Bomba de empuje.

Figura 26. Simulación Pump Save



La simulación muestra que el variador de frecuencia apropiado según las necesidades introducidas anteriormente es:

ACS355-03E-24A4-2

El porcentaje de ahorro con la implementación de este dispositivo es de : 27.8%
 Por tanto el valor mensual a pagar sería de: 51.495 pesos.

TABLA DE COMPARACIÓN DE AHORRO MEDIANTE LA IMPLEMENTACION DE LAS ESTRATEGIAS DE EFICIENCIA DE ENERGIA PLANTEADAS.

Tabla 17. Comparación de consumos.

DISPOSITIVO	CONSUMO HABITUAL (pesos)	CONSUMO USANDO LA ESTARTEGIA DE ENERGIA PROPUESTA (pesos)
Bomba de recirculación	\$ 255.251,52	\$95.463 pesos
Bombas de agua para las calderas	\$ 1'304.618,88	\$362.684 pesos
Motor ventilador C Distral.	\$ 645.219,12	\$214.212 pesos
Motor ventilador C. Continental	\$ 622.175,58	\$206.562 pesos.
Bomba de empuje	\$ 185.234,61	\$51.495 pesos
TOTAL	\$ 2'390.324,13	\$ 930.416
AHORRO	38.924%	

4.5 ELABORACION DE EL MANUAL DE EFICIENCIA ENERGETICA PARA EL PERSONAL DE MANTENIMIENTO DEL HOSPITAL. En el manual se describen las principales unidades consumidoras de energía, la metodología para efectuar un diagnóstico energético y como administrar adecuadamente la energía, así mismo se describe las recomendaciones generales que todo hospital debe tener en consideración para optimizar sus consumos de energía.

El manual ha sido preparado para capacitar y mantener actualizado a los profesionales y técnicos que trabajan en las áreas de administración, operación y mantenimiento de los hospitales del país; principalmente a aquellos que se encuentran involucrados con los consumos y costos de los energéticos, así como con la operación adecuada y confiable de los equipos térmicos, eléctricos y electromédicos, a quienes se proporciona información para la implementación de un sistema de administración de la energía, en donde se obtendrán ahorros importantes de energía y económicos a la vez.

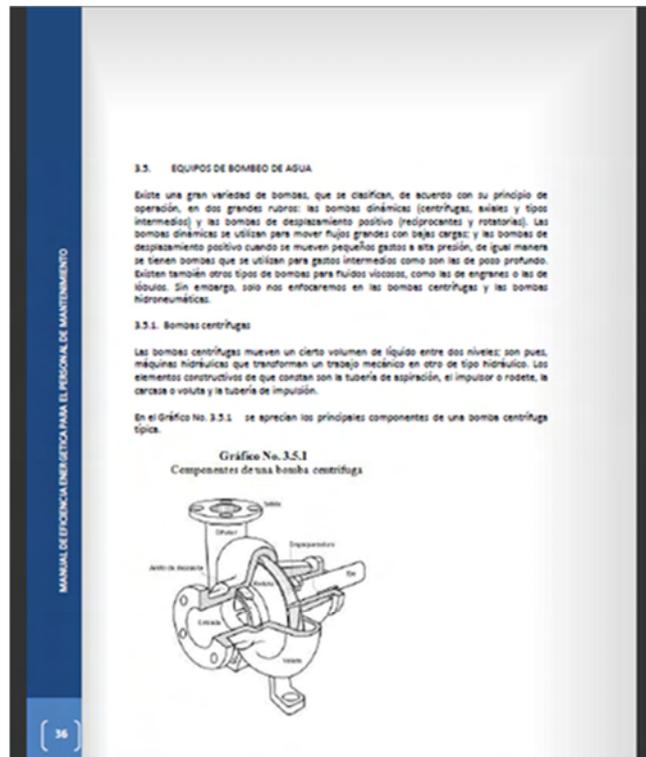
Figura 27. Portada manual de eficiencia energética para el personal de mantenimiento



Figura 28. Tabla de contenido del manual eficiencia energética para el personal de mantenimiento

CONTENIDO	
NOMENCLATURA Y SIMBOLOGÍA.....	4
INTRODUCCIÓN.....	9
1. UNIDADES CONSUMIDORAS DE ENERGÍA.....	10
1.1. ENERGÍA ELÉCTRICA.....	10
1.2. COMBUSTIBLES.....	10
2. COMITÉ DE AHORRO DE ENERGÍA EN HOSPITALES.....	10
2.1. ORGANIZACIÓN.....	11
2.2. INICIO DE UN PROGRAMA EN EL COMITÉ DE AHORRO DE ENERGÍA.....	11
2.3. DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO.....	12
2.4. PRIORIDAD EN LAS POSIBLES MEDIDAS.....	13
2.5. PUESTA EN PRÁCTICA DE LAS MEDIDAS.....	14
2.6. MANTENIMIENTO Y SEGUIMIENTO.....	14
3. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE OPERACIÓN EN ESTABLECIMIENTOS DE SALUD.....	14
3.1. Instalaciones eléctricas de asistencia médica.....	14
3.1.1. Sistemas de cableado eléctrico.....	14
3.1.1.1. Clínicas, consultorios médicos y dentales.....	16
3.1.1.2. Sanatorios e instalaciones residenciales de asistencia.....	16
3.1.1.3. Hospitales.....	20
3.1.1.4. Hospitales.....	20
3.1.1.5. Áreas de cuidado de pacientes.....	23
3.1.2. Consumos de energía eléctrica en un hospital.....	26
3.2. SISTEMAS DE ENERGÍA ELÉCTRICA.....	26
3.2.1. Transformadores.....	26
3.2.2. Sistema de distribución de energía eléctrica.....	28
3.2.2.1. Criterios de selección.....	28
3.3. Selección de la sección del conductor.....	30
3.4. Aire acondicionado.....	30
3.4.1. Características de un sistema de aire acondicionado.....	31

Figura 29. Detalle del contenido del manual eficiencia energética para el personal de mantenimiento



4.5.1 Uso eficiente de la energía.

Elaboración de registros e informes. El presente manual de eficiencia energética para jefes de mantenimiento de hospitales, es de suma importancia, principalmente por lo siguiente:

- Reduce los costos de energía. Los hospitales consumen una importante cantidad de energía, reduciendo los consumos se podrá disponer de mejor modo los excedentes.
- Ayudar a mejorar la calidad de atención. Por ejemplo, mejorando la administración en la generación y consumo de vapor, se puede tener el vapor a la temperatura y presión apropiada para las diversas necesidades. La administración de energía también significa que se puede asegurar un suministro fiable a muchas áreas críticas como la Unidad de Cuidados Intensivos (UCI).

- Ayudar a mejorar la confiabilidad del suministro global. Desarrollar un programa de Uso Eficiente de la Energía ayudará a preparar una estrategia para racionalizar la demanda y optimizar la distribución.
- Tiene beneficios adicionales como el costo de mantenimiento reducido y mejoramiento de la seguridad del trabajador. Muchas tecnologías de Uso Eficiente de la Energía son más fiables. Por ejemplo, la lámpara fluorescente requiere menos mantenimiento y menos reemplazos que las lámparas incandescente. Igualmente, reparando fugas de vapor y el aislamiento de las líneas de vapor, pueden hacer que el sistema de el.
- vapor sea más seguro para los operadores que trabajan alrededor de él.
- Reduce la polución. Además de preservar el medio ambiente, evitando la polución, ayuda a mejorar la calidad de vida de las futuras generaciones.
- Conservación de los recursos naturales. Permite conservar los recursos energéticos para las futuras generaciones.

4.5.2 Unidades consumidoras de energía. En los hospitales de país, los energéticos generalmente utilizados son los siguientes:

- Energía Eléctrica
- Combustibles

4.5.3 Energía eléctrica. Los principales equipos consumidores de energía eléctrica en el hospital son los siguientes:

- Motores eléctricos (electro bombas, ascensores, compresoras, ventiladores, extractores, lavadoras, secadoras, calandrias, entre otros)
- Lámparas de iluminación (fluorescentes, incandescentes, de descarga, etc)
- Calentadores de agua (termas, duchas, hervidores, etc)
- Hornos eléctricos
- Cocinas eléctricas
- Equipos de frío (conservadoras, refrigeradoras)
- Esterilizadores
- Equipos electromédicos (rayos X, tomógrafos, artroscopio, etc)

4.5.4 Comité de ahorro de energía en hospitales. En un sentido más amplio, el Comité de Ahorro de Energía puede ser descrito como una manera de mejorar el rendimiento energético en un hospital existente, cuya meta es llegar a consumir menos energía sin trastocar el confort de la instalación. Esto incluye el funcionamiento y mantenimiento del hospital en una manera que sostenga los aumentos del rendimiento energético alcanzados.

Incluso en la etapa del diseño de un hospital, se debe considerar el uso eficiente de la energía y se debe prestar atención a las instalaciones de acuerdo a las proyecciones futuras planificadas por el órgano respectivo del hospital. Estas necesidades incluyen la capacidad de medir y de supervisar el consumo de energía de los diversos usuarios finales (equipos consumidores, personal del hospital, pacientes, etc).

4.5.4.1 Organización. Puesto que un programa efectivo de uso eficiente de la energía debe ser a largo plazo (idealmente a través del curso de la vida útil del hospital), se debe designar a un encargado como responsable del Comité de Ahorro de Energía del hospital. Para que este comité sea eficaz, debe tener la misma jerarquía que la dirección de otros centros de costos del hospital.

La persona responsable del comité de ahorro de energía debe ser entrenada adecuadamente para este propósito, a menos que se emplee a alguien con las calificaciones necesarias y experiencia. Un encargado eficaz del comité de ahorro de energía debe poseer capacidad para los sistemas de cómputo, comprensión de los sistemas de energía del hospital, familiaridad con datos y estructuras de tarifa eléctrica y térmica para uso general, entre otros.

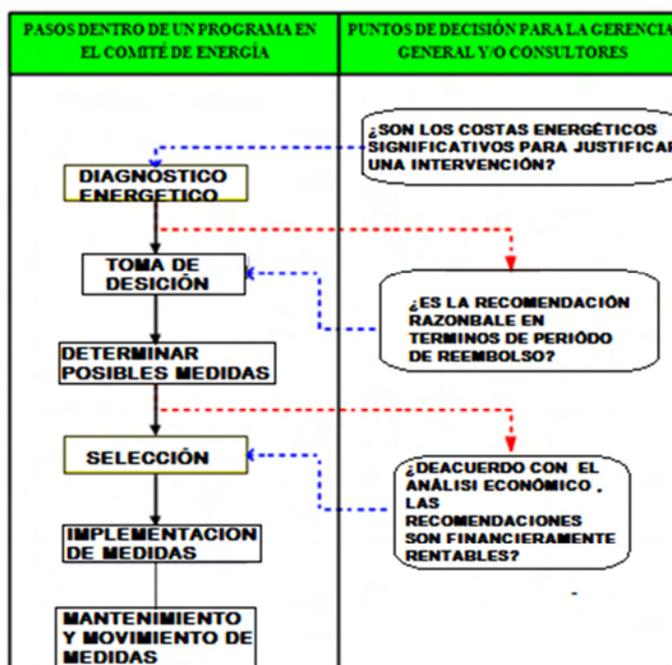
Una actitud positiva de la dirección general del hospital hacia programas del comité de ahorro de energía es un factor vital en el éxito del comité con el propósito de utilizar eficientemente la energía.

La introducción de un programa de uso eficiente de la energía monitoreado por el comité de ahorro de energía se puede lograr de diversas maneras. Esto depende del tipo y tamaño de hospital, de su localización y de su estructura orgánica existente. Sin embargo, el comité de ahorro de energía deberá definir claramente los niveles de jerarquía para supervisar el funcionamiento diario del programa a establecer.

4.5.4.2 Inicio de un programa en el comité de ahorro de energía. Antes de emprender un programa en el comité de ahorro de energía, especialmente si se van a contratar consultores, es importante tener suficiente conocimiento del hospital, para poder comparar las recomendaciones recibidas correctamente. Así por ejemplo, los costos de los consultores a ser contratados para realizar un estudio de energía, no deben exceder a los ahorros que se pueden razonablemente esperar.

El comité de ahorro de energía es viable si los ahorros potenciales son viables de acuerdo a la evaluación técnico-económica (véase el figura No. 21). Si esta evaluación es rentable, entonces el encargado de la energía debe ser designado a la brevedad.

Figura 30. Inicio de un programa de ahorro de energía



4.5.4.3 Diagnóstico energético. El trabajo práctico dentro de cada programa del comité de ahorro de energía debe comenzar con un diagnóstico energético.

Un diagnóstico energético contempla lo siguiente:

- Recopilación de información.
- Mediciones y registros de consumos.
- Evaluación de las mediciones
- Identificación de mejoras
- Análisis de costo / beneficio de mejoras
- Plan de acción de mejoras.

4.5.4.4 Prioridad en las posibles medidas. La manera más simple de dar prioridad a las posibles medidas de uso eficiente de la energía, es conociendo su rentabilidad. Para calcular la rentabilidad, se requiere de modelos económicos. Hay diversos modelos económicos que pueden ser utilizados, pero el modelo usado debe considerar adecuadamente los ahorros a través de una medida adecuada en un tiempo de vida útil. Sin embargo, el período simple de retorno de inversión no debe ser demasiado largo.

Hay dos pasos a seguir para determinar las posibles medidas. Estas son:

- Seleccionar las medidas con el método de reembolso simple.
- Agrupar y ordenar las medidas más rentables para utilizar otro modelo detallado, hasta lograr la medida más rentable.

Es importante señalar que el período de reembolso simple no mide lo beneficioso de la medida, ni considera el tiempo de vida de los activos. Sin embargo, comúnmente se utiliza porque es fácil de entender y es una herramienta para rápidamente aprobar o rechazar una decisión de inversiones, según la política del hospital.

Una tercera decisión importante necesita ser tomada después de seleccionar y de dar prioridad a las medidas de uso eficiente de la energía. Es decir, que las medidas deben ser puestas en ejecución.

4.5.4.5 Puesta en práctica de las medidas. Una vez que se haya decidido que las medidas de uso eficiente de la energía, deben ser puestas en ejecución, el comité de ahorro de energía continuará con el trabajo práctico de ponerlo en ejecución. En esta etapa del proceso, los acuerdos con los proveedores deben ser hechos y, dependiendo de la complejidad de la medida, emplear a los consultores para asistir con el trabajo de diseño. Si los consultores son necesarios en esta etapa, entonces sus costos deben ser considerados al dar la prioridad a las medidas.

4.5.4.6 mantenimiento y seguimiento. Una vez que se hayan puesto en ejecución las medidas, es hora de comenzar procedimientos de mantenimiento y seguimiento. En el mantenimiento es importante mantener alta eficacia y prevenir interrupciones.

La supervisión de las medidas en el hospital lo debe realizar el personal del comité de ahorro de energía teniendo como base el control total del uso de la energía. Este control será muy útil si los malfuncionamientos ocurren en el sistema de energía. Un ejemplo típico es cuando se entrega más calor del necesario a un área, mientras que al mismo tiempo la temperatura es controlada por el sistema de enfriamiento; esto conduce a una calefacción excesiva y a entregar calor innecesariamente al mismo lugar donde se refresca.

El proceso del comité de ahorro de energía de ninguna manera se acaba después que todos los pasos demostrados en el Gráfico No. 21 se hayan realizado por primera vez. Estos pasos se repiten en ciclos, quizás con énfasis sobre diversos pasos cada vez. Usando estos ahorros importantes, duraderos y continuos para el procesamiento de la energía, el comité de ahorro de energía podrá realizar un control retroalimentado.

4.6 CAPACITACION DEL PERSONAL DE MANTENIMIENTO DEL HOSPITAL.

4.6.1 Formato capacitación. Se implemento por medio de una presentación de diapositivas las principales estrategias de eficiencia energética susceptibles de aplicarse en los dispositivos seleccionados en el hospital, por medio de la exposición magistral se enumeraron los resultados obtenidos del análisis energético de las instalaciones y las recomendaciones y consejos pertinentes tanto a los técnicos operativos, como al personal de mantenimiento y oficina ambiental del hospital.

Figura 31. Diapositiva de exposición de resultados

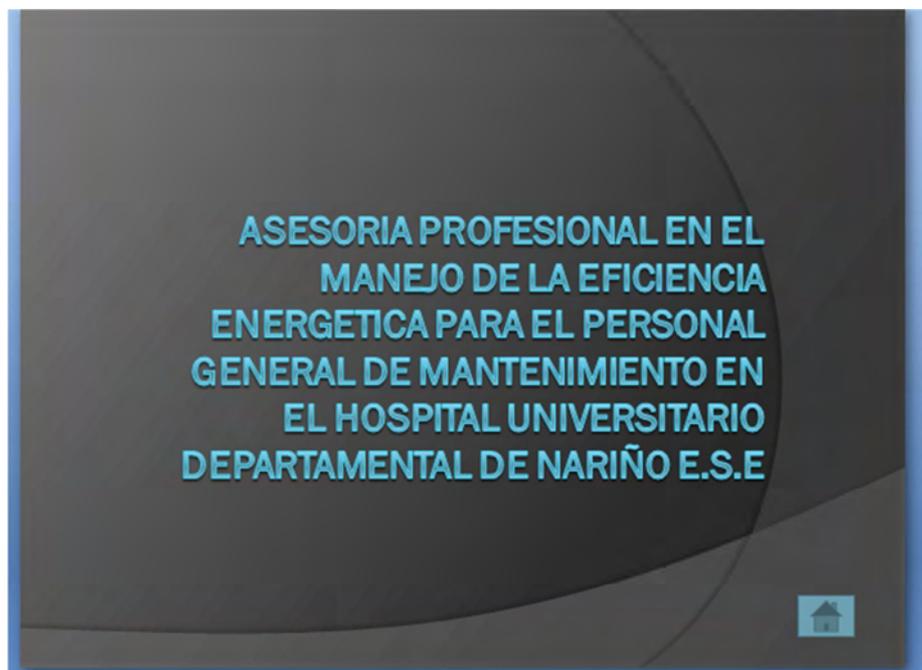
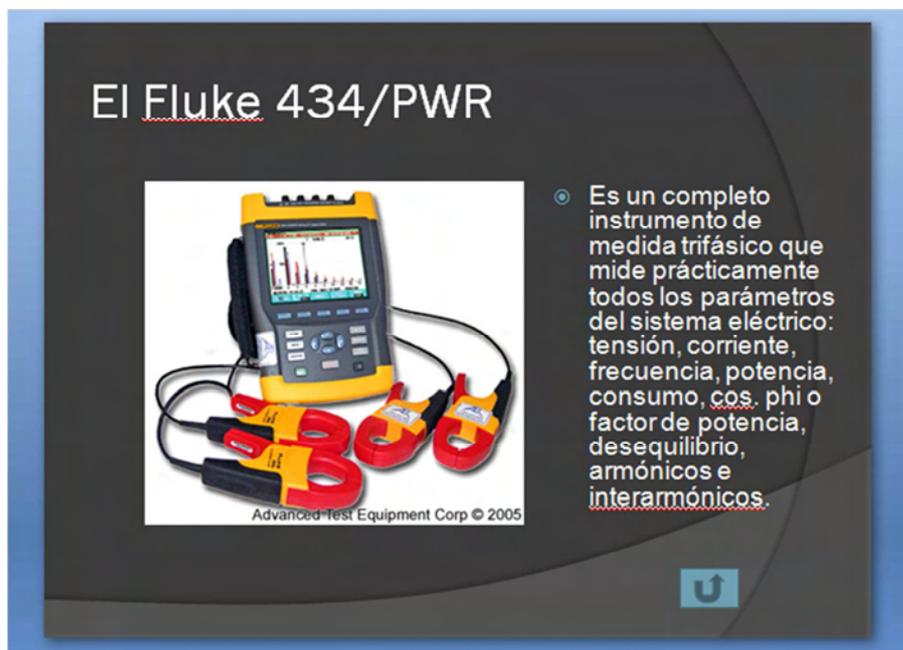


Figura 32. Diapositiva de contenido en la exposición de resultados



Figura 33. Diapositiva de exposición de resultados



4.6.2 Formato evaluación. La evaluación de la capacitación suministrada al personal de mantenimiento se implemento por medio del formato de 10 preguntas con un valor de 0.5 cada uno.

El resultado de la evaluación fue favorable se evaluó el personal de mantenimiento técnico después de la socialización del proyecto realizado.

Figura 34. Formato de evaluación utilizado para la evaluación del personal

CUESTIONARIO

GENERAL

1. ¿Se sabe cuánta energía se consume en total y cuanta en las diferentes áreas del hospital?
2. ¿Se monitorean y revisan las facturas de energía eléctrica y térmica, con la finalidad de tener un registro continuo de los consumos y costos?
3. ¿Se ha bajado o subido el consumo de energía en el último año?
4. ¿Se han fijado objetivos para reducir el consumo de energías?
5. ¿Se ha chequeado cuál es la tarifa de electricidad más económica y conveniente para el hospital?
6. ¿Existe un programa de ahorro de energía?
7. ¿Se informa a los pacientes y visitantes acerca del programa de ahorro de energía?
8. ¿Se mantienen informados de las últimas tecnologías y avances en manejo de energía?
9. ¿Se verifica el consumo de energía de los aparatos eléctricos antes de comprarlos?
10. ¿Se ha educado y/o entrenado a los empleados para que operen los equipos eficientemente?
11. ¿Se hace un mantenimiento periódico programado para los equipos?
12. ¿Se apagan los equipos cuando no son utilizados por periodos de tiempo significativos?
13. ¿Se tiene implementado un programa de apagado de ascensores en las horas de bajo requerimiento (11:00 pm a 5:00 am)?

ILUMINACIÓN

1. ¿Se tienen ajustados los niveles de iluminación de acuerdo con el trabajo a realizar en cada zona?
2. ¿Se tiene un correcto diseño de la iluminación, el cual incluye el análisis de la altura a la cual deben estar las lámparas, ubicación con respecto a la zona a iluminar, colores del área, etc.?
3. ¿Se ha instalado iluminación de bajo consumo de energía (balastos electrónicos con tubos de bajo consumo)?
4. ¿Se tienen instalados reflectores especulares para aumentar la cantidad de iluminación transitoria?
5. ¿Se encienden las luces sólo cuando la luz natural es insuficiente?
6. ¿Se limpian con frecuencia las lámparas y el sistema de iluminación para mejorar la radiación y la capacidad de iluminación?
7. ¿Se distribuyen los escritorios de acuerdo con la forma en que entra el sol a la oficina para aprovechar al máximo la luz natural?

5 RECOMENDACIONES

La persona responsable del comité de ahorro de energía debe ser entrenada adecuadamente para este propósito, a menos que se emplee a alguien con las calificaciones necesarias y experiencia. Un encargado eficaz del comité de ahorro de energía debe poseer capacidad para los sistemas de cómputo, comprensión de los sistemas de energía del hospital, familiaridad con datos y estructuras de tarifa eléctrica y térmica para uso general, entre otros.

Una actitud positiva de la dirección general del hospital hacia programas del comité de ahorro de energía es un factor vital en el éxito del comité con el propósito de utilizar eficientemente la energía.

La introducción de un programa de uso eficiente de la energía monitoreado por el comité de ahorro de energía se puede lograr de diversas maneras. Esto depende del tipo y tamaño de hospital, de su localización y de su estructura orgánica existente. Sin embargo, el comité de ahorro de energía deberá definir claramente los niveles de jerarquía para supervisar el funcionamiento diario del programa a establecer.

6 CONCLUSIONES

- Fue posible la simulación del comportamiento de los diversos dispositivos utilizando las herramientas provistas por el fabricante ABB Pump Save para bombas y Fan Save para motores ventiladores, por medio de lo cual fue posible obtener el ahorro anual de la implementación de tanto variadores de frecuencia como de velocidad, todo esto a partir de la introducción de datos físicos y mecánicos del funcionamiento de estos dispositivos.
- Se determino en todos los casos un ahorro positivo por encima siempre del 20% en las bombas y en los motores ventiladores seleccionados.
- Para todas las circunstancias actuales de funcionamiento de los dispositivos evaluados, la simulación ofreció un elemento ahorrador de energía existente y que se acopla a las necesidades y características de funcionamiento de los mismos.

BIBLIOGRAFÍA

AFINIDAD ELÉCTRICA. Inspección de medidores: La prueba de potencia [en línea]. <<http://www.afinidadelectrica.com.ar/articulo.php?IdArticulo=141>> [Citado Febrero de 2012]

B&B Electronics. Current Loop Application Note [en línea]. <<http://www.bb-elec.com/bb-elec/literature/tech/curentlp.pdf>> [Citado Febrero de 2012]

CHICAIZA VALDEZ, Jair E.; VILLAREAL REVELO, Gabriel D. Diseño e Implementación del Prototipo de una Estación Meteorológica Automática Portátil capaz de Transmitir los Datos Mediante Tecnología GSM. San Juan de Pasto, 2011, 157p. Trabajo de grado (Ingeniería Electrónica). Universidad de Nariño, Facultad de Ingeniería.

CODENSA. Medidores de Energía Eléctrica [en línea]. <http://www.codensa.com.co/documentos/6_26_2007_12_25_17_PM_GENERALIDADDES%207.4.pdf> [Citado Febrero de 2012]

CREG - Comisión de Regulación de Energía y Gas. Estructura del Sector [en línea]. <http://www.creg.gov.co/html/i_portals/index.php?p_origin=internal&p_name=content&p_id=MI-59&p_options=>> [Citado Febrero de 2012]

FUNDACION DE LA ENERGIA DE LA COMUNIDAD DE MADRID- Guía de Ahorro y Eficiencia Energética en Hospitales [en línea]. <<https://www.giz.de/Themen/de/SID-B6CBBEDF-A882F9CB/dokumente/gtz2009-es-eficiencia-energetica-en-hospitales-publicos.pdf>> [Citado Mayo de 2012]

SCNEIDER- Eficiencia Energética en Hospitales [en línea]. <<http://www.schneiderelectric.es/sites/spain/es/soluciones/eficiencia-energetica/segmentos-mercado/edificios-hospitales/ee-hospitales.page>> [Citado Abril de 2012]

FUNDACION DE LA ENERGIA DE LA COMUNIDAD DE MADRID- Guía de Ahorro y Eficiencia Energética en Hospitales [en línea]. <<http://www.fenercom.com/pages/publicaciones/publicacion.php?id=143>> [Citado Abril de 2012]

ENERGEX. Ventajas de la Corrección del Factor de Potencia [en línea].
<<http://www.energex.com.co/pdf/factorpotencia.pdf>> [Citado Febrero de 2012]

ENFORA. Application Note: GSM0000AN008 - Enabler Modems PPP Configuration for Windows XP. <http://www.enfora.com/214/GSM0000AN008_-_Enabler_Modems_PPP_Configuration_for_Windows_XP_-_Revision_1.00.pdf> [Citado Febrero de 2012]

ICONTEC. Metrología [en línea].
<<http://www.icontec.org.co/index.php?section=93>> [Citado Febrero de 2012]

ISA. Descripción del Sistema Eléctrico Colombiano [en línea].
<<http://www1.isa.com.co/irj/portal/anonymous?NavigationTarget=navurl://35991fe1464caa70388bb860618d86ab>> [Citado Febrero de 2012]

ISA. Mercado de la Electricidad [en línea].
<<http://www1.isa.com.co/irj/portal/anonymous?NavigationTarget=navurl://99e4b980fbbfd08e25166414bc9f3b85>> [Citado Febrero de 2012]

PERNÍA LLERA, JM; MULAS DE LA PEÑA, J; FEDZ.-CANTELI ÁLVAREZ, P, editores. Operatividad de la Instrumentación en Aguas Subterráneas, Suelos Contaminados y Riesgos Geológicos. Madrid, 2003, 350p. INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA. Serie: HIDROGEOLOGÍA Y AGUAS SUBTERRÁNEAS – Nº 9.

SAMAYOA PAREDES, Yasser E. Telemedida a través de Red Satelital de Doble Salto. Guatemala, 2005, 160p. Trabajo de grado (Ingeniero Electrónico). Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería.

UDLAP. Corrección del Factor de Potencia [en línea].
<http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lep/mendez_s_j/capitulo1.pdf> [Citado Febrero de 2012]

XM. Descripción del Sistema Eléctrico Colombiano [en línea].
<<http://www.xm.com.co/Pages/DescripciondelSistemaElectricoColombiano.aspx>> [Citado Febrero de 2012]

<http://www.schneiderelectric.es>

<http://www.fenercom.com>

<http://todoproductividad.blogspot.com>

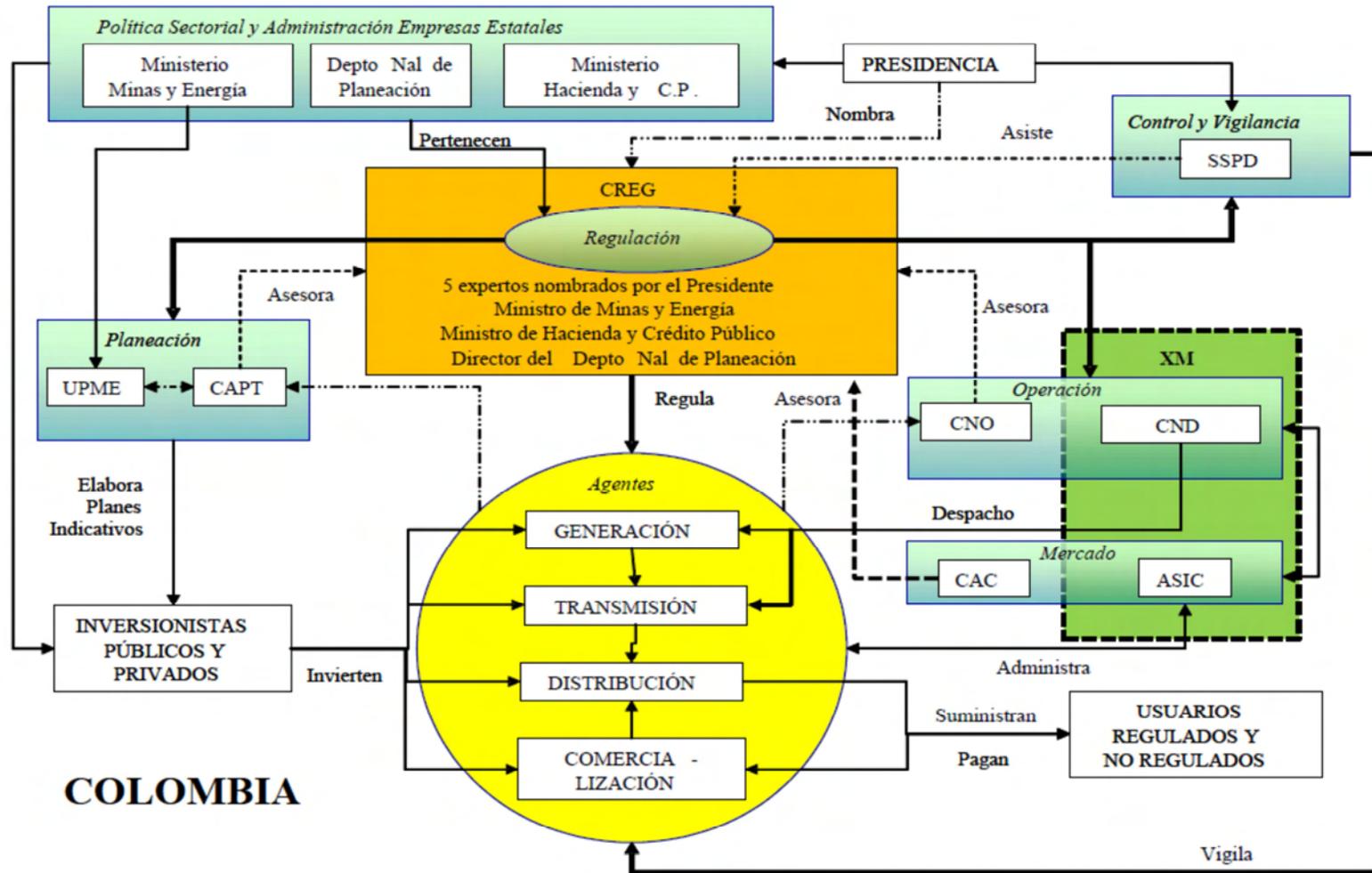
<http://www.voltimum.es>

<http://www.centrossanitariossostenibles.com>

<http://www.acee.cl>

ANEXOS

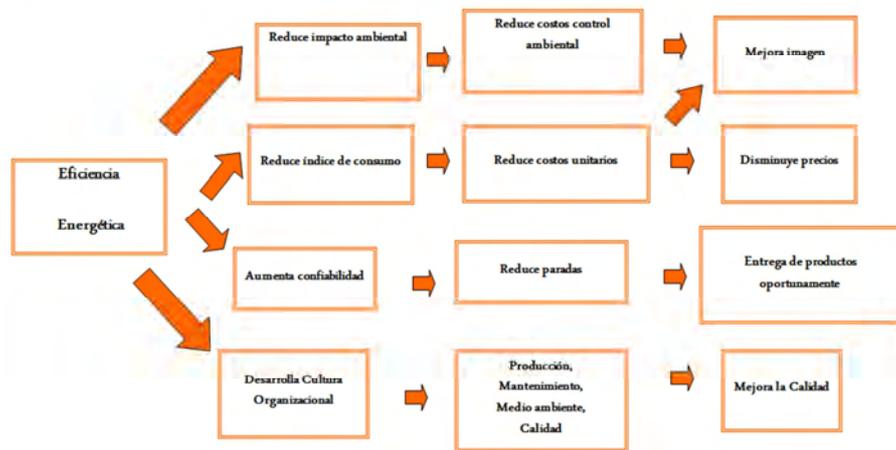
**ANEXO A
ESQUEMA INSTITUCIONAL DEL SECTOR ELÉCTRICO COLOMBIANO**



ANEXO B IMPACTOS DE LA EFICIENCIA ENERGETICA



IMPACTOS DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA



ANEXO C ESPECIFICACIONES TÉCNICAS VARIADOR DE VELOCIDAD ACS355



ACS355 15Hp (11Kw) 380V IP20

Sea el primero en opinar sobre este producto

Disponibilidad: En existencia

US\$ 2.708,00

[O Comparar producto](#)

Descripción rápida

Variador de Velocidad ACS355 para accionar motor de 11Hp (11Kw). Incluye Chopper de frenado (sin resistencias). Reemplaza a la línea ACS350.

Incluye Panel Basico CP-C.

Descripción del producto

Variador de Velocidad ACS355 para accionar motor de 15Hp (11Kw). Incluye Chopper de frenado (sin resistencias). Reemplaza a la línea ACS350. Incluye Panel Basico CP-C.

Información adicional

SKU	ACS355-03E-23A1-4
Marca	ABB
Alimentación	Trifásico 380V
Motor/ Potencia	15Hp (11Kw)
Protección IP	20
Dimensiones	169 Alto x 169 Ancho x 169 Prof.
Frame	R3
Corriente	23.1 Amper
Sobrecarga	Uso en trabajo pesado 1,5 x I2N durante 1 minuto cada 10 minutos Al arranque 1,8 x I2N durante 2 seg.
Panel	Panel basico CP-C Incluido. Panel Avanzado CP-A Opcional.
IO	5 Entradas Digitales 2 Salidas Digitales (1 Relé / 1 Transistor) 2 Entradas Analógicas (seleccionables tensión / corriente) 1 Salida Analógica (corriente)
Manuales	Descargar Catalogo Descargar Manual

ANEXO D ESPECIFICACIONES TÉCNICAS CONVERTIDOR DE FRECUENCIA ACS150

Convertidores de frecuencia ACS150

El convertidor ACS150 satisface los requisitos de los instaladores, OEM'S (fabricantes de maquinaria), integradores de sistemas y cuadristas. Este convertidor es un componente que se integra con otros equipos e incluye, como estándar, todas las funciones necesarias para cualquier aplicación objetivo.

Utilización

Ventiladores
Bombas
Puertas rápidas
Compresores

Características

interfaz de programación intuitiva
Tamaño compacto
Baja emisiones electromagnéticas
Funcionamiento silencioso



Características principales

Panel de control con pantalla LCD accesible	Pantalla alfanumérica clara. Fácil ajuste y manejo	Ahorro de tiempo
Alternativas de montaje flexibles	Puede realizarse en armario, guía DIN o en pared	Puede utilizarse con varios diseños, lo cual ahorra costes de instalación y tiempo
Filtro RFI integrado	Alta compatibilidad electromagnética, cumple con: C, uso doméstico - como opción C uso industrial - como estándar	Bajas emisiones RFI en los entornos seleccionados
Chopper de frenado integrado como estándar	No se requiere un chopper de frenado externo	Ahorro de espacio, coste de instalación reducido

Código de tipo ABB	de pedido para unidades IP 20	Valores nominales *)		Tamaño de bastidor							
		P motor (kW)	I motor (A)	IP20 / UL abierto		NEMA 1					
				H (mm)	W (mm)	D (mm)	Peso (kg)	H (mm)	W (mm)	D (mm)	Peso (kg)
Tensión de alimentación monofásica, de 200 a 240 V											
ACS150-01E-02A4-2	68581940	0.37	2.4	239	70	142	1.1	280	70	142	1.5
ACS150-01E-04A7-2	68581966	0.75	4.7	239	70	142	1.3	280	70	142	1.7
ACS150-01E-06A7-2	68581974	1.1	6.7	239	70	142	1.3	280	70	142	1.7
ACS150-01E-07A5-2	68581982	1.5	7.5	239	105	142	1.5	282	105	142	1.9
ACS150-01E-09A8-2	68581991	2.2	9.8	239	105	142	1.5	282	105	142	1.9
Tensión de alimentación trifásica, de 200 a 240 V											
ACS150-03E-02A4-2	68582008	0.37	2.4	239	70	142	1.1	280	70	142	1.5
ACS150-03E-03A5-2	68582016	0.55	3.5	239	70	142	1.1	280	70	142	1.5
ACS150-03E-04A7-2	68582024	0.75	4.7	239	70	142	1.3	280	70	142	1.7
ACS150-03E-06A7-2	68582032	1.1	6.7	239	70	142	1.3	280	70	142	1.7
ACS150-03E-07A5-2	68582041	1.5	7.5	239	70	142	1.3	280	70	142	1.7
ACS150-03E-09A8-2	68582059	2.2	9.8	239	105	142	1.5	282	105	142	1.9
Tensión de alimentación trifásica, de 380 a 480 V											
ACS150-03E-01A2-4	68581737	0.37	1.2	239	70	142	1.1	280	70	142	1.5
ACS150-03E-01A9-4	68581745	0.55	1.9	239	70	142	1.1	280	70	142	1.5
ACS150-03E-02A4-4	68581753	0.75	2.4	239	70	142	1.3	280	70	142	1.7
ACS150-03E-03A3-4	68581761	1.1	3.3	239	70	142	1.3	280	70	142	1.7
ACS150-03E-04A1-4	68581788	1.5	4.1	239	70	142	1.3	280	70	142	1.7
ACS150-03E-05A6-4	68581796	2.2	5.6	239	70	142	1.3	280	70	142	1.7
ACS150-03E-07A3-4	68581800	3	7.3	239	70	142	1.3	280	70	142	1.7
ACS150-03E-08A8-4	68581818	4	8.8	239	70	142	1.3	280	70	142	1.7