

TIE
S14d
20/3

1017

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE MONITOREO PARA LA VERIFICACIÓN DE BAJA TENSIÓN EN LÍNEA, PARA SUBESTACIÓN EBSA, POR MEDIO DE COMUNICACIÓN SMS.

BIBLIOTECA - USTA
TUNJA

//
LIZETH KATHERINE SALAZAR PIZA

1017

**UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS ✓
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA ✓
TUNJA ✓
2013 ✓**

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE MONITOREO PARA LA
VERIFICACIÓN DE BAJA TENSIÓN EN LÍNEA, SUBESTACIÓN EBSA, POR
MEDIO DE COMUNICACIÓN SMS.**

LIZETH KATHERINE SALAZAR PIZA

TUTORES:

**MSc. JOSE RICARDO CASALLASGUTIÉRREZ
UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS**

**Esp. CARLOS EDUARDO GÓMEZ VACCA
EMPRESA DE ENERGÍA DE BOYACA EBSÁ S.A E.S.P.**

**UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
TUNJA
2013**

**Las ideas expresadas en este trabajo de grado
son responsabilidad exclusiva de los autores,
no comprometen a la Universidad Santo Tomás o
a la Facultad de Ingeniería Electrónica.**

NOTA DE ACEPTACIÓN

Observaciones

Firma Decano

Firma Primer Jurado

Firma Segundo Jurado

Firma Tutor

Tunja, 28 de Enero 2013

DEDICATORIA

A Dios.

Por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A mis padres:

Doris Fabiola Piza y Luis Manuel Salazar, por ser la base fundamental en todo lo que soy, en toda mi educación, tanto académica, como de la vida, por su incondicional apoyo perfectamente mantenido a través del tiempo.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por acompañarme todos los días y permitirme terminar la carrera y la presentación de este trabajo

A mi familia, que con su amor y apoyo hicieron que sea una mejor persona, la cual sea ejemplo a la sociedad. Gracias a su colaboración fue posible la obtención del título.

A mi tutor: Ingeniero José Ricardo Casallas, por su tiempo y colaboración.

A todo el cuerpo de la Facultad de Ingeniería Electrónica y a los profesores que con su paciencia hicieron de esta carrera de ingeniería electrónica fuera una oportunidad de vida.

A mis compañeros, que nos apoyamos mutuamente en nuestra formación profesional y que hasta ahora, seguimos siendo amigos: Juan Carlos Martínez, Pablo Andrés Álvarez, Camilo Andrés Díaz y Javier Camilo Soto.

A la empresa de energía de Boyacá EBSA S.A. E.S.P, en especial al Grupo de gestión de Telemática, por permitirme hacer parte de tan excelente equipo de trabajo. Al ingeniero Carlos Eduardo Gómez coordinador de mi proyecto, al ingeniero Jorge Eduardo Mojica por tus sus conocimientos transmitidos y a los ingenieros Amilcar Díaz y Carlos Cesar Montoya por tus sus aportes técnicos y de terrenos aportados.

TABLA DE CONTENIDO

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------|----|
| AGRADECIMIENTOS | 6 |
| LISTA DE FIGURAS | 10 |
| GLOSARIO | 13 |
| RESUMEN | 16 |
| INTRODUCCIÓN | 17 |
| 1.JUSTIFICACIÓN | 18 |
| 2.PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 19 |
| 3.OBJETIVOS..... | 20 |
| 3.2 Objetivos Específicos | 20 |
| | |
| CAPITULO I. MARCO REFERENCIAL | 21 |
| 1.MARCO EMPRESARIAL | 21 |
| 1.1. EMPRESA DE ENERGIA DE BOYACA..... | 21 |
| 1.2. RESEÑA HISTORICA DE LA EMPRESA DE ENERGIA DE BOYACA S.A E.SP..... | 21 |
| 1.3. VALORES COORPORATIVOS DE LA EMPRESA DE ENERGIA DE BOYACA S.A E.S.P | 22 |
| 1.4. ORGANIGRAMA GENERAL DE LA EMPRESA..... | 24 |
| 1.5. MISIÓN..... | 24 |
| 1.6. VISIÓN | 25 |
| 1.7. OBJETIVOS DE LA EMPRESA..... | 25 |
| 1.8. GRUPO DE GESTION TELEMATICA. | 25 |
| 2.REFERENTES CONCEPTUALES | 26 |
| 2.1. COMUNICACIONES INALAMBRICAS | 26 |
| 2.1.1. Historia De las comunicaciones inalámbricas. | 26 |
| 2.1.2. WiFi | 27 |
| 2.1.3. VHF (Very High Frequency)..... | 29 |
| 2.1.4. Conexión satelital (VSAT)..... | 30 |
| 2.2. MONITOREO DE RED. | 32 |
| 2.3. SNMP NETWORK MANAGEMENT..... | 33 |
| 2.4. SOFTWARE PRTG NETWORK..... | 34 |
| 2.5. ARDUINO..... | 36 |
| 2.5.1. ARDUINO UNO R3..... | 37 |
| 2.5.2. ARDUINO SHIELD GPRS. | 38 |

| | |
|----------------------------------------------------------------------|-----------|
| 2.6. RED GSM..... | 40 |
| 2.6.1. Servicios actuales de GSM..... | 43 |
| 2.7. GPRS | 45 |
| 2.7.1. Características de la tecnología GPRS..... | 45 |
| 2.8. SERVICIO DE MENSAJES CORTOS DE TEXTO (SMS)..... | 46 |
| 2.8.1. BENEFICIOS DE SMS | 47 |
| 2.8.2. ARQUITECTURA Y ELEMENTOS DE LA RED SMS | 47 |
| 2.8.3. SMS Y COMANDOS AT..... | 48 |
| 2.9. COMANDOS AT..... | 48 |
| 2.9.1. Sintaxis del comando AT | 49 |
| 2.10. ADMINISTRACION DE REDES..... | 50 |
| 2.11. BATERÍAS DE PLOMO ACIDO..... | 51 |
| 2.12. MANTENIMIENTO CORRECTIVO, PREVENTIVO y PREDICTIVO. | 52 |
| 2.12.1. Mantenimiento Correctivo:..... | 52 |
| 2.12.2. Mantenimiento Preventivo:..... | 52 |
| 2.12.3. Mantenimiento Predictivo:..... | 52 |
| 2.13. PROTECCIONES IP..... | 53 |

CAPITULO II. TRABAJOS REALIZADOS EN LA PRÁCTICA CON EL GRUPO DE GESTIÓN TELEMÁTICA DE LA EMPRESA DE ENERGIA DE BOYACA EBSA S.A E.S.P.

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 1. SISTEMAS DE TELECOMUNICACIONES INTERVENIDAS..... | 55 |
| a. RED INDUSTRIAL FIBRA OPTICA..... | 56 |
| b. RED INDUSTRIAL INALAMBRICA..... | 58 |
| c. RED VHF DE LA EBSA..... | 60 |
| d. PLANTA DE TELEFONIA..... | 61 |
| 2. FUNCIONES DESEMPEÑADAS EN DEPENDENCIA DE TELEMÁTICA..... | 62 |
| 2.1. Diagnóstico de Fallas..... | 63 |
| 2.2. Monitoreo remoto de las diferentes redes de comunicación..... | 64 |
| 2.3. Monitoreo semanal de los canales de comunicación de internet Lite, MPLS y Vsat..... | 67 |
| 2.4. Mantenimiento preventivo y correctivo de la red telefónica del edificio principal de la Empresa de Energía de Boyacá S.A E.S.P. | 68 |
| 2.5. Diseño de un canal dedicado:..... | 68 |
| 2.6. Diseño para una solución de un enlace no licenciado de Banda Ancha.... | 69 |
| 2.7. Comisión cerró Sacachova..... | 70 |
| 2.8. Comisión Occidente..... | 70 |

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 2.9. Otros trabajos realizados..... | 72 |
| CAPITULO III. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO..... | 73 |
| 1.ETAPA DE CONTROL..... | 74 |
| 1.1.DISEÑO..... | 74 |
| 1.2. CONSTRUCCION..... | 74 |
| 2.ETAPA DE POTENCIA..... | 77 |
| 2.1 DISEÑO..... | 77 |
| 2.1.1. Alimentación y Batería..... | 77 |
| 2.2. CONSTRUCCION..... | 77 |
| 3.ETAPA DE COMUNICACIÓN..... | 78 |
| 3.1.DISEÑO..... | 78 |
| 3.2. CONSTRUCCION..... | 78 |
| 3.2.1. Comunicación con la pantalla LCD 4x20..... | 79 |
| 3.2.2. PLACA ARDUINO UNO R3..... | 80 |
| 3.2.2.1. Programa..... | 81 |
| 3.2.3. Módulo GPRS..... | 83 |
| 3.2.3.1. Conexión con la placa de ARDUINO UNO R3..... | 84 |
| 4. DESCRIPCION DEL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA ACOPLANDO LAS TRES ETAPAS..... | 85 |
| VISTA FRONTAL..... | 88 |
| 1.1 VISTA LATERAL..... | 88 |
| VISTA INTERNA..... | 89 |
| 5.APLICACIONES FUTURAS..... | 89 |
| 6.FACTIBILIDAD Y RECURSOS DISPONIBLES..... | 90 |
| 6.1. Recursos Humanos..... | 90 |
| 6.2. Recursos Físicos..... | 90 |
| 7.RECURSOS ECONÓMICOS..... | 90 |
| 8.PRESUPUESTO..... | 91 |
| CONCLUSIONES..... | 92 |
| RECOMENDACIONES Y TRABAJO FUTURO..... | 93 |
| ANEXO 1. Ver diagrama esquemático..... | 94 |
| ANEXO 2. Microcontrolador ATmega328..... | 95 |
| ANEXO 3. Programa realizado en la plataforma Arduino r3..... | 96 |
| REFERENCIAS..... | 101 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1. Organigrama EBSA S.A E.S.P..... | 24 |
| Figura 2. Estructura Organizacional Grupo Gestión Telemática EBSA S.A E.S.P | 25 |
| Figura 3. Plataforma del software SNMP Network management..... | 33 |
| Figura 4. Pagina principal software PRTG Network Monitor..... | 34 |
| Figura 5. Software PRTG Network Monitor – reportes y análisis..... | 35 |
| Figura 6. Estadística de un sensor software PRTG Network Monitor. | 36 |
| Figura 7. Placa Arduino Uno R3..... | 38 |
| Figura 8. Placa Arduino GPR Shield. | 39 |
| Figura 9. Sistema móvil de celdas..... | 41 |
| Figura 10. ARQUITECTURA GSMS | 42 |
| Figura 11. CARACTERISTICAS DEL SISTEMA GPRS | 46 |
| Figura 12. ARQUITECTURA DE LA RED SMS..... | 48 |
| Figura 13. Arquitectura de la red Industrial Inalámbrica | 54 |
| Figura 14. Plano de la Red Industrial de EBSA. | 55 |
| Figura 15. Arquitectura del anillo de F.O en bus lógica, con integración en anillo vía software..... | 56 |
| Figura 16. Red De Fibra Óptica De EBSA En Funcionamiento Actual. | 57 |
| Figura 17. Red De Fibra Óptica De EBSA en construcción..... | 58 |
| Figura 18. Red inalámbrica Primaria de EBSA en frecuencia de 5.8 GHz..... | 59 |
| Figura 19. Red inalámbrica secundaria de EBSA en frecuencia de 2.5Ghz. .. | 60 |
| Figura 20. Sistema de radioenlaces de la EBSA | 61 |
| Figura 21. Rack de Telefonía, Cuarto piso edificio central de la EBSA. | 62 |
| Figura 22. Pasos a seguir en la detección de una falla. | 63 |
| Figura 23. Topología de la red industrial inalámbrica de la EBSA, aambiente Software SNMP Network..... | 64 |
| Figura 24. Nodos de la red industrial inalámbrica WiFi, con el software SNMPc. | 65 |
| Figura 25. Red WiFi Industrial de la EBSA en el software PRTG Network Monitor..... | 66 |
| Figura 26. Software PRTG Network Monitor – reportes y análisis de la red EBSA. | 66 |
| Figura 27. Planilla de control semanal de los canales dedicados..... | 67 |

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Figura 28. Teléfonos instalados dentro de la empresa..... | 68 |
| Figura 29. Estudio canal dedicado para la Zona Norte..... | 69 |
| Figura 30. Diseño de radioenlace en banda no licenciada | 69 |
| Figura 31. Torre Cerro Sacachova..... | 70 |
| Figura 32. Subestación Cantino EBSA..... | 70 |
| Figura 33. Repetidor muzo..... | 71 |
| Figura 34. Cerró La Mesa | 71 |
| Figura 35. Reporte de viabilidad entre S/E Cantino y repetidor Cantino..... | 72 |
| Figura 36. Diagrama de bloques, etapas del prototipo | 73 |
| Figura 37. Circuito implementado en el prototipo. | 74 |
| Figura 38. Batería LEOCH DJW12-18 | 75 |
| Figura 39. Circuito para controlar la carga. | 76 |
| Figura 40. Tiempo de conmutación del relé | 76 |
| Figura 41. Diseño de la etapa de potencia..... | 77 |
| Figura 42. Conexión de la pantalla LCD con el Arduino | 79 |
| Figura 43. Diseño de la baquelita de la pantalla LCD..... | 80 |
| Figura 44. Ventana del software Arduino. | 83 |
| Figura 45. Arduino uno R3 conectado al Shield GPRS | 84 |
| Figura 46. Instalación de la tarjeta SIM | 85 |
| Figura 47. Diagrama de bloques del sistema ensamblado..... | 86 |
| Figura 48. Circuito del Prototipo de monitoreo para la verificación en red..... | 86 |
| Figura 49. Parte exterior del sistema..... | 88 |

LISTA DE TABLAS

| | |
|-------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 1. La era Inalámbrica..... | 27 |
| Tabla 2. Tabla de grado IP..... | 53 |
| Tabla 3. Características específicas de la Batería LEOCH DJW 12-18..... | 75 |
| Tabla 4. Descripción u distribución de pines pantalla LCD..... | 80 |
| Tabla 5. Características Placa ARDUINO UNO R3..... | 81 |
| Tabla 6. PRESUPUESTO PARA EL CIRCUITO PRINCIPAL..... | 91 |
| Tabla 7. Presupuesto etapa de comunicaciones. | 91 |

GLOSARIO

AGM: Es la abreviación de Absortion Glass Mat

Arduino: Arduino es una plataforma de electrónica abierta para la creación de prototipos basada en software y hardware flexibles y fáciles de usar. Se creó para artistas, diseñadores, aficionados y cualquiera interesado en crear entornos u objetos interactivos.

Capacitor:Dispositivo que almacena carga eléctrica. El capacitor está formado por dos conductores próximos uno a otro, separados por un aislante, de tal modo que puedan estar cargados con el mismo valor, pero con signos contrarios.

Datasheet: Es una herramienta de ingeniería electrónica gratuita que le permite encontrar hojas de especificaciones de productos de cientos de fabricantes de componentes electrónicos de todo el mundo.

Diodo:Componente electrónico que permite el paso de la corriente en un solo sentido

Electrónica: Es la rama de la física que estudia y emplea sistemas cuyo funcionamiento se basa en la conducción y el control del flujo de los electrones u otras partículas cargadas eléctricamente, desde las válvulas termoiónicas hasta los semiconductores.

Encapsulado: Envoltura que protege a los semiconductores y permite que estos se puedan agarrar cómodamente.

ETSI: (EurVoepcan Telecommunications StandardsInstitute), Instituto Europeo de Normas de Telecomunicaciones es una organización de estandarización de la industria de las telecomunicaciones (fabricantes de equipos y operadores de redes) de Europa, con proyección mundial.

Interfaz: Se le denomina a cualquier medio que permita la interconexión de dos procesos diferenciados con un único propósito común.

LCD: LiquidCrystalDisplay. Pantalla de cristal líquido. Tecnología que permite la creación de pantallas planas.

Lenguaje de Programación: Cualquier lenguaje artificial que puede utilizarse para definir una secuencia de instrucciones para su procesamiento por un ordenador o computadora.

Procesamiento Digital de Señales: Es una técnica que convierte señales de fuentes del mundo real (usualmente en forma analógica), en datos digitales que luego pueden ser analizados. Este análisis es realizado en forma digital pues

una vez que una señal ha sido reducida a valores numéricos discretos, sus componentes pueden ser aislados, analizados y reordenados más fácilmente que en su primitiva forma analógica.

Red alámbrica: Una red alámbrica significa que todo circuito está interconectado totalmente con cable conductor.

Red Inalámbrica: Las redes inalámbricas (en inglés *wireless network*) son redes que se comunican por un medio de transmisión no guiado (sin cables) mediante ondas electromagnéticas. La transmisión y recepción se realizan a través de antenas.

Rectificador: Componente electrónico que permite el paso de la corriente en un solo sentido.

Regulador de voltaje: Dispositivo electrónico diseñado para mantener un nivel de voltaje constante

Relé: El relé o relevador es un dispositivo electromecánico. Funciona como un interruptor controlado por un circuito eléctrico en el que, por medio de una bobina y un electroimán, se acciona un juego de uno o varios contactos que permiten abrir o cerrar otros circuitos eléctricos independientes.

Reóstato: Es una resistor de resistencia variable.

Sensor: Es un dispositivo que detecta, o censa manifestaciones de cualidades o fenómenos físicos, como la energía, velocidad, aceleración, tamaño, cantidad, etc; es un tipo de transductor que transforma la magnitud que se quiere medir, en otra, que facilita su medida.

SNMP: SNMP (Simple Network Management Protocol o Protocolo Simple de administración de red) es uno protocolos del conjunto definido por la Fuerza de Trabajo en Ingeniería de Internet (IETF o Internet Engineering Task Force), clasificada en el nivel de aplicación del modelo TCP/IP, y que está diseñado para facilitar el intercambio de información entre dispositivos de red y es ampliamente utilizado en la administración de redes para supervisar el desempeño, la salud y el bienestar de una red, equipo de computo y otros dispositivos.

Software: Programas de computadoras. Son las instrucciones responsables de que el hardware (la máquina) realice su tarea. Como concepto general, el software puede dividirse en varias categorías basadas en el tipo de trabajo realizado.

Tecnología SDH: El SDH es un dispositivo digital que trabaja realizandomultiplicación por división el tiempo.Toma pequeñas ranuras de tiempo y las ubica en forma ordenada en una ranura de tiempo más grande.

Telecomunicaciones: Comunicación a grandes distancias. Las Telecomunicaciones se encargan del transporte de la información grandes distancias a través de un medio o canal de comunicación por medio de señales de cualquier índole.

Transformador: Los transformadores son dispositivos electromagnéticos estáticos que permiten partiendo de una tensión alterna conectada a su entrada, obtener otra tensión alterna mayor o menor que la anterior en la salida del transformador.

Transistor: El transistor es un dispositivo electrónico semiconductor que cumple funciones de amplificador, oscilador, conmutador o rectificador.

VRLA: (Valve Regulated Lead Acid Battery) o en español Batería Regulada por Válvula.

RESUMEN

En este trabajo se presenta el informe de la práctica realizada en la Empresa de Energía de Boyacá EBSA S.A E.S.P., el cual consistió en brindar soporte a la empresa en la oficina del Grupo de Gestión Telemática como ingeniero practicante.

El trabajo realizado en la práctica consistió en dar soporte en el mantenimiento y operación de la red de telecomunicaciones, la cual es usada para controlar y monitorear las subestaciones del departamento de Boyacá, así como también coordinar maniobras de mantenimiento de la red eléctrica y en transferencia de información corporativa entre las diferentes sedes. Para este trabajo la Empresa de Energía EBSA S.A E.S.P cuenta con una red de fibra óptica también llamada troncal principal, una red de inalámbrica distribuida en dos frecuencias, 2.5Ghz y 5Ghz y una red de VHF (Very High Frequency) para coordinar operaciones de mantenimiento de la red eléctrica con los operadores de la empresa.

Dentro de las labores encomiadas, se realizó el diseño e implementación de un prototipo para la verificación de baja tensión en línea de la red eléctrica, usando como medio de comunicación un mensaje de texto que debe ser enviado a un celular ubicado en el centro de Control Integra y/o en la oficina de Telemática; Esto con el objetivo de detectar en el menor tiempo posible cuando una falla dentro de una sub estación es por falta de suministro de energía eléctrica.

El sistema a implementar cuenta con tres etapas; la primera etapa de control, la cual se encarga de la carga de la batería y la conmutación de alimentación de energía para que esta entre en funcionamiento, en la segunda etapa se tiene la parte de potencia en la cual entra la señal de la red de 120 voltios AC y por medio de un arreglo de circuitos se transforma en una señal de 9 voltios DC y por último se encuentra la etapa de comunicación que es la encargada de la detección del voltaje en la red y el envío del mensaje de texto.

INTRODUCCIÓN

A partir del significativo crecimiento demográfico del departamento de Boyacá, la empresa de energía EBSA S.A E.S.P y su departamento de Telemática han focalizado sus inversiones y esfuerzos en ampliar y dar seguridad a sus redes por medio del diseño e implementación de un prototipo de monitoreo para la verificación de tensión en línea para subestaciones.

Este trabajo propone emitir alarmas automáticas ante anomalías relacionadas con el diagnóstico de la energía eléctrica en las subestaciones, la información se presentaría de forma centralizada en un punto estratégico, transmitiendo los datos de la red eléctrica mediante un mensaje de texto a un celular o a un correo electrónico; la detección temprana de estos eventos van a ayudar al equipo de telemática de la empresa de energía de Boyacá a la planificación más eficiente de las tareas de prevención y mantenimiento, evitando daños irreversibles, alargando la vida útil de todos los componentes y sobre todo aumentando la calidad de prestación del servicio a millones de personas.

La instalación del sistema de monitoreo y control para la detección de llegada o ausencia de tensión incorpora el intercambio de disciplinas como las comunicaciones para la adquisición de datos, la electrónica de potencia por medio de una fuente para la regulación del voltaje y un circuito de conmutación que genera estabilidad al prototipo, la electrónica digital con el uso de plataformas como Arduino que nos permite detectar la falla eléctrica y transmitirla por medio de un mensaje de texto.

1. JUSTIFICACIÓN

La Empresa de energía de Boyacá S.A E.S.P es una de las instituciones mejor posesionadas dentro del ámbito competitivo en el departamento de Boyacá, por su alta eficiencia y calidad de servicio prestado en todo el departamento. Buscando siempre la posibilidad de mejorar, y engrandecer su productividad pensando constantemente no solo en el beneficio propio sino en el de los usuarios; creando así un lazo de integridad y confianza que fortalezca su espíritu de trabajo para bien de todos.

La Empresa de Energía de Boyacá S.A E.S.P posee un sistema de monitoreo SCADA (Control de Supervisión y Adquisición de Datos), basado en computadores que permite supervisar y controlar variables de proceso a distancia, proporcionando comunicación con la mayoría de los equipos dispositivos de campo y controlando el proceso de forma automática por medio de un software especializado, sin embargo existen muchos equipos los cuales no ingresan a esta red para ser monitoreados debido a la falta de puertos necesarios para conectarlos a esta, ya que en estos sitios remotos no se encuentran RTU (Unidad de Terminal Remota), por lo cual muchas veces se ve la necesidad, de que, una cuadrilla de mantenimiento se desplace hasta estos lugares sin poder acceder a la información en tiempo real para prevenir posibles daños o actuar ante estos de manera inmediata.

Para el grupo de Gestión de Telemática de la Empresa de Energía de Boyacá S.A E.S.P, es de gran importancia mantenerse informado de la situación de la red de comunicaciones en tiempo real, esto lo logran por medio del software PRTG, pero cuando se presentan fallas en la red Inalámbrica industrial de la EBSA, el grupo de gestión de telemática, no está seguro de que dicha falla es por energía eléctrica o comunicaciones (radios, antenas. Switches), hasta que una cuadrilla de mantenimiento se desplace hasta dicho punto y de constancia de esto. Por este motivo un sistema de monitoreo de tensión de línea sería una gran solución para este tipo de problema, ahorrando tiempo y dinero en el desplazamiento de una cuadrilla.

Al implementar un dispositivo que permita estar informado en tiempo real del estado de energía eléctrica de las subestaciones, asegura tanto al Grupo de Gestión Telemática como al centro de Control Integra, que tipo de mantenimiento se debe seguir.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Para la Empresa de Energía de Boyacá S.A E.S.P es de gran importancia mantener una gran cantidad de equipos de instrumentación y de comunicaciones, en estado óptimo las 24 horas del día, para garantizarles a los usuarios de energía eléctrica un excelente servicio de muy buena calidad. Es por este motivo que una falla en un equipo puede causar grandes pérdidas económicas, materiales e incluso humanas para la empresa, sin mencionar el tiempo necesario que conlleva desplazar una cuadrilla hasta el sitio donde se encuentren dichos equipos.

Por lo anterior, es necesario para la empresa de Energía de Boyacá S.A E.S.P tener un control de carácter remoto de la red en las Subestaciones, garantizando que la falla que presente los equipos es por energía eléctrica, y poder dar una adecuada solución a esta, sin necesidad de desplazar previamente una cuadrilla que llegara a dicha conclusión. Por lo tanto se hace necesario preguntar:

¿Es viable diseñar e implementar un sistema de monitoreo para la verificación de baja tensión de línea, en Subestación EBSA?

Alcance: El proyecto está diseñado para detectar fallas de energía eléctrica en la red de baja tensión de las subestaciones de la Empresa de Energía de Boyacá S.A E.S.P y enviar una alarma por medio de un mensaje de texto al Centro de Control Integra o al Grupo de Gestiona Telemática avisando cuando existe una falla de energía eléctrica y a si mismo cuando la energía eléctrica reanudo su suministro.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo General

Diseñar e implementar un prototipo de un sistema de monitoreo para la verificación de la operación de las líneas de baja tensión para subestación Combita de la Empresa de Energía de Boyacá S.A E.S.P, utilizando comunicación vía SMS.

3.2 Objetivos Específicos

- Plantear y diseñar un sistema de monitoreo para la verificación de la línea de baja tensión por medio de comunicación SMS para ser implementado en la Subestación combita de la Empresa de Energía de Boyacá.
- Implementar el sistema de comunicaciones a través de módulo Arduino Shield GPRS, por medio de comandos AT.
- Realizar un documento técnico de referencia del dispositivo, el cual sirva como soporte para el operario, en donde se encuentre información detallada del sistema para el mantenimiento.

CAPITULO I. MARCO REFERENCIAL

1. MARCO EMPRESARIAL

1.1. EMPRESA DE ENERGIA DE BOYACA.

La Empresa de Energía de Boyacá S.A E.S.P., EBSA, es una empresa de servicios públicos mixta, sometida al régimen general de las empresas de servicios públicos y a las normas E.S.P especiales que rigen el sector eléctrico, con cincuenta y seis años de historia en Boyacá, la EBSA es catalogada como una de las empresas más importantes de la región. Desde 1954 la EBSA contribuye al desarrollo de la región, comercializando energía, liderando proyectos eléctricos, creando valor en su gestión, para responder con servicio al entorno al que se debe su existencia.

El crecimiento de la EBSA, se refleja en su gestión sobre el sistema de distribución, con inversiones significativas que benefician áreas rurales y urbanas en los 123 municipios de Boyacá; y en el negocio de comercialización que se traduce en índices de recaudo, incremento en número de clientes y aumento en ventas.

El departamento cuenta con 361.437 clientes, de los cuales el 99.9 % son atendidos por EBSA; solo 135 clientes son atendidos por otros comercializadores.

1.2. RESEÑA HISTORICA DE LA EMPRESA DE ENERGIA DE BOYACA S.A E.SP.

¹La Empresa de Energía de Boyacá S.A., ESP, fue constituida mediante escritura pública No. 268 del 9 de febrero de 1955 en la notaría quinta del círculo de Bogotá y su régimen se encuentra establecido especialmente en las leyes 142 y 143 de 1994.

Es una empresa de servicios públicos domiciliarios, mixta, de nacionalidad colombiana, anónima, constituida como sociedad por acciones, está sometida al régimen general de servicios públicos domiciliarios y desarrolla su actividad en el ámbito del derecho privado como empresa mercantil.

¹ <http://www.ebsa.com.co/wps/portal/Portal%20en%20Español/Nuestra%20Empresa/Perfil>

Con cincuenta y ocho años de historia en Boyacá, la EBSA es catalogada como una de las empresas más importantes de la región. Desde 1954 la EBSA contribuye al desarrollo de la región, comercializando energía, ejecutando proyectos eléctricos y creando valor para sus accionistas, con lo cual ha logrado excelentes niveles de servicio.

El crecimiento de la EBSA se refleja en su gestión sobre el sistema de distribución, *con inversiones significativas que benefician áreas rurales y urbanas en los 123 municipios de Boyacá*. En el negocio de la comercialización, su gestión se traduce en altos índices de recaudo, incremento en número de clientes y aumento en las ventas. Actualmente el mercado de Boyacá cuenta con 372.206 clientes, de los cuales el 99,9% son atendidos por EBSA y solamente 138 son atendidos por otros comercializadores.

A partir del año 2006 la EBSA transformó su gestión de un carácter funcional a uno por procesos, con los cual se han vinculado todos los niveles de la empresa a la gestión de los recursos y a la obtención de los resultados. Hoy se trabaja en marco de la calidad, planeando, proyectando los objetivos de mediano plazo y buscando mejoramiento continuo de la organización, que en últimas debe redundar en un incremento de la satisfacción de los clientes.

EBSA avanza con su programa de responsabilidad social y gestión comunitaria, trabajando a conciencia el compromiso de sostenibilidad, con los que espera cumplir con las expectativas de todos los actores sociales con quienes tiene relación la empresa, respetando su dignidad y el entorno en que viven las comunidades, en las que opera y presta sus servicios.

1.3. VALORES CORPORATIVOS DE LA EMPRESA DE ENERGIA DE BOYACA S.A E.S.P

¹Compromiso

En la EBSA tenemos compromiso, porque sentimos como propios los objetivos de la Empresa, apoyando con empeño las acciones orientadas al logro de los mismos. Hacemos más de lo necesario, disfrutando del trabajo, y siendo leales a los principios de EBSA, con el fin de superar las expectativas de nuestros clientes, colaboradores, proveedores, socios y la comunidad, cumplimos con los compromisos personales y profesionales.

Integridad

En la EBSA somos íntegros porque obramos con honradez, transparencia, rectitud y de manera coherente con los valores éticos, tanto el trabajo como fuere de éste; comunicamos honestamente y abiertamente nuestras intenciones e ideas y

sentimientos a las personas y actuamos honestamente aún en negociaciones y situaciones difíciles.

Responsabilidad

En la EBSA somos responsables porque nos comprometemos a satisfacer las necesidades y expectativas de nuestros clientes; trabajamos a conciencia, buscando mejorar en forma permanente, tomando iniciativas y aportando ideas *para cumplir con nuestros deberes y garantizamos la calidad de nuestros productos y servicios, además cumplimos los acuerdos con los clientes, colaboradores, proveedores, socios y la comunidad.*

Respeto

En la EBSA somos respetuosos porque reconocemos y apreciamos el valor de las personas y sus derechos, promoviendo la equidad en todas las relaciones y atendemos las necesidades y requerimientos de nuestros clientes, colaboradores, proveedores, socios, comunidad y medio ambiente, a través de una escucha activa, de la utilización de un lenguaje cordial y el cumplimiento de los acuerdos.

Conciencia Social

En la EBSA tenemos conciencia social porque alineamos las conductas personales con las necesidades, prioridades y cambios de la EBSA, para garantizar el uso eficiente de los recursos de la sociedad; prevemos los acontecimientos o situaciones que afectan a las personas y grupos de interés de la EBSA, buscando mitigar los impactos negativos que puedan causar a la organización y reconocemos los atributos, particularidades y potenciales de la organización, para contribuir con el desarrollo sostenible del entorno.

1.4. ORGANIGRAMA GENERAL DE LA EMPRESA

El organigrama de la EBSA muestra dentro de su arquitectura organizacional diferentes niveles los cuales integran todas las dependencias de las que se compone la Empresa de Energía de Boyacá, en la figura 1 se observa las distintas dependencias y su división organizacional.

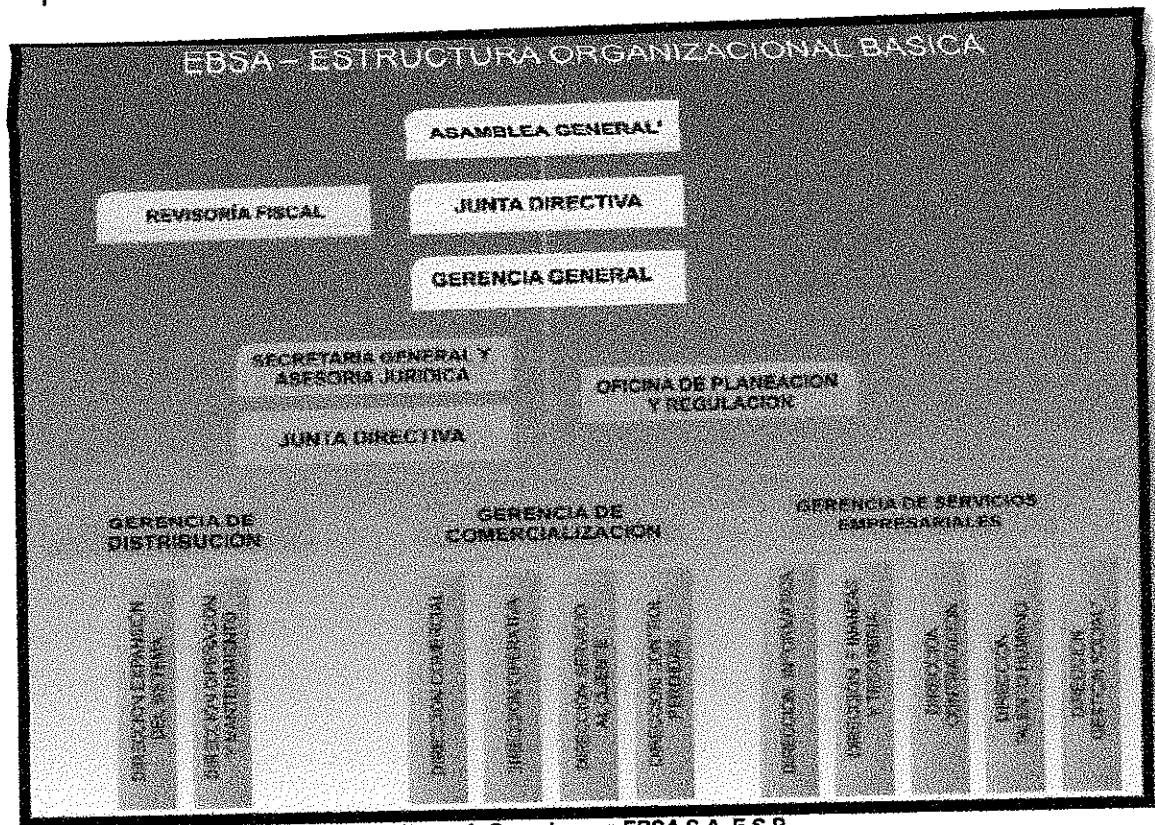


Figura 1. Organigrama EBSA S.A E.S.P
Fuente: EBSA S.A E.S.P

1.5. MISIÓN

Generar, transmitir, distribuir y comercializar energía eléctrica y desarrollarnegocios relacionados para satisfacer las necesidades de los clientes en formacompetitiva, creando valor para los grupos de interés fundamentados en nuestrocompromiso social.

1.6. VISIÓN

En el 2015 seremos una empresa comprometida con el desarrollo sostenible, innovadora y con los mejores estándares de desempeño en la prestación del servicio de energía eléctrica a nivel nacional.

1.7. OBJETIVOS DE LA EMPRESA.

Para la EBSA un cliente satisfecho es aquel que recibe beneficios superiores a sus expectativas originales y tiene la plena confianza en la capacidad de una organización para cumplir los compromisos pactados; por lo tanto se ha decidido implantar un sistema de gestión de calidad basado en la norma NTC2008 como la mejor estrategia para competir y facilitar la satisfacción de sus cliente.

1.8. GRUPO DE GESTION TELEMATICA.

La oficina del Grupo de gestión Telemática fue creada por acto de gerencia No 030 del 14 de marzo de 2008, y se encuentra adscrito a la dirección de Operación y Mantenimiento de la EBSA S.A E.S.P, esta dependencia es la encargada del buen funcionamiento de las telecomunicaciones de la Empresa.

El grupo de Gestión Telemática está compuesto por cuatro personas, como se muestra en la figura 2:

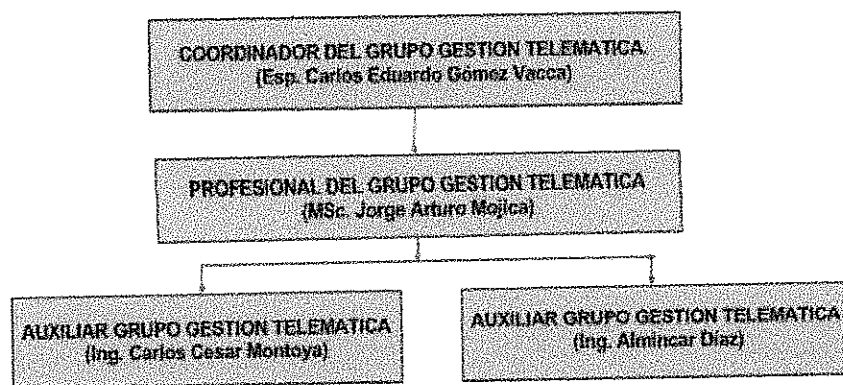


Figura 2. Estructura Organizacional Grupo Gestión Telemática EBSA S.A E.S.P
Fuente: Autor

2. REFERENTES CONCEPTUALES

2.1. COMUNICACIONES INALAMBRICAS

2.1.1. Historia De las comunicaciones inalámbricas.

Las comunicaciones inalámbricas comenzaron con la postulación de las ondas electromagnéticas por James Cleck Maxwell durante el año de 1860 en Inglaterra, seguida por la demostración de la existencia de estas ondas por Heinrich Rudolf Hertz en 1880 en Inglaterra y la invención del telégrafo inalámbrico por Guglielmo Marconi.² Durante 1890 eminentes científicos como Jagdish Chandra Bose de India, Oliver Lodge en Inglaterra y Augusto Righi de la Universidad de Bologna, se encargaron del estudio de los fundamentos naturales de las ondas electromagnéticas.

En 1896 la primera patente de comunicaciones inalámbricas fue concedida a Guglielmo Marconi en el Reino Unido. Desde aquel momento, el número de desarrollos en el campo de las comunicaciones inalámbricas tomaron un fuerte auge. En la tabla 1., se muestra la cronología del desarrollo de las comunicaciones inalámbricas en términos de tecnologías de radio. En 1980 comienza la era celular.

| ERA PIONERA | |
|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1860 | Postulación de las ondas EM por James Maxwell |
| 1880 | Demostración de la existencia de las ondas por Henry Rudolf Hertz. |
| 1890 | Primera patente de los sistemas inalámbricos por Guglielmo Marconi. |
| 1905 | Primera transmisión de voz y música vía enlace inalámbrico por Reginald Fessenden |
| 1912 | Hundimiento del Titanic destacando la importancia de la comunicación inalámbrica sobre las vías marítimas, en los años siguientes la marina comenzó a establecer los radios de telegrafía. |
| ERA PRECELULAR | |
| 1921 | El Dpto. de la Policía de Detroit dirige maniobras militares con radios móviles. |

² <http://neutron.ing.ucv.ve/revista-e/No2/mauricm.html>

| | |
|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1933 | En EEUU, existen 4 canales en los 30-40 Mhz. |
| 1938 | En EEUU, se reglamenta el servicio regular. |
| 1946 | Primer comercio de los sistemas de teléfonos móviles operados por el sistema Bell, en EEUU. |
| 1948 | Primer comercio plenamente automático de teléfonos móviles en EEUU. |
| 1950 | Los teléfonos y los enlaces de microondas son desarrollados. |
| 1960 | Introducción de líneas interurbanas a los sistemas de radio con canales automáticos en EEUU. |
| 1970 | Los sistemas de teléfonos móviles operan en muchas ciudades. Lo utilizaban 100 millones de vehículos. |
| ERA CELULAR | |
| 1980 | Distribución de los sistemas celulares analógicos por el mundo |
| 1990 | Distribución de los celulares digitales y modo de operación dual de los sistemas digitales. |
| 2000 | Distribución de los servicios multimedia a través de FPLMTS, IMT-2000, UMTS |
| 2010 | Ancho de banda para Comunicación inalámbrica que soporten redes B-ISDN y ATM |
| 2010+ | Radio sobre fibra (así como micro celdas sobre fibra óptica) |

Tabla 1. La era inalámbrica

Fuente: <http://neutron.ing.ucv.ve/revista-e/No2/maurlem.html>

El conocimiento de la evolución la comunicación inalámbrica permite percatarse de la importancia de las nuevas tecnologías que se usan en el presente para transmitir información a grandes distancias utilizando recursos preciados como los espectros de frecuencia y la distribución de los anchos de banda. En este proyecto es importante destacar varios conceptos y herramientas entre los que se encuentran protocolos y software especializado. Utilizado en el desarrollo y la implementación del mismo. Es por esto que conceptos como WiFi, Conexión satelital, VHF, SNMP, NETWORK MANAGEMENT, SOFTWARE PRTG NETWORK y ARDUINO, son importantes mencionarlos para que el lector se familiarice con los términos y enmarque mejor el desarrollo y los alcances obtenidos en la práctica.

2.1.2. WIFI

El WiFi (wirelesslan, red inalámbrica), es un mecanismo de conexión de dispositivos electrónicos de forma inalámbrica definido por la familia de estándares

IEEE 802.11 (802.11a, 802.11b y 802.11g), tiene asignadas las bandas ISM (Industrial, Scientific and Medical) 902-928 MHz, 2.400-2.4835 GHz, 5.725-5.850 GHz para uso en las redes inalámbricas basadas en espectro ensanchado con objeto de lograr redes de área local inalámbricas (WLAN).³WiFi comparte la mayoría de su funcionamiento interno con Ethernet, sin embargo difiere en la especificación de la capa física (PHY) utilizando señales radio en lugar de cable en su capa de control de acceso al medio (MAC), ya que para controlar el acceso al medio Ethernet usa CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection - (Acceso múltiple con escucha de portadora y Detección de Colisiones)), mientras que WiFi usa CSMA/CA (Carrier Sense, Multiple Access, Collision Avoidance (acceso múltiple por detección de portadora con evasión de colisiones)).

El gran ancho de banda (entre 1 y 11 Mbps para 802.11b y hasta 54 Mbps para 802.11a/g) a un precio reducido, lo presenta como una de las mejores opciones para la transmisión de datos y redes de telefonía empleando VoIP (voz sobre IP). No obstante, pueden ser utilizadas (bajo ciertas restricciones legales de potencia) en exteriores, si se introducen antenas externas, amplificadores adecuados, etc. Como la comunicación punto a punto sólo puede darse entre estaciones con perfecta línea de vista, en muchos contextos, no suelen lograrse alcances mayores de unos 40 Kms.

Las ventajas e inconvenientes que presenta el uso de esta tecnología se indican a continuación:

Ventajas:

- Uso de frecuencias sin licencia de las bandas ISM 2.4 / 5.8 GHz con ciertas limitaciones de potencia.
- Velocidades desde 1 hasta 54 Mbps, siempre teniendo en cuenta que el throughput neto obtenido está alrededor de un 50-70% de esos valores.
- Tecnología con estándar ampliamente conocido y fácil de configurar, lo que favorece los bajos costos de los equipos.
- Bajo consumo de potencia, menor a 10 W por enrutador.
- Flexibilidad: un nodo puede adherirse a la red si puede ver a uno de los nodos vecinos (las zonas rurales aisladas normalmente no siguen una distribución geométrica ordenada alrededor de un punto central).

³Grupo de Telecomunicaciones Rurales Pontificia Universidad Católica del Perú, "REDES INALAMBRICAS PARA ZONAS RURALES", Primera Edición, Lima enero 2008.

- Hardware fácilmente integrable en un sistema impermeable que soporte condiciones meteorológicas adversas.

Inconvenientes:

- Requiere línea de vista directa (esto podría elevar, en algunos casos, el número de repetidores necesarios aumentando demasiado el costo).
- Al ser una tecnología creada para redes de corto alcance, hay que solventar ciertos problemas relacionados con su utilización para distancias de decenas de Km.
- El número de colisiones aumenta en relación con el número de usuarios.
- Tiene un número limitado de canales no interferentes, 3 en 2.4 GHz y 8 en 5.8 GHz

2.1.3. VHF(Very High Frequency).

Las redes privadas de comunicación de voz en banda VHF(Very High Frequency) de Muy Alta Frecuencia, usan la banda de frecuencia de 30MHz-300MHz, alcanzando distancias de enlace en torno a los 70 Km, algunas veces limitados por la potencia de transmisión y la altura de las antenas, ya que estas deben compensar la curvatura de la tierra y salvar los obstáculos que se presentan en el camino, aunque tiene bastante tolerancia a los mismos.

En la propagación directa desde la antena transmisora a la antena receptora es recomendable que exista "línea de vista" entre ellas, es decir, que exista visibilidad óptica entre ambas. Sin embargo, se soportan obstáculos vegetales o invasiones no muy profundas de la línea de vista por elevaciones del terreno.

El inconveniente de no lograr un enlace debido a obstrucción severa de la línea de vista puede superarse utilizando equipos intermedios o repetidores, usualmente ubicados en zonas elevadas, de forma que permitan la comunicación, a través de ellos, entre dos o más puntos que no tienen visibilidad directa.

Aunque esta banda está pensada solamente para la transmisión de voz y, por tanto, los equipos de radio se diseñan y fabrican para ese fin, mediante software se puede conseguir utilizar este medio para comunicaciones de datos. Para ofrecer ambos servicios, se eligen radios VHF convencionales que se utilizan normalmente para voz, pero que, intermitentemente, pasan a intercambiar datos entre un ordenador cliente y su servidor de referencia.

Dentro de las ventajas y desventajas que presenta esta tecnología, se encuentran:

Ventajas:

- Enlaces a largas distancias. Aunque requiere línea de vista pueden salvarse algunos obstáculos vegetales o no muy profundos. Estos enlaces suelen implicar menor número de emplazamientos aislados necesarios para conectar establecimientos.
- Fácil reutilización de frecuencias.
- Tecnología radio muy conocida en los entornos rurales.
- La calidad de los enlaces es similar 24 horas al día al no verse especialmente afectada la propagación por los cambios climatológicos.

Inconvenientes:

- El uso de la banda VHF requiere de la obtención oficial de una licencia de servicio.
- Velocidades menores que para otras tecnologías como WiFi.
- Mayor consumo en torno a los 100 W en transmisión frente a los menos de 10 W requeridos para transmitir con una tecnología WiFi (considerando el consumo completo de un enrutador inalámbrico).
- Al requerirse potencias mayores, se tiene que proveer al sistema de paneles solares de superficie mucho mayor y baterías de mayor capacidad, lo que eleva su costo.
- Mayor costo: Una radio VHF tiene un precio en torno a 500 USD, frente a los 150 de una tarjeta WiFi.

2.1.4. Conexión satelital (VSAT)

Las redes VSAT (Very Small Aperture Terminals), son redes de comunicación de datos vía satélite para el intercambio de información punto-punto, o punto-multipunto (broadcast o interactiva). El componente principal de este sistema es el hub, que es la estación central terrestre de la red. Éste permite realizar la comunicación entre dos terminales VSAT, es decir, que todo intercambio de información tiene que pasar por el hub. Esta estructura de red logra que las estaciones terminales sean simples, baratas y fáciles de instalar. Las antenas usadas tienen menor diámetro (menores de 2.4 m, típicamente 1.3 m) y los sistemas un bajo consumo de energía. Con esta tecnología se consiguen diseñar redes muy densas con altas velocidades de transmisión si hay pocos usuarios conectados simultáneamente, permitiendo la transferencia de voz, datos y vídeo.

Últimamente, muchos sistemas VSAT están utilizando el protocolo DVB-RCS (Digital Video Broadcasting – Return Channel Satellite) como plataforma de soporte para el acceso bidireccional a Internet en emplazamientos aislados, con lo cual se consigue un mayor ancho de banda. Sus ventajas e inconvenientes se presentan a continuación:

Ventajas:

- Gestión centralizada de la red, lo cual simplifica los terminales de usuario.
- Servicio independiente de la distancia.
- Cobertura global e inmediata.
- Fácil y rápida implantación en lugares de difícil acceso.
- Los enlaces asimétricos se adaptan a los requerimientos de transferencia de datos entre una estación central que transmite mucha información a estaciones lejanas que responden con poca información (si es que responden).
- Facilidad de reconfiguración y de ampliación de la red. El uso de un satélite hace que se pueda establecer contacto con cualquier punto dentro de su área de cobertura con lo que los receptores pueden cambiar de ubicación sin más cambio que la reorientación de su antena.
- Del mismo modo, la introducción de un nuevo terminal no afecta significativamente al funcionamiento de los demás.
- Se suele diseñar para tener una disponibilidad de la red del 99.5% del tiempo y con una VER (Bit Error Rate) de 10^{-7} .
- Estabilidad de los costos de operación de la red durante un largo periodo de tiempo. Una organización puede ser propietaria de prácticamente todos los segmentos de la red. Esto hace que el presupuesto dedicado a comunicaciones se pueda establecer con gran exactitud. El único segmento del que la organización no puede ser propietario es el segmento espacial, pero sus precios son muy estables.
- Evita las restricciones que impone una red pública en cuanto a costos y puntos de acceso.

Inconvenientes:

- Las inversiones iniciales son elevadas y en algunos países no son claramente competitivas frente a redes basadas en recursos terrestres. Este problema puede ser atenuado recurriendo al alquiler del hub. Esto sólo es viable para muchos usuarios, prácticamente de cobertura nacional, por lo que sólo puede ser asumido por una organización con gran capacidad económica.

- El punto más crítico de la red está en el satélite. Toda la red depende de la disponibilidad del transponedor. Si éste pierde la conexión, toda la red pierde la conexión con él. Aun así, el problema no es muy grave si la empresa proveedora del servicio dispone de más de uno (cambio de frecuencia de uso de los terminales). En caso de perder la conexión todo el satélite bastaría con reorientar las antenas a otro satélite.
- Como todo sistema basado en satélites, es sensible a interferencias provenientes tanto de la tierra como del espacio.

2.2. MONITOREO DE RED.

Se puede definir al monitoreo de redes como el análisis detallado que surge a partir del estudio sobre la red supervisada y que proporciona un conocimiento sobre su funcionamiento y en caso de presentarse un error dar acción inmediata para su solución y restablecimiento de la red y se utiliza para diagnosticar problemas y recopilar estadísticas por parte del administrador para posteriormente realizarle los ajustes necesarios a dicha red.

El monitoreo se encuentra muy ligado con el concepto de inteligencia competitiva la cual se define como: "el conocimiento generado a partir del análisis resultante de la integración de información sobre el entorno de la organización". En base a este conocimiento, se pueden realizar acciones específicas en el caso en que una red presente algún tipo de problema, en este caso, el monitoreo: además de realizar el análisis detallado de la red, también se realizan acciones de supervisión y de reacción ante cualquier imprevisto.

Dentro de una red, se monitorea:

- Servicios y sistemas (disponible, alcanzable)
- Recursos (Planificación de expansión, mantener disponibilidad)
- Rendimiento (tiempo de ida y vuelta (rtt), banda ancha)
- Cambios y configuraciones (Documentación, control de revisión, registro de datos)

2.3. SNMP NETWORK MANAGEMENT

SNMPC es un software de monitoreo que utiliza el protocolo de gestión SNMP (Simple Network Management Protocol - Protocolo Simple de Administración de Red) para sondear y configurar dispositivos, estaciones de trabajo y servidores a través de redes IP, tiene una escalabilidad de hasta 250000 dispositivos para administrar. Este software Auto-genera mapas de topología de red y sondea periódicamente dispositivos de red, representa gráficamente el estado en tiempo real de dispositivos, soporta arquitectura cliente-servidor, administra WirelessSwitches y Access Points, Notifica Trap/Alarm vía e-mail y sonido.

Los usuarios de SNMP pueden crear un mapa de topología para representar gráficamente redes planeadas o existentes para ayudar al diseño de red, y también periódicamente van sondeando dispositivos de red para supervisar el estado. Los usuarios pueden personalizar aún más sus diagramas con una selección de iconos y archivos de mapa de bits utilizados para el fondo Cuando un mapa de la topología se abre, se descubrirá los dispositivos conectados a la red y mostrar sus iconos en el mapa. Se reconocen dispositivos estándar (SNMP o no SNMP), su tipo (router, switch o LAN inalámbrica) y su red de dominio. Los protocolos utilizados en los sondeos para dispositivos son SNMP e ICMP. Para los dispositivos de red a distancia, traps son enviados a su alcance para obtener el estatus. En la figura 3, se puede observar la plataforma del software en funcionamiento.

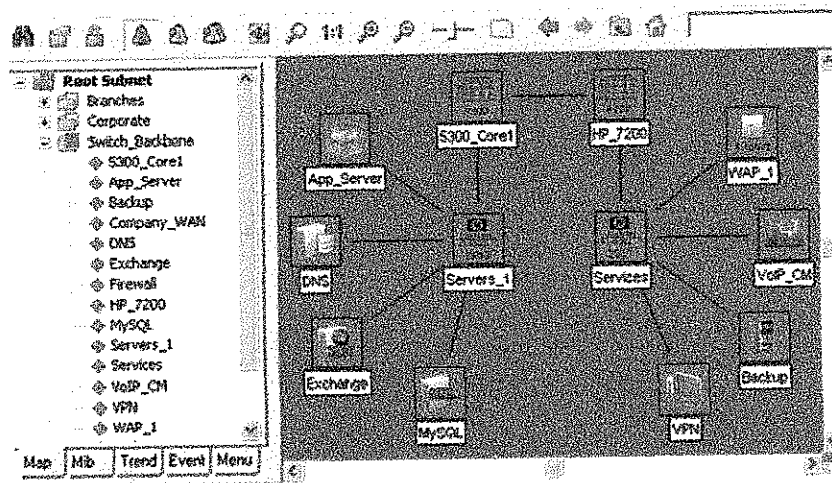


Figura 3. Plataforma del software SNMP Network management

Fuente: <http://www.snmp.co.uk/snmpc/index.htm>

2.4. SOFTWARE PRTG NETWORK

⁴PRTG Network Monitor, cuya interfaz se muestra en la figura 4, es una potente herramienta de monitorización de la Paessler AG. Asegura la disponibilidad de componentes de red y mide el uso de la red. Ahorra costos ayudando a evitar fallos, optimizar conexiones, economizando tiempo de implementación y controlando acuerdos de nivel deservicio (SLAs).

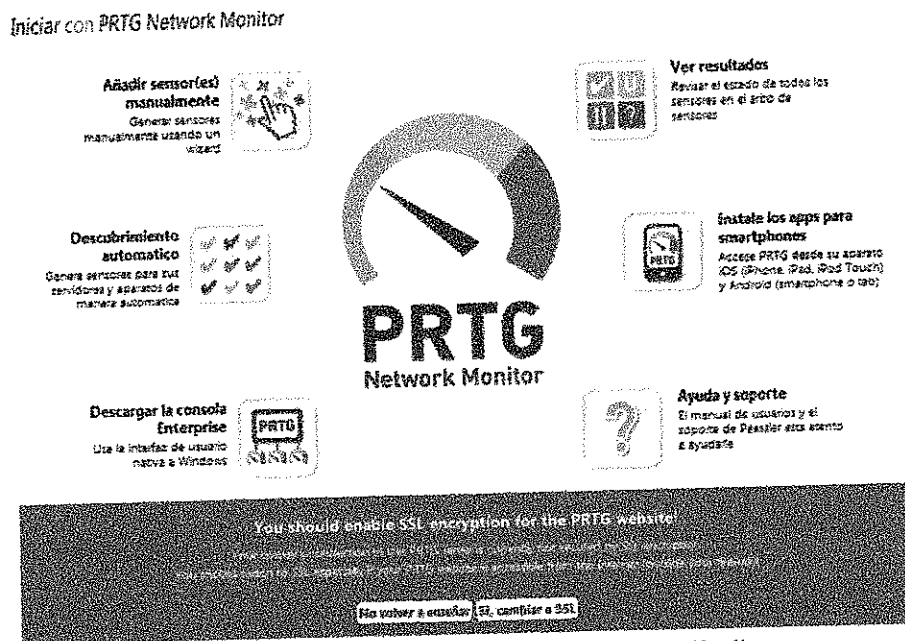


Figura 4. Página principal software PRTG Network Monitor
Fuente: Autor

PRTG Network Monitor cubre todos los aspectos de la monitorización de redes: monitorización de disponibilidad, monitorización de tráfico y de uso, SNMP, NetFlow, sniffing de paquetes y muchos más, al igual que funciones de reportes de análisis - una solución simple y clara para toda su red como se muestra en la figura 5.

⁴ <http://es.scribd.com/doc/24548854/Manejo-de-Prtg-Network-Monitor>

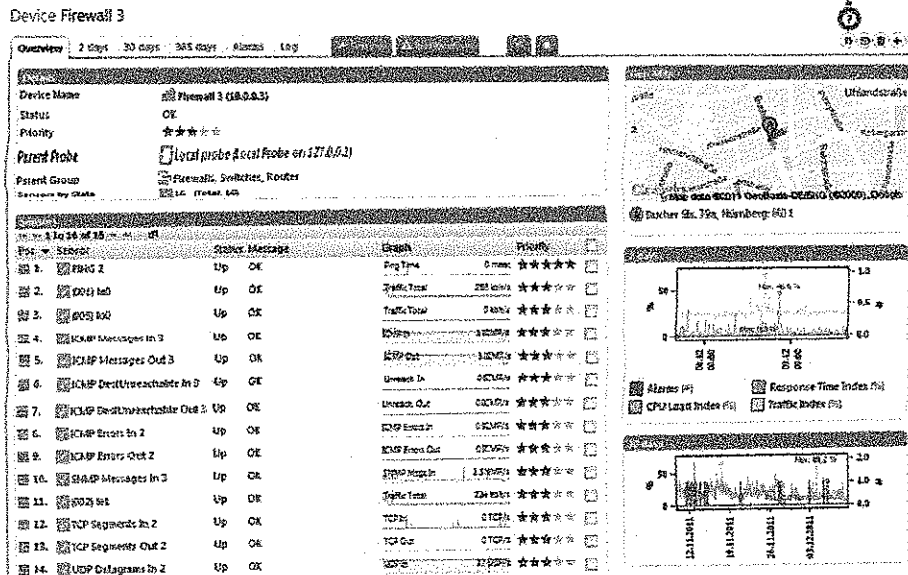


Figura 5. Software PRTG Network Monitor – reportes y análisis.
Fuente: Autor

El programa PRTG Network opera 24 horas, 7 días a la semana en una máquina basada en Windows, monitorizando parámetros de uso de red. Los datos de monitorización son guardados en una base de datos para poder generar reportes históricos.

La interfase de usuario permite configurar el equipo y los sensores que deseamos monitorizar. Además, puede generar reportes de uso y proveer a colegas y clientes con acceso a gráficos y tablas de datos.

Requerimientos de sistema de PRTG Network Monitor

Para instalar y trabajar con PRTG Network Monitor es necesario:

- Un ordenador, servidor o máquina virtual con la capacidad operativa mínima de un ordenador promedio construido en 2007 con min. 1024 MB RAM
- Cualquier versión de Microsoft® Windows (a partir de XP, en versión Server o Workstation, 32 o 64-bit)
- Navegador de red tipo Google Chrome, Firefox, Safari o Internet Explorer (a partir de versión 8) para proveer acceso a la interface web.



Figura 6. Estadística de un sensor software PRTG Network Monitor.
Fuente: Manual PRTG

Cada una de las herramientas software mencionadas anteriormente son utilizadas actualmente para el monitoreo de la red de comunicaciones implementadas en la EBSA en el lugar de trabajo, es importante hacer mención de las mismas ya que la información que arroja cada una de ellas sirven para el diagnóstico y monitoreo de varios puntos donde es necesario estar recibiendo constante información de toda la red.

2.5. ARDUINO.

Arduino es una plataforma de hardware y software libre, fue desarrollada en el 2005 por dos italianos, basada en una placa con un microcontrolador y un entorno de desarrollo, diseñada para facilitar el uso de la electrónica en proyectos multidisciplinarios.

⁵El hardware consiste en una placa con un microcontrolador Atmel AVR y puertos de entrada/salida. Los microcontroladores más usados son el Atmega168, Atmega328, Atmega1280, ATmega8 por su sencillez y bajo coste que permiten el desarrollo de múltiples diseños. Por otro lado el software consiste en un entorno de desarrollo que implementa el lenguaje de programación Processing/Wiring y el cargador de arranque (bootloader) que corre en la placa.

⁵ <http://Arduino.cc/es/Guide/Introduction>

Arduino se puede utilizar para desarrollar objetos interactivos autónomos o puede ser conectado a software del ordenador (por ejemplo: Macromedia Flash, Processing, Max/MSP, Pure Data). Las placas se pueden montar a mano o adquirirse. El entorno de desarrollo integrado libre se puede descargar gratuitamente.

Al ser open-hardware, tanto su diseño como su distribución son libres. Es decir, puede utilizarse libremente para el desarrollo de cualquier tipo de proyecto sin haber adquirido ninguna licencia.

2.5.1. ARDUINO UNO R3

La placa Arduino Uno R3 utiliza un ATmega16U2 que permite velocidades de transferencia más rápidas y más memoria a comparación de versiones anteriores.

El Arduino R3 no necesitas drivers para Linux o Mac (para Windows, se incluyen en el IDE de Arduino) y la posibilidad de que el Arduino Uno se configure como un teclado, ratón, joystick, etc. El Arduino Uno R3 también añade los pines SDA y SCL junto al pin AREF. Además, hay dos pines nuevos situados cerca del pin RESET. Uno de ellos es el IOREF que le permite a los Shields adaptarse al voltaje del Arduino. Los otros pines no están conectados y se reservan para usos futuros. El Arduino Uno R3 trabaja con todas las protecciones existentes, pero se puede adaptar a nuevos Shields que utilizan estos pines adicionales.

Arduino es una plataforma open-source de computación física basada en una sencilla placa I/O y un entorno de desarrollo que implementa el lenguaje Processing / Wiring. Arduino puede ser usado para desarrollar objetos autónomos interactivos o puede ser conectado a un software en tu computador (por ejemplo, Flash, Processing, MaxMSP). El IDE está en fuente abierta y se pueden descargar de forma gratuita (en la actualidad para Mac OS X, Windows y Linux).

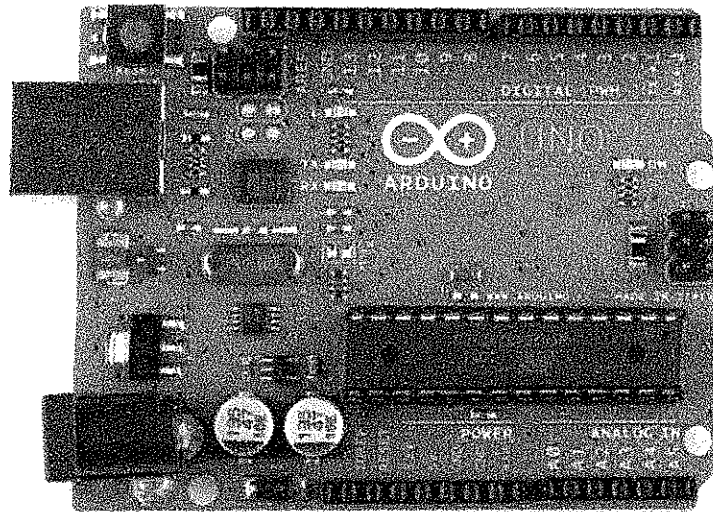


Figura 7. Placa Arduino Uno R3.

Fuente: <http://www.tiendaderobotica.com/tienda/Controladores/Arduino/ArduinoUno?cPath=110>

Características:

- Microcontrolador ATmega328
- Funcionamiento 5V
- Voltaje Entrada de voltaje (recomendado) 7-12V
- Límites de voltaje 6-20V
- Digital I / O Pins 14 (de los cuales 6 proporcionar una salida PWM)
- 6 pines de entrada analógica DC
- Corriente de pines I / O 40 mA
- Memoria Flash de 32 KB (ATmega328) de los cuales 0,5 KB utilizado por el gestor de arranque
- SRAM 2KB (ATmega328)
- EEPROM 1KB (ATmega328)
- Velocidad del reloj de 16 MHz

2.5.2. ARDUINOSHIELD GPRS.

⁶El Arduino GPRS Shield ofrece una manera de utilizar la red GSM de telefonía para recibir datos desde una ubicación remota. Este accesorio para Arduino permite lograr esto por medio de cualquiera de los siguientes tres métodos:

- Servicio de mensajes cortos
- Audio

⁶ <http://www.seeed>

- El servicio GPRS

El GPRS Shield es compatible con todas las tarjetas que tienen la misma forma (y patillas) como un estándar de placa Arduino. El GPRS Shield se configura y *controla a través de su UART usando simples comandos AT*. Basado en el módulo de SIM900 SIMCOM, el Arduino GPRS Shield es como un teléfono celular. Además de las funciones de comunicación, el GPRS Shield tiene 12 GPIO (pines de propósito general), 2 pines para PWMs y un ADC.

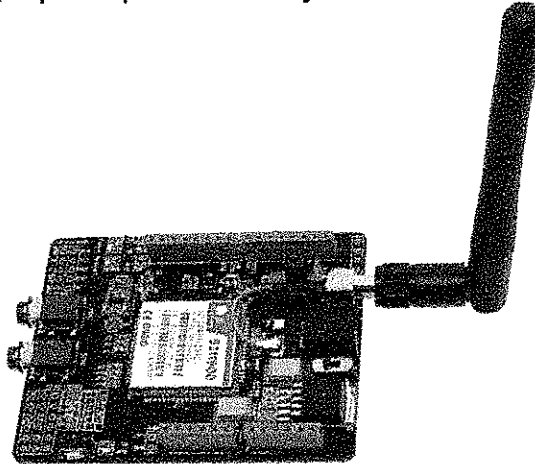


Figura 8. Placa Arduino GPR Shield.

Fuente: <http://www.seeed>

Características.

- Basado en el módulo de SIM900 Simcom
- Quad-Band 850/900/1800/1900 MHz, funciona en redes GSM
- Control via comandos AT (GSM 07.07 ,07.05 and SIMCOM enhanced AT Commands)
- Tiene le servicio de mensajes cortos SMS
- Si se instala una SIM CARD con paquete de datos, se puede acceder a las ventajas de la comunicación GRS
- Maneja protocolos TCP / UDP, permitiendo cargar datos en un servidor web.
- Tiene entradas de Altavoz y auriculares permitiendo enviar señales DTMF o reproducir la grabación, como un contestador automático.
- Bajo consumo de corriente: 1.5mA(modos de ahorro)
- Temperatura de operación: -40°C a +85 °C

2.6. RED GSM.

⁷Se define la red GSM (Sistema Global para las Comunicaciones Móviles) como aquel servicio portador constituido por todos los medios de transmisión y conmutación necesarios que permiten enlazar a voluntad dos equipos terminales móviles mediante un canal digital que se establece específicamente para la comunicación y que desaparece una vez que se ha completado la misma.

La transmisión de voz sobre las interfaces de radio de un sistema de comunicaciones móviles en un entorno cambiante es bastante complicada. Se tienen una serie de inconvenientes, entre los que se encuentran la escasez de espectro disponible y los efectos nocivos de la propagación de la onda en las interfaces de radio. El primer problema hace necesaria la eficiencia espectral, que obliga a establecer la comunicación con un flujo de datos de baja velocidad, manteniendo un nivel de calidad comparable a la telefonía convencional (cuando no se presentan errores) y con mucha menor velocidad de transmisión.

Esto se realiza con el codificador de voz de GSM, también llamado codificador de la fuente, permitiendo que un número alto de usuarios utilicen el canal simultáneamente. La eficiencia espectral hace necesario además que el sistema de modulación usado tenga un ancho de banda relativamente estrecho y una baja radiación fuera de banda para reducir la interferencia en el canal de radio, ya que este es un medio muy hostil en el que se presentan interferencias de otros usuarios, así como una gran cantidad de efectos entre los que se encuentran la atenuación debida a la distancia entre el transmisor y el receptor, así como las perturbaciones producidas por reflexión, difracción, adición de señales espurias y ruido. Esto hace necesario el uso de un sistema de detección e incluso de corrección de errores, que añada redundancia a los datos producidos por el codificador de voz y permita reducir el número de errores en el receptor.

GSM emplea la modulación GMSK (GaussianMinimumShiftKeying) obtenida a partir de una modulación MSK (MinimumShiftKeyng) que es un tipo especial de la modulación digital de frecuencia FSK (FrequencyShiftKeying). Para el acceso en las interfaces radio se utiliza el sistema TDMA (Time DivisionMultiple Access) de banda estrecha entre la estación base y el teléfono celular utilizando uno de los canales de radio de frecuencia dúplex. Para minimizar las fuentes de interferencias y conseguir una mayor protección se utiliza el FH (FrequencyHopping) o salto en frecuencia entre canales, con una velocidad máxima de 217 saltos/s y siempre bajo mandato de la red.

GSM tiene cuatro versiones principales basadas en la banda: GSM-850, GSM-900, GSM-1800 y GSM-1900. GSM-900 (900 MHz) y GSM-1800 (1,8 Hz) son

⁷ <http://www.eumed.net/rev/tlatemoani/07/rhck.html>

utilizadas en la mayor parte del mundo, salvo en Estados Unidos, Canadá y algunos países de América Latina donde se utiliza el sistema CDMA (CodeDivisionMultiple Access), en esos lugares se utilizan las bandas GSM-850 y GSM-1900 (1,9 GHz), ya que en EE.UU. las bandas de 900 y 1800 MHz están ocupadas en usos militares. Inicialmente, GSM sólo utilizó las frecuencias de la banda de 900 MHz con 124 pares de frecuencias separadas entre sí por 200 KHz, pero después las redes GSM públicas utilizaron las frecuencias de 1800 y 1900 MHz, con lo cual es habitual que los teléfonos móviles de hoy en día sean tribanda.

Los sistemas de telefonía móvil, también llamados sistemas celulares, permiten que un terminal móvil pueda efectuar y recibir llamadas telefónicas normales, manteniéndose la comunicación aunque el móvil se desplace, siempre que lo haga dentro del área de cobertura de servicio. Un sistema celular divide la zona a la que se le quiere dar servicio en áreas pequeñas o células, normalmente diseñadas de forma hexagonal, cada una de las cuales es atendida al menos por una estación de radio, que restringe su zona de cobertura a la misma o parte de ella, cuando son atendidas por más de una. Las células se organizan en grupos (Cluster) donde los canales de radio disponibles se distribuyen en el mismo, de manera que esta distribución se repite en toda la zona de cobertura. Así, parte del espectro de frecuencias es reutilizado en cada nueva célula siempre que se tome en cuenta evitar las interferencias entre células próximas.

Las estructuras o modelos que permiten de forma ininterrumpida la cobertura de una determinada área, son configuraciones a modo de panal de abejas, basadas en 3, 4, 7 ó más células, siendo el grupo de 7 el más común, sobre todo en la Primera Generación (1G).

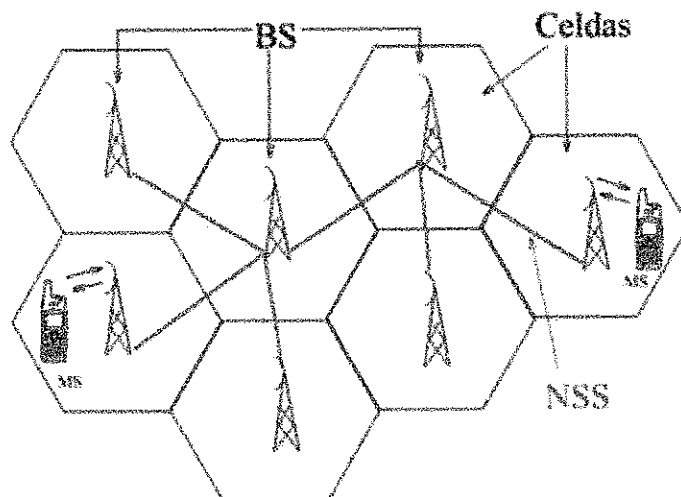


Figura 9. Sistema móvil de células

Fuente: <http://3gmemories.com/2011/02/08/%C2%BFque-es-el-handover/>

La comunicación móvil está cambiando el comportamiento de la sociedad. Los teléfonos móviles han llegado a ser un accesorio cotidiano para cientos de millones de personas

Una red GSM está compuesta por varias entidades, se subdivide en tres grandes partes, la "Estación Móvil" que lleva el usuario consigo, el Subsistema de Estación Base que controla el radio enlace con la estación móvil y el Subsistema de Red.

GSM al surgir junto a la Segunda Generación (2G) de celulares mejoró en gran manera la calidad de voz de soporte digital, incorporando una gran variedad de servicios para la comodidad de los abonados y permitiendo, en una conexión de datos, que el usuario utilizara su móvil como un MODEM de 9,6 Kbps.

Poseía las siguientes desventajas:

- Insuficiencia de la velocidad de transferencia de datos.
- Limitación en ancho de banda.
- Excesivo tiempo de establecimiento de conexión y pago por tiempo de conexión.
- Conexión no permanente.
- Costos variables y no predecibles.

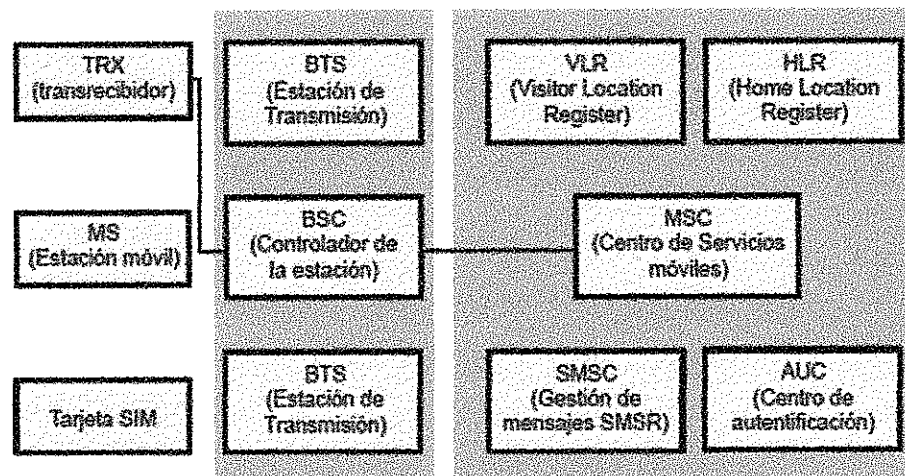


Figura 10. ARQUITECTURA GSMS

Fuente: http://banners.noticiasdot.com/termometro/boletines/docs/consultoras/havet/2002/havet_gprs_011106.pdf

La arquitectura de la red GSM se divide en tres niveles: la estación móvil, la estación base y el sistema de red.

2.6.1. Servicios actuales de GSM.

El éxito de GSM como un estándar abierto trajo consigo un mercado global y multi-proveedor para infraestructura, terminales y desarrollo de aplicaciones.

⁸En la actualidad GSM ofrece una amplia variedad de servicios y aplicaciones que pueden ser implementadas por los operadores en sus sistemas. No todos los servicios y prestaciones están implementados en todos los terminales GSM del mercado, pero sirven de referencia para corroborar la expansión de GSM desde su lanzamiento, cuando ofrecía básicamente servicios de voz (transmisión y recepción de llamadas).

Los servicios descritos a continuación constituyen una selección representativa del mismo, sin pretender abarcar todos los existentes.

- EFR (Enhanced Full Rate): sistema a través del cual se aumenta la calidad de comunicación codificando la señal de voz
- Buzón de voz: servicio de contestador automático en el teléfono móvil que puede activarse en caso de tener desconectado el móvil o de estar fuera de cobertura.
- Agenda electrónica: permite almacenar en el SIM una cantidad variable, según el modelo de terminal, de números de teléfono.
- Reconocimiento de voz: permite elegir a través de la voz el número destinatario.
- Llamadas de emergencia: servicio 112 para emergencias disponible incluso con el teclado bloqueado o sin disponer de tarjeta SIM.
- Servicio de conferencia: también denominado llamada múltiple, permite mantener una comunicación simultánea con múltiples usuarios.
- Roaming: posibilidad de usar el terminal y la tarjeta SIM en redes GSM de otros países.
- CLIP (Calling Line Identification Presentation): permite ver en pantalla el número que nos está llamando.
- CLIR (Calling Line Identification Restriction) impide que el número llamante sea visto por alguien anónimo.
- Visualización de créditos / costes: la operadora facilita, a través de una llamada, el saldo disponible o el gasto efectuado.
- Control del gasto: función que se ejecuta a través de la operadora, que calcula el gasto y restringe las llamadas al llegar al límite fijado por el propio usuario.

⁸ http://banners.noticiasdot.com/termometro/boletines/docs/consultoras/havet/2002/havet_gprs_011106.pdf.

- Llamada en espera: notificación de llamadas en espera y posibilidad de retener momentáneamente la comunicación y recuperarla posteriormente.
- Desvío de llamada: permite el desvío automático de las llamadas hacia el buzón de voz, o hacia cualquier otro número de teléfono de una red, de telefonía móvil o fija nacional.
- Reenvío de llamadas para otro número: permite redirigir una llamada a una tercera persona.
- Filtros de llamadas: posibilidad de impedir la recepción / transmisión de *llamadas por parte de ciertos destinatarios designados por el usuario.*
- Vibración del móvil: sustituye a la señal acústica o luminosa para avisar al usuario de una llamada entrante.
- Servicio de mensajes cortos (SMS): envío y recepción de mensajes de texto de hasta 160 caracteres.
- Sistema T9: sistema de escritura de mensajes cortos que recurre a las palabras de un diccionario interno con sólo escribir las primeras letras.
- Mensajes a grupos: permite crear una lista de distribución de mensajes SMS y enviar un mismo mensaje a varios destinatarios a la vez.
- Chat: participación en tiempo real y mediante SMS en conversaciones con un gran número de usuarios.
- Transmisión y recepción de datos y fax con velocidades de hasta 9,6 kbps.
- WAP: acceso a información de Internet creada específicamente para dispositivos móviles.
- Juego: juegos clásicos como el tetris, el buscaminas o el tres en raya son ya comunes en muchos modelos de móviles.
- IrDA: Sistema de comunicación a través de señales infrarrojas que permite al móvil transmitir información a un ordenador o impresora.
- GPS: tecnología basada en la localización por satélite, que permite estar localizable en cualquier lugar del mundo a través de dispositivos móviles.
- Módem: el teléfono móvil puede actuar como un módem, conectándose al ordenador y enviando y recibiendo datos a 9.600 Bits por segundo.

Además de estos servicios y prestaciones los teléfonos GSM actuales pueden disponer de las más variadas funcionalidades: reloj, alarma horaria, saludos iniciales personalizables, ajustes estéticos de la pantalla, logos, melodías, etc. que aportan un valor añadido para los usuarios a la hora de utilizar los terminales móviles.

2.7. GPRS

GPRS (General Packet Radio Service, o servicio general de paquetes vía radio) fue creado en la década de los 80, es una extensión de GSM (Global System for Mobile Communications) para la transmisión de datos mediante conmutación de paquetes.⁹ GPRS, es estándar introducido por ETSI, que permitiendo un mejor aprovechamiento de los recursos. El concepto principal que rige GPRS y que lo diferencia de GSM es la orientación a la conmutación de paquetes frente a la conmutación de circuitos.

2.7.1. Características de la tecnología GPRS

Las características enumeradas a continuación permiten mejorar y facilitar el acceso a servicios de datos desde dispositivos móviles.

1. Compatibilidad con el sistema GSM. Las redes GPRS están basadas en GSM, así los terminales que vayan saliendo al mercado tendrán una capacidad dual GSM/GPRS.
2. Permite la utilización de voz y datos a través del móvil.
3. Mayor velocidad de transferencia de datos: puede alcanzar, en un marco ideal de transmisión, velocidades máximas teóricas de 171,2 Kbps.
4. Permite que el terminal esté siempre conectado "always on". La percepción por parte del usuario será que el servicio GPRS está siempre disponible desde que conecta su terminal, ya que GPRS facilita conexiones instantáneas. Esta característica permite ahorrar el tiempo de conexión cada vez que se requiere una información.
5. Soporta aplicaciones más robustas. El incremento de velocidad va directamente unido al tipo de aplicaciones que puede soportar. La baja velocidad de transmisión de datos del sistema de conmutación de circuitos limitado con el lento tiempo de conexión y la limitada longitud de los mensajes SMS hacían que las soluciones de aplicaciones móviles resultasen funcionalmente limitadas. El número de servicios de datos accesibles para dispositivos GPRS será mayor que con GSM, y una vez estén consolidadas las redes y aumenten las velocidades de transmisión, permitirá desarrollar nuevas aplicaciones que antes no eran posibles en servicios GSM.
6. Facturación basada en volumen de datos transferidos, en lugar de tarifas basadas en tiempos de conexión.

⁹ Havel Interactive S.A., "GPRS: la nueva generación de telefonía móvil", 2001.

7. Soporta el protocolo IP: GPRS define un método de acceso a redes IP. Estas redes utilizan la conmutación de paquetes, lo que optimiza la utilización del *espectro de radio disponible al no ser necesario que un canal de radio sea utilizado para la transmisión de un punto a otro*. Los datos son divididos por paquetes, que son enviados separadamente. La información viaja a través de la red hasta llegar a su destino, y es reconstruida ahí y presentada en su forma original. Todas las partes que componen los datos están relacionadas unas con las otras, pero la forma en cómo viajan y son reagrupadas varía. Los *paquetes viajan por las frecuencias disponibles, lo que permite que un número elevado de usuarios de GPRS pueda compartir el mismo ancho de banda*. Esto permite al sistema GSM:
- Proporcionar velocidades de acceso a Internet e intranets.
 - Mejora la eficacia de la red.

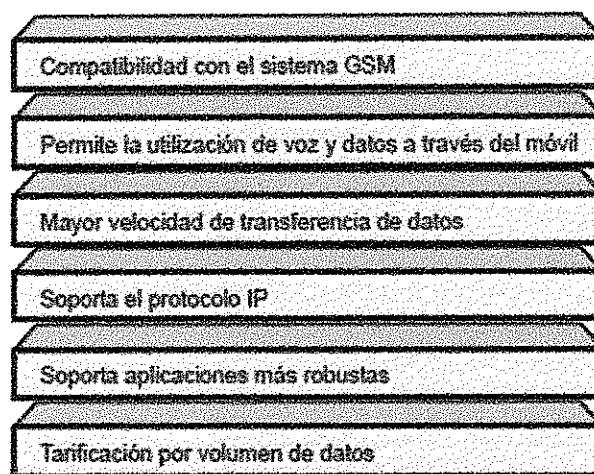


Figura 11. CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA GPRS

Fuente: http://banners.noticiasdot.com/termometro/boletines/docs/consultoras/havet/2002/havet_gprs_011106.pdf

Las características del sistema GPRS posibilitan la creación de aplicaciones más robustas.

2.8. SERVICIO DE MENSAJES CORTOS DE TEXTO (SMS).

El servicio de SMS (por sus siglas en inglés, Short Message Service) es una red digital que permite a los usuarios de teléfonos celulares enviar y recibir mensajes de texto. Mensaje de texto puede ser enviado desde un teléfono celular, un modem o desde una dirección IP, cada mensaje tiene una longitud de hasta 160

caracteres. Estos 160 caracteres pueden ser palabras, números o combinación alfanumérica y no contiene imágenes o gráficos.

SMS se presentó originalmente como parte del protocolo GSM, sin embargo actualmente se encuentra disponible para otros sistemas no GSM.

El uso más común de este servicio es el de mensajería personal, sin embargo también es usado para interactuar con sistemas automatizados como órdenes de compra, servicios para teléfonos móviles o participar en concursos. Existen además algunos sitios en Internet que permiten a los usuarios el envío de mensajes de texto sin costo para el remitente.

2.8.1. BENEFICIOS DE SMS

Las ventajas de SMS a los suscriptores se centran alrededor de la conveniencia, flexibilidad, y la integración sin igual de los servicios de mensajería y el acceso a datos. Desde esta perspectiva, el beneficio principal es la habilidad de usar el dispositivo móvil como una extensión de una computadora.

SMS también elimina la necesidad de los dispositivos separados para la mensajería porque los servicios se pueden integrar en un solo equipo inalámbrico, el dispositivo móvil.

Estas ventajas dependen normalmente de las aplicaciones que el proveedor de servicio ofrece, siendo los beneficios básicos:

- Entrega de notificaciones y alertas.
- Entrega de mensajes garantizada.
- Mecanismo de comunicación de información concisa, confiable y de bajo costo.
- Capacidad de mostrar los mensajes en la pantalla y retorno de llamadas selectiva.
- Incremento de la productividad del suscriptor.
- Entrega de mensajes a varios suscriptores al mismo tiempo.
- Capacidad de recibir información de diferentes tipos.
- Generación de correo electrónico.
- Creación de grupos de usuarios.
- Integración con otros tipos de datos y aplicaciones basadas en Internet.

2.8.2. ARQUITECTURA Y ELEMENTOS DE LA RED SMS

La arquitectura de SMS está basada en la de GSM, en la cual se nota dos elementos adicionales, la SMSC (por sus siglas en inglés, Short Message Service Center), y las ESME (por sus siglas en inglés, External Short Message Entities).

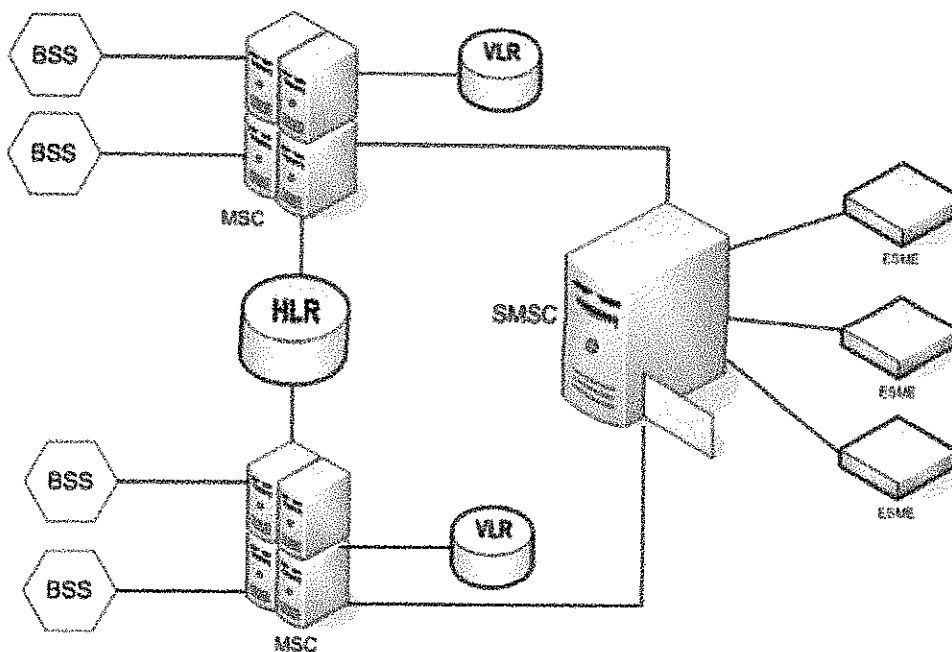


Figura 12. ARQUITECTURA DE LA RED SMS

Fuente: <http://dspace.epn.edu.ec/bitstream/15000/8592/5/T10840CAP2.pdf>

2.8.3. SMS Y COMANDOS AT.

Muchos equipos móviles y receptores satelitales soportan el envío y la recepción de SMS usando una versión extendida del set de comandos Hayes (mejor conocidos como comandos AT). La conexión entre el equipo terminal y el transceiver (que puede ser un computador) puede ser usada un cable serial, Bluetooth, Infrarrojos, etc. Los comandos AT más comunes para este tipo de aplicaciones incluyen: AT+CMGS (envío de mensajes), AT+CMSS (enviar mensajes desde la memoria), AT+CMGL (enlistar los mensajes) y AT+CMGR (leer mensaje). La sintaxis y estructura de estos y más comandos es analizada con detenimiento en un capítulo posterior.

2.9. COMANDOS AT.

Los comandos AT (attention command) son instrucciones codificadas que conforman un lenguaje de comunicación entre hombre y terminal (MODEM).

¹⁰ Los comandos AT son cadenas de caracteres ASCII que comienzan con AT y terminan con un retorno de carro (ASCII 13).

¹⁰ Martha Elizabeth Alulema Quitaquis, "Estudio de la comunicación con comandos At y microcontroladores caso práctico implementación de un prototipo sistema de gestión de alarma para viviendas con monitoreo mediante telefonía celular", Ramba Ecuador 2010

2.9.1. Sintaxis del comando AT

El prefijo "AT" o "at" debe ser agregado al principio de cada línea de comando. Varios comandos AT se pueden pulsar en la misma línea, y tales casos el prefijo "AT" o "at" se necesita solamente una vez, al principio de la línea de comando.

La marca < n > usada en la sintaxis del comando es el valor que se fija adentro como parte del comando. Si el valor es opcional, es incluido en los corchetes. Cuando un valor se setea con comando AT, el seteo es válido hasta que lo vuelva a cambiar o reinicie el equipo.

- Comandos de registro S:

El valor de fabricante del comando registro-S se encuentra dado por lo que se encuentra entre paréntesis (&F) para la columna de < n > valores. La existencia de un comando de registro-S puede ser consultado dando un comando sin signo igual o un signo de interrogación. (por ejemplo, ATS3 retorna OK, pero este comando no cambia el valor de < n > prefijado). < n > no puede ser omitida se fija su valor (por ejemplo, ATS3= retorna ERROR).

| Comando | Respuesta | Valor <n> |
|---------|-----------|----------------------|
| Sn=<n> | | x..y (Por Defecto z) |
| Sn? | <n> | xxx..yyy |

Figura 13. Descripción del comando < n >

Fuente: <http://dSPACE.Ups.edu.ec/bitstream/123456789/18777/Anexos.pdf>

- Comandos extendidos:

Los comandos extendidos usan el prefijo "+", el valor por defecto del sub-parámetro es dado en una columna separada. Si el valor por defecto no es un soporte, es el valor por defecto &F del correspondiente sub parámetro. Si esta clase de sub-parámetro se omite cuando se da el comando, el valor sigue siendo igual. Si el valor por defecto es un soporte, este valor será utilizado cuando el sub-parámetro se omite de la línea de comando. El ajuste de esta clase de sub parámetro no se almacena en la memoria. Si el Sub-parámetro no tiene un valor prefijado, un valor se debe dar siempre necesariamente.

Comandos GSM pueden también retornar al final el resultado de código +CME ERROR o +CMS ERROR, cuando el error se relaciona con la funcionalidad del

equipo móvil (ME) o de la red. La presentación del +CME ERROR se puede controlar con el comando +CMEE

| Comando | Respuesta | Por Defecto |
|----------------|-----------------|-------------|
| +CMD[=<x>,...] | [+CMD: <y>,...] | [x,...] |
| +CMD? | +CMD: <z>[...] | |
| +CMD=? | [+CMD: ...] | |

Figura 14. Descripción del comando extendido

Fuente: <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/18777/Anexos.pdf>

2.10. ADMINISTRACION DE REDES.

La Administración de Redes es un conjunto de técnicas tendientes a mantener una red operativa, eficiente, segura, constantemente monitoreada y con una planeación adecuada y propiamente documentada.

Sus objetivos son:

- Mejorar la continuidad en la operación de la red con mecanismos adecuados de control y monitoreo, de resolución de problemas y de suministro de recursos.
- Hacer uso eficiente de la red y utilizar mejor los recursos, como por ejemplo, el ancho de banda.
- Reducir costos por medio del control de gastos y de mejores mecanismos de cobro.
- Hacer la red más segura, protegiéndola contra el acceso no autorizado, haciendo imposible que personas ajenas puedan entender la información que circula en ella.
- Controlar cambios y actualizaciones en la red de modo que ocasionen las menos interrupciones posibles, en el servicio a los usuarios.

La administración de la red se vuelve más importante y difícil si se considera que las redes actuales comprendan lo siguiente:

- Mezclas de diversas señales, como voz, datos, imagen y gráficas.
- Interconexión de varios tipos de redes, como WAN, LAN y MAN.
- El uso de múltiples medios de comunicación, como par trenzado, cable coaxial, fibra óptica, satélite, láser, infrarrojo y microondas.
- Diversos protocolos de comunicación, incluyendo TCP/IP, SPX/IPX, SNA, OSI.

- El empleo de muchos sistemas operativos, como DOS, Netware, Windows NT, UNÍS, OS/2.
- Diversas arquitecturas de red, incluyendo Ethernet 10 base T, Fast Ethernet, Token Ring, FDDI, 100vg-Any Lan y Fiber channel.
- Varios métodos de compresión, códigos de línea, etc...

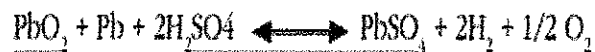
El sistema de administración de red opera bajo los siguientes pasos básicos:

1. Colección de información acerca del estado de la red y componentes del sistema. La información recolectada de los recursos debe incluir: eventos, atributos y acciones operativas.
2. Transformación de la información para presentarla en formatos apropiados para el entendimiento del administrador.
3. Transportación de la información del equipo monitoreado al centro de control.
4. Almacenamiento de los datos coleccionados en el centro de control.
5. Análisis de parámetros para obtener conclusiones que permitan deducir rápidamente lo que pasa en la red.
6. Actuación para generar acciones rápidas y automáticas en respuesta a una falla mayor.

La característica fundamental de un sistemas de administración de red moderno es la de ser un sistema abierto, capaz de manejar varios protocolos y lidiar con varias arquitecturas de red. Esto quiere decir: soporte para los protocolos de red más importantes.

2.11. BATERÍAS DE PLOMO ACIDO.

¹¹La reacción química básica de plomo-ácido en un electrolito de ácido sulfúrico, donde el sulfato del ácido es parte de la reacción, es:



El ácido se reduce durante la descarga y se regenera durante la recarga. Durante la descarga y la carga de flotación (porque la carga de flotación contrarresta la auto-carga) se forman hidrógeno y oxígeno. En baterías inundadas se escapan y hay que añadir agua periódicamente. En baterías VRLA selladas los gases de hidrógeno y oxígeno se combinan para formar agua. Adicionalmente, en las baterías VRLA el ácido queda inmovilizado por AGM o en un gel. La mata es

¹¹ http://www.artec-ingenieria.com/pdf/guias_megger/GuiaTecnica_pruebadebaterias.pdf

parecida al aislante de fibra de vidrio que se usa en las casas. Atrapa el hidrógeno y oxígeno formados durante la descarga y les permite migrar y reaccionar para que vuelvan a formar agua. Por esta razón VRLA nunca necesita añadir agua como las baterías inundadas (húmedas, ventiladas) de plomo-ácido.

Una batería tiene placas positivas y negativas alternadas y separadas por goma micro poroso en las de plomo-ácido inundado, AGM en las de VRLA, ácido gélido en las de gel VRLA o plástico en las de níquel-cadmio. Todas las placas de la misma polaridad están soldadas unas con otras y con el terminal apropiado. En el caso de las celdas VRLA la compresión del "sándwich" placa-mata-placa se extiende para mantener un buen contacto entre ellas. Además hay una válvula de alivio de la presión (PRV) que se auto-resella para ventilar los gases en caso de sobrepresión.

2.12. MANTENIMIENTO CORRECTIVO, PREVENTIVO y PREDICTIVO.

Cuando se habla de mantenimiento se refiere a la función empresarial a la que se encomienda el control del estado de las instalaciones de todo tipo, tanto las productivas como las auxiliares y de servicios. En ese sentido se puede decir que ¹²el mantenimiento es el conjunto de acciones necesarias para conservar ó restablecer un sistema en un estado que permita garantizar su funcionamiento a un coste mínimo.

2.12.1. Mantenimiento Correctivo:

El mantenimiento Correctivo es el resultado de una falla o deficiencia en un dispositivo o sistema. Este tipo de mantenimiento se realiza sin un plan de actividades, ni actividades de reparación.

2.12.2. Mantenimiento Preventivo:

Este tipo de mantenimiento se realiza con la finalidad de mantener un elemento en una condición específica de operación después de una inspección sistemática, detección y prevención de la falla inminente.

2.12.3. Mantenimiento Predictivo:

¹³ La base de este tipo de mantenimiento se encuentra en el monitoreo de una máquina, además de la experiencia empírica, se obtienen graficas de comportamiento para poder realizar la planeación del mantenimiento, el

¹² <http://es.scribd.com/doc/18358130/Libro-de-Mantenimiento-Industrial>

¹³ http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lim/alarcon_g_jm/capitulo3.pdf

mantenimiento realiza una predicción del comportamiento en base al monitoreo del comportamiento y características de un sistema y realiza cambios o plantea actividades antes de llegar a un punto crítico.

2.13. PROTECCIONES IP.

¹⁴El sistema de clasificación IP proporciona un medio de clasificar el grado de protección de sólidos (como polvo) y líquidos (como agua) que el equipo eléctrico y gabinetes deben reunir. El sistema es reconocido en la mayoría de los países y está incluido en varios estándares, incluyendo el IEC 60529.

Los números IP son frecuentemente indicados en gabinetes, conectores, etc. El tercer dígito, referente a la protección contra impactos mecánicos es generalmente omitido. En la siguiente tabla se puede observar la forma de clasificación para las protecciones IP.

| | Primer Número - Protección contra sólidos | | Segundo Número - Protección contra líquidos | | Tercer Número - Protección contra impactos mecánicos (generalmente omitido) |
|---|-----------------------------------------------------|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|-----------------------------------------------------------------------------|
| 0 | Sin Protección | 0 | Sin Protección | 0 | Sin Protección |
| 1 | Protegido contra objetos sólidos de más de 50mm | 1 | Protegido contra gotas de agua que caigan verticalmente | 1 | Protegido contra impactos de 0.225 joules |
| 2 | Protegido contra objetos sólidos de más de 12mm | 2 | Protegido contra rocíos directos a hasta 15° de la vertical | 2 | Protegido contra impactos de 0.375 joules |
| 3 | Protegido contra objetos sólidos de más de 2.5mm | 3 | Protegido contra rocíos directos a hasta 60° de la vertical | 3 | Protegido contra impactos de 0.5 joules |
| 4 | Protegido contra objetos sólidos de más de 1mm | 4 | Protegido contra rocíos directos de todas las direcciones - entrada limitada permitida | 4 | Protegido contra impactos de 2.0 joules |
| 5 | Protegido contra polvo - entrada limitada permitida | 5 | Protegido contra chorros de agua a baja presión de todas las direcciones - entrada limitada permitida | 5 | Protegido contra impactos de 6.0 joules |
| 6 | Totalmente protegido contra polvo | 6 | Protegido contra fuertes chorros de agua de todas las direcciones - entrada limitada permitida | 6 | Protegido contra impactos de 20.0 joules |
| 7 | | 7 | Protegido contra los efectos de la inmersión de 15cm - 1m | 7 | |
| 8 | | 8 | Protegido contra largos periodos de inmersión bajo presión | 8 | |

Tabla 2. Tabla de grado IP

Fuente: http://www.tec-mex.com.mx/material/IP_Y_NEMA.pdf

¹⁴ http://www.tec-mex.com.mx/material/IP_Y_NEMA.pdf

1. SISTEMAS DE TELECOMUNICACIONES INTERVENIDAS

La empresa de energía de Boyacá EBSA SA ESP, cuenta con una amplia red de telecomunicaciones distribuida por todo el departamento como se puede observar en la figura 16. La cual se divide en una red troncal de fibra óptica (color rojo) una red inalámbrica primaria (color verde) y una red inalámbrica secundaria (color azul).

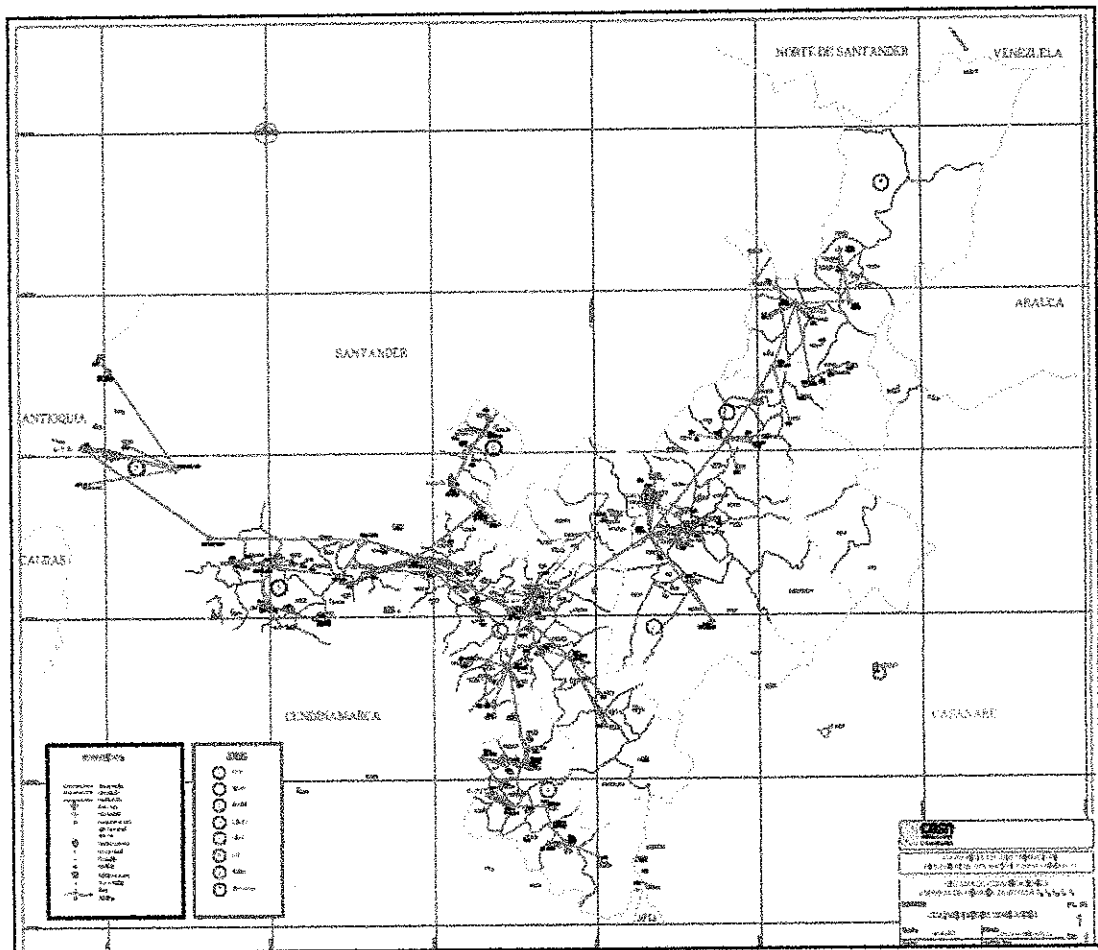


Figura 16. Plano de la Red Industrial de EBSA.

Fuente: Autor

Las funciones que le corresponden a la dependencia de Telemática son todas aquellas que hacen parte de las comunicaciones de la empresa, sin entrar en

conflictos con la parte informática y/o sistemas. Las áreas en las que opera el Grupo de Gestión Telemática son:

- a. Red Industrial de Fibra Óptica (Troncal Principal) de EBSA
- b. Red Industrial Inalámbrica (Cerros de Comunicación) de EBSA
- c. Comunicaciones VHF de EBSA
- d. Red telefónica de EBSA
- e. Sistemas de Video-Vigilancia de EBSA

a. RED INDUSTRIAL FIBRA OPTICA.

La red está conformada por 13 nodos enlazados entre sí físicamente en un anillo redundante, como se muestra en la figura 17, por medio del software de administración del switch de la S/E Siratá, se deshabilita uno de sus puertos de fibra óptica, quedando en funcionamiento en tipo bus y dicho puerto en stand by para su activación en caso de falla de energía eléctrica en alguno de los nodos, de tal manera que una falla en un punto del anillo sea superada con el envío de la información a través de la otra ruta.

En la topología de esta red se utilizan switches industriales de alto desempeño y propios para condiciones de operación extremas, a nivel eléctrico, térmico y ambiental, proporciona un anillo redundante de fibra óptica, en el cual se incluyen 13 nodos, incluyendo las subestaciones que físicamente aparecen en configuración radial.

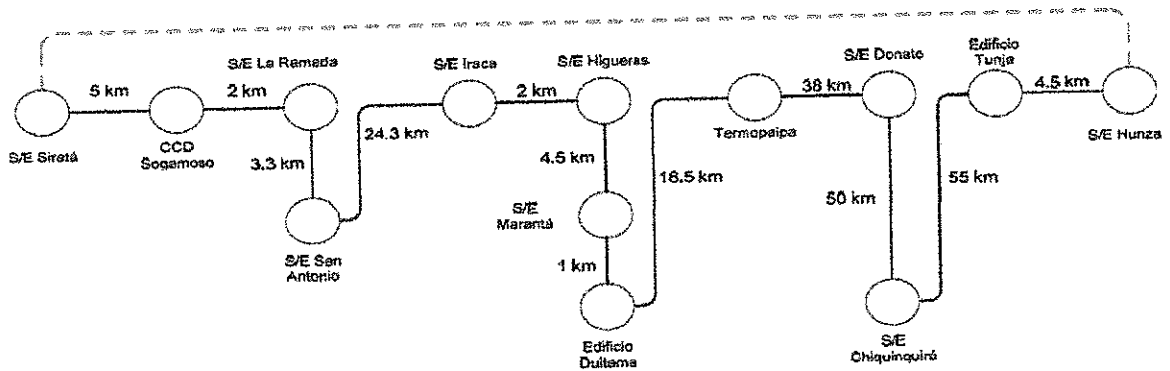


Figura 17. Arquitectura del anillo de F.O. en bus lógica, con integración en anillo vía software.
Fuente: Autor

El Grupo de Gestión Telemática tiene a su cargo la compra, instalación, comercialización y mantenimiento de la Fibra Óptica (F.O) de la compañía. En la actualidad se tienen 5 rutas de F.O que corresponden a: Ruta Corredor Industrial, Tunja-Chiquinquirá, Ruta Norte (Sogamoso-Soata) (Figura 16), y se encuentra en construcción de la Ruta Ricaurte (Tunja-Moniquira), Ruta Oriente (Tunja-San Luis De Gaseno) (Figura 18). Existe en la actualidad un proyecto de implementación de nuevas rutas de fibra óptica cuya distribución se encuentra en la figura 19.

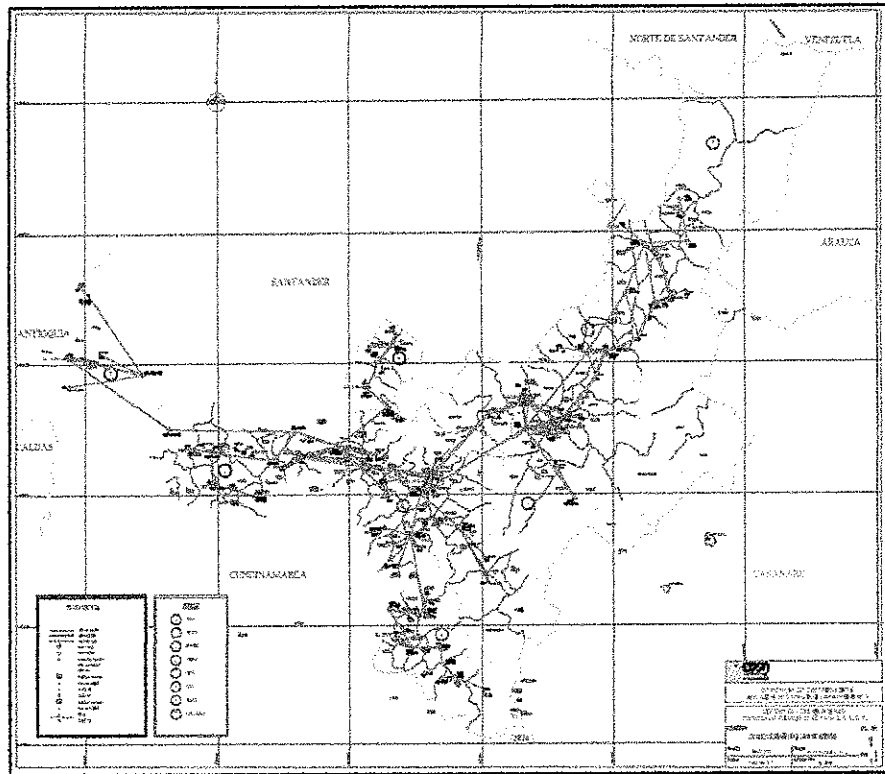


Figura 18. Red De Fibra Óptica De EBSA En Funcionamiento Actual.
Fuente: Autor

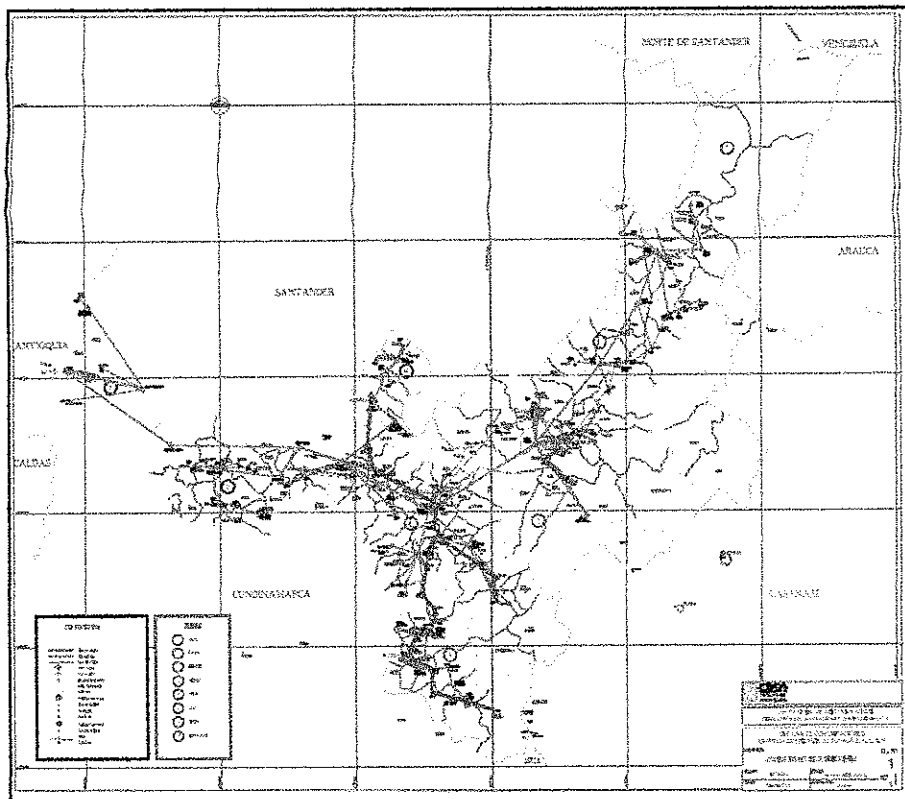


Figura 19. Red De Fibra Óptica De EBSA en construcción.
Fuente: Autor

b. RED INDUSTRIAL INALAMBRICA

La red inalámbrica que posee Empresa de Energía de Boyacá S.A E.S.P, tiene una cobertura del 90% de las sub estaciones eléctricas del departamento y se divide en dos sistemas.

- Un sistema inalámbrico primario que funciona como troncal en frecuencia de 5.8GHz conectando los principales cerros de comunicación con el centro de control y/o monitoreo como se observa en la Figura 20 resaltado de negro, esta red tiene una característica particular y es que es capaz de trasportar un megabit/s en el mejor de los casos.

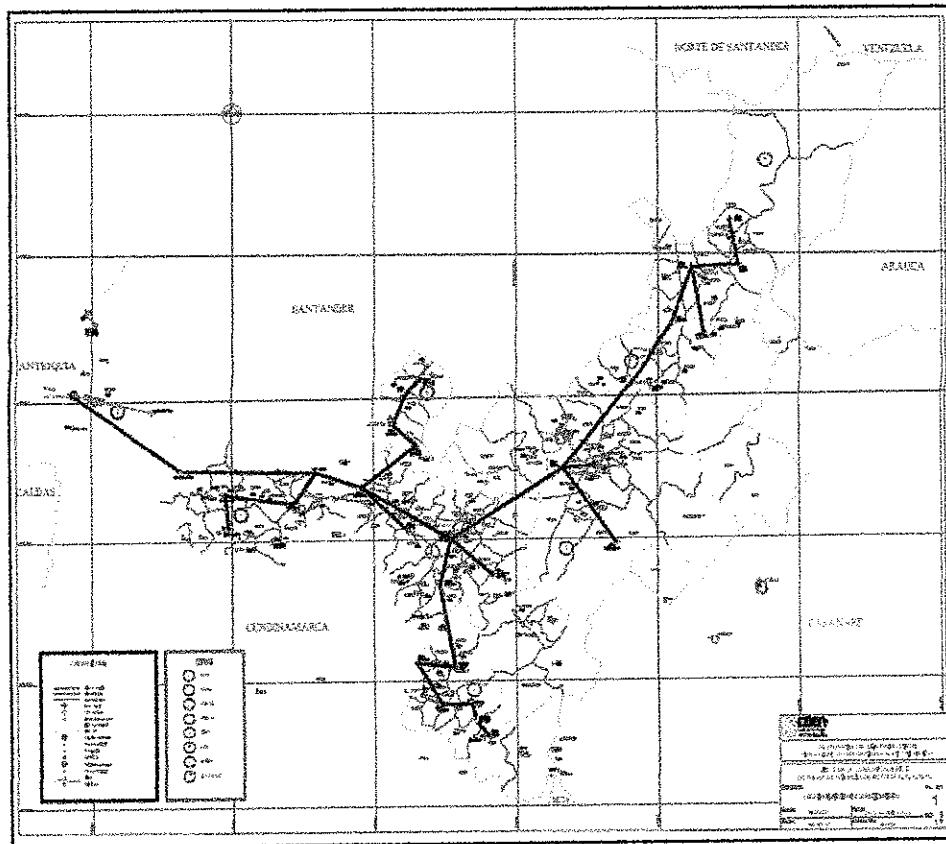


Figura 20. Red inalámbrica Primaria de EBSA en frecuencia de 5.8 GHz
Fuente: Autor

- La segunda es una red inalámbrica de menos capacidad de transporte, 128kbit/s en el mejor de los casos, funciona una frecuencia de 2.4Ghz. Esta red se usa para comunica las sub-estaciones eléctricas y la troncal principal y posteriormente con el centro de control cómo se muestra en la Figura 21.

La Empresa de Energía de Boyacá S.A E.S.P, cuenta con 135 radioteléfonos y 10 radio bases, distribuidos en todo el departamento, como se muestra en la figura 22. Por medio del sistema de comunicación VHF la empresa maneja todo su sistema operativo, por lo cual es de vital importancia garantizar un desempeño optimo durante las 24 horas del día.

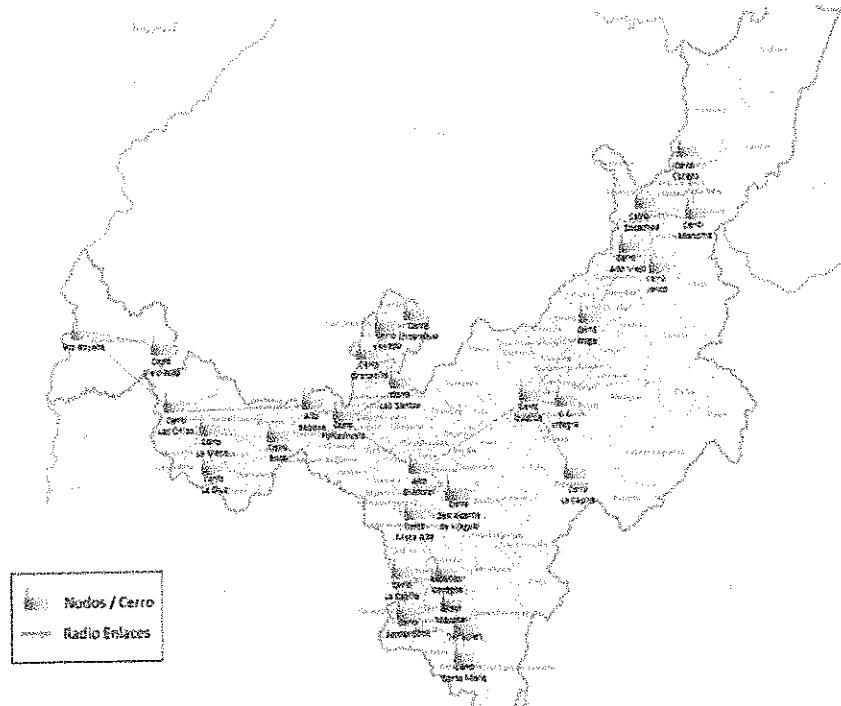


Figura 22. Sistema de radioenlaces de la EBSA
Fuente: Autor

d. PLANTA DE TELEFONIA

Básicamente la red de telefonía de EBSA SA ESP está conformada por tres grandes módulos de funcionamiento, topología que es igual en cada sede que tiene la electrificadora en las diferentes zonas del departamento:

- Módulo de acceso
- Módulo de conmutación
- Módulo troncal

El módulo de acceso está integrado por segmentos de red en cable de cobre o de fibra óptica: segmento de red primaria, segmento de red secundaria, segmento de dispersión.

El módulo de conmutación está integrado por una sola central telefónica de conmutación o por más de una, dependiendo de la cantidad de usuarios que tenga cada una de las sedes. Con una configuración de red permitiendo la interconexión con las demás redes telefónicas adyacentes y/o complementarias. Este módulo está integrado por: *Etapa de abonado, matriz de conmutación, etapa troncal, procesamiento y control, señalización, sincronismo y gestión.*

Al módulo troncal pertenecen todos los equipos e infraestructura necesarios para la conexión entre las diferentes centrales telefónicas de conmutación, cuando hay más de una central en la red, y para la interconexión de la red con las demás *redes telefónicas adyacentes y/o complementarias, mediante fibra óptica con tecnología SDH etc.* En la figura 23 es posible observar uno de los Racks dispuestos en las oficinas del edificio central de la EBSA.

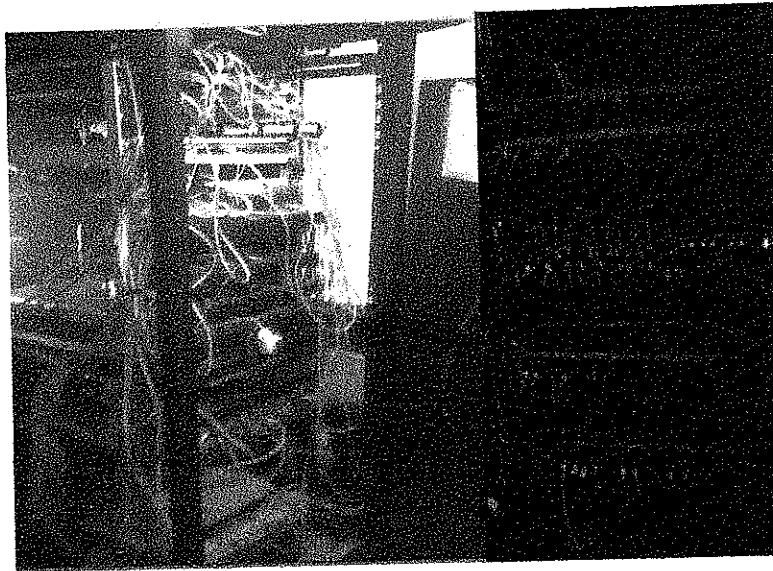


Figura 23. Rack de Telefonía, Cuarto piso edificio central de la EBSA.
Fuente Autor

2. FUNCIONES DESEMPEÑADAS EN DEPENDENCIA DE TELEMÁTICA.

Dentro de las actividades más destacadas realizadas en el Grupo de Gestión Telemática se encuentran aquellas relacionadas con el diagnóstico de enlaces y detección de fallas en la red Industrial WiFi, Fibra Óptica, MPLS, Internet lite y planta Telefónica; a partir de esta actividad se realiza el diseño planes para implementar soluciones en los enlaces Wi-fi y Fibra Óptica, monitoreo y diagnóstico de fallas de las redes y mantenimiento de los equipos de telefonía y las líneas de datos en Zona Centro de la EBSA S.A E.S.P.

2.2. Monitoreo remoto de las diferentes redes de comunicación.

Para la realización de esta actividad es importante el uso del servidor de Telemática, en el cual se encuentran relacionados los datos, direcciones y nombres de los diferente elementos que componen la red de fibra óptica, red industrial inalámbrica (WiFi) y los canales dedicados a datos mpls e internet lite. Por medio del servidor, se realiza la gestión de todos los equipos conectados a la red, se determinan las causas y lugares de falla de los equipos y se administra la red corporativa y el direccionamiento de equipos.

Todo este proceso se realiza gracias al uso del software de monitoreo remoto (SMNPc), con el cual se observaba el estado de un nodo, un radio, un switch o una subestación; utilizando señalización de colores para los tres posibles estados de enlace; el software indica rojo cuando el dispositivo o enlace se encuentra inactivo o fuera de servicio, amarillo cuando el nodo se encuentra inestable o presenta intermitencias, y en verde indica cuando el enlace o elemento se encuentra activo o estable. Ejemplos del software en funcionamiento con su señalación se pueden observar en las figuras 25 y 26.

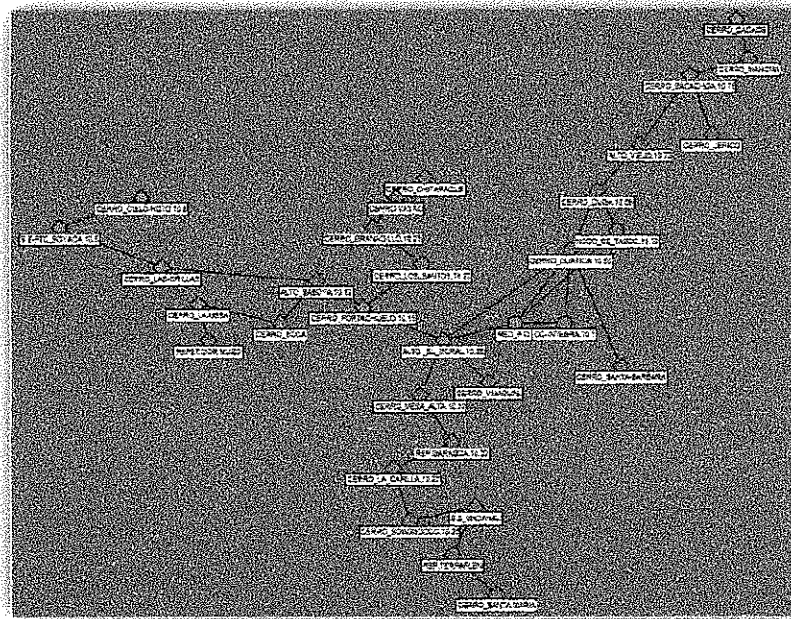


Figura 25. Topología de la red industrial inalámbrica de la EBSA, ambiente Software SNMP Network.
Fuente autor.

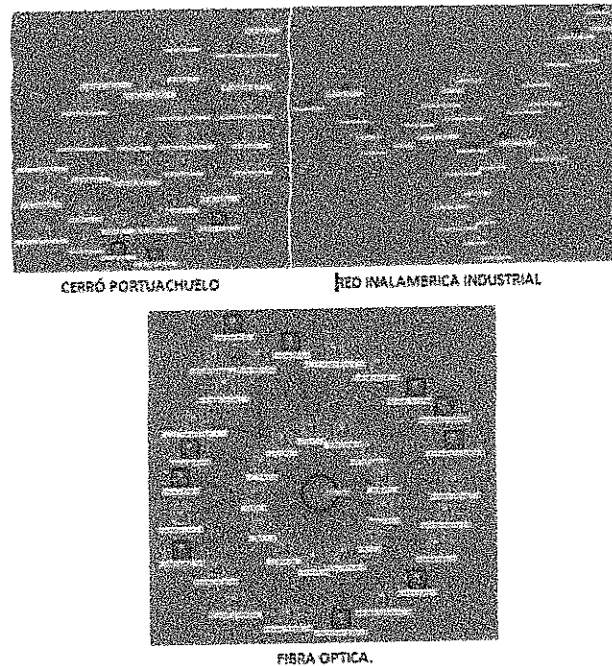


Figura 26. Nodos de la red industrial inalámbrica WiFi, con el software SNMPc.
Fuente: Autor

Con la demanda de sistemas de monitoreo que tiene la oficina del Grupo de Gestión Telemática, se vio la necesidad de cambiar de Software de monitoreo SNMPc, por otro que tuviera mayor capacidad de sensores a monitorear y brindara la posibilidad de tener un historial estadístico de dichos sistemas de comunicación. Por este motivo se hizo el remplazo del software SNMPc por el PRTG Network Monitor.

El software de monitoreo PRTG Network Monitor, que se muestra en la figura 27 y 28, de forma similar al SNMPc, se puede observar el estado de los nodos, dispositivos, enlaces etc., que se encuentra en la red con la facilidad que a través de este, se puede observar las características generales de cada elemento y las gráficas respectivas de operación, en caso cuando el nodo o enlace se encuentre caído, el software informa desde el momento se encuentra porfuera de la red dicho equipo, y a qué horas se establece.

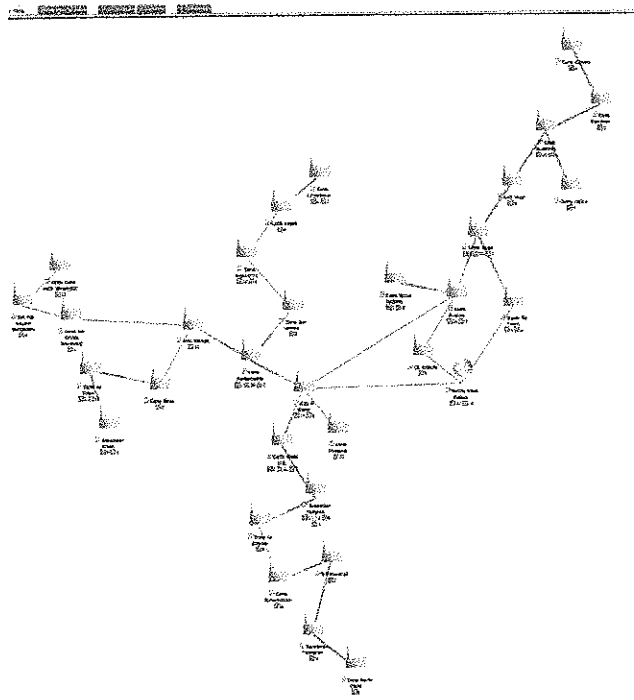


Figura 27. Red WiFi Industrial de la EBSA en el software PRTG Network Monitor.
Fuente: Autor

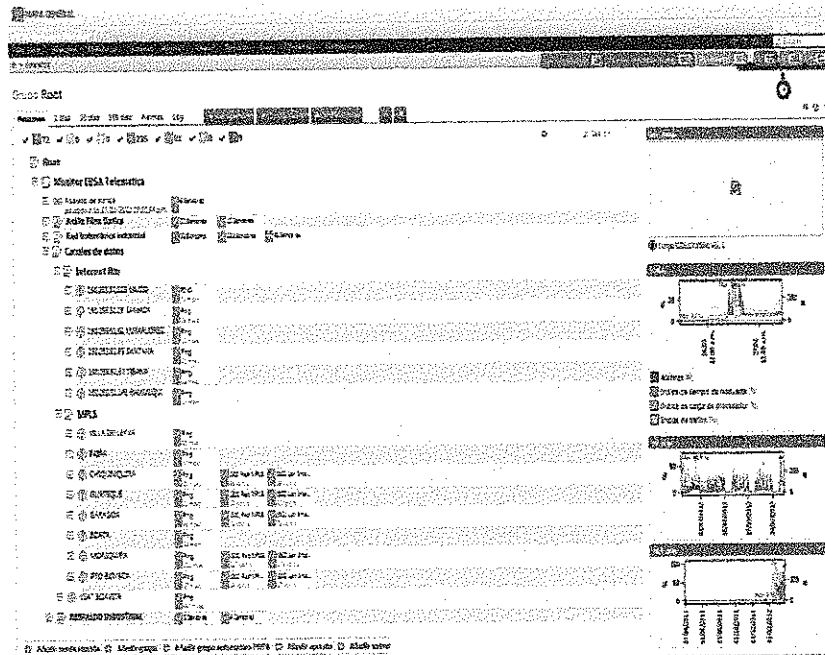


Figura 28. Software PRTG Network Monitor – reportes y análisis de la red EBSA.
Fuente: Autor

2.4. Mantenimiento preventivo y correctivo de la red telefónica del edificio principal de la Empresa de Energía de Boyacá S.A E.S.P.

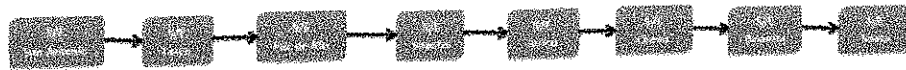
Este mantenimiento se realiza en el transcurso de los primeros tres meses de la práctica, el cual consiste en realizar una limpieza a todos los teléfonos y Rack instalados en el Edificio principal de la Empresa, adicionalmente, a los teléfonos también era necesario revisarle los cables, los audífonos y parlantes, si presentaban una falla se determinaba si se podía realizar el respectivo mantenimiento correctivo, en caso contrario se opta por cambiar el equipo. En total se realizó mantenimiento a 102 teléfonos como los que se ven en la figura 30 y 4 Rack.



Figura 30. Teléfonos instalados dentro de la empresa.
Fuente. Autor.

2.5. Diseño de un canal dedicado:

Para la implementación de este canal, se realiza el diseño del canal dedicado para el recorrido de fibra óptica entre la Subestación San Antonio y la subestación de Soata, en Zona norte. Una muestra del estudio realizado para el canal dedicado de la zona norte se muestra en la figura 31, en donde se encuentra el nombre del enlace, el recorrido y el tranciever en kilómetros y cantidades, ubicación y fin del trayecto.



| ENLACE | RECORRIDO (Km) | TRANCEIVER (Km) | CANTIDAD DE TRANCEIVERS | INICIO DEL ENLACE | UBICACIÓN | FIN DEL ENLACE |
|-----------------|----------------|-----------------|-------------------------|-------------------|-----------------|----------------|
| S/E San Antonio | 27,9 | 35 | 2 | S/E San Antonio | S/E San Antonio | S/E Tanco |
| S/E Tanco | | | | S/E Tanco | S/E Paz de Río | |
| S/E Paz de Río | 11 | 15 | 2 | S/E Tanco | S/E Tanco | S/E Paz de Río |
| S/E Paz de Río | 6,79 | 19 | 2 | S/E Paz de Río | S/E Paz de Río | S/E Socha |
| S/E Socha | | | | S/E Socha | S/E Jerico | |
| S/E Socha | 27,9 | 30 | 2 | S/E Socha | S/E Socha | S/E Jerico |
| S/E Jerico | | | | S/E Jerico | S/E Chera | |
| S/E Chera | 25 | 35 | 2 | S/E Jerico | S/E Jerico | S/E Chera |
| S/E Chera | | | | S/E Chera | S/E Boavita | |
| S/E Boavita | 12,092 | 15 | 2 | S/E Chera | S/E Chera | S/E Boavita |
| S/E Boavita | | | | S/E Boavita | S/E Soata | |

En conclusión para el recorrido entre San Antonio Y Soata se requiere de 34 Tranceiver:

- 6 Tranceivers para 30Km
- 4 Tranceivers para 15Km
- 2 Tranceivers para 10Km



Figura 31. Estudio canal dedicado para la Zona Norte.
Fuente. Autor.

2.6. Diseño para una solución de un enlace no licenciado de Banda Ancha.

En la figura 32 se muestra de manera gráfica las especificaciones básicas para el diseño de un radioenlace de banda no licenciada propuesta por la Empresa de Energía de Boyacá EBSA, en donde se debe tener en cuenta un ancho de banda mínimo de 10Mbps, y línea de vista entre el lote y el repetidor.

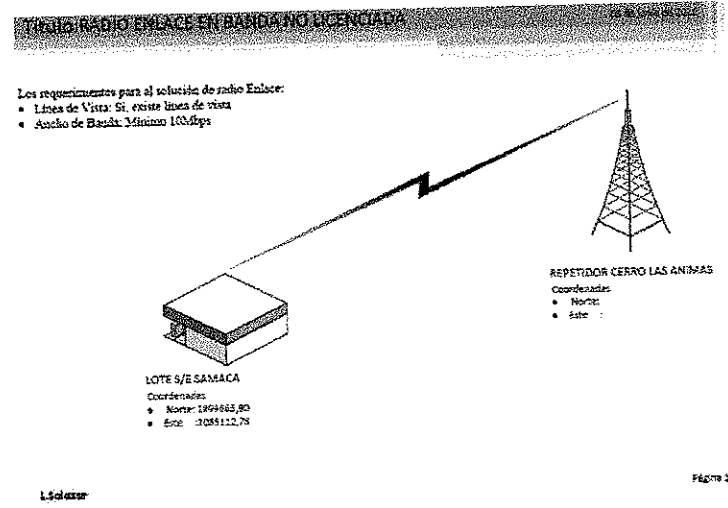


Figura 32. Diseño de radioenlace en banda no licenciada
Fuente. Autor

2.7. Comisión cerró Sacachova.

En esta comisión se mejoró la señal entre el Cerro Sacachova y el repetidor de Mahoma que se muestra en la figura 33.

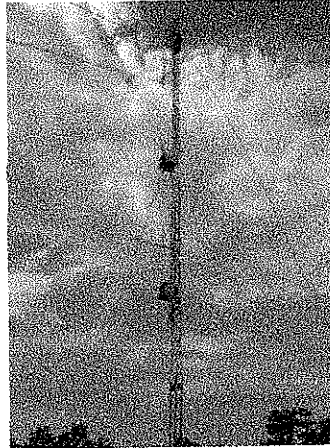


Figura 33. Torre Cerro Sacachova
Fuente Autor

2.8. Comisión Occidente.

La comisión hacia el occidente inicio en la subestación Cantino mostrada en la figura 34, y termino en la subestación Otanche.



Figura 34. Subestación Cantino EBSA.
Fuente. Autor

Esta comisión duro una semana en la cual se realizó el mantenimiento correctivo y preventivo de los repetidores de Cantino, Muzo (figura 35), Pauna, en la torre la Mesa (figura 36) y en las Subestaciones Otanche y Cantino. Aprovechando la comisión, se realizó el estudio de viabilidad del enlace de comunicación entre la subestación Cantino y el repetidor Cantino.



Figura 35. Repetidor muzo.
Fuente. Autor



Figura 36. Cerró La Mesa
Fuente. Autor

CAPITULO III. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO

La idea de desarrollar un prototipo para la verificación de baja tensión en línea de la red eléctrica, nació de los resultados arrojados por el monitoreo diario que se realizaba a la red Industrial (WiFi) de la Empresa de Energía de Boyacá EBSA S.A E.S.P, dentro de la oficina del Grupo de Gestión de Telemática; ya que en la mayoría de los casos cuando se presentaba una falla en un nodo de la red no se tenía la certeza de la causa de dicha falla, teniendo que invertir mucho tiempo para poder determinar esta causa y las consecuencias que generaban dicho problema. Por este motivo se pensó en diseñar un prototipo que en el menor tiempo posible pueda detectar cuando se presentara una falla de suministro de energía eléctrica en una Sub estación.

Para el Diseño e implementación de un sistema de verificación de baja tensión en línea, se hizo necesario el desarrollo de tres etapas, como se ven a continuación.



Figura 38. Diagrama de bloques, etapas del prototipo
Fuente: Autor

- En la etapa de control se encuentra, un opto transistor, circuito de carga de la batería de respaldo y la plataforma de programación Arduino.
- La segunda etapa, es la de potencia en la cual se encontrara una fuente que reduce 120 voltios AC a 8 voltios DC.
- Por ultimo encontramos la etapa de comunicación, que como su nombre lo indica estará encargado cargo de la comunicación entre el sistema y el centro de control Integra y/o la oficina del Grupo de Gestión Telemática.

Este prototipo inicialmente estará ubicado en la Subestación combita de la Empresa de energía de Boyacá S.A E.S.P, ya que es una de las subestaciones que más intermitencias presenta dentro de la red WIFI.

Para el desarrollo del sistema se tuvo en cuenta, en primer lugar que el sistema a realizar un monitoreo a una línea de tensión monofásica de 120V AC, teniendo en cuenta que la variable a supervisar es el voltaje en la red eléctrica. Y por otro lado cuando el sistema detecte la caída de tensión en la red eléctrica envíe una alarma por medio de un mensaje de texto (SMS), a un celular que se encuentre ubicado en el Centro de Control Integra o en la Oficina del Grupo de Gestión Telemática de la Empresa de Energía de Boyacá EBSA S.A. E.S.P.

1. ETAPA DE CONTROL

1.1. DISEÑO

La etapa de control del sistema a implementar, permite adecuar una señal para la conmutación del relé cuando se presente el cambio de estado de la red eléctrica, es decir, cuando la señal de la red no se encuentre en operación. En el control de la carga de batería se maneja un circuito básico comparador utilizando un amplificador operacional LM324 y un relé a 12 voltios, con los cuales se asegura el valor máximo de carga, hasta un límite seguro de operación apropiada y la mantiene siempre dentro de límites correctos de tensión, este control se diseña debido a que una batería no puede estar conectada a un cargador de forma continua ya que un exceso de tiempo de carga termina arruinándola.

Para aislar la señal de control y evitar daños cuando se genera una falla en la parte de potencia se utiliza un opto transistor el cual recibe la señal de salida de la parte de rectificación de la señal DC. El circuito a implementar para en el proyecto se muestra a continuación, en el cual se puede observar dentro del recuadro rojo toda la parte de potencia y en el azul la parte de control.

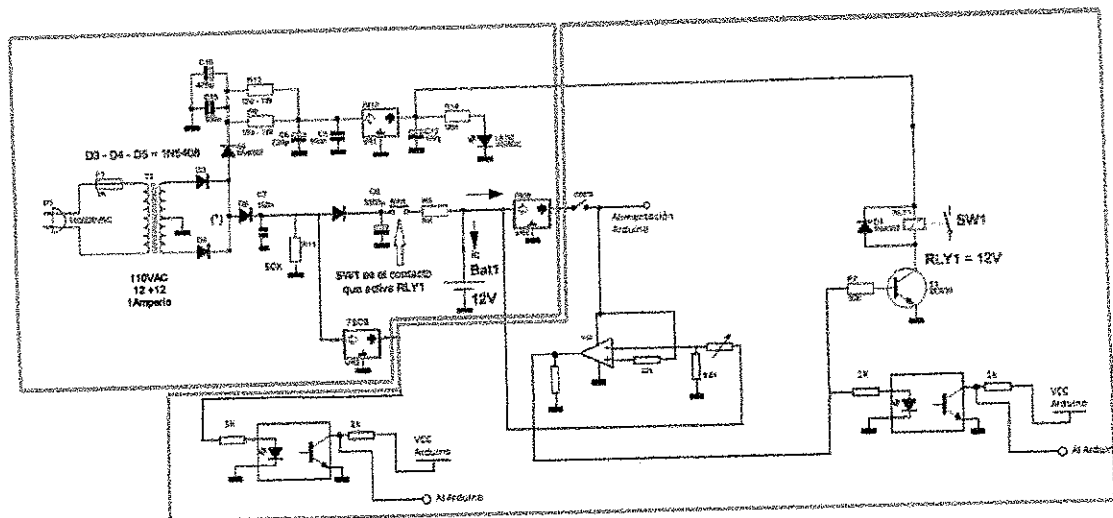


Figura 39. Circuito implementado en el prototipo.
Fuente: Autor

1.2. CONSTRUCCION.

Los materiales que se seleccionaron para la construcción de esta etapa se encuentran:

- 1 relé a 12 voltios
- 1 resistencia de potencia de 68 ohm (10 W)
- 1 LM324
- 1 regulador a 12 voltios
- 1 transistor D667
- 1 trimmer a 10K Ω
- 2 diodo 1N4007
- Varias resistencias y condensadores de diferentes valor.

La batería que se utiliza como respaldo en el sistema, es la batería LEOCH DJW-18 con las siguientes características:

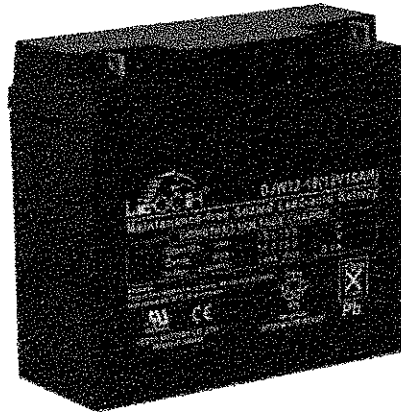


Figura 40. Batería LEOCH DJW12-18

Fuente: <http://spanish.alibaba.com/product-gs/sealed-lead-acid-battery-for-golf-trolley-12v-18ah-455892254.htm#>

| CARACTERISTICAS ESPECIFICAS DE LA BATERÍA DE RESPALDO LEOCH DJW 12-18 | |
|------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| NUMERO DE MODELO | Djw12-18 |
| MARCA | LEOCH |
| VOLTAJE NOMINAL | 12 V |
| CORRIENTE NOMINAL | 18 AH |
| PESO DE LA BATERÍA | 5,7 Kg |
| TAMAÑO DE LA BATERÍA | (LxAxAI) 18,5x77x167,5 mm |
| CERTIFICADOS | Iso9001:2000, ts16949, numeraciónvds, ce, de la fcc |

Tabla 3. Características específicas de la Batería LEOCH DJW 12-18
Fuente: Autor

El circuito implementado para el control de la carga de la batería es el siguiente:

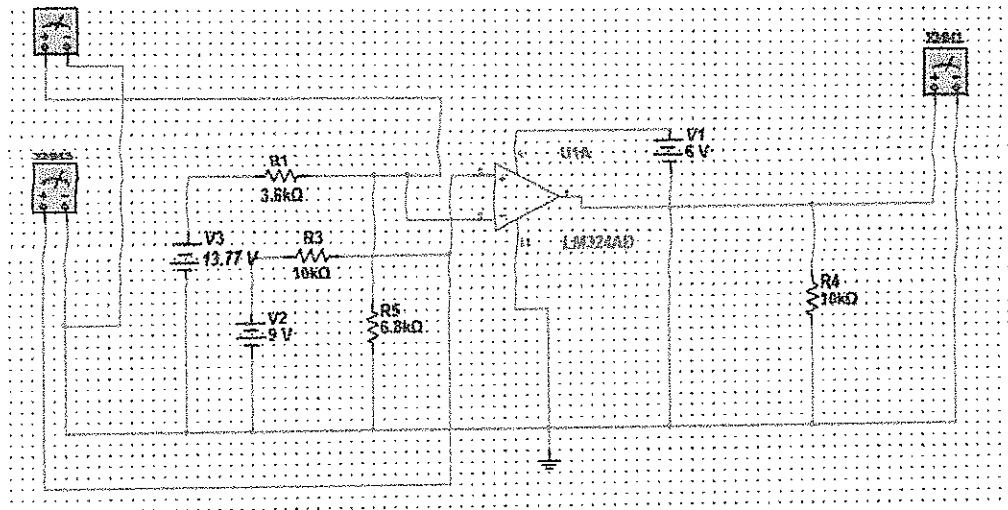


Figura 41. Circuito para controlar la carga.
Fuente: Autor

En el circuito anterior se encuentra un amplificador operacional configurado como comparador, del cual se va a obtener una señal de 0 ó 5 voltios DC. La salida del amplificador operacional LM324 va conectado a un Relé de 12 voltios DC el cual se activa cuando salida es de 5 voltios para que comience la carga de la batería, cuando la salida del amplificador sea de 0 voltios indica que la batería está completamente cargada y el relé se desactiva.

En la siguiente figura se muestra el tiempo activación del relé, que es el mismo tiempo que se demora la batería en comenzar a operar.

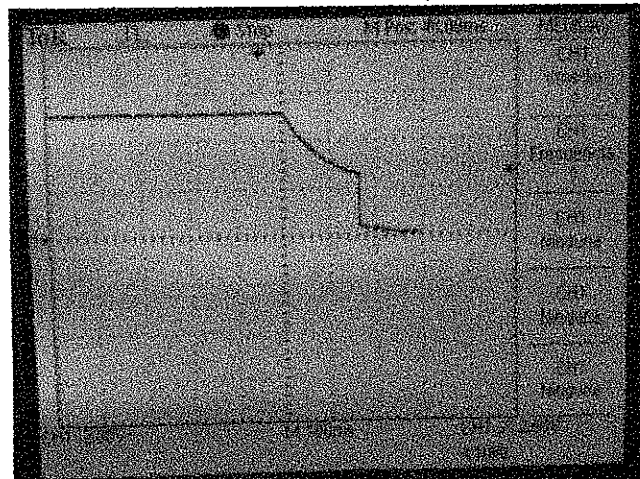


Figura 42. Tiempo de conmutación del relé
Fuente: Autor

Los materiales utilizados para esta etapa son:

- 1 transformador reductor 120/12V
- 3 diodo 1N4007
- 3 diodos 1N5408
- 1 Regulador LM7805
- 1 Regulador LM7812
- 1 Opto transistor PC817
- 1 Relé a 12 voltios
- 1Batería LEOCH 12 voltios 18 AH
- Condensadores y resistencias de diferentes valores.

3. ETAPA DE COMUNICACIÓN.

3.1. DISEÑO.

La etapa de comunicaciones está destinada para enlazar el equipo que está conectado a la red con un dispositivo móvil al cual van a llegar una serie de mensajes de texto los cuales avisan a la persona responsable del monitoreo de la red eléctrica cuando esta deja de operar, y así mismo, cuando se restablece su funcionamiento. Para realizar este proceso se implementó un la placa Arduino ARDUINO ONE versión 3 (*ver diagrama esquemático en anexo 1*) y la tarjeta de comunicación Shield GPRS, que es al módulo GSM/GPRS para Arduino.

La tarjeta Arduino UNO R3 se programa con la finalidad de detectar cuando existe o no voltaje en la red eléctrica, además se adecua una LCD (4x20) para la visualización de información como mensajes de aviso cuando se presenta problemas en la red por falta de energía, también se realiza el acoplamiento necesario para la conexión del Shield GPRS y la programación del envío del mensaje de texto (SMS) a un celular, cuando se detecta que hay una falla de energía y cuando se restablece dicha falla.

3.2. CONSTRUCCION.

En la construcción de esta etapa se requiere:

- 1 Placa Arduino Uno R3
- 1 Shield GPRS para Arduino
- 1 Pantalla LCD (4x20)
- 1 SIM Card
- 1 Equipo celular.

3.2.1. Comunicación con la pantalla LCD 4x20.

La pantalla LCD tiene una interfaz paralela compuesta por tres pines **RS**, **R/W** y **E** por medio de los cuales se controla su funcionamiento.

Para la conexión de la placa Arduino uno R3 con la pantalla LCD 4x20 se tuvo en cuenta el siguiente diagrama.

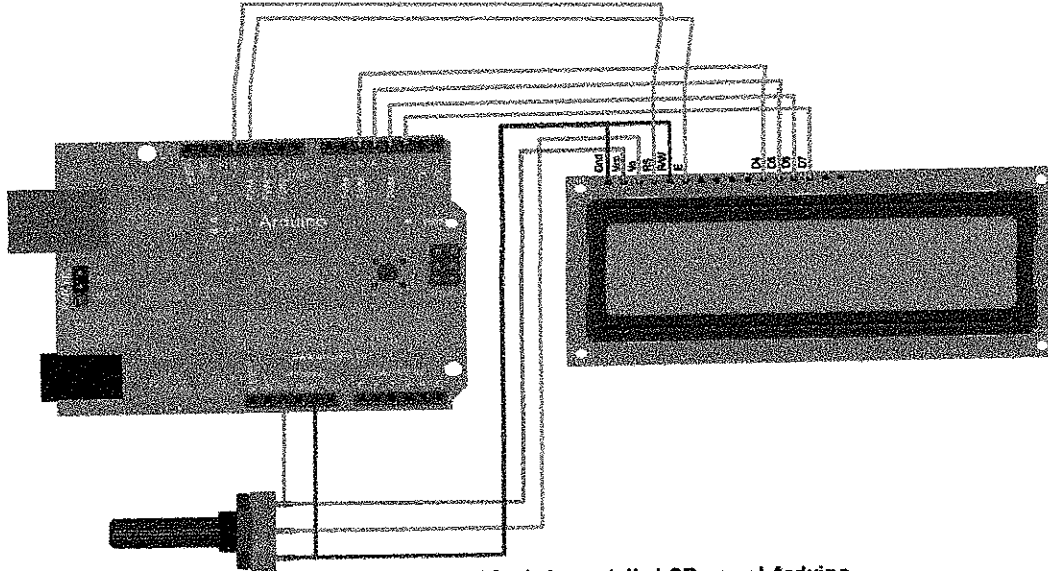


Figura 44. Conexión de la pantalla LCD con el Arduino
Fuente: www.Arduino.com

La descripción y distribución de pines de la pantalla LCD 4x20 son:

| NUMERO DE PIN | SYMBOLO | FUNCIÓN |
|---------------|---------|----------------------------|
| 1 | Vss | GND |
| 2 | Vdd | +3V or +5 V |
| 3 | Vo | ContrastAdjustment |
| 4 | Rs | H/L Register Select Signal |
| 5 | R/W | H/L Read/ Write Signal |
| 6 | E | H – L EnableSignal |
| 7 | DB0 | H/L Data bus Line |
| 8 | DB1 | H/L Data bus Line |
| 9 | DB2 | H/L Data bus Line |
| 10 | DB3 | H/L Data bus Line |
| 11 | DB4 | H/L Data bus Line |

| | | |
|----|-------|------------------------------------------------|
| 12 | DB5 | H/L Data bus Line |
| 13 | DB6 | H/L Data bus Line |
| 14 | DB7 | H/L Data bus Line |
| 15 | A/Vee | + 4.2 for LED (RA= 0Ω)/ Negative Voltage Outpt |
| 16 | K | Power Supply for B/L |

Tabla 4. Descripción u distribución de pines pantalla LCD
Fuente: Autor.

Como resultado del diseño de la baquelita para la comunicación e la pantalla LCD con la placa Arduino uno R3, se obtuvo:

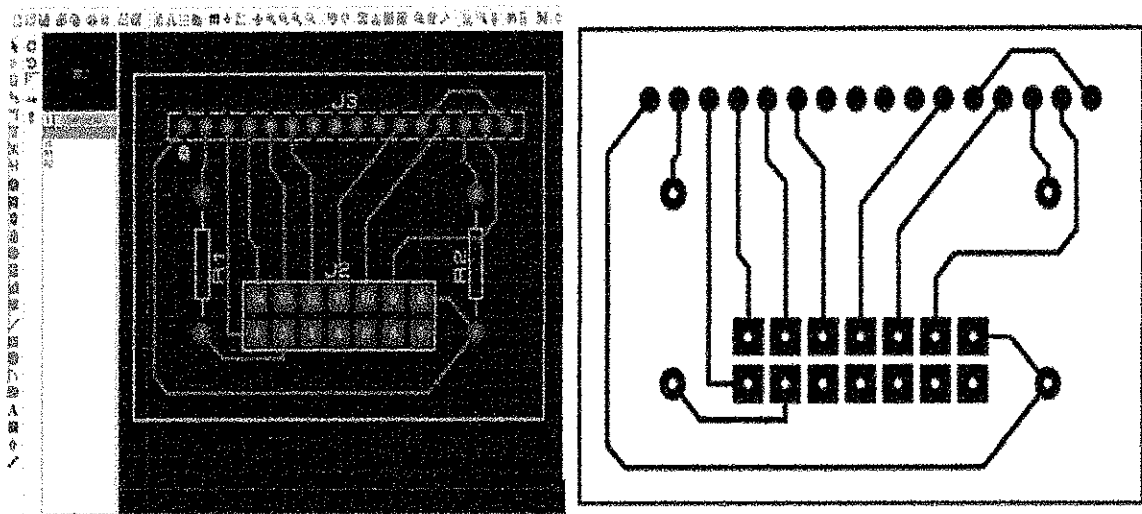


Figura 45. Diseño de la baquelita de la pantalla LCD.
Fuente: Autor

3.2.2. PLACAARDUINO UNO R3.

El Arduino uno R3 es un placa micro controlada, de open hardware por lo que su diseño es de libre distribución y utilización.

La placa ARDUINO UNO está basada en el microcontrolador ATmega328 (Ver *anexo2*), viene lista para usar simplemente se debe conectar la tarjeta al PC por medio del puerto USB o con un adaptador AC/DC, el Arduino uno r3 no requiere de un programador externo y es compatible con los diferentes módulos Arduino permitiendo de forma fácil adaptar comunicación inalámbrica Xbee, comunicación Ethernet, comunicación por medio de redes GSM/GPRS entre otras.

La distribución de pines, tamaño, y demás aspectos estructurales, son los mismos de las tarjetas Shield de Arduino, lo que quiere decir que todos lo accesorios pantallas LCD, tarjeta de control de motores, tarjeta GSM/GPRS, etc, pueden ser utilizados sin ningún problema con la placa Arduino uno r3, ya que es compatible

con las tarjetas Shield diseñadas para dar diferentes potencialidades a la board Arduino.

Dentro de las características principales de la placa ARDUINO UNO R3, se encuentran:

| CARACTERISTICA | DESCRIPCION. |
|----------------------------------|--------------------------------------------------------|
| Microcontrolador | Atmega328 |
| Voltaje de operación | 5V |
| Voltaje de entrada (recomendado) | 7 – 12 V |
| Voltaje de entrada (limite) | 6 – 20 V |
| Pines de E/S digitales | 14 pines digitales de E/S (6 salidas PWM) |
| Pines de entrada analógicos | 6 |
| Corriente DC por pin E/S | 40 Ma |
| Corriente DC para pin 3.3 V | 50 Ma |
| Flash Memory | 32 KB de los cuales 2 KB son usados para el Bootloader |
| SRAM | 2 KB |
| EEPROM | 1 KB |
| Reloj | velocidad máxima de 16 MHz |

Tabla 5. Características Placa ARDUINO UNO R3
Fuente: Autor

3.2.2.1. Programa.

El Arduino uno r3 puede ser programado con el software Arduino. El ATmega328 del Arduino UNO viene con un bootloader pregrabado que te permite subirle nuevo código sin usar un programador hardware externo. La instalación y características del programa se pueden ver anexo2.

Para empezar a programar es fundamental tener una idea clara y concisa sobre que se quiere realizar con el programa.

Para este caso en especial el Arduino Uno R3, se utiliza para el censar el voltaje de entrada de la red eléctrica, el control de la carga del batería de respaldo y finalmente él envió de mensajes de texto cuando exista una falla de tensión en red electica y cuando se restablezca la energía eléctrica en la red.

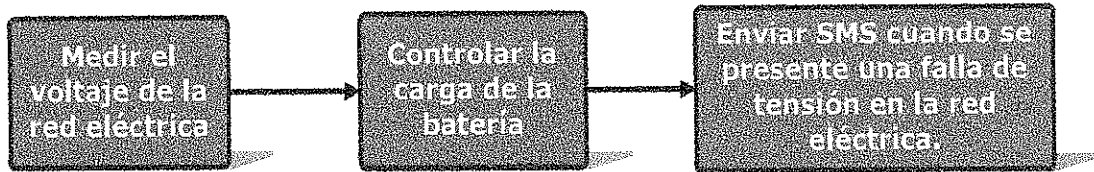


Figura 46. Diagrama de bloques del programa
Fuente: Autor

En la siguiente figura se puede observar el diagrama de flujo que se utilizó para la creación del programa final.

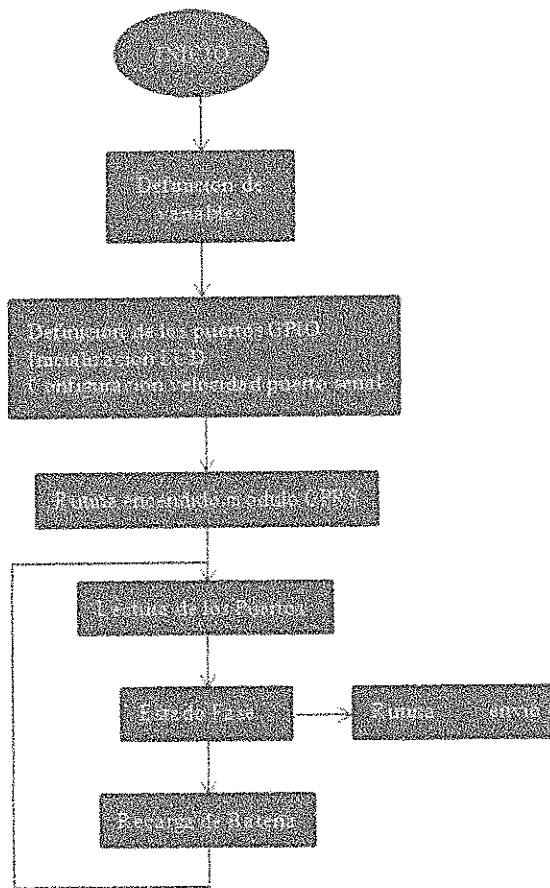
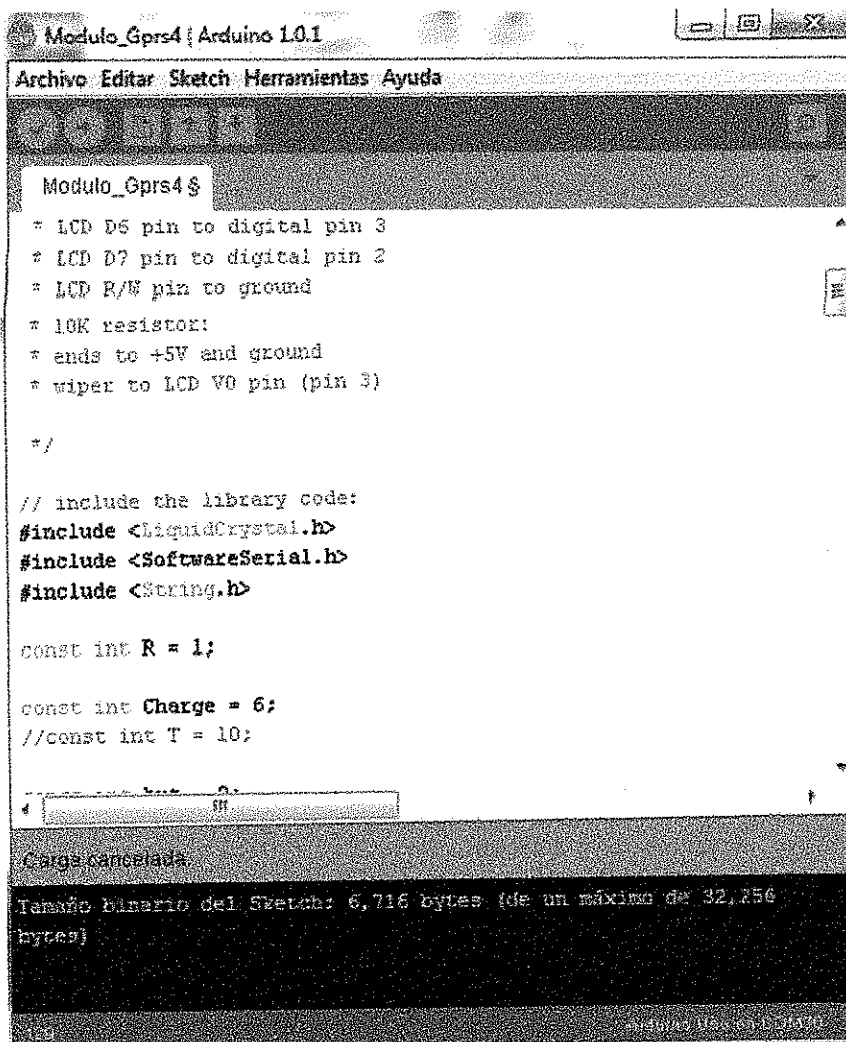


Figura 47. Diagrama de flujo, del programa final
Fuente: Autor

Para observar el programa completo realizado en la plataforma de Arduino ver anexo 3.



```
Modulo_Gprs4 (Arduino 1.0.1)
Archivo Editar Sketch Herramientas Ayuda

Modulo_Gprs4 $
* LCD D6 pin to digital pin 3
* LCD D7 pin to digital pin 2
* LCD R/W pin to ground
* 10K resistor:
* ends to +5V and ground
* wiper to LCD V0 pin (pin 3)

*/

// include the library code:
#include <LiquidCrystal.h>
#include <SoftwareSerial.h>
#include <String.h>

const int R = 1;

const int Charge = 6;
//const int T = 10;

4

Carga cancelada.
Tamaño Binario del Sketch: 6,716 bytes. (de un máximo de 32,256 bytes)
```

Figura 48. Ventana del software Arduino.
Fuente: Autor

3.2.3. Módulo GPRS

La tarjeta Arduino GPRS/GSM Shield incluye todas las piezas necesarias para conectar directamente a Arduino el módulo celular SIM900(Ver anexo3). Esta Shield trabaja en las bandas de 850/900/1800/1900MHz permitiendo añadir fácilmente SMS, GSM /GPRS a Arduino UNO o boards compatibles.

Dentro de las características principales del módulo SIM900 se encuentran:

| ITEM | MINIMO | TIPICO | MAXIMO | UNIDAD |
|----------------------------------|-----------|--------|--------|--------|
| Voltaje | 4.8 | 5.0 | 5.2 | VDC |
| Corriente | / | 50 | 450 | ma |
| Dimensiones con la antena | 110x58x19 | | | Mm |
| Peso neto | 78 | | | Gr |

Tabla 6. Características principales SIM900
Fuente: Autor

3.2.3.1. Conexión con la placa de ARDUINO UNO R3.

La conexión con la placa Arduino uno R3, es muy fácil ya que maneja las mismas dimensiones y tamaño de pines con la tarjeta Arduino GPRS, simplemente se inserta el módulo GPRS encima de la placa Arduino uno R3 como se muestra en la siguiente figura.

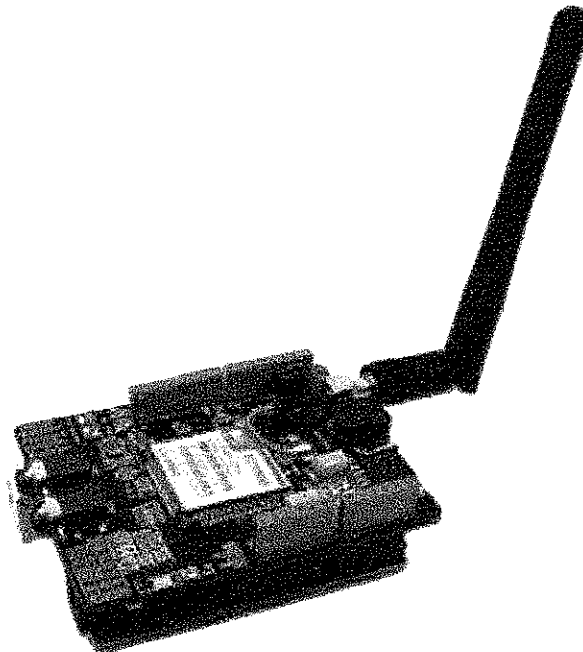


Figura 49. Arduino uno R3 conectado al Shield GPRS

Fuente: http://www.seeedstudio.com/wiki/index.php?title=GPRS_Shield_v0.9b

Es importante tener en cuenta que las siguientes precauciones para el funcionamiento del Shield GPRS:

- La tarjeta SIM que se va a instalar no se encuentre bloqueada.
- El módulo SIM900 que tiene el Shield GPRS de Arduino es compatible con las tarjetas SIM que manejan 1.8 voltios y 3 voltios.
- Proteger el módulo GPRS en las de humedad.
- La antena debe estar bien posicionada, de este modo se asegura un buen éxito de la comunicación.
- Si se desea enviar mensajes de texto, basta con que la tarjeta SIM CARD tenga saldo disponible, pero si lo que se desea es enviar una trama de datos por medio de GPRS se requiere pagar un plan de datos.

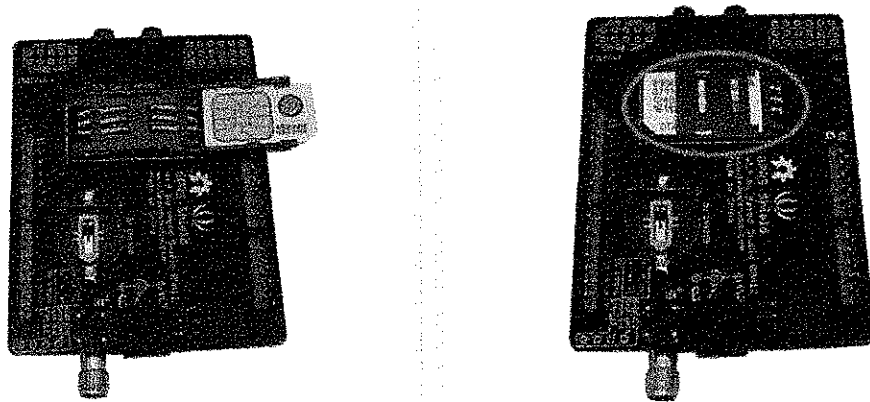


Figura 50. Instalación de la tarjeta SIM

Fuente: http://www.seeedstudio.com/wiki/index.php?title=GPRS_Shield_v0.9b

En la figura 47, se observa cuáles son los pasos a seguir para la debida instalación la tarjeta SIM CARD en el Arduino Shield GPRS.

4. DESCRIPCION DEL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA ACOPLANDO LAS TRES ETAPAS.

Como el objetivo principal del proyecto es realizar un prototipo para el monitoreo para la verificación de baja tensión en línea, utilizando como medio de comunicación la GSM con él envió de mensajes de textos, a un equipo celular. En la siguiente figura se puede observar el diagrama de bloques del acople del sistema, el cual consiste en recibir una señal de voltaje AC de 120 voltios y realizarle el acondicionamiento necesario para que sea una señal DC entre 5 y 12 Voltios, y de esta manera poder ser enviada a la placa Arduino Uno R3, desde este punto se realizaran los programas para la verificación de voltaje de entrada en la

red, el control de la batería de respaldo y el envío de mensajes de texto con ayuda del Arduino Shield GPRS.

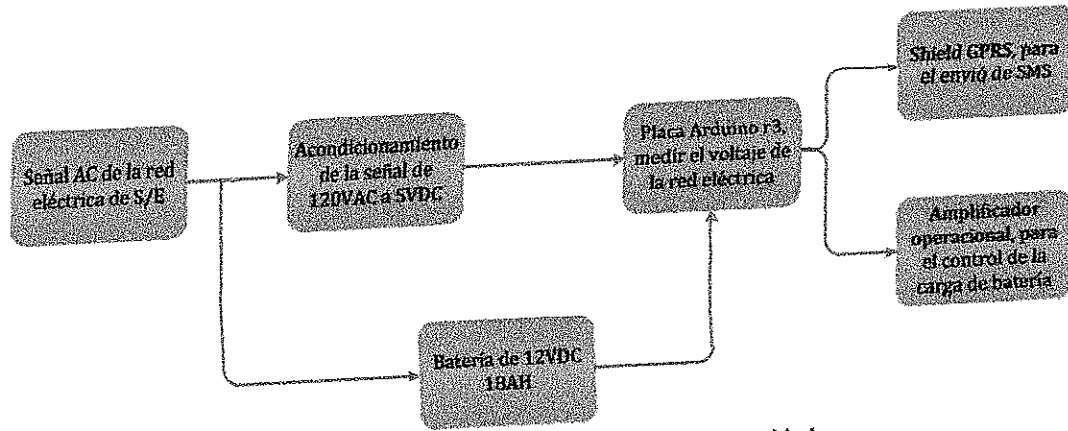


Figura 51. Diagrama de bloques del sistema ensamblado
Fuente: Autor

El circuito que se implento en el sistema es:

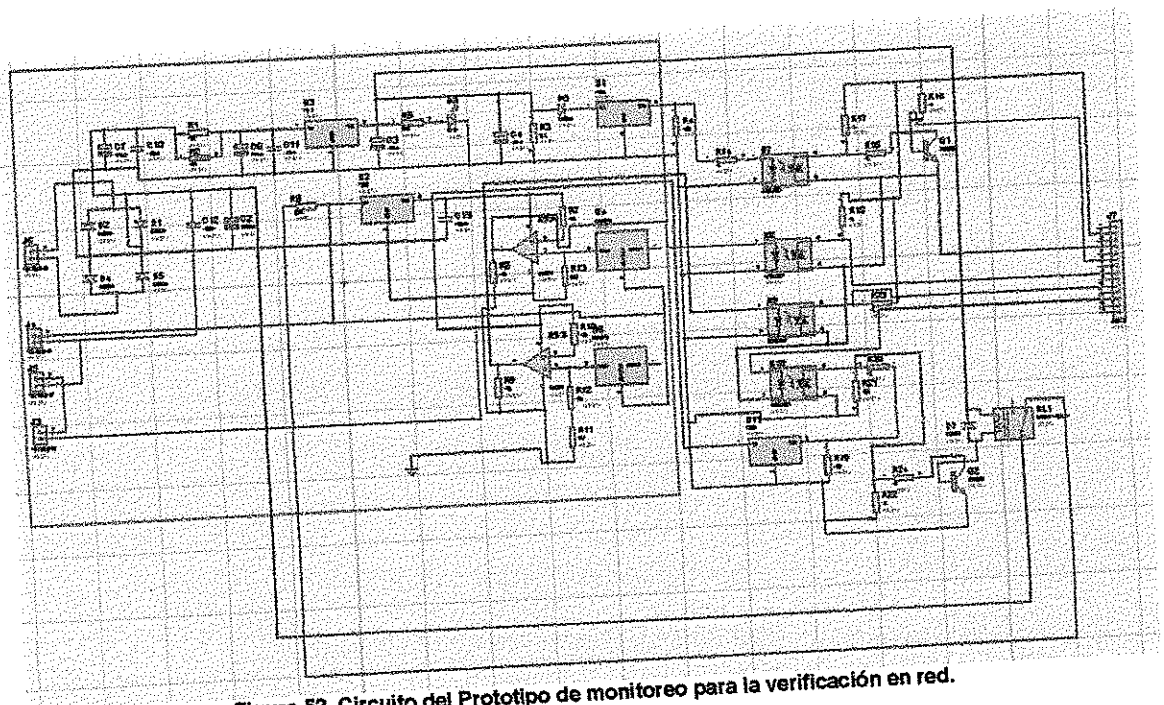


Figura 52. Circuito del Prototipo de monitoreo para la verificación en red.
Fuente: Autor

En el circuito anterior se puede observar un transformador reducto de 120 voltios AC a 12 Voltios, conectado a unos diodos 1N5406 los cuales se encargan de la

rectificación de la señal convirtiéndola en DC. La señal pasa por un opto transistor para así ser entregada a la placa ARDUINO UNO R3. En el circuito también se observa un amplificador operacional comparador el cual tiene la función del control *de la carga de la batería de respaldo.*

A continuación se observa en la figura 50 y 51 el diseño de la placa circuital del sistema final, con el programa ares de proteus y en pdf.

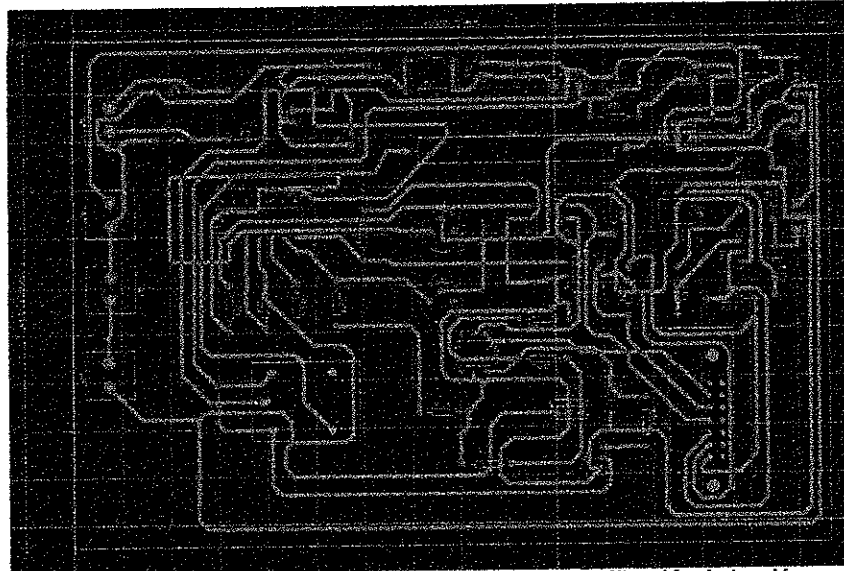


Figura 53. Diseño de la baquelita, para el sistema de verificación de tensión
FUENTE: Autor.

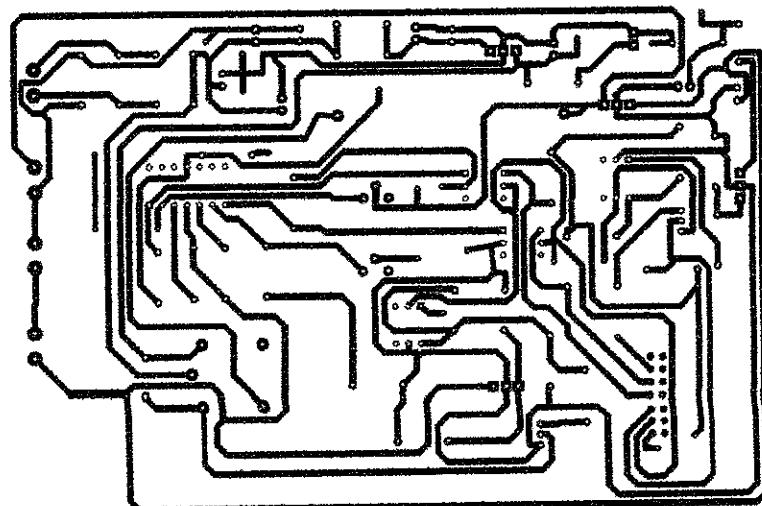


Figura 54. Diseño final de la baquelita para el sistema
FUENTE: Autor

A continuación se puede observar en las figuras 54, 55 y 56 el sistema ya acoplado. La estructura
VISTA FRONTAL.

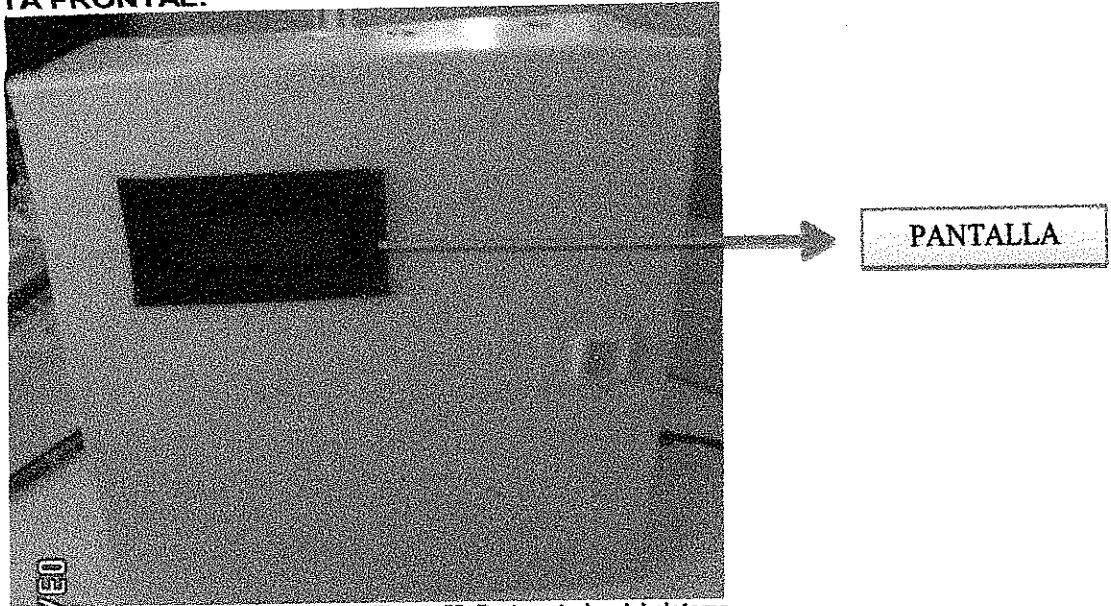


Figura 55. Parte exterior del sistema.
Fuente: Autor

1.1 VISTA LATERAL.

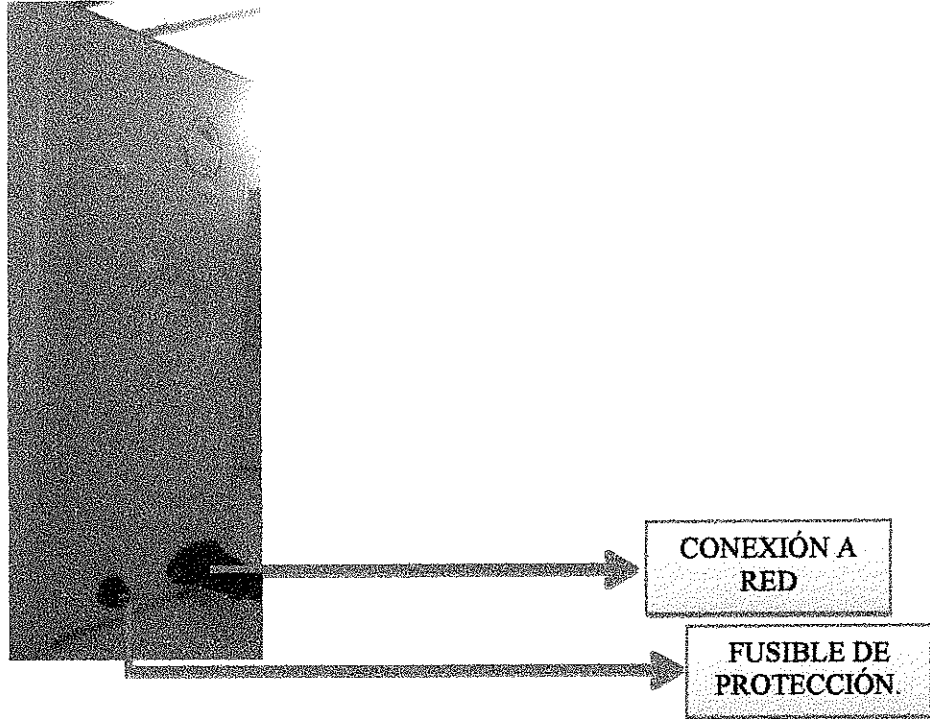


Figura 56. Parte exterior lateral del sistema
Fuente: Autor

VISTA INTERNA

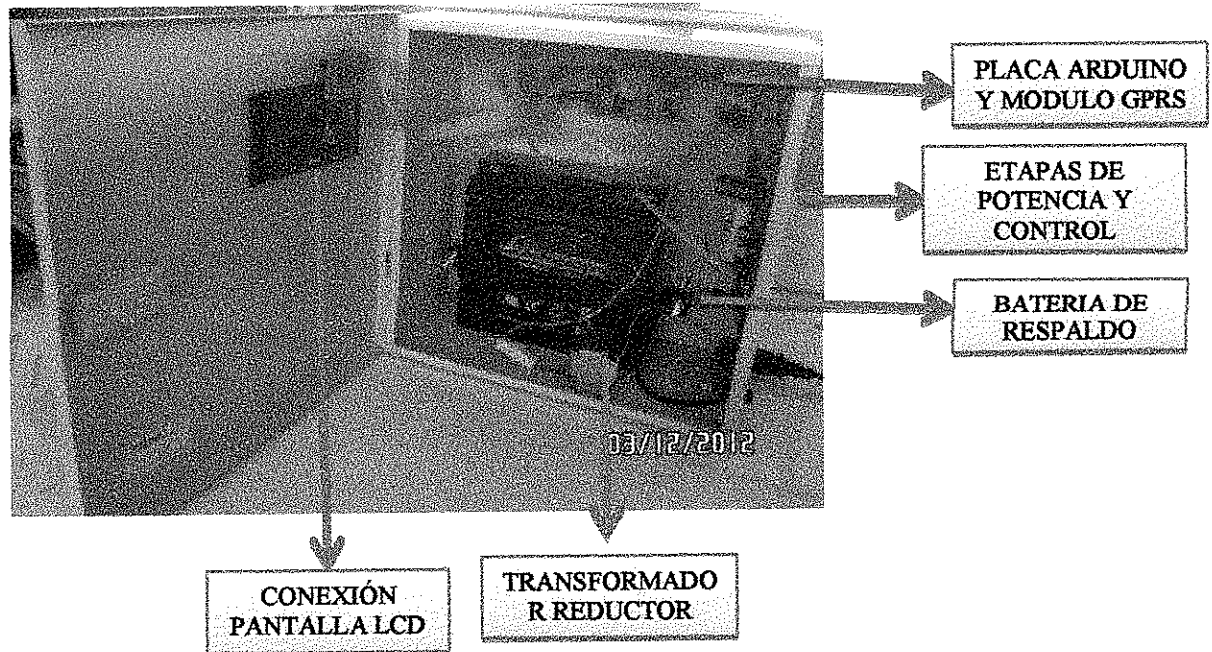


Figura 57. Parte interior lateral del sistema
Fuente: Autor

5. APLICACIONES FUTURAS.

Después del diseño y creación del sistema de monitoreo para la verificación de baja tensión en línea, es preciso hacer un análisis de sus posibilidades de expansión y mejora. De igual manera es de suma importancia la tarea de realizar una aplicación que muestre las capacidades y el potencial del sistema.

La mejor manera de realizar la aplicación es usar un Sistema de Adquisición y Transmisión de Datos por medio de la red GPRS, teniendo en cuenta que el servidor debe poseer la capacidad de utilizar aplicaciones de TCP/IP con las distintas tecnologías web, entre las cuales se encuentran el streaming de video para vigilancia/monitoreo, almacenamiento en línea, contenido dinámico, entre otros, todo esto integrado y visualizado en un sitio web propio con una interfaz de fácil navegación; de este modo ya asegurando la conectividad a internet se está permitiendo el acceso remoto. Esto haría que el sistema fuera más robusto y con mayor aplicabilidad.

6. FACTIBILIDAD Y RECURSOS DISPONIBLES.

6.1. Recursos Humanos.

- MCs. José Ricardo Casallas Gutiérrez (Decano de la Facultad de Ingeniería electrónica de la UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS Tunja – Director del proyecto)
- Es. Carlos Eduardo Gómez Vacca (Director de la oficina del Grupo de Gestión Telemática EBSA S.A E.S.P – Director del Proyecto)
- MCs. Jorge Arturo Mojica (Profesional del Grupo de Gestión Telemática EBSA S.A E.S.P).
- Lizeth Katherine Salazar Piza (Estudiante ingeniería Electrónica UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS - Tunja)

6.2. Recursos Físicos.

- Oficina del Grupo de Gestión Telemática - Empresa de Energía de Boyacá EBSA S.A E.S.P
- Laboratorios e Investigación – UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS Tunja.
- Materiales de medición (Multímetro, Osciloscopio) – UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS Tunja.
- Computador portátil

7. RECURSOS ECONÓMICOS.

Como el presente proyecto tiene como fin: el diseño e implementación de un prototipo para la verificación de baja tensión en línea de la red eléctrica en las subestaciones de la Empresa de Energía de Boyacá EBSA S.A E.S.P, la cual apporto la batería de respaldo a 12 voltios, el módulo GPRS y la pantalla LCD. Y la estudiante de Ingeniería electrónica apporto, el Arduino uno VR3, la caja de protección, y demás dispositivos necesarios para el desarrollo de los circuitos de potencia, control y comunicaciones.

8. PRESUPUESTO.

| CIRCUITO PRINCIPAL | CANTIDAD | PRECIO |
|----------------------------------------------|-----------------|------------------|
| Batería de respaldo a 12 voltios – Yamaha | 1 | \$ 80.000 |
| Transformador reductor 120/12 voltios - 1Amp | 1 | \$ 20.000 |
| Relé a 12 voltios | 2 | \$1.200 |
| Reguladores a 5, 9 y 12 voltios | 1 | \$ 12.000 |
| Condensadores, resistencias y diodos | NA | \$ 27000 |
| Gabinete | 1 | \$70.000 |
| Otros | NA | \$ 10 000 |
| Total | | \$220.200 |

Tabla 7. PRESUPUESTO PARA EL CIRCUITO PRINCIPAL
Fuente autor

| COMINICACIONES | CANTIDAD | PRECIO |
|-----------------------|-----------------|------------------|
| Arduino Uno V R3 | 1 | \$ 70.000 |
| Arduino Shield GPRS | 1 | \$ 184. 359 |
| Pantalla LCD 4 x 20 | 1 | \$29. 999 |
| Tarjeta sim | 1 | \$10000 |
| Otros | NA | \$ 25.000 |
| Total | | \$319.358 |

Tabla 8. Presupuesto etapa de comunicaciones.
Fuente: autor

CONCLUSIONES

La importancia de la ingeniería permite poner a disposición de un mayor número de personas los avances en el desarrollo de sistemas para aplicaciones industriales, con equipos que sean útiles y confiables.

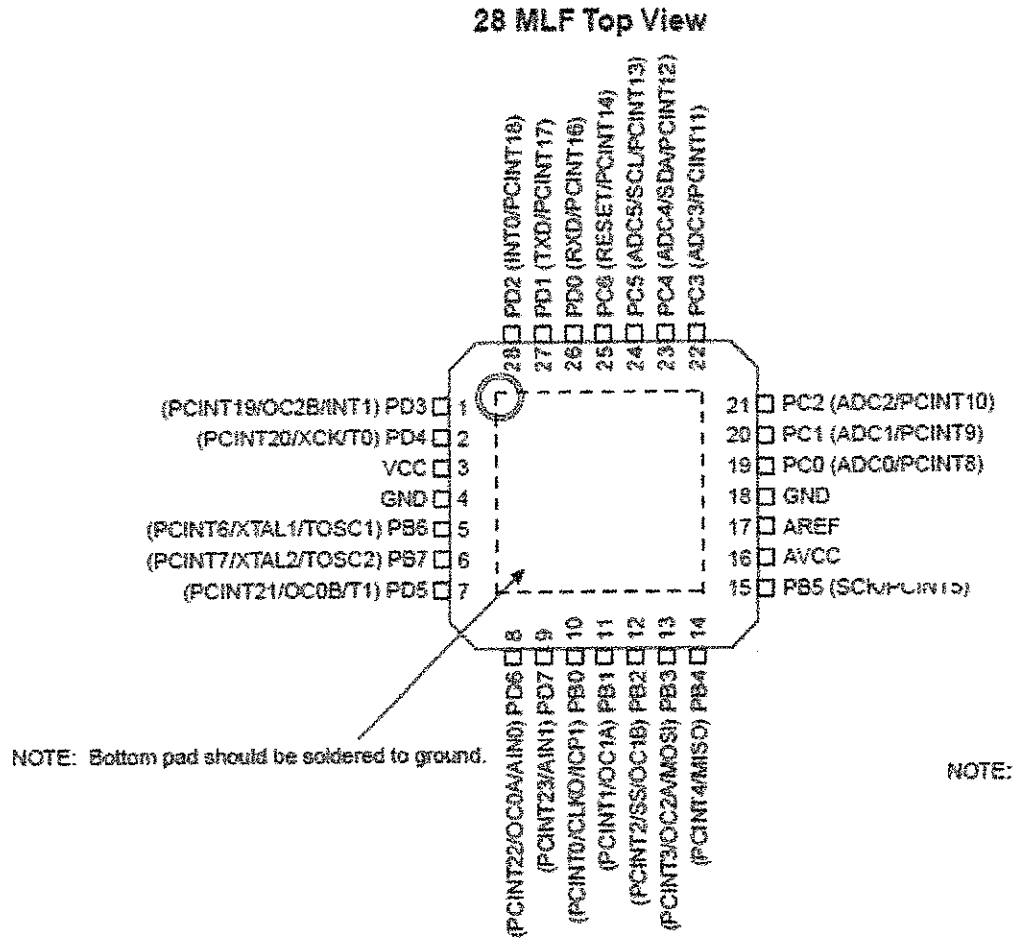
- Se Planteó y diseñó un sistema de monitoreo para la verificación de la línea de baja tensión por medio de comunicación SMS para ser implementado en la Subestación combita de la Empresa de Energía de Boyacá.
- Se Implementó el sistema de comunicaciones a través de módulo Arduino Shield GPRS, por medio de comandos AT, para el envío del servicio de mensajes cortos (SMS), a un teléfono celular ubicado en la oficina de Telemática en la Empresa de Energía de Boyacá E.S.P S.A.
- Se diseñó un documento técnico de referencia del dispositivo, el cual sirvió como base y soporte para el operario, en el cual se encuentra plasmada la información detallada del sistema para el mantenimiento.
- La implementación y puesta en marcha de un sistema de verificación de tensión para las sub estaciones EBSA, le permite a la empresa asegurar mejoras significativas en la calidad del servicio, disminución del gasto por horas- hombre y seguridad y eficiencia en la planta.
- Con el diseño del prototipo para el monitoreo de las sub estaciones de la EBSA se logró un proyecto interdisciplinar, el cual me permitió aplicar mis conocimientos adquiridos en las diferentes áreas vistas en el transcurso de mi carrera.
- Gracias a la plataforma Arduino y su uso en las comunicaciones por medio de comandos AT, se economizaron costos, tiempo y espacio en la implementación del prototipo.

RECOMENDACIONES Y TRABAJO FUTURO

- Para darle un mayor provecho al sistema de verificación de baja tensión en línea se hace la sugerencia de darle una dirección IP y MAC para poder ser monitoreado remotamente por medio de un Software.

ANEXO 2. Microcontrolador ATmega328

- Configuración de pines:



ANEXO 3. Programa realizado en la plataforma Arduino r3

```
// Inicializacion de Constantes
const int R = 1;
const int CompH = 6;
const int CompL = 10;
const int Rele = 13;

// Inicializacion de variables

int Rs=0;
int ContIn=0;
int estadoR=0;
int CompHs=0;
int CompLs=0;
int CicloDes=0;

// initialize the library with the numbers of the interface pins
LiquidCrystal lcd(12, 11, 5, 4, 3, 2);

SoftwareSerial mySerial(7, 8);

void setup() {

  // set up the LCD's number of columns and rows:
  pinMode(R, INPUT);    // se configura como entrada
  pinMode(CompH, INPUT);
  pinMode(CompL, INPUT);
  pinMode(Rele, OUTPUT);

  // Print a message to the LCD.
  lcd.begin(20, 4);
  lcd.print("MONITOREO GPRS EBSA ");
  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print("R");

  lcd.setCursor(0, 2);
  lcd.print("BAT");
  digitalWrite(Rele, HIGH);           // Logica inversa BATERÍA CARGANDO
  lcd.setCursor(4,2);
  lcd.print("CARG");

  mySerial.begin(19200);           // the GPRS baud rate
  Serial.begin(19200);           // the GPRS baud rate
  delay(500);

  CicloDes=0;
```

```

powerUpOrDown();

ContIn=1;

delay(18000);

}

// Rutina de encendido del modulo GPRS Shield
void powerUpOrDown()
{
  pinMode(9, OUTPUT);
  digitalWrite(9,LOW);
  delay(1000);
  digitalWrite(9,HIGH);
  delay(2000);
  digitalWrite(9,LOW);
  delay(3000);

void loop() {

  Rs = digitalRead(R);

  if (Rs==HIGH) { // FASE R Logica inversa
    lcd.print("ON");

  }
  else {
    lcd.setCursor(2,1);
    lcd.print("><");
    lcd.setCursor(4,2);
    lcd.print("DESC");
    digitalWrite(Rele, LOW);
  }

  /////
  CompHs = digitalRead(CompH);
  CompLs = digitalRead(CompL);

  if (CompHs==HIGH) {

    CicloDes=1;
  }

  if (CompLs==LOW) {

    CicloDes=0;
  }
}

```

```

}

if (CompHs==LOW && Rs==HIGH && CicloDes==0) { // Estado de carga
batería

digitalWrite(Rele, LOW); // Logica inversa BATERÍA CARGANDO
lcd.setCursor(4,2);
lcd.print("CARG");

if (CompHs==HIGH) {

digitalWrite(Rele, HIGH); // Logica inversa BATERÍA CARGANDO
lcd.setCursor(4,2);
lcd.print("DESC");
}

if (CompLs==HIGH && Rs==HIGH && CicloDes==1) { // Estado de carga
batería

digitalWrite(Rele, HIGH); // Logica inversa BATERÍA CARGANDO
lcd.setCursor(4,2);
lcd.print("DESC");

}

if (ContIn==1) {

SendTextMessage();

}

if (estadoR != Rs) {

SendTextMessage();

}

///SendTextMessage()
///this function is to send a sms message
void SendTextMessage()
{

if (Rs==HIGH){

mySerial.print("AT+CMGF=1\r"); //Because we want to send the SMS in text mode
delay(100);
mySerial.println("AT + CMGS = \"+3115287137\"); //send sms message, be careful need to add a
country code before the cellphone number
}
}

```

```

delay(100);
  mySerial.println("La S/E EBSA se encuentra activa, MENSAJE DE PRUEBA GPRS");//the
content of the message
delay(100);
  mySerial.println((char)26);//the ASCII code of the ctrl+z is 26
  delay(100);
  mySerial.println();

}

else {

  mySerial.print("AT+CMGF=1\r"); //Because we want to send the SMS in text mode
  delay(100);
  mySerial.println("AT + CMGS = \"+573115287137\"");//send sms message, be careful need to
add a country code before the cellphone number
  delay(100);
  mySerial.println("La S/E EBSA se encuentra desactivada, MENSAJE DE PRUEBA GPRS");//the
content of the message
  delay(100);
  mySerial.println((char)26);//the ASCII code of the ctrl+z is 26
  delay(100);
  mySerial.println();

  lcd.setCursor(4,2);
  lcd.print("DESC");
}

lcd.setCursor(5,3);
lcd.print("ENVIANDO SMS");

delay(4000);

lcd.setCursor(0,3);
lcd.print("          ");

ContIn = 0;
estadoR = Rs;

lcd.begin(20, 4);
  lcd.print("MONITOREO GPRS EBSA ");
  lcd.setCursor(4, 1);
  lcd.print("          ");
  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print("R");

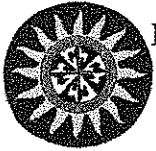
```

```
    lcd.setCursor(0, 2);  
    lcd.print("BAT");  
    lcd.setCursor(9, 2);  
    lcd.print(" ");  
    digitalWrite(Relay, HIGH); // Logica inversa BATERÍA CARGANDO  
    lcd.setCursor(4,2);  
    lcd.print("CARG");  
}
```

REFERENCIAS

1. Reseña Histórica Empresa de Energía de Boyacá EBSA S.A E.S. [Online]
<http://www.ebsa.com.co/wps/portal/Portal%20en%20Español/Nuestra%20Empresa/Perfil>
2. *Historia de las comunicaciones inalámbrica* [Online]
<http://neutron.ing.ucv.ve/revista-e/No2/maurim.html>
3. Grupo de Telecomunicaciones Rurales Pontificia Universidad Católica del Perú, "REDES INALAMBRICAS PARA ZONAS RURALES", Primera Edición, Lima enero 2008.
4. SOFTWARE PRTG NETWORK [Online]
<http://es.scribd.com/doc/24548854/Manejo-de-Prtg-Network-Monitor>
5. Placa Arduino [Online]
<http://Arduino.cc/es/Guide/Introduction>
6. Shield GPRS para Arduino [Online]
<http://www.seeed>
7. Red GSM [Online]
<http://www.eumed.net/rev/tlatemoani/07/rhck.html>
8. Servicios de la red GSM
[Online]http://banners.noticiasdot.com/termometro/boletines/docs/consultoras/havet/2002/havet_gprs_011106.pdf
9. GPRS
Havet Interactive S.A, "GPRS: LA NUEVA GENERACIÓN DE TELEFONÍA MÓVIL", 2001
10. Martha Elizabeth Alulema Quitaquis, "Estudio de la comunicación con comandos At y microcontroladores caso practico implementación de un prototipo sistema de gestión de alarma para viviendas con monitoreo mediante telefonía celular", Ramba Ecuador 2010

11. Baterías de plomo [Online]
http://www.artecingenieria.com/pdf/guias_megger/GuiaTecnica_pruebadebaterias.pdf
12. Mantenimiento Predictivo, preventivo y correctivo
[Online]<http://es.scribd.com/doc/18358130/Libro-de-Mantenimiento-Industrial>
13. Mantenimiento predictivo
[online]http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lim/alarcon_g_jm/capitulo3.pdf
14. Protecciones IP [Online]
http://www.tec-mex.com.mx/material/IP_Y_NEMA.pdf



DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE MONITOREO, PARA LA VERIFICACIÓN DE BAJA TENSIÓN EN LÍNEA, PARA SUBESTACIÓN EBSA, POR MEDIO DE COMUNICACIÓN SMS

Salazar Piza Lizeth Katherine

Universidad Santo Tomás de Aquino- Tunja

Lizethsalazar_13@hotmail.com

Abstract— This document present a brief description of the development of practice on Company the Energy the Boyacá EBSA S.A E.S.P whit the project titled desing and implementation of a prototype for monitoring low voltage check online.

I. INTRODUCCIÓN.

La empresa de energía de Boyacá es una empresa de origen público que en los últimos meses fue vendida a una asociación de entidades privadas la cual busca aumentar su productividad generando una mayor calidad de servicio y procurando el bienestar de sus empleados. A nivel Boyacá es una de las más grandes empresas y a nivel Colombia es una de las empresas generadoras y comercializadoras de energía más rentables y con mejor posicionamiento del sector, puesto que el nivel de seguridad, tecnología y demás procesos que intervienen en el funcionamiento de la empresa es muy alto, además está en pleno desarrollo con certificaciones en temas tan importantes como seguridad en alturas y aseguramiento de la calidad de los procesos administrativos.

La EBSA (Empresa de Energía de Boyacá) es una empresa que atiende a 361.302 clientes, de los cuales 209.433 son urbanos y 151.869 son rurales, repartidos en 8 zonas operativas: Centro, Tundama, Sugamuxi, Occidente, Oriente, Norte, Ricaurte y Puerto Boyacá, para mantener una buena calidad de servicio la empresa tiene un monitoreo constante de cada subestación buscando que en caso de presentar un fallo de energía eléctrica en alguna zona o más específicamente en un sector este sea inmediatamente reportado al CCI (centro de control Integra) ubicado en Sogamoso y este a su vez reporte a la cuadrilla encargada del sector para realizar la reparación del fallo en el menor tiempo posible. Es por este motivo que se propone diseñar e implementar un dispositivo, el cual emita alarmas automáticas ante anomalías relacionadas con el diagnóstico de fallos en el suministro de energía eléctrica en las subestaciones. La información se presentaría de forma centralizada en un punto estratégico, transmitiendo los datos de la red eléctrica mediante un mensaje de texto a un

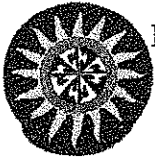
teléfono celular; la detección temprana de estos eventos van a ayudar al equipo del Grupo de Gestión Telemática de la empresa de energía de Boyacá a la planificación más eficiente de las tareas de prevención y mantenimiento, evitando daños irreversibles, alargando la vida útil de todos los componentes y sobre todo aumentando la calidad de prestación del servicio a millones de personas.

II. JUSTIFICACION.

La Empresa de Energía de Boyacá S.A E.S.P posee un sistema de monitoreo SCADA (Control de Supervisión y Adquisición de Datos), basado en computadores que permite supervisar y controlar variables de proceso a distancia, proporcionando comunicación con la mayoría de los dispositivos de campo y controlando el proceso de forma automática por medio de un software especializado, sin embargo existen muchos equipos los cuales no ingresan a esta red para ser monitoreados debido a la falta de puertos necesarios para conectarlos a esta, ya que en estos sitios remotos no se encuentran RTU (Unidad de Terminal Remota), por lo cual muchas veces se ve la necesidad, de que, una cuadrilla de mantenimiento se desplace hasta estos lugares sin poder acceder a la información en tiempo real para prevenir posibles daños o actuar ante estos de manera inmediata.

Para el grupo de Gestión de Telemática de la Empresa de Energía de Boyacá S.A E.S.P, es de gran importancia mantenerse informado de la situación de la red de comunicaciones en tiempo real, esto lo logran por medio del software PRTG, pero cuando se presentan fallas en la red Inalámbrica industrial de la EBSA, el grupo de gestión de telemática, no está seguro de que dicha falla es por energía eléctrica o comunicaciones (radios, antenas. Switches), hasta que una cuadrilla de mantenimiento se desplace hasta dicho punto y de constancia de esto. Por este motivo un sistema de monitoreo de tensión de línea es una gran solución para este tipo de problema, ahorrando tiempo y dinero en el desplazamiento de una cuadrilla.

Al implementar un dispositivo que permita estar informado en tiempo real del estado de energía



DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE MONITOREO, PARA LA VERIFICACIÓN DE BAJA TENSIÓN EN LÍNEA, PARA SUBESTACIÓN EBSA, POR MEDIO DE COMUNICACIÓN SMS

Salazar Piza Lizeth Katherine
Universidad Santo Tomás de Aquino- Tunja
Lizethsalazar_13@hotmail.com

eléctrica de las subestaciones, asegura tanto al Grupo de Gestión Telemática como al CCI (Centro de Control Integral), cual es el tipo de mantenimiento que se debe seguir.

III. OBJETIVOS

A. Objetivo General.

Diseñar e implementar de un prototipo de monitoreo para la verificación de baja tensión en línea para subestación combita de la Empresa de Energía de Boyacá S.A. E.S.P., utilizando comunicación SMS.

B. Objetivos Específicos.

- Diseñar un sistema de monitoreo para la verificación de baja tensión en línea, utilizando la comunicación SMS.
- Construir un sistema de monitoreo para la verificación de baja tensión en línea, para ser implementado en la Subestación combita de la Empresa de Energía de Boyacá.
- Implementar un sistema de comunicaciones a través de módulo arduino Shield GPRS, por medio de comandos AT.
- Realizar un documento técnico de referencia del dispositivo, el cual sirva como soporte para el operario, en donde se encuentre información detallada del sistema para el mantenimiento.

IV. MARCO TEORICO.

A. Empresa de Energía de Boyacá S.A E.S.P

La Empresa de Energía de Boyacá S.A E.S.P., EBSA, es una empresa de servicios públicos mixta, sometida al régimen general de las empresas de servicios públicos y a las normas E.S.P especiales que rigen el sector eléctrico, con cincuenta y seis años de historia en Boyacá, la EBSA es catalogada como una de las empresas más importantes de la región. Desde 1954 la EBSA contribuye al desarrollo de la región, comercializando energía, liderando proyectos eléctricos, creando valor en su gestión, para responder con servicio al entorno al que se debe su existencia. [1].

B. Monitoreo de red.

Se puede definir al monitoreo de redes como el análisis detallado que surge a partir del estudio sobre la red supervisada y que proporciona un conocimiento sobre su funcionamiento y en caso de presentarse un error dar acción inmediata para su solución y restablecimiento de la red.

El monitoreo se encuentra muy ligado con el concepto de inteligencia competitiva la cual se define como: "el conocimiento generado a partir del análisis resultante de la integración de información sobre el entorno de la organización". En base a este conocimiento, se pueden realizar acciones específicas en el caso en que una red presente algún tipo de problema, en este caso el monitoreo además de realizar el análisis detallado de la red, también se realizan acciones de supervisión y de reacción ante cualquier imprevisto. [2]

El monitoreo de una red de comunicación se utiliza para diagnosticar problemas y recopilar estadísticas por parte del administrador para posteriormente realizarle los ajustes necesarios a dicha red.

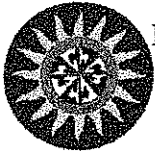
Dentro de una red, se monitorea:

- Servicios y sistemas (disponible, alcanzable)
- Recursos (Planificación de expansión, mantener disponibilidad)
- Rendimiento (tiempo de ida y vuelta (rtt), banda ancha)
- Cambios y configuraciones (Documentación, control de revisión, registro de datos)

C. Arduino.

Arduino es una plataforma de hardware y software libre, fue desarrollada en el 2005 por dos italianos, basada en una placa con un microcontrolador y un entorno de desarrollo, diseñada para facilitar el uso de la electrónica en proyectos multidisciplinarios.

El hardware consiste en una placa con un microcontrolador Atmel AVR y puertos de entrada/salida. Los micro controladores más usados son el Atmega168, Atmega328, Atmega1280, ATmega8 por su sencillez y bajo coste que permiten el desarrollo de múltiples



DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE MONITOREO, PARA LA VERIFICACIÓN DE BAJA TENSIÓN EN LÍNEA, PARA SUBESTACIÓN EBSA, POR MEDIO DE COMUNICACIÓN SMS

Salazar Piza Lizeth Katherine
Universidad Santo Tomás de Aquino- Tunja
Lizethsalazar_13@hotmail.com

diseños. Por otro lado el software consiste en un entorno de desarrollo que implementa el lenguaje de programación Processing/Wiring y el cargador de arranque (boot loader) que corre en la placa.

Arduino se puede utilizar para desarrollar objetos *interactivos autónomos o puede ser conectado a software del ordenador (por ejemplo: Macromedia Flash, Processing, Max/MSP, Pure Data)*. Las placas se pueden montar a mano o adquirirse. El entorno de desarrollo integrado libre se puede descargar gratuitamente. [3].

Al ser open-hardware, tanto su diseño como su distribución son libres. Es decir, puede utilizarse libremente para el desarrollo de cualquier tipo de proyecto sin haber adquirido ninguna licencia.

D. Arduino uno versión R3

La placa Arduino Uno R3 utiliza un ATmega16U2 que permite velocidades de transferencia más rápidas y más memoria a comparación de versiones anteriores.

El arduino R3 no necesita drivers para Linux o Mac (para Windows, se incluyen en el IDE de Arduino) y la posibilidad de que el Arduino Uno se configure como un teclado, ratón, joystick, etc. El Arduino Uno R3 también añade los pines SDA y SCL junto al pin AREF. Además, hay dos pines nuevos situados cerca del pin RESET. Uno de ellos es el IOREF que le permite a los Shields adaptarse al voltaje del Arduino. Los otros pines no están conectados y se reservan para usos futuros. El Arduino Uno R3 trabaja con todas las protecciones existentes, pero se puede adaptar a nuevos shields que utilizan estos pines adicionales.

Arduino es una plataforma open-source de computación física basada en una sencilla placa I/O y un entorno de desarrollo que implementa el lenguaje Processing / Wiring. Arduino puede ser usado para desarrollar objetos autónomos interactivos o puede ser conectado a un software en tu computador (por ejemplo, Flash, Processing, MaxMSP). El IDE está en fuente abierta y se pueden descargar de forma gratuita (en la actualidad para Mac OS X, Windows y Linux).

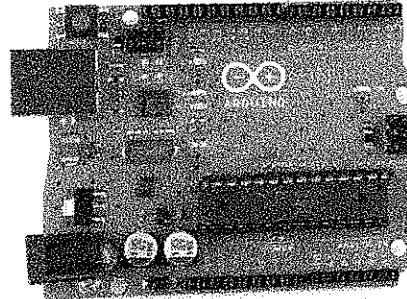


Fig. 1. Placa Arduino Uno versión R3.

Las características generales de la placa Arduino versión R3, se pueden observar en la siguiente tabla:

TABLA I
CARACTERÍSTICAS GENERALES
DE LA PLACA ARDUINO VERSION R3.

| CARACTERÍSTICA | DESCRIPCIÓN. |
|----------------------------------|--------------------------------------------------------|
| Microcontrolador | Atmega328 |
| Voltaje de operación | 5V |
| Voltaje de entrada (recomendado) | 7 - 12 V |
| Voltaje de entrada (límite) | 6 - 20 V |
| Pines de E/S digitales | 14 pines digitales de E/S (6 salidas PWM) |
| Pines de entrada analógicos | 6 |
| Corriente DC por pin E/S | 40 Ma |
| Corriente DC para pin 3.3 V | 50 Ma |
| Flash Memory | 32 KB de los cuales 2 KB son usados para el Bootloader |
| SRAM | 2 KB |
| EEPROM | 1 KB |
| Reloj | velocidad máxima de 16 MHz |

E. Arduino Shield GPRS.

El arduino GPRS shield ofrece una manera de utilizar la red GSM de telefonía para recibir datos desde una ubicación remota. Este accesorio para arduino permite lograr esto por medio de cualquiera de los siguientes tres métodos:

- Servicio de mensajes cortos
- Audio
- El servicio GPRS

El GPRS shield es compatible con todas las tarjetas que tienen la misma forma (y patillas) como un estándar de placa Arduino. El GPRS shield se configura y controla a través de su UART usando simples comandos AT. Basado en



DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE MONITOREO, PARA LA VERIFICACIÓN DE BAJA TENSIÓN EN LÍNEA, PARA SUBESTACIÓN EBSA, POR MEDIO DE COMUNICACIÓN SMS

Salazar Piza Lizeth Katherine
Universidad Santo Tomás de Aquino- Tunja
Lizethsalazar_13@hotmail.com

el módulo de SIM900 SIMCOM, el arduino GPRS shield es como un teléfono celular. Además de las funciones de comunicación, el GPRS shield tiene 12 GPIO (pines de propósito general), 2 pines para PWMs y un ADC. [4]

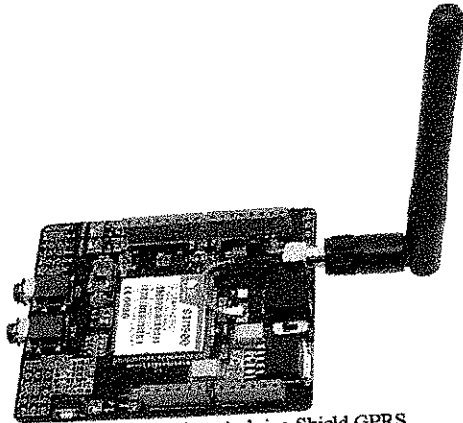


Fig.2. Placa Arduino Shield GPRS.

Características.

- Basado en el módulo de SIM900 Simcom
- Quad-Band 850/900/1800/1900 MHz, funciona en redes GSM
- Control via comandos AT (GSM 07.07 ,07.05 and SIMCOM enhanced AT Commands)
- Tiene el servicio de mensajes cortos SMS
- Si se instala una SIM CARD con paquete de datos, se puede acceder a las ventajas de la comunicación GPRS
- Maneja protocolos TCP / UDP, permitiendo cargar datos en un servidor web.
- Tiene entradas de Altavoz y auriculares permitiendo enviar señales DTMF o reproducir la grabación, como un contestador automático.
- Bajo consumo de corriente: 1.5mA (modo de ahorro)
- Temperatura de operación: -40°C a +85 °C

F. GPRS.

El GPRS, estándar introducido por ETSI, es un sistema que viene a complementar al GSM, permitiendo un mejor aprovechamiento de los recursos. El concepto principal que rige GPRS y que lo diferencia de GSM es la orientación a la conmutación de paquetes frente a la conmutación de circuitos. [5]

G. COMANDOS AT

Los comandos AT (attention command) son instrucciones codificadas que conforman un lenguaje de comunicación entre hombre y terminal (MODEM).

Los comandos AT son cadenas de caracteres ASCII que comienzan con AT y terminan con un retorno de carro (ASCII 13). Cada vez que el MODEM recibe un comando este lo procesa y emita su respuesta dependiendo como se lo haya configurado MODEM. [6]

H. SMS Y COMANDOS AT.

Muchos equipos móviles y receptores satelitales soportan el envío y la recepción de SMS usando una versión extendida del set de comandos Hayes (mejor conocidos comandos AT). La conexión entre el equipo terminal y el transceiver (que puede ser un computador) puede ser usado un cable serial, Bluetooth, Infrarrojos, etc. Los comandos AT más comunes para este tipo de aplicaciones incluyen: AT+CMGS (envío de mensajes), AT+CMSS (enviar mensajes desde la memoria), AT+CMGL (enlistar los mensajes) y AT+CMGR (leer mensaje). La sintaxis y estructura de estos y más comandos es analizada con detenimiento en un capítulo posterior.

V. DISEÑO Y CONSTRUCCION DEL PROTOTIPO.

La idea de desarrollar un prototipo para la verificación de baja tensión en línea de la red eléctrica, nació de los resultados arrojados por el monitoreo diario que se realizaba a la red Industrial (WiFi) de la Empresa de Energía de Boyacá EBSA S.A E.S.P, dentro de la oficina del Grupo de Gestión de Telemática; ya que en la mayoría de los casos cuando se presentaba una falla en un nodo de la red no se tenía la certeza de la causa de dicha falla, teniendo que invertir mucho tiempo para poder determinar esta causa y las consecuencias que generaban dicho problema. Por este motivo se pensó en diseñar un prototipo que en el menor tiempo posible pueda detectar cuando se presentara una falla de suministro de energía eléctrica en una Sub estación.



DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE MONITOREO, PARA LA VERIFICACIÓN DE BAJA TENSIÓN EN LÍNEA, PARA SUBESTACIÓN EBSA, POR MEDIO DE COMUNICACIÓN SMS

Salazar Piza Lizeth Katherine
Universidad Santo Tomás de Aquino-Tunja
Lizethsalazar_13@hotmail.com

Para el Diseño e implementación de un sistema de verificación de baja tensión en línea, se hizo necesario el desarrollo de tres etapas, como se ven a continuación.

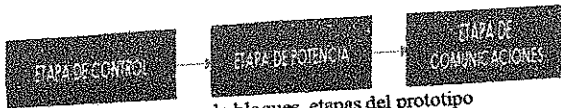


Fig.3. Diagrama de bloques, etapas del prototipo

- En la etapa de control se encuentra, un opto transistor, circuito de carga de la batería de respaldo y la plataforma de programación Arduino.
- La segunda etapa, es la de potencia en la cual se encontrara una fuente que reduce 120 voltios AC a 9 voltios DC.
- Por ultimo encontramos la etapa de comunicación, que como su nombre lo indica estará encargado cargo de la comunicación entre el sistema y el centro de control Integra y/o la oficina del Grupo de Gestión Telemática.

Como se observa en la siguiente figura:

Fig.4 Diagrama de bloques del sistema ensamblado

Este prototipo inicialmente estará ubicado en la Subestación combita de la Empresa de energía de Boyacá S.A E.S.P, ya que es una de las subestaciones que más intermitencias presenta dentro de la red WIFI.

Para el desarrollo del sistema se tuvo en cuenta, en primer lugar que el sistema a realizar un monitoreo a una línea de tensión monofásica de 120V AC, teniendo en cuenta que la variable a supervisar es el voltaje en la red eléctrica. Y por otro lado cuando el sistema detecte la caída de tensión en la red eléctrica envíe una alarma por

medio de un mensaje de texto (SMS), a un celular que se encuentre ubicado en el Centro de Control Integra o en la Oficina del Grupo de Gestión Telemática de la Empresa de Energía de Boyacá EBSA S.A. E.S.P.

El circuito que se implento en el sistema es:

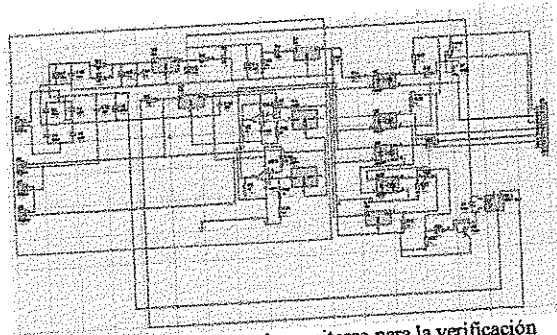


Fig.5. Circuito del Prototipo de monitoreo para la verificación en red.

En el circuito anterior se puede observar un transformador reductor de 120 voltios AC a 12 Voltios, conectado a unos diodos 1N5406 los cuales se encargan de la rectificación de la señal convirtiéndola en DC. La señal pasa por un opto transistor para así ser entregada a la placa ARDUINO UNO R3. En el circuito también se observa un amplificador operacional comparador el cual tiene la función del control de la carga de la batería de respaldo.

A. Programa.

El Arduino uno r3 puede ser programado con el software Arduino. El ATmega328 del Arduino UNO viene con un bootloader pregrabado que permite subirle nuevo código sin usar un programador hardware externo.

Para empezar a programar es fundamental tener una idea clara y concisa sobre que se quiere realizar con el programa.

Para este caso en especial el Arduino Uno R3, se utiliza para el censar el voltaje de entrada de la red eléctrica, el control de la carga del batería de respaldo y finalmente él envió de mensajes de



DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE MONITOREO, PARA LA VERIFICACIÓN DE BAJA TENSIÓN EN LÍNEA, PARA SUBESTACIÓN EBSA, POR MEDIO DE COMUNICACIÓN SMS

Salazar Piza Lizeth Katherine
Universidad Santo Tomás de Aquino- Tunja
Lizethsalazar_13@hotmail.com

texto cuando exista una falla de tensión en red eléctrica y cuando se restablezca la energía eléctrica en la red.

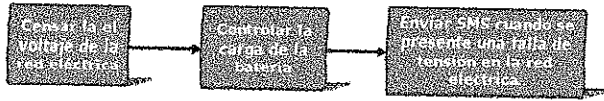


Fig.6. Diagrama de bloques del programa

VI. APLICACIONES FUTURAS.

Después del diseño y creación del sistema de monitoreo para la verificación de baja tensión en línea, es preciso hacer un análisis de sus posibilidades de expansión y mejora. De igual manera es de suma importancia la tarea de realizar una aplicación que muestre las capacidades y el potencial del sistema.

La mejor manera de realizar la aplicación es usar un Sistema de Adquisición y Transmisión de Datos por medio de la red GPRS, teniendo en cuenta que el servidor debe poseer la capacidad de utilizar aplicaciones de TCP/IP con las distintas tecnologías web, entre los cuales se encuentran el streaming de video para vigilancia/monitoreo, almacenamiento en línea, contenido dinámico, entre otros, todo esto integrado y visualizado en un sitio web propio con una interfaz de fácil navegación; de este modo ya asegurando la conectividad a internet se está permitiendo el acceso remoto. Esto haría que el sistema fuere más robusto y con mayor aplicabilidad.

VII. CONCLUSIONES.

- La importancia de la ingeniería permite poner a disposición de un mayor número de personas los avances en el desarrollo de sistemas para aplicaciones industriales, con equipos que sean útiles y confiables.
- La implementación y puesta en marcha de un sistema de verificación de tensión para las sub

estaciones EBSA, le permite a la empresa asegurar mejoras significativas en la calidad del servicio, disminución del gasto por horas-hombre y seguridad y eficiencia en la planta.

- Con el diseño del prototipo para el monitoreo de las sub estaciones de la EBSA se logró un proyecto interdisciplinar, el cual me permitió aplicar mis conocimientos adquiridos en las diferentes áreas vistas en el transcurso de mi carrera.
- Gracias a la plataforma Arduino y su uso en las comunicaciones por medio de comandos AT, se economizaron costos, tiempo y espacio en la implementación del prototipo.
- Se diseñó un documento técnico de referencia del dispositivo, el cual sirvió como base y soporte para el operario, en el cual se encuentra plasmada la información detallada del sistema para el mantenimiento.

VIII. REFERENCIAS.

- [1]. <http://www.ebsa.com.co/wps/portal/Portal%20en%20Español/Nuestra%20Empresa/Perfil>
- [2]. Grupo de Telecomunicaciones Rurales Pontificia Universidad Católica del Perú, "REDES INALAMBRICAS PARA ZONAS RURALES", Primera Edición, Lima enero 2008.
- [3]. <http://arduino.cc/es/Guide/Introduction>
- [4]. <http://www.seeed>
- [5]. Havet Interactive S.A, "GPRS: la nueva generación de telefonía móvil", 2001.
- [6]. Martha Elizabeth Alulema Quitaquis, "Estudio de la comunicación con comandos At y microcontroladores caso práctico implementación de un prototipo sistema de gestión de alarma para viviendas con monitoreo mediante telefonía celular", Ramba Ecuador 2010