

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA,

AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL

PROYECTO DE GRADO PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO EN

INGENIERÍA ELECTRÓNICA

**“INTEGRACIÓN DE LOS SISTEMAS DE AUTOMATIZACIÓN DE
EDIFICIOS COMERCIALES MEDIANTE TECNOLOGÍA BACNET”**

JHONATAN FERNANDO ARCENTALES SALCEDO

SANGOLQUÍ – ECUADOR

2008

CERTIFICACIÓN

Por medio de la presente certificamos que el proyecto de grado para la obtención del título en Ingeniería Electrónica titulado **“INTEGRACIÓN DE LOS SISTEMAS DE AUTOMATIZACIÓN DE EDIFICIOS COMERCIALES MEDIANTE TECNOLOGÍA BACNET”** fue desarrollado en su totalidad por el señor JHONATAN FERNANDO ARCENTALES SALCEDO.

Atentamente,

Ing. Rodolfo Gordillo
DIRECTOR

Ing. Flavio Pineda
CODIRECTOR

AGRADECIMIENTO

Agradezco primeramente a Dios por todo lo maravilloso y generoso que ha sido conmigo al permitirme tener un logro más en mi vida. A mis Padres que quienes con ilusión han dado su vida por convertirme en una persona de provecho. A mis hermanas y hermano por todo el apoyo brindado durante todos estos años de estudio. A mi Esposa e hijos por ser mi guía, por lo que Soy y por todo el tiempo que les robé pensando en mí. A Sistemas Tecnológicos y en especial al Sr. Ing. Diego Alcocer por permitirme desarrollar este tema de tesis. A los Sres. Ingenieros Rodolfo Gordillo y Flavio Pineda por su tiempo y apoyo en la revisión de este tema de tesis y a todos mis amigos con los que se compartió gratos momentos en el desarrollo de nuestra profesión.

Muchas Gracias

Jhonatan Fernando Arcentales Salcedo

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado a mis Padres, hermanas y hermano quienes han sacrificado gran parte de su vida para formarme y convertirme a través de su guía y ejemplo en una persona honesta y trabajadora. No existen palabras ni dinero en el mundo que pueda pagar todo lo que han hecho por mí. A mi Esposa e hijos, por hacerme comprender la misión de un Padre, toda mi superación y esfuerzo nace cada día por ustedes. Los amo demasiado. A mi Abuelito que a pesar de no estar entre nosotros, lo sigo sintiendo como la fuerza y la luz que me ayuda a realizar mis sueños.

Gracias a su Cariño, Esfuerzo y apoyo incondicional llegue a ser lo que soy ahora.

Jhonatan Fernando Arcentales Salcedo

PRÓLOGO

En la actualidad nuevos edificios están surgiendo con los adelantos de la tecnología moderna. Estamos siendo testigos del ascenso de las computadoras, precedido por el descubrimiento del chip y los circuitos integrados. Los computadores hacen el trabajo rutinario con más rapidez y facilidad, y a un menor costo que cualquier ser humano.

La gran necesidad de ahorrar energía en nuestros días; la importancia de contar con una comunicación efectiva, clara y rápida; la seguridad, comodidad y confort de los trabajadores; la modularidad de los espacios y equipos, y la posibilidad de dar un mayor ciclo de vida a un edificio, han dado lugar al concepto de edificios inteligentes.

Un Edificio Inteligente es aquel que proporciona un ambiente de trabajo productivo y eficiente a través de la optimización de sus cuatro elementos básicos: estructura, sistemas, servicios y administración, con las interrelaciones entre ellos. Los edificios inteligentes ayudan a los propietarios, operadores y ocupantes, a realizar sus propósitos en términos de costos, confort, comodidad, seguridad, flexibilidad y comercialización.

Esto se puede realizar mediante sistemas de fabricación diseñados con el fin de usar las capacidades de las máquinas para llevar a cabo determinadas tareas anteriormente efectuadas por seres humanos. Existen equipos que brindan soluciones de confort y seguridad en todas las áreas de la automatización de edificios, permitiendo la conexión entre dispositivos de diferentes compañías usando un mismo protocolo de comunicación.

Porque usar un protocolo estándar? Es acaso ilógico tener múltiples estaciones de trabajo y equipos de control de diferentes marcas en un edificio automatizado? A pesar de existir

diferentes formas de interconectar productos fabricados por diferentes industrias sin un protocolo estándar, se conoce que no es un proceso fácil y su costo es elevado, provocando que los propietarios de los edificios se sientan atrapados en adquirir equipos de un solo proveedor.

Es por esta razón que el presente Proyecto se enfoca en el estudio de BACNet, un protocolo de comunicación usado en la Automatización de Edificios capaz de integrar equipos de diferentes fabricantes en un único Sistema y a la Implementación de un Sistema de detección de Incendios mediante BACNet Gateway en el Edificio Administrativo de la ESPE.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPITULO I.- AUTOMATIZACIÓN DE EDIFICIOS Y SUS SISTEMAS

1.1.	Introducción.....	1
1.2.	Los Edificios Inteligentes: Definición y Componentes	
1.2.1.	Estudios ecológicos y ambientales.....	3
1.2.2.	Ventajas de los Edificios Inteligentes	
1.2.2.1.	Para los administradores.....	5
1.2.2.2.	Para los usuarios.....	5
1.3.	Componentes de un Edificio Inteligente.	
1.3.1.	Aspecto Funcional.	
1.3.1.1.	Estructura del edificio.....	6
1.3.1.2.	Sistemas del edificio.....	7
1.3.1.3.	Servicios del edificio.....	8
1.3.1.4.	Administración del edificio.....	8
1.3.2.	Aspecto Estructural.	
1.3.2.1.	Flexibilidad de un edificio.....	9
1.3.2.2.	Integración de servicios.....	10
1.3.3.	Modelo del Edificio Inteligente.....	14
1.4.	Niveles de Inteligencia de un Edificio	
1.4.1.	Edificio Automatizado.....	16
1.4.2.	Edificio Inteligente.....	17
1.4.3.	Clasificación de los Niveles de Inteligencia de un Edificio.....	17
1.5.	Edificios Inteligentes existentes.....	21
1.6.	Visión en la operación del Edificio Inteligente del Futuro.....	22

CAPITULO II.- TECNOLOGIA BACNET

2.1	Historia de BACNet.....	23
2.2	Arquitectura de BACNet.....	25
	2.2.1. Objetos BACNet.....	26
	2.2.2. Propiedades BACNet.....	30
	2.2.3. Servicios BACNet.....	34
2.3.	Conformación de Clases, Grupos de Funciones y PICS	
	2.3.1. Declaración de conformidad de Implementación del Protocolo.....	41
2.4.	Tecnologías de Red.....	43
	2.4.1. Bacnet/IP PADS.....	48
	2.4.2. Redes Virtuales (VIRTUAL NETWORKS).....	49
	2.4.3. Administración del Broadcast. (BROADCAST MANAGEMENT).....	51
	2.4.3.1. Multicasting.....	52
	2.4.3.2. BACnet/IP Broadcast Management Device BBMDs.....	54
	2.4.4. Utilización de dispositivos BACnet y BACnet/IP.....	55
2.5.	El futuro de BACNet.....	57

CAPITULO III.- NORMATIVIDAD EN EDIFICIOS COMERCIALES AUTOMATIZADOS

3.1.	Normas para Sistemas de Distribución	
	3.1.1. Objetivos.....	58
	3.1.2. Alcance y Objetivo de las Normas.....	58
	3.1.3. Campo de Aplicación de las Normas.....	58
	3.1.4. Descripción General del Sistema Empresa Eléctrica Quito.....	59
	3.1.4.1. Tipo de instalación.....	60
	3.1.4.2. Esquemas de conexión.....	60
	3.1.5. Configuración de los Sistemas de Distribución.....	61

3.1.6.	Zonificación por uso de la tierra.....	61
3.2.	Norma EIA/TIA para Sistema de Cableado en Edificios Comerciales	
3.2.1.	Alcance.....	62
3.2.2.	Estándar ANSI/TIA/EIA-569.....	63
3.3.	Norma ANSI/ASHRAE/IESNA 90.1-2004 Ahorro de Energía	
3.3.1.	Beneficios de la Eficiencia Energética.....	64
3.4.	Normas NFPA	
3.4.1.	Definición de los Códigos y Normas de la NFPA.....	65
3.4.2.	Antecedentes.....	66
3.4.3.	Consejo de Normas.....	67
3.4.4.	Terminología de la NFPA.....	68
3.4.5.	Advertencia y renuncia de responsabilidad en la NFPA	
3.4.5.1.	Actualización de los documentos de la NFPA.....	71
3.4.5.2.	Interpretación de los documentos de la NFPA.....	71
3.4.5.3.	Patentes.....	72
3.4.5.4.	Leyes y Reglamentaciones.....	72
3.4.5.5.	Propiedad Intelectual.....	72
3.4.6.	NFPA 2007.....	73
3.4.6.1.	Definición de varios tipos de sistemas.....	75
3.5.	Reglamento de Prevención de Incendios.....	79
3.5.1.	Clasificación de los Edificios según su uso.....	80
3.5.1.1.	Edificios Altos.....	81
3.5.1.2.	Edificios de Oficinas.....	82
3.5.2.	Obligaciones y Sanciones.....	82

CAPITULO IV.- INTEGRACIÓN DE BACNET A LA PLATAFORMA DE TAC

4.1.	Integración de BACNet a la Plataforma de TAC.	
4.1.1.	Andover Continuum.....	84
4.1.2.	Integración de BACNet al Software Continuum.....	84
4.2.	Procedimiento para encontrar Dispositivos BACNet.....	93
4.3.	Elaboración de la base de datos.....	95
4.4.	Configuración de Alarmas BACNet en Continuum.....	97
4.4.1.	El objeto EventEnrollment.....	98
4.5.	Integración de BACNet en Sistemas de Automatización de Edificios.....	99
4.5.1.	Especificando Interoperabilidad de Sistemas BACNet.....	99
4.5.2.	Interoperabilidad de Áreas.....	100

CAPITULO V.- IMPLEMENTACIÓN DE LA INTEGRACIÓN DE UN SISTEMA DE DETECCIÓN DE INCENDIOS AL SISTEMA BACNET

5.1.	Estándares y Especificaciones.....	103
5.2.	Instalación de BACNET GATEWAY.	
5.2.1.	Conexiones de Alimentación.....	104
5.3.	Configuración y Operación.	
5.3.1.	Uso de la Herramienta de Configuración.....	107
5.3.2.	Configuración del puerto de Comunicación COM.....	107
5.3.3.	Configuración de Bacnet Gateway.	
5.3.3.1.	FTP/Telnet Remote Login.....	108
5.3.4.	Configuración MultiTab.....	109
5.3.5.	Configuración de Red.....	110
5.3.6.	Configuración de BAcnet.....	111
5.3.7.	Información de Bacnet.....	112

5.4.	Administraciones Operativas.	
5.4.1.	FTP.....	113

CAPITULO VI. PRUEBAS Y RESULTADOS

6.1.	Resultados de la Integración.....	114
6.2.	Pruebas Realizadas.....	132

CAPITULO VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

7.1.	Conclusiones.....	134
7.2	Recomendaciones.....	136

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	138
--	------------

ÍNDICE DE FIGURAS.....	139
-------------------------------	------------

ÍNDICE DE TABLAS.....	143
------------------------------	------------

GLOSARIO.....	144
----------------------	------------

ANEXOS.....	146
--------------------	------------

CAPITULO I

AUTOMATIZACIÓN DE EDIFICIOS Y SUS SISTEMAS

El primer capítulo de este documento está dedicado a la presentación de una definición generalizada de los "Edificios Inteligentes", explicando sus componentes, considerados desde los puntos de vista estructural y funcional. También se presenta un estudio realizado por el Instituto Cerda sobre los posibles niveles de inteligencia de un edificio inteligente así como una lista con los Edificios Inteligentes existentes.

1.1- INTRODUCCIÓN

Históricamente el hombre ha construido edificios para crear un entorno controlado para poder vivir y para poder trabajar. Pero a lo largo de las últimas décadas han cambiado las prioridades en el diseño y la organización de edificios, especialmente en el caso de las oficinas.

Ahora, se le empieza a dar más importancia a la concepción de un edificio desde su etapa de planeación para así incorporar, desde un principio, todos los elementos que servirán posteriormente para tener un ambiente más productivo, minimizando los costos.

Bajo este concepto surgen los "Edificios Inteligentes", nombre, por cierto bastante conocido, que se le dio a una tecnología nueva, resultado de la integración de diversas tecnologías y cuyo corazón lo forman las computadoras y sus sistemas de telecomunicaciones.

Los edificios actuales se han sometido a intensos estudios orientados a crear ambientes ergonómicos, para los ocupantes del edificio, que ofrezcan un gran número de servicios y facilidades, para poder así realizar su trabajo de la mejor manera.

Los Edificios Inteligentes surgieron a mediados de los años 80, atrayendo la atención al ofrecer un nuevo concepto para el diseño y la construcción de edificios. La propuesta de los Edificios Inteligentes mencionó por primera vez la integración de todos los aspectos de comunicación dentro del edificio, tales como teléfono y comunicaciones por computadora, seguridad, control de todos los subsistemas del edificio (calefacción, ventilación y aire-acondicionado) y todas las formas de administración de energía.

Al principio el calificativo "inteligente" era simplemente una referencia al alto grado de automatización, obtenido gracias a la integración de todos los sistemas.

“El diseño de un edificio inteligente requiere del trabajo en conjunto de expertos en diversas áreas, tales como, computación y telecomunicaciones, construcción, diseño de interiores e incluso ecología.”¹

Sin embargo, este concepto tuvo que retroceder por ser demasiado ambicioso para su época. Varios de los que participaron en el desarrollo del concepto de edificios inteligentes decidieron separarse del grupo. El resto prefirió dedicarse a proyectos más modestos.

Hoy este concepto ha recobrado su popularidad y es aplicado en diversas partes del mundo, especialmente en el Japón.

1.2.- LOS EDIFICIOS INTELIGENTES: DEFINICION Y COMPONENTES

Antes de determinar lo que es un edificio inteligente es necesario definir lo que significa el término "edificio":²

¹ Akimaru, H., "Intelligent Buildings: Myth, Reality, or Wishful Thinking?", IEEE Communications Magazine, Abril 1991, U.S.A.

² Finley, Jr., M. R., Karakura, A., Nbogini, R., "Survey of Intelligent Building Concept", IEEE Communications Magazine, Abril, 1991, Páginas 18-23.

"Por edificio se entiende una estructura o un grupo de estructuras, diseñadas como lugar de trabajo o habitación, tales como oficinas, departamentos, hospitales, universidades, edificios de gobierno, laboratorios industriales, fábricas y casas habitación."²

La razón de ser de toda infraestructura es la de proveer algún tipo de servicio y apoyo a las actividades del hombre. Pero estos servicios y actividades han ido evolucionando y han sufrido profundos cambios, donde muchos de estos cambios son adjudicados al desarrollo desmesurado de la computación en todo el mundo. De ahí que las estructuras (o edificios) han tenido que cambiar también para albergar dichos servicios y satisfacer las necesidades del hombre de hoy. Y es de aquí de donde surge un nuevo concepto: el Edificio Inteligente.

De esto se concluye que la definición es la siguiente:

"El edificio inteligente es aquél que por sí mismo puede crear condiciones personales, ambientales y tecnológicas para incrementar la satisfacción y productividad de sus ocupantes, dentro de un ambiente de máximo confort y seguridad, sumado al ahorro de recursos energéticos a partir del monitoreo y control de los sistemas comunes del edificio."²

Un edificio inteligente es el producto de la convergencia de diversas disciplinas:²

- Arquitectura
- Diseño de interiores
- Diseño de muebles y equipos
- Tecnologías de acondicionamiento del aire
- Tecnologías de cableado de edificios
- Sistemas locales de comunicación
- Sistemas computacionales
- Automatización de oficina, fábrica y hogar
- Factor humano y ergonomía

1.2.1.- Estudios ecológicos y ambientales

Una de las principales características de un edificio inteligente es, el de ser concebido de tal forma que sea flexible a cambios futuros, como podrían ser: incorporar nuevas tecnologías, actualización de equipos y cambios en la distribución interna de las oficinas, entre otros.³ Incluso se dice que la única característica que tienen en común todos los edificios inteligentes es una estructura diseñada para acomodar cambios de una manera conveniente y económica.

Un edificio inteligente incorpora sistemas de manejo de información que soportan el flujo de ésta a lo largo de todo el edificio (flujo de información interno y externo). Esto permite que el edificio inteligente ofrezca servicios avanzados de:³

1. Automatización de actividades.
2. Telecomunicaciones.

Ello permite además:

3. Control automatizado.
4. Monitoreo.
5. Administración y mantenimiento efectivos de los distintos subsistemas o servicios del edificio, de forma óptima e integrada, local y/o remota.

Desde esta perspectiva, un edificio inteligente es la integración de una gran gama de servicios y sistemas (descritos más adelante) que son controlados, monitoreados y administrados por un equipo central.

³ Institut Cerdá - Area de Telecomunicaciones, "Edificios y Areas Inteligentes - Definición de un concepto emergente", Fundación Privada Ildefons Cerdá , 1a. Edición, Octubre 1989, Barcelona, España.

1.2.2.- Ventajas de los Edificios Inteligentes.

1.2.2.1.- Para los administradores:

Un edificio inteligente proporciona a sus administradores un conjunto de facilidades para su mantenimiento, así como para la comunicación hacia dentro y hacia afuera del edificio permitiendo un control eficiente y económico, vigilancia, seguridad contra fuego, monitoreo, sistema de alarma (aviso a los ocupantes dentro del edificio, a la policía, a los bomberos y hospitales).

1.2.2.2.- Para los usuarios:

Un edificio inteligente ofrece a sus usuarios, en su lugar de trabajo, un ambiente seguro, diseñado ergonómicamente y en función de las personas ("People Oriented") para aumentar su productividad y estimular su creatividad. Provee también servicios sofisticados de computación y telecomunicaciones. En hoteles y residencias debe proporcionar un ambiente que sea confortable y "más humano", evitando así los entornos fríos e impersonales.⁴

1.3.- COMPONENTES DE UN EDIFICIO INTELIGENTE

Para poder clasificar los componentes que debe reunir un edificio inteligente se debe tomar en cuenta sus características y los servicios que debe ofrecer. Estos se pueden abordar desde dos puntos de vista: Funcional y Estructural.

⁴ "Intelligent Buildings", IEEE Communications Magazine, Abril, 1991, Páginas 24-27.

1.3.1.- Aspecto Funcional

De acuerdo al punto de vista funcional, la capacidad de soporte del edificio se puede evaluar en términos de cuatro elementos básicos:⁵

1. Estructura
2. Sistemas
3. Servicios
4. Administración

Un edificio "inteligente" es aquel que optimiza cada uno de estos cuatro elementos y las relaciones entre ellos.

1.3.1.1.- Estructura del edificio

La estructura del edificio comprende los componentes estructurales del edificio, los elementos de arquitectura, los acabados de interiores y los muebles.

Los aspectos estructurales importantes dentro de un edificio inteligente son:

El edificio debe gastar el mínimo necesario de energía, por lo que es importante su situación y orientación, así como la composición de sus elementos estructurales (techo, pisos, ventanas y paredes).

La manera en la que se aprovecha la luz solar, tomando en cuenta su impacto sobre la visibilidad (por ejemplo en las pantallas de video) y la calidad de la luz necesaria para trabajar.

El espacio suficiente para proveer pisos y techos falsos, para permitir acceso rápido al cableado.

La previsión del peso que tendrán que soportar pisos y techo a futuro, para alojar equipos electrónicos, antenas, etcétera.

⁵ Intelligent Buildings Institute, "Intelligent Buildings Definition - Guideline", Intelligent Buildings Institute Foundation, 1a Edición, 1987, Washington, U.S.A. (Folleto).

Las fuentes de poder auxiliares (para respaldos) y fuentes de poder de "no interrupción" (baterías para el No-Break) que alimentarán a los equipos.

Los conductos y registros adecuados para cableados y conexiones.

1.3.1.2.- Sistemas del edificio

Los sistemas del edificio son los que proveen principalmente un ambiente hospitalario para los usuarios y equipos. Los principales sistemas de un edificio son:³

1. Sistemas de calefacción, ventilación y aire-acondicionado, llamado HVAC (Heating_Ventilation_ Air- Conditioning)
2. Luz
3. Energía eléctrica
4. Cableado
5. Elevadores
6. Agua caliente
7. Control de acceso
8. Seguridad
9. Telecomunicaciones
10. Administración de información.

Todos estos elementos dependen directamente del diseño del edificio, ya que debe haber flexibilidad para soportar cambios.

Para minimizar los gastos energéticos es recomendable monitorear y controlar todos los sistemas que consuman energía. Estos sistemas pueden estar formados por dispositivos conectados por una red al procesador central, que se encargará de mantener un registro de consumo, control y optimización.

1.3.1.3.- Servicios del edificio

Los servicios del edificio satisfacen las necesidades directas de los usuarios de la manera más eficiente y económica, preservando la utilidad de la estructura a largo plazo.

Los servicios que presenta un edificio inteligente son los siguientes:

1. Comunicación (voz, datos y video)
2. Automatización de oficinas
3. Facilidades de salas de reuniones y salas de cómputo para uso compartido
4. FAX y fotocopiado
5. Correo electrónico
6. limpieza y mantenimiento
7. Capacitación
8. estacionamientos y transporte
9. Directorio del edificio

Todos estos servicios se proporcionan de forma centralizada, optimizando así el consumo de energía. ^{[3] [5]}

1.3.1.4.- Administración del edificio

En lo referente a la administración, se proveen herramientas para controlar y administrar todo el edificio, dar mantenimiento, tomar decisiones en casos de emergencia, etcétera. En muchos edificios modernos son parte de la responsabilidad de los administradores del edificio los sistemas de seguridad, energía, control de fuego, comunicaciones, sistemas de información y el cableado respectivo.

Por ello, han cobrado gran importancia los sistemas "inteligentes" como herramientas para los administradores del edificio. Ellos necesitan a la computadora por su capacidad en el manejo de bases de datos y procesamiento de información para acumular y manipular datos, así como para administrar de manera efectiva los diversos sistemas incorporados a los edificios de hoy.

1.3.2.- Aspecto Estructural

Desde el punto de vista estructural se pueden distinguir tres factores clave en el concepto de edificio inteligente, que completan su definición:³

1. Flexibilidad del edificio
2. Integración de servicios
3. Diseño exterior e interior.

1.3.2.1.- Flexibilidad de un edificio

Un edificio flexible se caracteriza por dos atributos:

- a) la capacidad de incorporar nuevos o futuros servicios,
- b) la posibilidad de permitir reubicaciones de personal o reestructuraciones internas, sin que ello sea muy complicado.

De acuerdo a su vida útil, los componentes de un edificio se clasifican en:

1. Caparazón ("building shell"). Este comprende los elementos estructurales, de fachada, estacionamientos, escaleras, conductos, etcétera, los cuales tienen una vida útil de 50 años aproximadamente.
2. Servicios ("services"). El ciclo de vida de un servicio oscila entre 15 y 20 años. Los servicios incluyen toda la gama de elementos tecnológicos como :
 - a) La infraestructura básica de calefacción, ventilación, aire acondicionado (HVAC - Heating_Ventilation_Air-Conditioning), iluminación, telecomunicaciones, ascensores, cabinas y armarios de conexión, suelos falsos, cableados, etcétera.
 - b) Equipos asociados a cada uno de los servicios incluyendo sensores, terminales, antenas y equipos intermedios de control, unidades centrales, etcétera.

3. Escenarios ("sceneries"). Tienen un ciclo de vida esperado de entre 5 y 10 años. Comprenden todos los acabados superficiales (recubrimientos de pisos techos y paredes), fuentes de luz (focos o lámparas), etcétera, que permiten adaptar el entorno a los requerimientos específicos de los usuarios.
4. Decorados ("sets"). Estos se refieren a la distribución precisa de los elementos del escenario interior, en especial muebles, de acuerdo a las necesidades inmediatas de la organización, los cuales podrían cambiarse diariamente.

En un edificio flexible, cada una de estas cuatro componentes es independiente de las demás.

1.3.2.2.- Integración de servicios

La integración de servicios presenta dos vertientes:

- a) Integración del control, gestión y mantenimiento de todos los sistemas y servicios del edificio. Todas las señales son controladas por un sólo equipo.
- b) Integración de las infraestructuras de cableado combinando, en un determinado soporte físico, las señales de varios sistemas distintos (que son las que son controladas por un sólo equipo).

Dentro de los servicios del edificio se tienen cuatro áreas generales:

- **Área de automatización del edificio, que incluye :**

- a) **Sistemas Base de Soporte de la Actividad**

Son las instalaciones que se encargan de proveer el conjunto de servicios básicos para un ambiente confortable para el desarrollo de las actividades. (Agua, gas, electricidad, iluminación, climatización, etcétera).

b) Sistemas de Seguridad

Se encarga de proteger las vidas humanas y sus bienes, y comprende:

- Prevención o acciones ANTES del problema
- Protección o acciones DURANTE el problema
- Investigación o acciones DURANTE y DESPUES del problema

c) Sistemas de Control y de Gestión de la Energía Su función es la de optimizar el consumo de energía del edificio.

- **Área de automatización de la actividad**

Dependiendo de la actividad que se llevará a cabo en el edificio, existirán facilidades y servicios para dar soporte a dicha actividad. La selección correcta e implementación de estos servicios se reflejará directamente en la productividad, eficiencia y creatividad en las oficinas. Algunos de estos servicios serían:

- acceso a servicios telefónicos avanzados
- procesadores de textos, datos, gráficas, etcétera.
- impresoras de alta calidad, plotters
- scanners
- soporte al proceso de toma de decisiones
- otros.

- **Área de telecomunicaciones**

Las telecomunicaciones son un aspecto decisivo en los edificios inteligentes ya que son parte medular de los servicios que ofrecen. Los principales factores que hay que tener en cuenta en relación al diseño del sistema de telecomunicaciones son:

- Proveer un espacio suficiente y acondicionado para los equipos centrales y secundarios.

- Proveer espacio suficiente y de acceso fácil para el cableado.
- Aceptar la necesidad (aunada a su respectivo costo) de un constante esfuerzo en la planificación, documentación y mantenimiento posterior, relativo a estos temas.
- Diseñar con flexibilidad el sistema de telecomunicaciones.

Los componentes principales del área de telecomunicaciones son:

- una central de conmutación privada o PABX ("Private Automatic Branch eXchange")
 - las redes de transmisión interiores
 - los equipos de conexión con redes externas
-
- **Área de planificación ambiental**

Un edificio inteligente debe ofrecer prestaciones encaminadas a conseguir un ambiente laboral atractivo que facilite y estimule el trabajo. Estas prestaciones van desde un diseño adecuado del lugar de trabajo y el establecimiento de un nivel alto de seguridad, hasta la disponibilidad de salas para reuniones, conferencias, capacitación y descanso.

Referente a ello, hay algunos aspectos a considerar:

- la posibilidad de zonificar o personalizar los servicios, tales como iluminación, HVAC, etcétera.
- la planificación, uso y redistribución de espacio (incluyendo criterios estéticos, zonas de descanso, descentralización de los centros de cálculo, espacios de archivo, etcétera)
- la ergonomía del lugar de trabajo
- la creación de un entorno de seguridad (escaleras y otros medios de evacuación del lugar, señalización, medios de protección ante siniestros, etcétera)

- los llamados "amenities" o servicios e instalaciones que no son estrictamente necesarios para el desempeño de la actividad principal de la empresa (restaurante, cafetería, guardería, cajeros automáticos, etcétera)
- **Servicios compartidos**

Un subconjunto de los servicios de las cuatro áreas anteriores generalmente son contratados de empresas especializadas. A este subconjunto de servicios se les llama "Servicios Compartidos". ("Shared Tenant Services", abreviados STS). Por lo general estos servicios incluirán una central privada de conmutación, computadoras personales, procesadores de textos y otro software de uso común para trabajos de oficina o aplicaciones mas especializadas, cableados, redes locales, sistemas de comunicación (satélites y microondas), salas de videoconferencias, capacitación en el uso de equipos y servicios y otros servicios que se podrían llamar de soporte. ^[2]^[3]

- **Diseño exterior e interior**

El tercer factor clave en la definición de edificio inteligente es el diseño, en el cual se distinguen en dos grandes áreas: ^[3]

- a) diseño exterior (diseño arquitectónico)
- b) diseño interior (relacionado con arquitectura, ergonomía y planeación del espacio)

La consultora holandesa Twijnstra Gudde describe de forma interesante la relación entre los edificios de oficinas y los criterios básicos de diseño y organización de las oficinas a lo largo de los últimos años: ^[3]

- En los años 60, la única prioridad en el diseño de oficinas era la eficiencia, tanto operacional como organizativa.
- En los años 70, debido a la crisis de energía, la prioridad radicaba en la reducción de los costos de operación.

- En la década de los 80, el factor principal es la calidad.
- Y en la década de los 90 las tendencias van hacia propiciar la creatividad y el trabajo en equipo.

En general, el diseño de un edificio presenta dos grandes vertientes:

1.- "high-tech", que se refiere a los elementos tecnológicos que soportan la gestión, el control del edificio y las nuevas tecnologías de la información.

2.- "high-touch", que se refiere al diseño a través del cual se consigue un ambiente de trabajo confortable en un entorno altamente tecnificado.

Para hacer que un edificio sea flexible es necesario hacer un diseño inicial cuidadoso y en cierta forma sobredimensionada, ya que un error en esta fase puede afectar la vida útil del edificio.

1.3.3.- Modelo del Edificio Inteligente

Para resumir las consideraciones hechas hasta este punto e ilustrar la manera en que todos los componentes se interrelacionan se presentan a continuación dos figuras. La forma cúbica de los modelos intenta resaltar que las distintas componentes que lo forman no son independientes, sino que existe una interrelación real entre esas componentes, que es la que define el conjunto de condiciones necesarias y suficientes para definir un edificio inteligente.

[3] [6]

Reuniendo los tres factores clave mencionados anteriormente: Flexibilidad, Integración de Servicios y Diseño, llegamos al modelo de la figura 1.1:

⁶ Feria de Barcelona, "La Construcción Española Frente al Reto de 1992. Desarrollado por el Instituto CERDA.

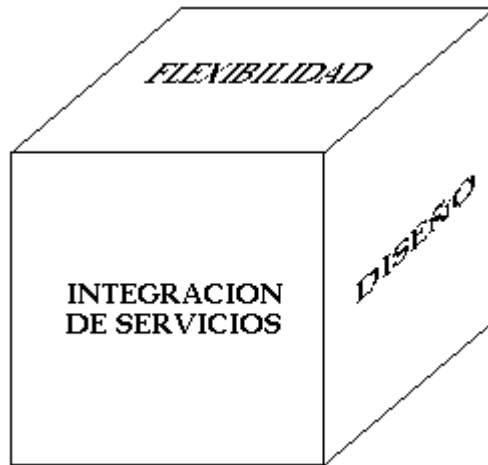


Figura 1.1.- Modelo del Edificio Inteligente.

Desarrollando cada uno de los tres factores con sus características correspondientes se obtiene el modelo completo de edificio inteligente (Figura 1.2)

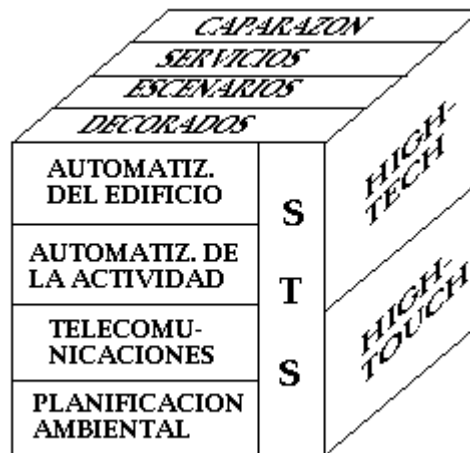


Figura 1.2.- Modelo Completo del Edificio Inteligente

1.4.- NIVELES DE INTELIGENCIA DE UN EDIFICIO.

Es muy difícil definir una línea divisoria para diferenciar a los edificios inteligentes de los no inteligentes o convencionales. Sin embargo, desde el punto de vista tecnológico, se pueden establecer consideraciones generales sobre las condiciones mínimas que debe cumplir un edificio para ser inteligente.

De acuerdo al Instituto Cerdá fundación privada, que se dedica a asesorar a diversas empresas para el diseño y construcción de edificios inteligentes, el calificativo "inteligente" asociado, en términos técnicos, a un equipo o sistema, implica la existencia de al menos una unidad de proceso en dicho equipo o sistema y, un edificio será "tecnológicamente inteligente" si incorpora en su propia infraestructura unidades de proceso interconectadas por medio de un sistema abierto de cableado y equipos de comunicaciones.

Ellos consideran que se debe diferenciar entre un edificio automatizado y un edificio inteligente, presentando las siguientes definiciones: ^[3]

1.4.1.- Edificio Automatizado.

Un edificio automatizado, es aquel, que incluye todos los sistemas o servicios que se mencionaron en las áreas de automatización del edificio y de planificación ambiental de este documento en "Integración de Servicios". Es decir, que incorpora sistemas que responden de forma automática a necesidades y requerimientos cambiantes, maximizando el uso del edificio y minimizando los costos de operación.

Por ejemplo:

- Sistemas que permiten optimizar el consumo energético.
- Sistemas de seguridad (alarmas, extinguidores, etcétera).
- Sistemas de alimentación de corriente ininterrumpida.
- Climatización zonal.
- Mantenimiento automatizado.

Además, un edificio automatizado puede incluir (opcional) los aspectos de flexibilidad y diseño.

1.4.2.- Edificio Inteligente.

Debido a que poco a poco se han acercado cada vez más entre sí la Informática y las Telecomunicaciones ya no se habla de estas dos áreas separadamente, sino del conjunto de ambas como Tecnologías de la Información.

Un edificio inteligente es entonces aquel que, además de ser automatizado, se le agrega la Tecnología de la Información, relacionada con el área de la automatización de la actividad y el área de telecomunicaciones. Forzosamente debe incluir los aspectos de flexibilidad, diseño, automatización del edificio, planificación del espacio y telecomunicaciones.

1.4.3.- Clasificación de los Niveles de Inteligencia de un Edificio.

Para aclarar la diferencia entre edificio automatizado e inteligente se definen cuatro niveles de inteligencia. Estos se obtienen de la combinación de distintos grados de automatización de un edificio con Tecnología de la Información.

Las características tecnológicas de un edificio se pueden separar en dos grupos:

- a) Servicios de automatización del Edificio
- b) Servicios basados en Tecnologías de la Información.

Estos grupos se pueden separar a su vez en varios niveles:

a) Servicios de Automatización del Edificio:

Nivel A0:

- pocas instalaciones técnicas automatizadas
- en el mejor de los casos, se lleva a cabo una supervisión de un cierto número de puntos; no existe control
- no existe ningún tipo de integración entre los sistemas técnicos

Nivel A1:

- existen sistemas de control centralizado de las instalaciones del edificio
- poca o nula integración (sistemas de control funcionando independientemente)

Nivel A2:

- todas las instalaciones están controladas centralmente totalmente integradas.

b) Servicios basados en Tecnologías de la Información:

Nivel I1:

- existen servicios de automatización de la actividad y de telecomunicaciones sin que estén integrados

Nivel I2:

- existen servicios integrados a distintos niveles:
 - cableado
 - funcionamiento coordinado de los distintos equipos
 - un entorno RDSI (Red Digital de Servicios Integrados)

Tomando las combinaciones más significativas de estos niveles (A0, A1, A2) con (I1, I2) se obtienen los distintos grados de inteligencia de un edificio:

(A1, I1):

- Grado de inteligencia mínimo
- Grado de integración mínimo
- Requiere mayor esfuerzo de gestión para el mantenimiento de las condiciones óptimas de operación.

(A1, I2):

- Esta es una situación de transición hacia otras combinaciones. Si hay integración de los equipos de tecnología de la información, probablemente existirá también integración de los sistemas de automatización.

(A2, I1):

- Grado de inteligencia mediano
- Grado de integración intermedio
- Posibilidad razonable de que se tienda hacia un mayor grado de integración.

(A2, I2):

- Grado de inteligencia máximo
- Grado de integración máximo
- Requiere mayor inversión
- Mayor complejidad tecnológica
- Disponibilidad de herramientas que faciliten la gestión.

Cabe notar que el nivel de automatización A0 no se ha tomado en cuenta, ya que se considera que si las instalaciones del edificio no están automatizadas, no se puede tener un edificio inteligente.

También la combinación (A1, I2) se considera una situación de transición hacia otras combinaciones. Si hay integración de los equipos de Tecnología de la Información, probablemente existirá también integración de los sistemas de automatización.

A continuación se muestran gráficamente los distintos grados de inteligencia de un edificio: Los puntos N y M representan los grados de mínima y máxima inteligencia respectivamente y las áreas sombreadas indican los grados intermedios.³

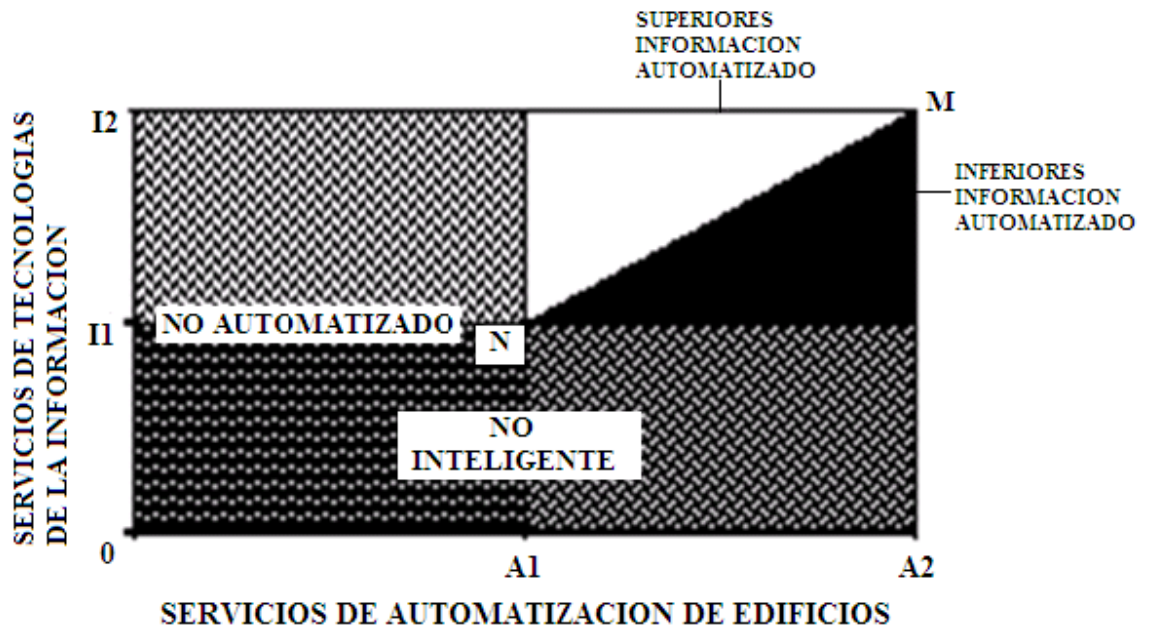


Figura 1.3: Niveles de Inteligencia de un Edificio Inteligente³

1.5.- EDIFICIOS INTELIGENTES EXISTENTES.

Actualmente se cuenta con un número bastante grande, considerando la novedad del concepto, de edificios denominados "inteligentes" por cumplir con las características anteriormente mencionadas. Algunos de ellos son: ^[6]

- La Torre de NEC "NEC Super Tower" en Tokyo, Japón
- El edificio IBM en Madrid, España
- La Villa Olímpica de Barcelona, España (Juegos Olímpicos de 1992)
- El Edificio de la Diputación de Barcelona, España
- La Torre Picasso en Madrid, España
- Expo'92, el edificio en el que se llevará a cabo la Exposición Universal de 1992, en Sevilla, España

1.6.- VISION EN LA OPERACIÓN DEL EDIFICIO INTELIGENTE DEL FUTURO

El futuro edificio inteligente del siglo XXI se compone de un sistema de comunicación que facilita la "Interoperabilidad" entre sus sistemas.

Por Interoperabilidad se entiende aquella habilidad de conectar sistemas de control de diferentes fabricantes en un sistema central de automatización.

La interoperabilidad existe desde 1970 en sistemas neumáticos y controladores electrónicos, y es a partir de la década de los 80's en que surgen los controladores digitales DDC sin olvidar que cada uno de los fabricantes desarrolla su propio protocolo.

Hoy día se utilizan microprocesadores para controlar la variedad de equipos mecánicos en un edificio como lo es el aire acondicionado, sistema contra incendio, iluminación y elevadores. Estos microprocesadores han establecido métodos propios de comunicación (protocolos, diferentes según el fabricante). Lo cual ha llevado a la necesidad de buscar integrar fácilmente los sistemas de control a un sistema central, es decir a manejar el sistema de interoperabilidad.

El nuevo protocolo estándar es fundamentalmente:

BACnet, creado por ASHRAE y su principal función es facilitar la interoperabilidad entre sistemas creando con ello grandes posibilidades en el campo de la automatización y de los edificios inteligentes. BACnet establece el formato en que la información debe ser transmitida, basado en las siete capas de información utilizado por ISO 9000. Utiliza el concepto de objetos y propiedades para intercambiar datos análogos binarios y archivos. Elimina la necesidad de mantener las numerosas interfaces especiales e integra medios de comunicación de alta tecnología que son aceptados por la industria LonTalk.

CAPITULO II

TECNOLOGIA BACNET

2.3 HISTORIA DE BACNET

La pregunta que siempre sobresale es: Porqué un protocolo estándar. Es acaso ilógico tener múltiples estaciones de trabajo de diferentes empresas en un edificio automatizado. A pesar de existir diferentes formas de interconectar productos fabricados por diferentes industrias sin un protocolo estándar, se conoce que no es un proceso fácil y su costo es elevado, provocando que los propietarios de los edificios se sientan atrapados en adquirir equipos de un solo proveedor. Es aquí donde la idea de BACNet nace como protocolo estándar en la automatización de edificios.

El protocolo llegó al mundo sin un nombre. Fue probablemente dentro de los 3 o los 4 años dentro del desarrollo del protocolo cuando se dió el nombre de “el protocolo ASHRAE”, después ASHnet y BACTalk, pero finalmente se decidió el nombre que hoy en día se conoce alrededor del mundo como BACNet.

BACNet es un protocolo de comunicación de datos para automatización de edificios y control de redes. Lo que hace especial a BACNet es que estas reglas son aplicadas específicamente en la automatización de edificios, donde cubren valores como preguntar el valor de una temperatura, definir un horario de operación de ventilación o enviar o activar alarmas.

BACNet fue desarrollado por un comité formado por la sociedad Americana de ingenieros en calefacción, refrigeración y aire acondicionado (ASHRAE por sus siglas en ingles) en 1987. El principal objetivo fue crear un protocolo que permitiera a los sistemas de edificios de diferentes fábricas operar conjuntamente de manera armoniosa.

En Junio de 1995, BACNet fue oficialmente aceptado y publicado por la ASHRAE y en el mismo año fue reconocido como ANSI como un estándar americano.

La primera vez que se logró lanzar al mercado un producto capaz de comunicar con otros en protocolo BACNet fue en 1996 transformando de este modo un protocolo en papel en un sistema real con aplicaciones de mercado.

Desde entonces BACNet ha ido avanzando hasta lograr ser un estándar europeo (CEN) e internacional (ISO) en 2004.

A lo largo de estos años una larga lista de referencias convierten a BACNet en un protocolo global capaz de integrar equipos de un amplio abanico de fabricantes en un único sistema e incluso de integrar equipos y subsistemas de otros protocolos como pueden ser EIB-KNX o LONWorks.

2.4 ARQUITECTURA DE BACNET.

“BACNet tiene un protocolo de arquitectura por capas en una versión colapsada del sistema de interconexión abierto (OSI). Las capas 1, 2, 3 y 7 del modelo OSI son usados como se muestra en la figura 1. Capas de aplicaciones comunes y protocolo de capas de red son usados con cualquiera de las 4 opciones para tecnologías de red de área local (LAN), o un protocolo punto a punto (PTP) para comunicaciones dial up.”⁷

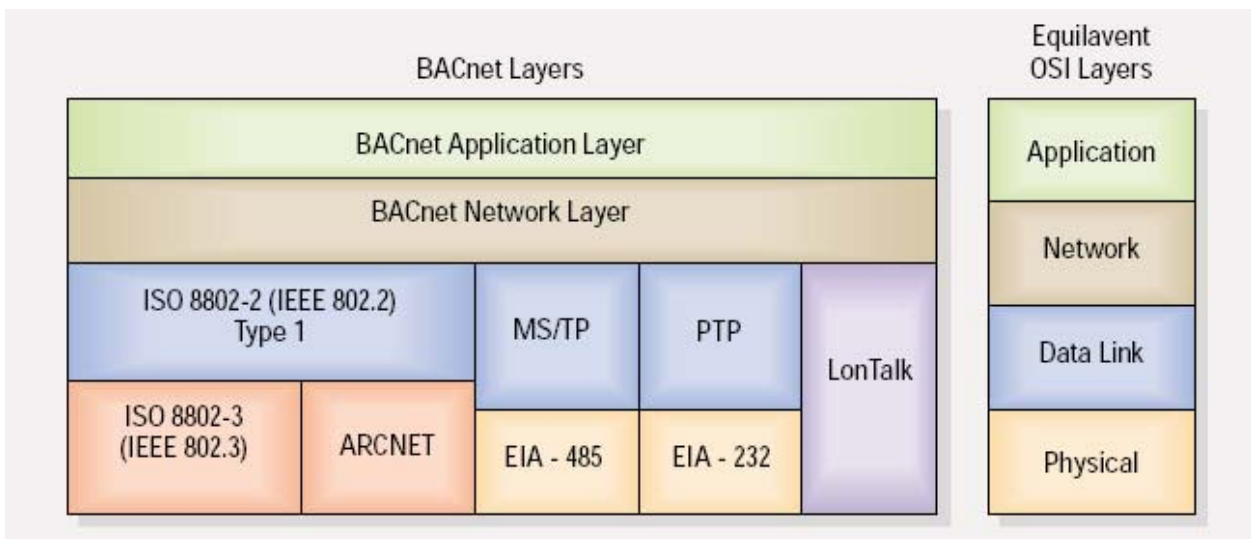


Figura 2.1.- Arquitectura Bacnet.

Para entender la aplicación de capas de BACNet hay que pensar en dos partes separadas pero relacionadas entre sí: un modelo de información contenida en un dispositivo de automatización de edificio y en un grupo o funciones o servicios usados para intercambiar información.

Para lograr la interoperabilidad dentro de una vasta gama de dispositivos, las especificaciones de BACNet consisten de tres grandes partes. La primera describe un método para representar

⁷ The Language of BACnet-Objects, Properties and Services. BY Bill Swan, Alerton Technologies, Inc

cualquier tipo de equipo en automatización de edificios de una manera estándar. La segunda parte define mensajes que pueden ser enviados durante la red a un monitor y controlar dicho equipo. Y la tercera parte define un set de LAN aceptables que pueden ser usados para convertir comunicaciones BACNet.⁸

2.4.1 Objetos Bacnet.

Un objeto es simplemente una colección de información de una función particular que puede ser identificada y accedida mediante la red en una forma estandarizada.

Toda la información en un sistema BACNet es representada por estructura de datos. El concepto del objeto nos permite hablar y organizar información refiriéndose a las entradas y salidas físicas, así como conceptos no físicos como software o cálculos.

Todos los objetos BACNet proveen de un set de propiedades los cuales son usados para obtener la información del objeto, o dar información y comandos a un objeto. Algunas propiedades ⁸pueden ser solo leídas, es decir, que uno puede observar el propio valor, pero no cambiarlo. Otros en cambio pueden ser cambiados.

A continuación en la figura 2.2 se muestra un ejemplo de un sensor de temperatura, el cual puede ser representado como un objeto BACNet de entrada analógica. (Analog input object). El ejemplo muestra unas pocas propiedades que pueden ser adquiridas con este objeto, sin embargo en la práctica puede existir más propiedades de las que se muestran.

⁸ Bacnet- the new Standar Protocol.PDF.

Object_Name	SPACE TEMP
Object_Type	ANALOG INPUT
Present_Value	72.3
Status_Flags	Normal, Out-of-Service
High_Limit	78.0
Low_Limit	68.0

Figura 2.2.- Sensor de Temperatura.

El objeto tiene una propiedad llamada nombre y un tipo de objeto (analog input). El valor presentado nos indica que el sensor de temperatura tiene una lectura de 72.3 grados en ese momento. Otras propiedades muestran otra información sobre el sensor, como estar trabajando normalmente, o límites inferiores o superiores cuyos propósitos se utilizan en alarmas en el sistema.

Actualmente el estándar dispone de 28 tipos de objetos y cada sistema BACNet es una agrupación de objeto que representa el sistema. Por ejemplo una unidad de 16 entradas digitales se puede representar mediante 16 objetos tipo "binary input". Este modelo permite que BACNet pueda ser usado para prácticamente cualquier aplicación.



Figura 2.3.- Objetos Bacnet.⁸

El propósito de muchos objetos BACNet son claramente identificados por el nombre del objeto pero algunas explicaciones requeridas son descritas a continuación:

OBJECTOS	EJEMPLOS DE USO.
Analog Input	Entrada del sensor
Analog Output	Salida de control
Analog Value	Setpoint u otros parámetros de sistemas de control análogo.
Binary Input	Entrada Switch
Binary Output	Salida Relay

Binary Value	Binario (digital) de parámetros de sistemas de control.
Calendar	Define una lista de datos, como holidays o eventos especiales.
Command	Escribe múltiples valores a múltiples objetos en múltiples dispositivos para complementar un propósito específico, como un modo de día a modo de noche o modo de emergencia.
Device	Propiedades dice que objetos y servicios que apoya el dispositivo, y otra información como nombre del vendedor, localización, etc.
Event Enrollment	Provee una forma de definir alarmas u otros tipos de eventos e indica quien debería ser notificado cuando esto ocurre. Algunos objetos (Analog Input, Analog Output, Analog Value, Binary Input, Binary Output, Binary Value, and Loop) contienen propiedades opcionales para apoyar eventos intrínsecos reportando capacidad y no necesitan usar objetos Event enrollment.
File	Permite leer y escribir accesos a archivos de datos apoyados por el dispositivo.
Group	Provee accesos a múltiples propiedades de múltiples objetos en una lectura simple de operación.
Loop	Puede ser usado para representar cualquier bucle de retroalimentación de control, el cual es una combinación de controles proporcionales, integrales o derivativos.
Multi-state Input	Representa el estado de un proceso de múltiples estados, como el encendido, apagado y ciclos de refrigeración de un refrigerador.
Multi-state Output	Representa el estado deseado de un proceso de múltiples estados como “Es tiempo de descongelamiento, “Esta sumamente frio”, etc.
Notification Class	Contiene una lista de dispositivos para ser informados si un objeto Event Enrollment determina que una advertencia o mensaje de alarma necesita ser enviado.
Program	Permite correr un programa en el dispositivo para ser encendido, apagado, cargado y descargado y reporta el status presente del programa.
Schedule	Define un horario semanal de operaciones, especificando excepciones como vacaciones. Se puede usar un objeto Calendar para excepciones.

Tabla 2.1.- Objetos Bacnet.

Cualquier dispositivo Bacnet puede tener, cero, uno, o varios objetos de cada tipo excepto para el objeto Device. Todos los dispositivos Bacnet tienen exactamente un objeto Device. Cualquier objeto es accedido por una propiedad llamada "Object_Identifier" que identifica cada objeto dentro de un dispositivo simple. El objeto Identifier puede ser llamado como el “nombre “del objeto. Objetos device tienen un especial requerimiento y es que sus objetos

identifiers son únicos en toda la red BACNet. Además, cualquier dispositivo BACNet puede ser identificado por la combinación de sus objetos identifier y el objeto identifier por el dispositivo en cual reside.

Dispositivos BACNet son únicamente requeridos para implementar el objeto Device. Un “Bacnet device” es una colección de objetos que representan las funciones actualmente presentadas en el dispositivo.

2.2.2 Propiedades Bacnet

El estándar BACNet identifica 123 diferentes propiedades de objetos. La especificación Bacnet requiere que ciertas propiedades deben ser presentadas por objetos, otros especifican propiedades opcionales. En cada caso, la implementación de Propiedades tienen específicos comportamientos definidos particularmente envueltos en alarmas o notificaciones de eventos y esos que han tenido un efecto sobre el control de los valores o estados.

Son pocos las propiedades requeridas por las especificaciones BACNet mientras otros pueden ser dados directamente por los distribuidores, pero todos deben ser leídos desde la Red.

BACNet permite a los vendedores añadir propiedades pero, no podrían ser entendidas o accedidas por equipo de otros fabricantes.

El **objeto Analog Input** es representativo de los objetos envueltos directamente con elementos de control y muchas de sus propiedades lo reflejan. La tabla 2.2 lista propiedades definidas del **Objeto Analog Input**, con ejemplos típicos o valores de cada propiedad.

PROPIEDAD	BACnet	EJEMPLO
Object_Identifier	Requerido	Analog Input #1
Object_Name	Requerido	"AI 01"
Object_Type	Requerido	Analog Input
Present_Value	Requerido	68.0
Description	Opcional	"Temperatura de aire externo"
Device_Type	Opcional	"10k Thermistor"
Status_Flags	Requerido	Banderas In_Alarm, Fault, Overridden, Out_Of_Service
Event_State	Requerido	Normal (reporta el estado)
Reliability	Opcional	No_Fault_Detected (reporta condiciones de fallo)
Out_Of_Service	Requerido	False
Update_Interval	Opcional	1.00 (segundos)
Units	Requerido	Grados-Fahrenheit
Min_Pres_Value	Opcional	-100.0, Mínimo valor fiable.
Max_Pres_Value	Opcional	+300.0, Máximo valor fiable.
Resolution	Opcional	0.1
COV_Increment	Opcional	Notifica si Present_Value cambia con incrementos de: 0.5
Time_Delay	Opcional	Segundos que espera antes de detectar un fuera de rango: 5
Notification_Class	Opcional	Envía notificación COV a notificación Class Object: 2
High_Limit	Opcional	+215.0, Rango superior normal
Low_Limit	Opcional	-45.0, Rango inferior normal.
Deadband	Opcional	0.1
Limit_Enable	Opcional	Habilita High-limit-reporting, Low-limit-reporting.
Event_Enable	Opcional	Habilita To_Offnormal, To_Fault, To_Normal cambios reportados.
Acked_Transitions	Opcional	Banderas que indica tener conocimiento sobre los cambios realizados.
Notify_Type	Opcional	Eventos o alarmas.

Tabla 2.2.- Propiedades del Objeto Analog Input.

Las primeras 3 propiedades listadas Object_Identifier, Object_Name y Object_Type deben ser presentadas en cada objeto en un dispositivo BACNet device.

El Object_Identifier es un código de 32 bits que identifica el tipo de Objeto (también identificado por el Object_Type Property) y su número instantáneo, el cual juntos identifican el objeto dentro su dispositivo BACNet. Teóricamente un dispositivo BACNet podría tener sobre los cuatro millones de objetos. El Object_Name es una cadena de texto, el cual tiene una capacidad única. Los dispositivos BACNet pueden emitir consultas para dispositivos que contengas objetos con un especifico Object Name.

BACNet requiere un Device Object para ser presentado en cada dispositivo Bacnet. El dispositivo BACNet envía la información sobre el dispositivo y sus capacidades disponibles a otros dispositivos en la red. Antes que un dispositivo BACNet comience su comunicación con otro, este necesita obtener algo de información presentado por el otro Device Object. La tabla 2.3 da un ejemplo de un Device Object para un controlador Bacnet Ducto Dual VAV.

El número instantáneo del Device Object debe ser único dentro de toda la red BACNet porque es usado para identificar los dispositivos BACNet. Puede ser usado convenientemente para identificar el dispositivo BACNet de otros dispositivos durante la instalación.

PROPIEDAD	BACnet	EJEMPLO
Object_Identifier	Requerido	Dispositivo#1076
Object_Name	Requerido	"Office 36 DD Control"
Object_Type	Requerido	Dispositivo
System_Status	Requerido	Operacional (mas otros)
Vendor_Name	Requerido	"Alerton Technologies, Inc."
Vendor_Identifier	Requerido	Alerton
Model_Name	Requerido	"VAV-DD Controller"
Firmware_Revision	Requerido	"1.0"
Application_Software_Version	Requerido	"Dual-Duct DDC"

Location	Opcional	"Office 36, Floor 3"
Description	Opcional	"(on network 5)"
Protocol_Version	Requerido	1 (BACnet protocol version)
Protocol_Conformance_Class	Requerido	2
Protocol_Services_Supported	Requerido	readProperty, writeProperty, atomicWriteFile,...
Protocol_Object_Types_Supported	Requerido	Analog Input, Analog Output,...
Object_List	Requerido	Analog Input #1, Analog Input #2, ...
Max_APDU_Length_Supported	Requerido	50 (bytes o caracteres)
Segmentation_Supported	Requerido	No
VT_Classes_Supported	Opcional	n/a
Active_VT_Sessions	Opcional	n/a
Local_Time	Opcional	12:30:15.22
Local_Date	Opcional	Martes, Marzo 12, 1996
UTC_Offset	Opcional	+480 (minutes desde GMT/UTM)
Daylight_Savings_Status	Opcional	False (no en efecto)
APDU_Segment_Timeout	Opcional	n/a
APDU_Timeout	Requerido	3000 milisegundos
Number_Of_APDU_Retries	Requerido	0
List_Of_Session_Keys	Opcional	n/a
Time_Synchronization_Recipients	Opcional	n/a
Max_Master	Opcional	n/a
Max_Info_Frames	Opcional	n/a
Device_Address_Binding	Requerido	Ninguno

Tabla 2.3.- Propiedades del Device Object.

2.2.3 Servicios BACNet.

Servicios (Services) son los significados por lo cual un dispositivo BACNet adquiere información de otro dispositivo, comanda otro dispositivo para realizar alguna acción, o anuncia a uno o más dispositivos que algunos eventos han sido realizados. Cada pedido de servicio “service request” y “service acknowledgment” regresan comenzando un paquete de mensajes transferido sobre la red desde el dispositivo que envía hasta el dispositivo que recibe.

Una aplicación de programa “application program” corre sobre la petición de servicio del dispositivo BACNet y procesa hasta que se lo receipta. El programa de aplicación es el actual software que permite las operaciones del dispositivo. En el caso de una estación de trabajo, el software podría mantener un Display de múltiples entradas de sensores para obtener el último valor de los mismos. En el dispositivo de monitoreo, el pedido de servicio sería procesado en su programa de aplicación y ser respondido conteniendo el valor pedido. Esto se ilustra en la siguiente figura.

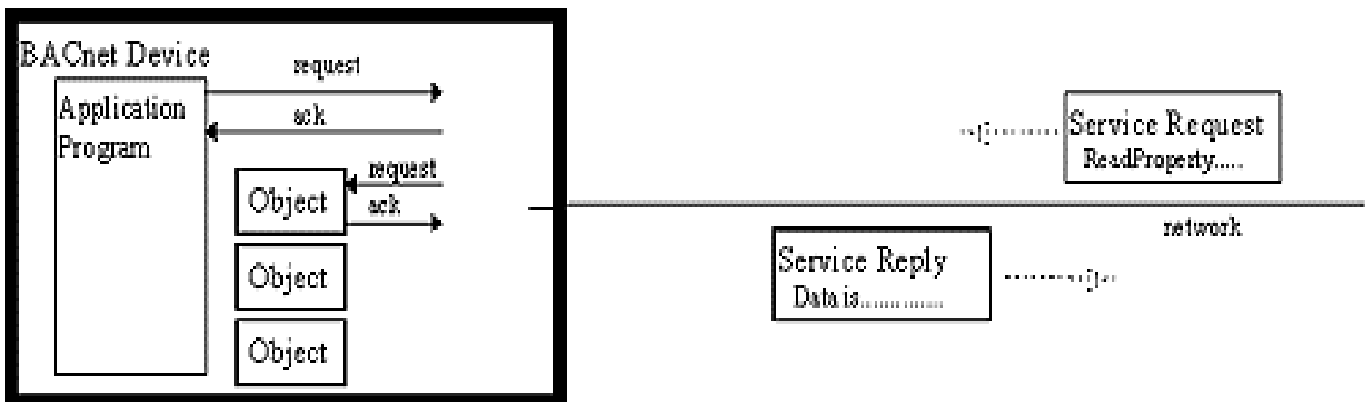


Figura 2.4.- Pedido de Servicios.

BACNet define 32 servicios y los clasifica en 5 categorías. Estas categorías son “the Alarm and Event, File Access, Object Access, Remote Device Management and Virtual Terminal Services”.

Para cada uno de los servicios confirmados (típicamente un valor respondido), etiquetado “C” en las tablas siguientes, el dispositivo BACNet puede tener la habilidad de inicializar el servicio pedido, o la habilidad de procesar y responder a un pedido recibido de ese tipo, o ambos. Para cada uno de los servicios no confirmados, (no se espera respuesta), etiquetados “U” en las tablas siguientes, el dispositivo BACNet puede tener la capacidad de inicializar el pedido de Servicio, o la habilidad de procesar un pedido recibido de ese tipo, o ambos.

Dispositivos Bacnet no son requeridos para implementar cada Servicio. Solo un Servicio, ReadProperty, es requerido para ser procesado por todos los dispositivos Bacnet. Dependiendo de la función y complejidad del dispositivo, servicios adicionales pueden ser inicializados o ejecutados.

Los servicios “**Alarm and Event**” manejan cambios en condiciones vistas por un dispositivo BACNet incluyendo alarmas.

Alarmas y eventos cambian cuando indican problemas o condiciones erróneas, como un sensor que lee valores fuera de lo normal o que regresan a su operación normal (Eventos), o a un cambio en la lectura “Cambio de valor” o COV (“Change of Value”).

Notificaciones de Alarmas, Eventos y COV son generados por la aplicación del programa al realizar monitoreo de objetos directamente a operaciones de control: específicamente, varias entradas, salidas y valores de los Objetos, así como objetos dentro del lazo de control.

SERVICIO	BACnet	DESCRIPCION
AcknowledgeAlarm	C	Usado para informar que cualquier persona conoce la alarma.
ConfirmedCOVNotification	C	Notifica que ocurrió un cambio de valor.
ConfirmedEventNotification	C	Usado para indicar al que envía que existe una posible condición de error.
GetAlarmSummary	C	Pedido desde un dispositivo por una lista de alarmas activadas.
GenEnrollmentSummary	C	Pedido de una lista de eventos (possible error) generando objetos.
SubscribeCOV	C	Enviado por un dispositivo pidiendo COV en un objeto.
UnconfirmedCOVNotification	U	Informa a los dispositivos que un cambio ha ocurrido a uno o más propiedades de un particular objeto.

Tabla 2.4.- Servicios “Alarm and Event”

Servicios **“File Access”** son usados para leer y manipular archivos en dispositivos BACNet. En BACNet los archivos representan grupos de data bytes de longitud y significado y no necesitan ser relacionados con ninguna clase de dispositivo de almacenamiento masivo. Cada archivo de acceso BACNet tiene un File Object asociado.

La palabra **“Atomic”** en el nombre del servicio significa que sola una operación de lectura o escritura puede tomar lugar a la vez.

SERVICIO	BACnet	DESCRIPCION
AtomicReadFile	C	Pedido parcial o total de un archivo File object.
AtomicWriteFile	C	Escribe a una parte o totalidad de un archivo File object.

Tabla 2.5.- Servicios File Access

Los servicios “**Object Access**” proveen las herramientas para leer, modificar y escribir propiedades y para añadir o borrar Objetos. Múltiples servicios son provistos para leer y escribir propiedades, el propósito de tener servicios más complicados (ReadPropertyMultiple and WritePropertyMultiple) es de combinar tantas propiedades de lectura o escritura como sea posible dentro de un dispositivo Bacnet dentro de un mensaje, además reduce los gastos generales de la red.

A pesar de que los servicios CreateObject y DeleteObject son definidos, ellos se limitan a un set de objetos. Objetos agregados a dispositivos físicamente, no pueden ser ni creados ni borrados. Los objetos Group and Event Enrollment y posiblemente el File Object, son similares para ser sujetos usuales de los servicios CreateObject and DeleteObject

SERVICIO	BACnet	DESCRIPCION
AddListElement	C	Añade uno más ítems a una propiedad que es listada.
RemoveListElement	C	Remueve uno más ítems a una propiedad que es listada.
CreateObject	C	Usado para crear una nueva instancia de un objeto en el dispositivo.
DeleteObject	C	Usado para borrar un particular objeto en el dispositivo.
ReadProperty	C	Regresa un valor de una propiedad de un objeto.
ReadPropertyConditional	C	Regresa el valor de múltiples propiedades en múltiples objetos.
ReadPropertyMultiple	C	Retorna el valor de múltiples propiedades de múltiples objetos.
WriteProperty	C	Escribe un valor a una propiedad de un objeto.
WritePropertyMultiple	C	Escribe valores a múltiples propiedades de múltiples objetos.

Tabla 2.6.- Servicios Object Access.

Los servicios “**Remote Device Management**”, listados en la tabla 2.7, proveen un número de funciones, incluyendo control del operador, mensaje especializado de transferencia y funciones de direccionamiento y auto configuración.

Los servicios “DeviceCommunicationControl y ReinitializeDevice” proveen a un operador herramientas de diagnóstico el cual puede ser invocados remotamente. Con ellos un dispositivo BACNet puede ser ordenado a ignorar todos los mensajes BACNet (excepto por los servicios DeviceCommunicationControl and ReinitializeDevice).

Servicios DeviceCommunicationControl y ReinitializeDevice o también los servicios ConfirmedPrivateTransfer y UnconfirmedPrivateTransfer son usados para convertir mensajes fuera del estándar BACNet, efectivamente invocando servicios no estándares. Estos servicios soportan el código de identificación del vendedor y el código del servicio en la forma del estándar BACNet, el resto del contenido es enteramente del vendedor y no puede ser interpretado por dispositivos de otros fabricantes.

Los servicios ConfirmedTextMessage y UnconfirmedTextMessage transportan mensajes de texto a otros dispositivos, así como impresoras.

El servicio TimeSynchronization es usado para sincronizar a otros dispositivos.

Los servicios Who-Is y I-Am son usados para obtener las direcciones de red de dispositivos Bacnet en una Red Bacnet, son de facilidad para los instaladores ya que reduce o elimina la necesidad de programar otras direcciones de red de dispositivos en cada uno de los dispositivos Bacnet. En vez de eso, un dispositivo Bacnet que necesita conocer la dirección de uno o más dispositivos puede emitir un servicio de pedido Who is (mensaje) en la red especificando Device Object Instance Number o un rango de Números instantáneos. Las respuestas no regresan como respuesta. En vez de eso, los dispositivos que tienen especificado el pedido de servicio I-Am en la red, o en una red remota, o dentro de toda la Red, llevarán la información de la dirección hacia su lugar de respuesta. Esto permite que otros dispositivos adquieran esta información de dirección sin crear tráfico en la red.

Los servicios Who-Has y I-Have son similares a los servicios Who-Is and I-Am, pero el servicio Who-Has también añade un Object Identifier (Un objeto con numero Instantáneo,

único dentro de cada dispositivo), o un Object Name (Una propiedad de cada Objeto, único dentro de cada dispositivo). Reciben dispositivos el cuales contengan una respuesta al pedido emitido del pedido del servicio I-Have.

SERVICIO	BACnet	DESCRIPCION
DeviceCommunicationControl	C	Le ordena a un dispositivo que se detenga (y comience) aceptando mensajes de red.
ConfirmedPrivateTransfer	C	Envía un mensaje de propiedad del vendedor a un dispositivo.
UnconfirmedPrivateTransfer	U	Envía un mensaje de propiedad del vendedor a uno o más dispositivos.
ReinitializeDevice	C	Ordena al dispositivo a reinicializarse.
ConfirmedTextMessage	C	Transmite un mensaje de texto a otro dispositivo.
UnconfirmedTextMessage	U	Envía un mensaje de texto a uno o más dispositivos.
TimeSynchronization	U	Envía el tiempo actual a uno o más dispositivos.
Who-Has	U	Pregunta cual dispositivo BACNet contiene un Objeto en particular.
I-Have	U	Respuesta afirmativa al pedido de Who-Has.
Who-Is	U	Pregunta sobre la presencia de dispositivos BACNet específicos.
I-Am	U	Respuesta afirmativa al pedido de Who-Is.

Tabla 2.7.- Servicios “Remote Device Management”.

Los servicios “**Virtual Terminal**” (VT) pueden ser usados por un operador para establecer una conexión bidireccional con un programa ejecutándose en un dispositivo remoto. En efecto, para la duración de una sesión de VT establecida con un dispositivo remoto, el dispositivo del operador luce como una terminal conectada al programa de aplicación remoto.

SERVICE	BACnet	DESCRIPTION
VT-Open	C	Establece una sesión virtual terminal con un dispositivo remoto BACnet.
VT-Close	C	Cierra una sesión virtual terminal.
VT-Data	C	Envía texto desde otro dispositivo a los otros participantes de la sesión.

Tabla 2.8.- Servicios “Virtual Terminal”.

2.3 CONFORMACION DE CLASES, GRUPOS DE FUNCIONES Y LOS PICS

Evaluando las capacidades de un dispositivo BACNet, los cuales pueden ser implementados dadas a escoger Objetos, Propiedades y Servicios y que no es necesario por cada dispositivo BACNet tener una implementación completa en orden de llevar a cabo su trabajo. ASHRAE reconoció este problema y respondió con ayudas en la evolución con "Conformance Classes," "Function Groups" y the "Protocol Implementation Conformance Statement" (PICS).

2.3.1 Declaración de conformidad de Implementación del protocolo.

El protocolo BACNet define 6 niveles de "Conformance Classes", cada uno de los cuales especifica el mínimo subconjunto de Servicios implementados en el dispositivo. El más bajo nivel, Conformance Class 1, requiere que el dispositivo BACNet contenga un Device Object y que sea capaz de ejecutar (responder a) un pedido de Servicio ReadProperty. Cada nivel sucesivo de Conformance Class añade pedidos de Servicio que deben ser ejecutados por el dispositivo, así como estos pedidos deben ser capaces de inicializarse. Conformance Class 6 requiere 21 tipos de Pedidos de Servicio (de los 32 en total) a ser implementado, de los cuales 20 deben ser inicializados y 17 ejecutados. Conformance Class además provee una medida de la habilidad de comunicarse del dispositivo.

"Function Groups" especifica una combinación de Objetos y Servicios necesarios para acarrear ciertas funciones en automatización de edificios. Estos son especificados independientemente del Conformance Class, aun así la implementación de algunos de los Function Groups automáticamente confiere algunas Conformance Class mayores que 1. Function Groups especificada por Bacnet son listados en la tabla 2.9, con una breve descripción.

FUNCTION GROUP	DESCRIPCION
Clock	Habilidad generalmente asociada con tener funciones de hora.
Hand-held Workstation	Habilidades de Hand-held o estaciones de trabajo portables.
Personal Computer Workstation	Habilidades del operador principal de la estación de trabajo.
Event Initiation	Detecta y genera alarmas y eventos.
Event Response	Capacidad de responder ha alarmas y eventos.
COV Event Initiation	Capacidad de iniciar notificaciones de cambio de valor.
COV Event Response	Subscribirse a y recibir notificaciones en cambio de valores.
Files	Capacidad de leer, escribir, cargar y descargar archives de documentos.
Reinitialize	Capacidad de ser reinicializado desde un dispositivo remoto.
Virtual Operator	Capacidad de proveer al operador una sesión de terminal virtual.
Virtual Terminal	Capacidad de proveer al servidor una sesión de terminal virtual..
Device Communications	Soporta ejecuciones del pedido de servicio DeviceCommunicationControl.
Time Master	Capaz de iniciar el pedido del Servicio TimeSynchronization

Tabla 2.9.- “Function Groups.”

En orden de facilitar las evaluaciones de dispositivos Bacnet, las especificaciones Bacnet también proveen una Declaración de conformidad de implementación del protocolo. (Standard Protocol Implementation Conformance Statement PICS), creados por el fabricante, el cual provee en detalle las opciones implementadas en el dispositivo. Este identifica el vendedor, describe brevemente el dispositivo y da detalles de la implementación. Se incluyen en los PICS:

- La conformación de clases del dispositivo.
- Grupos de Funciones,
- Servicios estándar ejecutados e inicializados,
- Objetos y Propiedades con propiedades opcionales de ser escrito, creado o borrado.

Y un número inmenso de otros aspectos del dispositivo correspondientes a su implementación por el estándar Bacnet. El estándar provee una proforma PICS para simplificar el esfuerzo de la especificación.

2.4 TECNOLOGIAS DE RED. BACNET LAN's.

Hasta el momento solo se ha hablado sobre los Objetos y los Servicios usados por BACNet. El diseño del Sistema aun necesita escoger una apropiada tecnología de red para conectar todo en conjunto. El comité de BACNet gasto mucho tiempo pensando la mejor forma de abarcar el costo beneficio y termino con estas diferentes opciones.

BACnet LAN	Standard	Data Rate	Packet size	Cost
Ethernet	ISO/IEC 8802-3	10 to 100 Mbps	1515 bytes	High
ARCNET	ATA/ANSI 878.1	0.156 to 10 Mbps	501	Medium
MS/TP	ANSI/ASHRAE 135-1995	9.6 to 78.4 kbps	501	Low
LonTalk ²	n/a	4.8 to 1250 kbps	228	Varied

Tabla 2.10.- Bacnet LAN's ⁹

Ethernet es una LAN de alta velocidad el cual ha sido ampliamente usado por muchos años. Por la virtud de su popularidad los gastos de su interfaz han sido bajados, aun así, su costo sigue siendo elevado en relación a las otras LANs, sabiendo que el uso de hubs y repetidoras puede incrementar el costo del sistema. Ofrece muchas alternativas en cableado como par trenzado, coaxial y fibra óptica.

⁹ "Internetworking with BACnet", *Engineered Systems*, January 1997.

ARCNET es popular con procesos de control industrial. Su costo es mas bajo que Ethernet, pero requiere una dedicada comunicación integrada de circuitos (ICs) el cual guarda su costo mas elevado que algunas LANs Bacnet. Las especificaciones de ARCNET especifican el uso de cables coaxial, par trenzado (con o sin protección) y fibra óptica.

LAN MS/TP (Master-Slave/Token-Passing) fue diseñado para hacer posible en fabricantes de Sistemas de Automatización de Edificios (Building Automation Systems BAS) en construir dispositivos BACNet con el bajo costo necesario para que BACNet tenga éxito compitiendo con propietarios LAN. Por su simple interface y su tasa de transmisión MS/TP puede ser implementado en muchos microcontroladores estándares sin el costo adicional de comunicaciones integradas de circuitos (ICs). La LAN MS/TP usa EIA-485 con par trenzado como cable.

Dispositivos MS/TP vienen en dos variedades: Esclavos y Maestros. Dispositivos Esclavos son especialmente adquiridos por su bajo costo en implementaciones, pero tiene la falta de iniciar pedidos, solo pueden responder a mensajes de otros dispositivos. Dispositivos Maestros son capaces de iniciar pedidos, pero también son capaces de negociar una franja horaria en la que se pueden realizar sus solicitudes. Esto hace que se añada algunos procesos y requerimientos de memoria que hace que los dispositivos Maestros tengan un mayor costo que el Esclavo.

LonTalk fue originalmente desarrollado como propietario de LAN; Dispositivos LonTalk usaron un dispositivo especial de comunicación el cual incorporo tres microprocesadores para manejar la sobrecarga. Aún así, LonTalk fue desarrollado por el Protocolo LonWorks el cual provee un significado para el término “foreign frame transmission”. El estándar BACNet hace uso de esta capacidad de Lontalk de transportar datos de otros equipos. LonTalk ofrece un gran número de opciones de señalización en los medios de comunicación incluyendo RF, infrarrojo, par trenzado, coaxial y fibra óptica.

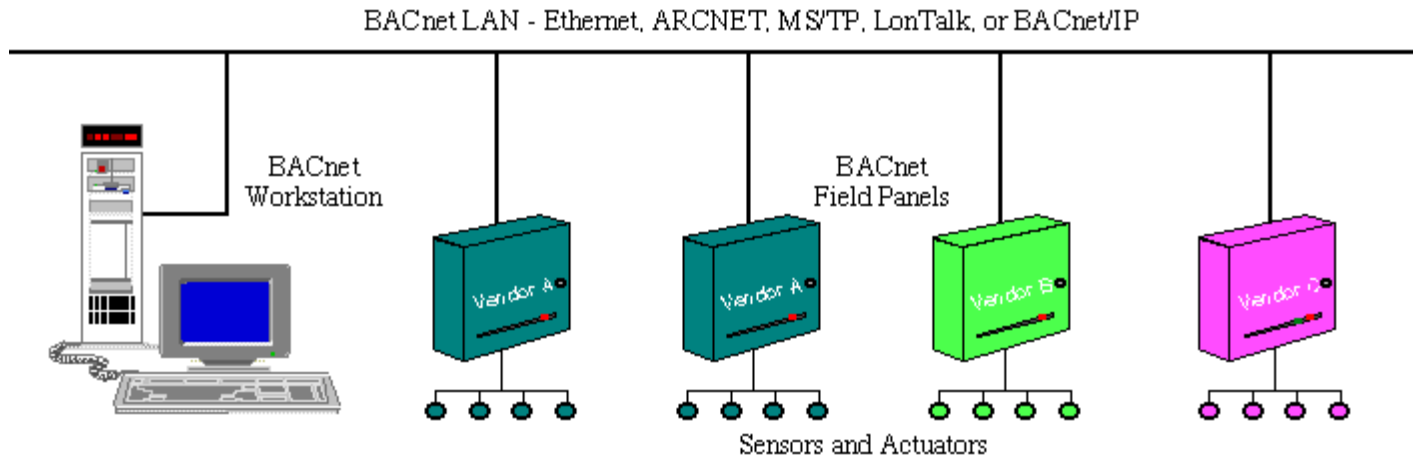


Figura 2.5.- Bacnet LAN's

Dispositivos especiales son requeridos para que mensajes BACNet sean transportados sobre la red IP a dispositivos Bacnet en locaciones distantes.

Lo descrito a continuación es una explicación de los dispositivos y métodos por lo cual BACNet se conecta sobre la Red IP.

Para que múltiples redes se comuniquen, debe existir un lenguaje común o protocolo usado por los dispositivos en las redes. Para los dispositivos BACNet, el protocolo es Bacnet. Para redes IP, es el protocolo utilizado por la propia Internet, así como de muchas redes privadas. El protocolo define el formato del paquete de mensajes intercambiados entre los dispositivos.

Algunos protocolos, como BACNet definen el frame y el mensaje juntos. Otros protocolos como el IP, puede afirmar dentro del frame que un protocolo diferente es usado para decodificar el paquete dentro de su red.

Cuando múltiples redes usan el mismo protocolo, el resultado es llamado una interRed (internetwork). Internetworks pueden ser creados con múltiples redes usando protocolos

diferentes si un dispositivo llamado protocolo convertidor, también conocido como Gateway, es usado para trasladar los mensajes en la Red.

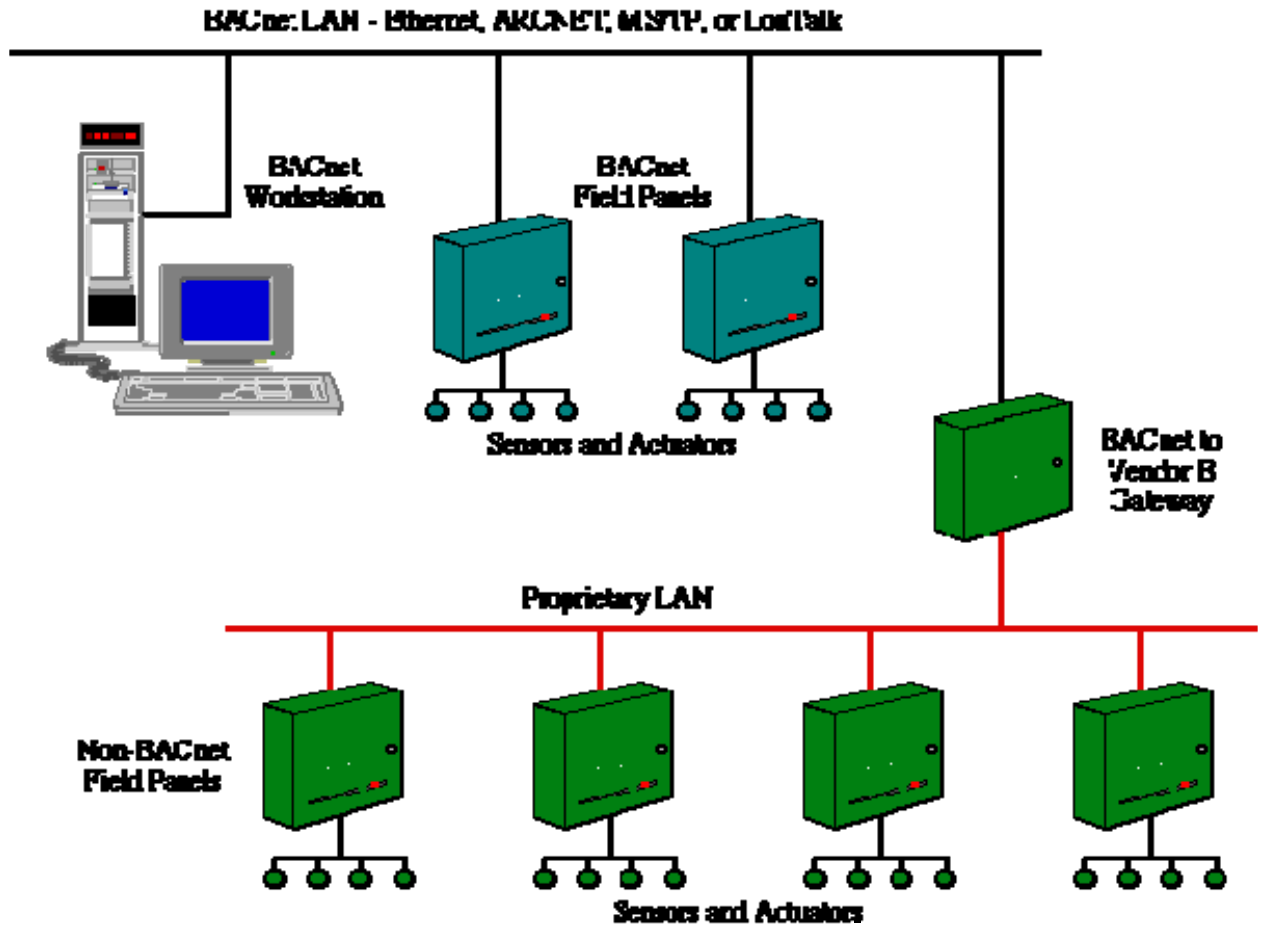


Figura 2.6.- Conexión de Dispositivos Bacnet usando Gateways.

Los dispositivos que permiten conectar redes en una internetwork son conocidos como Routers. Los Routers pueden conectarse a uno, dos o más redes con el propósito de enviar mensajes desde un dispositivo en una red a otro localizado en otra red.

Un router debe ser capaz de entender el protocolo para determinar si el mensaje es destinado a otra red.

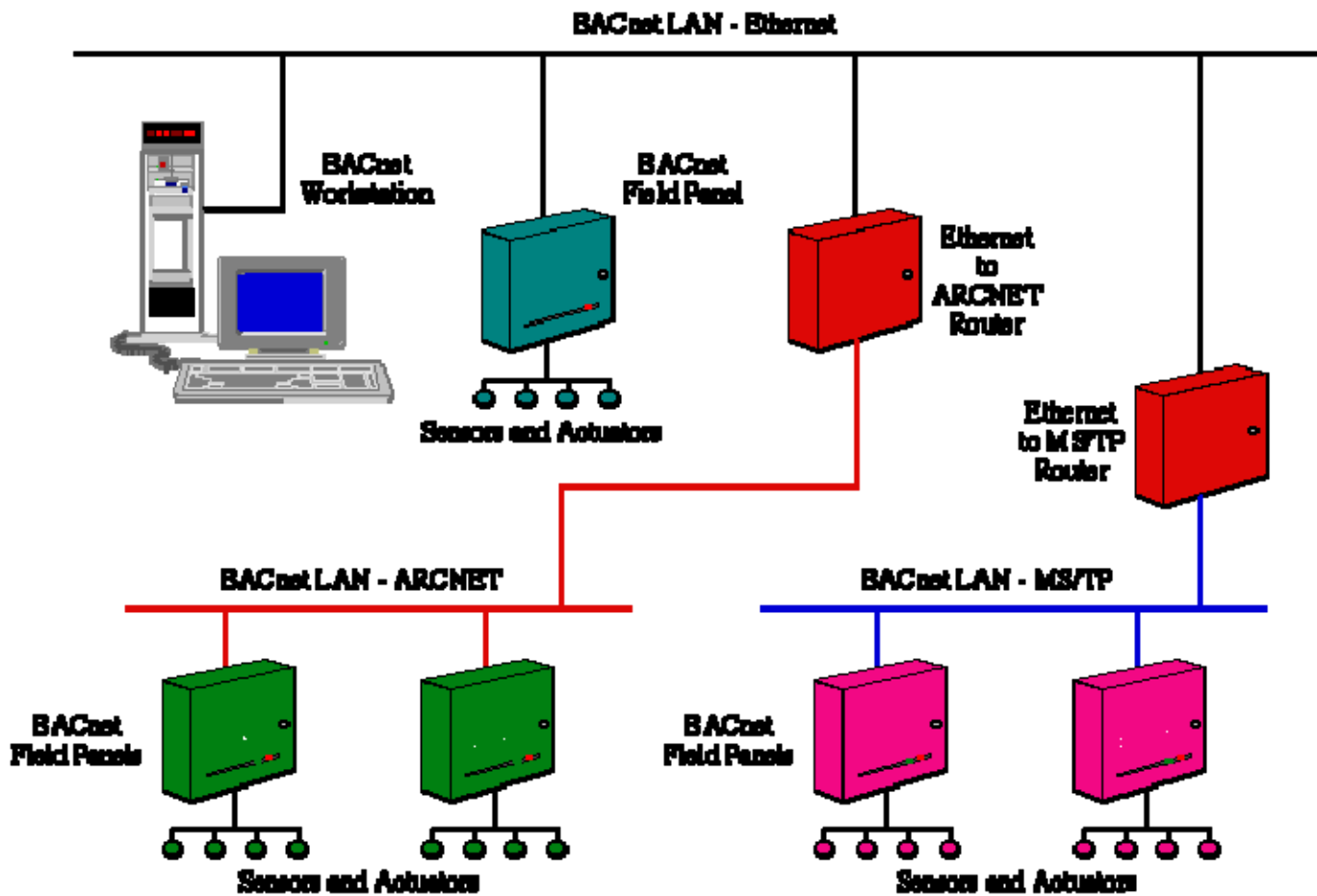


Figura 2.7.- Ejemplo de tres diferentes Bacnet LANs conectadas entre sí por Routers.

BACnet internetworks que son conectados solamente por Routers que entienden BACnet frames son definidos aquí como conexiones directas de Red. (En la figura red 102 y 103, pero no 101, comprime una red conectada directamente).

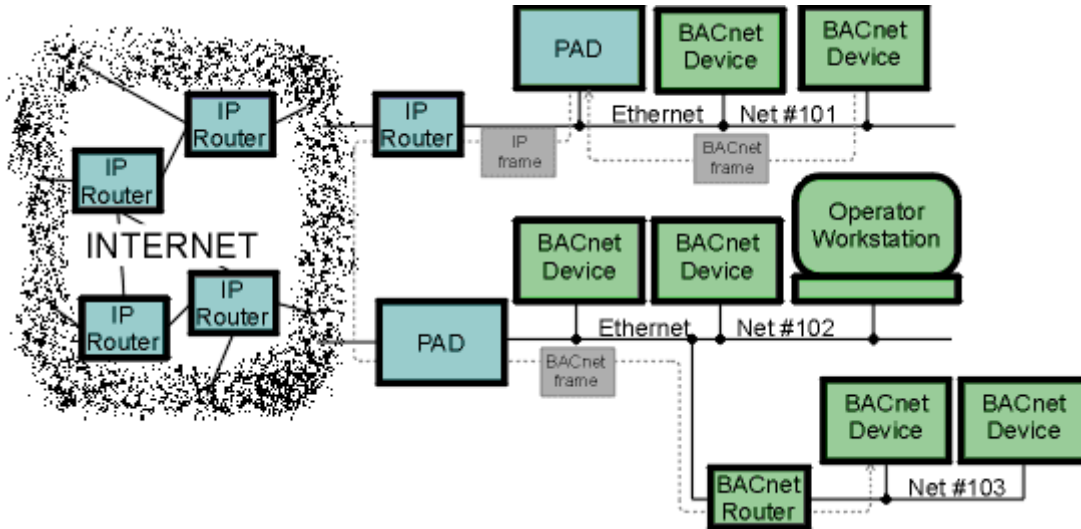


Figura 2.8.- Una Red física usando PADs

2.4.1 Bacnet/IP PADs.

Para conectar redes BACNet sobre redes IP, una especial clase de Router llamada BACNet/IP PAD (BACnet/Internet-Protocol Packet-Assembler-Disassembler) es ubicada en cada red BACNet. El PAD no necesita ser un dispositivo físicamente distinto, puede ser parte de un dispositivo que realiza otras operaciones, como un controlador de edificios.

Existen dos configuraciones de PADs, como se muestra en la figura número ocho (8). La primera tiene una conexión de red física, o puerto típicamente a una red Ethernet, a través del cual BACNet e IP son transmitidas y recibidas.

La segunda configuración tiene diferentes puertos para BACNet e IP. El puerto IP puede estar directamente sobre conectado en la red IP conectándose con la Red BACNet. Típicamente, el PAD aparece a la Red IP como un dispositivo comunicándose vía IP, no como un Router IP.

2.4.2 Redes Virtuales (VIRTUAL NETWORKS)

Dependiendo de la implementación, un conjunto de intercomunicación de PAD's pueden verse en la red de BACNet como simples router con un Puerto en cada una de las redes BACNet a la cual está conectada.

Los Routers IP y redes que participan en la comunicación son completamente invisibles a los dispositivos Bacnet

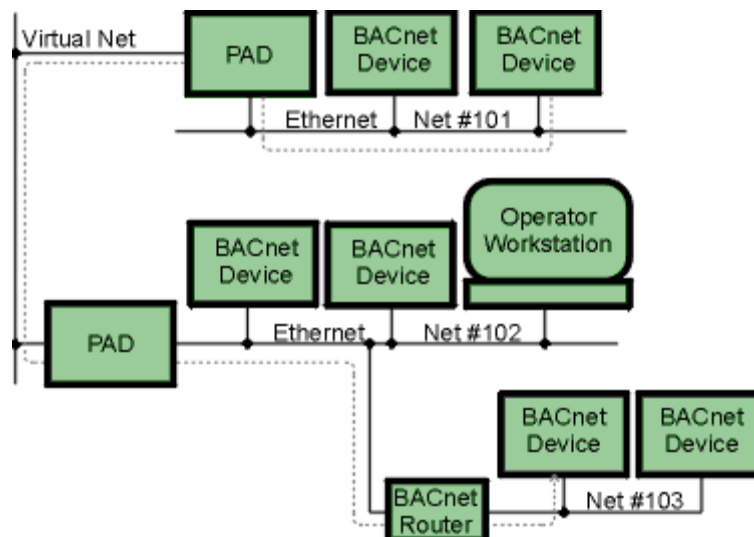


Figura 2.9.- Una Red virtual Bacnet usando PADs.

En una implementación diferente los dispositivos PAD pueden aparecer a la red BACNet como Routers de Bacnet directamente conectadas por una sola red. Esta red es llamada una red virtual (virtual network) porque será usualmente una red compuesta de múltiples redes IP en vez de una sola red física.

La Figure 2.8 muestra la implementación física de una internetwork. La Figure 2.9 muestra la internetwork incluyendo la red virtual y como aparecen los dispositivos Bacnet.

BACNet llamó a esta conexión como “Annex H.3 PAD devices”³ el cual muestra las formas más simples de conectar Redes Bacnet sobre Redes de Protocolo Internet, pero ellos tienen algunas limitaciones. Una es que los dispositivos no son fácilmente añadidos o removidos. Por esta razón el grupo de trabajadores IP de ASHRAE desarrollo un extensivo protocolo llamado Bacnet/IP y fue añadido al Bacnet estándar como Annex J.1¹⁰

Bacnet/IP es capaz de transportar mensajes Bacnet mediante broadcast sobre IP más eficientemente que dispositivos PAD, este permite a los dispositivos entrar al sistema desde cualquier lugar de la red IP.

Annex J define una red virtual llamada "BACnet/IP network", similar a la Red Virtual usada por los dispositivos PAD. Esta red virtual es compuesta de un grupo de dispositivos que se comunican entre sí usando protocolo Bacnet/IP.

Los dispositivos Bacnet/IP pueden residir en diferentes redes físicas que son parte de una larga Red IP, conectada solo por routers IP. Con diferencia de los dispositivos PAD, los dispositivos Bacnet/IP en la misma red virtual pueden también ser conectados a la red física.

Un aspecto de IP usado por el anexo J es la combinación de IP con otros protocolos para convertir mensajes desde un dispositivo a otro en toda la Red. TCP/IP es el más conocido y trabaja parecido a una llamada telefónica: una conexión es pedida, establecida y luego una comunicación bidireccional ocurre.

El más simple, pero también no tan conocido protocolo UDP/IP es usado por el anexo H.3 PAD's Devices como por el Anexo J BACnet/IP devices. Este trabaja como el mail: Un mensaje es enviado a una dirección de destino sin verificación de entrega a este nivel.

UDP es un protocolo muy sencillo. El numero de puerto 47808 (en hexadecimal X'BAC0) identifica mensajes Bacnet. Los dispositivos Bacnet/IP usan este puerto por default pero puede

¹⁰ Annex J, approved as Addendum 135a to the BACnet standard, may be found on the BACnet website at www.bacnet.org.

ser configurado para usar un número diferente si fuera necesario. La figura 2.10 muestra la estructura de un mensaje Bacnet/IP.

2.4.3 Administración Del Broadcast. (BROADCAST MANAGEMENT)

Los dispositivos BACNet / IP dispersos en torno a una Red IP se comunican directamente entre sí en la lectura los valores de datos, transferencia de archivos, o de otro tipo de comunicación de dispositivo a dispositivo. Sin embargo necesitan alguna ayuda, al enviar mensajes BACNet por broadcast, como el pedido BACnet "Who-Is" , sobre la red IP, porque la Red IP no sigue todas las reglas de Broadcast de Bacnet.

Broadcasting es un efectivo significado para conseguir mensajes de muchos dispositivos a la vez. Sin embargo, la experiencia muestra que en redes largas, el broadcast puede desbordar los dispositivos, porque cada mensaje es procesado por cada dispositivo que lo recibe. Por esta razón, los administradores de red normalmente deshabilitan las emisiones globales.

El grupo de trabajo IP desarrollo dos soluciones a este problema y lo definió en el anexo J . La primera es llamada "**Multicasting**" y la segunda es llamada "**BACnet/IP Broadcast Management Device**" (BBMD).

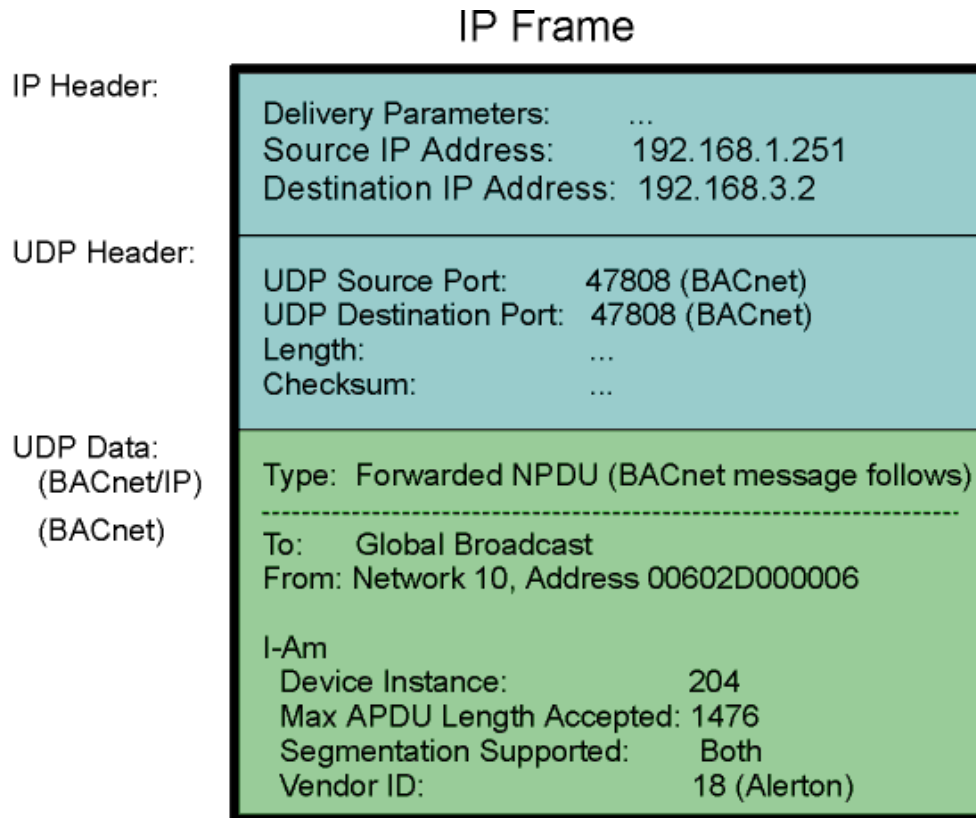


Figura 2.10: Estructura de un Mensaje Bacnet.

2.4.3.1 Multicasting

Multicasting usa una especial clase de broadcast que designa dispositivos únicamente para recibir información, evitando así la carga normal de las emisiones en todo el resto de dispositivos de la Internetwork. Un mensaje multicast tiene una especial forma de destinar direcciones llamada “multicast address”. Las direcciones multicast IP están en el rango desde 224.0.0.0 239.255.255.255.

Un mensaje multicast es transmitido a través de la Red pero solo es recibido y procesado por dispositivos configurados para recibir mensajes enviados a una dirección multicast en particular.

Multicasting tiene sus desventajas, Routers IP usualmente necesitan ser configurados para presentar los mensajes multicast. También debe haber la consideración cuando nuevos y diferentes dispositivos sean añadidos a un sistema porque los dispositivos Bacnet/IP que usan multicasting no pueden estar en la misma subred con los dispositivos que no usen multicasting.

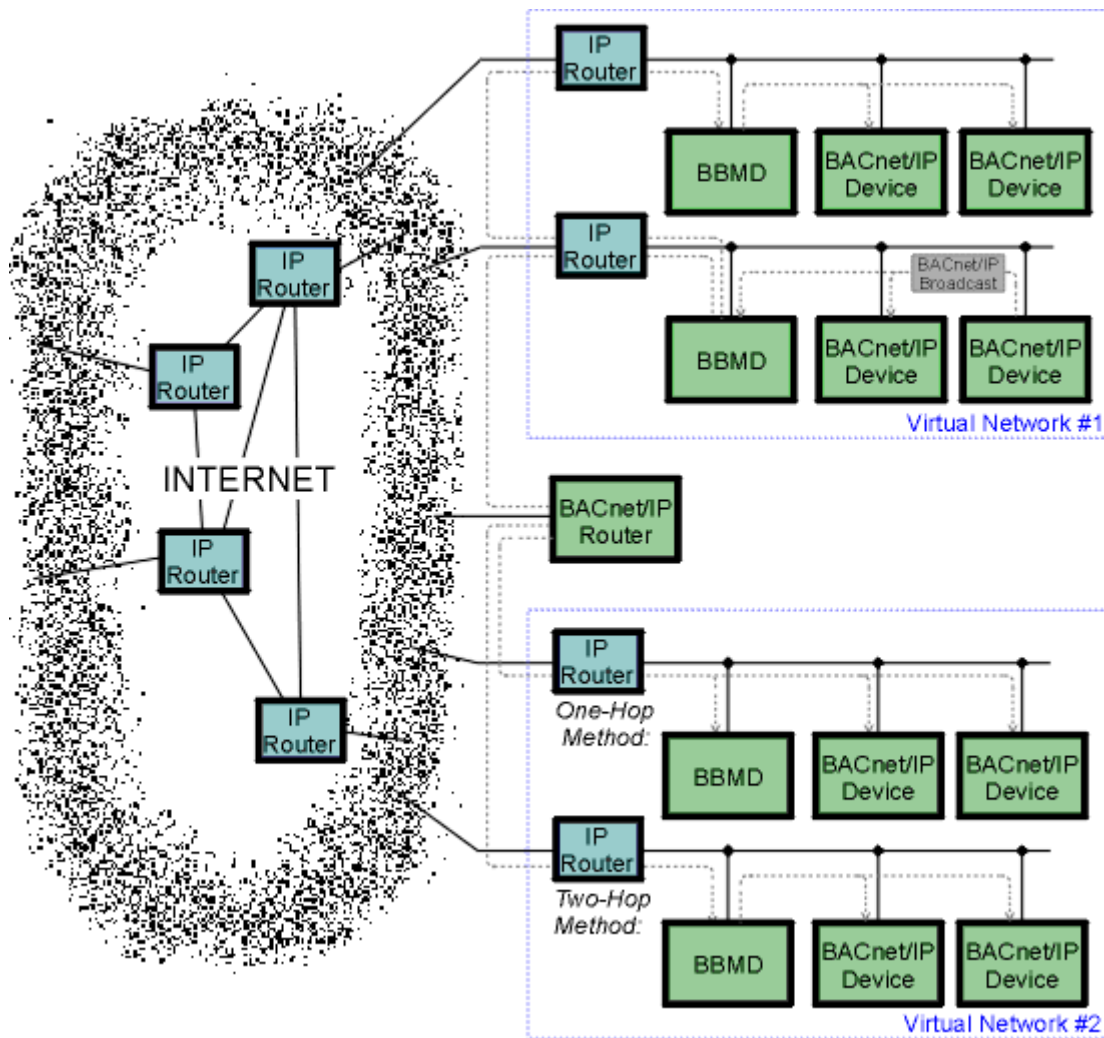


Figura 2.11: Bacnet/IP Router.

2.4.3.2 BACnet/IP Broadcast Management Device BBMDs

El BBMD envía directamente un mensaje Bacnet usando broadcast inicializado por un dispositivo Bacnet/IP en su red a otras redes con dispositivos Bacnet/IP. Hasta llegar a su red de destino, el mensaje es entonces emitido en esa Red.

Hay dos métodos disponibles en BBMD para emitir un mensaje en una red remota. En el broadcast directo "directed broadcast" o el metodo "one-hop", el mensaje tiene una dirección de destino el cual causa en el router IP que emita el mensaje en esa subred remota. Si el router no emite el mensaje, entonces el método "two-hop" debe ser usado. Aquí el mensaje a ser emitido es enviado al punto BBMD en la subred de destino. El punto BBMD entonces emite el mensaje en su subred. La figura 2.11 muestra ambos métodos en una red virtual #2.

Cada subred con dispositivos Bacnet/IP deben tener un BBMD con el objetivo de emitir desde los dispositivos de la red y alcanzar al resto de los dispositivos Bacnet/IP en la red virtual.

El BBMD guarda una tablea llamada "Broadcast Distribution Table", el cual lista todos los BBMD's incluyéndose a si mismo, en la Red Virtual. Esta tabla, idéntica en todos los BBMD's de la Red Virtual, además indica que método de broadcast one-hop o two-hop es utilizado en cada subred de destino.

El BBMD no necesita ser un distinto dispositivo físico, igual que el PAD, puede ser integrado dentro de un dispositivo que realice otras operaciones, como un controlador de edificios.

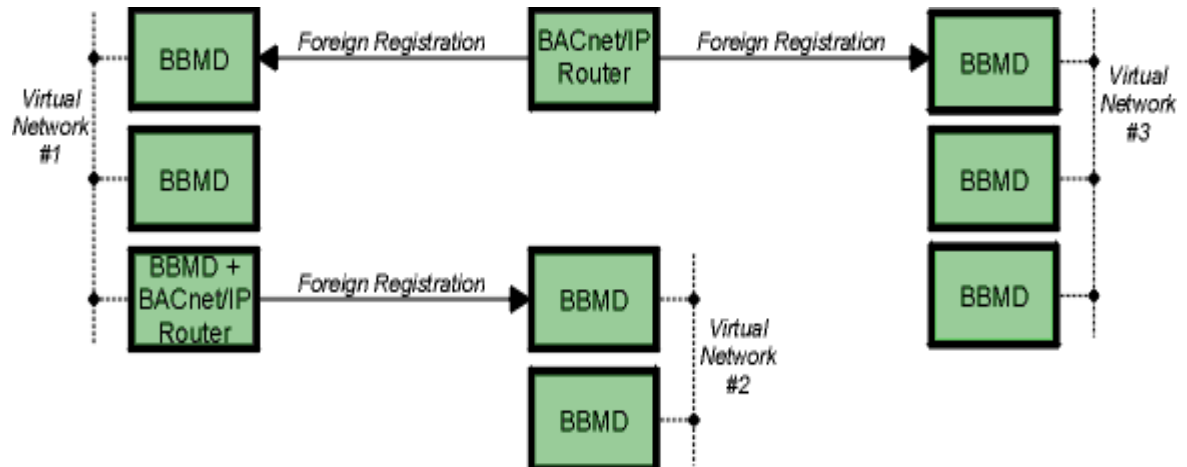


Figura 2.12 Routing entre Redes BACnet/IP con BBMDs.

2.4.4 Utilización de dispositivos BACnet y BACnet/IP

Dispositivos BACnet, BACnet/IP y PAD pueden operar en conjunto en una Red BACnet/IP pero tres reglas deben ser observadas.

La primera regla es que dispositivos Bacnet y Bacnet/IP no se pueden comunicar directamente entre ellos. Sus mensajes deben ser ruteados a través de un Router Bacnet a Bacnet/IP, como se muestra en la figura 2.12. Si ambos dispositivos existen en la misma Red, como en Ethernet, la Red tiene dos números de Redes Bacnet: una para los dispositivos Bacnet y otra para los dispositivos Bacnet/IP.

La segunda regla es que los dispositivos Bacnet no se pueden conectar directamente con dispositivos PAD. Para reunir dispositivos Bacnet/IP a un sistema usando dispositivos PAD y Bacnet, un router Bacnet a Bacnet/IP debe estar en la misma Red Bacnet así como uno de los PADS's, como se muestra en la figura 12.

La tercera regla es que los requerimientos Bacnet de un camino entre dos dispositivos es encontrado si el mensaje Bacnet no tiene más que un camino a través de routers BACnet y BACnet/IP entre cualquiera de los dos dispositivos BACnet y BACnet/IP.

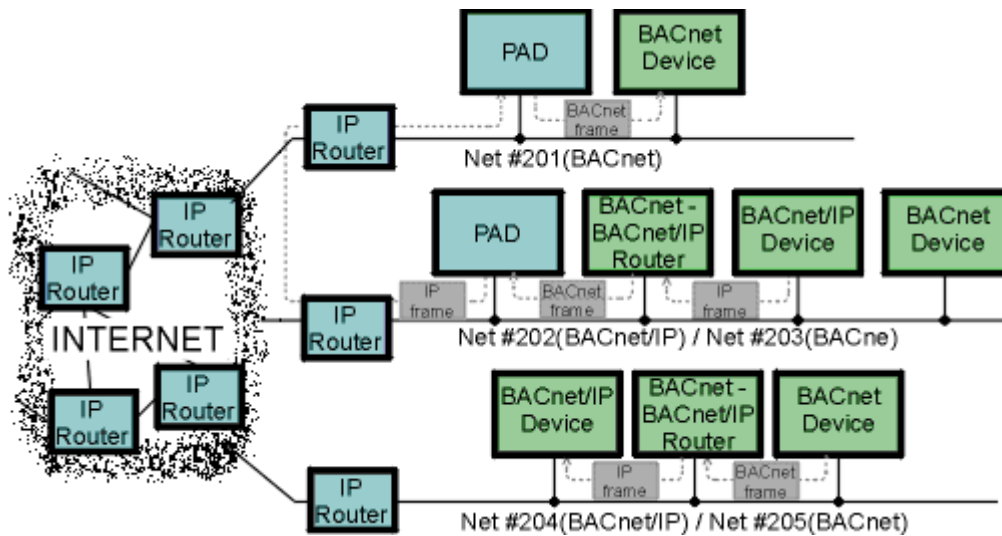


Figura 2.13.- Utilización de dispositivos BACnet y BACnet/IP.

En resumen el rápido incremento usado en Redes IP de Wide-area provee una excelente oportunidad para expandir el alcance de los sistemas Bacnet. Los anexos “H.3 PAD devices” y el anexo “J Bacnet/IP devices” proveen a los sistemas Bacnet seguir creciendo en redes usados en Edificios al crear sistemas que cubren ciudades, regiones, países e incluso continentes enteros.

2.5 EL FUTURO DE BACNET.

BACNet nació a finales de los años ochenta en Estados Unidos en la ASHRAE (Sociedad Americana de Ingenieros de Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado) y fue reconocido como ANSI un estándar americano en 1995.

A lo largo de estos años una larga lista de referencias convierten a BACNet en un protocolo global capaz de integrar equipos de un amplio abanico de fabricantes en un único sistema e incluso de integrar equipos y subsistemas de otros protocolos como pueden ser EIB-KNX o LONWorks.

El crecimiento de BACNet está en aumento, cerca de una tercera parte de trabajos con BACNet se han realizado en los Estados Unidos y otros trabajos han sido reportados en Canadá, México, Brasil, Alemania, Suiza, UK, Hong Kong, Singapur, Australia, y Taiwán.

Desde entonces BACNet ha ido avanzando hasta lograr ser un estándar europeo (CEN) e internacional (ISO) en 2004.

Ahora en día el sistema ha ganado aceptación alrededor del mundo y ha sido introducido en los Países de China, Japón y designado como estándar nacional en Corea. Por esta razón es seguro decir que BACNet es el futuro en el Control y Automatización de Edificios.¹¹

¹¹ The new Standar Protocol. [www. Bacnet.org](http://www.Bacnet.org).

CAPITULO III

NORMATIVIDAD EN EDIFICIOS COMERCIALES AUTOMATIZADOS

3.1.- NORMAS PARA SISTEMAS DE DISTRIBUCION¹²

3.1.1.- Objetivos

El objetivo de esta norma es: “Instituir técnicas de orden teórico – práctico que regulen en forma estándar los Sistemas de Distribución, en las fases de Diseño y Construcción en el área de concesión de la Empresa Eléctrica Quito S.A.”

3.1.2.- Alcance y Objetivo de las Normas

Las Normas constituyen un conjunto de informaciones básicas y recomendaciones de orden práctico, conformadas con el propósito de ordenar y orientar la ejecución del diseño de las redes de distribución a ser realizado por el personal de la Empresa o por profesionales independientes para instalaciones localizadas dentro del área de servicio de la Empresa.

3.1.3.- Campo de Aplicación de las Normas

El contenido de las Normas se encuentra orientado preponderantemente hacia el diseño de las redes de distribución en áreas urbanas y rurales en las cuales se proyecten nuevos desarrollos urbanísticos que se incorporen al sistema de la Empresa como parte del proceso de ampliación del área de suministro.

El campo de aplicación específico de las Normas, se limita a aquellas instalaciones típicas que pueden asociarse con la distribución eléctrica en áreas residenciales o comercio residenciales,

¹² Normas para sistemas de distribución, Empresa Eléctrica Quito.

con densidades de carga bajas y medias, que constituyen los casos más frecuentes y en los cuales son aplicables soluciones comunes.

El diseño de instalaciones asociadas con áreas comerciales, industriales o de uso múltiple que, en general, pueden tener densidades de carga medias y altas y que requieren soluciones especiales, deberá ser motivo de consulta ante la Empresa, la cual emitirá en cada caso las disposiciones complementarias a ser consideradas por el proyectista; sin embargo, las Normas tendrán plena validez, aún para estos casos especiales, en todo lo que tiene relación a criterios y recomendaciones de orden general.

3.1.4.- Descripción General del Sistema Empresa Eléctrica Quito

Las características y configuración generales de los elementos componentes del Sistema de potencia operado por la Empresa Eléctrica Quito se resumen a continuación:

- Centros de generación y recepción de energía: constituidos por centrales de generación hidráulica y térmica y subestaciones de recepción de la energía proveniente del Sistema Nacional Interconectado.
- Sistema de transmisión y subtransmisión en alta tensión conformado básicamente por un anillo que rodea el área urbana de Quito y líneas radiales que alimentan los centros de carga localizados en el resto del área de servicio.
- Subestaciones de distribución para la transformación de la tensión de transmisión y subtransmisión a la tensión primaria, ubicadas en los centros de carga a partir de los cuales se desarrollan las redes de distribución.
- Líneas y redes de distribución en media y baja tensión que alcanzan los puntos de alimentación a los consumidores.

En lo relativo a las redes de distribución, las características básicas que determinan la conformación de las instalaciones existentes son las siguientes:

3.1.4.1.- Tipo de instalación:

- Subterránea, en el área central-comercial de Quito y en áreas urbanas localizadas que presentan condiciones especiales por densidad de carga y/o aspectos urbanísticos.
- Aérea, con conductores desnudos y sobre estructuras de soporte en el resto de la zona urbana de Quito, zonas periféricas y área rural.

3.1.4.2.- Esquemas de conexión:

- En el área central-comercial de Quito, coincidente con las redes en instalación subterránea, el esquema utilizado para la red primaria es radial, con centros de transformación constituidos por dos transformadores de distribución, cada uno de los cuales está alimentado por líneas primarias diferentes, mientras que para la red secundaria se aplica el esquema “Network” o mallado. En las restantes áreas con redes subterráneas, la red primaria es simplemente radial y la secundaria se encuentra “banqueada” entre centros de transformación, que consiste en conectar en paralelo los circuitos de grupos de transformadores.
- En las zonas del sistema con distribución en instalación aérea, las redes primarias de media tensión son radiales, mientras que las redes secundarias son radiales o se encuentran interconectadas entre centros de transformación.

3.1.5.- Configuración de los Sistemas de Distribución

Las líneas primarias a 6,3 kV entre fases, son predominantemente a tres conductores y están, en general, asociadas con circuitos secundarios trifásicos; eventualmente, en áreas periféricas con cargas dispersas, se derivan ramales con dos conductores de fase a 6,3 kV, asociados con circuitos secundarios monofásicos.

Las líneas primarias a 22,8 kV, están conformadas con uno, dos o tres conductores de fase y un conductor de neutro continuo sólidamente puesto a tierra a partir del punto neutro de la Subestación de Distribución y común con los circuitos secundarios. Los circuitos secundarios asociados con la red primaria a esta tensión, son predominantemente monofásicos a tres conductores y eventualmente trifásicos.

Las líneas primarias a 13,8 kV, están conformadas con uno, dos o tres conductores de fase y un conductor de neutro continuo sólidamente puesto a tierra a partir del punto neutro de la Subestación de Distribución y común con los circuitos secundarios. Los circuitos secundarios asociados con la red primaria a esta tensión, son predominantemente monofásicos a tres conductores.

3.1.6.- Zonificación por uso de la tierra

“Las regulaciones sobre el uso de la tierra que determinan, en principio, las características de las obras de urbanización y los requerimientos de los servicios públicos, son establecidas por los Organismos competentes de planificación en cada uno de los cantones comprendidos dentro del área de servicio.

En lo relativo al área urbana de Quito, el Proyectista deberá consultar las disposiciones del Departamento de Planificación del Municipio de Quito y el Plano de “Regularización de densidades y zonificación”, elaborado por ese Departamento y vigente a la fecha.”

3.2.- NORMA EIA/TIA PARA SISTEMA DE CABLEADO EN EDIFICIOS COMERCIALES.¹³

"Esta norma específica un sistema de cableado de telecomunicaciones genérico para edificios comerciales que soportará un ambiente multiproducto y multifabricante.

También proporciona directivas para el diseño de productos de telecomunicaciones para empresas comerciales. El propósito de esta norma es permitir la planeación e instalación de cableado de edificios comerciales con muy poco conocimiento de los productos de telecomunicaciones que serán instalados con posterioridad. La instalación de sistemas de cableado durante la construcción o renovación de edificios es significativamente menos costosa y desorganizadora que cuando el edificio está ocupado."

3.2.1.- Alcance

La norma EIA/TIA 568A específica los requerimientos mínimos para el cableado de establecimientos comerciales de oficinas. Se hacen recomendaciones para: La topología. La distancia máxima de los cables. El rendimiento de los componentes. Las tomas y los conectores de telecomunicaciones. Se pretende que el cableado de telecomunicaciones especificado soporte varios tipos de edificios y aplicaciones de usuario. Se asume que los edificios tienen las siguientes características: Una distancia entre ellos de hasta 3 km . Un espacio de oficinas de hasta 1,000,000 m². Una población de hasta 50,000 usuarios individuales. Las aplicaciones que emplean el sistema de cableado de telecomunicaciones incluyen, pero no están limitadas a: Voz, Datos, Texto, Video, Imágenes. La vida útil de los sistemas de cableado de telecomunicaciones especificados por esta norma debe ser mayor de 10 años.

¹³ [www.arqhys.com/reglas de cableado](http://www.arqhys.com/reglas-de-cableado).

3.2.2.- Estándar ANSI/TIA/EIA-569 para los ductos, pasos y espacios necesarios para la instalación de sistemas estandarizados de Telecomunicaciones

Este estándar reconoce tres conceptos fundamentales relacionados con telecomunicaciones y edificios: Los edificios son dinámicos. Durante la existencia de un edificio, las remodelaciones son más la regla que la excepción. Este estándar reconoce, de manera positiva, que el cambio ocurre. Los sistemas de telecomunicaciones y de medios son dinámicos. Durante la existencia de un edificio, los equipos de telecomunicaciones cambian dramáticamente. Este estándar reconoce este hecho siendo tan independiente como sea posible de proveedores de equipo. Telecomunicaciones es más que datos y voz. Telecomunicaciones también incorpora otros sistemas tales como control ambiental, seguridad, audio, televisión, alarmas y sonido. De hecho, telecomunicaciones incorpora todos los sistemas de bajo voltaje que transportan información en los edificios. Este estándar reconoce un precepto de fundamental importancia: De manera que un edificio quede exitosamente diseñado, construido y equipado para telecomunicaciones, es imperativo que el diseño de las telecomunicaciones se incorpore durante la fase preliminar de diseño arquitectónico. Esta norma se refiere al diseño específico sobre la dirección y construcción, los detalles del diseño para el camino y espacios para el cableado de telecomunicaciones y equipos dentro de edificios comerciales.

3.3.- NORMA ANSI/ASHRAE/IESNA 90.1-2004 AHORRO DE ENERGIA.¹⁴

Esta norma permite a los usuarios aplicar los principios de energía efectiva conservando diseño y sistemas de edificios.

Además, instruye al usuario en la aplicación de muchas herramientas usadas con el Estándar 90.1: el programa de computadora EnvStd usado con el método de Building Envelope Trade-Off; la selección y aplicación de programas de simulación de energía.

3.3.1.- Beneficios de la Eficiencia Energética

- La reducción de Costos incrementa las ganancias
- Muchas de las mejoras tienen un plazo corto de retorno de la inversión
- Reducción de consumo de electricidad y pico de demanda (energía y capacidad)
- Reducción de uso de combustibles
- Reducción de consumo de agua
- Disminución de efectos ambientales
- Imagen Corporativa
- Durante los estudios, se pueden mejorar los procesos por otros motivos

¹⁴ ANSI/ASHRAE/IESNA Standard 90.1-2004. PDF

3.4.- NORMAS NFPA¹⁵

Los Códigos y Normas de la NFPA son ampliamente adoptados debido a que son generados a través de un proceso abierto y consensuado. Todos los Códigos y Normas de la NFPA son desarrollados y revistos periódicamente por más de 5000 miembros de comités voluntarios quienes cuentan con suma experiencia en el campo profesional. Dichos voluntarios participan en más de 200 Comités Técnicos y son fiscalizados por la Junta Directiva de la NFPA, la cual a su vez designa a un Consejo de Normas compuesto por 13 miembros que administra las actividades que generan las normas y sus reglamentaciones.

3.4.1.- Definición de los Códigos y Normas de la NFPA

De acuerdo a las Reglamentaciones de los Proyectos de Comités Reguladores pertenecientes a la NFPA ("Regulations Governing Committee Projects"):

- **Código** – Es una norma que es una compilación extensa de cláusulas que cubren una amplia gama de temas y que son plausibles de ser adoptadas y transformadas en leyes independientemente de otros Códigos y Normas.
- **Norma** – Es un documento cuyo texto principal contiene sólo cláusulas obligatorias que utilizan las palabras “se deberá” para indicar requisitos y cuyo formato generalmente es apropiado para que otra norma u otro código haga referencia a él o lo adopte como ley. Las cláusulas no obligatorias deberán ser citadas en un apéndice o nota al pie de página y no deberán ser consideradas parte de los requisitos de una norma.

¹⁵ www.nfpa.com

3.4.2.- Antecedentes

El proceso que genera los Códigos y Normas de la NFPA comenzó en 1896 cuando un pequeño grupo de profesionales interesados se reunieron en Boston para discutir las inconsistencias en el diseño y la instalación de sistemas de rociadores contra incendio. En aquel momento solo existían nueve normas diferentes que versaban sobre el tamaño de los caños y la distancia entre rociador y rociador cuando estos hombres de negocios se dieron cuenta de que a menos de que estas discrepancias se resolvieran, la eficiencia y confianza depositada en estos sistemas de rociadores se vería comprometida. Trabajando conjuntamente, este pequeño grupo creó una norma para la instalación uniforme de sistemas de rociadores que se transformó en la base para la NFPA 13, *Norma para la Instalación de Sistemas de Rociadores*. El proceso generador de los Códigos y Normas de la NFPA había comenzado.

Por más de 100 años la NFPA ha desarrollado y modernizado sus Códigos y Normas vinculados a todas las áreas de la seguridad contra incendio. Esta organización posee miembros, es de carácter internacional y sin fines de lucro cuya misión es la de reducir el impacto que tienen los incendios en la calidad de vida mediante los Códigos y Normas consensuadas de base científica que genera, como así también su investigación y la educación para la prevención de incendios y otros temas vinculados. En tanto la NFPA se encuentra abocada a una extensa investigación para prevenir los incendios y genera numerosos programas y materiales educativos para prevenirlos, su eje central radica en el sistema generador de sus Códigos y Normas. Actualmente existen más de 300 Códigos y Normas contra incendio de la NFPA que se utilizan en todo el mundo.

3.4.3.- Consejo de Normas

El Consejo de Normas de la NFPA es un Comité de la Asociación compuesto por 13 individuos designados por la Junta Directiva de la NFPA. La función principal del Consejo es la de fiscalizar las actividades de desarrollo de los Códigos y Normas de la Asociación y de las Reglamentaciones de los Proyectos de los Comités Reguladores.

Una de las responsabilidades principales del Consejo es la de asegurar que sea llevado a cabo un proceso justo a lo largo de la creación y la revisión de todos los Códigos y Normas de la NFPA y otros documentos pertinentes. El Consejo emite todos los Códigos y Normas de la NFPA. Luego de hacerse público y de ser votado por los miembros de la NFPA en el encuentro de la NFPA que se desarrolla durante el mes de mayo, el Consejo se reunirá y considerará apelaciones sobre cuestiones no resueltas.

Los documentos son típicamente emitidos por el Consejo sin ser cuestionados, a menos que alguien promueva una apelación dentro de los 20 días de llevado a cabo el encuentro de mayo. Cada año el Consejo presencia aproximadamente entre 2 y 3 docenas de apelaciones acerca de diferentes temas. El mismo tiempo le es otorgado a los argumentos que son promovidos en estas audiencias por aquellos que están a favor o en contra de la apelación. Basado en los registros completos que el Consejo posee, el mismo considera todos los puntos más sobresalientes y luego emite los documentos. Las áreas de apelaciones incluyen las siguientes:

- la decisión del Consejo de Normas acerca de si un documento debe ser desarrollado;
- la acción de la Asociación en relación a los ROP o ROC en el encuentro de la Asociación;
- la validez técnica u objetividad de un documento o parte de un documento;
- la decisión del Consejo en relación al nombramiento de un miembro nominado al Comité

Los miembros del Consejo de Normas están íntimamente familiarizados con las funciones del desarrollo de los Códigos y Normas de la Asociación y son seleccionados de una amplia gama de intereses pertinentes. El Secretario del Consejo es un miembro del personal de la Asociación y un miembro no votante del Consejo.

Este proceso que hoy en día incluye el Consejo de Normas de la NFPA, ha evolucionado a lo largo de más de 100 años y entrega los Códigos y Normas Técnicas consensuadas que sirven adecuadamente a las necesidades de la sociedad.

3.4.4.- Terminología de la NFPA

- **Documento (Documento de un Comité Técnico):** Código, norma, práctica recomendada, o guía excluyendo cualquier índice que pudieran contener.
- **Errata:** Corrección emitida para un documento de la NFPA, publicada en *NFPA News*, National Fire Codes Subscription Service (NFCSS), e incluida en cualquier distribución posterior del documento.
- **Actualización de Extracto:** Cambio emitido en el extracto del texto de un documento debido a que el documento original ha sido modificado.
- **Interpretación formal (IF):** Cuestión en un documento de la NFPA que es procesada de conformidad con el Artículo 6 de las Normas Regulatoras de los Proyectos de los Comités. Una (IF) es la posición oficial del Comité Técnico acerca del significado o la intención del documento. Publicada en *NFPA News* y en el Volúmen 15 del National Fire Codes Subscription Service (NFCSS).
- **National Fire Codes® (NFC): (Códigos de Incendio Nacionales®):** Recopilación anual en 14-volúmenes de todos los documentos de los Comités Técnicos de la NFPA (unos 300) con los primeros 12 volúmenes consistiendo en códigos y normas y los dos

restantes conteniendo prácticas recomendadas y guías. Publicado en Marzo, incluye los documentos adoptados como resultado de la Conferencia de Educación de Otoño de la NFPA (Conferencia de Otoño).

- **Suplemento NFC:** Volumen suplementario de los *Códigos de Incendio Nacionales* (*National Fire Codes- NFC*) publicado en Julio conteniendo los documentos adoptados como resultado de la Conferencia y Exposición de la Seguridad Mundial de la NFPA (Conferencia Anual).
- **National Fire Codes® Subscription Service (NFCSS): (Servicio de Suscripción a los Códigos de Incendio Nacionales®):** Servicio de Suscripción que consiste en un CD-ROM, folleto o versión online de los *Códigos de Incendio Nacionales*. Además de los 14 volúmenes de los *Códigos de Incendio Nacionales*, hay un décimo-quinto volumen con información acerca de las normas que contienen las Interpretaciones Formales y el Índice Principal.
- **Panfleto:** Uno de los 300 documentos de los Comités publicado y distribuido como manual individual.
- **Informe sobre Comentarios (ROC):** Recopilación de Informes con comentarios públicos y del comité y las acciones de los Comités acerca de los comentarios recibidos como resultado de la circulación del Informe de Propuestas (ROP).
- **Informe de Propuestas (ROP):** Recopilación de informes de los comités con modificaciones propuestas (propuestas públicas y de los comités) a documentos existentes y texto propuesto de cualquier documento nuevo publicado para revisión pública y comentario previo a la fecha de cierre del comentario publicado.
- **Consejo de Normas:** El Consejo de Normas es un comité de la Asociación conformado por 13 personas nombradas por el Directorio de la NFPA. La función primaria del Consejo es la de revisar las actividades de desarrollo de normas y códigos de la Asociación, y las normas Reguladoras de los Proyectos de los Comités.
- **Comité Técnico (TC):** Grupo responsable del desarrollo y revisión de cualquier documento o documentos resultantes de un proyecto del Comité Técnico. Un Comité Técnico que responda a un Comité Técnico Correlativo, puede llamarse Panel.

- **Proyecto del Comité Técnico (Proyecto):** Actividad técnica definida por el alcance aprobado del comité dentro del cual un Comité Técnico o un Comité Técnico Correlativo funcionan para desarrollar uno o más Documentos.
- **Comité Técnico Correlativo (TCC):** Grupo asignado para manejar y coordinar las actividades de un proyecto del Comité Técnico y dentro del que funciona más de un Comité Técnico.
- **Enmienda Interina Tentativa (TIA):** Enmienda a un documento de la NFPA procesada de conformidad con el Artículo 5 de las Normas Regulatoras de los Proyectos de los Comités. No ha pasado por todo el proceso de desarrollo de códigos y normas de ser publicada en un ROP y ROC para su revisión y comentario. Las TIAs son solo efectivas entre ediciones del Documento. Una TIA se convierte automáticamente en propuesta de su patrocinador para la siguiente edición del Documento, y como tal, está luego sujeta a todos los procedimientos de elaboración de códigos y normas. Son publicadas en *NFPA News* y en cualquier distribución posterior del Documento, y enviadas al NFCSS, luego de ser emitidas por el Consejo de Normas.

3.4.5.- Advertencia y renuncia de responsabilidad en relación al uso de los documentos de la NFPA

Los códigos, las normas, las prácticas recomendadas y las guías publicadas por la NFPA son desarrollados según un proceso de desarrollo de normas consensuado aprobado por el American National Standards Institute (ANSI). Dicho proceso reúne voluntarios que representan una variada gama de puntos de vista e intereses para lograr un consenso en relación a temas vinculados a los incendios y otros problemas de seguridad. En tanto la NFPA administra el proceso y establece reglas que promueven la equidad en el desarrollo del consenso, no revisa independientemente, ni evalúa, ni verifica la exactitud de ninguna información, ni la solidez de ninguna decisión contenida en sus códigos y normas.

La NFPA renuncia toda responsabilidad por cualquier lesión personal o a la propiedad, u otros daños de cualquier naturaleza, sin importar si este fuere especial, indirecto, o consecuencia, o compensatorio directamente o indirectamente resultante de la publicación, el uso o la confianza depositada en los Códigos y Normas de la NFPA. La NFPA tampoco da seguridad, ni garantiza la exactitud o completitud de ninguna información publicada en los Códigos y Normas de la NFPA.

En el hecho de publicar y dar acceso a los Códigos y Normas de la NFPA, dicho organismo no se compromete a brindar servicios profesionales o de ningún otro tipo, para o en nombre de ninguna otra entidad, como así tampoco se compromete a realizar ninguna tarea adeudada por una persona o una entidad a cualquiera otra. Todo aquel que utilice los Códigos y Normas de la NFPA deberá confiar independientemente en su propio juicio o, según corresponda, buscar consejo profesional competente para determinar el ejercicio de un cuidado razonable bajo cualquier circunstancia. La NFPA no sólo no posee ningún poder, sino que tampoco se compromete a vigilar o a apoyar el cumplimiento de los Códigos y Normas de la NFPA. La NFPA tampoco certifica, verifica o inspecciona productos, diseños o instalaciones que cumplan los Códigos y Normas de la NFPA. Ningún certificado u otra declaración de acatamiento a los requisitos de los Códigos y Normas de la NFPA serán atribuibles a la NFPA, y será sólo responsabilidad de aquel que certifique o genere dicha declaración.

3.4.5.1.- Actualización de los documentos de la NFPA

Aquellos que utilizan los Códigos y Normas de la NFPA deben tomar conciencia de que estos documentos pueden ser sustituidos, en cualquier momento, por la publicación de una nueva edición o pueden ser reformados ocasionalmente a través de la publicación de las Enmiendas Interinas Tentativas (TIAs). Un documento de la NFPA oficial en cualquier punto de su proceso de creación consiste de la edición corriente de dicho documento, conjuntamente con las TIAs y cualquier Fe de Erratas (Errata) consecuentemente.

3.4.5.2.- Interpretación de los documentos de la NFPA

Una declaración escrita u oral que no haya sido procesada de acuerdo al Artículo 6 de las Normas Regulatoras de los Proyectos de los Comités, no será considerada como una posición

oficial de la NFPA o de ninguno de sus Comités, como tampoco deberá ser tomada cual Interpretación Formal.

3.4.5.3.- Patentes

La NFPA no toma ninguna posición en relación a la validez de ningún derecho de patente que sea sostenido en relación a ningún punto que se haya mencionado, o que constituya el tema de los Códigos y Normas de la NFPA. La NFPA renuncia toda responsabilidad por la usurpación de cualquier patente resultante del uso, o de la confianza depositada en estos documentos. Todos aquellos que utilicen estos documentos son expresamente advertidos acerca de la determinación de la validez de cualquiera de dichos derechos de patentes, y el riesgo de violación de tales derechos queda bajo la total responsabilidad de los usuarios. La NFPA adhiere a la política aplicable del ANSI en relación a las patentes. Para mayor información contactarse con la NFPA al domicilio citado más adelante.

3.4.5.4.- Leyes y Reglamentaciones

Todos los usuarios de los Códigos y Normas de la NFPA deberán consultar las leyes y reglamentaciones que se apliquen en el territorio local, estatal y federal. No es la intención de la NFPA al publicar sus Códigos y Normas el fomentar ninguna acción que no condiga con las leyes aplicables, y consecuentemente estos documentos no deberán ser utilizados en dicho sentido.

3.4.5.5.- Propiedad Intelectual

Los Códigos y Normas de la NFPA son propiedad de la NFPA. Se da acceso a ellos para una amplia variedad de usos tanto en el ámbito público como en el privado e incluyen el uso por

referencia en las leyes y reglamentaciones y el uso en la autorregulación privada, la normalización y la promoción de prácticas y métodos seguros. No es intención de la NFPA al dar acceso a sus Códigos y Normas para su uso y adopción por medio de las autoridades públicas y usuarios privados, el renunciar a ningún derecho de autor sobre dichos documentos. La utilización de los documentos de la NFPA con motivos regulatorios podrá realizarse a través de la adopción por referencia. El término “adopción por referencia” implica solamente la cita del título, edición e información de publicación. Cualquier omisión, agregado o cambio deseado por la autoridad que adopta el documento deberá ser citado separadamente en el instrumento de adopción. Para asistir a la NFPA en el seguimiento de los usos que fueron realizados de sus propios documentos se requiere que las autoridades que los adopten notifiquen por escrito de dicho uso a la NFPA. (Attention: Secretary, Standards Council).

3.4.6.- NFPA 2007

Durante los últimos cuatro años, los comités técnicos que conforman el proyecto de la NFPA sobre sistemas de señalización para la protección de la vida y de la propiedad, han estado revisando en profundidad el NFPA 72, *Código Nacional de Alarmas de Incendio*. Las revisiones se han enfocado en hacer el documento más simple para el usuario, en introducir nuevas tecnologías, y en pensar en función del diseño, instalación y mantenimiento de los sistemas de alarma.

Un número de grupos de tarea muy activos comenzaron temprano el trabajo de este ciclo de revisión del código para abordar temas específicos. Los grupos de tareas se establecen a menudo mediante un comité técnico o comité de correlación técnica para enfocar temas específicos que requieren mayor revisión que la que puede brindarse durante las reuniones formales de los comités técnicos. Las actividades de los grupos tienen como resultado propuestas de cambios en los códigos que los comités técnicos pueden luego revisar para incorporarlos al documento.

Estos grupos de tareas luchan para incluir una amplia participación y la experiencia técnica requerida para abordar los temas de manera adecuada, por esta razón, los miembros de los

grupos se convocan a menudo desde afuera de los comités técnicos. Durante este ciclo, los grupos de tareas se mantuvieron activos y se enfocaron en las definiciones de los sistemas de alarma de incendio, sistemas ‘suplementarios’ versus ‘no-requeridos’, calificaciones del personal y tareas de notificación masiva.

El formato del NFPA 72 se ha mantenido consistente con la edición 2002, que fue reorganizada para ser consistente con el *Manual de estilo para documentos técnicos de la NFPA*. Esto incluyó el agregado de varios capítulos y la remuneración de capítulos existentes, formato que se ha proyectado en la edición 2007. Se espera que el formato permanezca consistente para el futuro inmediato.

El NFPA 72 está organizado en 11 capítulos:

1. Administración
2. Publicaciones de referencia
3. Definiciones
4. Fundamentos de los sistemas de alarma de incendio
5. Dispositivos de inicio
6. Sistemas de alarma de incendio para Instalaciones protegidas
7. Aparatos de notificación
8. Sistemas de alarmas de incendio en estaciones de supervisión
9. Sistemas públicos de notificación de alarmas de incendio
10. Inspección, prueba y mantenimiento
11. Alarmas de estación única y múltiple y sistemas domésticos de alarmas de incendio

Dos nuevos anexos se agregaron, uno que brinda guía sobre el diseño e instalación de los sistemas de notificación masiva y el otro que incorpora una nueva norma de la Asociación Nacional de Fabricantes Eléctricos, la SB 30, Anunciador e interfaz del departamento de bomberos.

3.4.6.1.- Definición de varios tipos de sistemas

Un tema que ha sido fuente de confusión y de discusión significativa es el tema de si clasificar un sistema de alarma de incendio por tipo, hace que las características y dispositivos que deben ser instalados, lo sean como parte del sistema bajo los requerimientos de NFPA 72. Esta cuestión a menudo surge al final de un proyecto cuando los cambios al sistema pueden ser difíciles y costosos.

Para aclarar la cuestión, el grupo de tareas correspondiente a las definiciones de los sistemas de alarma de incendios le dedicó mucho tiempo a la revisión y al debate de este tema, proponiendo finalmente cambios al párrafo 1.3.1, que aborda la clasificación y definición de los sistemas. El grupo propuso el cambio de los “Sistemas de alarma de incendio en instalaciones protegidas” en el párrafo 1.3.1 a “Sistemas (Locales) de alarma de incendio para instalaciones protegidas,” y “Sistemas de alarma de incendio de estación central” a “Sistemas de alarmas de incendio del servicio de estación central.”

La definición propuesta para el servicio de estación central es “un sistema o grupo de sistemas que incluye sistema/s de alarma de incendio de instalaciones protegidas donde las operaciones de circuitos y dispositivos son señalizados hacia, registrados en, y supervisados desde una estación central listada que cuenta con operadores competentes y experimentados quienes, al recibir una señal, toman las acciones requeridas por este Código. Las actividades relacionadas en instalaciones protegidas o en la propiedad, tales como la instalación del equipamiento, inspección, prueba y mantenimiento y servicio de funcionamiento son responsabilidad de la estación central o una compañía local de servicios de alarma de incendios listada. El servicio de la estación central es controlado y operado por una persona, firma, o corporación cuyo negocio es el de suministrar tales servicios contratados o cuyas propiedades sean las de las instalaciones protegidas”.

La definición propuesta para el servicio de estación de supervisión de propiedad es “un sistema o grupo de sistemas que incluye el/los sistema/s de alarma de incendio de las instalaciones protegidas en donde las operaciones de circuitos y dispositivos son señalizados hacia, registrados en, y supervisados desde una estación de supervisión bajo la misma titularidad que las instalaciones protegidas que cuentan con operadores competentes y

experimentados quienes, al recibir una señal, toman las acciones requeridas por este Código. Las actividades relacionadas en las instalaciones protegidas o en la propiedad, tales como la instalación del equipamiento, inspección, prueba, mantenimiento y servicio de funcionamiento son responsabilidad del propietario. El servicio de estación de supervisión de propiedad es controlado y operado por la entidad propietaria de las instalaciones protegidas.”

La definición propuesta para el servicio de estación de supervisión remota es “un sistema que incluye el/los sistema/s de alarma de incendio de las instalaciones protegidas en donde las operaciones de circuitos y dispositivos son señalizados hacia, registrados en, y supervisados desde una estación de supervisión que cuenta con operadores competentes y experimentados quienes, al recibir una señal, toman las acciones requeridas por este Código. Las actividades relacionadas en las instalaciones protegidas, tales como la instalación del equipamiento, inspección, prueba y mantenimiento, son responsabilidad del propietario.”

El grupo de tareas ha propuesto también una nueva definición de Sistemas (Locales) de alarma de incendio para las instalaciones protegidas, así como algunas definiciones adicionales para los sistemas, y material anexo.

La definición propuesta de Sistema (Local) de alarma de incendio para instalaciones protegidas es “un sistema de alarma de incendio ubicado en las instalaciones protegidas. Un sistema de instalaciones protegidas que emite un sonido de alarma en las instalaciones protegidas como resultado de la operación manual de una estación de alarma de incendio o de la operación de equipamiento de protección o sistemas, tales como agua que fluye dentro de los sistemas de rociadores, la descarga de dióxido de carbono, la detección de humo o la detección de calor.”

La definición propuesta de un sistema de alarma de incendio en instalaciones protegidas encontrada en el anexo es “cualquier sistema de alarma de incendio ubicado en las instalaciones protegidas. Puede incluir cualquiera de las funciones identificadas en la Sección 6.3. Cuando las señales son transmitidas a un centro público de comunicaciones de incendio o estación de supervisión, el sistema de alarma de incendio de las instalaciones protegidas también cae bajo la definición de uno de los siguientes sistemas: sistema de alarma de incendio del servicio de estación central, sistema de alarma de incendio de estación de

supervisión remota, sistema de alarma de incendio de estación de supervisión de propiedad o sistema auxiliar de alarma de incendio. Los requerimientos que refieren a estos sistemas se aplican en adición a los requerimientos de los sistemas de alarma de incendio para instalaciones protegidas.”

La definición propuesta para un sistema de alarma de incendio para edificios es “un sistema de alarma de incendio para instalaciones protegidas que incluye cualquiera de las características identificadas en la Sección 6.3 y que sirve a las necesidades de una alarma de incendios general de un edificio o edificios, que brinda notificación a un departamento de bomberos o notificación de ocupación, o ambas”.

La definición propuesta de un sistema de alarma de incendio de función dedicada es “un sistema de alarma de incendio de instalaciones protegidas instalado específicamente para efectuar funciones de seguridad contra incendios donde no se requiere un sistema de alarma de incendios en un edificio.”

Y la definición propuesta para un sistema de alarma de incendio de liberación de agentes “un sistema de alarma de incendio de instalaciones protegidas que forma parte de un sistema de supresión de incendio y/o que provee entradas de control a un sistema de supresión de incendios relacionado con la secuencia de los sistemas de supresión de incendios de las operaciones y salidas de otras señalizaciones y notificaciones.”

Mientras que estos cambios parecieran ser menores, son significativos al esclarecer la intencionalidad del código NFPA 72 y su aplicación. Los fundamentos de estos cambios están expresados en la Propuesta 72-13 del Informe de propuestas, que establece: “Las propuestas de los cambios tienen la intención de aclarar que las características necesarias para un sistema de alarma de incendios están establecidas fuera de los límites del Código Nacional de Alarmas. Los cambios también aclaran que los sistemas dedicados a funciones específicas (tales como la operación de monitoreo de los sistemas de rociadores) no requieren automáticamente la instalación de características que podrían asociarse con algunos sistemas de alarma de incendios en edificios. En estos cambios se encuentra Implícito el concepto de que un sistema de alarma de incendio en instalaciones protegidas incluye cualquier sistema de alarma de incendio que sirva a las instalaciones, donde las características de un sistema dado o

subsistema están determinadas específicamente por los códigos de construcción y de incendios, otros documentos de la jurisdicción, o por las necesidades determinadas para los sistemas no requeridos. No son automáticamente impuestos.”

El código NFPA 72 continúa evolucionando, al abordar nuevas tecnologías y aplicaciones para sistemas de alarma de incendio y de comunicaciones de emergencia. Su aceptación y amplia aplicación es una confirmación de los logros de profesionales dedicados que participan de los nueve comités técnicos que conforman el proyecto y sus numerosos grupos de tarea, como también de las organizaciones que los apoyan.

3.5.- REGLAMENTO DE PREVENCIÓN DE INCENDIOS¹⁶

La Ley de Defensa Contra Incendios, Promulgada en el Registro Oficial No.815 de Abril 19 de 1979 y el Reglamento General para la aplicación de la Ley de Defensa Contra Incendios, publicada en el Registro Oficial No. 834 de mayo 17 de 1979, establece la necesidad de emitir un Reglamento de Prevención de Incendios:

- Que es obligación del Estado Ecuatoriano proteger la vida y patrimonio de los ciudadanos ecuatorianos;
- Que es imperativo señalar normas y condiciones técnicas con la finalidad de adoptar medidas necesarias para prevenir flagelos

Mediante el artículo 7 Para planificar las acciones en cuanto a prevención de incendios, se tomará en cuenta tres aspectos fundamentales los mismos que son:

- a) Riesgo Personal. Es la posibilidad de daño a la salud o a la vida de las personas y su real importancia requiere la provisión de salidas o escapes seguros que faciliten la evacuación del edificio en el menor tiempo posible en el momento de incendio.
- b) Riesgo Interno Es la posibilidad de estallido y propagación de un incendio en el interior del edificio, ejerce influencia en el riesgo personal, está directamente relacionado con la carga de fuego según la actividad o uso del edificio. La carga de fuego es la que en un momento dado, determina la duración del incendio de un edificio.
- c) Riesgo de Exposición. Es la posibilidad de propagación del incendio desde el exterior al interior del edificio, a través del aire libre, áreas circundantes, bosques y maleza o edificaciones vecinas.

¹⁶ Reglamento de Prevención de Incendios Registro oficial No.834

3.5.1.- CLASIFICACIÓN DE LOS EDIFICIOS SEGÚN SU USO

“Art. 107. Los riesgos de incendio de una edificación tiene relación directa con la actividad para la que fue planificada, es decir con el uso del edificio por lo tanto todo edificio dependiendo del uso del mismo, contará con las instalaciones y los equipos requeridos para prevenir y controlar el incendio a la vez que prestar las condiciones de seguridad y fácil desalojo en caso de emergencia.”

- **USO RESIDENCIAL:**

Vivienda, Hoteles. Residencias y Albergues.

- **DE OFICINAS:**

Establecimientos de oficinas Públicas y Privadas

- **DE SALUD Y REHABILITACIÓN:**

Ancianatos, orfanatos, clínicas, hospitales, centros de rehabilitación, y cuarteles.

- **DE CONCENTRACIÓN DE PÚBLICO:**

Establecimientos educativos Auditorios, bibliotecas, cines, salas de uso múltiple, discotecas, clubes sociales, estadios, museos, Terminales aéreas, terrestres y marinos de pasajeros

“Art. 113. Todo edificio deberá cumplir los requisitos que a continuación se detallan, con el objeto de prevenir los riesgos personal, riesgo Interno y riesgo de exposición.

Para efectos de aplicación de la presente reglamentación, se ha subdividido a las edificaciones en tres categorías según el número de pisos:”

EDIFICIOS BAJOS De 1 a 4 pisos hasta 12 m de altura, desde el nivel del suelo accesible a los vehículos contra incendios.

EDIFICIOS ALTOS PRIMERA CATEGORÍA De 5 a 10 pisos, hasta 30 m. de altura, desde el nivel de suelo accesible á los vehículos contra incendios.

SEGUNDA CATEGORÍA De 11 a 16 pisos hasta 48 m. de altura, desde el nivel accesible a los vehículos contra incendios.

EDIFICIOS DE GRAN ALTURA De. 17pisos en adelante, desde el nivel del suelo accesible a los vehículos contra incendios.

3.5.1.1.- Edificios Altos

“Art. 126. Dispondrán de por lo menos de una fachada accesible a los vehículos contra incendios.”

“Art. 127. Los edificios de este uso, según la clasificación de los edificios de acuerdo a la resistencia al fuego (incendio normal), se categoriza como incendio bajo, si la carga de fuego no excede de 250 kca/m².”

“Art. 129. En el edificio de vivienda, si existiera compatibilidad con locales comerciales u otro tipo de uso, se deberá respetar lo dispuesto para cada caso. Si el proyecto establece comunicación entre ellos por medio de áreas comunes, dispondrán de puertas cortafuego tipo 3 de cierre automático que resista 1 hora incendio normal, según norma INEN No. 754.”

“Art. 130. En estos edificios se constituirán sectores de incendio con una dimensión inferior a 500 m² y con una máxima dimensión lineal do 25 m, limitados por cerramientos de materiales resistentes al fuego, en cada uno de sus límites y que no permitan la invasión de humo de un sector a otro incluidas las puertas de acceso a escaleras, ascensores y demás elementos comunes a las diversas plantas (los huecos de fachada quedan incluidos).”

“Art. 131. Él ducto de escaleras constituirá un sector de incendio independiente, cerrado por limites resistentes al fuego. Para los edificios de la primera categoría se utilizarán puertas de

tipo 2 (60 minutos) de cierre automático, y para los de segunda categoría puertas de tipo (90 minutos) de cierre automático, según norma INEN 754.”

“Art. 132. En los subsuelos, los sectores de incendio deberán ser retardantes al fuego por lo menos de 2 horas.”

3.5.1.2.- Edificios de Oficinas

“Art. 133. Los edificios de oficinas deberán cumplir las normas especiales de protección contra incendios que se expresan a continuación, además de las especificaciones de la tabla A de requerimientos mínimos da sistema de prevención incendios para edificaciones.”

“Art. 134. Las instituciones y entidades con un número superior a 20 empleados, deberán organizar una BRIGADA DE INCENDIOS, periódica y debidamente entrenada para combatir incendios dentro de las zonas de trabajo y para la evacuación.”

“Art. 135. Deben proveerse de los medios de detección, evacuación y extinción similares a los edificios residenciales, no obstante, estos edificios pueden albergar concentración temporal de personas y usualmente pueden presentar acumulación de papel, materiales plásticos, material combustible en los acabados, cielos rasos, alfombras, mobiliario y gran número de redes electrónicas y eléctricas. Por lo tanto se deben adoptar medidas específicas según el riesgo de ignición, expansión, tipo de fuego y resistencia a la exposición.”

3.5.2.- Obligaciones y Sanciones

“Art. 336. Queda prohibida toda práctica incendiaria, así como, la ejecución de fogatas en los medios urbanos o rurales, con excepción de las incineraciones por motivo legal o sanitario, en cuyo caso los municipios respectivos deberán designar lugares específicos donde deban practicarse estas labores, tomando las debidas precauciones contra la extensión del fuego. De igual manera, en los terrenos baldíos se prohíbe la acumulación de material y escombros combustibles, siendo responsabilidad del vecindario de éstos y población en general, el evitar

y denunciar combustiones innecesarias o que atenten a la integridad de personas, de bienes materiales o causen daños ecológicos.”

“Art. 337.El incumplimiento de las disposiciones de Prevención de Incendios, constituyen contravenciones, las cuales serán notificadas por los Jefes de los Cuerpos de Bomberos, previo informe del Departamento de Prevención y Control de Incendios, donde lo hubiere, mediante oficio al Comisario Nacional de Policía del respectivo Cantón, para la aplicación de la sanción respectiva, de conformidad al Capítulo, 3 Art. 34 del Reglamento General para Aplicación de la Ley de Defensa Contra Incendios publicado en el Registro Oficial No. 834 de 17 de mayo de 1979.”

Toda persona natural o jurídica a cuyo favor se haya expedido un Visto Bueno o Permiso, deberá ajustarse a las condiciones expedidas en los mismos, siendo completamente prohibido, por consiguiente, hacer uso del mismo para otros fines, y supeditado a suspensión temporal o definitiva del certificado, por ésta contravención.

CAPITULO IV

INTEGRACIÓN DE BACNET A LA PLATAFORMA DE TAC

4.1.- INTEGRACIÓN DE BACNET A LA PLATAFORMA DE TAC.¹⁷

4.1.1.- Andover Continuum

Andover Continuum, introducido en 1998, es la tercera generación del sistema en la línea de producto, pero su historia comienza en 1980 cuando Andover comenzó a desarrollar una administración de energía de bajo costo como una alternativa a estos sistemas.

Andover Continuum fue el primero en integrar HVAC (Heating ventilating, and air conditioning) y control de accesos electrónico en un solo controlador usando comunicación Ethernet, el primer controlador con un servidor Web incorporado, el primer Sistema en integrar control de accesos y grabación de video digital y el primer nativo del Sistema Bacnet.

4.1.2.- Integración de Bacnet al Software Continuum

“Bacnet tiene un protocolo de arquitectura por capas en una versión colapsada del sistema de interconexión abierto (OSI). Las capas 1, 2, 3 y 7 del modelo OSI son usados como se muestra en la figura 4.1. Capas de aplicaciones comunes y protocolo de capas de red son usados con

¹⁷ Andover Continuum Configurator's Guide version 1.8/ Chapter 14.pdf

cualquiera de las 4 opciones para tecnologías de red de área local (LAN), o un protocolo punto a punto (PTP) para comunicaciones dial up.”¹⁸

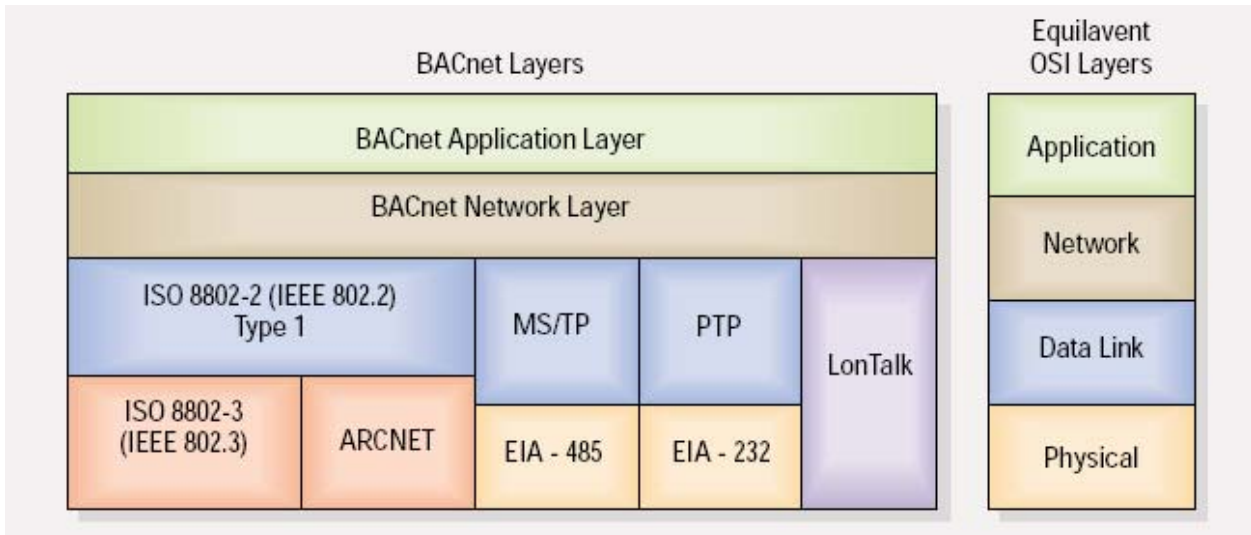


Figura 4.1.- Arquitectura Bacnet.

Para lograr la interoperabilidad dentro de una vasta gama de dispositivos, las especificaciones de BACNet consisten de tres grandes partes. La primera describe un método para representar cualquier tipo de equipo en automatización de edificios de una manera estándar.

¹⁸ The Language of BACnet-Objects, Properties and Services. BY Bill Swan, Alerton Technologies, Inc

Los Objetos pueden ser representados por puntos físicos o grupo lógico de puntos, el cual realiza una función específica. El estándar Bacnet provee definiciones para los siguientes objetos estándar.

BACNET	ANDOVER CONTINUUM
AnalogInput	InfinityInput
AnalogOutput	InfinityOutput
AnalogValue	InfinityNumeric
BinaryInput	InfinityInput
BinaryOutput	InfinityOutput
BinaryValue	InfinityNumeric
MultistateInput	InfinityInput
MultistateOutput	InfinityOutput
MultistateValue	InfinityNumeric
Notification_Class	EventNotification

Tabla 4.1.- Objetos BACNet en Continuum.

Los Objetos son examinados y controlados por un set de propiedades (properties) que pertenecen a cada objeto. Bacnet properties son equivalente a atributos (attributes) en Continuum. Para mayor información de las propiedades de BACNet referirse al capítulo 2.

La segunda parte define mensajes que pueden ser enviados durante la red a un monitor y controlar dicho equipo.

Para que dos diferentes dispositivos puedan interoperar, un común set de servicios es requerido. Servicios Bacnet provee mensajes para acceder y manipular propiedades de Device Objects. Por ejemplo, los dispositivos necesitan identificarse así mismos (I Am, Who Is), leer y escribir datos (Read, Write), determinar quien tiene acceso al sistema (Who Has, I Have), y muchos más. Bacnet define 35 servicios básicos agrupados en estas categorías:

- Alarm and Event
- Device Management
- File Transfer
- Object Access
- Virtual Terminal
- Security
- Summary

Y la tercera parte define un set de LAN aceptables que pueden ser usados para convertir comunicaciones BACNet.

Bacnet soporta cinco diferentes tipos de redes:

Ethernet

ARCNET

MS/TP

Point-to-Point

LonTalk

Desde Continuum versión 1.6, los requerimientos de Red Bacnet son basados en el protocolo Master-Slave/Token Passing (MS/TP), el cual es un par trenzado basado en el estándar RS-485.

Para que las redes se comuniquen, debe existir un lenguaje común o protocolo usado por los dispositivos en las redes. Para los dispositivos BACNet, el protocolo es Bacnet. Para redes IP, es el protocolo utilizado por la propia Internet. El protocolo define el formato del paquete de mensajes intercambiados entre los dispositivos. Para la integración de un sistema de detección de incendios se usara un Bacnet Gateway que es usado para trasladar los mensajes en la Red.

El BACnet Gateway proporciona una interfaz entre las redes que utilizan el protocolo de comunicación BACnet y NOTI.FIRE.NET residente en paneles de control de detección de incendios (FACPs). Las características técnicas del Notifier 640 se encuentran en el anexo D.

El Gateway representa físicamente los dispositivos de incendios como objetos Bacnet. Como se produce un acontecimiento, las propiedades de los objetos se actualizan en tiempo real, y los mensajes se envían al apropiado reporte BACnet.

El cliente BACNet puede hacer pedido para leer las propiedades de los objetos BACNet. Estas propiedades reflejan particularmente valores del estado de los dispositivos. El usuario suscribe notificaciones de evento de objetos Event Notification por cada FACP y el dispositivo Bacnet recibe eventos de los objetos en los FACP como resultado de su suscripción.

La aplicación Gateway gestiona la base de datos del objeto Bacnet y de la comunicación entre una estación de trabajo BACnet y la red NOTI.FIRE.NET. La Herramienta de configuración, una utilidad de programación fuera de línea, se utiliza para configurar BACnet Gateway y se instala en el PC o portátil que se utiliza para la configuración de Gateway. La configuración de la misma se encuentra detallada en el Capítulo 5.

- Cualquier Nodo, Loop5 , Control Module 12 L005C012 (Bacnet Binary Output Object)
- (Panel Internal Devices)—LOOP 8, LOOP10, BATTERY, ANNUN021, ACPOWER, PANEL(Bacnet Life Safety Point or MultiState Input Object)

CyberStation ofrece 3 formas de ver controladores Bacnet en Andover Continuum en el explorador. Las opciones son:

- Como Infinity/Infinet Controller objects y BACnet Device objects
- Como Bacnet devices
- Como Infinity/Infinet controllers

Para visualizar como Infinity/Infinet Controller objects y BACnet Device objects se debe realizar los siguientes pasos:

1. Desde el View del Explorador, seleccionar Show TAC BACnet Device As...
2. Seleccionar Infinity Controller and BACnet Device.

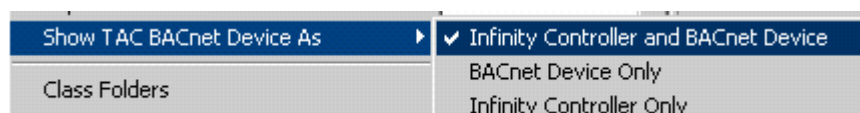


Figura 4.3.- Dispositivos Bacnet como Infinity Controller and BACnet Device

El navegador del Explorer ahora refleja una selección parecida a la siguiente figura:

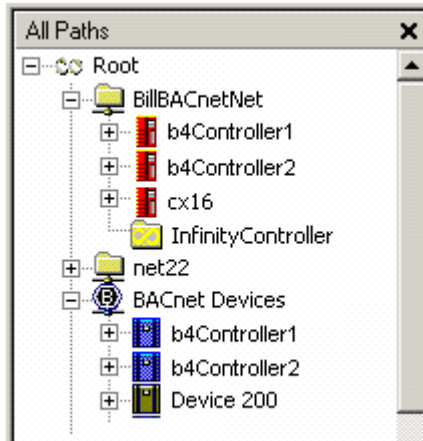


Figura 4.4.- Dispositivos Bacnet en el Continuum Explorer.

Para visualizar controladores Bacnet en Andover Continuum como BACnet Device objects en el panel del Explorador se debe realizar lo detallado a continuación:

1. Desde el View del Explorador seleccionar Show TAC BACnet Device As...
2. Seleccionar BACnet Device Only.



Figura 4.5.- Dispositivos Bacnet como BACnet Device

El navegador del Explorer ahora refleja una selección parecida a la siguiente figura:

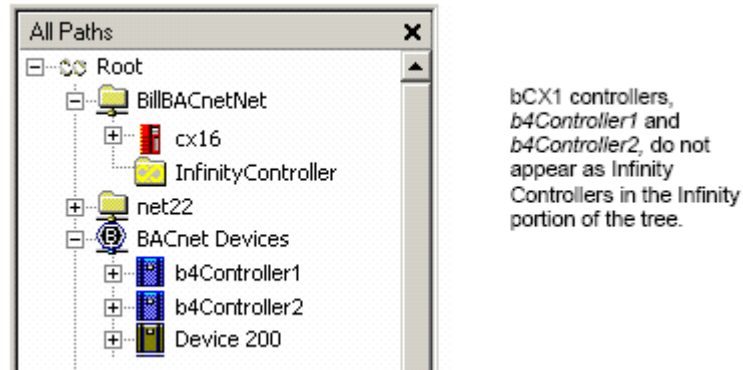


Figura 4.6.- Dispositivos Bacnet en el Continuum Explorer como Bacnet device.

Para visualizar controladores Bacnet en Andover Continuum como Infinity/Infinet Controller objects en el panel del Explorador se debe realizar lo detallado a continuación:

1. Desde el View del Explorador seleccionar Show TAC BACnet Device As...
2. Seleccionar Infinity Controller Only.



Figura 4.7.- Dispositivos Bacnet como Infinity Controller.

El navegador del Explorer ahora refleja una selección parecida a la siguiente figura:

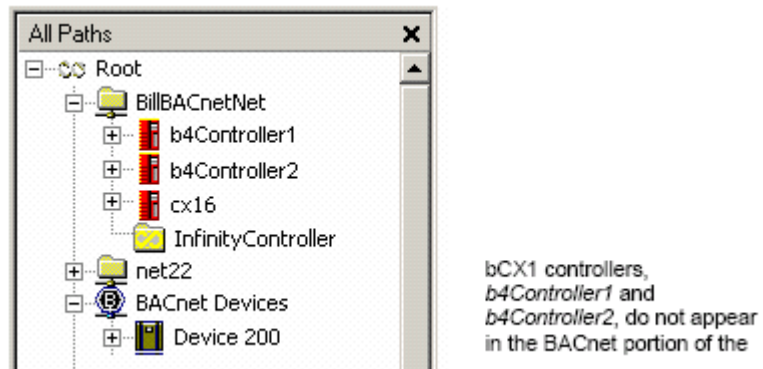
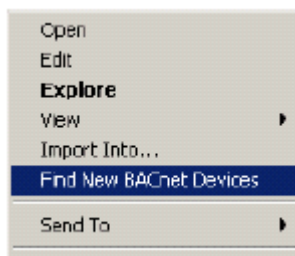


Figura 4.8.- Dispositivos Bacnet en el Continuum Explorer como Infinity Controller.

4.2.- PROCEDIMIENTO PARA ENCONTRAR DISPOSITIVOS BACNET.

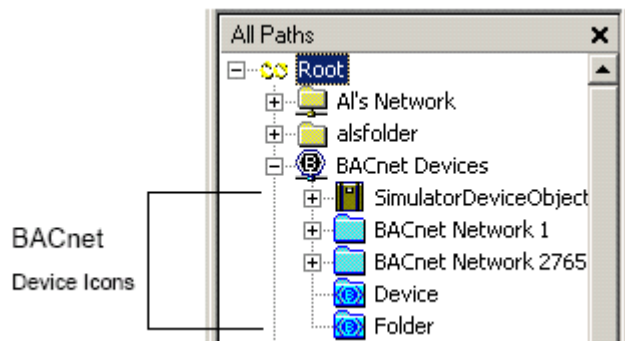
Para empezar se debe asegurar que en **Bacnet Preferences** se encuentre habilitado Bacnet.

1. Click derecho en Root del explorador.
2. Seleccione Find New Bacnet Devices



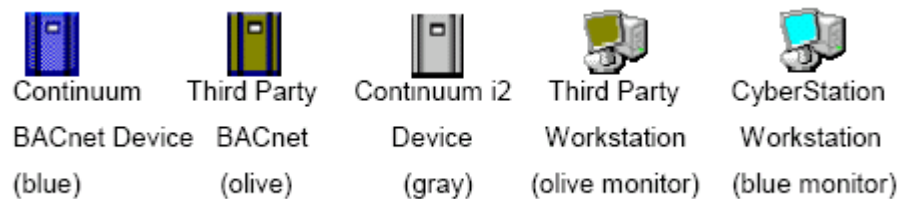
El nuevo icono Bacnet network  aparece en el panel de navegación.

3. Click el signo + para mostrar dispositivos Bacnet, carpetas y otros objetos.



En CyberStation los iconos aparecen en el Explorer para diferenciar entre Dispositivos Bacnet y no dispositivos Bacnet. Estos iconos se muestran a continuación:

Dispositivos Bacnet



Carpetas

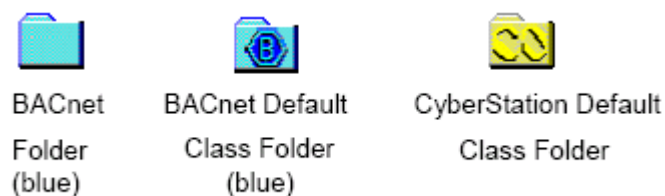


Figura 4.9.- Iconos Dispositivos BACnet

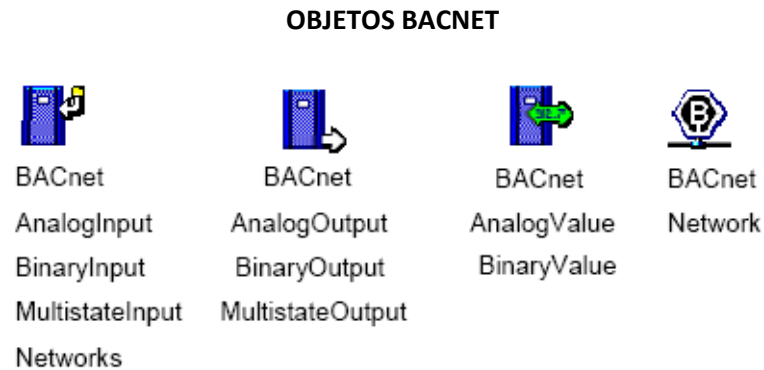


Figura 4.10.- Objetos Bacnet

4.3.- ELABORACIÓN DE LA BASE DE DATOS.

Los nuevos dispositivos Bacnet necesitan ser añadidos a la base de datos de CyberStation. Por defecto cada nuevo icono de dispositivo Bacnet tiene una exclamación en amarillo cerca de él. Cuando se pone el cursor sobre esta bandera los siguientes tips aparecen:

Root\BACnet Device\ xxxxxx requires a save to database.

CyberStation ofrece dos formas de cumplir con esto, manualmente o automáticamente.


Para grabar manualmente un dispositivo Bacnet a la base de datos:

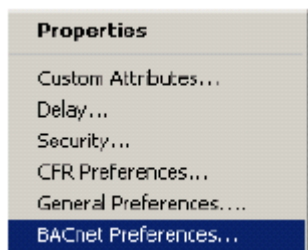
1. Click derecho al dispositivo Bacnet. Un menú aparece.
2. Seleccione la opción Send to Database desde este menú.



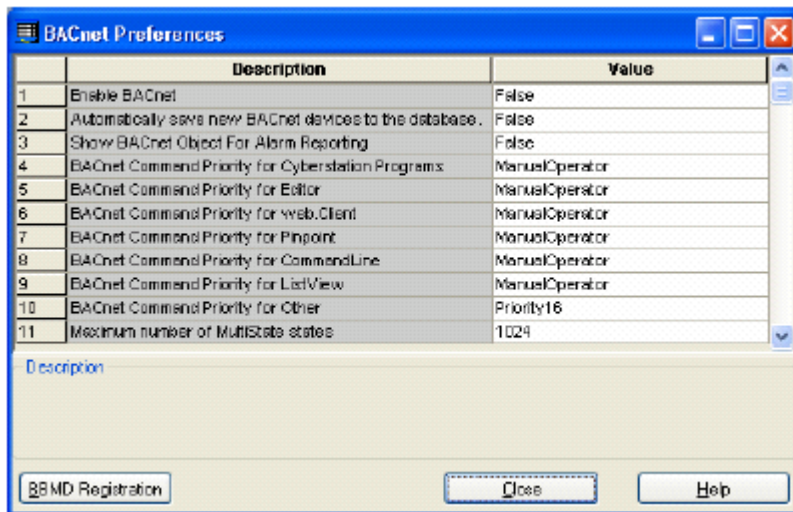
Esto causa que el contenido del dispositivo sea cargado a la base de datos SQL. Una vez que el proceso es completado , seleccione Refresh desde el menú View del Explorador y la bandera de exclamación del icono del dispositivo desaparece.

Se puede setear CyberStation para que cada nuevo dispositivo Bacnet sea automáticamente grabado a la Base de Datos por medio de este procedimiento:

1. Click derecho sobre el icono de Continuum .
2. Seleccione BACnet Preferences desde el menu.



En **BACnet Preferences** cambie el valor del item2, **Automatically save new BACnet devices to the database**, de False a True.



Encuentre nuevos Dispositivos Bacnet. Click derecho sobre el directorio Root en el explorador y del menú, seleccione **Find New BACnet Devices**.

4.4.- CONFIGURACIÓN DE ALARMAS BACNET EN CONTINUUM.

Básicamente para configurar una alarma estándar CyberStation se:

- Crea el objeto(s) EventNotification
- Crea el objeto(s) AlarmEnrollment asociado con el objeto EventNotification
- Agrega objetos AlarmEnrollment al punto a ser monitoreado.

Sin embargo para configurar dispositivos BACnet, EventEnrollment reemplaza el objeto AlarmEnrollment.

4.4.1. El objeto EventEnrollment

Este objeto representa y contiene la información requerida para administrar eventos dentro de sistemas BACNet. Un EventEnrollment define criterios que cuando son aplicados a un objeto, generan un evento y transmite un mensaje a recipientes definidos por EventNotification. El objeto EventEnrollment contiene la descripción del tipo de objeto, los parámetros necesarios para determinar si el evento ha ocurrido y un link a un objeto EventNotification y el objeto al cual el evento aplica.

Para crear un objeto EventEnrollment, se realiza el siguiente procedimiento:

En el panel del Explorador, click derecho sobre el dispositivo al cual se quiere añadir el EventEnrollment.

Desde el dialog New, seleccione EventEnrollment

Cuando aparece el dialogo New, ingrese un nombre para el objeto EventEnrollment en el campo Object name.

Click sobre el botón Create, para crear el objeto.

4.5. - INTEGRACION DE BACNET EN SISTEMAS DE AUTOMATIZACION DE EDIFICIOS.¹⁹

Lo descrito a continuación fue producido por la Administración de Servicios Generales (General Services Administration GSA) para el entendimiento y aplicación de ASHRAE/ANSI Standard 135-1995 (BACnet™) para la Automatización de Sistemas en Edificios.

Este tema está enfocado en el protocolo Bacnet, considerándolo para la inclusión en un diseño BAS (Building Automation System), así como en las características específicas relacionadas con la interconexión y la interoperabilidad de instalaciones BAS y niveles del Sistema usando dispositivos Bacnet.

4.5.1.- Especificando Interoperabilidad de Sistemas Bacnet.

Bacnet, fue diseñado para proveer un estándar para control de Sistemas en Edificios. El último logro de esta estandarización fue la interoperabilidad. Interoperabilidad significa la habilidad de trabajar juntos dispositivos de sistemas de control para lograr un objetivo común a través de intercambio digital de información pertinente. Aun así, la interoperabilidad es a menudo pensada en términos de interconexión de equipos de diferentes fabricantes.

Bacnet también provee de una gran variedad de herramientas para cumplir sus objetivos de comunicación. Por esta razón, la interoperabilidad depende de la selección de opciones donde múltiples técnicas son provistas para cumplir una función particular.

Uno de los principales objetivos es de proveer especificaciones GSA con la información necesaria para entender y hacer decisiones apropiadas.

¹⁹ GSA guide to specifying Interoperable building automation and control systems using ASHRAE/ANSI STANDARD 135/1995 BACNET.PDF

La estrategia básica para especificar interoperabilidad de sistemas basados en Bacnet puede ser resumido en los siguientes pasos:

1. Especificar la funcionalidad deseada en la automatización de edificios.
2. Especificar la funcionalidad deseada para la estación de trabajo.
3. Especificar lo más acorde al proyecto en tecnología de Red de área local o amplia.
4. Especificar que todas las Redes deben usar protocolo Bacnet y que todos los dispositivos puedan ser implementados con las funcionalidades Bacnet descritas en el Anexo B de este documento.

4.5.2.- Interoperabilidad de Areas

“Interoperabilidad de áreas” (IAs) están destinados a describir la funcionalidad que es importante en prácticas de automatización y sistemas de control para alcanzar determinados objetivos operativos. Los cinco IAs son: data sharing, alarm and event management, scheduling, trending, y device and network

Cada IA implica un set de capacidades. Cada capacidad requiere que específicos elementos de Bacnet sean implementados en un dispositivo en particular para habilitar interoperabilidad con un mínimo de ingeniería de campo. La selección de cada uno de los elementos Bacnet son requeridos para un particular tipo de dispositivo, estación de trabajo, controlador de edificio, aplicaciones de controladores, etc. y es indicado en los perfiles de dispositivos recomendados en el Anexo B. Esta sección describe las habilidades específicas asociadas con cada IA y las características que deben ser consideradas para cada una de las mismas.

El original estándar Bacnet (ANSI/ASHRAE 135-1995) contiene una cláusula que trató de facilitar las especificaciones de sistemas BACNet definiendo "Conformance Classes" y "Functional Groups." Conformance Classes eran una jerarquía numérica (1 a 6) que describía un aumento de capacidades Bacnet intentando corresponder al aumento de dispositivos. Funcional Groups fueron colecciones adicionales de capacidades Bacnet que se consideran

necesarios para llevar a cabo una determinada tarea. La idea era de que un dispositivo estaría destinado a caer dentro de una clase particular de conformidad, pero que los grupos funcionales pudieran ser añadidos como se consideren necesarios para la aplicación práctica.

Estos conceptos a pesar de ser bien intencionados no correspondían particularmente bien al real mercado de dispositivos. Por estas razones, la definición de la interoperabilidad ha sido llevada a cabo.

Desde la perspectiva de la especificación de ingeniero, un sistema de BACnet se describe en términos de la deseada construcción del sistema de control de funciones sin tener en cuenta, las capacidades necesarias BACnet para llevarlas a cabo. Estas funciones implican un set de habilidades Bacnet que los fabricantes pueden integrar en cada uno de sus dispositivos. Las especificaciones de estos mínimos requerimientos es el objeto de los trabajos en curso en el comité ASHRAE BACnet. El mecanismo es llamado "BACnet Interoperability Building Blocks" (BIBBs), y son presentados en el Anexo A de este documento.

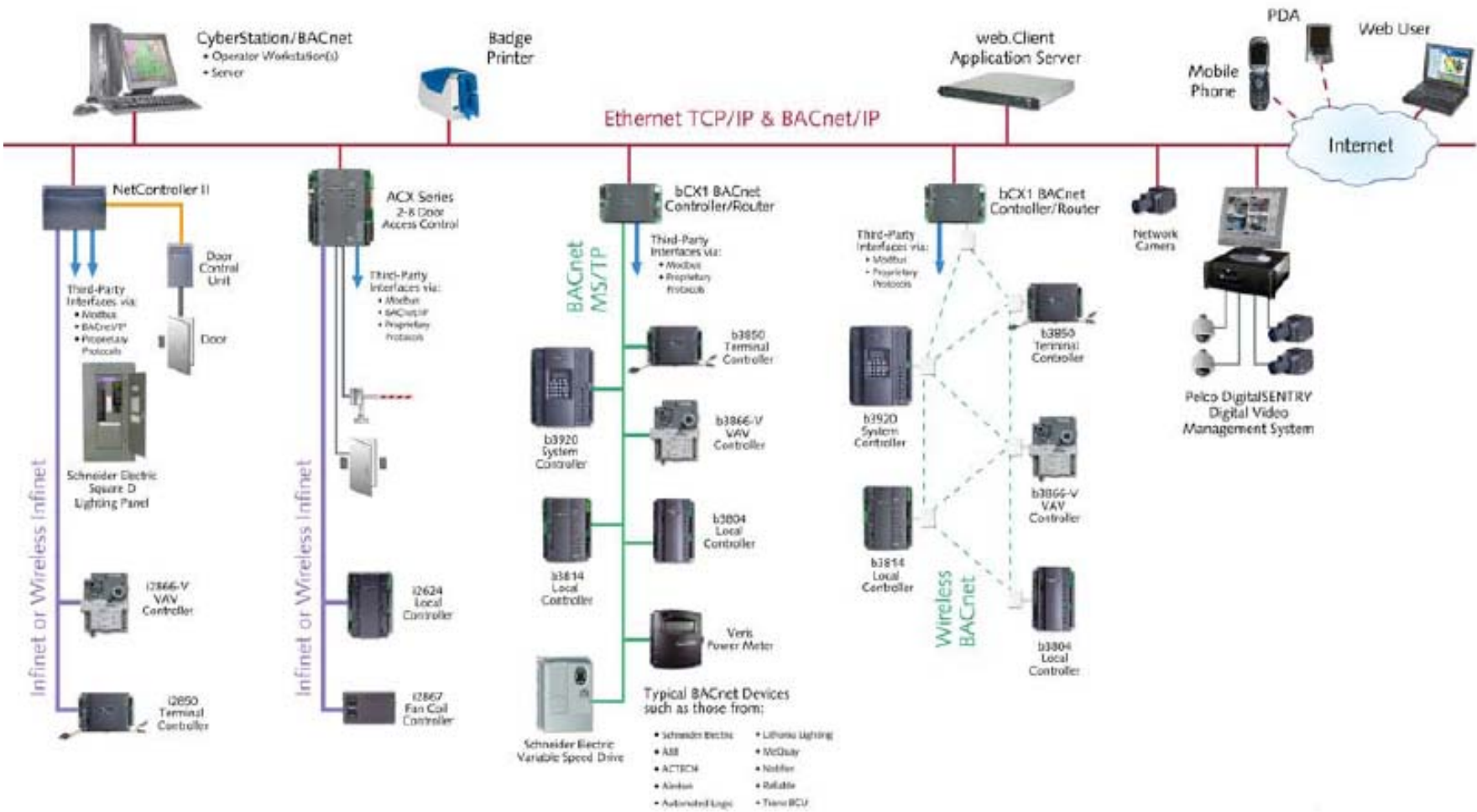


Figura 4.11.- Arquitectura Andover Continuum

CAPITULO V

IMPLEMENTACIÓN DE LA INTEGRACIÓN DE UN SISTEMA DE DETECCIÓN DE INCENDIOS AL SISTEMA BACNET²⁰

Para la integración de un sistema de detección de incendios se usara un Bacnet Gateway que es usado para trasladar los mensajes en la Red.

5.1.- ESTANDARES Y ESPECIFICACIONES

BACnet Gateway ha sido diseñado para cumplir con las normas establecidas por los siguientes organismos reguladores:

- Estándar UL 864
- NFPA 72 Código nacional de alarma de incendios
- CAN/ULC - S527-M99 Norma para unidades de control para sistemas de detección de incendios.
- ANSI/ASHRAE 135-1995

²⁰ Bacnet Gateway configuration.pdf

5.2.- Instalación de BACNET GATEWAY

5.2.1.- Conexiones de Alimentación

La fuente de alimentación para el BACnet Gateway es una unidad 24VDC-5VDC (P / N 46175).

	TYPICAL	MIN	MAX
Input Voltage	24V	19V	29V
Input Current @24V			360mA without NCM 450 mA with NCM
Output Voltage	5V	4.8V	5.2V
Output Current @5V			1.2A

Figura 5.1. – Especificaciones de alimentación 46175.

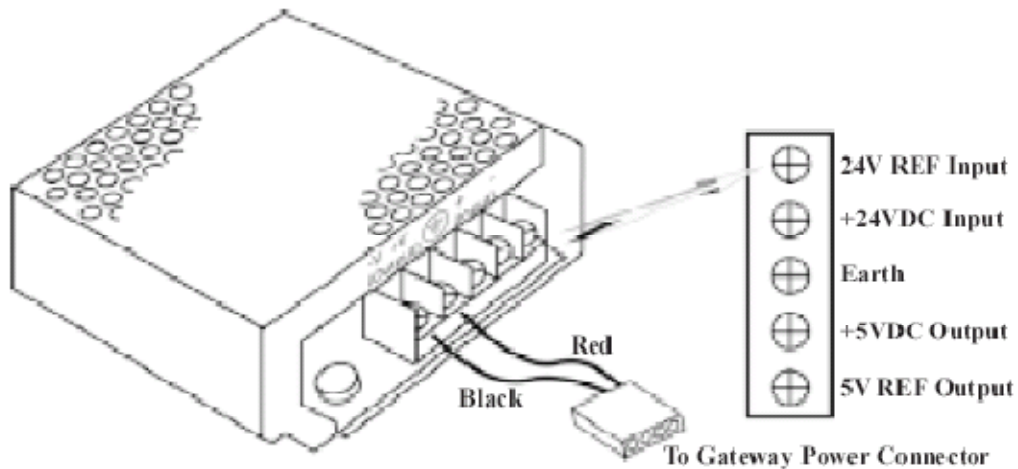


Figura 5.2. – Conexiones de alimentación de Bacnet Gateway

La instalación de Bacnet Gateway se muestra en las siguientes figuras.

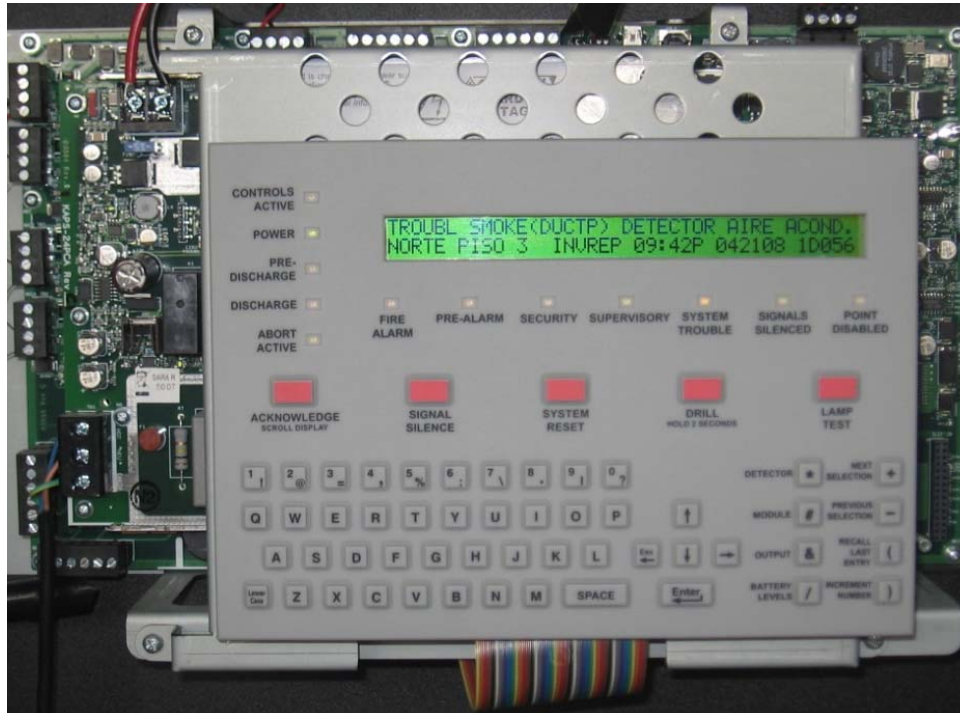


Figura 5.3. – Panel de Incendios.



Figura 5.4. – Cabina de Bacnet Gateway.



Figura 5.5. – Bacnet Gateway.

5.3.- Configuración y Operación

5.3.1.- Uso de la Herramienta de Configuración.

Se debe realizar la configuración acorde al orden descrito a continuación y referido con más detalle en sus sub capítulos respectivos.

1. COM settings- sección 5.3.2
2. Gateway settings – sección 5.3.3
3. Usando el Multitab para configurar multiples Gateways - sección 5.3.4
4. Bacnet settings – sección 5.3.5

5.3.2.- Configuración del puerto de Comunicación COM

COM settings debe ser configurado por el Gateway para comenzar la comunicación. Bacnet Gateway provee al usuario con cuatro puertos de Comunicación.

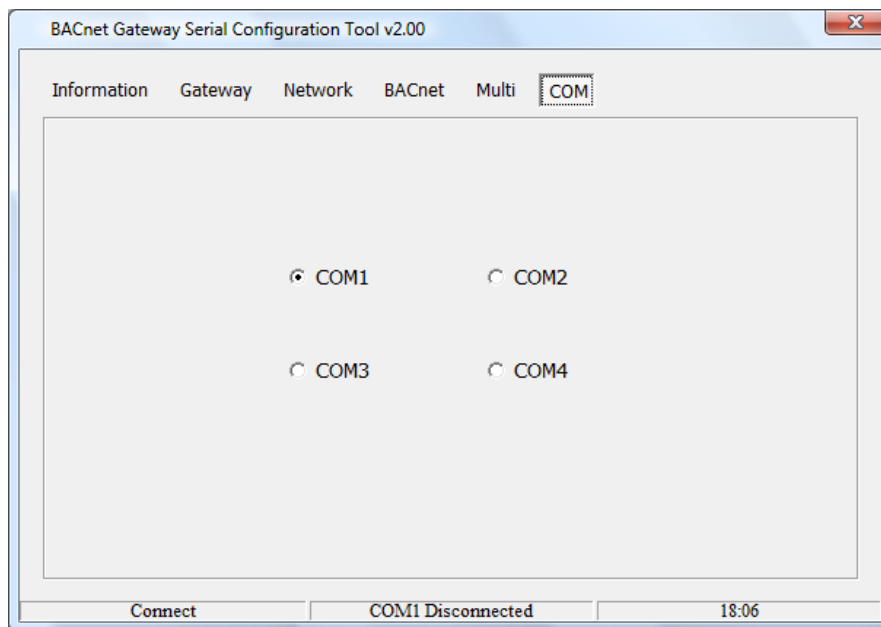


Figura 5.6. – Pantalla de configuración del puerto de Comunicación.

5.3.3.- Configuración de BACnet Gateway

5.3.3.1.- FTP/Telnet Remote Login

El user name/password configurados aquí es usado para acceder a Telnet y operaciones FTP.

El *Remote Login: User Name* tiene un máximo número de 40 caracteres alfanuméricos. Por default el username es “**target**”.

El *password* tiene un máximo número de 40 caracteres alfanuméricos y su password por default es “**password**”.

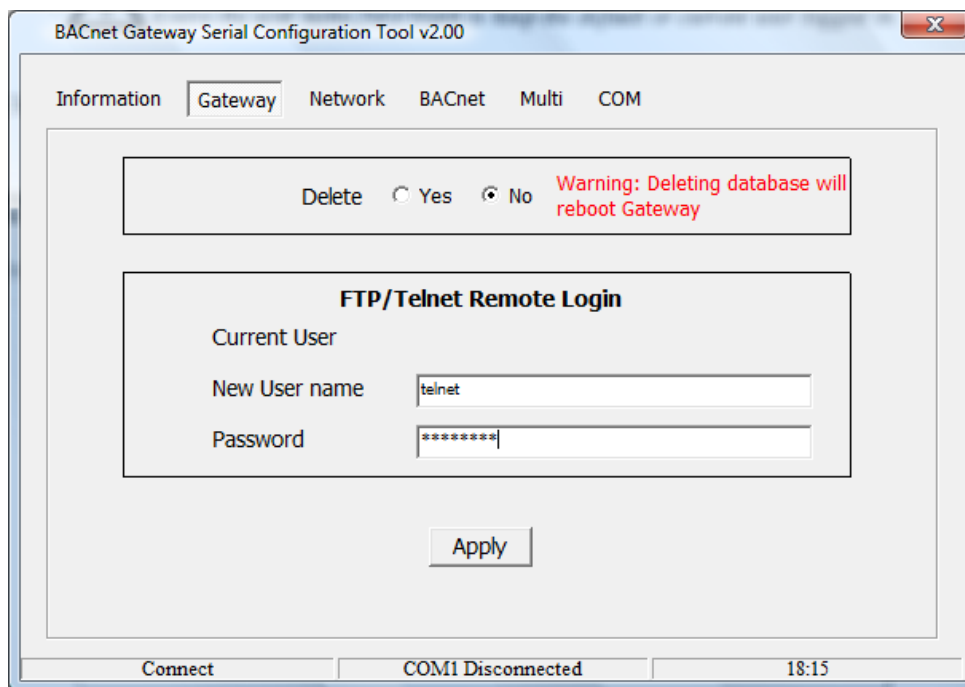


Figura 5.7. – Pantalla de configuración del tab Gateway.

Dando click en *Apply* permitirá guardar cualquier cambio realizado en esta pestaña.

5.3.4.- Configuración MultiTab

Las opciones en el MultiTAB son usadas para configurar un Gateway individualmente en un Sistema multi – Gateway. La lista del lado izquierdo contiene todas las posibles direcciones de NOTIFIRENET (Rango 1 - 240). Después se puede especificar cuál de esas direcciones se quiere monitorear. Cada Gateway puede manejar hasta quince paneles.

Como dato importante si se tiene más de 15 paneles, para ponerlos dentro del grupo deseado, primero se debe configurar múltiple Gateways offline, antes de conectarse a la Red. Caso contrario, Gateway encontrara los primeros quince que vienen en línea e ignora el resto.

Cabe indicar que si se tiene 15 o menos paneles la Configuración en esta pestana es innecesaria.

Ya que se trata de un solo panel no se configura nada adicional en esta pestana.

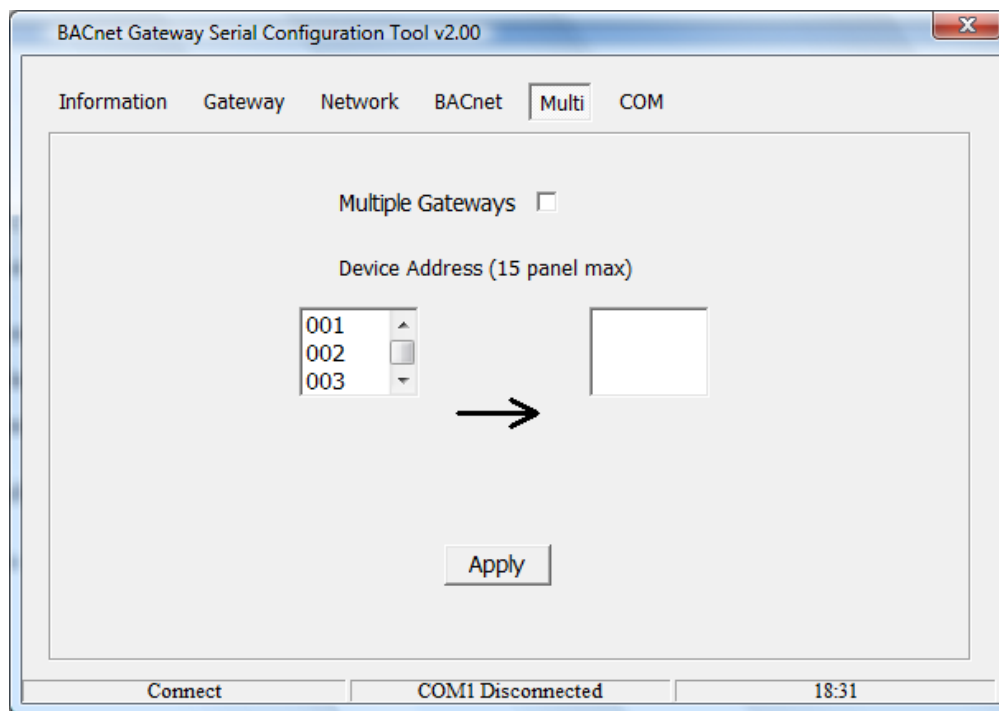


Figura 5.8. – Pantalla de configuración del Multitab de Gateway.

5.3.5.- Configuración de Red.

Gateway IP, Routing IP y Subnet Mask.- se ingresa la dirección estática usada para identificar a BACNet en la Red. La dirección asignada para BACNet es 169.254.1.27.

La computadora a la cual BACNet se va a integrar tiene la siguiente dirección IP 169.254.1.250.

Como dato importante, se debe mencionar que si se desea cambiar la dirección IP, se debe estar seguro que la sesión de Telnet no está ejecutándose.

Cuando el Gateway es instalado, manualmente se especifica el Network Control Module (NCM). Una vez instalado Gateway será capaz de conocer la dirección IP, aun cuando el NCM este desconectado de la Red o sea apagado por alguna razón. Se puede ingresar el tiempo a la cual se quiera que Bacnet realice actualizaciones sobre nuevos objetos añadidos a NOTIFIRENET.

Si el Gateway se conecta directamente a una serie de paneles ONYX en este caso a un NFS 640, la dirección NCM no es usada.

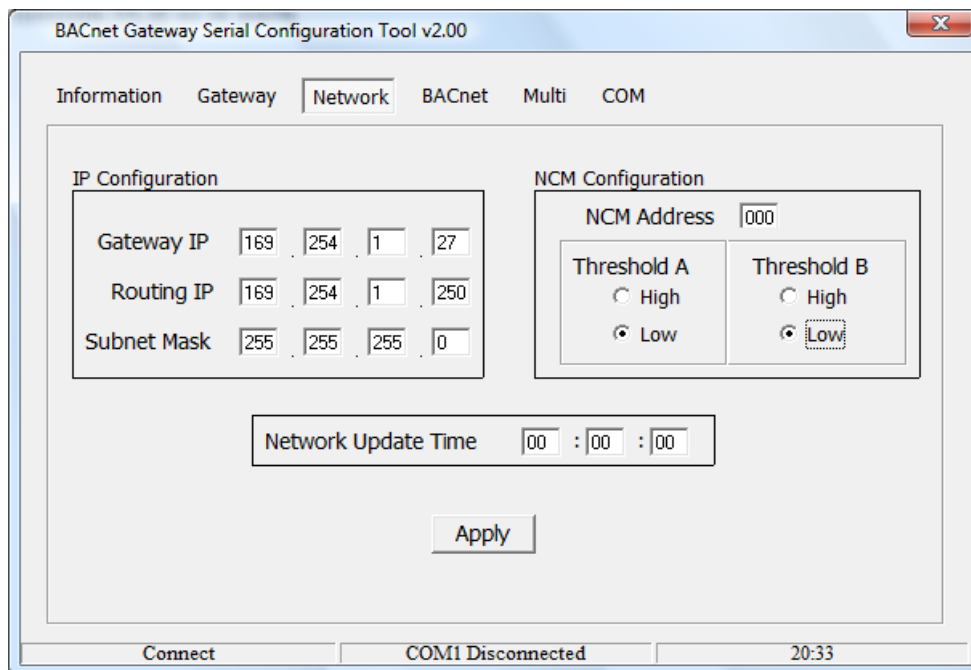


Figura 5.9. – Pantalla de configuración de Red.

5.3.6.- Configuración de Bacnet

Estas son las especificaciones BACNet de esta pestaña:

Network Number.- indica la subred de la Red BACNet en cual BACNet reside.

Primary Bacnet/Secondary Bacnet Ports.- Indican los puertos IP en cual BACNet se comunica.

Foreign Device.- De un click en esta opción si un Bacnet Broadcast Management Device (BBMD) es usado en la Red BACNet.

BBMD IP.- Para Ingresar la dirección IP del BBMD.

Bacnet Port.- Ingrese el puerto en el cual BACNet se comunica.

Register Time.- Ingrese la frecuencia (en segundos) usado por Bacnet Gateway para enviar el mensaje “Register Foreign Device” al especifico BBMD.

Detectors/Modules/Zones.- Seleccione Life Safety o MultiState de acuerdo a BACNet,

Apply.- Click en apply para implementar cualquier cambio hecho en esta pantalla.

De acuerdo a la integración propuesta, el gráfico siguiente muestra la configuración de la pestaña *Bacnet*.

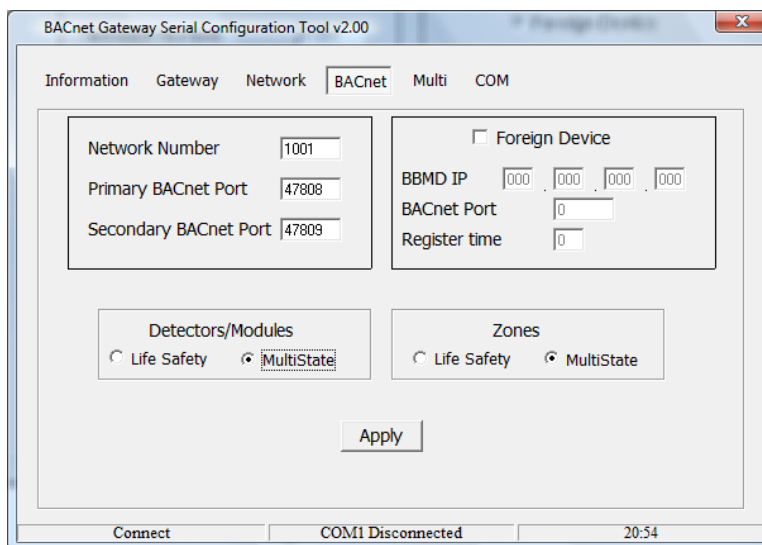


Figura 5.10. – Pantalla de configuración de Bacnet.

5.3.7.- Información de Bacnet.

Una vez que Bacnet ha sido configurado, se da un click en la ventana *Information* para verificar que la conexión y parámetros de configuración hayan sido realizados correctamente. Si el Gateway está conectado, aparecerán datos en la pantalla.

VxWorks.- especifica el número de versión del sistema operativo que corre en Gateway.

Gateway versión.- Indica el numero de versión de NOTIFIRENET Bacnet Gateway.

Bacnet Network Number.- Muestra la subred de la Red BAcnet en cual Bacnet reside.

Secondary Bacnet Port.- Si un puerto IP secundario es usado, será mostrado en este ítem.

Multiple Gateways.- Es un valor True/False que indica la presencia o ausencia de Multiples Bacnet Gateways.

Gateway Time.- Es el tiempo reportado por Bacnet Gateway.

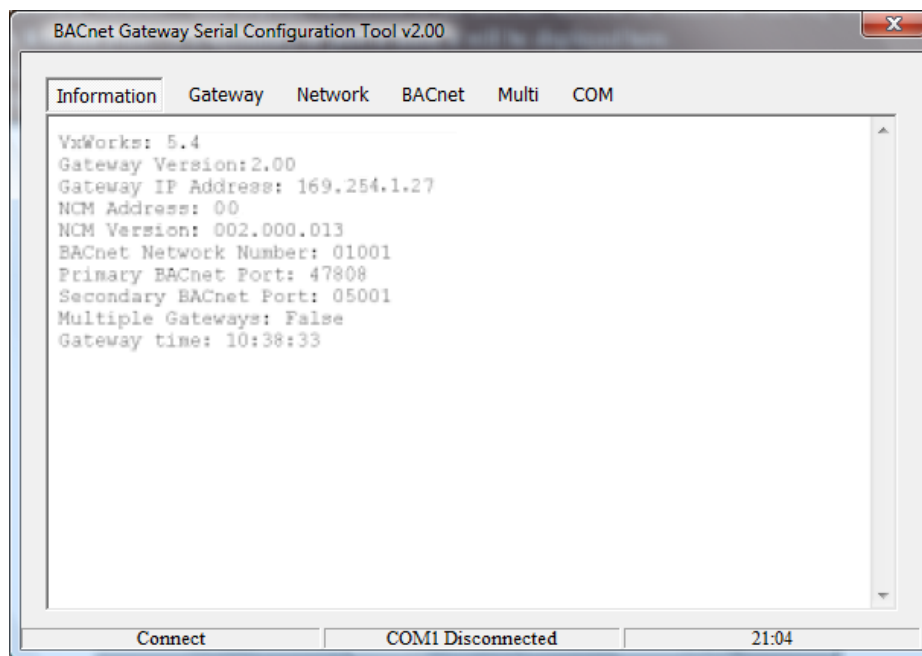


Figura 5.11. – Pantalla de Información.

5.4.- Administraciones Operativas

5.4.1.- FTP

Un backup debe ser configurado para cada vez que un dispositivo es añadido o extraído de la Red NOTIFIRENET. El FTP es usado para hacer un backup de la base de datos de Gateway.

Para realizar este backup se ingresa al Command Prompt y se siguen los siguientes pasos.

1. Se especifica la dirección IP con el siguiente comando ftp (Dirección IP)
2. Se ingresa el *user name*, “*target*”
3. Se ingresa el password, por default es “*password*”
4. Acceda al directorio de Gateway con el siguiente comando, “*cd/ata1*”, y de un enter. El sistema retorna un mensaje informando que la dirección de directorio fue cambiada.
5. Escriba “*dir*” y de un enter. Esto despliega una lista de archivos en este directorio.
6. Cambie a modo binario escribiendo “*binary*” y dando un enter.
7. El archivo que se quiere hacer un backup es “*objects.dat*”. El comando para copiar es “*get/ata1/[nombre del archivo][letra del disco duro] : \[nombre del archivo]*”
El nombre del archivo es *objects.dat*

El Gateway automáticamente encuentra cualquier dispositivo (paneles, NCAs, etc) y objetos (detectores módulos, circuitos, nodos, zonas, batería, etc) en NOTIFIRENET y crea objetos BAcnet por configuración.

Una vez configurado el Bacnet Gateway se procede a encontrar los dispositivos BAcnet en el software Continuum y a guardarlos en su base de Datos.

La explicación de este procedimiento se encuentra detallada en el capítulo 4.

CAPITULO VI

PRUEBAS Y RESULTADOS

6.1.- RESULTADOS DE LA INTEGRACIÓN.

Realizados los procedimientos del Capítulo Cinco para la integración del Sistema de Detección de Incendios mediante Protocolo Bacnet se observó en el primer intento que no se adjuntaron todos los detectores que existen en el Panel de Control Notifier 640. Los Dispositivos incluyen Sensores Térmicos, Sensores de Calor, Luces Estroboscópicas, Detector de Gas, Teléfono de Incendios y Estaciones Manuales.

Se analizó las posibles causas del intento fallido y se determinó que el tiempo que se le da al Software Continuum no fue lo suficientemente extenso para que Integre todos los 128 dispositivos que se encuentran en el FACP ya que se interrumpió su proceso al tratar de observar los elementos que estaban integrándose.

Para el siguiente intento, se dejó que se actualicen todos los dispositivos en Continuum sin interrumpir su procedimiento y se observó en la Raíz del Explorador de Continuum la siguiente pantalla.

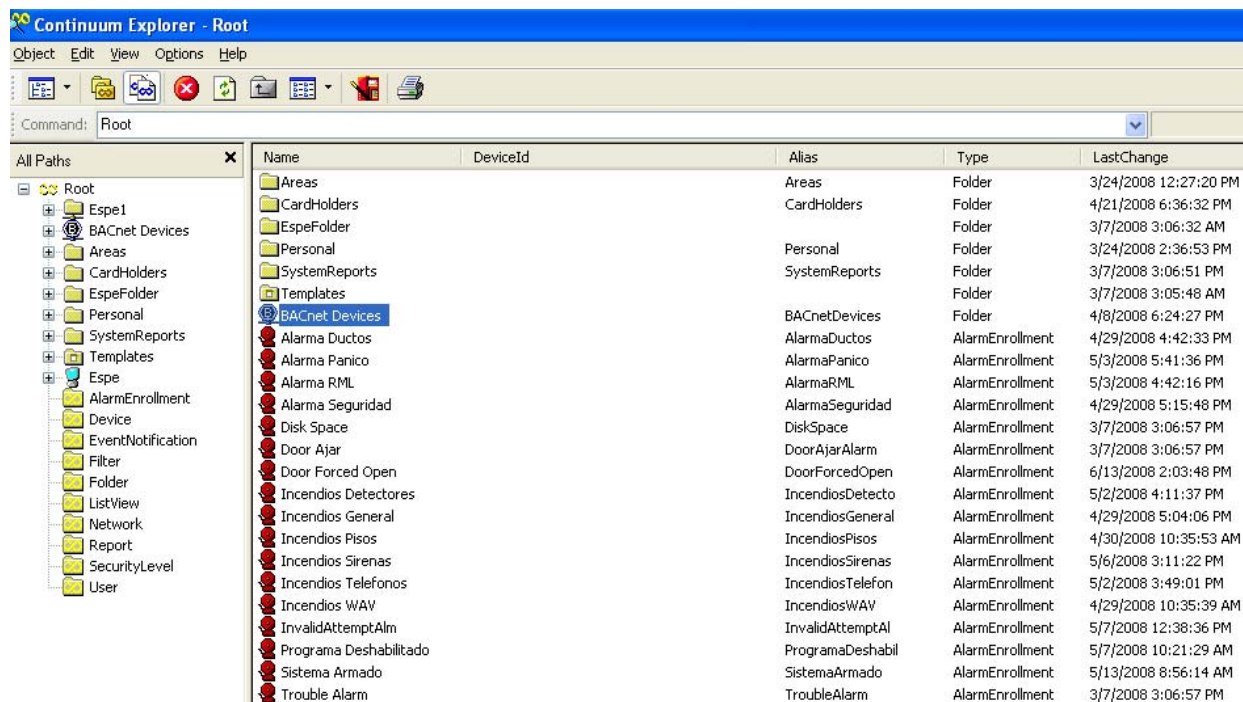


Figura 6.1.- Raíz del Continuum Explorer.

Se observa resaltado en azul que una carpeta de BACnet Devices se localiza en la Raíz del Continuum Explorer, mostrando que la integración de los Dispositivos del Sistema de Detección de Incendios fue realizado con éxito.

Al dar un click sobre el signo + de BACnet Devices se despliega la descripción del Sistema de Detección de Incendios Notifier NFS640 con el código 089NFS2640, tres carpetas en color azul con las descripciones de BinaryOutput, EventNotificator y MultiStateInput, y la carpeta Device.

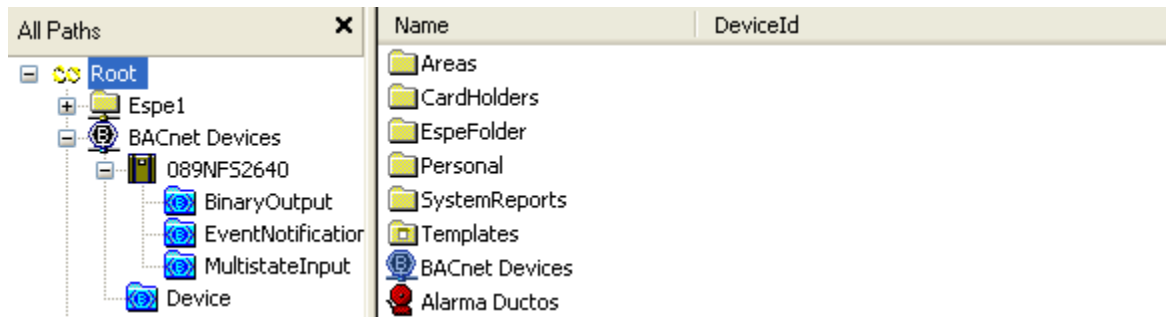


Figura 6.2.- Elementos de la Carpeta BACnet Devices.

Los elementos contenidos en estas carpetas se muestran a continuación,

Alias	Owner	Name	Type
B01		B01	BinaryOutput
B02		B02	BinaryOutput
B03		B03	BinaryOutput
B04		B04	BinaryOutput
L001C127		L001C127	BinaryOutput
L001C128		L001C128	BinaryOutput
L001C129		L001C129	BinaryOutput
L001C130		L001C130	BinaryOutput
L001C131		L001C131	BinaryOutput
L001C132		L001C132	BinaryOutput
L001C139		L001C139	BinaryOutput
INPUTNOTIFY		INPUTNOTIFY	EventNotification
OUTPUTNOTIFY		OUTPUTNOTIFY	EventNotification
ZONENOTIFY		ZONENOTIFY	EventNotification
ACPOWER		ACPOWER	MultistateInput
BATTERY		BATTERY	MultistateInput
CPU		CPU	MultistateInput
GROUND		GROUND	MultistateInput
L001D001		L001D001	MultistateInput
L001D002		L001D002	MultistateInput
L001D003		L001D003	MultistateInput
L001D004		L001D004	MultistateInput
L001D005		L001D005	MultistateInput
L001D006		L001D006	MultistateInput
L001D007		L001D007	MultistateInput
L001D008		L001D008	MultistateInput
L001D009		L001D009	MultistateInput
L001D010		L001D010	MultistateInput
L001D011		L001D011	MultistateInput
L001D012		L001D012	MultistateInput

Figura 6.3.- Elementos de la Carpeta BACnet Devices.

Si se desea conocer los elementos que se encuentran únicamente en BinaryOutput, se abre la raíz del Explorador de Continuum y se da un doble click sobre la carpeta azul BinaryOutput.



Alias	Owner	Name	Type
B01		B01	BinaryOutput
B02		B02	BinaryOutput
B03		B03	BinaryOutput
B04		B04	BinaryOutput
L001C127		L001C127	BinaryOutput
L001C128		L001C128	BinaryOutput
L001C129		L001C129	BinaryOutput
L001C130		L001C130	BinaryOutput
L001C131		L001C131	BinaryOutput
L001C132		L001C132	BinaryOutput
L001C139		L001C139	BinaryOutput

Figura 6.4.- Elementos BinaryOutput de BACnet Devices.

Al dar un doble click sobre los elementos BinaryOutput presentan la ventana mostrada a continuación:

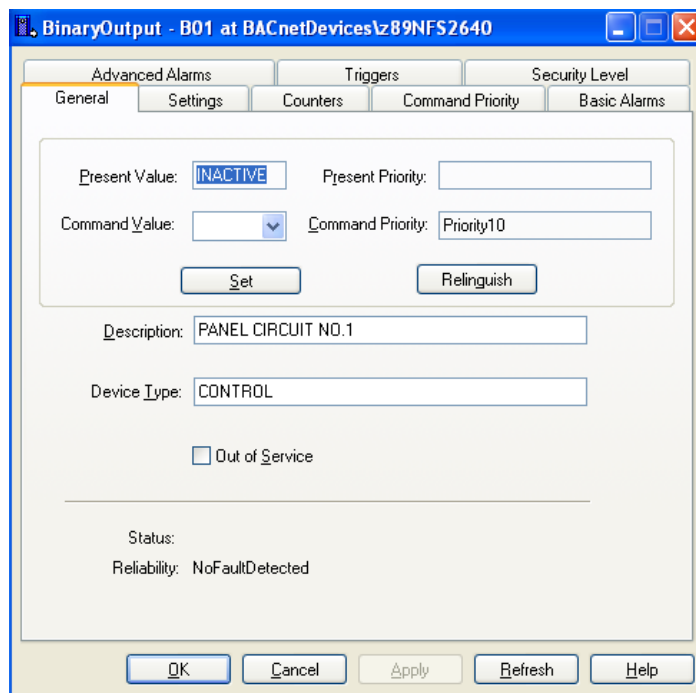


Figura 6.5.- Pestaña General de BinaryOutput.

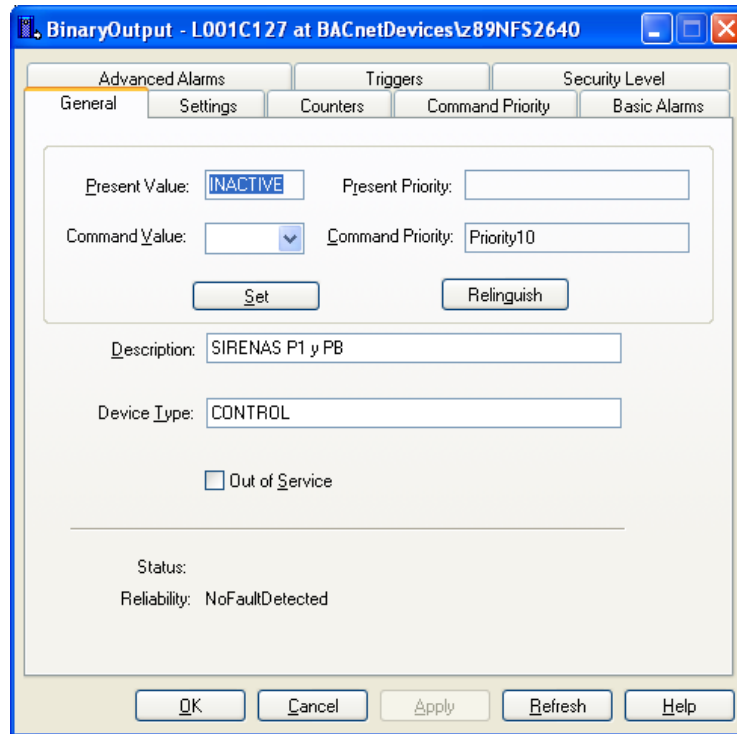


Figura 6.6.- Pestaña General de BinaryOutput

En estas figuras se obtienen los datos principales del elemento BACnet BinaryOutput, donde la descripción de *PANEL CIRCUIT NO.1* o *SIRENAS P1 y PB* son enviadas directamente desde el Notifier 640, se puede observar su *Present Value*: cuyo estado es INACTIVE ya que no detecta ninguna falla.

En la pestaña de *Basic Alarms* se puede definir el tipo y evento de Notificación que se desea recibir y a su vez reportar los estados *Alarm*, *Return to Normal* y *Fault*.

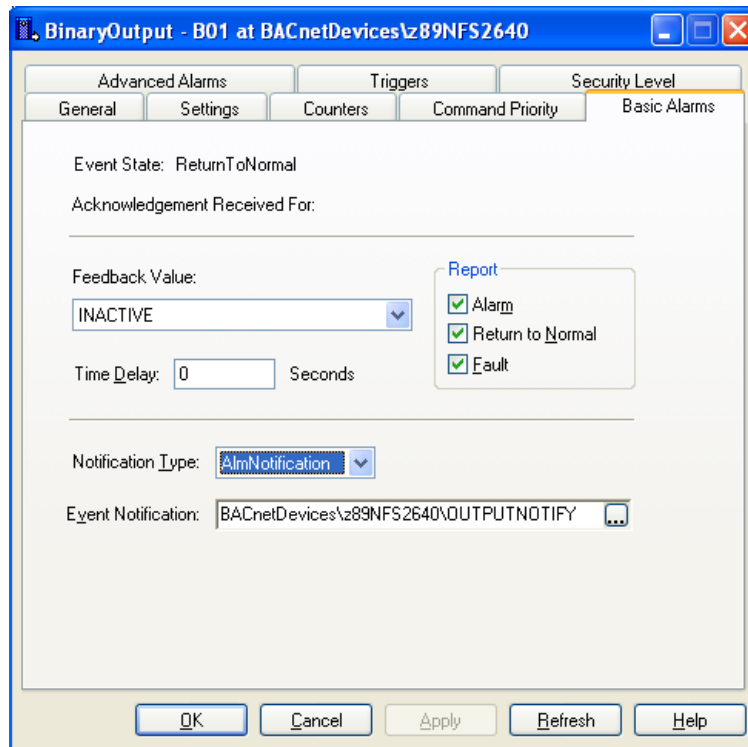


Figura 6.7.- Pestaña Basic de Alarms BinaryOutput

Al ser BACnet un protocolo que se diferencia de los demás por su control en sistemas de seguridad, este permite notificar al usuario cuando ocurre un evento de alarma dentro de su sistema. Todos los cambios y administración de eventos relacionados con alarmas se editan en esta pestaña.

Si se desea conocer los elementos que se encuentran únicamente en EventNotification, se abre la raíz del Explorador de Continuum y se da un doble click sobre la carpeta azul EventNotification.

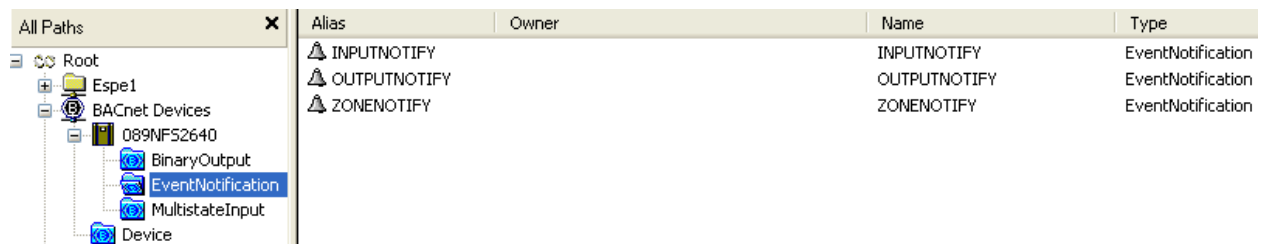


Figura 6.8.- Elementos de EventNotification de BACnet Devices.

Al dar un doble click sobre cualquiera de los elementos EventNotification presentará la ventana mostrada a continuación:

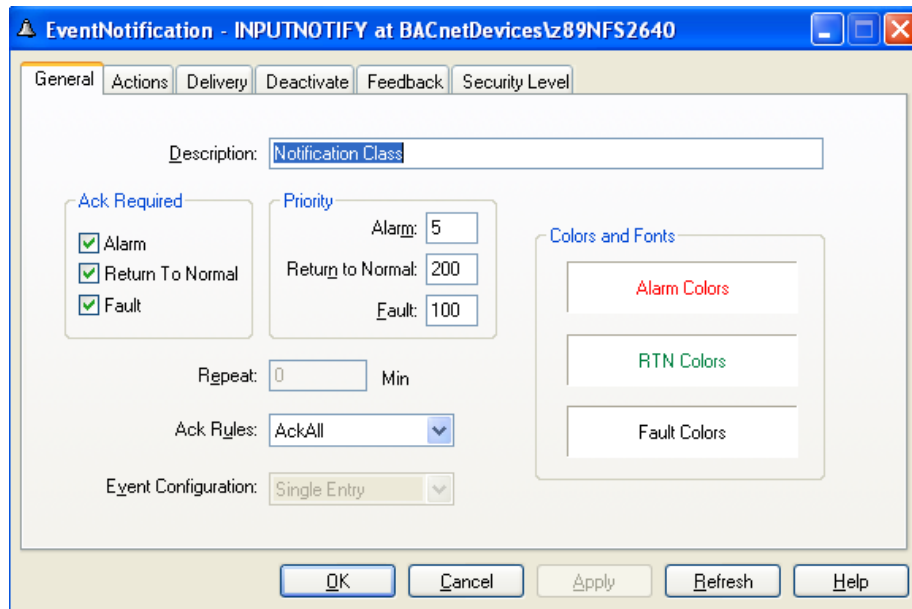


Figura 6.9.- Pestaña General EventNotification

La ventana muestra seis pestañas: La explicación de algunas ventanas se presenta a continuación:

General: muestra los parámetros para notificación de alguna alarma.

La ventana *actions* me permite escoger las acciones que va a realizar el programa una vez que se produjo una notificación de alarma. Como por ejemplo: Beep on alarm, Blink on alarm, etc.

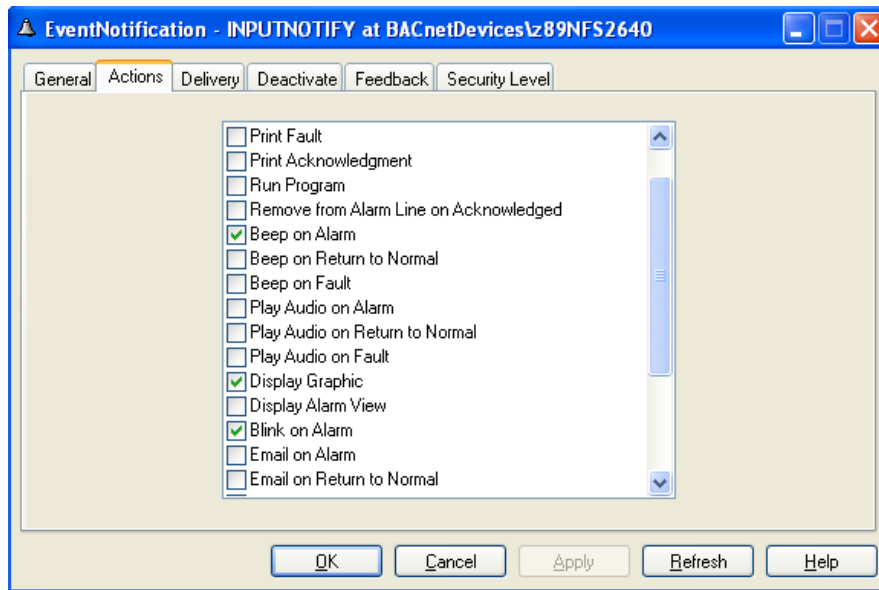


Figura 6.10.- Pestaña Actions del EventNotification.

La desactivación de las acciones que va a tomar el software una vez que se produjo la notificación se la realiza en la pestaña *Deactivate*.

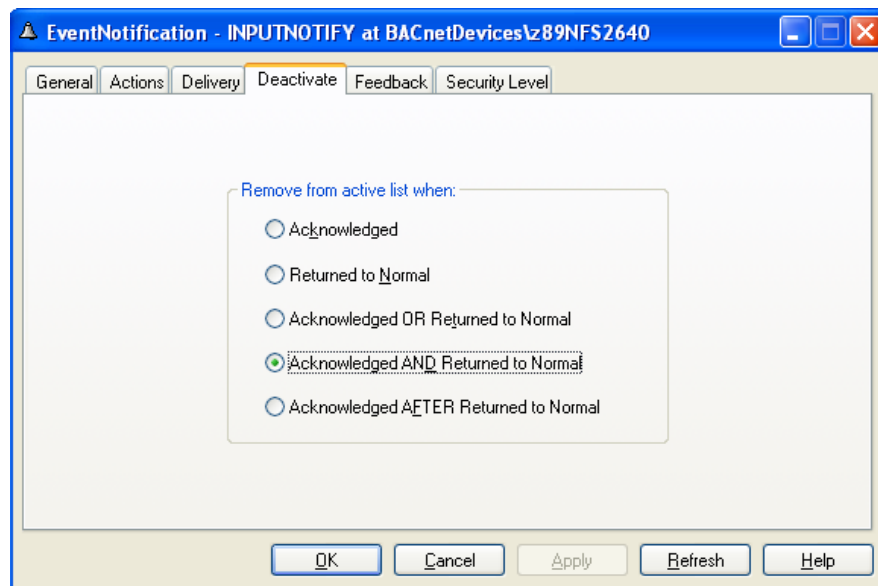
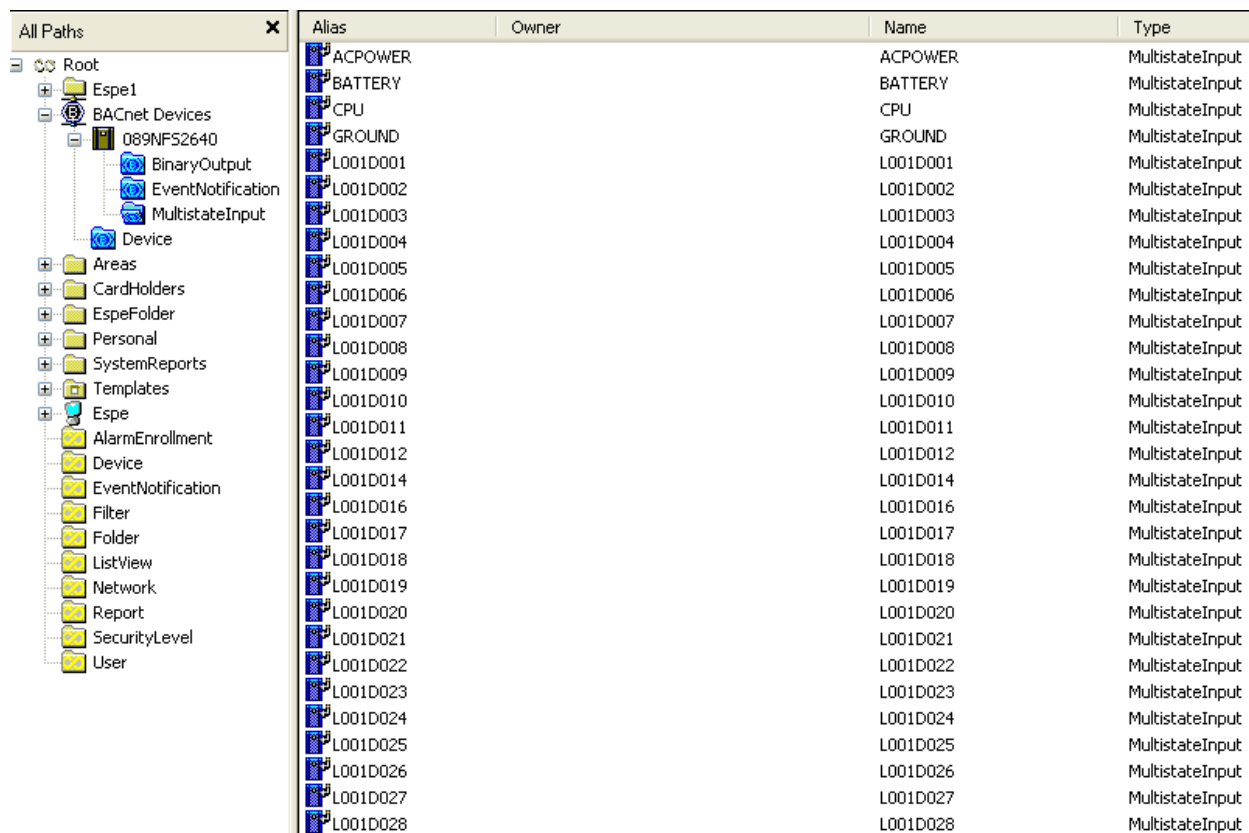


Figura 6.11.- Pestaña EventNotification

Para conocer los elementos que se encuentran únicamente en MultistateInput, se abre la raíz del Explorador de Continuum y se da un doble click sobre la carpeta azul MultistateInput.



The screenshot shows the Continuum Explorer interface. On the left, the 'All Paths' pane displays a tree view of the system structure. The 'BACnet Devices' folder is expanded, showing a sub-folder '089NFS2640' which contains 'BinaryOutput', 'EventNotification', and 'MultistateInput'. The 'MultistateInput' folder is selected. On the right, a table lists the elements contained within this folder.

Alias	Owner	Name	Type
ACPOWER		ACPOWER	MultistateInput
BATTERY		BATTERY	MultistateInput
CPU		CPU	MultistateInput
GROUND		GROUND	MultistateInput
L001D001		L001D001	MultistateInput
L001D002		L001D002	MultistateInput
L001D003		L001D003	MultistateInput
L001D004		L001D004	MultistateInput
L001D005		L001D005	MultistateInput
L001D006		L001D006	MultistateInput
L001D007		L001D007	MultistateInput
L001D008		L001D008	MultistateInput
L001D009		L001D009	MultistateInput
L001D010		L001D010	MultistateInput
L001D011		L001D011	MultistateInput
L001D012		L001D012	MultistateInput
L001D014		L001D014	MultistateInput
L001D016		L001D016	MultistateInput
L001D017		L001D017	MultistateInput
L001D018		L001D018	MultistateInput
L001D019		L001D019	MultistateInput
L001D020		L001D020	MultistateInput
L001D021		L001D021	MultistateInput
L001D022		L001D022	MultistateInput
L001D023		L001D023	MultistateInput
L001D024		L001D024	MultistateInput
L001D025		L001D025	MultistateInput
L001D026		L001D026	MultistateInput
L001D027		L001D027	MultistateInput
L001D028		L001D028	MultistateInput

Figura 6.12.- Elementos de MultiState de BACnet Devices.

Al dar un doble click sobre cualquiera de los elementos MultistateInput se presentará la ventana mostrada a continuación:

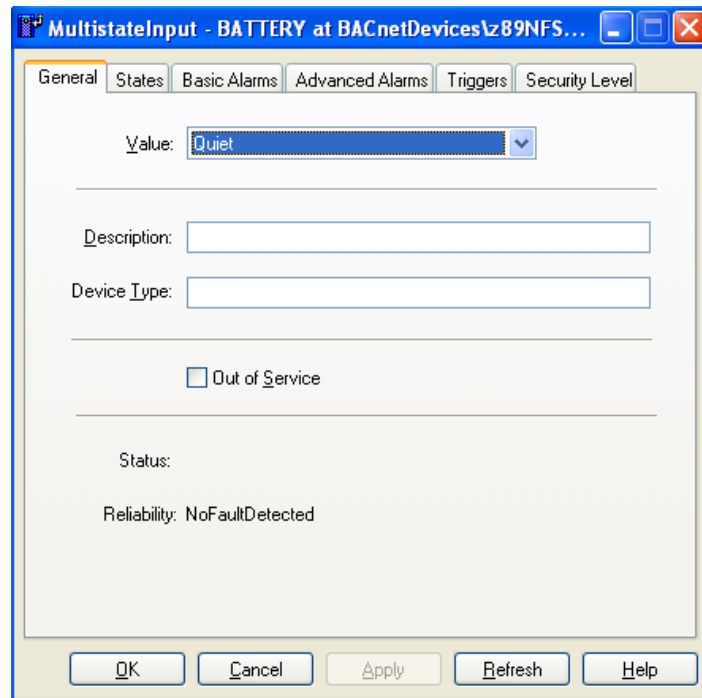


Figura 6.13.- Pestaña General MultiState de BACnet Devices.

La ventana muestra seis pestañas: La explicación de algunas se presenta a continuación:

General: muestra la descripción general del elemento MultistateInput, por ejemplo, Batería, detector de humo, etc.

La ventana *status* me permite observar los cuatro estados que tiene los elementos y estos son:

- Quiet,
- active,
- Fault,
- disabled.

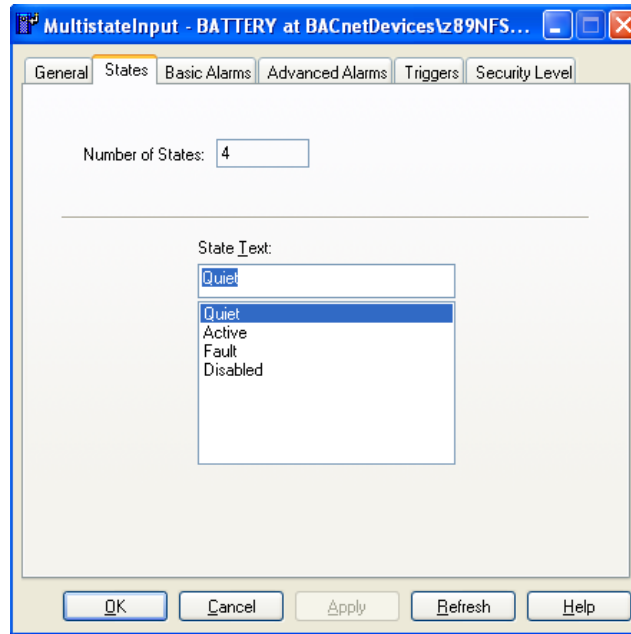


Figura 6.14.- Pestaña States MultiState de Bacnet Devices.

La pestaña *Basic Alarms* me permite determinar a partir de los cuatro estados del dispositivo cuando existen fallas o se produce una alarma.

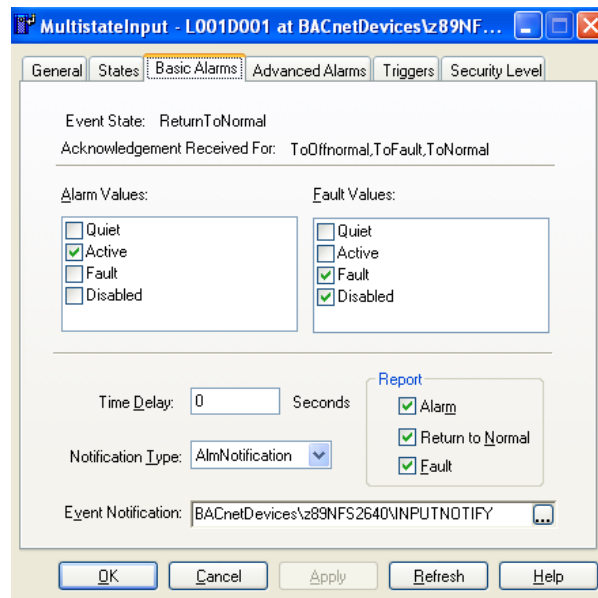


Figura 6.15.- Pestaña Basic Alarms MultiState de Bacnet Devices

Las pantallas principales de los elementos o dispositivos de MultiStateInput se presentan a continuación:

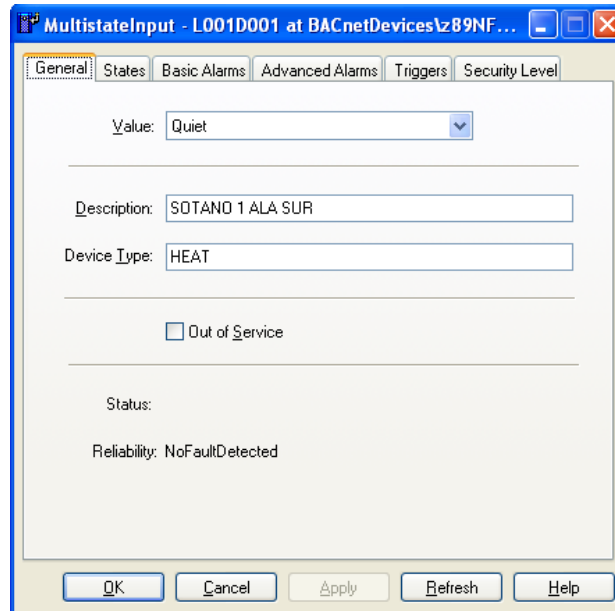


Figura 6.16.- Detector de Calor.

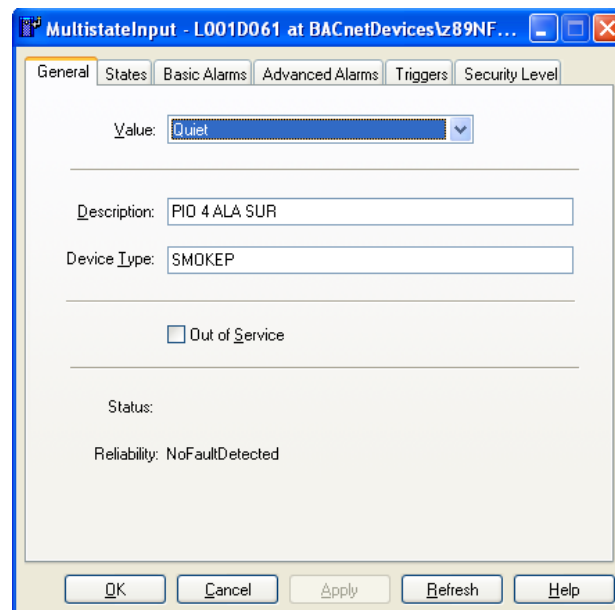


Figura 6.17.- Detector de Humo.

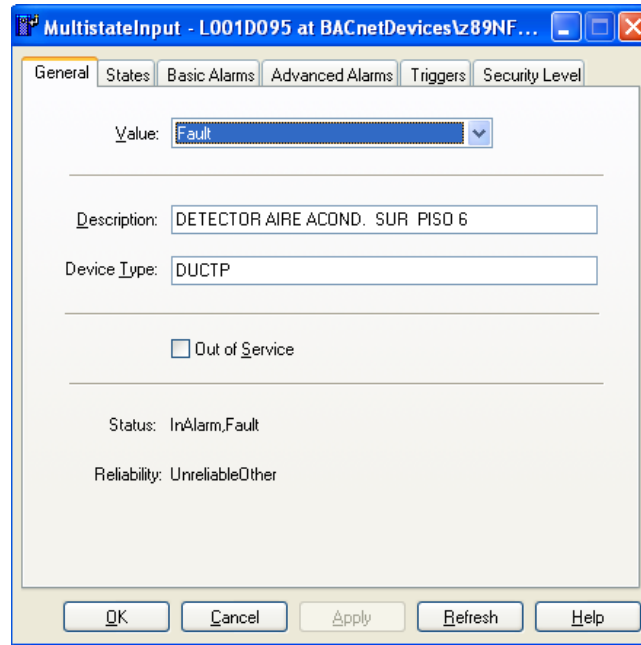


Figura 6.18.- Detectores de Ducto.

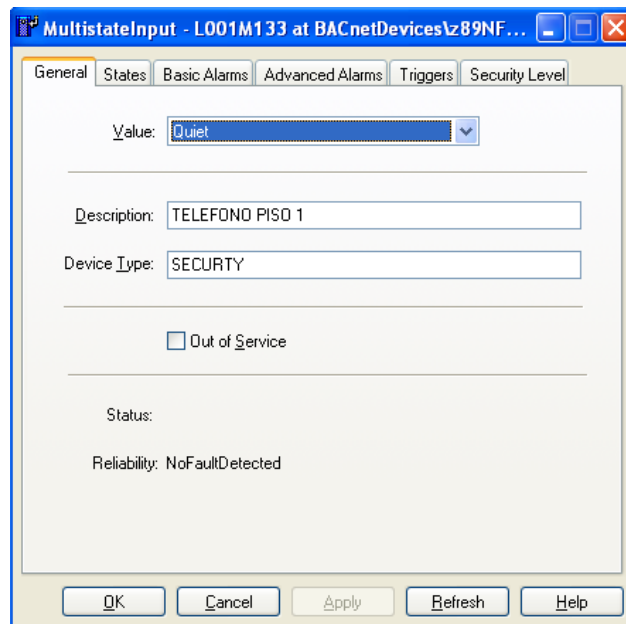


Figura 6.19.- Teléfono de Incendios.

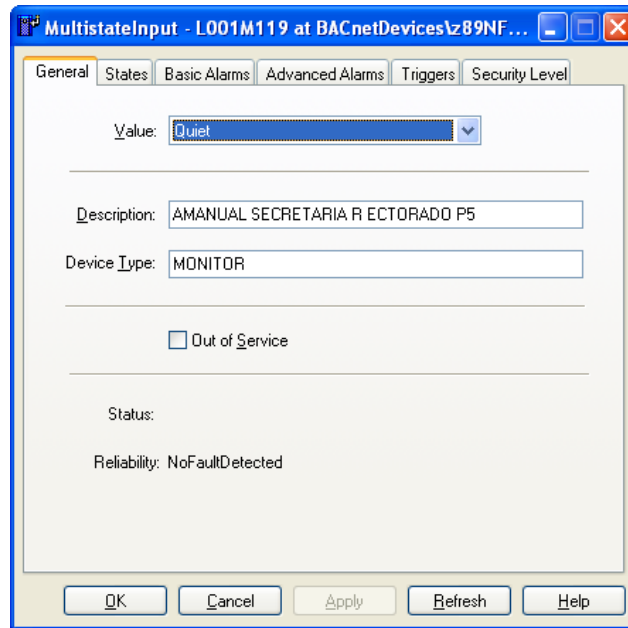


Figura 6.20.- Estación Manual

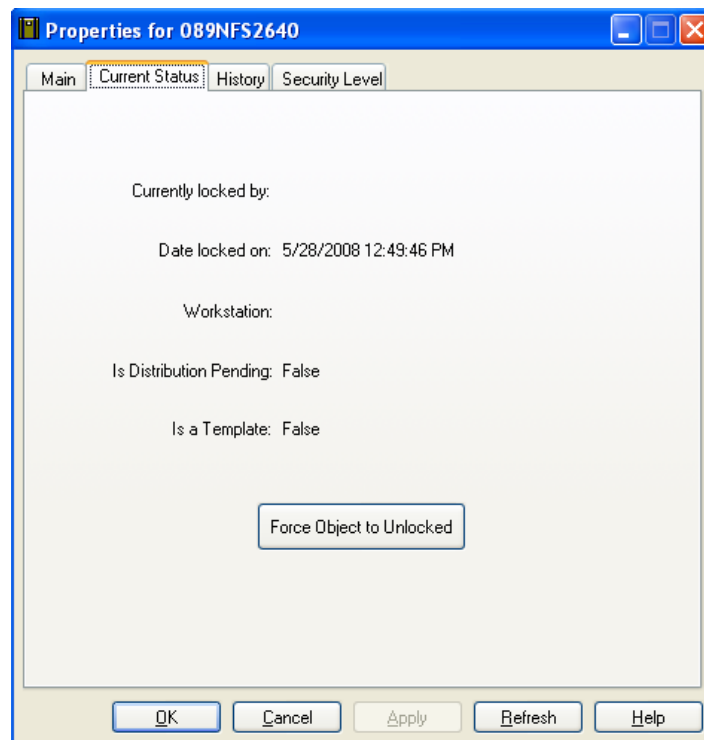


Figura 6.21.- FACP

Los 128 elementos integrados son Sensores Térmicos, Sensores de Calor, Luces Estroboscópicas, Detector de Gas, Teléfono de Incendios y Estaciones Manuales



Figura 6.22.- Foto sensor Térmico



Figura 6.23.- Foto Estación Manual



Figura 6.24.- Foto Luces Estroboscópicas.



Figura 6.25.- Foto Teléfono de Incendios.

Todos los elementos que han sido agregados en su configuración en la carpeta de Basic Alarms se encuentran en la carpeta AlarmEnrollment

Name	DeviceId	Alias	Type
Alarma Ductos		AlarmaDuctos	AlarmEnrollment
Alarma Panico		AlarmaPanico	AlarmEnrollment
Alarma RML		AlarmaRML	AlarmEnrollment
Alarma Seguridad		AlarmaSeguridad	AlarmEnrollment
Disk Space		DiskSpace	AlarmEnrollment
Door Ajar		DoorAjarAlarm	AlarmEnrollment
Door Forced Open		DoorForcedOpen	AlarmEnrollment
Incendios Detectores		IncendiosDetecto	AlarmEnrollment
Incendios General		IncendiosGeneral	AlarmEnrollment
Incendios Pisos		IncendiosPisos	AlarmEnrollment
Incendios Sirenas		IncendiosSirenas	AlarmEnrollment
Incendios Telefonos		IncendiosTelefon	AlarmEnrollment
Incendios WAV		IncendiosWAV	AlarmEnrollment
InvalidAttemptAlm		InvalidAttemptAl	AlarmEnrollment
Programa Deshabilitado		ProgramaDeshabil	AlarmEnrollment
Sistema Armado		SistemaArmado	AlarmEnrollment
Trouble Alarm		TroubleAlarm	AlarmEnrollment

Figura 6.26.- Elementos de la Carpeta AlarmEnrollment

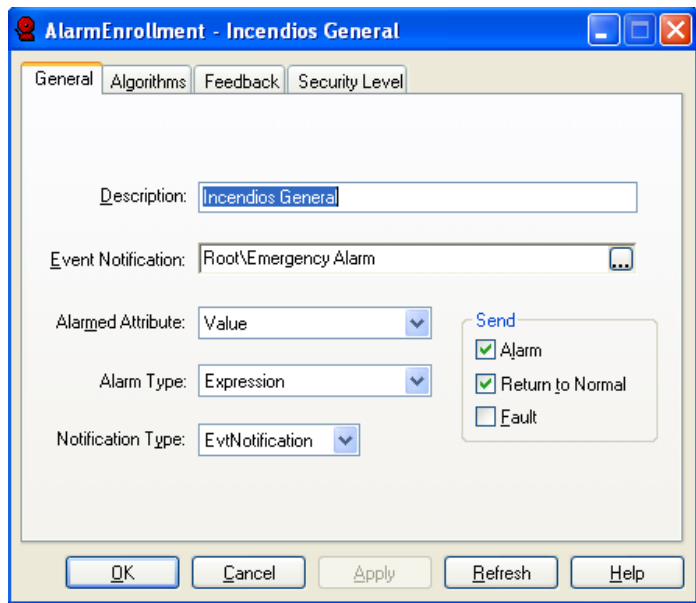


Figura 6.27.- Ventana Incendio General de AlarmEnrollment

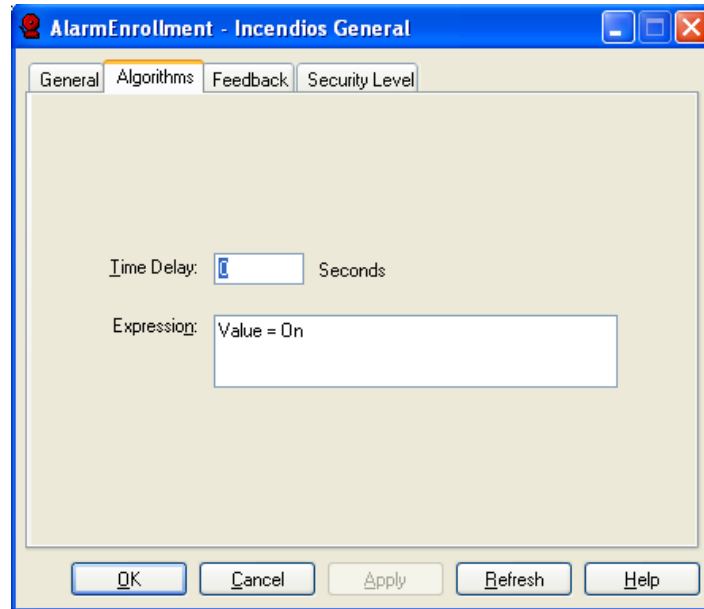


Figura 6.28.- Ventana Algorithms de Incendio General de AlarmEnrollment

La expresión que Value = On, permite activar la alarma de Incendio General, para mayor información consultar el PDF de configuración de Andover Continuum versión 1.8.

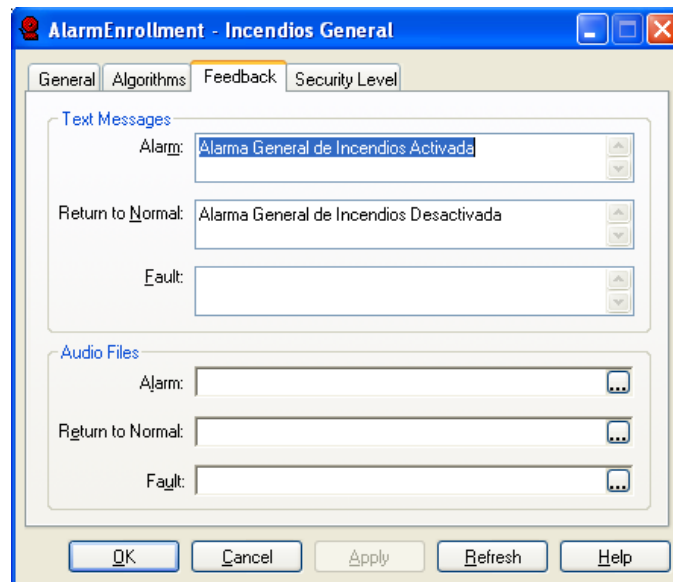


Figura 6.29.- Ventana Feedback de Incendio General de AlarmEnrollment

La descripción escrita en esta ventana nos permite ver los mensajes que Continuum envía cuando una alarma es activada o desactivada.

6.2.- PRUEBAS REALIZADAS

La combinación de un buen diseño con las pruebas que se realizan en la integración del sistema de detección de incendios bajo condiciones que pueden ocurrir, nos garantizan el funcionamiento óptimo del mismo.

En sistemas de detección de incendios es muy importante asegurar que solo personal autorizado puede silenciar alarmas, resetear alarmas y llevar a cabo otras operaciones que significativamente afectan el rendimiento o estatus del sistema.

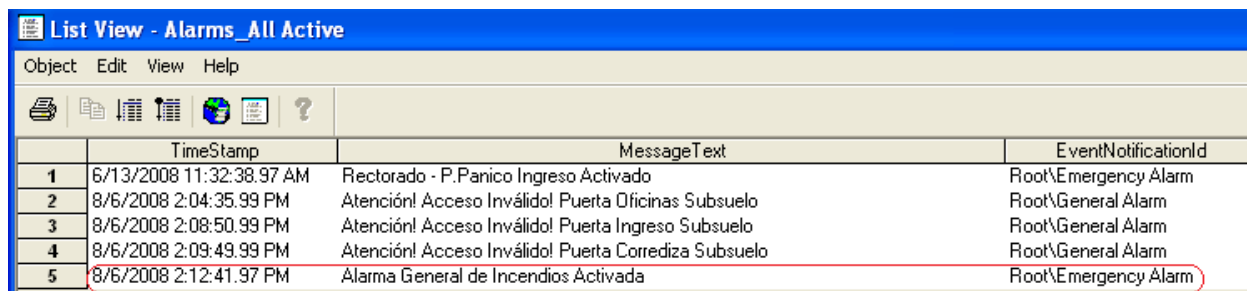
Esta prueba fue realizada en el mes de Abril del presente año en presencia del Sr. Ing. Flavio Pineda Codirector de este tema de tesis ya que dicha persona fue técnico encargado de la Automatización del Edificio Administrativo de la ESPE.



Figura 6.30.- Ventana Principal de los sistemas Integrados en el Edificio Administrativo ESPE.

El elemento principal en esta ventana es lo resaltado en cuadro rojo que dice: “Alarma General de incendios activada” la misma que fue escrita en el text message de la ventana Feedback del AlarmEnrollment, descrita anteriormente.

El mensaje es reportado en ListView en el que se describe la fecha, hora y alarmas activadas.



	TimeStamp	MessageText	EventNotificationId
1	6/13/2008 11:32:38.97 AM	Rectorado - P.Panico Ingreso Activado	Root\Emergency Alarm
2	8/6/2008 2:04:35.99 PM	Atención! Acceso Inválido! Puerta Oficinas Subsuelo	Root\General Alarm
3	8/6/2008 2:08:50.99 PM	Atención! Acceso Inválido! Puerta Ingreso Subsuelo	Root\General Alarm
4	8/6/2008 2:09:49.99 PM	Atención! Acceso Inválido! Puerta Corrediza Subsuelo	Root\General Alarm
5	8/6/2008 2:12:41.97 PM	Alarma General de Incendios Activada	Root\Emergency Alarm

Figura 6.31.- Ventana List View.

Se realizó la prueba con cada uno de los dispositivos conectados al Panel de Incendios Notifier NFS 640, mostrando la efectividad del sistema en detección de Incendios y comprobando que la integración de los mismos mediante Protocolo BACNet fue exitosa. Sin embargo como todo sistema no se asegura la protección contra daño o pérdida de vida por resultado de algún incendio.

CAPITULO VII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 CONCLUSIONES

BACnet es aplicable a todos los tipos de construcción y todas las disciplinas filiales: aire acondicionado y calefacción, Seguridad, Control de Acceso, Incendio, Tecnología, iluminación, instalaciones eléctricas, etc. Los mismos mecanismos también proporcionan beneficios tales como la independencia por el fabricante, la compatibilidad, los futuros sistemas relacionados con este estándar y un nivel adecuado de interoperabilidad.

Se realizó la Implementación del Sistema de Detección de Incendios Notifier NFS 640 a la Plataforma de TAC mediante su software Continuum en el Edificio Administrativo de la ESPE.

Una de las grandes fortalezas de BACnet es la habilidad de adaptarse a nuevas Redes Tecnológicas de Red y cubrir las necesidades de sus usuarios. BACnet utiliza una combinación de cinco tipos diferentes de tecnologías de transmisión (incluidos LonWorks, RS485, Ethernet) para el transporte de mensajes, utiliza la capa de transporte y no se une a cualquier hardware específico.

El Protocolo BACNet provee un mecanismo flexible para definir eventos, alarmas y notificar a estaciones de trabajo u otros dispositivos cuando esto ocurre.

BACnet es un estándar europeo (CEN) e internacional (ISO) y el resultado final de usar un protocolo abierto será de edificios que son más fáciles de operar y más seguros para sus ocupantes.

BACnet ha ganado rápidamente aceptación alrededor del mundo. Ha sido traducido en chino, japonés y coreano y ha sido designado Estándar Nacional en Corea.

Estudios recientes han revelado que hay instalaciones BACNet en cerca de 100 países y en cada continente incluyendo la Antártida. Esto gracias a un hecho central: BACnet es un verdadero estándar de la automatización de edificios y del control industrial cuyo desarrollo, mejoramiento y uso está abierto para todos.

La integración de Sistemas mediante protocolo BACnet permite a la Empresa Schneider Electric del Ecuador aumentar su competitividad en el mercado para realizar Automatización de Edificios Comerciales en el País.

7.2 RECOMENDACIONES

Se recomienda usar energía de alimentación de respaldo para evitar cualquier problema con el funcionamiento del Panel de Detección de Incendios Notifier NFS 640.

Se recomienda que una vez que se ejecute el telnet para realizar el reconocimiento de los detectores que se encuentran en el Panel de Incendios NFS 640, se permita al software Continuum trabajar sin ningún tipo de interrupción hasta que cargue todas las variables a su sistema, ya que un procedimiento inadecuado provoca que su integración sea fallida.

En sistemas de detección de incendios es muy importante asegurar que solo personal autorizado puede silenciar alarmas, resetear alarmas y llevar a cabo otras operaciones que afectan el rendimiento o estatus del sistema.

Es importante realizar simulacros con las personas que trabajan en el Edificio Administrativo para crear conciencia sobre los procedimientos que deben realizar en caso de presentarse una emergencia de incendio.

Así mismo se recomienda colocar salidas de emergencia en el Edificio Administrativo ya que por el momento no disponen de las mismas.

Se recomienda colocar sensores de detección de calor o humo en el cuarto de control para evitar cualquier incidente que produzca un mal funcionamiento del Sistema por consecuencia de un Incendio.

Además, se recomienda colocar sensores de detección de calor o humo en los ductos del Edificio Administrativo ya que se los usa como bodegas en la que se guarda todo tipo de material inflamable, poniendo en peligro la seguridad del personal que labora en sus oficinas.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- [1] Akimaru, H., "Intelligent Buildings: Myth, Reality, or Wishful Thinking?", IEEE Communications Magazine, Abril 1991, U.S.A.
- [2] Finley, Jr., M. R., Karakura, A. , Nbogni, R. , "Survey of Intelligent Building Concept", IEEE Communications Magazine, Abril, 1991, Páginas 18-23.
- [3] Instituto Cerda - Área de Telecomunicaciones, "Edificios y Áreas Inteligentes - Definición de un concepto emergente", Fundación Privada Cerda , 1a. Edición, Octubre 1989, Barcelona, España.
- [4] "Intelligent Buildings", IEEE Communications Magazine, Abril, 1991, Páginas 24-27.
- [5] BY Bill Swan, the Language of BACnet-Objects, Properties and Services, Alerton Technologies, Inc.
- [6] BACNet- the new Standard Protocol.PDF
- [7] "Internetworking with BACnet", *Engineered Systems, January 1997*.
- [8] GSA guide to specifying Interoperable building automation and control systems using ASHRAE/ANSI STANDARD 135/1995 BACNET.PDF
- [9] BACNet Gateway configuration.pdf
- [10] Andover Continuum Configurator's Guide version 1.8/ Chapter 14.pdf
- [11] Normas para sistemas de distribución, Empresa Eléctrica Quito.
- [12] [www. Bacnet.org](http://www.Bacnet.org), The new Standard Protocol.
- [13] www.arqhys.com/reglas de cableado.
- [14] www.nfpa.com

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPITULO I.- AUTOMATIZACIÓN DE EDIFICIOS Y SUS SISTEMAS

Figura 1.1.- Modelo del Edificio Inteligente.....	15
Figura 1.2.- Modelo Completo del Edificio Inteligente.....	15
Figura 1.3.- Niveles de Inteligencia de un Edificio Inteligente.....	20

CAPITULO II.- TECNOLOGIA BACNET

Figura 2.1.- Arquitectura Bacnet.....	25
Figura 2.2.- Sensor de Temperatura.....	27
Figura 2.3.- Objetos Bacnet.....	28
Figura 2.4.- Pedido de Servicios.....	34
Figura 2.5.- Bacnet LAN's.....	45
Figura 2.6.- Conexión de Dispositivos Bacnet usando Gateways.....	46
Figura 2.7.- Ejemplo de tres diferentes Bacnet LANs conectadas entre sí por Routers.....	47
Figura 2.8.- Una Red física usando PADs.....	48
Figura 2.9.- Una Red virtual Bacnet usando PADs.....	49
Figura 2.10: Estructura de un Mensaje Bacnet.....	52
Figura 2.11: Bacnet/IP Router.....	53
Figura 2.12 Routing entre Redes BACnet/IP con BBMDs.....	55
Figura 2.13.- Utilización de dispositivos BACnet y BACnet/IP.....	56

CAPITULO IV.- INTEGRACIÓN DE BACNET A LA PLATAFORMA DE TAC

Figura 4.1.-	Arquitectura BACNet.....	85
Figura 4.2.-	Arquitectura de la Integración Mediante BACNet Gateway.....	89
Figura 4.3.-	Dispositivos BACNet como Infinity Controller and BACnet Device.....	90
Figura 4.4.-	Dispositivos BACNet en el Continuum Explorer.....	91
Figura 4.5.-	Dispositivos BACNet como BACnet Device.....	91
Figura 4.6.-	Dispositivos BACNet en el Continuum Explorer como Bacnet device.....	92
Figura 4.7.-	Dispositivos BACNet como Infinity Controller.....	92
Figura 4.8.-	Dispositivos BACNet en el Continuum Explorer.....	93
Figura 4.9.-	Iconos Dispositivos BACNet.....	94
Figura 4.10.-	Objetos BACNet.....	95
Figura 4.11.-	Arquitectura Andover Continuum.....	102

CAPITULO V.- IMPLEMENTACIÓN DE LA INTEGRACIÓN DE UN SISTEMA DE DETECCIÓN DE INCENDIOS AL SISTEMA BACNET

Figura 5.1. –	Especificaciones de alimentación.....	104
Figura 5.2. –	Conexiones de alimentación de Bacnet Gateway.....	104
Figura 5.3. –	Panel de Incendios.....	105
Figura 5.4. –	Cabina de Bacnet Gateway.....	106
Figura 5.5. –	Bacnet Gateway.....	106
Figura 5.6. –	Pantalla de configuración del puerto de Comunicación.....	107
Figura 5.7. –	Pantalla de configuración del tab Gateway.....	108
Figura 5.8. –	Pantalla de configuración del Multitab de Gateway.....	109
Figura 5.9. –	Pantalla de configuración de Red.....	110
Figura 5.10. –	Pantalla de configuración de Bacnet.....	111
Figura 5.11. –	Pantalla de Información.....	112

CAPITULO VI. PRUEBAS Y RESULTADOS

Figura 6.1.- Raíz del Continuum Explorer.....	115
Figura 6.2.- Elementos de la Carpeta BAcnet Devices.....	116
Figura 6.3.- Elementos de la Carpeta BAcnet Devices.....	116
Figura 6.4.- Elementos BinaryOutput de BAcnet Devices.....	117
Figura 6.5.- Pestaña General de BinaryOutput.....	117
Figura 6.6.- Pestaña General de BinaryOutput.....	118
Figura 6.7.- Pestaña Basic de Alarms BinaryOutput.....	119
Figura 6.8.- Elementos de EventNotification de BAcnet Devices.....	119
Figura 6.9.- Pestaña General EventNotification.....	120
Figura 6.10.- Pestaña Actions del EventNotification.....	121
Figura 6.11.- Pestaña EventNotification.....	121
Figura 6.12.- Elementos de MultiState de BAcnet Devices.....	122
Figura 6.13.- Pestaña General MultiState de BAcnet Devices.....	123
Figura 6.14.- Pestaña States MultiState de BAcnet Devices.....	124
Figura 6.15.- Pestaña Basic Alarms MultiState de BAcnet Devices.....	124
Figura 6.16.- Detector de Calor.....	125
Figura 6.17.- Detector de Humo.....	125
Figura 6.18.- Detectores de Ducto.....	126
Figura 6.19.- Teléfono de Incendios.....	126
Figura 6.20.- Estación Manual.....	127
Figura 6.21.- FACP.....	127
Figura 6.22.- Foto sensor Térmico.....	128
Figura 6.23.- Foto Estación Manual.....	128
Figura 6.24.- Foto Luces Estroboscópicas.....	129
Figura 6.25.- Foto Teléfono de Incendios.....	129
Figura 6.26.- Elementos de la Carpeta AlarmEnrollment.....	130
Figura 6.27.- Ventana Incendio General de AlarmEnrollment.....	130
Figura 6.28.- Ventana Algorithms de Incendio General de AlarmEnrollment.....	131
Figura 6.29.- Ventana Feedback de Incendio General de AlarmEnrollment.....	131

Figura 6.30.- Ventana Principal de los sistemas Integrados.....	132
Figura 6.31.- Ventana List View.....	133

ÍNDICE DE TABLAS

CAPITULO II.- TECNOLOGÍA BACNET

Tabla 2.1.- Objetos Bacnet.....	29
Tabla 2.2.- Propiedades del Objeto Analog Input.....	31
Tabla 2.3.- Propiedades del Device Object.....	33
Tabla 2.4.- Servicios “Alarm and Event”	36
Tabla 2.5.- Servicios File Access.....	36
Tabla 2.6.- Servicios Object Access.....	37
Tabla 2.7.- Servicios “Remote Device Management”.....	39
Tabla 2.8.- Servicios “Virtual Terminal”.....	40
Tabla 2.9.- “Function Groups.”.....	42
Tabla 2.10.- Bacnet LAN’s.....	43

CAPITULO IV.- INTEGRACIÓN DE BACNET A LA PLATAFORMA DE TAC

Tabla 4.1.- Objetos Bacnet en Continuum.....	86
--	----

GLOSARIO

BACNET Building Automation Control Net, es un protocolo de comunicación usado en la Automatización de Edificios capaz de integrar equipos de diferentes fabricantes en un único Sistema.

EDIFICIO INTELIGENTE El edificio inteligente es aquél que por sí mismo puede crear condiciones personales, ambientales y tecnológicas para incrementar la satisfacción y productividad de sus ocupantes, dentro de un ambiente de máximo confort y seguridad, sumado al ahorro de recursos energéticos a partir del monitoreo y control de los sistemas comunes del edificio.

ASHRAE Sociedad Americana de Ingenieros en Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado.

PICS Protocol Implementation Conformance Statement.

ETHERNET Es una LAN de alta velocidad el cual ha sido ampliamente usado por muchos años. Por la virtud de su popularidad los gastos de su interfaz han sido bajados, aun así, su costo sigue siendo elevado en relación a las otras LANs, sabiendo que el uso de hubs y repetidoras puede incrementar el costo del sistema. Ofrece muchas alternativas en cableado como par trenzado, coaxial y fibra óptica.

MS/TP LAN MS/TP (Master-Slave/Token-Passing) fue diseñado para hacer posible en fabricantes de Sistemas de Automatización de Edificios (Building Automation Systems BAS) en construir dispositivos BACNet con el bajo costo necesario para que BACNet tenga éxito compitiendo con propietarios LAN. La LAN MS/TP usa EIA-485 con par trenzado como cable.

BACNet/IP PAD BACnet/Internet-Protocol Packet-Assembler-Disassembler es una clase especial de Router que se usa para conectar redes BACNet sobre redes IP.

NFPA Código Nacional de Alarmas de Incendio (National Fire Protection Alarm).

BACNET GATEWAY interfaz entre las redes que utilizan el Protocolo de comunicación BACnet y NOTI.FIRE.NET residente en paneles de control de detección de incendios (FACPs).

ANEXOS

**GSA Guide to Specifying Interoperable
Building Automation and Control Systems
Using ANSI/ASHRAE Standard 135-1995,
BACnet**

Steven T. Bushby
Building and Fire Research Laboratory
Gaithersburg, MD

H. Michael Newman
Cornell University
Ithaca, NY

Martin A. Applebaum
ESS Engineering, Inc.
Tempe, AZ



**United States Department of Commerce
Technology Administration
National Institute of Standards and Technology
Gaithersburg, MD 20899**

GSA Guide to Specifying Interoperable Building Automation and Control Systems Using ANSI/ASHRAE Standard 135-1995, BACnet

Steven T. Bushby
Building and Fire Research Laboratory
Gaithersburg, MD

November, 1999

H. Michael Newman
Cornell University
Ithaca, NY

Martin A. Applebaum
ESS Engineering, Inc.
Tempe, AZ



U.S. Department of Commerce
William M. Daley, *Secretary*
Technology Administration
Cheryl L. Shavers, *Under Secretary for Technology*
National Institute of Standards and Technology
Raymond G. Kammer, *Director*



Prepared for:
U.S. General Services Administration
David J. Barram, *Administrator*

Abstract

This guide is intended for use by General Services Administration staff or design consultants when preparing specifications for interoperable building control systems using BACnet technology. It explains the issues that need to be considered when specifying the communication details and makes some recommendations for the choices involved. It is not a sample specification and it does not address all issues important for a good control system specification. The focus is on specific issues related to the interconnection and interoperation of building automation systems and devices using BACnet. It is intended to complement more general guidelines for direct digital control systems for building automation applications.

Key words: BACnet, building automation and control, direct digital control, energy management systems, communication protocol, ANSI/ASHRAE Standard 135

Acknowledgments

The authors wish to acknowledge the significant contributions to this guide made by the members of ASHRAE SSPC 135, the "BACnet Committee." Many of the ideas presented had their genesis in discussions with committee members about ways to make it easier to specify BACnet systems.

Annex A. BACnet Interoperability Building Blocks (BIBBs)

BACnet Interoperability Building Blocks (BIBBs) are collections of one or more BACnet services. These are prescribed in terms of an "A" and a "B" device. Both of these devices are nodes on a BACnet inter-network. In most cases the "A" device will act as the user of data and the "B" device will be the provider of this data. In addition, certain BIBBs may also be predicated on the support of certain, otherwise optional, BACnet objects or properties and may place constraints on the allowable values of specific properties or service parameters.

A.1 Data Sharing BIBBs

These BIBBs prescribe the BACnet capabilities required to interoperably perform the data sharing functions enumerated in 3.1 for the BACnet devices defined therein.

A.1.1 BIBB - Data Sharing-ReadProperty-A (DS-RP-A)

The A device is a user of data from device B.

BACnet Service	Initiate	Execute
ReadProperty	x	

A.1.2 BIBB - Data Sharing-ReadProperty-B (DS-RP-B)

The B device is a provider of data to device A.

BACnet Service	Initiate	Execute
ReadProperty		x

A.1.3 BIBB - Data Sharing-ReadPropertyMultiple-A (DS-RPM-A)

The A device is a user of data from device B and requests multiple values at one time.

BACnet Service	Initiate	Execute
ReadPropertyMultiple	x	

A.1.4 BIBB - Data Sharing-ReadPropertyMultiple-B (DS-RPM-B)

The B device is a provider of data to device A and returns multiple values at one time.

BACnet Service	Initiate	Execute
ReadPropertyMultiple		x

A.1.5 BIBB - Data Sharing-ReadPropertyConditional-A (DS-RPC-A)

The A device is a user of data from device B and requests that values be returned based upon specific criteria that are contained in the message.

BACnet Service	Initiate	Execute
ReadPropertyConditional	x	

A.1.6 BIBB - Data Sharing-ReadPropertyConditional-B (DS-RPC-B)

The B device is a provider of data to device A based, conditionally, upon the selection criteria in the request from device A.

BACnet Service	Initiate	Execute
ReadPropertyConditional		x

A.1.7 BIBB - Data Sharing-WriteProperty-A (DS-WP-A)

The A device sets a value in device B.

BACnet Service	Initiate	Execute
WriteProperty	x	

A.1.8 BIBB - Data Sharing-WriteProperty-B (DS-WP-B)

The B device allows a value to be changed by device A.

BACnet Service	Initiate	Execute
WriteProperty		x

A.1.9 BIBB - Data Sharing-WritePropertyMultiple-A (DS-WPM-A)

The A device sets multiple values in device B at one time.

BACnet Service	Initiate	Execute
WritePropertyMultiple	x	

A.1.10 BIBB - Data Sharing-WritePropertyMultiple-B (DS-WPM-B)

The B device allows multiple values to be changed by device A at one time.

BACnet Service	Initiate	Execute
WritePropertyMultiple		x

A.1.11 BIBB - Data Sharing-COV-A (DS-COV-A)

The A device is a user of COV data from device B.

BACnet Service	Initiate	Execute
SubscribeCOV	x	
ConfirmedCOVNotification		x
UnconfirmedCOVNotification		x

A.1.12 BIBB - Data Sharing-COV-B (DS-COV-B)

The B device is a provider of COV data to device A.

BACnet Service	Initiate	Execute
SubscribeCOV		x
ConfirmedCOVNotification	x	
UnconfirmedCOVNotification	x	

Devices claiming conformance to DS-COV-B shall support a minimum of 5 simultaneous subscriptions.

A.1.13 BIBB - Data Sharing-COV-Unsubscribed-A (DS-COVU-A)

The A device processes unsolicited COV data from device B.

BACnet Service	Initiate	Execute
UnconfirmedCOVNotification		x

A.1.14 BIBB - Data Sharing-COV-Unsubscribed-B (DS-COVU-B)

The B device generates unsolicited COV notifications.

BACnet Service	Initiate	Execute
UnconfirmedCOVNotification	x	

A.2 Alarm and Event Management BIBBs

These BIBBs prescribe the BACnet capabilities required to interoperably perform the alarm and event management functions enumerated in 3.2 for the BACnet devices defined therein.

A.2.1 BIBB - Alarm and Event-Notification-A (AE-N-A)

The A device processes notifications about alarms and other events.

BACnet Service	Initiate	Execute
ConfirmedEventNotification		x
UnconfirmedEventNotification		x

A.2.2 BIBB - Alarm and Event-Notification-B (AE-N-B)

Device B generates notifications about alarms and other events.

BACnet Service	Initiate	Execute
ConfirmedEventNotification	x	
UnconfirmedEventNotification	x	

Devices claiming conformance to AE-N-B shall also support either Intrinsic or Algorithmic reporting.

A.2.3 BIBB - Alarm and Event-ACK-A (AE-ACK-A)

Device A acknowledges alarm/event notifications.

BACnet Service	Initiate	Execute
AcknowledgeAlarm	x	

A.2.4 BIBB - Alarm and Event-ACK-B (AE-ACK-B)

Device B processes acknowledgments of previously transmitted alarm/event notifications.

BACnet Service	Initiate	Execute
AcknowledgeAlarm		x

In order to support this BIBB the device must also support acknowledgeable alarms.

A.2.5 BIBB - Alarm and Event-Summary-A (AE-ASUM-A)

Device A requests summaries of alarms from device B.

BACnet Service	Initiate	Execute
GetAlarmSummary	x	

A.2.6 BIBB - Alarm and Event-Summary-B (AE-ASUM-B)

Device B provides summaries of alarms device A.

BACnet Service	Initiate	Execute
GetAlarmSummary		x

A.2.7 BIBB - Event-Summary-A (AE-ESUM-A)

Device A requests event enrollments from device B.

BACnet Service	Initiate	Execute
GetEnrollmentSummary	x	

A.2.8 BIBB - Event-Summary-B (AE-ESUM-B)

Device B provides event enrollments to device A.

BACnet Service	Initiate	Execute
GetEnrollmentSummary		x

A.3 Scheduling BIBBs

These BIBBs prescribe the BACnet capabilities required to interoperably perform the scheduling functions enumerated in 3.3 for the BACnet devices defined therein.

A.3.1 BIBB - Scheduling - A (SCHED-A)

The A device manipulates schedules and calendars on the B device. The A device must support the **DS-RP-A** and **DS-WP-A** BIBBs.

A.3.2 BIBB - Scheduling - B (SCHED-B)

The B device provides date and time scheduling of the values of specific properties of specific objects. In addition to supporting the **DS-RP-B** and **DS-WP-B** BIBBs, each device claiming conformance to **SCHED-B** must also possess at least one Calendar, one Schedule object, and one Command object. The Command object is required for scheduling actions in other devices.

The Schedule object must support at least 6 entries per day and at least one entry in the List_of_Object_Property_Reference property. The Schedule object must support a non-empty Exception_Schedule property.

The Command object must be capable of writing to objects in other devices. The Priority_For_Writing property in the Command object must be writable.

A.4 Trending BIBBs

These BIBBs prescribe the BACnet capabilities required to interoperably perform the trending functions enumerated in 3.4 for the BACnet devices defined therein.

A.4.1 BIBB – Viewing and Modifying Trends – A (T-VMT-A)

The A device displays trend data from the B device and manipulates trend log collection parameters in the B device.

BACnet Service	Initiate	Execute
ReadRange	x	

A.4.2 BIBB – Viewing and Modifying Trends – B (T-VMT-B)

The B device collects the trend log data records in an internal buffer. Each device claiming conformance to T-VMT-B must be able to support at least one Trend Log object.

BACnet Service	Initiate	Execute
ReadRange		x

A.4.3 BIBB – Trending – Automated Trend Retrieval – A (T-ATR-A)

The A device notifies the B device that a trending buffer has acquired a predetermined number of data samples.

BACnet Service	Initiate	Execute
ConfirmedEventNotification	x	
ReadRange		x

Devices claiming conformance to T-ATR-A must support the Trend Log object.

A.4.4 BIBB – Trending – Automated Trend Retrieval – B (T-ATR-B)

The B device responds to a notification that a trend log is ready with new data and acquires the new data from the log.

BACnet Service	Initiate	Execute
ConfirmedEventNotification		x
ReadRange	x	

A.5 Device Management BIBBs

These BIBBs prescribe the BACnet capabilities required to interoperably perform the device management functions enumerated in 3.5 for the BACnet devices defined therein.

A.5.1 BIBB - Device Management - Dynamic Device Binding - A (DM-DDB-A)

The A device seeks information about device attributes of other devices and interprets device announcements.

BACnet Service	Initiate	Execute
Who-Is	x	
I-Am		x

A.5.2 BIBB - Device Management - Dynamic Device Binding - B (DM-DDB-B)

The B device provides information about its device attributes and responds to requests to identify itself.

BACnet Service	Initiate	Execute
Who-Is		x
I-Am	x	

A.5.3 BIBB - Device Management - Dynamic Object Binding - A (DM-DOB-A)

The A device seeks address information about objects.

BACnet Service	Initiate	Execute
Who-Has	x	
I-Have		x

A.5.4 BIBB - Device Management - Dynamic Object Binding - B (DM-DOB-B)

The B device provides address information about its objects upon request.

BACnet Service	Initiate	Execute
Who-Has		x
I-Have	x	

A.5.5 BIBB - Device Management - DeviceCommunicationControl - A (DM-DCC-A)

The A device exercises communication control over the B device.

BACnet Service	Initiate	Execute
DeviceCommunicationControl	x	

A.5.6 BIBB - Device Management - DeviceCommunicationControl - B (DM-DCC-B)

The B device responds to communication control exercised by the A device.

BACnet Service	Initiate	Execute
DeviceCommunicationControl		x

A.5.7 BIBB - Device Management - PrivateTransfer - A (DM-PT-A))

The A device initiates the transmission of non-BACnet data within a BACnet service request. The interpretation of the data is a local matter.

BACnet Service	Initiate	Execute
ConfirmedPrivateTransfer	x	
UnconfirmedPrivateTransfer	x	

A.5.8 BIBB - Device Management - PrivateTransfer - B (DM-PT-B))

The B device processes the non-BACnet data contained in the BACnet service request.

BACnet Service	Initiate	Execute
ConfirmedPrivateTransfer		x
UnconfirmedPrivateTransfer		x

A.5.9 BIBB - Device Management - Text Message - A (DM-TM-A))

The A device initiates the transmission of text messages. The interpretation and subsequent processing of the messages is a local matter.

BACnet Service	Initiate	Execute
ConfirmedTextMessage	x	
UnconfirmedTextMessage	x	

A.5.10 BIBB - Device Management - Text Message - B (DM-TM-B)

The B device processes the text messages.

BACnet Service	Initiate	Execute
ConfirmedTextMessage		x
UnconfirmedTextMessage		x

A.5.11 BIBB - Device Management - TimeSynchronization - A (DM-TS-A)

The A device provides time synchronization to B devices. The time parameter contained in the service request contains the date and time as determined by the clock in the device issuing the service request. Normally this will be "local time," i.e., the time in the local time zone corrected for daylight savings time as appropriate.

BACnet Service	Initiate	Execute
TimeSynchronization	x	

Devices claiming conformance to DM-TS-A must support the Time_Synchronization_Recipients property of the Device object.

A.5.12 BIBB - Device Management - TimeSynchronization - B (DM-TS-B)

The B device interprets time synchronization messages from the A device.

BACnet Service	Initiate	Execute
TimeSynchronization		x

Devices claiming conformance to DM-TS-B must support the Local_Time and Local_Date properties of their Device objects.

A.5.13 BIBB - Device Management - UTCTimeSynchronization - A (DM-UTC-A)

The A device provides time synchronization to B devices. The time parameter contained in the service request contains "Coordinated Universal Time" (UTC). For all practical purposes, UTC is synonymous with Greenwich Mean Time, the time at the zero or Greenwich meridian.

BACnet Service	Initiate	Execute
UTCTimeSynchronization	x	

Devices claiming conformance to DM-TS-A must support the Time_Synchronization_Recipients property of the Device object.

A.5.14 BIBB - Device Management - UTCTimeSynchronization - B (DM-UTC-B)

The B device interprets time synchronization messages from the A device.

BACnet Service	Initiate	Execute
UTCTimeSynchronization		x

Devices claiming conformance to DM-TS-B must support the Local_Time, Local_Date, UTC_Offset, and Daylight_Savings_Status properties of the Device object.

A.5.15 BIBB - Device Management - ReinitializeDevice - A (DM-RD-A)

The A device is authorized to reinitialize the B device.

BACnet Service	Initiate	Execute
ReinitializeDevice	x	

Devices claiming conformance to DM-RD-A shall be able to initiate ReinitializeDevice requests containing the Password parameter. This shall be both for warm and cold start.

A.5.16 BIBB - Device Management - ReinitializeDevice - B (DM-RD-B)

The B device performs reinitialization requests from the A device. The optional password field shall be supported.

BACnet Service	Initiate	Execute
ReinitializeDevice		x

A.5.17 BIBB - Device Management - Backup and Restore - A (DM-BR-A)

The A device uploads a file which contains the configuration of the B device and downloads that file to the B device should it need to be restored to its previously backed-up state.

BACnet Service	Initiate	Execute
AtomicReadFile	x	
AtomicWriteFile	x	

Devices claiming conformance to DM-BR-A must write the value TRUE to the Archive property of the File object which represents the configuration file in the B device following a backup operation. Configuration file uploads and downloads shall be performed using stream-oriented file access.

A.5.18 BIBB - Device Management - Backup and Restore - B (DM-BR-B)

The B device provides its configuration file to the A device and allows the A device to download this file to recover its configuration in the event of a failure.

BACnet Service	Initiate	Execute
AtomicReadFile		x
AtomicWriteFile		x

In devices claiming conformance to DM-BR-B, the Read_Only property of File objects which represent configuration files shall contain the value FALSE, the File_Type property shall contain the value CONFIGURATION, and the File_Size property shall be writable. Configuration file uploads and downloads shall be performed using stream-oriented file access.

A.5.19 BIBB - Device Management - List Manipulation - A (DM-LM-A)

Many BACnet object types have properties that are lists of a particular datatype. The A device can add and remove list elements in properties of objects in the B device.

BACnet Service	Initiate	Execute
AddListElement	x	
RemoveListElement	x	

A.5.20 BIBB - Device Management - List Manipulation - B (DM-LM-B)

The B device responds to requests to add or remove list elements.

BACnet Service	Initiate	Execute
AddListElement		x
RemoveListElement		x

A.5.21 BIBB - Device Management - Object Creation and Deletion - A (DM-OCD-A)

BACnet allows object instances to be dynamically created and deleted. The A device may dynamically create and delete the object types supported by the B device.

BACnet Service	Initiate	Execute
CreateObject	x	
DeleteObject	x	

A.5.22 BIBB - Device Management - Object Creation and Deletion - B (DM-OCD-B)

The B device creates and deletes object instances based on requests from the A device. The object types whose dynamic creation and deletion is supported shall be enumerated in the B device's PICS.

BACnet Service	Initiate	Execute
CreateObject		x
DeleteObject		x

A.6 Network Management BIBBs

These BIBBs prescribe the BACnet capabilities required to interoperably perform the network management functions enumerated in 3.5 for the BACnet devices defined therein.

A.6.1 BIBB - Network Management - Connection Establishment - A (NM-CE-A)

The A device commands a half-router to establish and terminate connections as needed for communication with other devices.

BACnet Network Layer Message	Initiate	Execute
Establish-Connection-To-Network	x	
Disconnect-Connection-To-Network	x	

A.6.2 BIBB - Network Management - Connection Establishment - B (NM-CE-B)

The B device executes commands to establish and terminate connections as needed.

BACnet Network Layer Message	Initiate	Execute
Establish-Connection-To-Network		x
Disconnect-Connection-To-Network		x

A.6.3 BIBB - Network Management - Router Configuration - A (NM-RC-A)

The A device may query and change the configuration of routers and half-routers. Note that the capabilities of routers and half-routers are defined in BACnet Clause 6. Thus no explicit BIBBs are required.

BACnet Network Layer Message	Initiate	Execute
Who-Is-Router-To-Network	x	
I-Am-Router-To-Network		x
I-Could-Be-Router-To-Network		x
Initialize-Routing-Table	x	
Initialize-Routing-Table-Ack		x

A.7 Virtual Terminal BIBBs

Virtual terminal services permit "remote console" access of field devices from across a BACnet LAN. The effect is to enable access to proprietary configuration and diagnostic routines from a workstation as if the workstation were directly connected to the field device in the mechanical room.

A.7.1 BIBB - Virtual Terminal - A (VT-A)

The A device initiates a virtual terminal session and exchanges data with the B device.

BACnet Service	Initiate	Execute
VT-Open	x	
VT-Close	x	x
VT-Data	x	x

A.7.2 BIBB - Virtual Terminal - B (VT-B)

The B devices permits the establishment of a virtual terminal session and exchanges data with the A device.

BACnet Service	Initiate	Execute
VT-Open		x
VT-Close	x	x
VT-Data	x	x

Annex B. Descriptions and Profiles of Standardized BACnet Devices

This clause provides descriptions of five "standardized" types of BACnet devices. Any device that implements all the required BACnet capabilities for a particular device type and interoperability area may claim to be a device of that particular type. Devices may also provide additional capabilities and shall indicate these capabilities in their PICS. The devices defined herein are: BACnet Operator Workstation, BACnet Building Controller, BACnet Advanced Application Controller, BACnet Application Specific Controller, BACnet Smart Actuator, and BACnet Smart Sensor.

B.1 BACnet Operator Workstation (B-OWS)

The B-OWS is the operator's window into a BACnet system. While it is primarily used for the operation of a system, it may be used for configuration activities that are beyond the scope of this standard. It is not intended to perform direct digital control. It enables the specification of the following:

Data Sharing

- Archival storage of data
- Presentation of data (i.e., reports and graphics)
- The ability to monitor the value of all BACnet object types, including all required and optional properties
- The ability to modify setpoints and parameters

Alarm and Event Management

- Operator notification and presentation of event information
- Alarm acknowledgment by operators
- Alarm summarization
- Adjustment of alarm limits
- Adjustment of alarm routing

Scheduling

- Modification of schedules
- Display of the start and stop times (schedule) of scheduled devices

Trending

- Modification of the parameters of a trend log
- Display and archive of trend data

Device and Network Management

- Display of information about the status of any device on the BACnet inter-network
- Display of information about any object in the BACnet inter-network
- Ability to silence a device on the network that is transmitting erroneous data
- Ability to synchronize the time in devices across the BACnet inter-network
- Ability to cause a remote device to reinitialize itself
- Ability to backup and restore the configuration of other devices
- Ability to command half-routers to establish and terminate connections
- Ability to query and change the configuration of half-routers and routers

B.2 BACnet Building Controller (B-BC)

A B-BC is a general purpose, field programmable device capable of carrying out a variety of building automation and control tasks. It enables the specification of the following:

Data Sharing

- Ability to provide the values of any of its BACnet objects
- Ability to retrieve the values of BACnet objects from other devices
- Ability to allow modification of some or all of its BACnet objects by another device

Alarm and Event Management

- Generation of alarm / event notifications and the ability to direct them to recipients
- Maintain a list of unacknowledged alarms / events
- Notifying other recipients that the acknowledgment has been received
- Adjustment of alarm / event parameters

Scheduling

- Ability to schedule output actions, both in the local device and in other devices, both binary and analog, based on date and time

Trending

- Collection and delivery of (time, value) pairs.

Device and Network Management

- Ability to respond to information about its status
- Ability to respond to requests for information about any of its objects
- Ability to respond to communication control messages
- Ability to synchronize its internal clock upon request
- Ability to perform re-initialization upon request
- Ability to upload its configuration and allow it to be subsequently restored
- Ability to command half-routers to establish and terminate connections

B.3 BACnet Advanced Application Controller (B-AAC)

A B-AAC is a control device with limited resources relative to a B-BC. It may be intended for specific applications and supports some degree of programmability.

Data Sharing:

- Ability to provide values for any of its BACnet objects upon request
- Ability to allow modification of some or all of its BACnet objects by another BACnet device

Alarm and Event Management

- Generation of limited alarm and event notifications and the ability to direct them to recipients
- Tracking acknowledgements of alarms from human operators
- Adjustment of alarm parameters

Scheduling

- Ability to schedule actions in the local device based on date and time

Trending

- No requirement

Device and Network Management

- Ability to respond to queries about its status
- Ability to respond to requests for information about any of its objects
- Ability to respond to communication control messages
- Ability to synchronize its internal clock upon request
- Ability to perform re-initialization upon request

B.4 BACnet Application Specific Controller (B-ASC)

A B-ASC is a controller with limited resources relative to a B-AAC. It is intended for use in a specific application and supports limited programmability. It enables specification of the following:

Data Sharing

- Ability to provide the values of any of its BACnet objects
- Ability to allow modification of some or all of its BACnet objects by another device

Alarm and Event Management

- None

Scheduling

- None

Trending

- None

Device and Network Management

- Ability to respond to information about its status

B.5 BACnet Smart Actuator (B-SA)

A B-SA is a simple control device with limited resources, intended for specific applications.

Data Sharing:

- Ability to provide values for any of its BACnet objects upon request
- Ability to allow modification of some or all of its BACnet objects by another device

Alarm and Event Management

- No requirement

Scheduling

- No requirement

Trending

- No requirement

Device and Network Management

- No requirement

B.6 BACnet Smart Sensor (B-SS)

An SS is a simple sensing device with very limited resources.

Data Sharing:

- Ability to provide values for any of its BACnet objects upon request

Alarm and Event Management

- No requirement

Scheduling

- No requirement

Trending

- No requirement

Device and Network Management

- No requirement

B.7 BACnet Gateway (B-GW)

A B-GW is a device that provides bi-directional translation of data and information between BACnet devices and devices that communicate using a non-BACnet communication protocol. It enables specification of the following:

Data Sharing:

- Ability to provide values for any point on the non-BACnet side of the gateway to BACnet devices as if the values were originating from BACnet objects
- Ability to allow BACnet devices to modify some or all of the point values on the non-BACnet side of the gateway by using standard BACnet write services

Alarm and Event Management

- Generation of alarm / event notifications and the ability to direct them to recipients
- Maintenance of a list of unacknowledged alarms / events
- Notification of other recipients that an acknowledgment has been received
- Adjustment of alarm / event parameters

Scheduling

- Ability to schedule output actions, both in the local device and in other devices, both binary and analog, based on date and time

Trending

- Collection and delivery of (time, value) pairs

Device and Network Management

- Ability to respond to information about its status
- Ability to respond to requests for information about any of its objects
- Ability to respond to communication control messages
- Ability to synchronize its internal clock upon request
- Ability to perform re-initialization upon request

B.8 Profiles of the Standard BACnet Devices

The following tables indicate which BIBBs must be supported by each device type for each interoperability area.

	B-OWS	B-BC	B-AAC	B-ASC	B-SA	B-SS	B-GW
Data Sharing	DS-RP-A,B	DS-RP-A,B	DS-RP-B	DS-RP-B	DS-RP-B	DS-RP-B	DS-RP-B
	DS-RPM-A	DS-RPM-A,B	DS-RPM-B	DS-WP-B	DS-WP-B		DS-RPM-B
	DS-WP-A	DS-WP-A,B	DS-WP-B				DS-WP-B
	DS-WPM-A	DS-WPM-B	DS-WPM-B				DS-WPM-B
		DS-COVU-A,B					

	B-OWS	B-BC	B-AAC	B-ASC	B-SA	B-SS	B-GW
Alarm & Event	AE-N-A	AE-N-B	AE-N-B				AE-N-B
Mgmt	AE-ACK-A	AE-ACK-B	AE-ACK-B				AE-ACK-B
	AE-ASUM-A	A-ASUM-B	AE-ASUM-B				A-ASUM-B
	AE-ESUM-A	AE-ESUM-B					AE-ESUM-B

	B-OWS	B-BC	B-AAC	B-ASC	B-SA	B-SS	B-GW
Scheduling	SCHED-A	SCHED-B	SCHED-B				SCHED-B

	B-OWS	B-BC	B-AAC	B-ASC	B-SA	B-SS	B-GW
Trending	T-VMT-A*	T-VMT-B*					T-VMT-B*
	T-ATR-A*	T-ATR-B*					T-ATR-B*

	B-OWS	B-BC	B-AAC	B-ASC	B-SA	B-SS	B-GW
Device &	DM-DDB-A,B	DM-DDB-A,B	DM-DDB-B	DM-DDB-B			DM-DDB-B
Network Mgmt	DM-DOB-A,B	DM-DOB-A,B	DM-DOB-B	DM-DOB-B			DM-DOB-B
	DM-DCC-A	DM-DCC-B	DM-DCC-B	DM-DCC-B			DM-DCC-B
	DM-TS-A	DM-TS-B or DM-UTC-B*	DM-TS-B or DM-UTC-B*				DM-TS-B or DM-UTC-B*
	DM-UTC-A*						
	DM-RD-A	DM-RD-B	DM-RD-B				DM-RD-B
	DM-BR-A	DM-BR-B					
	NM-CE-A	NM-CE-A					

* At the time of publication of this guide the BACnet services required to implement these BIBBs have not completed the public review process for becoming part of the BACnet standard.

Annex C. GSA BACnet Implementation Checklist

The purpose of this Annex is to provide a simple checklist to ensure that the most important elements of a successful BACnet building automation and control system have been considered and specified as needed.

General

- Have the functional requirements of the job, including all sequences of operation, been thoroughly specified?
- Have all the desired workstation capabilities, features, and characteristics been specified including:
 - Graphics
 - Tabular reports
 - Trend logs
 - Operator tools
 - Security levels and privileges
- Have the desired local or wide area network technologies been specified? If communication via an IP internet is required, has the use of BACnet Tunneling Routers or BACnet/IP been specified?
- Has BACnet been specified for all levels of the control system hierarchy using devices conforming to the profiles in Annex B?

Data Sharing (3.1)

Point list

- Have point lists been compiled showing each sensor, actuator, setpoint, and other parameters that are to be accessible over the network?

Presentation of data

- Has the format and desired content of each tabular report been specified?
- Have the desired graphic displays been defined along with the maximum allowable update interval?
- Has it been specified that all points in the system must be available for real-time plotting at user-definable update intervals and that multiple analog and binary values may be plotted on the same axes?

Monitoring of any property of any BACnet object type

- Has it been specified that it must be possible to read and display the value of any property of any object in the system?

Global objects

- Have all shared global data points been specified?

Setpoint and parameter modification

- Has it been specified which operating setpoints and parameters must be available for modification via BACnet services (as opposed to proprietary vendor-specific means)?
- Have the desired means of making the modifications, e.g., via a graphical user interface (GUI), been specified?

Peer-to-Peer data exchange

- Have any required data dependencies (interlocks, shared setpoints, schedules, and so on) that must be implemented via the network been defined?

Alarm and Event Management (3.2)

Alarm lists, operator notification and presentation of event information

- Have all desired alarms, including alarm limits, interlocks to avoid "nuisance" alarms, and desired response time from the occurrence of an event until a notification is provided been specified?
- Has it been specified how alarms are to be categorized and distributed, i.e., which alarms go where and when?
- Has it been specified how alarms are to appear at the operator workstation?
- Has it been specified that "intrinsic reporting" shall be used when it is sufficient to meet the functional requirements?

Alarm acknowledgment

- Has it been specified that alarm acknowledgment capability be provided and that a log be maintained that records when an alarm notification was received, when it was acknowledged, and by whom?

Alarm summarization

- Has it been specified that it shall be possible for an operator to receive, at any time, a summary of all alarms that are currently in effect and whether or not they have been acknowledged?
- Has it been specified that it shall be possible to receive a summary of all alarms regardless of acknowledgment status; for which a particular recipient is enrolled for notification; based on current event state; based on the particular BACnet event algorithm (e.g., change of value, change of state, out of range, and so on); alarm priority; and notification class?

Alarm parameter adjustment

- Has it been specified that operators shall be provided the capability to dynamically modify the alarm parameters for all standard BACnet event types?

Alarm routing adjustment

- Has it been specified that operators shall have the ability to change alarm routing for each alarm including the destination for each type of alarm and alarm priority, the day of week and time of day, and the type of transition involved (TO-OFFNORMAL, TO-NORMAL and so on)?

Scheduling (3.3)

Schedule list

- Has each action that should take place based on the date and time of day been specified?

Display of start and stop times of scheduled devices

- Has it been specified that an operator shall be able to inspect the content of any schedule and determine the specific control actions that will occur at any time, on any date? Additionally, for any particular device or system parameter that is the subject of a schedule, has it been specified that an operator shall be able to determine the schedule of actions related to that device or parameter?

Modification of schedules

- Has it been specified that certain, or all, calendar entries and schedules shall be modifiable from an operator workstation?

Trending (3.4)

Archival storage of data

- Has the maximum number of data points for which archival storage is needed, along with the minimum sampling interval been specified?

Has the duration of time for which the archived information must be available for on-line retrieval been specified?

Has the means for archiving older data, e.g., tape or CD-R, been specified?

Trend list

Have the initial requirements for trending in terms of which data points are to be trended, the sampling rate, the duration of each trend log, and the length of time it is desired to keep the resulting logs available on-line been specified? Alternatively, have the approximate number of desired trend logs been specified?

Display and archive of trend data

Has it been specified that an operator will be able to retrieve and display trend logs, access the underlying numerical data in spreadsheet format, and output the data to printers or other files?

Modification of trend log parameters

Has it been specified that the data points to be logged, the sampling rate, and duration of trend logs shall be modifiable by an authorized operator from a system workstation?

Device and Network Management (3.5)

Display of information about device status

Has it been specified that an operator shall be able to display at any time the operational status of any device on the BACnet internetwork?

Display of information about any BACnet object

Has it been specified that an operator shall be able to display at any time any property of any BACnet object?

Has it been specified that an operator shall also be able to display property values of objects grouped by object type, object location, and building system?

Ability to silence a device on the network that is transmitting erroneous data

Has it been specified that an operator shall be able to direct a field device to stop transmitting event or alarm notifications until a subsequent command to resume transmissions is received?

Ability to synchronize the time in devices across the BACnet inter-network

- Has it been specified that an operator shall be able to set the time and date in any device on the network that supports time-of-day functionality? This capability should be required for both individual devices or groups of devices, including all devices simultaneously.

Ability to cause a remote device to reinitialize itself

- Has it been specified that an operator shall have the ability to issue reinitialization commands to any device that supports remote reinitialization?

Ability to backup and restore the configuration of other devices

- Has it been specified that an operator shall have the ability to backup and restore all BACnet devices on the network that support this capability?

Ability to command half-routers to establish and terminate connections

- Has it been specified that an operator shall have the ability to issue a command for the establishment or termination of a connection to a remote BACnet network?

Ability to query and change the configuration of half-routers and routers

- Has it been specified that an operator shall have the ability to display and modify the routing table entries in all provided BACnet half-routers and routers?

Use of BACnet Objects (4)

Naming Conventions (4.1)

- Has a set of abbreviations for common building systems, subsystems, and points that are to be used by all vendors been specified?
- Has it been specified that object name properties, in those devices where the object name is configurable, shall be at least 50 characters long and shall, to the extent possible make use of a system and point nomenclature using the abbreviations specified above?
- Has it been specified that BACnet object names used in workstations may be up to 50 characters long and shall consist of a string made up of components indicating, as appropriate, the location, system, subsystem, and point of the object? Also, that these object names shall be used in workstation applications such as graphics, reports, and alarms wherever an object name is appropriate in lieu of the object name property in the remote device? Also, that an operator may display at any time the mapping between the object name used on the workstation and the object name property used in the remote BACnet device?

Commissioning/Diagnostic Mode (4.2)

- Has it been specified that the Out_Of_Service property shall be adjustable (writable) using BACnet services for all Analog, Binary, Multi-state, Loop and Program objects?

Using Object Descriptions (4.3)

- Has it been specified that each Device object shall have a Description property and that the length available for the Description properties of other implemented object types shall be provided in the "Property Range Restrictions" portion of the device's PICS?

Issues Related to Specific BACnet Object Types (4.4)

Analog Input, Output, and Value (4.4.1)

- Has it been specified that all analog objects (Input, Output, and Value) shall have the capability of using the Change of Value reporting mechanism and that the COV_Increment property shall be writable using BACnet services?

Binary Input (4.4.2)

- Has it been specified, for each Binary Input object, the text to be used for the Inactive_Text and Active_Text properties?

Binary Output (4.4.3)

- Has it been specified, for each Binary Input object, the text to be used for the Inactive_Text and Active_Text properties? In addition, if appropriate for the application, have appropriate values for the Feedback_Value, Minimum_On_Time, and Minimum_Off_Time properties been specified?
- Has support for the Change_Of_State_Time, Change_Of_State_Count, and Time_Of_State_Count_Reset been specified if counting state changes is appropriate for the application? If so, has it also been specified that Change_Of_State_Count be writable so that the count can be reset?
- Has support for the Elapsed_Active_Time and Time_Of_Active_Time_Reset properties been specified if accumulating run time is appropriate for the application? If so, has it also been specified that Elapsed_Active_Time be writable so that the run time can be reset?

Binary Value (4.4.4)

- Has it been specified, for each Binary Value object, the text to be used for the Inactive_Text and Active_Text properties? In addition, if appropriate for the application, have appropriate values for the Minimum_On_Time, and Minimum_Off_Time properties been specified?

- Has support for the Change_Of_State_Time, Change_Of_State_Count, and Time_Of_State_Count_Reset been specified if counting state changes is appropriate for the application? If so, has it also been specified that Change_Of_State_Count be writable so that the count can be reset?
- Has support for the Elapsed_Active_Time and Time_Of_Active_Time_Reset properties been specified if accumulating run time is appropriate for the application? If so, has it also been specified that Elapsed_Active_Time be writable so that the run time can be reset?

Calendar (4.4.5)

- Has it been specified that devices that provide scheduling capability shall also provide at least one Calendar object with a capacity of at least 10 entries and that it shall be possible to view the Calendar object and make modifications from any BACnet workstation on the network?
- Has it been specified, if the Calendar's Date_List property is writable using BACnet services, that all calendar entry datatypes must be supported?

Loop (4.4.6)

- Has it been specified that the desired PID control loops shall be represented by Loop objects and that the tuning constant properties shall be writable? Has writability of other Loop properties been specified as appropriate to the application?
- Has it been specified that all Loop objects shall have the capability of using the Change of Value reporting mechanism and that the COV_Increment property shall be writable using BACnet services?

Multi-state Input, Output, and Value (4.4.7)

- Has it been specified, for each Multi-state Input, Output, and Value object, the text to be used for each state that the object can represent? In addition, if appropriate for the application, has it also been specified how the Feedback_Value is to be determined?
- Has it been specified that all Multi-state Input, Output, and Value objects shall have the capability of using the Change of Value reporting mechanism and that the COV_Increment property shall be writable using BACnet services?

Schedule (4.4.8)

- Has each building system that is to be subjected to date and time scheduling been specified and that it shall be possible to modify schedule entries from a BACnet workstation?

Dynamic Object Creation (4.5)

- Has it been specified, if required by the application, that it shall be possible to dynamically create instances of the Averaging, Calendar, Event Enrollment, Group, Notification Class, Schedule, and Trend Log objects?

Use of BACnet Services (5)

Interoperable Commands (5.1)

- Have the processes that are to be prioritized and the command priority levels assigned to each if they do not fall into the pre-assigned levels shown in Table 1 been specified? For each point subject to the command priority scheme, has a default status, position, or value for the point to take on in the absence of a prioritized command been specified?

Assigning Alarm Priorities (5.2.1)

- Have the priority values to be assigned for each alarm in the system been specified? For each priority value, or range of values, have the actions to be taken upon receipt been specified?

Setting up Notification Classes (5.2.2)

- Has it been specified how alarms should be distributed by specifying the recipients of each type and priority of alarm? If desired, have the valid days of the week and times of the day for each been specified?

Event Notification Message Texts (5.2.3)

- Have the content and format of the alarm messages that will be delivered to operators been specified?

Assigning Levels of Authority to Certain Operators (5.3)

- Has it been specified, if desired, the number of authorization levels and the operator accounts to be assigned to each? If password protection for remote device management services is needed, have the passwords to be configured been specified? Alternatively, has it been specified that there shall be a method provided for dynamically assigning passwords for remote device management functions after installation?

Subscribed COV Notifications (5.4.1)

- Has it been specified that workstation software shall be provided that has the capability of subscribing to COV notifications for all object types that support it?

Unsubscribed COV Notifications (5.4.2)

- Has it been specified that changes of value of globally shared data shall be distributed by means of UnconfirmedCOVNotifications?

Time Synchronization (5.5)

- Has it been specified that a time master shall be provided along with the format of the time synchronization messages, either local time or UTC?

Specifying System/Network Architecture (6)

System Architectures (6.1)

- Has it been specified that BACnet shall be used throughout the building automation and control internetwork at all levels, i.e., that the system shall be "native" BACnet?
- Has it been specified that the internetwork shall be configured such that, if three or more networks are involved with different performance characteristics, the faster networks shall be used to interconnect the slower ones?

Local Area Network Selection (6.2)

ISO 8802-3, Ethernet (6.2.1)

- Has it been specified which devices in the control system should reside on the Ethernet LAN?
- Has the transmission medium option that is to be used been specified? If more than one will be used, has it been specified which one is to be used where, and the devices that are to be connected? If hubs will be needed, have the number of ports and the kind of medium for each port been specified?
- Has the Ethernet speed (10 Mbps or 100 Mbps) been specified?

ANSI/ATA 878.1, ARCNET (6.2.2)

- Has it been specified which devices in the control system should reside on the ARCNET LAN?
- Has the transmission medium option that is to be used been specified? If more than one will be used, has it been specified which one is to be used where and the devices that are to be connected? If hubs will be needed, have the number of ports and the kind of medium for each port been specified?
- Has it been specified how ARCNET addresses are to be assigned?

Master-Slave/Token-Passing, MS/TP (6.2.3)

- Has it been specified which devices in the control system should reside on the MS/TP LAN?
- Has the baud rate to be used been specified?
- Has it been specified how MS/TP addresses are to be assigned and, if slave devices will be used, how the address space is to be divided between slaves and masters?

EIA-709.1, LonTalk (6.2.4)

- Has it been specified which devices in the control system should reside on the LonTalk LAN?
- Have the media, speed and topology to be used been specified?
- Has it been specified how LonTalk addresses are to be assigned?

Point-to-Point, PTP (6.2.5)

- Has it been specified that PTP shall be used as the means to attach to a BACnet LAN via a dial-up connection and that the optional password protection shall be provided?

Specifying MAC Addresses in a Consistent Manner (6.3)

- Has the GSA, the design engineer, or the system integrator determined how MAC addresses are to be assigned for each network in the proposed BACnet internetwork using the recommendations in 6.3?

Network Numbering Conventions (6.4)

- Has the GSA, the design engineer, or the system integrator determined how network numbers are to be assigned for each network in the proposed BACnet internetwork using the recommendations in 6.4?

Device Object Identifier Conventions (6.5)

- Has the GSA, the design engineer, or the system integrator determined how device object identifiers are to be assigned for each device in the proposed BACnet internetwork using the recommendations in 6.5?

Use of BACnet with the Internet Protocols (6.6)

- Has it been specified, if existing BACnet non-IP devices are to be interconnected via an IP network, that BACnet Tunneling Routers conforming to Annex H shall be provided?
- Has it been specified, for new networks which need IP connectivity, that devices shall be provided that conform to Addendum 135a, BACnet/IP and that, for broadcast distribution, BBMDs shall be provided or appropriate arrangements made for the use of IP multicasting?

Routers - Interconnecting Multiple BACnet Networks (6.7)

- Has it been specified that it shall be the contractor's responsibility to configure each router using the network numbering scheme agreed to for the project?
- Has it been specified that each router shall be configured such that all network layer error messages shall be directed to a specific workstation using the BACnet

ConfirmedTextMessage service? Has the GSA, the design engineer, or the system integrator determined which workstation that shall be?

- Has it been specified that it shall be the contractor's responsibility to initially configure each router with routing tables containing all network numbers that are part of the project's internet?
- Has it been specified that the router shall be able to receive messages at each port of any length that is valid for the LAN technology connected to that port, and to forward the message to any directly-connected network that can convey a message of that size?

Message Segmentation (6.8)

- Has it been specified that all BACnet devices shall support the reception of messages up to the largest size permitted by the LAN technology or support reception of segmented messages?
- Has it been specified that all BACnet devices shall support the transmission of messages up to the largest size permitted by the LAN technology or support transmission of segmented messages?
- Has it been specified that all workstations shall support both segmented message transmission and segmented message reception?
- Has it been specified that all BACnet Building Controllers (see B.2) shall support both segmented message transmission and segmented message reception?

Gateways - Connecting to Legacy Systems (6.9)

- Has it been specified that the operator workstation shall display information from both the BACnet and non-BACnet devices? If appropriate, has it been specified which other devices should also be able to communicate through the gateway?
- Has it been specified which way information must flow through the gateway or that the gateway should provide bi-directional communication?
- Has it been specified which non-BACnet points are to be readable from the BACnet side of the gateway and which BACnet objects are to be readable from the non-BACnet side of the gateway?
- Has it been specified which non-BACnet points are to be modifiable from the BACnet side of the gateway and which BACnet objects are to be modifiable from the non-BACnet side of the gateway?
- Has it been specified how much expansion capacity is required in the gateway?
- Has it been specified how controller program and configuration database archives are to be created and maintained?

- Have any gateway features that will be needed to support collection of trend data been specified?
- Have any gateway features that will be needed to support scheduling been specified?
- Have any gateway features that will be needed to support alarm and event handling been specified?

Practical Considerations in the Construction of BACnet Systems (7)

Procurement Phase (7.1)

If an RFP is to be used, does it require the prospective controls vendor to provide a description of the proposed system containing:

- Narrative providing an overview of the BAS system, primary components, workstation(s), and LAN architecture?
- Identification of any clarifications or exceptions to the project specifications?
- A listing and quantification of all microprocessor-based BAS equipment to be supplied and associated information “cut-sheets” for each?
- A listing of references, as appropriate, for projects of a similar nature to the proposed BAS?
- The option of requesting a formal BAS demonstration at either the vendor’s local offices or customer location?

Construction Phase (7.2)

PICS (7.2.1)

Has a PICS been provided containing at least:

- BACnet Standard Application Services Supported?
- Standard Object Types Supported?
- Data Link Layer Options?
- Special Functionality?
- Property Range Restrictions?

Points Lists (7.2.2)

Have Points Lists been provided containing at least:

- Hardware I/O information?
- Proposed I/O Names?
- BACnet Object Description?

Record Documentation (7.4.1)

Before system acceptance, does the GSA have in its possession:

- "As-built" record drawings?
- I/O Points Lists?
- Documentation for any non-standard BACnet objects, properties, or enumerations?
- Complete program descriptions of all control and application software per the system installation including English narratives of control/application programs, flowcharts and actual source code/files?

Operator Training (7.4.2)

- Have the minimum number of training hours and course content been specified?

FECHA DE ENTREGA: 15 DE OCTUBRE DEL 2008

Ing. Victor Proaño

DIRECTOR DE CARRERA

Jhonatan Arcentales.

AUTOR