

PROTOCOLOS Y HARDWARE PARA CONSTRUCCIONES INTELIGENTES

PABLO MARTINEZ JIMENEZ

WILLIE RAMOS GENES

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR

CENTRO DE EDUCACIÓN PERMANENTE

MINOR EN COMUNICACIONES Y REDES PARA COMPUTADORES

CARTAGENA DE INDIAS

2004

PROTOCOLOS Y HARDWARE PARA CONSTRUCCIONES INTELIGENTES

PABLO MARTINEZ JIMENEZ

WILLIE RAMOS GENES

**Monografía presentada como
requisito para optar al título de
Ingeniero Electrónico**

Director:

EDUARDO GOMEZ VASQUEZ

**Magíster en Ciencias Computacionales
Especialidad en Redes de Computadoras**

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR

CENTRO DE EDUCACIÓN PERMANENTE

MINOR EN COMUNICACIONES Y REDES PARA COMPUTADORES

CARTAGENA

2004

Nota de aceptación

Firma del Presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Cartagena, Mayo 28 de 2004

TABLA DE CONTENIDO

	Pag.
1. PRESENTACIÓN	14
2. EVOLUCION DE LAS CONSTRUCCIONES INTELIGENTES	17
2.1 COMPUTACIÓN UBICUA	18
2.2 CARACTERÍSTICAS DE UN ENTORNO INTELIGENTE	21
2.3 DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN EN ENTORNOS INTELIGENTES	26
3. PROTOCOLOS Y ESTANDARES PARA CONSTRUCCIONES INTELIGENTES	31
3.1 METAGLUE	31
3.2 EL SISTEMA EIB	33
3.2.1 ASOCIACIÓN EIBA	34
3.2.2 TRANSMISIÓN DE LA INFORMACIÓN	34
3.2.3 TOPOLOGIA DEL SISTEMA EIB	36
3.2.4 LINEA	38
3.2.5 AREA EIB	38
3.2.6 ADJUDICACIÓN DE FUNCIONES Y DIRECCIONES A CADA UNO DE LOS ELEMENTOS	41
3.2.7 ADJUDICACIÓN DE LAS DIRECCIONES FÍSICAS AL MODELO	42
3.2.8 ADJUDICACIÓN DE LA FUNCIÓN DEL PRODUCTO	43
3.2.9 MECANISMOS DEL SISTEMA.	44

3.2.10 DIFERENCIAS ENTRE UNA INSTALACIÓN CONVENCIONAL Y UNA INSTALACION EIB	46
3.3 SISTEMA CE-Bus	47
3.3.1 ASOCIACIÓN CE-BUS	47
3.3.2 TRANSMISIÓN DE LA INFORMACIÓN	48
3.3.3 TOPOLOGÍA	49
3.3.4 MEDIOS DE TRANSMISIÓN	50
3.3.5 UNIDADES CE-BUS	51
3.3.6 VENTAJAS DEL SISTEMA CE-BUS	55
3.4 SISTEMA LONWORKS Y EL PROTOCOLO LONTALK	57
3.4.1 ASOCIACIÓN LONMARK	58
3.4.2 NEURON CHIP	59
3.4.3 PROTOCOLO LONTALK	61
3.4.4 TOPOLOGIA	63
3.4.5 TRANSCEIVER	64
3.4.6 VENTAJAS	65
3.4.7 PERSPECTIVAS DE LAS REDES LONWORKS	66
4. INTEGRACIÓN DE LA ARQUITECTURA Y LA PLATAFORMA DE CABLEADO EN UNA EDIFICACIÓN INTELIGENTE	67
4.1 DE LAS NUEVAS PLATAFORMAS	68
4.2 INTEGRACIÓN DESDE LA ARQUITECTURA	68
4.3 ESPACIOS DE ADMINISTRACIÓN	70
4.4 SISTEMAS DE CABLEADO	71

4.4.1 SISTEMA DE CABLEADO ESTRUCTURADO	71
4.5 ÁREAS O NIVELES JERÁRQUICOS	74
4.5.1 SUBSISTEMA DE CABLEADO DE DISTRIBUCIÓN DE EDIFICIO.	75
4.5.2 SUBSISTEMA DE CABLEADO DE DISTRIBUCIÓN(BACKBONE) DE CAMPUS.	76
4.5.3 SUBSISTEMA DE CABLEADO HORIZONTAL	77
5.SISTEMAS DE SEGURIDAD EN UNA CONSTRUCCIÓN INTELIGENTE	80
5.1 SISTEMAS DE CONTROL DE ACCESO	80
5.2 SISTEMA DE CIRCUITO CERRADO DE TELEVISIÓN (CCTV)	82
5.3 SISTEMAS DE DETECCIÓN DE HUMOS, INCENDIOS Y ALARMAS	83
5.4 SENSORES	86
5.4.1 SENSOR INTELIGENTE	87
5.4.2 SISTEMAS DE COMUNICACIÓN PARA SENSORES	88
6. DISEÑO	89
6.1 DESCRIPCIÓN DEL AREA DE TRABAJO	90
6.2 SELECCIÓN DEL PROTOCOLO A UTILIZAR	93
6.2.1 E.T.S. SOFTWARE PARA VISUALIZAR, CONTROLAR Y ACTUAR SOBRE INSTALACIONES EQUIPADAS CON EL SISTEMA INSTABÚS EIB.	96
6.3 SELECCIÓN DEL HARDWARE	98
6.4 CONSIDERACIONES DE DISEÑO DE UN CUARTO DE TELECOMUNICACIONES	104
6.4.1 CONSIDERACIONES DE DISEÑO DEL CABLEADO HORIZONTAL	107
6.5 PRESUPUESTO	113

CONCLUSIONES	114
ANEXOS	116

LISTA DE FIGURAS

	Pag.
Figura 1. Inteligencia Artificial	17
Figura 2. Reconocimiento de la interfaz al usuario	19
Figura 3. Sistema distribuido	24
Figura 4. Visualizador sensible al tacto (display táctil)	27
Figura 5. Wearable computing	29
Figura 6. Conexión entre agentes metaglu	32
Figura 7. Difusión de sucesos entre agentes	33
Figura 8. Telegrama EIB	35
Figura 9. Diagrama lógico de envío de un telegrama al bus	36
Figura 10. Diagramas de la línea EIB	37
Figura 11. Topologías del sistema EIB	37
Figura 12. Área EIB	39
Figura 13. Interconexión de áreas	40
Figura 14. Dirección física de los elementos	41
Figura 15. Dirección de grupo	42
Figura 16. Interfase RS-232	43
Figura 17. Mecanismos del sistema EIB	44
Figura 18. Actuador EIB	45
FIGURA 19. Red EIB	45
Figura 20. Lazo de control cerrado CE-BUS	47

Figura 21. Trama CE-BUS	49
Figura 22. Topologías CE-BUS	50
Figura 23. Sensor CE-BUS	52
Figura 24. Carril DIN	52
Figura 25. Actuador(DIMMERS)	52
Figura 27. Homeminder Keypad	54
Figura 28. Touch screen	54
Figura 29. Modelo de referencia OSI(CAPA DE APLICACIÓN)	56
Figura 30. Modelo TCP/IP	56
Figura 31. Red CE-BUS	57
Figura 32. Diagrama interno del NEURON CHIP	59
Figura 33. Medios de transmisión del sistema LONWORKS	62
Figura 34. Topologías LONWORKS	63
Figura 35. Transceiver LPT 11(14 PINES)	64
Figura 36. Red LONWORKS	66
Figura 37. Centro Corporativo	67
Figura 38. Sistema de cableado	73
Figura 39. Paneles de conexión(PATCH PANEL)	74
Figura 40. Niveles jerárquicos en un sistema de cableado estructurado	75
Figura 41. Esquema de cableado horizontal	77
Figura 42. Elementos en el área de trabajo(tomas Voz/Datos; patch cords)	78
Figura 43. Distribución del cableado, dentro de un edificio, siguiendo una estructura de niveles	79

Figura 44. Dispositivos de circuito cerrado de televisión (CCTV)	83
Figura 45. Diagramas de Sistemas de Circuito Cerrado de Televisión	83
Figura 46. Campo de aplicación	85
Figura 47. Sensores ultrasónicos	87
Figura 48. Sensores infrarrojos	87
Figura 49. Primer piso de aulas 2 (Laboratorios y Baños)	90
Figura 50. Segundo piso de aulas 2 (Dirección de programa Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Mecatrónica y aulas de clase)	91
Figura 51. Tercer piso de aulas 2 (Aulas de clase y baños)	92
Figura 52. Cuarto piso de aulas 2 (Dirección de programa de Psicología, Laboratorio de psicología y aulas de clase)	92
Figura 53. Quinto piso de aulas 2 (Zona de libre esparcimiento, centro de idiomas y sala de producción)	93
Figura 54. Sistemas convencionales	95
Figura 55. Sistema EIB	95
Figura 56. Display táctil (LCD)	96
Figura 57. Diagrama de interconexión ISDN(RDSI)	97
Figura 58. Detector de movimientos	99
Figura 59. Sensor de luminosidad	100
Figura 60. Interruptor crepuscular	101
Figura 61. Sensor de temperatura (EMR 812hg)	101
Figura 62. Actuador regulador	102
Figura 63. Actuador regulador universal	102

Figura 64. Camara de color digital Phillips	103
Figura 65. Diagrama de cuarto de telecomunicaciones y áreas de servicio	107
Figura 66. Vista Lateral edificio de aulas 2 U. T. B. con la interconexión de los dispositivos	109
Figura 67 . Diagrama de cableado primer piso	110
Figura 68. Diagrama de cableado segundo piso	111
Figura 69. Diagrama de cableado tercer piso	111
Figura 70. Diagrama de cableado cuarto piso	112
Figura 71. Diagrama de cableado quinto piso	112

LISTA DE TABLAS

	Pag.
TABLA 1. RESUMEN DEL MODELO OSI.	63
TABLA 2. CARACTERISTICAS DE TRANSCEIVERS.	65
TABLA 3. CONVENCIONES.	110
TABLA 4. PRESUPUESTO.	113

LISTA DE ANEXOS

	Pag.
Anexo A: Glosario	114
Anexo B: Bibliografía	117
Anexo C: Estándar ANSI/TIA/EIA-569 de administración para la infraestructura de telecomunicaciones de edificios comerciales	128
Anexo D: Estándar ANSI/TIA/EIA-606 de administración para la infraestructura de telecomunicaciones de edificios comerciales	129
Anexo E: Otros documentos de interés	

1. PRESENTACIÓN

Históricamente el hombre ha construido edificios o espacios para crear un entorno controlado donde poder vivir y trabajar. Pero a lo largo de las últimas décadas han cambiado las prioridades en diseño y la organización de edificios, como en el caso de las oficinas, las industrias y los campus universitarios. Ahora, se le empieza a dar más importancia a la concepción de un edificio desde su etapa de planeación para así incorporar, desde un principio, todos los elementos que servirán posteriormente para tener un ambiente más productivo, minimizando los costos. Esta tendencia es cada vez más fuerte y ya es irreversible. Por lo anterior se dio inicio a un tipo de construcciones avanzadas, a comienzos de los años ochenta cuando en Estados Unidos y Japón se comenzaron aplicar los conceptos de informática para mejorar la comodidad, habitabilidad y funcionalidad de los mismos, además es definida como una estructura que facilita a usuarios y administradores, herramientas y servicios integrados a la administración y comunicación. Este concepto propuso por primera vez, la integración de todos los sistemas existentes dentro del edificio, tales como teléfono, comunicaciones por computadora, seguridad, control de todos los subsistemas del edificio (calefacción, ventilación, aire acondicionado, etc.) y todas las formas de administración de energía. Pero surge una inquietud ¿Cuándo es posible considerar una construcción inteligente?, a la cual se le podrían dar múltiples respuestas. Una de esas tantas respuestas, podría ser,

que la inteligencia de un edificio empieza cuando, una vez automatizado, es dotado de un sistema que contiene aplicaciones de alto nivel que gestionan dicha automatización y proporcionan servicios más avanzados; el sistema inteligente. Otra sería definir como edificio inteligente a aquel que incorpora sistemas de información en todo el edificio. Ofreciendo servicios avanzados de la actividad y de las telecomunicaciones. Con control automatizado, monitorización, gestión y mantenimiento de los distintos subsistemas o servicios del edificio, de forma óptima e integrada. Local y remotamente. Diseñados con suficiente flexibilidad como para que sea sencilla y económicamente rentable la implantación de futuros sistemas. Todo esto puede ser presentado al usuario final permitiéndole acceder a la información del sistema por medio de una interfase gráfica y por medio de ventanas con texto o gráficos. En la pantalla del PC, por ejemplo, puede estar cargado el plano del edificio y oficinas donde en forma de iconos se ve el estado de los dispositivos. También el menú con los distintos servicios del sistema como los históricos. Gracias a esta interfaz el usuario podrá controlar muchos de los dispositivos y prestaciones de la construcción, tales como: el alumbrado, alarmas de incendio e intrusos, el acceso de personal, sistema de altavoces, ascensores y motores varios.

Para realizar todas estas funciones, sin necesidad de un operador, el sistema necesita sistemas basados en técnicas de inteligencia artificial, programados, capaces de:

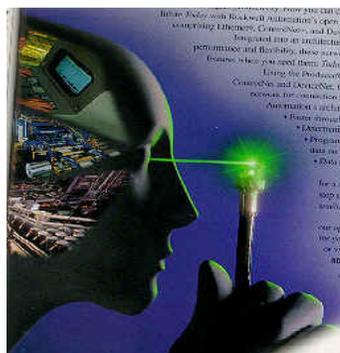
- Tomar las decisiones necesarias en un caso de emergencia.
- Predecir y auto diagnosticar las fallas que ocurran dentro del edificio.
- Tomar las acciones adecuadas para resolver dichas fallas en el momento adecuado.
- Monitorear y controlar las actividades y el funcionamiento de las instalaciones del edificio.

Por todo esto estas construcciones también son llamadas edificaciones "tecnológicamente avanzadas", es decir, que cuentan con dispositivos de última generación, que permiten que el sistema nos alerte, nos proteja, trabaje para nosotros y nos permita ahorrar dinero; comportándose como el sistema nervioso central del edificio, mediante una plataforma tecnológica que permita el establecimiento del "edificio conectado" con medidas de seguridad y niveles de automatización que permiten realizar las funciones antes descritas, además que al implementar un sistema automatizado en la construcción, se debe desarrollar algún tipo de red de área local que permita la interacción de los diferentes sistemas componentes, y la adopción de un determinado protocolo de red para que la intercomunicación pueda llevarse a cabo.

2. EVOLUCION DE LAS CONSTRUCCIONES INTELIGENTES

Aunque hace varias décadas que se trabaja en el área de las interfaces de usuario, hasta principio de los 90's no habían empezado a aparecer sistemas que se pudieran considerar con propiedad Entornos Inteligentes. En esta época los grupos más activos en el ámbito internacional en el desarrollo de Entornos Inteligentes son el Laboratorio de Inteligencia Artificial y el Media LAB, ambos del MIT, y el College of Computing de Georgia Tech. Estos tres departamentos son considerados entre los más punteros en investigación en áreas relacionadas con la interacción hombre-máquina. También realizan investigación dentro de este campo el Institute of Cognitive Science de la Universidad de Colorado o la Universidad de Toronto.

Figura 1. Inteligencia Artificial



En Europa también se presentó la aparición de trabajos en Entornos Inteligentes, entrados los 90's, donde se pueden mencionar como grupos de investigación activos en este tema los departamentos de ciencias de la

computación del Trinity College y del University College de Dublín, varios departamentos del INRIA francés, la Universidad de Karlsruhe en Alemania o el Viktoria Institute sueco. En España, aunque existe una amplia tradición de investigación en cada una de las técnicas necesarias para la construcción de Entornos Inteligentes (visión artificial, reconocimiento y análisis del habla, arquitecturas de agentes heterogéneos, interfaces de usuario), no se presentaron esfuerzos de integración de todas las anteriores técnicas para crear un Entorno Inteligente. La relevancia de los Entornos Inteligentes queda así mismo avalada por el énfasis que el V Programa Marco de investigación científica de la Unión Europea hace en esta área, a la que se dedica una iniciativa especial: *The Disappearing Computer*, así como múltiples referencias en otros programas (*Ubiquitous Computing, Natural User Interfaces*).

2.1 COMPUTACIÓN UBICUA

Los Entornos Inteligentes se basan en el concepto de computación ubicua¹. De acuerdo con la idea original, la ubicuidad y la transparencia del sistema son las principales características de la computación ubicua. Existen dos aproximaciones principales para satisfacer el requerimiento de ubicuidad:

- Que el sistema sea lo suficientemente móvil como para poder ser transportado por el usuario.

¹ WEISER, M. 1991. The computer of the 21st century. *Scientific American*, 265, 3, 66-75. Además: <http://www-sul.stanford.edu/weiser/>

- Que el sistema sea un espacio instrumentado que rodea al usuario en su posición, por ejemplo, una habitación, una oficina, un edificio (proporciona una perspectiva circundante de los usuarios).

De hecho, estas dos aproximaciones se complementan mutuamente y muchas instalaciones de computación ubicua cuentan con la sinergia de espacios instrumentados y dispositivos móviles. Estas instalaciones aplican la computación ubicua a:

- Proporcionar acceso a servicios computacionales.
- Hacer los dispositivos computacionales transparentes a los usuarios embebiéndolos en el entorno.
- Generar sistemas inteligentes e interactivos.

De este modo se obtienen herramientas con dos características fundamentales:

- Son herramientas invisibles, esto es, no son perceptibles en la conciencia del usuario. Así las personas sólo tienen que centrarse en la tarea que se está realizando.
- Son herramientas con un comportamiento tan cercano como es posible al del ser humano.

Estas ideas, junto con numerosos trabajos experimentales, han propiciado un gran interés en la computación ubicua. Su reto consiste en aumentar la incursión de los computadores en el medio a la vez que disminuyen su intromisión en los entornos cotidianos y proporcionan servicios más valiosos a los usuarios. Con este tipo de sistemas el usuario se debe ahorrar el proceso de buscar y encontrar la interfaz con el computador para hacer que sea la interfaz quien tome la responsabilidad de localizar y servir al usuario².

Figura 2. Reconocimiento de la interfaz al usuario



Todo este trabajo en computación ubicua tiene un gran impacto motivacional en los intereses de numerosos grupos de investigación para establecer una infraestructura de computación ubicua a larga escala.

Desde su definición, el punto de vista aquí desarrollado permanece como una constante utilizada para la creación de Entornos Inteligentes³.

²ORR, R.J. and ABOWD, G.D. 2000. The Smart Floor: A mechanism for natural user identification and tracking. In *Proceedings of CHI2000* (The Hague, Netherlands, April1-6).., además ampliar información en: [http://www.domotica.net/La Inteligencia de la Percepci%F3n.htm](http://www.domotica.net/La_Inteligencia_de_la_Percepci%F3n.htm);

³ NIXON, P.; DOBSON, S. and LACEY, G. 1999. Smart Environments: some challenges for the computing community. In *Proceedings of 1st International Workshop on Managing Interactions in Smart Environments* (MANSE'99, Dublin, Dec 1999), P. Nixon, G. Lacey and S. Dobson, Eds. Springer-Verlag, London, 1-4.

2.2 CARACTERÍSTICAS DE UN ENTORNO INTELIGENTE

A pesar de que los Entornos Inteligentes no son muy comunes a nivel mundial, como ya se ha descrito, existen varios trabajos que intentan acotar las características necesarias para su creación.

Aunque los requisitos mínimos necesarios pueden variar dependiendo del punto de vista y la aproximación tomada, todos se basan en el concepto de computación ubicua como punto de partida para la creación de un entorno con características computacionales avanzadas al servicio de los usuarios. Pentland, A. (1.996)⁴ opinó que un requisito necesario es que los computadores sean capaces de ver y oír lo que la gente hace para que así puedan llegar a ser realmente útiles. Las habitaciones inteligentes han de poseer cámaras y micrófonos que transmitan su información a una red de computadores. Gracias a esta conexión los usuarios pueden usar sus acciones, voces y expresiones para interactuar con el computador. A su vez, el entorno ha de ser capaz de conocer:

- Dónde se encuentran los usuarios dentro del entorno.
- Quiénes son los usuarios que se encuentran en el entorno, qué están diciendo y a quién se están dirigiendo.

⁴ PENTLAND, A. 1996. Smart rooms. *Scientific American*, 274, 4, 68-76.

- Qué están haciendo los usuarios en el entorno. Debe analizar las expresiones faciales y el habla siempre dentro del contexto en el que se encuentran.
- Por qué el usuario está realizando las acciones, de modo que el sistema pueda reaccionar ante ellas.

Combinando estas capacidades se pueden construir Entornos Inteligentes en los que los usuarios son capaces de comunicarse con los computadores de forma no obstructiva y el entorno puede incluso percibir estados de atención, emoción y adaptarse a sus usuarios (**Ver Figura 2**). Como ya fue mencionado, Nixon, P. (1.999) también coincide con algunas de las características hasta ahora descritas como necesarias en la construcción de un Entorno Inteligente:

- El usuario debe poder interaccionar con el espacio de forma intuitiva y de la manera apropiada. Para esto se necesita llevar la interacción con el computador un paso adelante para facilitar el intercambio de información a través del habla, la visión y los gestos y para integrar las acciones de los usuarios con diferentes contextos y modalidades.
- Los entornos deben poder aprender patrones de actuación para mejorar la calidad de la interacción entre el sistema y los usuarios.

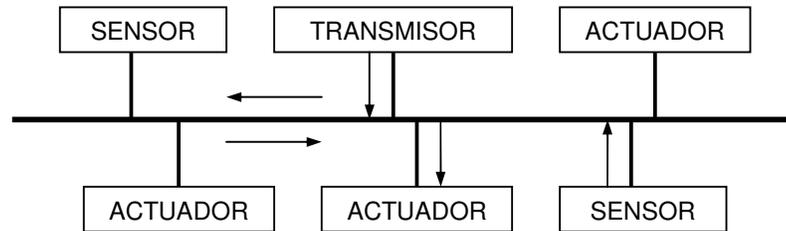
Sin embargo no todos los trabajos presentan el mismo punto de vista. Basándose también en este concepto de computación ubicua, Shafer S.⁵ (1.999) se aleja de la idea hasta ahora comentada de computación invisible (en la que el usuario puede llegar a ignorar completamente la existencia de un computador) para proponer un conjunto de interacciones explícitas e implícitas que se pueden combinar para conseguir un mayor aprovechamiento de los recursos disponibles.

Propone como medida necesaria para la creación de estos espacios unas características fundamentales que todos los Entornos Inteligentes deben compartir:

- Los sistemas deben poder permitir que los diferentes dispositivos de los que se componen se comuniquen entre ellos proporcionándose información significativa. Algunas de estas interacciones se han de producir de forma automática pero el usuario siempre debe poder ser consciente de cómo se producen. Por lo tanto es necesario un descubrimiento automático de dispositivos y una adaptación automática del comportamiento basada en la configuración y el estado de los dispositivos del sistema.

⁵ SHAFER, S. 1999. Ten dimensions of ubiquitous computing. In *Proceedings of 1st International Workshop on Managing Interactions in Smart Environments (MANSE'99, Dublin, Dec 1999)*, P. Nixon, G. Lacey and S. Dobson, Eds. Springer-Verlag, London, 5-16.

Figura 3. Sistema distribuido



- Los Entornos Inteligentes han de poseer un conocimiento del mundo. Esto requiere algún modelo de representación para comunicar las percepciones de los sensores a las aplicaciones y a otros elementos del sistema, lo cual significa, que se necesita una ontología del conocimiento.
- Se debe tener en cuenta diferentes aspectos para poder crearse un modelo de la gente. El sistema debe monitorear las actividades de los usuarios y utilizar parte de esta información para mejorar su rendimiento.
- Se ha de determinar dónde van a residir los datos generados por el sistema y cómo se van a almacenar, si es necesario que la información migre de un lugar a otro y cómo integrar la información de los elementos estáticos con los dinámicos.
- Los sistemas necesitan una ontología que estandarice las descripciones de los recursos a la vez que un mecanismo de nombres persistentes. Se necesita disponer de mecanismos que permitan o denieguen accesos a cada uno de los recursos.
- Los Entornos Inteligentes tienen que permitir el crecimiento y la mejora de cada una de las partes que los constituyen. Se ha de permitir añadir nuevos

dispositivos o conjuntos de dispositivos que se puedan utilizar de forma inmediata. Además, la ontología utilizada y las aplicaciones tienen que poder adaptarse a las nuevas necesidades.

- Deben definir un modelo a seguir de la interfaz entre los programas y los dispositivos que permita que el *software* se adapte al *hardware* del sistema.
- El entorno tiene que disponer de mecanismos de control automático del comportamiento del sistema aunque también han de permitir un control directo por parte de los usuarios. El sistema debe tener almacenadas especificaciones de comportamiento que determinen bajo qué condiciones se deben llevar a cabo ciertas acciones.
- El entorno ha de mejorar la vida de los usuarios que lo utilizan. Se tiene que determinar quién toma el control del proceso en cada momento y qué grado de libertad se proporciona a los usuarios.
- Un entorno ubicuo debería ser único para todo el mundo aunque tenga numerosas variaciones locales e incompatibilidades de un lugar a otro. Este entorno debería estar evolucionando continuamente.

Usando algunas de las características aquí expresadas han evolucionado los Entornos Inteligentes para intentar satisfacer cada vez nuevas necesidades que consigan hacer realidad el paradigma de la computación ubicua.

2.3 DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN EN ENTORNOS INTELIGENTES

Los esfuerzos pioneros en este sentido se han basado en una infraestructura fija para proporcionar servicios computacionales al usuario. Un ejemplo de tales entornos es el *Olivetti Active Badge System*, que cuenta con una infraestructura de marcado/señalización por infrarrojos instalados en cada oficina y habitación a lo largo de un edificio. Los usuarios llevan un identificador (badge/etiqueta) personal que les identifica y comunica su posición al servidor central. El *Xerox ParcTab system* de Want R. va un paso más allá al dotar al usuario con la capacidad de computación móvil. *ParcTab* se basa en un sistema de localizadores personales conscientes de la posición y equipados con una pantalla monocromática y una interfaz *basada en bolígrafo*. Mediante una infraestructura de comunicación se proporciona acceso remoto a las estaciones de trabajo o servidores de datos, visionado remoto de ficheros, diccionario, acceso a la Web, etc⁶.

Algunas de las aplicaciones iniciales de esta tecnología consistieron en localizar rápidamente a una persona en un campus o “teletransportar” automáticamente su computador personal a la estación de trabajo más cercana⁷.

⁶ WANT, R.; HOPPER, A.; FALCAO, V. and GIBBONS, H. 1992. The active badge location system. *ACM Transactions on Information Systems*, 10, 1, 91-102.

⁷ ROSU, M.; SCHWAN, K. and FUJIMOTO, R. 1997. Supporting Parallel Applications on Clusters of Workstations: The Intelligent Network Interface Approach.

Una extensión más reciente a los sistemas de *Active Badges* es el sistema *Audio Aura*, en el que los usuarios lleven un localizador personal y auriculares inalámbricos. Cuando se mueven por el edificio, transmisores de RF proporcionan información personalizada de la posición del usuario en forma de una señal de audio. Otras extensiones incluyen el sistema *Palplates*, que consiste en pequeños visualizadores (displays) sensibles al tacto instalados en posiciones estratégicas del entorno de una oficina: en salas de reuniones, en la cocina y junto a las impresoras⁸.

Figura 4. Visualizador sensible al tacto (display táctil)



En todos los sistemas anteriormente descritos, los servicios computacionales están disponibles dondequiera que el usuario esté. Pero el acceso a estos servicios es apenas transparente: los usuarios tienen que llevar u operar con dispositivos. Entre los mencionados, *Audio Aura* es el que presenta más

⁸ MANKOFF, J. and SCHILIT, B. Supporting knowledge workers beyond the desktop with Palplates. In *Proceedings of CHI'97* (Atlanta, GA, March 22-27).

transparencia, excepto por el hecho de que los usuarios tienen que llevar auriculares que les aíslen del resto del mundo⁹.

En este mismo sentido avanza el área de trabajo conocida como *augmented reality* (realidad aumentada). Por ejemplo, el *Digital Desk* creado por Wellner, P. (1.993)¹⁰ reemplaza la habitual alusión del escritorio basado en el monitor, teclado, el Mouse y el operador. Una cámara instalada en el techo y un proyector permiten que se utilice la superficie del escritorio como un dispositivo de entrada / salida. El usuario puede dibujar en una hoja de papel y beneficiarse de las ventajas de servicios computacionales, tales como las funciones de copiar / pegar (una línea dibujada puede ser copiada y entonces pegada: las copias son proyectadas). El usuario también puede empezar con un documento digital ya existente (por ejemplo, una proyección) y utilizar herramientas del mundo real como el bolígrafo, borrador o incluso las manos para manipular los datos. El escritorio en el mundo real es “mejorado” con capacidades computacionales. Existe un prototipo¹¹ que traslada esta técnica de interacción al campo de ingenieros móviles que anotan dibujos de ingeniería en la construcción. Existen otros prototipos de realidad aumentada que requieren que el usuario lleve dispositivos especiales tales como visualizadores

⁹ Mayor información en el proyecto *Things that Think* del MIT Media Laboratory.

¹⁰ WELLNER, P. 1993. Interacting with paper on the digital desk. *Communications of the ACM*, 36, 7, 86-96.

¹¹ El prototipo *Ariel* diseñado por Mackay, W.E. (1.995). MACKAY, W.E.; PAGANI, D.S.; FABER L.; INWOOD, B.; LAUNIAINEN, P., BRENTA, L. and POUZOL, V. 1995. Ariel: Augmenting paper engineering drawings. In *Proceedings of CHI'95* (Denver, CO, May 7-11).

transparentes que proyectan anotaciones en una vista del mundo real. Sin embargo, los usuarios pueden moverse libremente por un espacio (por ejemplo, una biblioteca, una sala de mantenimiento). El sistema *Karma* para el mantenimiento de copadoras instituido por Feiner, S. (1.993)¹² y el sistema *Boeing's Wearable* para el mantenimiento de aviones instituido por Sims, D. (1.994) son representativos de esta aproximación.

Extensiones a este tipo de trabajo han dado como resultado un nuevo campo de investigación titulado *Wearable Computing* (computadores que se llevan puestos). Los intereses de la investigación en esta área se dirigen hacia la potenciación de las capacidades humanas mediante el infiltramiento de la parte computacional en la ropa o en artefactos de uso diario.

Figura 5. Wearable computing



Del mismo modo, la interacción transparente también ha sido examinada para entornos de oficina por Stafford-Fraser, Q. And Robinson, P. (1.996)¹³. Un buen

¹² FEINER, S.; MACINTYER, B. and SELIGMANN, D. 1993. Knowledge-based augmented reality. *Communications of the ACM*, 36, 7, 53-62.

¹³ STAFFORD-FRASER, Q. and ROBINSON, P. 1996. BrightBoard: A video-augmented environment. In *Proceedings of CHI'96* (Vancouver, April 13-18).

ejemplo ya desarrollado de interacción transparente en una sala de conferencias es *The Reactive Room* de Cooperstock, J.R. (1.995)¹⁴. Más recientemente, se ha generado un gran interés en profundizar en estas direcciones para conseguir interfaces que sean completamente transparentes al usuario. Las técnicas de visión y audición computacional se emplean para proporcionar Entornos Inteligentes que “conozcan” a los usuarios. Los sistemas de visión se utilizan para localizar usuarios en un entorno, reconocerlos, y seguir sus gestos, expresiones, posturas corporales y seguir la pista de los mismos.

¹⁴ COOPERSTOCK, J.R.; TANIKOSHI, K.; BEIRNE, G.; NARINE, T. and BUXTON, W. 1995. Evolution of a reactive environment. In *Proceedings of CHI'95* (Denver, CO, May 7-11).

3. PROTOCOLOS Y ESTANDARES PARA CONSTRUCCIONES INTELIGENTES

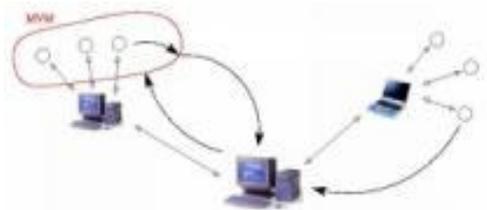
3.1 METAGLUE

MetaGlue es un lenguaje especializado para la construcción de sistemas interactivos distribuidos. Se trata de una extensión de Java creada para administrar los requerimientos específicos de los Entornos Inteligentes. Sus funciones son:

- Gestión de la configuración: *MetaGlue* tiene una base de datos SQL para gestionar información sobre los atributos de los agentes, almacenar su estado interno y proporcionar acceso rápido a los agentes. Posee una interfaz basada en la Web para modificar los atributos (los atributos se pueden cambiar mientras se ejecuta el agente).
- Configuración de los agentes: Los agentes *MetaGlue* pueden especificar requisitos concretos que el sistema debe satisfacer antes de que se puedan ejecutar. Estos requisitos pueden ser el nombre del computador sobre el que tienen que ejecutarse, especificaciones para tipos de hardware a los que tienen que acceder u otras funcionalidades más abstractas.
- Conexión entre los agentes: El lenguaje permite establecer rutas entre los agentes sin preocuparse de dónde se están ejecutando. Los agentes se referencian utilizando sus capacidades y no su nombre. Esto permite que se

puedan añadir fácilmente al sistema nuevos agentes que implementen las capacidades ya existentes. Los agentes registran automáticamente sus capacidades en un directorio interno.

Figura 6. Conexión entre agentes metaglu

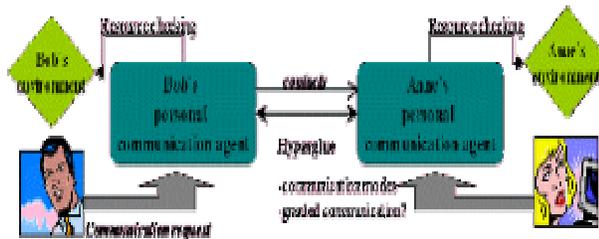


- Situación de los agentes: Los agentes pueden retener su estado (almacenándolo en la base de datos), para posteriormente tener acceso la próxima vez que se ejecuten.
- Modificación de un sistema en ejecución: Si se detiene manualmente un agente, los demás agentes que necesitan algunos de sus recursos esperan (o realizan alguna otra acción programada) hasta que se encuentre nuevamente disponible. Cuando se vuelve a arrancar el agente se carga su estado *congelado* y se gestionan las solicitudes pendientes. Si un agente muere por culpa de un fallo de software o hardware no previsto, *MetaGlue* intenta reiniciarlo automáticamente, cambiando a otra máquina si es necesario, pero intentando mantener su configuración.
- Gestión de recursos compartidos: El sistema de recursos permite solicitar información sobre la funcionalidad de los agentes a muy alto nivel. Cuenta

con un conjunto de agentes que se responsabilizan de distribuir los recursos al resto del sistema.

- Difusión de sucesos: Los agentes pueden pasarse mensajes entre ellos. Se pueden registrar con otros agentes para enterarse de sucesos que ocurren en el sistema.

Figura 7. Difusión de sucesos entre agentes



- Depuración: *MetaGlue* tiene una interfaz gráfica que permite examinar el sistema durante su ejecución.

3.2 EL SISTEMA EIB

Realiza la transmisión de señales por medio de un cable Bus, el cual constituye el medio de comunicación para todos los componentes del sistema. Todos los componentes del sistema, tienen la posibilidad de intercambiar datos e información a través de este. Además de esto presenta una fácil instalación del cableado y reducción importante en la cantidad de conductores que se utilizan en la instalación eléctrica.

El sistema EIB por sus posibilidades encuentra su máxima utilidad en viviendas y edificios, ya que permite controlar todas las funciones, tanto de una manera descentralizada como centralizada.

3.2.1 ASOCIACIÓN EIBA

EIBA: European Instalation Bus Association (Asociación de la Instalación del Bus Europeo). Fue fundada en 1990 por un número de compañías europeas líderes en el sector Eléctrico, tiene sus oficinas centrales en Bruselas (en la actualidad 90 compañías conforman la asociación).

Uno de los objetivos de la asociación, es promocionar el sistema de instalación inteligente EIB, como un sistema único dentro del mercado europeo utilizando el protocolo CSMA/CA para solucionar el acceso al medio físico.

El signo visible de la asociación y la compatibilidad de los productos del sistema es la marca EIB.

3.2.2 TRANSMISIÓN DE LA INFORMACIÓN

3.2.2.1 EL TELEGRAMA

El intercambio de información entre dos elementos se consigue mediante el envío de telegramas. Un telegrama se compone de un paquete de datos

estructurado que el emisor envía, y del correspondiente acuso de recibo con el que el receptor responde si no ha ocurrido ningún fallo. Cada paquete datos se divide en los siguientes campos¹⁵:

Figura 8. Telegrama EIB



Más adelante se ilustra un Diagrama Lógico (**Figura 9**) que muestran las situaciones que se pueden presentar cuando un elemento envía un telegrama al BUS.

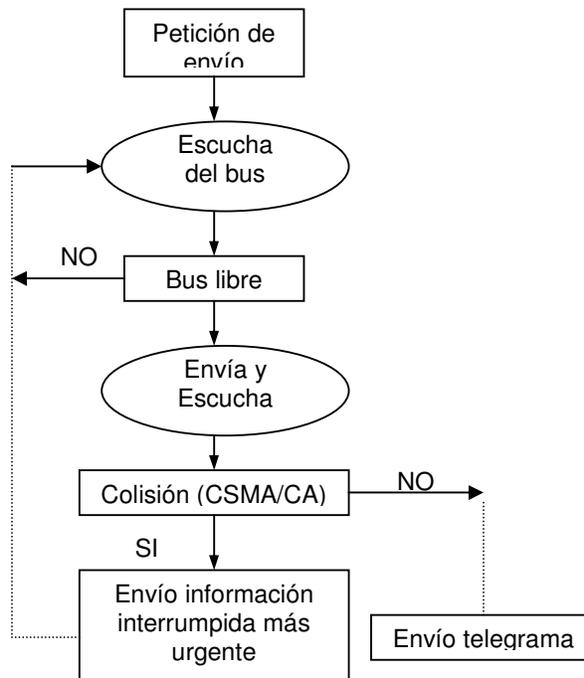
3.2.2.2 ACCESO DE UN TELEGRAMA AL BUS

Todos los mecanismos o dispositivos que están conectados al bus están en estado de escucha, lo cual implica que cuando se envía un telegrama, todos los elementos escuchan el mismo, sin embargo solamente actúa aquel para el que está destinado.

¹⁵ Ampliar información en: http://odisea.ii.uam.es/esp/recursos/bus_eib.htm

En el caso de que varios mecanismos deseen enviar un telegrama al mismo tiempo, se envía primero aquel que tiene mayor prioridad. Esta prioridad se le puede dar vía programación o bien viene dada por la función específica que realiza.

Figura 9. Diagrama lógico de envío de un telegrama al bus

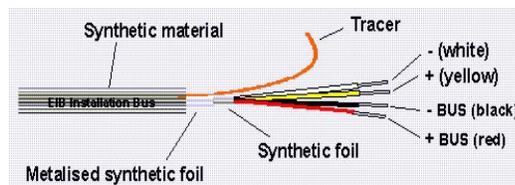


3.2.3 TOPOLOGIA DEL SISTEMA EIB

El bus necesita para trabajar, el cable estándar utilizado que generalmente contiene dos pares, uno es dedicado a la transmisión de la señal, mientras que

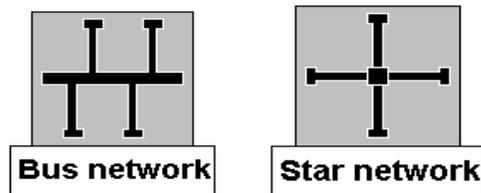
el segundo puede ser utilizado para servicios complementarios de alimentación.

Figura 10. Diagramas de la línea EIB



Las topologías que se pueden implementar en dicho sistema son: Bus, Estrella o Árbol.

Figura 11. Topologías del sistema EIB



La única opción no permitida es cerrando la instalación, es decir, no permite crear una instalación de anillo.

3.2.4 LINEA

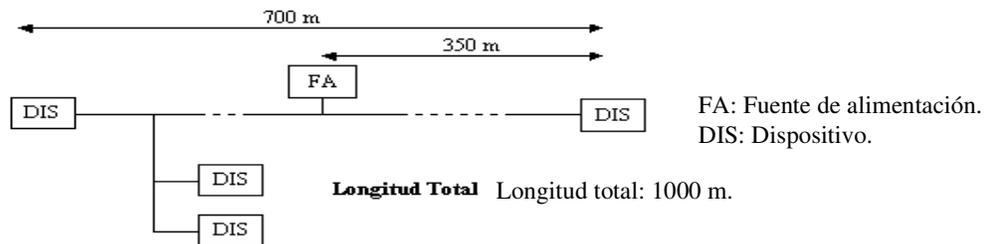
El sistema EIB consiste en una línea de dos hilos (**Ver Figura 10 Líneas EIB**) a los que se conectan una serie de aparatos llamados elementos de bus que utilizan una tensión de seguridad. La alimentación es de 24 V (+6V/-4). Con una tensión inferior a 20 V se desconectan los elementos del bus. La velocidad de transmisión de los datos es de 9.6Kbps, con lo que no se requiere resistencia de terminación en el bus.¹⁶

3.2.5 AREA EIB

Con ayuda de acopladores de línea, se pueden conectar hasta 15 líneas para formar un área EIB. Por medio de estos acopladores, dos mecanismos en diferentes líneas tienen ahora la posibilidad de intercambiar mensajes a través de la línea principal. Esta línea principal a su vez tampoco puede exceder los 1000m., la máxima distancia entre dos mecanismos es de 700m. y entre la F.A. (*Fuente de alimentación*) y un mecanismo de 350m.

¹⁶ Mayor información al respecto de este concepto en: <http://electronred.iespana.es/electronred/EIB1.htm>

Figura 12. Área EIB



3.2.5.1 INTERCONEXIÓN DE AREAS PARA EL INTERCAMBIO DE INFORMACIÓN

Con la ayuda de acopladores de área se pueden unir hasta 15 de estas, dando lugar al sistema completo.

Ahora dos mecanismos EIB en diferentes áreas, tienen la posibilidad de intercambiar información a través del acoplador de línea y el acoplador de área¹⁷. De hecho para poder llevar a cambio ese intercambio de información es necesario realizar una serie de instalaciones, que deberán cumplir con los siguientes requisitos:

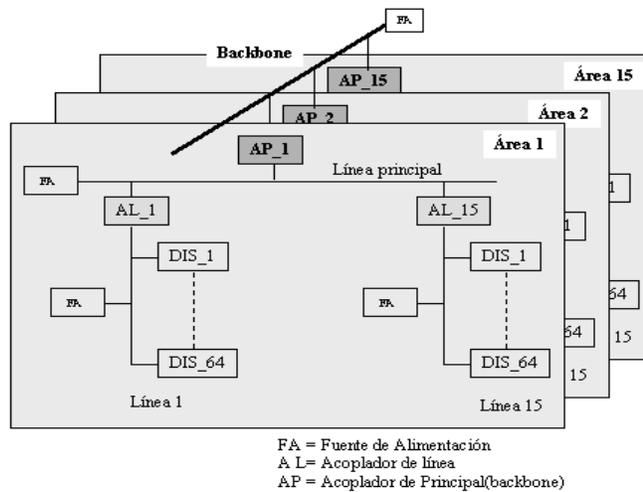
- La F. A. para alimentar la línea correspondiente.
- Un filtro que nos depure esta alimentación de 24V.

¹⁷ Ampliar información: http://odisea.ii.uam.es/esp/recursos/bus_eib.htm

- Un conector que nos pase la alimentación del bus de perfil DIN al bus cable.
- Acopladores de línea.
- Acopladores principales.

Se colgaran de cada una de las líneas, tanto sensores como actuadores hasta llegar a un máximo de 64 mecanismos.

Figura 13. Interconexión de áreas

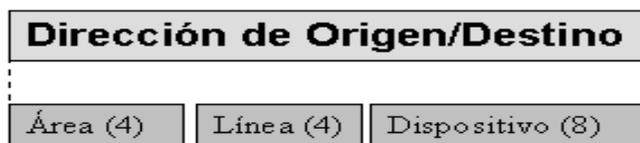


3.2.6 ADJUDICACIÓN DE FUNCIONES Y DIRECCIONES A CADA UNO DE LOS ELEMENTOS

3.2.6.1 DIRECCION FISICA

Durante la fase de planificación, el programa E.T.S. (EIB Tool Software) va adjudicando una dirección física a todos aquellos elementos que hemos ido señalando. Tiene como objetivo solamente la identificación de cada uno de los elementos conectados al bus. Se utiliza solamente con fines de diagnóstico en el sentido de saber si el mecanismo está bien programado o no. Todos los mecanismos que están unidos al bus tienen su propia y explícita dirección física. La información que viene en esta dirección física es la que se ilustra en la siguiente figura.

Figura 14. Dirección física de los elementos

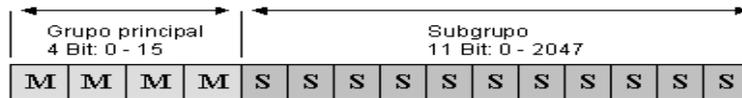


3.2.6.2 DIRECCION DE GRUPO

Los sensores y actuadores para que funcionen conjuntamente se unen a través de lo que se denomina la dirección de grupo. Esta dirección de grupo se trata

del mismo código que envía el sensor y a continuación escucha el actuador, y que funciona según los parámetros introducidos por la anterior fase de diseño.

Figura 15. Dirección de grupo



Dirección de Grupo: Nivel 2

La dirección de grupo es completamente independiente de la física. De una manera vulgar se podría decir que la dirección de grupo es la profesión que realiza un mecanismo EIB.¹⁸

3.2.7 ADJUDICACIÓN DE LAS DIRECCIONES FÍSICAS AL MODELO

Se conecta primero el computador al bus por medio de una **interfase RS232**¹⁹ y a continuación se procede de la siguiente manera:

- Se pulsa el botón del acoplador al bus.
- Se enciende un led.

¹⁸ Amplíe esta información en: http://odisea.ii.uam.es/esp/recursos/bus_eib.htm

¹⁹ Descripción de la interfase en: Huidobro, José Manuel. Comunicaciones de voz y datos. Págs. 32,34; además véase: http://www.comtrol.co.uk/assets/brochures_sp/rocketportuisp.pdf

- El programa E.T.S. (**EIB Tool Software**) adjudica la dirección física a este acoplador al bus a través del PC.
- Una vez finalizado el proceso el led se apaga.

Figura 16. Interfase RS-232



3.2.8 ADJUDICACIÓN DE LA FUNCIÓN DEL PRODUCTO

Para la adjudicación de la función del producto²⁰, E.T.S., necesita el database del mismo, para el planeamiento, la puesta en marcha y el diagnóstico del sistema EIB, para así direccionar y configurar todos los mecanismos del Bus.

Con todo lo anterior el software podrá arrojar una documentación completa e imprimible, como por ejemplo planos de instalación, listas de direcciones y de piezas presentes en la edificación.

²⁰ Para la realización de diseños: <http://www.guijarro-hnos.es/eibprofe.htm>

3.2.9 MECANISMOS DEL SISTEMA.

3.2.9.1 SENSORES

Son elementos que tienen como misión percibir cambios de estado y transmitir la información con una estructura de telegrama a los actuadores.

Ejemplos: Programadores, sensores de luminosidad, detectores de movimiento, sensores de contacto, de temperatura, de regulación, pulsadores, etc.

Figura 17. Mecanismos del sistema EIB



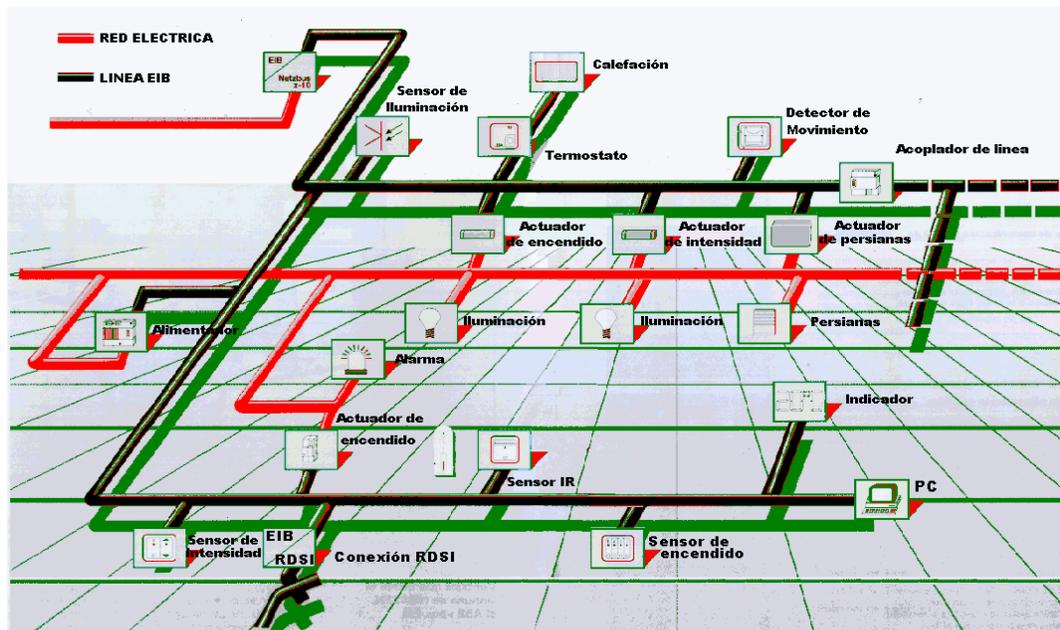
3.2.9.2 ACTUADORES

Reciben los telegramas procedentes de sensores y lo convierten en una acción determinada, como por ejemplo cerrar una ventana, regular la luz, controlar la calefacción, etc.

Figura 18. Actuador EIB



FIGURA 19. Red EIB



3.2.10 DIFERENCIAS ENTRE UNA INSTALACIÓN CONVENCIONAL Y UNA INSTALACION EIB

Con las instalaciones convencionales la automatización de diferentes receptores requiere sistemas totalmente independientes. Como consecuencia:

- Los edificios son recorridos por innumerables conductores, complicando su instalación.
- No permite ampliación o renovación y el cambio de funciones resulta muy costoso.

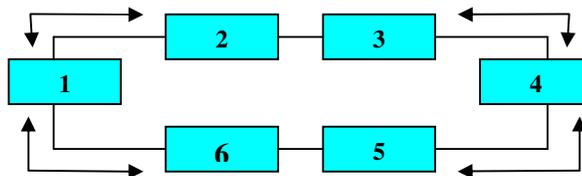
En una instalación EIB esto no ocurre:

- Con una única línea común se puede controlar, comunicar y vigilar todas las funciones de servicio y su desarrollo.
- Se puede ampliar y modificar sin problemas.
- Mediante las correspondientes interfases se puede conectar con los centros de control de otros sistemas de automatización de edificios o con una red digital de servicios integrados (RDSI).

3.3 SISTEMA CE-Bus

CE-Bus es un sistema de comunicación de dos caminos con capacidad de Loop (Lazo) de control cerrado, así que cada unidad puede comunicarse directamente con cualquier otra en la red, o de la misma manera suministrar información sobre su propio estado. La comunicación en ambas direcciones, refiere a que la información es establecida entre unidades sin un punto central, esencia de la arquitectura de *inteligencia distribuida*. Esto también asegura que el sistema sea integrador y confiable.

Figura 20. Lazo de control cerrado CE-BUS



3.3.1 ASOCIACIÓN CE-BUS

En 1984 varios miembros de la EIA norteamericana (Electronics Industry Association) llegaron a la conclusión de la necesidad de un bus doméstico que aportara más funciones que las que aportaban sistemas de aquella época (ON, OFF, DIMMER xx, ALL OFF, etc). Especificaron y desarrollaron un estándar llamado CE-Bus (Consumer Electronic Bus). En 1992 fue presentada la primera especificación. Se trata de un protocolo, para entornos distribuidos de control,

que controla cualquier tipo de carga eléctrica en forma digital (relays) o variable (analógicas), como el dimerizado de balastos electrónico para tubos fluorescentes. Para asegurar rapidez y una confiable operación, cada unidad tiene su propio microprocesador que puede ser programado individualmente para integrarse con las otras unidades CE-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.

Además de lo anterior ha sido creada una asociación para certificar la nueva gamas de productos que utilicen el estándar CE-Bus, denominado:

- **CIC:** La CIC (CE-Bus Industry Council) es una asociación de diferentes fabricantes de software y hardware que certifican que los nuevos productos CE-Bus que se lancen al mercado cumplan toda la especificación.

3.3.2 TRANSMISIÓN DE LA INFORMACIÓN

3.3.2.1 LA TRAMA

Las tramas definidas en CE-Bus pueden tener longitud variable en función de la cantidad de datos que se necesitan transmitir. El tamaño mínimo es 8 octetos y el máximo casi 100 octetos.

Figura 21. Trama CE-BUS

8	8	8	8	8	8	8	8
Bits							

Al igual que los dispositivos EIB, los nodos CE-Bus tienen grabado una dirección física prefijada en fábrica, que los identifican de forma unívoca en una instalación domótica o inmótica. Hay más de 4.000 millones de posibilidades. Como parte de la especificación CE-Bus se ha definido un lenguaje común para el diseño y especificación de la funcionalidad de un nodo, a este lenguaje lo han llamado CAL (Common Application Language) y está orientado a objetos (estándar EIA-600²¹). El software de control y monitoreo abarca todo aspecto del sistema CE-Bus, siendo un programa realmente fácil de manejar y con una interfase basada en iconos. Esta interfase gráfica puede ser personalizada por el programador en base a los requerimientos del usuario. Esto asegura que cada sistema CE-Bus será diferente de otro. La capacidad de pantallas de control es indefinida, al igual que los botones e iconos. Los iconos también son personalizados por el usuario. También se pueden cargar planos de la edificación o cualquier gráfico que se desee.

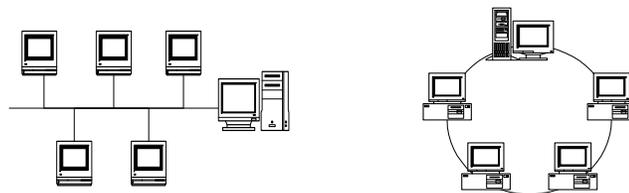
3.3.3 TOPOLOGÍA

La topología es de estructura libre. Unidades de entrada y salida son conectadas a cualquier punto de la red mediante el UTP(5, 5E o 6), el cual

²¹ Ver ANEXO D

transporta todas las comunicaciones mediante las unidades. Las conexiones CE-Bus serán hechas de unidad a unidad hasta la última de la línea correspondiente. Esta flexibilidad en la estructura de cableado, posibilita *el agregado de nuevas unidades en cualquier momento sin tener que reconfigurar el sistema*. Los finales de línea no son necesarios con el sistema CE-Bus, haciéndolo muy fácil de instalar y proyectar. Por todo lo descrito anteriormente se puede definir claramente que el sistema CE-Bus puede ser implementado en topología bus o anillo, donde no se define ningún punto central.

Figura 22. Topologías CE-BUS



3.3.4 MEDIOS DE TRANSMISIÓN

Se contemplan diversos protocolos para que los electrodomésticos y equipos eléctricos puedan comunicarse usando ondas portadoras por las líneas de baja tensión, par trenzado con telealimentación, cable coaxial, infrarrojo, radiofrecuencia y fibra óptica.

Para la transmisión de datos por corrientes portadoras, el CE-Bus usa una modulación en espectro expandido; estos se transmiten uno o varios bits dentro de una ráfaga de señal que comienza en 100 Khz. y termina en 400 Khz. (barrido) de duración 100 microsegundos. La velocidad media de transmisión es de 7.5Kbps²².

3.3.5 UNIDADES CE-BUS

El sistema se encuentra compuesto por tres tipos de unidades o elementos, para poder llevar a cabo su buen funcionamiento. Dentro de estos se encuentran: los elementos de entrada, los elementos de salida, y los elementos del sistema²³.

3.3.5.1 Elementos de entrada

Sensores de movimiento, temperatura, humedad. Celdas de luz, interruptores, controles a distancia y entradas auxiliares de contacto seco, los cuales se encuentran disponibles para un montaje riel DIN y en panel.

²² Ampliar información en: http://www.casadomo.com/revista_domotica_protocolos.asp?TextType=1060

²³ Ampliar información en: <http://www.sistemasinteligentes.8m.com/Standards.htm>

Figura 23. Sensor CE-BUS



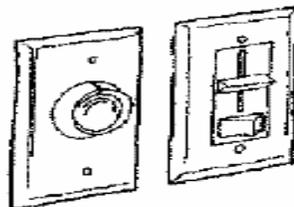
3.3.5.2 Elementos de salida

Pueden ser dimmers o relays. Están disponibles en formato de montaje en riel DIN, que permite la conmutación de altas cargas eléctricas ocupando un pequeño espacio físico y en formato Serie Profesional que está diseñada para ser montada en paneles y es usada para conmutar y dimmerizar cargas de alta potencia.

Figura 24. Carril DIN



Figura 25. Actuador(DIMMERS)



3.3.5.3 Elementos de sistema

Los elementos de sistema son aquellos que nos permiten comandar y manipular mediante envío de señales a las unidades de entrada y salida.

Donde se encuentran los siguientes:

- *C-Master* que permite comandar escenarios de iluminación desde una habitación o área, haciéndolo ideal para propósitos múltiples como dormitorios, comedor, sala de video, salas múltiples y oficinas. Las escenas son fáciles de alterar en cualquier momento. *C-Master* puede funcionar con un control remoto infrarrojo.

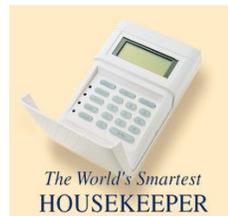
Figura 26. C-MASTER



- *Minder* que es la central inteligente de CE-Bus. No es necesaria para que el sistema funcione normalmente, pero permite programar una gran cantidad de escenarios y el monitoreo del CE-Bus. Lo que sería una buena opción caso tal se presentase un caso bastante complejo.

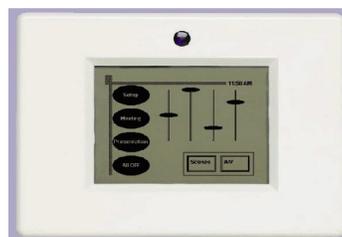
- *HomeMinder Equipad*: Es un teclado alfanumérico que permite un completo control del sistema. Posee un Display de Cristal Líquido (LCD) donde se visualiza la información del sistema. Pueden instalarse varios *keypads* en el S.I. (Sistema Inteligente) y en cualquier zona que se desee.

Figura 27. Homeminder Keypad



- *Touch Screen*: Es una pantalla sensible al tacto y no sólo permite comandar el S.I. sino que también le da acceso a Internet y provee instantáneo acceso a las noticias, el clima, etc. Permite operar los reproductores de CD o DVD, entre otros. Los circuitos dimmerizados se regulan mediante comandos deslizantes que aparecen en la pantalla.

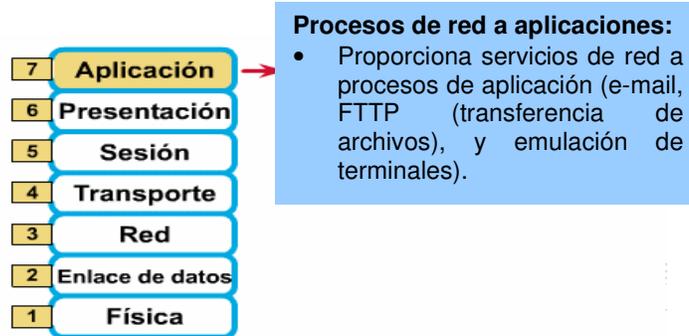
Figura 28. Touch screen



3.3.6 VENTAJAS DEL SISTEMA CE-BUS

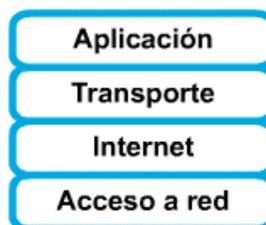
- CE-Bus es simple de incorporar en el diseño de proyectos. Conmutadores y controladores de circuitos no necesitan estar definidos completamente a la hora de diseñar y los cambios pueden ser hechos con posterioridad, sin alterar los esquemas, mediante la programación.
- CE-Bus puede controlar todo tipo de carga sea digital o analógica.
- Una sola conexión del cable CE-Bus puede controlar un ilimitado número de dispositivos. Por ejemplo, el tablero principal en una edificación típica podría contener 200 interruptores y 100 dimmers (o más todavía), ahora solo un cable par trenzado CE-Bus podría ser cableado al tablero principal ahorrando todo el cableado convencional.
- El protocolo de CE-Bus se basa en el protocolo de comunicaciones de la ISO (OSI), mas específicamente la capa 7 (Capa de aplicación), asegurando que la comunicación CE-Bus sea extremadamente robusta y confiable.

Figura 29. Modelo de referencia OSI(CAPA DE APLICACIÓN)



- Los escenarios pueden ser re-programados en cualquier momento.
- El software del usuario es totalmente flexible y fácil de ser manejado, realizado para ser personalizado por cada usuario y hacerlo distinto de los demás. También soporta conexiones del tipo TCP/IP²⁴, lo que significa que el CE-Bus puede ser controlado a través de local Intranet o Internet.

Figura 30. Modelo TCP/IP

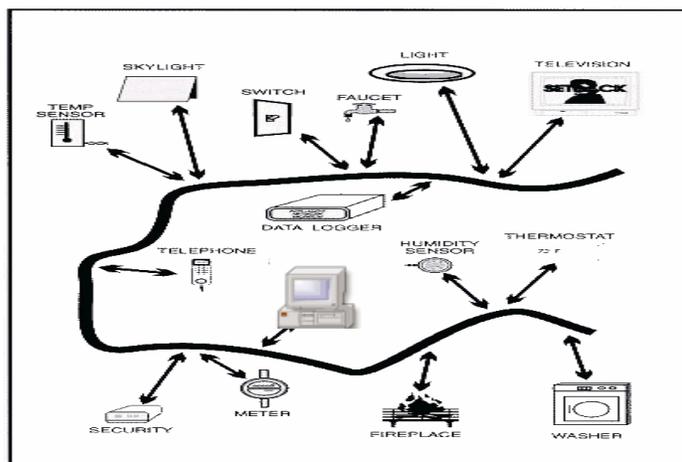


²⁴ Ver programa de la academia cisco: CCNA 1 semestre(capitulo 2)

- Y por último, cualquier dispositivo que no sea de CE-Bus puede ser incorporado al sistema mediante una interfase.

Como conclusión del sistema CE-Bus, se puede ver en el siguiente diagrama, que se cumple con lo descrito en un principio, acerca de bidireccionalidad.

Figura 31. Red CE-BUS



3.4 SISTEMA LONWORKS y EL PROTOCOLO LonTalk

Es un sistema distribuido que puede ser implementado sobre diversos medios de transmisión, desarrollado por **Echelon** desde principio de los 90. Escasamente enfocado a vivienda. Orientado a aplicaciones industriales o de tamaño desmesurado. Por ejemplo instalaciones de inmotica, donde ha tenido un gran éxito y es mucho mas importante la fiabilidad y robustez que el costo de la misma. Además de esto presenta una solución con arquitectura

distribuida, extremo-a-extremo, que permite distribuir la inteligencia entre los sensores y los actuadores instalados en la edificación y que cubre desde el nivel físico al nivel de aplicación de la mayoría de los proyectos de redes de control.

Cualquier dispositivo LONWORKS, o **nodo**, está en una aplicación específica basado en un microcontrolador especial llamado Neuron Chip, del cual se tendrá un apartado más adelante. Además de esto también encontramos el Neuron ID, el protocolo Lontalk, Los transceivers y Las aplicaciones de control.

3.4.1 ASOCIACIÓN LONMARK

La asociación LonMark es un organismo independiente de productores, consumidores y consultores de productos y servicios basados en LONWORKS. Esta asociación especifica y publica recomendaciones y software de implementación describiendo el comportamiento de los dispositivos y servicios por medio de objetos y perfiles funcionales.

Los perfiles funcionales son representaciones de prototipos de dispositivos que funcionalmente pueden ser descritos como objetos genéricos tales como un actuador, un sensor y un controlador.²⁵

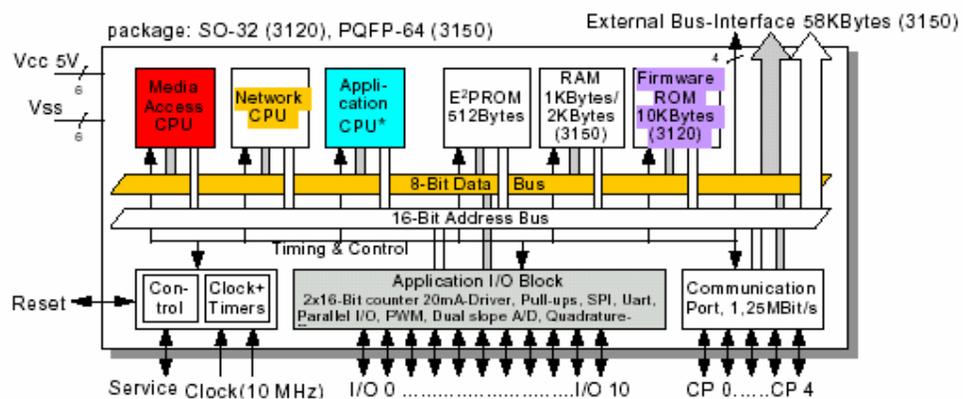
²⁵ Application Layer Interoperability Guidelines Rev. 3.1, www.lonmark.org

Hay que recalcar que los perfiles funcionales estandarizan las funciones, no los productos, de forma que permite que diversos fabricantes ofrezcan el mismo producto a nivel funcional, pero desde el punto de vista hardware no tenga nada que ver un diseño con otro. Lo perfiles LonMark aseguran la compatibilidad total entre productos LONWORKS.

3.4.2 NEURON CHIP

El Neuron chip es un sistema sobre un circuito integrado con múltiples procesadores, memorias de lectura-escritura y solamente lectura (RAM Y ROM), y subsistemas de comunicaciones de entrada / salida. Por lo cual se considera como el corazón de la tecnología LONWORKS.

Figura 32. Diagrama interno del NEURON CHIP



Este Neuron Chip se programa en el lenguaje Neuron-C que es una extensión del Lenguaje C ASCII estándar, este es un lenguaje de programación orientado a objetos lo cual permite el desarrollo de aplicaciones distribuidas y la creación de una amplia variedad de objetos de Entrada / Salida soportadas por el software y el hardware de la aplicación específica. A la hora de la fabricación a cada Neuron Chip le es asignado un código único en el mundo de 48 bits, llamado Neuron ID, esto facilita el direccionamiento de los mensajes y el funcionamiento en la red.

3.4.2.1 PROCESADORES DEL NEURON CHIP

- El procesador de acceso al medio (***media access CPU***) maneja todas las entradas y salidas seriales sobre los puertos de comunicación.
- El procesador de red (***network CPU***) suministra protocolos de datos manejando y temporizando servicios usados en varios estados de el procesamiento de datos dentro del Neuron IC (circuito integrado) y proporciona subrutinas para manejar la aplicación local del bloque de I/O (entrada / salida).
- El procesador de aplicación (***application CPU***) corre los programas de aplicación. El programa de aplicación es escrito, compilado y enlazado por medio de un programa desarrollado en Neuron-C.

El Neuron chip implementa un protocolo completo de red utilizando el procesador de *acceso al medio (media access CPU)*. Este protocolo de red es diseñado de acuerdo al modelo de referencia para protocolos de red **OSI (Interconexión De Sistemas Abiertos)** de la **ISO (Organización De Estándares Internacionales)**. Este protocolo le permite operar programas sobre el procesador de *aplicación (application CPU)* para comunicarse con aplicaciones en curso sobre otros nodos de la red de manera confiable y segura. Este protocolo además tiene el objetivo de proveer interoperabilidad entre dispositivos de distintos fabricantes así como permitir el desarrollo de software o aplicaciones totalmente compatibles entre sí, toda esta gama de operaciones se conjugan en el nombre de “**protocolo Lontalk**”.

3.4.3 PROTOCOLO LONTALK

De acuerdo a lo antes descrito del protocolo *LONTALK*, nos queda por decir como parte de su definición, que lo componen una serie de servicios que tienen la función de proveer comunicaciones utilizando el medio de comunicación de forma eficiente²⁶.

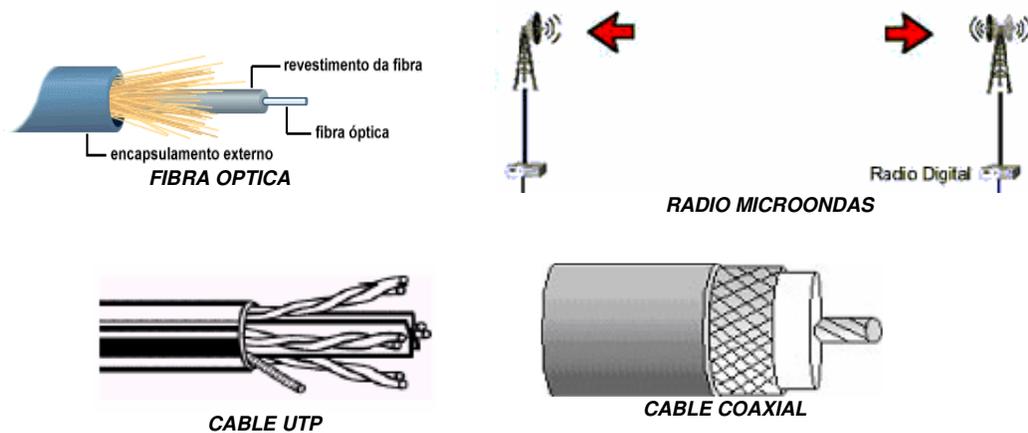
A continuación se describirá el protocolo por capas de acuerdo con el modelo de referencia OSI.

²⁶ Ampliar información en: <http://www.echelon.com/support/documentation/Manuals/078-0183-01A.pdf>
(Pág.18 - 26)

3.4.3.1 CAPA FÍSICA

La capa física define la transmisión de una rata de bits sobre un canal de comunicación, asegurando que 1 BIT transmitido desde el dispositivo origen es recibido como 1 BIT en todos los dispositivos destino. Este protocolo soporta el uso de segmentos con distintos tipos de medio, por ejemplo: UTP, Coaxial, Líneas de Transmisión, Fibra Óptica, Radio Frecuencias y Señales Infrarrojas.

Figura 33. Medios de transmisión del sistema LONWORKS



Las demás funciones desarrolladas por el protocolo **LONTALK** de acuerdo con el modelo OSI se resumen en la siguiente tabla²⁷.

²⁷ Mayor información: <http://www.echelon.com/support/documentation/Manuals/078-0183-01A.pdf>

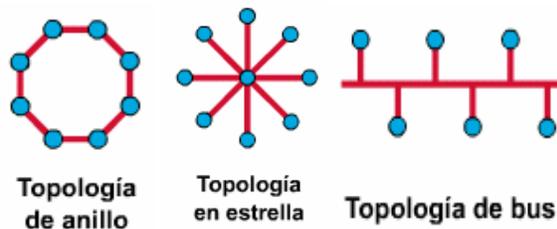
TABLA 1. RESUMEN DEL MODELO OSI

MODELO OSI	PROPÓSITO	SERVICIOS
APLICACIÓN	Aplicación de programa	Interactua con aplicaciones de software (envío y recibo de e-mail).
PRESENTACIÓN	Representación de datos	Traductor de los dispositivos que necesitan comunicarse dentro de una red.
SESION	Acceso remoto	Control y separación de dialogo, recuperación de conexión.
TRANSPORTE	Seguridad de extremo a extremo	Sucesión de paquetes, ack's extremo a extremo.
RED	Direccionamiento	Enrutamiento de paquetes, dirección destino.
ENLACE	Acceso al medio	CRC, Detección de colisiones, Encapsulamiento de datos.
FÍSICA	Interconexión eléctrica	Detalles de medio físicos, conexión física.

3.4.4 TOPOLOGIA

Una red LONWORKS soporta las topologías bus, anillo, estrella y la combinación de las tres. La elección de la misma la impone el diseño del transceiver, determinando el número de nodos en un canal así como también la máxima distancia de transmisión entre nodos en un canal.

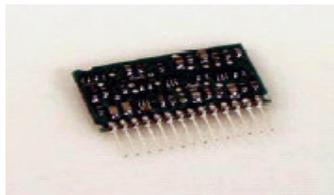
Figura 34. Topologías LONWORKS



3.4.5 TRANSCEIVER

Un transceiver es un puerto de comunicaciones del Neuron Chip que suministra una interfase de comunicación física entre un dispositivo y una red LONWORKS, además simplifica el desarrollo de operación entre dispositivos de este sistema. Lo más importante es que se encuentran disponibles para una gran variedad de medios de comunicación y topologías.

Figura 35. Transceiver LPT 11(14 PINES)²⁸



Los transceivers de ECHELON son diseñados para ser conectados a los puertos de comunicaciones de un Neuron chip y no pueden ser usados con otros microprocesadores.

A continuación se muestra una tabla con las características que presentan algunos de los transceivers.

²⁸ Ampliar información en: <http://www.echelon.com/support/documentation/datashts/50040-02.pdf>

TABLA 2. CARACTERÍSTICAS DE TRANSCEIVER

Transceiver	Medio Físico	Vel. binaria	Topología de red	Distancia máxima	Nº Nodos	Otros
PLT-22	Ondas Portadoras	5,4 Kbps	Cualquiera en redes de baja tensión o par trenzado sin alimentación	Depende de la atenuación entre emisor y receptor y del ruido en la línea	Depende de la atenuación entre emisor y receptor y del ruido en la línea	Compatible con PLT-20 y PLT-21
FTT-10 ^a	Par Trenzado	78 Kbps	Bus, estrella o anillo. Cualquier combinación	500 metros, hasta 2700 metros con doble bus e impedancias de carga en los extremos	64	Compatible con FTT-10 y LPT10
LPT-10	Par Trenzado	78 Kbps	Bus, estrella o anillo. Cualquier combinación	500 metros, hasta 2700 metros con doble bus e impedancias de carga en los extremos	32, 64, 128 en función del consumo	Capaz de telealimentar nodos por el mismo par trenzado
TPT/XF-78	Par Trenzado	78 Kbps	Bus	1400 metros	64	Ø Aislado con transformador
TPT/XF-1250	Par Trenzado	1,25 Mbps	Bus	130 metros	64	Ø Aislado con transformador

3.4.6 VENTAJAS

Esta tecnología es económica y práctica en comparación con otras tendencias en esta misma área, además aplica toda clase de topologías.

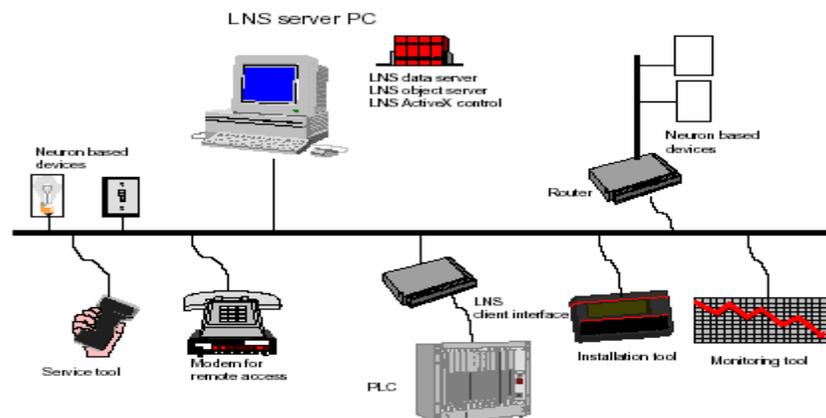
Adicionalmente ya tiene un tiempo implementándose (fue introducida a principios de los 90's por la Corporación **Echelon**, principal impulsador de esta tecnología), aunque sigue madurando.

Cuenta con el apoyo de la mayoría de las compañías importantes en el área de automatización y control. La EIA está estudiando esta tecnología para convertirla en un estándar para automatización del hogar y le ha asignado un número interino al estándar EIA/IS-709.

3.4.7 PERSPECTIVAS DE LAS REDES LONWORKS

Es de hacer notar que cada vez hay más dispositivos que realizan la interfaz entre LONWORKS y otros tipos de redes como Ethernet, conexiones seriales, conexiones telefónicas todo esto con el objetivo de hacer más fácil la administración remota y la integración con otras aplicaciones. De esa manera vemos que estas redes de control se pueden supervisar y administrar por completo a través de Internet y utilizando cualquier otra técnica de telecomunicaciones. Inclusive la configuración de algunos dispositivos como los Routers se puede hacer remotamente a través de interfaces gráficas.

Figura 36. Red LONWORKS

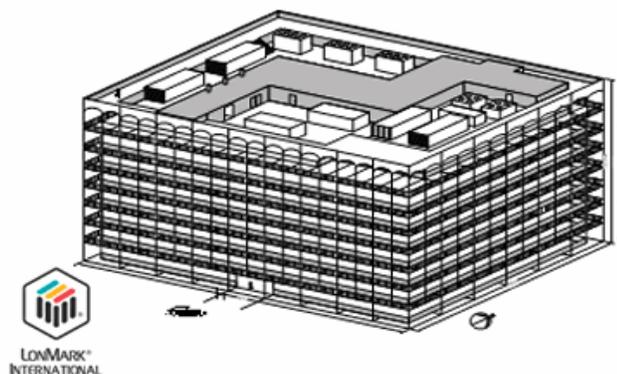


4. INTEGRACIÓN DE LA ARQUITECTURA Y LA PLATAFORMA DE CABLEADO EN UNA EDIFICACIÓN INTELIGENTE

Para poder llevar a cabo este propósito es necesario tener en cuenta todos los beneficios que esto representa y no estar cerrado a las nuevas tecnologías en los entornos de trabajo, por lo cual debe tenerse en cuenta lo siguiente:

- Las tecnologías corporativas actuales exigen nuevas filosofías en la construcción arquitectónica.
- Integrar desde los cables: inversión de bajo riesgo.
- Construir en función de sistemas y no en función de dimensiones humanas.

Figura 37. Centro Corporativo



4.1 DE LAS NUEVAS PLATAFORMAS

Hasta hace poco tiempo, sólo se hablaba de plataformas de *hardware* o *software*. Se creía que la integración de los sistemas de una empresa se conseguía al uniformar criterios en la paquetería utilizada o en las marcas de todos los equipos. 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 total de sistemas.

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

4.2 INTEGRACIÓN DESDE LA ARQUITECTURA

Una aproximación de este tipo ya no resulta del todo funcional para las características y necesidades de los centros corporativos de trabajo. Ahora, un edificio encierra distintas necesidades de sistemas: voz, datos y video. Al mismo tiempo, las tendencias arquitectónicas apuntan hacia este tipo de construcciones; es decir, hacia edificios que monitoreen y controlen sus funciones internas (alarma contra incendios, control y seguridad de acceso,

sistemas de administración de energía y sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado) a través de implementos electrónicos o *hardware* integrados en su estructura.

En términos estrictamente técnicos, es posible la creación de una plataforma de cableado en un edificio inteligente. Las Funciones de Administración Interna (FAI) de un edificio inteligente y los sistemas de trabajo de una oficina pueden ser compatibles en todos los aspectos de la configuración eléctrica. Los sistemas de voz y datos consisten, primordialmente, de señales análogas y digitales y se basan en el factor de intensidad de señal sobre distancia. Por su parte, los sistemas de administración de un edificio inteligente operan bajo corriente eléctrica, resistencia de circuitos o consisten de señales análogas o digitales. De este modo, cualquier mecanismo o terminal de un edificio inteligente puede operar bajo los mismos cables que utilizan los sistemas de voz, datos y video; siempre y cuando, éstos se encuentren a una distancia específica del equipo.

Al mismo tiempo, los mecanismos FAI son, generalmente, de energía limitada o se comunican utilizando protocolos de baja velocidad, y la distancia de señal que soportan está limitada por la corriente eléctrica y por la línea de voltaje que reciben de la fuente de alimentación. Estos factores no representan un obstáculo en la creación de una plataforma de cableado. En concreto: se puede utilizar una estructura de cables AWG UTP para crear una plataforma común para todos los sistemas de alimentación eléctrica. Por ejemplo, los cables UTP

tienen capacidad para manejar 1 ampere de corriente por conductor (y hasta un máximo de 3.3 amperes en un cable UTP de cuatro pares). La corriente o señal de un equipo de alimentación sale en un nivel específico de voltaje y el mecanismo terminal requiere de cierto voltaje para operar; durante su viaje a través del cable, el voltaje se reduce debido a la resistencia del mismo.

4.3 ESPACIOS DE ADMINISTRACIÓN

La disposición del sistema de cableado, dentro de los espacios de trabajo, también puede ser objeto de integración. En este caso, los sistemas FAI se pueden ajustar a los estándares internacionales que regulan el cableado para sistemas de voz y datos²⁹. Estos estándares cubren los requisitos establecidos por la EIA (*Electronic Industries Association*); la TIA (*Telecommunications Industry Association*); la ISO (*International Standards Organization*), y la IEC (*International Electrotechnical Commission*).

Al construir un área de cobertura e instalar módulos de telecomunicaciones, es posible adaptar las funciones inteligentes del edificio a la arquitectura de cableado que utilizan los estándares de los sistemas de voz y datos. Así, se puede diseñar el cableado para todos los servicios tomando en cuenta el módulo de telecomunicaciones como el punto terminal de los cables horizontales.

²⁹ Ver ANEXOS ESTÁNDAR ANSI/TIA/EIA 569-606

Asimismo, se podrían combinar las estructuras de distribución de los módulos para lograr flexibilidad de integración o se crearían campos individuales terminales. Al centralizar los sistemas de cableado en unidades específicas (distribuidas de acuerdo con las necesidades de la empresa), se reducen los costos que implican las instalaciones multiespacios de las construcciones tradicionales; se facilita el mantenimiento de los sistemas, y se crea una zona de seguridad y administración exclusiva para la arquitectura de cableado.

4.4 SISTEMAS DE CABLEADO

Un sistema de cableado es un conjunto integrado de componentes, tales como conectores(1), cajas(2), cables de cobre(3), paneles de distribución(4), y fibra óptica(5), etc., utilizados para la instalación de una infraestructura de comunicaciones a la que se conectarán múltiples equipos (Figura 38.).

4.4.1 SISTEMA DE CABLEADO ESTRUCTURADO

Un «*sistema de cableado estructurado*» es cualquier sistema de cableado que permita identificar, reubicar y cambiar en todo momento, con facilidad y de forma racional, los diversos equipos que se conectan al mismo, en base a una normativa completa de identificación de cables y de componentes, así como al empleo de cables y conectores, de las mismas características para todos los equipos.

Los sistemas de cableado estructurado se distinguen especialmente por dos características principales: modularidad y flexibilidad. La primera tiene en cuenta el crecimiento, las modificaciones y la localización y corrección de averías; y la segunda, el poder admitir cualquier topología de red de área local, versatilidad en velocidad de transmisión y soportar equipos de diferentes marcas o fabricantes.

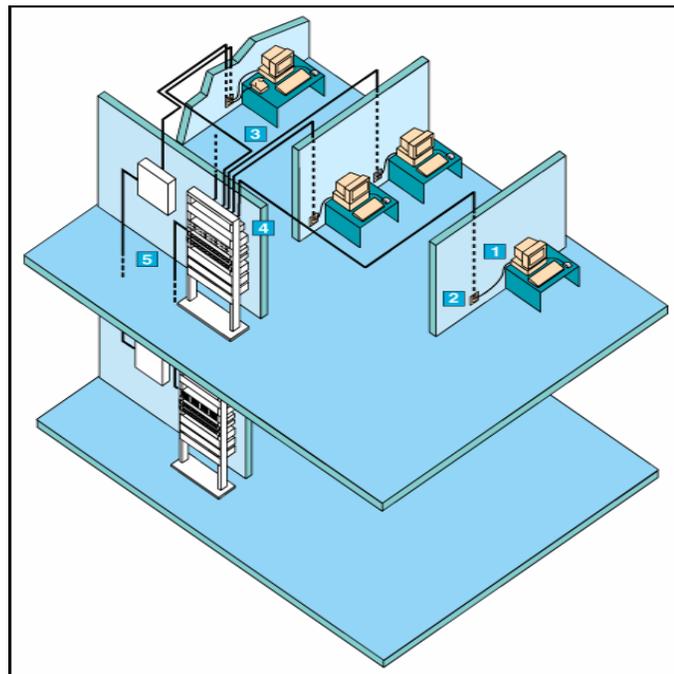
La distribución física de un sistema de cableado estructurado es en estrella a nivel de planta, y/o edificio, lo que convierte en sencilla cualquier ampliación, ya que las estaciones de trabajo se añaden hacia el exterior desde un nodo central, resultando la localización y corrección de averías una tarea fácil gracias a dicha modularidad.

Una aplicación básica de un sistema de cableado estructurado es el precableado, cuyas ventajas se derivan precisamente del uso del mismo, pues se minimiza el esfuerzo en la remodelación de la red, en el crecimiento de la misma y en los costes de mantenimiento, pues el cable instalado sirve para todos los equipos que se quieran conectar, presentes o futuros. Obviamente, antes de conectar un equipo al cableado, se tiene que haber conformado la red que lo soporte.

Se facilita la resolución de problemas al estar los puntos de conexión perfectamente localizados e identificados y se dispone de una infraestructura lógica, racional y ordenada de cables y componentes para dar servicios a todos los usuarios; infraestructura con la que, si se realiza con previsión, pueden

conseguirse ahorros significativos(en tiempo y dinero), cuando exista necesidad de añadir nuevos equipos.

Figura 38. Sistema de cableado

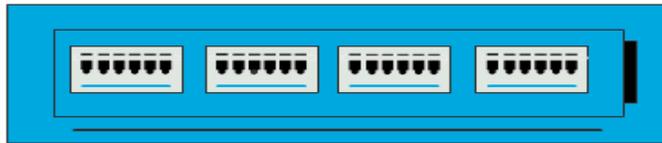


4.4.1.1 PANELES DE CONEXIÓN Y /O DISTRIBUCIÓN

La distribución física del cableado en estrella, bien a nivel de planta de edificio o de campus, necesita de un punto en el que coincidan todos los segmentos de cableado, que configuran la misma. Dichos puntos son denominados paneles de conexión y / o distribución, los cuales realizan el «enrutamiento» de las

comunicaciones en las distintas partes del edificio y realizan cuantas conexiones se deseen entre los diferentes equipos.

Figura 39. Paneles de conexión(PATCH PANEL)



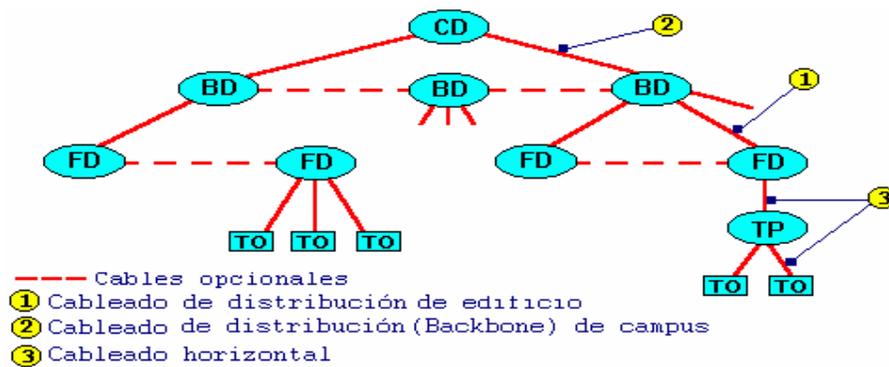
Las normas que regulan los cableados llaman a estos puntos distribuidores de planta, de edificio o de campus, y a los cableados que van desde el distribuidor hasta los puestos de trabajo, subsistema horizontal; a los que unen los distintos distribuidores de planta, subsistema de edificio; y a los que unen a éstos, subsistema de campus.

Por seguridad, estos paneles de distribución se ubican en unos cuartos específicos, denominados comúnmente "cuartos de telecomunicaciones" o «cuartos de cableado» (*wiring closet*).

4.5 ÁREAS O NIVELES JERÁRQUICOS

A la hora de diseñar una infraestructura de comunicaciones, a poco que represente una cierta extensión, hay que considerar varios niveles (**Figura 40**), según su función.

Figura 40. Niveles jerárquicos en un sistema de cableado estructurado



4.5.1 SUBSISTEMA DE CABLEADO DE DISTRIBUCIÓN DE EDIFICIO.

Si a lo anterior nos referimos en orden jerárquico, tendríamos un primer nivel llamado cableado primario, que concierne al medio de transporte entre edificios.

El nivel primario, o subsistema campus generalmente está constituido por cable de fibra óptica multimodo o monomodo, o cables coaxiales. La fibra multimodo cubre distancias de hasta 2 Km sin necesidad de repetidores, y la monomodo se requiere cuando las distancias son superiores, permitiendo alcanzar sin repetidores hasta los 40 Km, en función de la velocidad.

4.5.2 SUBSISTEMA DE CABLEADO DE DISTRIBUCIÓN(BACKBONE) DE CAMPUS.

El segundo nivel, llamado cableado secundario, es el que permite la interconexión de las plantas del edificio -los distribuidores de planta para ser más precisos-formando la columna vertebral (*backbone/riser*) del cableado del edificio (subsistema vertical o troncal).

Este segundo nivel, o área secundaria, puede estar constituido indistintamente por fibra óptica multimodo, cable coaxial o cables de pares trenzados. El mayor ancho de banda, y por tanto la mayor capacidad para una mayor velocidad de transmisión, lo tiene la fibra óptica, le sigue el cable coaxial grueso, después el fino y, finalmente, los cables de cobre de pares trenzados.

En función de las prestaciones requeridas, de la aplicación que correrá sobre este subsistema vertical y/o de las aplicaciones que se prevean implantar en los próximos años se elegirá el cableado más idóneo. Por ejemplo, las comunicaciones de voz suelen ir en cables de cobre multipares ya que tienen la mejor relación calidad precio, ocupan muy poco espacio y, obviamente, cumplen las especificaciones para la transmisión de voz analógica y digital. Grandes volúmenes de transmisión de gráficos (CAD/CAM) o imágenes requerirán de un gran ancho de banda por lo que la fibra óptica sería lo más aconsejable.

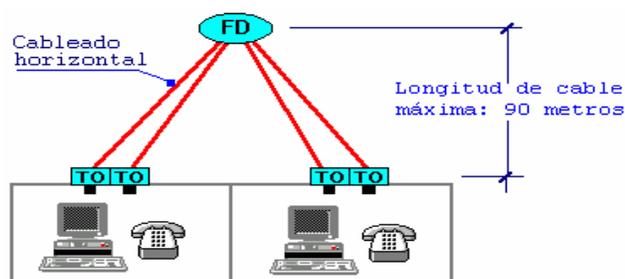
En grandes instalaciones de edificios es más aconsejable y económico a largo plazo, por la flexibilidad y seguridad que aporta, usar separadamente cables para voz y cables para datos.

4.5.3 SUBSISTEMA DE CABLEADO HORIZONTAL

El tercer y último nivel es el nivel, o cableado, terciario, que es el que une los equipos informáticos con los distribuidores de planta (subsistema horizontal).

Este nivel, está generalmente constituido por cables de cobre de pares trenzados. Estos cables, como ya se ha comentado, irán en tiradas desde el distribuidor de planta hasta las cajas de conexión a las que se conectarán los equipos informáticos.

Figura 41. Esquema de cableado horizontal



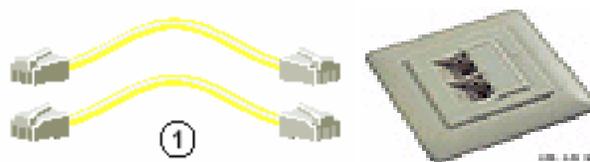
Este subsistema es el que más cantidad de cables requiere pues, si se quiere planificar con previsión de futuras ampliaciones o cambios de puestos de

trabajo, aproximadamente entre 5 y 10 metros cuadrados se debe instalar una toma ofimática para terminales informáticos.

Aunque se plantea en este subsistema la posibilidad de llevar la fibra óptica hasta el puesto de trabajo *-fiber to the desk-*, no se realiza por el alto coste que supone poner los conectores y de los equipos necesarios para convertir las señales ópticas en eléctricas. La fibra hasta el puesto de trabajo es sólo una opción viable para muy pocos usuarios que pueden hacer un uso efectivo del gran ancho de banda disponible, o de aquellos que requieren una alta protección frente a interferencias pero, de forma general, no es una solución rentable. Ahora bien, en previsión de una futura necesidad y aprovechando un tendido, se puede instalar fibra sin conectores *-fibra ciega o black fiber-*, procediendo a su conexión cuando se requiera

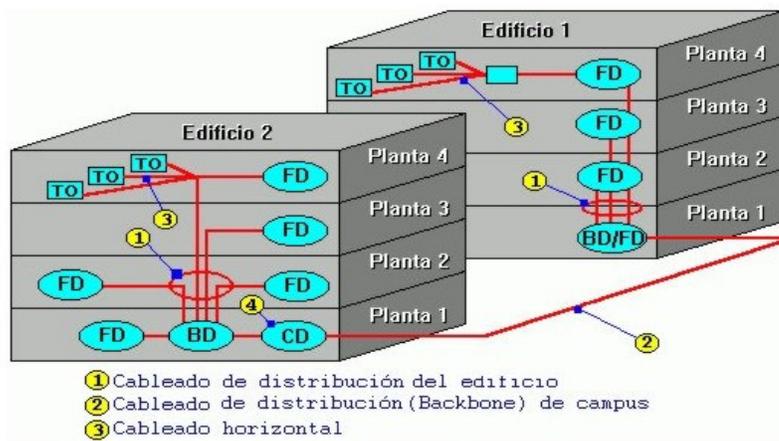
El servicio de comunicaciones (voz, datos, fax, imagen, etc.) asignado a una determinado puesto de trabajo se determina en el distribuidor de planta por medio de cables de conexión(patch cords) que conectarán dicha salida con la aplicación deseada del subsistema vertical.

Figura 42. Elementos en el área de trabajo(tomas Voz/Datos; patch cords)



En el siguiente diagrama (figura # 43) se ilustra el concepto de distribución de cableado en los mencionados niveles jerárquicos.

Figura 43. Distribución del cableado, dentro de un edificio, siguiendo una estructura de niveles



5. SISTEMAS DE SEGURIDAD EN UNA CONSTRUCCIÓN INTELIGENTE

Hoy en día debido a todas las inseguridades presentadas, el entorno de trabajo debe proporcionar a sus usuarios completa confianza a la hora de realizar sus labores, es por esto que deben ser implementados sistemas de protección en dicho entorno, tales como son: La seguridad del personal, la información, los bienes muebles e inmuebles, el control del ingreso y flujo del personal dentro de las instalaciones entre otras. Las cuales hacen parte de las principales preocupaciones en la actualidad de una empresa o corporación y siendo la construcción de tipo INTELIGENTE, muchísimo más. Para evitar cualquiera de estos inconvenientes es necesario desarrollar una estructura de seguridad como la que se propone a continuación:

1. Sistemas de control de acceso.
2. Sistema circuito cerrado de televisión(CCTV).
3. Sistemas de detección de incendios, humos y alarmas.

5.1 SISTEMAS DE CONTROL DE ACCESO

La finalidad de contar con un Sistema de Control de Acceso es administrar y controlar el tráfico del personal y visitantes en la edificación, aplicando estrategias basadas en aspectos tales como la cantidad de usuarios, puertas, zonas, horarios, posibles emergencias, etc. Del mismo modo este Sistema nos

permite crear zonas de tránsito restringido. El nivel de Control de Acceso y de Seguridad podrá variar dependiendo de la aplicación y necesidad; asociado a esto, nuestro sistema emite una serie de reportes que permiten filtrar la información necesaria para garantizar la operación del edificio.

Por lo tanto, con este sistema se pretenden resolver dos aspectos fundamentales de la operación: la seguridad y el control.

- **El Control:** Los beneficios obtenidos a través de un sistema de seguridad se miden por la calidad del control y la información que el mismo es capaz de arrojar.
- **La Seguridad:** Por medio de la asignación de permisos, el sistema restringe o da acceso a cada usuario o grupo de usuarios a distintas puertas o zonas de interés; de manera opcional pueden asignarse contraseñas para la autenticación del usuario obteniendo un grado mayor de seguridad en caso de extravío o pérdida del documento de identificación. De igual modo se pueden definir zonas de seguridad con una o más puertas permitiendo que un usuario entre por una puerta y salga por otra pero de manera controlada.

5.2 SISTEMA DE CIRCUITO CERRADO DE TELEVISIÓN (CCTV)

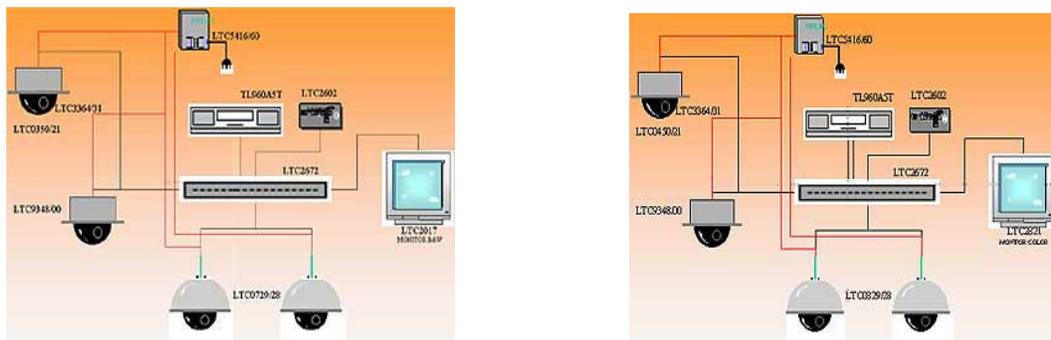
Más allá de los usos de entretenimiento comercial y de comunicación, los Sistemas de Circuito Cerrado de Televisión (CCTV), juegan un papel muy importante en el desarrollo diario, por lo que algunas de las aplicaciones que hacen que estos Sistemas sean invaluable para su implementación diaria son: La ayuda en la Prevención de Riesgos y disminución de la Criminalidad en Tiendas Departamentales y de Autoservicio, el apoyo en el Control y Monitoreo de las operaciones de Almacén, la Vigilancia de procesos de Producción tanto Químicos como Industriales, el Monitoreo del Flujo Vehicular (Tráfico) y la Seguridad en Ambientes Peligrosos, así como el monitoreo de gran concentración de personas en diferentes ambientes.

Asociado a lo anterior y tomando en cuenta que en la actualidad la seguridad, ha dejado de ser una necesidad para convertirse en un punto indispensable, incrementando de esta manera el desarrollo de planes estratégicos de vigilancia para mantener un control y monitoreo de espacios en particular, donde se requiere de una vigilancia oportuna y eficaz.

Figura 44. Dispositivos de circuito cerrado de televisión (CCTV)



Figura 45. Diagramas de Sistemas de Circuito Cerrado de Televisión



5.3 SISTEMAS DE DETECCIÓN DE HUMOS, INCENDIOS Y ALARMAS

En la actualidad y debido a los grandes riesgos existentes en nuestro diario acontecer, resultan de vital importancia la implementación de Sistemas de prevención y protección contra incidentes, uno de estos sistemas es el conocido como Sistema de Protección contra Incendios (Humos y Alarmas); el cual tiene como objetivo principal el de 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 una posible emergencia y poder combatirla, y en caso de riesgo mayor, generar la alarma para la evacuación parcial o total del edificio. Cuidando de esta forma el material humano de la empresa y la empresa misma, y para lograrlo resulta de vital importancia cumplir con las siguientes funciones básicas:

- **Supervisión:**

Monitoreo constante del comportamiento del ambiente en el interior de los inmuebles protegidos, para que de esta manera al estar alerta el Sistema se tenga la plena confianza y seguridad en la convivencia e interacción del mismo.

- **Notificación:**

Un Sistema de Detección, debe ser capaz de alertar a los habitantes del inmueble de cualquier cambio en las condiciones normales, pudiendo tener la capacidad de intercomunicación con las autoridades locales o por medio de señales audiovisuales, por medio de las cuales se pondrá en acción al personal destinado para la evacuación y operación de los sistemas de extinción.

- **Control:** Acción que permitirá realizar la discriminación entre falsas alarmas y alarmas reales, así como la activación de aquellas funciones preprogramadas para realizar tanto el aviso de alerta como la evacuación y señalización de las salidas de emergencia. Además de incluir todos aquellos controles de los equipos que interactúen con los habitantes, tales como elevadores, sistemas de aire acondicionado, ventiladores, extractores, etc.

Figura 46. Campo de aplicación



Para permitirnos gozar de toda esta seguridad en nuestra infraestructura inteligente, resulta de vital importancia la interacción que dicha estructura tenga con el medio, para poder detectar todas las situaciones antes descritas. La forma en que esa interacción puede ser posible es si nuestro entorno tiene la capacidad de sentir lo que pasa en el y esto puede ser posible gracias a la implementación de sensores en el mismo.

5.4 SENSORES

De acuerdo con todo lo antes descrito, en un entorno inteligente en lo primero que hay que pensar luego de escoger el protocolo a implementar, es en como se van a captar las señales del medio, por lo cual debe tenerse en cuenta a los *SENSORES*, por lo que se ha querido ampliar un poco al respecto.

Los sensores son en realidad elementos físicos que pertenecen a un tipo de dispositivo llamado *transductor*. Los transductores son elementos capaces de transformar una variable física en otra diferente. Los sensores son un tipo concreto de transductores que se caracterizan porque son usados para medir la variable transformada. La magnitud física que suele ser empleada por los sensores como resultado suele ser la tensión eléctrica, debido a la facilidad del trabajo con ella.

Desde el punto de vista de la forma de la variable de salida, podemos clasificar los sensores en dos grupos: *analógicos*, en los que la señal de salida es una señal continua, analógica; y *digitales*, que transforman la variable medida en una señal digital, a modo de pulsos o bits, siendo estos últimos los más utilizados en la actualidad gracias a la compatibilidad de su uso con los equipos de última tecnología. Estos dispositivos brindan una gran ayuda en los entornos inteligentes, ya que esto hace más o menos importante a la construcción donde se quieran implementar.

Figura 47. Sensores ultrasónicos



Figura 48. Sensores infrarrojos



5.4.1 SENSOR INTELIGENTE³⁰

Un sensor inteligente es aquel que combina la función de detección y algunas de las funciones de procesamiento de la señal y comunicación. Dado que estas funciones adicionales suele realizarlas un microprocesador, cualquier combinación de sensor y microprocesador se denomina a veces sensor inteligente. Aunque no tiene por qué ser un elemento monolítico, se sobreentiende que un sensor inteligente está basado, total o parcialmente, en

³⁰ Pallas Areny, Ramón. Sensores y acondicionadores de señal. 2 Ed. Barcelona:Marcombo, 1994. 480p:

elementos miniaturizados, y con un encapsulado común. Un sensor inteligente es inevitablemente más caro que uno convencional. Pero si además de la inversión se consideran el mantenimiento, fiabilidad, etc., la inversión total de un sensor convencional resultaría mucho mayor.

5.4.2 SISTEMAS DE COMUNICACIÓN PARA SENSORES

Las señales obtenidas con los sensores, una vez acondicionadas, hay que comunicarlas a un receptor o dispositivo de presentación, cercano o remoto. Cuando el emisor y el receptor no están muy lejos, se suele emplear transmisión por hilos(par trenzado, cable coaxial, línea telefónica). También se emplea transmisión por hilos en instalaciones extensas que incluyan una infraestructura adecuada(redes de distribución eléctrica, oleoductos). Sus limitaciones son que tanto el ancho de banda como la velocidad de transmisión permitida son pequeños. En Europa, el uso de la red eléctrica como canal de transmisión esta estandarizado a 50Hz, a diferencia de nuestro país que el canal de transmisión es de 60Hz.

Para distancias muy grandes, o cuando el emisor o receptor son inaccesibles o interesa que se pueda mover libremente uno respecto al otro, se emplea teledioda vía radio. Su ancho de banda y velocidad son mayores. Para distancias cortas se emplean también a veces ultrasonidos, radiación infrarroja, o simple acoplamiento capacitivo o inductivo. En presencia de interferencias electromagnéticas fuertes, para tener aislamiento eléctrico, y cuando hace falta un gran ancho de banda se emplea fibra óptica.

6. DISEÑO

Lo que se quiere mostrar con este diseño es poder comprender o interactuar de una manera mas practica con todos los sistemas nombrados anteriormente. Se explicara la mejor manera de escoger un dispositivo con respecto a otro dadas las características o exigencias del diseño a realizar; teniendo en cuenta consideraciones como el presupuesto, el tiempo de realización, el tamaño del entorno, la accesibilidad de los distintos equipos a este entorno, etc.

Con todo esto podremos escoger de manera correcta y así poder realizar a futuro su implementación de la mejor manera.

El área donde se piensa implementar este diseño es el edificio de aulas 2 (A2), de la Universidad Tecnológica de Bolívar con sede en Ternera.

DESCRIPCION DEL AREA DE TRABAJO

SELECCIÓN DEL PROTOCOLO A UTILIZAR

- **SOFTWARE**
- **ESTANDAR**

SELECCIÓN DEL HARDWARE A INSTALAR

- **MEDIOS DE TRANSMISIÓN**
- **EQUIPOS DE CONTROL**
- **ACTUADORES**

PRESUPUESTO

6.1 DESCRIPCIÓN DEL AREA DE TRABAJO

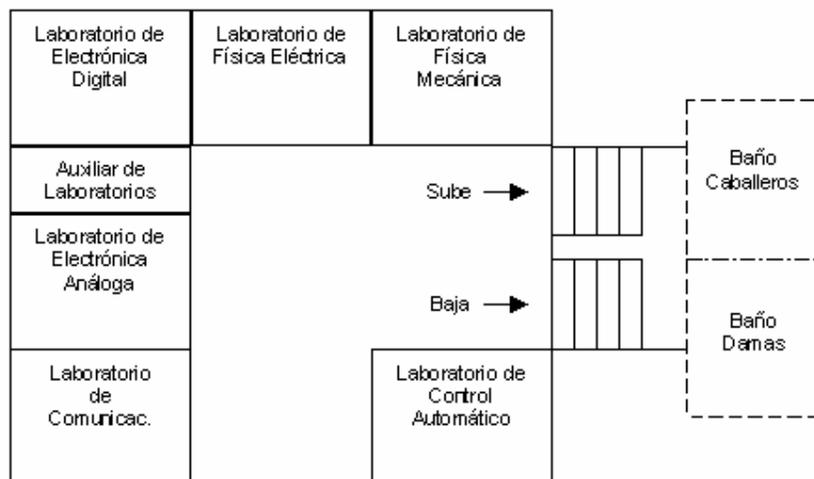
Como se menciona brevemente anteriormente, se quiere optimizar el Edificio de Aulas 2. Este edificio cuenta con seis (6) pisos, el piso superior consta de menos complejidad que los otros. Adelante pasaremos a describir como están conformados cada uno de los pisos y las plantas intermedias.

1° Piso: Esta integrado por 7 laboratorios pertenecientes a las Ingenierías.

Baños: Damas y Caballeros

2° Piso: Esta integrado por 6 laboratorios, de los cuales 5 pertenecen a Ingeniería Eléctrica y electrónica y el otro es de Física Mecánica.

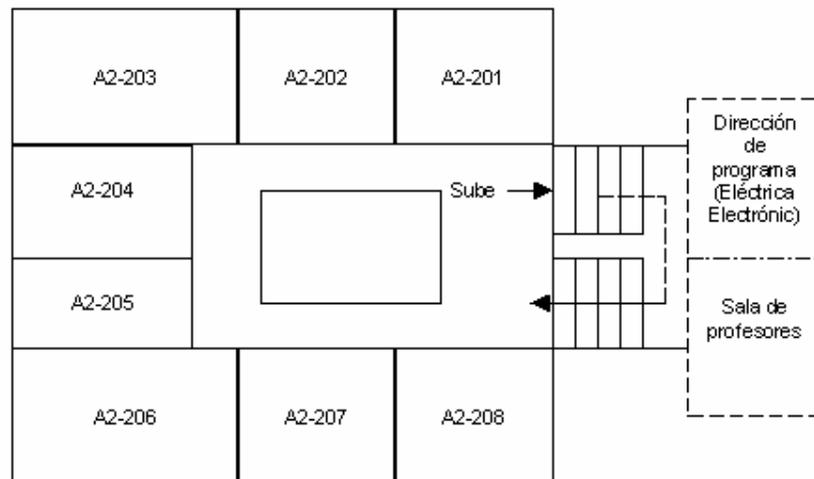
Figura 49. Primer piso de aulas 2 (Laboratorios y Baños)



Dirección de Programa: Facultad de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Mecatrónica, y Sala de Profesores.

3° Piso: Esta integrado por 8 salones o aulas de clases.

Figura 50. Segundo piso de aulas 2 (Dirección de programa Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Mecatrónica y aulas de clase)



Baños: Damas y Caballeros.

4° Piso: Esta integrado por 8 salones o aulas de clases.

Ver figura 51

Dirección de Programa: Facultad de Psicología y Sala de Profesores.

5° Piso: Esta integrado por 3 salones, 2 laboratorios de Psicología y una sala de Audiovisuales.

Ver figura 52

Language Center: Centro de Idiomas del Campus de Ternera.

Sala de Producción: Maneja el servicio de video y radio del Campus.

6° Piso: Es una zona de libre esparcimiento y diversión, la cual cuenta con un pequeño quiosco anteriormente usado como cafetería.

Ver figura 53

Figura 51. Tercer piso de aulas 2 (Aulas de clase y baños)

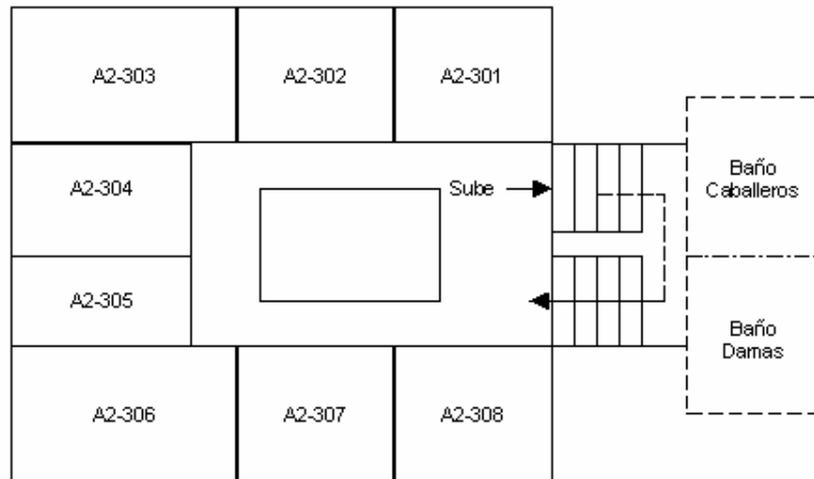


Figura 52. Cuarto piso de aulas 2 (Dirección de programa de Psicología, Laboratorio de psicología y aulas de clase)

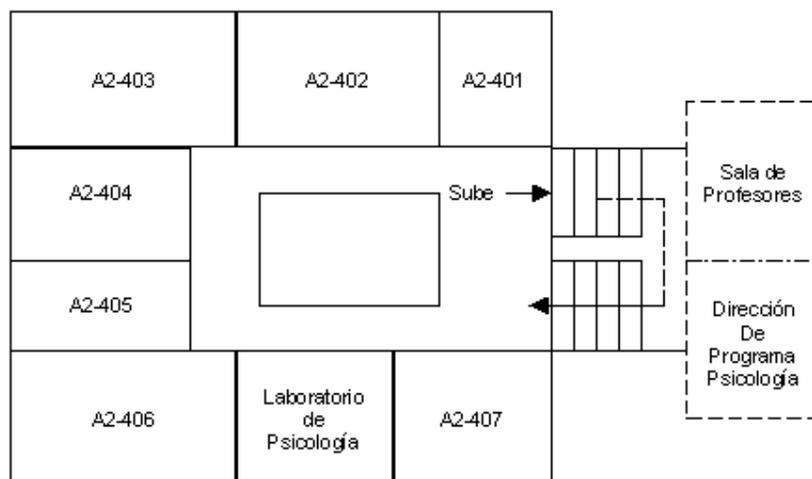
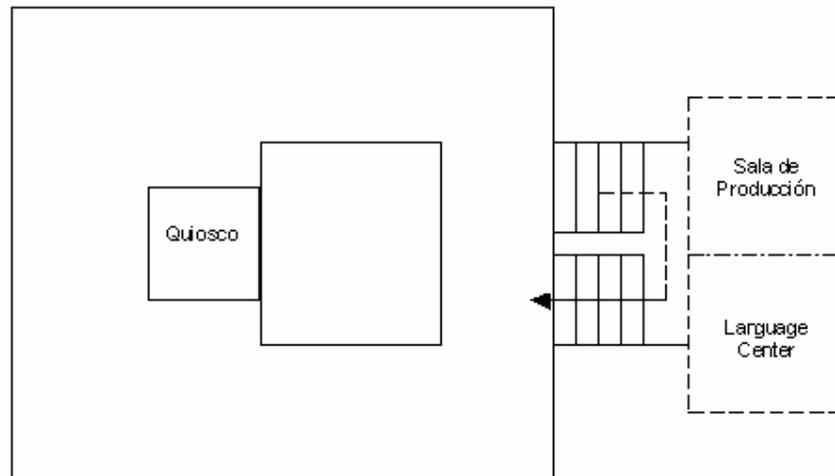


Figura 53. Quinto piso de aulas 2 (Zona de libre esparcimiento, centro de idiomas y sala de producción)



6.2 SELECCIÓN DEL PROTOCOLO A UTILIZAR

Para este apartado haremos énfasis en las diferentes necesidades que se pueden presentar por parte del usuario, es decir de acuerdo al tipo de edificación (tamaño, ubicación, antigüedad, etc.). Estos serán los parámetros en los que nos basaremos para escoger el protocolo que mas convenga.

- ❖ *Tamaño:* Dependiendo del tamaño de la edificación existe la opción de considerar utilizar un Software en especial. Existen algunos que se basan principalmente en cuestiones domesticas y no llegar a manejar una inmensa cantidad de dispositivos.
- ❖ *Ubicación:* Considerar si el sector a automatizar es estable para realizar este proceso.

- ❖ *Antigüedad*: Mirar si la edificación es del tipo de Patrimonio Arquitectónico o si no lo es. Esto para diagnosticar el tipo de medios de transmisión a emplear.
- ❖ *Posibilidad de expansión*: Considerando que sea una institución en vías de expansión se debe aplicar un software con alta escalabilidad.
- ❖ *Factores ambientales*: El ruido, el polvo, la temperatura podrían causar distorsión en las medidas de ciertos dispositivos.

Considerando todos estos parámetros podemos encontrar que la edificación con la que vamos a trabajar tiene un gran número de puntos a ser monitoreados y controlados. Además de esto se encuentra afectada por el ruido de una empresa del sector. Por lo que los sensores seleccionados deben presentar alta inmunidad al ruido o en lo posible evitar sensores ultrasónicos. La edificación se encuentra disponible al público en un 90%, es decir, se encuentra con esto que las posibilidades de expansión no son un factor preponderante en nuestro diseño, y además se entiende que al estar aun en fase de construcción es una edificación con poco tiempo de uso.

Por lo anterior y de acuerdo a los conocimientos adquiridos por la información recopilada, decidimos optar por el **sistema EIB**. A continuación mostraremos algunas de las razones por lo cual optamos por este sistema.

❖ **Organización de los dispositivos y conductores:**

Esto supone una enorme simplificación del cableado de control, respecto de una instalación convencional. Todas las funciones del edificio implementadas con un único cableado común a todas ellas. Todo esto supone una excelente organización en el sistema, ya que en el no se observa congestión de conductores, como se puede diferenciar entre un esquema convencional y un esquema EIB, en las siguientes figuras.

Figura 54. Sistemas convencionales

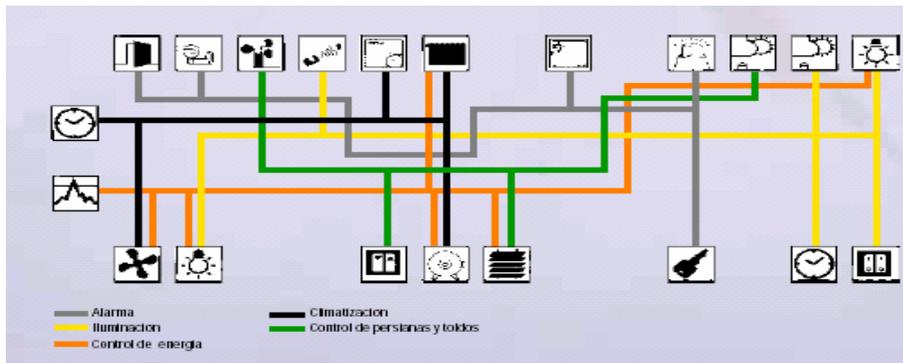
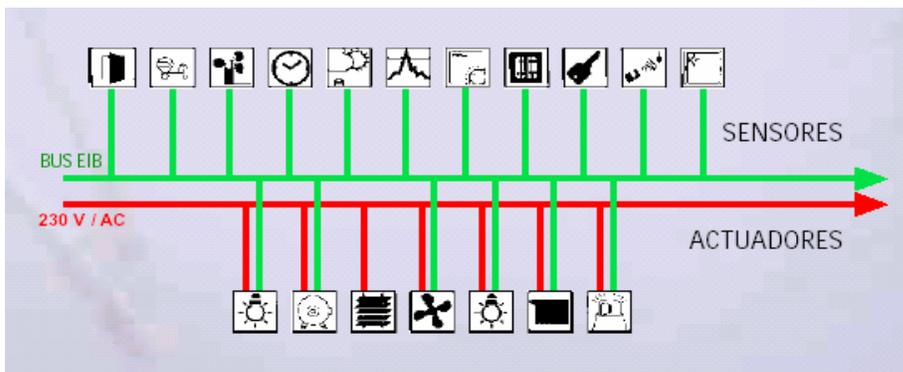


Figura 55. Sistema EIB



6.2.1 E.T.S. Software para visualizar, controlar y actuar sobre instalaciones equipadas con el sistema Instabús EIB.

El E.T.S (EIB Tools Software) permite diseñar pantallas a partir de los planos CAD del edificio, a los que se pueden añadir botoneras, controles, campos de entrada de datos, *displays* y un sin número de elementos. Se pueden definir diferentes usuarios con privilegios de acceso personalizados. Con la gestión avanzada de alarmas, el programa registra de forma automática cada alarma para permitir su análisis posterior. El módulo de control de cargas contribuye a optimizar el rendimiento energético de la instalación.

Figura 56. Display táctil (LCD)

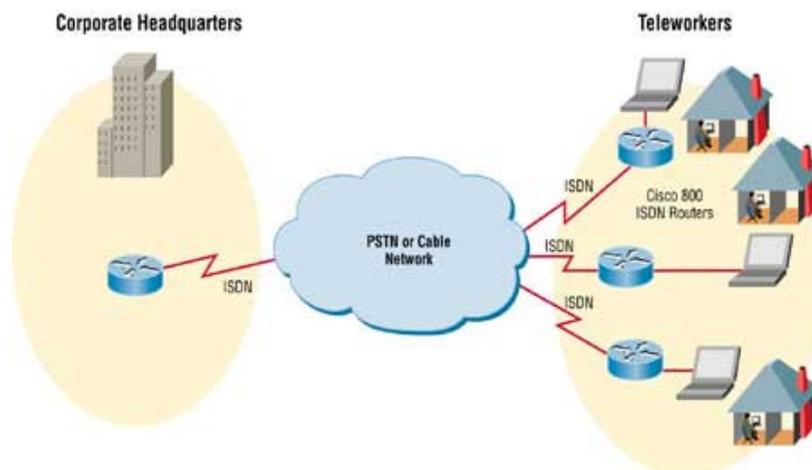


Se puede interconectar con otros sistemas a través de módem, ISDN(RDSI) o red TCP/IP. Para lo cual Cisco provee una solución.

- **Soluciones de Enrutamiento Cisco ISDN (RDSI)**³¹

Para áreas donde DSL y otras tecnologías no se pueden aplicar, ISDN es una excelente solución de teletrabajo. ISDN provee trabajadores con una rápida conexión a la oficina central a muy bajo costo, mediante un proveedor de servicio. Esto con el fin de monitorear el sistema desde su domicilio, aplicando la tecnología del teletrabajo.

Figura 57. Diagrama de interconexión ISDN(RDSI)



Todo esta solución en el área de las telecomunicaciones soportada en los servicios que estas ofrecen a la hora de convertirse en un recurso estratégico que reduce costes, aumenta la competitividad y permite la incursión en nuevos mercados, esto sin importar el equipo que utilicemos para llevar a cabo la

³¹ Ampliar información: http://www.cisco.com/en/US/netsol/ns340/ns394/ns6/ns122/networking_solutions_design_guidance0900aecd800e454e.html

interconexión debido a la convergencia de los fabricantes en el uso de estas tecnologías.

6.3 SELECCIÓN DEL HARDWARE

Para poder realizar una buena selección de estos elementos debemos discriminar las zonas del edificio, ya que en este encontramos oficinas, aulas de clases, laboratorios, y zonas de libre acceso (pasillos, baños), en donde los servicios a suministrar son de diferentes tipos.

- ❖ *Oficinas:* Una buena regulación de temperatura e iluminación, acceso a la red de datos de la institución, y control de acceso al personal con el fin de hacer a estas lo más seguras posibles.
- ❖ *Aulas de clase:* Regulación de temperatura e iluminación mediante detectores de presencia con el fin de que no exista algún desperdicio de la energía eléctrica. Además de esto un punto de acceso a la red de la institución.
- ❖ *Laboratorios:* Una buena regulación de temperatura e iluminación, control de acceso al personal con el fin de hacer a estos lo más seguros posibles, implementando un circuito cerrado de televisión (CCTV). Y en el caso de los laboratorios de Electrónica Digital y Control Automático, ubicar los suficientes puntos de red. En los demás se pueden ubicar de a 2 por cada laboratorio.

- ❖ *Zonas de libre acceso(pasillos)*: Mediante el uso de celdas fotoeléctricas controlar la iluminación de estos espacios, algunos puntos de red por cada piso del edificio con el fin de hacer el entorno lo más cómodo posible, y salidas de audio para mantener informado al personal de lo que este sucediendo en el bloque o en la sede.
- ❖ *Baños*: Un control de bombas elevadoras de agua potable y sensores de presencia los cuales controlan la iluminación y manejan el suministro de agua en los lavamanos y sanitarios.
- ❖ *Zonas de libre esparcimiento y diversión*: Se controlará únicamente la iluminación, con sensores fotosensibles, ya que esta localidad se encuentra al aire libre y la mayoría del tiempo la luz solar suministra la iluminación suficiente.

Todo los sistemas anteriormente descritos desean ser controlados y monitoreados desde PC y teclado alfanumérico.

Detector de Movimientos

Para el Acoplador al Bus, envía señales ON a través del sistema ABB i-bus EIB. Cuenta con 180 grados de detección con posibilidad de control manual a través del interruptor deslizante.

Figura 58. Detector de movimientos



Sensor de luminosidad

Detecta la luz del día. Se pueden conectar hasta 10 interruptores de valores de luz a un sensor de luminosidad.

Figura 59. Sensor de luminosidad



Interruptor crepuscular

Este mecanismo controla la iluminación mediante el sistema ABB i-bus EIB, en respuesta a la luz de ambiente. La luminosidad de encendido puede ajustarse mediante un potenciómetro colocado en el mecanismo.

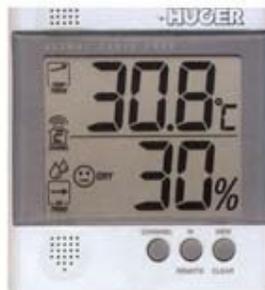
Figura 60. Interruptor crepuscular



Termómetro-Higrómetro digital

Temperatura interior y exterior sin cable, humedad interior y exterior sin cable, soporte para pared o sobremesa: Tamaño: 90x59x20 mm. Sensor remoto de temperatura-higrómetro exterior por transmisión de datos sin cable: Tamaño: 92x60x21 mm³².

Figura 61. Sensor de temperatura (EMR 812hg)



³² Más información sobre esta clase de dispositivos en:
<http://www.valentincuende.com/productos/meteorologia/>

Actuador regulador

Actuador regulador para encender y regular lámparas fluorescentes con balastos electrónicos. Pueden ser gobernados por pulsadores convencionales.

Figura 62. Actuador regulador



Actuador regulador universal

Actuador regulador para encender y regular lámparas incandescentes, lámparas halógenas de 230V y lámparas halógenas de bajo voltaje. Pueden ser gobernados por pulsadores convencionales.

Figura 63. Actuador regulador universal



Para mayor información al respecto de estos dispositivos consultar la pagina web:

<http://www.camba.com/domo/> (Sensores y actuadores)

CCD(cámara de color digital) de formato de 1/3 de pulgada³³

Alta sensibilidad, resolución estándar, equilibrio automático del blanco, compensación de contraluz, obturador electrónico, lentes auto-iris o DC-iris, sincronización por línea con ajuste de fase externo. Acepta tensiones de red y de C.A. o de C.C.

Figura 64. Camara de color digital Phillips



³³ Más información sobre este producto en:
http://www.condumex.com.mx/electronica/sist_edificios_inteligentes.html:productos

Además de estos dispositivos es necesario seleccionar el medio de transmisión por el cual se hará la interconexión de las salidas de datos. Donde se ha pensado implementar cableado UTP categoría 6 en el cableado horizontal y de fibra óptica en el backbone, de acuerdo con las necesidades de las futuras tecnologías, evitando que este sea considerado inservible en unos pocos años. También necesitamos los equipos que harán la interconexión de los equipos de computo, dependiendo del número de computadores que se encuentren presentes en cada nivel de la edificación, a sabiendas de que todos estos podrán tener acceso a la red corporativa y externa. También se desea ubicar un cuarto de telecomunicaciones principal en el piso inferior donde se puedan ubicar servidores de web. Se pensará en la implementación de distribuidores de piso de acuerdo al número de puertos habilitados en cada uno. Por esto se ha considerado el siguiente diseño.

6.4 CONSIDERACIONES DE DISEÑO DE UN CUARTO DE TELECOMUNICACIONES

El diseño de un Cuarto de Telecomunicaciones (CT) depende de:

- ❖ El tamaño del edificio.
- ❖ El espacio de piso a servir.
- ❖ Las necesidades de los ocupantes.
- ❖ Los servicios de telecomunicaciones a utilizarse.

- **Altura:**

La altura mínima recomendada del cielo raso es de 2.8 metros.

- **Ductos:**

El número y tamaño de los ductos utilizados para acceder al cuarto de telecomunicaciones varía con respecto a la cantidad de áreas de trabajo, sin embargo se recomienda por lo menos tres ductos de 4 pulgadas (10,16 centímetros) para la distribución del cable de backbone³⁴.

Los ductos de entrada deben de contar con elementos de retardo de propagación de incendio "firestops". Entre CT de un mismo piso debe haber mínimo un conduit (tubo PVC) de 3 pulgadas (7,62 cm).

- **Puertas:**

La(s) puerta(s) de acceso debe(n) ser de apertura completa, con llave y de al menos 91 centímetros de ancho y 2 metros de alto. La puerta debe ser removible y abrir hacia afuera (o lado a lado). La puerta debe abrir al ras del piso y no debe tener postes centrales.

- **Polvo y electricidad estática:**

Se debe el evitar polvo y la electricidad estática utilizando piso de concreto, terrazo, loza o similar (no utilizar alfombra). De ser posible, aplicar tratamiento especial a las paredes pisos y cielos para minimizar el polvo y la electricidad estática.

³⁴ Ver la sección 5.2.2 del ANSI/TIA/EIA-569.

- **Control ambiental:**

En cuartos que no tienen equipo electrónico la temperatura del cuarto de telecomunicaciones debe mantenerse continuamente (24 horas al día, 365 días al año) entre 10 y 35 grados centígrados. La humedad relativa debe mantenerse menor a 85%. Debe de haber un cambio de aire por hora. En cuartos que tienen equipo electrónico la temperatura del cuarto de telecomunicaciones debe mantenerse continuamente (24 horas al día, 365 días al año) entre 18 y 24 grados centígrados. La humedad relativa debe mantenerse entre 30% y 55%. Debe de haber un cambio de aire por hora.

- **Cielos falsos:**

Se debe evitar el uso de cielos falsos en los cuartos de telecomunicaciones.

- **Prevención de inundaciones:**

Los cuartos de telecomunicaciones deben estar libres de cualquier amenaza de inundación. No debería haber tubería de agua pasando por (sobre o alrededor) el cuarto de telecomunicaciones. De haber riesgo de ingreso de agua, se debe proporcionar drenaje de piso. De haber regaderas contra incendio, se debe instalar una canal para drenar un goteo potencial de las regaderas.

- **Iluminación:**

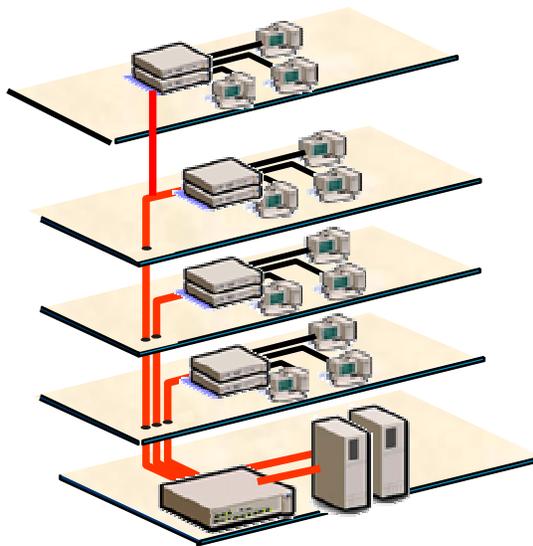
Se debe proporcionar un mínimo equivalente a 540 lux medido a un metro del piso terminado. La iluminación debe estar a un mínimo de 2.8 metros del piso terminado. Las paredes deben estar pintadas en un color claro para mejorar la iluminación. Se recomienda el uso de luces de emergencia.

- **Localización:**

Con el propósito de mantener la distancia horizontal de cable promedio en 46 metros o menos (con un máximo de 90 metros), se recomienda localizar el cuarto de telecomunicaciones lo más cerca posible del centro del área a servir.

De acuerdo con lo ya descrito se espera obtener un diagrama parecido al de la figura 40.

Figura 65. Diagrama de cuarto de telecomunicaciones y áreas de servicio



6.4.1 CONSIDERACIONES DE DISEÑO DEL CABLEADO HORIZONTAL

El cableado horizontal será diseñado para ser capaz de manejar diversas aplicaciones de usuario, tales como:

- ❖ Comunicaciones de voz (teléfono).

- ❖ Comunicaciones de datos.
- ❖ Redes de área local.

Además se considerará incorporar otros sistemas de información del edificio (sistemas tales como televisión por cable, control ambiental, seguridad, audio, alarmas y sonido) para este diseño, aunque estos sistemas vayan a ser manejados mediante la implementación del sistema EIB.

6.4.1.1 TOPOLOGIA

El cableado horizontal se debe implementar en una topología de estrella. Cada salida del área de trabajo debe estar conectada directamente al cuarto de telecomunicaciones. No se permiten empates (múltiples apariciones del mismo par de cables en diversos puntos de distribución) en cableados de distribución horizontal.

Todas estas consideraciones son tenidas en cuenta para evitar altos costos en materiales, mano de obra e interrupción de labores en caso tal se presenten cambios en la red. Es por esto que esta distribución debe ser diseñada para facilitar el mantenimiento y la reubicación de áreas de trabajo.

Además se suministra a continuación un esquema (vista lateral) de cómo va quedar organizado el edificio, para cuando se pueda implementar el diseño de campus inteligente y las convenciones utilizadas en la misma.

Figura 66. Vista Lateral edificio de aulas 2 U. T. B. con la interconexión de los dispositivos

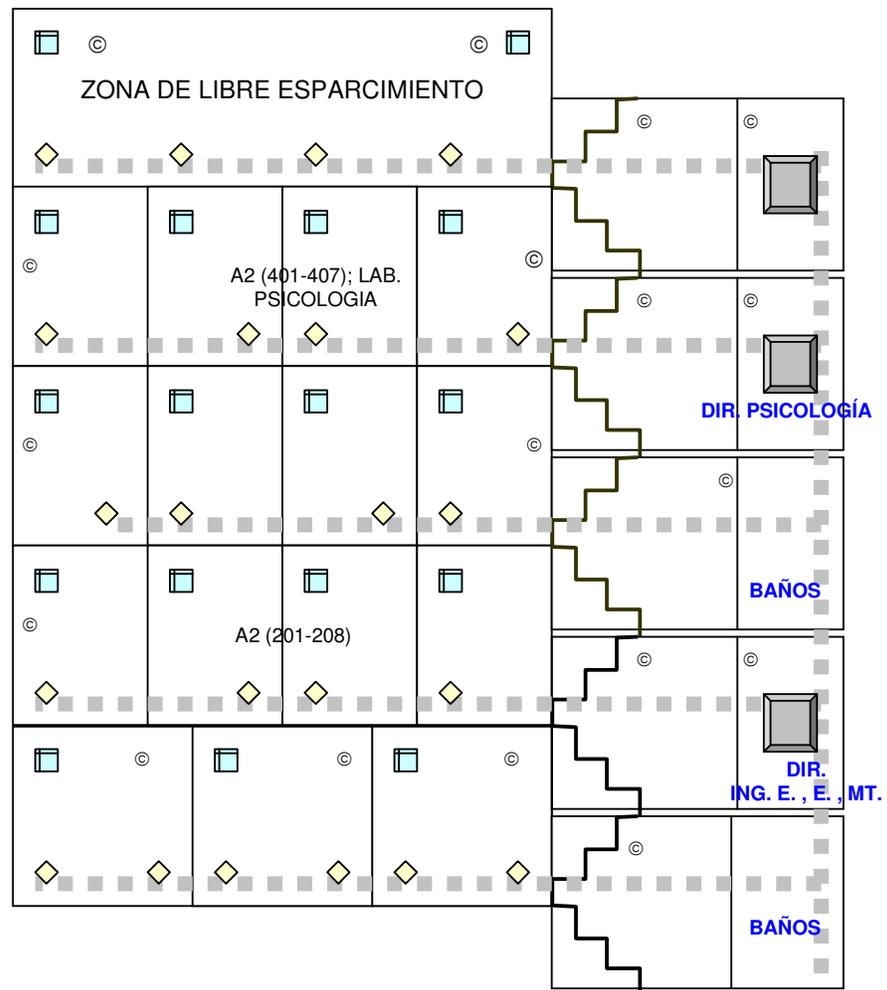


Tabla 3. CONVENCIONES

	Equipos informáticos y salidas de voz y datos.
©	Cámara de CCTV.
◆	Salidas de voz y datos.
■ ■ ■	Canaletas/ Tubos Conduit.
	Sensores (Presencia, temperatura) y actuadores.

A continuación se ilustraran los diagramas lógicos de cableado de cada uno de los pisos para la interconexión de las salidas de voz y datos , así como también la de sensores y camaras.

Figura 67. Diagrama de cableado primer piso

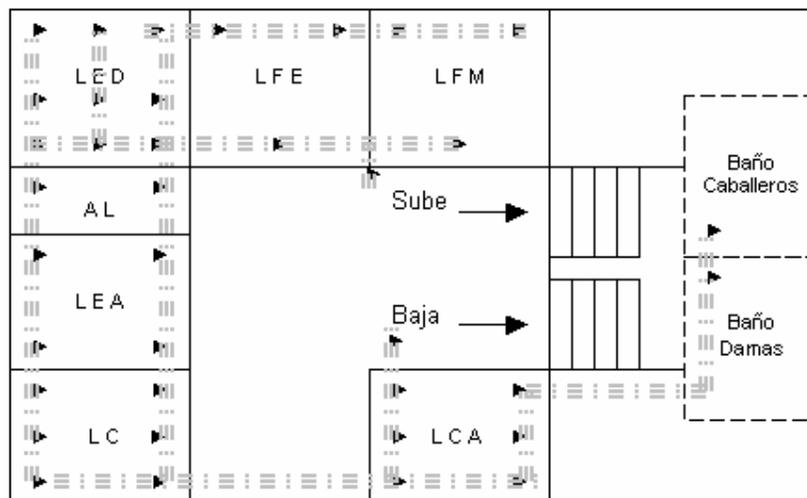


Figura 68. Diagrama de cableado segundo piso

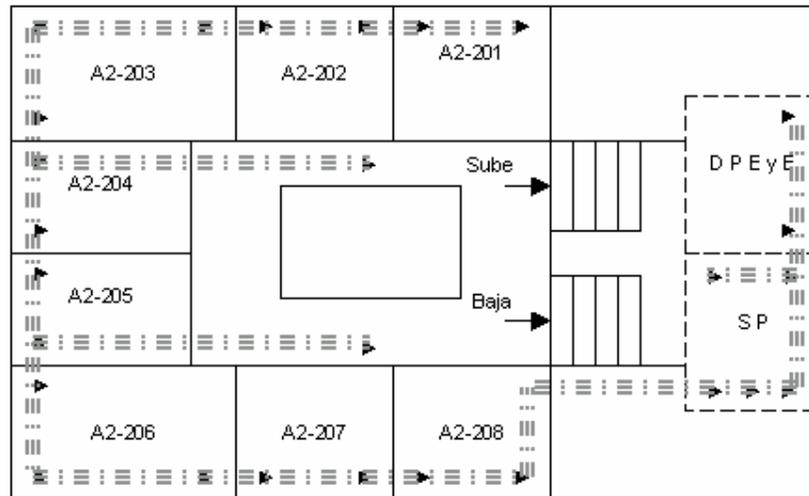


Figura 69. Diagrama de cableado tercer piso

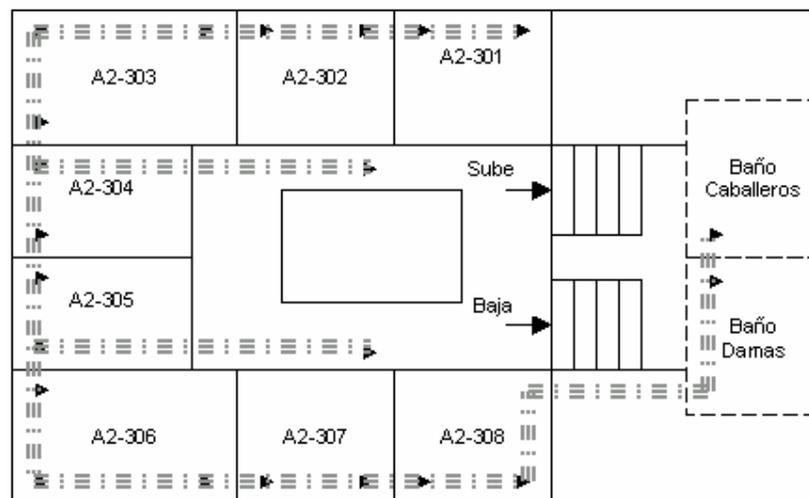


Figura 70. Diagrama de cableado cuarto piso

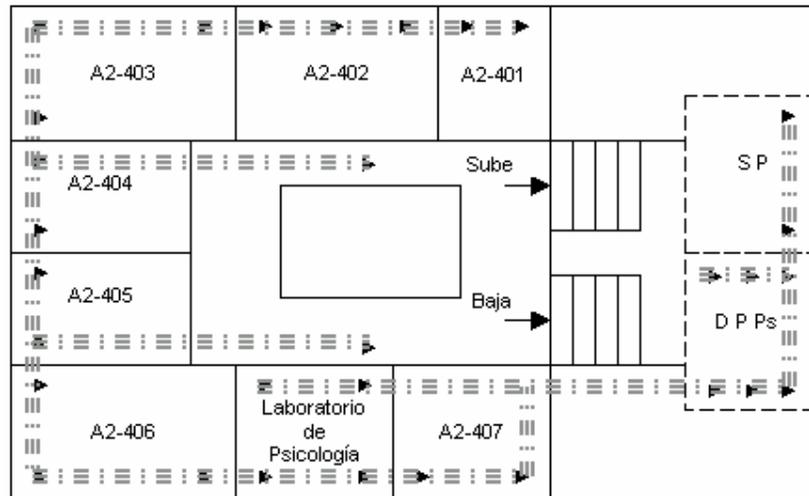
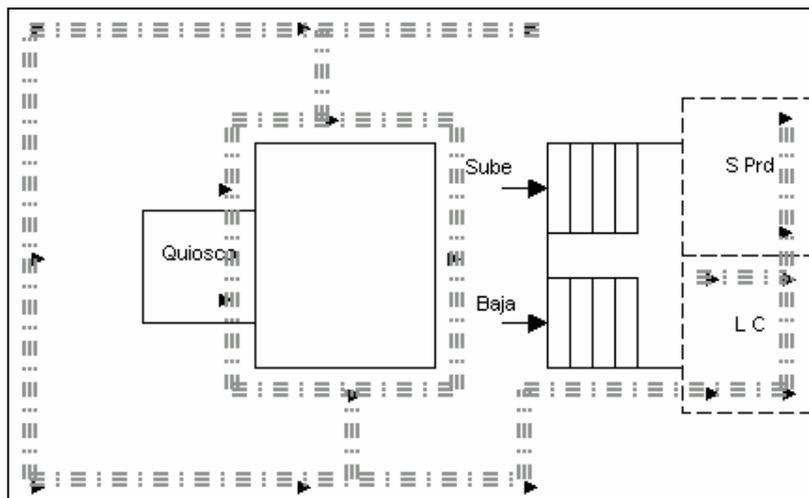


Figura 71. Diagrama de cableado quinto piso



6.5 PRESUPUESTO

CONCLUSIONES

- El desarrollo de este trabajo investigativo sirvió para obtener conocimientos bastante amplios sobre los entornos inteligentes, siendo estos, una estructura muy importante para el desarrollo de nuevas tecnologías en el ambiente laboral.
- De acuerdo con la investigación realizada se conocieron una gran gama de dispositivos y software, que fueron seleccionados, de acuerdo con sus características, para el diseño del edificio automatizado de Aulas 2 de nuestro campus universitario.
- El poder integrar sistemas en una Construcción Inteligente conlleva a poder tener una calidad de vida mas placentera, ya que tener el control de un ambiente sin necesidad de estar presente implica un alto rendimiento en nuestras actividades.
- La escogencia de los materiales implicados no solo se ve afectada por el presupuesto, sino que debido a las exigencias de la localidad a implementar, así se considera el mejor dispositivo que preste los servicios adecuados en el entorno.

- Es recomendable conocer la forma en que trabajan tanto los sistemas como los dispositivos, esto para aplicarlos a la función específica y cumplan con todas las exigencias y prestaciones necesarias para cada caso.
- Tomando en cuenta los dispositivos (sensores de presencia) encontrados en las aulas de la edificación, los cuales fueron destruidos por la comunidad estudiantil, es necesario crear una conciencia de pertenencia con la institución para poder disfrutar de un entorno confortable.
- Existe todavía un problema con la unificación de criterios acerca de cual sistema gobernara el mercado, debido a que los grandes fabricantes proponen la idea mas no actúan al respecto, al unificar criterios y alcanzar un estandar unico que englobe todos los existentes con un protocolo de comunicaciones universal ningún usuario se vera obligado a utilizar un sistema en particular pudiendo elegir libremente entre todos sin la necesidad de pensar en el futuro y las aplicaciones de los servicios que quiera disponer. Cuando sea posible alcanzar este logro, la industria de las construcciones inteligentes tendrá un fuerte auge en su desarrollo definitivo y en su implantación total en la sociedad superando todo tipo de obstáculos.
- De acuerdo con el presupuesto obtenido, se ve que es un proyecto bastante costoso, por lo cual se aconsejaría realizarlo por etapas.

ANEXOS

Anexo A: Glosario

Anexo B: Bibliografía

Anexo C: Estándar ANSI/TIA/EIA-569 de administración para la infraestructura de telecomunicaciones de edificios comerciales

Anexo D: Estándar ANSI/TIA/EIA-606 de administración para la infraestructura de telecomunicaciones de edificios comerciales

Anexo E: Otros documentos de interés

ANEXO A

GLOSARIO

ASCII (American Standard Code for Information Interchange): Código – de 7 bits/128 caracteres posibles – estándar para el intercambio de información el American National Standards Institute.

Backbone: Segmento central de una red que soporta una gran capacidad de tráfico.

Bus: Línea o canal de transmisión que transporta señales –información- a una gran velocidad, de gran importancia para el funcionamiento del sistema.

Canal: Vía interna de comunicación de datos en cualquier dispositivo ya sea informático o de interconexión de este con el medio.

CE-Bus: CE-Bus es un sistema de comunicación de dos caminos con capacidad de loop de control cerrado, así que cada unidad puede comunicarse directamente con cualquier otra en la red, o mismo suministrar información sobre su propio estado.

Comunicación punto a punto: Una forma de comunicación donde los dispositivos de red pueden comunicarse directamente con otros, aunque un sistema de control central no lo requiera.

Corporación Echelon: La compañía, con sede principal en Palo Alto California, que invento, vende y suministra el sistema LonWorks

CRC (Código de Redundancia Cíclica): Un método empleado para detectar errores, mediante el uso de un polinomio que genera un código determinado que se transmite con el bloque de datos.

CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access/Collision Avoidance). Acceso Multiple por Detección de Portadora / Evitar Colisión. Protocolo de control de acceso al medio mediante el que los dispositivos transmiten de forma que se eviten la colisión entre los mensajes.

CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access/Collision Detect): Protocolo de control de acceso al medio mediante el que los dispositivos de una red pueden transmitir mensajes detectando las colisiones cuando ocurran.

EIA (Electronic Industries Association): Es un comité de ANSI responsable de algunos estándares a nivel físico, eléctrico y funcional.

EIB: EIB se puede definir como un sistema descentralizado en el que cada uno de los dispositivos conectados tiene control propio. Cada uno de los dispositivos tiene su propio microprocesador, y se pueden clasificar en sensores, que son los responsables de detectar actividad en el edificio, y en actuadores, que son capaces de modificar el entorno.

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

Ethernet: Red de área local con topología Bus con velocidad de 10Mbit/s. Que sigue la norma IEEE 802.3, utilizando el protocolo CSMA / CD.

Fibra óptica: Material utilizado como medio físico de transmisión en redes datos, basado en sus propiedades de poca atenuación y distorsión al paso de una señal luminosa.

Gateway: Un computador terminal que conecta redes que se comunican con diferentes protocolos. Estos son más complejos que los Routers por que ellos manejan los elementos conceptuales envueltos en permitir un protocolo de aplicación para trabajar con otros.

Hardware: Por extensión todo lo que es material dentro de la informática y las telecomunicaciones. Con este nombre se designa al computador, los equipos,

o la parte de estos; en general puede aplicarse a cualquier elemento físico que forme parte de un sistema de la informática.

Inteligencia Artificial (I.A.): Es el estudio de las computaciones que permiten percibir, razonar y actuar.

Interoperabilidad: Es la capacidad de sistemas de diferentes fabricantes y diversas formas para compartir información con cada uno de los otros sin perder ninguna de las características funcionales e independientes.

IP: Acrónimo para Protocolo de Internet, la fundamentación básica de programación que lleva mensajes de computador alrededor del mundo en Internet. Algunas veces llamado TCP/IP (Transmisión Control Protocol/Internet Protocol), aunque no obstante TCP es un protocolo que corre sobre IP, e IP soporta otros protocolos además de TCP.

ISDN (Integrated Services Digital Network): Red digital de servicios integrados, que soporta varios canales digitales siguiendo las recomendaciones del CCITT.

LonTalk (Protocolo LonWorks): El protocolo abierto de control de red suministrado por Echelon Corporation. También conocido como el EIA 709.1 Estándar de Control de Red (Control Networking Standard).

Loop (Lazo): Conexión entre el circuito de transmisión y el de recepción a efectos de devolver la señal y realizar mediciones.

Metaglué: Es una extensión del lenguaje de programación java y que ha sido desarrollado como parte del proyecto “*Salones inteligentes*” del Laboratorio de inteligencia artificial del MIT.

Multimedia: Tratamiento conjunto de información procedente de distintas fuentes: Voz, datos e imagen.

Neuron Chip: Un procesador que es el corazón de la mayoría de productos LonWorks. Originalmente diseñado por Echelon, y fabricado y vendido por Cyprés Semiconductor, Motorola y Toshiba.

Nodo: Cualquier dispositivo que esté conectado a la red y tenga una dirección definida, teniendo como función principal la de conmutación de circuitos o de mensajes.

Paquetes: Grupos de bits de control y datos, transmitidos en bloques de mayor o menor longitud, disponen de la información necesaria para alcanzar su destino.

Patch panel: Armario de conexiones para la terminación de cables. Permite la interconexión mediante patch cords.

Protocolo: Reglas que ordenan como la información es transmitida y presentada. Un “Protocolo Abierto” es uno en el cual el fabricante ha hecho el lenguaje de “traducción” disponible para cualquiera que lo desee utilizar.

Router: Un dispositivo que transmite información de una red o subred a otra, basado sobre simples reglas de protocolo. Requieren una configuración mínima para habilitarlos a optimizar sus decisiones de enrutamiento.

Sistema LonWorks: La familia de productos Echelon (Hardware y Software) que permite a los clientes desarrollar, construir, instalar y mantener las redes LonWorks. En total, Echelon ofrece mas de 75 productos diferentes para el sistema LonWorks.

Servidor: Procesador que proporciona un servicio específico a la red.

Sistemas abiertos: Conjunto de elementos informáticos conforme a los estándares establecidos en el modelo OSI, y que por tanto puede comunicarse con cualquier otro que lo sea.

Sistema OSI: Protocolo de interconexión de redes abiertas, definido por el ISO (*Internacional Standards Organization*) en 1984, que regulan las comunicaciones entre equipos y sistemas de diversos fabricantes.

Trama: Agrupación lógica de información enviada como unidad de capa de enlace de datos en un medio de transmisión. Generalmente se refiere al encabezado y a la información final, utilizados para la sincronización y el control de errores, que rodean los datos de usuario contenidos en la unidad.

Transceiver: Un dispositivo que es a la vez transmisor y receptor para un canal de telecomunicaciones.

Topología: Disposición física de los distintos elementos que componen una red, con indicación de los medios de enlace utilizados entre nodos.

UTP (Unshielded Twisted Pair): Par trenzado no blindado. Medio de cable de cuatro pares que se utiliza en varias redes.

Videoconferencia: Servicio que permite comunicarse a distancia por medio de un sistema audiovisual.

ANEXO B

BIBLIOGRAFÍA

- ❖ COOPERSTOCK, J.R.; TANIKOSHI, K.; BEIRNE, G.; NARINE, T. and BUXTON, W. 1995. Evolution of a reactive environment. In *Proceedings of CHI'95* (Denver, CO, May 7-11).
- ❖ FEINER, S.; MACINTYER, B. and SELIGMANN, D. 1993. Knowledge-based augmented reality. *Communications of the ACM*, 36, 7, 53-62.
- ❖ Huidobro, José Manuel. Comunicaciones de voz y datos. Madrid: Paraninfo, 1995. 299p:il
- ❖ MACKAY, W.E.; PAGANI, D.S.; FABER L.; INWOOD, B.; LAUNIAINEN, P., BRENTA, L. and POUZOL, V. 1995. Ariel: Augmenting paper engineering drawings. In *Proceedings of CHI'95* (Denver, CO, May 7-11).
- ❖ MANKOFF, J. and SCHILIT, B. Supporting knowledge workers beyond the desktop with Palplates. In *Proceedings of CHI'97* (Atlanta, GA, March 22-27).
- ❖ NIXON, P.; DOBSON, S. and LACEY, G. 1999. Smart Environments: some challenges for the computing community. In *Proceedings of 1st International Workshop on Managing Interactions in Smart Environments* (MANSE'99, Dublin, Dec 1999), P. Nixon, G. Lacey and S. Dobson, Eds. Springer-Verlag, London, 1-4.

- ❖ ORR, R.J. and ABOWD, G.D. 2000. The Smart Floor: A mechanism for natural user identification and tracking. In *Proceedings of CHI2000* (The Hague, Netherlands, April1-6).
- ❖ Pallas Areny, Ramón. *Sensores y acondicionadores de señal*. 2 ed. Barcelona: Marcombo, 1994. 480p: il
- ❖ PENTLAND, A. 1996. Smart rooms. *Scientific American*, 274, 4, 68-76.
- ❖ Programa de la academia cisco: CCNA semestres 1 – 4
- ❖ ROSU, M.; SCHWAN, K. and FUJIMOTO, R. 1997. Supporting Parallel Applications on Clusters of Workstations: The Intelligent Network Interface Approach.
- ❖ SHAFER, S. 1999. Ten dimensions of ubiquitous computing. In *Proceedings of 1st International Workshop on Managing Interactions in Smart Environments* (MANSE'99, Dublin, Dec 1999), P. Nixon, G. Lacey and S. Dobson, Eds. Springer-Verlag, London, 5-16.
- ❖ STAFFORD-FRASER, Q. and ROBINSON, P. 1996. BrightBoard: A video - augmented environment. In *Proceedings of CHI'96* (Vancouver, April 13-18).
- ❖ WANT, R.; HOPPER, A.; FALCAO, V. and GIBBONS, H. 1992. The active badge location system. *ACM Transactions on Information Systems*, 10, 1, 91-102.
- ❖ WEISER, M. 1991. The computer of the 21st century. *Scientific American*, 265, 3, 66.
- ❖ WELLNER, P. 1993. Interacting with paper on the digital desk. *Communications of the ACM*, 36, 7, 86-96.

PAGINAS Web

- ❖ <http://www.casadomo.com/revistadomoticaprotocolos.asp?TextType=1060>.

Pagina con información sobre todos los protocolos y estándares domóticos.

- ❖ <http://www.camba.com/domo/>

Completa información sobre el sistema EIB y sus dispositivos, además de una amplia cobertura a los sistemas domóticos.

- ❖ http://www.condumex.com.mx/electronica/sist_edificios_inteligentes.html

Desarrollo de sistemas de seguridad, confort y productos para equipar a una edificación inteligente.

- ❖ http://www.domotica.net/La_Inteligencia_de_la_Percepci%F3n.htm

Informe sobre la computación ubicua y las formas de percepción de los entornos inteligentes para con el usuario.

- ❖ <http://www.echelon.com/support/documentation/Manuals/078-0183-01A.pdf>

Pagina con una Introducción al Sistema LonWorks.

- ❖ <http://www.echelon.com/support/documentation/datashts/50040-02.pdf>

Pagina con Datos técnicos del Neuron Chip.

- ❖ <http://electronred.iespana.es/electronred/EIB1.htm>

Pagina con información al respecto del Sistema EIB y la asociación EIBA

- ❖ <http://www.guijarro-hnos.es/eibprofe.htm>

Pagina Web de un miembro de la asociación EIBA, con una gran influencia en el mercado y con una amplia gama de productos en España. Cuenta también con las gamas para EIB de Theben, destacando los [TR programables con el software OBELISCO](#)

❖ http://odisea.ii.uam.es/esp/recursos/bus_eib.htm

Pagina con información al respecto de la tecnología y el manejo de la información del Bus EIB.

❖ <http://platea.pntic.mec.es/~lmarti2/cableado.htm>

Pagina web con ilustraciones de edificios con cableado estructurado(backbone y cableado horizontal).

❖ <http://www.sistemasinteligentes.8m.com/Standards.htm>

Pagina que contiene diferentes estándares de sistemas inteligentes.

❖ <http://www-sul.stanford.edu/weiser/>

Pagina con la biografía de Mark Weiser, creador del término: Computación Ubicua.

❖ <http://www.valentincuende.com/productos/meteorologia/>

Pagina web con una gran gama de equipos visualizadores meteorológicos (Medidores de temperatura, pluviómetro, alarma de tormentas, etc.)

❖ www.cebus.org

❖ www.echelon.com

❖ www.intellon.com

❖ www.lonmark.org

ANEXO C

Estándar ANSI/TIA/EIA-569 de administración para la infraestructura de telecomunicaciones de edificios comerciales

Describe los elementos de diseño para trayectos (tubería o ductos) y cuartos dedicados a equipos de telecomunicaciones.

La tubería debe ser de 4"(pulgadas) de diámetro, con una pendiente de drenaje de 12"(pulgadas) por cada 100 pies (56 cm en 100 metros). Curvaturas de hasta 90°. No debe superar el 40% del diámetro usando 2 cables.

Cuarto de equipos: altura de 2,50 metros.

De acuerdo con el número de estaciones que albergará:

- 100 estaciones: 14 m².
- 101 – 400 estaciones: 37 m².
- 401 – 800 estaciones: 74 m².
- 801 – 1200 estaciones: 111 m².

Ubicado lejos de fuentes electromagnéticas y de lugares propensos a inundaciones. La norma especifica tamaño de las puertas (sencilla 0,91 m, doble 2 m), temperatura (64°-75°F), humedad relativa (30%-55%), iluminación (50-foot candles @ 1 m sobre el piso) y polvo en el medio ambiente (100 microgramos/m³ en un período de 24 horas).

ANEXO D

ESTÁNDAR ANSI / TIA / EIA-606 DE ADMINISTRACIÓN PARA LA INFRAESTRUCTURA DE TELECOMUNICACIONES DE EDIFICIOS COMERCIALES

El propósito de este estándar es proporcionar un esquema de administración uniforme que sea independiente de las aplicaciones que se le den al sistema de cableado, las cuales pueden cambiar varias veces durante la existencia de un edificio. Este estándar establece guías para dueños, usuarios finales, consultores, contratistas, diseñadores, instaladores y administradores de la infraestructura de telecomunicaciones y sistemas relacionados.

Esta norma establece las especificaciones para la administración de un cableado. La administración de los cableados requiere una excelente documentación. Debe permitir diferenciar por dónde viaja voz, datos, video, señales de seguridad, audio y alarmas.

La documentación puede llevarse en papel, pero en redes complejas es mejor asistirse con una solución computarizada. Además, en ciertos ambientes se realizan cambios a menudo en los cableados, por esto la documentación debe ser fácilmente actualizable.

Conceptos de administración

Un sistema de administración de cableado normal debe incluir: registros, reportes, planos y órdenes de trabajo.

- *Identificadores*: cada espacio, trayecto, punto de terminación de cableado y puesta a tierra debe recibir un identificador único (un número)
- *Registros*: se requiere como mínimo registro de cada cable, espacio, trayecto, puesta a tierra, terminación y ubicación del hardware. Estos registros deben tener referencia cruzada con los registros relacionados.
- *Referencias opcionales*: referencias a otro tipo de registros, como planos, registros del PBX, inventarios de equipos (teléfonos, PC's, software, LAN, muebles) e información de los usuarios (extensión, e-mail, passwords) permitirán generar otros reportes.
- *Planos y diagramas*: tanto conceptuales como a escala, incluyendo planos de planta y distribución de los racks.
- *Órdenes de trabajo*: las órdenes de trabajo están relacionadas con modificación / instalación de espacios físicos, trayectos, cables, empalmes, terminaciones o puestas a tierra (o una combinación). La orden de trabajo debe decir quién es el responsable de los cambios físicos al igual de quién es la persona responsable de actualizar la documentación.

ANEXO E: OTROS DOCUMENTOS DE INTERES