

**SISTEMA DE MONITOREO DE MONITOREO Y DETECCIÓN PARA RED CONTRA INCENDIOS DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE DERIVADOS DEL PETRÓLEO O HIDROCARBUROS**

**José Antonio Murto González**

**Eduardo Javier González Maldonado**

Trabajo de Fin de Grado presentado a la Facultad Politécnica de la Universidad Nacional de Asunción como requisito para la obtención del Título de Ingeniero en Electrónica, con énfasis en Control Industrial.

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE ASUNCIÓN**

**FACULTAD POLITÉCNICA**

**INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA**

San Lorenzo – Paraguay

Agosto, 2017

**SISTEMA DE MONITOREO DE MONITOREO Y DETECCIÓN PARA RED CONTRA INCENDIOS DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE HIDROCARBUROS**

**José Antonio Murto González**

**Eduardo Javier González Maldonado**

Orientador:

**Ing. Carlos Penayo**

Trabajo de Fin de Grado presentado a la Facultad Politécnica de la Universidad Nacional de Asunción como requisito para la obtención del Título de Ingeniero en Electrónica, con énfasis en Control Industrial

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE ASUNCIÓN**

**FACULTAD POLITÉCNICA**

**INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA**

San Lorenzo – Paraguay

Agosto, 2017

DEDICATORIAS

AGRADECIMIENTOS

**SISTEMA DE MONITOREO DE MONITOREO Y DETECCIÓN PARA RED CONTRA INCENDIOS DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE HIDROCARBUROS**

Autores: JOSÉ ANTONIO MURTO GONZÁLEZ

EDUARDO JAVIER GONZÁLEZ MALDONADO

Orientador: Prof. Ing. Carlos Penayo

RESUMEN

Con el objetivo de optimizar la seguridad de la planta, se desarrolló un sistema centralizado de monitoreo y detección para la red contra incendios, basado en normas nacionales e internacionales, de manera a prevenir siniestros y en caso de ocurrencia de alguno, poder disminuir drásticamente las pérdidas humanas y de patrimonio. Dicho sistema cuenta con un servidor para almacenar el histórico de los datos provenientes de sensores instalados en varios sectores de la planta, a través de una red de comunicación de fibra óptica y alarmas enlazadas de manera en caso de algún siniestro en la planta, todos los sectores estén alertados.

En resumen, este proyecto mejorará en gran medida el tiempo de reacción en caso de situaciones de emergencia, así como también brindará un flujo contínuo de información proveniente de los sensores favoreciendo al incremento considerable en la seguridad de la planta.

RESUMEN EN INGLES

RESUMEN v

CONTENIDO vii

I INTRODUCCIÓN 1

II REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA 2

CAPÍTULO 1

\*Marco teórico

CAPÍTULO 2

\*Generalidades de tecnologías utilizadas en el proyecto

III RESUMEN EJECUTIVO

CAPÍTULO 3

\*Sistema de monitoreo y alarmas para red contra incendios

3.1 Naturaleza del proyecto 31

3.1.1 Descripción del proyecto 31

3.1.2 Justificación 32

3.1.3 Finalidad 33

3.1.4 Objetivos 33

3.1.4.1 General 33

3.1.4.2 Específicos 33

3.1.5 Metas 34

3.1.6 Beneficiarios 34

3.1.7 Productos 34

3.1.8 Marco institucional 34

3.1.9 Localización física y cobertura espacial 35

3.1.9.1 Red básica de estaciones meteorológicas 36

3.1.9.2 Estaciones climatológicas 37

3.1.9.3 Estaciones pluviométricas 38

3.1.9.4 Estaciones con fines didácticos o de investigación 38

3.2 Especificación de actividades y tareas realizadas 38

3.3 Métodos y procedimientos utilizados 39

3.4 Determinación de los recursos 40

3.4.1 Recursos humanos 40

3.4.2 Recursos materiales 40

3.5 Administración del proyecto 41

3.6 Indicadores de evaluación 41

IV INGENIERÍA DE DISEÑO 42

CAPÍTULO 4 42

\*ESTUDIO PRELIMINAR 42

4.1 Introducción 42

4.2 Diseño Conceptual 44

4.3 Descripción del pluviómetro 45

4.4 Características del pluviómetro 46

4.5 Requisitos operacionales 47

4.5.1 Rango 47

4.5.2 Resolución 47

4.5.3 Exactitud 47

4.6 Selección de tecnología de comunicación 48

CAPÍTULO 5 55

\*DISEÑO DEL PLUVIÓMETRO 55

CAPÍTULO 6 64

\*SISTEMA DE TRANSMISIÓN Y RECEPCIÓN DE DATOS 64

CAPÍTULO 7 74

\*SISTEMA DE VISUALIZACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE DATOS 74

CAPÍTULO 8 85

\*ESQUEMA DE IMPLEMENTACIÓN GENERAL DEL PROYECTO 85

CAPÍTULO 9 87

\*PRUEBA DE CAMPO Y RESULTADOS 87

CAPÍTULO 10 95

\*Cálculos de los costos e implementación del proyecto 95

10.1 Costo de planificación, ingeniería de diseño del sistema y desarrollo del software. 95

10.2 Costo de Hardware 96

10.3 Análisis de costos de SMS 97

V CONCLUSIONES 98

VI RECOMENDACIONES 99

BIBLIOGRAFÍA 100

ANEXO 102

10.3.1 ANEXO 1: Esquemático del Arduino UNO 102

10.3.2 ANEXO 2: Datasheet del Shield GSM/GPRS 103

**LISTA DE FIGURAS E ILUSTRACIONES**

**LISTA DE TABLAS**

**GLOSARIO DE ABREVIATURAS Y SIGLAS**

**INTRODUCCIÓN**

Los riesgos son inherentes a la mayor parte de los procesos industriales y en caso de que ocurra algún siniestro o accidente las pérdidas humanas y de patrimonio pueden ser enormes. Es por esto que la seguridad es uno de los componentes más importantes en una planta industrial y cualquier inversión que se haga para mejorarla nunca está demás.

Invirtiendo en un sistema diseñado con la ingeniería correcta estaríamos pudiendo mejorar en las siguientes áreas de protección: Protección de la vida; protección de la propiedad; continuidad de operación y protección ambiental.

Partiendo de este principio se pensó que la manera más eficiente de mejorar seguridad es aplicando tecnología de punta. Este proyecto tiene como objetivo optimizar la detección de posibles focos de incendios monitoreando constantemente los sensores instalados en los sectores de la planta con mayor riesgo.

Esto se realizará implementando un sistema SCADA en la oficina de Seguridad Industrial de la planta desde donde un operador tendrá la posibilidad de observar las lecturas de los sensores de toda la red en tiempo real, así mejorando el control de cada zona.

Gracias a la comunicación mediante fibra óptica la velocidad de respuesta del estará en el orden de los milisegundos, facilitando así la toma de decisiones en momentos críticos. Otra gran mejora se debe a que en todos los sectores se tendrán datos de los eventos ocurridos en otras áreas de la planta.

**I**               **REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

**CAPÍTULO 1**

**1. Descripción del Fuego**

**1.1 DEFINICIONES Y PROPIEDADES BÁSICAS**

**Propiedades Químicas**

**Átomo**

Los átomos son las partículas másicas de la composición química. Ellos forman la base de toda la materia que conocemos cada átomo tiene un núcleo o centro denso, de carga positiva, que incluye protones (de carga positiva) y neutrones (sin carga), y alrededor del cual se giran los electrones de carga negativa en un patrón regularmente estructurado. El número de protones y electrones es igual, asegurando que el átomo sea eléctricamente neutro. La estructura precisa de la "nube electrónica" o "enjambre" de electrones determina la naturaleza química y reactividad del átomo.

**Numero atómico de un elemento**.

EI número atómico es el número de protones en el núcleo del átomo de un elemento. Este número, determina la posición ·de ese elemento en la Tabla Periódica que muestra la regularidad fundamental en las propiedades de los elementos.

**Masa Atómica de un Elemento**.

La masa atómica de un elemento es proporcional a la masa de" su átomo. La "escala" se basa arbitrariamente en el isotopo de carbona 12 (el isotopo de carbona que contiene seis protones y seis neutrones). La masa de C-12 correspondiente a 12 g contiene o22 X 1Oz3 átomos (conocido como Numero de Avogadro).

**Elemento**

Los elementos son sustancias que están integradas de un solo tipo de átomo (ej., carbono puro, C).

**Isótopos**

Los átomos que contienen el mismo número de protones, pero diferentes tuneros de neutrones se llaman *isótopos*. La mayoría de los elementos tienen más de, tan isótopo (ej., C-12 y C-13 que ambos contienen seis protones, pero el primero tiene seis neutrones y el segundo siete neutrones).

**Molécula**

Las moléculas son grupos de, Homos combinados en proporciones fijas. Las sustancias compuestas de moléculas que contienen dos o más clases diferentes de átomos se llaman compuestos. Las moléculas de un solo compuesto son idénticas.

**Formula Química**

La fórmula química representa el número de átomos de los diferentes elementos en una molécula.

**Masa Molecular de un Compuesto**

Es la suma de las masas atómicas de todos los átomos en su molécula.

**Mol**

Una mol de un elemento o compuesto es la cantidad que corresponde a la masa molecular gramo o a su masa molecular en gramos. Así una mol de propano tiene masa de 44 g. Una mol de cualquier elemento o compuesto contiene 22 X 1o23 moléculas.

**Reacción Química**

Proceso por el cual los reactivos se convierten en productos.

**Estequiometria/Estequiometria**

Una mezcla estequiometria de combustible y aire es aquella donde hay una proporción equiva1ente exacta de combustible y oxigeno (en el aire) de manera que después de la combustión todo el combustible se ha consumido y no queda oxígeno.

**Calor de Reacción**

EI calor de una reacción química es la energía absorbida o liberada cuando ocurre esa reacción. Las reacciones exotérmicas liberan energía cuando suceden, mientras que la se absorbe cuando se presenta una reacción endotérmica.

Las reacciones de combustión son exotérmicas (los productos son más estables que los reactivos). Las reacciones endotérmicas incluyen la pirolisis de combustibles sólidos, lo mismo que los procesos de descomposición que ocurren en el hormigón cuando se liberan moléculas de agua de cristalización (moléculas de agua que se requieren para formar cristales) a altas temperaturas.

**Propiedades Físicas**

**Densidad**

La densidad de una sustancia es la relación de su masa entre su volumen (expresada como , o lb/)

**Gravedad Especifica**

Es la relación entre la masa de una substancia solida o líquida y la masa de un volumen igual de agua.

**Gravedad Específica del Gas**

Es la relación entre la masa de un gas y la masa de un volumen igual de aire seco a la misma temperatura y presión. Es igual a su masa molecular dividida entre 29, donde 29 es la masa molecular promedio del aire seco (aproximadamente 21 % oxigeno + 79% nitrógeno). ciencia directa de la ley de los gases perfectos.

**Flotabilidad**

Es la fuerza ascendente ejercida sobre un cuerpo o volumen de fluido por el ambiente £1uido que 1o rodea. volumen de un gas tiene £1otabilidad positiva, entonces es más liviano que el gas circundante y tendera a elevarse. Si tiene £1otabilidad negativa, es más pesado y tended. a hundirse. habilidad de un gas depende tanto de su masa molecular (ver gravedad especifica del gas) como de su temperatura. Si un gas in£1amable con gravedad específica mayor a 1 se fuga de manera relativamente lenta de su contenedor, tendera a hundirse hasta un nivel bajo.

Si las condiciones son adecuadas, puede viajar a distancias considerables y puede ser incendiado por una fuente remota de ignición. MW 44) de un cilindro, se acumulará y extendería a nivel del pise) con poca dilución. un bote con poca ventilación, esto representa peligro grave. La densidad de un gas disminuye a medida que su temperatura atenta. combustión se elevan. Por otro lado, inmediatamente después del derramasen gas natural licuado (LNG, principalmente metano), el vapor' es: rn.as pesado que el aire porque está a una temperatura muy baja (el punto de ebullición del ~1ó1.5°C).

Como sucede con el propano a temperatura ambiente, los derrames de LNG pueden ser muy peligrosos porque el vapor puede extenderse sobre un área extensa. Sin embargo, la gravedad específica del gas metano a temperatura ambiente es solamente o,55 (1ó/29) de manera que el gas se eleva y se dispersa. En un área cerrada, puede crear rápidamente un peligro de explosión.

**Ley de los Gases Ideales**

La ley de los gases ideales o perfectos establece la relación entre presión, temperatura y volumen para un gas y se puede expresar como;

*PV=nRT*

donde

P = presión (P.a.)

V = volumen (m3)

T = temperatura (K)

R = la constante ideal del gas (8,314 11K-mol)

n = el número de moles de gas involucrados

Esto demuestra que para una cantidad de gas dada {n es constante), a temperatura constante, la presión es inversamente proporcional al volumen (ley de Boye). Para un contenedor sellado (constante n y V), la presión es directamente proporcional a la temperatura (ley de Charles). El aire, los gases que 1o componen, y los "gases más ligeros" (Hz, He) obedecen estrictamente. esta ley, aunque las especies de peso molecular mayor tienden a desviarse del "comportamiento ideal". La manera más fácil de distinguir entre un gas-que probablemente se comportara "idealmente" y uno que no 1o hará, es tener en cuenta su punto de ebullición. Los gases que están cerca: de su temperatura de condensación (por ejemplo, justo poli encima del punto de ebullición de líquido) son propensos a desviarse notablemente del comportamiento ideal: esos gases se describen más apropiadamente como "vapores".

Sin embargo, esta ecuación se usa ampliamente en los calculase ingeniería de protección contra incendios. En la mayoridad cas os, el grade de dilución de los gases del fuego es tan grande que estos se componen principalmente de aire. La ecuacioncita da anteriormente es una aproximación satisfactoria al comportamiento real.

**COMBUSTIÓN**

La combustión es una reacción exotérmica, auto-mantenida que involucra Un combustible sólido, líquido, y/o en fase de gas.

El proceso esta usualmente (pero no necesariamente) asociado cola oxidación de un combustible por oxigeno atmosférico. Algunos solidos pueden quemarse directamente por combustión incandescente en obras as sin llamas, pero en la combustión en llamas de combustibles sólidos y líquidos, la vaporización sucede antes de la combustión. Es necesario distinguir entre dos tipos de llamas: (1) premezclada, en 1a cual él. Combustible gaseosos mezcla íntimamente con aire antes de la ignición, y (2) difusiva, en la que la combustión tiene lugar en las regiones donde se están mezclando el combustible y el aire. Si tiene ligarla combustión premezclada en un lugar encerrado, ocurre una elevación rápida de presión, produciendo una explosión.

**Reacciones de Oxidación**

El fuego trae consigo reacciones de oxidación que son exotérmicas, es decir, que se genera calor. Las reacciones son complejas y no se comprenden en su totalidad, aunque se pueden hacer ciertas generalizaciones. Para que ocurra una reacción de oxidación, deben estar presentes un material combustible (combustible) y un agente oxidante.

·Los combustibles incluyen innumerables materiales que, debido a sus propiedades químicas, pueden oxidarse para producir especies (compuestos) más estables, como el dióxido de carbono y agua.

**Ignición (Ignición Provocada y Autoignición)**

La ignición es el proceso por el cual se inicia la combustión auto sostenida. Considerando primero una mezcla de un gas o vapor inflamable y aire (ver más abajo), una ignición provocada se puede obtener con la introducción de una fuente de ignición, como una llama o chispa. Sin embargo, si la temperatura se eleva suficientemente, la mezcla presentará auto ignición, la es cual el comienzo de la combustión es espontáneo.

**Límites de Inflamabilidad**

Los límites de inflamabilidad definen el intervalo o rango de concentraciones de gas inflamable (o vapor) en aire que se incendian si se introduce una fuente de ignición (ej., llama, chispa eléctrica, etc.) en la mezcla. Por ejemplo, a 25°C, las mezclas metano/aire son inflamables solamente entre 5 porciento (Imite bajo o inferior de inflamabilidad) y 15 por ciento (límite superior o alto de inflamabilidad) en volumen. Por debajo de 5 por ciento, la mezcla es demasiado pobre para incendiarse, mientras que por encima de 15 por ciento es demasiado rica para arder. Los limites para el hidrogeno son mucho más amplios (4%y 74% respectivamente). Cuando la temperatura de la mezcla aumenta, se amplía el rango de inflamabilidad, y cuando se reduce la temperatura el rango se reduce

Un aumento de temperatura puede hacer que una mezcla inflamable se vuelva inflamable al colocarla dentro del rango de inflamabilidad asociado con la temperatura más alta.

**Explosiones**

Generalmente, las explosiones ocurren en situaciones donde se ha permitido que el combustible y el oxidante se mezclan en íntimamente antes de Ia ignición. Como resultado, la reacción de combustión ocurre muy rápidamente sin que sea afectada por el retraso debido a la necesidad de mezclar primero el combustible y el oxidante. Si se encierran gases premezclados, su tendencia a expandirse o incendiarse puede causar una rápida elevación de presión o explosión. Esto contrasta con los incendios cuyos combustibles y oxidantes están separados inicialmente y la velocidad de combustión es controlada por la velocidad a la cual se pueden mezclar. En consecuencia, la velocidad de combustión por unidad de volumen de Ia llama es mucho menor en los incendios, y no se presenta del aumento muy rápido en la presión característica de las explosiones.

**Principios Generales**

Los principios de la ciencia de la ingeniería de protección contra incendios se fundamentan en los siguientes principios:

I. Un agente oxidante, un material combustible, y una fuente

de ignición son esenciales para la combustión.

2. El material combustible debe calentarse hasta su temperatura de ignición mediante fuente de ignición (de calor) antes de que pueda prenderse o sostener la propagación de las llamas.

3. La quema subsecuente del material combustible está gobernada por la retroalimentación de calor de las llamas al combustible en pirolisis o vaporización.

4. La combustión continúan hasta que suceda uno de los siguientes:

a. Se haya consumido el material combustible.

b. La concentración del agente oxidante disminuya por debajo de la concentración necesaria para sostener la combustión.

c. Se haya eliminado suficiente calor o prevenido que alcance al material combustible, evitando así la pirolisis ulterior del combustible.

d. Las llamas sean inhibidas químicamente o enfriadas lo

suficiente para evitar reacciones posteriores.

Todo el material presentado en este manual para la prevención, el control, o la extinción del fuego está basado en estos principios.

**Medición del calor**

La temperatura del material es la condición que determina si este a va transferir calor desde o hacia otros materiales. El calor siempre fluye de alta temperatura a baja temperatura. La temperatura se mide en grados.

**Medición de Temperaturas**

Los instrumentos que miden la temperatura dependen de cambios físicos (expansión de un sólido, liquido o gas), cambio de estado (sólido a líquido), cambio de energía (cambios en el potencial de energía eléctrica, por ejemplo, voltaje), o cambios en emisión térmica radiante y/o distribución espectral. Los principios de operación de los instrumentos más comunes para medición de temperatura se describen a continuación:

**Termómetros de Expansión o Dilatación de Líquidos**

Estos termómetros consisten de un tubo parcialmente Ileno con un líquido. El tubo mide la expansión y contracción del líquido por cambios de temperatura. El tubo esta calibrado para permitir la lectura del nivel del líquido en grados de una escala de temperaturas. El ejemplo más común es el termómetro de mercurio en vidrio.

**Termómetros Bimetálicos**

Los termómetros bimetálicos contienen tiras de dos metales laminadas juntas y cada metal tiene diferentes coeficientes de expansión. A medida que cambia la temperatura, los dos metales se expanden o contraen a diferentes proporciones, haciendo que la tira se tuerza. cantidad de deflexión se mide en una escala calibrada en grados de temperatura.

**Termopares**

Los termopares consisten en un par de alambres de metales diferentes o aleaciones metálicas, unidos en un punto con soldadura para formar una bifurcación. Por la diferente naturaleza de los dos metales, a través de esta unión se genera un voltaje (diferencia de potencial), cuya magnitud depende de la naturaleza de los metales y de la temperatura. La magnitud es comparada con una unión compensada a 0°C, y la diferencia de voltaje se calibra para dar la temperatura en grados.

**Pirómetros**

Los pirómetros miden la intensidad de radiación de un objeto caliente. Como la intensidad de radiación depende de la temperatura, los pirómetros se pueden calibrar para dar lecturas en grados de temperatura. Los pirómetros ópticos miden la intensidad de una longitud de onda de radiación determinada.

**Unidades De Calor**

**Joule (J)**

Convencionalmente, el Joule es definido como la energía (o trabajo) que se produce cuando al aplicar la unidad de fuerza (1 Newton) hace que se mueva un cuerpo por una unidad de distancia (1 m). EI Joule es la unidad de energía más conveniente de usar y puede relacionarse a la caloría, que se define en términos de energía térmica requerida para elevar la temperatura de la unidad de agua en 1°C. El Joule es una unidad aprobada por el SI.

**Watt (W)**

El Watt es una medida de potencia, o de velocidad de liberación de energía. Un Watt es igual a 1 Joule por segundo (1W= 1 J/s). La velocidad de liberación de calor de un incendio se puede expresar en unidades de kilowatts (kW)o megawatts (MW), unidades que son familiares a los ingenieros electricistas.

**Caloría.**

La cantidad de calor necesaria para elevar la temperatura de 1 g masa de agua a 1 DC (medida a 15°C [59°F]) se llama caloría. Una caloría es igual a 4,183 J.

**Calor Específico**

El calor especifico de una sustancia se define como la cantidad de calor que esta absorbe a medida que aumenta su temperatura. Se expresa en la cantidad de energía necesaria para elevarla unidad de masa de una sustancia 1 grado de temperatura y se mide en J/kg(ºC) o Btu/lb(ºF). El agua tiene un calor especifico de 4200 J/kg(°C) (1 Btullb°F). (Nota: para simplificar, es práctica común usar la K de Kelvin en lugar de °C como símbolo de los grados al especificar las unidades de una cantidad tal como el calor específico: esto se puede escribir J/kg·K.)

Los calores específicos varían considerablemente, desde 460 J/kg.K para el acero a 2400 J/kg.K para el roble. Los valores de calor especifico son importantes en la protección contra incendios porque definen la cantidad de calor requerida para elevar la temperatura de un material hasta el punto de peligro, la cantidad de calor que debe eliminarse para enfriar un sólido incendiado hasta por debajo de su punto de combustión. Una razón para la efectividad del agua como agente extintor es que su calor especifico es más elevado que el de la mayoría de las otras sustancias. (4200 J/kg·K).

**Calor Latente**

Una sustancia absorbe calor cuando cambia de estado sólido a líquido, o de líquido a gaseoso. Esta energía térmica se llama calor latente. A la inversa, durante la conversión de un gas a liquido o de un líquido a solido se libera esa energía.

**Transferencia de Calor**

La transferencia de calor gobierna todos los aspectos de un incendio, desde la ignición hasta la extinción final. El calor es transmitido por uno o más de tres mecanismos: conducción, convección, o radiación.

**Conducción**

La transferencia de calor a través de un sólido (ej., desde una superficie caliente al interior del solido) es el proceso llamado conducción. La velocidad a la cual se transfiere el calor (energía) por conducción a través un cuerpo es función de la diferencia de temperaturas y la conductancia de la trayectoria involucrada.

**Convección**

La convección implica la trasferencia de calor por un fluido circulante (sea gas o liquido). En consecuencia, el calor generado en una estufa es distribuido por una habitación al calentar el aire en contacto con la estufa (por conducción a través de una capa estacionaria denominada película en contacto con la estufa). El aire caliente con menor densidad sube, estableciendo corrientes de convección que transfieren el calor a objetos distantes en la habitación. El calor es transferido del aire a estos objetos distantes de nuevo por conducción a través de la capa estacionaria o película. Se puede hacer que las comentes de aire transporten el calor por convección en cualquier dirección usando un ventilador.

**Radiación**

La radiación es una forma de energía que viaja a través del espacio sin necesidad de un medio como sólido y fluido. Esta viaja como ondas electromagnéticas, similares a la luz, ondas de radio, y rayos X. En un vado todas las ondas electromagnéticas viajan a la velocidad de la luz. Si estas ondas se dirigen sobre la superficie de un cuerpo, pueden ser absorbidas, reflejadas y/o transmitidas. La luz visible consiste en longitudes de onda entre 0,4 x a 0,7 x m, que corresponden al azul y el rojo del espectro visible. La radiación térmica (emisión) de los procesos de combustión ocurre principalmente en la región infrarroja (longitudes de onda mayores que la longitud de onda del rojo). Nuestros ojos ven solamente una diminuta fracción de la radiación total que es emitida dentro de lo que se denomina región visible.

**Fuentes de Energía o Fuentes de Ignición**

Debido a que la prevención y extinción de incendios dependen del control del calor, es importante familiarizarse con las formas más comunes de producción de energía. Hay cuatro fuentes de energía calorífica: química, eléctrica, mecánica y nuclear.

**CAPÍTULO 2**

**ELEMENTOS ESENCIALES DE UN SISTEMA DE DETECCION DE INCENDIOS**

Los sistemas de alarma de incendio están clasificados de acuerdo Con las funciones que deben desempeñar. Su instalación, mantenimiento y uso están especificados en la NFPA 72.

Los componentes básicos de cada sistema son:

1. Una unidad de control del sistema.

2. Un suministro de energía primaria o principal.

3. Un suministro de energía secundaria o de reserva.

4. Uno o más circuitos de dispositivos iniciadores o circuitos de línea de señalización a los cuales los pulsadores manuales de alarma de incendio, los dispositivos iniciadores de alarma por flujo de agua de rociadores, los detectores de alarma de incendio y otros dispositivos iniciadores están conectados

5. Uno o más circuitos de aparatos de notificación de alarma de incendio a los cuales los aparatos de notificación de alarma: audible y visible, tales como campanas, bocinas; lámparas estroboscópicas (strobes) y parlantes están conectados.

Varios sistemas también tienen una conexión afuera del local con una estación central, una estación de supervisión del propietario, una estación de supervisión remota, o un centro de comunicaciones del servicio público de bomberos mediante un sistema auxiliar de alarma de incendio.

**Suministros de energía primarios y secundarios**

Los suministros de energía primarios y secundarios en locales protegidos y estaciones auxiliares o de supervisión, deben cumplir con los requisitos de la NFPA 72. La energía principal es abastecida generalmente por una conexión con la energía eléctrica generada por el servicio público: La conexión debe ser desde un circuito derivado dedicado al sistema de alarma de incendio. El circuito y las conexiones deben estar protegidos mecánicamente. El medio de desconexión del circuito debe estar marcado con rojo, ser accesible solo para el personal autorizado y estar identificado como "Control del Circuito do la Alarma de Incendio". En el interior de la unidad de control del Sistema de alarma de incendio, una leyenda permanente debe identificar la ubicación del medio de desconexión del circuito.

Se requiere que el suministro de energía secundario para un sistema de alarma de incendio suministre automáticamente la energía al sistema dentro de un lapso de 30 segundos cuando el suministro de energía primario no tenga la capacidad de proveer el voltaje mínimo requerido para el funcionamiento apropiado del sistema.

El tamaño del suministro secundario generalmente se mide en la cantidad de tiempo en el que el suministro secundario va a hacer funcionar el sistema, seguido por un periodo de establecido para que el sistema opere en una condición de alarma. Los sistemas locales, los de estación central; los de estación remota, los del propietario y los auxiliares deben tener 24 horas de energía de reserva, seguidas por 5 min de alarma. Los sistemas de comunicación de emergencia por voz / alarma deben tener 24 horas de energía de reserva; seguidas por 2 horas de funcionamiento de emergencia. Para permitir el cálculo de la energía requerida para el funcionamiento de. emergencia de 2 horas, la NFPA 72 especifica que las 2 horas de funcionamiento de emergencia equivalen a 15 minutos de funcionamiento con carga completa (es decir, con todos los dispositivos de entrada y aparatos de salida en funcionamiento).

**Sistema local protegido**

El propósito principal del sistema de alarma de incendio de un local protegido es activar los aparatos de notificación de alarma local audible y visible para notificar a los ocupantes que deben evacuar el edificio protegido. Dicho sistema podría estar limitado a las características básicas descritas anteriormente. El sistema también podría interconectarse con otros sistemas de protección que ayudarían a hacer más seguro el edificio en caso de incendio.

En el sistema de un local protegido, la alarma no es transmitida automáticamente a un cuerpo de bomberos. En lugar de esto, cuando suena la alarma, alguien debe usar algún otro medio para notificar al cuerpo de bomberos. Si el edificio está desocupado en el momento en que suene la alarma, la respuesta del cuerpo de bomberos dependería de un vecino o transeúnte que escucha o ve los aparatos de notificación do alarma de incendio audible y / o visible, y llame al cuerpo de bomberos.

**Sistema de propietario**

El sistema de alarma de incendio del propietario es usado ampliamente en ocupaciones comerciales o industriales.

Las señales transmitidas en un sistema del propietario son recibidas y registradas automática y permanentemente en una estación de supervisión del propietario atendida constantemente ubicada ya sea en el local protegido u otra ubicación del dueño de la propiedad. En términos muy sencillos, un sistema del propietario es una estación de supervisión que pertenece al dueño de la propiedad y es manejada por el mismo y se encuentra ubicada en el local protegido u otra ubicación del dueño de la propiedad.

Muchos sistemas existentes del propietario tienen circuitos independientes del dispositivo iniciador para cada zona o subsección del edificio, similares a los sistemas locales, auxiliares y de estación remota. Sin embargo, debido al aumento en el uso de la electrónica, los sistemas del propietario más recientes para edificios de mayor tamaño frecuentemente poseen sistemas de señal multiplexada y, minicomputadora incorporada.

Estos sistemas reciben todas las señales del edificio protegido por una o más vías de comunicación y determinan la ubicación exacta del incendio mediante el uso de información codificada digitalmente.

**Sistema de estación remota**

Un sistema de alarma de incendio de estación remota conecta la salida de datos de una unidad de control de alarma de incendio de un edificio y los transmite a una ubicación remota.

La NFPA 72 especifica que las señales de alarma de incendio deben ser recibidas en el centro de comunicaciones del servicio público de bomberos, en una estación de bomberos o en la ubicación de la agencia pública responsable de recibir las alarmas de incendio del público.

Si la agencia pública no recibe las señales de alarma de incendio de estación remota, o si esa agencia permite que otra organización reciba esas señales, entonces las señales pueden ser recibidas en una ubicación aceptable para la autoridad competente que esto atendida por personal capacitado las 24 horas del día.

Luego de recibir las señales de alarma de incendio, el personal retransmite las señales al centro de comunicaciones del servicio público de bomberos.

En algunos casos, la agencia pública que recibe las señales de alarma de incendio también está dispuesta a recibir las señales de Supervisión y señales de falla. En la mayoría de los casos, las señales de supervisión y señales de falla son transmitidas a una ubicación atendida constantemente que sea aceptable para la autoridad competente. Las señales pueden ser transmitidas desde un local protegido usando una variedad de tecnologías mencionadas en la NFPA 72.

**CAPITULO 3**

**DETECTORES AUTOMÁTICOS DE INCENDIOS**

EI fuego produce una variedad de cambios ambientales llamados "magnitudes físicas" (fire signatures), los cuales ayudan a que se reconozca su presencia. Los seres humanos son excelentes detectores de incendios cuando tienen la habilidad de usar efectivamente los sentidos del olfato, la vista, etc. Sin embargo, es posible que los sentidos de los humanos pierdan su agudeza por causa del sueño, incapacidad, enfermedad o por distracciones, de modo que es posible que no se presente oportunamente una advertencia efectiva. Desde mediados del siglo diecinueve, se han desarrollado varios dispositivos mecánicos, eléctricos y electrónicos para sustituir los sentidos de los humanos con el fin de detectar los cambios ambientales creados por el fuego. Las magnitudes físicas utilizadas con mayor frecuencia como la base para la detección son el calor, el humo (las partículas en aerosol) y la energía radiante (IR, visible, UV). Varios factores complican la capacidad de cualquier detector para detectar el fuego confiablemente.

(l) Diferentes tipos de incendios pueden tener magnitudes físicas ampliamente divergentes. Por ejemplo, algunos materiales arden intensamente. Con poco humo o sin humo, mientras que los fuegos que arden con brasa no tienen una llama visible y generalmente producen muy poco calor.

(2) Los cambios ambientales, que están siendo supervisados deben llegar hasta el detector de incendios y deben superar un umbral de •amplitud y/o. una tasa de cambio antes de que se pueda producir una alarma.

(3) Las condiciones en que no existe un incendio pueden producir cambios ambientales que imitan las magnitudes físicas y pueden causar falsas alarmas.

La mayoría de los códigos de construcción requieren ciertas cantidades mínimas para lograr un cubrimiento parcial mediante sistemas de detección. Esto significa que algunos cuartos o espacios no poseen detectores. Los diseñadores deben estar conscientes de que esto puede demorar significativamente la detección y la alarma porque las magnitudes físicas se debilitan a medida que aumenta la distancia entre el fuego y el detector, especialmente si existe cualquier barrera física entre ellos. Es posible que un diseño que esto de acuerdo con los requisitos mínimos de un código no cumpla con las expectativas.

La selección y ubicación apropiada de los detectores automáticos de incendios son esenciales para lograr los objetivos de protección. Por ejemplo, el uso de detectores de humo tipo puntual en un cielo raso muy alto retrasará la detección de un incendio hasta que este se vuelva muy intenso. Además, el acceso al detector para realizar pruebas, limpiezas o reposiciones también puede ser muy difícil. Para esta aplicación en particular, el uso de detectores de humo tipo haz de luz proyectado puede ser mucho más adecuado.

Es necesario que todas las aplicaciones de los detectores sean evaluadas apropiadamente. Esta evaluación comienza con un claro entendimiento de los objetivos de protección, los posibles escenarios de incendio, y el medio ambiente esperado en cada espacio protegido.

Teniendo este conocimiento, el ingeniero de protección contra incendios puede:

(1) evaluar las magnitudes físicas esperadas de los incendios hostiles potenciales en diferentes momentos de su crecimiento,

(2) determinar el efecto de las condiciones ambientales sobre las diferentes opciones de detectores y

(3) seleccionar los tipos de detectores que ofrecerán el mejor balance entre respuesta ante el fuego y discriminación (la prevención de falsas alarmas causadas por condiciones ambientales en las cuales no existe un incendio.

**DETECTORES DE CALOR**

Los detectores de calor son el tipo de dispositivo de detección automática de incendios más antiguo. Comenzaron con el desarrollo de los rociadores automáticos en la década de 1800 y han continuado hasta la actualidad con una proliferación de múltiples tipos de dispositivos. Un rociador puede catalogarse como la combinación de un detector de incendios activado por calor y un dispositivo de extinción cuando el sistema de rociadores cuenta con indicadores de flujo de agua conectados al sistema de control de alarmas de incendio. Los indicadores de flujo de agua detectan el flujo de agua por las tuberías o bien, el cambio de presión debido al accionamiento del sistema.

Los detectores de calor son muy confiables y tienen el índice más bajo de falsas alarmas de todos los detectores automáticos de incendios. Son adecuados para detectar el fuego en espacios confinados y pequeños donde pueden ocurrir incendios de rápido crecimiento con una alta liberación de calor, en áreas donde las condiciones ambientales no permiten el uso de otros dispositivos de detección de incendios o donde no se requiere una advertencia de incendio muy temprana.

**DETECTORES DE HUMO**

Unos detectores de humo detectan la mayor parte de los incendios más rápidamente que un detector de calor. Los detectores de humo se identifican por su principio de funcionamiento el cual puede ser (1) iónico o (2) fotoeléctrico. Algunos detectores combinan los dos principios en una unidad (detector de humo foto-iónico) y otros incluyen un elemento detector de calor fotoeléctrico y/o iónico. Cuando estos diferentes tipos de elementos sensores funcionan independientemente, el dispositivo se denomina un detector combinado. Dichos productos han estado disponibles durante décadas. Si los resultados del sensor se combinan y procesan para una respuesta o para una discriminación mejorada del detector, el resultado se denomina un detector de sensores múltiples (discutido más adelante). Sin embargo, sin importar su principio de funcionamiento, todos los detectores de humo deben pasar las mismas pruebas de incendio y los mismos criterios de desempeño para llegar a ser listados por los laboratorios de prueba.

Los detectores iónicos de humo, como una clase, brindan una respuesta un poco más rápida ante los incendios (llameantes) de alta energía, ya que responden ante la densidad numérica de las partículas de humo y tales incendios producen grandes cantidades de partículas relativamente pequeñas. Sin embargo, ahora existe un fabricante que produce un detector fotoeléctrico de humo tipo puntual que utiliza un rayo láser muy agudo. Esto se debe al hecho de que las propiedades del humo cambian a medida que el humo "envejece".

Los detectores fotoeléctricos de humo, como una clase, suministran una respuesta superior ante los 'incendios (de brasa) de baja energía, ya que responden ante la densidad de masa del humo, y dichos incendios producen una preponderancia de partículas de humo relativamente grandes. La ventaja de su desempeño para detectar incendios de brasa es muy importante; ya que esto puede dar como resultado una advertencia mucho más temprana cuando la tasa de crecimiento del incendio es lenta.

Cuando el incendio no está muy cerca, estos pueden tener una respuesta igual o incluso superior a la respuesta del detector iónico ante incendios llameantes, como por ejemplo en las aplicaciones de detectores de humo en conductos. Por estas razones, en los últimos años los detectores fotoeléctricos de humo han capturado una parte del mercado la cual sigue en aumento. Las fuentes industriales estiman de manera conservadora que en el 2001 estos acapararon el 75 por ciento de las ventas de sistemas de detección de humo a nivel mundial.

**Detector iónico de humo**

Los detectores de humo que utilizan el principio de ionización generalmente son del tipo puntual. Un detector iónico de humo contiene una pequeña cantidad de material radiactivo (un emisor alfa) que ioniza el aire en la cámara censora, haciendo que el aire tenga conductancia y permitiendo que, durante un minuto, haya un eflujo de corriente entre dos electrodos cargados. Esto proporciona a la cámara censora una conductancia eléctrica efectiva. Cuando las partículas de humo ingresan a la zona de ionización, disminuyen la conductancia del aire adhiriéndose a los iones, produciendo una reducción en la movilidad de los iones. El detector responde cuando la conductancia se encuentra por debajo de un nivel predeterminado.

**Detectores fotoeléctricos de humo**

La presencia de partículas de humo suspendidas que se generan durante el proceso de combustión afecta la propagación de un haz de luz que pasa a través del aire.

Generalmente, los detectores de humo que utilizan el principio fotoeléctrico de dispersión de luz son de tipo puntual.

Estos contienen una fuente de luz y un dispositivo fotosensible, dispuestos de tal, forma que los rayos de luz no caen sobre el dispositivo. Cuando las partículas entran en el recorrido del haz de luz, la luz golpea las partículas y es dispersada hacia el dispositivo fotosensible, provocando la respuesta del detector.

Generalmente, el dispositivo fotosensible usado en los detectores por dispersión es un fotodiodo o un fototransistor. Generalmente, la fuente de luz es un diodo emisor de luz infrarroja (LED), que es pulsante para reducir la perdida de energía. Sin embargo, varios fabricantes introdujeron recientemente un detector fotoeléctrico de humo tipo puntual que utiliza un rayo láser muy agudo. Ya que el rayo láser es tan intenso, se refleja más luz dentro de la cámara censora que con un LED normal. Se utiliza un algoritmo de procesamiento de señales para discriminar entre las partículas de polvo arrastradas por el aire y las partículas de humo que penetran la cámara censora.

**DETECTORES DE LLAMA**

Los detectores de llama funcionan en la zona UV y/o IR del espectro. La mayoría de los detectores de llama tienen cierto tipo de especificidad para el' combustible y se modifican basándose en un fuego definido bajo condiciones específicas. Cuando se emplean estos detectores para combustibles diferentes a los del fuego definido, el diseñador debe realizar los ajustes apropiados para determinar la distancia máxima entre el detector y el fuego.

Los diferentes tipos de detectores de llama y sus principios de funcionamiento se discuten a continuación.

**Detector ultravioleta de llama**

El espectro ultravioleta comprende longitudes de onda con un rango aproximado de 0,1m a 0,35 m. Los detectores UV normalmente usan un fotodiodo Geiger-Muller de tubo de vacío para detectar la radiación ultravioleta producida por una llama. El fotodiodo permite que un estallido de corriente fluya por cada fotón UV que golpea el área activa del tubo. Cuando el número de estallidos de corriente por unidad de tiempo alcanza un nivel predeterminado, el detector inicia una alarma. Se requiere una unidad de control especial para supervisar las tasas de conteo generadas por los detectores UV e iniciar una alarma.

Los detectores UV tienen sensibilidad para la mayoría de los incendios, incluyendo aquellos causados por hidrocarburos (líquidos, gaseosos y sólidos); amoniaco, azufre, hidrogeno, hidracina y metales como el magnesio. Sin embargo, el humo producido por la combustión de destilados de petróleo de las fracciones media y densa, es bastante absorbente en el extremo UV del espectro, y esto debe ser compensado en el diseño del sistema si se utilizan detectores.

Las fuentes potenciales de falsas alarmas de los detectores UV incluyen los relámpagos, la soldadura de arco, los rayos X (usados en pruebas industriales no destructivas de metales) y los materiales radioactivos.

**Detectores infrarrojos de llama**

El espectro infrarrojo total comprende longitudes de onda con un rango aproximado de 0, 7opm a 220 pm. Los detectores IR comprenden básicamente un sistema de filtro y lente, usado para filtrar las longitudes de onda no deseadas y concentrarse en aquellas que quedan en una celda fotovoltaica o foto resistente sensible a la energía IR. Pueden responder solo al componente IR neto de la llama o en combinación con un sensor de parpadeo de la llama (este generalmente busca una tasa de parpadeo de 5 a 30 Hz).

Aunque casi todos los materiales que participan en una combustión llameante emiten durante dicha combustión radiación UV hasta cierto grado, so10 los combustibles que contienen carbono emiten una radiación significativa en la banda de 4,35 um (dióxido de. carbono) usada por muchos detectores IR para detectar llamas. Esto significa que los detectores IR de llama no responden ante los combustibles libre de carbono, tales como el hidrógeno y el azufre.

Las fuentes potenciales de falsas alarmas por detectores infrarrojos de llama, incluyen la soldadura con gas (oxiacetileno) dentro de su campo visual y la radiación solar proveniente de la luz del sol.

**Detector ultravioleta/infrarrojo de llama**

Los dispositivos combinados UV/IR detectará la radiación proveniente de zonas de ambos espectros y usan la señal resultante para indicar una condición de incendio. Generalmente requieren las respuestas UV e IR del sensor para producir una alarma, lo que genera menos falsas alarmas que cuando se utilizan los detectores UV o IR por separado. En el diseño de circuitos esto se denomina como circuito "Y" ('AND ") porque requiere la existencia de una condición A y una condición B antes de declarar que la alarma debe sonar. Si el sensor UV o IR pudiera \_disparar una alarma„ eso sería un circuito "O"' Un circuito "Y" ("AND ") hace que el sistema esto sujeto a las limitaciones combinadas de las dos tecnologías.