

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



**DISEÑO DE UN SISTEMA DE SEGURIDAD Y CONTROL DE CONSUMO DE ENERGÍA
PARA UN TELECENTRO EN LA LOCALIDAD DE MADRE DE DIOS**

Tesis para optar el Título de Ingeniero Electrónico, que presenta el bachiller:

Oscar Enrique Maeda Jerí

ASESOR: Luis Ángel Velarde Criado

Lima, octubre del 2013

RESUMEN

El objetivo de la presente tesis es el de diseñar un sistema de seguridad para un telecentro en la localidad de Madre de Dios con el fin de evitar cualquier tipo de incidente que pueda ocurrir en su interior. Además, se planea diseñar e implementar un dispositivo de control de energía para lograr un mejor monitoreo de la misma, evitando de esta manera un excesivo consumo.

En la actualidad, los telecentros son locales que brindan servicio de información y comunicación, fomentando de esta manera el desarrollo y progreso de los pobladores que se encuentre en su cercanía. Sin embargo, debido a la gran importancia y alto costo que éste demanda, es necesario diseñar un sistema de seguridad que brinde a los usuarios seguridad y tranquilidad. Además, ya que este proyecto tiene un gran valor monetario e implica el uso de tecnologías que brinden el servicio antes mencionado, sería preferible evitar cualquier gasto extra por lo que es necesario tener un sistema que permita regular el uso de energía.

En el presente trabajo se procede a investigar las diversas tecnologías existentes para lograr diseñar un sistema de vigilancia por CCTV (Circuito Cerrado de Televisión), simulándolo para observar la eficiencia de su diseño y detectar errores. Además, se diseña un sistema de seguridad a base de sensores y alarmas, formando un sistema integrado que enviaría toda la información a una interfaz central. Por último, se diseña e implementa un dispositivo que pueda monitorear la potencia consumida por los distintos aparatos utilizados en el telecentro, mostrándola localmente y enviándola de igual manera a una interfaz central.

Los resultados demuestran el correcto funcionamiento del sistema, logrando detectar y mostrar los incidentes detectados por los sensores. Además, se comprobó la correcta medición del dispositivo de control de energía, visualizando su valor tanto en el mismo dispositivo como en la interfaz central.

Se concluyó que la propuesta cumple con los requisitos demandados por dicho telecentro; no obstante, al tratarse de un proyecto en proceso, podría ser necesario realizar modificaciones a la misma.

INDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1: DESCRIPCIÓN DEL TELECENTRO Y POSIBLES RIESGOS	2
1.1. Planteamiento general del telecentro y de sus diferentes áreas	2
1.2. Problemática a tomar en cuenta para el desarrollo de los sistemas en el telecentro	3
CAPÍTULO 2: ANALISIS DE LAS TECNOLOGÍAS DE SEGURIDAD ACTUALES.....	4
2.1. Tecnologías existentes en la actualidad	4
2.2. Modelo Teórico	10
2.3. Objetivos	11
2.3.1. Objetivo general.....	11
2.3.2. Objetivos específicos	11
CAPÍTULO 3: REQUERIMIENTOS DE DISEÑO Y DISEÑO DEL SISTEMA	12
3.1. Planteamiento de la solución	12
3.2. Vigilancia por medio del sistema CCTV.....	13
3.2.1 Estudio del ambiente	13
3.2.2 Análisis del sistema	15
3.2.3 Definición de la solución	18
3.3. Vigilancia por medio de sensores y alarmas	25
3.3.1. Análisis y selección de componentes	25
3.3.2. Diseño de la red de vigilancia por medio de sensores y alarmas	28
3.3.2.1. Diseño del sensor - alarma - microcontrolador	28
3.3.2.2. Diseño del microcontrolador – computador	28
3.3.2.3. Ubicación de los dispositivos en el interior del telecentro	33
CAPÍTULO 4: ANÁLISIS DE LOS COMPONENTES DEL CONTROL DE CONSUMO DE ENERGÍA.....	35
4.1. Elementos del sistema de control de energía.....	35
4.2. Modelo Teórico	36
4.3. Objetivos	37

4.3.1. Objetivo General	37
4.3.2. Objetivos Específicos.....	37
CAPÍTULO 5: REQUERIMIENTOS DE DISEÑO Y DISEÑO DE CONTROL DE CONSUMO DE ENERGÍA.....	38
5.1. Planteamiento de solución.....	38
5.2. Selección de componentes.....	39
CAPÍTULO 6: IMPLEMENTACIÓN DE PROTOTIPO Y PRUEBAS.....	43
6.1. Diseño del sensor – microcontrolador	43
6.2. Diseño del visualizador – microcontrolador	43
6.3. Diseño del microcontrolador – computador	44
6.4. Pruebas realizadas	47
CAPÍTULO 7: ANÁLISIS DE COSTO.....	50
CONCLUSIONES.....	52
RECOMENDACIONES.....	53
BIBLIOGRAFÍA.....	54

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Estructura del telecentro para la localidad de Madre de Dios.....	2
Figura 2.1. Identificación biométrica.....	5
Figura 3.1. Diagrama de comunicación para el análisis de incidentes.....	12
Figura 3.2. Estructura interna del telecentro.....	15
Figura 3.3. Fórmula de la distancia focal.....	17
Figura 3.4. Cámara analógica con resolución 512x492.....	19
Figura 3.5. Cámara digital con resolución 640x480.....	20
Figura 3.6. Cámara digital con resolución 640x480 y 8mm de distancia focal.....	20
Figura 3.7. Recorrido del cableado de las cámaras.....	21
Figura 3.8. Simulación de la instalación de las cámaras.....	24
Figura 3.9. Parámetros de la cámara de la entrada.....	24
Figura 3.10. Simulación en 3D de las cámaras.....	25
Figura 3.11. Comprobación del espacio ocupado en el grabador digital.....	25
Figura 3.12. Interfaz de Visual Basic 6.....	29
Figura 3.13. Diagrama de flujo del programa del dispositivo periférico.....	31
Figura 3.14. Prueba del dispositivo periférico con la interfaz del computador.....	32
Figura 3.15. Creación de un registro de los incidentes.....	32
Figura 3.16. Modelo de posible carcasa para la tarjeta sensor-alarma.....	33
Figura 3.17. Ubicación del sistema de vigilancia por sensores y alarmas.....	34
Figura 5.1. Diagrama de Bloques del Sistema de Control de Energía.....	38
Figura 6.1. Visualización del valor por medio del software VMLAB.....	44
Figura 6.2. Conexión entre el microcontrolador y el módulo zigbee.....	44
Figura 6.3. Diagrama de flujo del programa del dispositivo de control de energía.....	46
Figura 6.4. Modelo de carcasa para la tarjeta de control de energía.....	46
Figura 6.5. Valor de la corriente medida en una pinza amperimétrica.....	48
Figura 6.6. Valor de la potencia hallada a través del sensor de corriente.....	48
Figura 6.7. Visualización del valor de la potencia medida en el LCD y en la interfaz del computador.....	49

INDICE DE TABLAS

Tabla 3.1. Intento de robo en hogares.....	13
Tabla 3.2. Denuncias por comisión de delitos por año, según departamento. Periodo 2006 - 2010.....	13
Tabla 3.3. Comparación de precios entre tecnología analógica y digital.	23
Tabla 3.4. Especificaciones de tecnologías de comunicación.....	26
Tabla 3.5. Especificaciones técnicas de microcontroladores.	27
Tabla 3.6. Trama de comando para transmisión en el módulo Zigbee.	30
Tabla 3.7. Parámetros principales del módulo zigbee para seguridad.....	30
Tabla 5.1. Comparación entre los diferentes sensores de corriente.	40
Tabla 6.1. Parámetros principales del módulo zigbee para control.....	45
Tabla 7.1. Costo de los materiales para el sistema de seguridad CCTV.	50
Tabla 7.2. Costo de los materiales para el sistema de sensores y alarmas.....	51
Tabla 7.3. Costo de los materiales para el sistema de control de energía.....	51

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Tarjetas utilizadas.....	1
Anexo 2: Información del telecentro.....	2
Anexo 3: Sensores de detección.....	4
Anexo 4: Lista de cámaras analógicas y digitales de la empresa RECMA.....	5
Anexo 5: Tabla de comparación de tecnologías.....	7
Anexo 6: Lista de elementos que conforman el sistema CCTV.....	8
Anexo 7: Diagrama de las pruebas de distancia realizadas con el dispositivo Xbee S2.....	10
Anexo 8: Diagrama de bloques de los componentes del dispositivo de control de energía.....	12
Anexo 9: Funcionamiento de la interfaz de seguridad.....	13
Anexo 10: Configuración de los módulos zigbee.....	15
Anexo 11: Simulación del sistema CCTV.....	21
Anexo 12: Código de la interfaz en Visual Basic.....	26
Anexo 13: Código del dispositivo periférico.....	37
Anexo 14: Código del dispositivo de control de consumo de energía.....	50
Anexo 15: Esquemáticos.....	88
Anexo 16: Hojas de datos.....	93
Anexo 17: Tramas utilizadas para la comunicación.....	144

INTRODUCCIÓN

La seguridad es un tema importante que cualquier tipo de local debe manejar debido a que es una necesidad primordial para lograr la prosperidad del mismo. Por medio de diversos dispositivos es posible crear un sistema que pueda mantener un nivel de vigilancia constante para evitar cualquier tipo de daño o perjuicio al local.

Otro factor importante que se debe tomar en cuenta para cualquier tipo de establecimiento es el control del consumo de energía debido al gran ahorro que éste podría proveer, promoviendo de igual manera el cuidado del medio ambiente (menor consumo de combustible u otro tipo de material dañino).

Sin embargo, los sistemas actuales que suelen ser utilizados para estos propósitos pueden ser tanto insuficientes como redundantes. Esto es debido a la falta de conocimiento que poseen las personas encargadas con respecto a la diversidad de dispositivos que existen hoy en día.

Debido a ellos, las personas, por no poseer un sistema que cubra los requisitos necesarios del local, con regularidad son víctimas de diferentes problemas como actos delictivos (para el caso de seguridad), así como grandes gastos en los recibos de energía (para el caso del consumo). O también por poseer un sistema redundante, al final invierten una gran cantidad de dinero por elementos que posiblemente no se vayan a utilizar. Es por ello que, tomando en cuenta lo anteriormente mencionado, es necesario poseer un sistema simple que cumpla con los requisitos indispensables que demanda el local utilizando las tecnologías necesarias.

En el presente trabajo se realizará una investigación acerca de los diversos sistemas y dispositivos que existen en el mercado, así como de los principales problemas que experimentan este tipo de locales para lograr diseñar un sistema de seguridad recomendable para las necesidades que se deban cubrir y también el diseño e implementación de un dispositivo de control de energía para monitorear el correcto consumo de ésta.

CAPÍTULO 1: DESCRIPCIÓN DEL TELECENTRO Y POSIBLES RIESGOS

1.1. Planteamiento general del telecentro y de sus diferentes áreas

Los telecentros son locales especializados que permiten mejorar la calidad de vida de las personas cercanas a éste por medio de tecnologías de información y comunicación [1]. Dependiendo del lugar y/o necesidad, su infraestructura puede ser muy variada y brindar diferentes tipos de servicios.

Para esta investigación se analizará un telecentro que se encuentra en planes de construcción en una de las localidades de Madre de Dios, en cuyo interior habrán diversas áreas pensadas para brindar un eficiente servicio de acuerdo a las necesidades de los pobladores, entre las que tenemos [2]:

- Una sala de Uso Múltiple, para las capacitaciones y proyecciones.
- Un área con Cubículos de Trabajo en Grupo, para reuniones de trabajo sobre desarrollo de contenidos, generación de ideas, consultas técnicas, etc.
- Una sala de Edición de video y multimedios – Cabina de radio, para la generación y transmisión de contenidos multimediales.
- Una sala de Acceso a Internet – Laboratorio de Computo, para brindar el servicio de acceso a la web y la carga y descarga de datos.
- Un cuarto de equipos, como sala de servicios y de otros equipos informáticos.
- Entre otros.

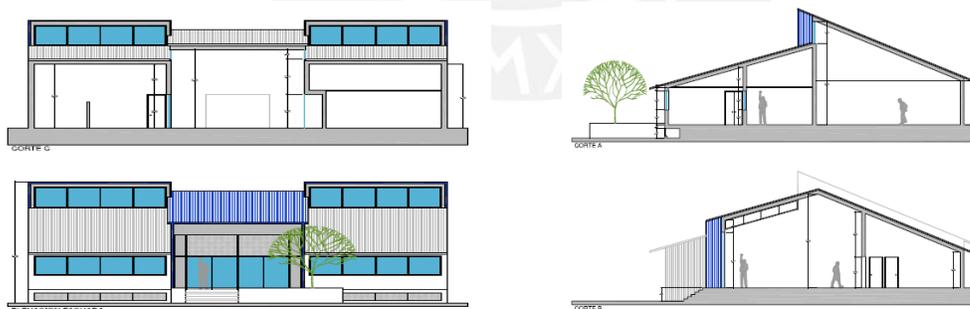


Figura 1.1. Estructura del telecentro para la localidad de Madre de Dios.

Debido a la gran cantidad de áreas que habría en su interior, existirán una gran cantidad de dispositivos para brindar el servicio correspondiente a los usuarios.

El precio aproximado del equipamiento con el que contaría cada telecentro asciende a un promedio de S/. 628,175.00.

1.2. Problemática a tomar en cuenta para el desarrollo de los sistemas en el telecentro

El telecentro que se tiene pensado realizar en la localidad de Madre de Dios va a brindar un gran servicio a las comunidades cercanas por la oportunidad que se les ofrece de aprender e instruirse utilizando dispositivos modernos de comunicación; sin embargo, debido a su gran importancia, es necesario identificar y analizar las posibles situaciones que podrían desencadenar algún tipo de incidente, como por ejemplo:

- ✓ El telecentro posee varias áreas en las cuales se instalarán una gran cantidad de dispositivos tecnológicos, los cuales en su mayoría poseen un alto valor económico, por lo que aumentarían las posibilidades de hurto.
- ✓ Los dispositivos que se encontrarán dentro del telecentro son susceptibles a ser dañados por las personas ya sea por mal uso o por falta de conocimiento del mismo.
- ✓ Para mantener un correcto cuidado y proveer cierto servicio a los usuarios, es necesario la colaboración de un personal debidamente preparado para su labor. Dichas personas tendrían acceso total a los diversos dispositivos, por lo que sería un problema en caso un delincuente se infiltrase.
- ✓ Debido a la gran cantidad de dispositivos, existe la posibilidad que se produzcan cortocircuitos u otro tipo de incidente que pueda afectar la vida de los usuarios en el interior.

Para el caso de la energía, existen también ciertos problemas que se pueden generar debido a la falta de gestión de energía:

- ✓ Posible sobrecarga debido al poco seguimiento que se realiza de los diversos dispositivos conectados, considerando la gran cantidad que habrá de ellos.
- ✓ El aspecto ambiental tiene una gran influencia en el proyecto, por lo que un exceso de uso de energía podría causar un gran impacto.
- ✓ Sin un continuo monitoreo de la energía consumida, es posible que se genere una disminución de la vida útil en ciertos dispositivos que suelen ser utilizados con mayor frecuencia, provocando así un mayor gasto económico.

CAPÍTULO 2: ANALISIS DE LAS TECNOLOGÍAS DE SEGURIDAD ACTUALES

2.1. Tecnologías existentes en la actualidad

Antiguamente, las personas se encargaban manualmente de la vigilancia. Hoy en día, para brindar mayor seguridad, se han ido desarrollando sistemas más avanzados y de sencillo uso.

Para poder analizar mejor los instrumentos que se utilizan, éstos se dividirán en:

- Sistema de Control de Acceso.
- Sistema de vigilancia por medio de cámaras y sensores.

2.1.1.- Sistema de Control de Acceso

Actualmente se han realizado varios estudios para implementar instrumentos que puedan restringir el acceso a diversos lugares a sólo unas cuantas personas. Entre ellos se encuentran los sistemas biométricos y los sistemas con tarjetas.

Los sistemas biométricos son aquellos que utilizan las características propias de las personas, comparándolas con la información que se encuentra previamente grabada en una base de datos, para permitir o no el acceso.

Para poder almacenar las características se utiliza un módulo de inscripción, en el cual se realizan dos pasos. En primer lugar, se adquieren los datos del indicador biométrico elegido y se convierte a un formato digital. A partir de lo adquirido, el segundo paso realiza la extracción de las características representativas de dicho indicador. Dichas características se denominan *templates*, las cuales se almacenarán luego en una base de datos o tarjeta magnética.

Para poder realizar el proceso de identificación, de igual manera se adquieren los datos a través de un lector biométrico y se extraen sus características representativas. Dicha información se compacta con el mismo formato de los *templates*, llamados *query*, y luego se realiza la comparación con la información previamente almacenada.

[3]

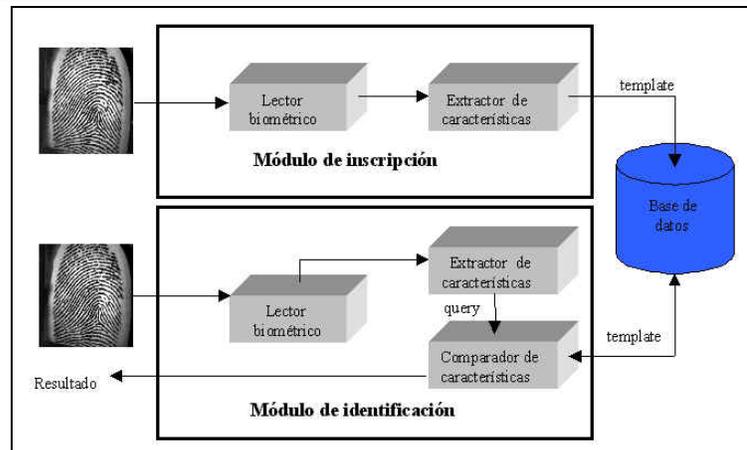


Figura 2.1. Identificación biométrica

La información de los templates, para poder realizar un análisis más veloz y así también generar más respuestas del sistema, se dividen en diversas clases como:

- Una persona autorizada es aceptada
- Una persona autorizada es rechazada
- Un impostor es rechazado
- Un impostor es aceptado

Inicialmente sólo se utilizaba las huellas dactilares para el análisis de acceso debido a su unicidad, pero se han originado algunas fallas que les ha costado a muchas compañías pérdidas de millones de dólares. Es por ello que se han ido desarrollando nuevos métodos para mejorar la seguridad utilizando el reconocimiento facial, reconocimiento del iris, escáner de retina, análisis de voz y análisis de la geometría de la mano.

El uso de las tarjetas también cumple un papel importante en la seguridad de acceso. El método más usado es por medio de la lectura de una banda magnética, el cual es asignada a cada tarjeta para poder brindarles acceso. Sin embargo dicho método, con las tecnologías actuales, se ha vuelto fácilmente reproducible por los maleantes. Debido a ello, han desarrollado tarjetas que poseen RFID (Radio Frequency Identification), las cuales contienen los datos de identificación del sujeto, generando una señal de radiofrecuencia con dicha información una vez sean influenciados por otro campo de radiofrecuencia [4]. Una vez la tarjeta se encuentre dentro de su

alcance, el lector de RFID adquiere dicha información y la compara con la que se encuentra previamente guardada en la base de datos y realiza la acción correspondiente (permitir o no el acceso).

2.1.2.-Sistemas de vigilancia por medio de cámaras y sensores

Todo sistema de seguridad, para mantener una continua vigilancia, ha requerido el uso de cámaras para el monitoreo del lugar y de sensores para verificar su estado al detectar ciertas señales [5]. Gracias a los dispositivos que se han ido fabricando, poco a poco el nivel de seguridad ha ido mejorando, brindando tranquilidad a los usuarios.

Debido a la diversidad de incidentes que pueden ocurrir, se han desarrollado varios tipos de dispositivos, especializados en una determinada función.

a) Detección en el interior:

Para lograr una eficiente detección en el interior del local, es recomendable utilizar sensores que puedan detectar alguna eventualidad que pueda perjudicar tanto al local como a los usuarios que se encuentren en él. Se pueden tener varios tipos de incidentes; sin embargo se mencionarán los más resaltantes:

- Para el caso de detección de personas no autorizadas, se requiere un sensor de presencia, con el cual permitiría frustrar cualquier intento de hurto o manipulación indebida de los equipos. Se podría utilizar un sensor ultrasónico que permite detectar algún intruso por medio de ondas [6], o un sensor infrarrojo que permite detectar la radiación que emiten los materiales calientes.
- Para el caso de incendios, podemos destacar 4 tipos de sensores:
 - *Sensores térmicos-termovelocímetros.*
 - *Sensores de llama.*
 - *Sensores ópticos de humos.* [8]
 - *Sensores iónicos de humos.*

Para complementar los sensores mencionados, se pueden utilizar extintores, sirenas, telefonía al exterior, etc., para poder lograr una reacción más rápida ante un incidente como este.

- Para el caso de fugas de agua, es necesario utilizar un detector de inundación en los lugares donde podría ocurrir (por ejemplo el baño). Es por ello que lo más recomendable es utilizar un sensor de nivel en la parte más baja de la zona para que envíe una señal que indique el problema. [9]
- Para el caso de fugas de gas se utilizan sensores de gases especializados, los cuales trabajan a un nivel molecular debido a que detectan el tipo de gas al disminuir la carga superficial negativa del material que se utiliza para la detección (óxido de estaño). [10]

Sin embargo, el uso de sensores no es suficiente para mantener un telecentro de dicha magnitud a salvo, es por ello que es necesario una continua visualización de todo el complejo, lo cual se puede realizar por medio de cámaras de seguridad.

b) Vigilancia monitoreada:

Actualmente la tecnología ha desarrollado varios tipos de cámara para cumplir las necesidades de los usuarios; sin embargo, debido a esta diversidad ha dificultado la elección de las mismas y el diseño de un buen sistema de vigilancia, por lo que hoy en día es necesario evaluar las diversas capacidades que poseen y de acuerdo a ello elegir la más óptima en el diseño. Una vez se tenga esta información, se podrá elegir los componentes faltantes del sistema para poder cumplir con los requerimientos.

Algunas características que se tienen que analizar son las siguientes [36]:

- Cámara:

- Sensor de Imagen: Permite la conversión de la luz en señales eléctricas, para ser procesadas y obtener una señal de video. Si mayor es su tamaño, mayor cantidad de luz captarán.
- Lente: Permite determinar la escena que podrá visualizarse y regula la cantidad de luz que alcanza el sensor. Aquí se puede conocer la distancia focal, que es la distancia del centro del lente al sensor de imagen, y el campo de visión que una cámara puede llegar a observar.

- Circuito de procesamiento de imágenes: Este procesamiento posee tres factores importantes que definen la capacidad de la cámara y permite la elección correcta de ésta: la sensibilidad (indica la iluminación requerida), la iluminación (la manera cómo afecta la escena) y la resolución (medida de la definición y claridad de la imagen) .

- Transmisión:

- Cable coaxial: Compuesto por un centro vivo aislado con poliuretano y una malla, todo recubierto por una vaina de PVC. Para una distancia menor a 300mts. se tiene el RG-59 y para una distancia menor a 600 mts. se tiene el RG-11.
- Inalámbrico: Transmisión sin la necesidad de cables. Para una distancia hasta 100 mts. se tienen los equipos de radiofrecuencia, cuya frecuencia de trabajo es de 900 Mhz. o 2.4 Ghz., y para una distancia hasta 5 km. se tienen los equipos de microondas.
- Telefónico: Permiten la conexión de las cámaras a un lugar remoto. Primero se conectan a una PC con modem y en el otro punto hay otra PC con modem en donde se recibe la información por medio de un software.
- Par trenzado: Permite la transmisión analógica entre una cámara y un monitor a través de una cable UTP, consiguiendo una distancia de 1.5 km. En el caso de cámaras IP se logra una distancia máxima de 100 mts. Tiene gran resistencia a interferencias.
- Fibra Óptica: Caracterizado por su gran recorrido y su gran protección contra interferencias. Logra obtener distancias de hasta 3.4 km en multimodo y 24 km en monomodo con señal analógica. Debido a la protección del cable y a la transmisión por un haz de luz, la señal no se degrada por interferencias.

- Monitoreo:

- Resolución: Medida de líneas horizontales en la imagen del monitor. Su valor es diferente a los televisores convencionales debido a la diferencia en el uso.

De acuerdo a este valor se puede observar la nitidez que puede llevar y calcular cuántas cámaras se pueden observar a la vez.

También se cuenta con algunos accesorios que podrían formar parte del diseño dependiendo de la necesidad que quiera cubrirse en el ambiente. Se puede grabar el video, mostrar varias cámaras a la vez, cambiar el monitoreo de cámara en cámara, etc.

c) Redes de comunicación

Para lograr la integración de los diversos sensores, es necesario algún medio que permita la comunicación entre ellos, dándole facilidad al usuario para que pueda hacer seguimiento de cualquier incidente. Existen diversos tipos de clasificación para las redes de comunicación en la actualidad, de las cuales sólo se mencionará las más importantes para este tipo de necesidad: [11]

- i. Con relación al flujo entre el origen y el destino.
 - Redes punto a punto.
 - Redes punto a multipunto.
 - Redes multipunto a multipunto.
- ii. Con relación al grado de movilidad y el uso de espectro radioeléctrico.
 - Redes fijas.
 - Redes inalámbricas.
 - Redes de móviles.
 - Redes celulares.
- iii. Con relación al grado y extensión de la cobertura geográfica de la red. [12]
 - Red de área personal (PAN).
 - Red de área local (LAN).
 - Red de área metropolitana (MAN).

- Red de área extensa (WAN).

Además de ello, existen diversas topologías utilizadas para el diseño de dichas redes; sin embargo gran parte de ellas se basan a partir de tres topologías en especial, por lo que sólo se mencionarán estas tres:

- ❖ Topología en bus.
- ❖ Topología en anillo.
- ❖ Topología en estrella.

2.2. Modelo Teórico

Debido a la gran importancia y alto costo del telecentro, se va a requerir un sistema sumamente moderno y seguro para evitar cualquier problema que puede surgir en cada localidad.

Sin embargo, por el mismo hecho que el proyecto de por sí demanda una gran inversión monetaria, se debe tomar en cuenta buscar un sistema que no demande un gran gasto pero sin perder el nivel de seguridad que se desea.

El control de acceso es un asunto importante al tratarse de un local público; sin embargo el costo de estas tecnologías puede ser relativamente alto en comparación a los métodos usuales. Los sistemas biométricos, si bien brindan una seguridad mayor, tienen un costo muy elevado para este tipo de proyecto. En el caso de las tarjetas RFID, pese a tener un costo relativamente menor, sus ventajas pueden no ser muy necesarias y el riesgo que presentan es el mismo que el de las llaves. Es por ello que sería más recomendable y barato el evitar usar tecnologías redundantes.

En el caso de la vigilancia por medio de cámaras de seguridad, un buen sistema que permite un correcto funcionamiento y brinda una gran versatilidad es el CCTV. Debido a la gran cantidad de configuraciones que puede tener, se puede regular mejor el costo y la seguridad para mantener un nivel aceptable en ambas partes.

Para el caso de la vigilancia con sensores, se puede realizar una integración de éstos junto con sus respectivas alarmas para lograr centralizar la información percibida en un punto, lo cual facilitaría el monitoreo de sus estados. Dicha integración se realizaría

por medio de una red inalámbrica por tener mayor facilidad en la instalación y una mejor escalabilidad en comparación al uso de cableado. Sin embargo, se tendrá que considerar una red PAN debido a que el tamaño del telecentro no es muy grande, utilizando una conexión punto a multipunto por medio de la topología estrella, debido a que se trata de un sistema centralizado.

2.3. Objetivos

2.3.1. Objetivo general

Diseñar un sistema de seguridad para un telecentro que permita realizar una vigilancia y monitoreo eficiente para manejar de manera adecuada cualquier problema que pueda darse y con ello brindar a los usuarios un servicio seguro, continuo y cómodo.

2.3.2. Objetivos específicos

- 1) Tener una correcta visualización de cada sector para poder estar al tanto de lo que ocurre en los mismos.
- 2) Desarrollar un sistema que permita evitar o minimizar los efectos de algún incidente como incendios, aniegos, etc.
- 3) Comunicar todos los dispositivos para un mejor desempeño del sistema en conjunto y lograr su integración.

CAPÍTULO 3: REQUERIMIENTOS DE DISEÑO Y DISEÑO DEL SISTEMA

3.1. Planteamiento de la solución

Como se mencionó anteriormente, se planea realizar el diseño de un sistema CCTV para un telecentro, el cual podría variar debido a que el proyecto aún no se encuentra completamente definido. Dicho sistema estaría compuesto por los elementos básicos: cámara, cableado y monitor, los cuales se elegirán tomando en cuenta su funcionalidad y costo. Posiblemente se requiera algún tipo de accesorio, lo cual dependerá de la solución planteada.

En el caso del sensado y activación de alarmas se planea diseñar prototipos de dispositivos remotos comunicados a un computador central de manera inalámbrica, los cuales enviarían el estado de los sensores y activarían una alarma en caso ocurra un incidente. Para ello se necesita una interfaz inalámbrica, sensores y alarmas (que se pueden obtener fácilmente en el mercado local), los cuales se integrarán a los dispositivos remotos.

A continuación se presenta un diagrama para dar una mejor explicación de lo que se desea realizar.

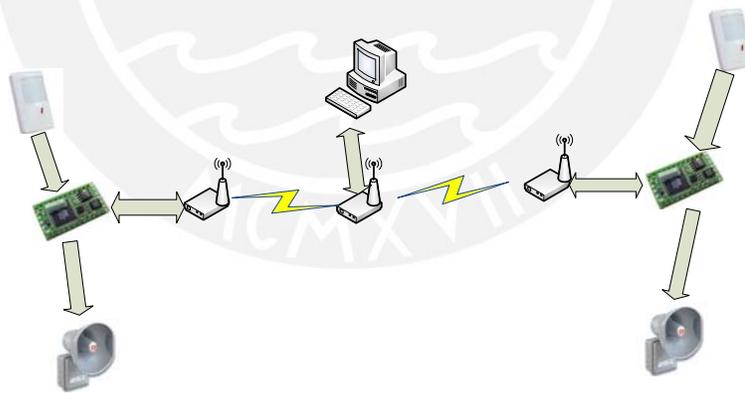


Figura 3.1. Diagrama de comunicación para el análisis de incidentes.

3.2. Vigilancia por medio del sistema CCTV

3.2.1 Estudio del ambiente

Para diseñar un sistema de CCTV es imprescindible conocer en primer lugar las necesidades que se deben cubrir para mantener seguro cualquier ambiente, por lo que se debe analizar las incidencias que podrían ocurrir en el telecentro.

Tabla 3.1. Intento de robo en hogares. [32]

MODALIDAD	%
Forzaron la cerradura de la puerta	35.8
Ingresaron por el techo	32.7
Ingresaron con engaños	6.5
Forzaron la cerradura de la ventana	4.9
Otra forma	21.7

Tabla 3.2. Denuncias por comisión de delitos por año, según departamento. Periodo 2006 - 2010. [33]

	2006	2007	2008	2009	2010
Total	153,055	144,203	151,560	160,848	181,866
Lima	74,518	67,831	67,768	70,634	79,443
Madre de Dios	1,607	1,387	648	297	496

Debido a que la información acerca de los delitos contra el patrimonio en Madre de Dios son escasos, se decidió tomar como referencia el departamento de Lima para conocer mejor las posibles incidencias que puedan ocurrir.

Como se puede observar en las modalidades de robo, un 42.3% se dan por la puerta principal, por lo que es necesario una constante vigilancia en esa área. Sin embargo, como vemos en la tabla siguiente, las denuncias en el departamento de Madre de Dios (0.27%) son muy inferiores a las de Lima (43.68%) con relación al total de denuncias a

nivel nacional, por lo tanto los requerimientos de seguridad pueden ser menores y la necesidad de una continua vigilancia en todos los ambientes se reduce.

En el informe acerca de la estructura interna del telecentro para la localidad de Madre de Dios se puede observar un total de diez áreas:

- ✓ Sala de Acceso a Internet - Laboratorio de Computo
- ✓ Almacén
- ✓ Servicios Higiénicos (S.S.H.H.)
- ✓ Sala de Uso Múltiple
- ✓ Cuarto de Equipos
- ✓ Locutorio
- ✓ Sala de Recepción
- ✓ Sala de Edición de Video y Multimedia – Cabina de Radio
- ✓ Cubículos de trabajo en grupo
- ✓ Administración – Sala de Manejo Documentario

Al tratarse de varias áreas, no sería eficiente realizar el monitoreo de cada una de ellas ya que, como se concluyó anteriormente, el índice de robo es bajo en esta localidad, lo cual permitiría reducir el costo del sistema y brindar mayor facilidad para la vigilancia.

De acuerdo a la información del telecentro, los puntos más importantes de monitoreo, ya sea por los equipos que tengan o la importante documentación que pueda haber, serían el laboratorio de cómputo, el almacén, el cuarto de equipos, la sala de edición, la administración y la entrada al telecentro.

Analizando el plano, el almacén se encuentra en una ubicación muy recóndita y de gran afluencia debido su cercanía al baño, por lo que es necesario una vigilancia continua en él. La sala de edición se encuentra al costado de la administración, por lo que la vigilancia en ellos puede ser compartida. El laboratorio de cómputo es un amplio ambiente con varios dispositivos de alto costo, es por ello que también se considera. El cuarto de equipos también lo requiere debido a que es el corazón del telecentro. Por último, se vigilaría la entrada continuamente debido a que es la zona con mayor vulnerabilidad del telecentro según el estudio previamente mencionado. Para realizar el diseño de lo anteriormente mencionado, se utilizará un software de simulación que permita la comprobación del mismo.



Figura 3.2. Estructura interna del telecentro.

3.2.2 Análisis del sistema

Se comenzará con la elección de las cámaras ya que son la parte primordial de un sistema CCTV y en base a la elegida se realizará la búsqueda del sistema que mejor se adecúe. Se pueden elegir 2 tipos de cámaras: IP y analógicas, que presentan algunas diferencias en lo que es capacidad, eficiencia, precio y facilidad de instalación. Las cámaras IP han mostrado ser muy superiores a las analógicas por su gran resolución y capacidad de transmisión; sin embargo dichas capacidades sobresalen cuando se requiere cubrir amplias zonas de vigilancia, lo cual podría ser irrelevante en este caso. Aparte de ello, como la localidad presenta un bajo índice de criminalidad, es posible que sea innecesario realizar la gran inversión que éstas demandan. Por otro lado, las cámaras analógicas tienen menor capacidad y requieren un sistema más complejo que las digitales, pero se ajustan mejor a los requerimientos del telecentro, presentando un bajo costo, una capacidad promedio pero suficiente para una buena vigilancia y facilidad en el uso. Es por ello que, para armar un eficiente y económico sistema, se requiere un análisis y comparación entre ambas tecnologías.

Antes de iniciar este análisis es necesario recalcar la gran cantidad de fabricantes que existen en el mercado. Cada uno de ellos tiene una configuración diferente para sus respectivas cámaras por lo que pueden tener un comportamiento distinto aún cuando presenten características similares. Ya sea por el desarrollo de sus tecnologías, el tipo de material que utilizan o el ambiente donde se instalan, una cámara analógica de

480TVL de un fabricante puede tener una capacidad superior a otra de 540 TVL[27]. Además de ello, dichas diferencias no son reveladas al consumidor por lo que complica más el análisis de cada tecnología. Es por ello que se definirá un procedimiento general que pueda servir como guía para diferenciar y elegir una cámara que cumpla con las necesidades del sistema.

En primer lugar, es necesario tener en cuenta los requisitos de funcionalidad que se desea: detección, reconocimiento o identificación[24]. Dichos requisitos nos permiten diferenciar los niveles de definición que se podría llegar a tener de un área determinada por medio de la resolución que se elija para la cámara. La detección permite determinar sólo la presencia de una persona. El reconocimiento permite una mejor visualización de la persona, pero con poco detalle. Finalmente, la identificación permite verificar la identidad de la persona en alto detalle para evitar errores.

Conociendo cada requisito, se podría pensar que es necesario buscar un sistema que permita identificar a las personas que se encuentren en el telecentro; sin embargo mostrar un detalle nítido puede ser muy costoso y hasta poco necesario debido a que cada localidad está conformada por pocos pobladores. Es por ello que sólo sería necesario lograr obtener un buen reconocimiento de la persona.

Para obtener dicho reconocimiento, es necesario obtener dieciséis píxeles que cubran el ancho de la cara de la persona como mínimo. Como la medida promedio de la cara es de dieciséis cm, al final se tiene una relación de 1px/cm que se debe cumplir. De acuerdo a esta medida, se verificará el ancho máximo que se puede conseguir con la resolución de la cámara.

Las cámaras analógicas tienen diversas resoluciones, de las cuales sobresalen dos tipos: estándar (380 TVL) y alta definición (540 TVL) [22]. Se analizarán ambos tipos para verificar hasta qué alcance pueden cumplir con los requerimientos del ambiente.

En primer lugar es necesario traducir esta resolución a digital, obteniendo de esta manera su valor en píxeles. Para obtener este valor, es necesario saber que la imagen digital tiene una relación de 4:3 ya que el ancho de la misma supera a la altura, por lo tanto para 380 TVL el valor en píxeles sería 506.7 $((380*4)/3)$ mientras que para 540 TVL el valor que corresponde es 720[22]. Estos valores sólo sirven de referencia ya que varían de acuerdo a la cámara y fabricante. De acuerdo a la relación previamente

hallada para el reconocimiento, la primera resolución lograría un ancho máximo de 5.067 m, mientras que la segunda lograría 7.20m.

Una vez conocido el ancho que se desea visualizar, es posible obtener el valor de la distancia focal a través de una fórmula que utiliza estos conceptos.

$$\text{Focal length of the height} = \frac{\text{Working distance} * \text{CCD height}}{\text{Object height} + \text{CCD height}}$$

$$\text{Focal length of the width} = \frac{\text{Working distance} * \text{CCD width}}{\text{Object width} + \text{CCD width}}$$

Figura 3.3. Fórmula de la distancia focal.

Donde 'Focal length of the height' es la distancia focal para la altura y 'Focal length of the width' es la distancia focal para el ancho [29]. Como en este caso tenemos información acerca del ancho máximo que puede tener el objeto, se podrá hallar la distancia focal mínima necesaria. Sin embargo, también se debe considerar la distancia hacia el objeto (Working distance), la cual variaría entre cada ambiente debido a sus dimensiones y a la posición donde se instalaría la cámara. En este caso, se tienen dos ambientes donde la distancia mínima es de 6.8 m, por lo cual se tomará este valor como referencia.

Otro valor que se toma en cuenta es el sensor, el cual tiene una gran variedad de tamaños; sin embargo, sólo se considerará los valores más comerciales para los cálculos respectivos: 1/2", 1/3" y 1/4". De acuerdo a estos valores se hallará la distancia focal para cada uno de ellos, lo cual permitirá encontrar la cámara que mejor se adecúe a los requerimientos. En el caso del sensor de 1/2" se tendría una distancia focal de 8.59mm, para el sensor de 1/3" se tendría 6.44mm y para el sensor de 1/4" se tendría un valor de 4.83mm. Con estos valores se debe buscar una medida igual o mayor para estar en el rango de reconocimiento.

En el caso de las cámaras digitales se utiliza el mismo método. Éstas tienen una resolución estándar de 640x480, la cual podría ser suficiente por tener una buena cantidad de pixeles. Con ésta conseguiría un ancho máximo de 6.4m. Utilizando esta

referencia, para sensores de 1/2" se tendría una distancia focal de 6.8mm, para 1/3" se tendría 5.1mm y para 1/4" se tendría 3.825mm.

3.2.3 Definición de la solución

Recma es una empresa de soluciones tecnológicas de seguridad que tiene una amplia gama de productos para estructurar un eficiente y seguro sistema CCTV. En ella se puede encontrar tanto cámaras digitales como analógicas, con una gran diversidad de sensores, lentes, grabadores de video, etc [25]. Para poder encontrar la cámara adecuada, se tiene que tener en cuenta la capacidad de la misma, su precio y el precio de algún componente adicional en caso se requiera, como un lente de mayor rango.

Se iniciará el análisis de las cámaras analógicas tomando como referencia la resolución de 380 TVL debido al bajo precio que presenta. Además, es necesario tomar en cuenta que se trabajará todo el día por lo que se requiere una cámara con visión nocturna. Cabe recalcar que es poco probable encontrar cámaras de bajo costo con tales distancias focales en sus propios lentes, por lo que será necesario utilizar otro tipo de lentes. Tomando en consideración que se tienen lentes fijos de 8mm, los cuales presentan menor costo en comparación con los varifocales que van desde los 2.8mm a 12mm., se les consideraría como la mejor elección por lo que se descartan los sensores de 1/2" debido a que sobrepasan esta medida.

Tomando en cuenta lo anteriormente mencionado, se realizó una lista de las cámaras de la empresa RECMA que podrían cumplir con estas condiciones para poder observar con mayor detenimiento las opciones que se tienen disponibles. Dicha lista se puede encontrar en el anexo.

Analizando dicha lista, se decidió elegir la cámara AVTECH Domo con CCD 1/3", Lente de 3.6mm, resolución estándar, visión nocturna (10-15m). En este caso, como se mencionó anteriormente, se realizará el cambio por un lente de 8mm para conseguir la distancia deseada. También se debe tomar en cuenta que la resolución digital efectiva de la cámara es 512 x 492.

Con esta información, se realizará la comprobación respectiva por medio del software de simulación IP Video System Design Tool 7. De acuerdo a éste, existen rangos para

la identificación, reconocimiento y detección, donde una línea negra indica el rango en el cual se encuentra trabajando la cámara. El rango de detección es de color verde, el rango de reconocimiento es amarillo y el rango de identificación es rosado.

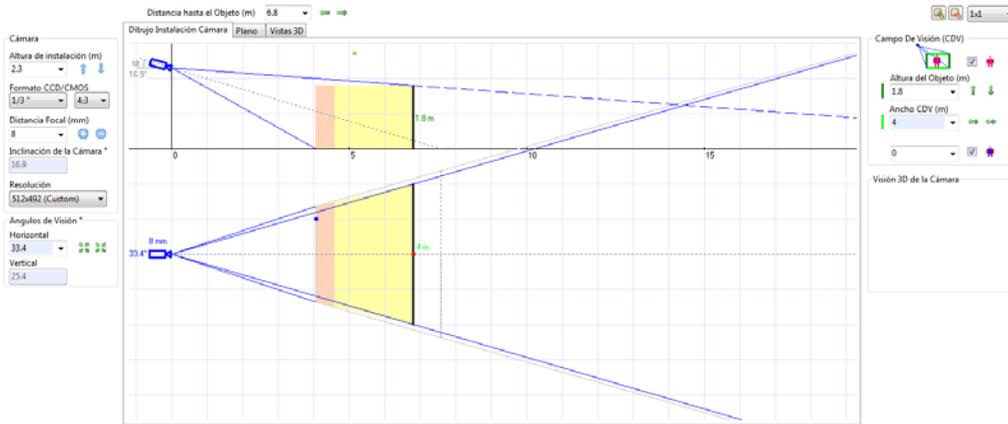


Figura 3.4. Cámara analógica con resolución 512x492

Como se puede observar en esta figura, hay dos colores en los rangos de funcionalidad que son el rosado (identificación) y el amarillo (reconocimiento). Sin embargo la línea se encuentra en el rango amarillo, lo cual comprueba que la cámara elegida permitirá obtener el reconocimiento del ambiente, cumpliendo con lo requerido para armar el sistema.

Para el caso de las cámaras digitales el análisis es el mismo; sin embargo hay diferencias en las resoluciones y en los lentes que se deben tomar en cuenta. En este caso, se debe buscar lentes que vayan de 3.8mm a más. Por lo tanto, analizando las opciones que brinda la empresa RECMA, detalladas también en la lista del anexo, se optó por elegir la cámara AVTECH Tubo IP con CCD de 1/3", lente de 6.0mm, con resolución 640x480 y visión nocturna hasta 40 metros. Con esta cámara se podrá realizar la simulación respectiva para verificar que se cumplan los requerimientos.

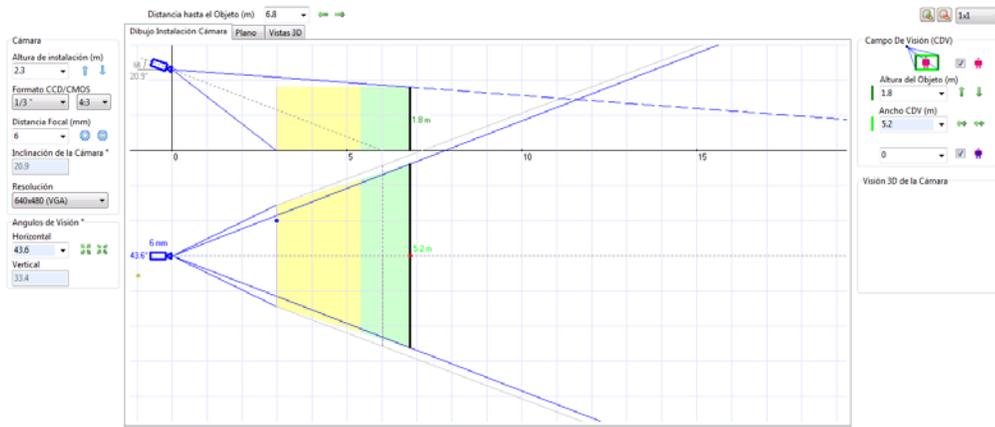


Figura 3.5. Cámara digital con resolución 640x480

Como se puede ver, dicha cámara no se encuentra en el rango de reconocimiento del software de simulación ya que se encuentra en el rango verde, por lo que es recomendable realizar un cambio en la resolución o en los lentes para evitar algún inconveniente durante las pruebas reales. Es por ello que, al realizar el cambio por lentes varifocales de 3.5mm a 8mm, se tiene:

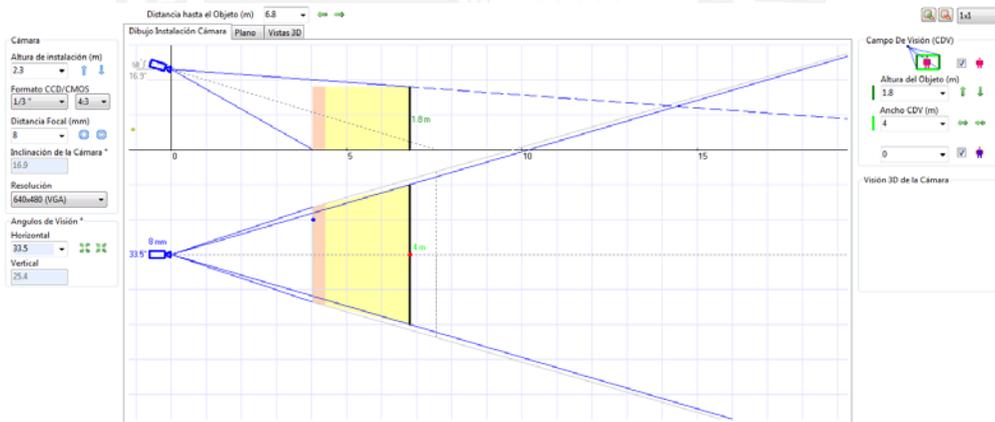


Figura 3.6. Cámara digital con resolución 640x480 y 8mm de distancia focal

Debido al aumento de la distancia focal, la cámara en este caso sí cumple con el requerimiento de reconocimiento.

Como se mencionó anteriormente, aún cuando los datos en las simulaciones comprueben el correcto funcionamiento de las cámaras elegidas dentro del rango de

reconocimiento, es posible que en la vida real no cumplan con los requisitos ya sea por su fabricación, el estado del ambiente o por su instalación; es por ello que es necesario elegir cámaras que se encuentren en una resolución mayor para cubrir dichos problemas. Sin embargo la elección de una cámara con mucha resolución puede resultar más costosa que efectiva por lo que sólo se buscará una resolución mayor cercana al valor anteriormente verificado. Para el caso de la cámara analógica se tendría la cámara AVTECH Domo con CCD 1/3", alta resolución de 520 TVL , lente 3.6mm (requiere cambio de lente), visión nocturna (15-20m) y para el caso de la cámara digital se tiene la cámara AVTECH Tubo IP con CCD de 1/3", resolución de 720x480, lente de 3.8mm. (requiere cambio de lente), visión nocturna (15-20m).

Una vez elegida la cámara a utilizar, ahora se debe conocer el cableado necesario para la conexión de la misma a la central, donde se contará con un grabador digital y un monitor en el caso de las cámaras analógicas y con una PC y un switch de red en el caso de las cámaras digitales.

Como en un inicio no estaba planificado la instalación de un sistema de seguridad, en los planos del telecentro no se puede apreciar algún espacio reservado para estos equipos. Para este caso, se tomará como referencia el baño que se encuentra al costado del almacén debido a su recóndita posición. De esta manera también se estaría cubriendo la vigilancia del almacén al tener el centro de monitoreo al costado.

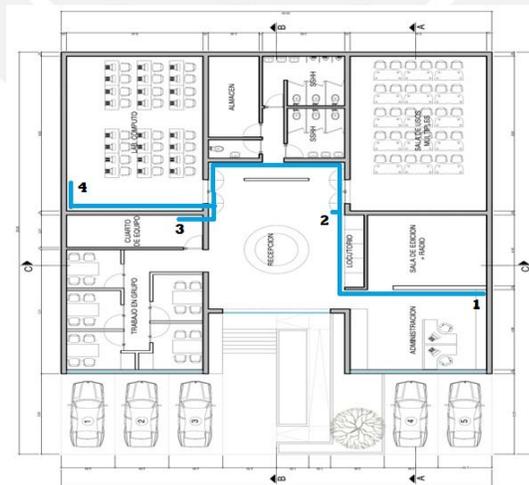


Figura 3.7. Recorrido del cableado de las cámaras.

De acuerdo al diagrama, tenemos las siguientes distancias:

$$1) 0.5m+6.8m+0.2m+7.12m+0.2m+6.8m+0.5m+3m = 25.12m$$

$$2) 0.5m + 3.07m + 0.2m + 6.8m + 0.5m + 3m = 14.07m$$

$$3) 2.7m + 0.5m + 3.07m + 0.5m + 3m = 9.77m$$

$$4) 1.57m +0.2m + 6.9m + 0.2m + 3.07m + 0.5m + 3m = 15.44m$$

Haciendo la suma se tiene un total de 64.4m de cableado; sin embargo es recomendable considerar un poco más de cable en el caso haya alguna complicación con el entubado y también para darle flexibilidad a la instalación, por lo que se redondeará a 75m de cableado. Cabe recalcar que estas medidas son referenciales y podrían variar de acuerdo a la estructura del ambiente y a la ubicación del monitor central.

Para la elección del grabador digital de las cámaras analógicas, es necesario considerar el formato que utiliza para la visualización del video. Se tiene para escoger las resoluciones CIF, 2CIF o D1. A través de la cámara se estará enviando una resolución de 771x492; por lo tanto, como el CIF (352x240) es una resolución menor, queda descartado para evitar perder nitidez en la imagen. De igual manera 2CIF (704x240) queda descartado por su resolución vertical. Es por ello que se buscará un grabador con resolución D1 (720x480) ya que se estaría aprovechando mejor la señal que se reciben de las cámaras. Tomando esto en consideración, se optó por elegir el grabador digital AVTECH de 4 canales, formato de compresión H.264, y resolución D1. Para poder visualizar lo recibido por el grabador, se considerará un monitor de 20".

En el caso de las cámaras digitales, es necesario una PC con las funciones básicas pero con suficiente capacidad para la grabación de las cámaras utilizando un software gratuito para la vigilancia. Además de ello, un gigabit switch de 8 puertos es suficiente para poder realizar la interconexión entre las cámaras y la PC[30] [31].

Con toda la información recabada, es necesario realizar una comparación de ambas tecnologías y ver cuál es más factible en relación al costo/beneficio que tendría para el sistema de vigilancia.

En el anexo se puede observar una tabla con una breve comparación donde se demuestra que en general el sistema digital tiene mejor capacidad que el sistema analógico; sin embargo, este último todavía logra cumplir con los requerimientos del telecentro.

Dado a que la diferencia de la capacidad en relación a las necesidades que se deben cumplir no es muy notoria, es necesario analizar el costo que demandan ambas tecnologías y a partir de ello elegir el sistema que mejor cumpla con la relación antes mencionada.

Tabla 3.3. Comparación de precios entre tecnología analógica y digital.

	Equipo	Precio Unitario	Cantidad	Precio
ANALÓGICO	Cámara analógica + Lente + Fuente de energía	S/. 233.01	4	S/. 932.05
	Cable coaxial	S/. 1.17	75	S/. 87.75
	Conector BCN	S/. 4.55	8	S/. 36.40
	Grabador Digital + Disco Duro de 500Gb + Monitor	S/. 1,763.53	1	S/. 1,763.53
				Subtotal S/. 2,819.73

	Equipo	Precio Unitario	Cantidad	Precio
DIGITAL	Cámara IP + Lente + Fuente de energía	S/. 733.07	4	S/. 2,932.28
	Cable UTP	S/. 0.90	75	S/. 67.50
	Conector RJ-45	S/. 0.48	10	S/. 4.80
	Computador Personal + Switch Gigabit	S/. 3,381.60	1	S/. 3,381.60
				Subtotal S/. 6,386.18

Al observar el precio en ambas tecnologías, se puede distinguir el alto costo que implica el sistema digital, teniendo casi el doble del sistema analógico. Es por ello que

es preferible utilizar este último debido a que es eficiente y económico. Una vez definido esto, se podrá verificar la elección de los dispositivos por medio de una simulación del sistema.

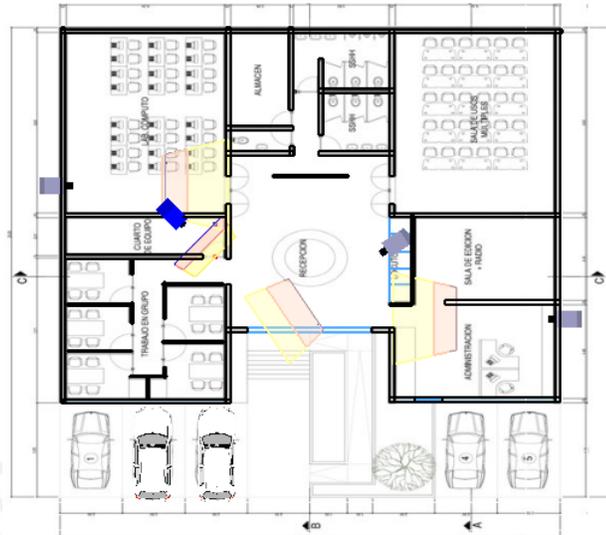


Figura 3.8. Simulación de la instalación de las cámaras.

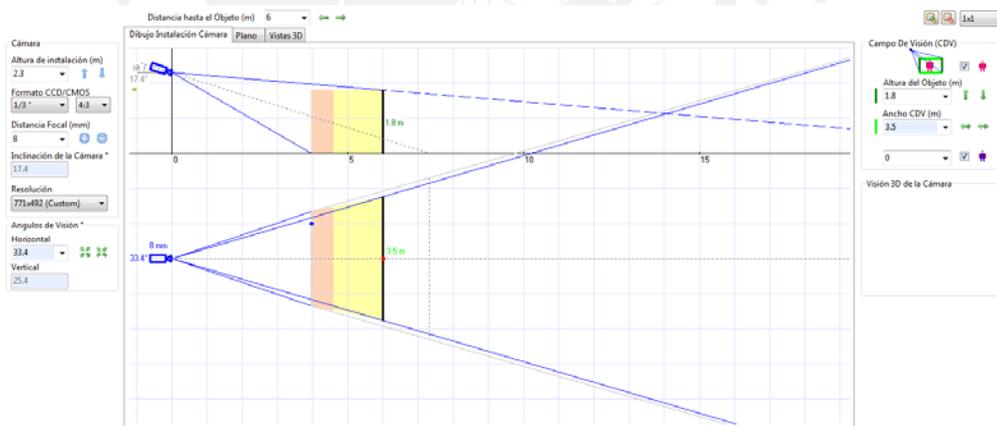


Figura 3.9. Parámetros de la cámara de la entrada.

De acuerdo a las pruebas realizadas, se puede verificar que cada una de ellas se encuentra en la zona de reconocimiento cumpliendo con los requerimientos. (Las otras simulaciones se pueden encontrar en el anexo). Además, se puede corroborar la nitidez que presentarían las cámaras en la simulación en 3D que también provee el software.



Figura 3.10. Simulación en 3D de las cámaras.

Finalmente se puede ver la cantidad de días que podría almacenar el grabador digital de acuerdo a la resolución, compresión, FPS y cantidad de cámaras que se utilizarán.

Resolution	Compression	FPS	Days	Cameras	Bandwidth, Mbit/s	Disk Space, GB
704x480 (4CIF NTSC)	H.264-10 (High Quality)	30	12	4	3.64	471.4
704x480 (4CIF NTSC)	H.264-10 (High Quality)	30	1	4	3.64	39.3

Figura 3.11. Comprobación del espacio ocupado en el grabador digital.

De acuerdo a la información técnica del grabador digital, éste podría soportar un disco duro SATA HDD de hasta 2TB; sin embargo como se puede observar en la tabla superior, con un disco de 500GB se puede conseguir una grabación de hasta 12 días, lo cual bastaría para que el personal haga la verificación de la grabación y su posterior formateo con suficiente tiempo.

(En el anexo se tiene una lista de todos los elementos que conforman este sistema CCTV para observar con un mayor detalle cada uno).

3.3. Vigilancia por medio de sensores y alarmas

3.3.1. Análisis y selección de componentes

- ✓ Componente de comunicación

Como previamente se mencionó, se planea utilizar tecnología inalámbrica en una red PAN para la comunicación de los dispositivos remotos. Para cumplir con estos requerimientos, se tienen dos especificaciones: la comunicación Bluetooth y la comunicación Zigbee. Para saber cuál es la más adecuada se hará una comparación entre ambas. [7] [12]

Tabla 3.4. Especificaciones de tecnologías de comunicación.

Especificación	Zigbee	Bluetooth
Banda de frecuencia	2.4Ghz (Mundial), 868Mhz (Europa), 915Mhz (E.E.U.U.)	2.4Ghz
Rango de alcance	10m a 75m	10m a 100m
Número de nodos	255 (hasta 65535 con subredes)	8
Consumo eléctrico	30mA transmitiendo y 3uA en reposo	40mA transmitiendo y 0.2mA en reposo
Velocidad	250 kbps	3Mbps
Precio	Muy bajo	Bajo

Al observar dicha comparación, la especificación zigbee se vuelve más útil para el diseño que se quiere realizar debido a:

- Tiene mayor cantidad de nodos para poder conectar mayor cantidad de dispositivos remotos.
- Es necesario que el precio sea reducido para evitar un gasto excesivo.
- El consumo que se tiene es menor por lo que permite alargar el tiempo de uso de las baterías.
- No se requiere una velocidad muy alta debido a que sólo se trabaja con la activación de sensores y actuadores.

Para ello se utilizará el dispositivo Xbee PRO S2 debido a que cumple con las necesidades, tiene un gran rango de trabajo, es de uso común en el mercado y además su costo es bastante bajo.

✓ Microcontrolador

Descripción

Es un circuito integrado de alta escala de integración que está compuesto por una CPU o Unidad Central de Procesos, una memoria RAM, una memoria de programa,

líneas de entrada/salida para comunicación con el exterior, diversos módulos para el control de periféricos (temporizadores, puertos seriales y paralelos, conversores análogo digitales), un generador de pulsos de reloj, etc. [12]

Tipos de microcontroladores

Existen diversos fabricantes de microcontroladores en la industria; sin embargo, los más utilizados son los fabricados por las compañías Atmel y Microchip. Debido a la gran cantidad de microcontroladores que estas compañías han fabricado, es preferible hacer una comparación entre tecnologías que mejor se acoplen a lo requerido.

Para este caso tomaremos los componentes atmega8L de la compañía Atmel y los componentes de la serie PIC18F de la compañía Microchip. [13]

Tabla 3.5. Especificaciones técnicas de microcontroladores.



Componente	Atmega8L	PIC18FXXXX
Voltaje de ingreso	2.7-5.5v	2.0-5.5v
Longitud de registro	8 bits	8bits
Canales de ADC	8 canales	13 canales
Interfaces	Serial, SPI	Serial, SPI, USB
Velocidad	0 - 8Mhz	0 - 48Mhz
Precio	\$7.06	\$9.81

Para el diseño de los dispositivos periféricos se requiere un microcontrolador que permita recibir la información que entregarán los sensores y alarmas, para luego analizarla y realizar la acción correspondiente. Además, se requiere que sea compatible con los componentes de comunicación que se planean utilizar.

Al comparar dichos valores, parece que el microcontrolador PIC tiene más ventajas para esta labor; sin embargo, como no es necesario el uso de todas sus funciones, basta con utilizar el Atmega8L cuyas especificaciones cumplen con las tareas que deseamos realizar. Además dicho microcontrolador se ha visto muchas veces utilizado

para proyectos de Ingeniería Electrónica de la Pontificia Universidad Católica del Perú, además de tener más disponibilidad en comparación al PIC.

3.3.2. Diseño de la red de vigilancia por medio de sensores y alarmas

3.3.2.1. Diseño del sensor - alarma - microcontrolador

Para la configuración, el microcontrolador requiere una alimentación de 3.3v debido a que el equipo zigbee que se planea utilizar trabaja en ese nivel, por lo que se usará un regulador de voltaje LM317. Para simular el funcionamiento de los sensores que se acoplarían al microcontrolador, se enviará una señal en ese nivel de voltaje por el pin al cual se conectarían. Esto se realizó debido a la gran cantidad de sensores que existen y por ello evitar señalizar los diferentes circuitos de adaptación de señal que se tendrían que utilizar para cada uno de ellos. El estado de éstos sería leído por las entradas del microcontrolador para ver si se requiere activar la alarma o no, luego armará una trama con estos estados y la enviará al computador central.

En el caso de la alarma, se utiliza un parlante para identificar la activación de algún sensor. El microcontrolador se encargará de activar la alarma tan pronto reciba alguna señal de activación de los sensores y también de enviar el estado de ésta junto con el de los sensores al sistema central. Cuando no haya algún incidente detectado por los sensores y la alarma siga activa, el microcontrolador recibirá la orden para el apagado de ésta por parte del sistema central.

3.3.2.2. Diseño del microcontrolador – computador

Para este diseño, se debe lograr la comunicación entre el microcontrolador Atmega8L del dispositivo remoto y un software de Visual Basic 6 que se encontraría en el sistema central. En primer lugar, se arma una interfaz donde se pueda visualizar el estado de cada uno de los sensores, que en este caso serían de presencia, incendio y aniego. Éstos estarán ubicados en las diversas áreas del telecentro, mostrando en la interfaz un estado blanco en caso se encuentren desactivados y un estado rojo en caso se activen. Para el caso de la alarma, se podrá realizar el apagado manual una vez haya finalizado algún evento detectado. Aparte de ello, se crearía un documento de texto indicando la hora y el tipo de activación que ha ocurrido.

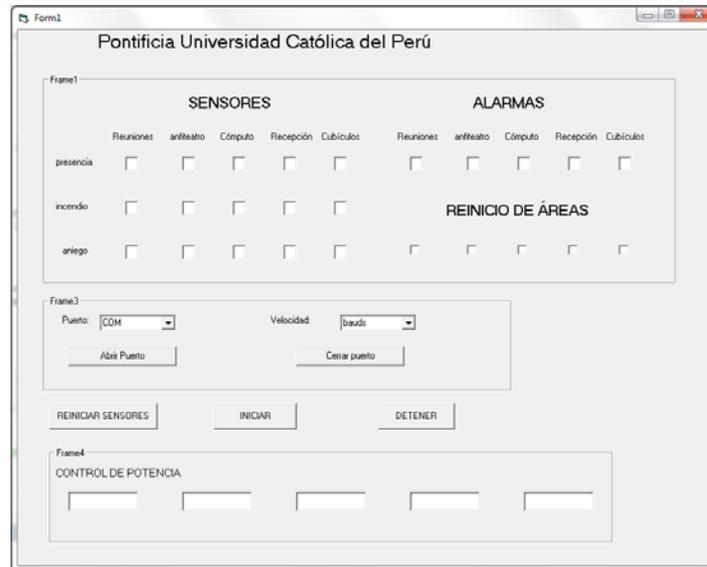


Figura 3.12. Interfaz de Visual Basic 6.

El microcontrolador de cada dispositivo remoto revisará el estado de sus respectivos sensores y actuadores, para luego armar una trama que pueda ser leída y analizada por el sistema central una vez se haya realizado la transmisión, la cual ocurre cada cierto periodo o tan pronto se detecte una incidencia. Dicha trama contiene un byte de cabecera general (“\$”), 4 bytes con la información del estado de los sensores y alarmas y finalmente 1 byte indicando el área correspondiente. Una vez enviada esta información, la interfaz mostrará el estado actual de cada dispositivo.

Para realizar la transmisión de la información, se utiliza comunicación zigbee. Para ello se debe conectar los pines Dout y Din del módulo zigbee con los pines de Recepción y Transmisión del Atmega8L respectivamente en el caso de los dispositivos remotos. Para el caso del coordinador, el módulo va en una interfaz serial que se conecta directamente al computador con el programa. El módulo zigbee requiere como alimentación 3.3 voltios, es por ello que para una buena comunicación se requiere que el microcontrolador también se alimente con el mismo voltaje.

Debido a la comunicación de un dispositivo central con varios periféricos, se tendría que utilizar la comunicación coordinator-end device para poder tener al programa en visual como dispositivo coordinador del sistema en una topología estrella. Además de ello, debido a la variedad de dispositivos periféricos con los que se contaría, es necesario variar continuamente la dirección de destino del dispositivo coordinador, es

por ello que es necesario utilizar el modo API del modulo zigbee debido a su capacidad de definir la dirección del dispositivo en la misma trama. Dicha trama de transmisión tiene cierto formato, la cual se puede observar en la tabla 3.6.

Tabla 3.6. Trama de comando para transmisión en el módulo Zigbee.

Trama de Transmisión de datos para el modo API en el módulo Zigbee							
Byte de arranque	Longitud de trama	Identificador API	ID de la trama de datos	Dirección de destino	Opciones	Datos	Checksum

Variando la información necesaria, se logrará la comunicación del coordinador central con todos sus dispositivos periféricos. Sin embargo, también es necesario definir ciertos valores al momento de configurar el módulo zigbee, como por ejemplo la cantidad de canales donde puede analizar el nivel de energía para luego transmitir por el canal con la energía más baja, la definición del PAN ID que es un identificador para agrupar a los dispositivos en una misma red, la libre asociación entre coordinador y end device, etc.

Tabla 3.7. Parámetros principales del módulo zigbee para seguridad.

Comandos	Coordinador	End Device
DH	0	0
DL	FFFF	0
NC	A	
SH	13A200	13A200
SL	406FF48A	406FF47B
CH	13	0
ID	DDDD	DDDD
OP	DDDD	0
SC	1FFE	1FFE
NJ	FF	FF
BD	9600	9600

En la figura 3.13 se puede ver el diagrama de flujo general del programa realizado en lenguaje ensamblador para el dispositivo periférico con el cual se obtendrá el estado del sensor, el estado y activación de la alarma, y la comunicación con el computador.

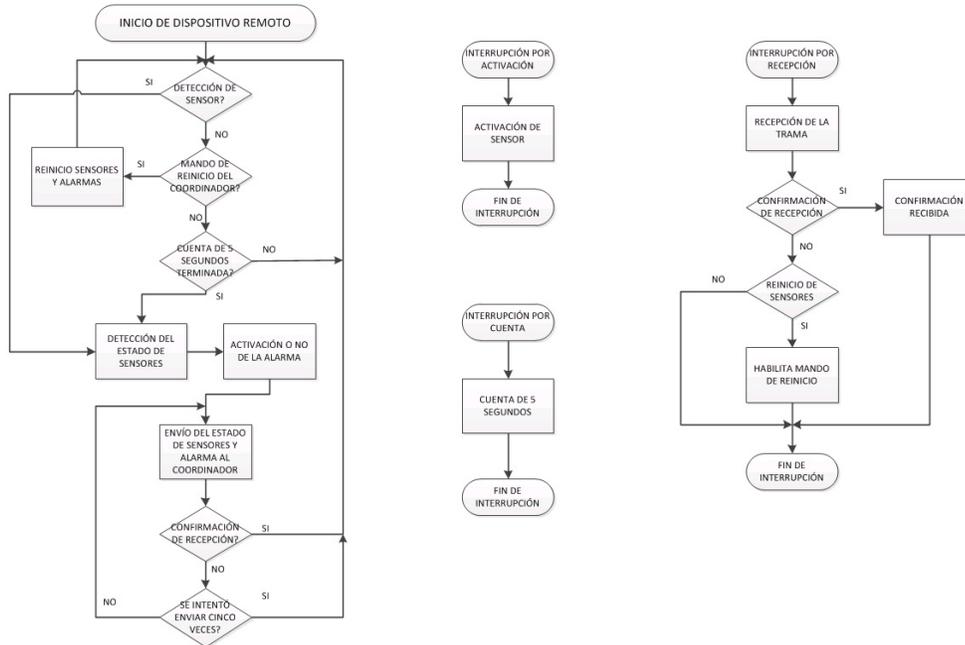


Figura 3.13. Diagrama de flujo del programa del dispositivo periférico.

En el anexo se puede apreciar el diagrama esquemático final que se tendría del dispositivo periférico, el cual va conectado al módulo zigbee y a los circuitos adaptadores para los sensores y alarmas.

En la figura 3.14 se puede observar algunas pruebas realizadas en la comunicación del dispositivo remoto con el computador, visualizando la correcta variación de su estado de acuerdo al comportamiento del sensor.



Figura 3.14. Prueba del dispositivo periférico con la interfaz del computador.

Además de ello, se realizó la prueba de rango con el dispositivo Xbee S2 en un ambiente, logrando sólo 10m para la transmisión de la información cuando existen obstáculos como paredes (En el anexo se encuentra el diagrama de la prueba). Es por ello que se recomienda utilizar la versión Xbee PRO S2 debido a su gran rango de funcionamiento para lograr comunicar lo requerido.

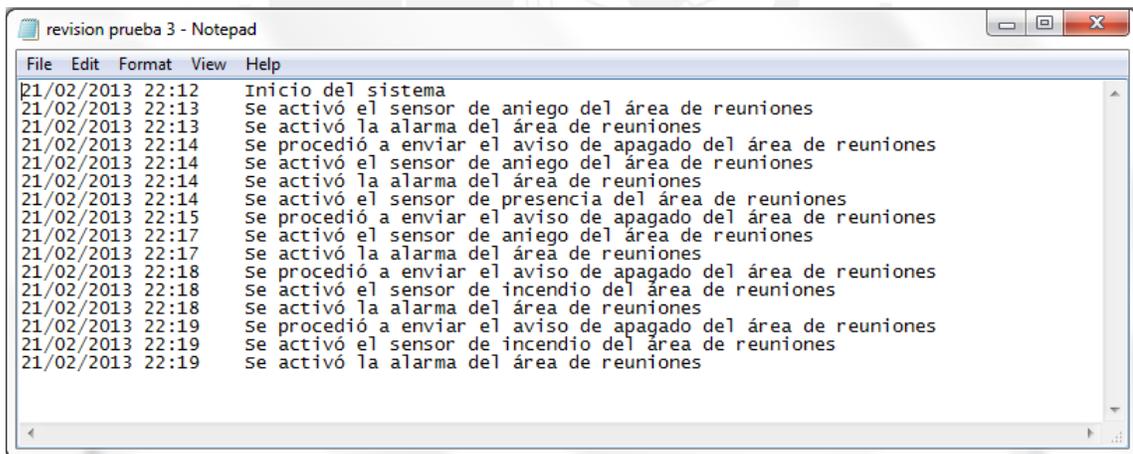


Figura 3.15. Creación de un registro de los incidentes

En la figura 3.15 se puede confirmar la creación del documento de texto donde se encuentra guardada toda la información acerca de las incidencias detectadas por los sensores, así como el reinicio de los mismos.

Sin embargo, esta tarjeta requiere tener cierta protección ya que estaría en contacto directo con la corriente y es necesario tener sumo cuidado de que no ingrese alguna

partícula que provoque cortocircuito. Hoy en día existe un índice de protección que permite clasificar el nivel de seguridad que tendría la carcasa de un equipo contra el polvo y el agua. Dicho índice ayudaría a identificar qué rango de seguridad es necesario cubrir para evitar el daño de la tarjeta.

Tomando como referencia la protección que tienen las tarjetas de control de acceso, se puede fijar la misma protección para este tipo de tarjetas, por lo que se elegiría una protección de IP 65 de material ABS (acrilo-butadieno-estireno) y PC (policarbonato). El índice 6 indica que se tiene una protección completa contra el polvo y el índice 5 indica que está protegido contra chorros de agua que vienen de varias direcciones.[35]

El modelo de la misma dependería del alcance que requiera el usuario, sin embargo se tiene una simulación de una posible solución.

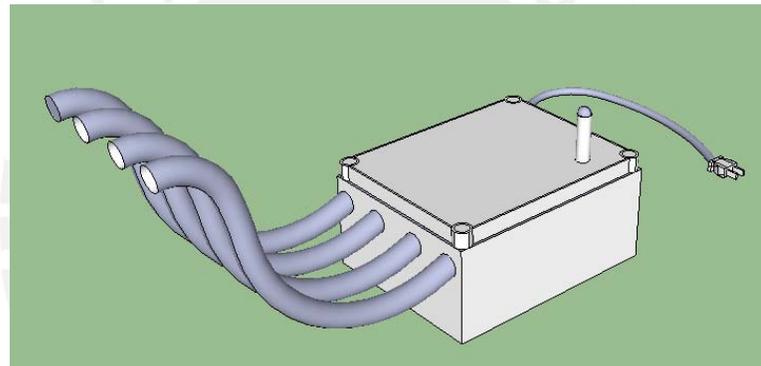


Figura 3.16. Modelo de posible carcasa para la tarjeta sensor-alarma

Como se puede observar, se tienen cuatro conductos que servirían para proteger los cables de interconexión entre los sensores y alarmas con el circuito principal del dispositivo remoto. Además de ello, se tiene un enchufe que brindaría la energía a todo el equipo. Por último, se tiene una ranura en la parte superior en caso se utilice una antena en el módulo zigbee.

3.3.2.3. Ubicación de los dispositivos en el interior del telecentro

Como se mencionó anteriormente, el proyecto para la construcción de telecentros en las localidades de Madre de Dios aún se encuentra en desarrollo, por lo que existe información que podría ser incierta acerca del mismo. Por ejemplo, aún no hay información detallada sobre la ubicación de las tuberías en su interior, o la ubicación

del cableado eléctrico. Es por ello que la ubicación de los sensores y las cámaras que se piensa utilizar aún no pueden estar completamente definidos; sin embargo, para tener una idea más clara, se elaborará un diseño de su ubicación basándose en la información actual.

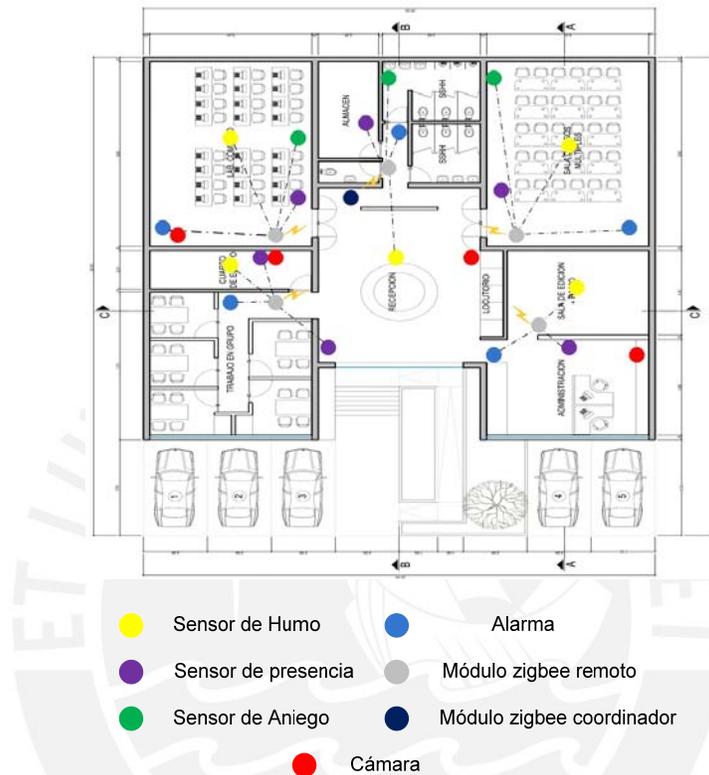


Figura 3.17. Ubicación del sistema de vigilancia por sensores y alarmas.

Como inicialmente se mencionó, las cámaras se colocaron en las zonas que requieren mayor vigilancia. Se decidió colocar los sensores de presencia cerca al ingreso de cada zona debido a que hay una gran posibilidad que cualquier persona transite por allí. Los sensores de aniego se colocaron en la parte que tiene más probabilidades de sufrir este problema: los baños. Los sensores de humo se colocaron en las secciones que tienen una gran cantidad de equipos por si ocurre un cortocircuito y en zonas con mayor conglomerado de gente. Las alarmas se colocaron de tal manera que cada zona pueda recibir el aviso. Los módulos zigbee remotos se distribuyeron en varios puntos de manera que puedan repartirse equitativamente los grupos de sensores que se colocarían en cada zona. Por último, el módulo zigbee coordinador se encontraría cerca a la central de operaciones para poder conectarse a su respectivo computador.

CAPÍTULO 4: ANÁLISIS DE LOS COMPONENTES DEL CONTROL DE CONSUMO DE ENERGÍA

4.1. Elementos del sistema de control de energía

Para el desarrollo del prototipo del dispositivo de control de energía es necesaria una serie de componentes que permitan realizar la medición deseada. Se procederá a describir cada uno de esos componentes para tener una idea más clara de su función y de esa manera proceder a diseñarlo. En el anexo se tiene un diagrama con la relación de estos componentes para una mejor comprensión de su funcionamiento.

- **Medición de la potencia eléctrica activa**

Para realizar la medición de la potencia existen diversos métodos debido a que la potencia activa es un valor compuesto por otras magnitudes, las cuales se mostrará a continuación.

Para obtener la potencia activa es necesario conocer tres tipos de valores: voltaje, corriente y factor de potencia. Un posible método sería obtener los valores de éstas tres magnitudes, los cuales serían enviados a un microcontrolador para realizar la operación pertinente y lograr hallar el valor deseado.

Otro posible método sería obviar la medición del factor de potencia, el cual es la relación existente entre la potencia real de trabajo y la potencia total consumida por la carga, considerando que los dispositivos del telecentro no generarían un alto valor de potencia reactiva (no proporciona ningún tipo de trabajo útil) [14], a diferencia de la maquinaria de las industrias donde su factor de potencia es relativamente alto. De igual manera se podría obviar la medición del voltaje debido a que su valor es alrededor de 220 voltios, lo cual significaría que sólo el valor de la corriente sería analizada. Dicho valor se multiplicaría por el valor fijo de voltaje y se conseguiría la potencia resultante.

- **Convertor análogo digital**

La información obtenida de la medición anteriormente mencionada llega como una señal analógica, la cual no puede ser analizada directamente por algunos controladores, por lo que es necesario realizar su conversión a una señal digital. Sin

embargo, existen microcontroladores que tienen incluido un conversor análogo digital para obviar el diseño de más circuitería y obtener el valor directamente. Una vez conseguida la conversión, se puede proceder a realizar el análisis de la medición y posteriormente obtener un resultado.

- **Microcontrolador**

Por medio de éste, es posible el análisis de diversos tipos de valores de entrada para poder producir luego un resultado dependiendo del programa que se halla almacenado en él. Debido a su habitual uso, se han integrado otro tipo de funciones para obtener un mejor desempeño de éste, como por ejemplo el conversor análogo digital.

- **Visualizador**

Este dispositivo permite la visualización del valor que recibe. Entre los más conocidos está: el display de 7 segmentos [16], el cual se utiliza usualmente para visualizar números. Es un dispositivo simple que muestra los valores por medio de 7 displays, los cuales se encuentran ubicados formando un ocho. Dependiendo del valor que se quiera representar, se encenderían ciertos displays que estén acordes con éste.

Otro dispositivo sería el Display de Cristal Líquido (LCD), el cual es una pantalla delgada y plana formada por un número de pixeles en color o monocromos colocados delante de una fuente de luz o reflectora [7]. Permite una visualización más completa debido a la amplia gama de caracteres que puede mostrar. Su uso es más complejo, en comparación al display de 7 segmentos, ya que se requiere una configuración inicial para su correcto uso.

4.2. Modelo Teórico

Debido a la gran cantidad de aparatos eléctricos que va a tener el telecentro, es necesario utilizar un dispositivo de regulación que tenga un bajo costo, sin reducir su efectividad.

Tomando en consideración lo expuesto anteriormente, se puede considerar lo siguiente:

- En el caso de la medición, se puede utilizar únicamente un sensor de corriente debido a la poca variación que tendría el voltaje y el factor de potencia, además de dar mayor simplicidad al dispositivo.
- En el caso de la conversión de la señal de salida de dicho sensor a una señal digital, se puede buscar un microcontrolador que tenga esta función para obtener un dispositivo con menor circuitería y con la misma eficacia.
- Para la visualización de dichos valores, es recomendable utilizar un LCD debido a la variedad de caracteres que maneja, brindando una visualización más cómoda al usuario.
- Por último, sería recomendable integrar este sistema con el de seguridad, por lo que se utilizaría el mismo componente de comunicación que se ha elegido para este último, buscando evitar mayores complicaciones en la elaboración de todo el sistema.

4.3. Objetivos

4.3.1. Objetivo General

Diseñar un sistema de control de energía para un telecentro en la localidad de Madre de Dios que permita monitorear continuamente sus valores para poder realizar la acción respectiva. Dicha información luego se integraría al sistema de seguridad para tener un control centralizado.

4.3.2. Objetivos Específicos

- 1) Realizar una continua medición de la energía consumida por cada uno de los dispositivos.
- 2) Tener plena visualización de los valores hallados en el dispositivo.
- 3) Comunicación del dispositivo con una central para realizar un monitoreo más sencillo y céntrico.

CAPÍTULO 5: REQUERIMIENTOS DE DISEÑO Y DISEÑO DE CONTROL DE CONSUMO DE ENERGÍA

5.1. Planteamiento de solución

Como se mencionó previamente, para poder realizar el control de energía, se requiere el monitoreo de la potencia consumida, para ello es necesario los siguientes dispositivos: un sensor de corriente, un microcontrolador que tenga un conversor análogo digital, un LCD para la visualización de datos y un componente para la comunicación que permita integrar todos estos dispositivos con el sistema central de seguridad.

El dispositivo se encargaría de la medición de cada equipo para poder monitorearlos de manera independiente y poder tener un conocimiento completo del consumo de cada uno, lo cual permitiría por ejemplo elaborar un análisis más detallado por si se necesita adquirir algún nuevo equipo. Sin embargo, sólo se elaborarían unos pocos dispositivos para ir alternando el monitoreo de los equipos del telecentro.

A continuación se presenta un diagrama de bloque para representar la comunicación entre cada uno de los diferentes componentes.

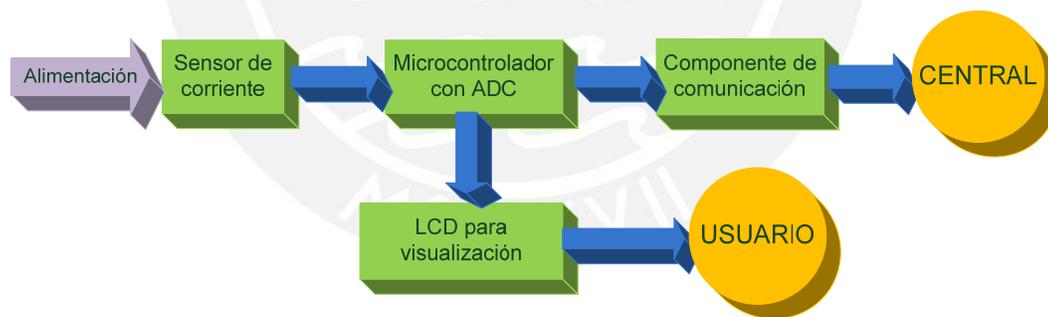


Figura 5.1. Diagrama de Bloques del Sistema de Control de Energía.

5.2. Selección de componentes

- **Sensor de Corriente**

Descripción

Un sensor de corriente se encarga de la medición de una o más corrientes suministradas desde una fuente de energía a una carga, comprendiendo el sensor (una entrada para ser conectada a la fuente), una salida conectada a la carga y trayectos conductivos conectados entre la entrada y la salida. [17] Dependiendo del tipo del sensor, existen diversas maneras para realizar la medición de la corriente, por lo cual analizaremos cada uno de ellos para considerar la alternativa más efectiva. [18]

Tecnologías de sensores de corrientes:

- **Sensores inductivos:** Para este caso se trata de transformadores de corriente, el cual es un dispositivo cuyo funcionamiento está basado en la inducción electromagnética, y está constituido por dos bobinas, devanadas sobre un núcleo cerrado de hierro dulce o hierro silicio. En la parte primaria del transformador se maneja la corriente que se desea medir mientras que en la secundaria se obtiene una corriente de menor magnitud cuyo valor depende de la relación entre estas dos partes, la cual es conocida. Dicha corriente secundaria pasaría por una carga, la cual se utiliza para obtener un voltaje proporcional a la corriente inicial. [19]
- **Sensores resistivos:** Se trata de las resistencias shunt. Es una carga resistiva a través de la cual se deriva una corriente eléctrica. Generalmente la resistencia de un shunt es conocida con precisión y es utilizada para determinar la intensidad de corriente eléctrica que fluye a través de ésta, mediante la medición de la diferencia de tensión a través de ella, valiéndose de la ley de Ohm. [7]
- **Sensores de efecto Hall:** Se basa en la tensión transversal de un conductor que está sometido a un campo magnético. Colocando un voltímetro entre dos puntos transversales de un cable se puede medir esa tensión. Para ello hay que hacer circular por el cable una intensidad fija de corriente y acercar un imán. Los electrones que pasan por el cable se verán desplazados hacia un lado, entonces aparece una diferencia de tensión entre los dos puntos transversales.

- Bobina de Rogowsky: Consiste en una bobina de cable en forma de hélice, alrededor de una circunferencia, como un toroide, pero con núcleo de aire, y las dos terminales están cercanas entre sí. Una vez que se tiene ésta, la bobina se cierra alrededor del cable conductor que transporta la corriente que se quiere medir. Dado que el voltaje inducido en la bobina es proporcional a la velocidad con la que varía la corriente que se mide en el cable, o a su derivada temporal, la salida obtenida en la bobina de Rogowski es usualmente conectada a un dispositivo integrador para obtener la señal proporcional a la corriente.

A continuación se hará una comparación entre dichas tecnologías para poder elegir la más conveniente.

Tabla 5.1. Comparación entre los diferentes sensores de corriente.



Sensor de corriente	Transformador de corriente	Resistencia shunt	Efecto Hall	Bobina de Rogowski
Costo	Medio	Bajo	Medio	Bajo
Capacidad para altas corriente	Buena	Mala	Buena	Buena
Linealidad	Buena	Buena	Mala	Buena
Aislamiento	No tiene	Si tiene	Si tiene	Si tiene
Necesidad de otro dispositivo	No	No	No	Requiere integrador

Para este diseño, es preferible tener dispositivos que sean sumamente portátiles para su fácil conexión con los diversos aparatos eléctricos que se encontrarían en el telecentro y poder revisar su potencia consumida. Además, sería recomendable contar con un dispositivo simple, que no requiera un componente extra para poder evitar ampliar innecesariamente la circuitería del mismo y, por lo tanto, su tamaño en sí.

Al ver la comparación previamente establecida, el sensor más recomendable sería el transformador de corriente; sin embargo, dicho dispositivo presenta un gran tamaño y un peso considerable, disminuyendo la portabilidad del diseño. El siguiente sensor recomendable sería la bobina de rogowski debido a las características parecidas que tiene en comparación con el transformador de corriente; sin embargo, la necesidad del integrador haría más complejo el circuito. Por consiguiente, se decidió utilizar un sensor de efecto hall debido a su reducido tamaño y a la variedad de sensores de este tipo que existen en el mercado.

En este caso se planea utilizar el sensor ACS712 de la industria Allegro Microsystems, el cual es una opción favorable para el diseño del dispositivo de control de energía por lo siguiente:[20]

- Permite mediciones para corriente alterna o continua en sistemas de comunicaciones, industriales o comerciales.
- La señal analógica presenta bajo ruido.
- Presenta una alimentación de 5v, la cual es muy conveniente debido a la presencia del LCD.
- Presenta un solo pin de salida, el cual indica el voltaje proporcional que presenta este integrado, facilitando el análisis.
- Presenta un rango de medición de +-5 amperios, con una sensibilidad de 185mV/A, la cual es suficiente como medición para los diversos aparatos del telecentro.
- Su reducido tamaño es de bastante utilidad para la elaboración del dispositivo, haciéndolo más portátil.

- **Componente de comunicación**

Como previamente se mencionó, para lograr la integración con el sistema de seguridad, se utilizará el Xbee PRO S2 como dispositivo de comunicación ya que presenta un gran rango de trabajo en comparación con el Xbee S2.

- **Microcontrolador**

Para el diseño de este dispositivo, se requiere tener un microcontrolador que permita analizar la información recibida del sensor de corriente por medio del conversor análogo/digital, y a su vez, pueda comunicarse con el dispositivo zigbee. Para esto se podría utilizar el mismo que se planea utilizar para el sistema de seguridad.

- **LCD para visualización**

Para este caso existen diversas dimensiones de LCD para cualquier tipo de labor; sin embargo, debido a que sólo se requiere visualizar el valor de la potencia medida, será suficiente utilizar un LCD de 16x2 líneas.

El LCD de mayor uso es el de la serie TS1620, el cual está provisto de:

- Alimentación para la lógica de 4.5 – 5.5v.
- Alimentación para el LCD menor a la alimentación de la lógica.
- 3 pines de control para ejecutar cualquier tipo de comando o visualización que se desea realizar.
- 8 pines de datos para obtener los valores que se desean ver o los comandos que se desean ejecutar.
- 2 pines para el back light del LCD.

CAPÍTULO 6: IMPLEMENTACIÓN DE PROTOTIPO Y PRUEBAS

6.1. Diseño del sensor – microcontrolador

Como se mencionó anteriormente, el sensor de corriente que se piensa utilizar es el ACS712, el cual tiene un rango de sensado de +/-5 Amperios, siendo lo suficiente para la aplicación en la cual se utilizará. Su alimentación es de 5v, por lo cual se requiere de un regulador de voltaje, que en este caso se usará el LM317. Por medio de éste, se regulará un voltaje de 5 voltios para lograr la alimentación deseada del sensor. Sin embargo, es necesario tener una alimentación de 3.3 voltios para el Atmega8L, por lo cual se utilizará otro LM317 para tal propósito.

Una vez realizado ello, se procederá a conectar la salida de voltaje del sensor al ADC del microcontrolador para poder analizar el valor hallado y por medio de la programación lograr conseguir el valor de la potencia, teniendo como referencia la relación lineal entre la corriente entrante y el voltaje de salida que presenta el sensor.

Por otro lado, el sensor tendrá que ir conectado entre el dispositivo a sensar y el tomacorriente para recibir la corriente a analizar y con ello procesar la información. Por seguridad se procederá a colocar un fusible en caso ocurra un alza de corriente que pueda dañar al sensor.

En el anexo se puede observar la tarjeta correspondiente al sensor de corriente ACS712, el cual se encargará de enviar un voltaje proporcional a la corriente medida al conversor análogo-digital del microcontrolador.

6.2. Diseño del visualizador – microcontrolador

Para este caso se está utilizando un LCD de modelo 1620A-17, cuya dimensión es de 2x16. El LCD consta usualmente de 16 pines, los cuales se conectarían al microcontrolador para recibir la alimentación, las instrucciones predefinidas por el fabricante y la información correspondiente, con lo cual es posible inicializar el LCD y visualizar los caracteres que se desean. En caso haya alguna variación en el ADC, dicho cambio se visualizará en el LCD.

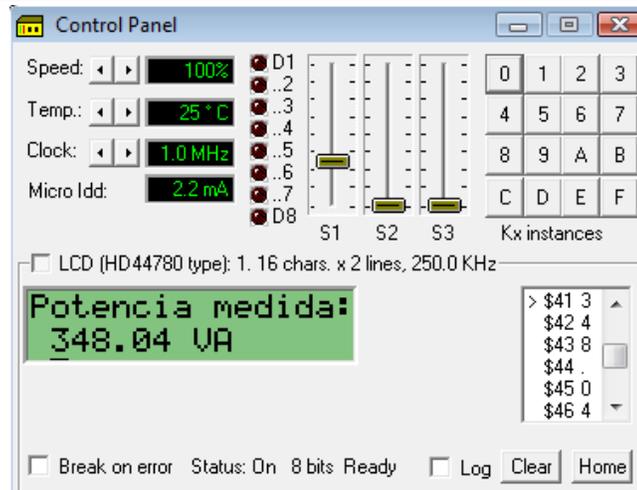


Figura 6.1. Visualización del valor por medio del software VMLAB.

6.3. Diseño del microcontrolador – computador

Para esta etapa, se realizará la misma conexión que se realizó en el sistema de sensores y alarmas debido a que este dispositivo cumplirá una función similar; sin embargo, se variará la estructura de la trama de datos para evitar conflicto con el anterior sistema.

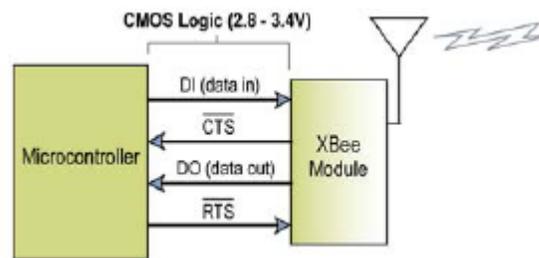


Figura 6.2. Conexión entre el microcontrolador y el módulo zigbee.

Para realizar dicha comunicación se tendrá al computador como coordinador, el cual recibirá de manera periódica una trama con el valor de potencia hallado por los microcontroladores. Dicha trama está compuesta por una cabecera conformada por el byte “%”, luego de la cual se ubica la información de la potencia que se encuentra guardada en 6 bytes y luego se coloca el número del dispositivo del cual fue enviado (para colocar la información correctamente en la interfaz). La interfaz del computador

que se utiliza es la misma que trabaja con el sistema de vigilancia por alarmas y sensores para integrar todo el sistema en uno.

Se utilizará el modo API del módulo zigbee debido a que el coordinador ya se encuentra trabajando en ese modo por el sistema de seguridad. Además de ello, también se realizará la misma configuración en el módulo como en el sistema de seguridad para mantener los dispositivos en la misma red.

Tabla 6.1. Parámetros principales del módulo zigbee para control.

Comandos	Coordinador	Control
DH	0	0
DL	FFFF	0
NC	A	
SH	13A200	13A200
SL	406FF48A	406FF461
CH	13	0
ID	DDDD	DDDD
OP	DDDD	0
SC	1FFE	1FFE
NJ	FF	FF
BD	9600	9600

En la figura 6.3 se puede observar el diagrama de flujo general del programa en lenguaje ensamblador, utilizando los valores recibidos del sensor de corriente para luego transformarlos en potencia y lograr visualizarlos en el LCD. Además, se muestra cómo se realizará la comunicación entre el computador y el microcontrolador.

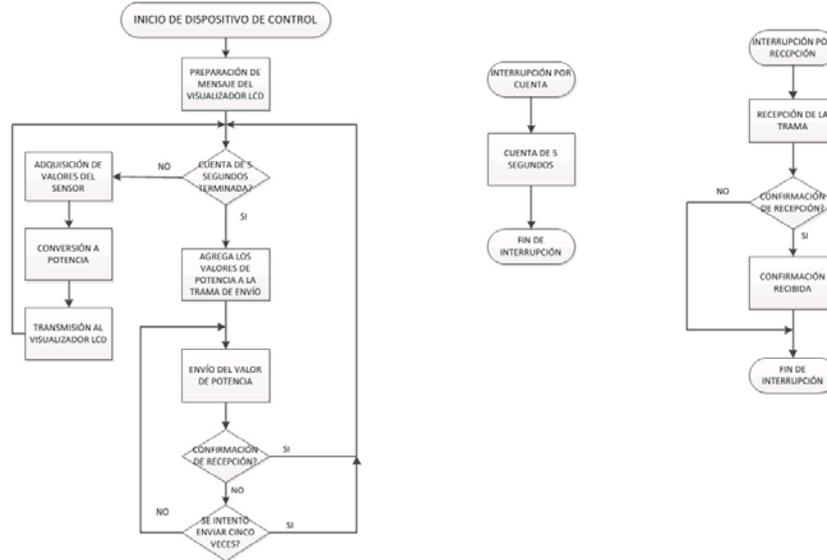


Figura 6.3. Diagrama de flujo del programa del dispositivo de control de energía.

En el anexo, se puede observar el esquemático de la conexión entre los diferentes dispositivos utilizados para la medición de la potencia.

Así como se definió en las tarjetas de sensores y alarmas, también se requiere una protección para mantener esta circuitería segura y protegida. Es por ello que se utilizaría el mismo índice y material (IP65, ABS+PC). Para este caso se tendría un modelo diferente, el cual podría variar dependiendo de la necesidad del usuario.

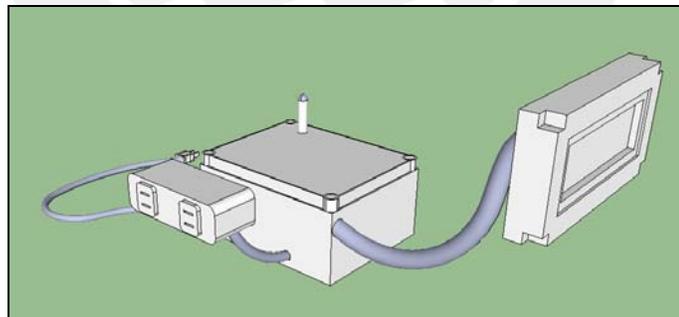


Figura 6.4. Modelo de carcasa para la tarjeta de control de energía

Como se puede observar, el modelo tiene una protección para el LCD, el cual se interconectaría con el dispositivo principal por medio de un conducto. También se tiene una protección para el tomacorriente, en el cual se conectaría la carga que se procedería a medir. Por último, de igual manera que en el sistema de sensores y

alarmas, se tiene un enchufe para alimentar el equipo y una ranura para la antena del módulo zigbee.

6.4. Pruebas realizadas

- En primer lugar se procedió a verificar el funcionamiento del ADC visualizando su variación a través del LCD. Para conseguirlo, se utilizó un potenciómetro para variar el nivel de voltaje que se enviará al conversor. Además, debido a que sólo era necesario visualizar el cambio, se utilizó un programa básico para habilitar el LCD. Al ir regulando el potenciómetro, se pudo observar que de igual manera iba cambiando el valor mostrado.
- Para verificar el funcionamiento del sensor, se procedió a armar el pequeño circuito que indica su hoja de datos para poder limitar el análisis al sensor. Por medio de éste, se pudo demostrar que el valor correspondiente a 0A se encuentra ligeramente desfasado ya que se obtenía 2.42v en vez de 2.5v como teóricamente debía ser. Pese a ello, el sensor no presentó algún problema con la variación de voltaje que se genera al utilizar una fuente de corriente, que en este caso fue una licuadora.

Por ejemplo, al medir con un multímetro el valor brindado por el sensor en VAC, se pudo obtener un valor aproximado de 0.2v. De igual manera, se procedió a medir el valor de corriente que generaba la licuadora por medio de una pinza amperimétrica y se obtuvo un valor de 1.140A. De acuerdo a la hoja de datos del sensor, la relación que existe entre el voltaje hallado y la corriente medida es 185mV/A. Al realizar la conversión con 0.2V, se obtiene una corriente de 1.081A, el cual es un valor muy cercano al hallado por medio de la pinza. Cabe recalcar que la diferencia entre ambos valores es debido a la gran variación que presenta la corriente, por lo que da gran dificultad obtener un valor único.

- Una vez realizadas la primera y segunda prueba, se procedió a integrar ambas partes para comprobar su funcionamiento en conjunto. Se programó de acuerdo a los valores que se obtendrán del sensor y por medio de ellos se mostrará el valor correspondiente de la potencia. Para poder verificar el valor de la corriente que se estaba midiendo se utilizó la pinza amperimétrica.



Figura 6.5. Valor de la corriente medida en una pinza amperimétrica.

Una vez traducido dicho valor a voltaje, por medio del ADC se procede a visualizar el resultado en el LCD.



Figura 6.6. Valor de la potencia hallada a través del sensor de corriente

Sin embargo, teóricamente el valor que se tendría que visualizar sería 137.28 VA. Como se mencionó anteriormente, la corriente presenta una gran variación, lo cual dificulta la labor del ADC para obtener un valor único. Para poder hallar un valor más específico, sólo se tendría que aumentar la cantidad de muestras por segundo que se están tomando a través de éste.

- Por último, se realizó las pruebas de comunicación entre la interfaz del computador y el microcontrolador. Para verificar que los valores enviados eran los correctos, se utilizó de igual manera el LCD para comparar datos. Una vez inicializado el programa en Visual Basic se pudo observar el valor recibido, el cual coincidía con el valor del LCD, tal como se muestra en la figura 6.7. Sin embargo, para saber que puede variarse ese valor, se procedió a cambiar el voltaje entrante al ADC. Al realizar dicha variación, se observó que, de acuerdo con el periodo de tiempo prefijado en el microcontrolador, el valor indicado en el programa coincidió nuevamente con el valor visualizado en el LCD.



Figura 6.7. Visualización del valor de la potencia medida en el LCD y en la interfaz del computador.



CAPÍTULO 7: ANÁLISIS DE COSTO

En este capítulo se mostrará la relación de los costos para el desarrollo de los dispositivos utilizados. Cabe recalcar que el precio por la instalación puede variar debido a que aún no se define la estructura definitiva que tendrá el telecentro.

Tabla 7.1. Costo de los materiales para el sistema de seguridad CCTV.

Producto	Distribuidor	Cantidad	Costo (U\$D)
Cámara analógica + Lente + Fuente de energía	RECMA	4	\$358.48
Cable coaxial	RECMA	75	\$33.75
Conector BCN	RECMA	8	\$14.00
Grabador Digital + Disco Duro de 500Gb + Monitor	RECMA	1	\$678.28
Instalación			\$350.00
Técnico 1		24 horas	\$120.00
Técnico 2		24 horas	\$96.00
Técnico 3		24 horas	\$96.00
Imprevistos			\$38.00
Subtotal			\$1,434.51

Tabla 7.2. Costo de los materiales para el sistema de sensores y alarmas.

Producto	Distribuidor	Cantidad	Costo (U\$D)
Tarjetas de dispositivos remotos	Varios	5	\$ 53.00
Sensores y alarmas	Varios	5	\$335.14
Tarjetas de adaptación	Varios	20	\$300.00
Atmega8L	Varios	5	\$ 35.30
Módulo Xbee PRO S2	Digi-key	6	\$ 204.00
Kit starter Zigbee	Digi-key	1	\$149.00
Carcasa	Varios	5	\$150.00
Instalación			\$200.00
Técnico 1		20 horas	\$100.00
Técnico 2		20 horas	\$80.00
Imprevistos			\$20.00
Subtotal			\$1426.44

Tabla 7.3. Costo de los materiales para el sistema de control de energía.

Producto	Distribuidor	Cantidad	Costo (U\$D)
Tarjeta de control de energía	Varios	4	\$ 46.00
LCD	P&S ELECTRONICA ELECTRICIDAD Y CONTROL S.A.C.	4	\$45.20
Sensor de corriente	Varios	4	\$ 56.52
Atmega8L	Varios	4	\$ 28.24
Módulo Xbee PRO S2	Digi-key	4	\$ 136.00
Carcasa	Varios	4	\$120.00
Instalación			\$80.00
Técnico 1		12 horas	\$60.00
Imprevistos			\$20.00
Subtotal			\$511.96

CONCLUSIONES

- En el sistema CCTV se logró realizar un diseño económico y eficiente del mismo, detallando cada componente que lo conforma para lograr una correcta y continua vigilancia.
- Se logró una mayor y más efectiva visualización de cada área importante, configurando satisfactoriamente cada una de las cámaras para aprovechar mejor su capacidad y evitar algún error durante el monitoreo.
- Se logró confirmar el correcto diseño del sistema a través de una simulación del mismo, consiguiendo además un esquema más realista y con mayor detalle que facilita cualquier variación que se desee realizar después.
- En el sistema de vigilancia por medio de sensores y alarmas se logró diseñar un sistema flexible y de bajo costo que permite integrar estos dispositivos en las áreas antes mencionadas y enviar posteriormente el aviso respectivo.
- Se logró comprobar la visualización de algún cambio en el ambiente a través del programa en Visual Basic para poder realizar una rápida contramedida en caso surja algún tipo de incidente.
- En el sistema de control de energía se logró obtener y visualizar por medio del prototipo el valor de potencia medido por el sensor de corriente, monitoreando de manera efectiva el consumo que pueda generar cualquier dispositivo en el interior del telecentro.
- Se verificó la correcta integración de los dispositivos al visualizar dicho valor medido a través del programa de Visual Basic, generando un ambiente más sencillo de trabajo para el usuario.

RECOMENDACIONES

- Debido al estado de desarrollo en el cual se encuentra el telecentro, es recomendable monitorear cualquier tipo de cambio en la estructura, ya que ello significaría la necesidad de rediseñar el sistema CCTV, debido a que la ubicación y configuración de las cámaras podría no ser muy eficiente en la nueva arquitectura del telecentro.
- El sistema de vigilancia por sensores y alarmas permite un monitoreo continuo y de bajo costo que podría ser utilizado para cualquier tipo de construcción similar, considerando que su funcionamiento es mucho mejor cuando se trata de lugares de sólo un piso debido al rango de alcance que pueden lograr los módulos zigbee.
- Se debe tener cuidado en el caso se requiera añadir un mayor número de dispositivos remotos debido a que el tiempo de respuesta del sistema en sí podría reducirse debido a la mayor cantidad de sensores que enviarían su información.
- En el caso de los dispositivos de control de energía, como se trata de un prototipo, es recomendable analizar la necesidad de generar o no un dispositivo de mayor rango para una alimentación de mayor magnitud ya que esto permitiría evitar alternar los dispositivos y monitorear los equipos en conjunto; sin embargo, esto también implica perder la capacidad de conocer el consumo independiente de los mismos.
- Como se mencionó anteriormente, para poder obtener una medida más exacta de la corriente hallada por el sensor, es necesario tener un gran índice de muestras por segundo de tal manera que pueda definirse un valor más detallado.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] SOMOS@TELECENTROS
“¿Qué es un Telecentro?”. Última consulta: 21 de abril del 2010.
<<http://www.tele-centros.org/paginas/inicio.php>>
- [2] PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
2010 “Implementación de una Red Piloto de Telecentros de Comunicación e Información en los Distritos de Tambopata y Huepetuhe, localidad Madre de Dios”.
- [3] MORALES L., Domingo y RUIZ DEL SOLAR, Javier
2000 “Sistemas Biométricos: Matching de huellas dactilares mediante transformada de Hough generalizada”. Última consulta: 18 de noviembre del 2009.
<http://www2.ing.puc.cl/~iing/ed429/sistemas_biometricos.htm>
- [4] ECOJOVEN
“Tarjetas identificadoras sin contacto o sistemas RFID”. Última Consulta: 18 de noviembre del 2009.
<<http://www.ecojoven.com/dos/03/RFID.html>>
- [5] MOR, Ivan
“Sistema Sensorial del Robot”. Última Consulta: 18 de noviembre del 2009.
<<http://www.redcientifica.com/doc/doc199903310008.html>>
- [6] CATALÁ JIMÉNEZ, Javier
“Sensores Externos”. Última Consulta: 22 de noviembre del 2009.
<<http://www.dccia.ua.es/dccia/inf/asignaturas/ROB/optativos/Sensores/externos.html>>

[7] WIKIPEDIA

Última Consulta: 17 de junio del 2010.

<<http://es.wikipedia.org/wiki/Wikipedia:Portada>>

[8] ICAPI LTDA.

2009 “Sensores de Temperatura”. Última Consulta: 22 de noviembre del 2009.

<<http://www.seguridadintegralchile.cl/2009/01/21/sensores-de-temperatura/>>

[9] DOMO PRAC

2008 “Sensores: Tipos y Funcionalidades”. Última Consulta: 24 de noviembre del 2010.

<<http://www.domoprac.com/domoteca/26/86-sensores-tipos-y-funcionalidades.html>>

[10] LAMAGNA, Alberto y BOSELLI, Alfredo

2001 “Sensor de gas tecnología MEMS y sus aplicaciones”. Última Consulta: 25 de noviembre del 2009.

<<http://www.cnea.gov.ar/xxi/revista-cnea/1/lamagna.pdf>>

[11] WIKITEL

“Redes de Comunicaciones”. Última Consulta: 17 de junio del 2010

<http://es.wikitel.info/wiki/Redes_de_comunicaciones>

[12] MONOGRAFÍAS

Última Consulta: 19 de junio del 2010

<<http://www.monografias.com>>

- [13] MICROCHIP
Última Consulta: 16 de junio del 2010
<<http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/39632e.pdf>>
- [14] GARCÍA ALVAREZ, José Antonio E.
2007 “Qué es el factor de potencia”. Última Consulta: 16 de junio del 2010
<http://www.asifunciona.com/electrotecnia/ke_factor_potencia/ke_factor_potencia_3.htm>
- [15] GALEON
“Microcontrolador”. Última Consulta: 16 de junio del 2010
<<http://microcontroladores-e.galeon.com/>>
- [16] ELECTRÓNICA UNICROM
Última Consulta: 17 de junio del 2010
<http://www.unicrom.com/Tut_display-7-segmentos.asp>
- [17] PATENTES ONLINE
“Sensor de Corriente”. Última Consulta: 17 de junio del 2010
<<http://www.patentesonline.com/sensor-de-corriente-1819ar.html>>
- [18] MAYNÉ, Jordi
“Sensores, Acondicionadores y Procesador de Señales”. Última Consulta: 17 de junio del 2010
<<http://www.scribd.com/doc/3838277/sensores-varios-tipos>>
- [19] VELAZQUEZ
“Transformadores de Corriente”. Última Consulta: 17 de junio del 2010
<http://www.velasquez.com.co/paginas/transformadores_de_corriente.htm>

[20] ORDINOLA CASTILLO, Mario Alfonso

"Diseño de un sistema de control del consumo de energía eléctrica en las comunidades campesinas". Agosto, 2009. Tesis de Bachiller. Perú.

[21] ROBIN, Michael

"Horizontal resolution: Pixels or lines". Última consulta 10 de enero del 2013

<<http://broadcastengineering.com/infrastructure/horizontal-resolution-pixels-or-lines>>

[22] BOSCH

"Understanding Image Resolution". Última consulta 14 de febrero del 2013

<http://resource.boschsecurity.com/documents/WhitePaper_enUS_1575840651.pdf>

[23] AVENTURA

"A User's Guide to Digital Video Surveillance". Última consulta 15 de enero del 2013

<http://www.aventuracctv.com/dvr_tutorial/default.asp?index=11>

[24] AXIS COMMUNICATIONS

"Recuento perfecto de píxeles". Última consulta 7 de febrero del 2013

<http://www.axis.com/es/academy/pixel_count/into_ip.htm>

[25] RECMA

"Lista de precios clientes". Última consulta 20 de febrero del 2013

<<http://www.recma.com.pe/promocionesyofertas.html>>

- [26] MAJIDIMEHR, Amir
"Understanding Analog and IP TV CCTV Cameras". Última consulta 5 de enero del 2013
< <http://www.monitoryourassets.com/ip-vs-analog/>>
- [27] CCTV FORUM
"False camera specs". Última consulta 20 de febrero del 2013
< <http://www.cctvforum.com/viewtopic.php?t=8092>>
- [28] AXIS COMMUNICATIONS
"Resolución necesaria". Última consulta 20 de febrero del 2013
< <http://www.axis.com/es/academy/identification/resolution.htm>>
- [29] IMAGING SOURCE
"Calculating de focal length". Última consulta 28 de enero del 2013
< http://www.theimagingsource.com/downloads/flenparawp.en_US.pdf>
- [30] DELL
"Computadores XPS 8500". Última consulta 10 de febrero del 2013
< <http://www.dell.com/pe/p/xps-8500/pd>>
- [31] MERCADO LIBRE
"Switch no Administrado Gigabit 8 puertos". Última consulta 19 de febrero del 2013
< http://articulo.mercadolibre.com.pe/MPE-403386845-switch-no-administrado-gigabit-8-puertos-tl-sg1008d-tp-link-_JM>

[32] INEI

"Características de los Actos Violentos". Última consulta 28 de noviembre del 2012

<<http://www.inei.gob.pe/biblioineipub/bancopub/Est/Lib0058/cap-2-1.htm>>

[33] POLICÍA NACIONAL DEL PERÚ

"Dirección de Planeamiento Estratégico y Presupuesto". Última consulta 28 de noviembre del 2012

<<http://www.pnp.gob.pe/documentos/ANUARIO%20PNP%202010.pdf>>

[34] PROYU

"Shenzhen Proyu Technology Co., Limited". Última consulta 12 de marzo del 2013

<http://spanish.everychina.com/f-z51da5a1/p-90585507-waterproof_ip65_rfid_radio_frequency_em_id_access_control_card_readers_with_keypad.html>

[35] REIN MEDICAL

"Clases de protección IP". Última consulta 12 de marzo del 2013

<<http://www.reinmedical.com/es/conocimientos-tecnologia/clases-de-proteccion-ip.html>>

[36] VOXDATA

"Fundamentos de los sistemas de CCTV y Cámaras de Seguridad". Última consulta 14 de octubre del 2012

<<http://www.voxdata.com.ar/voxcursocctv.html>>