



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**MODELO DE UN SISTEMA ADMINISTRADOR DE EDIFICIOS
(BUILDING MANAGEMENT SYSTEM BMS), PARA HACERLO
ALTAMENTE EFICIENTE**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERA EN COMPUTACIÓN

P R E S E N T A N :

MARISOL CORTÉS ROJAS
ROSA LAURA GARCÍA CHALICO
BRISA JESSICA LUNA SABÁS
ANA LILIA PINEDA MUÑOZ

ASESORA:
ING. LUCILA PATRICIA ARELLANO MENDOZA



MÉXICO, D.F.

NOVIEMBRE 2004.



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

GRACIAS

A la UNAM y a la Facultad de Ingeniería, por invertir en nuestra formación profesional y fomentarnos el deseo permanente de superación

A los profesores que nos transmitieron sus conocimientos y nos expusieron sus experiencias en sus cátedras

A la Ing. Lucila P. Arellano, por sus recomendaciones y orientación para el desarrollo del presente trabajo

A la Ing. Liliana J. Muñiz Zafra, por el gran apoyo que siempre nos brindó, desde antes, desde siempre

Al Ing. Luis Manilla, por el apoyo, los consejos, asesorías y todo tiempo que dedicó para el desarrollo de este trabajo

Al Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades por todo el apoyo recibido para la realización de este trabajo

Ana, Brisa, Laura y Marisol

Doy las gracias ...

A Dios que me permitió llegar a este momento tan importante en mi vida y compartirlo con las personas que amo.

A mis padres por todo el apoyo y el amor que he recibido de ellos, porque este trabajo es el resultado de todo su esfuerzo que me han dado durante todo este tiempo.

A mi hermano que siempre ha estado a mi lado y por creer en mí.

A mis tres amigas con las cuales he vivido muchas alegrías y tristezas, aciertos y errores, pero que siempre han estado ahí cuando más las he necesitado.

A todas aquellas personas que han creído en mí.

Marisol

Quiero agradecer con el alma y el corazón a todos los que han formado parte de esta historia, culminación de un esfuerzo compartido.

A Dios

Toda la felicidad y los beneficios que he recibido en mi vida te los debo sin duda alguna a ti Señor, porque no ha habido ocasión en que no estés conmigo, por darme la paciencia y fuerza necesaria para seguir cada día, por estar aquí siempre y por amarme tanto.

A mis Padres

En especial a ti Mamá aliento de mi vida, por tu esfuerzo, dedicación y amor incondicional, por tu tiempo y por que creíste en mí, a ti mamita que te adoro con el corazón. Gracias Papá, porque sin tu actuación no sería quien soy, de verdad te quiero.

A mis Hermanos

Por todos los juegos, risas, conversaciones y momentos vividos. A ti Ana por ser mi amiga, consejera y maestra, por tu serenidad, tolerancia y por tanto amor. Va por ti Alvaro tan lejos y tan cerca, por tu ejemplo de fuerza y superación, a ti mi vida por amar incondicionalmente muchas gracias.

A Karla Paola

Gracias mi niña por tu espontaneidad, por alegrar mi corazón y porque sin saberlo aliviaste mi alma cuando más lo necesitaba.

A mi familia

Por la palmada en el hombro y la confianza, gracias: Tía Lupe, Tíos Manuel y Elena, a mi Nina Guadalupe, a Rocio y a Hugo, los quiero.

A mis amigos

Carlos, Héctor, Rafael, Ana, Brisa y Marisol a ustedes que me inspiraron coraje y perseverancia para seguir en esta carrera, gracias por todas alegrías vividas juntos y por acompañarme todos estos años yo los acompañare toda la vida.

Al Ing. Luis Manilla García

Por escucharme y alentarme en todo momento, por tu apoyo, cariño y paciencia, por creer en mí y por contagiarme de tu pasión por la vida, Luis gracias por ser mi amigo.

Al Ing. Felipe Flores

Por su insistencia y entusiasmo, por su confianza, tiempo y apoyo brindado, todo mi agradecimiento y cariño sincero.

A la Ing. Liliana Muñoz Zafra

Por su enseñanza, dedicación y amistad todo mi cariño, gracias Lili por permanecer tan cerca.

Laura

“Todo lo difícil empieza siendo fácil y todo lo grande empieza siendo pequeño.....”

Quiero agradecer:

A Dios por haberme regalado la vida y con ella la oportunidad de esforzarme por lograr lo que quiero y ser cada vez mejor.

A mi padres Arturo y Maricela por todo el tiempo que me han dedicado, por todos los esfuerzos que han hecho por mí, por sacrificar parte de su vida en formarme y educarme. Gracias por todo esto y más.

A Diana, Verónica y Aldo que siempre han estado y compartido los momentos más importantes de mi vida. Por su apoyo y comprensión cuando los he necesitado.

A Monserrat y Joaquín por su apoyo desinteresado e incondicional que siempre me han brindado.

A Ana, Laura, y Marisol por hacer realidad este sueño, por estar conmigo en las buenas y en las malas y por mostrarme el valor de la verdadera amistad.

A la Ing. Liliana por todo el apoyo brindado, la confianza y sobre todo por su amistad. Gracias porque este también es tu sueño.

A todas aquellas personas que han creído en mí.

Brisa Luna

La canción no se hizo para la escena,
y el libro no es el pretexto de la poesía,
conforme un hijo nunca aparece antes que el amor.

Lo importante de todo es el misterioso corazón de fuego,
el rayo incendiando la pradera,
la espontánea, pero lógica naturaleza misma,
que no pone un árbol donde no hay cimiento,
ni un río, ni un sol, ni una montaña,
sin antes preparar con señora paciencia la aparición de sus milagros.

Silvio Rodríguez

Quiero darle gracias a Dios, por permitirme llegar a este día.

A mi madre Ana, por ser el ejemplo de mujer fuerte que me ha impulsado a ser cada día mejor.

A mis hermanos Francisco, Enrique, Armando, Juan y Rocío. Y a Félix, que es como uno de ellos, por todas y cada una de sus enseñanzas.

A mi tía Romana y mi abuelita Petra, por estar siempre a mi lado cuando alguien faltaba.

A mis sobrinos Ares, Noé, Uriel, Kenia, Hannia y Luis Enrique, porque en todo momento me regalan una sonrisa.

A Eduardo por su cariño, amor y comprensión, que alientan mi vida de lejos y de cerca.

A mis amigas Laura, Brisa y Marisol, por compartir conmigo además de este trabajo, la vida y la libertad.

A todos ellos, dedico este trabajo, esperando que sea un poco de lo que esperaban de mí.

Ana Lilia

ÍNDICE

Capítulo 1. Introducción.....	1
1.1 Surgimiento de los edificios inteligentes.....	2
1.2 Importancia de los edificios inteligentes.....	4
1.3 Perspectivas.....	5
Capítulo 2. Los Edificios Inteligentes.....	7
2.1 Definición y conceptos.....	8
2.2 Antecedentes.....	13
2.2.1 Justificación.....	14
2.3 Características.....	16
Capítulo 3. Fundamentos Teóricos.....	20
3.1 Bases de datos.....	21
3.1.1 Definición y conceptos.....	21
3.1.2 Modelos de bases de datos.....	24
3.2 Teoría del control.....	28
3.3 Redes de control.....	36
3.3.1 Definición y conceptos.....	36
3.3.2 Sistemas controlables.....	51
3.3.3 Dispositivos de control.....	56
3.4 Software para el control de dispositivos.....	60
Capítulo 4. BMS: Sistema Administrador de Edificios.....	62
4.1 Requerimientos.....	63
4.2 La base de datos.....	71
4.3 Control y monitoreo.....	77
4.4 Integración con los subsistemas.....	93
4.5 Diagnósticos y reportes.....	101
Capítulo 5. Impacto Económico y Social.....	106
5.1 Costo – Beneficio.....	107
5.2 Factores ambientales.....	113
5.3 Ventajas y desventajas.....	117
Conclusiones.....	119
Glosario.....	121
Bibliografía.....	126

PREFACIO

Este trabajo presenta un panorama de la aplicación de las nuevas tecnologías de información en el ámbito del control y la automatización de edificios. Se propone un modelo para un Sistema Administrador de Edificios (Building Management System BMS), como una alternativa para hacerlo altamente eficiente, esto quiere decir que a través de una interfaz gráfica será posible concentrar la información venida de diferentes sistemas de control instalados en un edificio.

Por otro lado, hemos identificado algunas tecnologías que ya se emplean con todo éxito en nuestro país, sin embargo, uno de los propósitos en este trabajo, será despertar el interés de todo tipo de empresas y compañías que desarrollan proyectos vanguardistas para que inviertan en este tipo de sistemas.

En este sentido, el buen uso de este modelo estará determinado por la correcta adecuación de las tecnologías, que tanto desarrolladores como ingenieros y especialistas de diversas disciplinas, deben considerar al colaborar en un proyecto multidisciplinario de este tipo. A través de la aportación de ideas y conocimientos que a cada uno les compete, será posible obtener los mejores resultados.

Sin duda, existen diversas razones por las cuales es importante el estudio alrededor de los sistemas de administración de edificios; una de ellas en este trabajo, es mostrar las ventajas y beneficios de contar con una herramienta efectiva, útil y práctica para el desarrollo de aplicaciones para el control y automatización, ya que actualmente muchas empresas están apostando por situarse en lugares e instalaciones más seguras para el desarrollo de sus actividades.

Este trabajo es resultado del análisis de la problemática actual de muchos edificios que pretenden efficientar y reducir los costos de operación de sus instalaciones, pero que desconocen los beneficios que un sistema de este tipo puede lograr en su administración; por lo que aquí se plantean las características del sistema, requerimientos y necesidades de operación, así como los costos de su desarrollo y mantenimiento, con el fin de precisar si será rentable o no.

Por todo lo mencionado anteriormente, podemos aseverar que lo aquí expuesto, podrá ser de utilidad para quienes se inicien en el tema del control automático o deseen continuar su estudio en esta dirección.

INTRODUCCIÓN

1.1 Surgimiento de los edificios inteligentes

1.2 Importancia de los edificios inteligentes

1.3 Perspectivas

1.1 SURGIMIENTO DE LOS EDIFICIOS INTELIGENTES

Desde que el hombre empezó a construir lugares donde habitar (castillos, casas, edificios), buscó la manera más adecuada de que éstos fueran confortables para vivir. Originalmente este acondicionamiento se hizo instalando algún sistema de calefacción, posiblemente el más tradicional sea el de la chimenea, en el que a base de leña se llevaba calor para calentar las habitaciones.

Fue a finales del siglo XIX cuando se popularizó el uso de vapor a través de un recipiente con agua, lo que ahora llamamos caldera y el cual se transmitía a través de tuberías hasta unos radiadores que se instalaban dentro de las habitaciones y se obtenía de esta manera una calefacción más uniforme. El combustible usado era leña o carbón.

Pero no fue sino a principios del siglo XX cuando surgió la idea de un sistema de ventilación mecanizada con el propósito no sólo de calentar un lugar habitable, sino enfriarlo, ya que los intentos anteriores para ventilar y mejorar las condiciones de los edificios no habían funcionado, incluyendo el aprovechamiento de los vientos predominantes. Fue en Europa y norte de los Estados Unidos, que a través de sistemas de ducto se colocaban grandes ventiladores para llevar confort a las habitaciones. Pero este sistema a pesar de ser muy práctico, no era muy aceptado por la gente, que prefería disfrutar el calor del verano, pensando en el crudo invierno que les esperaba.

El automatismo que comenzó durante el siglo XIX debido al desarrollo industrial, dio origen en el siglo XX a los primeros esquemas controlados por sistemas electromecánicos. Este automatismo industrial permitía controlar y establecer secuencialmente los procesos productivos. Igualmente por razones de seguridad y economía comenzó a sustituirse la mano del hombre por sensores capaces de percibir esas informaciones, trasladando las variaciones del entorno a variaciones eléctricas. Es en la investigación aeronáutica y en la exigencia aeroespacial donde se tuvo la necesidad de crear espacios en los que se debía establecer un ecosistema físico controlable a voluntad, mediante la regulación externa con sensores y elementos electrónicos, donde comenzó realmente la automatización y climatización de espacios cerrados.

Los factores que empezaron a controlarse en los edificios fueron los que afectaban a las condiciones climáticas, es decir, aquellas que permiten lograr un cierto grado de confort para su habitabilidad y sobre todo un consumo energético ajustado a las necesidades reales. Se buscaba un sistema que en función de la temperatura exterior captada por sensores, reaccionara de forma programada para variar los focos de calor del edificio. Posteriormente, se comenzaron a regular otras funciones más complejas como el grado de humedad, el caudal de aire, la presión, etc., para conseguir un medio ambiente óptimo.

Con el desarrollo de la electrónica empezó a conseguirse el control centralizado de estos procesos. El origen de los centros de control está en las centrales térmicas, en donde la instrumentación, los elementos captadores de señales y la introducción de las computadoras participaron en su consecución. La informática entraba en la gestión del edificio, consiguiéndose que fuera controlada y centralizada y a su vez surgieron también los primeros problemas con el cableado que las instalaciones demandaban.

Sin duda, el progreso industrial de mediados del siglo XX fue la base para desarrollar e implantar sistemas automáticos en los edificios, logrando el control de instalaciones como las de la calefacción, el aire acondicionado, la telefonía, etc. Todos estos automatismos diseñados para plantas industriales pudieron ser aplicados en todo tipo de construcciones, iniciándose así, una etapa en la que se fueron automatizando de manera autónoma distintos servicios y sistemas en los edificios.

Fue entonces cuando surgió la idea de edificio inteligente, que nació a mediados de los años 80, ofreciendo un nuevo concepto para el diseño y construcción de edificios, ya sea para su automatización como para su modernización.

Los primeros trabajos sobre edificios inteligentes, toman en cuenta la integración de todos los aspectos de comunicación dentro del edificio, tales como seguridad, iluminación, comunicación por teléfono, comunicación por computadora, más todas las formas de administración de energía.

1.2 IMPORTANCIA DE LOS EDIFICIOS INTELIGENTES

En los últimos diez años, se ha trabajado con gran interés en el desarrollo de sistemas que permitan optimizar tareas a través de la automatización de procesos en instituciones de todos tipos, mismas que buscan cooperar en la economía operativa.

Este interés por optimizar los procesos en un edificio surge de la necesidad de contar con una comunicación efectiva, clara y rápida para los dueños del edificio; la seguridad, comodidad y confort de los usuarios; la modularidad de los espacios y equipos; y la posibilidad de dar un mayor ciclo de vida al edificio.

Un edificio inteligente es la respuesta a nuevos conceptos en espacios de trabajo para eficientarlo y humanizarlo, además responde mejor a las necesidades del usuario a mucho menor costo, haciéndolo más rentable y comercial.

La importancia que tienen los edificios inteligentes, estriba en los beneficios que a través de su sistema administrador, aportan tanto a los habitantes del edificio como a los administradores del sistema.

Para los **administradores del sistema**, un sistema administrador proporciona un conjunto de facilidades para su control, manejo y mantenimiento, así como la comunicación hacia dentro y hacia fuera del edificio, permitiendo un control eficiente y económico de los subsistemas susceptibles de controlarse.

El administrador del sistema debe saber manejar y detectar a tiempo cualquier falla en los subsistemas que se están controlando y, a la vez, ser capaz de tomar la mejor decisión en el momento preciso.

Para los **usuarios u ocupantes**, ofrece un ambiente seguro, diseñado ergonómicamente y en función de las personas para aumentar su productividad y estimular su creatividad. Además les proporciona un lugar confortable para trabajar, con la iluminación adecuada, climatización ambiental, con todos los servicios sanitarios adecuados y con un sistema de seguridad de circuito cerrado que permita un mejor control de las personas que entran y salen del edificio, así como para ofrecer seguridad de bienes materiales y de información.

Por otro lado, la tendencia de una infraestructura es ir aumentando el número y calidad de los servicios que proporciona. Por ejemplo, los servicios que han experimentado un crecimiento más convulsivo están en el sector de las telecomunicaciones y en las "nuevas tecnologías" de la información, de forma que año tras año ofrecen notables avances.

Contrariamente, la vida media de un edificio es muy superior, con lo que un edificio convencional corre el riesgo de ser afectado por una obsolescencia prematura, que en muchos casos resulta más costoso adaptarlo a las nuevas necesidades que volverlo a construir.

Finalmente, un sistema inteligente proporciona un valor agregado a la imagen de una empresa, teniendo la posibilidad de desmarcarse de su competencia. Pues una inversión inicial, puede ofrecer grandes beneficios.

1.3 PERSPECTIVAS

Desde el surgimiento de los edificios inteligentes, su evolución se ha dado en función de la información que otorga el BMS (*Building Management System*; Sistema Administrador de Edificios) implementado, y de acuerdo a los requerimientos específicos de cada construcción.

Una semblanza general de dicha evolución en los edificios inteligentes se observa en la siguiente tabla:

INICIAN LOS 80'S EUFORIA DEL MERCADO	HOY REALIDAD EN DESARROLLO	MAÑANA REQUISITOS ESPECIALES
<ul style="list-style-type: none"> · Todos los edificios · Controles, computadoras y comunicaciones · Servicios a inquilinos 	<ul style="list-style-type: none"> · Integración entre empresa y edificio · Mercados verticales 	<ul style="list-style-type: none"> · Edificios diseñados y construidos con propósitos · Ingeniería aplicada a empresas y edificios más pequeños

Tabla 1.3.1. Evolución de los edificios

Como se muestra en la primera columna, hacia los años 80 ya se aplicaba la automatización en los edificios para reducir costos operativos y aumentar las eficiencias. Los mayores grados de automatización llevaron luego a denominarlos inteligentes. Desde esta fecha se ocupaban los términos domótica e inmótica, cuya diferenciación se traduce en que la primera se ocupa al tema de viviendas inteligentes (principalmente casas) y la segunda se refiere a los edificios inteligentes. En este último punto se empezaron a desarrollar sistemas de información y comunicaciones que controlaran cada uno de los subsistemas que conforman al edificio, tales como iluminación, accesos, aire acondicionado, servicios hidráulicos y sanitarios e incendios.

Hoy en día se da la integración entre empresa y edificio, es decir, una empresa dedicada a la instalación de una tecnología específica trabaja de manera conjunta con otra que la complementa, ya sea en mano de obra, herramientas o productos. Algunas empresas siguen la corriente del mercado vertical, ya que ofrecen servicios especializados en un ramo determinado.

En México hay pocos edificios que cuentan con sistemas de este tipo, esto debido a que son sistemas desarrollados por empresas extranjeras, que aunque son productos costosos, son también una buena inversión para el edificio, ya que alargan la vida útil del mismo.

Es una realidad que México ha sufrido un estancamiento en cuanto a tecnología, pero ha sido solamente por razones económicas. La tecnología está disponible en nuestro país, dados los tratados comerciales con varios países del mundo, por lo que hoy más que nunca podríamos decir que es fácil adquirir los últimos avances, pero las limitantes se

encuentran en los recursos económicos que cada empresa destine para la adquisición de sistemas innovadores.

En este punto se debe pensar a futuro en crear un sistema de administración de edificios a bajo costo y con las mismas características de los programas creados por las empresas extranjeras, que permita competir al mismo nivel y sea más accesible al mercado mexicano, así los dueños de los edificios estarían interesados en implantarlo y estar a la vanguardia en cuanto a tecnología.

LOS EDIFICIOS INTELIGENTES

2.1 Definición y conceptos

2.2 Antecedentes

2.2.1 Justificación

2.3 Características

2.1 DEFINICIÓN Y CONCEPTOS

El uso de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) en la construcción de edificios, genera nuevas aplicaciones y tendencias basadas en la capacidad de procesamiento de información y en la integración y comunicación entre los equipos e instalaciones.

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 éstos son adjudicados al desarrollo desmesurado de la computación en todo el mundo. De ahí que los edificios han tenido que cambiar también para albergar dichos servicios y satisfacer las necesidades del hombre de hoy.

Para tener claro el concepto de edificio inteligente, se deberán conocer algunos conceptos y definiciones que se manejan en este ámbito y que nos dan la pauta para desarrollar el tema de una manera sencilla, así:

*"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".¹*

Los edificios se pueden clasificar en distintos tipos, según las funcionalidades que se han implementado en ellos, estos edificios se pueden agrupar en las siguientes clases:

Edificio Automatizado: El edificio automatizado es aquel que ante una solución prevista, da una respuesta adecuada dentro de una gama acotada y ordenada al mecanismo correspondiente que actúe en consecuencia, tal como se programó.

Edificio Funcional: Es un edificio automatizado al que se incorporan toda una serie de servicios avanzados de telecomunicación. La funcionalidad se da con la incorporación de las comunicaciones y la ofimática, que integran un cableado suficiente y racionalmente concebido para soportar los sistemas de gestión y control de servicios técnicos, apoyándose en módulos concretos.

Edificio Inteligente: Un edificio inteligente está diseñado de tal forma que no solo es capaz de evitar los fallos intrascendentes, sino también los trascendentes irreversibles y catastróficos controlando los mismos procesos que el edificio funcional, pero con un conocimiento de causa muy superior y usando la colaboración de los sistemas expertos o administradores en la gestión de los servicios técnicos, así como la utilización de un grado de robotización para simplificar el mantenimiento de las instalaciones.

Los edificios inteligentes, son un ejemplo de la aplicación de la *inmótica*, que es el término científico que se utiliza para denominar la integración de servicios, dispositivos e instalaciones orientadas a la automatización de edificios y zonas comunitarias, posibilitando la gestión eficazmente sostenible e inteligente de recursos climáticos, control de accesos, alumbrado, motorización y alarmas.

¹ Finley, Jr., M. R.

Pero una definición menos técnica y más humana en el sentido en que se considere cada tipo de personas (usuarios, propietarios y administradores), que están involucrados directamente con él y de acuerdo con las organizaciones encargadas de la supervisión de este tipo de edificios, como por ejemplo el Instituto Mexicano del Edificio Inteligente (IMEI) y el Intelligent Building Institute (IBI), se tiene que:

“Un edificio inteligente es aquel que proporciona un ambiente productivo con efectividad de costos y optimización de cuatro elementos básicos: estructura, sistemas, servicios, administración y la interrelación de todos ellos. Esto propicia que los propietarios, los administradores y los ocupantes o usuarios del inmueble satisfagan propósitos como reducir costos, ganar en comodidad, conveniencia, seguridad, flexibilidad a largo plazo y plusvalía.”²

Un edificio inteligente puede ilustrarse en la siguiente figura.

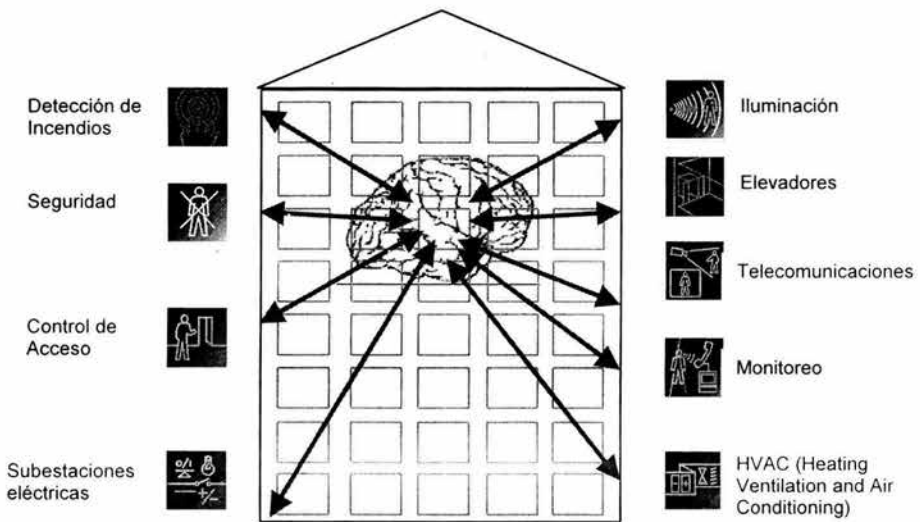


Figura 2.1.1. Edificio Inteligente

² Geissler, Richard

Ahora bien definiremos a cada una de las personas antes mencionadas:

- Usuarios:** Personas que habitarán el edificio y a las que se les ofrecerá y garantizará el buen funcionamiento de éste.
- Propietarios:** Dueños del inmueble.
- Administradores:** Personas encargadas de gestionar el sistema de control en el edificio.

Bajo estas definiciones, los **objetivos** que debe cumplir cualquier edificio inteligente, son los siguientes:

Arquitectónicos

- Satisfacer las necesidades presentes y futuras de los ocupantes, propietarios y operadores.
- La flexibilidad, tanto en la estructura como en los sistemas y servicios.
- El diseño arquitectónico adecuado y correcto.
- La funcionalidad del edificio.
- La modularidad de la estructura e instalaciones del edificio.
- Mayor confort para el usuario.
- La no interrupción del trabajo de terceros en los cambios o modificaciones.
- El incremento de la seguridad.
- El incremento de la estimulación del trabajo.
- La humanización de la oficina.

Tecnológicos

- La disponibilidad de medios técnicos avanzados de telecomunicaciones.
- La automatización de las instalaciones.
- La integración de los servicios.

Ambientales

- La creación de un ambiente saludable.
- El ahorro energético.
- El cuidado del medio ambiente.

Económicos

- La reducción de los altos costos de operación.
- Beneficios económicos para la cartera del cliente.
- Incremento de la vida útil del edificio.
- La posibilidad de cobrar precios más altos por la renta o la venta de espacios.
- La relación costo-beneficio.
- El incremento del prestigio de la compañía.

De acuerdo con el IMEI y el IBI, los edificios inteligentes deben incorporar cuatro elementos básicos:

1. **La estructura del edificio.** Todo lo que se refiere a la estructura y diseño arquitectónico, incluyendo los acabados y el mobiliario.
2. **Los subsistemas del edificio.** Son todas las instalaciones que integran un edificio, siendo los principales:
 - *Energía eléctrica*, para la iluminación y operación de equipos y aparatos.
 - *Hidráulico*, para el manejo de aguas, suministro, drenaje y recirculación.
 - *Comunicación*, dentro de la cual se consideran los sistemas de telefonía, telecomunicaciones, informática y de emergencia.
 - *Aire Acondicionado, Ventilación y/o Calefacción* para el acondicionamiento ambiental de las diferentes áreas ocupadas.
 - *Protección y alarmas*, que ayuden a la conservación de vidas humanas y bienes materiales.
 - *Control central de los sistemas*, para la administración de las instalaciones.

La integración de todos estos sistemas se realiza a través de un **Sistema Administrador de Edificios, (BMS Building Management System)**.

El BMS es un conjunto de elementos de software y hardware dedicados a supervisar una red de controladores inteligentes y dirigidos a lograr el óptimo uso de los recursos y servicios con que cuenta un edificio, procurando el máximo confort, seguridad y plena satisfacción de todos sus ocupantes, al menor costo de operación posible.

3. **Los servicios del edificio.** Como su nombre lo indica, son los servicios o facilidades que ofrecerá el edificio. Entre sus componentes están las comunicaciones de video, voz y datos, automatización de oficinas, salas de juntas y cómputo compartidas, área de fax y fotocopiado, correo electrónico y de voz, seguridad por medio del personal, limpieza, estacionamiento, escritorio de información en el lobby o directorio de edificio, facilidad en el cambio de los teléfonos y equipos de computación, centro de conferencias y auditorios compartidos y de videoconferencias.
4. **La administración del edificio.** Se refiere a todo lo que tiene que ver con la operación del mismo. Entre sus variables están el mantenimiento, administración de inventarios, reportes de energía y eficiencia, análisis de tendencias, y mantenimiento de servicios y sistemas.

La optimización de cada uno de estos elementos y la interrelación o coordinación entre sí, es lo que determina la inteligencia del edificio. (Figura 2.1.2)

Existen tres grados de inteligencia, catalogados en función de la automatización de las instalaciones o desde el punto de vista tecnológico:

- **Grado 1.** Inteligencia mínima o básica. Un sistema básico de automatización del edificio el cual no está integrado.
- **Grado 2.** Inteligencia media. Tiene un sistema de automatización del edificio totalmente integrado.
- **Grado 3.** Inteligencia máxima o total. Los sistemas de automatización del edificio, la actividad y las telecomunicaciones, se encuentran totalmente integrados.



Figura 2.1.2. Esquema de un edificio inteligente

2.2 ANTECEDENTES

Haciendo un corte histórico a fin de los años 60, podemos inferir que es la primera generación de edificios llamados "inteligentes", definibles verdaderamente como edificios parcialmente automatizados.

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

Los edificios inteligentes empezaron a dar sus primeros pasos en la década de los 70's, propiciada tanto por la crisis del petróleo que sacudió con dureza a la economía mundial, como por un aumento de la concientización respecto a la necesidad de ahorrar energía y en consecuencia, una planificación más ajustada y óptima de los recursos a emplear en las grandes edificaciones, los sistemas de HVAC (*Heating Ventilation and Air Conditioning*) fueron los primeros sistemas de edificios electrónicamente controlados. Los chips de computadoras permitieron el control de estos subsistemas, a través de sensores localizados, permitiendo respuestas a alteraciones rápidas y más precisas de las condiciones climáticas. Esta tecnología fomentó la idea de dotar a los edificios de inteligencia, cuyo concepto apareció en Estados Unidos en el año de 1981.

En los años 80, aparecen los subsistemas de seguridad, iluminación e intrusión, mostrando integración entre los componentes del mismo subsistema. Se posibilita la integración y separación de subsistemas con el auxilio de avanzadas tecnologías computacionales y de telecomunicaciones. Entre los pioneros podemos citar a Honeywell que desarrolló sistemas integrados para edificios. Un ejemplo específico puede ser un circuito cerrado de televisión, en el cual, al ser accionada una alarma por el sistema detector de incendios, permite visualizar si existe realmente un incendio o es una falsa alarma. En este caso hay integración de subsistemas entre la Detección de Incendios, Alarmas y el Circuito Cerrado de Televisión (CCTV), aunque el hardware sea provisto por empresas diferentes, la integración es producto del software.

Para los años 90, las diferentes líneas de trabajo tienden a converger en lo que se denomina inteligencia distribuida. Se utilizan sistemas autónomos inteligentes que se comunican con una red de comunicaciones.

De manera cronológica se enlistan algunos sucesos importantes en la evolución de estas edificaciones.

1875. La primera regulación automática aparece con la máquina de vapor de Watt, en la que un dispositivo gobernaba la velocidad de la máquina actuando sobre una válvula que regulaba el paso del vapor.

1905. Siemens y Halske fabricaron el primer tubo de vacío utilizado como amplificador de baja frecuencia en los aparatos de radio.

Años 30. Aparecen los primeros termostatos con contactos de mercurio. En 1936 se prohíben por razones sanitarias y aparecen los termostatos por contacto fijos. A finales de

esta década crece el interés por la calefacción con combustibles líquidos, por lo que se crea la necesidad de transformadores especiales de encendido y termostatos de calderas.

1939. En la exposición Suiza de Zurich, uno de los modernos edificios, el Sukulentenhaus, se equipa con una de las primeras regulaciones en función de las condiciones climatológicas exteriores.

1940. Landis & Gyr crea un departamento independiente para fomentar y controlar el desarrollo y la comercialización de los equipos de regulación para aplicaciones de calefacción y aire acondicionado.

1944. Se construye la primera computadora (MARK I), fruto de la colaboración entre la universidad de Harvard y la empresa IBM. Estaba construido únicamente con piezas electromecánicas y usaba el sistema decimal.

1946. Nacen las computadoras de 1ª generación: ENIAC. Construido con válvulas de vacío y relés.

1948. Los laboratorios Bell presentan el transistor, pero no se comercializó hasta 1952 por la fuerte competencia de los tubos de vacío.

1953. Las primeras centrales de regulación salen equipadas con sondas bimetálicas y contactos de relé.

1959. IBM construye las primeras computadoras con transistores, también llamadas de segunda generación. Texas Instruments desarrolla la tecnología de circuitos integrados, que disminuirá drásticamente el tamaño y precio de los equipos.

1968. Intel crea el microprocesador, un componente revolucionario que puede ser utilizado para las más diversas funciones de control.

El actual desarrollo en la construcción de edificios inteligentes, está marcado por una transición desde la era de la producción mecánica a una era de la información dirigida por la microelectrónica. Mientras en el pasado, el arquitecto era el primer responsable en el diseño completo del edificio, hoy en día, los ingenieros están demandando la exportación de las nuevas tecnologías en edificios.

2.2.1 Justificación

Actualmente es un reto el ofrecer nuevos servicios que se encuentren a la par con los progresos tecnológicos, esta situación ha hecho que varíen las estructuras, los medios, e incluso nuestro hábitat profesional, dando lugar a la aparición de los llamados edificios inteligentes, en los que la tecnología que se aplica involucra a varias disciplinas.

Un edificio inteligente utiliza todos los avances tecnológicos posibles para las instalaciones y además ofrece a los usuarios una serie de facilidades de comunicaciones. Nacidos de la combinación y conjunción de equipos multidisciplinarios en los que arquitectos, ingenieros y constructores tienen una importante responsabilidad a compartir.

Se dice que los edificios inteligentes son más eficaces, ya que la inteligencia, aplicada a una construcción debe entenderse como la capacidad que ésta posee para ofrecer un servicio de valor agregado que se puede traducir en un control distribuido de funciones como las de seguridad, energía y comunicaciones, entre otras, aunque su misión principal considera aumentar el rendimiento o productividad de sus usuarios.

Por otro lado, la administración de todas las instalaciones recae en un sistema (BMS), que vigila y controla todo el edificio. Todos los sistemas BMS tienen la misma finalidad y características de operación, pero los resultados dependen de la creatividad y la ingeniería que se desarrolle en su automatización, así como de la inversión. De modo general, un sistema administrador debe considerarse como mínimo:

- Administrar las instalaciones.
- Ordenar el arranque y paro de los equipos.
- Presentar en forma clara las incidencias a la vez que racionalizan los servicios.
- Tomar decisiones en ausencia de personal especializado en caso de eventualidades.
- Preseleccionar las alarmas urgentes.
- Reducir los costos relacionados con los equipos de mantenimiento.

Es importante enfatizar que muy a pesar de los avances tecnológicos en México, no existen aún empresas que desarrollen software para administrar edificios, es decir, sistemas capaces de integrar subsistemas. Realmente toda la tecnología se importa, por esta razón los costos para su implantación son elevados.

El objetivo es desarrollar un modelo de BMS funcional y económico que comprenda los elementos considerados en muchas de las marcas comerciales dirigidas al control de edificios inteligentes, es decir, necesitamos una estructura que permita la comunicación basada en estándares abiertos y lo más universales posibles.

Otro factor para el desarrollo de dicho modelo, es la tendencia de las construcciones actuales para concentrar la información de todos sus subsistemas de instalaciones, con el fin de mantenerse a la vanguardia de la tecnología de la construcción. Así mismo, dado que los requerimientos de cada construcción son específicos de acuerdo a su actividad operativa; el software basado en el modelo BMS propuesto, tendrá la capacidad de adaptarse a las necesidades de los interesados.

Con una clara conciencia de estas necesidades, el modelo busca contribuir como guía para el desarrollo de sistemas administradores que permitan lograr mayores niveles de competitividad.

2.3 CARACTERÍSTICAS

Un edificio inteligente debe contemplar las siguientes características, tanto en estructura como en funcionalidad:

1. Flexibilidad y adaptabilidad relacionadas con un costo, ante los continuos cambios tecnológicos requeridos por sus ocupantes.

La flexibilidad es la principal característica de un edificio inteligente, lo que significa que tiene la capacidad de poder incorporar los elementos necesarios para poder ser catalogado como inteligente a lo largo de toda su vida útil. La flexibilidad en un edificio se distingue básicamente por dos atributos principales.

- Capacidad para poder incorporar nuevos o futuros servicios.
- Capacidad para poder modificar la distribución física tanto de departamentos como personas de una determinada organización, sin perder el nivel de servicios disponibles.

Como clara consecuencia, el dotar de flexibilidad a un edificio supone un cuidadoso y, en cierta forma, sobredimensionado diseño inicial del mismo, ya que los errores en esta fase pueden afectar toda la vida útil del edificio, además de acarrear costos muy superiores en fases posteriores.

Otra punto importante para facilitar la flexibilidad de un edificio, sobre todo por lo que a planificación del espacio en general y a reubicación de personal en particular se refiere, es la modularidad en el diseño del mismo.

La flexibilidad debe estar presente en el diseño de todos los subsistemas, de forma que ninguno de ellos sea un problema si en el futuro se desea alterar de alguna forma la configuración espacial o el uso de una parte del edificio. Uno de los sistemas más problemáticos es el cableado. Una distribución horizontal de las distintas redes (precableado de LAN, teléfono, energía eléctrica, TV, etc.), es necesaria para garantizar esta flexibilidad.

2. Altamente eficiente en el consumo de energía eléctrica.

Se entiende que el objetivo del ahorro de energía y recursos en todo sentido es optimizar la calidad de vida dentro del inmueble. Este ahorro se refleja, por un lado económicamente, reduciendo los costos de operación y por otro, ecológicamente evitando el malgasto de los recursos naturales. Se podría decir que los sistemas inteligentes contribuyen a mejorar la eficiencia de un edificio en todos los sentidos por medio de la tecnología.

Durante la fase de diseño deberán tomarse en cuenta factores bioclimáticos que ayudarán a mejorar la eficiencia de la tecnología aplicada al ahorro de energía y de recursos en general.

En el diseño de iluminación se debe considerar la localización de productos que demanden la menor cantidad de energía eléctrica y ofrezcan los niveles de iluminación recomendados. Aunque algunas veces el costo inicial de éstos productos es más elevado que los productos convencionales y el costo de operación y mantenimiento es mucho menor.

Para optimizar el ahorro de energía en la climatización, se efectúan las acciones como el control de ocupación, disminución de ingreso de aire exterior con el sistema economizador, optimizar el arranque y paro de equipos, ciclado y rotación de cargas, control de calidad del aire, secuencia del accionamiento de los equipos y control de demandas.

3. Capacidad de proveer un entorno ecológico habitable y altamente seguro, que maximice la eficiencia en el trabajo a niveles óptimos de confort de sus ocupantes.

En el plano de la seguridad se cuentan con sistemas inteligentes e integrales para prevención y combate de siniestros, que incluyen, entre otros componentes, alarmas audiovisuales, detectores de humo, medios de voice, herramientas para la presurización de escaleras de emergencia y aspersores, todo monitoreado y controlado electrónicamente, prácticamente a prueba de errores humanos.

Para la seguridad de un edificio contra personas ajenas a las instalaciones, se debe contar con equipos de circuito cerrado de televisión que monitorean y graban, tarjetas de proximidad para estacionamientos, controles para el acceso al inmueble y elevadores, y mucho más.

Los equipos de aire acondicionado deben adaptarse automáticamente al gusto de los usuarios y a las circunstancias ambientales, de tal manera que siempre brinden la temperatura ideal y al mismo tiempo, permitan que la operación sea más económica.

De la misma manera debe considerarse la existencia de sistemas preventivos y operativos contra incendios, como detectores o sensores, a través de un sistema fotoeléctrico y de ionización para respuesta calorífica al súbito aumento de temperatura; ya sea de forma individual o una combinación de ambos con la utilización de rayos infrarrojos o ultravioletas y por último para gases combustibles o no combustibles.

4. Centralmente automatizado para optimizar su operación y administración en forma electrónica.

Los sistemas de automatización del edificio, la actividad y las telecomunicaciones, se encuentran totalmente integrados. El sistema de automatización del edificio se divide en: sistema básico de control, sistema de seguridad y sistema de ahorro de energía.

El sistema básico de control es el que permite monitorear el estado de las instalaciones, como son: eléctricas, hidrosanitarias, elevadores y escaleras eléctricas y suministros de gas y electricidad.

El sistema de seguridad protege a las personas, los bienes materiales y la información. En la seguridad de las personas, destacan los sistemas de detección de humo y fuego, fugas de gas, suministro de agua, monitoreo de equipo para la extinción de fuego, red de rociadores, extracción automática de humo, señalización de salidas de emergencia y el voiceo de emergencia. Para la seguridad de bienes materiales o de información, tenemos el circuito cerrado de televisión, la vigilancia perimetral, el control de accesos, el control de rondas de vigilancia, la intercomunicación de emergencia, la seguridad informática, el detector de movimientos sísmicos y el de presencia.

El sistema de ahorro de energía es el encargado de la zonificación de la climatización, el intercambio de calor entre zonas, incluyendo el exterior, el uso activo y pasivo de la energía solar, la identificación del consumo, el control automático y centralizado de la iluminación, el control de horarios para el funcionamiento de equipos, el control de elevadores y el programa emergente en puntos críticos de demanda.

El monitoreo de los sistemas sirve para visualizar informes y almacenar datos para análisis de diagnóstico, mantenimiento preventivo, estadísticas, optimización de consumos, gráficos de tendencias y alarmas, etc. Los diferentes controles son los de acceso con lectura de tarjetas, los de detección de incendios, los de confort y los de iluminación. Además de sistemas de incendio monitoreando permanentemente, automatización para la presurización de escaleras de evacuación, sensores de humo para evitar la propagación de las llamas por los conductos, los cuales accionan compuertas reguladoras que bloquean un sector del conducto.

Un factor importante que debe tomarse en cuenta es que los sistemas deben ser adaptables para integrar los protocolos de los fabricantes de distintas marcas de los componentes. Hay módulos integradores que traducen y convierten señales permitiendo la conectividad e integrando protocolos abiertos de diferentes estándares.

Contar con los dispositivos y la tecnología adecuada permitirá una mayor eficiencia y productividad en todo el edificio. El cableado estructurado es el punto clave para brindar al edificio una infraestructura universal que mantenga las señales y las comunicaciones en general en perfecto funcionamiento, para que el ocupante pueda conectarse a cada uno de los servicios.

La aplicación profesional de tecnología de punta en edificios, diseñada y adaptada precisamente para sus necesidades, es un invaluable aliado para los inversionistas de la industria de la construcción.

Finalmente, un edificio inteligente NO es un edificio automatizado con un sinnúmero de controles instalados. Ni tampoco es aquel que cuenta con cableado estructurado o manejo de redes, sino más bien es aquel que utiliza todos estos sistemas de forma integrada, para prestar servicios tanto hoy como en el futuro a sus ocupantes, reduciendo así sus gastos y aumentando su comodidad y eficiencia.

Honeywell, Johnson Controls, Edwards, Ving Card, Notifier, entre otros, son algunas de las firmas especializadas en equipos de automatización y control para edificios inteligentes a nivel mundial. Estas empresas proveen una serie de equipos que permiten

la integración de los diferentes subsistemas en una gran cantidad de opciones, y pueden llegar a ser tan sofisticados hasta el punto de permitir una serie de ahorros de energía, tiempo, número de personas y dinero.

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

3.1 Bases de datos

3.1.1 Definición y conceptos

3.1.2 Modelos de bases de datos

3.2 Teoría del control

3.3 Redes de control

3.3.1 Definición y conceptos

3.3.2 Sistemas controlables

3.3.3 Dispositivos de control

3.4 Software para el control de dispositivos

3.1 BASES DE DATOS

3.1.1 Definición y conceptos

Actualmente la tecnología de las bases de datos existente parece alcanzar sus límites cuando se requiere realizar el acceso transparente y la administración eficaz de sistemas de información heterogéneos y altamente distribuidos; o bien, adaptar su tamaño de acuerdo con aplicaciones diferentes. Para ser utilizables, los sistemas de bases de datos deben poder ser adaptados y ajustados de acuerdo a las características de tipos de datos diferentes, a los tamaños variados de las bases de datos, a volúmenes de consultas variables y a la complejidad de los medios de ejecución.

Definición de base de datos

Una base de datos es un conjunto de datos integrados, estructurados y almacenados en soportes periféricos accesibles por computadora para satisfacer simultáneamente los requerimientos de varios usuarios de una manera selectiva y en un tiempo oportuno.

Los objetivos de eficacia de la base de datos son:

- Asegurar que los datos puedan ser compartidos por los usuarios, para una variedad de aplicaciones.
- Que el mantenimiento de los datos sea preciso y consistente.
- Asegurar que todos los datos requeridos para las aplicaciones se encuentren siempre disponibles.
- Permitir que la base de datos evolucione a las necesidades crecientes de los usuarios.

DBMS

Se necesita un sistema que integre los datos de la base de datos y que pueda proporcionar diferentes orientaciones a usuarios diferentes. La esencia de una base de datos es el Sistema Administrador de la Base de Datos (DBMS: *Database Management System*), el cual permite la creación, modificación, actualización de la base de datos, la recuperación de los datos y la emisión de reportes. (Figura 3.1.1.1)

Se puede definir un DBMS como un conjunto coordinado de programas, procedimientos, lenguajes, etc., que suministra, tanto a los usuarios como a los analistas, los medios necesarios para describir, recuperar y manipular los datos almacenados en la base, manteniendo su integridad, confidencialidad y seguridad.

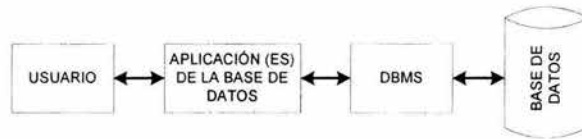


Figura 3.1.1.1. Sistema Administrador de la Base de Datos

Funciones del DBMS:

a) *Lenguaje de Definición de Datos (DDL, Data Definition Language)*. Esta función debe permitir al administrador de la base de datos especificar los elementos de datos que la integran, su estructura y las relaciones que existen entre ellos, las reglas de integridad semántica, los controles a efectuar antes de autorizar el acceso a la base, etc.; así como las características de tipo físico y las vistas lógicas de los usuarios.

Esta función, realizada por el DDL propio de cada DBMS, debe suministrar los medios para definir las tres estructuras de datos (externa, lógica global e interna), especificando las características de los datos a cada uno de estos niveles.

A nivel interno, se ha de indicar el espacio (volúmenes, cilindros y pistas) reservado para la base, la longitud de los campos o elementos de datos, su modo de representación (binario, decimal, alfanumérico, punto fijo o flotante, etc.). Además se deben poder definir caminos de acceso, como apuntadores, índices, etc.

Para las estructuras externa y lógica global, la función de descripción ha de proporcionar los instrumentos para la definición de las entidades y su identificación, atributos de las mismas, interrelaciones entre ellas, autorizaciones de acceso, restricciones de integridad, etc. Las descripciones de las estructuras lógicas de los usuarios han de estar referidas a la estructura lógica global. El DBMS, además de suministrar facilidades de la descripción, se ocupará de la función de correspondencia o transformación (*mapping*) de las estructuras lógicas externas orientadas a los usuarios en la estructura lógica global y de la relación entre ésta y la estructura física.

b) *Lenguaje de Manipulación de Datos (DML, Data Manipulation Language)*. La función de manipulación permite a los usuarios de la base (informáticos o no), buscar, añadir, suprimir o modificar los datos de la misma, siempre de acuerdo con las especificaciones y las normas de seguridad dictadas por el administrador.

La función de manipulación se llevará a cabo por medio del DML, que facilita los instrumentos necesarios para la realización de estas tareas. Muchas veces se trata de un conjunto de instrucciones (lenguaje huésped) que son admitidas por un lenguaje de programación (lenguaje anfitrión), mientras que otras veces se trata de un lenguaje de autocontenido que no precisa apoyarse en ningún otro lenguaje, ya que dispone en sí mismo un conjunto de instrucciones necesarias para llevar a cabo tanto la recuperación como la actualización de los datos.

La mayoría de los DBMS actuales entienden la función de la manipulación mediante ambos tipos de lenguajes, huéspedes y de autocontenidos; éstos últimos orientados a los usuarios no informáticos suelen usarse de forma interactiva.

c) *Utilización*. Debe existir una manera (lenguaje) que permita interactuar con la base de datos. Existen dos lenguajes:

- **Interactivo:** Por medio de un conjunto de palabras clave (no programadores).
- **Programas batch (de comandos):** Es un programa huésped para operar la base de datos que se ejecuta sin la intervención del usuario.

d) *Integridad de los datos*. El objetivo es evitar que ocurran errores en la base de datos, para lo cual debemos definir un campo de valores posibles para cada dato.

e) *Confidencialidad*. Mecanismos que impidan que las personas ajenas al sistema puedan tener acceso a él, mediante rutas de acceso y passwords.

f) *Sincronización de procesos*. Protección contra las inconsistencias de la base de datos.

g) *Seguridad*. Mecanismos que reinstauren el sistema en caso de que ocurran fallas (humanas, técnicas e intencionadas).

h) *No redundancias físicas de los datos*. Redundancia es el hecho que se da si un dato aparece varias veces en la base de datos.

Arquitectura de una base de datos

La arquitectura se divide en tres niveles (Figura 3.1.1.2):

- Nivel conceptual
- Nivel interno (físico)
- Nivel externo (lógico)

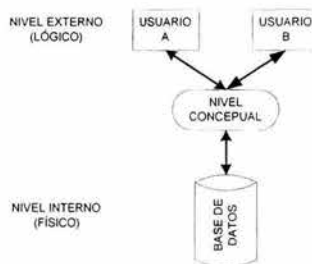


Figura 3.1.1.2. Arquitectura de una base de datos

El **nivel conceptual** corresponde a la unificación de los datos que intervienen en el sistema. En él se incluye una descripción de todos los datos y las interrelaciones entre éstos, las restricciones de integridad y de confidencialidad.

El **nivel interno** corresponde a la manera en que están guardados los datos en las unidades de almacenamiento, periféricos, etc. A su vez, se deben determinar los caminos de acceso para la especificación de claves primarias y secundarias, índices o claves de ordenación, así como incluir optimización de espacio en la memoria, mejorar la recuperación y los tiempos de acceso, técnicas de compresión de datos y control de acceso a la base de datos (seguridad).

El **nivel externo** corresponde a la manera en que el usuario ve la base de datos. También se deben especificar las restricciones de uso de la misma, como es el derecho de insertar, borrar o acceder a ciertos datos.

3.1.2 Modelos de bases de datos

Modelo Jerárquico

Los datos están organizados en forma de árbol, cada nivel representa un grupo de datos. Esta estructura jerárquica se compone de nodos y ramas. Un nodo es una colección de atributos de datos que describen a la entidad de ese nodo. La estructura jerárquica de árbol tiene que satisfacer las siguientes condiciones:

- El nodo más alto en la estructura se conoce como raíz (entidad dominante)
- Los nodos dependientes se localizan en niveles más abajo del árbol, los cuales pueden crecer o añadirse tanto de forma horizontal como vertical sin ningún límite.
- Un nodo padre puede tener uno o varios nodos hijos bajo su dependencia. Si no tiene ningún nodo abajo no es nodo padre.
- Cada nodo, excepto la raíz, tiene que acceder a través de su nodo padre. (Figura 3.1.2.1)

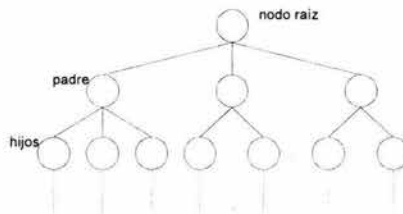


Figura 3.1.2.1. Modelo Jerárquico

Ventajas

- Relativa simplicidad y facilidad de uso del modelo.
- Reducción de la dependencia de datos.
- Predicción del funcionamiento.

Desventajas

- Puede haber redundancia entre los datos.
- El insertar o borrar un dato puede resultar complicado cuanto más grande sea la base de datos.
- Se debe tener mucho cuidado en suprimir un dato ya que los nodos dependen de otros.

Modelo de Red

Este modelo combina varias jerarquías sin tener un límite. Los datos se representan por registros y ligas. Una red es una estructura con una ocurrencia de registro específica que puede tener cualquier número de superiores inmediatos, de modo que un modelo de red permite modelar una correspondencia de muchos a muchos de manera más directa. (Figura 3.1.2.2)

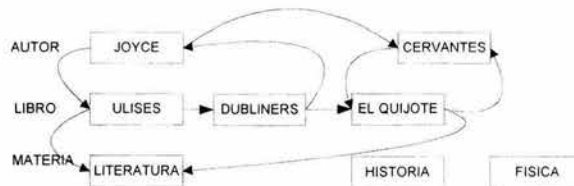


Figura 3.1.2.2. Modelo de Red

Ventajas

- La relación varios a varios se puede implementar fácilmente.
- Datos independientes.

Desventajas

- El modelo es muy complejo.
- Cuando se llega a modificar algún dato, puede que se pierda la independencia de los mismos.

Modelo Relacional

La estructura de datos se caracteriza porque éstos residen en tablas que deben cumplir ciertas condiciones.

Una de las partes más importantes de este modelo es la introducción de una estructura de operadores lógicos, concepto algebraico que definió Codd para operar estas estructuras. Estos operadores son los que se utilizan para toda la manipulación de datos en una estructura relacional. (Figura 3.1.2.3)

S#	NOMS	ESTADO	CIUDAD
S1	Salazar	20	Londres
S2	Jaramillo	10	París
S3	Bernal	30	París

S#	P#	CTD
S1	P1	300
S1	P2	200
S1	P3	400
S2	P1	300
S2	P2	400
S3	P2	200

P#	NOMP	COLOR	PESO	CIUDAD
P1	Tuerca	Rojo	12	Londres
P2	Perno	Verde	17	París
P3	Tornillo	Azul	17	Roma
P4	Tornillo	Rojo	14	Londres

Figura 3.1.2.3. Modelo Relacional

Ventajas

- Simplicidad.
- Consultas no planeadas.
- Independencia de datos.
- Ahorro en el espacio de almacenamiento.

Terminología

Para describir el modelo relacional debemos conocer antes algunos términos básicos para el manejo de éste.

Entidad: Es el objeto acerca del cual queremos almacenar información en la base de datos. Existen dos clases de entidades: las regulares, que son las que tienen existencia por sí mismas; y las débiles, cuya existencia depende de otro tipo de entidad.

Conjunto de entidades: Agrupación de entidades similares o del mismo tipo.

Atributo: Son propiedades que caracterizan a una entidad.

Valor: Valor que toma un atributo de la ocurrencia de una entidad.

Dominio: Define los valores de los atributos que puede tomar, es decir, son los valores que aparecen en las columnas. Actualmente, los dominios son un conjunto de valores de algún tipo, es posible que dos dominios puedan ser del mismo tipo o diferentes.

Llave primaria: Es un atributo que puede ser escogido como identificador único de un renglón. Las llaves pueden ser simples (formada por un solo atributo) o compuestas (formado por uno o más atributos). Una llave primaria debe cumplir con los siguientes puntos:

- Sólo hay un único identificador para cada atributo.
- Las llaves no pueden tomar valores nulos.

Asociación: es la manera en que dos relaciones estarán relacionadas o asociadas.

La siguiente figura nos muestra un modelo relacional.



Figura 3.1.2.4. Modelo relacional

3.2 TEORÍA DEL CONTROL

La teoría de control se fundamenta en la búsqueda de mecanismos que permitan interactuar sobre los sistemas con el fin de que ciertas variables de éstos se comporten según las pautas prefijadas. Este objetivo se pretende lograr sobre cualquier sistema, independientemente de su complejidad. Es por ello, que si bien durante el presente siglo se ha establecido una teoría de control muy sólida, que permite lograr dicho fin sobre sistemas cuyo comportamiento puede asimilarse a un modelo dinámico lineal, todavía no es posible hablar de una solución que permita lograr el control de forma general sobre cualquier sistema.

Definiciones

El control tiene como objeto cerciorarse de que los hechos vayan de acuerdo con los planes establecidos.¹

Es la regulación de las actividades, de conformidad con un plan creado para alcanzar ciertos objetivos.²

Es el proceso para determinar lo que se está llevando a cabo, valorizándolo y si es necesario, aplicando medidas correctivas de manera que la ejecución se desarrolle de acuerdo con lo planeado.³

Control Automático

Se llama control automático a cualquier dispositivo que comanda un proceso sin intervención humana. Por medio de los sistemas de control automático se libera al hombre del trabajo y aumenta la velocidad de producción consiguiendo con ello que se eleve el rendimiento del trabajo. (Figura 3.2.1)

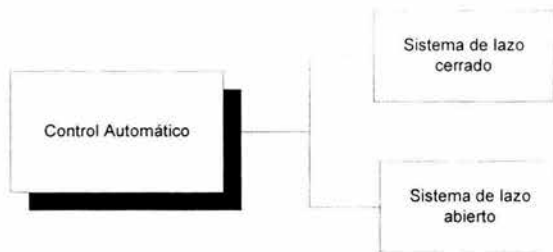


Figura 3.2.1. Control automático

¹ Burt K. Scanlan

² Eckles, Carmichael

³ George R. Terry

Conceptos básicos de control automático

Señal de salida: Es la variable que se desea controlar (posición, velocidad, presión, temperatura, etc.). También se denomina variable controlada.

Señal de referencia: Es el valor que se desea que alcance la señal de salida.

Error: Es la diferencia entre la señal de referencia y la señal de salida real.

Señal de control: Es la señal que produce el controlador para modificar la variable controlada de tal forma que se disminuya o elimine el error.

Señal analógica: Es aquella que toma la forma de ondas continuas con un cierto rango de frecuencia. Los medios de comunicación tradicionales, como los televisores, radios y teléfonos utilizan estos tipos de señales.

Señal digital: Esta señal usa pulsos eléctricos que se pueden interpretar como encendido o apagado, creando una onda cuadrada en lugar de continua. Cuando se transmite un pulso se representa con un 1 y a la ausencia con un 0. Estas señales transmiten datos de manera más rápida y precisa que las señales analógicas.

Convertidor analógico/digital: Es un dispositivo que convierte una señal analógica en una señal digital (1 y 0).

Convertidor digital/análogo: Es un dispositivo que convierte una señal digital en una señal analógica (corriente o voltaje).

Planta: Es el elemento físico que se desea controlar, puede ser: un motor, un horno, un sistema de disparo, un sistema de navegación, un tanque de combustible, etc.

Proceso: Es la operación que conduce a un resultado determinado.

Sistema: Consiste en un conjunto de elementos que actúan coordinadamente para realizar un objetivo determinado.

Perturbación: Es una señal que tiende a afectar la salida del sistema, desviándola del valor deseado.

Sensor: Es un dispositivo que convierte el valor de una magnitud física (presión, flujo, temperatura, etc.) en una señal eléctrica codificada ya sea en forma analógica o digital. También es llamado transductor.

Sistema de control de lazo abierto: Un sistema de control de lazo abierto es aquel en el cual la acción de control es independiente de la salida.

Sistema de control de lazo cerrado: Un sistema es de lazo cerrado cuando la acción de control está de algún modo dependiendo de la salida, es decir, aquel que mantiene una relación preestablecida entre la salida y alguna entrada de referencia, al compararlas

utiliza la diferencia (o señal de error) como medio de control, con frecuencia se les llama sistemas de control retroalimentado.

Control PID

El control PID (Proporcional, Integral, Derivativo) es el método específico con el que se implementa el control de procesos, ofreciendo al usuario la capacidad de programar una determinada operación de modo que se realice en forma regular y coherente. El control PID tiene como fin específico, mantener la regularidad del proceso y compensar las perturbaciones externas.

Control proporcional

El control proporcional es la amplificación que se aplica a la señal de error del proceso y que va a resultar en una determinada salida del control. La señal de error del proceso es la diferencia entre el punto de ajuste del proceso y la retroalimentación del proceso.

Control integral

El control integral (tal como el proporcional) es una amplificación de la señal de error del proceso, pero depende del tiempo. Un error de estado estacionario que se mantiene durante un largo período de tiempo es conocido como una desviación (*offset* o *desequilibrio*). El control integral compensa esta desviación o error de largo plazo.

Debido a las ineficiencias en el sistema de control de procesos como un todo, frecuentemente se producirán desviaciones, las mismas que pueden ser compensadas usando el control integral.

Control derivativo

El control derivativo es proporcional a la tasa de cambio del error del proceso. La ganancia derivativa se proporciona para reducir la sobremodulación (*overshoot* o *sobreimpulso*) del control de procesos durante perturbaciones repentinas de gran magnitud. El elemento derivativo responde únicamente durante las condiciones transitorias. En la mayoría de las aplicaciones, el control derivativo es raramente usado. De ser necesaria, se la deberá emplear con sumo cuidado puesto que podría provocar inestabilidad.

Las aplicaciones del control PID son numerosas y variadas, desde el horneado de galletas, el control de temperatura del acero derretido y el bombeo de muchos miles de litros de agua por minuto, hasta el control ambiental, y muchas más.

Sistemas de Control

Un sistema de control de procesos es un método por el cual un proceso puede ser controlado en forma continua y automática, con resultados regulares y coherentes. El control de procesos define el sistema general, sus componentes, y sus respectivas capacidades. (Figura 3.2.2)



Figura 3.2.2. Sistema de control

Existen diversos tipos de sistemas de control, entre los cuales están:

Continuo: Si la curva que traza el sistema no se corta bruscamente en ningún punto.

Invariable en el tiempo: Si la relación entrada-salida es la misma función para cualquier tiempo en que se realizan las mediciones.

Lineal: Si cumple con el principio de superposición.

Parámetros concentrados: Si y sólo si, se considera que todos sus componentes están localizados en el mismo punto.

Ventajas de un Sistema de Control

- La capacidad de fabricar un producto y/o servicio con exactitud repetible.
- El uso más eficaz y eficiente de las instalaciones.
- Permite al operador dedicarse a un trabajo más productivo y que requiera mayor destreza.
- Se reducen las tareas aburridas y se evita que haya trabajadores expuestos a operaciones peligrosas.
- Mayor productividad, menor desperdicio.

Características de los Sistemas de Control

Lo más significativo de los sistemas de control es que han sido estructurados para combinar potencia y flexibilidad de control digital orientada al usuario de los sistemas de control tradicionales y a continuación se describen los aspectos más importantes de estos sistemas de control:

- *Escalabilidad y expandibilidad:* Se considera como la facilidad con la cual un sistema puede ser clasificado para un espectro de aplicaciones que van desde las pequeñas hasta las grandes, y a la facilidad para añadir más elementos al sistema después de la instalación original.
- *Capacidad de control:* Se refiere a la potencia y flexibilidad de los algoritmos de control que pueden ser implantados por el sistema.
- *Capacidad de interfaz para el operador:* Se refiere a la capacidad del hardware para ayudar al operador en la ejecución de las funciones de monitoreo y control de la planta.
- *Integración de las funciones del sistema:* Se considera como el grado en el cual los diversos subsistemas funcionales son diseñados para trabajar unos con otros de manera integrada. Un alto nivel de integración minimiza los problemas del usuario en su utilización, la inicialización y el mantenimiento del sistema.
- *Costos de instalación:* Contempla el costo de cableado del sistema, el costo del cuarto de control y el espacio que se necesita para albergar al equipo del sistema.
- *Mantenimiento:* Se refiere a la facilidad con la cual el sistema puede mantenerse funcionando después de la instalación. El alto grado de mantenimiento significa altos costos, incluyendo los costos de las refacciones, los costos por pérdida de tiempo en el proceso mientras se hacen las reparaciones y los costos de entrenamiento del personal.

Arquitecturas de los sistemas de control

En la siguiente tabla se muestran las dos arquitecturas más utilizadas en los sistemas de control y sus características:

CARACTERÍSTICAS	ARQUITECTURAS	
	CENTRALIZADA	DISTRIBUIDA
Escalabilidad y Expandibilidad	Pobre, limitado al tamaño del sistema	Buena debido a su modularidad
Capacidad de control	Capacidad total del control digital	Capacidad total del control digital
Capacidad de interfaz para el operador	Se mejora notablemente para los sistemas grandes	Mejora notablemente para cualquier sistema
Integración de las funciones del sistema	Todas las funciones se realizan mediante la computadora central	Funciones realizadas en una familia de productos
Costos de instalación	Alta	Baja debido a su modularidad
Mantenimiento	Se requiere entrenamiento especial para el manejo de computadoras	Excelente, autodiagnóstico y reemplazos

Tabla 3.2.1. Características de arquitecturas de control

La arquitectura **Centralizada** se refiere a la capacidad que tiene el edificio para controlar el funcionamiento de los servicios desde un solo lugar (Mesa de Control Central), pudiéndose controlar estos individualmente en forma manual. El hecho de controlarlos en forma centralizada trae beneficios como la optimización de la operación y administración de los servicios. Pero se corre el riesgo de que si en algún momento ocurre una falla en la estación de trabajo, ésta puede ocasionar problemas en toda la red.

La arquitectura **Distribuida** consiste en el uso de procesadores PLC's (*Programmable Logic Controller*, Controlador Lógico Programable) para implementar las funciones de un control, esto indica que existen formas en que los procesadores se comunican entre sí y además, tienen comunicación con una computadora central para desplegar información ante los operadores sobre las condiciones del proceso, manteniendo la coherencia de la información entre todos los dispositivos que integren el subsistema. Lo que se considera la mejor opción, ya que el administrador además de detectar las fallas o problemas presentados, puede aislarlos sin afectar directamente la operación de los demás sistemas.

PLC's

Un PLC es básicamente un dispositivo provisto de cierta cantidad de entradas y salidas, entre las cuales se halla un procesador que a través de una lista de instrucciones dada por el usuario decide que relación existirá entre ellas.

Algunos PLC's incorporan además, numerosas funciones auxiliares, las cuales los potencian de forma decisiva. Podemos encontrar funciones de temporización, aritmética, operación con palabras, controladores de temperatura PID, etc.

Como toda computadora, el PLC posee una CPU, memoria, periféricos, etc. La CPU, es la encargada de ejecutar el programa almacenado en la memoria por el usuario. Toma, una a una, las instrucciones programadas por el usuario y las va ejecutando. Cuando llega al final de la secuencia de instrucciones programadas, la CPU vuelve al principio y sigue ejecutándolas de manera cíclica.

La memoria también guarda el estado de variables internas del programa como por ejemplo, número de piezas procesadas o máxima temperatura medida. Los periféricos constituyen la interfaz entre el PLC y el sistema controlado. Son como mínimo entradas y salidas lógicas (capaces de tomar sólo dos valores: 1 ó 0, abierto o cerrado, presente o ausente), y pueden también, dependiendo de la sofisticación de cada PLC, incluirse entradas y salidas analógicas (capaces de tomar cualquier valor entre determinados máximo y mínimo).

Existen dos formas constructivas básicas para los PLC: el *tipo fijo* y el *tipo modular*. El primero consiste en un solo gabinete en el que se integran la CPU, la fuente de alimentación y una determinada cantidad de entradas y salidas. Por otra parte están los PLC modulares, en los que la CPU, la fuente de alimentación, las entradas, las salidas, etc., son cada una un módulo que se elige en función de la aplicación y se monta en riel o rack para conseguir la capacidad de cálculo, entradas, salidas, etc., que la aplicación requiera. La capacidad de expansión en este caso es altísima ya que fácilmente se

alcanzan miles de puntos de entrada y salida, conexión a redes locales, dispositivos especiales de visualización, etc.

Monitoreo

El *monitoreo* es una herramienta de supervisión para verificar el avance de los procesos en ejecución, la idea básica es comparar su desempeño efectivo, y medir los resultados reales en función de los previstos.

El monitoreo es parte integral de la ejecución de procesos, no siendo más que una forma para controlar el avance de éstos en forma eficaz y proporcionar información sistemática, uniforme y fiable sobre el avance de los mismos. También permite ahorrar tiempo y trabajo, además de facilitar el control y preparación de reportes. No aumenta la complejidad de los procesos, sino que permite hacerlos objeto de una gestión más sistemática y manejable.

El monitoreo le resulta útil al administrador del sistema por lo siguiente:

- Proporciona información para presentarla ante los usuarios, inquilinos y socios externos en reuniones periódicas y en informes de progreso.
- Proporciona una base para la toma de decisiones sobre las modificaciones que sea necesario hacer al proceso, ya que tal vez haya que reajustar la utilización de recursos, modificar la escala de prioridades e introducir actividades nuevas. Así se le da mayor flexibilidad y agilidad a la gestión del proceso.
- Muestra resultados que permiten comprender y explicar a los demás lo que sucede en el proceso y por qué se logran o no los resultados esperados.

Es posible realizar el monitoreo de dispositivos y sistemas a través de una interfaz gráfica que muestre el estado de arreglos eléctricos y electrónicos que forman un subsistema de control. Así, comúnmente lo que es posible monitorear es:

En el hogar	En el comercio	En oficinas
Incendio	CCTV	Accesos y simulación de presencia
Simulación de presencia	Incendio	Fuga de gases o líquidos
Iluminación	Accesos	Iluminación
	Iluminación	Temperatura ambiental
	HVAC	Suministro de agua potable
		Elevadores
		Incendio
		HVAC
		CCTV

El elemento indispensable del sistema de monitoreo lo constituye la instalación de un sistema electrónico de alarma, dirigido a la computadora central que administra las subredes que se encuentran integradas al BMS.

Este procedimiento se ha transformado en el modo más eficiente de lograr y complementar los sistemas de seguridad, en todo momento y en varios sectores de un mismo lugar, sin requerir una gran estructura, a través del control que ofrecen los medios electrónicos.

Los elementos que integran el sistema de monitoreo son todos los dispositivos que se utilizan dentro del subsistema para realizar los procesos del mismo. A continuación se describen algunos de ellos:

Panel central de control de alarmas: Es la parte más importante del sistema de monitoreo. Su función es interpretar la información que los sensores registran ante cada evento y reportarlo a la central de monitoreo.

Teclado: Su función principal es activar y desactivar total y parcialmente el sistema de seguridad, permitiendo crear claves de acceso y puede contener además, botones de emergencia para solicitar ayuda ante algún siniestro.

Sirena: Proporciona salidas de sonido continuo o ululante, buscando generar un efecto disuasivo.

Sensores: Se encuentran conectados a la central y permiten detectar presencia, la apertura de puertas o ventanas y también movimientos basados en cambios de temperatura. (Figura 3.2.3)

Adicionales: Control remoto - Pulsador de pánico- Teclado adicional – Cámaras.

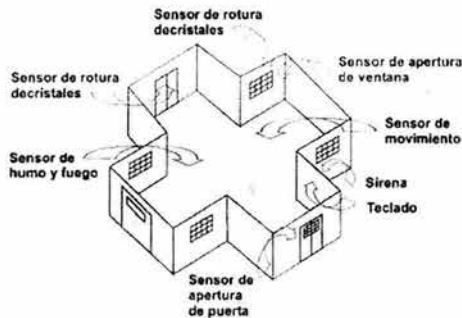


Figura 3.2.3. Sensores

3.3 REDES DE CONTROL

3.3.1 Definición y conceptos

Una red es un conjunto de equipos conectados entre sí con la finalidad de compartir información y recursos, es decir, una serie de puntos o nodos interconectados a través de enlaces de comunicación.

El objetivo básico de una red es permitir que varias computadoras se puedan interconectar entre sí. El ejemplo más sencillo de interconexión es utilizar sólo dos equipos (que pueden ser dos computadoras) conectadas directamente a través de algún medio físico (cómo un cable con varios hilos, donde cada hilo realiza una función específica para facilitar la comunicación). En este ejemplo, el medio físico (el cable) recibe el nombre de enlace y cada computadora recibe el nombre de nodo. Este tipo de enlace recibe el nombre de *enlace punto a punto*.

En algunos casos, más de dos nodos pueden compartir el mismo enlace físico. En este caso el enlace es de múltiple acceso. Cada uno de estos tipos de enlaces, de acuerdo con la tecnología utilizada (satélite, cable de cobre, fibra óptica, etc.), tiene características específicas: máxima cantidad de equipos conectados, distancias mínimas y máximas, velocidades de transferencia, etc. Así mismo, las redes pueden estar interconectadas con otras redes llamadas subredes, que generalmente se representan como una nube, para indicar que dentro de la nube (subred o red) hay varios nodos interconectados. De acuerdo con esto y dependiendo de la situación, una red se puede representar como se muestra en las siguientes figuras:

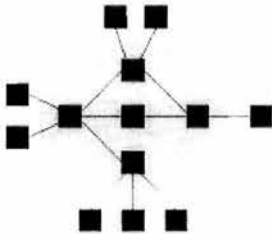


Figura 3.3.1.1. Interconexión de nodos (nodos que conforman una nube)

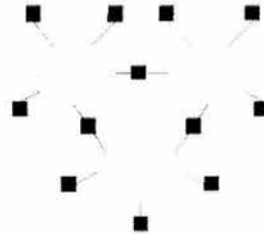


Figura 3.3.1.2. Interconexión de nubes (redes o subredes) a través de nodos

Una red de control se puede definir como un conjunto de dispositivos dedicados a mantener el control de instalaciones de manera automática. En este sentido, las redes de control han venido evolucionando junto con las redes de datos y de voz, de tal forma que desde hace un tiempo ya es posible la integración en una plataforma única, los datos, voz, vídeo y además control. Todo esto con la filosofía de sistemas abiertos.

Clasificación básica de las redes

Red de Área Local / LAN (Local Área Network)

Una LAN es un grupo de computadoras interconectadas que cubren un área geográfica limitada. Cada computadora o nodo, puede comunicarse con cualquier otro nodo y cada uno de ellos tiene su propio procesador sin necesitar de un procesador central. Una LAN permite a una variedad de dispositivos independientes comunicarse entre sí compartiendo datos.

Red de Área Metropolitana / MAN (Metropolitan Area Network)

Este término describe a una red que provee una conectividad digital de una área regional a una metropolitana. La MAN realiza el enlace entre las LAN y WAN.

Una red de área metropolitana es un sistema de interconexión de equipos distribuidos en una zona que abarca diversos edificios, por medios pertenecientes a la misma organización propietaria de los equipos.

Redes de Área Extensa / WAN (Wide Area Network)

Una red de área extensa es un sistema de interconexión de equipos geográficamente dispersos, incluso en continentes distintos. Las líneas utilizadas para realizar esta interconexión suelen ser parte de las redes públicas de transmisión de datos.

El modelo OSI

La ISO (*Internacional Standard Organization*, Organización Internacional de Estandarización) desarrolló un modelo de referencia para las arquitecturas del sistema al cual llamó OSI (*Open System Interconnection*, Interconexión de Sistema Abierto). Este modelo se estructura en siete capas de las cuales las tres primeras corresponden al hardware y las cuatro restantes al software.

En la siguiente tabla se describen cada una de ellas.

NIVEL	CAPA	DESCRIPCIÓN
7	Aplicación	En esta capa se encuentran todas las aplicaciones, con las cuales conviven los usuarios, y es donde generalmente se presentan problemas de configuración del software o de la mala utilización de éste.
6	Presentación	En esta capa se realizan las conversiones a códigos de máquina y traducciones entre dispositivos con diferentes formatos de datos, es decir, aquí es donde se encuentran los códigos como ASCII (<i>American Standard Code for Information Interchange</i> ; Código Estándar Americano para Intercambio de Información), EBCDIC (<i>Extended Binary-Coded Decimal Interchange Code</i> ; Código Decimal Binario Extendido para Intercambio), etc.
5	Sesión	En este nivel de OSI, se administran las comunicaciones entre los dispositivos que han establecido comunicación. En realidad en esta capa tiene que ver mucho el sistema operativo de la red.
4	Transporte	En este nivel, el tamaño y la secuencia de paquetes de información son revisados para verificar su correcta entrega, y sin errores de transmisión. El TCP (<i>Transmission Control Protocol</i> ; Protocolo de Control de Transmisión) y UDP (<i>User Datagram Protocol</i> ; Protocolo de Datagrama de Usuario), son ejemplos de protocolos de transporte y se encargan de verificar que lo enviado, es lo que se recibe.
3	Red	Esta capa es de las más importantes, ya que en ella se encuentran los protocolos de comunicación tales como: IP (<i>Internet Protocol</i> ; Protocolo Internet), IPX (<i>Internetworking Packet Exchange</i> ; Intercambio de Paquetes entre Redes), Apple Talk, etc. En esta capa operan los ruteadores, que son los encargados de direccionar la información con base en las direcciones lógicas de la red. Incluye algún nivel de control de error.
2	Enlace de datos	Es la encargada de agregar información de direcciones físicas de la red, MAC (<i>Media Access Control</i> ; Control de Acceso al Medio), y enlazar las capas superiores con la capa física. En esta capa trabajan los puentes (<i>bridges</i>) y los conmutadores (<i>switches</i>).
1	Física	Es la capa encargada de proveer los servicios a niveles de cableado, conectores, voltajes, etc. En esta capa trabajan los concentradores (<i>hubs</i>).

Tabla 3.3.1.1. Modelo OSI

Topologías de redes

La topología se refiere a la forma física como se conectan las computadoras de una red. Las redes de área local, normalmente se pueden configurar de tres formas: como estrella, bus y anillo.

Topología de estrella:

- Todas las estaciones de trabajo están conectadas a un punto central (concentrador), formando una estrella física.
- Cada vez que se quiere establecer comunicación entre dos computadoras, la información transferida de uno hacia el otro debe pasar por el punto central.
- La velocidad suele ser alta para comunicaciones entre el nodo central y los nodos extremos, pero es baja cuando se establece entre nodos extremos.
- Este tipo de topología se utiliza cuando el traslado de información se va a realizar preferentemente entre el nodo central y el resto de los nodos, y no cuando la comunicación se hace entre nodos extremos.
- Si se rompe un cable sólo se pierde la conexión del nodo al que pertenecía.
- Es fácil de detectar y de localizar un problema en la red.

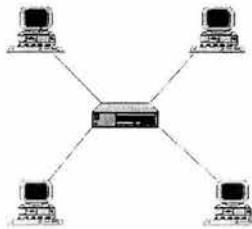


Figura 3.3.1.3. Topología tipo estrella

Topología de Bus:

- Consta de un único cable que se extiende de una computadora a la siguiente de un modo serie. Los extremos del cable se terminan con una resistencia denominada "terminador", que además de indicar que no existen más computadoras en el extremo, permiten cerrar el bus.
- Cuando una computadora transmite un dato, el software de red se encarga que lo reciban aquellos a los cuales va dirigido.

- Esta topología resulta fácil de instalar y mantener.
- No existen elementos centrales de los que dependa toda la red, cuyo fallo dejaría sin operación a todas las estaciones.
- Una desventaja de esta topología se presenta si se rompe el cable en algún punto, ya que la red queda sin operación por completo.

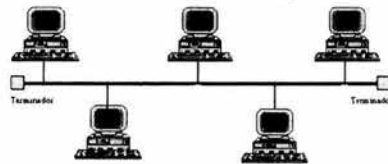


Figura 3.3.1.4. Topología tipo bus

Topología de Anillo:

- Las estaciones están unidas una con otra formando un círculo por medio de un cable común.
- Las señales circulan en un sólo sentido alrededor del círculo, regenerándose en cada nodo.
- La red se organiza con base en los elementos o datos que pasan de un nodo de la red al siguiente hasta llegar a su destino.
- Si un nodo de la red se detiene, ésta deja de funcionar parcialmente, además de que como va creciendo la red, disminuye notablemente la velocidad del anillo.
- La ventaja que tiene esta topología es que requiere un mínimo de inteligencia, lo cual aminora el costo y esto la hace atractiva (cada elemento es de igual jerarquía que los demás, en lo que respecta a sus facultades de comunicaciones)

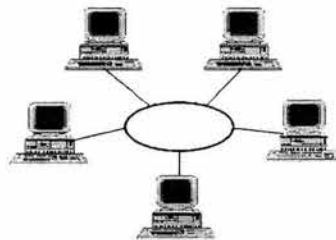


Figura 3.3.1.5. Topología tipo anillo

Protocolos de Comunicación

Cuando dos equipos están conectados en red, las reglas y procedimientos técnicos que dictan su comunicación e interacción se denominan protocolos.

Algunos protocolos sólo trabajan en ciertos niveles OSI. El nivel al que trabaja un protocolo describe su función. Por ejemplo, un protocolo que trabaje a nivel físico asegura que los paquetes de datos pasen a la tarjeta de red (NIC; *Network Interface Card*) y salgan al cable de la red.

Existen muchos protocolos de comunicación. A pesar de que cada protocolo facilita la comunicación básica, cada uno tiene un propósito diferente y realiza distintas tareas.

Protocolo TCP/IP

Protocolo IP

El protocolo IP (*Internet Protocol*, Protocolo de Internet) define la unidad básica de transferencia de datos entre el origen y el destino, atravesando toda la red de redes. Además, el software IP es el encargado de elegir la ruta más adecuada por la que los datos serán enviados. Se trata de un sistema de entrega de paquetes (llamados datagramas IP) que tiene las siguientes características:

- *No orientado a conexión.* Debido a que cada uno de los paquetes puede seguir rutas distintas entre el origen y el destino, puede ocurrir que lleguen duplicados o desordenados.
- *No fiable.* Porque los paquetes pueden perderse, dañarse o llegar retrasados.

El datagrama IP es la unidad básica de transferencia de datos entre el origen y el destino. Viaja en el campo de datos de las tramas físicas de las distintas redes que va atravesando. Cada vez que un datagrama tiene que atravesar un ruteador, el datagrama saldrá de la trama física de la red que abandona y se acomodará en el campo de datos de una trama física de la siguiente red. Este mecanismo permite que un mismo datagrama IP pueda atravesar redes distintas: enlaces punto a punto, redes ATM, redes Ethernet, redes Token Ring, etc. El propio datagrama IP tiene también un campo de datos, será aquí donde viajen los paquetes de las capas superiores.

Protocolo TCP

El protocolo TCP (*Transmission Control Protocol*, Protocolo de Control de Transmisión) está basado en IP y tiene las siguientes características:

- *Orientado a conexión.* Es necesario establecer una conexión previa entre las dos máquinas antes de poder transmitir algún dato. A través de esta conexión los datos llegarán siempre a la aplicación destino de forma ordenada y sin duplicados. Finalmente, es necesario cerrar la conexión.

- *Fiable*. La información que envía el emisor llega de forma correcta al destino. El protocolo TCP permite una comunicación fiable entre dos aplicaciones, de esta forma, las aplicaciones que lo utilicen no tienen que preocuparse de la integridad de la información, dan por hecho que todo lo que reciben es correcto.

El flujo de datos entre una aplicación y otra viaja por un circuito virtual. Sabemos que los datagramas IP pueden seguir rutas distintas, dependiendo del estado de los ruteadores intermedios, para llegar a un mismo sitio. Esto significa que los datagramas IP que transportan los mensajes siguen rutas diferentes aunque el protocolo TCP logró la ilusión de que existe un único circuito por el que viajan todos los bytes uno detrás de otro (algo así como una tubería entre el origen y el destino). Para que esta comunicación pueda ser posible, es necesario abrir previamente una conexión. Esta conexión garantiza que los todos los datos lleguen correctamente de forma ordenada y sin duplicados. La unidad de datos del protocolo es el *byte*, de tal forma que la aplicación origen y destino envían y reciben *bytes*.

Sin embargo, cada *byte* no se envía inmediatamente después de ser generado por la aplicación, sino que se espera a que haya una cierta cantidad de *bytes*, se agrupan en un segmento y se envía el segmento completo. Para ello son necesarias unas memorias intermedias o *buffers*. Cada uno de estos segmentos viaja en el campo de datos de un datagrama IP. Si el segmento es muy grande será necesario fragmentar el datagrama, con la consiguiente pérdida de rendimiento; y si es muy pequeño, se estarán enviando más cabeceras que datos. Por consiguiente, es importante elegir el mayor tamaño de segmento posible que no provoque fragmentación.

El protocolo TCP envía un flujo de información no estructurado, esto significa que los datos no tienen ningún formato, son únicamente los bytes que una aplicación envía a otra. Ambas aplicaciones deberán ponerse de acuerdo para comprender la información que se están enviando.

Cada vez que se abre una conexión, se crea un canal de comunicación bidireccional en el que ambas aplicaciones pueden enviar y recibir información, es decir, una conexión *full-duplex*.

Protocolo UDP

El protocolo UDP (*User Datagram Protocol*, Protocolo de Datagrama de Usuario) proporciona una comunicación muy sencilla entre las aplicaciones de dos computadoras. Al igual que el protocolo IP, UDP es:

- *No orientado a conexión*. No se establece una conexión previa con el otro extremo para transmitir un mensaje UDP. Los mensajes se envían sin más y éstos pueden duplicarse o llegar desordenados al destino.
- *No fiable*. Los mensajes UDP se pueden perder o llegar dañados.

UDP utiliza el protocolo IP para transportar sus mensajes. No añade ninguna mejora en la calidad de la transferencia; aunque sí incorpora los puertos origen y destino en su formato

de mensaje. Las aplicaciones (y no el protocolo UDP) deberán programarse teniendo en cuenta que la información puede no llegar de forma correcta.

A continuación se presenta una tabla con las características más importantes de los otros protocolos de comunicación:

PROTOSCOLOS	CARACTERÍSTICAS
BatiBus	<ul style="list-style-type: none"> • Es un protocolo comúnmente utilizado en Europa. • Tiene un identificador que permite direccionar cualquier nodo de forma unívoca dentro de una red de control. • Tiene un modelo de comunicaciones que es independiente del medio físico sobre el que funciona, esto es, los datos pueden transmitirse sobre cables de par trenzado, ondas portadoras, fibra óptica, radiofrecuencia y cable coaxial, entre otros. • Está incluido un sistema operativo que ejecuta y planifica la aplicación distribuida y que maneja las estructuras de datos que se intercambian los nodos. • Estos circuitos se comunican entre sí enviándose datagramas que contienen la dirección de destino, datos de control y datos de la aplicación del usuario.
EIB	<ul style="list-style-type: none"> • En 1987 cinco empresas del sector eléctrico alemán crearon de forma conjunta un sistema llamado Instabus para la gestión técnica de edificios. • El sistema Instabus evolucionó hasta convertirse en el actual Bus Europeo de Instalación (EIB; <i>Europe Instalation Bus</i>). • Se creó la asociación EIBA (<i>Europe Instalation Bus Asociation</i>), cuyo objetivo es la homologación y difusión del sistema EIB en Europa. • Está compuesta por más de 110 fabricantes y regula y define la normatividad de funcionamiento y compatibilidad de este sistema. • Una vez adoptado el sistema, el usuario puede ampliar o modificar su instalación con equipos de cualquiera de los diferentes fabricantes homologados. • Este protocolo efectúa la comunicación directa, es decir, gobierna todas las funciones a través de la única línea de bus existente, sin precisar de una central.
C Bus	<ul style="list-style-type: none"> • Es un sistema cableado, controlado por microprocesador que ofrece completo control de casi todos los equipamientos eléctricos y electrónicos que se encuentran en la empresa. • Para asegurar rapidez y una confiable operación, cada unidad tiene su propio microprocesador que puede ser programado individualmente para integrarse con las otras unidades C-Bus, permitiéndole operar independientemente con inteligencia distribuida. • Esta inteligencia distribuida permite una alta velocidad de comunicación y asegura que un incorrecto funcionamiento de una unidad no afecte a otra. • C-Bus es un sistema de comunicación de dos caminos con capacidad de <i>loop</i> de control cerrado, así que cada unidad puede comunicarse directamente con cualquier otra en la red o suministrar información sobre su propio estado. • Se comunica con un cable par trenzado tipo UTP 5. • La topología es de estructura libre. Las conexiones C-Bus serán hechas de unidad a unidad hasta la última de la línea correspondiente. • Posibilita el agregado de nuevas unidades en cualquier momento sin tener que reconfigurar el sistema. • Los finales de línea no son necesarios, haciéndolo muy fácil de instalar y proyectar. • Las unidades pueden ser programadas antes de ser instaladas físicamente y cada unidad es programada para responder a ciertos comandos, cuyo número es casi ilimitado.
BACnet	<ul style="list-style-type: none"> • Este protocolo fue creado por ASHRAE (<i>American Society of Heating,</i>

	<p><i>Refrigerating and Air Conditioning Engineers</i>) en enero de 1987.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Es un protocolo para automatización de edificios y control. • Se basa en capas que corresponden al número 1, 2, 3 y 7 del modelo de referencia OSI. • La parte que más caracteriza a este protocolo es la capa de aplicación en la que crea un modelo de la información contenida en un dispositivo de automatización y un grupo de funciones o servicios utilizados para intercambiar información.
Lon Talk	<ul style="list-style-type: none"> • Está conformado por una serie de servicios que tienen la función de proveer comunicaciones confiables y seguras entre los nodos de la red, utilizando el medio de comunicación de forma eficiente. • Tiene el objetivo de proveer interoperabilidad entre dispositivos de distintos fabricantes así como permitir el desarrollo de software o aplicaciones totalmente compatibles entre sí. • Este protocolo implementa un <i>firmware</i> que proporciona servicios de transporte y ruteo extremo a extremo. • Está incluido un sistema operativo que ejecuta y planifica la aplicación distribuida y que maneja las estructuras de datos que se intercambian los nodos.
Lon Works	<ul style="list-style-type: none"> • En el año 1992, Echelon presentó la tecnología Lon Works y, desde entonces multitud de empresas viene usando esta tecnología para implementar redes de control distribuidas y de automatización. • Sólo ha tenido éxito de implantación en edificios de oficinas, hoteles o industrias. • Ofrece una solución con arquitectura descentralizada, extremo a extremo, que permite distribuir la inteligencia entre los sensores y los actuadores instalados y que cubre desde el nivel físico al nivel de aplicación de la mayoría de los proyectos de redes de control. • Cualquier dispositivo Lon Works, o nodo, está basado en un microcontrolador especial llamado Neuron Chip. • Este protocolo implementa también un <i>firmware</i>.
X-10	<ul style="list-style-type: none"> • Se considera el padre de los protocolos. • A través de líneas de corriente facilita el control de dispositivos domóticos sin instalación en cualquier lugar habitable. • Este fue el primer módulo que podía controlar cualquier dispositivo a través de la línea de corriente doméstica (120 ó 220 v. y 50 ó 60 hz), modulando impulsos de 120 khz (ausencia de este impulso=0, presencia de este impluso=1). • Es un estándar de domótica y a la vez un fabricante de estos mismos productos y otros compatibles con X10. • Permite conexiones Plug and Play. • Facilidad de manejo, confort y diversión. • Flexibilidad, modularidad y capacidad de crecimiento. • Rehabilitación de casas, optimizando los recursos con X-10.

Tabla 3.3.1.2. Protocolos de comunicación

Cableado estructurado

El desarrollo actual de las comunicaciones, vídeo conferencia, telefax, servicios multimedia y redes de computadoras, hace necesario el empleo de un sistema de cableado estructurado avanzado capaz de soportar todas las necesidades de comunicación.

Podemos definir el cableado estructurado como el conjunto de cables, conectores e interfaces en el cual tanto las características de los componentes como el diseño y la instalación cumplen una norma. Por la estructura del mismo, permite dar servicio a cualquier tipo de red local de datos, voz y otros servicios de comunicación sin estar comprometido con un proveedor de equipo o programas.

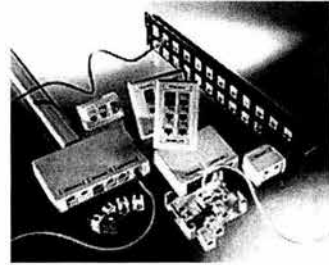


Figura 3.3.1.6. Cableado estructurado

Actualmente las técnicas de cableado estructurado se aplican en:

- Edificios donde la densidad de lugares informáticos y teléfonos es muy alta: oficinas, centros de enseñanza, tiendas, etc.
- Lugares donde se necesite gran cantidad de conexiones, así como una rápida y efectiva gestión de la red: hospitales, fábricas automatizadas, centros oficiales, edificios alquilados por plantas, aeropuertos, terminales y estaciones de autobuses, etc.
- Sitios donde a las instalaciones se les exija fiabilidad debido a condiciones extremas: barcos, aviones, estructuras móviles, fábricas que exijan mayor seguridad ante agentes externos.

Elementos del cableado estructurado

1. Cableado Horizontal

El cableado horizontal incorpora el sistema de cableado que se extiende desde la salida de área de trabajo de telecomunicaciones (*Work Area Outlet*, WAO) hasta el cuarto de telecomunicaciones.

2. Cableado del Backbone (Vertical)

El propósito del cableado del *backbone* es proporcionar interconexiones entre cuartos de entrada de servicios del edificio, cuartos de equipo y cuartos de telecomunicaciones. Incluye la conexión vertical entre pisos en edificios de varios pisos. También incluye medios de transmisión (cable), puntos principales e intermedios de conexión cruzada y terminaciones mecánicas.

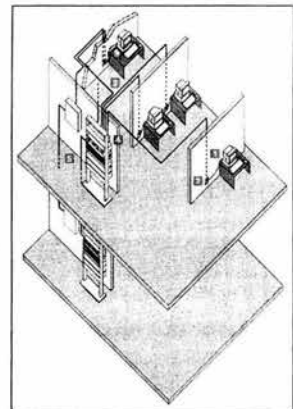


Figura 3.3.1.7. Elementos del cableado

3. Cuarto de Telecomunicaciones

Un cuarto de telecomunicaciones es el área en un edificio utilizada para el uso exclusivo de equipo asociado con el sistema de cableado de telecomunicaciones. El espacio del cuarto de comunicaciones no debe ser compartido con instalaciones eléctricas que no sean de telecomunicaciones. Este debe ser capaz de albergar equipo de telecomunicaciones, terminaciones de cable y cableado de interconexión asociado. Su diseño debe considerar, además de voz y datos, la incorporación de otros sistemas de información del edificio tales como televisión por cable, alarmas, seguridad, audio y otros sistemas de telecomunicaciones. Todo edificio debe contar con al menos un cuarto de telecomunicaciones o cuarto de equipo. No hay un límite máximo en la cantidad de cuartos de telecomunicaciones que puedan existir en un edificio.

4. Cuarto de Equipo

El cuarto de equipo es un espacio centralizado de uso específico para equipo de telecomunicaciones tal como central telefónica, equipo de cómputo y/o conmutador de video. Varias o todas las funciones de un cuarto de telecomunicaciones pueden ser proporcionadas por un cuarto de equipo. Los cuartos de equipo se consideran distintos de los cuartos de telecomunicaciones por la naturaleza, costo, tamaño y/o complejidad del equipo que contienen. Los cuartos de equipo incluyen espacio de trabajo para personal de telecomunicaciones. Los requerimientos del cuarto de equipo se especifican en los estándares ANSI/TIA/EIA-568-A y ANSI/TIA/EIA-569.

5. Cuarto de Entrada de Servicios

El cuarto de entrada de servicios consiste en la entrada de los servicios de telecomunicaciones al edificio, incluyendo el punto de entrada a través de la pared y continuando hasta el cuarto o espacio de entrada. El cuarto de entrada puede incorporar el *backbone* que conecta a otros edificios en situaciones de campus. Los requerimientos de los cuartos de entrada se especifican en los estándares ANSI/TIA/EIA-568-A y ANSI/TIA/EIA-569.

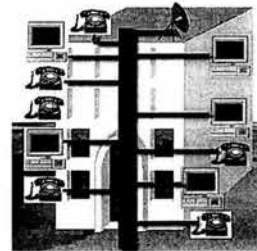


Figura 3.3.1.8. Servicios del cableado estructurado

6. Sistema de Puesta a Tierra y Puenteado

El sistema de puesta a tierra y puenteado establecido en el estándar ANSI/TIA/EIA-607 es un componente importante de cualquier sistema de cableado estructurado moderno. Se refiere a la correcta configuración de los cables, en donde el polo positivo es conectado a la corriente y el polo negativo a tierra. El puenteado se refiere a la forma de energizar los equipos de manera directa sin pasar por un dispositivo de control.

Medios de transmisión basados en líneas

Como parte del cableado estructurado, existen diferentes medios de transmisión que se pueden utilizar como canales de comunicación, los basados en líneas son los más comunes:

Par trenzado



Es el más antiguo y común, consiste en dos conjuntos de cables delgados entrelazados entre sí y aislado uno del otro, transmite voz; si conectamos un modem del lado emisor y otro del lado receptor, podremos transmitir datos a baja velocidad 10 Mbps.

Cable Coaxial



Es el medio más utilizado en sistemas de telecomunicaciones, y consiste en un alambre de cobre, recubierto por varias capas de aislante. En velocidad y capacidad de transmisión es más rápido que el par trenzado, hasta 200 Mbps.

Fibra Óptica



Se forma al juntar cientos de miles de cables tan delgados como un cabello humano hechos de fibra de vidrio transparente. Los datos se transforman en pulsos de luz emitidos por un dispositivo láser del tamaño de la cabeza de un alfiler. En velocidad y capacidad de transmisión es el más rápido de los tres.

En adición a estos medios de transmisión el cableado estructurado considera muchísimos componentes para su adecuada instalación y operación, la figura siguiente muestra algunos de ellos.



Figura 3.3.1.9. Componentes del cableado estructurado

Las Normas de cableado estructurado

En 1985 un gran número de empresas de la industria de las telecomunicaciones y computación se ven preocupadas por la falta de normas para la instalación de sistemas de cableado para comunicación. Es entonces cuando la Asociación de Industrias Electrónicas (*Electronics Industry Association - EIA*) se encargó de crear las normas necesarias estableciendo varios grupos de trabajo relacionados con dicha actividad.

En 1988 el sector de Telecomunicaciones de la EIA se convirtió en la TIA (*Telecommunications Industry Association*, Asociación de Industrias de Telecomunicaciones), realizando actividades relativas a la norma por medio de la organización EIA.

La TIA/EIA revisa casi todas las normas cada cinco años. De esta manera, las normas vigentes en un momento dado son revisadas, modificadas o eliminadas, enviándose a la presidencia de la TIA/EIA para su futura publicación.

Las normas tienen por finalidad servir al público en general tratando de eliminar los malos entendidos entre las diversas compañías fabricantes logrando la estandarización de los diversos productos en el área de las telecomunicaciones y computación.

La EIA/TIA ha publicado una serie de normas para la infraestructura de telecomunicaciones entre las cuales se encuentran:

- ANSI/EIA/TIA 568 Normas para el cableado de telecomunicaciones en edificios comerciales.
- ANSI/EIA/TIA 568-A Revisión de la 568.
- ANSI/EIA/TIA 569 Normas para las vías y espacios de telecomunicaciones en edificios comerciales.
- ANSI/EIA/TIA 570 Normas para cableado de telecomunicaciones en residencias y pequeñas oficinas.
- ANSI/EIA/TIA 606 Normas para la administración de la infraestructura de telecomunicaciones en edificios comerciales.
- ANSI/EIA/TIA 607 Requerimientos de aterramiento en edificios comerciales.

Las normas tienen como objetivo permitir la planeación e instalación de un sistema estructurado de cableado. Es importante la correcta planificación del cableado a instalar ya que permitirá ahorrar recursos y será fácil realizar un diseño adecuado cuando un edificio se encuentra desocupado, evitando a la vez grandes inconvenientes entre los usuarios.

Tipos de redes

Las redes utilizadas por los sistemas de control están compuestas por medios de transmisión muy variados, así como también los dispositivos de hardware y componentes de software entre los que se encuentran los protocolos, los gestores de comunicaciones y los controladores de dispositivos.

Ethernet

Es el estándar más utilizado para LAN, el cual emplea una topología lógica de bus lineal y una topología física de estrella o de bus, el tamaño del bloque de datos puede oscilar desde 72 hasta 1526 bytes, siendo transmitidos a una velocidad de 10 y 100 Mbps. Esta red fue desarrollada por la compañía Xerox y en 1980 en colaboración con *Digital*

Equipment Corporation e *Intel Corporation* publicó las especificaciones para la red local Ethernet, que más tarde sería definida por el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE, *Institute of Electrical and Electronic Engineers*) como el estándar IEEE 802.3.

El protocolo de acceso o método de transmisión de datos que se utiliza es el CSMA/CD (*Carrier Sense Multiple Access / Collision Detection*) o Acceso Múltiple con Detección de Portadora y Detección de Colisiones, el cual consiste en detectar cuando una estación quiere acceder a la red y transmitir su petición si no hay alguna otra transmisión en curso.

La velocidad característica a la que se transfiere la información por medio de Ethernet es de 10 Mbps, pero puede variar, dependiendo del tipo de especificación de cableado, especificaciones de longitud y topología física. Estas especificaciones se describen en la siguiente tabla:

CARACTERÍSTICAS OPERACIONALES	ETHERNET	10BASE5	10BASE2	1BASE5	10BASE-T	10BROAD
Velocidad de transmisión en Mbps	10	10	10	1	10	10
Protocolo de Acceso	CSMA/CD	CSMA/CD	CSMA/CD	CSMA/CD	CSMA/CD	CSMA/CD
Máx. longitud de segmentos	500	500	185	250	100	1800
Estaciones / segmento	100	100	30	12 / HUB	12 / HUB	100
Medio físico o cableado	50 Ohm coaxial grueso	50 Ohm coaxial grueso	50 Ohm coaxial grueso	Cable trenzado	Cable trenzado	75 Ohm coaxial
Topología	Bus	Bus	Bus	Estrella	Estrella	Bus

Tabla 3.3.1.3. Especificaciones para redes Ethernet

Además de Ethernet, existen muchos otros tipos de redes que pueden implementarse en los sistemas de control. Sus características principales se mencionan a continuación:

TIPO DE RED	CARACTERÍSTICAS
Frame Relay	<ul style="list-style-type: none"> • Provee una comunicación de datos mediante conmutación que se usa entre la interfaz del usuario (ruteadores, concentradores y servidores) y un equipo de red (nodos de conmutación). Los dispositivos del usuario se conocen frecuentemente como <i>Data Terminal Equipment</i> (DTE), mientras que los equipos de red que sirven como interfaz al DTE se les conoce como <i>Data Circuit-Terminating Equipment</i> (DCE). • Provee un medio para multiplexar de forma estática varias conversaciones lógicas de datos (circuitos virtuales) en una sola conexión física de transición. • Provee un uso más flexible y eficiente del ancho de banda en comparación al que se logra con las técnicas de multiplexaje por división en el tiempo (TDM). • Incluye un algoritmo de chequeo cíclico redundante (CRC <i>Cyclic Redundancy Check</i>) para detectar los bits corrompidos, pero no incluye un protocolo para corregir los datos incorrectos.
ATM	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Asynchronous Transfer Mode</i>, tecnología de conmutación y transmisión a muy alta velocidad que permite enviar voz, video y datos sobre la misma red, a velocidades que varían de 25 Mbps a 1 Gbps. • Utiliza tecnología de conmutación de paquetes, segmentando la información en celdas de longitud constante y asignando un ancho de banda permanente a una aplicación, pero también una aplicación puede utilizar todo el ancho de banda cuando se requiera. • Modo de transferencia predilecto por redes digitales de servicios integrados de ancho de banda (BISDN). • No tiene control de flujo ni de errores, pero posee control de congestión y detección de errores (detecta no corrige).
Token Ring	<ul style="list-style-type: none"> • Es un conjunto de computadoras conectadas en cascadas formando un anillo en el que la información es transferida de una estación activa a la siguiente. • Cada estación recibe y regenera los bits que recibe, de tal forma que actúa como repetidor cuando está activa. • Cuando la información vuelve a la computadora que originó la transmisión, el mensaje es retirado de circulación. • La velocidad de transmisión original era de 4 Mbps pero hay versiones de 16 Mbps. • Aparenta una topología de estrella, debido a que el anillo está contenido en un dispositivo denominado <i>Multistation Access Unit</i> (MAU).
Token Bus	<ul style="list-style-type: none"> • Define esquemas de red de anchos de banda grandes, usados en la industria de manufactura. • Se deriva del protocolo de automatización de manufactura (MAP). La red implementa el método <i>token-passing</i> para una transmisión bus. • Un <i>token</i> es pasado de una estación a la siguiente en la red y la estación puede transmitir manteniendo el <i>token</i>. • Los <i>tokens</i> son pasados en orden lógico basado en la dirección del nodo, pero este orden puede no relacionar la posición física del nodo como se hace en una red <i>token ring</i>. • No es ampliamente implementado en ambientes LAN.
FDDI	<ul style="list-style-type: none"> • Interfaz de datos distribuida por fibra óptica, transmite datos a alta velocidad y en tiempos cortos. • Ofrece 100 Mbps, hasta con 500 estaciones de trabajo conectadas y un máximo de 100 km. entre ellas. • Las estaciones se conectan en un doble anillo de fibra óptica operando en sentidos opuestos. • Flujo de tráfico asíncrono, acceso en base a <i>token</i> para aplicaciones sensibles al retardo. • Por su alta velocidad de transmisión, también puede usarse como una red de conexión entre redes más pequeñas.

Tabla 3.3.1.4. Tipos de redes

3.3.2 Sistemas controlables

Los sistemas controlables son aquellas subredes automáticas que pueden ser integradas a un sistema BMS para lograr la optimización de recursos y de procesos, basados en microprocesadores electrónicos que pueden ser usados para manejar y supervisar instalaciones.

Los sistemas para el control de instalaciones están enfocados a:

- Optimizar los recursos de operación y mantenimiento.
- Administrar la energía eléctrica.
- Ayudar al mantenimiento adecuado de los sistemas y equipos, monitoreando las condiciones críticas de éstos.
- Proteger la vida humana y la propiedad.

El control de un sistema se consigue mediante controladores digitales de aplicación específica para controlar o monitorear los diferentes equipos instalados en el edificio. Existen controladores de uso general que tienen la posibilidad de sensor señales universales, es decir, neumáticas, digitales, analógicas, etc., y pueden proporcionar salidas universales lo cual permite controlar prácticamente cualquier equipo electromecánico, así mismo estos controladores se interconectan en una red y un elemento esencial llamado UCR (Unidad Controladora de Red), que coordina la comunicación entre controladores y que puede ser programado para ejecutar rutinas de control que involucren a uno o a varios controladores. Finalmente se tiene la estación o estaciones de trabajo que permitirán configurar, programar, monitorear y controlar totalmente el sistema.

Así los sistemas controlables en un edificio se clasifican de la siguiente manera:

- Sistema de aire acondicionado.
- Sistema de iluminación.
- Plantas de emergencia y subestaciones.
- Extractores y ventiladores.
- Sistemas hidroneumáticos.
- Sistemas de seguridad (protección contra incendio, control de acceso, protección contra intrusos, circuito cerrado de televisión etc.)

Sistema de aire acondicionado

El control de aire acondicionado se lleva a cabo a través del monitoreo continuo de las cargas térmicas en el edificio y se puede autoajustar para mantener las condiciones de operación y confort requeridas.

Con un sistema de control de aire acondicionado es posible:

- Encender y apagar los sistemas en forma óptima, tomando en cuenta las condiciones extremas del ambiente, así como, las cargas térmicas y tiempos de calentamiento o enfriamiento del edificio.

- Controlar los enfriadores (*chillers*) y torres de enfriamiento, intercambiadores de calor y calderas.
- La modificación de los puntos de ajuste de los enfriadores de agua, intercambiadores de calor y calderas.
- Monitorear flujos y presiones de agua helada.
- Monitorear el estado de los filtros.
- Controlar la velocidad del variador de frecuencia.

Sistema de iluminación

El control de iluminación tiene dos vertientes. Por un lado está la automatización del encendido / apagado de las luces y por otro lado está la monitorización en una pantalla del estado de la iluminación.

Con un sistema de control de iluminación es posible:

- Cambiar la iluminación de una actividad a la siguiente con tiempos de desvanecimiento variables para pasar de una escena a otra.
- Modificar la iluminación por zonas para crear diferentes escenas. Las escenas son ambientes luminosos creados para armonizar las actividades que se desarrollan.

Más luz con menos calor generado por los equipos de iluminación, significa menor gasto en aire acondicionado, prolongación de la vida útil del edificio mayor rentabilidad.

Plantas de emergencia y subestaciones

Las subestaciones tienen la finalidad de proveer de energía eléctrica al edificio en general.

Con un sistema de control de plantas de emergencia y subestaciones es posible:

- Suministrar de energía a los sistemas de iluminación, aire acondicionado y todos los dispositivos que operan a través de alimentación eléctrica.
- Mediante un arreglo físico entre las subestaciones y la planta de emergencia (quien tiene la función de interactuar con éstas en caso de un corte de energía o una variación), es posible proteger la operación de los equipos, es decir, en caso de no ser suficiente el voltaje de alimentación para dichos equipos, la planta de emergencia respalda esa carga asegurando su funcionamiento.

Extractores y Ventiladores

La renovación del aire es necesaria para reponer el oxígeno y evacuar los subproductos del proceso productivo, el exceso de vapor de agua, los olores desagradables y otros contaminantes.

Ventilación

La ventilación es sinónimo de renovación o reposición de aire sucio o contaminado por aire limpio, el cual puede ser natural o forzado.

Se habla de ventilación natural cuando no hay aporte de energía artificial para lograr la renovación del aire, comúnmente, la ventilación natural se consigue dejando aberturas en el local (puertas, ventanas, etc.), que tienen comunicación con el ambiente exterior.

Con un sistema de control de ventilación es posible:

- Utilizar ventiladores para conseguir la renovación en sótanos o locales interiores de edificios, que no tienen comunicación directa con el exterior y que, por tanto, su ventilación sólo puede lograrse mediante conducciones a través de las cuales se fuerza el paso del aire mediante ventiladores.
- Reducir la contaminación de los puestos de trabajo generada por el proceso productivo.

Extracción

La extracción es un caso particular de ventilación, cuyo objeto es captar los humos, polvo, vapores, etc. Es uno de los métodos de control de la contaminación más utilizado dada la relativa facilidad de instalación y la buena eficacia del control.

Con un sistema de control de extracción es posible:

- Optimizar recursos y mantener un nivel de confort para los habitantes del edificio.
- Los ventiladores asociados a los detectores de monóxido de carbono operarán para reducir los niveles de éstos.
- Los ventiladores con detectores de humo tienen la función de operar en conjunto con el sistema de detección de incendios, así su operación se detendrá cuando se detecte humo y todas las compuertas asociadas abrirán y cerrarán dependiendo de la operación del ventilador.
- Con un ventilador general de extracción de humos el sistema de detección de incendio arrancará el ventilador siempre que la extracción de humo sea requerida.

Sistema Hidroneumático

Los sistemas hidráulicos se emplean para el manejo de aguas, distribución, tratamiento, suministro, drenaje y recirculación, en edificios e instalaciones. Éstos han demostrado ser una opción eficiente y versátil.

Con un sistema hidroneumático es posible:

- La distribución y abastecimiento de agua (uso potable, sanitario, incendio, riego, etc.) en todo el edificio.

- Garantizar presión en toda la red hidráulica, mejorando el funcionamiento de filtros, regaderas, llenado rápido de depósitos en excusados, riego por aspersión, entre otros.
- Evitar la acumulación de sarro en las tuberías por flujo a baja velocidad.
- No requiere tanques en las azoteas que den mal aspecto a las fachadas y sobrecarguen la estructura de la construcción.
- No requiere red hidráulica de distribución en las azoteas, quedando libres para diferentes usos y evitando humedades por fugas en la red.
- Son totalmente higiénicos ya que no hay tanques abiertos en contacto con el polvo, microbios, insectos y pequeños animales.

Sistemas de Seguridad

Estos sistemas proporcionan protección y alarmas que ayudan a la conservación de vidas humanas y bienes materiales. (Figura 3.3.2.1)

Sistemas de alarma contra incendio

Supervisa los sistemas de alarma contra incendio, y de combate de incendio mismos que en toda instalación son cada día más necesarios.

Con un sistema de alarma contra incendio es posible:

- La coordinación de las actividades del personal de seguridad, la adición de módulos de intercomunicación para proporcionar directrices por área en situaciones de emergencia y de ser necesario una evaluación ordenada.
- En caso de incendio, efectuar automáticamente acciones de control de humos, vía cierre de compuertas, paro de equipos de aire acondicionado, arranque de extractores, presurización de escaleras de emergencia, control de elevadores, etc.
- En caso de incendio, generar una señal de alarma para evacuación o alerta de los ocupantes del edificio.
- Un sistema de este tipo deberá controlar y/o monitorear algunos otros sistemas que forman parte del edificio, tales como: elevadores, escaleras eléctricas, salidas de emergencia, manejadoras de aire, presurizador de escaleras de emergencia, sistema de control y extracción de humos y la red hidráulica contra incendios.

- Permite llevar un récord de las entradas y salidas del personal y visitantes del edificio, restringir accesos por ocupación, horario y uso, tener una base de datos que inclusive cuente con la imagen de la fotografía, firma, vehículos autorizados, datos de trabajo y personales de cada usuario.

Control de intrusión

Se ubican sensores de ruptura de cristales, así como sensores de presencia, contactos magnéticos para puertas, etc.

Es posible reportar alarmas respectivas a los tableros correspondientes que a su vez notifican al sistema de control para que tome las medidas correspondientes; encender iluminación, alertar guardias de seguridad, operación automática del sistema de CCTV, etc. (Figura 3.3.2.2)

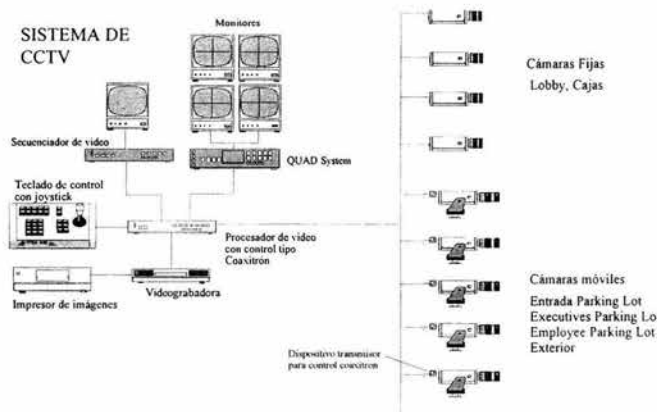


Figura 3.3.2.2. Sistema de CCTV

3.3.3 Dispositivos de control

En edificios modernos, para poder satisfacer las condiciones de funcionalidad para lo que han sido diseñados, se requiere de una gran cantidad de equipamiento para los subsistemas de control: iluminación, climatización, seguridad, gestión de cargas y control de acceso.

Cada uno de estos servicios es provisto, en general, por empresas diferentes, muchas de las cuales no cuentan con ningún sistema de control, y las que lo hacen, incluyen un sistema de control limitado al producto que suministran.

Sin embargo, dado que el edificio es único, la funcionalidad también lo debe ser, a fin de lograr la correcta utilización del mismo. Es por esto, que es necesario integrar todos los servicios bajo un único sistema de control.

Control de Iluminación

Con los nuevos desarrollos en los sistemas de iluminación, se pueden lograr ahorros de hasta 76% en el consumo de energía, en comparación con los sistemas utilizados normalmente, sin que ello signifique sacrificar los niveles de iluminación establecidos. Dentro de las nuevas tecnologías se pueden destacar:

- Lámparas Fluorescentes (CFL)
- Lámparas Fluorescentes Ahorradoras
- Lámparas Fluorescentes T8
- Balastos Electromagnéticos Ahorradores de Energía
- Balastos Electrónicos
- Balastos Electrónicos con Regulación de Flujo Luminoso
- Luminarios Eficientes
- Controles de Iluminación Electrónicos
- Sensores de Luminosidad
- Sensores de Movimiento
- Dimmers

Control de Accesos

La finalidad de contar con un sistema de control de acceso es administrar y controlar el tráfico del personal y visitantes. El nivel de control de acceso y de seguridad podrá variar dependiendo de la aplicación y la necesidad; aunado a esto, que permita generar una serie de reportes que filtre la información necesaria para corroborar la operación del inmueble.

A continuación se mencionan algunos tipos de control de acceso:

- Tarjetas magnéticas
- Tarjetas de código de barras
- Tarjetas de proximidad
- Dispositivos biométricos de huella digital
- Detección de metales
- Seguridad interna y perimetral
- CCTV (Circuito Cerrado de Televisión)
 - Cámaras
 - Microcámaras de alta resolución y sensibilidad
 - Monitores con alta Inmunidad a interferencias electromagnéticas
 - Grabadoras a intervalos de tiempo (grabación activada por sistemas de alarmas, protección contra fallos de energía)
 - Secuenciador de cámaras
 - Impresoras de video térmicas blanco y negro
 - Cámaras de visión térmica o infrarrojo (nocturnas)
 - Cámaras controladas por PC
 - Domos de interior/exterior para cámaras móviles

- Videosensores digitales (detecta y visualiza movimientos)
 - Transmisión de video vía radio
 - Fibra óptica
 - Láser
 - Microondas
- *Speed DVR*: Sistema de transmisión y grabación digital de vídeo.
 - Telefonía

Control de Incendios

El sistema de protección contra incendios (humos y alarmas), tiene como objetivo principal detectar y localizar automáticamente y con la mayor rapidez posible, cualquier situación de riesgo de incendio, con el fin de intervenir oportunamente, verificando la existencia de un posible siniestro y poder combatirlo, y en caso de riesgo mayor, generar la alarma para la evacuación parcial o total del edificio.

Algunos de los dispositivos de detección de incendio son:

- Sensores de Humo
- Paneles inteligentes de control de fuego
- Detectores de humo iónicos, ópticos, etc.
- Sirenas, parlantes y luces estroboscópicas de emergencia
- Sistema de descarga automática por agente extintos.
- Detectores de gas

Control de Temperatura

Es el proceso de tratamiento de aire que controla la temperatura, la humedad, el movimiento y la limpieza del aire. Si se controla sólo la temperatura máxima, se habla de acondicionamiento de verano o refrigeración. Cuando se controla únicamente la temperatura mínima, se trata de acondicionamiento de invierno o calefacción.

Generalmente, los acondicionadores de aire funcionan según un ciclo frigorífico similar al de los refrigeradores y congeladores domésticos. Al igual que estos electrodomésticos, los equipos de acondicionamiento poseen cuatro componentes principales:

- *Válvula de expansión*: es el aparato que percibe las condiciones del refrigerante a la salida del evaporador, y usa esta información como guía para el control automático del flujo refrigerante dentro del evaporador.
- *Evaporador*: componente que absorbe calor del espacio que lo rodea y lo cambia de líquido a gas, es decir, lo evapora. Esta etapa equivale a mojar una esponja.
- *Compresor*: componente que aumenta la presión necesario para que el gas refrigerante cambie fácilmente a líquido.

- *Condensador*: componente donde el gas refrigerante a alta presión cede el calor al aire, al agua o a ambos cambiando de gas a líquido. Esta fase equivale a exprimir una esponja

A continuación se mencionan algunos tipos de equipos para el control de temperatura:

- De ventana
- Portátiles
- Partidos de aire
- Enfriadores (*split*) de consola o techo
- Enfriadores (*split*) murales
- Semindustriales de cassette
- Semindustriales de techo por conductos

3.4 SOFTWARE PARA EL CONTROL DE DISPOSITIVOS

La administración de las instalaciones de un edificio inteligente recae en un sistema BMS que vigila, supervisa y controla los sistemas instalados en el edificio, de modo particular las áreas de energía y seguridad.

Un software de control complementa la calidad de operación del BMS, es decir, en su operación diaria hará la comprobación de la programación de las acciones y tareas programadas en los diferentes sistemas instalados. Estos sistemas de software por sus características y desarrollo son especialmente diseñados para el control de ciertas tecnologías utilizadas en proyectos de domótica, inmótica, controles de temperatura, aplicaciones de seguridad, control de riesgos, etc.

La idea principal de la utilización de un software especializado es la programación y configuración de los diferentes dispositivos y controles de aplicación específica, como es el aire acondicionado, la operación de elevadores, sistemas de detección de incendios, sistemas de ventilación, etc.

Anteriormente, la operación de sistemas era independiente y varias interfases eran utilizadas para las diferentes aplicaciones. Actualmente la propuesta es utilizar la misma operativa de comunicación con los diferentes sistemas instalados para evitar problemas de integración, por esta razón los proveedores tanto de hardware como de software buscan productos con una elevada conectividad y compatibilidad, así los usuarios tienen una amplia gama de opciones para construir la solución que mejor se adapte a sus necesidades.

Existen diversos fabricantes que están enfocados directamente al ámbito de los edificios inteligentes y dentro de ellos destacan Nippon Telegraph and Telephone Corporation (NTT), Honeywell, Andover Controls y Johnson Controls. Los detalles de cada sistema se muestran en la siguiente tabla:

EMPRESA	SISTEMA	DESCRIPCIÓN
Nippon Telegraph and Telephone Corporation (NTT)	NTT-BAS (Building Automation System)	<ul style="list-style-type: none"> • Integra los sistemas de control del edificio, de ahorro de energía y de seguridad. • Provee al administrador del edificio información para la administración a través de una computadora. • Usa una interfaz DPBX (Digital Private Branch eXchange) y una interfaz de red, que se encargan de proveer una gran cantidad de información a los usuarios del edificio, incluso manejar datos de otros edificios conectados a la red. • Cuenta con un sistema operativo y un lenguaje de programación diseñado para permitir una interconexión sencilla de sistemas de información y telecomunicaciones.
Honeywell	Honeywell Building Manager	<p>Está compuesto por una suite de aplicaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Honeywell Building Manager</i>. Integra y controla los sistemas, productos y subsistemas de un edificio, como ejemplo el sistema HVAC, sistema de iluminación, sistema hidrosanitario y uso de energía. • <i>Honeywell Security Manager</i>. Integra el control y monitoreo del control de acceso, administración de la seguridad y

		<p>sistemas de circuito cerrado de televisión.</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Honeywell Life Safety Manager</i>. Provee de un monitoreo primario y un control total de las filmaciones de los sistemas de protección de vida y propiedad como el sistema de detección de incendios, supervisión de rociadores y comunicaciones de emergencia. • <i>Honeywell Building Manager (HBM)</i>. Este programa se encuentra totalmente integrado con el sistema operativo Windows NT, y provee de herramientas y datos que mejoran la administración de un ambiente de edificio.
Andover Controls	Continnum	<ul style="list-style-type: none"> • Utiliza el protocolo de comunicación TPC/IP directamente en el nivel del controlador. • No hay <i>gateways</i>, servidores u otro tipo de equipos, por lo que se pueden realizar comunicaciones de alta velocidad con numerosas instalaciones y reducir los costos de operación así como una fácil administración de la red. • Flexibilidad y capacidad de programación. • Interoperatividad con los sistemas existentes y soporte para los sistemas abiertos. • Escalabilidad por lo que se puede invertirse en el sistema según las necesidades de crecimiento.
Johnson Controls	Metasys	<ul style="list-style-type: none"> • Fue diseñado para ser fácilmente conectado con otros sistemas. • Es un sistema distribuido, diseñado para realizar tres funciones básicas: Control autónomo, control supervisor y manejo de la información. • Garantiza la mayor eficiencia del sistema, ya que se eliminan cuellos de botella y se aprovecha al máximo la potencia de sus procesadores. • Garantiza un sistema más confiable, gracias a sus mejoras en la tolerancia de fallas.

Tabla 3.4.1. Software para el control de dispositivos

BMS: SISTEMA ADMINISTRADOR DE EDIFICIOS

- 4.1 Requerimientos
- 4.2 La base de datos
- 4.3 Control y monitoreo
- 4.4 Integración con los subsistemas
- 4.5 Diagnósticos y reportes

4.1 REQUERIMIENTOS

Las necesidades de un edificio inteligente nos induce a buscar la convergencia exacta sobre los requerimientos de los usuarios y administradores, arquitectura, diseño, ergonomía, sistemas automáticos para control y telecomunicaciones.

Para el planteamiento de este modelo se tomó en cuenta la problemática de los edificios convencionales, los cuales en general, carecen de sistemas automatizados o son muy básicos, lo que implica mayores costos de operación por el número de personal requerido para su supervisión, así mismo, el consumo de energéticos se eleva debido a los tiempos muertos y la garantía de seguridad y confort se encuentra muy limitada.

Por esta razón se hace necesario un sistema BMS que tenga como finalidad el control, supervisión, monitoreo y administración en general de los subsistemas automatizados y distribuidos, los cuales se integran en un único sistema capaz de reportar el estado de operación de cada uno.

Tomando en cuenta esto, el modelo del BMS que se plantea para hacer un edificio altamente eficiente, se muestra en la Figura 4.1.1, y estará compuesto por dos niveles, el nivel físico y el nivel lógico.

A diferencia de algunos sistemas existentes para el control y monitoreo, los cuales utilizan un DBMS para la actualización de información; en este modelo se utilizará únicamente la parte llamada DDL, ya que estos archivos permitirán establecer la comunicación en tiempo real entre el nivel físico y el nivel lógico del modelo.

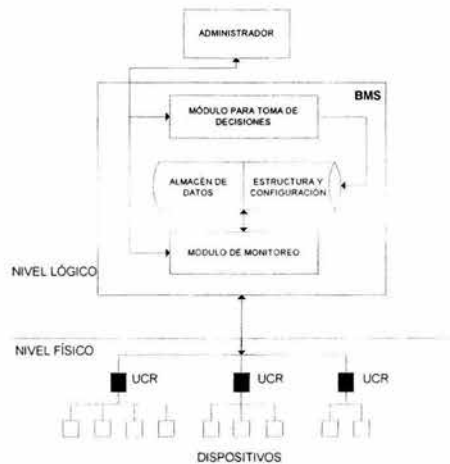


Figura 4.1.1. Modelo para un BMS

El término tiempo real se refiere a la capacidad que tienen los equipos para procesar los datos, de manera que siempre estén listos para proporcionar resultados dentro de un tiempo específico. En este contexto, los archivos DDL facilitan y agilizan la transmisión de datos y comunicación entre dispositivos.

El **Nivel Físico** estará compuesto por los dispositivos conectados a las UCR (Unidades Controladoras de Red), las cuales estarán distribuidas en el edificio. Estas unidades controladoras estarán dedicadas a guardar información sobre el desempeño y el funcionamiento de los dispositivos. Estos a su vez, serán programados, para controlar acciones como: encendido y apagado, regulación, etc. De esta manera existirá un control de tipo distribuido.

En este nivel también estarán contempladas, la estación de trabajo y las características de la red de control.

En el **Nivel Lógico**, la información será controlada centralmente por el sistema de monitoreo, el cual captará la información de los dispositivos almacenada en las UCR's y las depositará en el almacén de datos.

En el módulo de toma de decisiones se realiza la comparación entre los valores recibidos y los programados, con el fin de verificar que su estado corresponda. De otra manera deberá direccionarse al dispositivo en cuestión para realizar acciones tales como: cerrar puertas, apagar aire acondicionado, iniciar extracción de humo, encender luces de emergencia, etc.

Esta información será presentada directamente al administrador, mostrando el estado en tiempo real de los dispositivos, a través de la interfaz de monitoreo.

El administrador será responsable de mantener actualizada la información de cada dispositivo, tal como horarios de operación, puntos de ajuste (*set point*), etc. También será su deber configurar al sistema de monitoreo, indicando el tipo de información que le interesa saber sobre los dispositivos y el intervalo de monitoreo.

Bajo este esquema, un edificio podría controlarse y operarse automáticamente, pero en cuestiones de seguridad humana es bueno contar con un sistema que apoye la toma de decisiones, pero donde la decisión final debe ser tomada por el administrador.

A continuación se describen los requerimientos básicos para el modelo de dicho sistema.

Dispositivos

Serán el conjunto de dispositivos encargados del control de procesos específicos. Estos dispositivos deben tener la capacidad de ser programables, es decir, diseñados para controlar procesos en tiempo real.

La importancia de estos dispositivos está en que servirán para controlar sistemas propios de diversas instalaciones, tales como los que se muestran en la siguiente tabla:

SISTEMA	DISPOSITIVOS
Calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC)	Proceso de refrigeración Proceso de calefacción Control de humedad Generación de aire acondicionado Distribución de aire acondicionado
Acceso y seguridad	Lectoras de tarjetas Monitoreo de ocupación Comunicación automática con departamento de policía y bomberos
Sistema contra incendios	Detección de incendios Supervisión de sistemas contra incendios Secuencia de operación de todos los equipos ante siniestros
Iluminación	Encendido/apagado de sistema de iluminación Control de niveles de iluminación
Energía eléctrica	Subestación eléctrica Planta de emergencia
Servicios	Elevadores Escaleras eléctricas Bombeo de aguas

Tabla 4.1.1. Sistemas Controlables

UCR

Los dispositivos mencionados anteriormente deberán ser supervisados por un controlador que tenga en la red una mayor jerarquía, llamados genéricamente Unidades Controladoras de Red: UCR, las cuales estarán internamente constituidas por diversos submódulos que darán flexibilidad y capacidad de extensión a los dispositivos, los cuales pueden trabajar en modo autónomo.

En sí, la UCR será un panel, es decir, un gabinete con dimensiones adecuadas para alojar a una familia de módulos de control, de procesamiento de información y de puntos de interfaz. Sus puertos de comunicación y *slots* permitirán adaptarse a las necesidades del usuario conforme éste así lo requiera, adicionando puntos a la red sin afectar los puntos ya implementados.

Módulo de Monitoreo

El módulo de monitoreo será capaz de obtener la información sobre el desempeño de cualquier dispositivo conectado a la red de forma directa y dinámica (tiempo real). Existirá también la posibilidad de interactuar con todos los equipos controlados a través de una computadora en un ambiente 100% amigable.

Para la operación de este módulo será necesario:

- Una interfaz gráfica para visualizar los parámetros que arrojen los dispositivos a través de las UCR's, permitiéndole al operador un ambiente sencillo y agradable para visualizar la información presentada.
- Un lenguaje orientado a eventos, es decir, la ejecución del programa no sigue un flujo secuencial, sino que depende de los eventos que se presenten durante la ejecución de una aplicación.
- Herramientas alternativas de manejo de datos (archivos de texto, hojas de cálculo, macros, etc.).

Almacén de Datos

Es el espacio en el disco duro de la estación de trabajo, reservado para el almacenamiento de archivos de bases de datos (DBF) especificados y diseccionados por el administrador para su optimización. El contenido de estos archivos serán los valores provenientes de cada uno de los dispositivos.

Estructura y Configuración

Es un espacio lógico dentro del disco duro de la estación de trabajo donde se guardará la estructura y configuración de toda la red de control en archivos DDL. La estación de trabajo deberá contar con un compilador/decompilador de DDL que permita realizar la actualización de archivos que requieran ser modificados.

Módulo para la toma de decisiones

Este módulo incorporará un lenguaje estructurado, es decir, estructuras condicionales que permitirán al sistema tomar ciertas decisiones o acciones a ejecutar ante una situación crítica o inesperada que no esté contemplada dentro de las condiciones establecidas en dichas estructuras condicionales.

Estación de trabajo

A partir de la estación de trabajo, el administrador podrá configurar toda la estrategia de control y todos los dispositivos de campo. Será la computadora en donde residirá el BMS y se controlarán los sistemas existentes en el edificio; así mismo se llevará a cabo la manipulación de información para generar los reportes necesarios para la gestión de recursos.

Puede ser usada para ingeniería, operación o mantenimiento, proporcionando un acceso total al sistema.

Las especificaciones recomendadas para la estación de trabajo se listan en la siguiente tabla:

COMPONENTE	DESCRIPCIÓN
PC	Procesador Pentium IV ó equivalente (1 GHz) Disco Duro 80 GB CD-RW Floppy 3 1/2
Memoria	RAM 256 MB (mínimo)
Sistema Operativo	Windows 9x, Millenium, 2000, XP
Aplicaciones	Procesador de texto Manejador de hojas de cálculo
Tarjeta de video	AGP 64 MB
Tarjeta de Red	Ethernet 10/100

Tabla 4.1.2. Especificaciones para la estación de trabajo

Las especificaciones de la estación de trabajo, estarán en función de la capacidad de información que se requiera almacenar, la velocidad de procesos y que permita ejecutar operaciones simultáneas y cálculos aritméticos a gran velocidad.

Se recomienda utilizar Windows como sistema operativo, ya que ofrece una interfaz fácil de utilizar para el usuario y de integrar con otras aplicaciones; además ofrece la potencia, la manejabilidad y la capacidad de ampliación, es a la vez un sistema operativo para computadoras personales y un sistema operativo para red. Puesto que incorpora funciones de red; permite también utilizar varios protocolos en una misma tarjeta de red, tales como: TCP/IP, Microsoft NWLink, NetBEUI y DLC (control de vínculos de datos).

Además, ante otros sistemas operativos como Unix o Linux, Windows tiene mayor campo de aplicación en las empresas, por lo que en cuestiones de soporte y mantenimiento resulta más rentable.

Características de Red

Considerando los fundamentos teóricos de las redes de control, se sugieren las siguientes características para la implementación de la red.

Topología

Se recomienda utilizar una red como la que se describe a continuación (Figura 4.1.2), para un mejor desempeño con el BMS.

Red principal N1: Podría tener una topología tipo estrella, ya que por sus características, todos los puntos de red se unen a una unidad controladora y las señales se difunden a todos los dispositivos. La topología estrella necesita un cable por cada controlador, así un cable roto sólo desconecta al controlador enlazado a él sin afectar a todos los demás dispositivos.

Subred N2: Esta red no dependerá de un procesador central, ya que cada nodo o enlace estará conectado a un medio único actuando como si fuera parte de una red tipo bus.

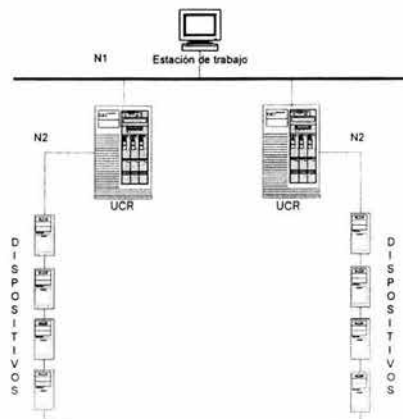


Figura 4.1.2. Configuraciones tipo estrella y bus

Tipo de Red

La red Ethernet será la conexión que proporcione soporte a la transferencia de paquetes de datos, es recomendada por su costo, disponibilidad y su uso ampliamente difundido en el área de control de procesos.

Considerando que se requiere tener un rendimiento óptimo de la red, Ethernet es un estándar que satisface las necesidades requeridas ya que cuenta con las siguientes ventajas:

ETHERNET	
Velocidad de transferencia de Datos	10 Mbps
Topología	Bus / Estrella
Método de acceso	CSMA / CD
Especificación del medio	Coaxial grueso, coaxial delgado, par trenzado, fibra óptica
Longitud de máxima de la red (sin puentes)	500 m
Tamaño máximo del paquete	Aproximadamente 1.5 K
Número máximo de estaciones de trabajo	1025

Tabla 4.1.3. Ventajas de Ethernet

Además de ser la red más elegida a la hora de implementar sistemas de control, es también la que mejor se adapta en ambientes comerciales, trabaja con todos los sistemas de operación modernos y requiere tanto cableado como hardware estándar.

Una red tipo Ethernet permitirá multiplicar la productividad y ejecutar aplicaciones que se encuentren almacenadas en otras computadoras.

Protocolo de comunicación

El escoger protocolos de red para sistemas abiertos es muy importante, ya que será la base para integrar los sistemas de control en un edificio. Existen varios estándares que satisfacen estos requerimientos, entre los cuales se encuentra TCP/IP implementado bajo los siguientes objetivos:

- Protocolo sin conexión (cada paquete se transmite uno de otro).
- Rutas dinámicas.
- Protocolo de transporte con funciones de seguridad.
- Un conjunto de programas de aplicaciones comunes.

Tomando en cuenta estas características se expone este protocolo como el óptimo para la comunicación entre dispositivos de control.

La figura 4.1.3 muestra un ejemplo de la distribución de los dispositivos conectados a una red de control integrada al BMS. La distribución de las UCR, dispositivos y estación de trabajo va a depender de las necesidades y requerimientos de cada edificio.

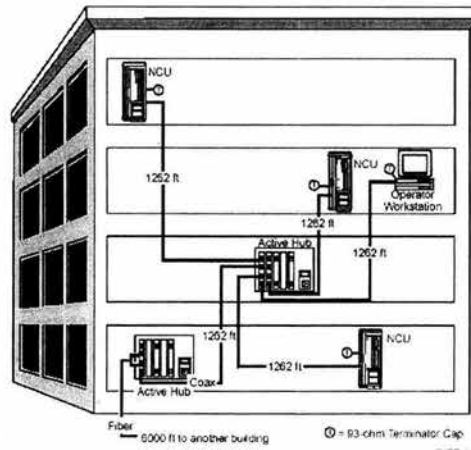


Figura 4.1.3. Red de control

4.2 LA BASE DE DATOS

El BMS será el sistema que permita la administración y monitoreo de cada uno de los sistemas de control con los que cuenta un edificio, estos sistemas a su vez administrarán dispositivos de control que arrojan datos de su estado actual a la UCR. Estos datos como tal no sirven de nada si no se extraen de dichas UCR, para ser manipulados por el administrador a través del BMS, por lo que es necesario hablar del proceso de extracción de dichos datos.

El BMS internamente almacenará los datos en un formato determinado dentro del disco duro de la estación de trabajo. Este formato deberá ser fácil de crear, de leer y que no ocupe demasiado espacio en disco, ya que la información se generará continuamente y deberá ser almacenada cada determinado periodo de tiempo.

Este modelo propone utilizar el DDL (Figura 4.2.1), por tratarse del lenguaje que se utiliza para crear y mantener la base de datos y los elementos que contiene a nivel externo, lógico e interno. Este lenguaje es propio de cada DBMS y permite definir entre otras cosas:

- Nombres
- Índices o identificadores
- Restricciones de integridad
- Características físicas
- Vistas lógicas de los usuarios
- Atributos
- Interrelaciones
- Autorizaciones de acceso

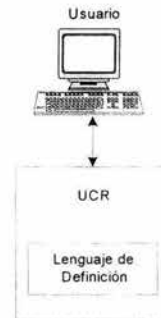


Figura 4.2.1. Alojamiento del DDL

Además, a nivel interno facilita la definición del espacio, la longitud de campos y la representación de los datos (binario, alfanumérico, etc.). El utilizar un DDL para definir la estructura del sistema, permitirá ahorrar en costos de implementación de un manejador completo de base de datos, y en tiempo de programación, ya que la sintaxis que utiliza no es elaborada y su definición depende del sistema sobre el que se desarrolle.

La siguiente tabla muestra un comparativo entre la utilización de un DDL y una Base de Datos:

CONCEPTO	DDL	BASE DE DATOS
Estructura de la información	Archivos de texto	Tablas relacionadas entre sí a través de un identificador común
Búsquedas	No se requiere realizar búsquedas	A través de consultas particulares
Espacio en disco	Pueden ocupar tanta cantidad de espacio como el administrador lo defina y la capacidad del disco duro lo permita	Incluye el espacio que requiere el manejador de la BD, así como la estructura y contenido de la misma
Generación de reportes	Se requieren herramientas adicionales para generarlos	El mismo manejador permite generar los reportes, aunque se pueden utilizar software alternos
Respaldos	A través de un proceso de compilación y decompilación	A través de un software de respaldo de información en cintas magnéticas
Actualización e Integración de equipos y/o dispositivos	Se da de alta el nuevo dispositivo sin necesidad de modificar el diseño	Será necesario modificar el diseño o esquema de la BD
Mantenimiento	No requieren mantenimiento	Es necesario una revisión y depuración de datos que estén en desuso
Costo	Requiere de un editor de texto y un programa compilador de archivos DDL's	Requiere la adquisición de un manejador de BD, así como el pago por la elaboración del diseño y programación de la BD

Tabla 4.2.1. Comparativo entre un DDL y una Base de Datos

A continuación se muestra un ejemplo de cómo podría ser la estructura de un DDL para el modelo propuesto, la cual dependerá de las necesidades y características del sistema que se necesite crear o definir:

ENTRADA "Identificador del dispositivo", "descripción del parámetro",
"definición del parámetro", "ruta"
"parámetros"
 "parámetros"
 "parámetros"
...

Donde *ENTRADA* es la instrucción que definirá la señal de entrada (analógica o digital) y las cadenas entre comillas corresponden a la descripción del dispositivo en cuestión. Cada descripción o parámetro deberá ir separado por comas.

Todos los archivos DDL, deberán ser construidos dentro de un formato idéntico, incorporando las palabras claves y parámetros que sean necesarios por cada uno de estos archivos.

Archivo General (general.ddl)

En este archivo de configuración se deberá establecer la estructura general de la red de control, es decir, deben definirse todas las entidades presentes en la red, tales como: UCR, estaciones de trabajo, reportes, grupos, sistemas, etc.

La línea inicial de este archivo debe hacer referencia a su nombre y como parámetros deberá contener el nombre de la red de control, como se muestra enseguida:

<i>Palabra clave</i>	<i>Parámetros</i>
@GENERAL	"nombre la red"

Para dar de alta las entidades deberá seguirse la misma sintaxis. Primero definir la palabra clave para la entidad y entre comillas los parámetros que tomará. Por ejemplo:

<i>Palabra clave</i>	<i>Parámetros</i>	
PC PC	"PC1", "PC OPERADOR DE LOBBY" "PC2", "OFICINA DE MANTENIMIENTO"	Para definir estaciones de trabajo
GRUPO GRUPO	"PISO-1", "PRIMER PISO" "LOBBY", "LOBBY PRINCIPAL",	Define áreas físicas del edificio
UCR	"UCR-1", "UCR-1 PISO 2" "UCR-2", "UCR-2 PISO 36"	Especifica las UCR's y su ubicación física
PRINT PRINT	"LPTR1", "IMPRESORA DE LOBBY" "LPTR2", "IMPRESORA DE MANTENIMIENTO"	Da de alta las impresoras existentes en la red
RPT RPT	"HARDWARE" DESTINO "CRITICO", "PC1" "SEGURIDAD" DESTINO "ESTADO", "LPTR1"	Define los reportes llamados de eventos extraordinarios
SIST	"AC-1", "SISTEMA DE CORRIENTE 1", "UCR1", "PISO-1"	Especifica los sistemas de control dentro de la red

Archivo de Red (red.ddl)

Este archivo estará dedicado a las especificaciones de parámetros en la configuración de la red de control. En él se deberán definir las redes de control -en caso de que exista más de una-, los puertos de comunicación, las direcciones utilizadas por las redes y unidades controladoras y los tipos de marcado, entre otros. Su primera línea sería la palabra clave RED sin parámetros de definición:

<i>Palabra clave</i>	<i>Parámetros</i>
@RED	

Al igual que en los demás archivos de configuración (.ddl), se deberá tener especial cuidado en verificar si los parámetros asociados a las palabras clave son opcionales o requeridos. En caso de ser de éstos últimos, no deberán omitirse.

<i>Palabra clave</i>	<i>Parámetros</i>
RED	"XYZ", "RED XYZ", "PC1"
DIREC	1, 101
PUERTO	"LPT1", 3
DIAL	"T", "555-1234"

Archivo de Plantillas (plantillas.ddl)

En el archivo de configuración plantillas.ddl residirán las plantillas o estructuras básicas para dar de alta dispositivos de control en la red. Estas serán de gran utilidad en el momento que se requieran ingresar nuevos dispositivos de un tipo determinado, ya que estarán definidos todos los parámetros necesarios para que funcione correctamente, solamente será necesario actualizar los parámetros correspondientes. Al igual que el archivo red.ddl, su primera línea no tendría ningún parámetro asociado.

<i>Palabra clave</i>	<i>Parámetros</i>
@RED	

Dado que el contenido de este archivo guardará las definiciones de dispositivos de control, será necesario precisar el tipo de dispositivo del que se trata con todas y cada una de sus señales de entrada y salida, como se muestra a continuación.

<i>Palabra clave</i>	<i>Parámetros</i>
TIPO	"UMA", "UNIDAD MANEJADORA DE AIRE"

AITITULO	"ENTRADA ANALOGA"
BITITULO	"ENTRADA BINARIA"
BDTITULO	"DATO BINARIO"
AI1	"AI1", "TEMPERATURA ZONA 1"
BI2	"BI2", "ESTADO ALTO"
BD3	"BD3", "OCUPADO"

Archivo de Unidades Controladoras (ucr.ddl)

Deberán existir tantos archivos de configuración ucr.ddl, como unidades controladoras en la red, ya que cada uno de ellos albergará a todos y cada uno de los dispositivos conectados a ella. Su línea inicial deberá contener:

<i>Palabra clave</i>	<i>Parámetros</i>
@UCR	"nombre de la red", "nombre de la UCR"

Y enseguida enumerar todos los dispositivos con sus parámetros correspondientes.

El administrador del sistema será el encargado de crear el DDL y definir los parámetros de cada uno de los dispositivos de control, así como dónde y cuándo se almacenarán los datos que arrojen y la forma de crear e imprimir reportes en formato libre o personalizado, de acuerdo a las necesidades específicas del cliente para determinado proceso.

El DDL deberá estar almacenado tanto en la UCR como en la estación de trabajo donde reside el BMS, ya que ambos deberán contener la misma información. Esto nos indica que los datos estarán fluyendo en tiempo real de la UCR al BMS y viceversa a través de la red, de lo contrario, no se observará el estado real de los dispositivos. Y si en algún momento se requiere modificar algún parámetro, el administrador podrá hacerlo directamente en el DDL, a través de un proceso de decompilación y compilación.

El proceso de decompilación convertirá el archivo fuente (residente en la UCR), a lenguaje máquina para que pueda ser leído por la estación de trabajo. Una vez que el administrador realice los cambios en algunos parámetros de uno o varios dispositivos, deberá realizar el proceso de compilación para enviarlos a la UCR, es decir, el proceso inverso, convertirá el archivo de lenguaje máquina a un lenguaje que el UCR pueda entender para ejecutar las instrucciones determinadas.

Para realizar la manipulación de toda la información que proviene de la UCR, será necesario almacenarla en el BMS para posteriormente convertirla a un formato que pueda ser manipulado en una hoja de cálculo y así generar reportes, que permitirán al

administrador tomar decisiones de mantenimiento, corrección y predicción de cada uno de los sistemas de control.

En el modelo que se propone, el proceso que se seguirá para el almacenamiento de datos, tiene lugar en el nivel físico. El flujo de datos se llevará a cabo desde los dispositivos a controlar hasta la estación de trabajo operada por el administrador, como se muestra en el siguiente diagrama:

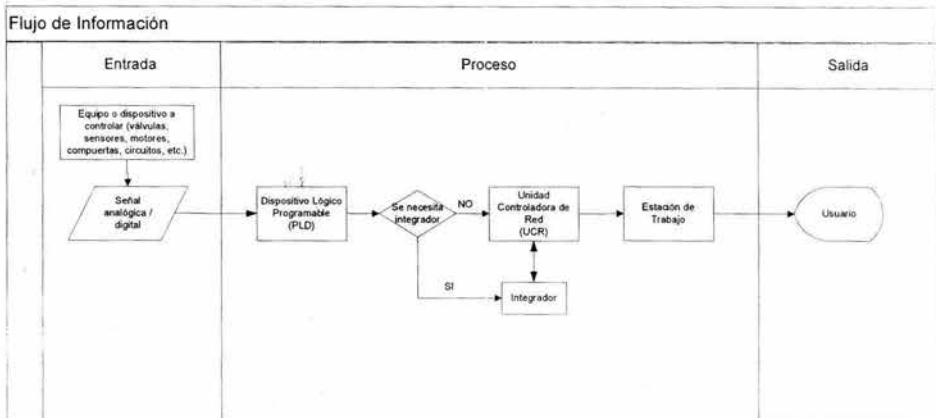


Figura 4.2.2. Flujo de información

De los dispositivos a controlar, se recibirán señales analógicas y/o digitales que llegan a PLD's (Dispositivos Lógicos Programables), quienes leerán voltajes y/o corrientes, así como valores binarios que serán traducidos para ejecutar una acción determinada, es decir, el PLD interpretará a través de una programación previa, cómo descifrar las señales recibidas para enviarlas a la UCR en forma digital, a través del protocolo de comunicación TCP/IP.

Pero si la señal no puede ser leída directamente por la UCR, será necesario utilizar un integrador que permitirá convertir la señal que está enviando el dispositivo, a un formato entendible por la UCR. Una vez que el buffer de la UCR tenga estas señales, se encargará de enviarlas a la estación de trabajo.

Esta información serán los valores que reportan en tiempo real cada uno de los dispositivos, y estará en todo momento enviándose al BMS. Una vez que la información llegue al BMS, éste la almacenará en un archivo DBF que podrá ser manipulado a través de una hoja de cálculo, con el fin de generar reportes estadísticos, gráficos, etc. De esta manera el administrador es capaz de gestionar todos los recursos existentes en el edificio de acuerdo a sus necesidades.

4.3 CONTROL Y MONITOREO

Para una mejor gestión de todos los sistemas existentes en un edificio, se debe contar con un buen sistema de monitoreo, que le proporcione al administrador las herramientas necesarias para llevar el control continuo de los sistemas de manera confiable y oportuna.

El sistema de monitoreo propuesto debe contar con las siguientes características:

- Detección y reporte de alarmas
- Recopilación y obtención de datos
- Acceso seguro para dispositivos remotos
- Corregir de manera efectiva los problemas
- Ser un sistema abierto
- Confiabilidad y seguridad

Además, la estación de trabajo debe contar con una interfaz grata y fácil de manejar que permita un acceso rápido y eficaz a toda la información desde cualquier punto del edificio y en cualquier momento; de esta forma se podrán tomar mejores decisiones en el momento adecuado y con mucha más seguridad.

El sistema debe también darle al administrador las herramientas necesarias para realizar un mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo a todos los sistemas de control. A continuación se describe brevemente cada uno de ellos.

Mantenimiento Preventivo

Este concepto pretende que el sistema permita anticipar posibles fallas en algún punto de la red de control, antes de convertirse en un problema más grande, dándole seguridad y estabilidad al sistema, ya que al estar monitoreando continuamente toda la red de control será posible prevenir cualquier inconveniente.

Mantenimiento Correctivo

El sistema debe ser capaz de avisar de alguna falla en algún dispositivo, para que de esta manera lleve a cabo una acción inmediata que no afecte de manera drástica la operación; y el administrador realice la acción correctiva correspondiente.

Mantenimiento Predictivo

Se basa en un conjunto de técnicas y herramientas que permiten determinar el estado de funcionamiento de los dispositivos sin necesidad de suspender su actividad o desmontarlos. De todos ellos, el análisis es sin duda la técnica más extendida y la que de forma más rápida y efectiva facilita el diagnóstico precoz de la aparición de causas de fallo.

La interfaz de usuario dentro del BMS pueden ser configuradas libremente de modo que puedan atender a las necesidades específicas de cada edificio. Así para el modelo propuesto, se contemplan las siguientes pantallas jerárquicas:

- Mapa general de la red
- Niveles del edificio
- Dispositivos
- Estado de dispositivos
- Hoja técnica de parámetros

Descripción de la interfaz del BMS

Con el fin de proporcionar una interfaz sencilla de control y monitoreo, se esbozan ventanas del tipo Windows que consideran barras de menú y herramientas y pantallas para mostrar el mapa general de la red, los niveles del edificio, los dispositivos, el estado de los mismos y su hoja técnica de parámetros. Cada uno de estos elementos se describen a continuación:

Barra de Menús

La barra de menús proporcionará acceso a todos los comandos para controlar los dispositivos y llevar a cabo acciones necesarias. Como en las aplicaciones de Windows, se propone que los menús del BMS se encuentren debajo de la barra de título y se activen seleccionando una opción de menú particular. Entonces se abrirá el menú mostrando un conjunto de opciones del comando.

Esta barra estará presente en todas las pantallas de monitoreo, considerando ocho menús, cada uno tendrá un grupo de submenús y opciones que se describen brevemente a continuación:

Elemento | Edición | Ver | Acciones | Ir a... | Accesorios | Sumario | Salir

- Elemento:** Será el menú para concentrar todas las opciones de información genérica del elemento que se esté seleccionando en pantalla, generalmente dispositivos de la red, tales como generar uno nuevo, abrir uno existente, guardar cambios realizados, transferir datos, etc.
- Edición:** Es requerido un menú para realizar las acciones básicas de edición en cualquier pantalla del tipo Windows. Se utilizará mayormente en aquellas destinadas a mostrar información en modo texto. Tales acciones pueden ser copiar, cortar, pegar, buscar y reemplazar nombres, descripciones, estados, valores, etc.
- Ver:** Con este menú será posible cambiar la forma de visualización de los elementos en pantalla, ya sea en modo texto, gráfico, en forma de lista para cuando se requiera identificar de manera rápida un dispositivo, etc.

- Acciones:** Será necesario para realizar operaciones o tareas que actúen de manera inmediata sobre la información mostrada. Por ejemplo, permitir el intercambio de datos entre el BMS y un equipo, actualizar la estructura de la red cuando se genere un nuevo dispositivo, etc.
- Ir a...:** Localiza parámetros programables en línea de un elemento de la red.
- Accesorios:** Ofrece una amplia gama de herramientas auxiliares como calculadora, editor de texto, calendario, etc.
- Sumario:** Ofrece asistencia cuando se requiera información sobre una tarea específica.
- Salir:** Cierra la sesión del usuario actual con la opción de cancelar salida, o de salir conservando o perdiendo la pantalla actual, para la siguiente persona que ingrese a la red.

Barra de herramientas

La barra de herramientas del BMS, como la de cualquier otra aplicación basada en Windows, ofrecerá una manera rápida y sencilla de acceder a los comandos y características a través de un conjunto de iconos, los cuales podrán personalizarse de acuerdo a las necesidades del administrador.



Mapa general de la red

En esta parte se definirá el nombre de la red y en una estructura de árbol se enlistarán los sistemas que conforman toda la red de control. Estos sistemas son los ya antes mencionados, HVAC, sistema contra incendio, sistema de circuito cerrado, sistema de acceso, sistema de iluminación, etc.

Los sistemas que se pueden monitorear son todos aquellos que el dueño del edificio requiera mantener bajo control, pudiendo ser uno solo o varios. El BMS será capaz de integrar todo tipo de dispositivos, ya que por su configuración abierta le será posible integrar dispositivos de distintas tecnologías.

El nombre de la red será asignado por el administrador. Se recomienda un nombre corto que sea fácil de recordar por las personas relacionadas con el control y monitoreo del sistema.

La figura 4.3.1 muestra dos modalidades de presentación para la red, la primera en modo gráfico y la segunda en modo texto para efectos de impresión y manejo de datos.

Los sistemas de control deberán llevar un nombre corto y fácil de identificar, y delante de éste una breve descripción del sistema en cuestión, como se muestra a continuación:

Nombre de la RBD	DESCRIPCIÓN
SISTEMA 1	DESCRIPCIÓN 1
SISTEMA 2	DESCRIPCIÓN 2
⋮	⋮
SISTEMA N	DESCRIPCIÓN N

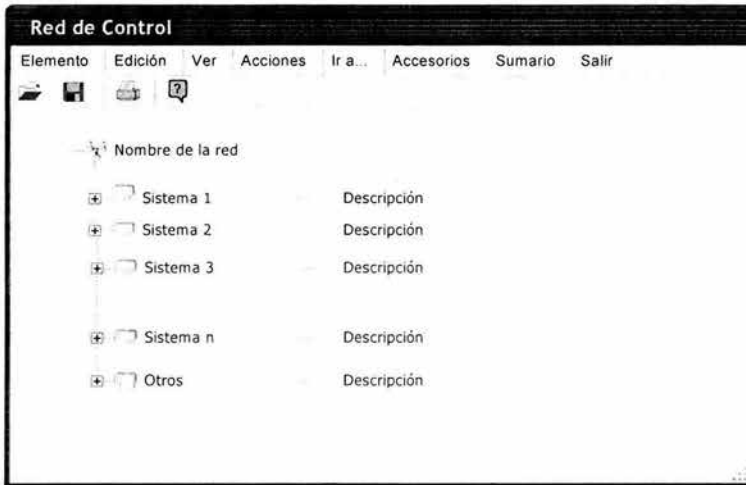




Figura 4.3.1. Mapa general de la red

Niveles del edificio

Los niveles se referirán a cada uno de los pisos que tenga el edificio. Todos los niveles estarán contenidos en cada Sistema de control, permitiendo al administrador del BMS identificar de manera más rápida las posibles fallas en el sistema.

Es conveniente identificar los niveles de manera secuencial desde el sótano hasta el nivel más alto del Edificio de la siguiente manera:

NIVELX DESCRIPCIÓN

donde x hará referencia al número de piso dentro del edificio, como se muestra en la figura 4.3.2, la primera pantalla es representación gráfica de la ubicación de los niveles y la segunda corresponde al modo de texto para efectos de impresión.

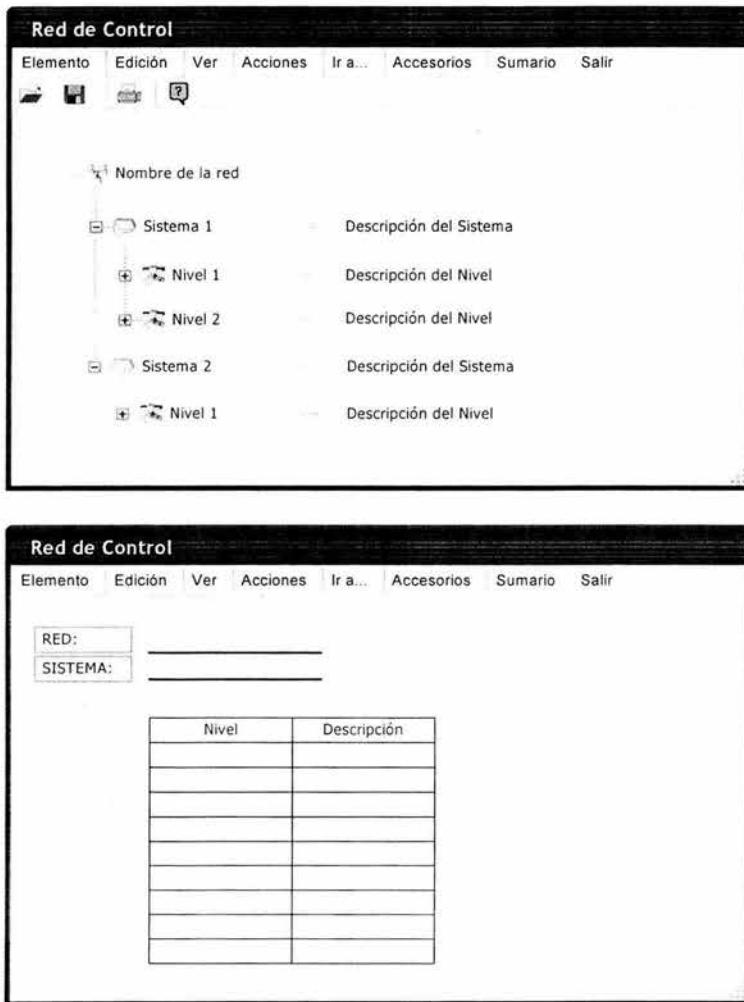


Figura 4.3.2. Niveles del edificio

Dispositivos

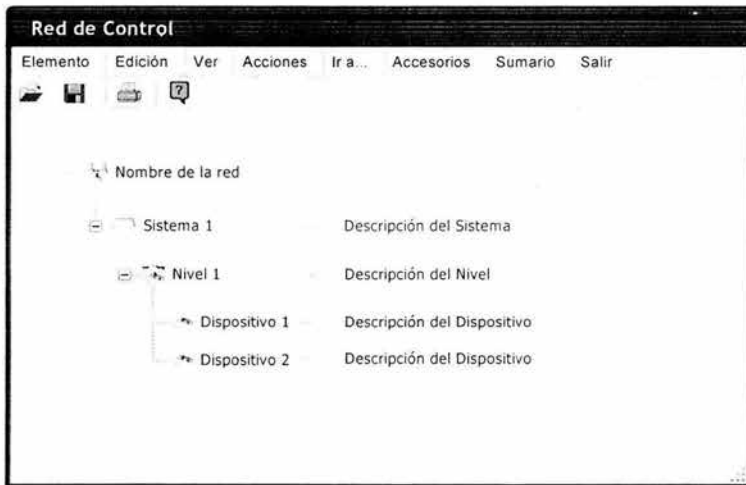
En esta pantalla se mostrarán todos los dispositivos, que forman el nivel físico dentro del modelo que se propone.

Ya que en un nivel determinado del edificio existirán innumerables dispositivos, el árbol mostrará sus nombres en forma abreviada, es decir, con un nombre representativo que le permitirá al administrador conocer a qué UCR pertenece, el tipo de dispositivo del que se trata y la dirección que ocupará en la UCR propietaria, de la siguiente manera:

NN	AAA	###
UCR propietaria	Iniciales del tipo de dispositivo	Dirección

La figura 4.3.3 muestra en la primera pantalla el modo gráfico de la ubicación del dispositivo con su descripción; y la segunda sería un complemento en modo texto, que servirá para mostrar en forma de lista todos los dispositivos, junto con su descripción detallada.

Aquí será posible la pronta localización del dispositivo del cual se requiera conocer más detalles y servirá de unión para tener acceso a las pantallas que permitan visualizar su estado y modificar, si es necesario, su programación. También resultará útil para efectos de impresión.



The screenshot shows a software interface titled "Red de Control". At the top, there is a menu bar with the following items: "Elemento", "Edición", "Ver", "Acciones", "Ir a...", "Accesorios", "Sumario", and "Salir". Below the menu bar, there are three input fields labeled "RED:", "SISTEMA:", and "NIVEL:". To the right of these fields are three horizontal lines for text entry. Below the input fields is a table with two columns: "Nombre del dispositivo" and "Descripción". The table has 10 rows, with the first row containing the column headers and the remaining 9 rows being empty.

Figura 4.3.3. Dispositivos

Estado de los dispositivos

Esta pantalla contendrá la información precisa del dispositivo monitoreado, es decir, mostrará los datos más relevantes de su comportamiento en tiempo real. El tipo de parámetros registrados dependerá del sistema de control al que pertenezca.

En la columna Estado se activarán las banderas correspondientes al estado del parámetro, es decir, que se encuentre fuera de línea o rango.

En la columna Elemento, se registrará el identificador del parámetro, el cual puede estar formado por siglas que hagan referencia al nombre del parámetro que está leyendo y se diferencie de los demás.

En la Descripción se detallará el nombre completo del parámetro.

La penúltima columna corresponderá al valor que tomará el parámetro en tiempo real y la última, mostrará las unidades en las que se mide dicho parámetro. (Figura 4.3.4)

The screenshot shows a software interface titled "Red de Control". At the top, there is a menu bar with options: "Elemento", "Edición", "Ver", "Acciones", "Ir a...", "Accesorios", "Sumario", and "Salir". Below the menu, there are four input fields labeled "RED:", "SISTEMA:", "NIVEL:", and "DISPOSITIVO:", each followed by a horizontal line for text entry. Below these fields is a table with five columns: "Estado", "Elemento", "Descripción", "Valor", and "Unidades". The table is currently empty.

Figura 4.3.4. Status de dispositivos

Hoja técnica de parámetros

La estructura de esta pantalla estará diseñada para determinar qué niveles de alarma debe considerar cada uno de los parámetros de los dispositivos instalados para cada sistema controlado. Esta pantalla es en donde se establecerán límites de referencia para el comportamiento de temperaturas, presiones, velocidades, porcentajes etc., dadas de alta o establecidas para cada dispositivo. Figura 4.3.5.

La primera parte será un acumulado de los eventos que se van cumpliendo y mostrará la fecha y la hora en que sean registrados. En la segunda parte se especificarán opciones referidas al parámetro en cuestión, mismos que se detallan a continuación.

Identidad: Le dará la particularidad de único para la UCR, y por lo tanto, para el sistema al que corresponda.

Estado de Comunicación: Reportará el comportamiento del dispositivo o del parámetro en la red, es decir, puede ser que dentro del dispositivo únicamente se tengan problemas de comunicación con un solo parámetro. El reporte del estado se mostrará en la pantalla de dispositivo en la columna de estado, si el parámetro no tuviera problemas y estuviera en línea, simplemente no aparecerá ninguna bandera, si el parámetro no tuviera comunicación tendrá la bandera de fuera de línea.

Referencia: Mostrará directamente la UCR que contiene la información de operación del dispositivo, el nombre del objeto que contendrá el parámetro y el tipo de señal controlada o monitoreada, por ejemplo si es analógica o digital si es entrada o salida.

Historia: Estará dedicada para habilitar el archivo histórico del parámetro, es decir, podemos decidir el criterio de importancia y utilidad si es necesario o no tener una historia de dicho punto o parámetro.

Datos técnicos: Serán información referida a las unidades y la precisión con la que queremos leer un valor numérico. Así mismo tendremos los datos que se establecen como valor de alarma máximo y mínimo para cada parámetro numérico.

Mensajes: Serán programados en cada uno de las UCR asociadas, aquí se deberá indicar el número de mensaje que debe aparecer en caso de una alarma con cierto nivel, todas estas especificaciones las deberá considerar el administrador.

Red de Control

Elemento Edición Ver Acciones Ira... Accesorios Sumario Salir

RED: _____
 SISTEMA: _____
 NIVEL: _____
 DISPOSITIVO: _____
 PARAMETRO: _____

HISTORIA			ACTUAL		
Fecha	Hora	Valor	Fecha	Hora	Valor

IDENTIDAD: _____ ESTADO DE COMUNICACIÓN: _____
 REFERENCIA: _____ HISTORIA: _____
 DATOS TÉCNICOS: _____ MENSAJES: _____

Figura 4.3.5. Hoja técnica de parámetros

Funcionamiento

Para una mejor comprensión del modelo BMS planteado, se ejemplificará una secuencia de control del Sistema HVAC, considerando la interfaz propuesta.

Para comenzar una sesión en el sistema, será necesario contar con una clave de acceso que determinará a qué partes del sistema será posible acceder.

Se recomiendan 3 niveles de seguridad para este fin:

NIVEL	USUARIO	PERMISOS
1.	Administrador	Asignar claves de acceso Programar secuencias de control Cambiar/agregar parámetros Alta de dispositivos Cambiar estado de dispositivos Asignar alarmas
2.	Operador	Programar secuencias de control Cambiar/agregar parámetros Alta de dispositivos Cambiar estado de dispositivos Asignar alarmas
3.	Monitoreo	Generar reportes Visualizar estado

Tabla 4.3.1. Niveles de seguridad

Una vez iniciada la sesión y si la clave de acceso es válida, el mapa de la red aparecerá, por otro lado, si la clave no es válida debe aparecer un mensaje que indique que no tenemos acceso a la red.

Mapa general de la red

La figura siguiente muestra la estructura de la red en forma de diagrama de árbol.



Figura 4.3.6. Mapa de red BILMA

Niveles y Dispositivos

El mapa de la red BILMA muestra todos sistemas, niveles y dispositivos de la red. El signo "+" ubicado a la izquierda de cada sistema o nivel, nos indica que tenemos más información dentro de éste. En el último nivel tenemos a los dispositivos identificados por el icono



Figura 4.3.7. Mapa de red BILMA expandido

Estado de 21UMA03

Para mostrar el estado del dispositivo 21UMA03, es necesario acceder a él seleccionando en su nombre. La siguiente pantalla muestra el estado de esta unidad manejadora de aire. (Figura 4.3.8).

Red de Control

Elemento Edición Ver Acciones Ira... Accesorios Sumario Salir

RED: BILMA

SISTEMA: HVAC

NIVEL: NIVEL 2

DISPOSITIVO: 21UMA03

Estado	Elemento	Descripción	Valor	Unidades
	COMANDO	Comando de encendido	ON	
	SP-TSUMAIRE	SetPoint Temp.Sum.Aire	7.7	°C
	T-SUMAIRE	Temp.Sum.Aire	8.11	°C
	T-RETAIRE	Temp.Ret.Aire	13.97	°C
	T-SUMAGUA	Temp.Sum.Agua	5.89	°C
	T-RETAGUA	Temp.Ret.Agua	9.02	°C
	SP-PRESION	SetPoint Pres.Est.	1.90	In Wc
	PRESION	Presion Estatica	1.91	In Wc
	VEL-VENT	Velocidad Vent.	72	%
	VAL-AGUA	Valvula Agua	97.13	%
	EDO-VENT	Edo.Ventilador	ON	
	EDO-FILT	Edo.Filtros	NORMAL	

Figura 4.3.8. Status del dispositivo 21UMA03

En la parte superior se muestra la ubicación del dispositivo, en donde se especifica el nombre de la red, el sistema al que pertenece, el nivel en el que se encuentra ubicado y finalmente su nombre.

En la tabla de datos, tenemos programados parámetros significativos de la operación de la Unidad Manejadora de Aire (21UMA03), que se detallan a continuación:

Comando de encendido (COMANDO):	Es la señal o comando de arranque y paro del dispositivo. Su valor puede ser ON/OFF.
Set point de temperatura de suministro de aire (SP-TSUMAIRE):	Es el valor de referencia establecido de acuerdo a las características y necesidades del edificio, es decir, es el valor óptimo de temperatura de suministro de aire.
Temperatura de suministro de aire	Es el valor real de temperatura de suministro de

(T-SUMAIRES):	aire. Las unidades de medición pueden ser °C ó °F.
Temperatura de retorno de aire (T-RETAIRE):	Es el valor de temperatura con que regresa el aire después del suministro.
Temperatura de suministro de agua helada (T-SUMAGUA):	Es la temperatura del agua helada proveniente del enfriador principal que sirve para enfriar el aire de suministro.
Temperatura de retorno de agua helada (T-RETAGUA):	Es la temperatura a la que regresa el agua helada después del proceso de enfriamiento.
Set point presión estática (SP-PRESION):	Es el valor de referencia de presión en el ducto de aire.
Presión estática (PRESION):	Es el valor real de presión en el ducto de aire.
Velocidad del ventilador (VEL-VENT):	Es la velocidad a la que opera el ventilador de la UMA.
Válvula agua helada (VAL-AGUA):	Es la válvula que regula el suministro de agua helada a la UMA.
Estado del ventilador (EDO-VENT):	Indica la operación del ventilador dentro de la UMA.
Estado de filtros (EDO-FILT):	Indica las condiciones de limpieza en las que se encuentran los filtros.

En el ejemplo de la figura 4.3.8, tenemos que el COMANDO del sistema está encendido (ON), es decir, el status indica que la UMA está en operación. Todos los parámetros programados están en estrecha relación para llevar a cabo su funcionamiento.

Cada uno de ellos deben cumplir ciertas condiciones para la operación óptima del proceso de enfriamiento del aire, esto es, el ventilador de suministro variará su velocidad de acuerdo a la demanda y necesidades de aire en el piso. Primero que nada se toma en cuenta el suministro de agua helada que dependerá de un sistema central de enfriamiento, el parámetro de temperatura tendrá asociada una alarma de alta temperatura y baja temperatura que indicará si es la requerida; posteriormente el aire nuevo se mezclará con el aire de retorno en un mismo nivel y pasa por una etapa de filtración en la cual será liberado de impurezas. Esto se monitorea en un parámetro programado que indica los niveles de limpieza del filtro, cuando éste excede los niveles, será momento de hacer el cambio de filtros.

También tenemos que el Set point de temperatura de suministro, es de 7.7 °C, que comparado con el valor de la Temperatura de Suministro (8.11 °C), nos indica que la UMA está operando de manera óptima, ya que se establece un rango de variación de ± 2.5 °C . Aquí podemos ver que la variación es mínima, pero en el caso de que se registre una temperatura de suministro que salga de los límites establecidos, el sistema enviará una bandera de alarma en la columna de Estado. La válvula de agua helada tiene su modulación en función de la temperatura de suministro, cuando ésta exceda el rango, la válvula permanecerá siempre al 100% , mientras que cuando la temperatura de suministro sea menor, la válvula de agua helada tenderá a cerrar. De esta forma el funcionamiento de la UMA dependerá del comportamiento de todos sus parámetros.

Hoja técnica del comando de encendido (21UMA03)

Para acceder a estos datos, es necesario seleccionar el parámetro requerido. Enseguida aparecerán las especificaciones referentes al parámetro COMANDO de encendido del dispositivo 21UMA03 como se muestra en la siguiente figura.

Red de Control

Elemento Edición Ver Acciones Ir a... Accesorios Sumario Salir

RED:	BILMA
SISTEMA:	HVAC
NIVEL:	NIVEL 2
DISPOSITIVO:	21UMA03
PARAMETRO:	COMANDO

HISTORIA			ACTUAL		
Fecha	Hora	Valor	Fecha	Hora	Valor
09/04/2004	08:00	ON	10/04/2004	19:00	OFF
09/04/2004	16:00	OFF			
10/04/2004	08:00	ON			
10/04/2004	16:00	OFF			

IDENTIDAD: Dispositivo: 21UMA03 Elemento: COMANDO Descripción: Comando de encendido	ESTADO DE COMUNICACIÓN: En línea
REFERENCIA: UCR: 21 Señal: Digital-Entrada	HISTORIA: Mostrar historia <input type="checkbox"/> Guardar historia <input type="checkbox"/>
DATOS TÉCNICOS: Estado: OFF Retardo: 30 seg.	MENSAJES: 2

Figura 4.3.9. Hoja técnica de parámetros de UMA

En la parte superior se muestran los datos de donde proviene el parámetro a describir, en donde se especifica el nombre de la red, el sistema al que pertenece, el nivel en el que se encuentra ubicado, el nombre del dispositivo y el parámetro.

En la parte izquierda de la tabla aparece la HISTORIA de los eventos ocurridos, que son registros con fecha, hora y valor, el cual puede ser ON/OFF. Mientras que en la derecha,

nombrada ACTUAL, aparecen igualmente la fecha, hora y valor del parámetro en ese momento.

La IDENTIDAD, proporciona el nombre del dispositivo propietario, en este caso 21UMA03; el nombre del elemento, COMANDO; y su descripción comando de encendido.

El ESTADO DE COMUNICACIÓN reporta que el dispositivo está en línea y por lo tanto en la HISTORIA y el ACTUAL se muestran la fecha, hora y el valor del parámetro. Sin embargo, si el estado estuviera fuera de línea, es decir, si existen problemas de comunicación en la red, sólo es posible ver la fecha y hora del registro, pero no así su valor.

La REFERENCIA indica que el dispositivo pertenece al UCR21 y que el tipo de señal es una entrada digital.

La HISTORIA permite mostrar eventos del parámetro que ya sucedieron, así como guardarlos en un archivo texto o manipulación de datos. Si estos valores estuvieran con valor "N", solo se mostrarían los registros actuales y no se guardaría archivo de historia.

Los DATOS TÉCNICOS definen los estados de encendido y apagado del comando y establecen cuál es el estado normal de operación, en este caso ON. Así también, nos indica que 30 seg., es el tiempo de retardo para la activación de la alarma.

Los MENSAJES establecen las leyendas a mostrarse en caso de que exista una alarma. Pueden existir tantos mensajes como se requieran, para este caso se muestra un mensaje asociado al dispositivo programado en el UCR 21 directamente e identificado con el número 2 y que indica que la UMA esté apagada.

4.4 INTEGRACIÓN CON LOS SUBSISTEMAS

Al hablar de integración en un edificio, se hace referencia a la interconexión de todos los subsistemas existentes con el BMS, posibilitando relaciones óptimas entre éstos, el medio a vigilar, los usuarios y los administradores del sistema, lo que debe garantizar altas prestaciones de control, confort, seguridad, comunicación, la administración de la energía y el uso de todos los posibles adelantos tecnológicos incluyendo factores humanos y ambientales.

Para la integración de sistemas de control se requerirá contar con sistemas controlados automáticamente y con los elementos de integración necesarios, la idea básica será controlar distintas variables en distintos puntos de control y obtener las ventajas de los avances tecnológicos.

La integración será posible a través de protocolos y puertos de comunicación, un sistema podrá notificar a otro lo que está detectando y entre todos tienen la posibilidad de hacer rutinas de acción común para lograr el control inteligente.

Actualmente muchas compañías fabricantes de equipos y dispositivos de control tienen aún protocolos de comunicación cerrados y no permiten la lectura de su información, si se lograra que todas las compañías utilizaran un protocolo de comunicación universal y abierto, sería posible implementar un sistema de control inteligente totalmente integrado y económico.

La primera regla que todo sistema integral debe cumplir es la modularidad en sistemas, que respondan a las diferentes funciones requeridas, es decir, que puedan integrarse tarjetas o módulos de control de manera sencilla para la expansión del sistema.

Hasta hace poco tiempo, se creía que la integración de los sistemas de una empresa se conseguía al igualar criterios de todos los equipos instalados en un edificio, aunque este proceso de homogeneización ha funcionado, la integración de sistemas se puede concretar desde el proceso de construcción de las oficinas. Definir una plataforma de cableado es, en ese sentido, el primer paso hacia la integración de sistemas totales.

Tradicionalmente, la infraestructura de cableado de un edificio corporativo es en lo último en lo que se piensa; de hecho, esta estructura no es contemplada en el presupuesto de construcción inicial, su planeación e instalación se realiza cuando el edificio está listo para ocuparse y, generalmente, se utilizan diferentes tipos de cables para distintas funciones. Se podría afirmar que el cableado ocupa una de las últimas jerarquías en las preocupaciones de dueños y arquitectos.

La integración de sistemas desde una plataforma de cableado es una opción diseñada para proteger inversiones en edificios corporativos:

- Se gastan recursos en una sola estructura de cableado, y no en varias.
- En casos de actualización o cambios en los sistemas empresariales, sólo se cambian los módulos TC (Terminal Control) y no todo el cableado de la estructura del edificio.

- Se evita romper paredes para cambiar circuitos o cables, lo que además, provoca cierres temporales o incomodidades en el lugar de trabajo.

Sin embargo, proponer soluciones de integración desde el cableado no es todavía, una práctica muy extendida. En Latinoamérica, los gastos que genera la construcción de un edificio corporativo son muy altos y se arriesga mucho dinero en tecnología. En este sentido, es importante revalorar la función del sistema de cableado dentro de la empresa, crear una plataforma de cableado podría fortalecer inversiones latinoamericanas en tecnología, desafortunadamente dependemos de las tecnologías, estándares, restricciones y modificaciones desarrolladas en países del primer mundo, pero con una integración al nivel de la estructura de cableado, cualquier cambio en los sistemas que se adquieran del extranjero, se realizaría sin perjuicios económicos graves.

Esta consideración no es la única, sin embargo, la idea que lo sustenta es importante: las ventajas empresariales de la tecnología no vienen incluidas en los manuales del *software* o en los empaques del *hardware*; se obtienen gracias a la planeación estratégica de las actividades de negocios.

Tipos de Integración

Con la integración de sistemas se busca establecer independencia de marcas y tecnologías, tener una interfaz en un solo lugar, la interacción de procesos y compartir información y comunicaciones. Para poder integrar un subsistema al sistema BMS se requerirá que el protocolo de comunicación sea abierto, esto implica que el fabricante del equipo debió considerar la interconexión de su red con otras.

Así, cuando el protocolo es abierto es posible hablar de una integración que puede ser directa a través de una tarjeta de comunicación y software de configuración o indirecta a nivel hardware con un integrador y software para la configuración.

Integración directa: Una integración directa significa que el dispositivo o equipo, se integrará a la red N2 por medio de una NIC, para poder ser leído de manera transparente por la UCR hacia el BMS. La configuración del equipo a nivel hardware se hará a través de una dirección asignada, y a nivel software, se programarán valores y parámetros de control y monitoreo en los archivos DDL propios del sistema BMS, como se explicó en el tema 4.2, de tal forma que no será requerido un integrador ni software intermediario, como se muestra en la siguiente figura:

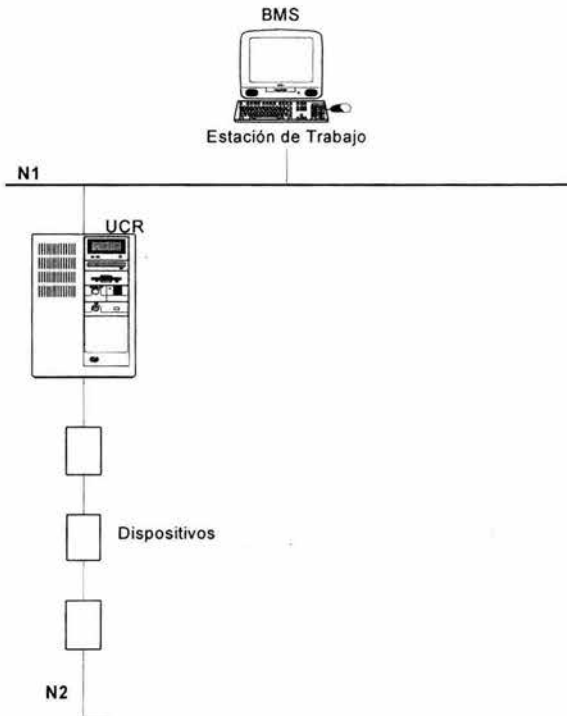


Figura 4.4.1. Integración directa

Integración indirecta: Se dará cuando las características de comunicación de un dispositivo o una red no coincidan con las que utiliza la red N2, por lo que, se requiere de un dispositivo integrador capaz de servir como puente de traducción entre un sistema o dispositivo y la UCR (Figura 4.4.2). La conexión entre el sistema y el integrador podrá ser a través de un convertidor de protocolo de transmisión de datos (para este caso, el medio de transmisión será mediante el puerto serial, usando la norma RS-232), lo que permitirá que la señal o señales sean transmitidas por el cable hacia el integrador y este a su vez realizará la traducción a un formato analógico/digital que la UCR podrá entender, como se muestra en la figura 4.4.3.

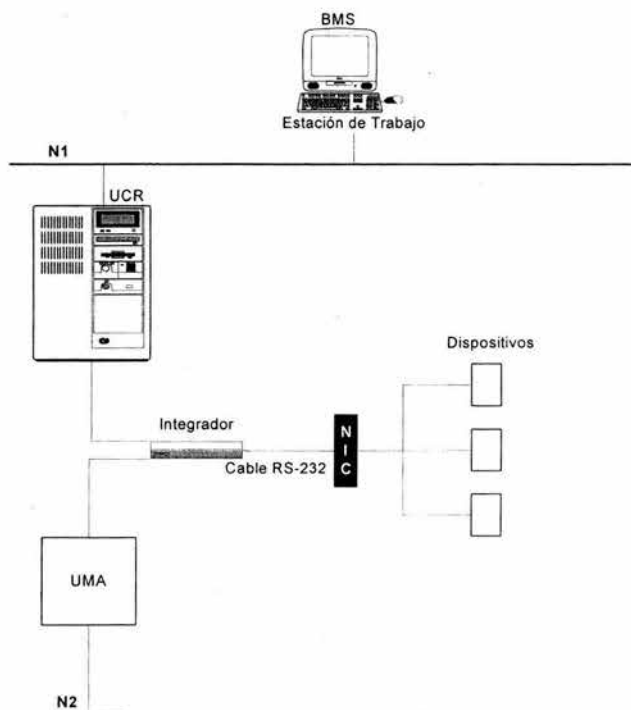


Figura 4.4.2. Integración indirecta

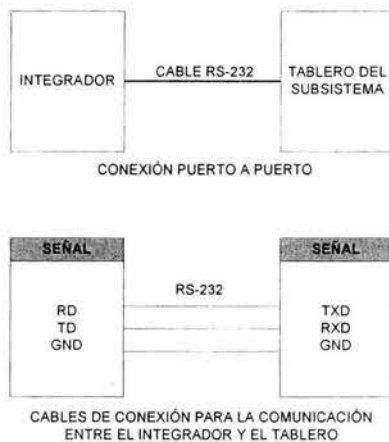


Figura 4.4.3. Conexión de integración indirecta

Un integrador deberá ser configurado tomando en cuenta las características de la red, del puerto de comunicación y del propio integrador como son el ancho de banda, los bits de paridad, el tipo de interfaz, la velocidad de transferencia de datos, dirección de red etc. Todo esto será necesario para establecer la comunicación entre la red N2 y redes que operan con otros protocolos.

Las redes a integrar pueden contener una gran cantidad de dispositivos y estar controladas por un software intermediario, con el integrador lo que logramos es tener el control de este software, así, la información de los dispositivos o equipos programados en la subred a través del integrador podrá ser leída de manera directa en el BMS, lo que se ilustra en la siguiente figura:

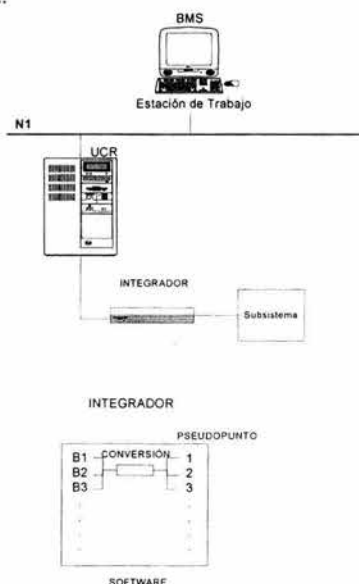


Figura 4.4.4. Conexión de integración indirecta

Métodos de integración

No existe un solo estándar global de comunicación que nos proporcione la supervisión y la conectividad, algunos considerados por los fabricantes de equipos para entrar en el mercado, lo que los hace atractivos, de los protocolos los más utilizados están BACnet, EIB, LonTalk/LonMark, BatiBus y C-Bus.

Actualmente existen una diversidad de sistemas y equipos que operan de manera automática y que pueden ser controlados cada uno de manera particular, ya que tienen ciertas características de interconexión, por lo que pueden o no requerir de un integrador. Así tenemos para la tabla 4.4.1 los tipos de compatibilidad que generalmente utilizan estos sistemas:

INT= Integración indirecta (se necesita de un integrador y tablas de requerimientos)
 BSI= BACnet (require de un integrador de sistemas)
 CIG= Integrador Centaurus
 LON= Lon Work
 N2= Integración directa a través del protocolo de la red principal del BMS

APLICACIÓN	COMPANÍA	MÉTODO DE INTEGRACIÓN	EQUIPO
Sistemas de Control de accesos	Northern/Silent Knight	INT	Northern N750
	SMF Corporation	N2	ACS-4400/JC – ASC-3200
	Toye Corporation	N2	PC Central™ Acces Control Systems
Unidad Manejadora de aire	Clivet Italia Srl	INT	CRT-C con modulo A2 Plus
	McQuay International	INT	LSL MSL Indoor Air Handlers
	Rapid Engineering	INT	Mixed Air Unit
Sistemas de Automatización de Edificios	Alerton	CIG	Alerton APX System (via MS-CIGAPX-0)
	Andover	BSI	Andover Infinity System SX8000 Rev 2.17
	Delta Controls	CIG	Intelli-Con Panels &
	Honeywell	CIG	Delta 1000, 2000, 5000, Excel Plus
	Johnson Controls	LON	NexSys (via Lon Work)
Enfriadores (Chillers)	Carrier®	INT	30GN, HT, GB, HS, LA Chillers, etc.
	Trane®	BSI	Chiller Centrifugo (CVHE, CVAD, CVHB)
	York® International	INT	Serie R Chillers (RTHA, RTHB, RTAA)
	York® International	N2	Y.T. Chiller
	Liebert®	INT	CSM100

Tabla 4.4.1 . Métodos de integración de diferentes marcas

La tabla anterior muestra información relevante de las diferentes marcas de equipos y métodos de integración que se utilizan en el mercado actual, por ejemplo, se muestran 4 compañías que manejan los enfriadores, cada uno utiliza un método de integración dependiendo del equipo. El equipo 30GN de la compañía Carrier necesita un integrador para enviar la información al BMS, en cambio, el enfriador Y.T. de la compañía York International no necesita de un integrador para su conexión, ésta es directa a la red N2. Debido al tipo de datos que maneja no necesita de un dispositivo que realice la traducción de la información que envía.

Los sistemas de automatización integrados entre sí, permitirán combinar servicios en un edificio, por ejemplo, si éste cuenta con los elevadores y los detectores de humo integrados, en el caso de un conato de incendio, permitirán que el sistema de control active los elevadores para que desciendan a su piso base, abran sus puertas y queden bloqueados, todo esto como medida de seguridad.

Por otro lado, para planear la integración de un nuevo sistema automatizado al sistema BMS se requerirá de una evaluación por parte de los administradores del edificio y del personal que lo opera, esto es, medir los costos, ventajas y desventajas de las

condiciones actuales de operación de los sistemas sobre una operación controlada y administrada.

Algunas de las consideraciones a evaluar son descritas en la siguiente tabla de manera general, pero cabe mencionar que cada edificio es diferente y dependiendo de su tecnología y de las necesidades de operación se tomarán las decisiones convenientes.

EDIFICIO	AUTOMATIZACIÓN	PROTOCOLO	INTEGRACIÓN	IMPLEMENTACIÓN DE UN BMS	
Convencional	Completa	Abierto	Directa	Si	
			Indirecta	Si	
	Parcial	Cerrado	No	No	
			Abierto	Directa	Si
				Indirecta	Si
	Cerrado	No	No		
No hay	No	No	No		

Tabla 4.4.2. Edificio convencional vs BMS

Considerando el caso en el que en un edificio convencional cuenta con una **automatización completa** y todos sus sistemas con protocolo abierto, independientemente de la integración se puede hacer la implementación de un sistema BMS ya que se cuenta con las condiciones necesarias para hacerlo.

Costo: Dependerá de los sistemas con que se cuenta, de las instalaciones necesarias para la implementación de una red y de un sistema BMS, del tipo de integración, porque como se comentó anteriormente si la conexión a la red es directa resultará más sencilla pues no requerirá de un integrador y por lo tanto, su costo será menor.

Ventajas: Posibilidades de comunicación con otros subsistemas que utilicen tecnología de microprocesador, desarrollo de estrategias de control, calendarización de eventos, ahorros energéticos y otros ahorros asociados como los mantenimientos preventivos y reducción del personal de operación.

Desventajas: El costo y el periodo de recuperación de la inversión puede llegar a ser muy largo, se requiere de personal capacitado para la operación del sistema.

Con una **automatización parcial**, en donde los sistemas automatizados manejan un protocolo abierto se podrá implementar un sistema BMS, pero se tendrá que evaluar la conveniencia de la inversión para efectuar la administración de los sistemas automatizados.

Costo: Los costos dependerán de los requerimientos necesarios para la implementación del sistema lo cual también dependerá de la situación actual del edificio y de la infraestructura con la que cuenta.

Ventajas: Posibilidades de comunicación con otros subsistemas que utilicen tecnología de microprocesador, desarrollo de estrategias de control, calendarización de eventos,

ahorros energéticos y otros ahorros asociados como los mantenimientos preventivos y reducción del personal de operación.

Desventajas: El costo y el periodo de recuperación de la inversión puede llegar a ser muy largo, se requiere de personal capacitado para la operación del sistema y una desventaja muy importante es que cuando los edificios no han sido diseñado para poder expandir sus sistemas en el futuro, la inversión en espacio físico y en su infraestructura de control es bastante costosa.

Cuando un **edificio convencional** no cuenta con sistemas automatizados, el primer paso a evaluar será el cambio de tecnología en sus instalaciones, porque la integración en este caso no es posible sin la instalación dispositivos periféricos externos como sensores, fotoceldas, preseostatos, termostatos, conmutadores de flujo etc., lo que implicaría inversiones fuertes y no garantiza el control y monitoreo total, sino que por el método y las condiciones solo es parcial. Sin embargo, no se pueden descartar las mejoras y beneficios en la operación y la garantía de mejores servicios, seguridad y confort de sus ocupantes.

Costo: Este es el caso en el que mayor inversión se necesitaría, pues para contemplar la implementación de un sistema BMS se requiere de sistemas automáticos.

Ventajas: Una mejor administración de los recursos, seguridad, confort etc.

Desventajas: La inversión en este caso es fuerte, pues será necesaria la implementación y actualización de nuevos equipos.

La inversión en una integración dependerá del grado de control que se quiera, es importante tomar en cuenta que la recuperación dependerá de la utilidad de dicho control, así de su gestión a través del BMS, por ejemplo, los horarios de operación programados a un equipo redituará ahorros de energía.

Sin lugar a dudas hacer un edificio altamente eficiente no se logrará teniendo un edificio automatizado con un sinnúmero de controles instalados, más bien utilizando todos estos sistemas de forma integrada para prestar servicios tanto hoy como en el futuro, reduciendo así sus gastos y aumentando su comodidad y eficiencia.

4.5 DIAGNÓSTICOS Y REPORTES

Uno de los principales objetivos de un BMS, es generar diagnósticos y reportes que proporcionen al administrador del sistema herramientas para dictaminar o prescribir acciones sobre los distintos dispositivos de control y obtener información precisa acerca de su estado, respectivamente.

En el modelo propuesto, el BMS será programado para que en todo momento, cada uno de los dispositivos reporte su estado actual a la UCR, y ésta a su vez, envíe los datos al sistema para que éste los concentre en forma de archivos de texto o archivos de base de datos (*DataBase File: DBF*).

Es importante mencionar, que los tipos de reportes a obtener y los diagnósticos realizados a los diferentes dispositivos en operación, dependerán de las necesidades y los objetivos de administradores, dueños del inmueble, usuarios, etc, de acuerdo al giro de la empresa y al tipo de edificio.

Los datos son la parte fundamental para la generación de estos informes. Para ello será necesario manipularlos y estructurarlos con el fin de convertirlos en información auténtica y oportuna, a través de la cual, el administrador pueda evaluar los sistemas de control en cuanto a funcionamiento y desempeño.

Un diagnóstico será el resultado de la evaluación de determinados atributos pertenecientes a los diferentes dispositivos, a través de la cual el administrador podrá definir problemas tales como: la detección temprana de eventos; la programación de mantenimientos y la disminución de paros imprevistos, entre otras. Dar un diagnóstico implica realizar un análisis o prescripción acerca del estado o comportamiento de cualquier dispositivo monitoreado por el sistema.

Un reporte será el documento o informe que permita agrupar y clasificar los datos acerca del estado en que se encuentran los dispositivos de control en determinados periodos, incluyendo expresiones personalizadas en ellos. Los reportes deben ser generados de acuerdo a las necesidades específicas del administrador, teniendo así, libertad para definir la forma de obtención de los datos y la forma de presentación de los mismos, lo que conllevaría a una pronta respuesta en los diagnósticos.

Sin duda, la mayoría de los reportes solicitados implicarán algunas operaciones básicas en los datos que contienen, como son:

- Consultar los datos para recuperar, mostrar e imprimir solamente los que sean necesarios.
- Clasificar los datos de tal manera que se muestren en un determinado orden.
- Agrupar los datos con el fin de mostrarlos de manera concisa.

Disposiciones para elaborar reportes

Es importante mencionar que los reportes deberán estar enfocados al funcionamiento de todos los dispositivos en un lapso de tiempo determinado, y a su vez, contemplar que existen tres disposiciones para la elaboración de los mismos, que se mencionan brevemente a continuación:

- | | |
|----------|---|
| Crear | El crear un reporte implica imprimir los datos obtenidos del archivo fuente, así como agruparlos y clasificarlos para mostrar un documento que contenga solamente la información que el administrador requiera. |
| Exportar | Será necesario exportar un reporte, cuando a partir del archivo fuente, los datos deban ser convertidos a un formato de archivo distinto para su mejor manipulación. |
| Diseñar | El diseño de un reporte involucra determinar los datos que se incluirán en un reporte, así como su aspecto. Para esto, es útil tener una idea previa del aspecto del reporte, ya que al crearlo se determinará la arquitectura exacta de cómo el código enviará los datos al reporte. |

Independientemente de la disposición que el administrador elija para elaborar reportes, debe partir del archivo de texto o DBF generado en el BMS.

Estos podrán realizarse haciendo uso de la ofimática, a través de la utilización de herramientas especializadas como son una hoja de cálculo, procesador de texto, creador de presentaciones, etc., a través de opciones como:

- Orden de datos
- Filtros
- Obtención de datos externos
- Tablas y gráficos dinámicos
- Reportes administrativos
- Presentaciones de resultados

O bien, a través del uso de una *macro*, que consiste en una serie de comandos y funciones que se almacenan en un módulo de *Visual Basic* y que puede ejecutarse siempre que sea necesario sobre alguna otra aplicación. A través de la macro en una hoja de cálculo se podrán automatizar las tareas de realizar reportes y así, reducir el número de pasos necesarios al ser realizada o ejecutada con frecuencia.

Tipos de reportes

Existen diversos tipos de reportes que será posible generar dentro del BMS, sin embargo, algunos de ellos resultarán indispensables para la óptima operación y mantenimiento de los equipos que conforman cada uno de los sistemas, por lo que se recomienda, sean considerados desde la parte del análisis y diseño del sistema.

A continuación se mencionan algunos de ellos:

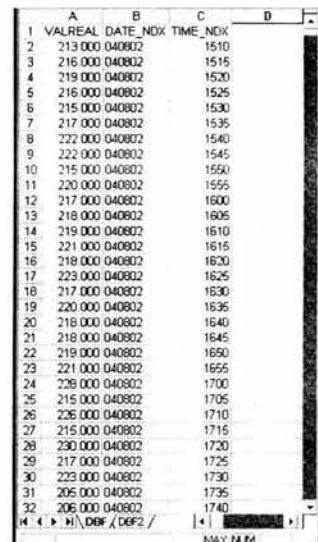
- De rutina Serán aquellos reportes que el administrador considere susceptibles de revisión o monitoreo constante. Como por ejemplo: arranque y paro de equipos, cambio de estados por horario, verificación de niveles, etc.
- De resumen Serán reportes periódicos que se generarán para proporcionar la información del comportamiento general de los dispositivos a petición del personal encargado del buen funcionamiento de los sistemas.
- Predictivos Serán reportes en donde se asienten valores que indiquen un cambio radical en los parámetros normales de los dispositivos (especificados en los archivos de configuración de las UCR's).
- De eventos especiales o extraordinarios Será una notificación reflejada en el BMS a partir de una bandera previamente establecida, para dar aviso de que algún valor está fuera de su rango normal.

Formatos de reportes

De acuerdo a las necesidades del administrador del BMS y a través de las herramientas mencionadas anteriormente o aplicaciones de fabricantes externos, podrían obtenerse distintos tipos de formatos, como los que se mencionan a continuación:

- a) Tablas
- b) Formatos
- c) Gráficos

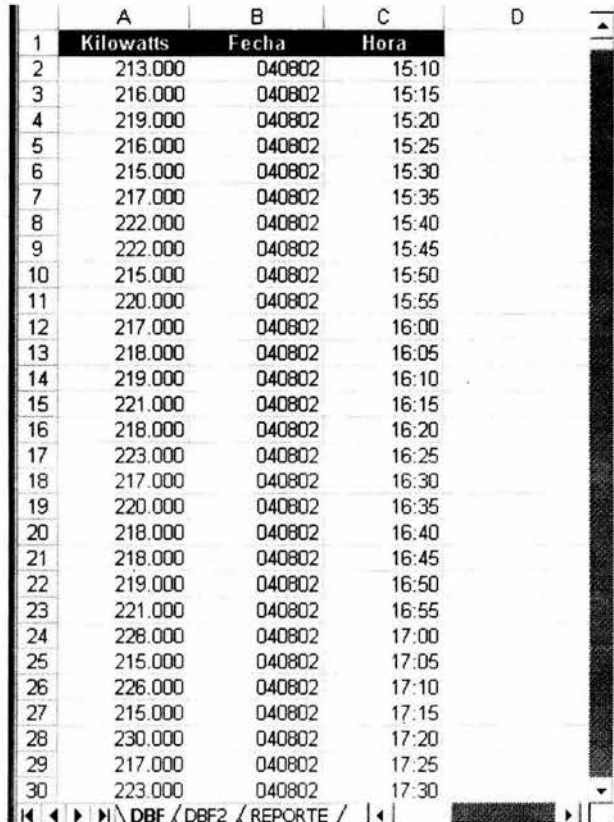
Esta es la forma en que se visualiza el archivo fuente donde la UCR almacena la información de los dispositivos y a partir del cual se realizarán los diferentes tipos de reportes.



	A	B	C	D
1	VALREAL	DATE_NDX	TIME_NDX	B
2	213.000	040802	1510	
3	216.000	040802	1515	
4	219.000	040802	1520	
5	216.000	040802	1525	
6	215.000	040802	1530	
7	217.000	040802	1535	
8	222.000	040802	1540	
9	222.000	040802	1545	
10	215.000	040802	1550	
11	220.000	040802	1555	
12	217.000	040802	1600	
13	218.000	040802	1605	
14	219.000	040802	1610	
15	221.000	040802	1615	
16	218.000	040802	1620	
17	223.000	040802	1625	
18	217.000	040802	1630	
19	220.000	040802	1635	
20	218.000	040802	1640	
21	218.000	040802	1645	
22	219.000	040802	1650	
23	221.000	040802	1655	
24	228.000	040802	1700	
25	215.000	040802	1705	
26	226.000	040802	1710	
27	215.000	040802	1715	
28	230.000	040802	1720	
29	217.000	040802	1725	
30	223.000	040802	1730	
31	205.000	040802	1735	
32	206.000	040802	1740	

Figura 4.5.1. Archivo DBF

Un **reporte de tablas** muestra los valores ordenados y clasificados de acuerdo a algún criterio. Para el ejemplo, la primera columna muestra el valor real de kilowatts medido por un dispositivo de control que permite el monitoreo, esta información se almacena con la fecha y hora del muestreo.



	A	B	C	D
1	Kilowatts	Fecha	Hora	
2	213.000	040802	15:10	
3	216.000	040802	15:15	
4	219.000	040802	15:20	
5	216.000	040802	15:25	
6	215.000	040802	15:30	
7	217.000	040802	15:35	
8	222.000	040802	15:40	
9	222.000	040802	15:45	
10	215.000	040802	15:50	
11	220.000	040802	15:55	
12	217.000	040802	16:00	
13	218.000	040802	16:05	
14	219.000	040802	16:10	
15	221.000	040802	16:15	
16	218.000	040802	16:20	
17	223.000	040802	16:25	
18	217.000	040802	16:30	
19	220.000	040802	16:35	
20	218.000	040802	16:40	
21	218.000	040802	16:45	
22	219.000	040802	16:50	
23	221.000	040802	16:55	
24	228.000	040802	17:00	
25	215.000	040802	17:05	
26	226.000	040802	17:10	
27	215.000	040802	17:15	
28	230.000	040802	17:20	
29	217.000	040802	17:25	
30	223.000	040802	17:30	

Figura 4.5.2. Reporte de tablas

Un **reporte de formato** se genera de manera personalizada de acuerdo a los requerimientos que se soliciten. De manera particular, este reporte muestra los valores máximo y mínimo de kilowatts, obtenidos durante un día para su análisis.

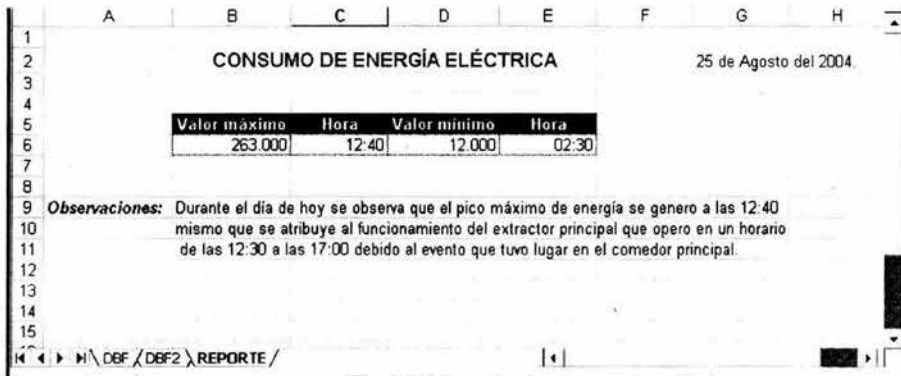


Figura 4.5.3. Reporte de formato

Un **reporte de gráficos** es la representación de los datos de manera sencilla y fácil de comprender. El ejemplo muestra una gráfica del comportamiento del consumo eléctrico de un día completo, mismo que servirá para el análisis en la implementación de estrategias para el ahorro de energía.

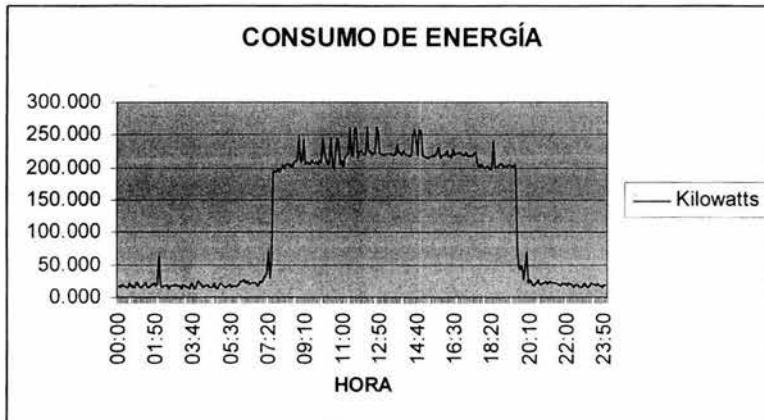


Figura 4.5.4. Reporte de gráfico

La presentación y el diseño de los reportes dependerán de la persona que los realiza, ella será la responsable de darles la presencia adecuada de acuerdo a las necesidades de cada edificio.

Tanto el reporte en tablas, formatos o gráficos proporcionarán diagnósticos que servirán de soporte en la toma de decisiones y en la planeación de recursos.

IMPACTO ECONÓMICO Y SOCIAL

- 5.1 Costo - Beneficio
- 5.2 Factores ambientales
- 5.3 Ventajas y desventajas

5.1 COSTO - BENEFICIO

Uno de los objetivos del BMS es el ahorro de recursos y costos de operación evitando el malgasto de los recursos naturales. Y en este sentido es evidente que contribuye a mejorar la eficiencia de un edificio en todos los sentidos haciendo uso de la tecnología de punta que existe en la actualidad.

La importancia del modelo propuesto en este tema, radica en tomar en cuenta las consideraciones hechas sobre los requerimientos necesarios para el desarrollo del sistema.

En cuanto a la eficiencia del módulo de toma de decisiones depende de la forma de estructurar las rutinas de condiciones. Este módulo debe proporcionarle al sistema las condiciones necesarias de operación para cada dispositivo y con esto permitir el óptimo funcionamiento de los mismos, además, permite realizar en tiempo real los cambios en cuanto a parámetros y valores de los equipos.

Para definir la estructura del sistema se propone la utilización de archivos de texto (DDL), que como se ha mencionado en capítulos anteriores, son sencillos de programar y no requieren demasiado tiempo en desarrollo y mantenimiento. Lo que implica ahorros en:

- Manejador de base de datos
- Diseño de la base de datos
- Tiempo de programación

Por otro lado, dentro del módulo de monitoreo que plantea el modelo, el costo-beneficio se verá reflejado básicamente en los siguientes puntos:

- Reducción de la plantilla de operación
- Detección inmediata de fallas

Esto quiere decir, que no será necesario que el personal operativo revise en sitio cada uno de los dispositivos, controladores o arreglos que se presume tengan alguna falla en determinado subsistema; ya que si el BMS cuenta con un módulo de monitoreo, la persona encargada de realizarlo será capaz de detectar a tiempo la falla en el lugar preciso y comunicarla al personal involucrado para que tome las acciones pertinentes.

Y para el administrador, éste obtendrá los siguientes beneficios:

- Podrá administrar de forma rápida y segura los recursos del edificio.
- Dado que la información estará centralizada, es decir, radicará en la estación de trabajo, podrá obtener el estado de actual cada uno de los subsistemas en tiempo real.
- Podrá generar, tendencias, datos históricos y toda la información necesaria para proporcionar a los usuarios un reporte completo del edificio, o bien, generar los diagnósticos requeridos para proporcionar a los subsistemas el mantenimiento adecuado.

Tendrá elementos de control que le permitan tomar decisiones, generar secuencias de operación de paro y arranque de equipos, ajustes a la temperatura, iluminación y aire acondicionado (módulo de toma de decisiones), detección de fallas en los subsistemas por medio de visualización de alarmas, y localización inmediata del dispositivo que presenta la falla (módulo de control y monitoreo). Y por medio del módulo de almacén de datos podrá actualizar la información de cada uno de los archivos de componen el sistema, es decir, tendrá la opción de actualizar e integrar nuevos dispositivos.

Por otro lado, las consecuencias de una buena estructura física para la comunicación de dispositivos como controladores, PLC's, etc., está diseñada para funcionar como PC's para la adquisición de datos y control de supervisión, solamente pueden traer mejoras y beneficios tanto económicos como en el manejo y administración del sistema BMS.

Este modelo propone una arquitectura abierta, capaz de crecer o adaptarse según las necesidades cambiantes de las empresas que lo adopten, lo que les permitirá comunicarse con total facilidad y de forma transparente con el usuario y con los subsistemas que deberán ser sencillos de instalar, sin excesivas exigencias de hardware y fáciles de utilizar. Además, los componentes de hardware están siendo cada vez más potentes y rentables, es lógico, por lo tanto, que las nuevas inversiones en edificios quieran tomar provecho de esto para reducir costos y/o incrementar la productividad.

Con base en todo esto, al desarrollador o programador del BMS le permitirá realizar un análisis completo para el desarrollo de un sistema de este tipo, así como los puntos importantes a considerar para llevar a cabo su implementación.

Pero cabe mencionar, que aunque el BMS es una parte fundamental para llevar el control de todos los sistemas que conforman el edificio tanto en la administración como en el monitoreo, antes que nada se debe tomar en cuenta la planeación, diseño y la construcción del mismo, que permita establecer las interrelaciones y el equilibrio entre el espacio interior y el exterior.

Por ello en la planeación se debe considerar la inversión inicial y los costos del ciclo de vida del edificio. Así, los costos iniciales de un proyecto deben incluir:

- a) Los de construcción.
- b) Los honorarios.
- c) Otros costos anticipados y únicos relacionados al desarrollo de un proyecto de construcción, ya sea nueva o renovación.

Los costos de desarrollo del BMS dependerán del tipo y alcance del proyecto, entre los que se encuentran:

- a) Honorarios de los programadores y diseñadores del sistema
- b) Equipo de desarrollo, software y hardware
- c) Honorarios del líder de proyecto y supervisores
- d) Personal dedicado a la configuración de redes y sistemas de control

Los costos de ciclo de vida incluyen:

- a) Los costos de renovación y mantenimiento del edificio.
- b) Los costos de adaptación a cambios en las operaciones.
- c) Los costos de consumo de energía.
- d) Los costos en personal (productividad de los empleados).

Y más allá de estos costos, se tienen los impactos a largo plazo sobre las instalaciones, que no son fáciles de incluir en los cálculos, como son:

- a) Los costos ambientales y sociales de los materiales y sistemas empleados en el edificio (la energía que involucra, los procedimientos de tala forestal y otros efectos sobre el ambiente).
- b) El impacto sobre la salubridad y seguridad del personal (calidad de aire en los interiores, diseño de accesos, etc.).

En cuanto al diseño, la estructura de un edificio es de especial importancia debido a que dependiendo de ésta, se determinará si es adecuada a los sistemas que lo van a dotar de inteligencia, iniciándose con las instalaciones de redes (cableado y equipo) que son las que equivalen al sistema nervioso del edificio.

Así, la estructura es la que tiene mayor ciclo de vida, entre 50 y 60 años, adicionalmente incluyen elementos como son los plafones, ductos, cuartos de equipo de control o comunicaciones, piso falso, etc.

Todos los restantes servicios que existen dentro de un edificio generalmente son sistemas eléctricos, aire acondicionado, calefacción, hidráulicos, sanitarios, elevadores y escaleras eléctricas, telecomunicaciones e informática, control y seguridad, entre otros contemplan un ciclo de vida de entre 15 y 20 años.

El ciclo de vida tanto de la estructura como de los equipos se deben tomar en cuenta para los mantenimientos posteriores que se les tienen que proporcionar a lo largo de la vida útil del edificio, lo cual también se traduce en costo a largo plazo.

Una vez implementado un BMS lo que sigue es una correcta administración y uso del sistema, ésto se podrá lograr en la medida en que sea explotado y la forma en que se lleve a cabo la operación, aunque en realidad se requiere del conocimiento total de los sistemas y del edificio, lo que permitirá la aplicación de planes estratégicos siempre buscando la disminución del consumo eléctrico, agua, gas, etc.

Por ejemplo, un programa de ahorro de energía debe concentrarse en aquellos equipos y sistemas que mayor consumo de energía represente, generalmente son los sistemas de aire acondicionado e iluminación que son los que mayores repercusiones (en ahorros) representan.

Sin embargo, aunque la iluminación representa, sólo una parte del total de la electricidad utilizada en una instalación típica, normalmente es el primer objetivo dónde se quiere tomar medidas para el ahorro de la energía eléctrica y entonces sucede que, con el afán

de bajar el consumo de electricidad, se reducen los niveles de iluminación a valores inferiores de los requerimientos mínimos establecidos, lo cual resulta totalmente contraproducente, ya que estos supuestos beneficios, se contrarrestan por una baja en la productividad de los trabajadores y por un aumento en los costos de mantenimiento. Por ello la elaboración de planes de ahorro y estrategias deben ser perfectamente estudiadas y evaluadas para no cometer errores de este tipo que desgraciadamente son muy frecuentes.

Con los nuevos desarrollos en los sistemas de iluminación, se pueden lograr ahorros de hasta 76% en el consumo de energía, en comparación con los sistemas utilizados normalmente, sin que ello signifique sacrificar los niveles de iluminación establecidos.

Una área de actividad del BMS es el mantenimiento. La integración de todos los sistemas del edificio, aspecto clave de la inteligencia, pone más de relieve las consecuencias de averías o disfuncionamiento en cualquiera de los subsistemas de la infraestructura. Así, el mantenimiento preventivo es aún más importante. Según varias fuentes, los gastos de mantenimiento alcanzan a lo largo de la vida útil del edificio un importe cinco veces superior a la inversión inicial. Este costo contemplado desde el punto de vista del ciclo de vida se valora de forma muy diferente a la inversión inicial.

Los costos más importantes relacionados con el mantenimiento de una infraestructura, y que en su conjunto determinan el volumen de gasto, son los siguientes:

- El costo de reparaciones disminuye a medida que aumentan los costos de mantenimiento preventivo.
- El costo asociado a los consumos (energía eléctrica, gas, agua, etc.) aumenta también al hacerlo en el tiempo transcurrido entre la anomalía y su reparación y disminuye si se realizan actividades de mantenimiento no correctivo.
- El costo asociado al mantenimiento no correctivo es directamente proporcional a la cantidad de tareas realizadas y a los intervalos transcurridos entre ellas. Se deben conocer las características técnicas y de funcionamiento de cada elemento y sistema sobre los que se lleva a cabo el mantenimiento, de este modo se pueden establecer correctamente los criterios de revisión sin que sean demasiado relajados, lo que podría afectar la vida media del equipo. El mantenimiento preventivo y las herramientas de diagnóstico juegan un papel clave en la determinación de dichos criterios.
- Las pérdidas de producción o utilización aumentan, también con el periodo transcurrido entre la aparición del fallo y su reparación, siempre y cuando exista una falla que afecte elementos relacionados con la actividad que se lleva a cabo en la infraestructura.

En este sentido, hay que apuntar que existen tareas de mantenimiento cuyo objetivo no es tanto evitar la aparición de un fallo, sino hacer que los equipos y sistemas funcionen correctamente sin alejarse de sus condiciones óptimas de operación. Así pues, dentro del

concepto de pérdidas hay que considerar no sólo los costos incurridos por paros de equipos, sino también aquellos que se derivan de la disminución de la productividad del personal al no mantenerse las condiciones de trabajo adecuada.

El papel que juega el BMS en los costos y ahorros del gastos en el edificio, es el poder desarrollar diferentes estrategias de control, en función de las variaciones que existen en las condiciones externas e internas del edificio como son:

- Nivel de iluminación
- Número de ocupantes
- Día de la semana
- Estaciones climáticas
- Eficiencias de equipo instalado

Es factible integrar todas estas condiciones variables, dentro del BMS que se trate, para lograr optimizar los recursos energéticos sin afectar las condiciones de confort y productividad del usuario de cada área. Así que los principales objetivos que debe cumplir un BMS para implementar las estrategias de ahorro de energía, son las siguientes:

- Ambiente amigable de comunicación con el usuario.
- Uso de la infraestructura de redes de comunicación dentro del inmueble.
- Respuesta inmediata a cualquier situación de advertencia o alarma en las condiciones de operación de los equipos subordinados al sistema.
- Posibilidad de comunicación con otros subsistemas que utilicen otro tipo de tecnología, mediante el uso de interfaces de comunicación de datos o integradores.
- Elaboración de reportes basados en las necesidades específicas de cada usuario, esto es, reportes de consumo, totalización de operaciones, horarios de trabajo, programación basada en calendario, reporte de insumos, reporte de usuarios.

Todo lo anterior encaminado, a que el usuario analice y determine las condiciones de trabajo de los diferentes equipos, para lograr la optimización del uso de la energía, análisis de diagnósticos, mantenimiento preventivo, estadísticas, gráficos de tendencias y alarmas.

En conclusión, el costo de la implementación de un BMS en un edificio, estará en función de sus necesidades de operación, la actividad del edificio (comercial, habitable, comunitario, industria, etc.) y de los servicios que ofrezca. En la siguiente tabla se muestran los costos-beneficios de contar o no con un BMS:

DESCRIPCIÓN	SIN BMS	CON BMS
Mantenimiento	Podría resultar costoso al realizar mantenimientos no necesarios a los equipos en periodos establecidos.	Se realizarían el número de mantenimientos necesarios a los equipos cuando el sistema detecte que son indispensables.
Confort	Compra de accesorios extra para satisfacer las necesidades del usuario.	Regulación de parámetros ambientales en los lugares trabajo y detección de fallas inmediatas en los equipos.
Estrategias de ahorro	No se puede asegurar el encendido y apagado de los equipos, ya que interviene el error del factor humano.	Es posible establecer horarios de operación de equipos en periodos determinados, de acuerdo a las necesidades de operación del edificio.
Productividad	Pueden existir pérdidas de materiales o producción, debidas a la inactividad de equipos en determinados periodos.	Se tienen las condiciones idóneas para llevar a cabo ciertos procesos.
Acceso a la información	La revisión de procesos de operación se realiza de manera manual.	El sistema tiene la capacidad de almacenar datos históricos y estado actual de los equipos, para tener acceso a ellos de manera remota y en tiempo real.
Seguridad	Se corre el riesgo de que ante un siniestro, la evacuación del personal no se realice a tiempo.	Se tiene mayor posibilidad de asegurar el cumplimiento de normas establecidas para resguardar la seguridad de las instalaciones y el bienestar de las personas.
Tiempos de respuesta	Dependerán del factor humano.	Se tienen elementos para la correcta toma de decisiones ante un evento inesperado.

Tabla 5.1.1. Relación Costo-Beneficio

5.2 FACTORES AMBIENTALES

El criterio ecológico desempeña un papel muy importante en construcciones dotadas de un sistema inteligente para su administración, sin embargo, este criterio debe considerarse desde las fases de planeación y diseño arquitectónico del edificio; con el fin de obtener un mejor aprovechamiento de los recursos naturales.

La presencia de un edificio inteligente en una zona determinada provocará un impacto ambiental el cual, como se dijo anteriormente, tendrá que contemplarse desde el diseño para dar soluciones a desequilibrios que puedan surgir en el entorno, debidos a la construcción, de tal forma que no se altere el modo de vida de la zona. Por ejemplo, la falta de agua potable, el abastecimiento de energía eléctrica, la cantidad de desechos que se generan, etc.

Los estudios de impacto ambiental están encaminados a identificar, predecir, evaluar y presentar las posibles afectaciones al entorno y proponiendo las medidas de mitigación que deben realizarse previas a la ejecución de las obras o actividades que pueden atentar contra el equilibrio ecológico.

Esto ha llevado a determinar mecanismos o técnicas que contribuyen a tener una idea clara de la problemática a la que se enfrentará la administración del edificio, así como el compromiso de llevar a cabo acciones para la preservación y ahorro de los recursos que intervienen en la operación cotidiana del edificio; sin sacrificar con ello, la comodidad y el confort de los habitantes:

- Aplicación de las técnicas más avanzadas en toda su amplitud.
- Conservación y ahorro de energéticos, de agua y otros recursos naturales.
- Interrelación entre los diferentes sistemas cuando esto permita un ahorro de energéticos, de agua y de otros recursos naturales.
- Utilización de las condiciones naturales, tales como: luz natural, clima, etc.
- Contemplar las técnicas más avanzadas para la operación y mantenimiento.
- Proporcionar las medidas de seguridad requeridas en forma racional para las personas y para los bienes muebles e inmuebles.

Así, los factores y/o elementos que deben ser considerados para cumplir con estos lineamientos, se describen a continuación:

Energía eléctrica

Los sistemas eléctricos deberán contemplar en su diseño, la aplicación de las técnicas de la ingeniería que actualmente se desarrolla en México y la utilización de técnicas nuevas con objeto de ser congruentes con la política en relación con la conservación y ahorro de energéticos y la política para evitar la contaminación ambiental (ecología).

En los edificios inteligentes los sistemas ambientales para generar ahorro energético presentan numerosas soluciones tecnológicas adoptadas como la utilización pasiva de la

energía solar, y además, con diferentes tipos de pantallas (cortinas o venecianas interiores, vidrios pintados, revestidos o dobles, persianas o celosías exteriores, fijas o móviles, etc.) para proteger de la radiación solar las superficies de vidrio en fachadas de los edificios.

De lo anterior concluimos que al evitar el paso directo de la acción solar por diferentes tipos de protecciones, como pueden ser parasoles, esto produce un descenso en la carga térmica en las instalaciones, y por consiguiente, se bajan los requerimientos de equipos de aire acondicionado y su consumo de energía eléctrica, lo cual ofrece un considerable ahorro energético económico y un mayor confort para las personas que habitan dichas instalaciones.

El aprovechamiento de la luz y la ventilación naturales representa un gran ahorro de electricidad. Un programa de ahorro de energía debe concentrarse en aquellos equipos y sistemas que mayor consumo de energía representen. En inmuebles con sistema de aire acondicionado, se puede distribuir el consumo de energía de la siguiente forma:

Aire acondicionado	48%
Iluminación	24%
Elevadores y bombas	13%
Artículos diversos	15%

De lo anterior podemos deducir que las medidas que se tomen para reducir el consumo de energía en los sistemas de aire acondicionado e iluminación serán las que mayores repercusiones representen, por lo que el programa de ahorro de energía deberá centrarse en estos sistemas.

Es factible integrar todas estas condiciones variables, dentro de la estructura de la base de datos del sistema de automatización y control que se trate. Para lograr optimizar los recursos energéticos sin afectar las condiciones de confort y productividad del usuario del inmueble.

Agua

Agua potable

Para suministrar la dotación de agua potable requerida por los conjuntos o edificios, las redes municipales que abastecen al área no siempre tienen la presión que se requiere en especial en construcciones de muchos niveles, por lo que el abastecimiento de agua potable se hace por medio de equipos de presión que succionan el agua de cisternas que son llenadas por las redes municipales (tomas domiciliarias que descargan en las cisternas de los conjuntos o edificios).

A partir de las cisternas se alimentan todos los servicios que requieran de agua potable por medio de diferentes sistemas (redes) que utilizarán equipos de presión y de bombeo, algunos pueden ser del tipo de bombas hidroneumáticas (*boosters*) de alta eficiencia y controlados automáticamente por medio de sensores y microprocesadores.

Como medida ambiental, este tipo de sensores ayudan a reducir las descargas de agua en servicios que en otro tipo de instalaciones se realizan de manera manual; contribuyendo al desperdicio de agua.

Agua tratada

El abastecimiento de agua para el sistema de condensación de aire acondicionado, los servicios sanitarios, el servicio de riego de áreas verdes y la limpieza de áreas pavimentadas, se podrá hacer con agua tratada para evitar la utilización de agua potable en este tipo de servicios, cabe mencionar que el sistema de condensación para los sistemas de acondicionamiento de aire puede ser hecho con aire, evitando la utilización de agua para este efecto.

El agua tratada podrá ser obtenida de las aguas negras y/o grises producidas en las construcciones y una planta de tratamiento.

En este punto, el BMS será capaz de monitorear el proceso de tratamiento de aguas negras y pluviales, con el fin de que el ciclo de tratamiento se cumpla bajo las mejores condiciones, es decir, que los equipos operen correctamente y los niveles de químicos que se requieren sean los adecuados.

Aguas negras.

Una buena medida previo estudio técnico-económico o en cumplimiento con las determinaciones de las autoridades respectivas en los conjuntos y edificios, es la de tratar el agua negra de manera que pueda reciclarse, para ciertos servicios. En algunos casos se entrega al D.D.F. en sus redes de agua tratada o bien puede comercializarse para entrega a compañías que venden el agua tratada para talleres y fábricas.

Aguas pluviales.

Con objeto de no saturar el drenaje municipal y afectar a los vecinos y áreas circunvecinas, las aguas pluviales se deben captar en un tanque de tormentas y después se descargan paulatinamente por medio de un sistema de bombeo al drenaje municipal. También pueden reciclarse e incluso potabilizarse, previo tratamiento de filtrado y desinfección.

Aire

Ventilación de estacionamientos

Los niveles de estacionamientos deben ser ventilados mecánicamente por medio de abanicos de inyección de aire y extractores operados automáticamente por sensores de monóxido de carbono (CO), de manera que puedan funcionar por zonas cuando el nivel de CO alcance valores de contaminación peligrosos para las personas, de esta manera se asegura un ambiente bueno y un ahorro de energía eléctrica.

Aire acondicionado

Dependiendo de la categoría de los conjuntos o edificios, se instalarán sistemas de aire acondicionado que pueden ser de diferentes tipos en cuanto al servicio que se proyecta suministrar, ya sea para confort o para operación de sistemas de cómputo, pudiendo tener opciones de refrigeración, calefacción o ambos.

El BMS se utilizará con el objeto de vigilar la demanda de energía y disminuir la demanda máxima; además de controlar la pureza del aire con el monitoreo de los filtros.

Contaminación ambiental

Todos los edificios, independientemente de su naturaleza, producen desechos. En estos lineamientos no se toca este aspecto por la gran variedad de soluciones específicas para cada caso y por los muchos criterios y reglamentaciones que interaccionan. Sin embargo, algo que no puede dejar de considerarse, es el impacto ecológico al medio ambiente que los desechos van a causar. Cualquier solución que se aplique en este sentido, será notoriamente tomada en cuenta en el grado de inteligencia de un edificio.

En los edificios inteligentes el control de la contaminación ambiental requiere procesos eficientes de manufactura y conversión de energía; cultura ecológica y esfuerzos coordinados, para eliminar los desechos en su origen; medir constantemente sus efectos perniciosos sobre plantas, animales y estructuras como la capa de ozono. Por ejemplo, se han desarrollado nuevas tecnologías sobre los refrigerantes que utilizan los sistemas de aire acondicionado, las cuales han disminuido en gran medida el impacto ecológico ya que se comprobó que los refrigerantes destruyen la capa de ozono de la tierra.

Con lo anterior se han logrado avances, con plena conciencia del grave problema que enfrentamos, y se ha promovido el combate a la contaminación ambiental. La actual política ecológica en México está caracterizada por la obligatoriedad del manifiesto de impacto ambiental de las obras públicas y privadas, establecidas en la "Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Medio Ambiente". El reto consiste en medir cualitativa y cuantitativamente, desde la fase de estudios y proyectos, los aspectos ambientales que generan las obras sobre los siete elementos del ecosistema: agua, aire, suelo, flora, fauna, clima y hombre.

5.3 VENTAJAS Y DESVENTAJAS

Es un hecho que para que un BMS realice sus funciones de control y monitoreo de manera adecuada sobre los sistemas de control existentes en un edificio, es necesario que en éste último, exista toda la infraestructura que permita la comunicación entre los dispositivos de control y el sistema de información, propiamente.

Debido a esto, la inversión inicial es un punto que generalmente hace que no proliferen gran cantidad de estos edificios, ya que dotar de todos los servicios y de un precableado para voz y datos, puede resultar caro desde el punto de vista del dueño, quien deberá asumir la inversión. Sin embargo, con el paso del tiempo, esta inversión es muy bien remunerada para los usuarios, administradores y dueños del edificio.

Entre las ventajas que se obtienen al instalar un sistema de este tipo en un edificio, están:

- | | |
|---------------------------------|---|
| Flexibilidad | Debido a los rápidos cambios en las necesidades del mercado, las industrias se obligan a implementar modificaciones, reprogramaciones y expansiones en plazos cada vez menores dentro de su sistema, de acuerdo a sus necesidades actuales y futuras. |
| Menor costo de mantenimiento | El autodiagnóstico, confiable y seguro, proporcionado por los dispositivos hace posible la integración de programas de mantenimiento. Las estadísticas operativas, proporcionan informaciones útiles para la previsión de fallas y la implementación del mantenimiento correspondiente.
Los diagnósticos rápidos y las estadísticas operativas permiten la anticipación de las fallas antes de que puedan provocar daños graves a los equipos. |
| Mayor facilidad de operación | Entrenar al personal de manera consistente en el uso del equipamiento que no está en operación resulta caro y lleva tiempo. Un sistema propio garantiza un aprendizaje simple y amigable, reduciendo la posibilidad de cometer errores peligrosos. El tiempo y el costo del entrenamiento son mucho menores, pues se originan en la utilización de aplicaciones convencionales. |
| Mayor facilidad de diagnósticos | La detección e identificación inmediata de problemas significa una reducción enorme de situaciones riesgosas. Los diagnósticos son comunicados a los operadores de planta, también son usados por los propios dispositivos, lo que garantiza paradas de proceso en condiciones más adecuadas, sin la necesidad de la acción de controladores de alto nivel. |

Sin duda, una importante ventaja de contar con este tipo de sistemas radica en el **ahorro**. Por ejemplo, el sistema consigue ahorrar energía eléctrica, estableciendo secuencias de operación más eficientes y garantizando que los servicios que más energía eléctrica consumen, solamente funcionen en el horario en el cual sean requeridos, evitando tiempos muertos, lo que se traduce en ahorros que pueden alcanzar hasta un 40%.

Si lo anterior es combinado con el uso de lámparas de alta eficiencia y en general equipos eléctricos de alta eficiencia los ahorros pueden ser muchísimo mayores, podemos citar el caso de lámparas que consumen apenas el 25% de la energía eléctrica que consumen sus equivalentes en lámparas convencionales, por lo que su costo de operación es mucho menor.

Un ahorro adicional es el derivado de alargar la vida de todos los equipos, ya que se reducirá el período de tiempo durante el cual funcionan cada día.

En cuestión de **seguridad**, se consigue al utilizar subsistemas que garanticen la pronta detección de cualquier situación de riesgo y estableciendo secuencias de operación que garanticen que la respuesta ante un siniestro sea realmente inteligente, como un ejemplo, podríamos citar el inicio de un incendio; mediante el sistema de control centralizado podemos conseguir que el equipo de aire acondicionado se detenga en las áreas afectadas y que presurice cubos de escaleras, lo anterior con el fin de no contribuir a agravar el incendio y además de asegurar rutas de evacuación seguras para los ocupantes del edificio. Algunas opciones que podrían seguirse ante esta situación sería suspender automáticamente el suministro eléctrico a las áreas afectadas y liberar las puertas que se encontrarán controladas mediante un sistema de control de acceso.

Se consigue también, incrementar el **confort** de los usuarios o habitantes del edificio al conseguir mantener controlados factores como los niveles de iluminación adecuados a cada área o el buen funcionamiento del equipo de aire acondicionado, entre otros. Lo anterior se traducirá en un ambiente más agradable y productividad del personal en el desarrollo de sus funciones.

Por último y como valor agregado, si un edificio tiene un uso comercial, las pequeñas empresas instaladas en él, tienen la oportunidad de acceder a servicios comunes que, por su costo, no podrían implementarlos en forma individual. De hecho, supone una importante ventaja el que puedan acceder a ciertos servicios dentro de una gama muy amplia sólo de forma ocasional.

El administrador en este sentido, es quien tendría una ventaja inmediata de la oferta de estos servicios: además de vender un producto que resulta imprescindible para algunos clientes y benéfico para todos, diferencia al edificio de otros muchos, aumentando los beneficios de la inversión realizada.

CONCLUSIONES

El Modelo de un Sistema Administrador de Edificios surge de proponer un método que considere las etapas fundamentales para el análisis, diseño y desarrollo de sistemas de control de edificios.

Partiendo de la idea de este proyecto cabe resaltar algunos de los puntos más importantes del modelo propuesto, para efectos de algún desarrollo de software que se base en él:

- Dar a conocer el funcionamiento de un BMS a través de los factores más importantes que lo conforman.
- La tecnología de los controladores propuesta es estándar, lo que permite que tenga mayores posibilidades de integración en una red de control.
- Mostrar que las redes que utilizan el protocolo TCP/IP son la tendencia en cuanto a tecnología de comunicaciones.
- La propuesta de un manejo de datos más sencillo a través de archivos de definición de datos, que ahorrarían en la inversión de un manejador de base de datos completo.
- Los beneficios que otorga un modelo a seguir se verán reflejados en los costos de inversión y de implementación del proyecto.
- Fomentar la motivación de que empresas mexicanas se dediquen a desarrollar software de control de este tipo.
- Fomentar el trabajo interdisciplinario para promover la apertura de mercado.
- Otorgar valor agregado a las empresas a través de la utilización de tecnología de punta.

Lo anterior nos lleva a establecer que un sistema basado en este modelo resultará económicamente rentable comparado con aplicaciones existentes en el mercado y que cumplirá con las funciones más relevantes de un BMS, sin embargo, no se descarta que a lo largo del desarrollo de un sistema, puedan establecerse algunas otras:

- El BMS controla todos los sistemas basándose en instrucciones lógicas (SI-ENTONCES), lo cual permite flexibilidad en la secuencia de operación de los equipos, evitando errores de operación que puedan repercutir en desperdicios de energía eléctrica.
- Debe ser capaz de llevar de la mejor manera la administración de recursos, mediante una serie de estrategias de control existentes en el módulo de toma de decisiones del sistema y dirigidas a su óptimo aprovechamiento.

- El sistema opera en forma tal que los costos de operación y mantenimiento del edificio se mantienen en un nivel considerablemente bajo respecto de los que se tuvieran con procedimientos convencionales.
- La calendarización de eventos además de contribuir al ahorro energético, abre la posibilidad de automatizar y predecir el tiempo exacto de operación de los equipos, evitando errores humanos que puedan causar posibles accidentes y desperdicios de energía eléctrica.
- El acceso a la información de todos los puntos de la red es en forma directa y dinámica (tiempo real). Esto es, que es posible acceder de manera automática a la información solicitada o programada en el momento que sea requerida, permitiendo la interacción entre el controlador y el usuario.

Es un hecho que, para la mayoría de los edificios y organizaciones en México, la inteligencia integrada no es todavía operativa y puede también no ser una necesidad inmediata. Sin embargo, el cambio es irreversible, y para poder competir con otros países y para mantener actualizado y atractivo al país para la inversión extranjera, es necesario seguir la corriente del desarrollo tecnológico.

A

Actuador	Dispositivo que convierte una magnitud eléctrica (tensión o corriente) en una salida mecánica.
Ancho de banda	Término técnico que determina el volumen de información que puede circular por un medio físico de comunicación de datos, es decir, la capacidad de una conexión. A mayor ancho de banda, mejor velocidad de acceso; más personas pueden utilizar el mismo medio simultáneamente. Se mide en Hertz o bps (bits por segundo).
ASCII	<i>American Standard Code for Information Interchange</i> , Código Estándar Americano para el Intercambio de Información.
Asíncrono	Que no tiene un intervalo de tiempo constante entre cada evento.
Aspersión	Esparcimiento de agua u otro líquido en forma de pequeñas gotas: riego por aspersión.

B

Backbone	Parte de la red que soporta la mayor parte del tráfico de datos. También conocida como troncal, conecta redes más pequeñas o nodos, para crear redes de mayor tamaño. Normalmente transmite los datos a una velocidad más elevada que el resto de la red. En redes muy grandes, como Internet, puede haber varios troncales, cada uno de los cuales cubre grandes zonas de la red. En redes pequeñas, el troncal se puede llamar bus.
Biométrico	Es todo aquel equipo que mide e identifica alguna característica propia de las personas. Se basan en la tecnología de reconocimiento de una característica de seguridad y una característica física e intransferible de las personas, como la huella digital.
Bridge	Dispositivo que conecta dos o más redes físicas que utilizan el mismo protocolo de comunicaciones y encamina paquetes de datos entre ambas.
Buffer	Espacio de memoria que se utiliza como regulador y sistema de almacenamiento intermedio entre dispositivos de un sistema informático. Así, por ejemplo, las impresoras suelen contar con un buffer donde se almacena temporalmente la información a imprimir, liberando la memoria de la computadora de dichos datos, y permitiendo que el usuario pueda seguir trabajando mientras se imprimen los datos. También existen buffers entre diferentes dispositivos internos del ordenador.

C

CCTV *Closed Circuit TV*, Circuito Cerrado de TV. Sistema sin difusión pública que utiliza cable para enlazar los equipos de producción de imagen (cámaras o grabadores), con los terminales receptores (televisores o grabadores) en edificios específicos.

Chillers Equipos enfriadores de agua a través de refrigerantes, gas y otros productos químicos.

Conmutación Cambio de una conexión específica o el control de una determinada operación. Término general usado para describir la operación de un conmutador. Debido a que se asocia con el hardware, la conmutación suele tener una velocidad mayor que el enrutamiento.

D

DataBase File (DBF) Es el formato nativo de archivos de datos de *Clipper*, que fue mostrada por primera vez en el Dbase III.

Datagrama Conjunto de datos de características específicas. Paquetes de datos que viajan por una red.

Dimmer Es un regulador que se encarga de variar la cantidad de intensidad luminosa que se deja pasar desde un interruptor hasta una bombilla.

Domótica Es el conjunto de servicios proporcionados por sistemas tecnológicos integrados, como el mejor medio para satisfacer estas necesidades básicas de seguridad, comunicación, gestión energética y confort, del hombre y de su entorno más cercano.

E

Ergonomía Se emplea para definir la actividad de carácter multidisciplinario orientada al estudio de la conducta y las actividades de las personas, con la finalidad de adecuar los productos, sistemas, puestos de trabajo y entornos a las características, limitaciones y necesidades de sus usuarios. Su objetivo consiste, a este respecto, en optimizar la eficacia, la seguridad y el confort.

F

Firmware Parte del software de una computadora que no puede modificarse por encontrarse en la ROM o memoria de sólo lectura. Es una mezcla o híbrido entre el hardware y el software, es decir, tiene parte física y una parte de programación consistente en programas internos implementados en memorias no volátiles, un ejemplo típico de Firmware lo constituye la BIOS.

Fotoeléctrico Es el proceso por el cual se liberan electrones de un material por la acción de la radiación.

G

Gateway Dispositivo que une dos redes que utilizan diferentes protocolos de comunicaciones, convirtiendo la información de un protocolo a otro. Los gateways incluyen todo el hardware y software necesario para conectar diferentes sistemas operativos o redes locales a mainframes o redes WAN.

H

Hidroneumático Que funciona mediante agua, aire o un fluido comprimido.

Hub Concentrador, dispositivo que integra distintas clases de cables y arquitecturas o tipos de redes de área local.

HVAC Heating Ventilation and Air Conditioning, Sistema de Ventilación, Calefacción y Aire Acondicionado.

I

Inmótica La más alta tecnología es utilizada en edificaciones convirtiéndolas en "inteligentes". Edificios pensantes que a base de una central inteligente controla básicamente todos los sistemas instalados para reducir el consumo de energía y aumentar el confort.

Ionización Es el proceso químico o físico mediante el cual se producen iones, átomos o moléculas cargadas eléctricamente debido al exceso o falta de electrones respecto a un átomo o molécula neutra.

K

Kilowatts Unidad de medida de potencia.

M

Modularidad Se refiere a la arquitectura de un equipo o instrumento, constituido por módulos fácilmente intercambiables.

Multiplexaje Combinación de dos o más señales independientes sobre un único canal de transmisión.

N

NIC *Network Interface Card*, Tarjeta de Interfaz de Red.

O

Ofimática Es el software especializado para la productividad del trabajo de oficina, como son los procesadores de texto, hojas de cálculo, diseño de presentaciones, bases de datos, organizadores etc.

P

Portadora Señal cuyas propiedades son modificadas para transmitir información en ella.

Presurización Mantenimiento de la presión atmosférica de un recinto a niveles normales para los humanos, independientemente de la presión exterior.

Principio de superposición Este principio indica que, la fuerza que ejerce un sistema de cargas sobre otra es igual a la suma (vectorial) de las fuerzas de cada una de las cargas del sistema sobre la otra.

R

Radiofrecuencia Cualquiera de las frecuencias de las ondas electromagnéticas empleadas en la radiocomunicación.

Relé Dispositivo electromecánico en el que por medio de un electroimán se acciona un juego de uno o varios contactos que permiten abrir o cerrar circuitos eléctricos.

Router Encaminador, dispositivo que une entre sí dos redes, de forma que la información que no va dirigida a la otra red, no pasa a ella.

Routing Determinación del camino a tomar en la red por una comunicación o por un paquete de datos.

S

Set Point Punto de referencia.

Sistemas Expertos Son programas que reproducen el proceso intelectual de un experto humano en un campo particular, pudiendo mejorar su productividad, ahorrar tiempo y dinero, conservar sus valiosos conocimientos y difundirlos más fácilmente

Sprinklers Son sistemas automáticos de irrigación que se activan para apagar

	el fuego de edificios en un incendio. También conocidos como rociadores.
Switch	Término general que se aplica a un dispositivo electrónico o mecánico que permite que una conexión se establezca según sea necesario y se termine cuando ya no haya ninguna sesión para soportar.
T	
TC	Terminal de control.
Token	Trama especial que pasa de una estación a otra para controlar la transmisión o cuando se esta tiene que enviar un paquete. Incluye información de prioridad, de forma tal que el control de la red lo pueda tomar solo una PC con igual o mayor prioridad.
Transductor	Dispositivo que permite convertir algún tipo de energía en una señal eléctrica, la cual puede fácilmente transmitida, amplificada o filtradas.

Libros

Finley, Jr. M. R., Karakura, A., Nbogni, R.
Survey of Intelligent Building Concept
IEEE Communications Magazine, Abril, 1991

Flax, B. M.
Intelligent Buildings
IEEE Communications Magazine, Abril 1991

Gardarin, George
Bases de Datos
Madrid, Ed. Paraninfo, 1990

Instituto Cerd – Area de Telecomunicaciones
Edificios y áreas inteligentes. Definición de un concepto emergente
Fundación privada Ildefonso Cerd, Barcelona, 1989

IBI
Intelligent Buildings Definition Guideline
Fundación IBI, Washington, 1987

Khoshafian, Setrag, et al.
Edificios Inteligentes
España, Editorial Paraninfo, 1994

Magallón Civera, José Antonio
Clasificación y proyecto de edificios inteligentes.
España, Universidad Politécnica Valencia, 1995
(Servicios de publicaciones colección Libro-Apuntes número 24)

Rance, L. y Valerdi, J.
Sistemas de control y seguridad en edificios inteligentes
México, D. F.

Tsai, Alice Y. H.
Sistemas de Base de Datos: Administración y Uso
México, Ed. Prentice-Hall Hispanoamericana, 1990

Tesis

Fraga Sánchez. José Luis
Tecnología de Edificios Inteligentes Aplicadas a un Auditorio
México, 2001, Instituto Politécnico Nacional

Ríos Alanis, María
Lineamientos para la realización de proyectos de Edificios Inteligentes
México, 1996, Fac. Ingeniería, UNAM

Artículos

"10 Maneras de Ahorrar Dinero en un Edificio Inteligente"

Ing. Xóchitl Gálvez Ruíz

IMEI

"Diplomado Básico: Flexibilidad en los Edificios Inteligentes"

Ing. Guillermo Casar Marcos

IMEI

"Diplomado Edificios Inteligentes"

Presentación World Trade Center

IMEI

"Edificios Inteligentes"

Mtro. Enrique Sanabria Atilano

IMEI

"Operación de Instalaciones, Equipos y Sistemas en Edificios Inteligentes"

Johnson Controls

IMEI

"Planeación Integral en el Diseño de un Edificio Inteligente"

Ing. Xóchitl Gálvez Ruíz

IMEI

"Sistemas Avanzados para Edificios"

Honeywell

IMEI

Direcciones de Internet

<http://www.revista.unam.mx/vol.1/art3/edificios.html>, Mayo de 2004

<http://www.nova.es/~mromero/domotica/caracter.htm>, Mayo de 2004

<http://www.imei.org.mx/products.htm>, Mayo de 2004

http://alipso.com/monografias/2609_edificios/, Mayo de 2004

<http://www.cai.org.ar/teconostruccion/edificios-intelig.html>, Mayo de 2004

<http://www.wisc.uniandes.edu.co/~revista/articulos/edificio.html>, Mayo de 2004

<http://www.monografias.com/trabajos14/domotica/domotica.shtml>, Mayo de 2004

http://www.metroscubicos.com/abargon/edit_opera/checklist.htm, Mayo de 2004

<http://www.latorremasinteligentedevalencia.com/inteligencia/beneficio.html>, Mayo de 2004

http://www.scinet-corp.com/asociados/index.htm?rsi_edificios.htm~index2, Mayo de 2004

<http://www.saulo.net>, Enero de 2004

<http://www.latorremasinteligentedevalencia.com/inteligencia/beneficio.html>, Mayo de 2004