

**SISTEMA DE ALERTA EN MANIPULACION DE EQUIPOS DE MEDIDA
ESPECIAL**

**JULIÁN ALBERTO HENAO HOYOS
WILLIAM ALFONSO LOPEZ LOZANO
HUGO ALEXANDER OROZCO CORREA**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA
FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS Y TECNOLOGÍAS
PROGRAMA TECNOLOGÍA ELÉCTRICA
PEREIRA, RISARALDA
2017**

**SISTEMA DE ALERTA EN MANIPULACION DE EQUIPOS DE MEDIDA
ESPECIAL**

JULIÁN ALBERO HENAO HOYOS

Código: 9737614

WILLIAM ALFONSO LOPEZ LOZANO

Código: 7549435

HUGO ALEXANDER OROZCO CORREA

Código: 1094896280

Proyecto de grado para optar por el título de Tecnólogos en Electricidad

Director:

ING. HUGO BALDOMIRO CANO

Docente Escuela de Tecnología Eléctrica

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA
FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS Y TECNOLOGÍAS
PROGRAMA TECNOLOGÍA ELÉCTRICA
PEREIRA, RISARALDA**

2017

Nota de aceptación:

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

DEDICATORIA

Julián Alberto Henao Hoyos:

A mis padres, Por los ejemplos de perseverancia y constancia que los caracterizan y que me ha infundado siempre, por el valor mostrado para salir adelante y por su amor.

William Alfonso López:

A mi familia, Por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor.

Hugo Alexander Orozco Correa:

A Dios, por darme la oportunidad de vivir y por acompañarme en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante esta etapa de mi vida.

AGRADECIMIENTOS

A Dios y a las directivas de la empresa la Empresa De Energía del Quindío por darnos la oportunidad de estudiar en la Universidad Tecnológica de Pereira; a los docentes y amigos, por todo su apoyo y orientación en esta etapa tan importante de nuestras vidas; y a nuestras familias por ser tan pacientes y entender que en muchas ocasiones no pudimos acompañarlas ya que teníamos una responsabilidad con nuestros estudios.

Contenido

.....	10
RESUMEN.....	11
INTRODUCCIÓN	17
OBJETIVO GENERAL	20
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	20
CAPITULO 1. MEDICION DE ENERGIA ELECTRICA.	21
1.1 MEDICIÓN DIRECTA	22
1.2 MEDICIÓN SEMI-DIRECTA.....	23
1.3 MEDICIÓN INDIRECTA	24
1.3.1 Según el número de elementos.....	25
CAPITULO 2. FRAUDES DE ENERGÍA	26
2.1 POSIBLES ANOMALÍAS EN SISTEMAS DE MEDIDA DIRECTA	26
2.2 POSIBLES ANOMALÍAS EN SISTEMAS DE MEDIDA INDIRECTA	33
2.3 POSIBLES ANOMALÍAS EN SISTEMAS DE MEDIDA SEMI – DIRECTA	33
2.3.1 Acometida normal.....	33
2.3.2 Acometida derivada	33
2.3.3 Neutro prestado	33
2.3.4 Neutro tomado de la varilla de puesta a tierra.....	33
CAPITULO 3. SISTEMAS DE CONTROL DE TRANSMISIÓN DE DATOS	34
3.1 TRANSMISIÓN DE INFORMACIÓN EN LOS SISTEMAS ELÉCTRICOS	34
3.1.1 Comunicación por pares de cobre.....	34
3.1.2 Comunicación por micro-ondas	35
3.1.3 Comunicación por ondas portadoras.....	36

3.1.4	Comunicaciones a través de fibra óptica.....	37
3.1.5	Comunicaciones a través de red móvil tipo GSM.....	38
CAPITULO 4.	DESARROLLO DEL PROYECTO	39
4.1	OPTO-ACOPLADORES.....	40
4.2	VISITAS PREVIAS.....	42
4.3	INTERFAZ INSTALADO EN EL SISTEMA DE MEDIDA ESPECIAL.	43
4.4	PROTOTIPO.....	44
4.4.1	Recepción de señales.....	45
4.4.2	Procesamiento y control.....	45
4.4.3	Secuencia de marcación con el celular.....	46
4.4.4	Tonos DTMF.....	51
4.4.5	Interfaz microcontrolador – celular.....	53
4.4.5.1	Selector de señales analógica.	54
4.4.5.2	Convertor Digital/Analógico.	55
4.5	CONEXIÓN FÍSICA DEL CELULAR.	56
4.5.1	ENTORNO DE PROGRAMACIÓN.	58
CAPITULO 5.	RESULTADOS	60
CAPITULO 6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	67
CAPITULO 7.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	69
CAPITULO 8.	ANEXOS	71
8.1	ANEXO 1: DIAGRAMA DE FLUJO TRANSMISOR.	71
8.2	ANEXO 2: DIAGRAMA DE CÓDIGO ENVIO DE MENSAJE.....	72
8.3	ANEXO 3: PCB EN ARES	73

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Consumo de energía en los Suscriptores EDEQ 2012	19
Tabla 2 Puntos de medición según la capacidad instalada.	22

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Conexión de medidor trifásico tetra filar	22
Figura 2 Conexión medidor trifásico tetrafilar para medición semi-directa.....	23
Figura 3 Conexión medidor trifásico tetrafilar tres elementos.....	25
Figura 4 Comunicación por pares de cobre.....	35
Figura 5 Antenas de micro-ondas.	36
Figura 6 Antenas tipo panel para ondas portadoras.	37
Figura 7 Tres cables de fibra óptica submarinos	38
Figura 8 Celular de comunicación por GSM.....	39
Figura 9 Diagrama de bloques para sistema básico de instrumentación.	40
Figura 10 Corte de un opto-acoplador.....	41
Figura 11 Cuadro de usuarios con medida especial de la EDEQ.....	42
Figura 12 Ubicación de usuarios con medida especial en el Quindío.....	42
Figura 13 Cuadro de evaluación de los sistemas de medida	43
Figura 14 Prototipo de recepción y control (TRANSMISOR).....	44
Figura 15 Bloques que integran el prototipo (TRANSMISOR)	45
Figura 16 Teclas de funcionamiento del teléfono móvil.....	47
Figura 17 Celular modificado.	48
Figura 18 Cuadro acceso a teclas desde el micro-controlador con relación al Motorola C 115	49
Figura 19 Capturas de pantalla del celular.	50
Figura 20 Circuito decodificador de tonos – DTMF	52
Figura 21 Cuadro de datos binarios presentes en la salida.....	53
Figura 22. Selector de señales analógicas.	54
Figura 23. Conversor digital análogo.....	55
Figura 24 Cuadro conexión matricial del teclado.....	56
Figura 25 Teclas habilitadas en celular Motorola C115.....	56
Figura 26 Conexión de matricial de teclado.....	57
Figura 27 Teclado y primer celular de prueba.....	58
Figura 28 Prototipo para la adecuación y transmisión de alarmas.	60
Figura 29 Dispositivo transmisor.	61
Figura 30 Celular Utilizado	61
Figura 31 Interfaz microcontrolador - celular y decodificador DTMF.....	62
Figura 32 Secuencia para envío de mensaje de texto.....	63
Figura 33 Llamada en curso.....	64
Figura 34 Plantillas de mensajes de falla.....	65
Figura 35 Sistema de Medida para pruebas de funcionamiento.....	65
Figura 36 Secuencia de envío de mensajes.....	66

RESUMEN

Dados los procesos de actualización del sistema de energía eléctrica en el departamento del Quindío, y a los subprocesos de adecuación a unos nuevos esquemas operativos de control y reducción de las pérdidas de energía, se identifica la necesidad de apoyar el acondicionamiento de nuevas tecnologías en los dispositivos que se emplean para el seguimiento de los consumos de energía y evitar la manipulación de la medida. Paralelamente como respuesta a los nuevos procesos implementados se han conformado grupos de apoyo en el área operativa que puedan optimizar las labores de mantenimiento y monitoreo en la vinculación de clientes, inclusión de transformadores y medida especial, esta última empleada principalmente en el campo industrial. Estos grupos de apoyo en el entorno de gestión control pérdidas no técnicas se han dividido y creado tres líneas de trabajo las cuales son:

- Gestión usuarios.
- Gestión transformadores.
- Gestión destacados.

De acuerdo con lo anterior, se ha identificado la viabilidad de acompañar la línea de gestión destacados, como parte integral para el desarrollo de este proyecto.

En todos estos procesos de acondicionamiento y reestructuración de los esquemas utilizados se han implementado muchas herramientas y sistemas avanzados para la detención perdidas y/o fugas eléctricas. Sin embargo, existen desgastes operativos de recurso humano inclusive omisiones en los seguimientos a los clientes industriales, generando esto demoras en los hallazgos de fraudes o fallas de medida y posteriores retrasos en los procesos de recuperación en la energía dejada de facturar.

Con este proyecto se pretende detectar las posibles fallas que se presentan en los sistemas de medida especial, sean estas causadas por deterioro de los materiales, incidencia ambiental o manipulación fraudulenta. Al presentarse las fallas, estas serán acondicionadas y mediante un teléfono celular, el cual es gobernado por un micro controlador, se enviará la notificación a uno o varios teléfonos que serán manejados por los responsables que estén directamente implicados en este proceso o línea de seguimiento en Gestión Destacados; con esto se podrán tomar los correctivos necesarios y/o direccionamiento efectivo a cuadrillas operativas, mejorando la optimización de recurso en campo y controlar los errores en la medida.

Se realizaron visitas a varios clientes de medida especial de la Empresa de Energía del Quindío con la finalidad de hacer un estudio exclusivo a los sistemas y así crear un diseño idóneo que pueda acoplarse a cualquier característica. También en estas visitas se efectuaron pruebas en donde se detectaron algunas

fallas en diferentes puntos de la medida, las cuales fueron posteriormente corroboradas y corregidas por la cuadrilla de Industria. Al verificar las anomalías que se podrían presentar en los diferentes puntos del sistema de medida especial, las cuales afectarían directa o indirectamente en el funcionamiento del prototipo, se realizaron las respectivas correcciones, se realizó el diseño y posteriormente la implementación del dispositivo de comunicación.

ABSTRACT

Given the processes of updating the electric power system in the department of Quindío, and the subprocesses of adaptation to some new operational schemes for control and reduction of energy losses, the need to support the conditioning of new technologies in the devices is identified Which are used To monitor energy consumption and avoid tampering with the measure. Parallely in response to the new processes implemented, support groups have been formed in the operational area that can optimize the maintenance and monitoring tasks in the customer relationship, including transformers and special measures, the latter used mainly in the industrial field. These support groups in the management environment have been divided into three lines of work which are:

- Users management.
- Transformers management.
- Outstanding management

In accordance with the above, it has identified the feasibility of accompanying the selected management line, as an integral part of the development of this project.

In all of these processes of conditioning and restructuring the schemes used, many advanced tools and systems have been implemented for the lost arrest and / or electric leakage. However, there are operational waste of human resources including omissions in the follow-ups to industrial customers, generating delays in the findings of fraud or measurement failures and subsequent delays in the recovery processes in power stopped invoicing.

This project aims to detect possible failures that occur in special measurement systems, whether caused by deterioration of materials, environmental impact or fraudulent manipulation. When the failures occur, these will be conditioned and by means of a cell phone which is gove by a micro controller will be sent the

notification to one or several telephones that will be handled by those responsible that are directly involved in this process or line of monitoring in management highlights ; with this it will be possible to take the necessary correctives and / or effective addressing to operative crews, improving the optimization of resource in the field and controlling the errors in the measurement.

Visits were made to several clients of special measure of the EDEQ with the purpose of doing an exclusive study to the systems and thus to create an ideal design that can be coupled to any characteristic. Also in these visits tests were carried out where some faults were detected in different points of the measurement, which later corroborated and corrected by the industry crew. When verifying the anomalies that could occur in the different points of the special measurement system, which would directly or indirectly affect the operation of the prototype, the respective corrections were made, the design and subsequent implementation of the communication device was carried out.

GLOSARIO

ACOMETIDA: para el caso de los servicios públicos, es aquella parte de la instalación formada por los conductores o cables que conectan el sistema de distribución eléctrica del comercializador, al punto de entrega del cliente. ¹

CARGA INSTALADA: es la suma de las capacidades nominales de todos los equipos que consumen energía eléctrica y que se encuentran conectados a la instalación de un inmueble. ¹

CLIENTE, USUARIO, ABONADO O SUSCRIPTOR: toda persona natural o jurídica, a cuyo nombre se suministra el servicio de energía eléctrica, este es responsable por la cuenta que en ese concepto. ¹

CONDUCTOR CON NEUTRO CONCÉNTRICO: es un cable conformado por los conductores de fase aislados, rodeados concéntricamente por un conjunto de hilos de cobre desnudo, dispuestos en forma tubular y sobre él, una chaqueta protectora resistente a la intemperie. ¹

MEDIDOR DE ENERGIA: Es un aparato compuesto de elementos electromagnéticos y/o electrónicos, que se utilizan para medir el consumo tanto de energía activa, como reactiva suministrada a un cliente. ¹

DEMANDA ELÉCTRICA: la demanda eléctrica es una medida de la tasa promedio del consumo eléctrico de sus instalaciones en intervalos de 15 minutos. En general, mientras más aparatos eléctricos se encuentren funcionando al mismo tiempo, mayor es la demanda. ¹

DTMF: (Dual Tone Multifrequency) El sistema de señalización DTMF fue

desarrollado en los Laboratorios Bell a mediados de la década de 1960, como un sistema de discado más rápido (aproximadamente 10 veces), más versátil y más confiable que la antigua técnica de discado por pulsos con el disco giratorio. ²

ENERGÍA ELÉCTRICA: se denomina energía eléctrica a la forma de energía que resulta de la existencia de una diferencia de potencial entre dos puntos, lo que permite establecer una corriente eléctrica entre ambos cuando se los pone en contacto por medio de un conductor eléctrico. La energía eléctrica puede transformarse en muchas otras formas de energía, tales como la energía lumínica o luz, la energía mecánica y la energía térmica. ³

EQUIPO PATRÓN: es utilizado para determinar la calidad de la medida; puede ser una mesa de prueba de laboratorio o un equipo portátil. ¹

FACTURA: es la demostración del consumo del cliente al precio correspondiente en un periodo determinado. La facturación generalmente es mensual y el pago es por mensualidad vencida. ¹

FRAUDE: acción ilícita con el fin de aludir obligaciones legales. ¹

GSM: El sistema global para las comunicaciones móviles (Global System for Mobile Communications, GSM), formalmente conocida como grupo especial móvil (Group Special Mobile, GSM) es un estándar mundial para teléfonos móviles digitales. ⁴

INSPECCIÓN: conjunto de actividades tales como medir, examinar, ensayar, o comparar con requisitos establecidos, una o varias características de un producto o instalación eléctrica, para determinar su conformidad. Medidor de energía con conexión directa: es aquel cuya conexión se hace directamente a la acometida de baja tensión. ¹

KILOVATIO-HORA (kWh): el kilovatio-hora, equivalente a mil vatios-hora, se usa generalmente para la facturación del consumo eléctrico domiciliario, dado que es más fácil de manejar que la unidad de energía del Sistema Internacional, el julio (J). Como esta última es una unidad comparativamente muy pequeña. ¹

MEDIDA SEMI- DIRECTA: se define al tipo de conexión en el cual las señales de tensión que recibe el medidor son las mismas que recibe la carga y las señales de corriente que recibe el medidor provienen de los respectivos devanados secundarios de los transformadores de corriente utilizados para transformar las corrientes que recibe la carga. ⁵

PÉRDIDAS NO TÉCNICAS: están relacionadas con las pérdidas comerciales que comprenden los errores administrativos de facturación, calibración de medidores, fraudes y hurtos de energía. Red de distribución eléctrica: es el sistema eléctrico individual, formado por uno o más circuitos conectados entre sí y eventualmente interconectados con otras redes. Incluye líneas, postes y cámaras. Pueden ser de baja, media o alta tensión. ¹

TRANSFORMADORES DE CORRIENTE (TC): un transformador de corriente o "TC" es el dispositivo que nos alimenta una corriente proporcionalmente menor a la del circuito. Es de aclarar que un transformador de corriente por su aplicación se puede subdividir en transformador de medición y transformador de protección, no obstante, los transformadores se diseñan para realizar ambas funciones y su corriente nominal por secundario puede ser de 1 ó 5 Amperios, es decir desarrollan dos tipos de funciones, transformar la corriente y aislar los instrumentos de protección y medición conectados a los circuitos de alta tensión. ⁶

INTRODUCCIÓN

La revisión de industria que corresponde al proceso de control pérdidas, y tiene como objetivo revisar las instalaciones de la medida, incluyendo la acometida a usuarios con un factor de medida diferente de uno (1), o en casos particulares a usuarios con factor de medida igual a uno (1) con consumo mensuales mayores a 5000 kWh/mes. Se pretende con esta actividad detectar y corregir condiciones anómalas en las instalaciones de medida.

La ejecución inicia con la ubicación de los predios direccionados por la estructura central, y luego de confirmar la ubicación se procede a realizar inspección visual de la acometida y el medidor de energía, buscando que no se encuentren intervenidos o alterados por el usuario.

Posteriormente se realiza la prueba de tiempo-potencia al medidor que consiste en una prueba que verifica la exactitud del medidor mediante la comparación de los valores de potencia medidos con un equipo patrón, con el fin de conocer el error del medidor de energía. En caso de que los valores de error obtenidos estén fuera del rango que permite la norma, el medidor de energía será considerado defectuoso y se actuará en consecuencia al procedimiento del SGI (Sistema de Gestión Integral).

Una vez terminada la revisión, se realiza la digitación de la información de la revisión ejecutada en la terminal portátil. Cuando se evidencia una anomalía se procede a realizar la normalización de instalaciones, esta consiste en corregir situaciones o irregularidades encontradas por los grupos de revisiones en las instalaciones de medida de los usuarios.

Las correcciones pueden pasar desde un cambio de acometida, caja o medidor, como la combinación de cualquiera en las tres, dependiendo del diagnóstico dado por el grupo de revisiones con la validación del grupo de normalización. La actividad

es de gran importancia para el proceso de gestión control pérdidas ya que permite corregir las inconsistencias encontradas en las instalaciones de medida de los usuarios.

Hablar de la Industria, significa hablar de consumo de energía eléctrica. Gracias a la electricidad ha sido posible el crecimiento y desarrollo de las tecnologías hasta nuestro tiempo. Sin ella, no sería viable casi ningún tipo de proceso industrial. El control de la electricidad permite poder usar tecnologías como el alumbrado eléctrico, movimiento de motores, el uso del electrolisis para procesos metalúrgicos o la utilización de hornos eléctricos para alcanzar grandes temperaturas a las que sería imposible llegar usando métodos tradicionales⁷, es por eso que la industria a nivel mundial es uno de los consumidores más representativos de la energía eléctrica.

La demanda por energía eléctrica presenta una estrecha relación con la actividad económica; el coeficiente de correlación entre las variaciones anuales de la demanda por energía eléctrica y el PIB llega a ser de 0,8. Por lo anterior, la demanda de energía eléctrica es uno de los mejores indicadores líderes de la actividad económica y a su vez, el comportamiento de la demanda estará estrechamente condicionado por el dinamismo de la actividad económica⁸.

El mercado atendido por EDEQ S.A. ESP está compuesto por 168,548 clientes a diciembre de 2014 entre sector residencial, en los estratos socioeconómicos 1, 2, 3, 4, 5 y 6, sectores comerciales, 1 industrial y oficial tanto en el mercado regulado como no 2 regulado. Los clientes de la organización están concentrados en un 88.9% en el sector residencial y en un 11.1% en el sector no residencial⁹.

*7 MARTÍNEZ DE LA CRUZ, Carlos Javier. Consumo de energía eléctrica en el sector industrial: metales, siderurgia y gases industriales. Madrid, 2011. Proyecto de grado (ingeniería industrial) Universidad Carlos III de Madrid. Facultad de ingeniería. Disponible en línea:

https://docs.google.com/viewerng/viewer?url=earchivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/11758/PFC_CarlosJavier_Martinez_delaCruz.pdf

*8 UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA, UPME. Proyecto de demanda de energía eléctrica en Colombia. Colombia, 2013. Revisión cuatrimestral (demanda de energía eléctrica) Ministerio de minas y energía. Disponible en línea:

http://www.siel.gov.co/siel/documentos/documentacion/Demanda/proyeccion_demanda_%20ee_Nov_2013.pdf

Tabla 1 Consumo de energía en los Suscriptores EDEQ 2012

Sector	kWh	Participación
Total residencial	198,803,883	58,25%
Total no residencial	142,473,457	41,75%
Total suscriptores	341,277,340	100,00%

En la Tabla 1 se observa que el consumo de energía de los suscriptores de la Empresa de Energía del Quindío para el año 2012 es de 341.277.340 kWh, de los cuales el 58.3% corresponde al sector residencial, y el restante 41.7% corresponde al no residencial⁹.

En las fronteras comerciales del departamento del Quindío se cuentan con dispositivos de comunicación remota con almacenamiento de respaldo, sin embargo, el emplear estos sistemas en los clientes identificados con esta práctica de manipulación no permitida en los sistemas medida sería demasiado costoso ya que implica contar con un plan de datos adicional, y este solo suministraría lecturas en tiempo real. Lo que se pretende, es poder suministrar una respuesta pronta y efectiva en caso de una falla del sistema de medida. Con esto, el personal a cargo estará enterado de inmediato y dada la falla, esta pueda solucionarse o en su defecto postergarse su reparación cuando se amerite optimizando el recurso en campo.

⁹ EDEQ, GRUPO EPM. Informe de sostenibilidad. Colombia, 2014. Perfil de la Organización. (Energía). Edeq, Grupo EPM. Disponible en línea:

http://www.edeq.com.co/portals/0/Sostenibilidad/Informe%202014/Informe_de_Sostenibilidad_EDEQ_2014_web.pdf

OBJETIVO GENERAL

Realizar el diseño e implementación de un dispositivo de alarma que permita monitorear el estado del sistema de medida especial en usuarios de la Empresa de Energía del Quindío, con comportamientos atípicos de consumos de energía eléctrica, empleando tecnología GSM.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Construir un dispositivo que capte fallas en los sistemas de media especial, las acondicione y transmita en forma de alertas.
- Realizar visitas de acompañamiento al grupo de industria de la Empresa de Energía del Quindío, con el fin de recopilar información de los sistemas de medida instalados.
- Determinar el tipo de interfaz requerido en cada instalación de medida semi-directa para generalizar la conexión del dispositivo que transmita las alertas vía GSM.
- Realizar pruebas de funcionamiento del dispositivo propuesto.

CAPITULO 1. MEDICION DE ENERGIA ELECTRICA.

La electricidad es un recurso necesario para realizar un trabajo en muchas de las actividades ejecutadas por el hombre tanto a nivel industrial como comercial, también es utilizada en un gran porcentaje como combustible para medios de transporte en países desarrollados, y sin ninguna duda todos hacemos uso de ella en nuestros hogares y oficinas; es por eso que se convierte en un servicio público indispensable y como todos estos los rigen normas y requisitos que se deben de cumplir, uno de ellos es su medición con la que se lleva a cabo el cobro de la energía consumida por cada usuario.

Medición de energía eléctrica es la técnica para determinar el consumo de energía eléctrica en un circuito o servicio eléctrico. La medición de la energía eléctrica es una tarea del proceso de distribución eléctrica y permite calcular el costo de la energía consumida con fines domésticos y comerciales. se lleva a cabo mediante el uso de un medidor de consumo eléctrico. Los parámetros que se miden en una instalación generalmente son el consumo en kilovatios-hora o kilowatt-hora, la demanda máxima, la demanda base, la demanda intermedia, la demanda pico, el factor de potencia y en casos especiales la aportación de ruido eléctrico o componentes armónicos a la red de la instalación o servicio medido.

La tecnología utilizada en el proceso de medición eléctrica debe permitir determinar el costo de la energía que el usuario consume de acuerdo a las políticas de precio de la empresa distribuidora de energía, considerando que la energía eléctrica tiene costos de producción diferentes dependiendo de la región, época del año, horario del consumo, hábitos y necesidades del usuario.

Un sistema de medida está compuesto por cierta cantidad de elementos los cuales varían dependiendo de las necesidades del usuario y esta se define según la capacidad instalada la cual se presenta en la Tabla 2.

Tabla 2 Puntos de medición según la capacidad instalada.

Tipo de puntos de medición	Consumo o transferencia de energía, C, [MWh-mes]	Capacidad Instalada, CI, [MVA]
1	$C \geq 15.000$	$CI \geq 30$
2	$15.000 > C \geq 500$	$30 > CI \geq 1$
3	$500 > C \geq 50$	$1 > CI \geq 0,1$
4	$50 > C \geq 5$	$0,1 > CI \geq 0,01$
5	$C < 5$	$CI < 0,01$

Después de conocer el tipo de puntos de conexión se determina el tipo de sistema de medida a utilizar en este usuario final, los diferentes tipos de sistema de medida son:

- Medición directa.
- Medición semidirecta.
- Medición indirecta.

1.1 MEDICIÓN DIRECTA

En este tipo de medida, los equipos se conectan directamente a la tensión y a la corriente del servicio eléctrico, sin la necesidad de requerir transformadores de corriente (TCs) o transformadores de tensión (TPs).

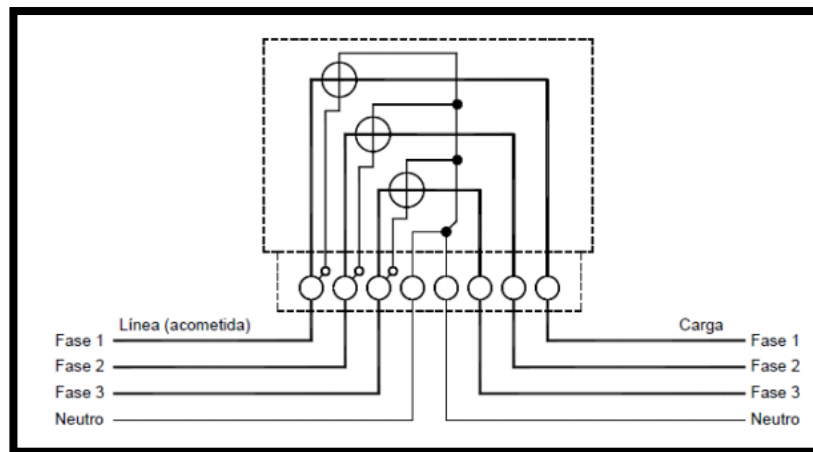


Figura 1 Conexión de medidor trifásico tetra filar

Las bobinas de tensión y de corriente se conectan directamente a la red. Se utilizan para corrientes máximas de 100 A. Pueden ser monofásicos, bifásicos o trifásico, como se aprecia en la Figura 1.

1.2 MEDICIÓN SEMI-DIRECTA

Para la medición semi-directa de energía se utiliza el (los) medidor(es) de energía (activa y/o reactiva) y un TC por cada fase que alimenta la carga. En este tipo de medición, la conexión de las señales de corriente provenientes de los devanados secundarios de los TCs y de las señales de tensión provenientes de la acometida, al medidor, debe realizarse mediante una bornera o bloque de pruebas

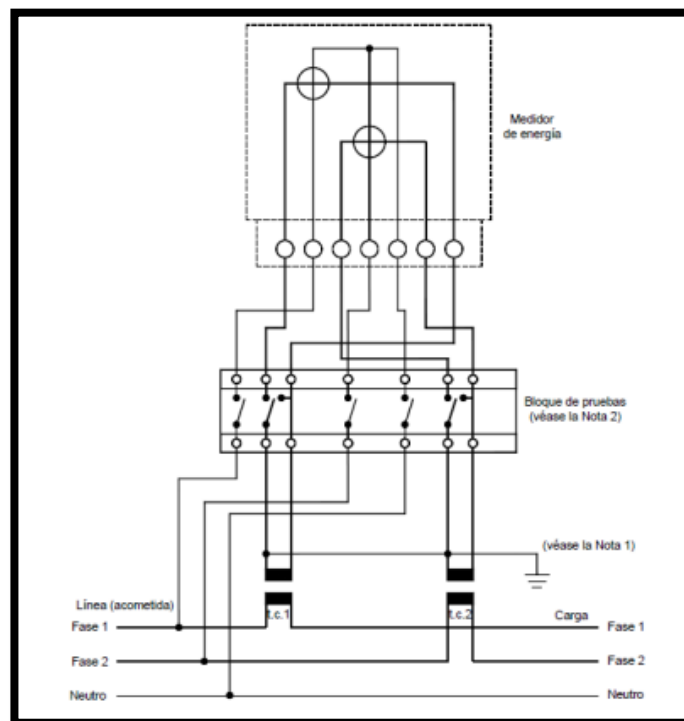


Figura 2 Conexión medidor trifásico tetrafilar para medición semi-directa

Las bobinas de corriente se conectan a la red por medio de transformadores de corriente (TC) Figura 2. Se utilizan cuando la corriente de la instalación es superior a 100 A. Las bobinas de tensión se conectan directamente a la red. Normalmente son medidores trifásicos. Se conectan con tensiones hasta 440 V y están diseñados para una medida de corriente de 1 a 10 A, también llamados medidores de 5 A, los cuales son utilizados para medida semi-directa e indirecta.

1.3 MEDICIÓN INDIRECTA

Para la medición indirecta de energía se utiliza generalmente un medidor estático multifuncional de energía y un juego de transformadores de medida compuesto por TCs y TPs. El número de TCs y de TPs se selecciona con base en el número de fases, el número de hilos y el nivel de tensión de la red en el punto en el cual se realiza la medida

En este tipo de medición, la conexión de las señales de corriente provenientes de los devanados secundarios de los TCs y de las señales de tensión provenientes de los devanados secundarios de los TPs, al medidor, debe realizarse mediante un bloque de pruebas excepto para aquellos medidores que tienen incorporado un mecanismo similar a éste

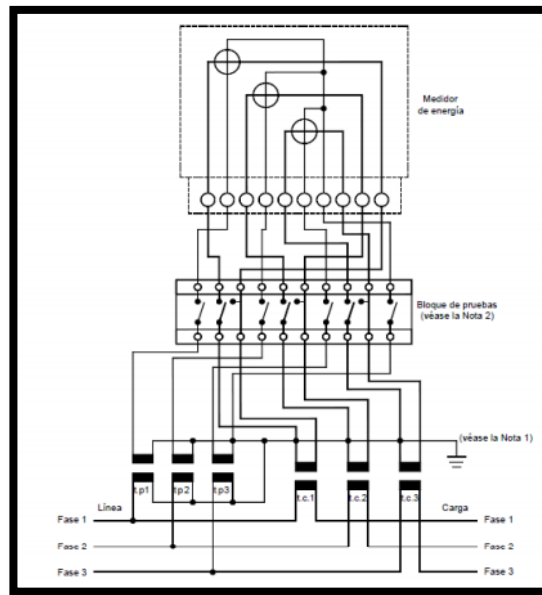


Figura 3 Conexión medidor trifásico tetrafilar tres elementos

Las bobinas de corriente y de tensión se conectan a la red por intermedio de transformadores de corriente y transformadores de tensión (Figura 3). Se utilizan para medir la energía en circuitos de alta tensión, generalmente en subestaciones eléctricas.

1.3.1 Según el número de elementos

- **De un elemento:** conformado por una bobina de tensión y una de corriente. Se pueden encontrar de tecnología americana y tecnología europea.
- **De elemento y medio:** conformado por dos bobinas de corriente que comparten una bobina de tensión. Son medidores para ser conectados a 240 V, de tecnología exclusivamente americana.
- **De dos elementos:** conformado por dos bobinas de corriente y dos bobinas de tensión. Pueden ser de tecnología americana o europea.

- **De dos elementos y medio:** conformado por tres bobinas de corriente, que comparten dos bobinas de tensión. Son exclusivamente de tecnología americana.
- **De tres elementos:** conformados por tres bobinas de corriente y tres bobinas de tensión. Puede ser de tecnología europea o americana¹⁰.

CAPITULO 2. FRAUDES DE ENERGÍA

El fraude en el ámbito de la distribución de la energía eléctrica, se denomina como la acción ilegal llevada a cabo por el usuario, con el fin de reducir la cantidad de energía consumida mes a mes que infiere en una facturación errónea de dicho consumo.

El fraude eléctrico está asociado a las actividades de pérdidas no técnicas. El fraude es una de las principales causas de la pérdida de ingresos en las empresas distribuidoras y comercializadoras de energía eléctrica en este caso la Empresa de Energía del Quindío (EDEQ)

Los fraudes en el sistema de medida de los usuarios se volvieron muy comunes con base a esto las empresas de energía, implementaron las primeras cuadrillas que con sólo inspección visual detectaban dichos fraudes, entre los fraudes de energía eléctrica más comunes tenemos:

2.1 POSIBLES ANOMALÍAS EN SISTEMAS DE MEDIDA DIRECTA

*10 EMILIO. Medidas Eléctricas. Colombia, 2014. Ensayo. Disponible en línea: <https://www.clubensayos.com/Ciencia/Medidas-Eléctricas/1831364.html>

- Servicio directo, es el que se toma directamente de la red de distribución de baja tensión y no es sometido a un medidor de energía eléctrica. Las pérdidas estimadas, son la totalidad de lo encontrado en servicio directo; se puede detectar o contrarrestar mediante macro-medición, inspección visual e instalar red trenzada. Establecer factor de utilización y realizar seguimiento.
- Acometida trifásica tetrafililar con contador monofásico. Las pérdidas estimadas en cargas equilibradas, son del 76%; se puede detectar o contrarrestar mediante inspección visual, instalar medidor trifásico tetrafililar o cambiar acometida por monofásica bifilar. Establecer factor de utilización y realizar seguimiento.
- Acometida bifásica trifilar con contador monofásico. Las pérdidas estimadas en cargas equilibradas, son del 50%; se puede detectar o contrarrestar mediante inspección visual, instalar medidor bifásico trifilar o cambiar la acometida por monofásica bifilar. Establecer factor de utilización y realizar seguimiento.
- Neutro prestado de otro servicio. Las pérdidas estimadas, son superiores al 80%; se puede detectar o contrarrestar mediante sumatoria de corrientes en un nodo. Establecer factor de utilización y realizar seguimiento.
- Acometida con contactor para doble paso. Las pérdidas estimadas, son superiores al 80%; se puede detectar o contrarrestar mediante inspección visual, pruebas de corriente en la acometida, consumo estimado, Instalar medidor testigo. Establecer factor de utilización y realizar seguimiento.
- Derivación de la acometida dentro del ducto. Las pérdidas estimadas, son superiores al 80 %; se puede detectar o contrarrestar mediante inspección visual, pruebas de corriente en la cometida, consumo estimado, instalar

acometida a la vista o medidor testigo. Establecer factor de utilización y realizar seguimiento.

- Derivación directa de la bornera a la entrada del medidor. Las pérdidas estimadas mínimas del 50% (servicio directo), se puede detectar o contrarrestar mediante inspección visual, instalar sellos y medidor en caja también con posibilidades de sellar. Establecer factor de utilización y realizar seguimiento
- Puente entre entrada y salida de corriente internamente Las pérdidas estimadas son superiores al 30%, dependiendo del calibre del puente; se puede detectar o contrarrestar mediante inspección visual, prueba tiempo potencia, cambio de medidor. Establecer factor de utilización y realizar seguimiento.
- Puente entre entrada y salida de corriente externamente. Las pérdidas estimadas son superiores al 30%, dependiendo del calibre del puente; se puede detectar o contrarrestar mediante inspección visual, prueba de tiempo potencia, consumo estimado, cambio de medidor. Establecer factor de utilización y realizar seguimiento.
- Inversión de entrada por salida de corrientes en medidores trifásicos (en cargas equilibradas deja de registrar el 76%). Las pérdidas estimadas son del 76%; se puede detectar o contrarrestar mediante inspección visual, prueba tiempo potencia, normalizar y sellar, establecer factor de utilización y realizar seguimiento.
- Invertida la conexión neutro fase en contadores trifásicos. Las pérdidas estimadas son del 33% para cargas equilibradas; se puede detectar o

contrarrestar mediante inspección visual, prueba tiempo potencia, normalizar y sellar. Establecer factor de utilización y realizar seguimiento.

- Hueco(s) en la tapa principal para introducir elementos extraños y frenar el medidor. Las pérdidas estimadas son del 50%; se puede detectar o contrarrestar mediante inspección visual. Cambio de medidor, establecer factor de utilización y realizar seguimiento.
- Tapa de la caja principal con salpicadura de pintura para cubrir huecos por donde se introducen elementos extraños. Las pérdidas estimadas son superiores al 50%; se puede detectar o contrarrestar mediante limpieza al medidor, inspección visual, cambio de medidor. Establecer factor de utilización y realizar seguimiento.
- Medidor electromecánico con el disco rayado. Las pérdidas estimadas son superiores al 50%; se puede detectar o contrarrestar mediante inspección visual, prueba tiempo potencia, cambio de medidor por electrónico. Establecer factor de utilización y realizar seguimiento.
- Medidor electromecánico desnivelado más de treinta grados. Las Pérdidas son superiores al 50%; se puede detectar o contrarrestar mediante consumo estimado, Consumo proyectado, inspección visual. Establecer factor de verificación y realizar seguimiento.
- Medidor con la bornera quemada. Las pérdidas estimadas son superiores al 25%; se puede detectar o contrarrestar inspección visual, cambio de medidor. Establecer factor de utilización y realizar seguimiento.

- Medidor con la caja perforada, con dirección a la fase. Las pérdidas estimadas son superiores al 50%; se puede detectar o contrarrestar mediante inspección visual. Establecer factor de utilización y realizar seguimiento
- Medidor con el neutro aislado. Las pérdidas estimadas son superiores al 50%; se puede detectar o contrarrestar mediante inspección visual. Establecer factor de utilización y realizar seguimiento.
- Medidor con el neutro aislado. Las pérdidas estimadas son superiores al 50%; se puede detectar o contrarrestar mediante inspección visual. Establecer factor de utilización y realizar seguimiento.
- Elementos extraños dentro del medidor. Las pérdidas estimadas son superiores al 50%; se puede detectar o contrarrestar inspección visual. Establecer factor de utilización y realizar seguimiento.
- Sellos del medidor lesionados, dañados y reparados. Las pérdidas estimadas son superiores al 75%; se puede detectar o contrarrestar inspección visual. Establecer factor de utilización y realizar seguimiento.
- Medidor antiguo sin sellos. Las pérdidas estimadas son superiores al 80% (devolución de lecturas); se puede detectar y contrarrestar mediante prueba de tiempo potencia, prueba de integración, cambio de medidor por electrónico. Establecer factor de utilización y realizar seguimiento.
- Alambre de cobre en el sello de plomo nuevo en medidores muy antiguos. Las pérdidas estimadas son superiores al 80% (devolución de lectura); se puede Detectar o contrarrestar mediante inspección visual, la prueba tiempo potencia, Prueba de integración. Cambio de medidor por electrónico. Establecer factor de Utilización y realizar seguimiento.

- Sellos de plomo repisados en señales de haber sido abiertos con agujas y cerrados con mordazas de alicates. Las pérdidas estimadas son superiores al 50%; se puede detectar o contrarrestar mediante prueba de tiempo potencia, prueba de integración. Cambio de medidor por electrónico establecer factor de utilización y realizar seguimiento.
- Guaya o alambre de los sellos rotos escondida en el hueco del tornillo. Las pérdidas estimadas son superiores al 50%; se puede detectar o contrarrestar mediante inspección visual, consumo estimado, consumo proyectado, prueba tiempo potencia, prueba de integración, cambio de medidor. Establecer factor de utilización y realizar seguimiento.
- Medidor de elemento y medio en red trifásica (no instalado por la electrificadora). Las pérdidas estimadas son superiores al 17% (dependiendo del factor de potencia); se puede detectar o contrarrestar mediante inspección visual, cambio del medidor por medidor de uno, dos o tres elementos según el caso. Establecer factor de utilización y realizar seguimiento.
- Medidor trifásico tetra filar en una red trifásica en delta. Las pérdidas estimadas son del 100% (abren bobinas de tensión); se puede detectar o contrarrestar mediante inspección visual, cambio de medidor. Establecer factor de utilización y realizar seguimiento.
- Medidor desconectado y en servicio directo. Pérdidas estimadas son del 100%; se puede detectar o contrarrestar mediante inspección visual, conectar medidor o cambiarlo. Establecer factor de utilización y realizar seguimiento.

- Dígitos corridos (las ruedas del integrador desalineadas). Las pérdidas estimadas son superiores al 50 % (devolución de lectura); se puede detectar o contrarrestar mediante inspección visual, prueba de integración, cambio de medidor por electrónico. Establecer factor de utilización y realizar seguimiento
- Recuadro que resalta la lectura este rayado. Las pérdidas estimadas son superiores al 50%; se puede detectar o contrarrestar mediante inspección visual, cambio de medidor por electrónico. Establecer factor de utilización y realizar seguimiento.
- Disco doblado se frena con los imanes de freno. Las pérdidas estimadas son superiores al 50%; se puede detectar o contrarrestar mediante inspección visual; cambio de medidor por electrónico. Establecer factor de utilización y realizar seguimiento.
- Limadura o arena sobre el disco. Las pérdidas estimadas son superiores al 30%; se puede detectar o contrarrestar mediante inspección visual, prueba de tiempo potencia, cambio de medidor por electrónico. Establecer factor de utilización y realizar seguimiento.
- Medidor con numerador suelto. Las pérdidas estimadas son del 100%; se puede detectar o contrarrestar mediante inspección visual, prueba de integración, cambio del medidor por electrónico. Establecer factor de utilización y realizar seguimiento¹¹.

* ¹¹ RIOS VILLEGAS, Santiago. Guía para la detección de fraudes en suministros de energía eléctrica en medición directa. Pereira, 2013.

2.2 POSIBLES ANOMALÍAS EN SISTEMAS DE MEDIDA INDIRECTA

En los sistemas de medida indirecta. Las manipulaciones en las conexiones son posibles, pero no son comunes debido a el nivel de tensión que se maneja, sin embargo, se presentan casos en donde el cable conductor de las señales de tensión y corriente son alterados para generar errores en la medida, también el cambio de placas de características produce que los valores entregados en el medidor varíen cambiando los consumos finales liquidados.

2.3 POSIBLES ANOMALÍAS EN SISTEMAS DE MEDIDA SEMI – DIRECTA

En este punto se muestran algunas de las anomalías que se pueden encontrar en las revisiones a medidas semidirectas, las cuales se pueden detectar al momento de realizar la inspección en la acometida de alimentación a la carga.

2.3.1 Acometida normal

En una acometida normal al tomar los dos conductores con la pinza voltiamperimétrica la lectura debe ser cero (0), ya que, por ser un circuito, la misma corriente que entra debe salir.

2.3.2 Acometida derivada

Se presenta cuando la acometida se encuentra derivada antes del medidor, la pinza voltiamperimétrica va a mostrar en la lectura de display un valor de corriente.

2.3.3 Neutro prestado

Cuando el neutro de la acometida ha sido partido y aislado antes del medidor, y además esta señal ha sido remplazada por un neutro prestado, la pinza voltiamperimétrica va a mostrar una lectura de corriente en el display.

2.3.4 Neutro tomado de la varilla de puesta a tierra

Cuando el neutro de la acometida ha sido partido y aislado antes del medidor y

además esta señal ha sido remplazada por una varilla de puesta a tierra, la pinza voltiamperimétrica va a mostrar una lectura de corriente en el display.

CAPITULO 3. SISTEMAS DE CONTROL DE TRANSMISIÓN DE DATOS

3.1 TRANSMISIÓN DE INFORMACIÓN EN LOS SISTEMAS ELÉCTRICOS

Con el fin de minimizar el tiempo invertido en la reparación de averías, se cuentan con sistemas de comunicación muy eficaces.

Su misión es la de comunicar al servicio técnico que en esos momentos ocurre alguna anomalía en una de las instalaciones, indicándole, en la mayoría de las ocasiones con mucha precisión.¹²

Dependiendo del método empleado para transmitir la información, se diferencian cinco tipos de sistemas de transmisión:

3.1.1 Comunicación por pares de cobre.

La transmisión se realiza mediante pares telefónicos. El canal telefónico (Figura 4) se concibió inicialmente para comunicaciones verbales, dada la gran infraestructura existente, era el medio más práctico disponible para la comunicación de datos, a pesar de no estar diseñado ni ser adecuado para ello.

* ¹² arcos Tosatado Estaciones. Transmisión de información en los sistemas eléctricos. Disponible en línea: [http://www.mailxmail.com/cursos-estaciones-energia/estaciones-transmision-informacion-sistemas-electricos/](http://www.mailxmail.com/cursos/estaciones-energia/estaciones-transmision-informacion-sistemas-electricos/)

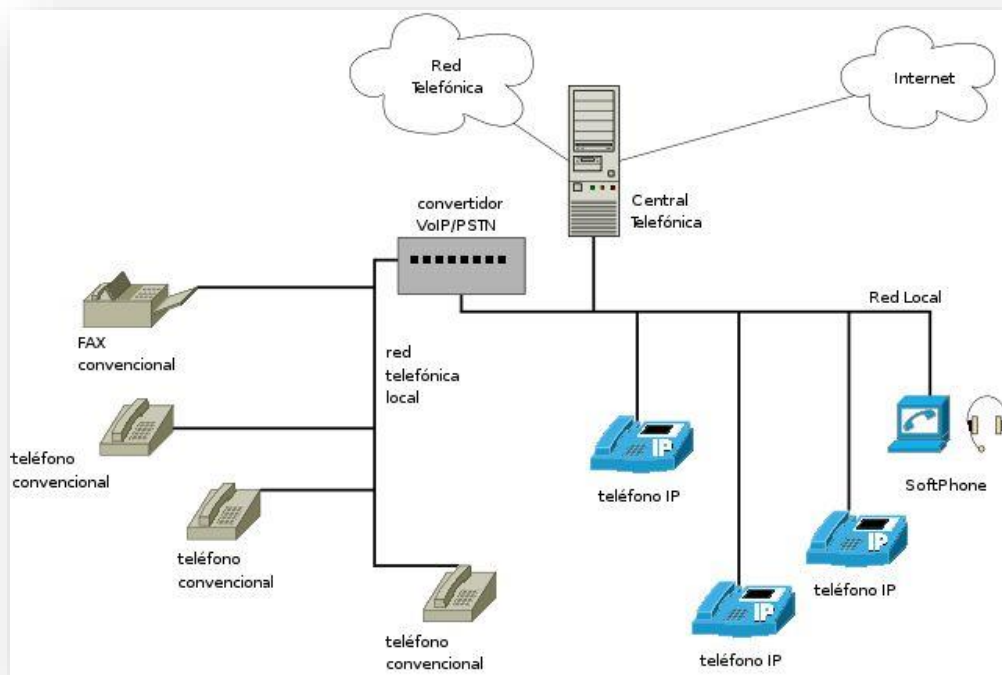


Figura 4 Comunicación por pares de cobre.

El inconveniente del empleo de este sistema es que, al necesitar la contratación de una compañía telefónica que preste el servicio, esta podría poner restricciones a la hora de disponer de la infraestructura.

3.1.2 Comunicación por micro-ondas

Este sistema utiliza ondas de radio a muy alta frecuencia (VHF). La ingeniería de microondas/milimétricas tiene que ver con todos aquellos dispositivos, componentes y sistemas que trabajen en el rango frecuencia de 300 MHz a 300 GHz. Debido a tan amplio margen de frecuencias, tales componentes encuentran aplicación en diversos sistemas de comunicación. Ejemplo típico es un enlace de Radiocomunicaciones terrestre a 6 GHz (Figura 5) en el cual detrás de las antenas emisora y receptora, hay toda una circuitería capaz de generar, distribuir, modular,

amplificar, mezclar, filtrar y detectar la señal. Otros ejemplos lo constituyen los sistemas de comunicación por satélite, los sistemas radar y los sistemas de comunicación móviles.



Figura 5 Antenas de micro-ondas.

El uso de estas ondas presenta dos grandes inconvenientes:

- Debe existir suficiente espacio en el espectro electromagnético para que pueda ser usado por esta señal.
- En ocasiones es necesario construir estaciones repetidoras para salvar largas distancias y alturas del terreno.

3.1.3 Comunicación por ondas portadoras.

Este sistema también llamado de corrientes portadoras, utiliza las propias líneas de

distribución eléctrica para transmitir la información. (Figura 6).

Para su correcto funcionamiento se deben incluir en el sistema una serie de aparatos:

- Transmisor/receptor: tiene la doble misión de crear la señal y lanzarla hacia la red, y de recibirla y reproducirla.
- Divisor de frecuencias: separa la señal de ondas portadoras de la propia señal eléctrica.



Figura 6 Antenas tipo panel para ondas portadoras.

3.1.4 Comunicaciones a través de fibra óptica

Este es un sistema que se está consolidando debido a las múltiples ventajas que presenta como son principalmente el volumen de datos que es capaz de transportar y la elevada velocidad a la que puede llegar a hacerlo. En la Figura 7 se observan

tres cables de fibra óptica como los usados para la comunicación internacional entre Europa y el Oriente Medio.¹²

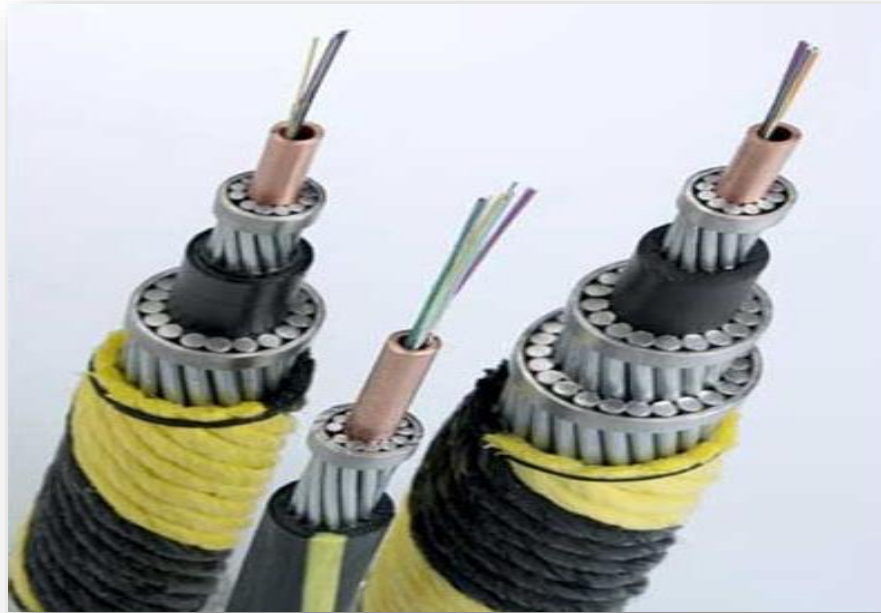


Figura 7 Tres cables de fibra óptica submarinos

Se recomienda que el cable de fibra óptica realice el mismo camino que la red de alta tensión, para que ello se cumpla, existe la posibilidad de que el cable de fibra óptica cumpla las labores de cable de guarda (cable que protege a las líneas de descargas eléctricas atmosféricas) y cable de datos, o en el caso de existir ya cable de guarda, tendremos la opción de adosar el cable de fibra óptica a él.

3.1.5 Comunicaciones a través de red móvil tipo GSM.

Este sistema es muy parecido al de comunicación por ondas portadoras, ya que la señal telefónica del celular (Figura 8) se puede utilizar como señal portadora para transmitir las señales que se deseen.

*12 arcos Tosatado Estaciones. Transmisión de información en los sistemas eléctricos. Disponible en línea: <http://www.mailxmail.com/curso-estaciones-energia/estaciones-transmision-informacion-sistemas-electricos/>



Figura 8 Celular de comunicación por GSM.

Una de las múltiples ventajas que ofrece este sistema, es que se adecua a sistemas muy avanzados por su alta tecnología, y es de múltiples aplicaciones.

CAPITULO 4. DESARROLLO DEL PROYECTO

La adquisición de datos es una necesidad habitual en la mayoría de las actividades industriales. Se entiende por este, el proceso de acondicionamiento y selección de la señal a adquirir, en la Figura 9 se observa el esquema de un sistema de instrumentación, donde la señal puede ser suministrada por un sensor, la toma de muestras de esta señal, la conversión analógica/digital de dicha señal, realizada a frecuencia adecuada y la transferencia de esta información digital a un sistema que

pueda procesarla (computador) y la parte de transmisión.¹³

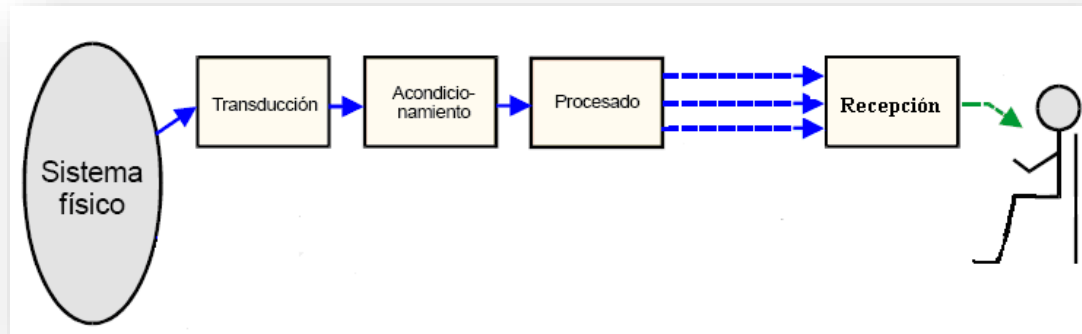


Figura 9 Diagrama de bloques para sistema básico de instrumentación.

La frecuencia de muestreo de las señales habitualmente es constante, pero en ocasiones las muestras de las señales son tomadas a intervalos irregulares, siempre bajo el control del computador que procesa la información. Es frecuente que la adquisición no se limite a una sola señal, sino a varias simultáneamente. En efecto, existen gran cantidad de aplicaciones en las que se precisa tomar gran número de medidas.

4.1 OPTO-ACOPLADORES.

Ya han existido algunos dispositivos similares en cuanto al medio de transmisión y hardware empleado. Cuando se combina una fuente óptica (generalmente un Led) con algún tipo de detector óptico (generalmente un semiconductor de silicio) en un solo encapsulado, el dispositivo resultante se llama opto-acoplador u opto-interruptor.

*13 VIERAS CHILE, iremis. Los sistemas de adquisición de Datos. Cuba, 2010. Monografía. Facultad de ingeniería. Disponible en línea: <http://www.monografias.com/trabajos17/sistemas-adquisicion-dato/sistemas-adquisicion-dato.shtml>

Esta estructura produce un elemento que permite el acoplamiento de señales, dos tipos de circuitos electrónicos independientes y totalmente aislados entre sí según el encapsulado de estos dispositivos pueden tener un aislamiento hasta de 3500 V.

El acoplador óptico es un dispositivo que ofrece a los diseñadores electrónicos una mayor libertad para diseñar circuitos y sistemas. La operación está basada en la detección de luz emitida. La entrada del acoplador está conectada a un emisor de luz y la salida es un foto-detector. Los dos elementos están separados por un aislante transparente y dentro de un empaque que lo aísla de la luz exterior (Figura 10). Hay muchos tipos de acopladores ópticos, todos ellos tienen una fuente de luz infrarroja (LED), pero el detector puede ser: fotodiodo, fototransistor, LASCR.¹⁴

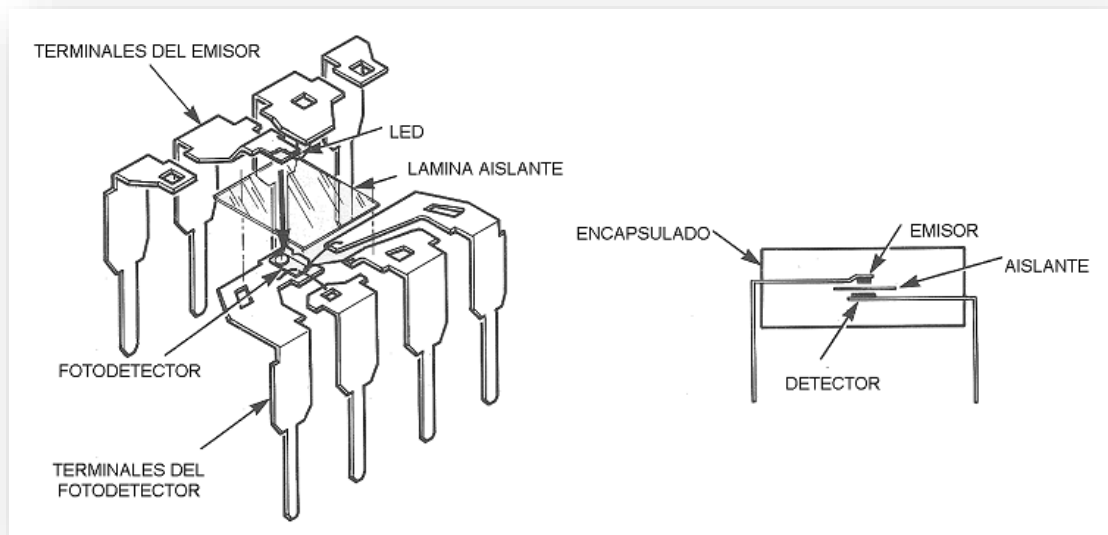


Figura 10 Corte de un opto-acoplador.

*14. Optoacopladores. Disponible en línea: <http://es.scribd.com/doc/39704777/Op-to-a-Cop-Lad-Or>

4.2 VISITAS PREVIAS.

Se realizó una visita a ciertos usuarios de la Empresa de Energía del Quindío, los cuales contaban con un sistema de medida especial (Figura 11) y su ubicación en el sistema gráfico de la EDEQ (Figura 12) .

CODIGO	DIRECCION	MUNICIPIO	ZONA
140065	ESC CIUD EDUCATIVA HENRY MARIN	CIRCASIA	RURAL
201245	FCA MEMBRILLAL VDA LA CONCHA	CIRCASIA	RURAL
207097	VDA ARENALES FCA LA TRIBUNA 2	PIJAO	RURAL
244026	FCA CORSEGA GRJA AVIC COROSAL	QUIMBAYA	RURAL

Figura 11 Cuadro de usuarios con medida especial de la EDEQ.

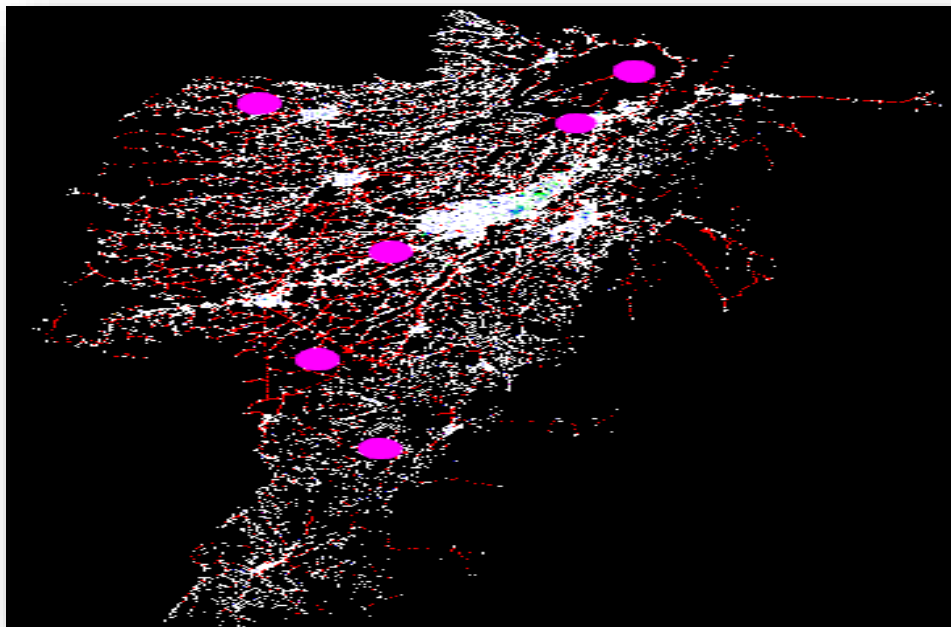


Figura 12 Ubicación de usuarios con medida especial en el Quindío

En estas visitas se pudieron evaluar los siguientes aspectos necesarios para determinar las situaciones a monitorear (Figura 13):

a) Ubicación del sistema de medida en cuanto a zona y altura.

Validación si es un sector urbano o rural, y su altura, para determinar si es de fácil acceso tanto para el personal operativo como para las personas particulares.

b) Tipo de medida.

Este punto hace relación si es un gabinete o si por el contrario se encuentra en poste, aquí es importante para determinar si se hace necesario normalizar.

c) Cantidad de elementos.

Se refiere a los tc's

d) Posibles puntos de vulnerabilidad.

Aspecto importante donde se aprecia lo fácil que puede ser manipular el equipo de medida para alterar sus conexiones.

Código	Ubicación del sistema de medida, zona y altura.	Tipo de medida.	Cantidad de elementos.	Posibles puntos de vulnerabilidad.
140065	RURAL 1.5 Mts	GABINETE	3	PUERTA DE GABINETE
201245	RURAL 1,5 Mts y 6 Mts	POSTE	3	TC's, CAJA DE MEDIDOR, CABLE DE CONTROL
207097	RURAL 1.5 Mts	GABINETE	3	PUERTA DE GABINETE
244026	RURAL 1,5 Mts	POSTE	3	TC's, GABINETE EN POSTE, BORNERA

Figura 13 Cuadro de evaluación de los sistemas de medida

4.3 INTERFAZ INSTALADO EN EL SISTEMA DE MEDIDA ESPECIAL.

Una vez revisadas las condiciones de los equipos de medida en los diferentes sitios,

se definió poder contrarrestar tres posibles situaciones que se presentan en estos sistemas de medida especial las cuales son:

- Manipulación de los transformadores de corriente.
- Interrupción de los cables de control.
- Alteración en la conexión del medidor.

De esta manera se implementará en cualquier sistema de medida para que de este modo transmita y/o registre las fallas o alertas de manipulación

4.4 PROTOTIPO.

El prototipo a construir tiene la posibilidad de captar las alertas importantes que previamente identificadas como son: la manipulación de los transformadores de corriente, interrupción en los cables de control y la alteración de la conexión del medidor.

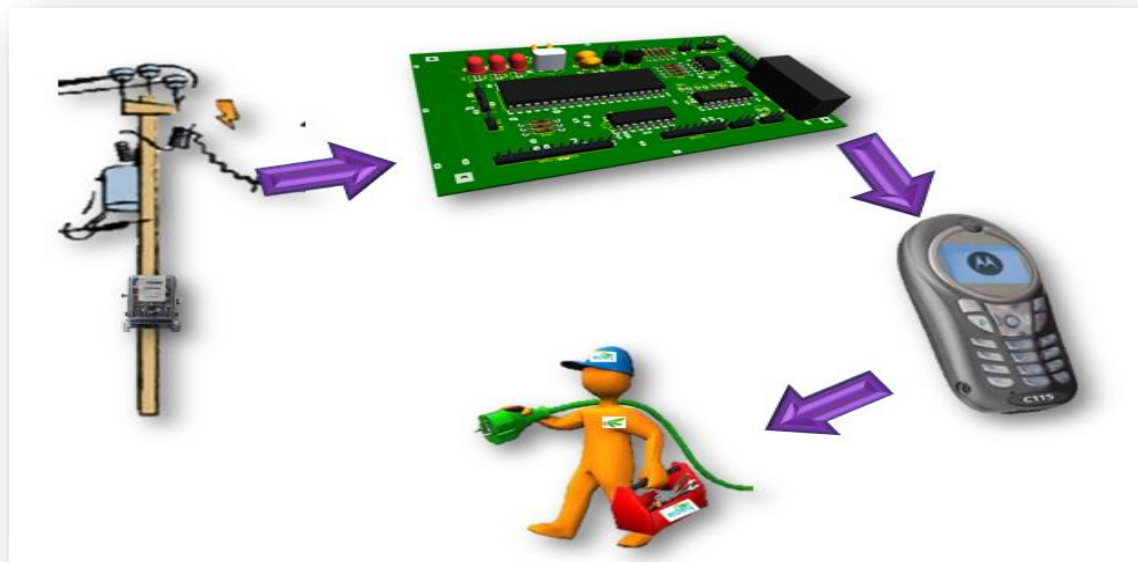


Figura 14 Prototipo de recepción y control (TRANSMISOR).

Estas alertas serán acondicionadas en el sistema de medida especial, y se procesarán y por medio de un celular, y de acuerdo a esto se enviara un mensaje de texto al encargado de mantenimiento, indicando la falla presentada (figura 14).

Esta etapa se dividió en tres bloques para un mejor entendimiento (ver figura 14).

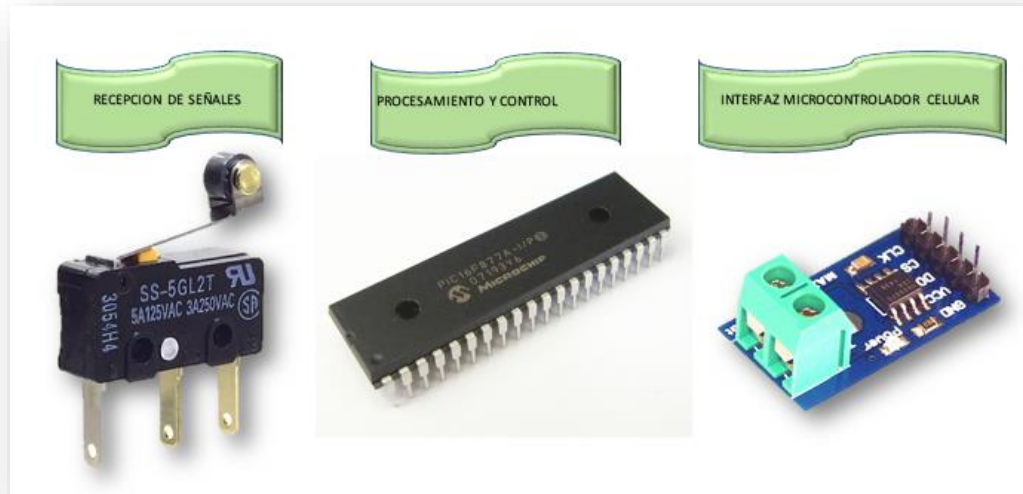


Figura 15 Bloques que integran el prototipo (TRANSMISOR)

4.4.1 Recepción de señales

Para la recepción de señales del sistema de medida, se utilizan unos sensores de conmutación con acción mecánica en pulsador, estos se instalan en la caja de policarbonato que aloja el medidor, este tipo de cajas también se instalan en el sitio donde se encuentren los transformadores de corriente creando un blindaje cuando es un sistema instalado en poste y se tienen indicios de manipulación.

4.4.2 Procesamiento y control.

Teniendo clara la etapa de recepción de alarmas entre el sistema de medida y el

prototipo, ahora el microcontrolador el PIC 16F877A, se encarga del procesamiento de la información y control de los dispositivos de transmisión. Los microcontroladores PIC de la empresa americana Microchip fueron los primeros microcontroladores RISC, estos se emplean en la actualidad cada vez más debido a su reducido consumo, bajo costo, pequeño tamaño, facilidad de uso y la abundancia de información y herramientas de apoyo. Con el uso de este microcontrolador 16F877A se aprovecha la función de conversor análogo digital para tener los valores de tensión y así descartar alguna señal falsa por daños externos en la red.

Cada alarma corresponde a un valor lógico que ingresa a los primeros bits del puerto A. El microcontrolador permanece en un estado de reposo a la espera de un cambio en el estado de las alarmas, cuando se de este cambio, inmediatamente el valor que tenga el puerto se almacena en una variable y se inicia la rutina de envío del mensaje de texto, previamente existe un espacio de memoria destinado para el almacenamiento de valores en estructura tipo vector donde se tiene la secuencia de marcación del celular para el envío de mensajes de texto. (Ver anexo 1 y anexo 2)

4.4.3 Secuencia de marcación con el celular.

Para entender con claridad el funcionamiento de la secuencia de marcación, esta se define por hardware y programación en el microcontrolador.



Figura 16 Teclas de funcionamiento del teléfono móvil.

En la figura 16 se aprecia la composición del teléfono celular y las teclas de manejo.

- **Selección 1.** Es la tecla fundamental con la que se accede a cualquier función del teléfono y se acepta algún cuadro de dialogo.
- **Selección 2.** Con esta tecla también se permite ingresar a algunas funciones del teléfono y a su vez cancela otras operaciones.
- **Llamar.** Se da inicio a la llamada, o contesta una entrante.
- **Colgar.** Finaliza una llamada en curso.
- **Subir y Bajar.** Teclas importantes para seleccionar y acceder a varias funciones.
- **Teclado numérico.** Comprende los números de 0 al 9 con las teclas (*) y (#).



Figura 17 Celular modificado.

El prototipo de celular empleado fue el Motorola C115 al cual se le realizaron algunas modificaciones en su hardware (Figura 17).

Continuando con las teclas de funciones cada una corresponderá a un valor, iniciando desde el número 1 hasta el número 16 (Figura 18).

En el orden del menú se tiene:

Valor de acceso con el PIC	Tecla de función
1	Selec 1
2	Subir
3	Menú
4	Selec 2
5	Numero 2
6	Numero 1
7	Llamar
8	No se utiliza
9	No se utiliza
10	No se utiliza
11	No se utiliza
12	No se utiliza
13	No se utiliza
14	No se utiliza
15	No se utiliza
16	Colgar

Figura 18 Cuadro acceso a teclas desde el micro-controlador con relación al Motorola C 115

Para optimizar las salidas del microcontrolador se adaptó la conexión de un circuito combinacional, (demultiplexor), este se encargara de la activación de cada valor de accos, reduciendo los bits en las entradas de control tomando el valor en binario suministrado por el microcontrolador y activando la salida correspondiente a ese dato.

- En la pantalla inicial se selecciona “menú” activando el botón “selec 1” (corresponde al 1 en el microcontrolador) Figura 19 (a).

- Luego nuevamente se presiona el botón “selec 1” para aceptar la opción de mensaje de texto. (de nuevo el correspondiente al 1 en el microcontrolador). Figura 19 (b).
- la función “selec 1” correspondiente al 1 en el microcontrolador. Figura 19 (c).
- Con el botón de “bajar” el cual es el valor 3 del microcontrolador se accede a los mensajes guardados o plantillas. Figura 19 (d).

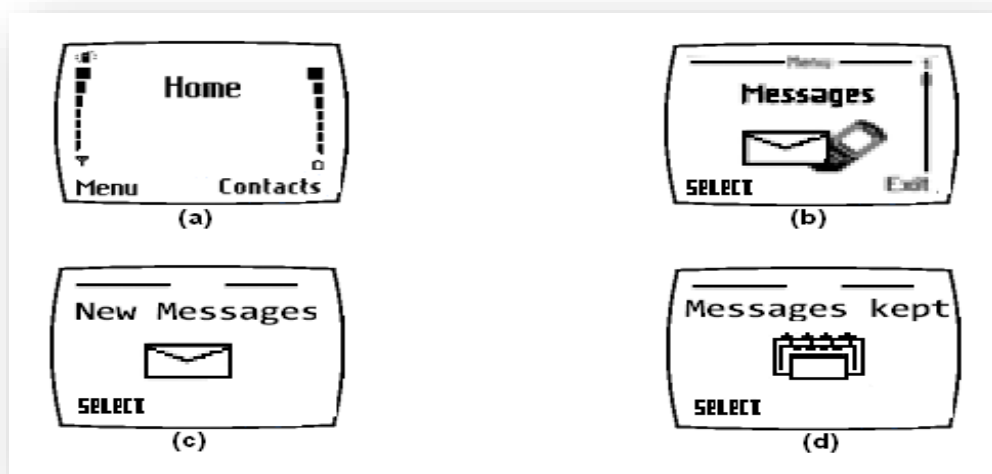


Figura 19 Capturas de pantalla del celular.

Si siguiendo con el menú se llega a la plantilla ya predeterminada del tipo de señales que arroja el prototipo de alarma, esta es la estructura tipo vector guardado.

char seleccionar [7] = {1,1,1,3,3,3,1};

Se pasa a declarar otra estructura tipo vector, pero de menor tamaño, este será el correspondiente al tipo de señal que arroja el prototipo de alarma y se define de acuerdo al dato almacenado al inicio del ciclo que muestra la falla presentada por el prototipo de alarma. Dependiendo de este se cita la posición del vector para la secuencia de marcación.

Por medio de un ciclo “*for*” se realiza la secuencia de marcación. Este tiene un retardo considerable de acuerdo a la velocidad de respuesta del teclado del celular. Luego de terminada la rutina de envío del mensaje de texto, se procede a resetear el celular activando la tecla del cuelgue, es decir la correspondiente por programación al valor 16 (Figura 18).

En esta rutina se maneja una comunicación de doble sentido entre el celular transmisor y celular receptor, ya que cuando se inicia una llamada del receptor el transmisor está atento para contestar automáticamente, y esperar los tonos del receptor, el cual ahora se comportará como Transmisor para enviar los tonos de activación que corresponde a una clave, donde el prototipo identificara si es una persona autorizada para consultar su estado. si estos corresponden a una clave previamente almacenada continua con la rutina, de lo contrario se da por terminado el ciclo y activa la tecla de cuelgue reiniciando el proceso.

4.4.4 Tonos DTMF.

La detección de los tonos se realiza por medio de un decodificador de tonos DTMF el CM8870. Con este circuito integrado y otros componentes externos discretos se obtiene un dispositivo capaz de entregar el código binario de la tecla pulsada en un teléfono por tonos multifrecuentes. Este circuito, además de decodificar las clásicas teclas del cero al nueve, asterisco y numeral, puede identificar las teclas A, B, C y D que usualmente no están presentes en la mayoría de los teléfonos comerciales, pero que la especificación DTMF las incluye, y que por tanto no serán utilizadas (Figura 20).

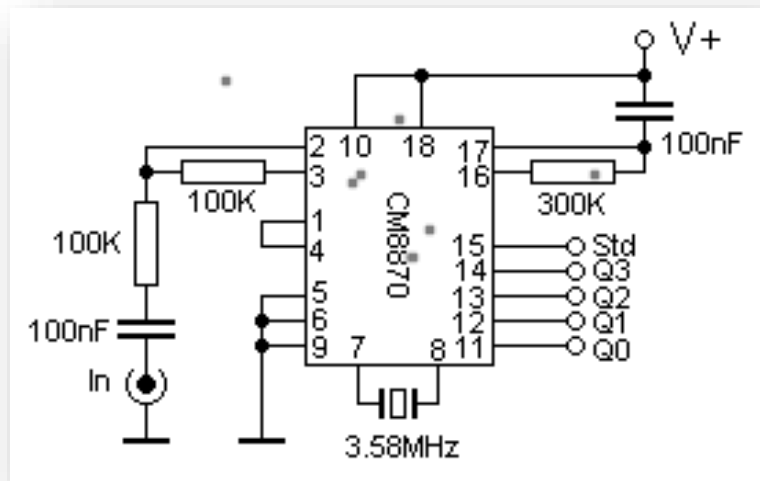


Figura 20 Circuito decodificador de tonos – DTMF

El circuito está preparado para ser alimentado con 5v, presentes en cualquier circuito TTL.

La señal proveniente de la línea telefónica es aislada por medio de dos resistencias de 100kΩ y un capacitor de 100nF. Este último impide el paso de corriente, pero deja circular señal de audio.

Para su funcionamiento el circuito integrado requiere una base de tiempo, generada en este caso por el cristal 3.579545MHz. Una vez que un tono es recibido, decodificado y validado como correcto su valor binario es colocado en los terminales Q0, Q1 Q2 y Q3. A su vez, el terminal “std” se enciende indicando la presencia del dato en la salida. Este terminal permanece alto durante el tiempo que el tono DTMF siga presente en el sistema, lo que significa que refleja el tiempo que el teléfono remoto permanece pulsado.

La Figura 21 explica en detalle el dato entregado correspondiente a cada uno de los tonos DTMF:

TECLA	DATO			
	Q3	Q2	Q1	Q0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	0	1	0	1
6	0	1	1	0
7	0	1	1	1
8	1	0	0	0
9	1	0	0	1
0	1	0	1	0
*	1	0	1	1
#	1	1	0	0

Figura 21 Cuadro de datos binarios presentes en la salida.

4.4.5 Interfaz microcontrolador – celular.

En primer lugar, se pretendía poder controlar la mayoría de las teclas del celular que realizara la función de transmisor, procurando no afectar su óptimo funcionamiento, para esto se empleó el circuito integrado CD4066 (quad bilateral switch).

El integrado en sí, es un cuádruple interruptor bilateral, diseñado para la transmisión o multiplexado de señales digitales o análogas, puede considerarse como un interruptor de conmutación, cada uno de los interruptores dispone de un pin de control y dos pines de entrada/salida.

Cuando se habla de “bidireccional” se refiere a que cualquiera de los dos pines de cada interruptor exceptuando al pin de control, puede hacer de entrada mientras el otro es de salida.

Cada interruptor entra en conducción cuando se presenta un **nivel alto** (superior al 70% de V_{cc}), y en corte cuando se envíe un **nivel bajo** (inferior al 30% de V_{cc}) por el mismo pin de control.

V_{cc}: tensión de alimentación.

Entre algunas de las aplicaciones en las cuales se puede implementar están:

4.4.5.1 Selector de señales analógicas.

En este caso se pueden utilizar señales digitales en los pines de control para seleccionar una de las cuatro señales analógicas presentes en los canales A, B, C o D y enviarlo como señal de salida (Figura 22).

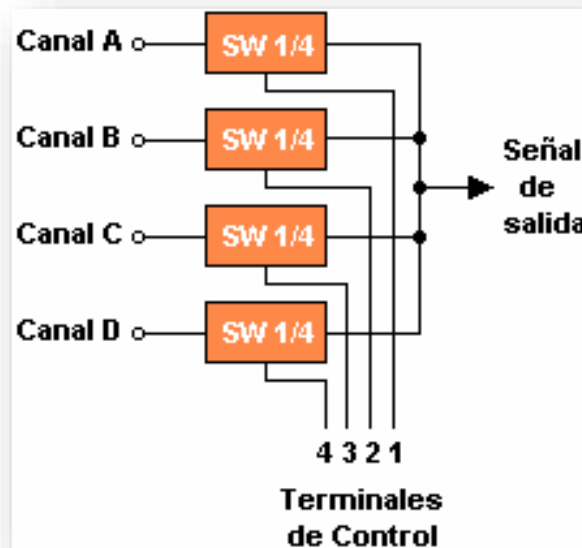


Figura 22. Selector de señales analógicas.

4.4.5.2 Conversor Digital/Analógico.

Otra de las aplicaciones, es implementarlo como un conversor D/A (Digital/Analógico) de 4 bits, en donde las distintas combinaciones de los terminales de control entregan en la salida del circuito un nivel de tensión proporcional que corresponde particularmente a cada combinación de entrada. (Figura 23).

Teniendo ya claro el integrado que se utilizará como interfaz entre el celular y el microcontrolador se procede a realizar la conexión en el teclado.

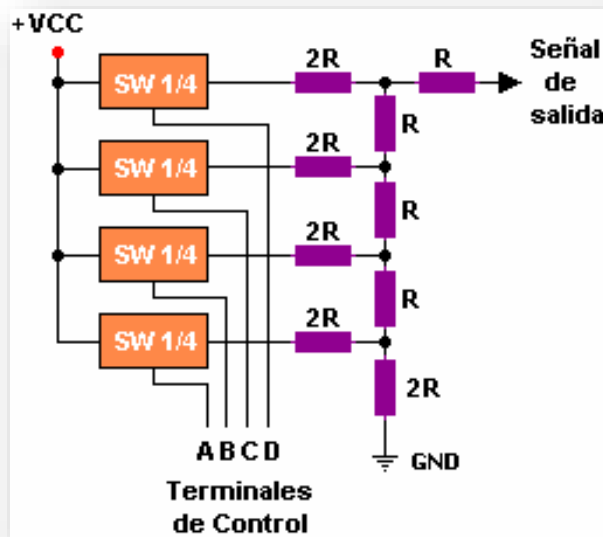


Figura 23. Conversor digital análogo.

Se utilizan ocho (8) teclas como son: el Selec 1, Selec 2, Subir, Menú, Llamar, Colgar y los números 1 y 2. (Figura 23). Cada pastilla cuenta con 4 interruptores, por consiguiente, aquí solo se usan 2 integrados CD4066.

4.5 CONEXIÓN FÍSICA DEL CELULAR.

Para optimizar estas conexiones y reducir el número de hilos que salen del teclado para la interfaz celular – microcontrolador, se optó por realizar el seguimiento de la conexión matricial del teclado telefónico (Figura 25), donde cada tecla tiene una conexión con otras teclas, separando las filas de las columnas (Figura 24) se obtiene:

Fila /Columnna	E	F	G	H	I
A	1	4	7	*	Selec 1
B	2	5	8	0	Menú
C	3	6	9	#	Selec 2
D	Llamar	Subir	Bajar	Izquierda	Derecha

Figura 24 Cuadro conexión matricial del teclado.



Figura 25 Teclas habilitadas en celular Motorola C115.

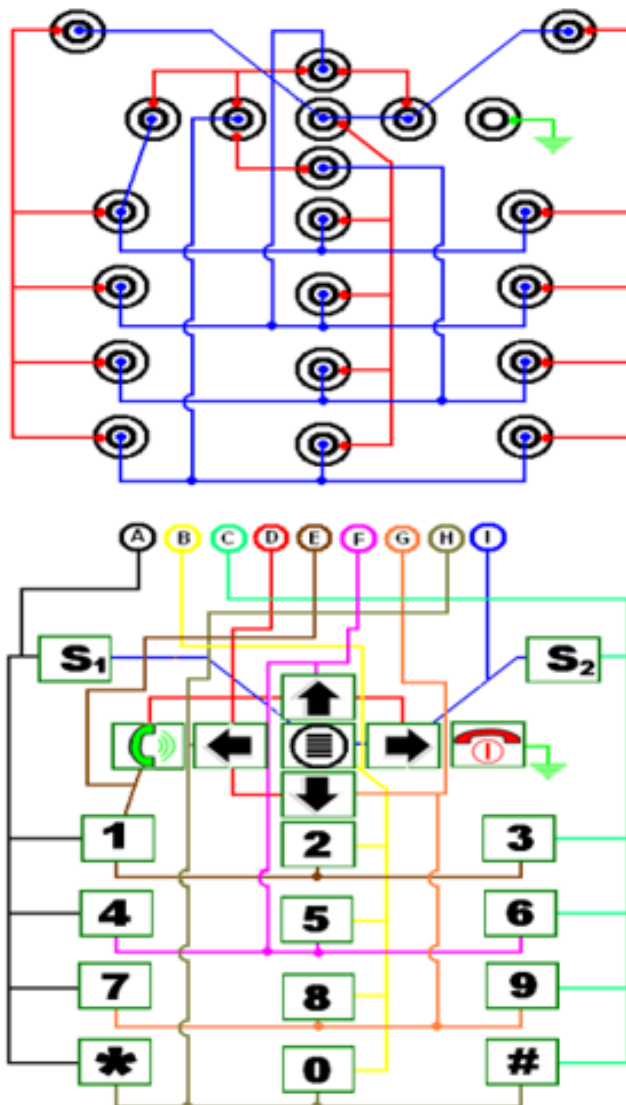


Figura 26 Conexión de matricial de teclado

Solo se toman los hilos principales, los que son compartidos con varias teclas la Figura 26 indica la conexión y caminos del teclado.

En la Figura 27 se aprecia la conexión en el teclado con los hilos de salida del primer celular experimental (figura 27).



Figura 27 Teclado y primer celular de prueba.

4.5.1 ENTORNO DE PROGRAMACIÓN.

En cuanto a la programación de los microcontroladores se empleo Sourceboost compilers, es un conjunto de herramientas para la compilación (y simulación) de programas para microcontroladores de Microchip, se compone de compiladores C, C++, Basic y Novo: IDE (Integrated Development Environment.) que traduce entorno de desarrollo integrado. También incluye un editor moderno, un asistente de proyecto, un depurador de nivel ensamblador, un simulador de precisión del reloj, y una serie de dispositivos virtuales. Tienen una versión gratuita completamente funcional, aunque con algunas limitaciones de memoria, las licencias se venden a un precio razonable, puede descargarse desde la página oficial de SourceBoost: <http://www.sourceboost.com>.

Una de las cuestiones fundamentales en el desarrollo de un circuito electrónico es su diseño, simulación y puesta a punto en la placa de circuito impreso, para esto existen numerosas herramientas, algunas muy profesionales y complicadas de manejar, otras poco poderosas y simples. Para satisfacer esta necesidad se decidió utilizar PROTEUS, el cual es una aplicación CAD, compuesta de tres módulos:

- **ISIS (Intelligent Schematic Input System):** es el módulo de captura de esquemas. Es un programa que permite dibujar, sobre un área de trabajo, un circuito electrónico que posteriormente se podrá simular.
- **VSM (Virtual System Modelling):** es el módulo de simulación, incluyendo PROSPICE.
- **ARES (Advanced Routing Modelling):** es el módulo para la realización de circuitos impresos (PCB).

ARES es una herramienta relativamente fácil de utilizar. Se puede iniciar directamente ARES a partir de ISIS, y este tomará los componentes que serán situados en la PCB, lo que ahorra gran cantidad de trabajo y evita en muchos casos omisiones de componentes, Tiene funciones de enrutamiento y posicionamiento automático, realiza el chequeo de net lists con ISIS, para comprobar la existencia de todos los componentes y que sus interconexiones sean correctas, tiene la capacidad de representar en tres dimensiones los diseños de la placa, lo que ayuda a tener una idea de cómo lucirá la placa una vez terminada (Anexo 3)

CAPITULO 5. RESULTADOS

En la Figura 28 se aprecia el prototipo completo con cada una de sus etapas: transmisor, receptor, interfaz microcontrolador-celular, decodificador DTMF, y cable para la transmisión serial.

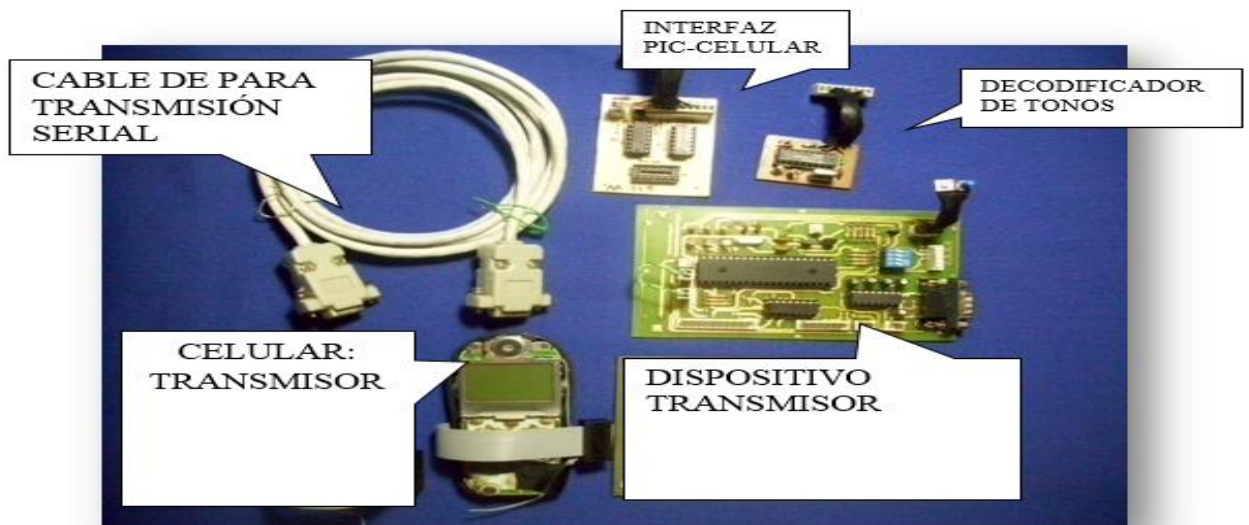


Figura 28 Prototipo para la adecuación y transmisión de alarmas.

Se inicia el ciclo del transmisor cuando se presenta una alteración en los estados de las entradas, en este caso los dip-switchs o en el conector de seis pines, como se puede apreciar en la Figura 29.

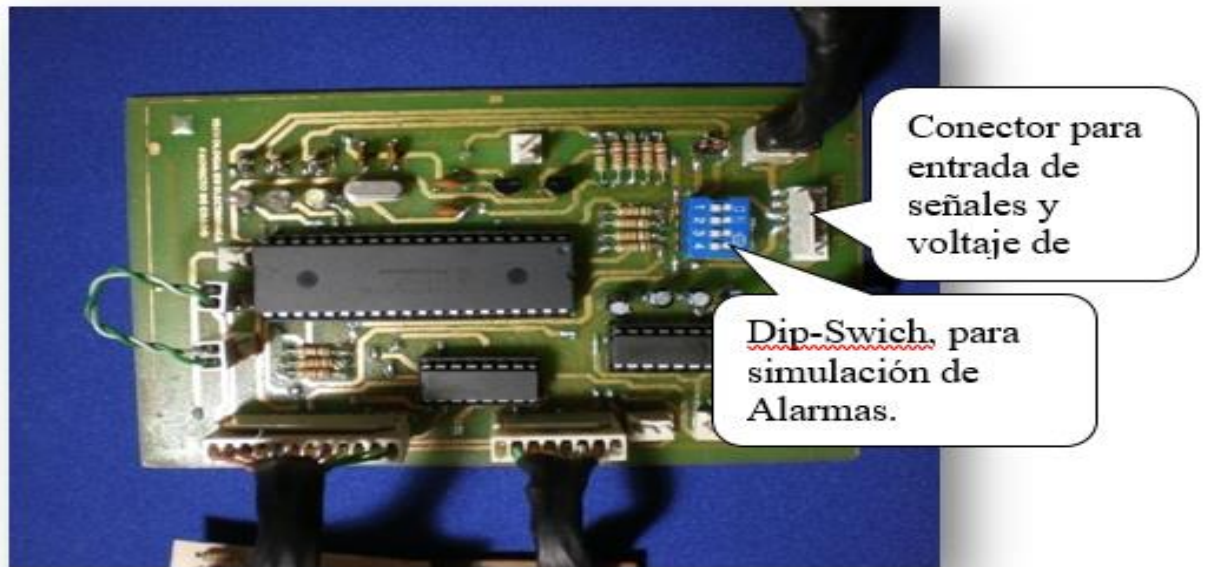


Figura 29 Dispositivo transmisor.



Figura 30 Celular Utilizado

En la Figura 30 se muestra el celular Motorola C115, este es utilizado por su fácil acceso al menú, bajo costo y pequeño tamaño, se observan los cables distribuidos en el teclado de forma matricial, para ahorrar líneas de transmisión a la interfaz.

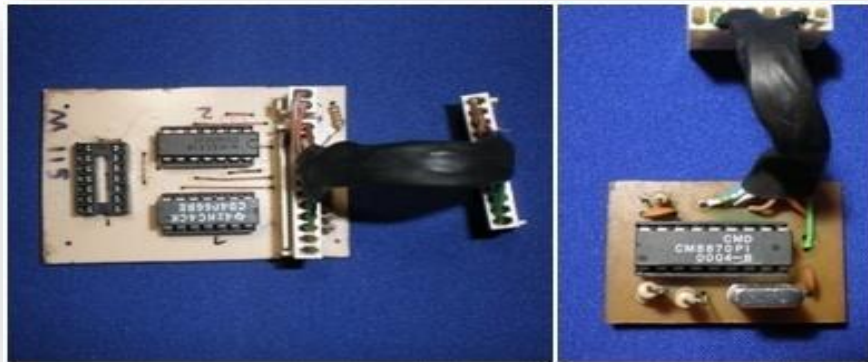


Figura 31 Interfaz microcontrolador - celular y decodificador DTMF

En la Figura 31 se aprecia la interfaz utilizada para comunicar la etapa de control con el teléfono celular (transmisor), y el circuito decodificador de tonos a base de la pastilla CM 8870. Esta es la secuencia que realiza el celular estando gobernado por el microcontrolador, al momento de presentarse una falla, o un cambio en cualquiera de las entradas (Figura 32).



Figura 32 Secuencia para envío de mensaje de texto.

La figura (32a) corresponde al celular en estado de reposo. Iniciado el ciclo de envío de mensaje cambia la pantalla a la secuencia dos (Figura 32 b), luego en la opción de notas rápidas (Figura 32c) como se aprecia hay tres plantillas guardadas, las correspondientes a cada tipo de señal, así el microcontrolador navegará en estas tres opciones y selecciona una de acuerdo a la falla presentada. (Figura 32d)



Figura 33 Llamada en curso.

La Figura 33 corresponde a la marcación que realiza desde un teléfono receptor al celular instalado en el dispositivo transmisor, cuando este por medio de la señal del vibrador detecta una llamada entrante, activa la tecla 'Llamar', contestando la llamada. Seguido envía un código, para que el transmisor se entere que la llamada fue contestada, a su vez podrá enviarse el código, de manera que el transmisor esté seguro que se trata de una llamada autorizada y no de alguna fuente externa. Si se presenta el caso que no envíen un código o el enviado no corresponde al establecido, entonces el dispositivo transmisor cancelara llamada.

En la Figura 34 se aprecian las plantillas de falla de guardadas en el celular.



Figura 34 Plantillas de mensajes de falla

Se diseñó una maqueta a escala para simular las alertas, la Figura 35 indica los puntos donde se establecen los puntos a vigilar.

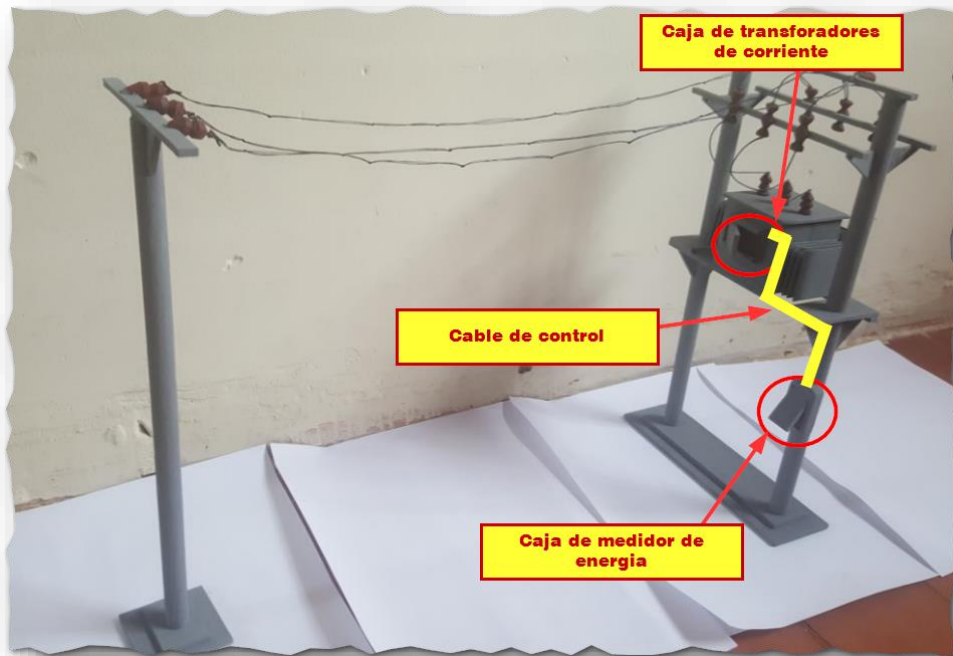


Figura 35 Sistema de Medida para pruebas de funcionamiento

La secuencia de envío de mensajes se aprecia en la Figura 36.



Figura 36 Secuencia de envío de mensajes

Después de estar seleccionada la plantilla de acuerdo a la Falla la secuencia inicia seleccionando al receptor (celular del encargado de mantenimiento) Figura 36a, teniendo ya al destinatario Figura 36b se activa la tecla “selec 1”, para confirmar el envío del mensaje Figura 36c, en la Figura 36d y se realiza la espera en el envío del mensaje, en pantalla se aprecia que el mensaje fue enviado Figura 36e, y para finalizar el teléfono receptor tiene el mensaje en su bandeja Figura 36f.

CAPITULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se debe analizar más profundamente al momento de seleccionar un teléfono celular, a medida que se avanza el desarrollo del proyecto surgen cambios imprevistos, mejoras para el aprovechamiento del equipo e inconvenientes, como fue el caso en donde se inició con un celular Nokia 2280 por ser el más viejo que se tenía. De un momento a otro el teléfono dejó de tener señal, en consulta con Movistar nos comunicaron que lo habían desconectado por obsoleto, y que solo funcionarían los de tecnología GSM, el problema surgió debido a que este teléfono celular trabaja con tecnología CDMA y por consiguiente no usaba Tarjeta 'SIM'.

Posterior a esto se utilizó un Siemens A51, cuyas ventajas eran su bajo costo en el mercado, fácil manejo de teclado y envío de mensajes (reduciendo las teclas de acceso). En sus desventajas se encuentra que no guardaba plantilla para el envío de mensajes de texto, era necesario estar redactando siempre el mensaje correspondiente a cada señal. En la manipulación del teclado para sacar las líneas de conexión se realizó un mal contacto causando que una línea quedara fuera de servicio, obligándonos a cambiar de teléfono.

El mayor inconveniente se dio con los tiempos para la activación del teclado telefónico, en la secuencia para el envío de mensajes de texto no se efectuaba la acción correspondiente, alterando el orden de la instrucción. En el envío de los tonos, estos quedaban fuera de tiempo.

En cuanto a la programación del microcontrolador, todo se realizó sin percances, había una preocupación de las líneas empleadas, el programa utilizado (Sourceboost) tiene esa limitante. Después de que se tenga claro la disponibilidad de los puertos y sus características, baja la probabilidad de inconvenientes en esta parte.

El proyecto fue planteado para dar solución a una problemática particular que era alertar frente a posibles manipulaciones en los equipos de medida especial de usuarios con historial de fraude. Al avanzar en la ejecución del proyecto se logró identificar que éste dispositivo tiene varias aplicaciones, entre ellas:

- Aplicabilidad a diferentes áreas como la medicina, sistemas de seguridad, dada la posibilidad de transmisión de información y control remota de diferentes procesos.
- Sirve como dispositivo de instrumentación y control por el permanente monitoreo y la transmisión de datos a diferentes receptores.
- Tomar acciones correctivas ante variaciones programadas en un indicador definido.
- Versatilidad en adaptación, pues dependiendo de la necesidad se ajusta mediante la incorporación de software y hardware.

El dispositivo tiene una debilidad y es su alta dependencia de la disponibilidad y continuidad en el servicio de red 3GSM esto afecta a la fidelidad de los tonos enviados.

Se pretende como una mejora, poder adaptar la conexión del teléfono celular con el Microcontrolador por medio de transmisión directamente por cable de datos, con esto se obviaría la interfaz Celular-PIC, evitando así modificarlo físicamente. Para él envío de mensajes de texto y llamadas se utilizarían comandos AT. Muchos de los teléfonos entienden estos comandos como estándar y hacen las mismas funciones que si las hicieran con el teclado.

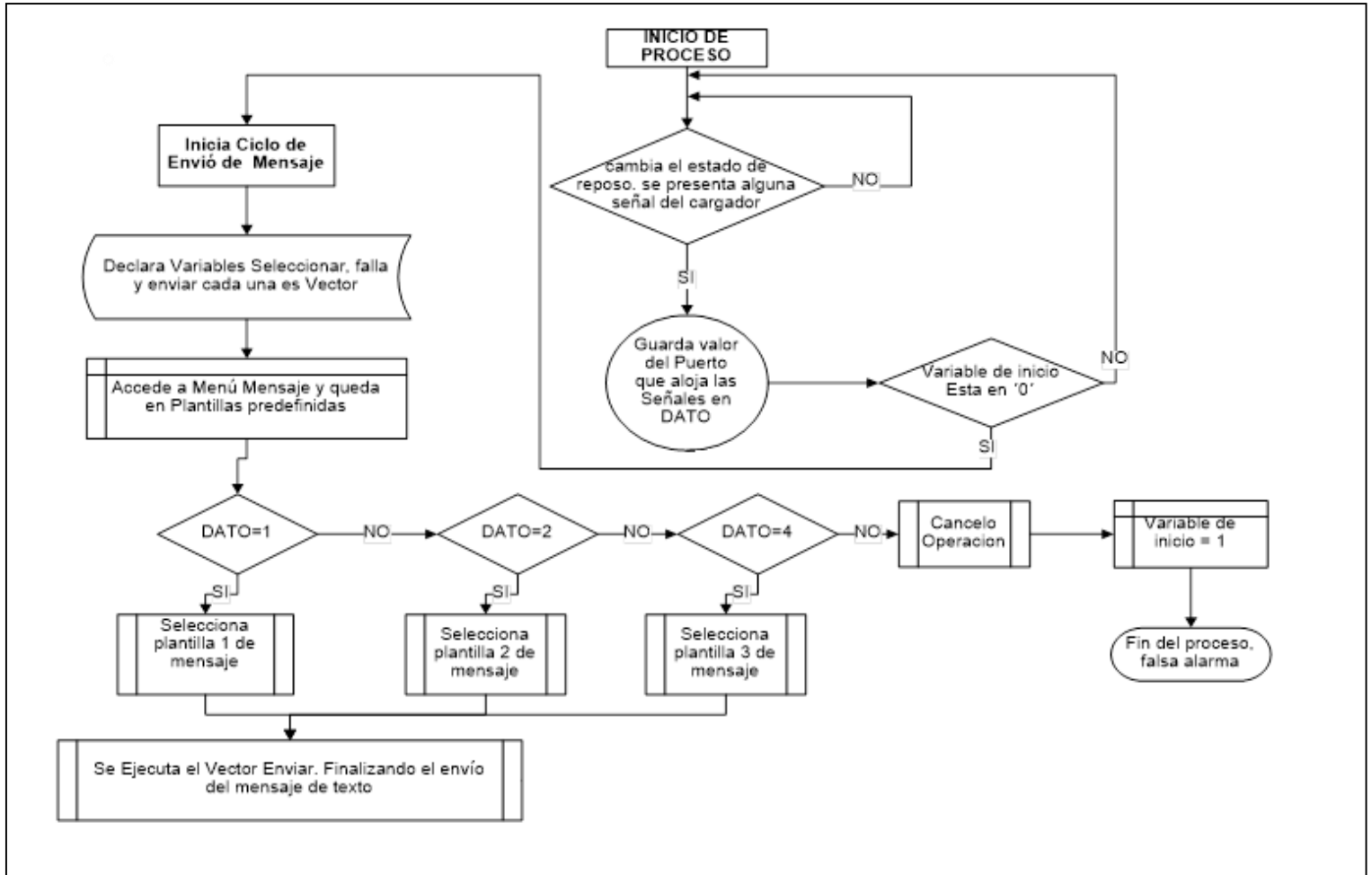
CAPITULO 7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. PORRAS, Hernando Orjuela. Electricidad para no electricistas. Bogotá: Carto Print Ltda., 2008. ISBN: 978-958-44-3700-6.
2. Electrónica Electricidad y telecomunicaciones. Teléfonos DTMF (Dial Tone Multi Freqency). Disponible en línea:
<http://egresadoselectronicaunc.blogspot.com.co/2014/09/telefonos-dtmf-dial-tone-multi-freqency.html>
3. MINISTERIO DE LA PRESIDENCIA, Real Decreto 614/200. Sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico. España 2008. Disponible en línea:
https://es.wikipedia.org/wiki/Energ%C3%ADa_el%C3%A9ctrica
4. Facultad de Ingeniería Industria Cujae, estado del arte de las redes inalámbricas. Disponible en línea:
<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4786831>
5. LIKInormas. Medición semidirecta. Colombia, 2016. Normas Técnicas. Disponible en línea:
http://likinormas.micodensa.com/Norma/acometidas_medidores/cajas_armarios_celdas/ae314_medicion_indirecta_b_t
6. MONTANO DE PAZ, Henry Stanley. Transformadores de corriente TC. Bosco, 2011. Proyecto de grado (ingeniería eléctrica) Escuela de ingeniería eléctrica, sistema de potencia I, ciclo II. Facultad de ingeniería. Disponible en línea: <https://montanux.wikispaces.com/file/view/trafos+de+corriente.pdf>
7. MARTÍNEZ DE LA CRUZ, Carlos Javier. Consumo de energía eléctrica en el sector industrial: metales, siderurgia y gases industriales. Madrid, 2011. Proyecto de grado (ingeniería industrial) Universidad Carlos III de Madrid. Facultad de ingeniería. Disponible en línea:
https://docs.google.com/viewerng/viewer?url=earchivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/11758/PFC_CarlosJavier_Martinez_delaCruz.pdf

8. UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA, UPME. Proyecto de demanda de energía eléctrica en Colombia. Colombia, 2013. Revisión cuatrimestral (demanda de energía eléctrica) Ministerio de minas y energía. Disponible en línea: http://www.siel.gov.co/siel/documentos/documentacion/Demanda/proyeccion_demanda_%20ee_Nov_2013.pdf
9. EDEQ, GRUPO EPM. Informe de sostenibilidad. Colombia, 2014. Perfil de la Organización. (Energía). Edeq, Grupo EPM. Disponible en línea: http://www.edeq.com.co/portals/0/Sostenibilidad/Informe%202014/Informe_de_Sostenibilidad_EDEQ_2014_web.pdf
10. EMILIO. Medidas Eléctricas. Colombia, 2014. Ensayo. Disponible en línea: <https://www.clubensayos.com/Ciencia/Medidas-Elctricas/1831364.html>
11. RIOS VILLEGAS, Santiago. Guía para la detección de fraudes en suministros de energía eléctrica en medición directa. Pereira, 2013. Proyecto de grado (Tecnólogo en electricidad) Universidad tecnológica de Pereira. Facultad de tecnología. Disponible en línea: http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/3743/621319R5_86g.pdf?sequence=1
12. Marcos Tosatado Estaciones. Transmisión de información en los sistemas eléctricos. Disponible en línea: <http://www.mailxmail.com/curso-estaciones-energia/estaciones-transmision-informacion-sistemas-electricos>
13. VIERAS CHILE, iremis. Los sistemas de adquisición de Datos. Cuba, 2010. Monografía. Facultad de ingeniería. Disponible en línea: <http://www.monografias.com/trabajos17/sistemas-adquisicion-dato/sistemas-adquisicion-dato.shtml>
14. Opto acopladores. Disponible en línea: <http://es.scribd.com/doc/39704777/Opto-a-Cop-Lad-Or>

CAPITULO 8. ANEXOS

8.1 ANEXO 1: DIAGRAMA DE FLUJO TRANSMISOR.



8.2 ANEXO 2: DIAGRAMA DE CÓDIGO ENVIO DE MENSAJE.

```
void mensaje(){
    char seleccionar[5]={4,2,2,2,4}; //dato donde se guarda el valor de cada instrucción para el envio del
mensaje.
    char falla[4]={2,2,2,4}; //solo para manipulación de tc´s
    char enviar[11]={3,2,4,4,4,4,4,1,4,1,1};
    //seleccionar

    for (i=0;i<5;i++){
        porta=seleccionar[i]|porta; //se realiza la suma para que no me afecte al estado de los led`s.
        delay_s(retar);
        porta=porta&40;//realiza operación de multiplicación para reiniciar el puerto en cero sin afectar los leds
encendidos
        delay_s(retar1);
    }
    //falla
    if (dato==1){ // MANIPULACION DE TRANSFORMADORES DE CORRIENTE.
        porta=4|porta;
        delay_s(retar);
        porta=porta&40;
        delay_s(retar1);
    }
    else if(dato==2){ // MANIPULACION DE CAJA MEDIDOR O GABINETE.
        for (i=1;i<4;i++){ //inicia de 1 para omitir un paso
            porta=falla[i]|porta; //se realiza la suma para que no me afecte al estado de los
led`s.
            delay_s(retar);
            porta=porta&40;
            delay_s(retar1);
        }
    }
    else{ //AUSENCIA DE VOLTAJE EN ALIMENTACION.
        for (i=0;i<4;i++){
            porta=falla[i]|porta; //se realiza la suma para que no afecte al estado de los led`s.
            delay_s(retar);
            porta=porta&40
            delay_s(retar1);
        }
    }
    //enviar
    for (i=0;i<11;i++){
        porta=enviar[i]|porta; //se realiza la suma para que no me afecte al estado de los led`s.
        delay_s(retar);
        porta=porta&40
        delay_s(retar1);
    }

    porta.3=0; //apago el led que indica ciclo de mensaje
}
```


8.3 ANEXO 3: PCB EN ARES

