

Compreendendo Dispositivos de Detecção de Fogo

Prof. William E. DeWitt

Tradução GIFEL Engenharia de Incêndio

As diferenças do desempenho dos diferentes dispositivos devem ser reconhecidas para permitir aplicações corretas.

NOTA INICIAL DO TRADUTOR: *este artigo foi escrito nos Estados Unidos para as condições locais em função das normas e das autoridades em cargo. Os valores em graus Fahrenheit e outras unidades comumente usadas nos Estados Unidos foram mantidos para resguardar a integridade do texto original, que se reveste de um interesse especial pela descrição detalhada dos princípios operativos dos diversos tipos de detectores. Já no Brasil temos o Sistema Métrico Decimal e para o caso dos detectores há uma norma específica que é a NBR 9441 "Execução de sistemas de detecção e alarme de incêndio" que deve prevalecer para aplicações executadas neste país.*

Dispositivos de Detecção

O fogo é o processo da combustão, da reação química produzindo calor, fumaça, da chama, luz, vapor de água, gás e outros produtos. Um dispositivo automático da detecção, tal como um detector de calor, de fumaça ou de chama, detectará a presença de um ou mais produtos citados acima e gerará um sinal de alarme. Pode também haver uma descoberta humana de um fogo, tendo por resultado a ativação manual de um dispositivo de alarme. A caixa do alarme de fogo é um dispositivo manual e pode ser codificada ou não-codificada. A caixa não-codificada de alarme de fogo não é nada mais do que

um interruptor projetado para abrir ou fechar um circuito quando acionado. Uma vez operado, entretanto, o interruptor não pode ser restaurado à posição normal externamente. Esta característica impede que o alarme, uma vez atuado, seja silenciado por pessoal não autorizado.

A caixa codificada de alarme de fogo, quando atuada, transmite um sinal codificado de maneira única através do sistema. Caixas mais antigas usavam uma roda codificada giratória, acionada por um motor de mola interna, para transmitir este sinal. Os sistemas modernos empregam os módulos eletrônicos para gerar sinais codificados.

Usando caixas codificadas de alarme de fogo, grandes áreas podem ser protegidas por zonas, permitindo que o pessoal de combate seja dirigido à posição exata do fogo.

Detector Térmico

Há duas classes de detectores térmicos: temperatura fixa e termovelocimétricos. Variações destes tipos, tais como o detector termovelocimétrico com compensação e o detector combinado, também são disponíveis.

A temperatura nominal de operação (algumas vezes referida como sendo a temperatura nominal ou a temperatura de operação) de detectores de calor é a classificação térmica do dispositivo. Esta é a temperatura a que o elemento interno de detecção termo sensível deve ser aquecido antes de atuar. As gradações nominais típicas para detectores de temperatura fixos e termovelocimétricos

A detecção de fogo e o sistema de alarme é uma combinação de dispositivos projetados para sinalizar um alarme em caso de fogo. O sistema pode também realizar o controle de ventiladores, retenção ou liberação de portas corta-fogo, controle da iluminação de emergência, da chamada do elevador e outras funções da emergência. Estas funções adicionais suplementam o sistema básico o qual consiste em dispositivos de detecção e de alarme e de uma unidade central de controle.

Este artigo discutirá sistemas de detecção de fogo, com a ênfase na sua operação e na sua aplicação.

são o 135°F, 175°F e 250°F. A temperatura de atuação real (que não é uma designação industrial aceita, na verdade este termo é útil ao discutir as características de operação de detectores de calor) é definida como a temperatura do ar que cerca o dispositivo no momento de sua atuação. Em condições ideais, as temperaturas do ar circunvizinho e do detector de calor devem ser iguais no momento em que o dispositivo sinaliza um alarme.

Detector térmico de temperatura fixa

Detectores térmicos de temperatura fixa produzem um sinal de alarme quando a temperatura do elemento interno de detecção alcança sua temperatura nominal de atuação. Tiras bimetálicas ou discos e elos fusíveis são normalmente usados como elementos de detecção. O elemento de detector tipo bimetálico consiste de dois metais com coeficientes diferentes de dilatação térmica. Quando aquecidos, os metais dilatam-se em taxas diferentes, tendo por resultado uma distorção do elemento bimetálico para operar um jogo dos contatos. Um outro tipo de detector do calor usa elos fusíveis que, quando expostos ao calor, derreterão, permitindo que um jogo dos contatos mola opere. Como os elementos bimetálicos retornam a sua posição original na temperatura normal, são reusáveis, por outro lado, os elos fusíveis não são reutilizáveis. Ou o elemento da detecção ou o detector fusível completo devem ser substituídos após cada operação. Detectores de temperatura, bem como muitos outros tipos de dispositivos de detecção de fogo, podem ser do tipo construtivo pontual ou linear. Detectores do tipo pontual são dispositivos unitários com seus elementos operacionais contidos em uma única carcaça. Detectores fixos da temperatura tipo pontual incluem os termostatos bimetálicos, os termostatos do disco de encaixe, os termostatos elos fusíveis e os termostatos do bul-

bo de sílex (quartzita). Os detectores tipo linha consistem em lanças de cabos ou de tubos, geralmente suspensos ao teto da área protegida. Os detectores de temperatura fixos tipo linha, incluem cabo termostático ou sensível ao calor e cabo resistivo. Quando um detector de temperatura fixo atua, a temperatura de operação real será invariavelmente mais elevada do que a temperatura de operação nominal. Por exemplo, um detector com temperatura nominal de 135°F, na verdade, pode não operar até que a temperatura do ar circunvizinho alcance, talvez, 150°F quando exposto a um fogo gradualmente crescente, ou 175°F para um fogo rapidamente crescente. Esta diferença entre temperatura nominal de atuação e a temperatura real de operação é chamada de retardo térmico. No tempo no qual a temperatura do elemento de detecção alcança sua temperatura de atuação nominal para gerar um sinal de alarme, a temperatura do ar circunvizinho pode ter subido ainda mais. A taxa desta transferência de calor é dependente em primeira linha da taxa na qual o próprio ar circunvizinho está sendo aquecido.

Detector Termovelocimétrico com compensação

Detectores de calor termovelocimétricos com compensação são projetados para compensar o retardo térmico. Quando um detector de calor termovelocimétrico com compensação opera, a temperatura de atuação real será aproximadamente igual à temperatura de operação nominal, não obstante a taxa em que o ar está sendo aquecido. O detector termovelocimétrico com compensação, como ilustrado na Fig. 1, consiste em um par dos suportes expansíveis e de contatos elétricos encapsulados em uma capa também expansível. A capa de expansão é exposta ao ar circunvizinho e tem um coeficiente de dilatação mais elevado do que os suportes expansíveis.

Quando submetido a um fogo ra-

pidamente crescente, somente a capa dilatará desde que ela está exposta ao calor. Esta dilatação longitudinal da capa rapidamente alivia a compressão nos suportes e opera os contatos precisamente na temperatura de atuação nominal do dispositivo. Por outro lado, quando exposto a um fogo gradualmente crescente o detector aquece-se uniformemente como um todo. A capa expandirá mais do que os suportes, devido à diferença nos coeficientes de dilatação. Esta ação alivia gradualmente a compressão nos suportes e novamente opera os contatos precisamente na temperatura de atuação nominal do dispositivo.

Detector Termovelocimétrico

Detectores termovelocimétricos geram um sinal de alarme quando a temperatura do ar que cerca os detectores se eleva numa taxa superior a uma taxa pré-selecionada (geralmente 15°F por o minuto). Estes dispositivos são mais responsivos do que os detectores de temperatura fixos porque o retardo térmico não é um fator relevante na operação dos detectores termovelocimétricos. Uma desvantagem destes dispositivos é que são sujeitos a alarmes falsos quando expostos a temperaturas rapidamente crescentes não causadas pelo fogo. Entretanto, isto pode ser minimizado pela aplicação apropriada do detector. Também estão disponíveis detectores termovelocimétricos tipo linha, chamados detectores de tubo pneumático. Um sistema de detecção pneumática consiste em um laço contínuo de tubulação disposto próximo ou sobre o teto da área protegida e que opera com base no princípio da expansão do ar em um tubo capilar ao invés de dentro de uma câmara. Detectores termovelocimétricos nunca devem ser instalados perto de fornalhas, incineradores, freezers, portas exteriores que abram frequentemente, ou outras áreas onde mudanças abruptas

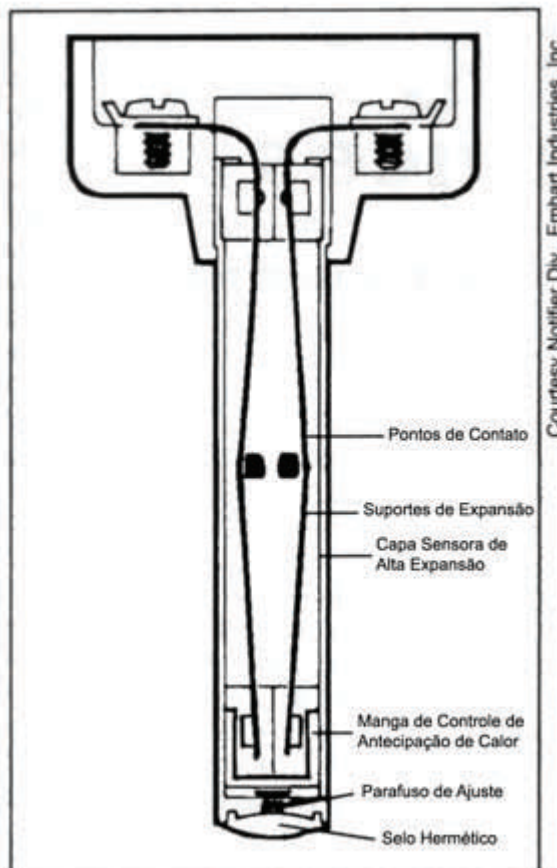


Fig 1 Detector Termovelocimétrico com Compensação. Estas unidades compensam o retardo térmico.

na temperatura ambiente possam ocorrer. Uma outra desvantagem dos detectores termovelocimétricos é que estes podem até mesmo não funcionar quando expostos a um fogo gradualmente crescente. Para superar esta desvantagem, detectores termovelocimétricos são combinados com os detectores de temperatura fixa para formar um detector de calor combinado.

Detector de temperatura combinado

A figura 2 ilustra um Detector de temperatura combinado tipo pontual. Basicamente o detector termovelocimétrico consiste de contatos elétricos e de um diafragma flexível montado dentro de uma câmara de ar equipada com uma válvula de respiro. A parte de temperatura fixa consiste em uma mola e em uma liga fusível também montadas dentro da câmara. Quando a unidade é exposta ao

calor de um fogo, o ar dentro da câmara expandirá, forçando o diafragma para cima.

O diafragma operará os contatos quando uma pressão suficiente se acumular dentro da câmara. Alterações normais na temperatura ambiente, por exemplo, do sistema de calefação, permitem tempo suficiente para que a pressão armazenada seja aliviada através da válvula de respiro, e o detector não atuará.

Como discutido previamente, detectores termovelocimétricos podem não atuar quando expostos a um fogo gradualmente crescente. Os detectores de temperatura combinados não são suscetíveis a este problema porque a parcela de temperatura fixa irá agir na retaguarda da porção termovelocimétrica.

Quando a temperatura de um fogo gradualmente crescente é alta o suficiente para derreter o elemento fusível, a mola é liberada e opera os contatos. O elemento fusível do deste detector,

naturalmente, é não restaurável e deve ser substituído.

A figura 3 é uma comparação da taxa da resposta para os diferentes tipos de detectores: temperatura fixa, termovelocimétrico e termovelocimétrico com compensação. Ilustra também o relacionamento entre a temperatura nominal de atuação, a temperatura real de operação e o retardo térmico.

As regras para o afastamento e localização apropriados de detectores de calor podem ser encontradas na Norma NFPA 72E - Detectores de Fogo Automáticos. Dados adicionais, tais como valores padrão de atuação, código de cores dos detectores, manuten-

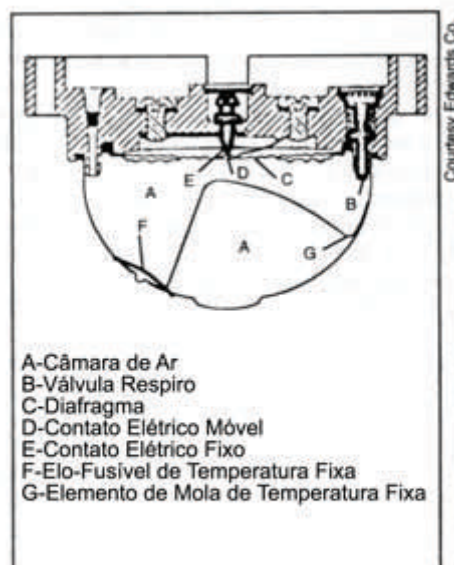


Fig 2 Detector de Temperatura Combinado. Com a utilização de ambos, sensores de temperatura fixa e termovelocimétricos, em uma unidade, estes detectores tem uma melhor resposta a fogos.

Tipo de Detector (135°F nominais)	Temperatura ambiente no momento do alarme	Razão de elevação da temperatura a partir de 85°F	Tempo aproximado até o alarme	Observações:
Temperatura Fixa	153°F	10°F por minuto	6,8 minutos	18° de retardo térmico
Termovelocimétrico com compensação	132°F	10°F por minuto	4,7 minutos	Primeiro a operar
Temperatura Fixa	176°F	40°F por minuto	2,3 minutos	41° de retardo térmico
Termovelocimétrico	120°F	40°F por minuto	0,4 minutos	Primeiro a operar
Termovelocimétrico com compensação	125°F	40°F por minuto	1,0 minutos	Segundo a operar
Temperatura Fixa	152°F	Menos que 10°F por minuto	8,4 minutos	17° de retardo térmico
Termovelocimétrico	--	Menos que 10°F por minuto	Nunca	Razão de temp. não suficiente para operação
Termovelocimétrico com compensação	138°F	Menos que 10°F por minuto	5,9 minutos	Primeiro a operar

Fig 3 Comparação dos tempos de resposta dos diferentes tipos de detectores. As diferenças são mostradas entre as temperaturas de operação nominais e as verificadas em operação.

ção e exigências de testes, e outras informações de aplicação também estão disponíveis na publicação da NFPA.

NOTA DO TRADUTOR: conforme esclarecido no início deste trabalho, apesar da abrangência do uso das normas NFPA no mundo inteiro, no caso específico de detectores, há uma norma brasileira que é a **NBR 9441 "Execução de sistemas de detecção e alarme de incêndio"** que deve prevalecer para aplicações executadas neste país.

Detectores de Fumaça

A NFPA 72E define a fumaça como sendo "a totalidade das partículas visíveis ou invisíveis da combustão transportadas por via aérea." As partículas visíveis da combustão (por exemplo, fumaça densa e pesada de um fogo ardente) consistem em um número pequeno de partículas grandes de fumaça por unidade de volume, enquanto as partículas invisíveis da combustão (por exemplo, fumaça transparente de um fogo queimando rapidamente) consistem de um grande número de partículas pequenas de fumaça por unidade de volume. Um detector de fumaça detectará a presença destas partículas visíveis ou invisíveis e gerará um sinal de alarme.

Detectores Fotoelétricos ou Ópticos

Os detectores de fumaça fotoelétricos (ou ópticos) consistem primeiramente de uma fotocélula e de uma fonte de luz e são aplicados normalmente onde se espera que um fogo venha a gerar grandes quantidades de partículas visíveis da combustão. O princípio de operação é que a fumaça que entra na trajetória da luz provocará uma obstrução e impedirá que a luz atinja a fotocélula, gerando desta maneira um sinal de alarme.

Um outro princípio usado é que a fumaça que interfere com o fecho

luminoso refletirá a luz em uma fotocélula, gerando assim também um sinal de alarme. Os detectores fotoelétricos podem ser do tipo construtivo pontual ou do tipo de feixe emissor de luz. O detector tipo pontual inclui todos os elementos em uma unidade pequena, enquanto o tipo feixe emissor de luz consiste de uma fonte luminosa e de uma fotocélula situadas em extremidades opostas e geralmente instaladas próximo do teto da área protegida.

Detectores de Ionização

Os detectores de ionização, embora capazes de detectar a presença de partículas visíveis e invisíveis da combustão, são mais sensíveis às partículas invisíveis. Isto é porque é necessário que a fumaça contenha um número mínimo de partículas por unidade de volume para atuar um detector de ionização. Como indicado anteriormente, partículas invisíveis da combustão contêm uma quantidade maior de partículas de fumaça do que as partículas visíveis da combustão. A figura 4 indica o princípio operacional deste tipo de detectores. O detector básico consiste de uma fonte, de circuitos de detecção e de uma câmara de ionização que contém uma pequena fonte radioativa alfa. A fonte de corrente contínua (DC), uma bateria ou um retificador, mantém um potencial elétrico entre as placas P1 e P2 como indicado.

As moléculas de ar dentro da câmara são separadas em íons positivos e em elétrons negativos, pela fonte radioativa alfa, um processo conhecido por ionização. Des-

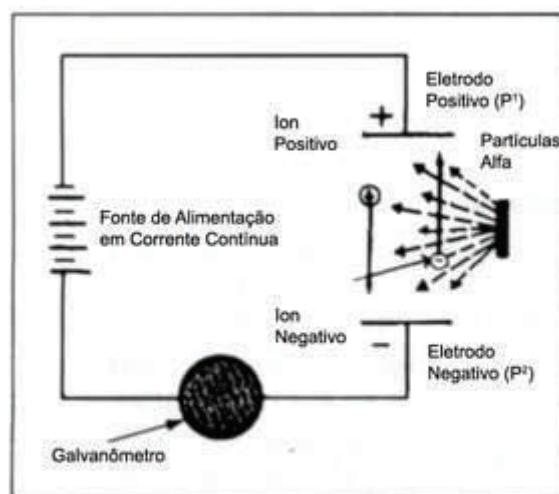


Fig 5 Princípio operacional de um detector de ionização. Estas unidades sentem os produtos de combustão.

de que cargas iguais se repelem e cargas contrárias se atraem as partículas carregadas entre as placas fluirão nos sentidos indicados. Quando as partículas da combustão entram na câmara de ionização irão unir-se às partículas carregadas reduzindo assim o seu fluxo. Os circuitos do detector detectarão esta redução no fluxo e gerarão um sinal de alarme.

A aplicação apropriada de detectores de fumaça é muito importante. Considere os seguintes pontos, e siga as recomendações do fabricante a respeito da posição e do afastamento apropriados:

- Para evitar alarmes falsos, o detector de fumaça não deve ser ficar situado em áreas onde elevados níveis de partículas de combustão ocorrem normalmente, como garagens, salas de caldeiras ou áreas reservadas para fumantes.
- Os detectores de fumaça situados perto dos difusores do suprimento de ar do recinto podem não se operar, ou poderão ter sensibilidade reduzida, porque o fluxo de ar condicionado reduzirá a quantidade de fumaça que entrará na câmara da detecção.
- Condições ambientais, tais como a umidade, a pressão barométrica e temperatura podem causar alarmes falsos ou a perda da sensibilidade em detectores de fumaça. Os detectores de ionização de câmara dupla ajudam a evitar este problema, os mesmos possuem duas câmaras de ionização. Uma câmara executa a função de detecção enquanto a segunda câmara, chamada uma câmara da referência, compensa as variações de umidade, de pressão barométrica e de temperatura.
- Cuidado deve ser tomado ao dispor detectores de fumaça ao ar livre para impedir que contaminantes atmosféricos, tais como a chuva, o a mistura de chuva com neve ou a neve, entrem a câmara da detecção (em regiões tropicais

os contaminantes atmosféricos são outros).

- Os detectores de fumaça instalados em ambientes empoeirados podem requer filtros de ar para impedir alarmes falsos.

Muitos avanços estão sendo feitos atualmente no campo da tecnologia dos detectores de fumaça. Os detectores estão sendo feitos de maneira a ser mais sensíveis aos diferentes tipos de fogos e menos suscetíveis às circunstâncias ambientais. Por exemplo, os detectores de fumaça combinados de ionização e fotoelétricos são sensíveis a ambas, tanto às partículas da combustão visíveis como as invisíveis. Estes dispositivos utilizam as vantagens de ambos os tipos de detectores para fornecer a cobertura de larga escala.

Detectores de Chama

A chama é a queima visível ou invisível de gases produzidos por um fogo. Os detectores de chama são dispositivos de linha de vista que geraram um sinal de alarme quando expostos à energia radiante de uma chama. Como esta energia radiante viaja na velocidade de luz, os detectores de chama têm o potencial para serem de ação rápida. Cuidado deve ser tomado ao aplicar estes dispositivos que atuam na linha de vista para assegurar que sua eficácia não seja prejudicada por obstruções tais como elementos estruturais, equipamentos, ou a presença de fumaça densa ou de gases. Detectores de chama, dadas as suas potencialidades de detecção rápida (seu tempo de reação gira em torno de milisegundos) são, em geral, usados onde existe um risco significativo, como áreas do armazenamento e transferência de combustível, áreas do processamento industrial e em situações nas quais podem ocorrer explosões ou fogos de progressão muito rápida.

Detectores Ultravioleta

Dentre os detectores de chama é

o detector ultravioleta (UV) que responde à energia radiante invisível na escala ultravioleta (abaixo de 4000 ângstroms). Normalmente, os detectores UV são projetados serem responsivos somente na escala de aproximadamente 1800 a 2500 ângstroms. Esta faixa estreita elimina alarmes falsos de descargas elétricas - raios e da radiação solar. Os detectores UV não são sem limitações.

Uma desvantagem é que podem também responder à energia radiante das máquinas do raio de X, de máquinas de solda a arco e de relâmpagos. A fumaça é um outro problema porque filtra a energia radiante UV. Conseqüentemente, os detectores UV não devem ser usados nas áreas onde grandes quantidades de fumaça são prováveis ocorrer antes do aparecimento da chama.

Apesar de muitas melhorias recentes no projeto dos detectores UV, as máquinas de solda a arco e a interferência da fumaça permanecem sendo problemas muito reais e persistentes. Conseqüentemente, o estudo cuidadoso do ambiente e a posição apropriada do detector e seu posicionamento adequado são considerações muito importantes na aplicação deste tipo de sistema de detecção.

Detectores Infravermelhos

O detector infravermelho (IR) utiliza uma célula fotovoltaica ou foto resistiva com um sistema de filtro e de lentes e responde à energia radiante invisível, acima de 7700 ângstroms. Como o detector UV, o detector IR é de ação rápida. O detector IR responde a muitas fontes de calor e é, conseqüentemente, suscetível a alarmes falsos, mesmo quando equipado com os esquemas sofisticados de discriminação. Estes detectores são afetados, também, pela umidade elevada. Por esta razão os detectores IR têm aplicação limitada e, quando usados, são geralmente instalados em facilidades industriais.

Detectores de cintilação de chama e fotoelétricos.

Estes detectores respondem à energia radiante visível, que está no espectro entre 4000 a 7700 ângstroms. O dispositivo fotoelétrico consiste em uma fotocélula sensível à luz que gere um sinal de alarme quando exposta à energia radiante de uma chama. O dispositivo de detecção de cintilação da chama, que também opera pelo princípio fotoelétrico, contém um filtro que permite a operação da detecção somente em resposta à energia radiante modulada em uma frequência característica da cintilação de uma chama, fazendo este último dispositivo mais exato na resposta à energia radiante visível de um fogo.

Dispositivos de Alarme

Dispositivos de alarme sinalizam um alarme (fogo ou problema no sistema) quando ativado. Eles funcionam seja de maneira audível ou visual. Os alarmes audíveis incluem sinos, campainhas, "klaxons", carrilhões, cigarras e sirenes, quando os alarmes visuais incluem anunciadores, luzes estroboscópicas e luzes pisca-pisca. Os sistemas de alarme podem incorporar reprodutores de palavra eletrônicos e usar de uma comunicação de emergência com voz pré-gravada ou emitir instruções em viva voz. Estes sistemas podem também ter potencialidades permanentes de gravação. Impressoras que registram a hora, a data, a localização e a outras informações pertinentes são instaladas normalmente em grandes facilidades ou em Corpos de Bombeiros onde um registro de todos os alarmes é requerido.

Integração de Sistemas

A figura 5 ilustra como os dispositivos previamente discutidos podem ser integrados em um sistema típico da detecção e de alarme de incêndio. Dependendo da aplicação, os sistemas podem variar de muito simples às instala-

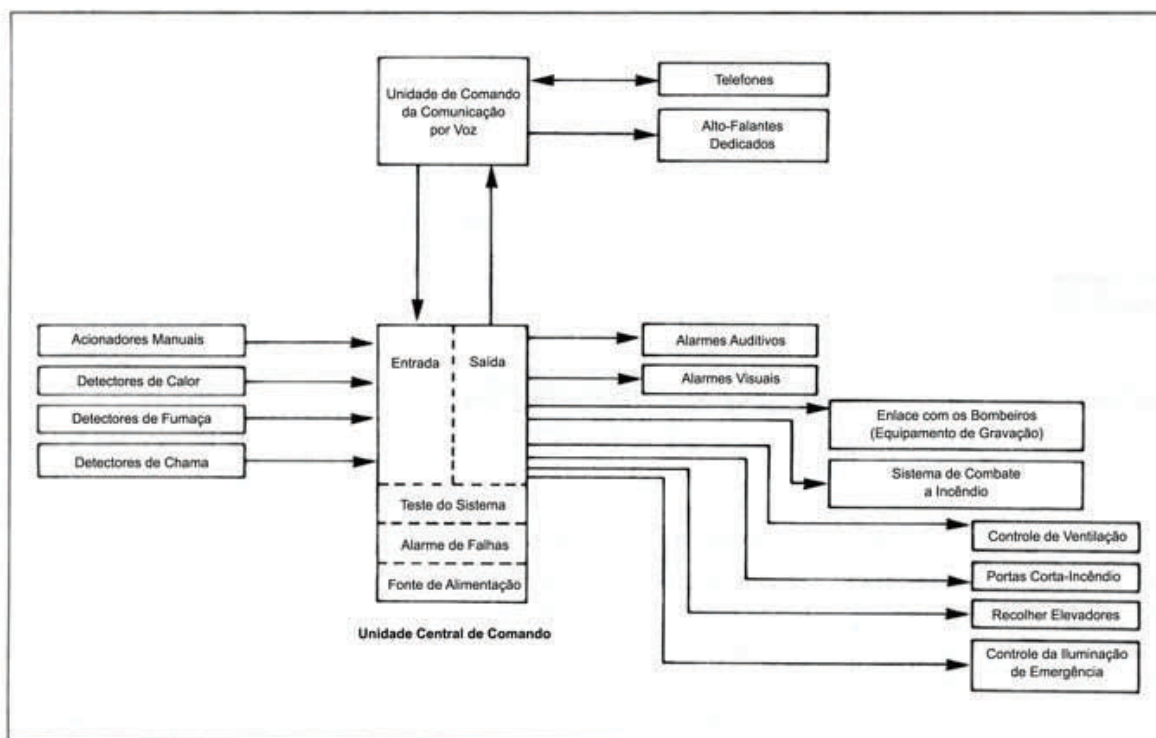


Fig. 5 Sistema típico de detecção, alarme, controle e monitoramento de incêndio. O sistema completo pode ir de uma instalação simples até uma rede complexa e sofisticada que pode incluir funções de segurança e controle de energia.

ções extremamente complexas e sofisticadas. Conseqüentemente, nem todos os itens indicados irão ser necessariamente incluídos em todos os sistemas. As unidades de controle modernas são projetadas e fabricadas no sistema modular. Cada função da entrada e de saída do sistema (isto é, controle da detecção, do alarme e do ventilador) é operada por um módulo eletrônico que é, via de regra, intercambiável com outros módulos. Qualquer número de módulos e, conseqüentemente, qualquer número de funções, podem ser incorporados em um sistema.

Este tipo de solução fornece um sistema flexível e confiável, com um projeto otimizado e o mínimo em custos não obstante a complexidade. Além disso, o conceito modular simplifica a manutenção do sistema.

As funções de não detecção de fogo, tais como a detecção de intrusão e a monitoração de equipamento podem também ser incluídas para uma proteção mais extensiva das facilidades.

Unidade de Controle

A unidade central de controle serve a uma finalidade quántupla:

- (1) recebe sinais dos dispositivos da detecção, e opera o alarme e os dispositivos suplementares como necessário;
- (2) fornece um sinal de problema em caso de mau funcionamento do sistema;
- (3) fornece pontos de teste do sistema;
- (4) fornece um ponto de controle do sistema; e
- (5) uma fonte de alimentação elétrica ao sistema.

(continua na página 9)

Conclusão:

A compreensão da detecção de fogo e dos sistemas de alarme é de importância crescente para os consultores elétricos que, com frequência também crescente, estão projetando e especificando tais sistemas em seus projetos. Usar os detectores corretos, reconhecendo as circunstâncias predominantes, é importante.

Um fator muito importante para o consultor elétrico não é somente a estar completamente familiarizado com os códigos de proteção fogo locais para seus projetos, mas ser capaz de reconhecer possíveis fraquezas em um código e poder recomendar um cliente a uma detecção de fogo e um sistema de alarme que forneça eficazmente a proteção a um edifício e a

O autor:

William E. DeWitt é professor de Tecnologia Elétrica e de Tecnologia de Engenharia de Computação na Universidade de Purdue em Lafayette Ocidental, Indiana, Estados Unidos. Antes de participar na faculdade de Purdue em 1993, o professor DeWitt trabalhou em firmas comerciais por seis anos. Durante 1975 a 1987, foi empregado pelo Corpo da Armada de Estados Unidos em Huntsville, Alabama, onde foi envolvido no projeto de grandes facilidades de produção industrial e de outros programas da construção das forças armadas. O professor DeWitt recebeu graus de BSEE e de MSEE da universidade de Tennessee e é um coordenador profissional registrado.

*O Conselho Editorial do Site Risco agradece ao **Prof. Eng. DeWitt** pela permissão do uso deste valioso material em nossa Newsletter.*