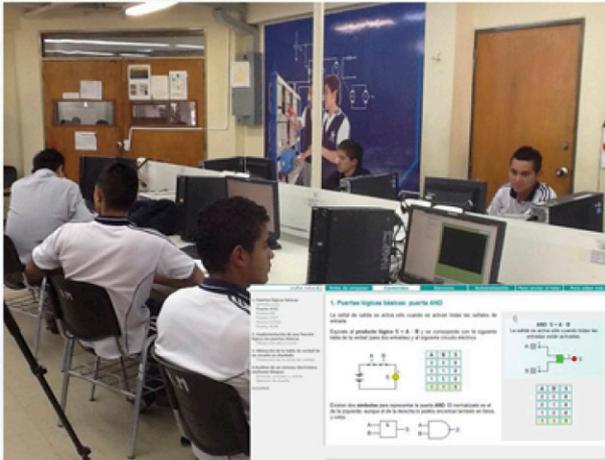




**ENERGÍAS RENOVABLES
CENTRO DE AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL SENA
REGIONAL CALDAS
“PROYECTOS TECNOLÓGICOS”**



**Rubén Darío Cárdenas Espinosa
Líder SENNOVA
Director Grupo de Investigación Electrónica
Automatización y Energías Renovables EAYER**

**Centro de Automatización Industrial
SENA Regional Caldas**

2015

Hernando Alfonso Prada Gil
Director Nacional

Mauricio Alvarado Hidalgo
Director de Formación Profesional

Emilio Eliecer Navia Zúñiga
Coordinador Grupo de Investigación, Innovación y Producción Académica

Rodrigo Giraldo Velásquez
Director Regional SENA Caldas

Luis Alejandro Trejos Ruíz
Subdirector
Centro de Automatización Industrial

Héctor Jaime Alvarez Serna
Coordinador de Formación Profesional
Centro de Automatización Industrial

Rubén Darío Cárdenas Espinosa
Líder SENNOVA
Director Grupo de Investigación Electrónica, Automatización y Energías Renovables EAYER
Centro de Automatización Industrial

Compilación y Elaboración: Rubén Darío Cárdenas Espinosa
PhD Information Technology, DsC. CUM LAUDE Electronic Engineering.
MSc. Electrical Engineering, Esp. Gerencia en Finanzas, Esp. Tecnológico en Interventoría de
Proyectos de Telecomunicaciones
Ingeniero Electrónico, Tecnólogo Profesional en Electrónica y Automatización Industrial,
Manizales, Caldas

Corrección de Estilo: Nancy Forero Cárdenas

Diciembre 10 de 2015

El contenido de este libro es de uso didáctico e informativo, que cualquier reproducción por cualquier medio debe ser citada correctamente y si es el caso solicitar una autorización. Los contenidos presentados son responsabilidad de los autores.

El siguiente material impreso es producido en su totalidad por la Corporación para el Desarrollo Social y Empresarial en Colombia y en el Exterior “CORDESEC” así mismo los costos del mismo hacen parte de la misma Corporación.

Registro ISBN: 978-958-9031-05-6

Tabla de Contenido

Presentación Director Regional SENA Caldas	6
Presentación Subdirector Centro de Automatización Industrial SENA Regional Caldas	7
CAPÍTULO 1	13
AHORRO ENERGÉTICO CONTROLANDO ALUMBRADO	
Conclusiones	20
CAPÍTULO 2	21
DISEÑO DE UN SISTEMA HIBRIDO AUTOMOTRIZ CON ENERGIA EOLICA	
CAPÍTULO 3	36
DISEÑO DE MECANISMOS PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA RENOVABLE UTILIZANDO MÁQUINAS Y HERRAMIENTAS CNC	
CAPÍTULO 4	53
SISTEMA DE RESPALDO ENERGETICO ECOLOGICO	
Introducción	54
Conclusiones	65
CAPÍTULO 5	69
TELEMETRIA APLICADA AL MONITOREO Y CONTROL DE PROCE- SOS EN LA INDUSTRIA PETROQUIMICA CON ENERGIAS RENOVA- BLES	
Lista de Tablas	
Tabla 1. Consumos de Elementos en los ambientes de formación del Centro de Automatización Industrial.	18
Tabla 2. Recorrido vehículo híbrido	25
Tabla 3. Rendimiento de la Batería en un Auto Mediano	28
Tabla de Figuras	
Figura 1. Plano 3D del Proyecto	16
Figura 2. Plano 2D del Proyecto	16
Figura 3. Vistas lateral y Superior Maqueta del proyecto	17
Figura 4. Esquemático y Montaje Físico en Proteus del Circuito Diseñado	18
Figura 5. Vehículo de Prueba (Fuente: Autores)	23
Figura 6. Vehículo híbrido en serie	24
Figura 7. Vehículo híbrido en paralelo	25
Figura 8. Anemómetros empleados	29
Figura 9. Ductos aprovechamiento del viento (Fuente: Autores)	30
Figura 10. Prototipo Final acoplado al vehículo Híbrido (Fuente: Autores)	30

Figura 11. Dínamo Generador diseñado (Fuente: Autores)	31
Figura 12. Aerogenerador	41
Figura 13. Distribución weibull	43
Figura 14. Ley de Betz	43
Figura 15. Potencia que lleva el viento	45
Figura 16. Comparación Potencias que lleva el viento	45
Figura 17. Distribución de weibull	46
Figura 18. Partes de un aerogenerador	47
Figura 19. Módulo solar para energía ambiente de aprendizaje	59
Figura 20. Equipos del sistema FV de 2.1KWp	59
Figura 21. Diseño inicial del circuito de potencia	60
Figura 22. Pruebas de mediciones de consumo	61
Figura 23. Módulo prototipo de Potencia	62
Figura 24. Menú del sistema Embebido de control	63
Figura 25. Interface gráfica de Monitoreo y Control	64
Figura 26. Gabinete final sistema prototipo	64
Figura 27. Perfil De La Línea (Fuente: Autores)	71
Figura 28. Vistas de la Caseta (Fuente: Autores)	77
Figura 29. Modo de Operación Remoto con Sensores y Actuadores reemplazados (Fuente: Autores)	78
Figura 30. Sistema Hidro – Neumático y Diagrama de flujo (Fuente: Autores)	79
Figura 31. Sistema Neumático implementado	79
Figura 32. Tablero de control implementado en el proyecto e Interconexión del Sistema con el HDMI de Ecopetrol implementado en el proyecto	80

Presentación General

Este Libro es el resultado del esfuerzo y dedicación del Instructor Gerardo Andrés García Gutiérrez, Henry Daza, quienes han liderado, motivado y apoyado el Proyecto Ecoparque Energías Renovables y los proyectos de formación profesional integral del programa Tecnología en Mantenimiento Electrónico e Instrumental Industrial del SENA Regional Caldas, el equipo de instructores, aprendices y egresados autores de cada capítulo del Semillero de Investigación BIOMETRÓNICA.

Los proyectos presentados en el Libro (Ahorro energético controlando alumbrado, Diseño de un sistema híbrido automatizado con energía eólica, diseño de mecanismos para la generación de energía eólica renovable utilizando máquinas y herramientas de Control Numérico Computarizado CNC, Sistema de respaldo energético ecológico Telemetría aplicada al monitoreo y control de procesos en la industria petroquímica con energías renovables, fueron evaluados por el comité Científico del Primer Congreso Internacional de Energías Renovables realizado por el SENA Regional Guajira entre el 18 y 20 de Noviembre de 2015 y que fueron presentados como ponencias presentadas por los autores.

**Grupo de Investigación Electrónica, Automatización y Energías Renovables EAYER, Semillero de Investigación BIOMETRONICA
Centro de Automatización Industrial, Regional SENA Caldas**

Presentación Director Regional SENA Caldas

Para contribuir a una Colombia educada, equitativa y en paz, la Regional Caldas trabaja por un SENA público, innovador e incluyente, que con calidad y pertinencia en la prestación del servicio, dinamice la generación de ingresos, la competitividad sectorial, y el desarrollo social, económico y tecnológico de la región y del país, de acuerdo con los objetivos consignados en el Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018 y el Plan Estratégico Institucional.

El esfuerzo de la entidad en Caldas está orientado a promover el capital humano innovador en territorios incluyentes, a través de diversas estrategias que buscan entre otros, la calidad y cobertura de la formación profesional integral, la intermediación para la efectiva generación de empleo, el estímulo al emprendimiento, el fortalecimiento de la asociatividad, y la promoción de la ciencia, la tecnología y la innovación.

Para cumplir este último propósito, se ha estructurado el sistema SENNOVA, que tiene el objetivo de fortalecer los estándares de calidad y pertinencia en las áreas de investigación, desarrollo tecnológico e innovación, a través de los centros de formación, Tecnoacademia y Tecnoparque.

A partir de los conocimientos adquiridos en los procesos de formación, el SENA busca estimular en los aprendices competencias orientadas al uso, aplicación y desarrollo de tecnologías avanzadas con la conformación de semilleros de investigación, grupos de investigación aplicada y proyectos formativos que articulan los centros de formación en un trabajo en red.

El Centro de Automatización Industrial presenta en esta publicación los resultados de una de estas investigaciones; iniciativa que gestaron sus aprendices e instructores en el proceso de formación y que se materializa en esta producción académica como aporte a la calidad de la formación profesional que imparte el SENA y al desarrollo tecnológico, la productividad y competitividad de la región.

Rodrigo Giraldo Velásquez
Director SENA Regional Caldas

Presentación Subdirector Centro de Automatización Industrial SENA Regional Caldas

En Colombia, la investigación aplicada, ocupa un lugar cada vez más importante en los procesos de enseñanza-aprendizaje; en el caso del SENA su estructura normativa en investigación aplicada está soportada por el Decreto Ley 585/91, Ley 119/94, Ley 344/96 (Recursos de Inversión), Decreto 249/04, Acuerdo 7/10 (Proyectos de formación profesional), Acuerdo 9/10 (Tecnoparques), Acuerdos 3, 15 y 12 /12 (Investigación, Desarrollo e Innovación en la Formación Profesional).

La Investigación Aplicada en el SENA tiene los siguientes objetivos:

1. Fomentar la conformación de nuevos grupos y semilleros de investigación en el SENA.
2. Consolidar y fortalecer el trabajo de los grupos y semilleros de investigación registrados en los centros de formación.
3. Facilitar el registro y validación de los grupos de investigación dentro del SENA ante COLCIENCIAS.
4. Fomentar el desarrollo tecnológico a partir de la investigación aplicada realizada.
5. Aprovechar el conocimiento generado por los grupos de investigación para retroalimentación y rediseño curricular de los programas de formación.
6. Fomentar la participación de aprendices en los grupos y semilleros de investigación para incrementar sus capacidades investigativas y asegurar su formación integral.
7. Fomentar las alianzas entre investigadores del Sena y universidades o centros de investigación.
8. Asegurar el acceso a la información necesaria para el desarrollo de proyectos de investigación y vigilancia tecnológica en todos los centros de formación del Sena.
9. Propiciar la vinculación de los productos y procesos desarrollados por investigadores o grupos de investigación en el Sena con el sector productivo.
10. Apoyar el proceso de acreditación de calidad de la Formación Profesional a través del apoyo a los grupos de investigación aplicada de los Centros de Formación Profesional.

En el sistema de gestión del conocimiento del SENA, las publicaciones son parte de la estrategia para fortalecer y visibilizar la investigación en formación profesional, la investigación aplicada, el desarrollo tecnológico y la innovación, el presente documento es una evidencia de esto.

Uno de los retos que tiene el SENA Regional Caldas, especialmente el Centro de Automatización Industrial, es el de motivar a los aprendices a vincularse a este proceso y a ser partícipes de la investigación, con el fin de contribuir a sus procesos de formación en lo referente al fortalecimiento conceptual, capacidad crítica e innovadora, capacidad creativa, capacidad argumentativa y a su vez desarrollar competencias que sean útiles para el proceso formativo del aprendiz SENA.

Todos los procesos de investigación aplicada del Semillero cuentan con asesoría conceptual y metodológica en todo el proceso de investigación formativa. De esta manera, se contribuye a las políticas Institucionales del Sistema de Investigación Desarrollo Tecnológico e Innovación SENNOVA, y al fortalecimiento de las líneas del Grupo de Investigación Electrónica, Automatización y Energías Renovables, reconocido por COLCIENCIAS y que cuenta con Categoría D.

El Centro de Automatización Industrial cuenta con Programas Tecnológicos de formación con registro calificado en:

- Análisis y desarrollo de sistemas de información.
- Automatización industrial.
- Diseño de elementos mecánicos para su fabricación con máquinas herramientas CNC.
- Diseño e integración de automatismo mecatrónicos.
- Gestión de la producción industrial.
- Mantenimiento de equipo biomédico.
- Mantenimiento electrónico e instrumental industrial.
- Gestión del ciclo de vida del producto
- Mantenimiento de equipos de cómputo diseño e instalación de cableado estructurado.
- Diseño, implementación y mantenimiento de sistemas de telecomunicaciones.

- Operación y mantenimiento de máquinas de control numérico.

El compromiso y dedicación de cada uno de los funcionarios, instructores, y aprendices del Centro han permitido alcanzar los siguientes logros durante al 2015.

1. Premio por participación en la convocatoria 01-2014-2015 Técnicos y Tecnólogos de la Fundación de Ciencia y Tecnología Colombo Alemana (FunCyTCA) con el Proyecto “El hogar Autosostenible” del Semillero de Investigación BIOMETRONICA, elaborado en conjunto con Tecnoparque.
2. Premio en el concurso Reto TECH SENA: 100.000 Strong in the Americas con el proyecto “Diseño de un Generador Eólico con Máquinas CNC”.
3. Organización, diseño y ejecución de más de veinte eventos de divulgación tecnológica en Ciencia Tecnología e Innovación.
4. Participación en eventos científicos en la línea Innovación y Desarrollo Tecnológico: con 16 ponencias en 7 eventos de carácter internacional y 16 ponencias en 4 eventos de carácter nacional, en la línea Investigación: con 22 ponencias en 6 eventos de carácter internacional y 17 ponencias en eventos CTI de carácter nacional.
5. Medallas obtenidas en concursos SENASOFT, y WorldSkill.

Luis Alejandro Trejos Ruíz
Subdirector Centro de Automatización Industrial
Regional SENA Caldas

Presentación Líder SENNOVA Centro de Automatización Industrial SENA Regional Caldas

El objetivo del Grupo de Investigación: Electrónica, Automatización y Energías Renovables EAYER es Consolidar un espacio académico de reflexión transdisciplinar entre los saberes y prácticas de la Automatización Industrial, Electrónica, Mecatrónica, Administración de Sistemas de Información, Biomédica y la Teleinformática, que recoja los debates teóricos, científicos y tecnológicos a partir del contexto regional en procura de aportar al desarrollo de la investigación aplicada formativa y en sentido estricto, en la docencia y en la extensión en una perspectiva crítica y el marco del proyecto educativo institucional de la SENA.

Los Retos del Grupo de Investigación son:

- Realizar investigaciones orientadas a generar nuevos conocimientos, metodologías y modelos en las Áreas de Especialidad del Centro de Automatización Industrial Regional Caldas
- Desarrollar reflexiones e investigaciones sobre la Automatización Industrial, Electrónica, Biomédica, Administración de Sistemas de Información, Desarrollo de Software y la Mecatrónica.
- Generar investigaciones que reflexionen sobre el entorno regional en la perspectiva del Hardware y Software aplicado integrando las energías alternativas;
- Apoyar el desarrollo conceptual y la formulación de proyectos de Desarrollo de Software y productos con energías renovables.
- Fomentar y ejecutar las competencias y proyectos de formación integral del Centro de Automatización Industrial Regional Caldas.
- Promover eventos de divulgación tecnológica y de actualización académica dirigido a la comunidad académica y demás sectores de la sociedad;
- Contribuir a la formación de investigadores en las Áreas de Especialidad del Centro de Automatización Industrial Regional Caldas
- Participar en redes interuniversitarias y del SENA de intercambio académico, nacional e internacional, en torno a las líneas de investigación;
- Formular proyectos de investigación de carácter interdisciplinario con la participación de otros Centros de Formación del SENA,

universidades e investigadores nacionales y regionales;

- Promover y organizar actividades de extensión, para la transferencia de conocimientos científicos y aplicados;
- Publicar los resultados de los procesos de investigación.

Visión del Grupo de Investigación

Conforme a la Visión Institucional: En el 2020, el SENA será una Entidad de clase mundial en formación profesional integral y en el uso y apropiación de tecnología e innovación al servicio de personas y empresas; habrá contribuido decisivamente a incrementar la competitividad de Colombia a través de: Aportes relevantes a la productividad de las empresas. Contribución a la efectiva generación de empleo y la superación de la pobreza. Aporte de fuerza laboral innovadora a las empresas y las regiones. Integralidad de sus egresados y su vocación de servicio. Calidad y estándares internacionales de su formación profesional integral. Incorporación de las últimas tecnologías en las empresas y en la formación profesional integral. Estrecha relación con el sector educativo (media y superior). Excelencia en la gestión de sus recursos (humanos, físicos, tecnológicos y financieros).

Semillero de investigación BIOMETRONICA

El Semillero BIOMETRÓNICA es un espacio académico de reflexión transdisciplinar entre los saberes y prácticas de la Automatización Industrial, Electrónica, Mecatrónica, Administración de Sistemas de Información, Biomédica, Teleinformática y el Desarrollo del Software en el marco del proyecto educativo institucional del SENA.

Uno de los retos que se tenían en el SENA Regional Caldas especialmente en el Centro de Automatización Industrial era el de motivar a los aprendices a vincularse a este proceso y a ser partícipes de la investigación, con el fin de contribuir a sus procesos de formación en lo referente al fortalecimiento conceptual, capacidad crítica e innovadora, capacidad creativa, capacidad argumentativa y a su vez desarrollar competencias que sean útiles para el proceso formativo del aprendiz SENA

Dada las características de los aprendices SENA según su modalidad

de técnicos y tecnólogos, el desarrollo de las actividades se propone por proyectos y no por temática como se realizan en los colegios. De esta manera, se contribuye al desarrollo de las competencias generando mayor grado de responsabilidad y compromiso con los procesos investigativos. El aprendiz SENA, recibe asesoría conceptual y metodológica que garantice mayor eficiencia en el logro de los objetivos propuestos, ya que muchas veces los proyectos de formación no se culminan por la falta de bases para la investigación, la falta de acompañamiento o la falta de motivación.

Por todo lo anterior, se retoma el proyecto institucional denominado BIOMETRONICA coordinado por el Líder SENNOVA Rubén Darío Cárdenas del Centro de Automatización Industrial, del cual participan aprendices de los siguientes Programas de formación con registro calificado: análisis y desarrollo de sistemas de información, automatización industrial, diseño de elementos mecánicos para su fabricación con máquinas herramientas de control numérico computarizado (CNC), diseño e integración de automatismo mecatrónicos, gestión de la producción industrial, mantenimiento de equipo biomédico, mantenimiento electrónico e instrumental industrial, gestión del ciclo de vida del producto, mantenimiento de equipos de cómputo diseño e instalación de cableado estructurado, diseño, implementación y mantenimiento de sistemas de telecomunicaciones, operación y mantenimiento de máquinas de control numérico

Finalmente, el semillero de BIOMETRONICA se convierte en una plataforma académica e investigativa que contribuye a la construcción del conocimiento y formación de investigadores potenciales, en obediencia a las actuales políticas Institucionales y que según los resultados obtenidos por sus participantes se canalizan a Tecnoparque, Tecnoacademia, Fondo Empezar.

Rubén Darío Cárdenas Espinosa
Líder Sistema de Investigación Desarrollo Tecnológico e Innovación
- SENNOVA -
Centro de Automatización Industrial
Regional Caldas

CAPÍTULO 1

AHORRO ENERGÉTICO CONTROLANDO ALUMBRADO

Rubén Darío Cárdenas Espinosa

SENA Regional Caldas, Centro de Automatización Industrial
Líder Sistema de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación,
Manizales, Caldas, Colombia.

Jaime Ocampo

SENA Regional Caldas, Centro de Automatización Industrial
Instructor, Manizales, Caldas, Colombia.

Daniela Trujillo

SENA Regional Caldas, Centro de Automatización Industrial
Aprendiz, Manizales, Caldas, Colombia

Erika Johanna Toro

SENA Regional Caldas, Centro de Automatización Industrial
Aprendiz, Manizales, Caldas, Colombia.

Resumen

En los ambientes de aprendizaje del Centro de Automatización Industrial del SENA Regional Caldas, se detectó la necesidad de ahorro de energía, ya que éstos carecen de un sistema automático de iluminación que permita mejorar su uso y no genere desperdicio energético.

Se requiere de un sistema automático que permita un control cómodo, flexible y práctico que modifique el alumbrado según las necesidades, además un encendido- apagado automático de luces. En el alumbrado se ve la carencia de un sistema que permita una detección de fallas en caso de daño de una luminaria, para proceder a repararlo oportunamente. El sistema automático de iluminación permitirá el ahorro de energía y solo entrará en actividad cuando sea necesario, dentro de sus beneficios estará, mejorar las instalaciones de iluminación y la rápida detección de fallas para mejorar el proceso de mantenimiento.

En este proyecto se aplican las metodologías de investigación aplicada desarrolladas en el Semillero de Investigación BIOMETRONICA, el cual se desarrolló dentro del proceso de formación para cumplir con los

resultados de aprendizaje y competencias básicas, transversales y específicas.

Palabras Clave: Alumbrado, Automatización Industrial, Semillero de Investigación, Lunimaria, Sistema Automático

Abstract

In learning environments Industrial Automation Center SENA Regional Caldas, the need for energy saving was detected because they lack an automatic lighting system that allows better use and does not generate waste energy.

It requires an automatic system that allows a comfortable, flexible and convenient control to modify the lighting as needed, plus an on-off automatic lights. In the absence of a lighting system that allows fault detection in case of damage of a luminaire it is to proceed to repair timely. Automatic lighting system allows saving energy and enter into activity only when necessary, within its benefits will improve lighting installations and rapid troubleshooting to improve the maintenance process.

This project applied research methodologies developed in the seedbed BIOMETRONICA Research, which developed in the process of training to meet the learning outcomes and basic, transversal and specific skills apply.

Keywords: Lighting, Industrial Automation, Seed Research, Luminary, Automatic System

Introducción

Este proyecto tiene como fin Desarrollar un sistema que genere ahorro de energía en el ambiente de trabajo, además que monitoree y entregue información especificando las fallas en caso de dañarse alguna luminaria. El sistema permite reestructurar y modernizar los sistemas implementados en los ambientes de formación del Centro de Automatización Industrial del SENA Regional Caldas.

Materiales y Métodos

Los Materiales empleados en el proyecto son: Software CAD/CAM Proteus para el diseño electrónico del sistema de iluminación automáticos (Barrón, 2004), La aplicación de la y configuración del Software de monitoreo automático se hizo con WinCC (YANG & LEI 2003), el cual se comunica con los Controladores Lógicos Programables, Sensores, actuadores, Instalaciones eléctricas, Computador.

Componentes del circuito electrónico: Transistor 2n3904, Fotorresistencia (LDR) (Electrónica-electronics, 2015), Resistencias de 100 ohm y 300 Kohm.

La Metodología empleadas se basa en una triangulación entre el método cualitativo y el cuantitativo. En el primero se hace uso del análisis de documentos, en el cual se revisa manuales, boletines técnicos, políticas de implementación, entre otros, con el fin de fundar una base teórica del tema a tratar. Por otra parte el uso del método cuantitativo nos ayuda a establecer este estudio como una guía, o manual de referencia para un administrador de red o integrador de servicios de telecomunicaciones, el cual oriente al usuario, indicándole las especificaciones que dicta las normas, señaladas en la investigación.

Resultados y Discusión

Se realizó el diseño y cálculo de las cargas en las instalaciones eléctricas de iluminación, teniendo en cuenta los lineamientos establecidos por el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público – RETILAP. (Castaño & Rojas 2011). Se diseñó un prototipo a escala, para posibilitar la vigilancia y manipulación de las variables del sistema.

Las medidas de cada uno de los ambientes analizados fueron:

Ambiente Mecatrónica	Largo: 6,8m Ancho: 9m Alto: 2,7m
Ambiente Neumática	Largo: 6,8m Ancho: 9m Alto: 2,7m
Ambiente MPS	Largo: 6,8m Ancho: 9m Alto: 2,7m
Ambiente Servosistemas	Largo: 6,8m Ancho: 9m Alto: 2,7m
Superficie Total	Largo: 27,2m Ancho: 36m Alto: 2,6m

A partir del Análisis de condiciones iniciales se realizó un plan de mejora para el sistema actual, Se elaboraron Planos de los ambientes 2d y modelados 3d.

A continuación se presentan algunas figuras del proceso

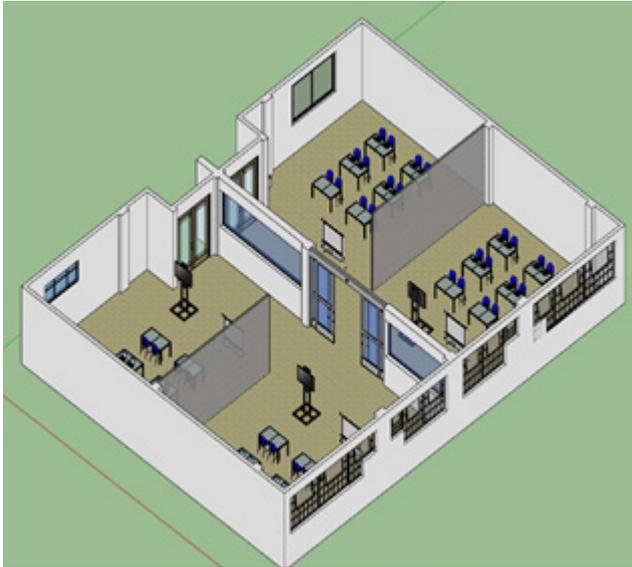


Figura 1. Plano 3D del Proyecto

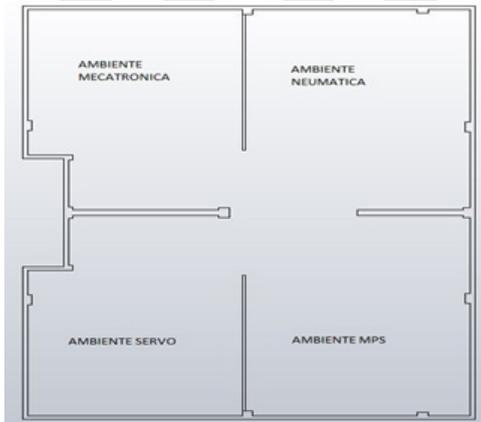


Figura 2. Plano 2D del Proyecto



Figura 3. Vistas lateral y Superior Maqueta del proyecto

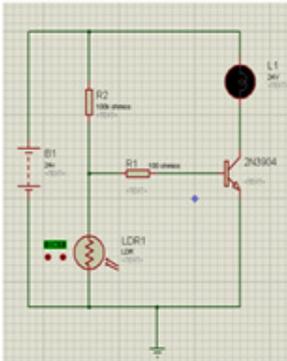
La iluminación se podrá controlar Automáticamente a través de una pantalla táctil que estará situada a la entrada del ambiente de formación, de esta se elige el control de la luminaria o grupo de luminarias que se requieren encender, para lo cual se realizó Simulación en WinCC.

El control manual se realiza con los interruptores ubicados a la entrada de cada ambiente de formación activados por transistor BJT (Electrónica Unicrom, 2015).

La figura 4 muestra el esquemático y montaje físico simulado en Proteus del circuito electrónico que se diseñó, el cual funcionará como sensor y permitirá detectar las fallas en cada una de las luminarias. Cuando la luz aumenta LDR1 disminuye su resistencia, toda la tensión de la fuente estará en extremos de R1 y no le llega corriente a la base del transistor 2N3904, por lo tanto el relé L1 no se activará. Cuando la luz disminuye, la resistencia de LDR1, aumenta, la caída de la tensión en la LDR aumenta lo suficiente para que llegue corriente a la base del transistor, conduzca y se active el relé L1, y por ende active el sistema.

Diseño del circuito

Simulador proteus



Montaje físico

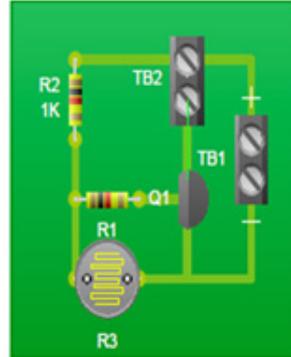


Figura 4. Esquemático y Montaje Físico en Proteus del Circuito Diseñado

La siguiente Tabla muestra los consumos de Elementos en los ambientes de formación del Centro de Automatización Industrial, basado en el cálculo de carga y corriente de los circuitos (Sánchez y Valvidia, 2012).

Tabla 1. Consumos de Elementos en los ambientes de formación del Centro de Automatización Industrial.

Cantidad	Elemento en el Ambiente de formación	Corriente	Voltaje
5	Sensor de movimiento	8.3 A	110 v
1	Detector de fuga de gas	20 mA	12 v
1	Sensor de humo	20 mA	12 v
1	Detector de humedad	0,5 A	12 v
1	Control de persianas	22,4 A	110 v
2	Detector de puertas abiertas	20 mA	110 v
10	Alumbrado de emergencia	0,5 A	110 v
6	Detector apertura de ventanas	0,5 A	12 v
1	Detector de presencia exterior al ambiente	0,5 A	12 v
10	Detector de presencia interior del ambiente	1 A	5 v
5	Alumbrado automático ambiente	1 A	110 v
1	Detector de fallo eléctrico	1,5 A	110 v
1	Televisor	3ª	110 v

El ahorro energético es una necesidad actual que se debe enfrentar para garantizar la sostenibilidad del medioambiente, este tiene tres grandes retos: la competitividad directamente relacionada con la disminución de la intensidad energética (lo que se denomina el desacoplamiento del aumento del consumo energético con el desarrollo económico), el cambio climático y la seguridad de suministro. Desde hace una década, diversas organizaciones de normalización vienen trabajando para desarrollar documentos que orienten a las organizaciones sobre cómo gestionar eficazmente la energía. El 15 de junio la Organización Internacional de Normalización publicó la esperada ISO 50001, un documento que ayudará a las organizaciones que lo implanten obtener mejoras significativas en su eficiencia energética, con el consiguiente impacto positivo en su cuenta de resultados (Oliver & Aenor, 2011). En Colombia no se ha reglamentado la aplicación de esta norma y resulta costoso implementarlo, ya que, en el país no existen auditores, los que están formados se encuentran en Europa y el proceso de capacitación y compromiso de las empresas para trabajar en la implementación de esta norma para el desempeño energético apenas está iniciando gracias al apoyo de la UNIDO (organización de las naciones unidas para el desarrollo industrial). En Ecuador este proceso se ha realizado con éxito y ha registrado grandes niveles de optimización energética, lo cual nos deja como interrogante ¿Por qué en Colombia se ha dificultado la implementación del programa de optimización energética? El proyecto descrito en este artículo busca contribuir a esta discusión y mostrar que desde el ámbito académico se pueden implementar estrategias de ahorro de energía a bajo costo con la tecnología actual y deja abierta la discusión de cómo lograr el nivel de confianza en los empresarios e industriales en Colombia que si han tenido otros países como Ecuador.

Por otra parte, y teniendo en cuenta que el alumbrado público es un servicio no domiciliario, que tiene por objeto proporcionar la iluminación de los bienes públicos y demás espacios de libre circulación con tránsito vehicular o peatonal, dentro del perímetro urbano y rural del municipio, constituyéndose en un indicador de bienestar, seguridad, inclusión social, crecimiento y desarrollo para la ciudad (INVAMA, 2010), nos deja abierta la discusión de por qué no se reemplaza el alumbrado público de la ciudad de Manizales por Tecnología LED que presenta menos consumo energético, será no solo

necesario los datos técnicos de los proveedores de estas tecnologías, sino considerar aspectos como el costo y disminución de ella misma con el paso del tiempo versus la vida útil de las luminarias actuales.

Conclusiones

- Se puede aplicar para el uso inadecuado de la generación de energía por medio de celdas fotovoltaicas ubicadas en la zona de galpones del SENA regional Caldas y el cual al día de hoy solo alimenta dos reflectores haciendo ineficiente el sistema, para lo cual viendo las falencias se propuso mejorar el sistema adecuándolo de tal forma que garantizando con esto un adecuado uso de la energía renovable ya instalada en esta zona alineado con la normativa expuesta en el reglamento técnico de instalaciones eléctricas “RETIE”; además de esto se implementará un sistema de alarma con sensores, puesto que dicho ambiente está expuesto a riesgos de pérdidas, ya que se encuentra en un campo donde la seguridad es muy poca.
- El ahorro de energía será directamente proporcional a la conservación de medio ambiente
- La implementación de este proyecto permitirá reducir el desgaste visual de los usuarios de los ambientes de formación y optimizar el uso energético en las instalaciones.
- De acuerdo a las condiciones climatológicas y ambientales de la ciudad de Manizales, la energía eólica es la más conveniente para ser implementada en el Centro de Formación

Referencias

- Barrón, M. (2004). Uso didáctico del software de ayuda al diseño electrónico “PROTEUS”. In Actas del VI Congreso de Tecnologías Aplicadas a la Enseñanza de la Electrónica.
- Castaño, J. A. & Rojas Julio, E. (2011). Inspección eléctrica y de iluminación a la institución educativa bosques de la acuarela. Electrónica-electronics. Resistencia dependiente de la luz. Disponible en <http://electronica-electronics.com/info/LDR-fotoresistencia.html> [Visitada en Marzo de 2015]
- Electrónica Unicrom. Diseño de un switch con Transistor Bipolar (BJT). Disponible en http://www.unicrom.com/tut_ejemplo_transistor_como_switch.asp [Visitada en Marzo de 2015]

INVAMA. Instituto de valorización de Manizales. Disponible en <http://www.invama.gov.co/> [Visitada en Marzo de 2015]

Oliver, J. L. T., & de AENOR, D. D. D. (2011). Sistema de Gestión Energética según la ISO 50001: 2011. UNE: boletín mensual de AENOR, (262), 20-25.

Sanchez Garduno, N. D., & Valdivia Roa, R. A. (2012). Automatizacion de Iluminacion de un Edificio Gubernamental (Doctoral dissertation).

Yang, L. M., & Lei, Y. J. (2003). Application of Configuration Software WinCC in Automation Monitor System [J]. Computing Technology and Automation, 4, 006.

CAPÍTULO 2

DISEÑO DE UN SISTEMA HIBRIDO AUTOMOTRIZ CON ENERGIA EOLICA

DESIGN OF A HYBRID SYSTEM WITH WIND POWER AUTOMOTIVE

Rubén Darío Cárdenas Espinosa

Líder Sistema de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación, SENA Regional Caldas, Centro de Automatización Industrial. Manizales, Colombia

Phanor Mauricio Salazar Tobón

Semillero de Investigación BIOMTERÓNICA, SENA Regional Caldas, Centro de Automatización Industrial. Manizales, Colombia.

Mauricio Valencia García

Semillero de Investigación BIOMTERÓNICA, SENA Regional Caldas, Centro de Automatización Industrial. Manizales, Colombia

Luis Ricardo Cano Jaramillo

Semillero de Investigación BIOMTERÓNICA, SENA Regional Caldas, Centro de Automatización Industrial. Manizales, Colombia

Resumen

Este proyecto está desarrollado con el propósito de plantear soluciones al impacto ambiental que genera el parque automotor que aunque los sistemas híbridos disponibles en el mercado emplean gas natural, se concibe que con el movimiento y las leyes de la física se puede implementar un sistema híbrido eólico, el cual se montó a nivel de prototipo con un vehículo a gasolina de los que existen para niños y que se emplean en los parques de las ciudades como diversión de

los niños, realizando el diseño respectivo del acople para el vehículo híbrido, cuyas pruebas se realizaron generando energía eólica por medio de unas tomas de aire, transmitiendo este a la turbina que moverá el generador eléctrico que proporcionara la energía necesaria para la acumulación de la carga de baterías. El sistema diseñado se basa en un modelo de vehículo híbrido con energía eólica, que posee tanto un motor eléctrico, como un motor de combustión interna, teniendo menos gasto de combustibles fósiles y teniendo una disminución en el impacto ambiental.

PALABRAS CLAVES: Diseño, Sistema Híbrido, Automotriz, Energía Eólica, Turbina

ABSTRACT

This project is developed with the purpose of proposing solutions to the environmental impact generated by the fleet that although hybrid systems on the market use natural gas, it is envisaged that with the movement and the laws of physics can implement a hybrid wind system, which was mounted at the level of prototype with a gasoline vehicle of which there are children and are used in city parks and fun for children, making the respective coupling design for the hybrid vehicle, whose tests They are generating wind power conducted through air inlets, passing this to the turbine that moves the generator to provide the energy to the accumulation of charging batteries. The designed system is based on a model of wind power hybrid vehicle, which has both an electric motor, such as an internal combustion engine, having less spending on fossil fuels and having a decreased environmental impact.

Keywords: Design, Hybrid System, Automotive, Wind Energy Turbine

INTRODUCCIÓN

La implementación de la tecnología del automóvil eléctrico involucra en el peor de los casos el reemplazo total del vehículo, y en el mejor de los casos sustituir totalmente el motor. Estos costos no conseguirán ser solventados por todos los dueños de vehículos. Por esta razón en el presente proyecto se pretende desarrollar un dispositivo que permita modificar un motor de combustión interna, para que opere con un tipo de energía alternativa en lugar de la utilización de combustibles comunes.

Este proyecto pretende plantear la necesidad de construir un diseño de un vehículo híbrido, el cual ofrece muchas ventajas en la industria automotriz. Posee tanto un motor eléctrico, como uno de combustión interna. Frente a los vehículos tradicionales, tienen la ventaja de contaminar menos, este tipo de vehículo es extremadamente limpio, silencioso y resulta ideal para el tráfico urbano. Además como el auto se alimenta de energía eléctrica, el uso masivo de los vehículos eléctrico reducirá la demanda de petróleo. (Figura 5)



Figura 5. Vehículo de Prueba (Fuente: Autores)

Fundamento Teórico

Vehículo híbrido

El híbrido es un producto de dos elementos de distinta naturaleza. En el sector automotriz esta definición de vehículo híbrido se aplica para motores que resultan de combinar dos tipos de potencia, el motor combustión interna y uno eléctrico. La aplicación de los automóviles híbridos es reducir al mínimo las emisiones de gases contaminantes y el consumo de combustible sin necesitar conectarse a una toma eléctrica para cargarse. Combinar dos fuentes de energía, de manera que las cualidades de cada sistema sean utilizadas bajo condiciones de generación variables (Osses, 2007).

Tipos de sistemas de vehículos híbridos

Los híbridos que adoptan un motor de combustión interna y un motor eléctrico son los notables sistemas híbridos que han obtenido un adelanto exitoso. Existen dos tipos básicos de sistema: híbridos en serie y en paralelo.

Vehículo híbrido de un sistema en serie

El motor de combustión interna conectado a un generador, el cual origina energía eléctrica para que el motor eléctrico que maniobra el giro de la transmisión. Llamado híbrido en serie pues el flujo de energía se mueve en línea directa. Al estar el MCI desacoplado de la tracción, es aleatorio que manipule a una velocidad constante. (Figura 6 sus partes son 1. “Motor eléctrico, 2. Inversor, 3. Paquete de baterías, 4. Generador, 5. Motor a gasolina).

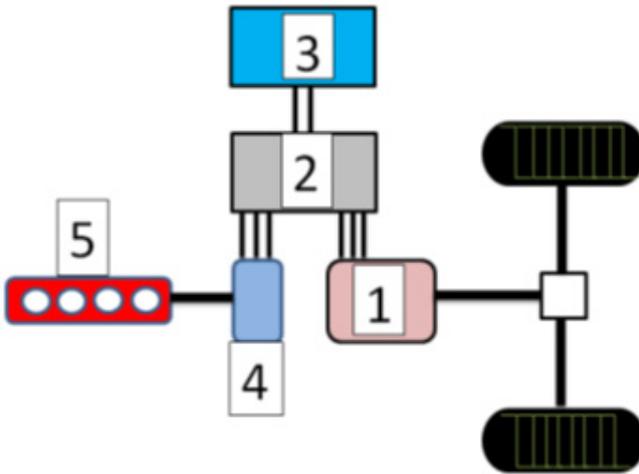


Figura 6. Vehículo híbrido en serie

Vehículo híbrido de un sistema en paralelo

El motor de combustión interna como el motor eléctrico para maniobrar la tracción, fijando la energía de cada uno de acuerdo a las situaciones de conducción. Es llamado híbrido en paralelo pues la energía fluye en líneas paralelas. Este motor alcanza accionar al mismo tiempo la tracción como la carga de las baterías. (Figura 7 sus partes son 1. Motor a gasolina, 2. Transmisión, 3 Motor/Generador, 4 Inversor, 5 Paquete

de baterías). Este tipo de sistemas son los más manejados también involucra cuatro tipos de combinación de su energía: 1. Combinación de fuerzas de tracción, 2. Combinación de torques, 3. Combinación de torque en el eje, 4. Combinación de velocidades.

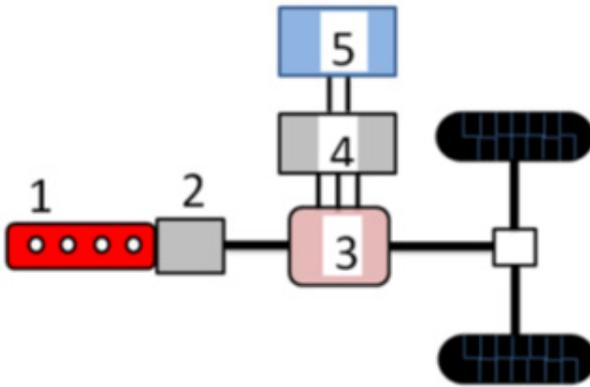


Figura 7. Vehículo híbrido en paralelo
 Consumos energéticos de un vehículo híbrido

La condición principal a tener en cuenta en lo ambiental son la aplicación de normas europeas.

Como se muestra en la siguiente Tabla 2, un vehículo híbrido puede recorrer el doble de la distancia que uno tradicional con la misma cantidad de energía. El motor de combustión interna es ineficiente, no solo debido a las pérdidas al transformar la energía desde el combustible al tren de tracción, sino que también es ineficiente cuando el vehículo no se encuentra en movimiento y el motor está en marcha. (Osse, 2007).

Tabla 2. Recorrido vehículo híbrido

Fuentes de energía/perdidas	Vehículo híbrido eléctrico	Motor de combustión interna convencional
Combustible	100%	100%
Perdidas por transmisión	-6%	-6%
Perdidas por ociosidad	0%	-11%
Perdidas en el motor	-30%	-65%
Requerimientos de accesorios	-2%	-2%
Freno regenerativo	4%	0%
Energía total remanente	66%	16%

Fórmula de consumo de combustible para vehículos convencionales

C= Kilómetros /Litros o galones

$$C = \frac{K}{L} \text{ ecu. 1}$$

Ecuación 1: Consumo de Combustibles

Es el consumo de carburante medido según un procedimiento normalizado para todos los vehículos en Europa. Se mide el consumo medio en un ciclo de conducción, que incluye 4 km recorridos en tráfico urbano con velocidad máxima de 50 km/h, y 7 km en carretera con velocidad máxima de 120 km/h. Las condiciones reales de utilización del vehículo pueden hacer que el consumo real sea mayor o menor que este valor.

Para los vehículos a gas natural y glp el consumo viene expresado en kg/100km.

Emissiones (gCO₂/km)

$$Em = \frac{\text{gCO}_2}{\text{km}} \text{ ecu. 2}$$

Ecuación 2: Emisiones dióxido de carbono

El dióxido de carbono es uno de los gases que se producen al quemar combustible, y uno de los principales gases de efecto invernadero. La emisión de este gas por un vehículo tiene relación con el consumo de combustible: los motores de gasolina emiten 2,3 kg de CO₂ por cada litro de gasolina quemado y los motores diésel 2,6 kg de CO₂ por cada litro de gasóleo. Un coche en marcha emitirá una cantidad de CO₂ proporcional por cada kilómetro que recorra quemando combustible.

Normalmente se mide en gramos por kilómetro. (Microsiervos, 2014).
Vehículos de menor consumo

Clasificación por consumo relativo

Indica si el modelo y versión de vehículo consume más o menos que el valor medio aceptado por los expertos para vehículos del mismo tamaño (superficie). Los coches de clase A, B y C (colores verdes) consumen menos que la media, los vehículos de clase E, F y G (colores rojos) consumen más que la media y los de clase D pertenecen al valor medio. A es la más eficiente y G las más ineficiente.

La clasificación energética solo se realiza para los vehículos que consumen gasolina o gasóleo.

En este listado aparecen 30 vehículos, tabla 3, atendiendo a sus características de menor consumo, mejor clasificación energética y menores emisiones, por este orden (Idae, 2015).

Consumos de Vehículos híbridos

La siguiente tabla 3 propone los rangos típicos de los parámetros claves para las baterías en relación con diferentes tipos de vehículos que necesitan esta clase de energía y el rendimiento de costo. Variación de los parámetros AER (Asociación Española de Renting de vehículos) todas las cosas en igualdad de condiciones, que se extiende a la AER de PHEV entre los 25 y 60 km/h va modificar algunos parámetros de la siguiente manera:

Tabla 3. Rendimiento de la Batería en un Auto Mediano

	HEV	BEV	PHEV
AER (MILLAS)	0	150-200	10-60
MATERIAL	NIMH	Li-Ion	Li-Ion
CAPACIDAD TOTAL	13	30-60	4-30
ENERGIA ESPECIFICA	46	110-160	110-160
DESNIDAD DE ENERGIA	200-350	400-600	400-600
POTENCIA PICO	27-35		40-100
POTENCIA ESPECIFICA	1300	1500	500-1500
PESO DE LA BATERIA	29	200-500	70-190
VIDA DE LA BATERIA	10-15	10-15	10-15
CICLO DE VIDA PROFUNDO			2500
COSTO ESPECIFICO	600		750-1500

Rendimiento de la batería típica para el corto plazo (Auto Mediano)

Metodología

La metodología empleada corresponde a una investigación cuantitativa con enfoque empírico analítico, carácter descriptivo y corte transversal, el cual se hizo en tres fases: Análisis, Diseño e Implementación.

Enfoque Empírico – Analítico. Este tipo de enfoque está representado por la elaboración de explicaciones a los fenómenos de la realidad que se buscan sean controlados y/o transformados por el hombre. Se pretende igualmente, que determinado el tipo de experiencias que han resultado particularmente productivas se puedan replicar en condiciones relativamente nuevas” Para esta investigación se realizó un análisis y prueba de los consumos y velocidad del viento de un vehículo a gasolina con el fin de simular el viento a través de ventiladores para realizar las pruebas de campo en laboratorio con el prototipo de vehículo seleccionado según el diseño elaborado.

Investigación Descriptiva. Es descriptiva por que selecciona una serie de factores técnicos, tecnológicos e ingenieriles que son aplicables a las necesidades del acople que requiere el vehículo híbrido seleccionado.

Investigación de corte transversal. La investigación es de corte transversal porque a la hora de la recolección de información se hizo de una sola vez e inmediatamente se procedió a su descripción o análisis de dicha información.

El presente estudio es de corte transversal, porque permite implementar un prototipo de acople a un vehículo a gasolina pequeño que permita obtener un vehículo híbrido con energía eólica.

Etapa de Análisis

Se realizó un estudio detallado del estado del arte en los temas referentes a las aplicaciones del proyecto y la Selección de los sensores para medir el viento y del vehículo susceptible de ser modificado para que funcione con el acople eólico que se pretende diseñar, manejo, uso y selección de anemómetro para medir velocidad del viento. (Figura 8)



Figura 8. Anemómetros empleados

Etapa de Diseño

Se utiliza un prototipo a escala para trabajar la simulación del viento empleando ventiladores para realizar las pruebas de laboratorio (Figura 9).



Figura 9. Ductos aprovechamiento del viento (Fuente: Autores)

Etapa de Implementación

Se acopla el diseño de sistema híbrido implementado al prototipo de vehículo, se realiza la medición de variables y se realizan los ajustes pertinentes para el funcionamiento del vehículo (Figura 10)



Figura 10. Prototipo Final acoplado al vehículo Híbrido (Fuente: Autores)

Resultados y Discusión

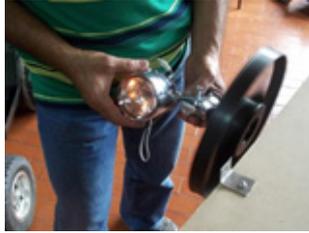


Figura 11. Dínamo Generador diseñado (Fuente: Autores)

El acoplamiento que implementamos en este proyecto con el fin de obtener buenos resultados para la generación de energía eléctrica, sosteniendo el voltaje y la corriente en las baterías para cargarlas, se utilizan varios equipos de generación de energía eléctrica, como los son los generadores, alternadores y los dinamos. (Figura 12)

Los generadores de corriente continua son máquinas que producen tensión su funcionamiento se reduce siempre al principio de la bobina giratorio dentro de un campo magnéticos una armadura gira entre dos polos magnéticos fijos, la corriente en la armadura circula en un sentido durante la mitad de cada revolución, y en el otro sentido durante la otra mitad. Para producir un flujo constante de corriente en un sentido, o corriente continua, en un aparato determinado, es necesario disponer de un medio para invertir el flujo de corriente fuera del generador una vez durante cada revolución. En las máquinas antiguas esta inversión se llevaba a cabo mediante un conmutador, un anillo de metal partido montado sobre el eje de una armadura. Las dos mitades del anillo se aislaban entre sí y servían como bornes de la bobina. Las escobillas fijas de metal o de carbón se mantenían en contacto con el conmutador, que al girar conectaba eléctricamente la bobina a los cables externos. Cuando la armadura giraba, cada escobilla estaba en contacto de forma alternativa con las mitades del conmutador, cambiando la posición en el momento en el que la corriente invertía su sentido dentro de la bobina de la armadura. Así se producía un flujo de corriente de un sentido en el circuito exterior al que el generador estaba conectado. Los generadores de corriente continua funcionan normalmente a voltajes bastante bajos para evitar las chispas que se producen entre las escobillas y el conmutador a voltajes altos. El potencial más alto desarrollado para este

tipo de generadores suele ser de 1.500 voltios. En algunas máquinas más modernas esta inversión se realiza usando aparatos de potencia electrónica, como por ejemplo rectificadores de diodo.

El Motor Eléctrico aparece equipado con sofisticados progresos de la electrónica, que le admite hacer la función de motor, y generador. Se puede utilizar como la carga de la batería, para activar el vehículo; pero también actúa como un Generador, si el vehículo no requiere fuerza, regresando energía a las baterías. En los modelos más recientes de Vehículos Híbridos, los motores eléctricos, son más técnico y cumplen función doble: gastan energía para darle torque al auto; y generan energía para cargar las baterías.

Los convertidores de conmutación a tensión cero con doble fijación tienen la capacidad de suministrar una salida regulada desde un rango muy amplio de entrada. Los sistemas de alimentación de célula adaptativa incluyen múltiples convertidores configurados en matriz para ofrecer una potencia con un amplio rango, alta tensión y alta frecuencia. Un bloque convertidor utiliza generalmente dos células de convertidor con acoplamiento magnético que han sido configuradas de forma selectiva en serie o en paralelo. En ambas configuraciones, el ruido en modo común está prácticamente cancelado.

Con el fin de mantener el medio ambiente limpio, se están realizando investigaciones para disminuir la cantidad de emisiones contaminantes producidas por los vehículos de combustión interna. La mayoría de las emisiones de un vehículo se producen en el arranque, por lo tanto, se pretende utilizar una fuente de energía alterna que no produzca emisiones contaminantes.

Los vehículos eléctricos no contaminan, pero uno de los principales problemas de estos vehículos es que las distancias que pueden cubrir, antes de que se termine la energía almacenada en las baterías, son limitadas y por lo tanto es necesario recargarlas.

El paquete de baterías está entre los componentes que tienen un efecto significativo en el desempeño de los vehículos eléctricos e híbridos. El término paquete de baterías se refiere a un componente que contiene un número de módulos de baterías individuales conectadas en

conjunto. Un ejemplo utilizado en los vehículos es una conexión serie de 22 baterías de 12 voltios, lo cual resulta en un módulo de batería de 264 voltios.

Los principales requerimientos del paquete de baterías de los vehículos eléctricos e híbridos son: alta densidad de potencia, alta densidad de energía, bajo costo, larga vida y alta eficiencia de carga. El desempeño de los módulos de baterías depende no solo del diseño de este, sino también de la manera en que son conectados y cargados.

En la generación de electricidad a partir de la energía del viento se utilizan dos familias de máquinas: Generadores de corriente continua, Generadores de corriente alterna.

Los generadores de corriente continua (DC) puros o dinamos, se utilizan en pequeños aerogeneradores ya que la estructura de delgas y múltiples enrollados los hace complejos y poco eficientes. Al aumentar la potencia generada, aumentan las pérdidas que se generan en la transición de las escobillas sobre las delgas.

En el ámbito eólico, la tendencia es utilizar alternadores de múltiples imanes permanentes con igual número de embobinados de estator lo cual de fine un gran número de polos. El descubrimiento de materiales que manifiestan un poder magnético superior ha sido determinante en el desarrollo de pequeños y medianos generadores permitiendo disminuir considerablemente su tamaño sustituyendo los electroimanes. Colocar un mayor número de imanes en el generador implica rebajar su rango de operación considerando revoluciones en el eje. Rebajar el rango de operación del alternador tiene el objetivo de evitar el uso de una caja mecánica amplificadora de RPM. Dejar de lado componentes mecánicos significa evitar pérdidas que comprometan la eficiencia global de la conversión energética. En los últimos años se empezaron a construir enormes generadores con este mismo concepto para logra una máxima eficiencia.

Conclusiones

El análisis del diseño planteado, se realizó una semejanza con vehículos híbridos por la falta de energía autónoma en estos, pero teniendo en

cuenta que con el movimiento normal de un vehículo en carretera este aprovecharía el viento, con el cual se obtendría la energía necesaria para lograr el mismo resultado obtenido con la simulación del viento de los ventiladores utilizados en el laboratorio.

La clave del éxito del proyecto es la ubicación de las tomas de aire en el vehículo para que el generador y/o alternador ofrezcan una propulsión y potencia pertinente que contribuya a minimizar el consumo de combustible, contribuyendo a tener un transporte limpio y silencioso.

El acople eólico diseñado es viable para implementar en otros vehículos, lo cual se pudo validar en laboratorio a partir de las comparaciones y análisis que se realizaron con el anemómetro, las velocidades obtenidas por el de prueba las cuales fueron superiores a las del prototipo empleado en el laboratorio.

El rendimiento de un generador eólico, su mayor parte está dado por el diseño y el diámetro de sus aspas.

El desarrollo de este proyecto permite brindar una visión diferente de los diseños de ingeniería, ya que al contrastar el funcionamiento del vehículo híbrido desarrollado empíricamente con el análisis establecido a lo largo de este proyecto se podrán recomendar mejoras en implementación de la energía eólica en vehículos híbridos en cuanto a su diseño, mantenimiento y consumo de ellos en energía eléctrica y combustibles en empresas matrices automotrices.

La parte ideal para ubicar el aerogenerador es la parte delantera del vehículo donde se aprovecha el máximo rendimiento del viento con respecto a la eficiencia que generaría el aerogenerador.

Referencias

Cardenas Espinosa, R. D. Ensayo aprender y enseñar en entornos virtuales. Cuadernos de Educación y Desarrollo, noviembre 2013, en <http://atlante.eumed.net/entornos-virtuales/> ISSN: 1989-4155.

_____. (2013). La descontextualización en el uso de las TICS por parte del docente. Revista Caribeña de Ciencias Sociales, noviembre 2013, en <http://caribeña.eumed.net/tics-docente/> ISSN: 2254-7630.

_____. (2013). Análisis caso profesor y estudiante: dos actores claves en el desarrollo de un proceso pedagógico” en Atlante. Cuadernos de Educación y Desarrollo, noviembre 2013, en <http://atlante.eumed.net/profesor-estudiante/> ISSN: 1989-4155.

_____. (2008). Diseño Electrónico Digital para Ingeniería. Múnich: Editorial GRIN GmbH, <http://www.grin.com/es/e-book/184997/disenoelectronico-digital-para-ingenieria>

_____. (2010). E-Basura: Las responsabilidades compartidas en la disposición final de los equipos electrónicos en algunos municipios del Departamento de Caldas, vistos desde la gestión del mantenimiento y los procesos de gestión de calidad. Múnich: Editorial GRIN GmbH, <http://www.grin.com/es/e-book/209697/e-basura-las-responsibilidades-compartidas-en-la-disposicion-final-de>

_____. (2007). Los Microcontroladores una Tecnología que aporta en la Construcción de la Economía del Conocimiento. Múnich: Editorial GRIN GmbH, <http://www.grin.com/es/e-book/163113/los-microcontroladores-una-tecnologia-que-aporta-en-la-construccion-de>

Gibbs, W. J. (1987). Definiendo el Clima. Revista oficial de Organización Meteorológica Mundial, OMM, 36(4), Octubre de 1987.

Gómez, V. and Maravall. (1996). Programs tramo and seat. Instruction for the User. Banco de España, Servicio de Estudios. Documento de Trabajo No. 9628.

Guerrero, V. (1991). Análisis de Series de Tiempo Económicas. México: Universidad Autónoma Metropolitana, Colección CBI.

Idae, Disponible en:

<http://www.idae.es/index.php/idpag.16/relmenu.301/mod.pags/mem.detalle> Consultado en: [Marzo 2015]

Lysen, E. H. (1983). Introduction to Wind Energy. Consultancy Services Wind Energy Developing Countries. P. O. Box 85 3800 AB Amersfoort The Netherlands.

Microsiervos, Disponible en: <http://www.microsiervos.com/archivo/ecologia/que-es-emision-co2-kilometro-recorrido.html>, Consultado en: [Noviembre 2014]

Nieto, F. H. (1998). Predicción de datos faltantes en series temporales usando métodos de regresión, investigación desarrollada para el Ideam. Contrato No. 037/98.

Organización Meteorológica Mundial (1990). Guía de Prácticas Climatológicas, OMM No. 100. Ginebra, Suiza.

Osses, M., Montero, C. y Kühn, R. (2007). Vehículos híbridos. Chile:

Departamento de Ingeniería Mecánica, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas. Universidad de Chile.

Santillán Campos, T. (2001). Problemario de pronósticos para la toma de decisiones. Thomson-Learning. México, D. F.

Socolmet, I. (1996). IV Congreso Colombiano de Meteorología. Memorias La variabilidad y el cambio climático y su impacto socioeconómico. Bogotá, D. C.

CAPÍTULO 3

DISEÑO DE MECANISMOS PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA RENOVABLE UTILIZANDO MÁQUINAS Y HERRAMIENTAS CNC

DESIGN OF MECHANISMS FOR WIND POWER GENERATION USING RENEWABLE CNC MACHINE TOOLS

Rubén Darío Cárdenas Espinosa

Líder Sistema de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación, SENA Regional Caldas, Centro de Automatización Industrial. Manizales, Colombia

Henry Daza, Instructor

SENA Regional Caldas, Centro de Automatización Industrial. Manizales, Colombia.

Resumen

El uso indiscriminado de combustibles fósiles (petróleo, gas natural, carbón) en las actividades humanas, continúa generando impactos negativos en la atmósfera, mismos que se ven reflejados en los efectos del cambio climático, los sobrecostos por la extracción de estos elementos de la naturaleza y la posibilidad de un desabastecimiento el cual detendría de manera radical el desarrollo económico de las ciudades a nivel mundial. El SENA no debe ser ajeno a esta realidad y puede aportar en la utilización sostenible de los recursos naturales

La adquisición de tecnología de punta para dotar y modernizar ambientes de aprendizaje, crea, como primera medida, la necesidad obligada de cuidar estos equipos, que pueden ser instalados dentro de los mismos laboratorios o en campo, como es el caso del Ecoparque Tecnológico de Energías Renovables.

El proyecto tiene como propósito Realizar el análisis diseño, cálculo y definición de planos de cada uno de los mecanismos de generación de energía eólica y sus componentes, Aplicar tecnología CAD/CAM y CNC para el diseño y fabricación de mecanismos para la generación de energía eólica, Verificar mediante la Simulación en software CAD de los mecanismos de generación de energía eólica y componentes para generación de energía eólica, Realizar puesta a punto de materiales, máquinas, herramientas para la fabricación de mecanismos para generación de energía eólica, Implementar el diseño del mecanismo de generación de energía eólica Renovable, Validar el diseño del mecanismo de generación de energía eólica Renovable, y Realizar el diseño, implementación y mantenimiento de módulos de control y supervisión de un sistema de generación de energía renovable, con el fin de mejorar la calidad y almacenamiento de la energía e implementar los conceptos y conocimientos eléctricos y electrónicos durante el proceso de formación y disponer de los mismos en el ambiente de energías renovables del Centro de Automatización Industrial del SENA - Regional Caldas

Palabras Claves: Tecnología CAD/CAM, CNC, Ecoparque Tecnológico, Energías Renovables, Energía Eólica

Abstract

The indiscriminate use of fossil fuels (oil, natural gas, coal) in human activities, continues to generate negative impacts on the atmosphere, same as reflected in the effects of climate change, cost overruns for the extraction of these elements of nature and the possibility of a shortage which radically stop the economic development of cities worldwide. SENA should not ignore this reality and can contribute in the sustainable use of natural resources

The acquisition of technology to equip and modernize learning environments created as a first step, the forced need to care for these teams, which can be installed within the same laboratory or in the field, such as Energy Technology Ecopark renewable.

The project aims Conduct analysis design, calculation and definition of plans for each of the mechanisms of generation of wind energy and

its components Apply CAD / CAM and CNC technology for the design and manufacture of mechanisms for wind power generation , Confirm with CAD simulation software mechanisms and wind power generation components for wind power generation, Perform tuning of materials, machines, tools for making arrangements for wind power generation, implement the mechanism design wind power generation Renewable Validate mechanism design Renewable wind power generation, and realize the design, implementation and maintenance of control and monitoring modules of a system for generating renewable energy, in order to improve the quality and energy storage concepts and implement electrical and electronic skills during training and dispose of them in the environment of renewable energies Industrial Automation Center SENA - Regional Caldas.

Keywords: CAD / CAM, CNC, Eco Technology Park, Renewable Energy, Wind Energy

Introducción

En los últimos años, se ha hablado del uso desmedido de los recursos naturales y se han hecho tangibles los efectos de la contaminación ambiental, por ello es necesario generar conciencia para que el ser humano se eduque ecológicamente y adquiera estilos de vida enfocados a la protección ambiental. Es en este sentido que las tecnologías CAD, CAM y CNC, se convierten en un medio apropiado para la construcción de mecanismos para la generación de energía eólica renovable, cumpliendo un doble papel en el proceso formativo: la apropiación del conocimiento técnico por parte de los aprendices y el aporte del SENA al aprovechamiento racional de los recursos naturales.

Fundamento Teórico

El viento es una masa de aire en movimiento; esta masa de aire posee energía mecánica que es proporcional a su velocidad y puede ser aprovechada en muchas aplicaciones y es lo que denominamos energía eólica. Sus primeras aplicaciones fueron las velas de los barcos, de las que se tiene noticias en el año 5.000 a.C. en Egipto y Mesopotamia. Los molinos de viento son otra aplicación clásica, datan de unos 2.000 años y se empleaban para producir sonidos; posteriormente se usan para

moler grano, los primeros que se fabricaron tenían el eje vertical. Otro dispositivo que funciona gracias a la energía eólica son las aerobombas para elevar la presión del agua usando energía del viento.

A diferencia de las otras aplicaciones citadas el uso del viento para producir electricidad es más reciente, las primeras experiencias datan del final del siglo XIX; Charles F. Brush construyó en Estados Unidos durante 1880 una turbina eólica de 12 kW para producir electricidad en corriente continua; esta energía se almacenaba en 12 baterías.

En Europa el precursor de la eólica fue el danés Paul La Cour que a partir de turbinas eólicas provocaba electrolisis para circuitos eléctricos a principios del siglo XX; durante las primeras décadas de este siglo Dinamarca conservó la tradición eólica e incluso hoy es el cuarto país del mundo en potencia instalada y el primero por número de habitantes. En la mitad del siglo XX un holandés, Johannes Jull introduce dos variaciones importantes, modifica los generadores para producir electricidad en corriente alterna y además diseña un aerogenerador que cambiaba la orientación en función de la dirección del viento para aprovechar con más intensidad la energía de éste.

En los últimos años, se ha hablado del uso desmedido de los recursos naturales y se han hecho tangibles los efectos de la contaminación ambiental, por ello es necesario generar conciencia para que el ser humano se eduque ecológicamente y adquiera estilos de vida enfocados a la protección ambiental. Es en este sentido que las tecnologías CAD/CAM y CNC, se convierten en un medio apropiado para la construcción de mecanismos para la generación de energía eólica renovable, cumpliendo un doble papel en el proceso formativo: la apropiación del conocimiento técnico por parte de los aprendices y el aporte del SENA al aprovechamiento racional de los recursos naturales. Desde las áreas de Electrónica y Automatización Industrial se va a Realizar el diseño, implementación y mantenimiento de módulos de control y supervisión de un sistema de generación de energía renovable, con el fin de mejorar la calidad y almacenamiento de la energía e implementar los conceptos y conocimientos eléctricos y electrónicos durante el proceso de formación y disponer de los mismos en el ambiente de energías renovables del Centro de Automatización Industrial con aplicaciones agropecuarias y agroindustriales. Los estudiantes serán los

autores de Prototipos Funcionales de los mecanismos de generación de energía eólica, participarán en los Eventos Ciencia Tecnología e Innovación: Feria Tecnológica, Encuentro de Semilleros y Grupos de Investigación, Simposios y Congresos en las áreas de especialidad del Centro que se realizan durante el año.

Los propósitos de este proyecto son: el Fortalecimiento del segundo idioma a nivel técnico, el afianzamiento de una alianza sostenible al intercambiar aspectos culturales de cada región, la transferencia tecnológica a nivel de Software y Hardware, la Simulación y diseño de prototipos funcionales factibles de implementar y la sostenibilidad del mismo a través de fases posteriores que incorporen los componentes agrícolas y agropecuarios, mediante el diseño e implementación de parcelas digitales bajo Sistemas Agromáticos y Agronómicos para el Sector Agrícola del Departamento (Fase 2) y el diseño, acople e implementación de sistemas robóticos para Monitoreo, supervisión y control de campos agrícolas y extensiones selváticas para la conservación, cuidado y diseño de mecanismos de conservación de fauna, flora y recursos naturales.

En la década de los 90, en consideración a la problemática ambiental, muchos países comienzan a implementar sus propias normas ambientales. De esta manera se hacía necesario tener un indicador universal que evaluara los esfuerzos de una organización por alcanzar una protección ambiental confiable y adecuada.

En este contexto, la Organización Internacional para la Estandarización (ISO) fue invitada a participar a la Cumbre de la Tierra, organizada por la Conferencia sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo en junio de 1992 en Río de Janeiro -Brasil-. Ante tal acontecimiento, ISO se compromete a crear normas ambientales internacionales, después denominadas, ISO 14000.

Se debe tener presente que las normas estipuladas por ISO 14000 no fijan metas ambientales para la prevención de la contaminación, ni tampoco se involucran en el desempeño ambiental a nivel mundial, sino que, establecen herramientas y sistemas enfocadas a los procesos de producción al interior de una empresa u organización, y de los efectos o externalidades que de estos deriven al medio ambiente.

Para 1992, un comité técnico compuesto de 43 miembros activos y 15 miembros observadores había sido formado y el desarrollo de lo que hoy conocemos como ISO 14000 estaba en camino. En octubre de 1996, el lanzamiento del primer componente de la serie de estándares ISO 14000 salió a la luz, a revolucionar los campos empresariales, legales y técnicos. Estos estándares, llamados ISO 14000, van a revolucionar la forma en que ambos, gobiernos e industria, van a enfocar y tratar asuntos ambientales. A su vez, estos estándares proveerán un lenguaje común para la gestión ambiental al establecer un marco para la certificación de sistemas de gestión ambiental por terceros y al ayudar a la industria a satisfacer la demanda de los consumidores y agencias gubernamentales de una mayor responsabilidad ambiental.

Manizales es una de las dos ciudades con mejor percepción de calidad de vida, ocho de cada diez personas se sienten orgullosas de la ciudad y se sienten orgullosas de vivir, tal y como lo presenta el informe Manizales Como Vamos que recoge indicadores objetivos y de percepción sobre aspectos relacionados con el bienestar de los ciudadanos, según último informe que recoge los años 2014 y 2015, en la cual se destacan aspectos como seguridad, calidad de vida, zonas verdes, entre otras.

En Colombia la zona norte cuenta con las mejores potencialidades para generar este recurso. Por ejemplo, en la Alta Guajira, Empresas Públicas de Medellín (EPM) puso en funcionamiento el primer parque eólico, Jepirachí, con 15 aerogeneradores que aportan 19.5 megavatios al Sistema Interconectado Nacional.

La energía eólica es la energía cuyo origen proviene del movimiento de masa de aire es decir del viento. En la tierra el movimiento de las masas de aire se deben principalmente a la diferencia de presiones existentes en distintos lugares de esta, moviéndose de alta a baja presión, este tipo de viento se llama viento geoestrófico.

Para la generación de energía eléctrica a partir de la energía del viento a nosotros nos interesa mucho más el origen de los vientos en zonas más específicas del planeta, estos vientos son los llamados vientos locales, entre estos están las brisas marinas que son debida a la diferencia de temperatura entre el mar y la tierra , también están los llamados vientos de montaña que se producen por el calentamiento de las montañas y esto afecta en la densidad del aire y hace que el viento suba por la ladera

de la montaña o baje por esta dependiendo si es de noche o de día

La energía eólica es aprovechada por nosotros básicamente por un sistema de un rotor que gira a medida que pasa viento por este. (Medina, 2007). (Ver Figura 12).

La potencia del viento depende principalmente de 3 factores: Área por donde pasa el viento (rotor), Densidad del aire y Velocidad del viento

Para calcular la fórmula de potencia del viento se debe considerar el flujo másico del viento que va dado por:

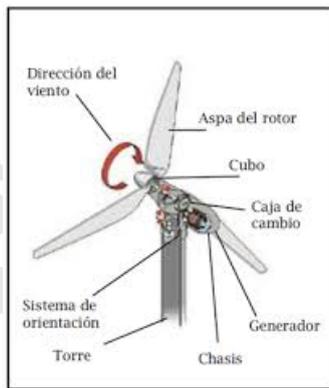


Figura 12. Aerogenerador

ρ : Densidad del viento

A : Área por donde pasa el viento

V : Velocidad del viento

Entonces el flujo másico viene dado por la siguiente expresión:

$$M = \rho AV \quad (\text{Ecuación 1.})$$

Entonces la potencia debido a la energía cinética está dada por:

$$P = \frac{1}{2} \rho AV^3 \quad (\text{Ecuación 2.})$$

Algunas consideraciones con respecto al viento

Como la mayoría de las personas saben, el viento no siempre se mantiene constante en dirección y valor de magnitud, es más bien una variable aleatoria. Algunos modelos han determinado que el viento es una variable aleatoria con distribución weibull como la que muestra la Figura 13.

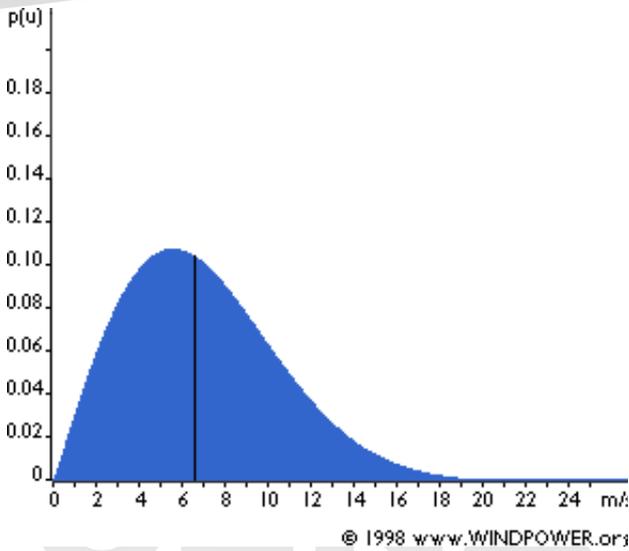


Figura 13. Distribución weibull

Para calcular la potencia promedio que es aprovechada por el rotor debemos usar la llamada ley de Betz que es demostrada de la siguiente manera:

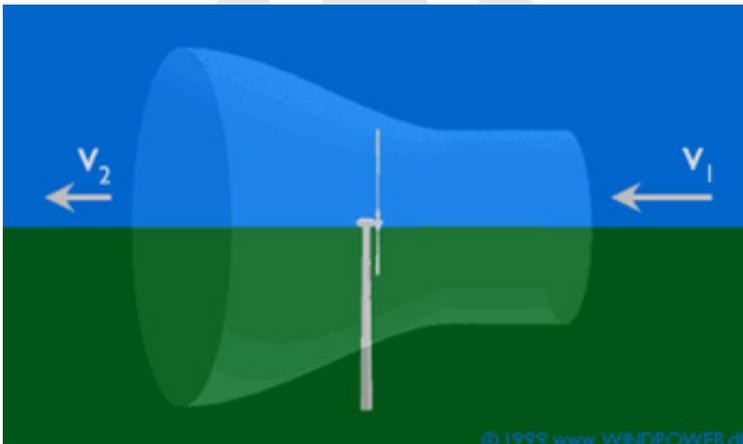


Figura 14. Ley de Betz

Supongamos que la velocidad a la que entra el viento al tubo de corriente es de valor V_1 y a la velocidad que sale es de V_2 , podemos suponer que

la velocidad a la que el viento entra al aerogenerador es de $(V1+V2)/2$.

El flujo másico que entra al rotor entonces tiene valor de:

$$M = \rho A \frac{(V1+V2)}{2} \quad (\text{Ecuación 3.})$$

Dado que en tubo de corriente se debe conservar la potencia, la potencia que entra a velocidad $V1$ tiene que ser igual a la suma de la potencia que sale a velocidad $V2$ y la que se va por el rotor.

Entonces la potencia que se va por el rotor es:

$$P_{\text{rotor}} = \frac{1}{2} M (V_2^2 - V_1^2) \quad (\text{Ecuación 4.})$$

Y reemplazando la masa nos queda:

$$P = (\rho/4) (v_1^2 - v_2^2) (v_1+v_2) A \quad (\text{Ecuación 5.})$$

La potencia que lleva el viento antes de llegar al rotor viene dado por:

$$P_0 = (\rho/2) v_1^3 A \quad (\text{Ecuación 6.})$$

Ahora si la comparamos con la potencia que lleva el viento nos da la
Figura15

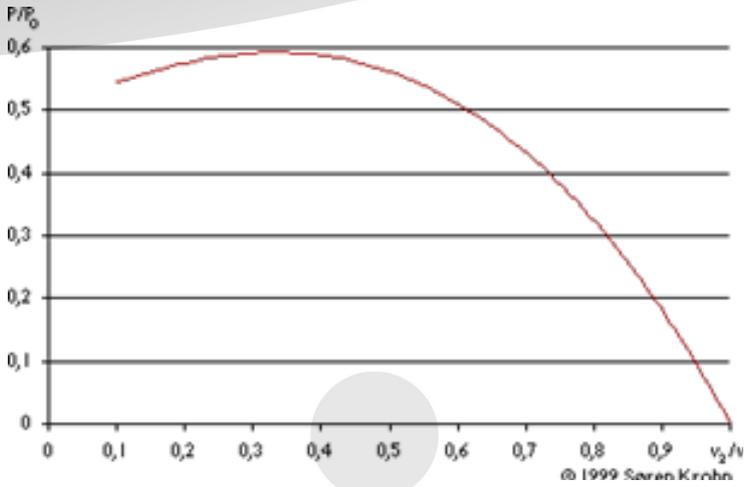
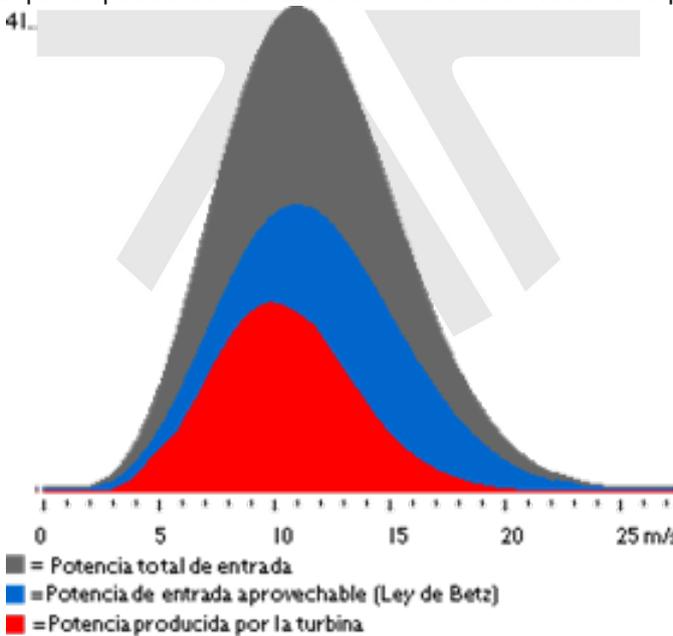


Figura 15. Potencia que lleva el viento

Cuyo máximo viene dado por 0.59 aproximadamente, es decir la máxima potencia que se puede extraer del viento es de 0.59 veces esta potencia



© 1998 www.WINDPOWER.org

Figura 16. Comparación Potencias que lleva el viento

La Figura 16 muestra las potencias del viento, la extraída por el rotor y la potencia transformada a electricidad.

La extraída por el rotor está limitada por la ley de Betz y la transformada a electricidad está limitada por la eficiencia del generador

Como la potencia entregada dada por el generador eólico depende de la velocidad del viento la eficiencia va a depender también de la velocidad del viento registrándose eficiencias máximas del orden de 44%

Hay que tener además bien en claro que para la lograr una eficiencia alta como la que sale aquí es necesaria muchos gastos que aumentarían el costo de producir un Kw más, por lo tanto máxima eficiencia no implica menor costo de generación.

Energía eléctrica disponible en un aerogenerador: Supongamos que se tiene un aerogenerador, un ejemplo, caso danés de 600 Kw. de potencia. Los fabricantes por lo general entregan la Curva de energía eléctrica disponible versus las velocidades a diferentes parámetros de la distribución de weibull (Figura 17):

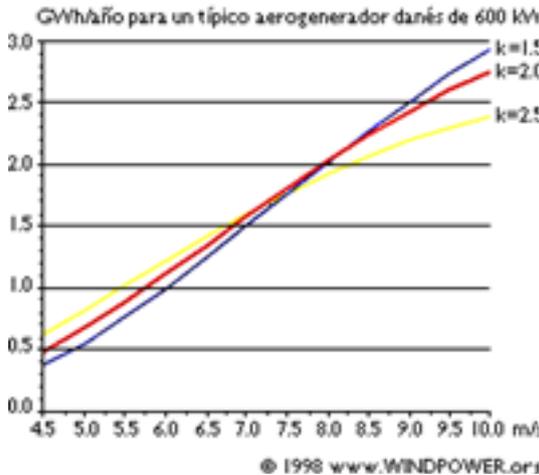


Figura 17. Distribución de weibull

Los distintos colores representan las distintas distribuciones probabilísticas de los vientos en año a distintas velocidades, uno

esperaría que a medida que aumentamos la velocidad la energía debiera estar a una función cúbica de esta, sin embargo esto se produce, ya que, la eficiencia de los aerogeneradores no es constante, por lo tanto la tendencia es más bien lineal.

El aerogenerador consta de varias partes un esquema general de cómo funciona el aerogenerador está dado por la Figura 18.

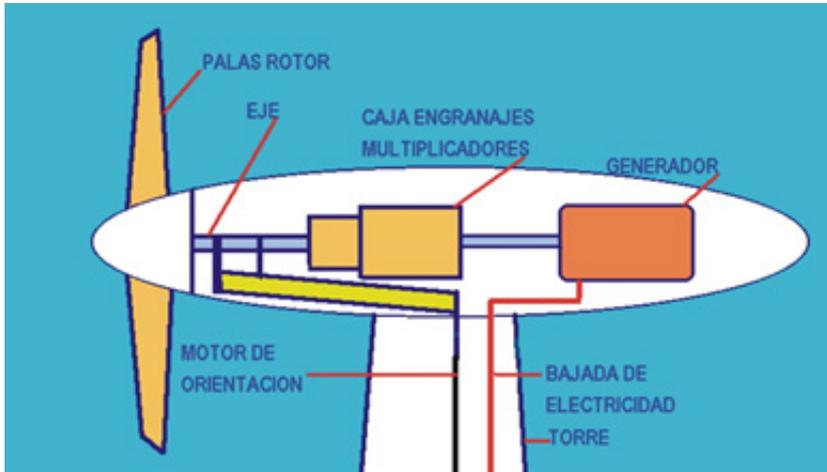


Figura 18. Partes de un aerogenerador

Palas del rotor: Es donde se produce el movimiento rotatorio debido al viento.

Eje: Encargado de transmitir el movimiento rotatorio.

Caja de engranajes o Multiplicadores: Encargados de cambiar la frecuencia de giro del eje a otra menor o mayor según dependa el caso para entregarle al generador una frecuencia apropiada para que este funcione.

Generador: Es donde el movimiento mecánico del rotor se transforma en energía eléctrica.

Además de estos componentes básicos se requieren otros componentes para el funcionamiento eficiente y correcto del aerogenerador en base a la calidad de servicio de la energía eléctrica, alguno de ellos son:

Controlador electrónico: que permite el control de la correcta orientación de las palas del rotor, también en caso de cualquier contingencia como sobrecalentamiento del aerogenerador lo para.

Unidad de refrigeración: Encargada de mantener al generador a una temperatura prudente.

Anemómetro y la Veleta: Cuya función están dedicadas a calcular la velocidad del viento y la dirección de este respectivamente.

Están conectadas al controlador electrónico quien procesa estas señales adecuadamente

El costo de cada turbina eólica está en función de: Los alerones del rotor, Eje, La transmisión: referida a la caja de cambios, Generador, Góndola y Torre

Sin embargo existen costos adicionales: Equipo de monitoreo, Control de calidad, Financiamiento y Gestión e ingeniería

Control de potencia en los aerogeneradores

Pitch controlled: También llamados por regulación de ángulo de paso, el controlador electrónico lleva un registro de las potencias entregadas por el aerogenerador, si la potencia entregada pasase un valor nominal el controlador hace que el ángulo por donde se recibe el viento cambie de posición lo que hace que cambie el área efectiva por donde pasa el viento y por lo tanto disminuye su potencia absorbida, en el caso que la potencia recibida es muy chica se hace el procedimiento contrario.

Stall controlled: Denominados también regulados por pérdida de aerodinámica, las palas del rotor están fijas al eje, las palas del rotor han sido aerodinámicamente diseñadas de tal manera que a medida que aumenta la velocidad del viento se produce paridad de potencia por turbulencias y así se regula la potencia generada.

Por alerones: Esta técnica consiste en cambiar la geometría de las palas del rotor; sin embargo, esto produce fuerzas que pueden dañar la estructura, por lo tanto, es sola usada en generadores de baja potencia.

Metodología

La metodología empleada corresponde a una investigación cuantitativa con enfoque empírico analítico, carácter descriptivo y corte transversal, el cual se hizo en tres fases: Análisis, Diseño e Implementación.

Enfoque Empírico – Analítico. Este tipo de enfoque está representado por la elaboración de explicaciones a los fenómenos de la realidad que se buscan sean controlados y/o transformados por el hombre. Se pretende igualmente, que determinado el tipo de experiencias que han resultado particularmente productivas se puedan replicar en condiciones relativamente nuevas” Para esta investigación se realizó un análisis y simulación de diferentes tipos de generadores eólicos en software CAD/CAM.

Investigación Descriptiva. Es descriptiva por que selecciona una serie de factores técnicos, tecnológicos e ingenieriles que son aplicables a las necesidades del acople que requiere el vehículo híbrido seleccionado.

Investigación de corte transversal. La investigación es de corte transversal porque a la hora de la recolección de información se hizo de una sola vez e inmediatamente se procedió a su descripción o análisis de dicha información.

El presente estudio es de corte transversal, porque permite implementar un prototipo de generador eólico.

Resultados y Discusión

Realizar Diseño y ejecución de dos programas de inglés técnico y español técnico para el alistamiento de los estudiantes y docentes de intercambio con la institución FVCC de Montana USA, para el entendimiento de manuales y fichas técnicas software CAD/CAM y soporte técnico, dando una formación virtual de doble vía a través de plataforma blackboard, redes sociales y herramientas web2.0.

Prototipos Funcionales de los mecanismos de generación de energía eólica.

Analizar, contrastar y validar los resultados logrados por los aprendices

de la Tecnología en Diseño de elementos mecánicos para su fabricación con máquinas herramientas CNC (planos de cada uno de los mecanismos de generación de energía eólica y sus componentes, diseños y simulación en Software y Tecnología CAD/CAM y CNC)

Realizar puesta a punto de materiales, máquinas, herramientas para la fabricación de mecanismos para generación de energía eólica.

Implementar el diseño del mecanismo de generación de energía eólica Renovable.

Validar el diseño del mecanismo de generación de energía eólica Renovable.

Analizar el diseño, implementación y mantenimiento de módulos de control y supervisión de un sistema de generación de energía renovable, realizado por los aprendices de la Tecnología en Mantenimiento Electrónico y Automatización Industrial con el fin de mejorar la calidad y almacenamiento de la energía.

Identificar los conceptos y conocimientos eléctricos y electrónicos que permitan realizar una siguiente fase del proyecto con aplicaciones agropecuarias y agroindustriales.

Presentación o participación en Eventos de CTI
Elaboración de Artículo
Elaboración de un Libro
Presentación en el Evento CTI (Feria Tecnológica CAI)

Conclusiones

De acuerdo a las condiciones climatológicas y ambientales de la ciudad de Manizales, la energía eólica es la más conveniente para ser implementada, esto con base a los modelos estadístico aplicados a los datos del viento en Colombia según el Atlas de Viento y Energía Eólica de Colombia, con base al estudio y registro realizado entre 1993 y 2004 durante todas las épocas del año y horarios, cuyos criterios de validación son: la verificación de las hipótesis estadísticas sobre el proceso at usando los residuales del modelo. Es decir, sus valores deben satisfacer

las siguientes condiciones: media igual a cero, varianza constante, independencia y distribución probabilística normal. Los dos primeros supuestos se verifican utilizando el estadístico T-Student y mediante el análisis de la gráfica de los residuales contra el tiempo, para constatar si la varianza es o no constante. La normalidad de los residuos se verifica mediante la prueba estadística de bondad de ajuste Chi-cuadrada. Asimismo, para determinar la significación de las autocorrelaciones se utilizan los estadísticos Q de Ljung-Box y Durbin-Watson a un nivel de probabilidad del 95%.

El desarrollo de este proyecto permite brindar una visión diferente de los diseños de ingeniería, ya que al contrastar el diseño del generador eólico desarrollado empíricamente con el análisis establecido a lo largo de este proyecto se podrán recomendar mejoras en implementación de la energía eólica en otros lugares.

Referencias

- Aguirre, J. (1994). Introducción al Tratamiento de Series Temporales. Madrid: Escuela Nacional de Sanidad.
- Benjamín, J. R. (1981). Probabilidad y Estadística en Ingeniería Civil. Colombia: Editorial McGraw-Hill / Latinoamericana S. A.
- Canavos, G. (1988). Probabilidad y Estadística. Aplicaciones y métodos. México: Editorial McGraw-Hill / Interamericana de México, S. A. - de C. V.
- Cardenas Espinosa, R. D. (2013). Ensayo aprender y enseñar en entornos virtuales. Cuadernos de Educación y Desarrollo, noviembre 2013, En <http://atlante.eumed.net/entornos-virtuales/> ISSN: 1989-4155.
- _____. La descontextualización en el uso de las TICS por parte del docente. Revista Caribeña de Ciencias Sociales, noviembre 2013, en <http://caribeña.eumed.net/tics-docente/> ISSN: 2254-7630.
- _____. Análisis caso profesor y estudiante: dos actores claves en el desarrollo de un proceso pedagógico, en Atlante. Cuadernos de Educación y Desarrollo, noviembre 2013, en <http://atlante.eumed.net/profesor-estudiante/> ISSN: 1989-4155.
- _____. (2008). Diseño Electrónico Digital para Ingeniería. Múnich: Editorial GRIN GmbH, <http://www.grin.com/es/e-book/184997/disenoelectronico-digital-para-ingenieria>
- _____. (2010). E-Basura: Las responsabilidades compartidas en la

disposición final de los equipos electrónicos en algunos municipios del departamento de Caldas, vistos desde la gestión del mantenimiento y los procesos de gestión de calidad. Múnich: Editorial GRIN GmbH, <http://www.grin.com/es/e-book/209697/e-basura-las-responsibilidades-compartidas-en-la-disposicion-final-de>

_____. (2007). Los Microcontroladores una Tecnología que aporta en la Construcción de la Economía del Conocimiento. Múnich: Editorial GRIN GmbH, <http://www.grin.com/es/e-book/163113/los-microcontroladores-una-tecnologia-que-aporta-en-la-construccion-de>

Gómez, V. and Maravall. (1996). Programs tramo and seat. Instruction for the User. Banco de España, Servicio de Estudios, Documento de Trabajo No. 9628.

Guerrero, V. (1991). Análisis de Series de Tiempo Económicas. México: Universidad Autónoma Metropolitana. Colección CBI.

Gibbs, W. J. (1987). Definiendo el Clima. Revista oficial de Organización Meteorológica Mundial, OMM, 36(4), Octubre de 1987.

Organización Meteorológica Mundial. (1990). Guía de Prácticas Climatológicas, OMM No. 100, Ginebra, Suiza.

Lysen, E. H. (1983). Introduction to Wind Energy. Consultancy Services Wind Energy Developing Countries. P. O. Box 85 3800. AB Amersfoort The Netherlands.

Nieto, F. H. (1998). Predicción de datos faltantes en series temporales usando métodos de regresión, investigación desarrollada para el Ideam, contrato No. 037/98.

Santillán Campos, T. (2001). Problemario de pronósticos para la toma de decisiones. Thomson-Learning. México, D. F.

Socolmet, Ideam (1996). IV Congreso Colombiano de Meteorología. Memorias. La variabilidad y el cambio climático y su impacto socioeconómico. Bogotá, D. C.

CAPÍTULO 4 SISTEMA DE RESPALDO ENERGETICO ECOLOGICO

Henry Daza,
Centro de Automatización Industrial, SENA Regional Caldas,
henrydaza@misena.edu.co
Rubén Darío Cárdenas Espinosa,
Centro de Automatización Industrial, SENA Regional Caldas,
rdcardenas75@misena.edu.co
Gerardo Andrés García
Centro de Automatización Industrial, SENA Regional Caldas,
ggarciagu@misena.edu.co
Leonardo González Hernández
Centro de Automatización Industrial, SENA Regional Caldas,
lgonzalez7641@misena.edu.co

Resumen

En el Sena Regional Caldas ya hace varios años se viene trabajando un proyecto intercentros que de ahora en adelante se llamará “Ecoparque Tecnológico de Energías Renovables”. Lo que busca es aplicar estas nuevas tecnologías a procesos agrícolas y pecuarios utilizando energía limpia. Dentro de las fases del proyecto se implementaron dos sistemas fotovoltaicos autónomos, cada uno de 2100 vatios pico para dar energía a un ambiente de aprendizaje, iluminación perimetral e iluminación interior a un Galpón. Una vez fue construido el ambiente de aprendizaje se llevó a su tablero de distribución la energía solar producida de unos de los 2 sistemas autónomos. La energía almacenada por las baterías sumaba en total unos 600Ah. En las continuas ausencias de sol producidas en la ciudad de Manizales y con un alto porcentaje de radiación difusa, no se lograba aprovechar toda la capacidad solar instalada, lo que necesariamente obligaba a disponer de un sistema de respaldo (backup) para habilitar la red convencional. En varias situaciones esta conmutación se debió realizar de manera manual por algún personal encargado.

De esta situación nace la idea de implementar un sistema de transferencia automático para respaldo energético donde se pueda estar monitoreando constantemente y en tiempo real diferentes

variables que determinen la producción solar del sistema, llevar un registro de consumo de energía y trazabilidad en el tiempo. El sistema cuando detecte que la autonomía del sistema es baja, conmutará automáticamente a la red convencional habilitando el sistema de respaldo (enable backup)

En este proyecto se aplican las metodologías de investigación aplicada desarrolladas en el Semillero de Investigación BIOMETRONICA, el cual se desarrolló dentro del proceso de formación para cumplir con los resultados de aprendizaje y competencias básicas, transversales y específicas.

Palabras Clave: Sistema off grid, sistema autónomo o aislado, respaldo energético, energías renovables, backup, sistemas embebidos.

Introducción

Dentro del proyecto de Formación Profesional Integral TELEMETRÍA, MONITOREO, INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL PARA UN AMBIENTE DE APRENDIZAJE DE ENERGÍAS RENOVABLES APLICADAS A PROCESOS AGROPECUARIOS se realizará el diseño de un prototipo didáctico “SISTEMA DE TRANSFERENCIA AUTOMÁTICO PARA RESPALDO ENERGÉTICO” que integrará módulos electrónicos de potencia desarrollados con tecnología SENA a través de diseños ECAD, máquinas de prototipado rápido y sistemas embebidos. El diseño de un sistema de respaldo energético permite tener un uso adecuado de los sistemas de generación de energía solar implementados en el Ecoparque Tecnológico de Energías Renovables del SENA Regional Caldas. El objetivo general de este proyecto es mostrar diversidad de sistemas de energía limpia como Sistemas de bombeo para riego en invernaderos, calefacción por suelo radiante para galpones y porcícolas, iluminación perimetral, entre otros sistemas agrícolas y pecuarios. Todo lo anterior suma un cuadro de cargas considerable que debe ser monitoreado y regulado con automatismos que puedan reducir el consumo y aumentar la eficiencia de los sistemas solares. No obstante, para garantizar la regularidad en el flujo eléctrico, hay que implementar los dispositivos necesarios que permitan lograr darle estabilidad a la red eléctrica. Otro factor importante a tener en cuenta es minimizar las pérdidas de energía, instalando toda la acometida eléctrica de los subsistemas, cumpliendo

con la normativa expuesta en el reglamento técnico de instalaciones eléctricas “RETIE”.

Objetivo General

Realizar el diseño de un sistema de transferencia automático para respaldo energético que permite conmutar un sistema de Energía Solar FV con la red eléctrica convencional como insumo didáctico para el aprendizaje en áreas de Electrónica, instalaciones eléctricas y Energías Renovables.

Objetivos Específicos

- Analizar el funcionamiento de los sistemas de respaldo electrónico para Identificar sus componentes con el propósito de conocer sus características de funcionamiento y operación.
- Reconocer los accesorios y equipos de un sistema de respaldo energético que permitan dimensionar el diseño electrónico de control automático y de Potencia.
- Realizar el diseño prototipo del sistema de transferencia automático para respaldo energético.

Materiales y Métodos

Los Materiales empleados en el proyecto son:

Materiales del Sistema Fotovoltaico Autónomo de 2.1Kwp instalado para el ambiente de Aprendizaje:

Descripción	Cantidad
Panel solar fotovoltaico de 235w	9
Controlador MPPT 80A, 125w/12v, 2500w/24v, 5000w/48V	1
Inversor SAMLEX 3000W/24v	1
Estructura para paneles (9 módulos) y accesorios	1
Baterías 155Ah	8
Tubería EMT 1 ½”	18
Curva 90° EMT 1 ½”	3
Unión EMT 1 ½”	6
Tubería EMT 3”	12 metros
Curva 90° EMT 3”	6
Unión EMT 3”	12
varilla copperweld (para polo a tierra)	4
Terminal para varilla copperweld	4
Cable solar blanco calibre #12 AWG	40 metros
Cable solar verde calibre #12 AWG	40 metros
Cable solar negro calibre #12 AWG	40 metros
Pasacable estanco solar DD1/W	1
Conector multicontact hembra	15
Conector multicontact macho	15
Cable conexión inversor	2
Breaker 25 Amp	2
Base para breaker	2
Interruptor de transferencia switch de 25 Amp	1

Materiales para el sistema prototipo de Transferencia Automático para Respaldo Energético.

Descripción	Cantidad
breaker para riel de 25A y/o 30A	4
Gabinete tipo intemperie de 30cmX30cmX15cm con rejilla de ventilación	1
Triac alternistor de 40 A y 400 V, corriente pico no repetitiva 400 A, soporta altos dI/dt y dV/dt, no requiere red snubber, operación en 3 cuadrantes, puede operar con cargas extremadamente inductivas encapsulado top3	10
disipador sk 64 para usar con top3 Resistencia Térmica 4.1K/W Altura 25mm Anchura 70mm Longitud 37.5mm Dimensiones 37.5 x 70 x 25mm	10
Borneras 40 amperios a 120 voltios	20
Capacitores de mylar 0,1µf a 250 voltios	15
Resistencia de 220 ohmios ½W	10
Resistencia de 47 ohmios ½W	10
Resistencia de 150 ohmios ½W	10
Resistencia de 10k ohmios ½W	10
Resistencia de 2.2k ohmios ½W	10
Diodo 1N4001	10
Led 5mm rojo	10
transistores de 3904	10
Moc 3020	15
Conector tipo header polarizado, corriente 2 A, separación entre pines 2.54 mm (0.1"). De 2 pines	15
Display LCD alfanumérico de 20x4. Backlight tipo LED color azul. Interface paralela. 5V. Controlador compatible HD44780.	4
Base para integrado de 6 pines cantidad	10
Lámina de fibra de vidrio virgen cobrizada por una cara, 20 cm x 20 cm, FR4, espesor 1.6 mm	10
Flux gotero 15cc	1
Carrete de soldadura de estaño plomo 60/40 con núcleo de resina, diámetro: 1mm	1 lib
Broca para taladrar metal, diámetro 1mm	1
Broca para taladrar metal, diámetro 0.8mm	1
Broca para taladrar metal, diámetro 1.2mm	1

Metodología

La Metodología empleada se basa en una triangulación entre el método cualitativo y el cuantitativo. En el primero se hace uso del análisis de documentos, en el cual se revisa manuales, boletines técnicos, políticas de implementación, entre otros, con el fin de fundar una base teórica

del tema a tratar. Por otra parte, el uso del método cuantitativo ayuda a establecer este estudio como una guía, o manual de referencia para un administrador de red o integrador de servicios de telecomunicaciones, el cual oriente al usuario, indicándole las especificaciones que dicta las normas, señaladas en la investigación.

Resultados

Se hizo el análisis del estado del arte de los sistemas fotovoltaicos autónomos en Colombia y el mundo.

Se realizó el diseño y cálculo del cuadro de cargas del ambiente, teniendo en cuenta los lineamientos establecidos por el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE y la NTC2050.

A partir del Análisis de condiciones iniciales se realizó un plan de mejora para el sistema actual.

Se elaboraron planos eléctricos y cálculo de cargas eléctricas.





Figura 19. Módulo solar para energía ambiente de aprendizaje

Se instala por parte de una empresa contratista un sistema fotovoltaico autónomo de 1.2Kwp para manejar las cargas de un Ambiente de Aprendizaje de Energías Renovables. Este lo componen 9 módulos cada uno de 135W.



Figura 20. Equipos del sistema FV de 2.1KWp

Los equipos de control de la instalación FV lo componen un regulador de carga marca outback 80A mppt que permite controlar la carga de las baterías. Este equipo por su tecnología robusta a través de un complejo algoritmo, siempre intenta buscar el punto de máxima transferencia de potencia, es decir, lo que genere el campo solar a la entrada, este regulador trata al máximo de regular toda esta potencia a la salida. Este regulador también permite que las baterías no lleguen a descarga profunda ni se sobrecarguen, logran mantenerlas en un estado de flotación para cuidar la vida útil de las mismas de acuerdo al tiempo dado por el fabricante. El sistema cuenta además con un inversor de onda senoidal pura de 3000W para manejar las cargas AC conectadas al ambiente de aprendizaje.

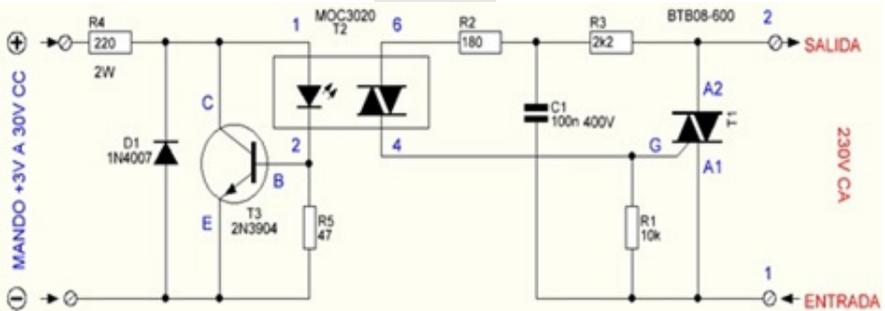


Figura 21. Diseño inicial del circuito de potencia

Se realiza el diseño del circuito de potencia teniendo en cuenta que su entrada iba a ser manejada por un sistema embebido de control, que permitiría sensar las variaciones de tensión y corriente de acuerdo a las cargas que se iban conectando en la acometida eléctrica.





Figura 22. Pruebas de mediciones de consumo

Se realiza una prueba de funcionalidad de una de las tarjetas de potencia que se plantea utilizar para el sistema de transferencia cuya corriente máxima es de 35 amperios. La prueba consiste en hacer circular una corriente de aproximadamente 25 amperios con la red domiciliaria de 110Vac, accionándola con una pequeña fuente de 5Vdc, por un tiempo aproximado de 30 minutos. En dicha prueba se pudo observar que el diseño cumplió con las expectativas. Al realizar esta prueba se determina el calentamiento del triac, producto de la alta corriente. Se escoge otro tipo de disipador de calor para disminuir la temperatura en el semiconductor y mejorar su eficiencia de funcionamiento. Se replantea el diseño de la tarjeta, ubicando los componentes de potencia y que están propensos a calentarse alejados de los componentes más delicados y que hacen parte de la etapa de control y así garantizar un adecuado diseño y funcionamiento.

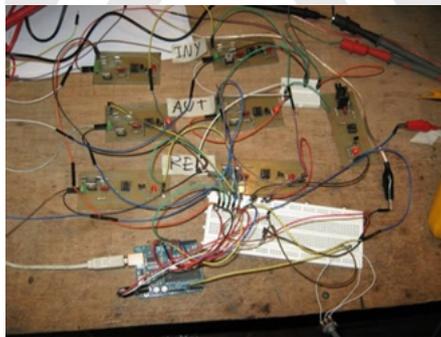




Figura 23. Módulo prototipo de Potencia

Después de tener el diseño del relé de estado sólido funcionando en óptimas condiciones, se procede a realizar 9 tarjetas más para completar el circuito planteado y que da solución al sistema de transferencia automático. Se utiliza para el circuito de control un módulo embebido "Arduino", plataforma que se escogió por su programación y lenguaje sencillo para el usuario. Se realiza el programa de control, se programa el módulo embebido y se hacen las respectivas conexiones con las tarjetas de potencia. Se realizan pruebas colocando 3 fuentes de tensión totalmente diferentes a una sola carga y midiendo con un multímetro, las entradas y salidas de tensión. Se apagan las fuentes siempre dejando una encendida. El circuito responde exactamente como se tenía previsto en su lógica de programación. En estas pruebas se pudo observar el tiempo de reacción de las tarjetas de relés de estado sólido diseñadas, colocando un tiempo aproximado de 10 milésimas de segundo entre cambio de líneas. La salida tiene un pequeño retardo en el tiempo de propagación de la señal y respuesta de los semiconductores, lo cual es muy satisfactorio observar, ya que al ir mejorando estos tiempos, la carga no logra percibir la conmutación de su fuente de alimentación y sigue trabajando normalmente.



Figura 24. Menú del sistema Embebido de control

Además de realizar la programación para la plataforma arduino, se desarrolla una interfaz para visualizar en una pantalla LCD la variación de los datos monitoreados por el sistema como tensión y corriente. El sistema desplegará una serie de menús que le permitirán al usuario acceder a diferentes opciones y seleccionar la configuración deseada. Las variables que se pueden observar son: tensión, corriente, potencia y el estado de funcionamiento del sistema. El sistema puede funcionar Stand Alone y no requiere estar conectado a una computadora para su funcionamiento. Puede almacenar información en la memoria interna de su sistema embebido.



Figura 25. Interface gráfica de Monitoreo y Control

Igualmente se ha diseñado una interface gráfica de usuario para monitorear una mayor cantidad de eventos del sistema y que puedan registrarse en una computadora. Se realiza dicha interface en una herramienta de software denominada SharpDevelop, ya que es de uso libre y de fácil familiarización con el programador. En la interfaz gráfica, el usuario puede observar el comportamiento del sistema. Se observa la variación de tensión, corriente, potencia y comportamiento de cada una de las fases. La ventaja es que se pueden graficar los datos obtenidos y almacenarlos para posteriores análisis. El usuario tiene la posibilidad desde el aplicativo de colocar el sistema en modo manual o automático.



Figura 26. Gabinete final sistema prototipo

Al final se dispone todo el sistema prototipo en un gabinete tipo interperie y es ubicado en uno de los bancos didácticos de energía solar instalados en el ambiente de energías renovables.

Conclusiones

Este proyecto permitió aplicar todos los conceptos técnicos y metodológicos adquiridos durante el proceso de formación profesional integral del programa de Tecnología en Mantenimiento Electrónica e Instrumental Industrial.

Una instalación fotovoltaica supone una gran inversión por lo cual se requiere que el sistema siempre funcione en óptimas condiciones y así lograr todo el período de vida útil de la instalación. El sistema de respaldo energético que trata este artículo permite estar monitoreando las cargas conectadas al sistema solar y saber cuándo se requiere respaldo de la red convencional.

La instalación y puesta en marcha de estos sistemas y el posterior mantenimiento, pueden generar un campo laboral para nuevos técnicos, tecnólogos e ingenieros e incrementar el desarrollo tecnológico de la región

El uso de energías limpias, disminuye la dependencia de los combustibles fósiles y evita la emisión a la atmósfera de gases de efecto invernadero (dióxido de carbono, dióxido de azufre y óxidos de carbono), permitiendo contribuir con el cuidado del medio ambiente.

Referencias

Alvarez Brotons, X. (2004). Capítulo 2. Sistemas de control [en línea]. En: _____ (2004). Control predictivo de canales de riego utilizando modelos de predicción de tipo Muskingum (primer orden) y de tipo Hayami (segundo orden) Tesina. Barcelona (España): Universitat Politècnica de Catalunya. Departament d'Enginyeria Hidràulica, Marítima i Ambiental.

<<https://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/3330/5/34059-5.pdf>> [consulta: 13/02/2014]

Administración de Sistemas Gestores de Bases de Datos / <http://www.ra-ma.es/libros/administracion-de-sistemas-gestores-de-bases-de-datos-CFGS/32647/978-84-9964-100-3>

Balcells, J. y Romeral, J.L. (1993). *Autómatas Programables*. Marcombo. International Standard IEC 1131-3. IEC.

Barrientos, A. (1995). *Automatización de la Fabricación*. Transductores y Actuadores. Publicaciones ETSII Madrid L.F. Peñin y J. Carrera..W. Deppert y K. Stoll, *Dispositivos neumáticos*, BE, 1994. Ediciones TREA (<http://www.trea.es/>)

Borbor Moreira, F. X.; Bravo Borja, Wander Moisés & ESPINOZA TOALA, Zully Esmeralda (2011). *Diseño y prototipo de un sistema de autenticación sobre una red GPRS para la seguridad en el servicio de transporte público* [en línea]. Tesina de Seminario (Ingeniero en Ciencias Computacionales, especialización Sistemas Tecnológicos). Guayaquil (Ecuador): Escuela Politécnica del Litoral, Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación. 89 p. <<http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/19938/2/Bravo-Borbor-Espinoza.pdf>>[consulta:23/03/2014]

Cardenas Espinosa, R. D. (2013). *Ensayo aprender y enseñar en entornos virtuales*. Cuadernos de Educación y Desarrollo, noviembre 2013, en <http://atlante.eumed.net/entornos-virtuales/> ISSN: 1989-4155.

_____. (2013). *La descontextualización en el uso de las TICS por parte del docente*. Revista Caribeña de Ciencias Sociales, noviembre 2013, en <http://caribeña.eumed.net/tics-docente/> ISSN: 2254-7630.

Díaz Illa, M. A. (2005). *Medición de profundidad de reservorios, ríos y lagos a través de telemetría para obtener la sección transversal* [en línea]. Tesis para título profesional (Ingeniero Electrónico): Lima (Perú): Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Electrónica. 119 p. + anexos. <http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/cybertesis/2660/1/diaz_im.pdf> [consulta: 10/02/2014]

Desilva, C. W. (1989). *Control Sensors and Actuators*. Prentice Hall.

Durán Acevedo, C. M. y Castro Miranda, R. A. (2012). *Comunicación inalámbrica basada en tecnología Bluetooth para la automatización de procesos industriales* [en línea]. *El Hombre y la Máquina*, 39 (may-ago). Cali (Colombia): Universidad Autónoma de Occidente. pp. 26-32. ISSN: 0121-0777.

<http://ingenieria.uao.edu.co/hombreymaquina/revistas/39%202012-2/Comunicacion_inalambrica.pdf> [consulta: 04/04/2014]

Fundamento del Diseño de Bases de Datos / <http://www.mcgraw-hill.es/html/8448156714.html> Editorial MAD (<http://www.mad.es/>)

Gestión de información. Dimensiones e implementación para el éxito organizacional / <http://www.trea.es/ficha.php?idLibro=00000833>

Hernández Goudett, C. y Lezama Fermín, L. E. (2010). Evaluación de los criterios de control asociados al sistema de transporte y distribución de gas metano en Venezuela [en línea]. Trabajo de grado (Ingeniero Químico). Cumaná (Venezuela): Universidad de Oriente, Escuela de Ingeniería y Ciencias Aplicadas. 109 p. <<http://ri.bib.udo.edu.ve/bitstream/123456789/2805/1/079-TESIS.IQ.pdf>> [consulta: 12/02/2014]

Jaramillo Zamora, A. W. y Tinoco Torres, C. P. (2011). Diseño e implementación de un sistema de telemetría para el monitoreo climatológico a través del uso de la red celular GPRS [en línea]. Proyecto de in de carrera (Ingeniero en Electrónica y telecomunicaciones). Loja (Ecuador): Universidad Técnica Particular de Loja, Escuela de Electrónica y Telecomunicaciones. 99 p. <http://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/123456789/1101/3/Utpl_Jaramillo_Zamora_Alex_621x156.rar> [consulta: 18/03/2014]

Karl-Heinz, J. (1995). Programming industrial automation systems concepts and programming languages, requirements for programming systems, aids to decision-making tools.

Los archivos de empresas: qué son y cómo se tratan / <http://www.trea.es/ficha.php?idLibro=00001040>

Los documentos electrónicos: qué son y cómo se tratan / <http://www.trea.es/ficha.php?idLibro=00000930>

Las normas de descripción archivística: qué son y cómo se aplican / <http://www.trea.es/ficha.php?idLibro=00001118>

Marino Dodge, J. C. (2011). Telemetría usando redes de Datos de Telefonía Celular [en línea]. *Ingeniare*, 11(11). Barranquilla (Colombia): Universidad Libre, p. 67-78. ISSN: 1909-2458. <<http://www.unilibrebaq.edu.co/unilibrebaq/revistas2/index.php/ingeniare/article/view/170/147>> [consulta: 23/03/2014]

Morera Granados, D. S. (2012). Estudio comparativo de tecnologías de comunicación para enlaces de Telemetría [en línea]. Proyecto de terminación de carrera (Bachiller en Ingeniería Eléctrica). San José (Costa Rica): Universidad de Costa Rica, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Eléctrica. 121 p. <http://www3.eie.ucr.ac.cr/uploads/file/proybach/pb2012/pb2012_051.pdf> [consulta: 19/02/2014]

Norton, H. N. (1984). Sensores y Analizadores.

Oyarce Miño, A. R. (2009). Implementación del Protocolo Modbus Sobre una Tarjeta de Desarrollo para su uso sobre una Red GSM con enfoque en Telemetría [en línea]. Memoria de grado (Ingeniero Civil Electricista). Santiago de Chile (Chile): Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Departamento de Ingeniería Civil Eléctrica. <<http://tesis.uchile.cl/handle/2250/103392>> [consulta: 20/03/2014]

Ponsa, P. & Granollers, A. (2009). Diseño y Automatización Industrial [en línea]. Barcelona (España): Universidad Politécnica de Catalunya, 30 p. <<http://www.epsevg.upc.edu/hcd/material/lecturas/interfaz.pdf>> [consulta: 16/03/2014]

Piedrafita Moreno, R. (2003). Ingeniería de la automatización industrial. Ra-Ma.

Quichimbo Armijos, L. A. y Reyes Abarca, F. I. (2012). Diseño e implementación de un sistema de monitoreo remoto de variables hidráulicas de la red de agua potable de la UTPL, utilizando la plataforma GPRS [en línea]. Trabajo de fin de carrera (Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones). Loja (Ecuador): Universidad Técnica Particular de Loja, Escuela de electrónica y Telecomunicaciones. 74 p. + anexos. <file:///D:/Downloads/Utpl_Reyes_Abarca_Luis_621x173.pdf> [consulta: 20/03/2014]

Rosero Castillo, R. (2010). SCADA del sistema de distribución de agua de la Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento [en línea] En: Jornadas de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, FIEE 2010 (11/2010). Quito (Ecuador): Escuela Politécnica Nacional. <<http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/3695/1/2010AJIEE-21.pdf>> [consulta. 10/02/2014]

Salas Rivero, I. C. (2004). Expansión tecnológica en telemetría para operaciones de producción petrolera [en línea]. Télematique: Revista electrónica de estudios telemáticos,(3)2. Maracaibo (Venezuela): Universidad Rafael Bellosó Chacín. p. 38-51. ISSN: 1856-4194 <<http://publicaciones.urbe.edu/index.php/telematique/article/view/786/1900>> [consulta: 10/02/2014].

Saravia Valle, E.; Ruiz Rivera, M. E. y Calmet Agnelli, R. (2013). Diseño de un sistema móvil para la lectura de medidores mediante tecnología Bluetooth [en línea]. Industrial Data, 16(1), Lima (Perú): Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Industrial, p. 134-143. e-ISSN: 1810-9993. <http://sisbib.unmsm.edu.pe/BibVirtual/publicaciones/indata/v16_n1/pdf/a16v16n1.pdf> [consulta: 16/04/2014]

Sistemas de Información. Herramientas prácticas para la gestión /
<http://www.ra-ma.es/libros/sistemas-de-informacion-herramientas-practicas-para-la-gestion-3-EDICION/3335/978-84-7897-937-0>

CAPÍTULO 5

TELEMETRIA APLICADA AL MONITOREO Y CONTROL DE PROCESOS EN LA INDUSTRIA PETROQUIMICA CON ENERGIAS RENOVABLES

TELEMETRY APPLIED TO MONITORING AND PROCESS CONTROL IN PETROCHEMICAL INDUSTRY WITH RENEWABLE ENERGY

Rubén Darío Cárdenas Espinosa

Líder Sistema de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación,
SENA Regional Caldas,

Centro de Automatización Industrial. Manizales, Colombia

Henry Daza

Instructor, SENA Regional Caldas,

Centro de Automatización Industrial. Manizales, Colombia.

Resumen

En este proyecto se presenta la aplicación de telemetría y automatización para el control de una válvula remota (La María PK165) con el fin de optimizar los tiempos de operación de la misma y evitar la contaminación de las fuentes hídricas en el municipio de Santa Rosa de Cabal por derrame de petróleo del poliducto de Ecopetrol entre Puerto Salgar y Cartago. Implica el diseño e implementación de equipos de telemetría y automatización para determinar su viabilidad utilizando el actuador neumático; desarrollar pruebas de campo para realizar los ajustes necesarios en la fase de prueba; establecer las mejoras y acondicionamiento de seguridad y obra civil para garantizar la confiabilidad y correcto funcionamiento de los equipos; emplear energía fotovoltaica y determinar las variables para la telemetría. La metodología empleada corresponde a una investigación cuantitativa con enfoque empírico analítico, carácter descriptivo y corte transversal, el cual se hizo en tres fases: Prueba, Diseño e Implementación.

Palabras Clave: Telemetría, Monitoreo, Control de Procesos, Ecopetrol, Energía Fotovoltaica.

Abstract

In this project the implementation of telemetry and automation features to control a remote valve (La María PK165) in order to optimize operating times of it and avoid contamination of water sources in the municipality of Santa Rosa de Cabal by oil spill Ecopetrol pipeline between Puerto Salgar and Carthage. It involves the design and implementation of automation and telemetry equipment for viability using the pneumatic actuator; develop field tests to make adjustments in the test phase; establish security improvements and refurbishment of civil works and to ensure the reliability and proper operation of the equipment; using photovoltaics and determine the variables for telemetry. The methodology is a quantitative research with analytical empirical approach, descriptive and cross section, which was done in three phases: Testing, Design and Implementation.

Keywords: Telemetry, Monitoring, Process Control, Ecopetrol, Photovoltaics

Introducción

Una estrategia de mitigación ambiental por derrames de combustible en el poliducto Puerto Salgar – Cartago perteneciente a Ecopetrol, es el diseño e implementación de un sistema de Control Automático remoto y de telemetría utilizando energía solar para la válvula La María PK165, ubicada en el municipio de Santa Rosa de Cabal (Risaralda, Colombia).

La telemetría GPRS es un sistema fiable y seguro, de amplia cobertura geográfica y de ámbito transnacional mediante los acuerdos de roaming existentes entre los distintos operadores móviles. La introducción en el mercado de equipos compactos (E/S + PLC + GPRS), ha reducido considerablemente tanto el tiempo de desarrollo como el costo final del proyecto.

El perfil de la línea (Figura 27) presenta una gran pendiente, factor favorable para la contaminación de la quebrada del área de influencia de la Subestación La María, a pesar de cerrar las válvulas en la planta de Manizales, lo cual justifica la mitigación ambiental a través del proyecto descrito en este artículo. En el despliegue de la Interfaz Hombre Máquina

(HMI sala de control –operaciones Manizales), su estado normalmente abierta se muestra con color rojo. Es de anotar que, de acuerdo con las indagaciones realizadas en Colciencias, Bibliotecas virtuales y de las universidades locales, no se encontraron documentos de esta magnitud que abordaran la telemetría GPS.

El proyecto presenta inicialmente un acercamiento teórico a GPRS, telemetría, automatización y sistemas de control, para luego hacer la descripción del procedimiento utilizado en el proyecto, y así presentar los resultados obtenidos, al igual que las conclusiones. El presente trabajo podrá ser utilizado, seguramente, en casos similares de la geografía colombiana.

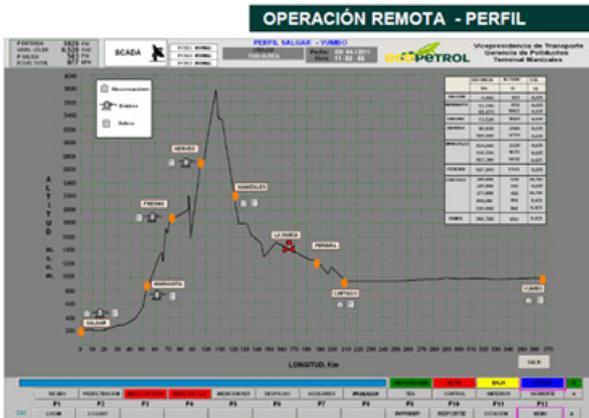


Figura 27. Perfil De La Línea (Fuente: Autores)

Fundamento Teórico GPRS

GPRS «es una tecnología que transmite datos por medio de ‘paquetes’ y comparte un rango de frecuencias que pertenecen a una red GSM¹. La conmutación de paquetes es el procedimiento más apropiado para la transmisión de datos, debido a que los datos anteriormente se transmitían mediante conmutación de circuitos, dicho procedimiento es el más adecuado para la transmisión de voz» (Borbor, Bravo y Espinoza, 2011, p. 11). Sus características, aseguran Borbor, Bravo y Espinoza (2012, p. 12) se resumen en: «Velocidad de transferencia de hasta 144 Kbps,

Conexión permanente. Tiempo de establecimiento de conexión inferior al segundo, Pago por cantidad de información transmitida, no por tiempo de conexión y Beneficios de un computador personal pero de menor tamaño².

«GPRS es la sigla de General Packet Radio Services (servicios generales de paquetes por radio). A menudo se describe como “2,5 G”, es decir, una tecnología entre la segunda (2G) y la tercera (3G) generación de tecnología móvil digital. Se transmite a través de redes de telefonía móvil y envía datos a una velocidad de hasta 114 Kbps. El usuario puede utilizar el teléfono móvil y el ordenador de bolsillo para navegar por Internet, enviar y recibir correo, y descargar datos y soportes. Permite realizar videoconferencias con sus colegas y utilizar mensajes instantáneos para charlar con sus familiares y amigos, esté donde esté. Además, puede emplearse como conexión para el ordenador portátil u otros dispositivos móviles» (Saravia, Ruiz y Calmet, 2013, p. 134).

Señalan Quichimbo y Reyes (2012, p. 13), que para integrar GPRS en una arquitectura GSM existente, deben ser incorporados los GSN (Nodos de soporte GPRS), responsables de la entrega y ruteo de los paquetes de datos. Tales GSN se dividen en dos tipos: - SGSN (Serving GPRS support node), que monitorean el estado de las estaciones móviles y rastrear su movimiento dentro del área específica, así como es responsable del establecimiento y administración de las conexiones de datos entre el usuario móvil y la red de destino, y - GGSN (Gateway GPRS support node), encargados de convertir los paquetes provenientes de los SGSN en un PDP (Packet Data Protocol) apropiado, además de las funciones de autenticación y tarificación.

Las ventajas de estas tecnología son resumidas por Morera (2012, p. 56), así: «- Su implementación es fácil de realizar y su costo y mantenimiento son relativamente bajos. – Flexibilidad a la hora de adquirir equipos. – Buena potencia de transmisión, tiene una buena área de cobertura. – Buen ancho de banda, el cual puede ser compartido por gran cantidad de usuarios. – Brinda servicios múltiples y provee calidad en los servicios de voz y datos», en tanto, considera (Morera, 2012, p. 57) como desventajas: «Velocidad de transmisión moderada. – Requiere una gran cantidad de radio bases para alcanzar a cubrir áreas extensas. – El exceso de usuarios compartiendo el mismo ancho de banda, puede llegar a causar la saturación del sistema».

²En los sistemas GPRS los recursos de radio son utilizados solo cuando se están enviando o recibiendo datos, es decir, una vez que la estación remota inicia la sesión, puede permanecer conectada durante el tiempo que requiera y los costos por el uso del servicio están en función de la cantidad de datos transmitidos, a diferencia de GSM donde el cobro se lo realiza por el número de mensajes enviados y no por la cantidad de información contenida en los mensajes, por lo que resulta mucho mejor utilizar la red GPRS en lugar de envío de SMS para la transmisión de los datos» Quichimbo y Reyes (2012, p. 70).

Telemetría

Procedente de las palabras tele y metron, Marino (2011, p. 68), la considera como «una tecnología que permite la medición de las características de un objeto (como la temperatura ambiente, o la presión existente en una tubería) y transportar los resultados a una estación distante donde son desplegados, guardados y analizados», en tanto, Oyarce (2009, p. 11), señala que «consiste en la medición de cualquier variable tanto física como eléctrica, medida a través de un sensor o cualquier otro dato que tenga la característica de ser accesible en forma analógica o digital, sin necesidad de estar físicamente en el lugar en donde se realiza», señalando, además que «la gran utilidad de la Telemetría es la de la obtención de datos distribuidos. (...) No se discute lo que se desea hacer con ellos, sino que simplemente se desean entregar de manera tal, que trabajar con ellos sea lo más simple y rápido posible según la configuración requerida por el usuario» (Oyarce, 2009, p. 12).

Con un sistema de telemetría se pueden lograr ventajas como:

- Elimina el error humano en la medición.
- Disminución del tiempo de la recopilación de las mediciones tomadas.
- Toma de lectura de un gran número de estaciones meteorológicas desde un solo lugar.
- Bajos costos de lectura de la información.
- Almacenamiento de la información en archivos con diferentes formatos para su procesamiento» (Jaramillo y Tinoco, 2011, p. 11).

Automatización

Ponsa y Granollers (2009,p. 2), citando a la Real Academia de las Ciencias Físicas y Exactas, define «la automática como el conjunto de métodos y procedimientos para la substitución del operario en tareas físicas y mentales previamente programadas. De esta definición original se desprende la definición de la automatización como la aplicación de la automática al control de procesos industriales».

Actualmente los sistemas automatizados con tecnología inalámbrica están teniendo una amplia aceptación y gran desempeño en todos los

sectores de la industria, dado que los beneficios de esta tecnología son claros desde el punto de vista de la eficiencia, es decir, ahorro de cableado, posibilidad de comunicarse con equipos de difícil acceso, flexibilidad en la instalación, confiabilidad, reducción del número de paradas no deseadas por fallos de comunicaciones, entre otros aspectos. Hoy en día el uso de las redes inalámbricas puede facilitar la operación y programación de los PLC [controladores lógicos programables] en lugares donde las computadoras no pueden permanecer en un solo sector de una planta industrial (Durán y Castro, 2012, p. 27).

Aseguran Ponsa y Granollers (2009, p. 6), que el marco metodológico de un proyecto de automatización comprende las fases de automatización, supervisión, interacción, implementación y pruebas; así como también, señalan la existencia de complejos procesos de automatización, donde se requiere de la colaboración entre los diversos departamentos de la empresa (gestión, logística, automatización, distribución, etc.).

Sistemas de control

Para responder a la pregunta ¿qué es un sistema de control?, Alvarez (2004, p. 5), responde: “Un sistema dinámico puede definirse conceptualmente como un ente que recibe unas acciones externas o variables de entrada, y cuya respuesta a estas acciones externas son las denominadas variables de salida. Las acciones externas al sistema se dividen en dos grupos, variables de control, que se pueden manipular, y perturbaciones sobre las que no es posible ningún tipo de control”.

De acuerdo con Hernández y Lezama (2010, pp. 35-36), los sistemas de control, según su comportamiento, puede clasificarse en:

- Sistemas de control de lazo abierto: la acción de control está muy relacionada con la entrada, pero su efecto es independiente de la salida. Estos sistemas se caracterizan por tener la capacidad para poder establecer una relación entre la entrada y la salida con el fin de lograr la exactitud deseada y por no tener problemas de inestabilidad, y
- Sistemas de control de lazo cerrado: se caracterizan por la existencia de medidores de las variables de salida que permiten corregir las deficiencias de los sistemas de lazo abierto, por lo que son los de

mayor uso. En estos sistemas la acción de control (que se calcula en función del error medido entre la variable controlada y la consigna deseada) es muy dependiente de la salida, y las perturbaciones, aunque sean desconocidas, son consideradas indirectamente mediante sus efectos sobre la variable de salida.

Algunos antecedentes

A continuación se listan algunos proyectos donde se utiliza la telemetría GPRS en fluidos:

- Quichimbo y Reyes (2012), diseñan e implementan un sistema de monitoreo remoto de la red de agua potable dentro del campus de la UTPL.
- Rosero (2010), presenta el diseño de un sistema SCADA para la distribución de agua potable en la ciudad de Quito.
- Almario, Ramón y Ramón (2011), diseñan un sistema de adquisición, almacenamiento y registro de datos para el monitoreo de la calidad de agua.
- Salas (2004), desarrolla un plan de expansión tecnológica en telemetría apalancado con nuevas tecnologías y tendencias de negocios actuales para operaciones en producción petrolera en el occidente venezolano.
- Díaz (2005), presenta el estudio, diseño e implementación de un sistema de Telemetría Digital y el desarrollo de un software especial capaz de interpretar las señales vía radio, permitiendo conocer la información exacta sobre el evento que se sucede en el lugar de origen de la señal.

Metodología

La metodología empleada corresponde a una investigación cuantitativa con enfoque empírico analítico, carácter descriptivo y corte transversal, el cual se hizo en tres fases: Prueba, Diseño e Implementación.

Enfoque Empírico – Analítico. Este tipo de enfoque está representado por la elaboración de explicaciones a los fenómenos de la realidad que se buscan sean controlados y/o transformados por el hombre. Se pretende igualmente, que determinado el tipo de experiencias

que han resultado particularmente productivas se puedan replicar en condiciones relativamente nuevas” Para esta investigación se realizó un análisis y prueba de los módulos de telemetría y la automatización de una válvula remota con el fin de optimizar los tiempos de operación de la misma y evitar la contaminación de las quebradas del Municipio de Santa Rosa de Cabal.

Investigación Descriptiva. Es descriptiva por que selecciona una serie de factores técnicos, tecnológicos e ingenieriles que son aplicables a las necesidades de la Subestación la María y la planta de Ecopetrol en la ciudad de Manizales.

Investigación de corte transversal. La investigación es de corte transversal porque a la hora de la recolección de información se hizo de una sola vez e inmediatamente se procedió a su descripción o análisis de dicha información.

El presente estudio es de corte transversal, porque permite medir el impacto de la mitigación ambiental en las quebradas del Municipio de Santa Rosa de Cabal, a través de la automatización y telemetría de la válvula ubicada en la subestación la María

Fase de prueba

Se realizó un análisis de las necesidades y requerimientos, a partir de visitas de campo a la subestación remota La María y la Planta de Ecopetrol Manizales, definiendo:

- Adquirir un actuador con accionamiento neumático.
- Comprar módulos de Telemetría marca Inventia de fabricación polaca.
- Realizar un sistema de generación de Energía Eléctrica autosostenible en la subestación La María, ya que, allí no llega suministro eléctrico, debido a su ubicación geográfica.
- Incorporar sensores de densidad de flujo y presión en la entrada y salida de la línea.
- Después de contar con los elementos y equipos requeridos para el diseño del proyecto se realizaron las pruebas sobre:
- Comunicación de los equipos de telemetría utilizando protocolos RS232 y MODBUS-RTU.

- Integración e interconexión equipos de telemetría la Subestación La María, como fuente de transmisión para la activación del actuador neumático ubicado en la planta de Ecopetrol como receptor (en Manizales) utilizando GPRS.
- Empleo de una pipa de Nitrógeno como Fuente de suministro neumático, debido a la carencia de energía eléctrica en el sitio.

A partir de las pruebas realizadas se dio viabilidad al proyecto y se procedió a continuar con la fase de Diseño.

Fase de diseño

En vista de las condiciones físicas de la caseta de la subestación La María, en donde se encuentra la válvula de accionamiento manual, se procedió a realizar una propuesta de obra Civil que mejorara las condiciones de seguridad y protección de los equipos a implementar en el proyecto tal y como se evidenciará en la fase de implementación. (Figura 28)



Figura 28. Vistas de la Caseta (Fuente: Autores)

Arquitectura del Sistema de Control

En la Figura 29 se visualizan los componentes del Sistema de Control del Sistema Supervisor SCADA RSVIEW32 de ROCKWELL que emplea Ecopetrol:

- Los sensores utilizados para medir la presión de entrada y salida de la línea son sensores Endres +houser.
- Para medir la densidad y el flujo se utilizó un sensor no intrusivo marca General Electric Modelo Parametrics.
- Para medir el voltaje de las baterías se utilizó un sensor Phoenix contact, es un optoacoplador análogo.
- Para programar los equipos de telemetría se usa el MT Manager.
- El protocolo de comunicaciones es MODBUS RTU.
- Se utilizó una válvula de seccionamiento PLC Allan Bradley Micrologix 12001762-IF4.

- Los modos de operación del sistema son
- Modo Remoto HMI –CCO: Aquí se interconecta la información de la subestación con el sistema supervisor de la Planta de Ecopetrol
- Modo Local en Sitio: Es la operación directa en la subestación La María a través de los módulos de telemetría interconectados localmente.
- Modo Manual en Sitio: cuando se da la orden sobre el actuador sin intervención de los módulos de telemetría.

En la Figura 29 se observa la interconexión de los sensores de densidad y flujo, voltaje de baterías, presión de entrada y presión de salida de la línea, presión de nitrógeno (fuente de suministro neumático) a las Entradas del PLC MICROLOGIX 12001762-IF4 y el Módulo de Telemetría maraca Inventia empleado (MT -102). Mientras tanto, El sistema Hidráulico y Neumático Local y el diagrama de flujo del mismo se aprecian en la Figura 30.

Como se había expresado en la fase de prueba, se utilizó una pipa de Nitrógeno como Fuente de suministro neumático, debido a la carencia de energía eléctrica en el sitio, y un panel de energía fotovoltaica con su respectivo sistema de almacenamiento y cargue de baterías para la alimentación del voltaje de los módulos de Telemetría y dispositivos de la arquitectura de control del sistema descritos.

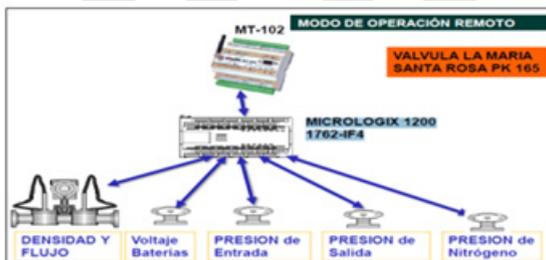


Figura 29. Modo de Operación Remoto con Sensores y Actuadoresempleados (Fuente: Autores)

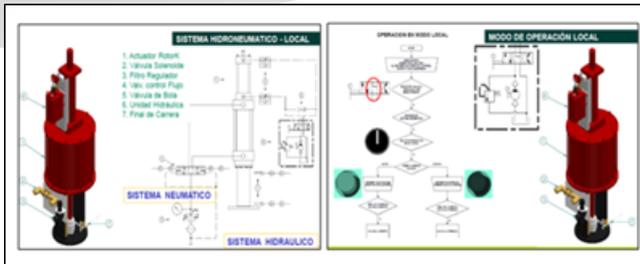


Figura 30. Sistema Hidro – Neumático y Diagrama de flujo (Fuente: Autores)

Fase de implementación

A continuación se presentan los resultados de la implementación de la Obra Civil en la Subestación la María con el fin de brindar seguridad y protección a los equipos y elementos del sistema de Telemetría aplicada al monitoreo y control de procesos en la industria petroquímica. La Figura 31 ilustra el sistema Neumático implementado con el suministro de Nitrógeno como fuente de alimentación Neumática, ya que, no es factible utilizar un compresor por las dificultades de energía eléctrica y consumos que este requiere.

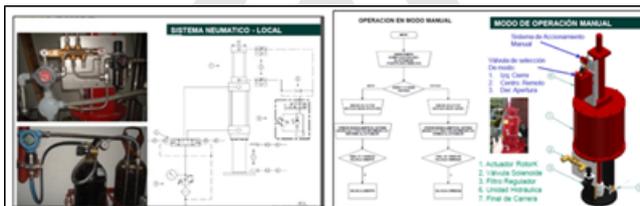


Figura 31. Sistema Neumático implementado

El tablero de control para la operación manual en la subestación la María opera de la siguiente manera:

- Se ingresa a través de la puerta caseta lado izquierdo.
- Al ingresar se debe activar la apertura de caseta, si no es normalizada la señal en un tiempo determinado se genera una señal de alarma (intruso)
- Procedo a abrir el tablero de control
- Se ubica en panel de control, en la parte superior se tiene señalización de estados de la válvula mediante pilotos, a saber: Sistema en Falla, Mando local Remoto, Válvula Cerrada, Válvula Abierta.

- Y en la parte inferior se tiene: Probar salidas, Selector para Mando local-Remoto, Pulsador Cerrar Válvula y Pulsador Abrir Válvula.
- Una vez realizada la maniobra y normalizado el sistema es necesario asegurar que el selector de mando quede en la posición Remota, para que pueda ser operado desde Manizales o CCO.

El Tablero de control implementado (Figura 32) está compuesto básicamente de: Módulo de Telemetría Remoto, PLC Micrologix1200 más módulos para señales, Regulador Panel Solar, Borneras de conexionado, Tablero de control con señalización y Relés de Estado sólido, así como la evidencia de interconexión de los módulos de telemetría y el sistema de control automatizado implementado en el proyecto con el sistema supervisor de Ecopetrol en pleno funcionamiento y operación, e Interconexión del Sistema con el HDMI de Ecopetrol implementado en el proyecto.



Figura 32. Tablero de control implementado en el proyecto e Interconexión del Sistema con el HDMI de Ecopetrol implementado en el proyecto

Resultados y Discusión

La viabilidad del proyecto se obtuvo a partir del prototipo de diseño e implementado con los equipos de telemetría marca Inventia MT102 y MT 202, a través de, la red GPRS del operador Movistar, realizando la prueba desde el lugar de ubicación de la válvula (Subestación La María) dejando el actuador en la planta de Ecopetrol Manizales, cumpliendo con todos los requerimientos técnicos exigidos por la empresa para proceder a la automatización del actuador neumático, dejando claro

que este se encontraba alimentado por un cilindro de Nitrógeno de 100 libras.

El desarrollo de las pruebas de campo permitió operar el actuador neumático a través de los equipos de telemetría para realizar los ajustes necesarios en la fase de prueba. Para garantizar la confiabilidad y correcto funcionamiento de los equipos empleando energía fotovoltaica, y teniendo en cuenta, las dimensiones físicas del actuador que no permitía instalarse en la caseta existente, fue necesario realizar un análisis y propuesta de mejoras y acondicionamiento de seguridad a través de una obra civil que cumpliera con las especificaciones técnicas del proyecto, normatividad y exigencias en el área a prueba de explosión.

Las variables sobre las cuales se determinó la telemetría fueron densidad de flujo del producto, presión de entrada y presión de salida en la línea, presión del nitrógeno en el cilindro de almacenamiento y nivel de tensión en las baterías para determinar su porcentaje de carga con base al consumo de los equipos.

Existe una amplia bibliografía y aplicaciones en el campo de la Automatización Industrial que emplean radioenlace que, aunque permiten manejar variables a distancia, no logran la misma confiabilidad y respuesta que el Sistema GPRS empleado en el proyecto. El uso de energías alternativas para la alimentación de la iluminación, los equipos y el actuador neumático constituyen una opción viable para aquellos lugares donde, por los costos de instalación y distribución de las redes eléctricas y de aire comprimido en el área de aplicación, el servicio eléctrico convencional se hace prácticamente inaccesible.

Conclusiones

Para crear un prototipo se requieren adquirir diversos equipos de diferentes fabricantes con base a las especificaciones técnicas del proyecto, pero es necesario realizar las pruebas de los mismos con el fin de seleccionar aquellos que generen mayor confiabilidad y optimización de costos de mantenimiento, operación y seguridad, con base en la normatividad y exigencias en el área a prueba de explosión, como particularidad del proyecto.

Para garantizar que el diseño del sistema de monitoreo y control del proyecto es necesario realizar un análisis y verificación en campo de los manuales técnicos y de usuario de cada equipo confrontando los resultados obtenidos en las pruebas según los parámetros de error permitidos a nivel de telemetría, automatización y control de procesos petroquímicos.

Este proyecto contribuye a la mitigación ambiental de las quebradas del área de Influencia del poliducto Puerto Salgar Cartago, ya que, el sistema que se tenía implementado no solo generaba sobrecostos por desplazamiento de operarios desde la ciudad de Manizales, sino retardo en la implementación de una solución puesto que para cerrar la válvula de manera manual en caso de un accidente o incidente podría ocasionar pérdidas ambientales e incluso humanas de proporciones gigantescas.

La perdurabilidad del proyecto está estrechamente ligada en la implementación y adecuación de la obra civil realizada, ya que, esto permite la protección de equipos frente a robo y protección del sistema ante condiciones atmosféricas y ambientales que perturben el comportamiento normal del sistema.

La Implementación de fuentes energéticas alternativas como las desarrolladas en el proyecto (neumática y fotovoltaica) no solo garantizan la viabilidad del mismo, sino que pueden ser replicables a otros lugares remotos del país donde es demasiado costoso la generación y transporte de energía eléctrica.

Referencias

Almario Ospino, R.; Ramón Valencia, B. A. y Ramón Valencia, J. A. (2011). Sistema de adquisición de datos para el monitoreo de la calidad del agua a través de las variables de pH, conductividad, temperatura y oxígeno disuelto [en línea]. Revista Colombiana de Tecnologías de Avanzada, 1(17). Pamplona (Colombia): Universidad de Pamplona, Vicerrectoría de Investigaciones. P. 74-80. ISSN: 1692-7257. <http://ojs.unipamplona.edu.co/ojs_viceinves/index.php/RCTA/article/view/174/171> [consulta: 16/02/2014]

Almazán Rodríguez, E. y Martínez Flores, A. (2010). Servicio general de paquetes de radio (GPRS) [en línea]. Seminario (Telefonía celular y

protección de sus enlaces en comunicaciones). Culhuacán (México): Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica. 47 p. <<http://tesis.bnct.ipn.mx:8080/dspace/bitstream/123456789/5736/1/ice47.pdf>> [consulta: 23/03/2014]

Alvarez Brotons, X. (2004). Capítulo 2. Sistemas de control [en línea]. Control predictivo de canales de riego utilizando modelos de predicción de tipo Muskingum (primer orden) y de tipo Hayami (segundo orden) Tesina. Barcelona (España): Universitat Politècnica de Catalunya. Departament d'Enginyeria Hidràulica, Marítima i Ambiental <<https://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/3330/5/34059-5.pdf>> [consulta: 13/02/2014]

Borbor Moreira, F. X.; Bravo Borja, W. Moisés y Espinoza Toala, Z. E. (2011). Diseño y prototipo de un sistema de autenticación sobre una red GPRS para la seguridad en el servicio de transporte público [en línea]. Tesina de Seminario (Ingeniero en Ciencias Computacionales, especialización Sistemas Tecnológicos). Guayaquil (Ecuador): Escuela Politécnica del Litoral, Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación. 89 p. <<http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/19938/2/Bravo-Borbor-Espinoza.pdf>> [consulta: 23/03/2014]

Díaz Illa, M. A. (2005). Medición de profundidad de reservorios, ríos y lagos a través de telemetría para obtener la sección transversal [en línea]. Tesis para título profesional (Ingeniero Electrónico): Lima (Perú): Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Electrónica. 119 p. + anexos. <http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/cybertesis/2660/1/diaz_im.pdf> [consulta: 10/02/2014]

Durán Acevedo, C. M. y Castro Miranda, R. A. (2012). Comunicación inalámbrica basada en tecnología Bluetooth para la automatización de procesos industriales [en línea]. En: El Hombre y la Máquina, No. 39 (may-ago). Cali (Colombia): Universidad Autónoma de Occidente. p. 26-32. ISSN: 0121-0777. <http://ingenieria.uao.edu.co/hombreymaquina/revistas/39%202012-2/Comunicacion_inalambrica.pdf> [consulta: 04/04/2014]

Hernández Goudett, C. y Lezama Fermín, L. E. (2010). Evaluación de los criterios de control asociados al sistema de transporte y distribución de gas metano en Venezuela [en línea]. Trabajo de grado (Ingeniero Químico). Cumaná (Venezuela): Universidad de Oriente,

Escuela de Ingeniería y Ciencias Aplicadas. 109 p. <<http://ri.bib.udo.edu.ve/bitstream/123456789/2805/1/079-TESIS.IQ.pdf>> [consulta: 12/02/2014]

Jaramillo Zamora, A. W. y Tinoco Torres, C. P. (2011). Diseño e implementación de un sistema de telemetría para el monitoreo climatológico a través del uso de la red celular GPRS [en línea]. Proyecto de in de carrera (Ingeniero en Electrónica y telecomunicaciones). Loja (Ecuador): Universidad Técnica Particular de Loja, Escuela de Electrónica y Telecomunicaciones. 99 p. <http://dSPACE.utpl.edu.ec/bitstream/123456789/1101/3/Utpl_Jaramillo_Zamora_Alex_621x156.rar> [consulta: 18/03/2014]

Marino Dodge, J. C. (2011). Telemetría usando redes de Datos de Telefonía Celular [en línea]. *Ingeniare*,11(11), Barranquilla (Colombia): Universidad Libre, p. 67-78. ISSN: 1909-2458. <<http://www.unilibrebaq.edu.co/unilibrebaq/revistas2/index.php/ingeniare/article/view/170/147>> [consulta: 23/03/2014]

Morera Granados, D. S. (2012). Estudio comparativo de tecnologías de comunicación para enlaces de Telemetría [en línea]. Proyecto de terminación de carrera (Bachiller en Ingeniería Eléctrica). San José (Costa Rica): Universidad de Costa Rica, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Eléctrica. 121 p. <http://www3.eie.ucr.ac.cr/uploads/file/proybach/pb2012/pb2012_051.pdf> [consulta: 19/02/2014]

Oyarce Miño, A. R. (2009). Implementación del Protocolo Modbus Sobre una Tarjeta de Desarrollo para su uso sobre una Red GSM con enfoque en Telemetría [en línea]. Memoria de grado (Ingeniero Civil Electricista). Santiago de Chile (Chile): Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Departamento de Ingeniería Civil Eléctrica. <<http://tesis.uchile.cl/handle/2250/103392>> [consulta: 20/03/2014]

Ponsa, P. y Granollers, A. (2009). Diseño y Automatización Industrial [en línea]. Barcelona (España). Universidad Politécnica de Catalunya, 30 p. <<http://www.epsevg.upc.edu/hcd/material/lecturas/interfaz.pdf>> [consulta: 16/03/2014]

Quichimbo Armijos, L. A. y Reyes Abarca, F. I. (2012). Diseño e implementación de un sistema de monitoreo remoto de variables hidráulicas de la red de agua potable de la UTPL, utilizando la plataforma GPRS [en línea]. Trabajo de fin de carrera (Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones). Loja (Ecuador): Universidad Técnica Particular de Loja, Escuela de electrónica y Telecomunicaciones. 74 p. + anexos. <file:///D:/Downloads/Utpl_Reyes_Abarca_Luis_621x173.pdf>

[consulta: 20/03/2014]

Rosero Castillo, R. (2010). SCADA del sistema de distribución de agua de la Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento [en línea] En: Jornadas de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, FIEE 2010 (11/2010). Quito (Ecuador): Escuela Politécnica Nacional. <<http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/3695/1/2010AJIEE-21.pdf>> [consulta. 10/02/2014]

Salas Rivero, I. C. (2004). Expansión tecnológica en telemetría para operaciones de producción petrolera [en línea]. Télematique: Revista electrónica de estudios telemáticos, 3(2). Maracaibo (Venezuela): Universidad Rafael Bellosillo Chacín. p. 38-51. ISSN: 1856-4194 <<http://publicaciones.urbe.edu/index.php/telematique/article/view/786/1900>> [consulta: 10/02/2014].

Saravia Valle, E.; Ruiz Rivera, M. E. y Calmet Agnelli, R. (2013). Diseño de un sistema móvil para la lectura de medidores mediante tecnología Bluetooth [en línea]. Industrial Data, Vol. 16, No. 1, Lima (Perú): Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Industrial, pp. 134-143. e-ISSN: 1810-9993. <http://sisbib.unmsm.edu.pe/BibVirtual/publicaciones/indata/v16_n1/pdf/a16v16n1.pdf> [consulta: 16/04/2014]