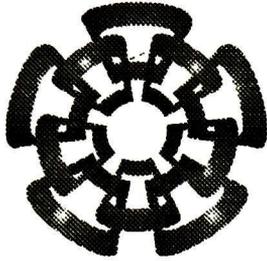


PIB-16170



CINVESTAV - IPN
Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN
Unidad Guadalajara

**LABORATORIO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y CIENCIAS
DE LA COMPUTACIÓN - GUADALAJARA**

**FACTIBILIDAD DE UTILIZACION DE LINEAS
DE PODER, RADIOFRECUENCIA E INFRARROJO COMO
MEDIO FISICO PARA UNA RED DE CORTO ALCANCE**

**CINVESTAV I. P. S. C.
DIRECCION DE INFORMACION
Y DOCUMENTACION**

**TESIS QUE PRESENTA
RAMÓN PARRA MICHEL**

**PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS**

**EN LA ESPECIALIDAD DE
INGENIERÍA ELÉCTRICA**

Guadalajara, Jal. Octubre de 1998

CLASIF.:	
ADQUIS.:	TE915-1999
FECHA:	19-10-99
PROCED.:	Repla. Gen. Bib!
	\$

***FACTIBILIDAD DE UTILIZACION DE LINEAS DE PODER,
RADIOFRECUENCIA E INFRARROJO COMO MEDIO
FISICO PARA UNA RED DE CORTO ALCANCE***

**Tesis de Maestría en Ciencias
Ingeniería Eléctrica**

por:

Ramón Parra Michel

Ingeniero en Electrónica y Comunicaciones
Facultad de Ingeniería, 1991-1996
Universidad de Guadalajara

Becario del CONACYT, expediente no. 112940

Directores de Tesis:

**Dr. Arturo Veloz Guerrero
Dr. Manuel Edgardo Guzmán Rentería**

CINVESTAV del IPN Unidad Guadalajara, Octubre de 1998

AGRADECIMIENTOS:

Todo lo que sé y lo que he hecho se lo debo a Dios y a mis padres Rodolfo Parra Michel y Esperanza Michel Mariz, gracias a Dios que fui su hijo.

Gracias a mi tía Amelia y mi demás familia por todo su apoyo.

A mis cuatro hermanos, Rodolfo, Ricardo, Renato y Russell con quienes siempre he tenido una sana competencia.

Al Dr. Arturo Veloz, Dr. Manuel Guzmán y Dr. Deni Torres por la confianza y apoyo que me han dado, gracias también por todas sus enseñanzas, ya las he empezado a utilizar.

A mis compañeros de maestría de la 2da y 3ra generación, con quienes nunca tuve un problema y si apoyo incondicional, realmente me siento integrante de ambas generaciones.

A todos los ingenieros del CTS, de quienes recibí asesoría siempre que la necesité, especialmente a Jorge de la Torre y Eduardo Vázquez, a los cuales les tengo inmensa gratitud por su apoyo durante mi estancia en HP.

A mis “senseis” Carlos, Guillermo Navarro, Raymundo Vázquez y Gustavo Guillemín.

A Arturo García, cuya amistad me ha encaminado a retos y logros cada vez mas grandes.

A Carlos Mex, Miguel Bazdresch y Jorge Hermosillo, de quienes he recibido enseñanzas y amistad que realmente valoro.

A Alfonso y Reynaldo por aguantar nuestra amistad aún durante mi maestría.

A México, por permitirme seguir estudiando, espero retribuir los bienes que he recibido.

Ramón Parra Michel

JUSTIFICACION DE ESTA TESIS

Esta tesis fue desarrollada en Guadalajara en los laboratorios de Investigación y desarrollo en las instalaciones de Hewlett Packard (HP), una compañía que mantiene liderazgo en tecnología de equipos de prueba y desarrollo de nuevos productos, como resultado de un estudio de factibilidad sobre la utilización de las tecnologías de líneas de poder, radiofrecuencia e infrarrojo como medio físico para ser utilizado por una familia de impresoras de red de esta compañía.

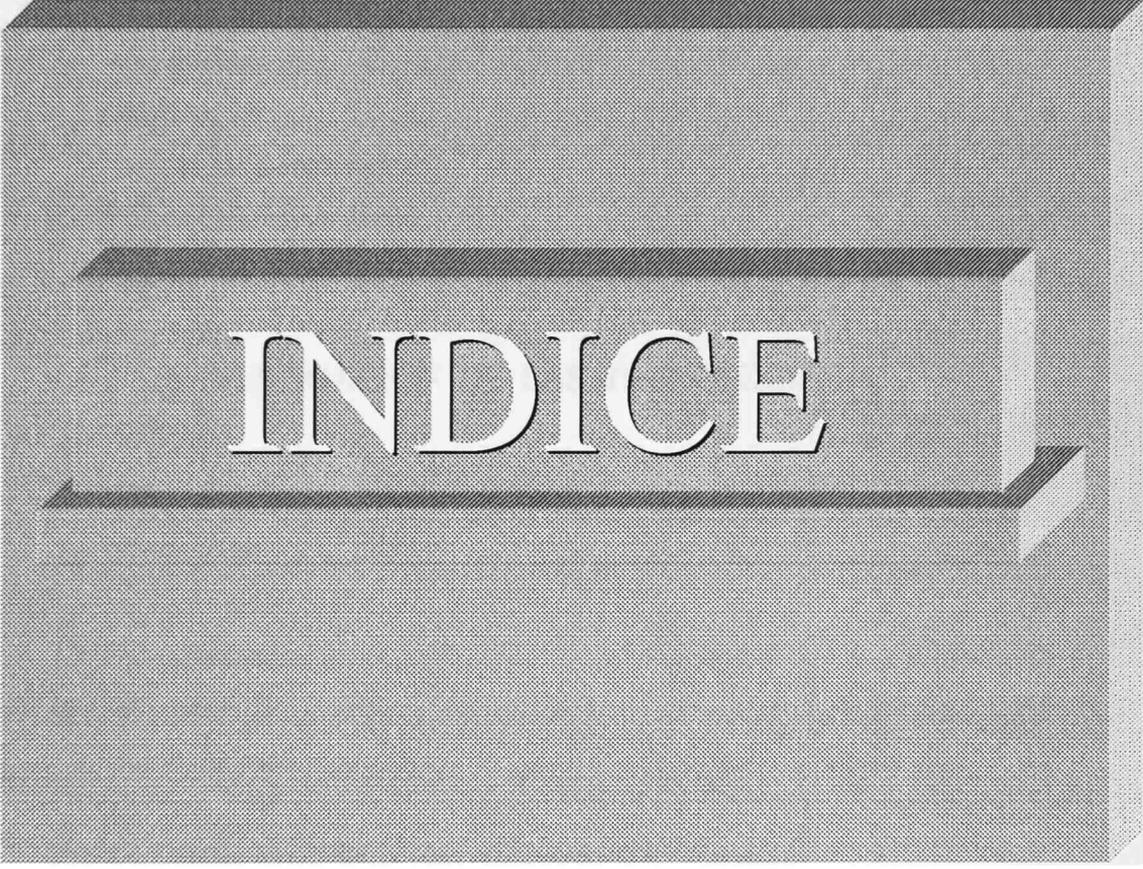
Gracias al tiempo y esfuerzo que dediqué a este proyecto, he podido entender de manera mucho más concreta y real el funcionamiento de diversos tópicos de las comunicaciones como son los protocolos de comunicación, las redes de procesadores, el canal de comunicación, la importancia del ruido en los sistemas de comunicación, etc., y aún más, me permitió realizar pruebas y adentrarme en medios tan diversos y tan poco conocidos por los ingenieros de comunicaciones y electrónica como son las comunicaciones a través de las líneas de poder, y las comunicaciones por radiofrecuencia mas allá de los 2 GHz.

De gran valor técnico y humano fue también este trabajo, pues me permitió conocer el estilo de trabajo de diferentes personas, e incluso la manera en que se realizan los proyectos multinacionales, (como lo fue éste) y me dió la oportunidad de colaborar con gente de México, Inglaterra y E.U. de cuya experiencia aprendí y comprendí que la diferencia de nacionalidades no es factor determinante en el desarrollo de las ideas de los individuos: los mexicanos somos iguales y podemos lograr lo mismo que cualquier otra nación.

El hecho de haber realizado este estudio dentro de un ambiente industrial me permitió conocer la manera en que son realizados los nuevos productos, desde el diseño hasta las pruebas, ya que durante mi estancia en HP pude observar estas etapas en productos reales, cosa que me ha dejado un sinnúmero de enseñanzas.

Pero lo más importante de esta tesis, ha sido la oportunidad realizar un estudio de un problema real, y poder proponer una solución factible, siendo así útil a la sociedad, fines que debe buscar realizar todo ingeniero en telecomunicaciones, y para lo cual se preparan los Maestros en Ciencias del CINVESTAV.

Ramón Parra Michel

A 3D rendered book cover with a textured, greyish surface. The cover features a prominent horizontal band in the center, which is slightly raised and recessed, creating a sense of depth. The word "INDICE" is embossed in a large, white, serif font on this band. The lighting is soft, highlighting the edges of the book and the texture of the cover.

INDICE

INDICE

Prólogo.....	1
--------------	---

CAP 1.- DEFINICIÓN DEL PROYECTO

1.1 Antecedentes.....	3
1.2 Objetivos.....	6
1.3 Tecnologías a implementar.....	7
1.4 Especificaciones de diseño.....	8
1.5 Duración del proyecto.....	8

CAP 2.- INVESTIGACION DE LAS TECNOLOGIAS A IMPLEMENTAR

2.1 Introducción.....	9
2.2 Líneas de poder.....	10
2.3 Radiofrecuencia.....	15
2.4 Infrarrojo.....	16
2.5 Nuevo cableado.....	17

CAP 3.- DESCRIPCION DEL PROYECTO “TRIBU”

3.1 Protocolo C-Link.....	19
3.2 C-Link no maneja enlaces inalámbricos.....	20
3.3 Propuesta: Proyecto Tribu.....	21
3.4 Diseño soportando 5 EPHD.....	24
3.5 Desarrollo del Hardware.....	25
3.6 Desarrollo del Firmware.....	26

3.6.1	Funcionamiento de Tribu.....	27
3.6.2	Explicación de los diagramas de flujo.....	29
3.6.3	Más trabas encontradas en las especificaciones de C-Link.....	33
3.6.4	Programas Chief_Indian.asm y Little_Indian.asm versión simulación.....	35
3.7	Explicación del nombre.....	37

CAP 4.- IMPLEMENTACION DE UN PROTOTIPO UTILIZANDO UN PHC Y UN EPHD

4.1	Introducción.....	38
4.2	Descripción del Hardware.....	38
4.3	Descripción del Firmware.....	41

CAP 5.- IMPLEMENTACION POR RADIOFRECUENCIA

5.1	Introducción.....	45
5.2	Intercambio de propuestas con Bristol.....	46
5.3	Desarrollo de las tarjetas de Tribu.....	46
5.4	Descripción del Hardware.....	48
5.5	Descripción del Firmware.....	49
5.6	Demostración de la comunicación inalámbrica por radiofrecuencia.....	52
5.7	Conclusiones.....	54

CAP 6.- IMPLEMENTACION VERSION LINEAS DE PODER

6.1	Introducción.....	55
6.2	Descripción de la tecnología utilizada.....	56
6.3	Desarrollo del proyecto.....	59
6.4	Descripción del Hardware.....	61

6.5 Descripción del Firmware.....	65
6.6 Conclusiones.....	68

CAP 7.- IMPLEMENTACION POR INFRAROJO

7.1 Introducción.....	69
7.2 Descripción de la tecnología utilizada.....	69
7.3 Desarrollo del proyecto.....	72
7.4 Descripción del Hardware.....	73
7.5 Descripción del Firmware.....	74
7.6 Conclusiones.....	75

CAP 8. IMPLEMENTACION CON CABLEADO ALTERNATIVO

8.1 Introducción.....	76
8.2 Desarrollo del proyecto.....	77
8.3 Conclusiones.....	83

CAP 9.- CONCLUSIONES

9.1 Introducción.....	84
9.2 Ventajas de cada tecnología.....	85
9.3 Desventajas de cada tecnología.....	86
9.4 Matriz de comparación.....	88
9.5 Conclusiones.....	90
9.6 Propuesta: Topología de una Red que soporte nodos conectados inalámbicamente (alternativa a C-Link)	91

CAP 10.- SUMARIO

10.1 Hardware desarrollado.....	95
10.2 Firmware desarrollado.....	95
10.3 Sumario de empresas contactadas.....	96
10.4 Inventario.....	97
10.5 Bibliografía.....	99

APENDICE

A. Proposal for Radio CLink Demonstrator.....	108
B. GPR PROPOSAL FOR C-LINK WITH WIRELESS MEDIUM.....	114
C. Response to GPR Proposal for C-Link with Wireless Medium.....	118
D. Merlin Installation.....	121
E. Reporte.....	126
F. Conexiones.....	134
G. Especificación del enlace físico de C-Link.....	146

Prólogo

Sin duda alguna, establecer una comunicación en forma confiable entre dos puntos, ha sido tarea de muchos esfuerzos a lo largo de la historia de la humanidad. Y es que el problema no es solo función de a qué tanta distancia se desea transportar la información, sino también de que tan interoperables sean los puntos que quieren comunicarse. Por ejemplo, dos personas con pleno uso de sus facultades distanciadas a 30 cm. muy probablemente tendrían problemas para transmitirse ideas o comunicarse, si ambos hablasen diferentes idiomas.

Para que un ser o dispositivo pueda comunicarse con otro, es necesario que ambos cumplan ciertas reglas, como la forma física en que serán enviadas las señales, su potencia, de cuantos símbolos está formado el alfabeto con el que se van a comunicar, el perfecto conocimiento del significado de éstos, quién se comunicará primero, qué debe hacer el que está emitiendo el mensaje cuando acabe de transmitir, cuándo el receptor debe de contestar, etc., etc. Cada dispositivo, que desee comunicarse con otro u otros dispositivo(s), debe respetar pues, todo un conjunto de reglas o **protocolo**.

De esta manera, dispositivos creados en cualquiera diferentes partes del mundo, se pueden comunicar entre sí, si cumplen ambos el mismo protocolo.

Conforme avanza la tecnología, nuevos canales de comunicación son factibles de ser utilizados, la robustez de un protocolo depende de que tan factible sea de evolucionar conforme evoluciona la técnica, de manera que continuamente se crean protocolos nuevos para reemplazar a otros que ya no son eficientes, o para reglamentar la manera en la cual todos pueden utilizar un nuevo canal o red.

El caso que ahora nos atañe tiene que ver con un protocolo en particular, C-Link; éste protocolo es el utilizado como interfaz para comunicar al controlador de manejadores de papel (PHC por sus siglas en inglés de Paper Handling controller) de las impresoras de alta capacidad de HP, y los distintos manejadores externos de papel (EPHD por sus siglas en inglés de Externa Paper Handling Device). Los clientes de esta compañía se han quejado, debido a que la interfaz física de C-LINK es poco estética y funcional, y esto quizá ha

repercutido en las ventas. Como una de las funciones de ésta compañía, GMS (Guadalajara Manufacturing and Solutions) es precisamente generar soluciones, se destinaron recursos para implementar una solución al problema; y ésta consiste en sustituir el cableado existente por otros métodos de contacto y cableado, o en el extremo de los casos, conectar al PHC y los EPHD en forma inalámbrica. Para poder categorizar una solución, es necesario compararlas todas, y debido a que algunas de las posibles soluciones, como es el caso del enlace inalámbrico, es tecnología muy nueva en alguna de sus facetas (por ejemplo, comunicación por líneas de poder) es necesario implementar prototipos funcionales para poder conocer y si es posible, mostrar la factibilidad de esas tecnologías como solución al problema en cuestión. Como resultado de este estudio, una de las posibilidades que se vislumbraba era de que el protocolo existente C-Link, no iba a soportar un medio de comunicación inalámbrica; de tal manera que el proyecto se dividió en tres etapas:

- Implementar prototipos de cada una de las tecnologías solución.
- Comparar las tecnologías para escoger la mas eficiente.
- Realizar una propuesta, con la especificación de un nuevo protocolo que soporte la tecnología solución en caso de que C-Link no lo haga.

El alcance de este reporte es describir los diseños realizados, tecnologías utilizadas y prototipos implementados, que cubren completamente la primera fase del proyecto, así como llenar una matriz de comparación que sin ponderación revele ventajas y deficiencias entre las tecnologías que puedan ser utilizadas para generar una solución; este estudio busca pues que al terminar el proyecto se tengan bases que permitan decidir si alguna tecnología puede ser utilizada como medio físico en la solución del problema de cableado de C-Link, y responder a la pregunta de si C-Link es suficiente, o si se necesita especificar un nuevo protocolo.

El término red de corto alcance se refiere a las redes locales de construcción dentro de edificios, como podrían ser las redes de comunicación celular dentro de las oficinas; precisamente éste caso de estudio es una red local, creada a partir de que los distintos componentes que forman la impresora, son realizadas por diferentes empresas, creando la necesidad de la interoperación de ellas, y por tanto el concepto de protocolo y red.

CAPITULO

1

CAP 1.- DEFINICIÓN DEL PROYECTO

1.1 ANTECEDENTES

Los clientes de la familia de impresoras HP de red, de alta capacidad en el manejo de papel, se han quejado sobre la estética y funcionalidad de ésta, debido a la gran cantidad de cables que tienen que conectarse en la impresora; esto genera algunas conexiones flojas, además de que no es muy agradable a la vista ver tantos cables, por esta razón, esta impresora de red ha perdido popularidad contra sus competidores, y quizá esto se ha reflejado en una baja de ventas.

La cantidad de cables es debido a C-Link, protocolo mediante el cual se comunican la impresora con sus dispositivos manejadores de papel, tiene como interfaz física un cableado rígido a la vista del usuario. La interfaz física es la siguiente: La impresora contiene al controlador de manejadores de papel, (PHC por sus siglas en inglés de Paper Handling Controller) externos a ésta se encuentran los dispositivos manejadores externos de papel (EPHD por sus siglas en inglés de External Paper Handling Device), debido a que la impresora se manufactura y vende como pieza única, si se quiere adicionar un manejador de papel de alta capacidad (hay un suministrador de papel de alta capacidad -2000 hojas- un receptor de alta capacidad de papel -multicharola-, o una engrapadora, etc.), por ejemplo el HCI (High Capacity Input) entonces debe de conectarse un cable de C-Link entre este dispositivo y el PHC; si se tiene otro EPHD, por ejemplo un HCO (High Capacity Output) entonces se conecta un cable entre el primer EPHD (el HCI) y el segundo EPHD (el HCO), y así sucesivamente, hasta un máximo de 5 dispositivos.

La fig. 1.1 muestra en el área sombreada las interconexiones donde se usa el protocolo C-Link.

Para darnos una idea de como se ve físicamente la impresora, se presentan a continuación las siguientes fotografías, fig. 1.2, fig. 1.3 y fig. 1.4.

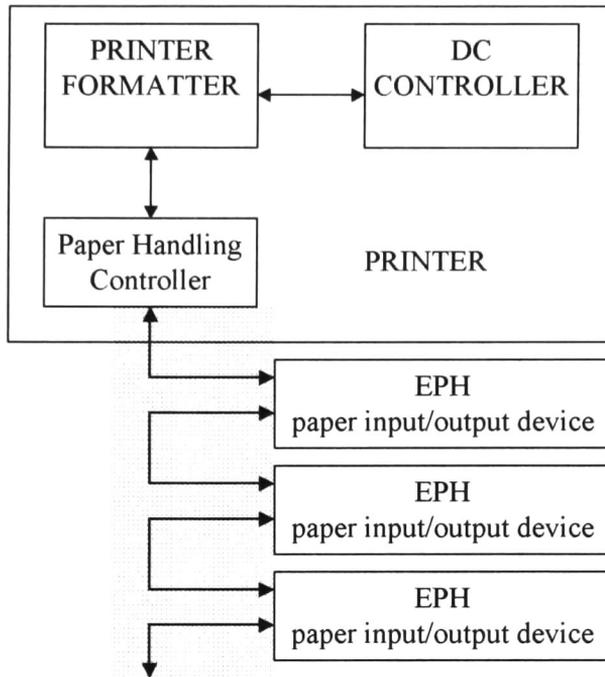


fig. 1.1 Parte física del protocolo C-link

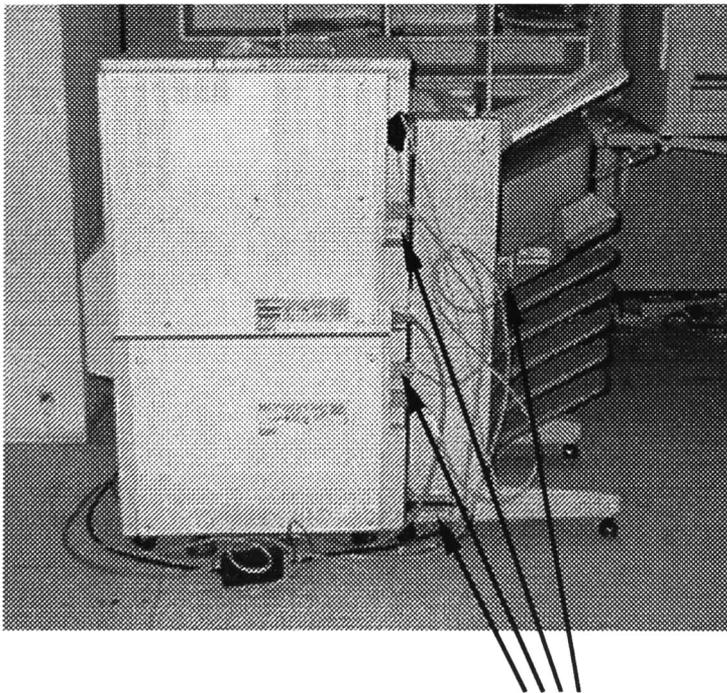


fig. 1.2 Interfaz de C-Link

Como se puede ver, se requiere un cable para conectar cada dispositivo, aunado a los cables de alimentación, es fácil imaginar lo engorroso de tanto cableado, que repercute en conexiones flojas, dificultad para maniobrar la máquina cuando exista un atascamiento de papel en el HCO, y la poca estética de la impresora.

Las siguientes figuras muestran son bastante demostrativas:

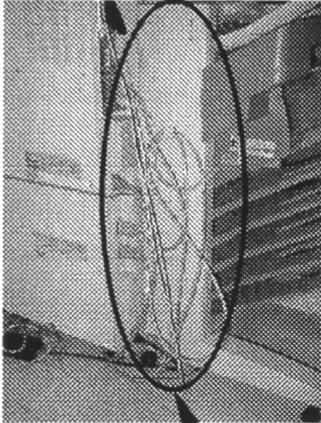


fig. 1.3 Cables C-link.

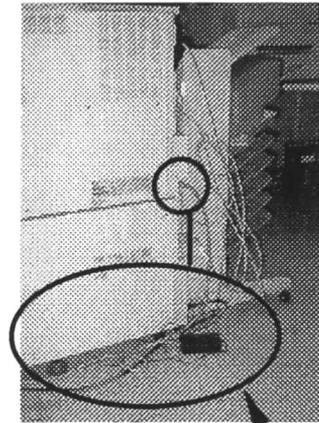


fig. 1.4 Cables de alimentación.

1.2 OBJETIVOS

Como meta general se tiene el darle una solución al problema, esta solución consiste en cumplir la siguiente declaración: “Adicionar un EPHD a una impresora HP de alta capacidad, debe poder ser realizado en una forma sencilla, el conexionado debe quedar estético y completamente funcional; en general, se deben de corregir los problemas aquejados por los clientes, de conexiones flojas y cableado engorroso”

El reto a cumplir fue el siguiente:

“Mostrar la factibilidad de solucionar el problema, utilizando tecnologías alternativas a C-Link; como alternativas se tienen: conectar los dispositivos por medio de una red inalámbrica cuyo medio puede ser el aire, con tecnología de infrarrojo o Radiofrecuencia, o las Líneas de poder, o en el mejor de los casos, modificar la interfaz física de C-Link por otros contactos y cableados que solucionen el problema”

Para poder decidir cual sería la solución apropiada, es necesario realizar prototipos de todas las tecnologías, compararlas y sacar conclusiones; de donde se desprenden los siguientes objetivos particulares:

- Implementar prototipos de cada una de las tecnologías solución.
- Comparar las tecnologías para escoger la mas eficiente.
- Realizar una propuesta, con la especificación de un nuevo protocolo que soporte la tecnología solución en caso de que C-Link no lo haga.

El último punto deviene de la probabilidad de que el protocolo existente no sea capaz de manejar la tecnología que resulte ser solución, en cuyo caso es necesario especificar un protocolo que si soporte los requerimientos. Los objetivos específicos fueron los siguientes:

1.-“Implementar prototipos con todas las tecnologías existentes que demuestren la factibilidad de ser usadas como tecnología solución en la resolución del problema”

2.- “Comparar los resultados de estas soluciones en una matriz que señale ventajas y desventajas de unas tecnologías sobre otras, a fin de servir como base a conclusiones para generar una propuesta solución”

3.- “El proyecto tiene un tope de costos: no más de U.S. \$ 15.00 dólares por nodo”

4.- “ La red actual soporta 8 kb/s, se busca que una nueva definición soporte unos 40 kb/s”

1.3 TECNOLOGIAS A IMPLEMENTAR

Se debían realizar prototipos sobre todas las tecnologías existentes que fuesen factibles de ser solución al problema, las cuales son las siguientes:

- Nuevo cableado.- Sustituir la interfaz física de C-Link por otro cableado y contactos que no tuviesen los problemas que dieron nacimiento a este estudio.
- Radiofrecuencia.- Conectar al PHC con los diferentes EPHD por enlaces de radio, tomando en cuenta la factibilidad de su utilización como diseño final, es decir, observar frecuencias, emisiones, interferencias, etc.
- Líneas de poder.- Debido a que todos los dispositivos necesitan una fuente de alimentación, entonces ya se tiene un bus común que comunica a los dispositivos; qué tan factible es de ser utilizado este medio como medio de comunicación solución.
- Infrarrojo.- Una tecnología que va creciendo rápidamente en cuanto a usabilidad, pero se desconoce su desempeño, investigar si puede ser útil.

1.4 ESPECIFICACIONES DE DISEÑO

Las especificaciones fueron :

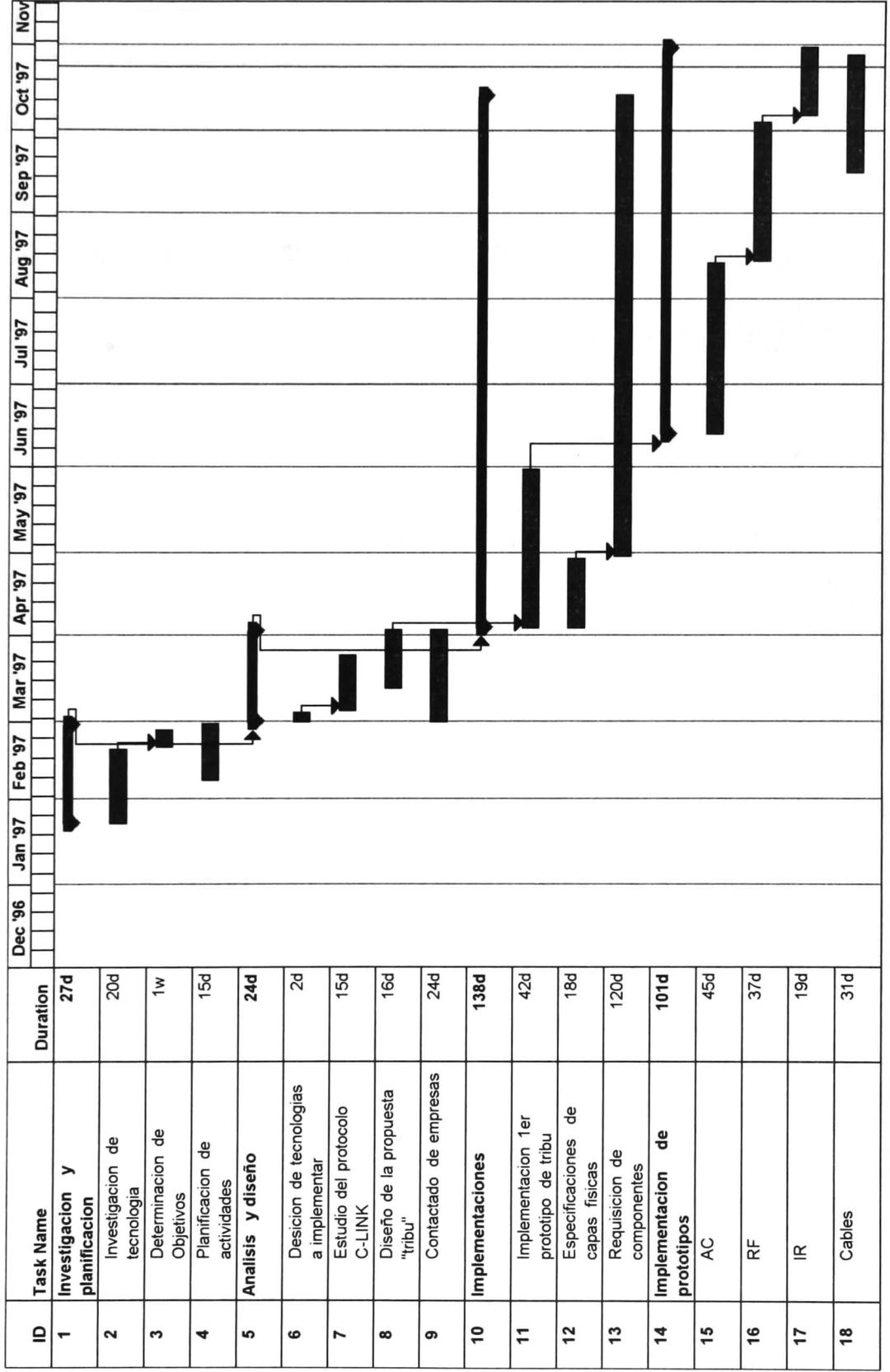
“Implementar prototipos de todas las tecnologías consideradas, de tal manera que se muestre la factibilidad de las tecnologías como solución o no al problema, para esto se deben conectar funcionalmente al PHC y al menos un EPHD”

“Las adiciones físicas que se lleven a cabo para implementar dichos prototipos, deben ser realizados de tal manera que no sea necesario modificar ni el firmware ni el hardware del PHC y los EPHD utilizados, en función de distraer a la menor cantidad de gente en el proyecto y acelerar las implementaciones”

1.5 DURACION DEL PROYECTO

En la planificación inicial del proyecto se consideró primeramente para realizarse en 6 meses, después hubo necesidad de extender este plazo. La siguiente gráfica muestra como se invirtió el tiempo en cada tecnología.

Planificación del proyecto



CAPITULO

2

CAPITULO 2.- INVESTIGACION DE LAS TECNOLOGIAS A IMPLEMENTAR.

2.1 INTRODUCCION.

Las tecnologías a implementar estando ya definidas, tenían como siguiente paso el trabajo de investigación de campo; buscar por todos los medios fuentes de información al alcance que pudiesen proveer material. El primer paso de la investigación fue el de recopilar direcciones de empresas que pudiesen tener circuitos útiles para el fin buscado. En esta etapa de la investigación, y en las posterior de implementación jugó un papel importante la red INTERNET, ya que permitió conocer prácticamente el giro y productos de una empresa casi de inmediato; pero la fuente de información que sirvió en mayor medida para conocer la ubicación (en la red) de estas empresas, fueron las revistas de diseño ingenieril y de nuevos productos, en mayor importancia EDN, la cual aparte de suministrar artículos de los temas de interés, proveen de direcciones de empresas dedicadas al negocio del cual versa el artículo. Como últimas fuentes, se tenía información previa de algunas empresas que mandaron folletería de sus dispositivos a HP, debido a la importancia de ésta en la fabricación de nuevos productos, así como un recopilador de mas de 100 hojas con información de productos inalámbricos, que como previa investigación había recopilado el Ing. Raymundo Vázquez de HP.

Otra fuente de información fueron algunos libros técnicos, ya que a la par de conocer los productos ofrecidos por las empresas, fue necesario consultarlos con el fin de entender los conceptos y especificaciones en las cuales los circuitos de interés basan su operación.

Una listado detallado de la información recabada, así como de las empresas contactadas, se encuentran en el capítulo 10 de este estudio.

Los pasos tomados para obtener información han sido los siguientes:

- 1.- Conocer la ubicación en la red de las empresas que fabriquen o promuevan productos relacionados con el tema de interés. Esto se hizo en mayor parte por medio de revistas, y con los buscadores de temas en Internet, como “yahoo”

2.- Visitar las páginas de las empresas en la RED, enterarse del giro de la empresa, obtener números de teléfono y fax de las empresas que puedan ser útiles, y bajar información detallada (hojas de datos, artículos técnicos, etc.) de los productos que tengan injerencia directa con los dispositivos a desarrollar.

3.- En algunos casos donde las empresas no tenían direcciones de red, o que la información encontrada en la red era muy pobre, la acción fue mandar faxes y realizar llamadas telefónicas requiriendo mayor información. En todos los casos los faxes y llamadas fueron atendidos.

A continuación se revisa brevemente la información obtenida de las diferentes capas físicas a implementar. El alcance de esta revisión es puramente descriptiva y no pretende explicar las tecnologías existentes, sino únicamente señalarlas; de cualquier manera, se dan referencias para profundizar en algún tema de interés al lector.

2.2 LINEAS DE PODER

Introducción.- Con el mejoramiento de la tecnología, cuando antes se necesitaba controlar dispositivos, se tenían sensores en cada dispositivo a controlar, pero el nodo en sí no ejercía ningún control; la información sensada se transmitía hasta una central, donde se tenía un dispositivo inteligente que ejercía decisiones para cada nodo, es decir, la tendencia de estos sistemas era **centralizar el proceso**, esto era debido en gran parte al alto costo de los dispositivos que ejercían el procesamiento. Con los avances de la tecnología, los procesadores son cada vez más baratos y complejos, de tal manera que muchos sistemas de antaño centralizados, han comenzado a ser **distribuidos**; es decir, ahora cuando se necesita controlar dispositivos, se tiene un procesador en ese nodo, que se encarga de tomar decisiones respecto a las señales que sensa; pero aún más, los diferentes procesadores de cada nodo se comunican entre sí para intercambiar información. Los avances de la electrónica, han permitido llevar a la realidad eventos como estos: calibrar un nodo, que dependiendo de la temperatura ambiente controle al aire acondicionado, un boiler que

caliente el agua sólo en las horas en que habrá gente necesiándola, etc; pero aún más, imaginemos a un calentador que se active a cierta temperatura, y un ventilador en algún nodo distante que también necesite un sensor de temperatura para saber cuando activarse, entonces sólo es necesario que uno de los dos dispositivos tenga el sensor, y el otro sepa de la temperatura, preguntando por ésta. Esto hace que los costos de dispositivos inteligentes bajen, al compartir sensores. Como solución al problema que genera la interoperabilidad de aparatos que hagan posible lo descrito anteriormente, han surgido diferentes protocolos y regulaciones para líneas de AC, se explican los cuatro principales *home automation protocols*, propuestos por diferentes vendedores:

- 1.- X-10
- 2.- Smart House , creado por National Association of Home Builders
- 3.- Echelon Corp`s LONworks
- 4.- The Electronics Industries Association CEBus (EIA IS-600)
- 5.- Diversos

Un estudio muy completo se encuentra en el artículo “Home Automation Buses. Protocols really hit home” de la revista EDN, de Abril 1995 [1].

No nos ocuparemos del primero, X-10, ya en desuso, y el cual utiliza técnicas de **modulación de banda angosta y escasa rapidez** de procesamiento no apta para comunicaciones, ni del segundo, cuyos **precios de aplicación están elevados**, para los costos topes de éste proyecto.

LonWorks.- El tercero, es el único que ha logrado pasar del hogar a la industria en aplicaciones de control, y es la empresa Echelon quién la ha desarrollado; la tecnología de **Echelon** tiene productos terminados de desarrollo en RF, infrarrojo, par trenzado y líneas de AC. Estos productos son transceptores, interfaces y puentes entre un medio y otro, routers, monitores, etc., para un completo desarrollo de red de comunicación punto a punto. La parte principal de interoperabilidad de un producto LON con otro, es un circuito

integrado (C.I.) llamado C.I. **neurona**, de Echelon, este chip implementa las capas bajas del protocolo, con lo que se tiene simplicidad para el desarrollo.

Un **red Lonwork** consiste de dos o mas nodos con un protocolo común que se comunica sobre uno o más medios, tales como par trenzado, líneas de poder, fibra óptica, cable coaxial, RF e infrarrojo. El corazón de cada nodo es el Chip neuronal, el cual contiene el **LonTalk protocol**, un protocolo de 7 niveles que asegura que los nodos puedan interoperar usando un eficiente y confiable standard de comunicaciones. Como estos Chips neuronales pueden comunicarse directamente a los sensores y salidas que ellos supervisan, un simple Chip neuronal puede llevar a cabo acciones de control, y comunicarse con otros Chips neuronales. Si se requiere más poder de procesamiento, un nodo se puede utilizar con un procesador.

CEBus.- Es una organización en la cual, al igual que la anterior, permite comunicación entre dos dispositivos, **este protocolo es mas abierto**, ya que permite que productos de cualquier fabricante se puedan comunicar, solo deben de respetar un **CAL** o lenguaje de aplicación común para el medio en que se esté comunicando, contiene regulaciones para RF, IRed, par trenzado, coaxial, líneas de AC y fibra óptica. La empresa que ofrece los dispositivos que manejan las dos capas de más bajo nivel del modelo ISO es **Intellon**.

Diversos.- Entre los protocolos importantes que tienen mayor fuerza, está el propuesto por Adaptive Networks, el cual utiliza un esquema parecido al propuesto por la IEEE 802.4 Token Buss Access Method, este protocolo fue recientemente adoptado por el ISO como la base de un estándar (ISO 10368) para monitorear contenedores refrigerantes.

Otras compañías que venden productos vía líneas de AC :

IES Technologies.

Elcom Technologies

Empresas que ofrecen productos para desarrollo por comunicación vía líneas

de AC:

INTELLON: Vende dispositivos para control de la capa física, de la capa de enlace, módulos que soportan las dos capas, que con un procesador puede funcionar como nodo, dispositivos de desarrollo de estos, programas de depuración y monitoreo, interfaces de comunicaciones con estos nodos por medio de la PC o un microcontrolador HC11.

Su dispositivo mas rápido permite transferencia de datos a 10kbps, utiliza un DSSS de 100 a 450 KHz, y utiliza una técnica de sensado de portadora para acceso al medio.

ECHELON: Para el caso de las líneas de AC, el dispositivo más rápido que tiene es el PLC-10, que es un modulo de comunicación tranceptor a 10 kbps trabaja en Espectro Ensanchado con Secuencia Directa de 100 a 450 kHz, permite comunicación con un procesador, tiene también dispositivos que solo implementan la capa física, y módulos de desarrollo y starter kit de éstos.

Echelon tiene una línea de mas de 75 productos para instalar y mantener redes con Lonwork:

Neuron Chips

Lonworks transceivers

Lonworks network interfaces and gateways

Lonworks routers

LonManager Network Services Tools

Development tools

ADAPTIVE NETWORKS.- Es una empresa que desarrolla tecnología para la transmisión confiable de datos vía líneas de poder, con una patente en técnica de Espectro Ensanchado de ancho de banda adaptativo; en 1991, la tecnología de Adaptive Networks fue seleccionada para ser el standard de alta velocidad de datos para la industria de refrigeración, por el ISO, la cual era de 19.2 kbps.

En la actualidad, el dispositivo mas veloz que tiene es el AN1000, el cual transmite a una tasa de datos con error de 10^{-9} , a 100kbps; el procesador de red y microcontrolador provee funciones de optimización de corrección de errores, *packetización*, y *token passing* con interfaz a aplicaciones de protocolos estándar, de este conjunto de C.I. se tienen unidades nodos, kits de evaluación y módulos de monitoreo.

Selección de tecnología

Una vez que se obtuvo información de los distintos esfuerzos que aspiraban a ser estándares, y las diferentes compañías que fabrican y ofrecen circuitos integrados para realizar diseños propietarios, el siguiente paso fue escoger el vendedor que sería utilizado para implementar un prototipo.

Debe tomarse en cuenta que la aplicación que se realizó no necesitaba de ningún protocolo en particular, es decir, la red que se haría sería interna, y no necesitaría de interoperar con otras impresoras, por lo tanto se utilizaría un protocolo propietario. Se escogió la empresa Intellon sobre las demás (Echelon y Adaptive Networks) por las siguientes razones:

- Adaptive Networks tiene un precio muy elevado en sus productos, por ejemplo, kits de desarrollo en U.S. \$3200 dólares, chipset de comunicación AC en cantidades de miles, valen arriba de U.S. \$100 dólares. Como el proyecto tenía tope de costos (no más de U.S. \$15 dólares por nodo), entonces Adaptive Networks se descarta.
- Echelon e Intellon tienen prácticamente las mismas características, pero como HP es promotor del CEBus estándar, se tenía pues mas relación con la gente de Intellon, con la cual se podría tener mejor interoperación.

Finalmente se escogió a la empresa Intellon.

2.3 RADIOFRECUENCIA

La implementación de esta tecnología tiene inconvenientes que las demás no presentan, la mas obvia de ellas y la que mas repercute es el hecho de que las emisiones de radio no se pueden direccionar completamente, para la aplicación que estuvimos realizando, esto representaba realmente un problema. Imaginemos lo complejo que debería de ser el protocolo que necesitaría tener cada dispositivo, que no solamente permita comunicación entre el PHC y los 5 EPHD, sino que también continúe funcionando aunque se tenga otra impresora junto a ella, cuyas transmisiones afecten a la primera y viceversa, obviamente este protocolo debe de ser lo suficiente robusto para no solo soportar esta situación, sino además, las demás transmisiones que otros dispositivos hagan en la misma frecuencia.

De lo anteriormente expuesto emergen varias preguntas: ¿Que banda de frecuencias se debería de utilizar en este proyecto ? ¿Que potencia está permitida? ¿Ofrece esa banda de frecuencias (de las que no estén licenciadas) un ancho de banda eficiente, es decir, no decrecerá sustancialmente conforme aumenten el número de usuarios?, ¿Cambia con el país en que se trabaje? etc.

Estas interrogantes hacen que la decisión de qué banda utilizar sea necesario realizarla a partir de un estudio formal, y precisamente eso fue lo que ocurrió, como se verá a continuación.

El trabajo de investigación se enfocó principalmente en la búsqueda de empresas que ofrecieran soluciones a este tipo de problemas, y la tendencia encontrada fue la utilización de la banda de los hornos de microondas, cerca de los 2.4 GHz; ésta es una banda no licenciada, regulada con el estándar recomendación 802.11 de la IEEE, para ser utilizada con el esquema de modulación Spread Spectrum, por lo que se recopiló información de las empresas que tienen productos de desarrollo en esta banda, en general se reunió la siguiente información:

Empresas que trabajan sistemas de RF

Harris semiconductors	Texas Instrument
Spectra Link	Zilog

Proxim	Lucent Technologies
Radio Lan	Intellon
American Microsystems	Echelon
Micron	Fluke corporation
Wireless Logic Inc.	Hewlett Packard

Compañías que venden C.I. que realizan la transformación de banda base a spread spectrum, o soluciones completas, y que ofrecen kits de desarrollo de sus productos:

Empresas que proveen productos de desarrollo	
Harris Semiconductor	Texas Instrument
Zilog	American Microsystems Inc.
Micron Communications.	Wireless logic Inc.
Echelon	Intellon

La investigación del proyecto se encontraba en esta fase, cuando afortunadamente, se comenzó a trabajar con otra división de HP, HPLabs de Bristol, Inglaterra, los cuales tenían contestadas la preguntas expuestas anteriormente, y que estaban desarrollando un proyecto (AURA) para establecer un protocolo y los medios físicos que permitan interoperar a redes de corto alcance, con un gran ancho de banda, (10 Mb/s esperado), con muy poca potencia de transmisión (menos de 1 miliwatt). Como obviamente lo mejor es ser productor de lo que consumimos, la tecnología a utilizar en la capa física fue por lo tanto de **Hewlett-Packard**.

2.4 INFRAROJO

La conexión vía infrarrojo es relativamente sencilla, comparada con las líneas de poder y RF, ya que para la aplicación que se utilizaría, la conexión sería punto a punto y sólo se necesitan emisores y detectores de infrarrojo, y un protocolo de detección y

corrección de errores, sin embargo, ya se cuenta con C.I. mas sofisticados, transceptores de infrarrojo que aseguran aún en medios ruidosos en cuanto a electromagnetismo y polvo, comunicación con una tasa de error menor a 10^{-9} bits, y con una velocidad de señalización de hasta 4 Mb/s.

Realmente la investigación sobre este tema se redujo a pedir el manual de Optoelectrónica de **Hewlett Packard** al ingeniero de materiales, ya que la compañía tiene el liderazgo en el ramo. E incluso es el que pone la pauta en los estándares de IrDA. En el capítulo de infrarrojo se verá con más detalle este tema.

2.5 NUEVO CABLEADO

Como última solución, se pretendió implementar otro tipo de cableado alternativo a C-Link, que evite los problemas existentes. La idea original era la siguiente:

” Entre las demás soluciones al problema del cableado, podría ser, reacomodar el cableado en el aspecto mecánico, para empalmar por presión las partes que puedan hacerse de esa manera; o cablear dentro de los dispositivos con cables mas delgados y maleables, o utilizar un cable con resorte y amarre circular, de manera que de cada dispositivo solo sobresalga el conector, el cuál puede extenderse para la conexión, pero el resorte lo mantendría de la manera mas escondida posible”

Y lo que se decidió fue utilizar un contacto rudo que soporte “conexiones ciegas” entre el HCI y el PHC, y un cable retráctil que conecte al HCO con el PHC.

La investigación se dividió pues, en dos partes; la primera parte encaminada a conseguir conectores entre el HCI y el PHC, y la segunda en conseguir cables retráctiles.

La investigación se fundamentó principalmente en los manuales que ya se tenían en el laboratorio, además de la red. Esto fue suficiente.

<p>Las empresas contactadas para la obtención de los conectores son las siguientes:</p>
--

AMP	Molex
3M	Farnell

De éstas se tomó a **Molex**, ya que ofrecieron los conectores mas apropiados a los requerimientos, aunado a que se encuentran en esta misma ciudad, y el soporte es inmediato.

Para el cable retráctil, se utilizó un proveedor de componentes mecánicos, **Stock Drive Products**, la cual tenia el producto que necesitábamos, que aunque muy caros, servian para mostrar la factibilidad de la tecnología.

CAPITULO

3

CAP 3.- DESCRIPCION DEL PROYECTO “TRIBU”

3.1 PROTOCOLO C-LINK

En este capítulo abordaremos la solución del problema, se asume que se está familiarizado con el protocolo C-Link, por lo tanto sólo se hará un breve recordatorio de éste.

El lector interesado se le recomienda leer antes el apéndice G, allí se encuentra una parte de las especificaciones del protocolo C-Link, en su apartado de enlace físico, que puede consultarse junto con la explicación a continuación, para tener un panorama más amplio del protocolo. Qué es un PHC y un EPHD y otras siglas se encuentra explicado en el capítulo 1.

El funcionamiento del protocolo C-Link es el siguiente:

La red es un canal cerrado, donde físicamente se conecta un EPHD al PHC, si existe otro EPHD en la red, éste se conecta al primer EPHD, y así sucesivamente, hasta un máximo de 5 dispositivos; el último de los cuales al sensar que no tiene conectado un EPHD, asumirá que es el último eslabón de la red, entonces cierra el lazo entre recepción y transmisión, de tal manera que se establece un lazo de comunicación cerrada entre el transmisor y receptor del PHC, y cada EPHD forma un eslabón de la red.

El PHC emite cada diez milisegundos un comando para cada EPHD conectado a la red, primero pone Strobe en alto, y después sincronamente con la señal de reloj (CLK) desplaza los comandos por TX, y recibe las respuestas a los comandos anteriores por RX; con la bajada de Strobe, (que ocurre a los 5 milisegundos), los EPHD leen un dato de su registro de corrimiento, el cual es un comando del PHC, lo tramitan y colocan su respuesta en el registro de corrimiento antes de la nueva subida de Strobe; los dispositivos tienen pues 5 milisegundos para tramitar y responder el comando al PHC, si no tienen la respuesta, entonces en su lugar responderán con un comando de “estado de espera”

3.2 C-LINK NO MANEJA COMUNICACIONES INALAMBRICAS

Este tema tiene como objetivo hacer notar los problemas encontrados con C-Link al intentar comunicar inalámbricamente los comandos de éste protocolo, y que dieron la pauta para el diseño de la propuesta solución , proyecto al cual nombré como “Tribu”

1.- No se puede saber cuando físicamente será emitido cada comando, y no se puede saber el tiempo que existe entre un comando y otro (o incluso, si éste tiempo es fijo).

Esto proviene de que:

- El protocolo no especifica cuando aparece el primer comando.
- No se encuentran en las especificaciones del protocolo el tiempo que puede existir entre la emisión del primer comando y del segundo comando del PHC, o entre el segundo y tercero, etc.
- El protocolo no especifica tampoco que una vez emitidos comandos para cada EPHD, para el siguiente bloque de comandos, estos serán emitidos en los mismos tiempos.

Imaginemos que deseamos mandar inalámbricamente los comandos de C-Link, inmediatamente tropezamos con que el PHC debe de estar recibiendo una respuesta al mismo tiempo que está transmitiendo un comando; esto sugiere que el EPHD que debe de procesar ese comando debe de emitir su respuesta en el momento en el que sensa que se le está transmitiendo un comando. “Sensar” como tal, es imposible, ya que el tiempo que dura un medio ciclo de reloj del PHC en su especificación más rápida, es emitir un bit junto con la subida de CLK, y 5 microsegundos mas tarde capturar lo que se tenga en RX con la bajada de CLK; desde que la comunicación inalámbrica que desarrollaríamos en alguna tecnología tenía velocidades de transmisión de 10 Kb/seg (esto suponíamos de AC), y solamente el saber que el reloj cambió de nivel nos tomaría 100 microsegundos (tomado del inverso de la velocidad de transmisión; pensando moderadamente que necesitamos al menos un bit completo para que la señal tomada sea válida). Por otro lado restringir la comunicación de esta manera a sólo velocidades muy altas, representa tener canales de comunicación para cada una de las diversas señales, aunado a que se deben comunicar varios EPHD con el PHC, nos señala que por ahí no va la respuesta.

Como otra solución podría pensarse por otro lado que el PHC tenga un dispositivo que esté continuamente emitiendo un código que figure por un lado como la señal de reloj para

sincronizar a los PHD, y que cambie de código para avisar la presencia próxima de un comando, pero esta solución implica la necesidad de tener un conocimiento exacto de cuándo va a emitirse la señal de reloj (y los comandos) por parte del PHC, como esto no se puede asumir porque no está especificado en el protocolo se llega a la conclusión de que **C-Link no soporta comunicaciones inalámbricas.**

3.3 PROPUESTA: PROYECTO TRIBU

Podemos resumir varias conclusiones, tomadas del tema anterior y de las especificaciones del protocolo:

- Dada su naturaleza sincrónica, C-Link no soporta ningún retardo.
- Son muchas señales las que necesita este protocolo para establecer comunicación.
- En cualquier caso, VCC y Tierra no pueden ser enviadas inalámbricamente.
- Las especificaciones son demasiado vagas.
- No es robusto en la detección y manejo de errores.

La propuesta es la siguiente: “Crear una capa debajo de la capa física de C-Link, que convierta las señales propias del protocolo C-Link en señales que puedan ser transmitidas inalámbricamente”

El objetivo de esta propuesta es demostrar la factibilidad de una comunicación inalámbrica entre el PHC y un EPHD.

Inmediatamente notamos que se necesitan dos dispositivos, uno que agregue otra capa física que permita comunicación inalámbrica al PHC, al cual le llamaremos Chief_Indian* y otro que agregue la capa física a un EPHD, dispositivo al cual llamaremos Little_Indian*

*Los nombres se explican en el último apartado de este capítulo, sección 3.7.

A continuación se da un diagrama del proyecto:

Gráfica tomada de la propuesta a Bristol

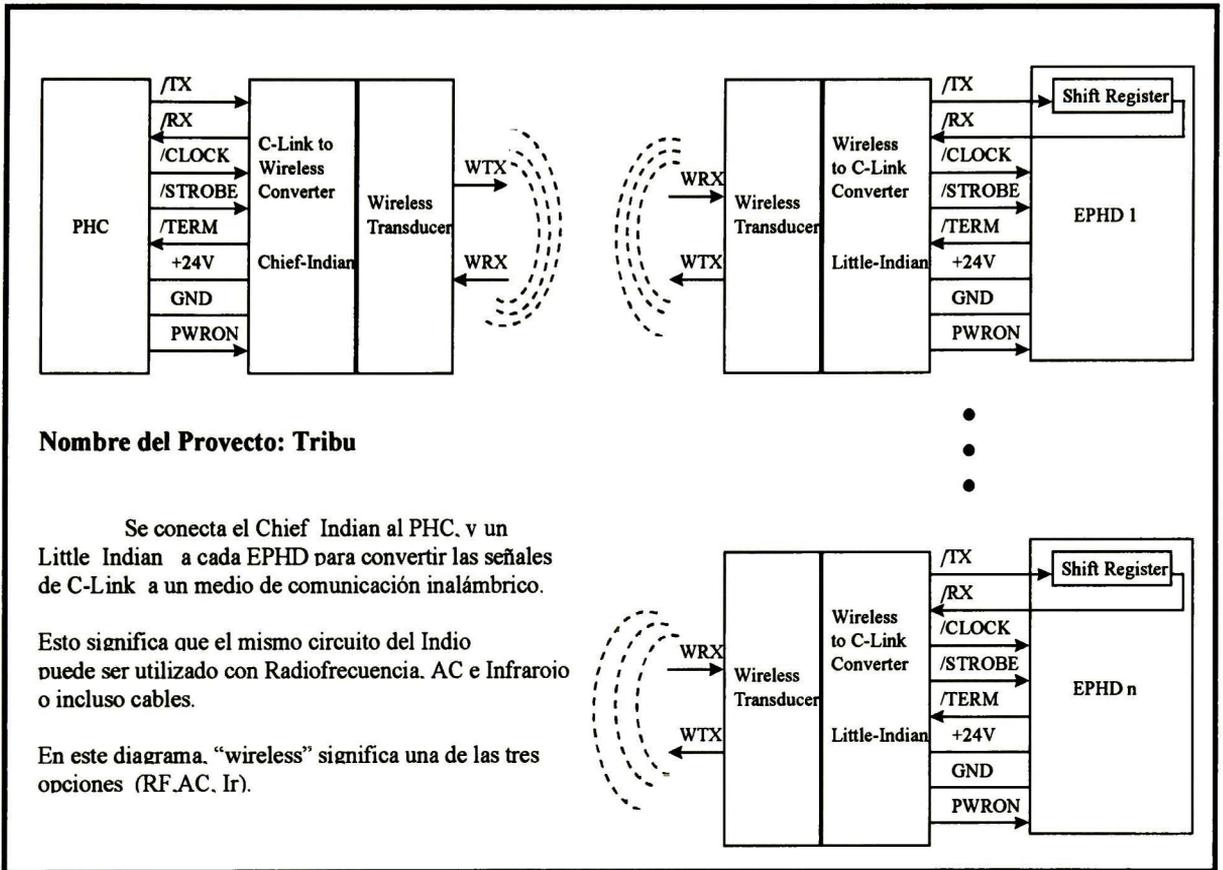


Fig. 3.1 Propuesta solución.

Donde el Chief_Indian debe de :

- Tomar cuenta de cuantos EPHD se encuentran en la red.
- Hacerle creer al PHC que tiene físicamente conectados los EPHD que se encuentran en la red.
- Debe de recibir cada comando que emita el PHC, transmitirlo al Little_Indian correspondiente, procesar las respuestas de los Little_Indians, y regresarlas al PHC en el instante correcto.

Little_Indian debe de:

- De entre los comandos que el Chief_Indian emita, procesar solo el que le corresponde.

- Hacerle creer al EPHD que maneja, que está físicamente conectado al PHC.
- Mandar los comandos que reciba del Chief_Indian a su EPHD, obtener la respuesta y enviársela de nuevo al Chief_Indian.

La manera en que habrán de comunicarse los Indios entre sí, depende del medio en que estén trabajando, a grandes rasgos, la comunicación debe ser de la siguiente manera:

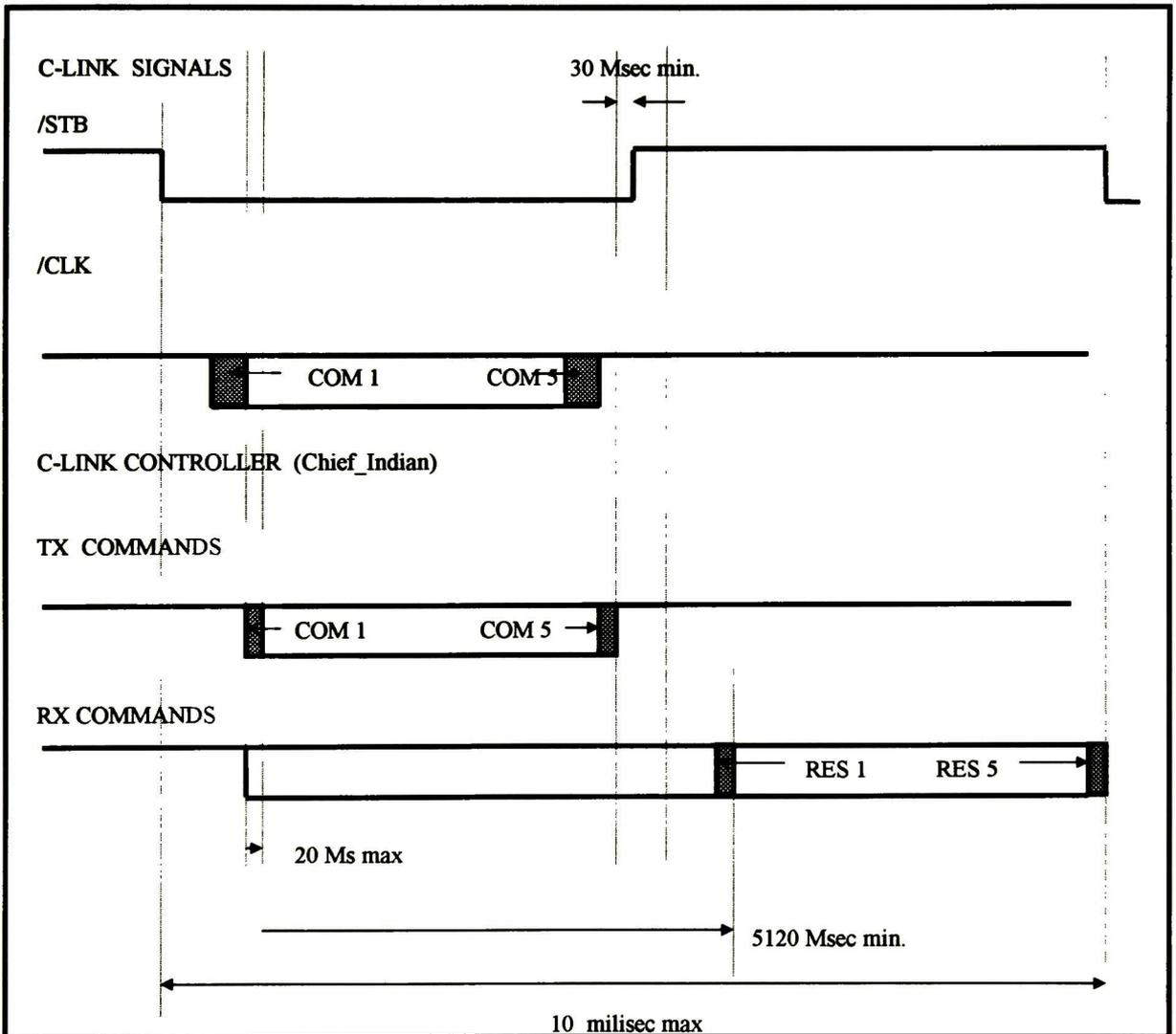


Fig. 3.2 Comunicación de Tribu.

El Chief_Indian debe de obtener la respuesta a los comandos transmitidos en el mismo ciclo de escrutinio (polling).

3.4 DISEÑO SOPORTANDO 5 EPHD

El primer paso en el desarrollo del proyecto, es establecer una arquitectura para la comunicación entre el Chief_Indian y el Little_Indian, de manera que se reduzcan al máximo las señales necesarias para establecer una comunicación en la red. Se escogió una comunicación asíncrona ya que sólo se necesitan máximo tres circuitos, Transmisión, Recepción y Tierra para establecer una red entre varios nodos, además de ser apropiado para comunicaciones inalámbricas. Se utilizó también como esquema físico una topología de Bus común de tal manera que lo que el Chief_Indian transmita todos lo escuchen, y lo que algún Little_Indian transmita, sólo el Chief_Indian lo escuche, esto se debe a que esta topología se tendría de alguna manera en la comunicación por infrarrojo, (dónde obliga quizá a una topología tipo estrella) además de poder ser utilizada por las demás tecnologías de comunicación inalámbrica: AC y radiofrecuencia.

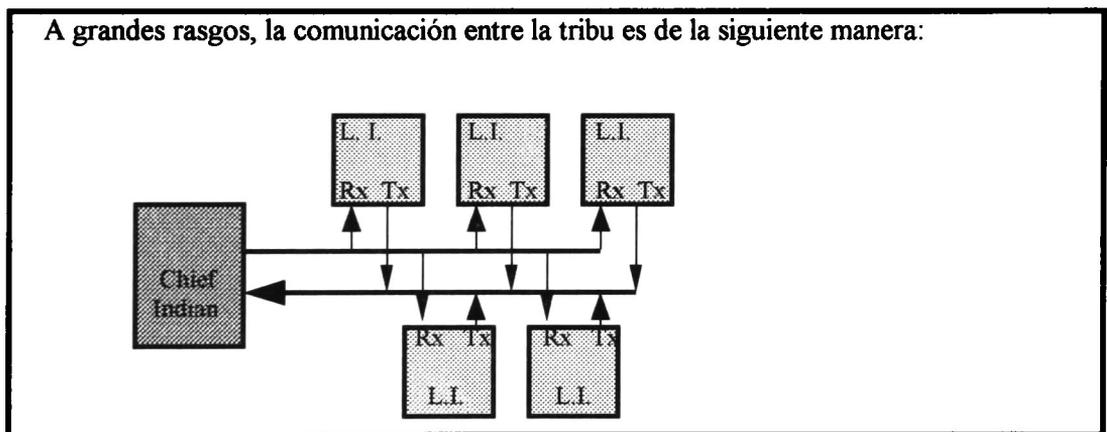


Fig. 3.3 Esquemático general de Tribu.

Como segundo paso se tiene especificar la arquitectura del hardware del Chief_Indian y los Little_Indian.

3.5 DESARROLLO DEL HARDWARE

Diagrama a bloques del hardware de Tribu:

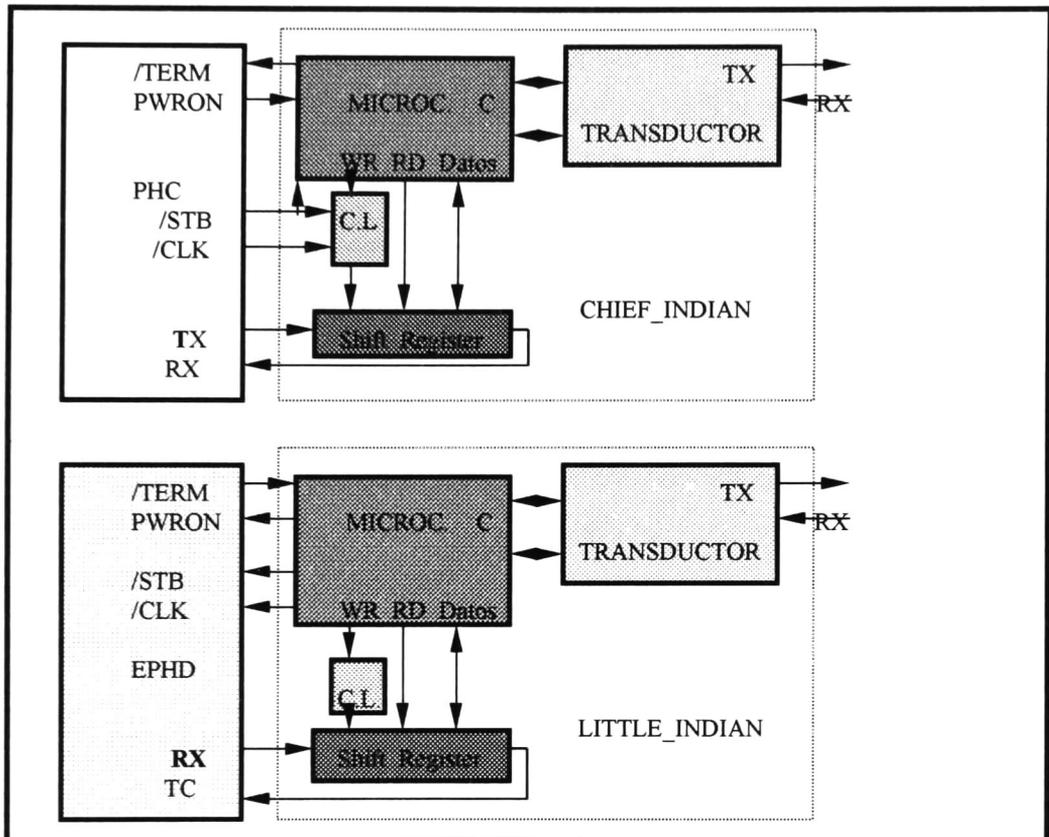


Fig. 3.4 Esquema general de los Indios

Nótese que la dirección de las señales no es la misma en Chief_Indian que para Little_Indian; se observa en las flechas.

En el caso del primer diseño, que se realizó establecer el funcionamiento de Tribu, en la pieza del transductor a inalámbrico, sólo son buffers.

El bloque C.L. significa “circuito lógico”.

Como el Chief_Indian tramitará los comandos del PHC, su hardware debe ser muy semejante a un EPHD.

Los Little_Indian deben ser exactamente iguales, tanto en hardware como en software.

En hardware, como se van a conectar a los EPHD, su arquitectura es muy parecida a la del PHC. Observando el esquemático del Little_Indian del capítulo 4, (al cual podemos hacer

referencia, pues ese diseño se adapta para lo explicado en este capítulo), se observan dos interruptores, esto es para “marcar” cada Little_Indian con un número de dispositivo. (Esta es la manera de como un Indio tramitaría los mensajes con el Chief_Indian, ya que en la etapa de inicialización, el Chief buscaría cuantos Indios hay en la tribu). Sólo son necesarios dos interruptores para numerar a 4 distintos EPHD, número suficiente para numerar los dispositivos que actualmente hay desarrollados. El protocolo de Tribu especifica que cada Little_Indian en la red debe tener un número distinto; posteriormente el Chief_Indian lo reenumeraría. Para este proyecto no era necesario demostrar que el Chief_Indian pueda entablar comunicación con cada Little_Indian de la red y los controle sin la existencia de “marcarlos” previamente, por lo que no se implementó. (Sin embargo se invirtió tiempo en eso y se tiene solucionado el problema, solución que no se presenta aquí por carecer de relevancia).

Los leds que se muestran en el esquemático son para utilizarse como herramienta en la depuración del firmware.

Una vez desarrollado el hardware (aunque sea en papel), se procedió a implementar el firmware del protocolo Tribu.

3.6 DESARROLLO DEL FIRMWARE

Normalmente, el PHC espera diez segundos a partir de que es encendido antes de comenzar a entablar comunicación con los EPHD, (esto es debido a que la señal de Poweron se propaga por la red, y se consumen 2 segundos en cada dispositivo por motivo de filtrar el ruido de encendido de cada fuente de poder, de cada dispositivo, este tiempo lo utilizamos con Tribu, de tal manera que antes de que el PHC comience a emitir comandos, ya el Chief_Indian debe de saber el número y tipo de dispositivos que hay en la red, (un enlace entre la tribu).

A continuación se detalla el flujograma de tiempo para denotar lo que ocurre en la inicialización de Tribu, la duración está marcada en segundos:

ID	Task Name	Duration	1	2	3	4	5	6
1	Chief_Indian	0.01d						
2	Autoconfiguracion	1m						
3	Espera	2m						
4	Comunicacion con Tribu	2m						
5	Espera comandos del PH	1m						
6	Little_Indian	0.01d						
7	Autoconfiguración	1m						
8	Configura al EPHD	2m						
9	Comunicacion con Chief	3m						

Fig. 3.5 Flujograma de tiempo

Como se puede notar, se establece el protocolo Tribu, antes del tiempo en que el PHC comience a mandar comandos.

Más específicamente, se detallan los diagramas de flujo de cada dispositivo en la figura “Diagramas de flujo”.

3.6.1 Funcionamiento de Tribu:

El procesador de cada uno de los dispositivos de la tribu, comienzan configurando los registros, pilas, y puertos de tal manera que se permita el establecimiento de una comunicación a la misma velocidad; además los Little_Indian obtienen su número de dispositivo (ésta es la manera en que cada Little_Indian sabrá que el Chief_Indian se dirige hacia ellos).

Mientras el Chief_Indian entra en un estado de espera, Los Little_Indian inicializan al PHD que están controlando, hasta el punto de obtener su tipo de dispositivo, entonces entran a un estado de esperar comunicación con el Chief_Indian.

Cuando el Chief_Indian deja su estado de espera, comienza a buscar cuantos dispositivos Little_Indian hay en la red (la manera en que lo hace es barriendo todos los posibles números de dispositivo) para saber cuantos dispositivos se encuentran en la red, y cuál es su número; después entabla comunicación con cada Little_Indian para obtener de cada uno de ellos el tipo de dispositivo que maneja (esto es importante, pues el Chief_Indian necesita al menos este dato de cada dispositivo durante la inicialización del PHC, ya que mientras dura ésta, el PHC no acepta comandos de espera), además de darle a cada Little_Indian un nuevo número de Indio, (esto con el objeto de mejorar el manejo de sus apuntadores y hacer mas eficiente el código del programa).

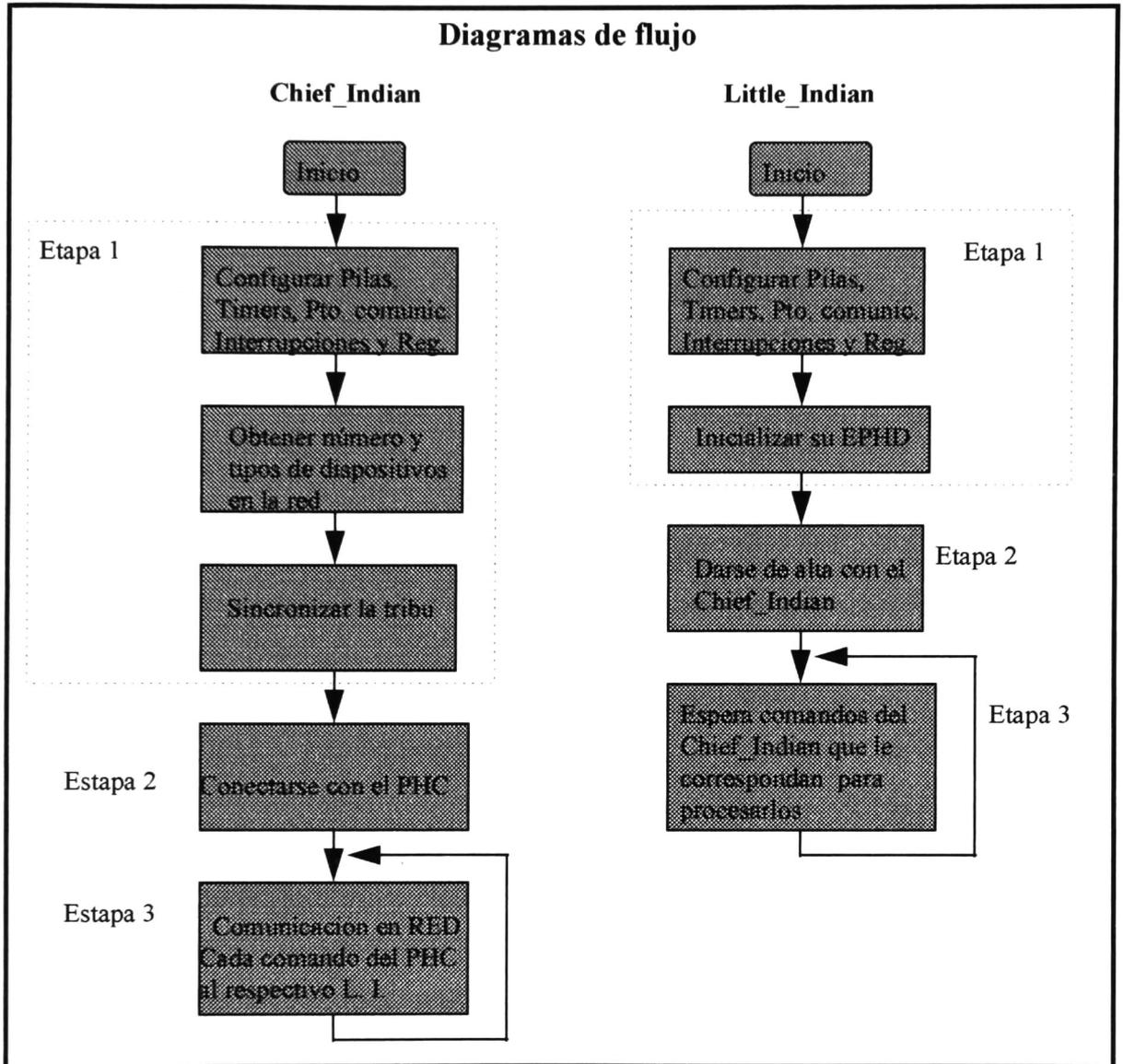


Fig. 3.6. Diagramas de flujo del firmware

Después de esta etapa el Chief_Indian espera que el PHC comience a emitir comandos, estos los va procesando conforme van apareciendo, y le hace creer al PHC que tiene físicamente conectados el número de EPHD que se encuentran en la red. En el momento en que aparece el comando siguiente al comando “tipo de dispositivo”, entonces el Chief_Indian comienza a mandar cada comando al Little_Indian correspondiente, toma los paquetes de respuesta y los acomoda en el instante en que deben ser emitidos al PHC. El Chief_Indian se responsabiliza en caso de que se pierdan paquetes.

3.6.2 Explicación de los diagramas de flujo:

Etapa 1 Chief_indian:

En la primera parte, el procesador del Chief_Indian inicia como cualquier sistema: configurando sus registros, puertos, etc. en general, apropiando el firmware al correcto manejo de los recursos con que cuenta (hardware).

A continuación se explica el algoritmo de conteo de dispositivos, (carece de relevancia para este proyecto el que los nodos de la red prescindan de un número de dispositivo fijado apriori, por lo que este último algoritmo no se explica en este reporte).

La explicación es la siguiente: El Chief_Indian comienza buscando a un nodo en la red con la marca de cero, si este nodo existe le contestará, en cuyo caso el Chief_Indian continuará buscando al nodo uno, así sucesivamente hasta localizar todos los posibles nodos (un máximo de 5). Cuando el Chief_Indian busca un nodo, emite un comando de búsqueda dirigido a ese nodo, y espera un tiempo suficiente para que el indio tenga tiempo de responder (este tiempo es obviamente dependiente del medio físico y de la tecnología implementada), si durante ese tiempo hubo respuesta, el Chief_Indian lo anota y continúa buscando otros nodos, pero si durante ese tiempo no hubo respuesta, (en el caso de comunicación inalámbrica, se corre el riesgo de perder paquetes) entonces el Chief_Indian debe realizar varios intentos más antes de dar por inexistente ese nodo; el número de intentos es función también del medio físico utilizado. (Por ejemplo en la tecnología de AC, hay condiciones de la línea en que se pierde uno de cada tres paquetes transmitidos).

La etapa de sincronización es bastante similar a la del conteo de dispositivos, la diferencia consiste en que el Chief_Indian se dirige específicamente a los nodos que sabe están en la red, cuando se contactan, establece una comunicación con cada uno de ellos para preguntarle el tipo de dispositivo del EPHD que controla, para hacerle saber cual es su nuevo número de dispositivo y cuantos indios conforman la red.

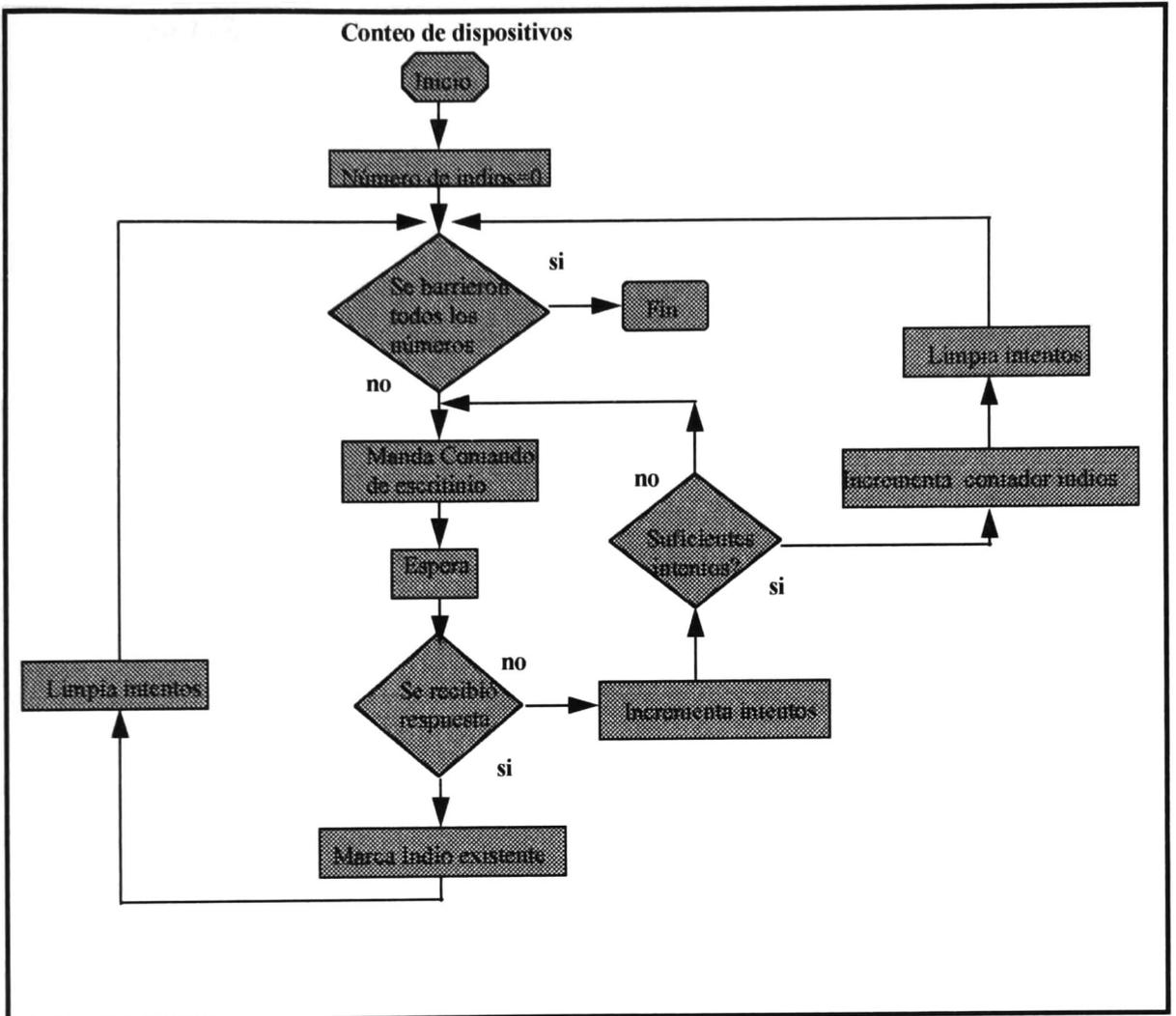


Fig. 3.7 Algoritmo de conteo de dispositivos

Etapa 2 Chief_indian

El primer paso en el protocolo de C-Link es que el PHC emita comandos que le permitan saber cuantos dispositivos tiene conectados, lo que hace el Chief_Indian (quién a estas alturas ya sabe cuantos EPHD hay en la red y de que tipo son) es procesar estos comandos de tal manera que el PHC crea que tiene físicamente conectados los EPHD existentes en la red.

Etapa 3 Chief_Indian

El Chief_Indian puede responder al comando del PHC pidiendo el tipo de dispositivo, a partir de ahí, cada comando que el PHC el Chief_Indian debe transmitirlo al correcto Little_Indian.

Debido a que la comunicación de Tribu se hace por varias tecnologías, las rutinas de servicio que manejan la comunicación son diferentes para diferentes tecnologías; para una comprensión más amplia del sistema de Tribu, observaremos el sistema de comunicaciones desde un punto de vista concurrente (aunque no se encuentra un planificador como tal en el procesador, que lleve un orden de cuál proceso va a ejecutarse, se puede pensar en el programador como el “planificador” que da a cada proceso la prioridad y el orden de cuando ejecutarse) esto con el objeto de poder utilizar el concepto de “proceso” en lugar de describir cada subrutina.

Proceso cero: Este proceso da servicio a la comunicación con el PHC, lo que hace es ejecutarse cada que el PHC emite un comando. Sus acciones son las siguientes:

- Toma el comando que generó el PHC del registro de corrimiento y lo coloca en la cola de “comandos a transmitir” del EPHD correspondiente.
- Checa la cola de respuestas del PHD correspondiente al siguiente EPHD (al cual el PHC le mandará el siguiente comando) y si hay respuesta del comando anterior, lo coloca en el registro de corrimiento, si no hay respuesta, entonces colocará un comando “estado de espera” en el registro de corrimiento.

Proceso uno: Este proceso se encarga de transmitir los comandos que se encuentran en la cola de “comandos a transmitir” de cada uno de los EPHD.

- Checa la cola de transmisión y bandera de respuesta de cada comando, si el comando mandado no ha recibido respuesta, y ya debiera haberla recibido (este tiempo depende de la tecnología y el medio en que se está implementando, además del tiempo que debe de dársele a cada EPHD para contestar, y que está especificado en C-Link como 5 milisegundos) entonces retransmite el comando.
- Checa que comandos de la cola ya tienen bandera de recepción, elimina a éstos, limpia las banderas y recorre los comandos en la cola.
- En la cola de transmisión debe llevar un orden de tal manera que los comandos “Dummy” que el PHC emita no se coloquen en la cola, sino que se descarguen.

Proceso dos: Este proceso da servicio a la recepción de comandos por parte de los diferentes EPHD:

- Cuando una respuesta llega, si es un reconocimiento de comando recibido pone bandera de comando aceptado, si es de respuesta de EPHD, lo coloca en la cola de “respuestas” del EPHD correspondiente, y levanta una bandera al comando correspondiente de “comando con respuesta”

Procesos X: Estas son acciones que se ejecutan por diferentes eventos (tales como flancos de Strobe), y se señalan aquí las acciones que de manera general deben de llevarse a cabo:

- Checar cuando ya un comando debe haber sido contestado, si no tiene respuesta, eliminar su bandera correspondiente de “comando aceptado”
- Como el proceso cero, colocó cuando menos en el primer bloque de transmisiones el comando de “estado de espera” al procesarse el último comando de ese ciclo de escrutinio del PHC en el registro de desplazamiento, debe de actualizarse el dato, de manera que cuando el PHC emita el comando al primer EPHD que cree tiene conectado, capture la respuesta al comando anterior, y no el comando “estado de espera” Esto claro, si se obtuvo respuesta a ese comando.

Etapa 1 Little_Indian:

El procesador del Little_Indian debe -como en cualquier sistema- inicializar primeramente el hardware que va a controlar, así mismo configurar sus recursos para las acciones que va a realizar.

En la sección de *inicializar* a su EPHD, lo que hace es comportarse como el PHC cuando inicializa un dispositivo. Como único tema a destacar es la manera en como obtiene las respuestas del EPHD a los comandos que él le manda, esto lo hace de la siguiente manera:

- 1.- El Little_Indian coloca el comando en el registro de corrimiento
- 2.- Se esperan 50 Microsegundos y se baja STROBE (éste orden es parte del protocolo C-Link, que es el que el EPHD conoce).
- 3.- Con la señal de CLOCK se desplaza la información hacia el EPHD (La información que en ése momento estamos obteniendo del EPHD es basura y no importa).
- 4.- Se esperan 50 Microsegundos y se sube STROBE.

5.-Se espera 5 milisegundos (Especificación de C-Link).

6.- Se baja STROBE.

7.- Se genera la señal de CLOCK, y lo que se recibe en el registro de corrimiento es la respuesta del EPHD al comando emitido.

Nótese que esto sólo se hace en el primer comando, a partir del segundo, se salta el paso #2, ya que STROBE no se baja hasta que se tiene un comando válido para el EPHD en el registro de corrimiento.

Un diagrama explicativo más detallado de como ocurre esta acción se encuentra en el capítulo 4 y el apéndice A.

Etapa 2. Little_Indian

Esta etapa lo que hace es comunicarse con el Chief_Indian. Primeramente, de los mensajes que escuche en la red, uno le va a llegar con dirección a su número de Indio (número que se le dio con los interruptores), entonces responde con comando de presencia.

Se queda en estado de espera hasta que reciba un comando dirigido hacia él pidiéndole el tipo del EPHD que maneja, después le llegará su nuevo número de dispositivo, y el número de Indios de la red.

Etapa 3 Little_Indian

A partir de aquí, los comandos que lleguen hacia él son comandos que deberá pasar al EPHD en la manera descrita en la etapa 1, obtener la respuesta y enviarla de nuevo al Chief_Indian.

3.6.3 Más trabas encontradas en las especificaciones del protocolo C-Link

Problema 1: Comandos pegados.

Como las especificaciones no son claras en cuanto a si existe o no la probabilidad de que los comandos que emite el PHC puedan estar físicamente juntos, debemos de asumir su posibilidad, y diseñar de manera que sea robusta aún para esto; éste problema implica que se tenga que cambiar el hardware propuesto por un registro de corrimiento de mayor capacidad o se

utilice un microcontrolador veloz, ya que el proceso cero debe de ejecutarse antes de 10 microsegundos, ya que se debe de obtener el comando del S.R. y colocar la respuesta anterior al comando siguiente en menos de un ciclo de reloj.

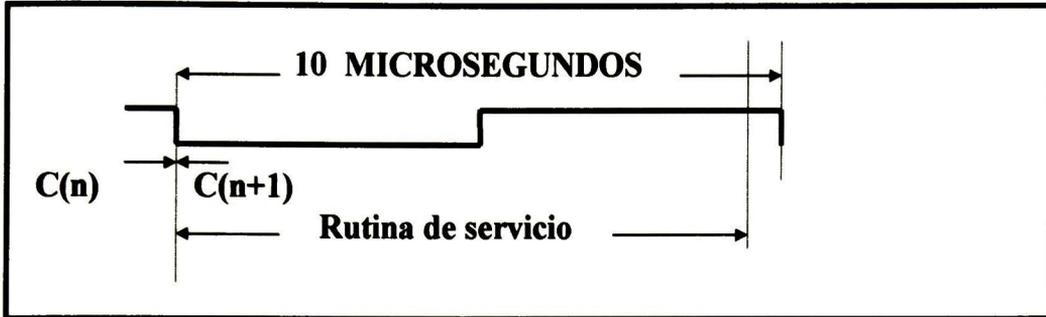


Fig. 3.8 Problema 1

Nota: Para el primer programa se dejó el mismo diseño del hardware y se implementaron las rutinas en un Microcontrolador de Intel, familia '51

Problema: Comandos despegados y luego pegados:

Veamos el siguiente diagrama:

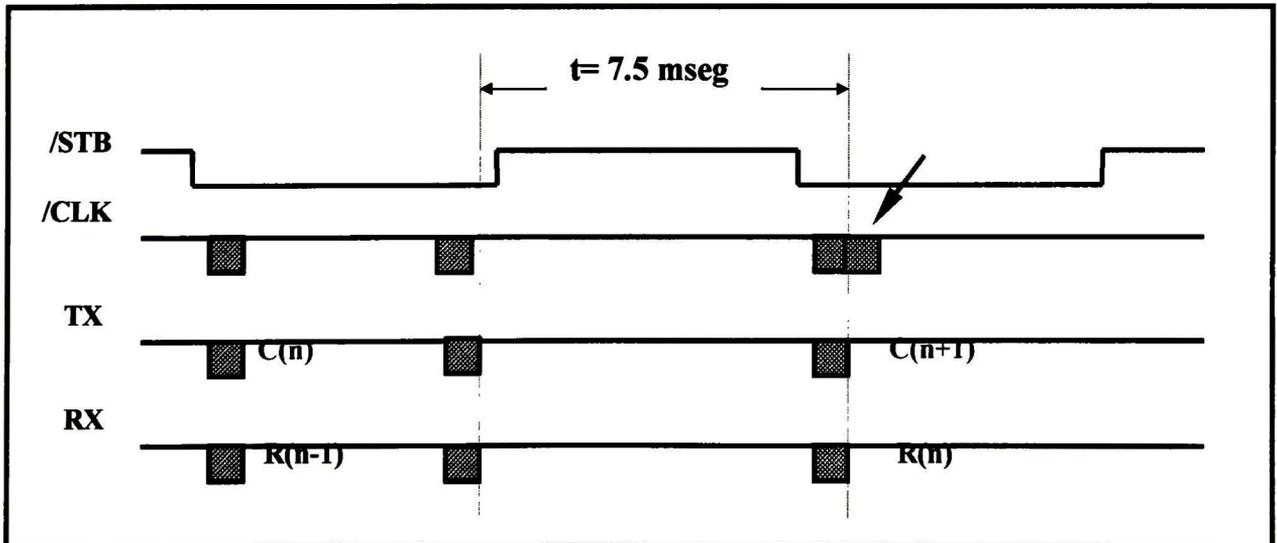


Fig. 3.9 Problema 2

En este diagrama se puede notar otro problema debido a lo poco específico del protocolo. Veamos un hipotético caso en el que se tienen conectados dos EPHD. En una primera

trama se mandan los comandos para el dispositivo uno y dos, separados completamente por el mayor tiempo posible especificado por el protocolo, y en la trama siguiente se mandan estos comandos juntos, y ésta es una acción posible, ya que el protocolo no especifica lo contrario.

Deseando demostrar la factibilidad de agregar cierto hardware de tal manera que logremos una conexión inalámbrica del PHC y los distintos EPHD, tropezaremos con lo siguiente: El tiempo mínimo ente la finalización de transmisión del segundo comando en el tiempo (n) y la inicialización del segundo comando de la trama de (n+1) es aproximadamente 5180 microsegundos (5 milisegundos dura Strobe en alto, mas el tiempo mínimo de aparición del comando uno -50 Microseg.- mas el tiempo que dura en emitirse el comando uno de la trama (n+1) a un reloj de 10 microsegundos por pulso -80 Microseg- mas el tiempo máximo que puede haber de cercanía entre la finalización del último comando y el flanco de subida de reloj -50 Microseg-). Este tiempo no es suficiente para comunicar inalámbricamente al segundo EPHD con el PHC sin ningún estado de espera, ya que tan solo que un Little_Indian pase un comando a un EPHD dura 30 Microsegundos mas.

Nota: El diseño que se ha presentado hasta ahora tiene por objeto presentar los algoritmos de tribu, aunque se ha especificado que la comunicación será asíncrona no se ha dicho nada del tamaño de cada paquete, la manera de acceder al medio, si los canales de recepción y transmisión compartirán un mismo canal multiplexados, de que manera será el multiplexaje, etc. La definición exacta de esta problemática será resuelto según la implementación de cada tecnología.

3.6.4 Programas Chief-Indian.asm y Little-Indian.asm versión simulación

A continuación se enlista el programa que se implementó para un Chief_indian y Little_Indian con 5 EPHD.

Se desarrolló con base en el hardware presentado en el capítulo 4, estos programas están analizados y se depuraron completamente en simulación; las restricciones que se hicieron son las siguientes:

- No soporta el problema “Comandos pegados y luego despegados”

- Como se utiliza una transmisión en cortas distancias, y sensando corriente, se supuso la inexistencia de paquetes perdidos.

El protocolo es el siguiente:

Como los Little_Indian saben su número de dispositivo, y cuántos de ellos se encuentran en la red, una vez sincronizados por el Chief_Indian, sólo necesitan contar los paquetes para saber cual es el que le corresponde. Esto nos permite utilizar el UART del microcontrolador sin la necesidad de direccionar a los dispositivos. Conforme el Chief_Indian va tomando los comandos del PHC los va emitiendo, como el tiempo de procesamiento para las respuestas es el mismo para cualquier EPHD, las respuestas conforme el orden en que llegan son el orden en que fueron transmitidas, de tal manera que se utilizó un esquema parecido a multiplexaje por división de tiempo, para compartir un mismo canal. Se utilizaron canales separados para transmisión y recepción. Nótese que las pasadas atribuciones sólo pueden hacerse para éste caso.

El programa Little_Indian se ha separado por etapas, como se hizo con los diagramas de flujo, de tal manera que se puede hacer una relación entre ambas informaciones, no así con el programa Chief_Indian, cuyo seguimiento es mas complicado y no se encuentra en forma lineal.

Los programas en lenguaje ensamblador se encuentran en un diskette anexo a ésta tesis

3.7 EXPLICACION DEL NOMBRE:

El PHC tiene como nombre de proyecto “Guacamaya”, (la cual es una ave parlanchina con un hábitat natural en la selva), que técnicamente es el dispositivo que se comunica con los EPHD.

Como para el proyecto, había necesidad de transformar el protocolo de C-Link a uno que soportase comunicación inalámbrica, era necesario de alguna manera controlar a la “guacamaya”, y quienes están más en contacto con estos animales son los indios, (estos atrapan las guacamayas), entonces a el transductor de C-Link a inalámbrico para el PHC se le llamó “Indio” (pensando en la selva del Amazonas) de ahí se tomó originalmente el nombre; más tarde, conforme se estableció el funcionamiento del proyecto, se hace necesario otro tipo de dispositivo, el cual iba a controlar a cualquier EPHD; cómo este último debía comunicarse con el primero por medio de señales asíncronas, y en algún momento el medio de comunicación sería AC, un comentario de “si falla se van a comunicar con señales de humo...” dio el nombre final al proyecto: “Tribu”, (de indios) donde ahora se tiene una tribu de indios (del tipo apaches!!!), pero de dos categorías distintas: un tipo que controla al PHC y al cual se le llamó gran Indio o Indio jefe (Chief_Indian), y una tribu de indios (Little_Indian), cada uno de los cuales controlaría a un EPHD; y la comunicación entre ellos se haría como antaño, por señales de humo...

CAPITULO

4

CAPITULO 4.- IMPLEMENTACION DE UN PROTOTIPO UTILIZANDO EL PHC Y UN EPHD

4.1 INTRODUCCION

Este capítulo describe el primer prototipo Chief_Indian y Little_Indian.

Con miras a desarrollar la especificación señalada de “Conectar al PHC y al menos un EPHD por medio de las diferentes tecnologías” se implementaron estos primeros prototipos, cuyo objetivo no era desarrollar completamente la propuesta de Tribu, sino dar el primer paso en cumplir las especificaciones de diseño.

El objetivo de estos prototipos fue específicamente comunicar el PHC y un EPHD por medio del Chief_Indian y el Little_Indian, utilizando señales que puedan ser transmitidas inalámbricamente.

Como base se utilizó el diseño de Tribu expuesto en el capítulo anterior, pero restringido a comunicar un solo EPHD, por lo que el firmware es mucho más sencillo.

También se describen las herramientas de diseño utilizadas a partir de este momento a lo largo del proyecto.

4.2 DESCRIPCION DEL HARDWARE

Se presentan los esquemáticos al final de éste capítulo. La justificación del hardware se hizo en el capítulo anterior.

La implementación de este hardware se realizó en base al microcontrolador 87C51-X debido a que cumple con suficiencia las necesidades de velocidad del sistema (pensando en solo un EPHD en la red Tribu) y que además existe en HP una herramienta en base a este Microcontrolador llamada Merlin (para estos prototipos se utilizó la versión Merlin 1.0) esta herramienta permite transmitir código en lenguaje máquina desde la PC hacia una memoria RAM de la herramienta, que puede ser ejecutada con cambiar de posición un interruptor, esto facilitó enormemente la implementación, ya que el código que se estaba programando era simulado en la PC y después ejecutado sobre el hardware, de manera que se tenía la simulación más rigurosa y con la certeza de funcionamiento o falla inmediatamente. El esquemático de Merlin 1.0 se encuentra en el diskette anexo a este documento. La

herramienta Merlín tiene espacio para soldar componentes y alambros, de esa manera se implementaron los prototipos. Ciertas modificaciones que se debieron hacer a Merlín, debido a que ese diseño compartía recursos a la hora de ejecutar el código de la RAM, (nuestro código) tales como utilizar el acceso de memoria de datos externa para controlar dispositivos externos (Merlín al PPI 8255, nosotros el registro de corrimiento), el puerto de comunicaciones, etc. no se encuentran señaladas en el diagrama.

El bloque de compuertas lógicas NAND que se observan en el esquemático son para el correcto funcionamiento del registro de corrimiento, que pueda ser eslabón de la capa física de C-Link, a la vez de permitir leer y escribir en él por parte del microcontrolador

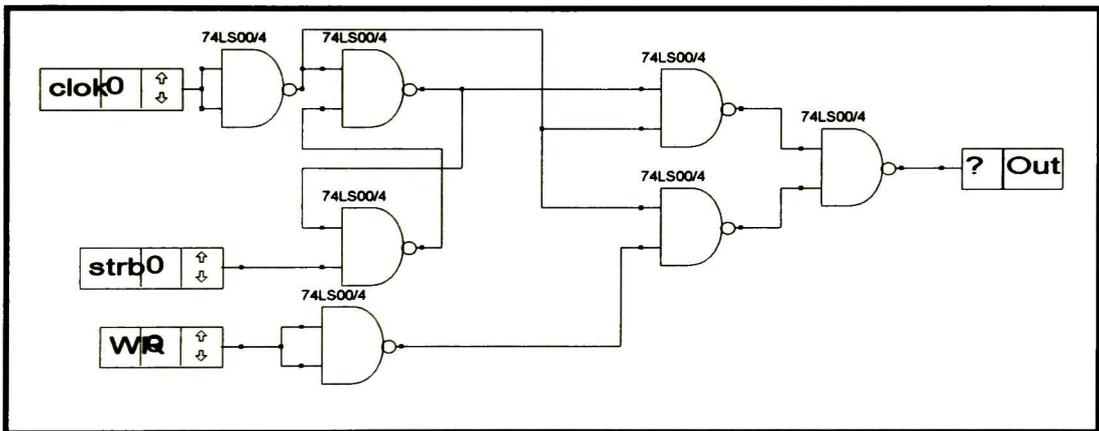


fig. 4.1 Bloque lógico

A continuación se presenta el análisis de la señales, obsérvese como la posición de Strobe permite que se utilice tanto la señal negada de un pulso de WR como la señal de un pulso de Clock para generar un pulso en la salida. Esto debido a la forma de trabajo del registro de corrimiento. La elección de escritura o corrimiento en el registro de desplazamiento se realiza en el diseño de Tribu con la misma señal de Strobe.

SIMULACION

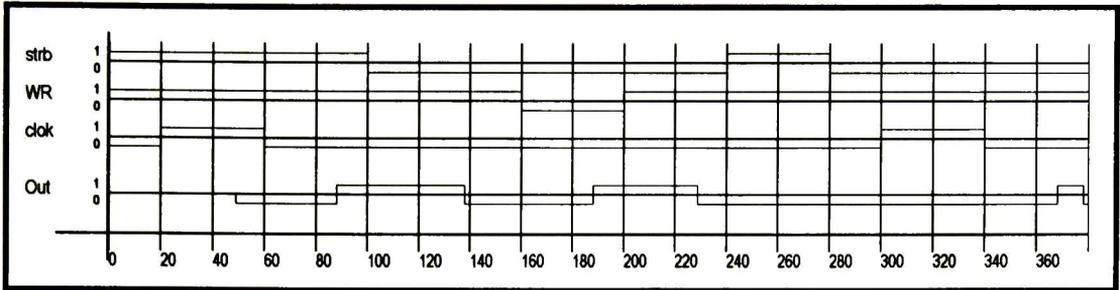


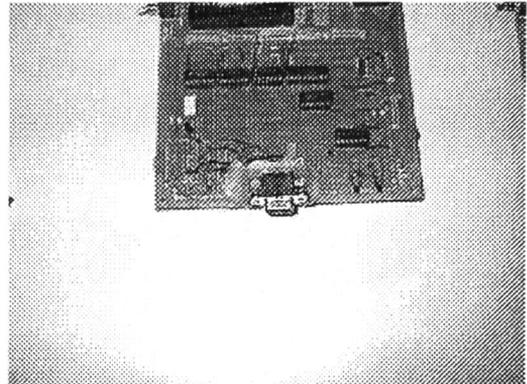
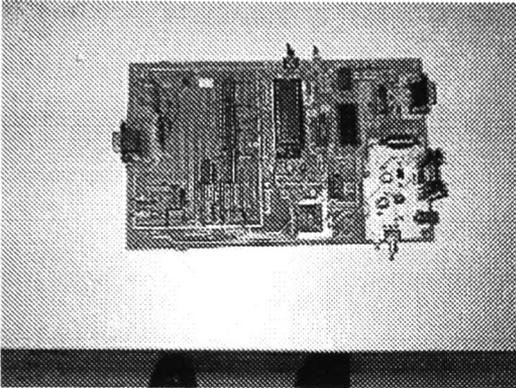
fig. 4.2 Simulación del bloque lógico

Además de la herramienta Merlin, se utilizó otra, Vampiro (diseñada por ingenieros de HP). Esta herramienta se conecta en el punto donde se quiere ver la traza del protocolo C-Link, tiene tres puertos, dos de ellos para conectarse como un EPHD (no se presenta al sistema como tal) pero que solo husmea la información sin ser carga, y otro para conectarse al puerto serial de la computadora, de manera que con el programa dedicado a Vampiro (programa serial.exe), se puede observar la traza de C-Link en la pantalla de la PC o Servidor que lo ejecute; la traza se puede observar en tiempo real, o grabar las trazas para después analizarlas en un editor. Esta herramienta representó una ayuda invaluable en el desarrollo de este proyecto.

Como últimas herramientas necesarias para el desarrollo de este proyecto, se utilizaron 2 PC, (una para programar y compilar los programas del micro en el Chief_Indian, la otra para hacer lo mismo con el Little_Indian), una estación de trabajo (para correr el programa de la herramienta Vampiro) y un osciloscopio digital de cuatro canales marca Hewlett Packard, además de las herramientas necesarias para soldar y remover componentes.

Fotos de Chief_Indian y Little_Indian sobre Merlin 1.0

Chief_Indian



Little_Indian

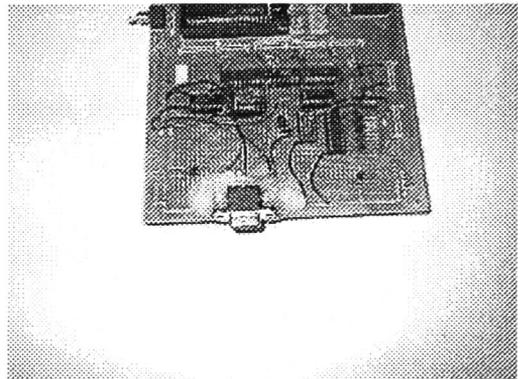
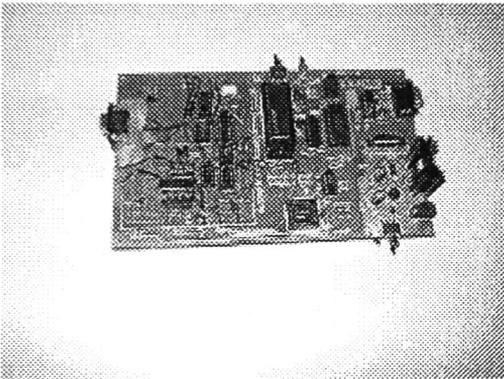


Fig. 4.3 Fotos de los primeros prototipos

4.3 DESCRIPCION DEL FIRMWARE

Prácticamente el programa para este desarrollo es el mismo de Tribu explicado en el capítulo anterior (Tribu ver 1.0), ya que de ese programa se tenía completamente simulada la comunicación del protocolo de Tribu, pero otras rutinas, como la interfaz a C-Link no había sido aún diseñada, (pues el programa de Tribu no se implementó completamente), por lo tanto, los programas de Tribu ver. 2.0 se obtuvieron borrando código de la primera versión y agregando código funcional de la interfaz de la tribu con C-Link.

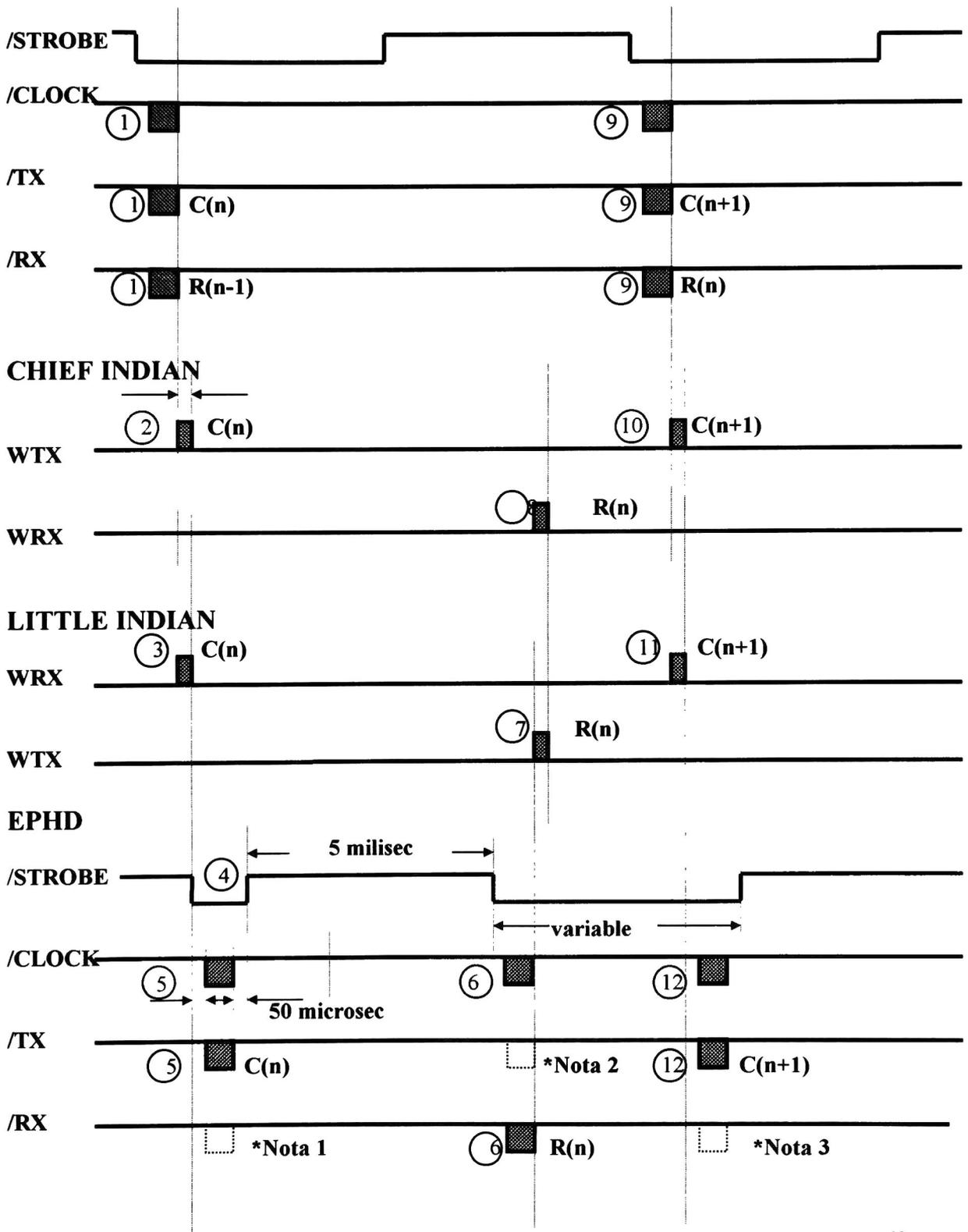
La inicialización por parte del Chief_Indian y Little Indian de Tribu ver 2.0 es tomando en cuenta 5 Indios en la red, toda la etapa es exactamente igual a como se describió en el capítulo 3, hasta la etapa dos de cada nodo, excepto en la etapa de comunicación en red (etapa tres), donde ya la programación del Chief_Indian y Little_Indian asumen un sólo Little_Indian en la red. Esto es válido para todos los subsecuentes programas.

Con lo anterior expuesto procedamos entonces a explicar solamente la etapa tres, de esta versión de Tribu. La estructura general se puede analizar en el capítulo 3 y se aplica para este caso.

La explicación la realizaremos siguiendo los números circulados del diagrama de tiempos que muestra la comunicación del PHC y un EPHD por medio de Tribu:

- 1) El PHC aserta STROBE y un tiempo después manda el comando $C(n)$ y recibe el comando $R(n-1)$.
- 2) Chief_Indian toma el comando $C(n)$ y lo manda asíncronamente al Little_Indian (10-11 bits UART).
- 3) Little_Indian recibe $C(n)$.
- 4) Al recibir el comando, Little_Indian aserta STROBE.
- 5) 50 microsegundos después Little_Indian pasa el comando al EPHD. Nota 1: Cuando el comando es pasado a el EPHD una respuesta es desplazada al registro de corrimiento, ésta respuesta es ignorada.
- 6) Little_Indian eleva STROBE y espera 5 milisegundos, dando tiempo al EPHD de responder al comando; después manda 8 pulsos de reloj para obtener la respuesta $R(n)$. Nota 2: este comando introducido al EPHD no es procesado por el dispositivo, ya que él espera hasta que STROBE esté en alto para verificar cuál es el comando dejado por el PHC.
- 7) Little_Indian toma la respuesta $R(n)$ y la transmite asíncronamente al Chief_Indian.
- 8) Chief_Indian recibe la respuesta $R(n)$ y la guarda hasta que sea necesitada por el PHC.
- 9) El PHC aserta STROBE de nuevo, y después de un tiempo emite el comando $C(n+1)$ y recibe $R(n)$, el cuál es proveído por el Chief_Indian.
- 10) Chief_Indian toma el comando $C(n+1)$ y lo transmite asíncronamente.
- 11) Little_Indian recibe el comando $C(n+1)$.

Diagrama de tiempo para comunicar al PHC con un EPHD por medio de Tribu:



12) A partir de aquí la secuencia es repetida desde 6) otra vez. Nota 3: La respuesta obtenida del EPHD al pasar $C(n+1)$ es ignorada.

Nota: Ya que el medio por el cual se comunican los Indios en estos prototipos es cableado, y sensando corriente, se asume que no hay paquetes perdidos.

Todos los programas se encuentran en el diskette anexo a este documento.

CAPITULO

5

CAPITULO 5.- IMPLEMENTACION POR RADIOFRECUENCIA.

5.1 INTRODUCCION

Una división de HPLabs, en Bristol, Inglaterra, tenía como proyecto (Aura project) el de investigar e implementar tecnología que permita comunicar dispositivos con un gran ancho de Banda (10 Mbits/s) con muy poca potencia (<1 mW), con el fin de hacer factibles otros proyectos relacionados con redes de corto alcance; la frecuencia de trabajo es de cerca de 6 GHz.

Con estas características de transmisión se reduce el alcance a algunas decenas de metros, pero también el tamaño de los componentes.

El ingeniero Raymundo Vázquez de GMS contactó a PHDs en Bristol que realizaban ese proyecto con el fin de requerir si podían proveer a GMS de la tecnología necesaria para demostrar la factibilidad de utilizar RF como tecnología de transmisión para el proyecto Tribu; los PHDs Ian Johnson y Mike Lawton de HP Bristol fueron el contacto con HPLabs.

Al principio se tenía entendido por los ingenieros de HPLabs en Bristol, Inglaterra, que ellos presentarían una solución completa al problema en cuestión; sin embargo, con el fin de acelerar la implementación, y como era trabajo que estábamos realizando en ese momento en Guadalajara, se propuso a Bristol que ellos proveyesen a GMS de solamente la interfaz física (transceptores de radiofrecuencia) para el proyecto Tribu, cosa con la que estuvieron de acuerdo.

Se realizaron audioconferencias e intercambios de esquemáticos para poder llevar a buen término la empresa.

Se convino primeramente en que HPLabs enviara la interfaz física con instrucciones de conectado a Guadalajara; pero posteriormente se acordó enviar a HPLabs prototipos del Chief_Indian y Little_Indian con sus especificaciones de diseño, de tal manera que ellos depuraran su hardware. Con el objetivo de promocionar su proyecto a GMS, decidieron venir ambos doctores de Bristol a Guadalajara, con transceptores de RF.

5.2 INTERCAMBIO DE PROPUESTAS CON BRISTOL

Las propuestas se encuentran en el apéndice de este documento. Estas se hicieron en el siguiente orden:

A. Proposal for Radio CLink Demonstrator.

Esta es la propuesta que los PHD de Bristol enviaron a GMS para la demostración de la factibilidad de comunicación inalámbricamente por radiofrecuencia, entre el PHC y un EPHD

B. GPR PROPOSAL FOR C-LINK WITH WIRELESS MEDIUM

Esta es la propuesta de GMS para la demostración de la factibilidad de comunicación inalámbrica entre el PHC y un EPHD.

C. Response to GPR Proposal for C-Link with Wireless Medium

Respuesta de Bristol a la propuesta de GMS.

D. Merlin Installation.

Este es el documento que envió GMS junto con los prototipos Chief_Indian y Little_Indian a Bristol, con el objeto de implementar una comunicación por radiofrecuencia entre el PHC y un EPHD.

Estos documentos se encuentran en el apéndice de este documento.

5.3 DESARROLLO DE LAS TARJETAS DE TRIBU

Con el objeto de enviar a Bristol un desarrollo adecuado de la implementación de “Tribu”, y como se necesitarían prototipos para desarrollar varios medios de comunicación, se decidió hacer PCB’s del Little_Indian y del Chief_Indian.

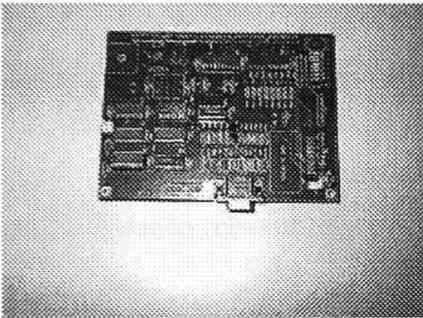
Debido al poco tiempo que quedaba para hacer las tarjetas, probarlas y mandarlas a Inglaterra, y aunado a que estas tarjetas deberían de servir para servir de interfaz con todos los medios que se iban a implementar, -y aún no se tenían las capas físicas de AC e Infrarrojo- decidimos desarrollar unas tarjetas lo mas rápido posible, pero que sirviesen para el desarrollo de las demás implementaciones, por lo tanto se decidió:

- No cambiar el diseño que ya se tenía con componentes discretos a PLD’s.
- Diseñar las tarjetas de tal manera que utilizarasen los recursos de la herramienta de desarrollo Merlin 2.0 (esto con el fin de obtener PCB’s más baratos).

- Diseñar dos tarjetas diferentes, una para Chief_Indian y otra de Little_Indian.
- Tratar de diseñar las tarjetas de tal manera que sirvan para la implementación de las diferentes capas físicas.

Lo que se hizo fue diseñar las tarjetas de “Tribu” de forma que pudiesen ser “ensambladas” sobre la herramienta Merlín 2.0; a ésta se le soldaron bases, y a las tarjetas de “Tribu” se le soldaron pines largos, para lograr tal objetivo.

Una tarjeta de Tribu.



Merlín 2.0

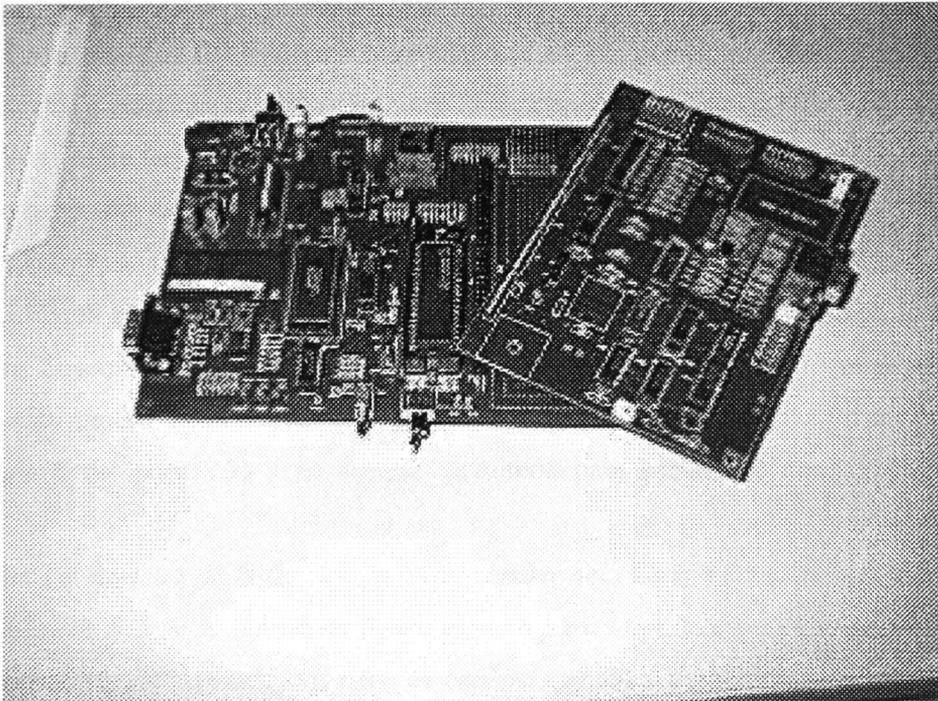
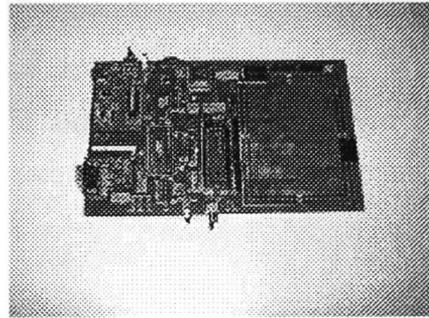


fig. 5.1 Tarjetas de tribu

Las tarjetas ya implementadas sobre Merlin 2.0:

Chief_Indian

Little_Indian

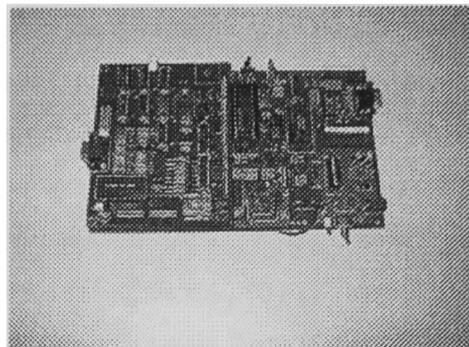
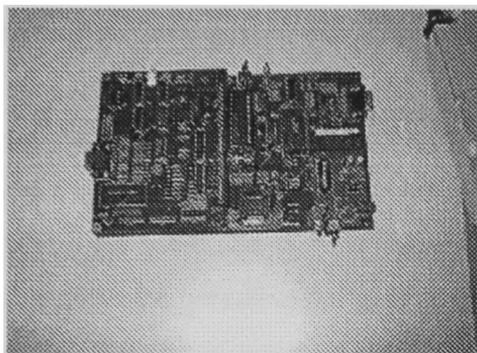


Fig. 5.2 Tarjetas Tribu ensambladas

Se mandaron dos tarjetas como éstas a Bristol, con el documento “Merlin Installation” (se encuentra en el apéndice D, pero incompleto, pues no se tienen las figuras mandadas) explicando como utilizarlas.

5.4 DESCRIPCION DEL HARDWARE

Los esquemáticos del hardware ensamblado se encuentran en un diskette anexo a este documento, y muestran solamente las conexiones a puertos, ya que las tarjetas de Tribu se ensamblaron sobre tarjetas Merlin 2.0, cuyo esquemático también se presenta.

Fue necesario cablear algunas de las señales de Merlín hacia las tarjetas de Tribu, para el correcto manejo del hardware externo, ya que Merlín maneja al PPI 8255 como memoria de datos externa, de la misma manera que Tribu lo hace con el SR 299; lo que hicimos fue direccionar al 8255 de la dirección 8000H en adelante, y al registro de desplazamiento de esa dirección hacia atrás, con el objetivo de sólo utilizar un bit en la decisión (pin 8 del puerto 2) y no agregar circuitería para habilitarlos con direcciones específicas.

Nota: En las fotos de la fig. 5.2 se observa parte del PCB sin componentes, esto se debe a que los PCBs que se diseñaron tienen espacio para la utilización de la tecnología de AC, que por no ser ensambladas para la implementación por radiofrecuencia, no se muestra en los esquemáticos.

5.5 DESCRIPCION DEL FIRMWARE

Los cambios en el firmware respecto al diseño del capítulo pasado fueron pocos, ya que sólo se adecuaron la rutinas debido al cambio del hardware, pero básicamente el esqueleto del programa quedó igual al del explicado en el capítulo pasado. El hardware proporcionado por HPLabs, debía de capturar las señales asíncronas de los dispositivos de Tribu, mandarlas por radio, recibirlas y adecuarlas para transmitir las a Tribu, de tal manera que al Chief_Indian y Little_Indian les de lo mismo conectarse por medio de las tarjetas de Bristol, o por cables. En la etapa de comunicaciones, el Little_Indian quedó intacto, pero al Chief_Indian fue necesario agregarle código para que manejase los paquetes perdidos, éste es el único algoritmo que se va a explicar, y lo haremos por medio de procesos, como este algoritmo asume un solo EPHD en la red, su funcionamiento es realmente sencillo:

Proceso cero: Se encarga de obtener el comando del PHC y colocarlo en el correcto orden en la cola de transmisión, normalmente, si el PHC fuese un sistema al que pudiésemos ver como un generador de comandos cada 10 milisegundos, el algoritmo de éste proceso solamente sería checar el apuntador de comandos en la cola de “comandos a transmitir” (este apuntador debería apuntar al inicio de una pila FIFO), y el trabajo de reacomodar la cola sería del proceso de recepción que desecharía un comando conforme se obtuvo su respuesta. Sin embargo, debido al protocolo de C-Link, si recibe una respuesta de “comando de espera”, entonces para el siguiente comando emitirá un comando “dummy” (sin valor); esto lo seguirá haciendo mientras no reciba una respuesta válida, esto hace que la cola de transmisión del Chief_Indian tenga espacio para sólo dos campos (el comando perdido, y el que generó el PHC cuando le pasamos el “estado de espera”). Dada la pequeña capacidad necesaria de la cola de transmisión, se detalla el diagrama de flujo que genera el pseudocódigo para esta cola en particular, en lugar de analizar un algoritmo general.

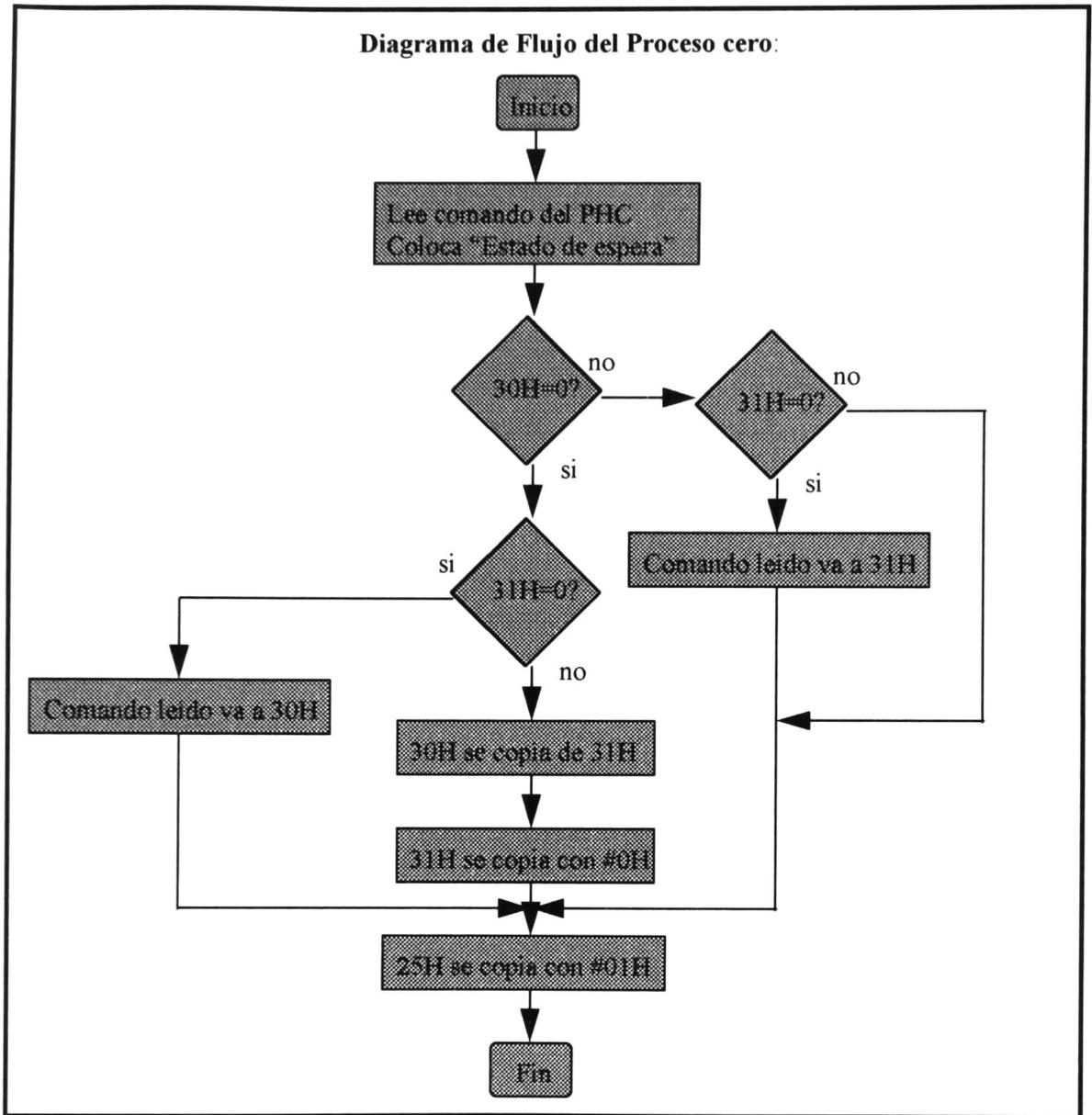


Fig. 5.3 Diagrama de flujo del proceso cero

Nota: 1.- En la dirección 30H se encuentra el inicio de la cola.

2.-En la dirección 25H, un #01H significa que hay comandos para transmitir (ésta es la bandera que checa el proceso 1).

Este proceso es la rutina de servicio a interrupción del contador cero, que es el que cuenta los pulsos de reloj de CLK, y por lo tanto se ejecuta cada que el PHC emite un comando.

Proceso uno: Este proceso se encarga de transmitir los comandos de la cola de transmisión, y está normalmente ejecutándose, para lo cual checa una bandera que le avisa si hay un comando en la cola, si es así, coge el comando que esté en la salida de la cola (el más antiguo), y lo transmite esto es así de simple, ya que solo hay un EPHD en la cola.

Este proceso es ejecutado por la rutina normal, y la transmisión es mediante el puerto serie, a 9600 b/s.

Proceso dos: Este proceso da servicio a la rutina de recepción, como sólo se tiene un solo EPHD en la red, entonces todos los comandos que lleguen serán de él, todo lo que tiene que hacer al recibir el comando, es limpiar el comando de transmisión que generó esa respuesta, y colocar ésta en el registro de corrimiento, para que sea introducida al PHC cuando éste emita el siguiente comando. Nótese que este proceso debe ejecutarse asegurándose que nunca ocurra cuando el PHC esté emitiendo un comando, por lo tanto, debe programarse tomando en cuenta el tiempo de transmisión de la siguiente manera. La respuesta llegará a $(5.5 + 2 * \text{velocidad de transmisión})$ milisegundos después de emitido el comando (si llega) ya que 5.5 milisegundos tarda el Little_Indian en procesar una respuesta una vez que ha recibido un comando; este tiempo debe estar comprendido en el intervalo $k10 \text{ milisec} + T_o > t > k10 \text{ milisec} + T_o + 2 \text{ milisegundos}$. Donde T_o debe estar forzosamente en un inicio del ciclo de polling de C-Link, y que es cualquier número natural. Esto se debe a que en los primeros 2 milisegundos el PHC emite el comando.

Este proceso es la rutina de recepción del puerto serial de Chief_Indian.

Los programas diseñados se encuentran en un diskette anexo a este documento.

5.6 DEMOSTRACION DE LA COMUNICACIÓN INALÁMBRICA POR RADIOFRECUENCIA

Ian Johnson y Mike Lawton vinieron a Guadalajara para explicar el proyecto Aura, y ayudarnos a implementar sus transceptores en nuestro proyecto. El 28 de agosto con motivo de la revisión divisional de Hewlett Packard en GMS, se presentó un prototipo que comunicaba a un EPHD, (un HCI) con el PHC utilizando como medio de comunicación la radiofrecuencia a una velocidad de 10 Mb/s, con una portadora de 1.49ghz.

Las siguientes son fotografías de uno de los transceptores utilizados:

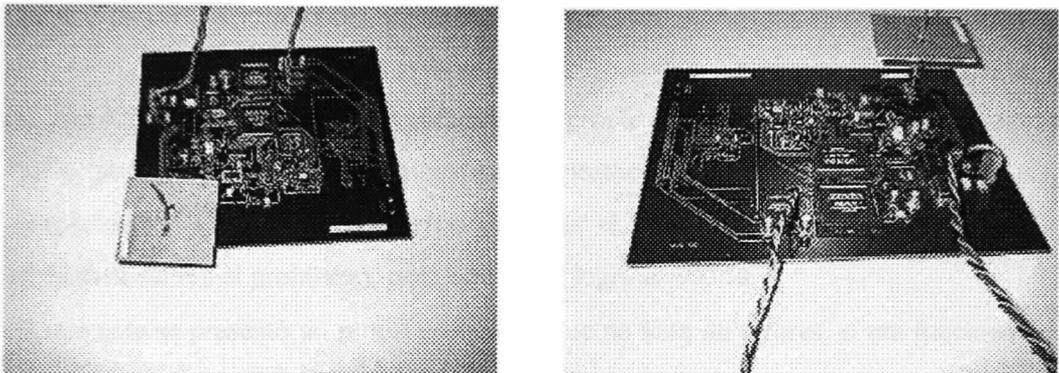


Fig. 5.4 Prototipos de Bristol

Aunque se demostró la factibilidad de su tecnología, realmente el prototipo nunca fue 100 % funcional, esto se debió a una serie de factores que influyeron en el desarrollo del proyecto:

- El material y los prototipos que mandaron de Inglaterra, llegaron a Guadalajara varios días después de lo usual, por ésta demora estuvieron en Guadalajara aproximadamente 5 días después que Ian y Mike, días en los cuales no se invirtió nada de tiempo en el proyecto.
- Con motivo de promover el proyecto Aura en la revisión divisional de GMS, los prototipos que desarrollaron para realizar la capa física de radio, se elaboraron en corto tiempo, por lo que sus prototipos no estaban depurados suficientemente.
- Conforme se realizaron pruebas funcionales de los prototipos de HPLabs, unidos a los de GMS, salieron a la luz algunos problemas de Hardware por parte de HPLabs, y como su diseño está implementado sobre PLD's de Altera, se necesitaba de la herramienta

Max+plus2 para corregir los problemas, programa que al no tenerse en GMS, hizo necesario trasladarse a la empresa CTS a revisar el diseño y programar nuevos PLD's.

- En CTS se tenía la herramienta de síntesis y diseño para los PLDs, pero no se contaba con un programador que soportara uno de los PLD's en los que se tenía el diseño, como en HP si se tenían los sockets apropiados, pero el software del programador no era el adecuado, conseguir los manejadores (drivers) del programador fue otro factor que influyó en la pérdida de tiempo.
- Debido a los factores expuestos, el hardware no alcanzó a quedar listo, alcanzándose al final, un promedio de 99.6% de paquetes recibidos (las mediciones se hicieron con tramas de 1000 paquetes), pero hizo falta tiempo para realizar mas pruebas sobre porcentajes de paquetes corruptos (la tramas enviadas no tenían redundancia).
- Como última opción se intentó controlar los problemas por medio de firmware, pero no hubo tiempo suficiente para implementar un protocolo que mantuviese libre de error la comunicación (no tuvimos ni tiempo de medir el porcentaje de paquetes corruptos, ni detectar cuál era el problema), pero esto no se logró al 100 %.
- Finalmente se presentó un prototipo que aunque no libre de errores, si era funcional, que demostraba la factibilidad de la tecnología de radiofrecuencia como una solución al problema de cableado.

5.7 CONCLUSIÓN

Aunque se demostró una comunicación inalámbrica entre el PHC y un HCI utilizando la tecnología de radiofrecuencia que HPLabs propone, realmente es poco factible de ser utilizada como tecnología solución si GMS decidiera solucionar el problema de cableado de C-Link en este momento, ya que aunado a los problemas que el uso de ésta tecnología tiene, y que se enumeran en el capítulo 9, está el hecho que su proyecto (Aura) no ha sido terminado aún, por lo que no se sabe todavía del desempeño real de su producto, además de que se estima que para poder lograr la reducción de toda la circuitería de sus transceptores en un conjunto de circuitos integrados, a precios atractivos para este proyecto (< a U.S. \$ 15 dólares por nodo) es necesario lograr pedidos de 5 millones de nodos anuales, cantidad al menos 50 veces el consumo esperado de GMS, esto hace de la tecnología por radiofrecuencia, una solución poco atractiva.

Utilizar esta tecnología implica invertir mucho esfuerzo en el desarrollo de un protocolo que sea eficiente aún en condiciones de saturación, ya que por su naturaleza, una red que utiliza esta tecnología será interferida no sólo por ruido, sino también por emisiones de otras redes.

Esta tecnología no está lista en este momento (dic. '97) para ser solución al problema de cableado. Por otro lado, utilizar radiofrecuencia como tecnología implica protocolos muy robustos que resuelvan enlaces aún entre la existencia de varias redes.

CAPITULO

6

CAP 6.- IMPLEMENTACION POR LINEAS DE PODER

6.1 INTRODUCCION

La comunicación de dispositivos a través de las líneas de poder existe desde hace décadas, sin embargo, sólo hasta hace algunos años se empezaron a lograr avances significativos en esta tecnología.

Observando la ventaja que existe al utilizar las líneas de poder como medio de comunicación, tales como el hecho de que es la mayor red en el mundo, y que prácticamente cualquier dispositivo necesita una conexión a ellas para obtener la potencia para trabajar, no es raro suponer que muchos esfuerzos se hayan invertido en desarrollar una comunicación confiable por este medio; sin embargo, las líneas de poder son un medio demasiado pobre, debido a que ese sistema no puede ser caracterizado, ya que sus coeficientes cambian constantemente no solo en función de la frecuencia, sino además en función del tiempo y por factores imposibles de determinar, que hacen de las líneas de poder un medio hostil para las comunicaciones (imaginemos este medio, donde se conectan y desconectan cargas aleatoriamente, además que las cargas que existen en determinado momento son a la vez generadoras de ruido, esto hace que incluso para dos contactos en una misma habitación, el sistema sea observado con diferentes características).

Recientemente, con el avance de la tecnología digital, ha sido posible establecer comunicación en forma confiable a través de las líneas de poder, pero la información respecto al desempeño de ésta tecnología no es del dominio público entre los ingenieros de diseño, ya que no es medio de trabajo común, por lo tanto, para poder decidir si este medio es factible de ser utilizado como tecnología solución en nuestro proyecto, se implementó un prototipo comunicando al PHC y a un EPHD a través de AC, utilizando Tribu.

El objetivo de este capítulo es describir esa parte del proyecto, se describen así mismo los problemas encontrados al utilizar las líneas de AC como medio para transmitir información, se describe el hardware y el software implementado, y se concluye sobre si AC puede ser un medio factible de ser solución al problema.

6.2 DESCRIPCION DE LA TECNOLOGIA UTILIZADA

Los dispositivos que utilizamos para desarrollar la capa física de una comunicación por AC son fabricados por la empresa Intellon. El porqué de la elección de esta empresa se explica en el capítulo 2.

Debido a lo hostil de las líneas de AC, (ver fig. 6.1) se debe tener un sistema muy robusto para poder transmitir información sobre ellas. La forma como Intellon maneja el problema es codificando la información sobre una señal analógica modulada en Spread Spectrum que va de 100 a 400 kHz y que dura 100 Microsegundos, (este esquema de modulación es preferido sobre técnicas de banda angosta, debido a la ganancia teórica del proceso, igual a la “anchura” de la frecuencia ampliada, entre el ancho de banda de los datos, que en este caso es aproximadamente de 30, y que equivale a una ganancia de 14.8 dB), esta señal se puede observar en la fig. 6.2. y realmente se desplaza de 200 a 400 kHz, y cambia a la mitad de 100 a 200 kHz; esta señal es el símbolo base para la codificación de las señales digitales en señales capaces de ser transmitidas por las líneas de AC.

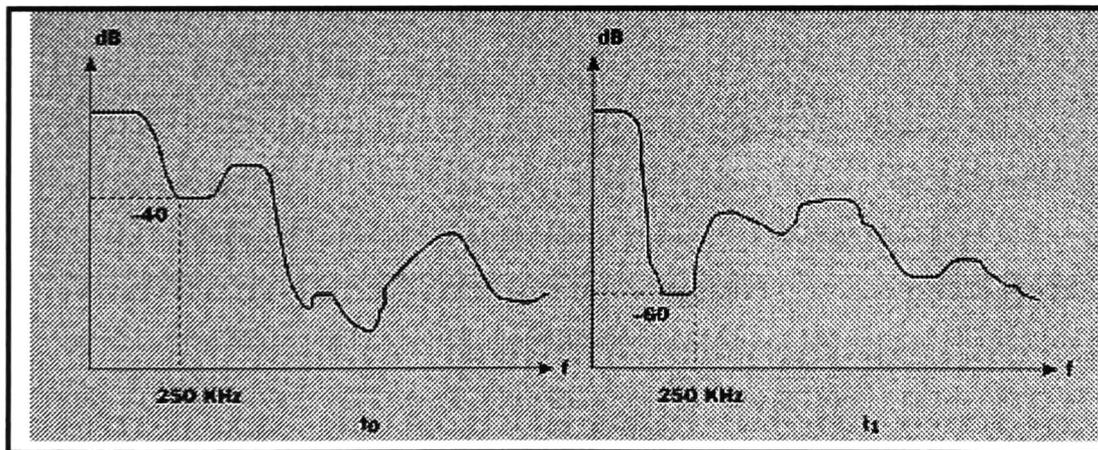


fig. 6.1 a) Atenuación en frecuencia contra tiempo en dos tiempos distintos.

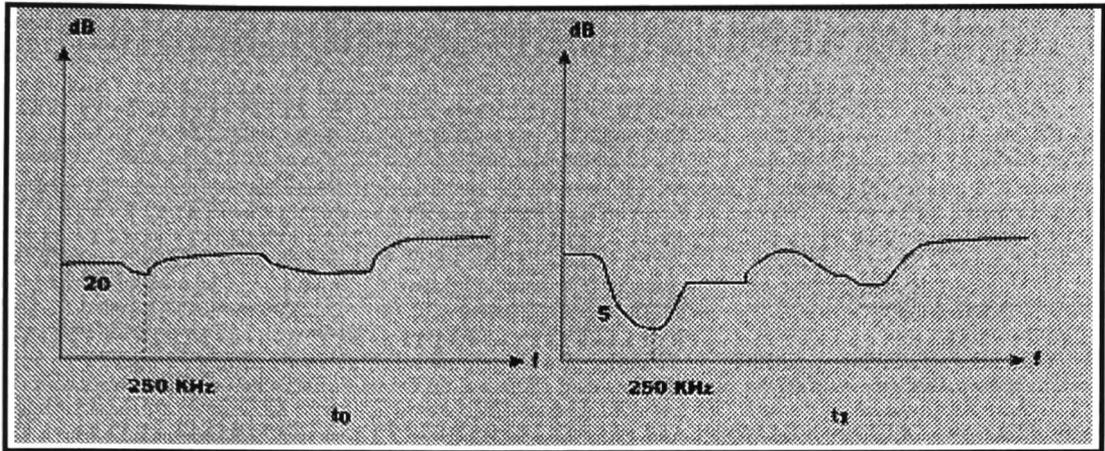


fig. 6. 1 b) SNR contra frecuencia.

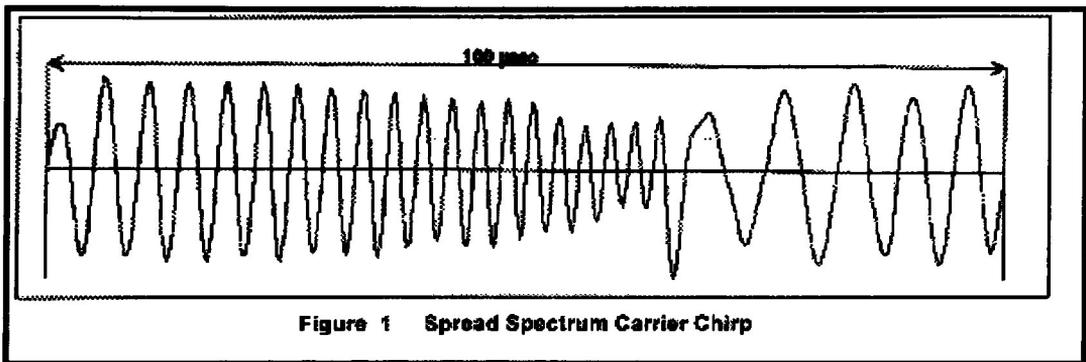


fig. 6.2 Chirp de Intellon.

Para el C.I. más rápido que tenían (SSC P400), la codificación se realiza de la siguiente manera:

Se manda la información por medio de un paquete compuesto de señales analógicas de forma como la fig. 6.2, y de duración detallada en la fig. 6.3. Este paquete inicia con un preámbulo que consta de un patrón de datos pseudoaleatorios de unos y ceros, seguidos del símbolo "Fin de trama" después se presenta el cuerpo del paquete, que depende de la manera en que esté trabajando el C.I. (puede ser como ruteador, nodo, etc.) y que en términos generales está compuesto de un byte de control, 2 bytes de dirección de dispositivo del emisor, 2 Bytes de dirección de sistema del emisor, 4 bytes con las mismas características del emisor, pero con la dirección del destinatario, por último los datos, cuyo campo puede ser de 1 a 31 Bytes.

Símbolo	Preámbulo		Cuerpo del Paquete	
	Veces el símbolo	Tiempo	Veces el símbolo	Tiempo
“1”	1	114 μ seg	1	100 μ seg
“0”	2	228 μ seg	2	200 μ seg
Fin de Trama	8	800 μ seg	3	300 μ seg
Fin de Paquete	No hay	No hay	4	400 μ seg

Fig. 6.3 Duración de las tramas

Este Chip tiene toda la lógica necesaria para implementar la capa de enlace de datos de la EIA-600 CEBus Standard (Intellon es el principal promotor de este estándar, para automatizaciones dentro de construcciones; se puede revisar “The CEBus Standard User’s guide” de Grayson Evans para el lector interesado en profundizar en el tema) . es un C.I al cual se le da información digital, y la transmite por medio de paquetes compuestos de las señales analógicas explicadas anteriormente, así como recibir la información analógica, y realizar el procesamiento necesario para obtener la información digital que conlleva.

No ahondaremos mas sobre las características físicas de la tecnología utilizada, debido que se sale del alcance de este reporte. Para entender completamente el funcionamiento de los dispositivos físicos que utilizamos, es necesario leer los siguientes documentos:

SSC P400 Hardware Design References

SSC CIN P400 PL Network Interface IC

SSC P11Media Interface IC

Application Note #0057: CENode Interface

Technical Article #0593 “CEBus for the Masses”

Application Note #0064 “Your First CEBus Packet”

Se pueden encontrar estos documentos en el WEB de Intellon (www.intellon.com).

La documentación recopilada se encuentra también en R&D en GMS.

6.3 DESARROLLO DEL PROYECTO

Al primer mes de iniciado el proyecto ya sabíamos qué compañía utilizaríamos para proveernos la capa física, gracias a la investigación del primer mes: Intellon. El paso siguiente fue contactar a su departamento de ventas para pedir los circuitos necesarios.

Por otro lado, (en las páginas del WEB) nos dimos a la tarea de recopilar los documentos que creíamos necesarios para desarrollar el proyecto, y en tercer lugar, se contactó gente de Intellon con las que se tuvieron algunas audioconferencias, para que, siendo ellos expertos en la materia, nos asesorasen con otra opinión para el desarrollo del mismo.

Intellon pone en el WEB los diseños de nodos para las líneas de AC de manera que cualquier empresa interesada pueda utilizarlos; para poder desarrollar el proyecto decidimos comprar por parte de Intellon:

2 CCM PL120i. Tarjetas insertables para PC bus ISA con sus manejadores (drivers).

2 SSC CIN P400. Nodo para CEBus EIA-600 por líneas de poder, basado en el SSC P400.

4 SSC P400 C.I. Que implementan la capa de enlace y datos del estándar EIA-600

6 SSC P111 C.I. Integra la amplificación, filtro de entrada y función de tercer estado para la capa física para el estándar por líneas de poder del CEBus.

4 SSC P200 C.I. Implementan la capa de enlace y servicios sin acuse de recibo.

El objeto de la compra fue el siguiente, como se utilizarían los nodos para conectarlos a las tarjetas Tribu, se debería tener conocimiento de los problemas que pudiese tener la conexión a las líneas de AC, por lo que se elaborarían programas con la tarjetas insertables de PC, y con los C.I. se elaborarían nodos en los cuales pudiésemos realizar mediciones de la interfaz física.

Llamando a las oficinas de Intellon en Ocala, Florida, nos dieron los datos de su proveedor de América Latina, Alejandro Nava, de BP Sales, con base en Monterrey; nos contactamos con él, y le pedimos la cotización de los componentes (aprox. U.S. \$1000), pero a partir de ahí tuvimos muchos problemas para obtener respuesta de la forma de compra por parte de Intellon con BP Sales, de manera que HP terminó comprando directamente los componentes a Intellon. Fue en fines de febrero cuando iniciamos las compras de los componentes, y fue

hasta principios de mayo cuando comenzamos a recibir los componentes, (el SSC P111 llegó hasta mediados de mayo, y el SSC P200 hasta fines de junio, la requisición de HP de éstos últimos dos componentes significó su primera venta, ésa fue la razón de que tardaran tanto tiempo en enviarnoslos, pues no los tenían fabricados).

A la par que se pidieron los componentes de Intellon, se buscaron muestras de componentes para poder fabricar nodos, y para la interfaz de la línea de AC que no proveía Intellon, conseguir las también tomó bastante tiempo, (mientras que se compraba en Guadalajara o en DigiKey en Estados Unidos los componentes a la venta). Los casos de los componentes más tardados fueron el de las ferritas, cuyas muestras las conseguimos de la compañía Gowanda Electronics Corp., con oficinas en NO. 1 Industrial Place P.O: Box 111 Gowanda, New York 14070, obtenidas hasta marzo, y el del núcleo del transformador para acople a la línea, cuya especificación en el diseño por Intellon es Philips #204 T250 / 3C81 cuyo número de parte no existe; en su lugar conseguimos el núcleo Philips TX 13/7.9/6.4-3C81; éstas muestras las obtuvimos de Philips con un envío desde España, a fines de marzo.

La información de diseño se obtuvo del WEB de Intellon, aquí se corrió con suerte de alguna manera, pues desde agosto de este año, hasta al menos mediados de diciembre en que intenté por última vez el acceso al WEB de Intellon por medio del buscador NetScape (no sé con los demás), ha sido nulo para obtener las especificaciones técnicas.

La parte mas molesta de desarrollar esta tecnología fue la cantidad de hardware que se utilizó, ya que en alguna parte del proyecto se tenían la estación de trabajo (Workstation) ejecutando el programa serial.exe, conectado por el puerto serie con el Vampiro, un cable de C-Link del Engine (impresora) al Vampiro, otro cable de C-Link del Vampiro al Chief_Indian, otro mas del Little_Indian al HCI, cable serial que conectaba la omnibook con el Little_Indian, otra conexión serial de la PC al Chief_Indian, cables de alimentación para la omnibook, Chief_Indian, Little_Indian, Vampiro, osciloscopio y dos para el Engine (los de la PC y la Workstation estaban ocultos), conexiones a las líneas de AC por parte del Chief_Indian, el Little_Indian, el prototipo de la fig. 4.5, y el conector de la tarjeta insertable de la PC; a mis espaldas el osciloscopio digital, conectados los cuatro canales, unos al Little_Indian, otros al Chief_Indian y otro al prototipo de la fig. 4.5, esto hacía que

prácticamente el lugar de trabajo estuviese en medio de los cables, y que el trabajo se realizara esperando que no sonara el teléfono, ya que esto implicaba moverse...

6.4 DESCRIPCION DEL HARDWARE

Cuando obtuvimos los componentes necesarios para realizar un nodo, (se elaboró en base a las especificaciones de diseño conseguidas en el WEB), nos encontramos con el problema de que las hojas de datos del SSC P111 mostraban la interfaz al SSC P400 diferentes a lo que muestran las hojas de datos del SSC P400 con interfaz al SSC P111.

Se utilizó el segundo diseño, mostrado en la fig. 6.6 y cuya construcción se muestra en la figuras 6.4 y 6.5

Nodo de AC elaborado sobre Merlin 1.0

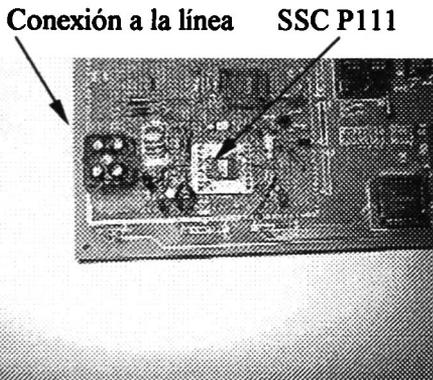


fig. 6.4 Vista 1

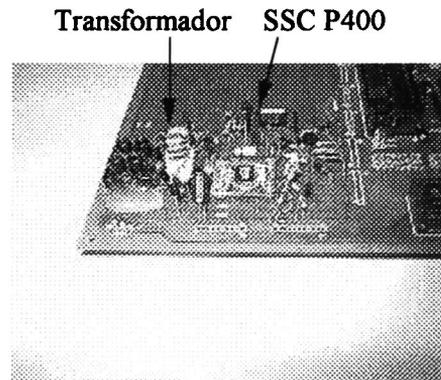


fig. 6.5 Vista 2

Este prototipo sirvió para realizar las rutinas drivers de la capa física para implementarlas después en Tribu. Debido a que el C.I. SSC P111 venía en empaquetado de montaje superficial, fue necesario crear una tarjetita para convertir las conexiones a DIP, y así poder conectarla en Merlin 1.0.

línea en forma continua, por alguna razón el SSC P111 dejaba de funcionar, y ya no volvía a trabajar (esto se detectó con el primer C.I. y se probó con otros dos). En las posteriores recomendaciones ya no he encontrado el mismo diagrama de la figura 4, incluso el SSC P111 tiene implementado en las nuevas versiones el filtro de entrada, de lo que se concluye que en efecto, tal y como lo decían las hojas de datos, la información y los diagramas era preliminar.

Mientras se construía este nodo, se diseñaron las tarjetas Chief_Indian y Little_Indian, de manera que se tenía ya conocimiento de la interfaz que se debía utilizar entre el Cenode y los Microcontroladores de Tribu. De manera que las tarjetas de Tribu tienen el enrutado necesario para conectar un nodo de Intellon al Chief_Indian y Little_Indian, así mismo, conectar el nodo a las líneas de AC.

Varios cambios se necesitaron hacer respecto al primer prototipo de Chief_Indian y Little_Indian presentado en el capítulo cuatro, debido a la necesidad de manejar mas puertos para controlar el nodo de Intellon, sin dejar de utilizar las conexiones de Merlín, que es donde se desarrolló la tarjeta, y las necesidades que Merlín tiene para poder ejecutar firmware de la memoria RAM, esto hizo que varias señales utilizadas como interfaz a C-Link fuesen cambiadas de puerto, pero básicamente se mantuvo la misma idea de la circuitería original: una parte para controlar la capa física de la red de Tribu, y otra parte para conectarse a C-Link.

Se presentan fotos a continuación de los prototipos implementados, como están dentro de cajas de acrílico son casi idénticos, por lo que no se declara cuál es cuál, al final del capítulo se presentan los esquemáticos del Chief_Indian, Little_Indian y Merlín 2.0

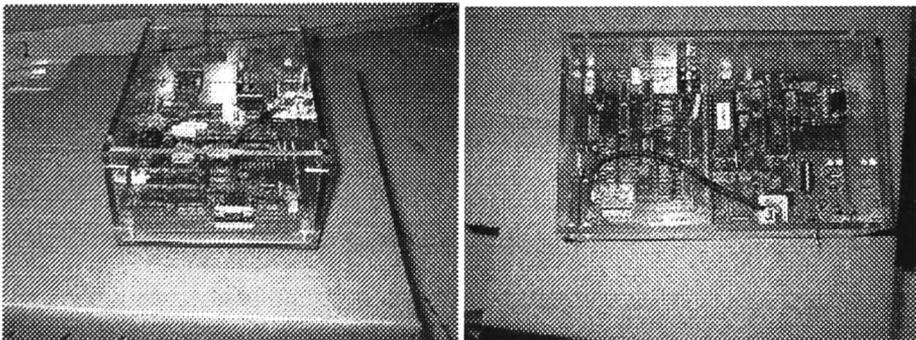


Fig. 6.7 a) Indios del proyecto Tribu

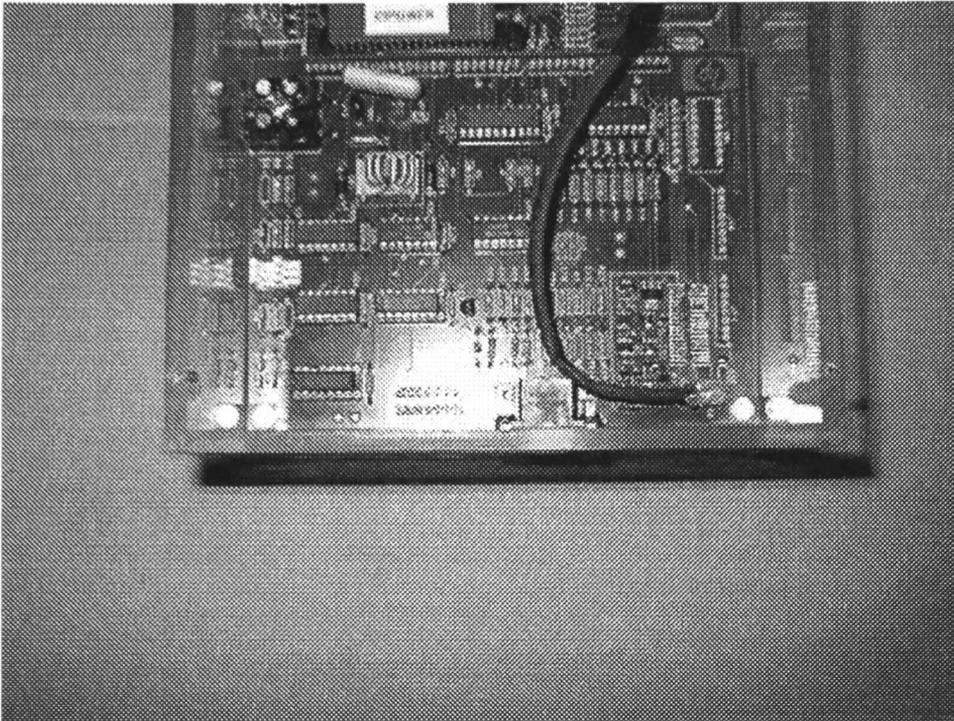


Fig. 6.7 b) Indio de Tribu

La descripción del hardware es la siguiente:

Se mantienen del Microcontrolador el puerto cero y el puerto dos libres para poder ejecutar código de la RAM, se mantienen el 299 y el PPI 8255 como dispositivos periféricos acezados como espacio de memoria externa, utilizando el pin P2.7 para dar la dirección mas significativa del campo de direcciones, de manera que se utiliza de la 8000H a la 8003H en adelante para el 8255, y cualquier otra (se utiliza la 0H) para el 299. El puerto 3 se utiliza para interfaz con C-Link. El puerto 1 se conecta a las señales de control del nodo de Intellon, pero se utiliza una señal de éste con un servicio de interrupción del puerto 3, debido a que esta señal se debe atender cuando sea emitida, si no, desaparece, (dura cerca de 4 microsegundos).

El 8255 se utilizó en todos sus puertos, el puerto A como salida para monitoreo en una cama de pruebas de Leds, el puerto C como entrada para interruptores, y el puerto B como bus de datos bidireccional.

Para el Bus de datos bidireccional se utilizó el PPI 8255; aquí se realizó un truco, ya que la única manera de utilizar el 8255 como bus bidireccional es perdiendo un puerto, pero como nosotros necesitábamos todos los puertos, lo que hicimos fue reconfigurar el modo de trabajo del 8255 cada vez que necesitábamos cambiar de operación, de lectura a escritura o viceversa, esta “maña” nos permite tener incluso los tres puertos del 8255 bidireccionales todos al mismo tiempo (cosa que no utilizamos en este diseño).

Se dejan conexiones del puerto serie tanto directas como a través de un buffer inversor, de manera que sea fácil conectarse a las demás tecnologías.

6.5 DESCRIPCION DEL FIRMWARE

El procesador en el cual se basa el nodo utilizado de Intellon, el SSC P400, es capaz de implementar las capas de enlace y física del estándar EIA-600 (CEBus), sin embargo, después de revisar el protocolo CEBus nos dimos cuenta que éste no es el indicado para nuestro proyecto, principalmente porque nuestro proyecto es una red privada, de manera que podemos hacer un manejo mas eficiente de ésta, que la que realiza el protocolo de CEBus, (por ejemplo, si éste cree que la capa física está inutilizable, debido a mucha pérdida de paquetes, puede hasta esperar un segundo antes de reintentar la comunicación, lo que en nuestro proyecto es mucho tiempo perdido) de tal manera que utilizamos el nodo de Intellon como un transeptor a líneas de poder, pero manejando la comunicación de los nodos por medio de Tribu.

El firmware de Tribu tiene la misma temática que la señalada en el capítulo cinco, y con respecto a ese, sólo se cambiaron los procesos que manejan la capa física.

Tomando en cuenta la cantidad de información que manda en cada paquete el SSC P400, y la duración de cada símbolo, se da uno cuenta de cómo decrece la velocidad de transmisión, que para fines prácticos, y tomando en cuenta que el chip descarga los paquetes corruptos, se tiene una velocidad en promedio de 1kb/s, pero una capa de enlace robusta.

Una trama de la comunicación de Tribu por medio de AC, suponiendo que no hay paquetes perdidos, se observa de esta manera, para Chief_Indian:

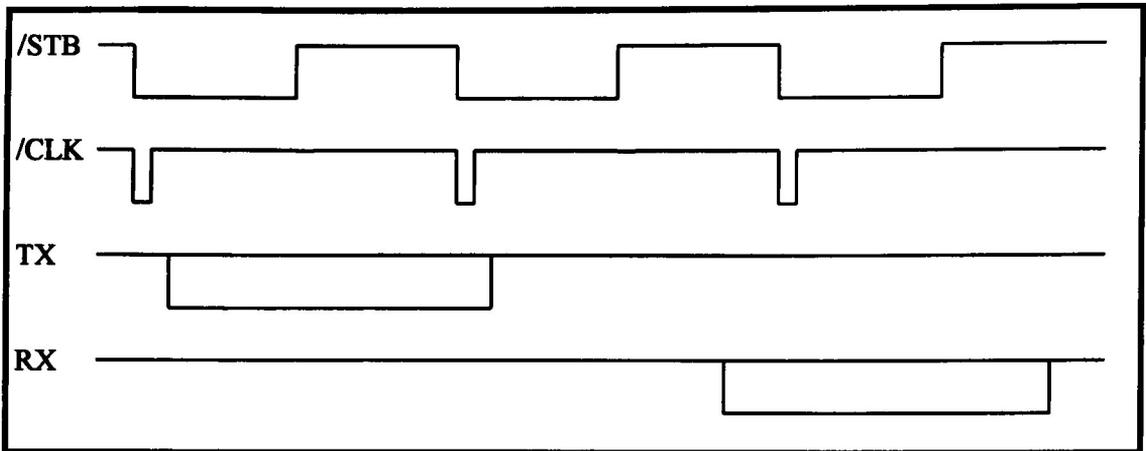


Fig. 6.8 Duración de una trama de AC

Donde TX y RX se definen como la interfaz física de AC, cualquiera que ésta sea.

Obsérvese que tan solo transmitir un comando nos toma más de un ciclo de polling de C-Link, y que el tiempo entre una y otra transmisión toma al menos 3 ciclos de polling, (30 milisegundos).

Esto refleja la pobre velocidad de esta tecnología comparada con las demás analizadas. Aunque éste tiempo es suficiente para conectar al HCI con el PHC, no es suficiente para algunos de los demás EPHD, mucho menos para una red de EPHD.

Para poder realizar esto, se utilizó el mismo esquema explicado en el capítulo cinco. Para el proceso cero solo es necesario agregarle firmware de tal manera, que no transmita un comando nuevo, o retransmita el mismo, hasta saber que ya ha pasado el tiempo suficiente para saber si se ha perdido o no algún paquete de los transmitidos o esperados a recibir; como el proceso cero se ejecuta cada diez milisegundos (cada que el PHC emite un comando), los comandos que se necesitan agregar para tener el proceso cero de esta versión de tecnología se sintetizan del diagrama siguiente:

En lugar de :

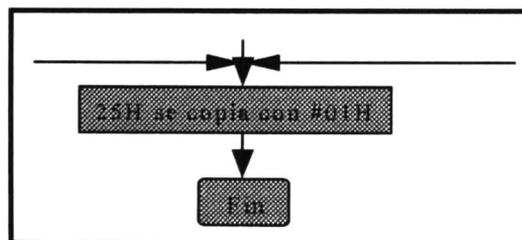


Fig. 6.9 Código que elimina

Se agrega:

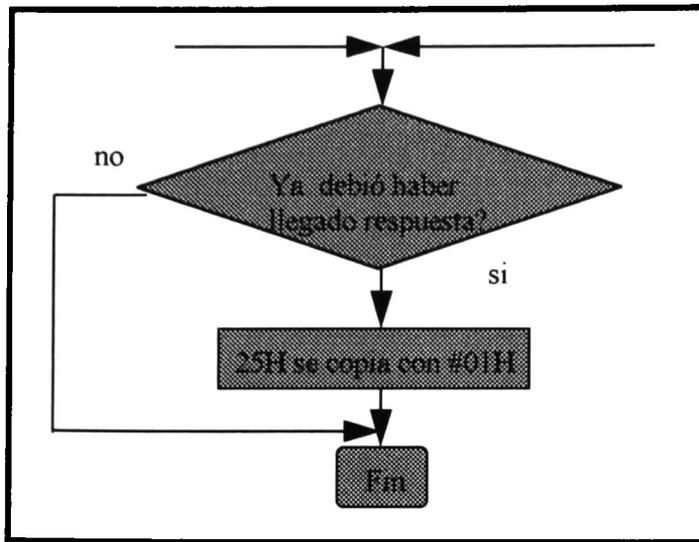


Fig. 6.10 Código que se agrega

Lo que hace la condicional extra es evitar que se transmitan mas paquetes al medio que puedan chocar con las respuestas. Al igual que en el capítulo cinco, este proceso se encuentra como la rutina de servicio a la interrupción por el contador cero.

El proceso 1 y el proceso 2 realizan el mismo trabajo que el descrito en el capítulo 5, pero en este caso el proceso 2 no lo realiza la rutina de servicio de interrupción serial, sino la rutina de servicio a la interrupción 1.

Como último queda comentar que las especificaciones encontradas en las hojas de datos de algunos componentes son en algunos casos muy escuetas, por ejemplo, el SSC P400 tiene contadores para diversos problemas de la capa física, si cuenta 256 paquetes corruptos levanta una bandera y genera una interrupción. El Chip no vuelve a transmitir hasta que se le de servicio a esta interrupción. “Descubrir” todos los campos que funcionaban de esa manera fue una inversión de tiempo relativamente grande.

Utilizar los C.I. de Intellon, para generar una comunicación vía líneas de poder, es muy difícil si no se ha leído y entendido el libro “the CEBus Standard” [4.2]. Un documento tomado del WEB de Intellon: “Your First CEBus Packet” realmente ayuda a los ingenieros que deseen utilizar los circuitos de Intellon como transceptores a las líneas de poder,

desgraciadamente para nosotros, este documento lo colocaron en la red cuando ya nosotros no lo necesitábamos.

6.6 CONCLUSIONES

Se ha demostrado la factibilidad de utilizar la tecnología de AC para comunicar a al PHC con un EPHD, el HCI, sin embargo, lo mismo no se puede decir si se hubiese utilizado otro EPHD, como el HCO, debido a que éste requiere comandos de C-Link con una frecuencia imposible de lograr con esta tecnología; (recuérdese que se enviaba un comando y se obtenía su respuesta en 30 milisegundos, si no había paquetes perdidos) .

De la experiencia de trabajar las líneas de AC se generan las siguientes conclusiones:

- Aún utilizando la modulación por Spread Spectrum, fue posible ver por el osciloscopio, que debido a situaciones imprevisibles de las líneas de poder, los paquetes eran prácticamente desbaratados (en amplitud, en el dominio del tiempo), pero que se presenta como una alternativa viable para medios tan ruidosos como éste.
- Las líneas de Poder son demasiado hostiles, corrompiendo hasta uno de cada tres paquetes transmitidos, en situaciones imprevisibles.
- Para los fines que nos atañen, esta tecnología es todavía muy joven, y demasiado lenta promediando 1 kb/s.
- La comunicación por esta tecnología necesita demasiada robustez y procesamiento digital de señales, por lo que no se ve que pueda verse un avance de velocidad de transmisión muy disparado a la actual. (Aunque en las pláticas con la gente de Intellon, ellos eran capaces de proveernos un dispositivo para comunicación por éste medio a 70 kbp/s, pero eran incluso prototipos de ellos, y pensaban disponer de tecnología de hasta un Megabit/s, pero no para corto ni mediano plazo).

Esta tecnología no es útil para la solución al problema del cableado de C-Link. ni utilizando un protocolo que soporte comunicaciones inalámbricas, al menos a corto plazo.

CAPITULO

7

CAP 7.- IMPLEMENTACION POR INFRAROJO

7.1 *Introducción.*

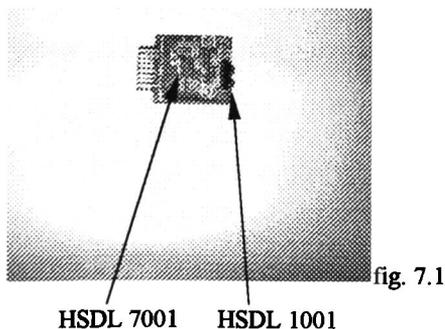
La creencia de que ésta tecnología fuese factible de ser utilizada no era de lo mas popular, debido a las restricciones mecánicas que impone; de hecho, implementar prototipos con infrarrojo se llevó a cabo hasta el último, demostrando la poca simpatía con la que gozaba; sin embargo, fue hasta que se empezaron a desarrollar los prototipos en que nos dimos realmente cuenta de la madurez de las comunicaciones vía infrarrojo, a tal grado que al final se presentaba como la única solución inalámbrica viable de ser utilizada para resolver el problema que originó este estudio.

Se presenta en este capítulo la descripción de esta tecnología, así como el hardware que fue necesario desarrollar para utilizar los transceptores de infrarrojo; debido al poco porcentaje de error en la comunicación, y al poco tiempo que quedaba para finalizar el proyecto, no se implementó un protocolo en Tribu para asegurar comunicaciones sin error, por eso el firmware utilizado con la tecnología de Radiofrecuencia es utilizado en este mismo proyecto, sin adicionarle cambio alguno.

7.2 *DESCRIPCIÓN DE LA TECNOLOGÍA UTILIZADA*

De los tres módulos transceptores de infrarrojo, decidimos utilizar el que vamos a explicar, debido a que cuenta con reloj interno, de manera que solamente es necesario configurar al módulo con la velocidad de transmisión con que se va a operar, y transmitir los datos.

Módulo HSDL-8000



Este módulo está compuesto por los componentes HSDL 7000 y HSDL 1001. El primero es un C.I. codificador/decodificador para información por infrarrojo modulada en 3/16, y el segundo es un transceptor que cumple con las especificaciones de IrDA 1.0; el módulo se muestra en la fig. 7.1.

Debido a que la transmisión por infrarrojo se realiza convirtiendo pulsos eléctricos en luz, si se aplicasen al led transmisor las señales digitales tal cuales son transmitidas, entonces patrones de puros “unos” (suponiendo que el nivel alto genera el haz infrarrojo) generaría condiciones que acabarían muy pronto con la vida útil de los leds, es por eso que en las especificaciones físicas del estándar IrDA 1.0 se utiliza un esquema de modulación de retorno a cero 3/16, es decir, se divide el tiempo de un bit en 16 partes, de las cuales se transmiten 3, esto permite que se puedan generar picos de corriente muy altos (amperes), que se permitan enlaces de mas de 10 metros con probabilidad de error menor a $10e-9$. En la fig. 7.2 se aprecia el esquema de modulación, y en la fig. 7.3 el de demodulación.

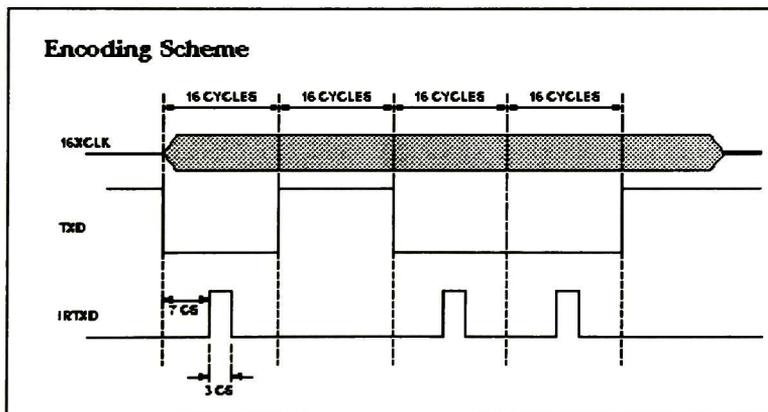


fig. 7.2 Esquema de modulación

El esquema de modulación recae en un reloj presente, que funciona a 16 veces la velocidad de transmisión de datos. El codificador manda un pulso por cualquier espacio o “cero” que es mandado en la línea TXD.

En la transición de uno a cero de la línea TXD, el pulso es retardado 7 pulsos de reloj antes de emitirlo, y dura 3 pulsos de reloj (o 3/16 de la duración de un bit). Para espacios consecutivos, pulsos con un bit de retardo son generados en serie. Para un “uno” lógico, el codificador no genera el pulso.

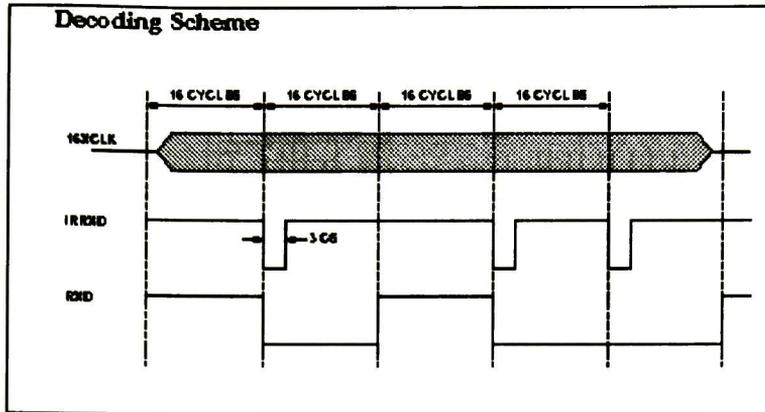


fig. 7.3 Esquema de demodulación

El IrDA-SIR (Serial Infrarrojo) método de esquema de demodulación puede pensarse como un esquema por expansión de pulso. Cada transición de alto a bajo de la línea IR_RXD significa el arribo de un pulso, este pulso necesita ser expandido un tiempo de 1 bit (16 pulsos de reloj). Cada pulso recibido es traducido en un “cero” o espacio en la línea RXD de un bit de duración.

Utilizamos este módulo debido a que genera la velocidad necesaria para nuestro proyecto, además de tener implementado ya el reloj, de esa manera no tenemos nosotros necesidad de generarlo.

Para entender completamente las características físicas de los componentes utilizados, se recomiendan las siguientes lecturas, que pueden encontrarse en el WEB en la página de componentes optoelectrónicos de HP [2.3].

7.3 DESARROLLO DEL PROYECTO

El primer paso fue revisar en un manual de HP de optoelectrónica los dispositivos que maneja, así como en las páginas del WEB de HP, de ahí conocimos la cantidad de componentes que HP ofrece, y sacamos en claro lo que necesitaríamos.

A partir de los primeros días de agosto, se contactó a Ron Boiko, empleado de HP en la división de optoelectrónica, a quien se le explicó parte del proyecto y de la necesidad de obtener componentes, inicialmente buscábamos comprar los kits de desarrollo que ofrecen para elaborar productos que cumplan el estándar IrDA (éste estándar, Infrared Data Association) está generado mayormente por HP, su objetivo es la interoperabilidad de sistemas por medio de un puerto de infrarrojo, existe la versión 1.0 de hasta 115 kb/s y el 1.1 de hasta 4 Mb/s, HP es el líder en transceptores de infrarrojo, de tal manera que es el único que a dic. '97 tiene transceptores que cumplen con la versión 1.1) pero Ron se ofreció a mandarnos muestras de éstos.

A causa de que la fábrica de estos productos se encuentra en Singapur, tardaron bastante tiempo en llegar los módulos de desarrollo; empezaron a llegar a finales de septiembre, y el último llegó a mediados de noviembre, los muestras que obtuvimos son los tres módulos de desarrollo que ofrece HP:

HSDL 8000 IrDA ver 1.0 con HSDL 1001 y HSDL 7001

HSDL 8001 IrDA ver 1.0 con HSDL 1000 y HSDL 7000

HSDL 8010 IrDa ver 1.1 con HSDL 1100

El primero y segundo módulo parecen descritos erróneamente, (yo caí en el mismo error, al pedirle primero el módulo 8001 a Ron y después el 8000), inclusive este error existe en el WEB, donde en algunos casos un módulo lo muestran como más avanzado que el otro. De cualquier manera, se utilizó el HSDL 8000, que es una versión mejorada del 8001. Prácticamente es una tecnología muy fácil de utilizar, se desarrolló la interfaz del hardware del módulo HSDL 8000 con Tribu en base a las hojas de datos del WEB, de tal manera que una vez que llegaron los módulos se probaron, y para finales de noviembre el prototipo estaba implementado.

7.4 DESCRIPCION DEL HARDWARE

Como ya se explicó en apartado 7.2, se utilizó el módulo HSDL-8000 para cumplir como transceptor de la capa física por infrarrojo, el esquemático de este módulo se encuentra junto con la demás información técnica de este capítulo en el recopilador etiquetado como “Infrarrojo Conectores”.

El hardware utilizado es el mismo del capítulo 6, se utiliza como puerto de comunicaciones de Tribu el puerto serie, a 9600 b/s.

Fue necesario crear una tarjetita que acople las señales de las tarjetas de Tribu con los módulos de infrarrojo, debido a que el módulo estaría físicamente conectado lejos del puerto de comunicaciones de Tribu, la salida de éste puerto están con salidas invertidas a colector abierto, el módulo se comunica con señales TTL y el módulo tiene conectores especiales.

La fig. 7.4 siguiente muestra una foto del módulo con la tarjeta.

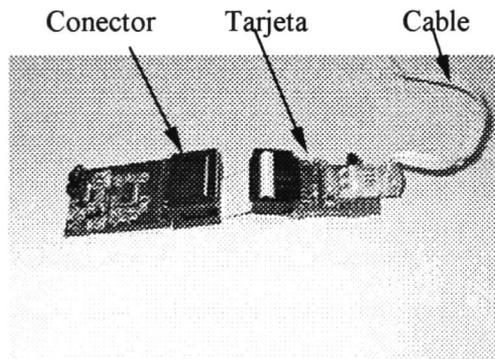
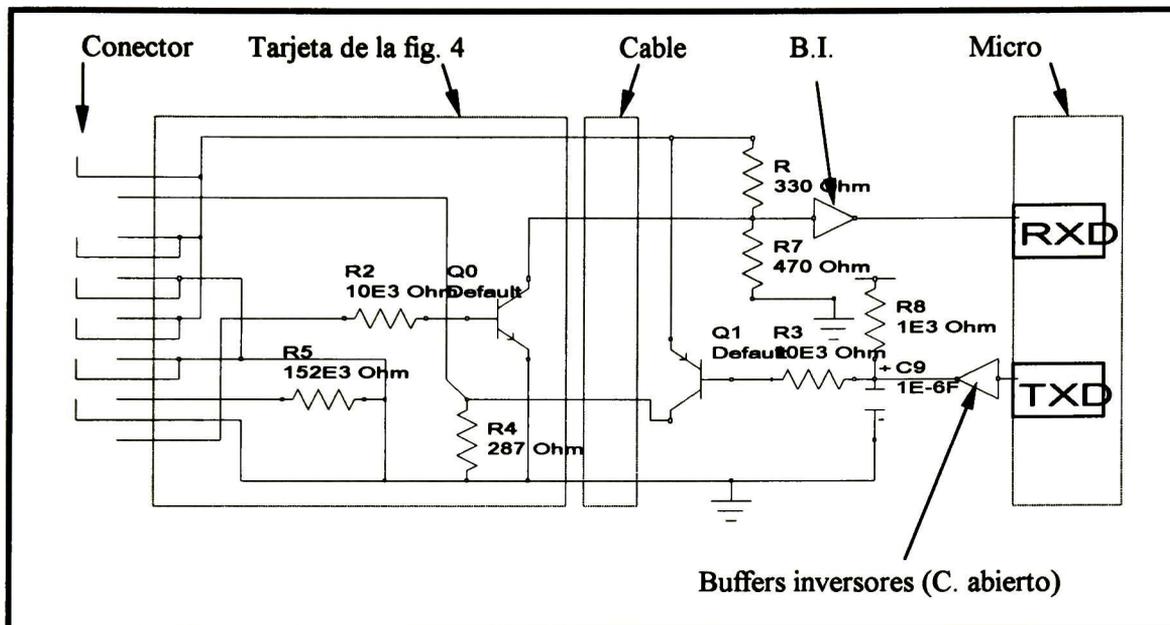


fig. 7.4. Módulo de acoplamiento

El diagrama es el siguiente:



La correcta manera de cómo conectar esta tarjeta con el módulo está explicado en el apéndice F, al final de este reporte.

7.5 DESCRIPCION DEL FIRMWARE

El firmware es el mismo que se utilizó en la versión de Radiofrecuencia; las pruebas con el equipo nos mostraron que debido al poco porcentaje de bits con error, no era necesario implementar por parte de Tribu un protocolo de detección de errores, de manera que éste se dejó para manejarlo por C-Link. (Con el bit de paridad fue suficiente para manejar los errores de la capa física de C-Link e infrarrojo, en pruebas de impresión de 100 hojas, lo que nos habla del grado de eficiencia de los transceptores de infrarrojo).

7.6 CONCLUSION

Se ha demostrado la comunicación inalámbrica del PHC con un EPHD utilizando infrarrojo como medio de transmisión.

- La tecnología es ya madura, enlaces a 4 Mb/s son posibles, con una tasa de error muy baja.
- Los enlaces mas robustos se logran con un ángulo entre transceptores con abertura máxima de 40 grados; debido a restricciones mecánicas, y a que estos transceptores no son full duplex (no pueden transmitir y recibir al mismo tiempo), este tipo de tecnología no se adapta al protocolo C-Link actual, por lo que no es factible de ser utilizado en él; sin embargo, es posible utilizar el infrarrojo como una parte robusta en un enlace inalámbrico de datos (como se utiliza en el apartado 9.6).

Este tecnología puede ser utilizada para ser solución al problema del cableado si se utiliza en lugar de C-Link un protocolo que maneje comunicaciones inalámbricas.

CAPITULO

8

CAP 8.- IMPLEMENTACION POR CABLEADO ALTERNATIVO

8.1 INTRODUCCION.

Como última opción se investigó sobre conectores robustos, que permitiesen conectar los EPHD y el PHC sin necesidad del cable C-Link, utilizando o no ese mismo protocolo.

Esta es la tecnología mas barata de todas, y por supuesto la más fácil de utilizar, sin embargo, este tipo de conectores implica ciertas restricciones en el caso de los productos que estamos tratando, ya que aunque algunos de los EPHD están físicamente siempre juntos a otros, o al Engine, y no son removidos con frecuencia, de tal manera que puede utilizarse el protocolo C-Link y estos conectores para formar la red, existe el caso de un EPHD, el HCO (High Capacity Output), el cual es una pieza que recibe papel del Engine, y si ocurre que algún papel se atora entre los dos, se debe de separar físicamente al Engine del HCO, esto ocurre con relativa frecuencia, la suficiente como para pensar que con el tiempo se podrían tener problemas de desgaste o malfuncionamiento si entre ese EPHD y el Engine se utilizaran contactos robustos; para este caso, se pensó en unir al HCO con el Engine por medio de un cable retráctil, de manera que al separar el HCO del Engine, estuviese el enlace mantenido. Con C-Link esto no es posible, debido a que el protocolo de C-Link contiene muchos circuitos, sin embargo, utilizándose tres circuitos por medio de Tribu se demostró la factibilidad de esa idea.

Este capítulo trata sobre la implementación física de estos conectores, y del cable retráctil por medio de Tribu.

8.2 DESARROLLO DEL PROYECTO.

Para mostrar la utilización de los conectores robustos, se implementaron estos conectores entre el HCI y el Engine, se utilizó Tribu por que éste utiliza sólo tres circuitos para comunicar al PHC con un EPHD, de manera que los conectores y los cables son mas manejables (había que buscarles posiciones sin realizar disturbios en la funcionalidad de los dispositivos) y evitamos problemas que hubiésemos tenido utilizando todos los circuitos de C-Link.

Los conectores son marca Molex. El contacto de Molex con nosotros fue el ing. Carlos González. Primeramente obtuvimos de su catálogo un conector que se asemejaba al que estábamos buscando. Pero después de una junta con Molex en la que expusimos el proyecto, nos sugirió otro tipo de conectores nuevos que aparecían en un catálogo que no teníamos, de estos nos mandaron las muestras. La fig.1 muestra estos conectores de seis circuitos ya montados en una base de aluminio. Estos conectores quedan libres en las bases de tal manera que les permite tener cierto “juego”, que permiten a las piezas a conectar tener cierto grado de imprecisión o libertad de movimiento. Las especificaciones de las dimensiones de los conectores y sus base se encuentran en el catálogo 970 de componentes de Molex, en las páginas K-44 y K-45.

Los conectores tienen tres circuitos para su interfaz a Tribu, ver fig. 2.

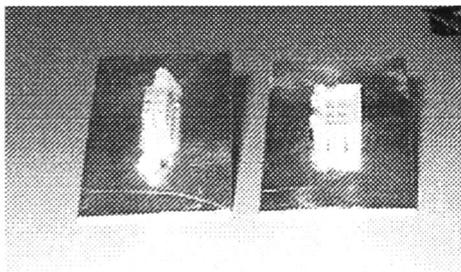


fig. 8.1 Conectores de Molex

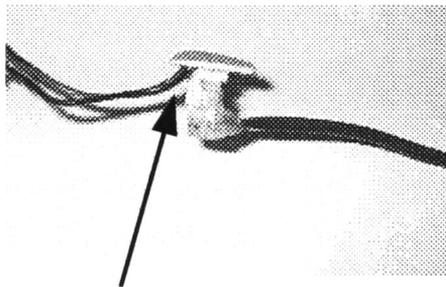
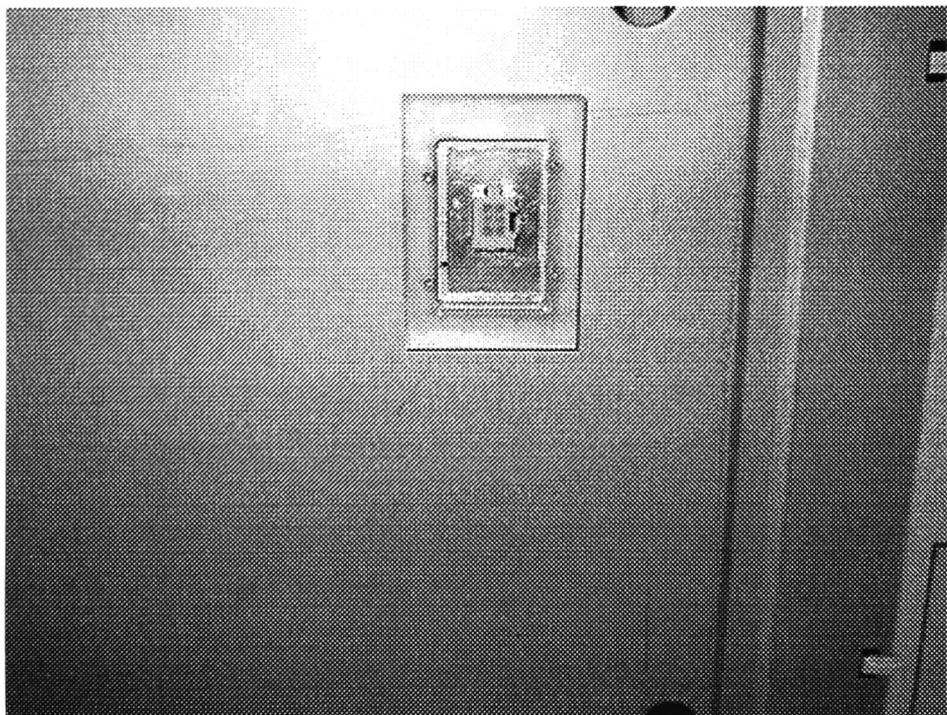
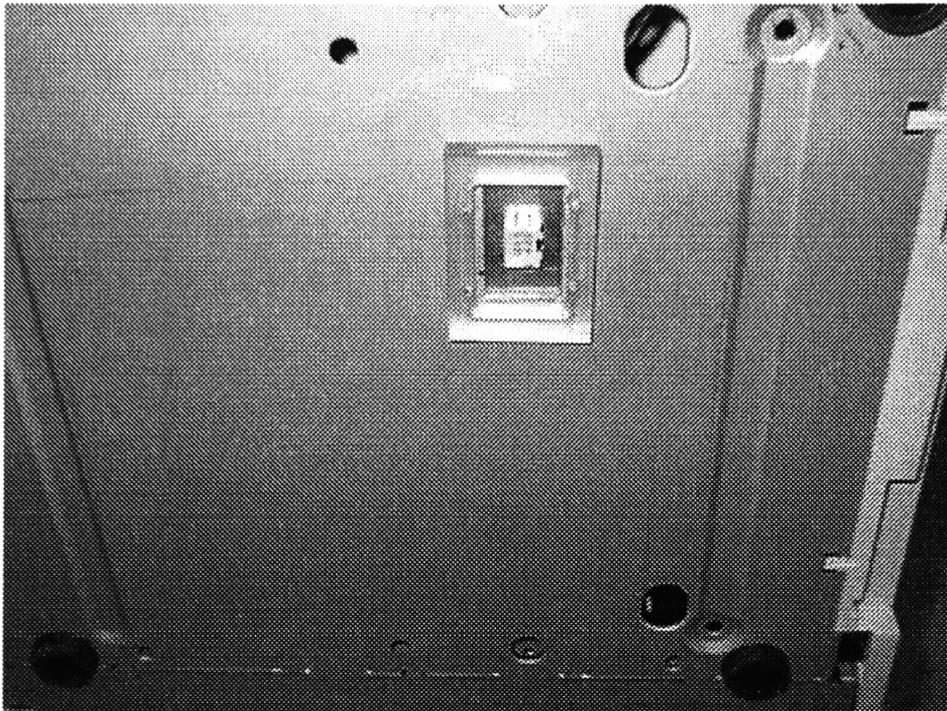


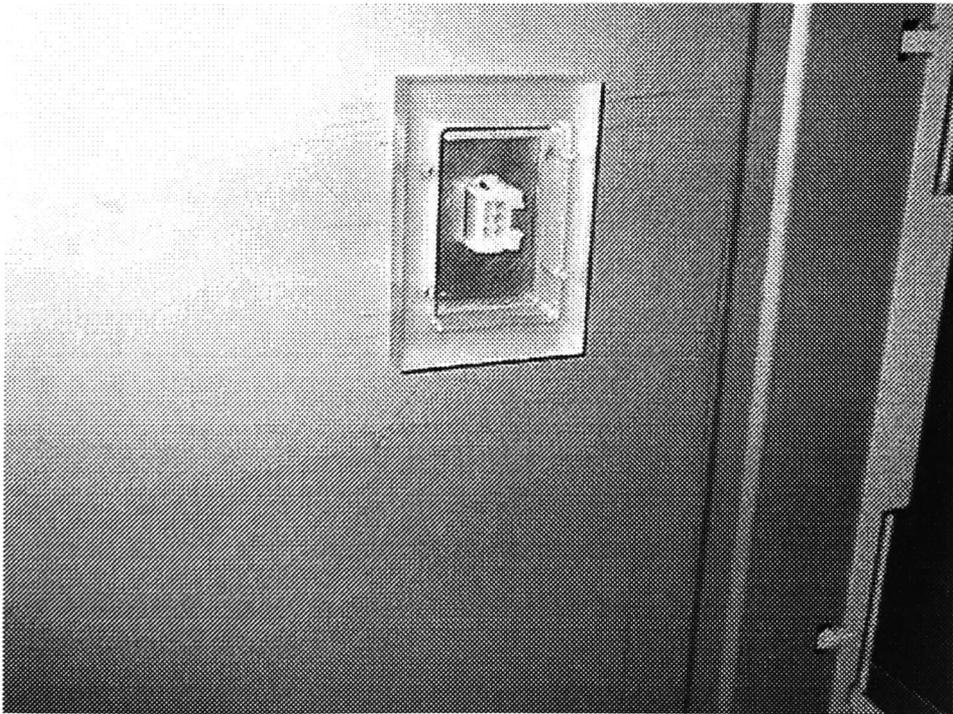
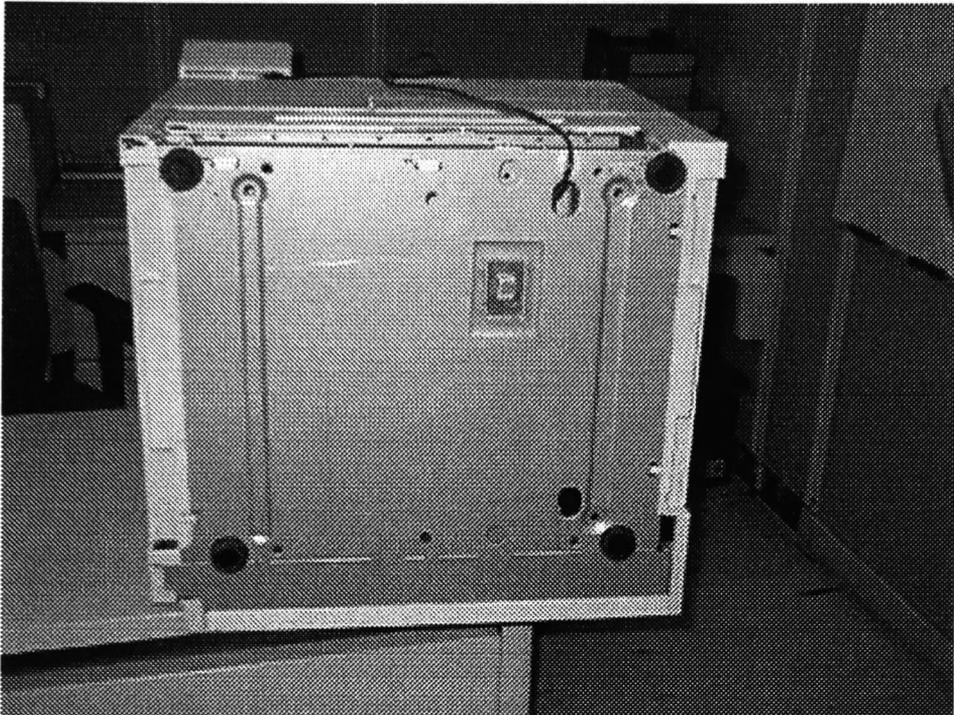
Fig.8.2 Conectores orientados

A continuación se presentan varias fotografías que muestran los conectores ya implementados en el HCI y el Engine.

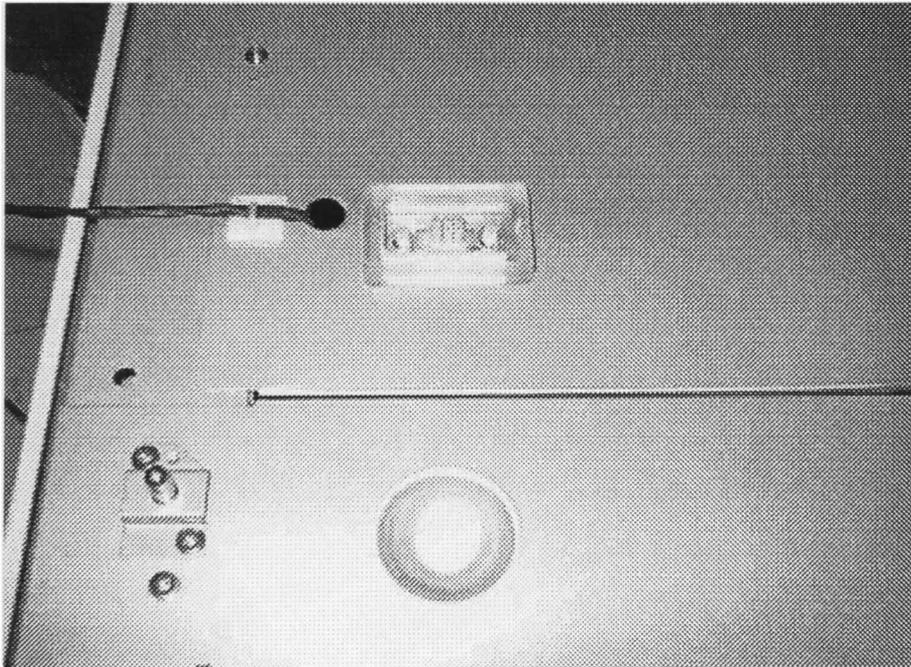
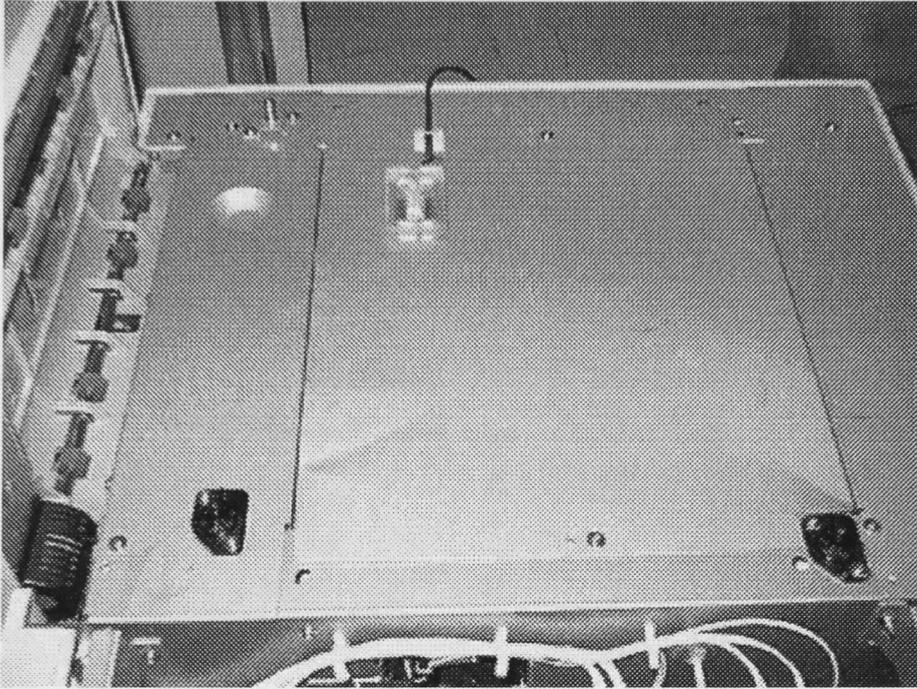
Fotos de los conectores implementados en La impresora y el HCI

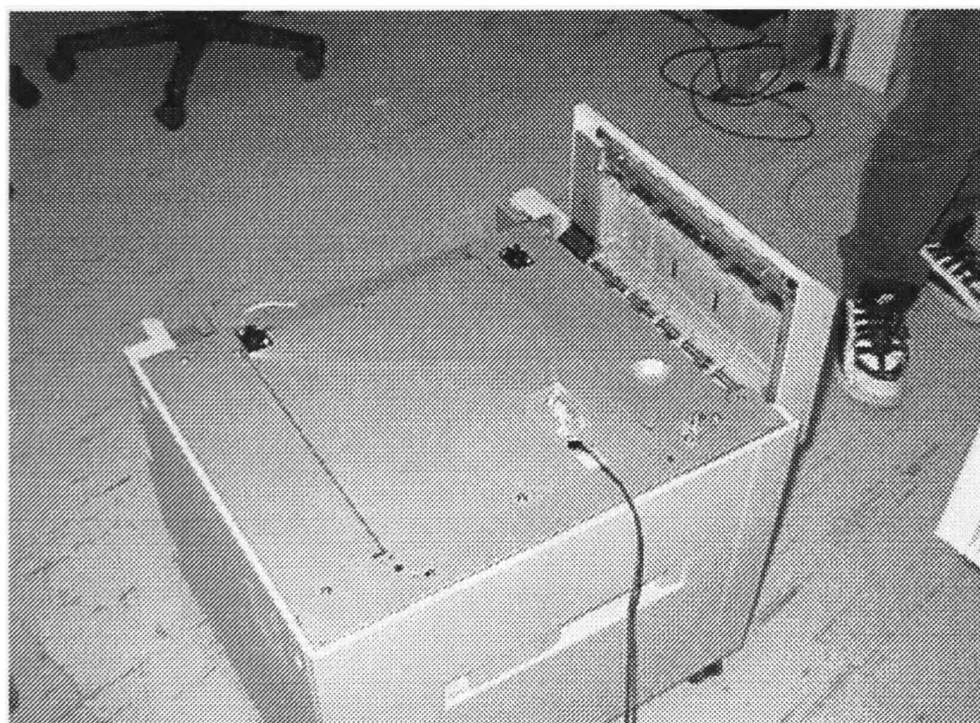
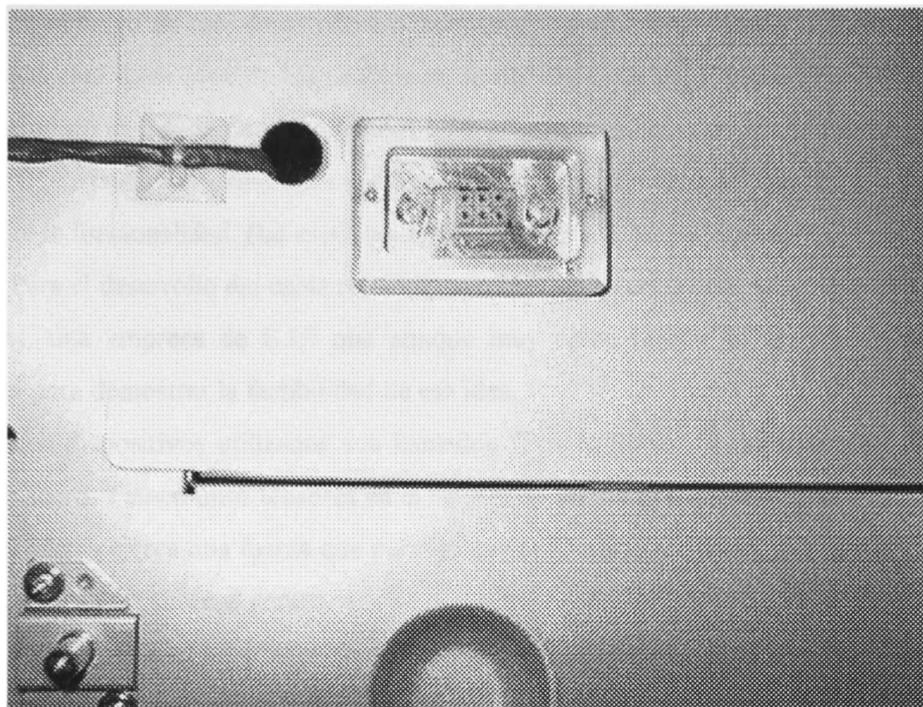
Engine:





HCI





El objetivo de este desarrollo es observar el trabajo necesario para implementar esta tecnología, que diese idea de los problemas de utilizarla, mecánicos principalmente, ya que obviamente no hay duda de que se pueda utilizar esta tecnología para comunicar al PHD y un EPHD, de cualquier manera, se utilizó el hardware y firmware del cap. 5 para demostrar realmente la funcionalidad. (La explicación del conexionado se encuentra en el apéndice F).

Para el desarrollo del cable retráctil, se compraron varios dispositivos de Stock Drive Products, una empresa de E.U. que aunque muy caros (cerca de sesenta dólares c.u.) sirvieron para demostrar la factibilidad de esa idea.

Los dispositivos utilizados son llamados “Power Reels”, y originalmente tenían un cable de acero. Tienen unos tensores en el centro, de tal manera que si se jala el extremo del cable, el centro ejerce una fuerza que permite que al liberar el extremo, el cable regrese a su lugar, a enrollarse sobre el centro.

Quitamos de su lugar el cable de acero y colocamos un cable de tres circuitos, que en un extremo tenía un conector hembra (el Engine tendría el conector macho) con agarre al cable y al conector macho, y en el otro extremo, el final del cable que giraba conforme desenrollábamos el cable o lo liberábamos, se conectó a un conector de teléfono que tiene escobillas que le permiten mantener una conexión sin que el cable sufra torsiones. Para la implementación de este prototipo, fue de gran utilidad el ingenio del compañero de trabajo el técnico Gilberto Silva.

Los tres circuitos son suficientes para comunicar el PHC con el HCO por medio de Tribu.

El prototipo se muestra en las siguientes figuras.

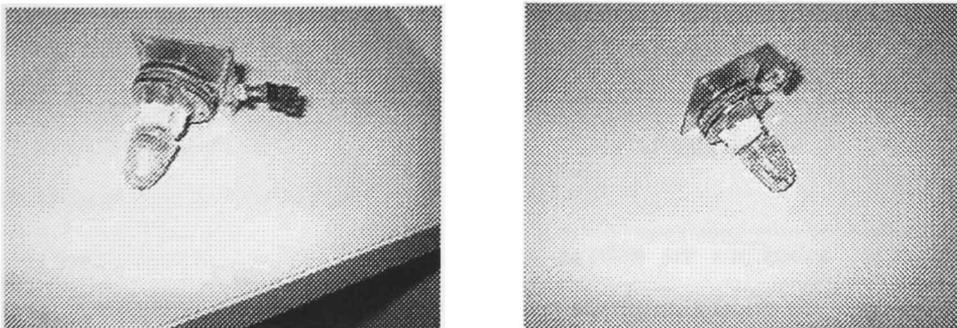


Fig. 8.3 a) Prototipo del nuevo cableado enrollado

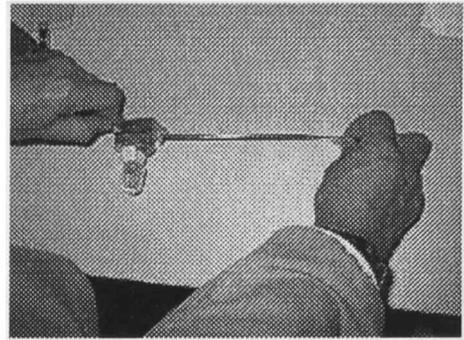
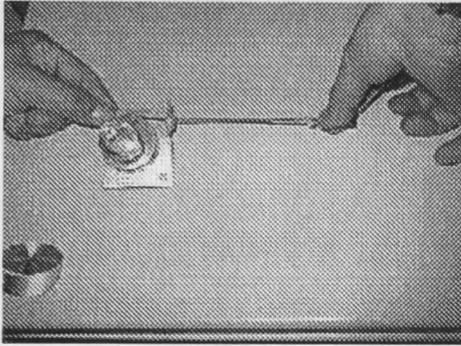


Fig. 8.3 b) Prototipo del nuevo cableado desenrollado

Nota: Se puede extender hasta un metro.

8.3 CONCLUSIONES.

Se demostró la factibilidad de conectar al PHC con un EPHD por medio de conectores que ocultaban los cables de C-Link, utilizando el protocolo C-Link o el de Tribu.

- No es posible utilizar el protocolo C-link con conectores, debido a que en algún momento, si se separa el HCO del Engine se pierde el enlace y deja de funcionar el protocolo, y se necesita reinicializar la impresora para volver a funcionar. Para dispositivos como el HCO, y utilizando otro protocolo no es recomendable usar este tipo de conectores, debido a que constantemente se están conectando y desconectando, y esto podría generar fallas mecánicas que generen falsos contactos.
- Aunque se demostró el uso del cable retráctil para conectar el HCO con el Engine, esto no puede ser realizado con el protocolo C-Link, debido a que el número de circuitos de este protocolo son demasiados para esta aplicación; realizar cambios en el protocolo son necesarios para implementar esta idea.

De cualquier manera, el uso del cable retráctil no es recomendable ya que éste tiene una medida de servicio (en número de extensiones) no muy grande (cerca de 2000) para las posibles necesidades del dispositivo.

Conectores que oculten el cableado no pueden ser utilizados como solución global, ni con C-Link ni con otro protocolo, pero son lo más indicado para conexiones entre EPHD unidos físicamente.

CAPITULO

9

CAPITULO 9.- CONCLUSIONES

9.1 INTRODUCCION

Después de haber investigado las tecnologías existentes en el mercado factibles de ser solución al problema de cableado de C-Link, y haber implementado prototipos de cada una de las tecnologías seleccionadas, estamos en posición de comparar cuál de ellas es la más apropiada.

Como primera conclusión se obtiene que solucionar el problema planteado **implica** no sólo hacer cambios importantes en el protocolo existente, sino diseñar una nueva topología de la red de comunicaciones y un nuevo protocolo.

En este capítulo se agrupan las conclusiones de cada tecnología acerca del estudio de este proyecto.

Se hacen notar las ventajas que tiene cada tecnología así como sus desventajas; se muestra una matriz que denota las propiedades de cada tecnología. Como no se puede hacer realmente una comparación abierta entre una tecnología con las otras, debido a que no todas se pueden aplicar en los mismos casos, esta matriz está llenada pensando en la una aplicación en la familia de impresoras de red de Hewlett Packard, con un protocolo que soporte comunicaciones inalámbricas. Se exponen las conclusiones encontradas del estudio de cada tecnología.

Por último se propone una topología para utilizar las conclusiones de este estudio en la generación de una solución al problema del cableado que implica C-Link.

9.2 Ventajas de Cada Tecnología

AC:

- 1.- No hay problemas mecánicos, ya que un nodo sólo tiene que conectarse a la línea de alimentación para estar en comunicación con los demás nodos.
- 2.- Permite el “plug and play”
- 3.- No interfiere con otras redes (ver desventaja # 2)
- 4.- Costo de manufactura moderado (10 dólares por nodo)

Infrarrojo:

- 1.- Permite velocidades de comunicación muy elevadas (4 Mb/s)
- 2.- Costo de manufactura moderado (7-10 dólares por nodo)
- 3.- El productor es Hewlett Packard
- 4.- Presenta muy baja tasa de bits con error ($< 10e-9$)
- 5.- Tecnología en crecimiento
- 6.- No interfiere con otras redes. (facilidad en el protocolo capa física)

Radiofrecuencia:

- 1.- Permite velocidades de comunicación muy elevadas (10 Mb/s)
- 2.- El productor es Hewlett Packard
- 3.- Permite el “plug and play”
- 4.- No presenta problemas mecánicos.
- 5.- Es factible el aumento de la velocidad de transmisión

Cableado:

- 1.- Presenta la mayor velocidad de transmisión posible
- 2.- Es la solución más barata.
- 3.- Es la tecnología más fácil de usar.
- 4.- Permite el “plug and play”

9.3 Desventajas de cada tecnología

AC:

1.- Velocidades de transmisión muy bajas (cerca de 1 kb/s para Intellon).

- Intellon no promete C.I. que transmitan a grandes velocidades en corto plazo.
- Adaptive Networks, quien es la empresa con los C.I. para comunicación vía líneas de AC más rápidos en el mercado, tiene precios muy elevados para este proyecto (más de 100 dólares por nodo en cantidades de manufactura), además que sus C.I. más rápidos procesan información a cerca de 100 kb/s, pero con las pruebas realizadas sobre las líneas de poder, los encabezados y redundancia de los paquetes, aunado a la pérdida de estos debido a lo hostil del medio, esperaríamos de estos Chips algunos 10 kb/s, velocidad insuficiente para sostener la red que necesitamos (8 kb/s actualmente, al menos 40 kb/s en el futuro).
- Lonworks se proyecta con casi la misma tecnología que Intellon, tampoco da el ancho de banda necesitado.

2.- Se necesita adicionar un filtro y una toma de contactos comunes a los dispositivos conectados en la misma impresora

3.- Implica que cada EPHD tenga su propia conexión a líneas de AC, por lo tanto, su propia fuente de poder.

Infrarrojo:

Ciertas desventajas de esta tecnología comparada con otras, por ejemplo, la corta distancia que se logra con los enlaces, no son vistas como tales para este proyecto en particular, ya que la separación máxima entre los nodos a comunicarse se encuentra dentro del rango permisible para los enlaces de infrarrojo.

1.- Impone problemas mecánicos, ya que la construcción de cada enlace debe estar físicamente orientado a línea de vista.

2.- El punto anterior, también obliga a crear un enlace desde el controlador para cada nodo.

- 3.- Necesita cableado oculto (del procesador al transductor).
- 4.- Implica que cada EPHD tenga su propia fuente de poder.

Radiofrecuencia:

- 1.- Interfiere con otras redes, por lo que el protocolo debe ser muy complejo.
- 2.- Decrece el ancho de banda conforme se tengan otras redes que trabajen físicamente cerca, en la misma frecuencia.
- 3.- El proyecto que origina esta tecnología no asegura su manufactura en corto plazo.
- 4.- Presenta problemas de diseño (PCB's) debido a ser alta frecuencia.
- 5.- Presenta un costo de moderado a alto (cerca de U.S. \$15 dólares)
- 6.- Implica que cada EPHD tenga su propia fuente de poder.

Cableado:

- 1.- Impone las mayores restricciones en el diseño mecánico.
- 2.- Necesita cableado oculto.
- 3.- Es imposible conectar todos los EPHD sin riesgo de malfuncionamiento mecánico. (ver apartado 8.3 y 9.7)

9.4 Matriz de comparación

Esta matriz está pensada en términos de tecnología de aplicación a solucionar el problema de las impresoras HP, y de antemano sabemos que ninguna de ellas puede ser utilizada con el protocolo C-Link.

Características de las tecnologías	Comunicaciones por líneas de poder	Radiofrecuencia	Infrarrojo	Conectores
Costo al usuario	existe	ninguno	ninguno	ninguno
Complejidad de implementación	mediana	mediana	baja	baja
“Plug and play”	si	si	no	si
Confiabilidad	si	decrece	si	si
Desempeño	no	si	si	si
Inmunidad al ruido	no	no	si	no
Expandabilidad	no a corto plazo	si	si	si
Costo por nodo	U.S. \$10 aprox.	U.S. \$10 a \$15	< U.S. \$7	< U.S. \$3
Regulaciones	sin problema	con problemas	sin problemas	sin problemas
Impacto en electrónica.	bajo	alto	bajo	nulo
Impacto en mecánica.	bajo	nulo	alto	alto

Fig. 9.1 Matriz de comparación

Definiciones:

Costo al usuario: ¿Impone el uso de esta tecnología la necesidad de adicionar componentes extras al equipo, que repercuten en costos para el usuario? Si no se tiene idea del precio, pero existe, se hace notar de esa manera.

Complejidad de implementación: Que tan compleja es esta tecnología de ser manejada por nuestros diseñadores para integrarla. (promedio hardware y software).

“Plug and play”: ¿Permite esta tecnología que al adicionarse un EPHD, estos interoperen con la controladora de la impresora, aún cuando se conecten aleatoriamente?. De las conclusiones sabemos que se necesita un protocolo alternativo a C-Link.

Confiabilidad: ¿Que tan robusta es esta tecnología en cuanto a que no cambien las especificaciones de la misma, al cambiar el medio ambiente donde operará (ancho de banda, inmunidad, regulaciones al cambiar de país, etc.).

Desempeño: ¿Es esta tecnología actualmente capaz de suministrar el ancho de banda requerido para aplicaciones futuras (mayor a 40 kb/s*)?.

* Estimación de 5 veces el ancho de banda actual de C-Link.

Inmunidad al ruido: ¿Es este medio muy sensible al ruido de los motores, u otros dispositivos a los que la tecnología va a estar expuesta?.

Expandabilidad: Capacidad de aumentar el ancho de banda actual de la tecnología en un futuro.

Costo por nodo:

AC: precio estimado por la compañía Intellon en cantidades de manufactura para un manejador de capa física en cantidades de 10,000 anuales, incluyendo la interfaz a líneas de poder (por General Magnetics Technology).

Radiofrecuencia.- Precio estimado por doctores de Bristol, en caso de que HP manufacture un conjunto de C.I. y que éste tenga ventas corporativas de mas de 5 millones de unidades anuales.

Infrarrojo.- Precio estimado por el departamento de ventas de Hewlett Packard para transceptores de infrarrojo a velocidades de hasta 115 kb/s. en cantidades de 10,000 anuales, contemplando circuitos extras (capacitores, resistencias, etc.) y PCB especial.

Conectores: Precio estimado por la división de ventas de Molex, para un ensamble total de 4 circuitos (macho y hembra) unidos por cable de 40 cm calibre 26 AWG.

Regulaciones: ¿Está este medio restringido por regulaciones de comunicación?, ¿Que tan difíciles son de lograr?.

Impacto en electrónica: ¿Qué tantas restricciones electrónicas conlleva esta tecnología?

Impacto en mecánica: ¿Qué tantas restricciones mecánicas conlleva esta tecnología?

9.5 Conclusiones

Este apartado tiene por objeto resumir las conclusiones obtenidas de cada tecnología, y obtener una conclusión general; para observar las conclusiones particulares, refiéranse a ese apartado del capítulo de cada tecnología.

Ninguna tecnología puede ser utilizada para resolver el problema de eliminar el cableado de C-Link, utilizando el protocolo C-Link.

Se han demostrado comunicación entre el PHC y un EPHD utilizando todas las tecnologías, sin embargo esto solo ha sido posible utilizando un protocolo alternativo a C-Link (Tribu en este caso), y ésta es la única manera de poder resolver el problema del cableado.

Las conclusiones del estudio de cada tecnología son las siguientes:

Radiofrecuencia: Utilizar el diseño de HPLabs es la única manera de poder solucionar el problema del cableado utilizando señales de radio, debido a los estudios que tienen sobre el tema, sin embargo, debido a que su proyecto no está terminado ni en su protocolo ni la capa física, este medio se excluye para ser utilizado como una solución **actual** al problema de cableado de C-link (dic. '97).

AC: La tecnología que utilizamos, con la compañía que mas seguridad ofrece de proveer una capa física por este medio a precios accesibles, demostró ser robusta aún en un medio tan hostil, sin embargo, la escasa velocidad de transmisión excluye a este medio de ser utilizado como solución, inclusive, no se ve posibilidad a mediano plazo.

Infrarrojo. Es la única tecnología inalámbrica capaz de ser utilizada en este momento (dic. '97), debido a su bajo porcentaje de error, robustez y velocidad de transmisión. Necesita un protocolo que soporte comunicaciones inalámbricas, y se recomienda sobre las otras en comunicaciones punto a punto.

Conectores: Los conectores no sirven a la hora de conectar el HCO con el Engine utilizando C-Link, y no se recomiendan con otro protocolo por los problemas mecánicos que pueden generarse. Utilizar el cable retráctil tampoco se sugiere. Sin embargo, debería ser utilizado como medio de comunicación entre todos los EPHD unidos físicamente unos con otros o al controlador de la impresora, sea el protocolo C-Link o cualquier otro.

Controlador.- Este es un dispositivo que se encarga de obtener la información requerida por la controladora de la impresora, es decir, controla la comunicación de los EPHD que se encuentren en su mismo bus. En el caso del bus A, el controlador es la capa de red del Engine.

EPHD.- Cualquier External Paper Handling Device.

Puente.- El objetivo de este dispositivo es unir dos buses, en los que hay que unir EPHD físicamente alejados, por lo que se requiere un enlace inalámbrico. Por un lado tiene la interfaz de un EPHD, para poder conectarse a un bus como tal, y por otro lado tiene un controlador, para poder manejar los dispositivos que se encuentren conectados en ese bus. Para poder unir los dos buses, se necesitan transceptores inalámbricos. (Este enlace puede ser cualquier medio inalámbrico, el estudio realizado nos indica que de momento sólo infrarrojo puede ser útil, y quizá radiofrecuencia en el futuro).

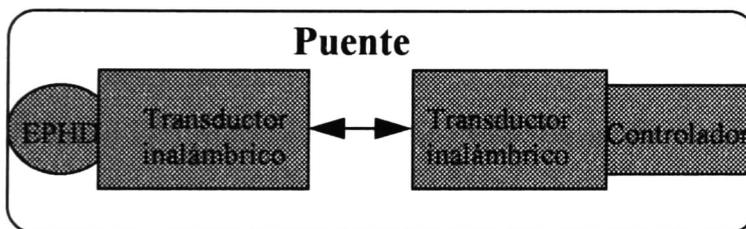


Fig. 9.3 Diagrama de un puente

El bus es un canal de datos que tiene el menor número de circuitos, de tal manera que cada EPHD pueda tener cableado interno para poder acceder al bus en caso de que así se requiera. El bus puede estar compuesto por dos canales, transmisión y recepción, con sus respectivos circuitos de tierra.

A continuación se presenta de manera informal un protocolo que pudiese hacer uso de esta topología, debe aclararse que no se tiene todavía un estudio formal que respalde el protocolo que se va a mencionar, éste ni siquiera existe, sino únicamente se dará una descripción para hacer redundancia en la explicación de la topología propuesta:

Esta topología puede tener un protocolo llamado W-Link (enlace inalámbrico), en el que la comunicación física se lleva a cabo por medio de paquetes, en un bus en donde lo que el Controlador emita, cualquier dispositivo en el mismo bus lo escuche, pero lo que cualquier dispositivo EPHD del bus transmita, solo el Controlador de ese bus lo escucha.

Cada Puente se comporta hacia el Controlador del bus en el cual es un EPHD, como un conjunto de EPHD (todos los que se conectan a su rama).

CAPITULO

10

CAPITULO 10.- SUMARIO

10.1 HARDWARE DESARROLLADO

Durante el desarrollo del proyecto se implementaron por parte de GMS los siguientes diseños:

1 Prototipo Chief_Indian y 1 prototipo Little_Indian sobre las tarjetas de desarrollo Merlin 1.0.

Diseño del PCB del proyecto Tribu (Chief y Little) para que se implementase sobre las tarjetas de desarrollo Merlin 2.0.

Implementación de 2 prototipos Chief_Indian.

Implementación de 2 prototipos Little_Indian.

Implementación de 1 prototipo Chief_Indian con interfaz a líneas de poder.

Implementación de 1 prototipo Little_Indian con interfaz a líneas de poder.

Implementación de 1 nodo de comunicación AC para pruebas.

2 Tarjeta interfaz entre las tarjetas de Tribu con los módulos de infrarrojo.

1 Juego de conectores y cables para mostrar la tecnología de cableado alternativo.

1 Conector con cable retráctil.

1 Par de fuentes de poder.

10.2 FIRMWARE DESARROLLADO

Debido a que la aplicación presentó muchos casos con la necesidad de controlar rutinas con precisión de microsegundos, todo el firmware se diseñó en ensamblador, para microcontroladores de la serie '51 de Intel.

Little_Indian primera versión.

Chief_Indian primera versión.

Little_Indian sobre las tarjetas.

Chief_Indian sobre las tarjetas.

Firmware para establecer un nodo de AC para comunicarse con la PC, con el objetivo de conocer la tecnología.

Little_Indian con interfaz fisica a líneas de poder.

Chief_Indian con interfaz fisica a líneas de poder.

Chief_Indian con interfaz fisica a infrarrojo.

Little_Indian con interfaz fisica a infrarrojo.

(Los últimos dos son utilizados por los prototipos por contacto y por RF)

Muchos programas de prueba de rutinas.

10.3 SUMARIO DE EMPRESAS CONTACTADAS

En éste articulo se resumen empresas de las cuales se tiene información que fue recopilada durante la investigación, y la cual se puede revisar si se desea conocer sus direcciones y giro; se dividen según la tecnología que comercializan.

Líneas de poder:

Intellon

Echelon

Adaptive Networks

Elcom Technologies

IES Technologies

Radiofrecuencia

Intellon

Echelon

Raylink

Wireless Solutions

Phillips

Pacific Monolithics

Sigtek Incorporated

American Microsystems Inc.

I/O Test, Inc.

Centurion

CEL (California Eastern Laboratories)

Harris Semiconductor

Samsung Microwave Semiconductor

Wireless Logic

Hewlett Packard

Texas Instrument

Micron Communications

WaveLAN

Zilog

Infrarrojo:

Hewlett Packard

Cableado:

AMP	Molex
3M	Farnell

10.4 INVENTARIO

Con el objeto de ordenar la información y hardware que se tiene del proyecto, se realizó un inventario; agrupando lo inventariado según la tecnología:

AC

2 CCM PL120i: Módulo de desarrollo para comunicación vía líneas de poder, consiste de una tarjeta insertable para PC bus ISA, software con drivers para la tarjeta, y un acoplador a la líneas de poder (c.u.)

1 Tarjeta prototipo de comunicación vía líneas de poder Chief_Indian en caja de acrílico.

1 Tarjeta prototipo de comunicación vía líneas de poder Little_Indian en caja de acrílico.

1 Caja con componentes etiquetada “Interface a líneas de poder, muestrario” que contiene componentes necesarios para la elaboración de un nodo con interfaz a líneas de poder:

- 4 C. I. SSC P200
- 3 C. I. SSC P400
- 2 C. I. SSC P111
- 2 supresores de picos de voltaje.
- 4 ferritas Philips.
- Capacitores.
- Diodos.
- Resistencias.

2 cajas con componentes varios (resistencias, capacitores y C.I. comunes)

1 Recopilador grande etiquetado “LINEAS DE PODER” que contiene los artículos enumerados en el capítulo 10, tema “Librería” referentes a comunicación a través de las líneas de AC, así como manuales e información técnica de las empresas contactadas que comercian con esta tecnología.

Manual “Soft Ferrites” de Phillips

Libro “The CEBus Standard, User’s Guide”

Videocassette publicitario de LonWorks

INFRAROJO

1 Caja de cartón etiquetada como “INFRAROJO” que contiene:

- 2 Tarjetas HSDL 8000
- 2 Tarjetas HSDL 8001
- 2 Tarjetas HSDL 8010
- 2 Adaptadores (tarjetas con cable) para una interfaz de Tribu con las tarjetas HSDL 8000.
- 2 Dispositivos para comunicación por infrarrojo “LiteLink”
- 1 diskette con software del estándar IrDA 1.1.

1 Recopilador mediano etiquetado “Infrarrojo Conectores” con información técnica sobre tecnología de infrarrojo utilizada.

RADIOFRECUENCIA

2 Tarjetas prototipos de Bristol para implementar capa física de Tribu a través de RF.

1 Recopilador grande con información de varias empresas que comercializan con tecnología de RF.

CONECTORES

1 Caja etiquetada “CONECTORES” que contiene:

- 1 Prototipo de conector con cable retráctil sobre un “Spring Power Reel”
- 1 Juego de conectores de Molex.

- Muestras de conectores.
- Antenas para prototipos de RF.
 - 3 “Spring Power Reel”
 - 1 Catálogo de Molex.

VARIOS

1 Tarjeta prototipo implementado Chief_Indian en caja de acrílico para utilizarse con RF, infrarrojo y conectores.

1 Tarjeta prototipo implementado Little_Indian en caja acrílico para utilizarse con RF, infrarrojo y conectores.

1 Tarjeta prototipo implementado nodo de AC.

1 Tarjeta prototipo implementado Chief_Indian.

1 Tarjeta Prototipo implementado Little_Indian.

4 Tarjetas (PCB) Chief_Indian.

4 Tarjetas (PCB) Little_Indian.

2 Fuentes de Poder.

Manuales de Omnibook 600C.

Recopilador grande etiquetado “Reportes RPM” con artículos referentes a RF y con reporte del proyecto.

Manuales de componentes electrónicos varios.

Manual de C-Link.

10.5 BIBLIOGRAFIA

Debido al alcance del proyecto en cuanto a establecer una tecnología solución, a lo novedoso de algunas de las tecnologías implementadas, y a la escasa información “formal”, las fuentes obtenidas para la recopilación de la información han sido muy diversas. Se han agrupado las fuentes en diferentes categorías:

- [1] Artículos.
- [2] Manuales y catálogos.
- [3] Documentos varios.
- [4] Libros

Los dos primeros incisos, se dividen a su vez en cada una de las tecnologías implementadas.

Dentro de la categoría de manuales y catálogos se han agrupado los artículos técnicos.

Los dos últimos incisos contienen información que no se puede agrupar en una tecnología en particular.

Se tienen recopiladores con toda la información enunciada.

La información se agrupó dependiendo de la tecnología, es decir, no se encuentran juntos los artículos de una tecnología con otra, por ejemplo, para buscar los artículos de AC, se tiene que buscar precisamente, en el recopilador de AC.

Aunada a la información que se presenta aquí, también se echó mano de diversos manuales necesarios para el desarrollo del proyecto, Tales como manuales de Microcontroladores Intel, Lógica Digital, Manuales de vendedores de contactos y cables, etc, que por no estar recopilados junto con este reporte, no se mencionarán en éste apartado.

[1] ARTICULOS

[1.1] Referentes a AC

"Powerline communication: wireless technology."

rvista EDN, junio 1996 (6 pags)

"Home-automation buses: Protocols really hit home"

revista EDN, abril 13, 1995 (10 pags)

"Spread-spectrum communication rises from military roots to star in wireless world"
revista EDN, diciembre 1994 (4 pags)

"Spread spectrum data leap through ac power wiring" (6 pags)

"The CEBus communication standard part I , II, section A and B" (20 pags)

"CEBus for the masses" (20 pags)

"New spread spectrum technologies enable low control applications for residential and commercial use" (5 pags).

"Subsystems of Intellon" (3 pags)

"Chip Set Puts 100 Kbits/s of Data On Noisy Power Lines" (5 pags)

"Power Line Communications: Another Wireless Alternative" (5 pags)

" Design High Speed Power Line Communications Systems"
revista Communication System Design, Febrero '96 (6 pags)

"High Cost of Wiring Sparks Wireless LAN Alternatives"
revista Computer Technology Review, marzo '94 (2 pags)

"Data transmission without Wires" (1 pag)

"Chiquita Power-line net monitors bananas" (1 pag)

"LAN Operates Over Existing Power Lines"

revista Design News, enero '89 (2 pags)

“Power-Line telemetry benefits Spanish utility” (1 pag)

[1.2] Referentes a RF.

"Choices and confusion spread wider as spread spectrum goes mainstream"

revista EDN, octubre 1996 (6 pags)

"Antennas for 915Mhz CEBus RF applications" (10 pags)

"A brief tutorial on Spread Spectrum and Packet Radio" (3 pags)

“Procesing Gain for Direct Sequence Spread Spectrum Communications System and PRISM”

(4 pags)

"Harris Signal Processing" (41 pags)

“ANTENNAS - CRITICAL LINKS”

EDN junio 96 (6 pags)

“RF wireless: build or buy?” Portable Design, marzo 97 (7 pags).

“900 Mhz Link Margin Considerations For Typical Local Area Network Enviroments” (7 pags)

“CEBus Link Calculations; 915 Mhz Link Performance” (8 pags)

“Wireless Vehicle Identification with Early detection: An Alternative to Traditional Toll-Collection Methods” (7 pags).

[1.3] Referentes a infrarrojo.

“Wireless stretches LAN” Computer Design, Febrero 97 (3 pags)

“IR provides High Speed Wireless Connectivity For Portable Devices” Wireless System Design, Mayo 97 (3 pags)

[2] MANUALES Y CATALOGOS

[2.1] Referentes a AC.

“Intellon Short Form Catalog.”

“Magnetics Products: Soft Ferrites” Manual de Ferritas de Phillips, 1996

“The ‘95-’96 Echelon Lonworks Products Databook”

“Lonworks: Technology Device Data” Manual de Motorola

“General Magnetics Technology: CEBus Transformers” (4 pags)

"SSC Cin P400 PL Network interface" (39 pags)

"SSC P400 PL Network interface Controller" (37 pags)

"SSC P400 Hardware design reference" (10 pags)

“SSC P111 Media Interface IC”.(5 pag)

“SSC P200 PL Network Interface Controller” (31 pag)

"120 /240V CENode Line Coupling" (2 pags)

"Split phase coupling for power line communications" (3 pags)

"CENode interface" (10 pags)

“You first CEBus Packet” (10 pags)

“CEBus Power Line Test Bed” (9 pags)

“CEBus for the masses” (17 pags)

“AN1000 Power Line Network Communications Module” (18 pags)

“AN192M Power Line Network Communications Module” (18 pags)

“AN1000 Power Line Network Communications Chip Set” (56 pags)

“AN192 Power Line Network Communications Chip Set” (44 pags)

“Adaptive Networks Power Line Communications Firmware Guide” (32 pags)

[2.2] Referentes a RF.

“Wireless and Telecommunications Products” Texas Instrument Data Book

“Raytheon Electronics: Data Sheets and Application Notes”

“RF and Wireless Made Simple” (Seminario)

“RF Power Transistor Data Book” ERICSSON

“RF Power Transistor Data Book Supplement” ERICSSON

"Processing Gain for Direct Sequence Spread Spectrum Communication System and PRISM"

(4 pags)

"Harris Signal Processing" (41 pags)

“CEBus RF Transmit SIP” Intellon (4 pags).

“CEBus RF Receive SIP” Intellon (4 pags).

[2.3] Referentes a infrarrojo.

“Optoelectronics Designer’s Catalog” División Optoelectrónica de Hewlett-Packard.

Application Note 1110 : “Evaluation of Infrared Tranceivers for IrDA Compliance” (3 pags)

Application Note 1111: “ Report on HSDL-1100 Interoperability with Infrared Controllers at IrDA 4 Mb/s” (4 pags)

Application Note 1112: “General Application Guide for the HSDL-1100 4 Mb/s Infrared Tranceiver. (6 pags)

Application Note 1113: “Infrared Transceiver Distance and Power Consumption Tradeoffs” (4 pags)

Application Note 1114: “ Infrared Transceiver PC Board Layout for Noise Immunity” (4 pags)

Application Note 1119: “IrDA Physical Layer Implementation for Hewlett-Packard’s Infrared Products” (4 pags).

Application Note 1120: “Resolving IrDA Physical Layer Implementation Problems” (3 pags)

Technical Data Infrared IrDA Compliant Transceiver:

HSDL-1000

HSDL-1001

Technical Data TS AlGaAs Infrared (875 nm) Lamp:

HSDL-4200 Series

HSDL-4220 30°

HSDL-4230 17°

Technical Data IR 3/16 Encode/Decode IC

HSDL-7000

HSDL-7001

HSDL-8000 Module Technical Data

HSDL-8001 Module Technical Data

HSDL-8010 Module Technical Data

[2.4] Referentes a Cables.

Molex Incorporated Full Line Catalog

Stock Drive Products Handbook of Design Components

[3] DOCUMENTOS VARIOS

"External Paper Handling Communication Link" (50 pags)

(Hewlwt Packard Company)

"Tutorial on 802.11 to 802" (19 pags)

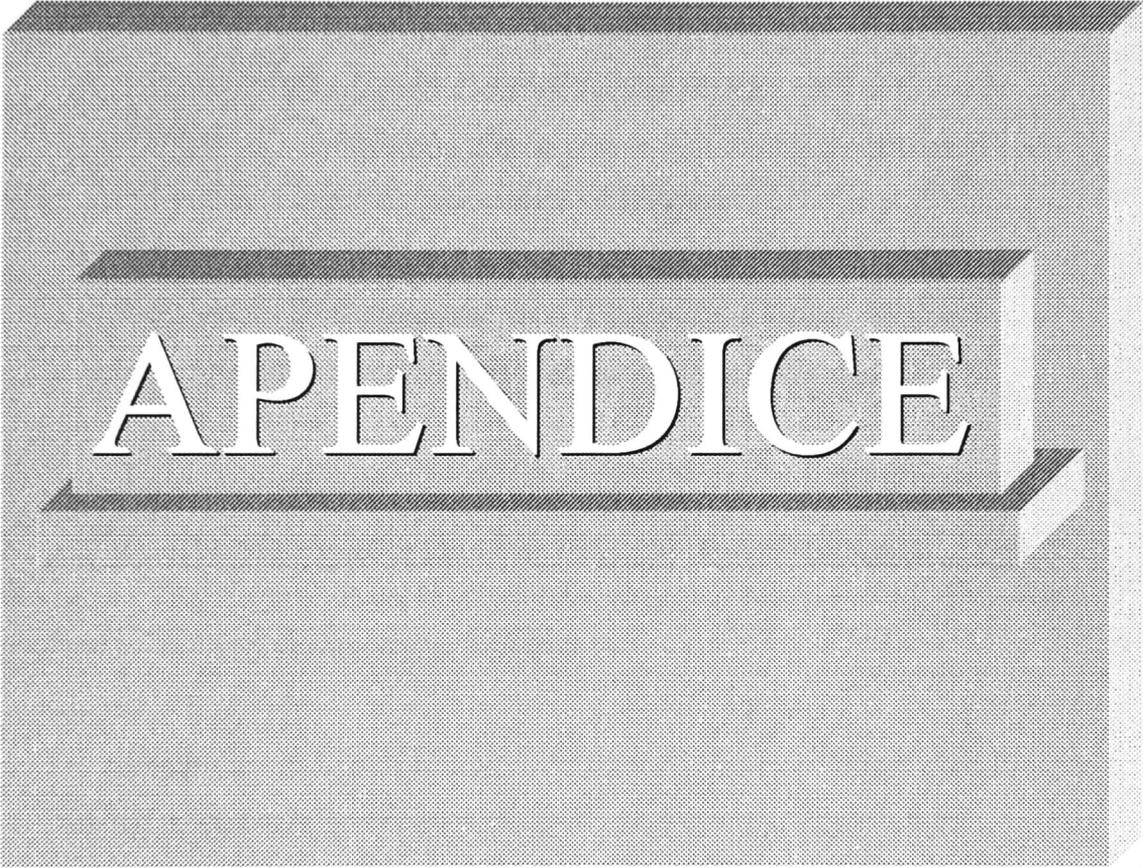
"Frequency Hopping Spread Spectrum PHY of the 802.11 Wireless LAN Standard"
(20 pags)

"Design of a C language reference implementation of the Lon Talk protocol" (13
pags).

[4] LIBROS

[4.1] "Spread spectrum system with commercial applications" libro de Robert C.
Dixon.

[4.2] "The CEBus, Standard User's Guide" De Grayson Evans

A 3D block with a textured surface. The word 'APENDICE' is embossed in a serif font on a raised rectangular platform in the center of the block. The block has a slight shadow on its right side, giving it a three-dimensional appearance.

APENDICE

APENDICE

A. Proposal for Radio CLink Demonstrator.

Esta es la propuesta de que los PHD de Bristol enviaron a GMS para la demostración de la factibilidad de comunicación inalámbricamente por radiofrecuencia, entre el PHC y un EPHD (se hace mención de ésta en el capítulo 5).

B. GPR PROPOSAL FOR C-LINK WITH WIRELESS MEDIUM

Esta es la propuesta de GMS para la demostración de la factibilidad de comunicación inalámbrica entre el PHC y un EPHD. (mencionado en el capítulo 5).

C. Response to GPR Proposal for C-Link with Wireless Medium

Respuesta de Bristol a la propuesta de GMS (mencionada en el capítulo 5)

D. Merlin Installation.

Este es el documento que envió GMS junto con los prototipos Chief_Indian y Little_Indian a Bristol, con el objeto de implementar una comunicación por radiofrecuencia entre el PHC y un EPHD (mencionada en el capítulo 5)

E. Reporte

Reporte de avance del proyecto presentado al concluir el primer mes de éste.

F. Conexiones.

Documento que explica como conectar los diferentes prototipos Chief_Indian y Little_Indian con las diferentes tecnologías (conectores, líneas de poder, radiofrecuencia e infrarrojo).

G. Especificación del enlace físico de C-Link

Parte del capítulo 2 de las especificaciones del protocolo C-Link, con motivo de redundar la explicación del protocolo en el capítulo 3.

A.- Proposal for Radio CLink Demonstrator

Ian Johnson (AURA Project)
Home Communications Dept.
HP Laboratories, Bristol

20th March 1997

Introduction

GPR is manufacturing paper handling devices (e.g. high capacity input tray, high capacity output, stapler) for the LaserJet 5Si core printer engine. These devices are daisy-chained through a cable and communicate using a protocol called Communications Link (CLink). This document contains a proposal from HP Laboratories, Bristol (HPLB) to collaborate with GPR to demonstrate a radio version of CLink.

Our Understanding of GPRs Requirements

Principal Requirement

It is our understanding that GPRs principal requirement is to replace/modify the current CLink. The motivation for this stems from complaints from GPRs main customer, i.e. Boise. The complaints relate to the bulk of the cable and unreliability of the connectors. In replacing CLink GPR wish to have a more flexible solution to providing connectivity between the printer engine and peripherals and to have a solution which provides for future development and expansion.

In its simplest form a solution to the problem would be to replace the CLink connectors (15 way sub-miniature D-type) with something more reliable and route the cable between the printer and peripherals internally. Other (wireless) solutions being considered are:

- infra-red
- CEBus (over the mains)
- radio

The target price for the whole solution is \$10-\$15 per node. The expected sales volume is 120k units per year. GPR would like to have a wireless replacement for CLink in products by Q1 year 2000. It is hoped to make a recommendation regarding a wireless CLink solution by the end of the current fiscal year, having demonstrated several solutions at a review in September/October this year.

GPRs main competitor in the market place is Canon, who originally developed CLink, and are a business partner of GPR. In having a wireless replacement for CLink GPR would require the acceptance of Canon. Canon acknowledge there is a problem with CLink and it is thought they would readily accept an alternative solution.

Secondary Requirements

The flexibility offered by a wireless solution offers the possibility of providing other services not currently available with CLink. An example of this would be to print and staple faxes remotely when a printer is standing idle. Also, the opportunity exists to walk up to a printer with a mobile PC and simply print a file without having to physically connect the PC and printer. This may require the printer to down-load its print driver to the PC before printing can occur. Obviously, it makes sense to exploit these opportunities if they come free with a wireless replacement for CLink.

Summary of WaveTrain

As part of the AURA project we are developing a cheap, relatively high performance radio to demonstrate the advantages of wireless interconnect between devices in the wide area, office and home (one future vision of the radio will be to support networking of a disaggregated PC worn around the body, known as BodyNET). The radio we are developing is called WaveTrain. We anticipate providing a data rate of around 10 Mbit/s with a range of a few metres. We are currently working on development of the radio and hope to have completed this work by the end of 1997. We are collaborating with CSSD who would like to integrate the radio part of the solution and sell it as a 2 module radio with a cost of <\$10 (the cost may be as low as \$3 depending on volume). Since reorganisation, CSSD also includes ICBD who could integrate the digital/MAC part of WaveTrain, though we so far have not had formal talks with ICBD about this.

Collaboration between HPLB and GPR

It is hoped that a WaveTrain-like radio, provided by HPLB, could be used to demonstrate a wireless version of CLink in order to help GPR assess the relative merits of a radio (rf) version of CLink. GPR require a demonstration by September/October this year, which is before WaveTrain will have been completed. It will be thus necessary to demonstrate a subset of the final radio, modified to specifically support the functions required by CLink. At GPRs following review, in March 1998, WaveTrain will have been completed and it should be possible to perform a more complete demonstration of the benefits afforded by a radio replacement for CLink.

Proposal to Demonstrate a Radio Version of CLink

Assumptions

The initial demonstrator will simply be a radio replacement for the CLink cable but will still use the CLink protocol. The radio will simply plug into the CLink sockets on the Paper Handling Controller (PHC) and External Paper Handling devices (EPH). The synchronous nature of CLink makes this undesirable but we think this can be worked around. The demonstrator we are proposing assumes there are just two nodes in the network, i.e. one PHC and one EPH. **If this last assumption is not correct then our proposal will not work.**

Approach to Replacing the CLink Cable by Radio

The transmission control consists of four signals, which are generated by the PHC:

/CLOCK
/TX
/RX
/STROBE

With a radio solution it is not desirable to transmit all of the signals separately as this would require 4 radio channels with one radio (transmitter and receiver) for each channel. The signals must therefore be somehow combined.

CLink is a full duplex system in that the transmission and reception can occur at the same time (the synchronous nature of CLink actually *requires* simultaneous transmission and reception). It is proposed to incorporate a full duplex radio system into the system. This will require two radio channels, one for transmit and one for receive, and hence two radios. It is proposed not to transmit the clock and strobe signals to the EPH. A clock recovery mechanism in the EPH will derive the clock signal from the received data and a synchronisation sequence will be transmitted immediately prior to the data to indicate to the EPH that the data about to be received is valid data.

Details

There are not a sufficient number of bits to perform clock recovery on just the synchronisation sequence and data. To get around this problem it is proposed to transmit random data when the /STROBE signal is high, i.e. the PHC will transmit continuously to the EPH. This will allow the EPH to perform clock recovery on a continuous basis, so that when valid data is received the EPH can sample the data at the correct point. When the /STROBE signal becomes active (goes low) the PHC transmits a synchronisation sequence instead of random data. The EPH detects this sequence and expects one byte of valid data to follow. This data is then shifted into the EPH shift register.

When the EPH has successfully performed clock recovery it will transmit random data back to the PHC. As valid data is shifted into the EPH the response to the last request from the PHC is shifted out. This sequence is transmitted in amongst the random data. It is not necessary to transmit a synchronisation sequence from the EPH to the PHC as the PHC is controlling the timing and knows when to expect data back.

Transmission control timing diagrams for the PHC and EPH are shown in Figure 1.

Implications of This Proposal

The transmission of all of the data (random, synchronisation and valid data) will be at the same rate as the current CLink data. To allow continuous transmission of data it will be necessary to have a continuous clock at the same rate as the CLink clock. This should have the same frequency and timing phase as the CLink clock. It may be that the CLink clock is simply a gated version of a continuous clock, in which case the continuous clock

could be used. It is desirable to have a continuous clock at a higher rate than the CLink clock, say 10 times the rate. This would also need to be synchronous with the CLink clock

In this proposal a synchronisation sequence is transmitted between the /STROBE signal becoming active and the data being sent (see Figure 1). This requires a fixed, known period between the /STROBE signal becoming active and first data bit, which should be an integer number of CLink bit periods. It is not clear from the CLink Specification we have (Rev. 3.21 1/28/97) what the exact timing relationships between signals are, and if these are consistent from PHC to PHC. As an example, on page 10 this period is specified as being between 50µs and 500 µs.

The nature of radio means that 100% reliability of the link cannot be guaranteed. It is not clear to us what the consequences of lost/errored data is.

Alternative Demonstrator Requirements

The above proposal is based on plugging radio modules into the existing CLink protocol. It would benefit HPLB more than the above proposal if a radio could be demonstrated which transmitted at a higher rate than CLink currently does. This need not be at the target WaveTrain rate of 10Mbit/s but could be at, say, 2Mbit/s. This would require buffering the data at the CLink rate and transmitting at the higher rate. The principal problem with this relates to the synchronous nature of CLink. The buffering process means that response to a request will always arrive one polling cycle later than it should. A diagram in the CLink spec. (Section 4.14 p.26) indicates that situations can exist when an EPH is not ready so send the required status so sends a dummy status. It may be possible to exploit this and demonstrate a radio at a higher rate.

Consequences of a Radio Replacement for CLink

It is immediately apparent as soon as one starts thinking about placing a radio in CLink as it stands that the synchronous nature of the protocol limits what can be achieved and/or increases hardware costs. As an example, the above proposal requires two radios because CLink is synchronous; if a node could transmit/receive alternately then only one radio would be required. If a radio solution to replacing CLink is to be effective then the protocol **must** be replaced with something designed to support radio communications. If GPR wishes to demonstrate a full radio replacement of CLink (using WaveTrain) at its March 1998 review then this new protocol would have to be completed well before the demonstration date, though not necessarily for the review in September/October 1997 when a subset of WaveTrain could be demonstrated.

It is our understanding that an EPH may get its power over the CLink cable (24V). Obviously, this would not be possible with a radio replacement for CLink. This suggests each EPH would require a mains power supply. Hence, each EPH would have a cable, meaning all the devices will be cabled together, as in CLink. This seems to somewhat reduce the benefits of replacing CLink by something wireless.

Specific Questions for GPR

What governs the exact timing relationship between the signals on CLink and are these timing relationships consistent? If not, can they be made consistent.

Rather than use the signals supplied by CLink, is it possible to supply them from the radio system?

What happens in the CLink protocol if status information is lost during transmission (due to interference in a radio environment, for example)?

Is it possible to somehow force (or mislead) the PHC into continuously accepting status information one polling cycle late so that data can be buffered and transmitted at a higher rate?

Does the fact that each EPH would need a separate power supply defeat the object of wireless communications between the PHC and EPHs?

Suggested Timescales

March GPR to respond to HPLBs proposal and answer technical questions

GPR and HPLB to agree a joint plan of action

April GPR to arrange meeting with HPLB and Boise?

June/July HPLB will bring a radio to GPR for testing. This will be left to allow
GPR to familiarise itself with radio.

Sept/Oct Demonstration of radio CLink at GPR review

Conclusions

Radio communications between its component parts would bring improved flexibility to the LaseJet 5Si and provide scope for further development. The synchronous nature of the current CLink protocol makes it unsuitable for supporting radio communications. However, in the short term a radio version of the CLink protocol could be demonstrated. HPLB can help GPR with this demonstration by providing them with expert input and some radio modules. In the short/medium term an alternative protocol designed for radio would be required to allow a full demonstration of the benefits of radio using WaveTrain. Further exchange of information/ideas between GPR and HPLB is now required.

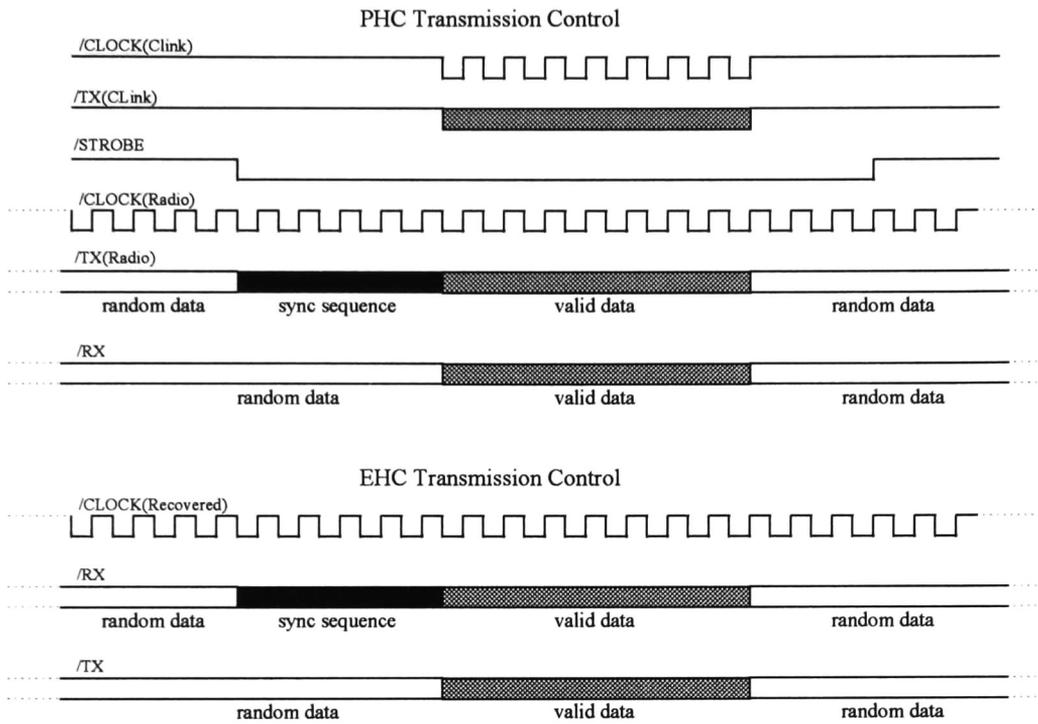


Figure 1 Transmission control diagram

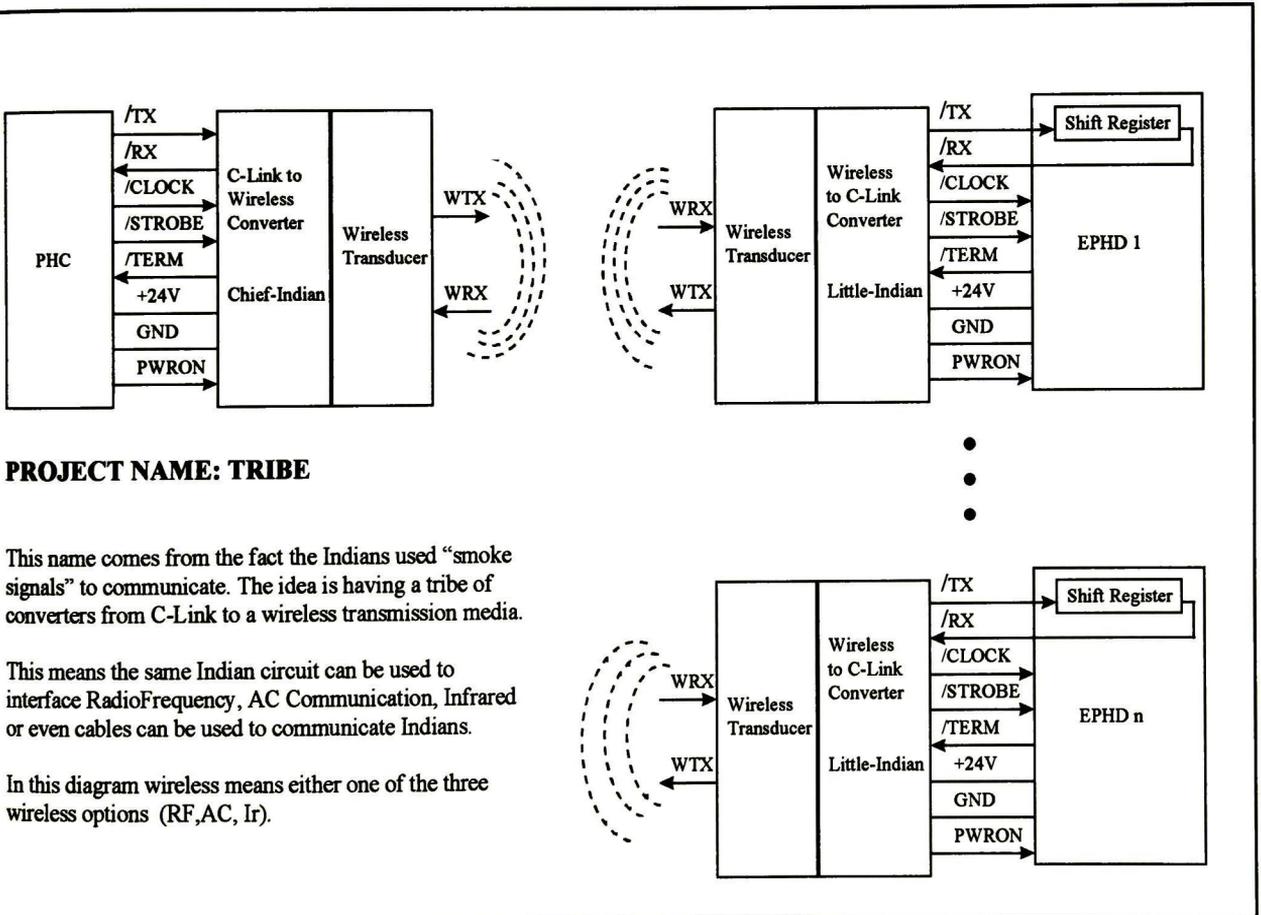
B.- GPR PROPOSAL FOR C-LINK WITH WIRELESS MEDIUM

This is the GPR's proposal to implement a Wireless C-Link Demonstrator. The intention is to prove the feasibility of using a wireless transmission media to communicate LaserJet printers with external paper handling devices. The criteria used to devise this proposal was to take advantage of the current Paper Handling Controller (PHC) and the External Paper Handling Devices (EPHD) already available. The three wireless media considered are: 1) Radio Frequency. 2) AC Communication and 3) Infrared.

The best way to achieve the criteria stated above is to implement a C-Link-to-Wireless converter. This converter will grab the information from the C-Link bus and transmit it over the wireless media. This way the PHC and the EPHD's will not be modified at all. They will still be sending and receiving commands and responses over the C-Link bus allowing us to use our current platform with no modifications. This will speed up the time to implement this demonstrator.

This is the block diagram that shows the hardware for the implementation of the solution:

BLOCK DIAGRAM



PROJECT NAME: TRIBE

This name comes from the fact the Indians used "smoke signals" to communicate. The idea is having a tribe of converters from C-Link to a wireless transmission media.

This means the same Indian circuit can be used to interface RadioFrequency, AC Communication, Infrared or even cables can be used to communicate Indians.

In this diagram wireless means either one of the three wireless options (RF,AC, Ir).

FIGURE 1

The node that performs the C-Link-Wireless conversion in the PHC will be called Chief-Indian. This is different from the nodes that perform the Wireless-to-C-Link conversion in the EPHDs. These are named Little-Indians. (These names have been taken from the name of the project: Tribe)

The initial protocol of this network allows to communicate Chief-Indian with the Little-Indians. This is done to make each node aware how many EPHs are currently connected and what is his number of node. This number is associated with one time-slot. After this, each Little-Indian initializes the EPH and waits for commands. Since C-Link it is not a protocol made for Wireless networks another initialization sequence will be made. This start up sequence will cheat the device into thinking they are initialized by the PHC and the PHC into thinking it is initializing the devices.

After the initialization by the Indians (Chief and Little) the Chief-Indian takes all the commands that the PHC issues for the devices. Each command is then transmitted and received by the Little-Indians.

Next page shows a transmission done with one device using Tribe. (Fig. 2). Before the explanation of the timeline we must say that the PHC has been initialized by the Chief-Indian and knows that there is one device attached to it. Now we can proceed to explain the fig. 2. We'll do it following the circled numbers:

- 1) The PHC asserts STROBE and 1milisecond later sends the command $C(n)$ and receives the response $R(n-1)$.
- 2) Chief-Indian takes the command $C(n)$ and sends it across the wireless media.
- 3) Little-Indian receives $C(n)$.
- 4) After receiving the command Little-Indian asserts STROBE.
- 5) 50 microseconds later Little-Indian passes the command to the EPHD. Note 1: When command is passed to the EPHD a response comes out of the shift register. This response is ignored.
- 6) Little-Indian raises STROBE for 5 miliseconds giving time to the EPHD to respond to the command and then sends 8 clock signals to get the response $R(n)$. Note 2: The command introduced in the EPHD does not affect the device since this waits till STROBE is high to check was what the command left by the PHC.
- 7) Little-Indian takes the response $R(n)$ and sends it across the wireless media.
- 8) Chief-Indian receives $R(n)$. This response is buffered by Chief-Indian till needed by the PHC.
- 9) The PHC asserts STROBE again and 1 millisecond later sends the next command $C(n+1)$ and expects to receive $R(n)$ which is provided by Chief-Indian.
- 10) Chief-Indian takes the command $C(n+1)$ and sends it across the wireless media.
- 11) Little-Indian receives $C(n+1)$.
- 12) Little-Indian passes $C(n+1)$ to EPHD and 50 microseconds later raises STROBE high for 5 miliseconds and from that point on the sequence is repeated from 6) again. Note 3: The outcome from the shift register obtained when passing $C(n+1)$ is ignored.

TIMELINE FOR COMMUNICATION WITH ONE DEVICE USING TRIBE. PHC

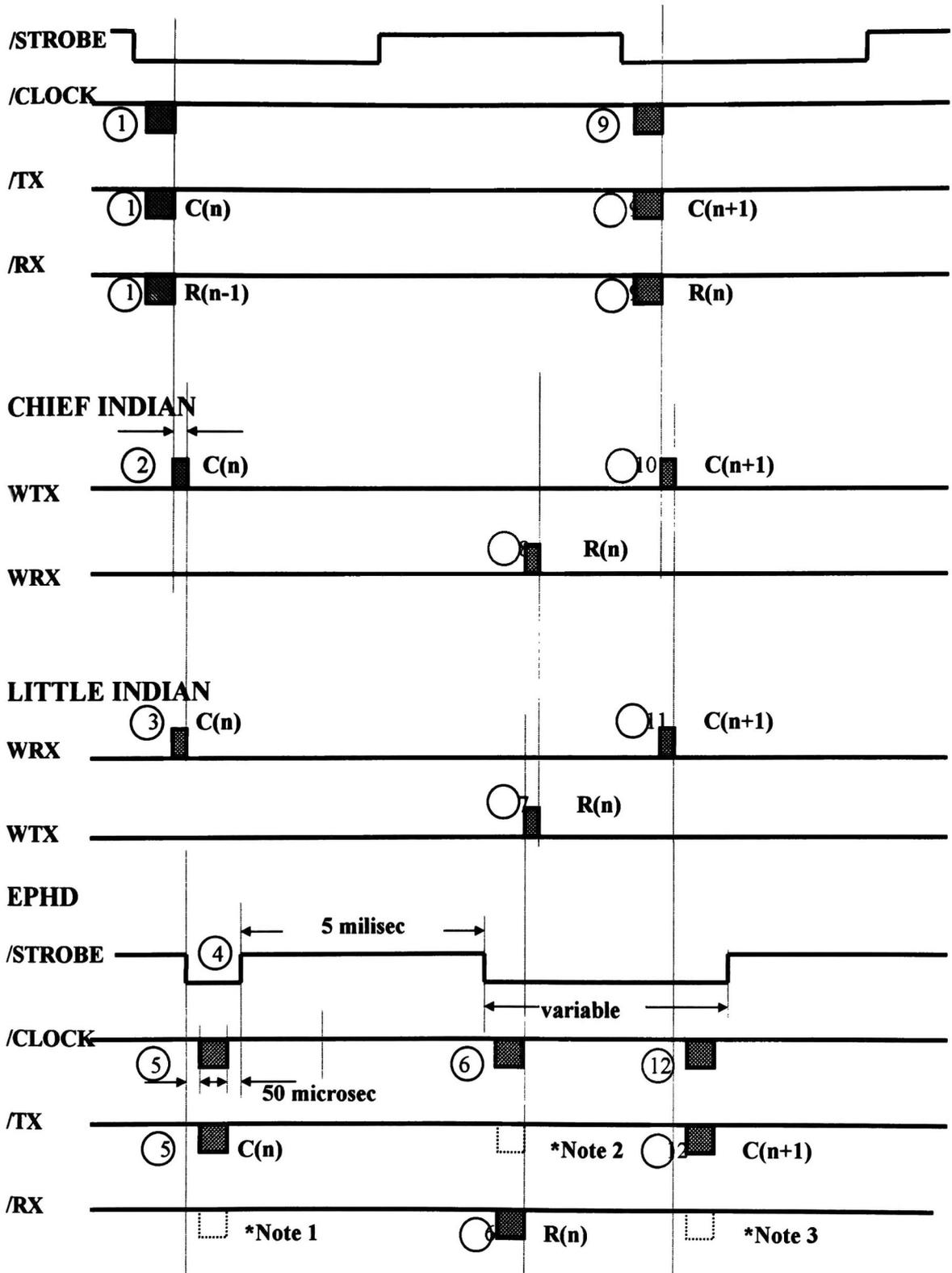


FIGURE 2

SPECIFIC QUESTIONS FOR GPR

What governs the exact timing relationship between the signals on CLink and are these timing relationships consistent? If not, can they be made consistent.

Answer: The time relations are not consistent. In fact the PHC used in the LaserJet 5Si takes 1ms before transmitting the command (starting to assert clock signals). They can be made consistent so RF can use a synchronization sequence.

Rather than use the signals supplied by CLink, is it possible to supply them from the radio system?

Answer: Yes, it's possible to use them. Of course +24V and GND can not be transmitted.

What happens in the CLink protocol if status information is lost during transmission (due to interference in a radio environment, for example)?

Answer: If a byte is received in a corrupted form (Bad parity) then, the command is retried. If a byte is lost then that means the link is open and is a catastrophic failure.

Is it possible to somehow force (or mislead) the PHC into continuously accepting status information one polling cycle late so that data can be buffered and transmitted at a higher rate?

Answer: The only easy way to do it is using the Dummy Status (0x80) and that will tell the PHC that the device is not ready to respond. The PHC will start sending EC14 Status Wait commands (0xF1). This is documented in page 26 of the C-Link document.

Does the fact that each EPH would need a separate power supply defeat the object of wireless communications between the PHC and EPHs?

Answer: Not at all. The other two options considered can not do it either. We are considering for the future that each device will have its own power supply. Of course, one device can supply energy to other if they're going to be installed one after the other. For example, HP can do a device that will have another finisher as an option. In that case HP could add some connector to attach the optional finisher.

These questions lead us to tell you that from the OSI model standpoint the changes in the physical layer will imply changes in the upper layers of C-Link. We are working on the impact and the changes on C-Link in the upper layers. You correctly inferred this in the proposal you sent.

C.- Response to GPR Proposal for C-Link with Wireless Medium

Ian Johnson
Hewlett Packard Laboratories, Bristol (HPLB)
30 April 1997.

Introduction

This document is in response to the "GPR Proposal for C-Link with Wireless Medium"

Protocol for a Demonstrator

We understand (we think!) how the protocol will work for a PHC with one EPHD. Our initial ideas were very similar to your proposal but we anticipated a problem with the PHC receiving its response one polling cycle later than it was anticipating it, which would have made things very complicated. However, you seem to have got round this problem with a simple and elegant solution.

Our understanding of what happens can be summarised as follows:

- The PHC transmits some data over C-Link to the "Chief Indian"

Chief Indian buffers up data from the PHC (at the C-Link data rate) and transmits it at a high rate (nominally 10 Mbit/s for the WaveTrain radio) once the control request has been loaded. This will mean that the data has to be "packetised" with a preamble (probably the same as that for WaveTrain) being added and possibly some error checking.

- this packet is sent by Chief Indian to the single EPHD in the demonstrator where it is received by "Little Indian"
- Little Indian recovers the data and loads it into the C-Link port on the EPHD at the normal rate C-Link rate with the same control signals as for standard C-Link.
- after a 5ms wait the node loads out the response from the EPHD and Little Indian packetises the response and sends it back to the Chief Indian.
- Chief Indian recovers the data and makes it available when the PHC requests it

Initialisation

The document talks about two types of initialisation:

1. establish the number of nodes in the system
2. "cheat" the PHC into thinking it has initialised the EPHD(S) and the EPHD(S) into thinking they have been initialised by the PHC.

The second of these presents no problem to us. However, it is not clear to us from your document how the first of these happens. The timeline you have drawn assumes initialisation has already occurred. The document talks about "time-slots", which in our area of work implies some sort of Time Division Multiple Access (TDMA) system. This suggests that the Chief Indian transmits a single "packet" containing information for each EPHD, the position of the information within the packet (slot) indicating which node the information is for. We do not think this is what you mean, as C-Link will not support this. We are therefore not quite sure how this part of the initialisation will work. However, it seems that this initialisation will not be required if a PHC with a single EPHD is demonstrated.

Lost Packets

We understand that in C-Link, when an incorrect response is received (as indicated by the parity) the controlling node will re-send the command. When a node is unable to give a response it sends back a *dummy status* (Ox80) and the controlling node sends *status wait* commands until the response is received. In your answers to our proposal you say that the loss of a packet will lead to a catastrophic failure. This issue must therefore be addressed.

The Chief Indian will know whether a packet has been lost because it knows to expect a response to a sent command. If no response is received then it knows the packet has been lost. In such a case the Chief Indian can re-send the command to the Little Indian whilst sending a dummy status back to the PHC. In this manner packet loss can be controlled at the physical (PHY) layer.

Distribution of Functionality

The proposal shows a block diagram of the PHC connected to Chief Indian, which in turn interfaces to the radio (in the case of WaveTrain). It would be useful for us to have some idea of the proposed functionality which is contained within Chief Indian (and Little Indian) so we can assess the required functionality within the radio module and also so we can get some idea of the interface between Chief Indian and the radio. As an example, will Chief Indian be capable of packetising the data, as required for both WaveTrain and probably infra-red?

Protocol for a Product

We are assuming that the proposal relates specifically to demonstrating C-Link with a wireless medium. A protocol specifically for radio will be required for a product. This will mean completely re-designing the protocol; modification of the current C-Link will not be sufficient.

Conclusions

We understand and are happy with your proposal for a demonstrator which includes a PHC and **just one single EPHD**. We are concerned about how the proposal can be extended to include several EPHDS. We understand from our previous discussions that it will be satisfactory to demonstrate with a single EPHD so this should not present a problem.

For us to provide GPR with radio equipment to demonstrate wireless C-Link according to the above proposal will probably require little extra work for us in addition to the work we are already carrying out for our own purposes. Definition of the functions performed by Chief and Little Indians (and the interfaces with the radio) will help us to further assess the required effort. We are very keen to demonstrate WaveTrain with an application such as wireless C-Link represents. According to our current timescales it will be possible for us to provide GPR with some radio equipment for trial purposes in the second part of June this year,

D.- MERLIN INSTALLATION

This document is intended to help HPlabs to use the development tool “Merlin 2.0” in which we built the “Chief_Indian” and “Little_Indian.”

General description:

Merlin 2.0 is a GPR development tool, it consists of a Microcontroller of 51 family core, an 8255 PPI, a RS232 interface, and circuitry necessary to let the microcontroller take code ensembled in the PC and keeps it in a static RAM, with a change in the switch #3, run the code from the RAM; this tool lets the designer to make changes in the code of a program, and immediately verify it.

Connection between PC and Merlin.

In order to communicate the PC with Merlin, we must at first configure the HyperTerminal of Windows; the following steps describe how make this in the program “Terminal” of Windows 95:

- 1.- Choose programs/accessories/Hyper terminal from the menu start.
- 2.- Make double-click in the Hyperterm Icon
- 3.- The figure 1 will appear, you can choose Merlin for the name (as we do), then press OK.
- 4.- The figure 2 will appear, choose the Com port for the serial port in which you will connect Merlin and press OK.
- 5.- The figure 3 will appear, do the necessary changes to match the settings as in figure 3. and press OK.

Note: If the previous windows does not appear, choose them from the option properties in the file window.

Note : The figures have been taken from a Spanish version of Windows95, so the windows differs of the English version.

Continue to do step six:

6.- Choose properties from the file menu and a figure such a figure 1 will appear, choose the option settings in the right side of the top, and the figure 4 will appear, choose the options as the figure 4, do not press OK.

7.- When you finish the last step, you have two options, terminal setup and ASCII setup, choose both (one first) that yield figure 5 and figure 6, match those windows as are in the figures and press OK.

How store a file.hex file to the static RAM and run it:

- 1.- Apply the program from Hyper Terminal created on the last instructions.
 - 2.- Connect the Merlin board that have Chief_Indian to a serial cable with female DB9 connector, which is connected to the serial port configured in the windows terminal.
 - 3.- Connect a 7 to 14 AC volts in J1 of Merlin, the SW1 is the on/off switch, and the led 1 will indicate whether Merlin is fed.
 - 4.- Remove jumper J1
 - 5.- With SW3 as in figure 7 (load_code), each press on SW2 will reflex the equal sign in the PC's monitor.
 - 6.- Choose the option send text file... in the transfer menu from HyperTerminal and press return, you might choose the file test.hex ; if the transmission was successful, the checksum between parenthesis will appear in the screen.
 - 7.- Relocate jumper J1
 - 8.- Change SW3 to position as showed in figure 8; this let the microcontroller apply the code from the RAM, to do this since the beginning, press SW2 to reset the micro.
 - 9.- If you loaded the test.hex program, then you will see rotate a bit.
- Note: some times when you change the position of SW3, to run from internal EPROM to external RAM, the program starts to execute since the beginning, without the necessity of reset SW2, and if you do this the program won't work, due to the connection with the PC; for this reason,, wait a few seconds before reset SW2 in the last step to see if this is necessary..

How run Chief_Indian and Little_Indian with the Paper Handling controller and the High capacity input device (PHC & HCI).

- 1.- With the printer turn off, connect the C-LINK cable from the PHC to the Chief_Indian, as if it was the first EPHD attached , and connect the HCI to the Little_Indian as if it was the PHC.
- 2.- Connect the cable to communicate Chief_Indian J14 with Little_Indian J19 as it is showed on figure 9 and 10.
- 3.- Remove the jumpers J1 and press SW2 in each board.

Note: we must first load the code in the Little_Indian board, and after that, load the code for the Chief_Indian; we assume that you have one PC attached to each board for ease.

Little_Indian board first:

4.- Choose the option send text file.. as was described before, and choose litind.hex .

5.- Relocate the jumper J1

6.- Change the switch 3 to Run_code position; you will hear the initialization of the HCI and you will see one led turn on ,(do not press SW2) if this does not happen, repeat from step three.

Chief_Indian board second:

7- Choose the option send text file.. and send Chief.hex.

8.-Relocate J1.

9.- Change the SW3 to Run_code position.

10.- Turn on the printer and immediately press SW2 only of Chief_Indian, the communication must work.

Changes made about asynchronous communication an code:

The code and the hardware of Chief_Indian and Little_Indian that we are sending to you in this time, is different from the code and hardware that we sent before in slightly differences:

This code will let us to implement the wireless communication of C-Link, because when the Chief_Indian sends a command, it expect a response, if the response does not arrive, the Chief_Indian responses to C-Link with a dummy state, (as you suggested before) and store the next command issued by C-Link, retransmit the first command that had not a response, and handle the correct order of transmission and loss responses with a queue of three register; if you want to check this, you might send to print a document of 100 sheets, for example, (keep the trays with out sheets, except the four, in order to print the job from tray 4) and when it is printing, remove the jumper 1 from Little_Indian, which is RXD; this means that for each second that we truncate the communication, we lose 100 commands and 100 responses, that would be a very noisy media. You can only keep the J1 removed for two or three seconds as much, if you don't want to have a jam or a sheet repeated, due to the HCI functionality. However, this let you see that with certain constraint (from HCI) we can have a lot of loss packets and yet have connection.

Other changes made in hardware were done due to the implementation of the powerline version, and that we are reading the code from a RAM, that constraint as to use the 8255 IC.

There is also a group of leds that you can use if you want to monitor the development of the code in Little_Indian and Chief_Indian, to do this, you only need to check whether the accumulator is not in use, in such a case, load accumulator wit the value that you want to see in the leds and call the subroutine "saca"

Note: The leds are not in order.

As the first version, some part of this code of Chief_Indian and Little_Indian has been taken from the code intended for five EPHD attached to PHC, for this reason, you might see part of the code inconsistent, however, the routines and ISR are made thinking in only one EPHD attached to PHC.

As is showed in the schematic, you can configure the port B for your use, four bits of port C, (port C.0 to port C.3), but keep port C.4 -port C.7 as inputs; you can use also almost all port 1 and port 3.3 of 8751.

README.1ST

This page describes the information that we are sending you.

- Two development tools called Merlin, one of them has one Little_Indian and the other has a Chief_Indian.
- Two power supply to feed the Merlins
- Two serial cables to communicate Merlins with the PC.
- Schematics of Chief_Indian, Little_Indian, Merlin ver 2.0, and some figures to help you make work the tribe with the RF media.
- C-Link cables.
- Some fuses for Merlins.
- Two diskettes that have the same information:

Test.asm .-Assembler file of the test program.

This file you can use it to test the well configuration of the HyperTerminal and good connection of Merlin.

Test.hex .-Hexadecimal file of the test program.

Litind.asm .- Assembler file of the Little_Indian program.

This program is the driver of the Little_Indian board, the explanation of the code is below.

Chief.asm .-Assembler file of the Chief_Indian program.

This program is the driver for the Chief_Indian board, explanation of the code is below.

Defdault.51 .- File of headers for the assembler programs.

Litind.hex and Chief.hex .- Hexadecimal file of Chief_Indian and Little_Indian.

Readme.1st .- All the documents, made in Microsoft Word.

We apologize to you for be so late with this prototypes, and we hope that this is what you have expected; If some thing of this is not enough clear, it would be a pleasure to help you.

We wait for your coming.

Raymundo Vazquez

Guillermo Navarro

Ramon Parra

HEWLETT PACKARD GUADALAJARA

E.- REPORTE DE ACTIVIDADES

El objetivo de este reporte es dar a conocer las actividades y avances que se tienen respecto al problema de comunicación que se tienen entre los dispositivos EPH y la impresora.

Este reporte está dividido en las siguientes secciones:

1.- Antecedentes

- a) Introducción
- b) Actividades
- c) Literatura

2.- Tecnologías solución.

- a) Introducción. (ensayo)
- b) Líneas de AC.
- c) Radiofrecuencia.
- d) Infrarojo.
- e) Otras soluciones.

3.- Conclusión:

- a) Sumario
- b) Estado del proyecto
- c) Pasos a tomar

1.- Antecedentes:

Introducción.-El lunes 20/01/97 comencé, a trabajar en HP en el departamento de R&D con motivo de la investigación para la solución del problema que representaba la manera en como estaban unidas para comunicarse, la impresora y los dispositivos externos de esta, la cual es por medio de cables, y cuyo tamaño y número de ellos habían ocasionado quejas de algunos clientes. Quedé, entendido que tenía como jefe inmediato superior y responsables del proyecto al M.C. Raymundo Vázquez y al M.C. Guillermo Navarro.

Actividades.- El orden de las actividades está hecho cronológicamente, sin una especificación exacta, por la dependencia y relación que llevan las actividades, separándola en cuatro semanas, que comprenden del 20/01/97 al 14/02/97:

1er semana:

- Presentación y muestra de las oficinas por parte de Raymundo Vázquez.
- Contestar exámenes de seguridad del EHS por computadora.
- Conocer la manera en que se comunican la impresora y los EPH.
- Leer la documentación que ya se tenía de comunicación inalámbrica.

2da y 3er semanas:

- Investigación en Internet sobre las empresas que se dedican a comunicación inalámbrica.
- Lectura de folletería.
- Lectura técnica sobre la modulación de amplio espectro.
- Recopilación de información en general.
- Contacto con representante en México de Intellon.

4ta semana:

- Recopilación de información sobre cuales empresas trabajan productos de desarrollo y cuales de las propuestas en la literatura encontrada, se dedican a sólo venta final.
- Llamadas por teléfono a empresas de cuyo giro no estaba claro.
- Envío de faxes para requisición de información a las empresas con productos de desarrollo.
- Desarrollo de este reporte.

Fuentes:

Entre la literatura que ya se tenía había de una investigación previa por Raymundo, y la que se ha realizado en estas fechas, se cuenta con las siguientes fuentes.

"External Paper Handling Communication Link" (50 pags)
(Hewlwt Packard Company)

"Spread spectrum system with commercial applications" libro de Robert C. Dixon.

"Tutorial on 802.11 to 802" (19 pags)

"Frequency Hopping Spread Spectrum PHY of the 802.11 Wireless LAN Standard"
(20 pags)

Articulos:

"Home-automation buses: Protocols really hit home"
revista EDN, abril 13, 1995 (10 pags)

"Spread-spectrum communication rises from military roots to star in wireless world"
revista EDN, diciembre 1994 (4 pags)

"Powerline communication: wireless technology."
rvista EDN, junio 1996 (6 pags)

"Choices and confusion spread wider as spread spectrum goes mainstream"
revista EDN, octubre 1996 (6 pags)

"The CEBus communication standard part I , II, section A and B" (20 pags)
"CEBus for the masses" (20 pags)

"New spread spectrum technologies enable low control applications for residential and commercial use" (5 pags)

"Antennas for 915Mhz CEBus RF applications" (10 pags)

"120 /240V CENode Line Coupling" (2 pags)

"Split phase coupling for power line communications" (3 pags)

"CENode interface" (10 pags)

"SSC P400 Hardware design reference" (10 pags)

"SSC Cin P400 PL Network interface" (39 pags)

"Subsystems of intellon" (3 pags)

"Proccesing Gain for Direct Sequence Spread Spectrum Communication System and PRISM" (4 pags)

"A brief tutorial on Spread Spectrum and Packet Radio" (3 pags)

"Harris Signal Processing" (41 pags)

"Design of a C language reference implementation of the Lon Talk protocol" (13 pags).

Tambien se cuenta con el catálogo de productos de Intellon y Echelon, descripcion de los productos de Harris Semiconductor, como un grueso de informacion, y un poco de las compañías descritas a continuacion.

Compañías que se han visitado (en Internet) y/o telefoneado, acerca de sus productos en communications wireless:

Via Lineas de AC

Intellon

Ies Technologies

Adaptive Networks

Elcom Technologies

Echelon

Via RF

Harris semiconductors

Spectra Link

Proxim

Texas Instrument

Zilog

Lucent Technologies

Radio Lan American Microsystems Micron Wireless Logic Inc.	Intellon Echelon Fluke corporation
---	--

2.-Tecnologías Solución

Introducción: De momento hay cuatro posibles soluciones, y son, sin orden de importancia, o ventaja: dejar las cosas como están, pero esconder los cables, hacer una red por medio de comunicación por infrarrojo, RF, o vía líneas de AC, estas tres últimas acarrearán otros problemas, como se hace notar en el siguiente ensayo:

COMUNICACIONES: *MEDIO COMPARTIDO*

Cuando un dispositivo necesita transferir datos a otro dispositivo, si éstos están unidos por un medio, y ningún otro dispositivo tiene acceso a ese medio, entonces no hay problema, pero si para poder comunicarse, estos dispositivos tienen que acceder un medio compartido por al menos algún otro dispositivo, entonces deben respetarse ciertas consideraciones para no interferir con los demás dispositivos, y que los demás tampoco interfieran con nuestros dispositivos. Todo lo dicho anteriormente también vale para redes, en las cuales, si un conjunto de aparatos de una misma red, tiene el mismo medio de acceso que otra.

El medio de acceso que en este caso hablaremos son las **líneas de AC, el espectro de frecuencias, y el espacio.**

Cuando alguien quiere enviar dos señales al mismo tiempo por un mismo medio, esto puede hacerlo de diferentes maneras, la mejor de las cuales depende de las características mismas de la transmisión, y de las características permitidas por el medio de acceso, algunas de estas características son:

- La velocidad de transmisión,
- El ancho de banda permitido por el medio.
- Ruido del canal (medio).

Las diferentes maneras pues, de resolver el problema planteado de administrar el acceso en principio fueron:

Múltiple acceso por división de tiempo.- Dos señales (o más) son mandadas por un mismo canal mandándolas multiplexadas, es decir, cada una en un slot de tiempo.

Múltiple acceso por división de frecuencia.- Las señales son mandadas por un mismo canal, pero montadas a diferente frecuencia.

Sin embargo esto no fue suficiente para las demandas de las tecnologías nacientes, y en particular, cuando la intercomunicación debe de ser entre varios dispositivos, todos contra todos; con este problema el manejo de una red surgieron varias topologías y métodos de acceso al medio, por ejemplo, token ring (con token passing), y de Bus (con CSMA).

Junto con estos protocolos de manejo de redes, también evolucionaron otros métodos de transmisión de información como es el espectro disperso o **SPREAD SPECTRUM**, en este caso debido a que el espectro de frecuencias está casi totalmente licenciado en las bandas manejables, lo que quedó es utilizar el espectro libre, pero se debe

de utilizar de manera diferente, porque si se utilizara con los métodos convencionales de modulación, en seguida se acabarían los canales, y cada uno de ellos se vería fácilmente influenciado por ruidos de otras emisiones; lo que consiste el spread spectrum, es que la transmisión utilice todo el espectro de frecuencias, de tal manera que la potencia de transmisión no recaiga sobre una frecuencia en particular, sino que se vea distribuida en todo el espectro permitido, y parezca la transmisión para dispositivos que no estén en la misma red, como ruido blanco.

Existen dos maneras de lograr este tipo de modulación: **DSSS** (direct sequence spread spectrum) y **FHSS** (frequency hopping spread spectrum).

Por el momento, no voy a explicar las características fundamentales de cada una, pues no es relevante por el momento, solo queda responder a una pregunta ¿cómo un dispositivo puede comunicarse con otro, si no están en el mismo slot de tiempo, ni sintonizados a una misma frecuencia? la respuesta es por otro manera de acceso al medio, el **CDMA** (acceso múltiple por división de código), esto es, para que dos dispositivos puedan entablar una comunicación es necesario que se correlacionen con un mismo código, la señal que están recibiendo está con un código interno preprogramado, si el código no es el mismo, las señales estarán descorrelacionadas, y al receptor le parecerá estar escuchando ruido blanco. (Esta correlación no se realiza de la misma manera en DS y FH, al igual que la modulación, y el código en si representa diferentes actuaciones en las dos, pero para un panorama muy general, lo dicho es válido para ambas).

La división de código, permite realizar abstracciones de redes, comunicación punto a punto, broadcasting, etc.

TECNOLOGIAS EN EL MEDIO DE AC

Introduccion.- Con el mejoramiento de la tecnología, cuando antes se necesitaba controlar dispositivos, se tenían sensores en cada uno de ellos, y se comunicaban de manera rudimentaria con un controlador centralizado, ahora es posible que haya nodos dedicados en cada dispositivo a controlar, y que aún mas, estos nodos realicen comunicación con otros nodos o con un host que esté, como monitor, esto es, la capacidad se ha distribuido; como necesidad de estas comunicaciones han surgido diferentes protocolos y regulaciones de estos para intentar universalizar las comunicaciones entre estos nodos; En el caso de las líneas de AC, hay cuatro principales home automation protocolos

1.- X-10

2.- Smart House , creado por National Association of home Builders

3.- Echelon Corp`s LONworks.

4.- The Electronics Industries Association's CEBus (EIA IS-60).

Del primero, ya en desuso, utiliza técnicas de **modulación de banda angosta y escasa rapidez** de protocolo no apta para comunicaciones, ni del segundo, cuyos **precios de aplicación están elevados**, nos fijaremos.

El tercero, es el único que ha logrado pasar de hogar a la industria, en aplicaciones de control, y es la empresa Echelon quién la ha desarrollado; la tecnología de **Echelon** tiene productos terminados así como de desarrollo en RF, Infrarrojo, par trenzado, líneas de AC. Estos productos son transceptores, interfaces y puentes entre un medio y otro, routers, monitores; para un completo desarrollo de red de comunicación punto a punto. La parte

principal de interoperabilidad de un producto LON con otro, es un **neurona IC** de Echelon, este chip, implementa las capas bajas del protocolo, con lo que se tiene simplicidad para el desarrollo.

Un **red Lonwork** consiste de dos o mas nodos con un protocolo común que se comunican sobre una o mas medios, tales como par trenzado, líneas de poder, fibra óptica, cable coaxial, RF e infrarrojo. El corazón de cada nodo el Chip neuronal, el cual contiene el **LonTalk protocolo**, un protocolo de 7 niveles que asegura que los nodos puedan interoperar usando un eficiente y confiable standard de comunicaciones. Como estos C.I. neuronales pueden comunicarse directamente a los sensores y salidas que ellos supervisan, un simple chip neuronal puede llevar a cabo acciones de control, y comunicarse con otros chips neuronales. Si se requiere mas poder de procesamiento, un nodo se puede utilizar como un coprocesamiento con otro host.

Echelon tiene una línea de mas de 75 productos para instalar y mantener redes con Lonwork:

- Neuron Chips
- Lonworks transceivers
- Lonworks network interfaces and gateways
- Lonworks routers
- LonManager Network Services Tools
- Development tools.

CEBus es una organización en la cual, al igual que la anterior, permite comunicación "peer to peer": **este protocolo es mas abierto**, ya que permite que productos de cualquier fabricante se puedan comunicar, solo deben de respetar un **CAL** o lenguaje de aplicación común para el medio en que se esté, comunicando, con regulaciones para RF, IRed, Par trenzado, coaxial, líneas de AC y fibra óptica., La empresa que ofrece los dispositivos que manejan las dos capas de más bajo nivel del modelo ISO es **Intellon**.

Empresas que ofrecen productos por comunicación via líneas de AC:

INTELLON: Vende dispositivos para control de la capa fisica, de la capa de enlace, módulos que soportan las dos capas, que con un host puede funcionar como nodo, dispositivos de desarrollo de estos, programas de depuración y monitoreo, interfaces de comunicaciones con estos nodos por medio de la PC o un microcontrolador HC11.

Su dispositivo mas rápido permite transferencia de datos a 10kbps, utiliza un DSSS de 100 a 450 Khz, y utiliza una técnica de sensado de portadora para acceso al medio.

ECHELON: Para el caso de las líneas de AC, el dispositivo mas rápido que tiene es el PLC-10, que es un modulo de comunicación transceptor a 10 kb/s trabaja en spread spectrum con direct sequence de 100 a 450 kHz de aprox 10x6cm permite comunicación con un host, tiene también dispositivos que solo implementan la capa fisica. y módulos de desarrollo y starter kit de éstos.

ADAPTIVE NETWORKS.- Es una empresa que desarrolla tecnología para la transmisión confiable de datos vía las líneas de poder, con una patente en técnica de Spread

spectrum ancho de banda adaptativo; en 1991, la tecnología de adaptive networks fue seleccionada para ser el standard de alta velocidad de datos para la industria de refrigeración, por el ISO, la cuál era de 19.2 kb/s.

En la actualidad, el dispositivo mas veloz que tiene es el AN1000, el cual manda una taza de datos con error de 10^{-9} , a 100kbps; el procesador de red y microcontrolador provee funciones de optimización de corrección de errores, packetización, y token passing con Interface a aplicaciones de protocolos estándar, de este chipset se tienen unidades nodos, kits de evaluación, módulos de monitoreo.

Otras compañías que venden productos via lineas de AC :

IES Technologies.
Elcom Technologies

COMUNICACION VIA RF CON MODULACION SPREAD SPECTRUM:

La modulación por spread spectrum vía RF tiene velocidades de transmisión mucho mas altas, de incluso arriba de un MHz; ya hay muchas compañías que venden IC que realizan la transformación de banda base a spread spectrum, entre las cuales, las que ofrecen kits de desarrollo de sus productos:

Harris Semiconductor
Texas Instrument
Zilog
American Microsystems Inc.
Micron Communications.
Wireless logic Inc.

INFRARROJO.- La conexión vía infrarrojo es relativamente sencilla, ya que el medio no es tan hostil, y solo se necesitan emisores y detectores de infrarrojo, sin embargo, ya se cuenta con chips mas sofisticados, transceptores de infrarrojo con procesamiento digital de las señales, para mejorar la confiabilidad de la comunicación, este es el caso de Texas Instrument, el cual tiene un transceptor de infrarrojo que cumple con la primera versión de IrDA; sin embargo, los dispositivos de HP son mas sofisticados.

OTRAS SOLUCIONES .- Entre las demás soluciones al problema del cableado, podría ser, reacomodar el cableado en el aspecto mecánico, para empalmar por presión las partes que puedan hacerse de esa manera; o cablear dentro de los dispositivos con cables mas delgados y maleables, o utilizar un cable con resorte y amarre circular, de manera que de cada dispositivo solo sobresalga el conector, el cuál puede extenderse para la conexión, pero el resorte lo mantendría de la manera mas escondida posible.

CONCLUSION

Sumario

En este mes de investigación, el mayor tiempo se ha invertido en ver las características del problema, distintas soluciones, que compañías ofrecen esas soluciones; se

han mandado requisiciones de precios y especificaciones de los productos por las compañías que ofrecen productos de desarrollo.

Estado del proyecto.- En este momento, de todas las compañías investigadas, Intellon, Echelon y Adaptive Networks son las compañías que ofrecen productos de desarrollo para líneas de AC de nuestro interés, todavía no llega respuesta sobre sus listas de precios, por lo tanto, todavía no se puede hacer una matriz de comparación para saber cual de los fabricantes tiene productos mas afines al problema que nos atañe, en el caso de RF, tampoco hay nada claro en cuanto a un fabricante en particular, pero aqui la desición es mas sencilla, puesto que hay un sólo estandard para todos los fabricantes

Pasos a tomar.-

Continuar investigando para tener a la brevedad, la lista completa de los fabricantes que tienen productos de desarrollo acordes a nuestras necesidades, conseguir muestras de ellas, y ponerlas a trabajar para observar su funcionamiento en el campo.

F.- CONEXIONES:

El presente escrito tiene como objetivo describir la manera en que deben conectarse las tarjetas de Tribu (cada una de las tecnologías implementadas) con la impresora y el HCI. El orden de las descripciones es el siguiente:

Conectores.

Infrarrojo.

Líneas de Poder.

Radiofrecuencia.

Introducción:

Se tienen dos tarjetas diferentes del proyecto Tribu, una de ellas con nombre Chief_Indian, y la otra con nombre Little_Indian. La primera tiene como objetivo crear una interfaz con la guacamaya, (la cual tiene como protocolo de comunicaciones a C-Link) con un protocolo que soporte comunicación inalámbrica (Tribu). La segunda tarjeta tiene casi la misma función de la primera, la diferencia, es que el dispositivo con el que interfasa al protocolo inalámbrico, es cualquier EPHD.

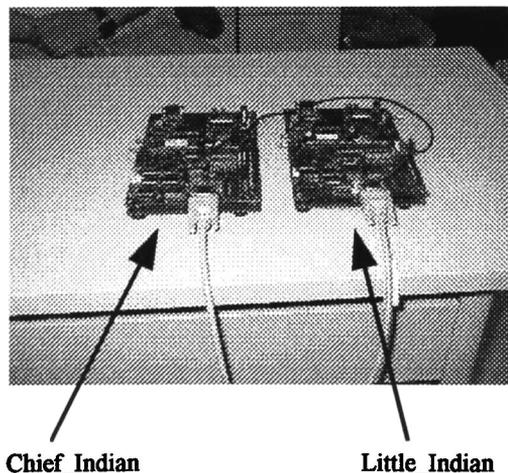
Conectores:

La interfaz física del protocolo de Tribu consta de tres circuitos: transmisión, recepción y tierra. Las tarjetas se comunican en forma asíncrona con un protocolo de 10-11 bits UART.

La fig. 1 muestra el conexionado que debe hacerse entre las tarjetas Chief_Indian y Little_Indian:

Nótese que la tarjeta Chief_Indian tiene dos conectores juntos; todas las conexiones se realizan en el conector J14, que es el que está mas al extremo de la tarjeta (Ver fig 2).

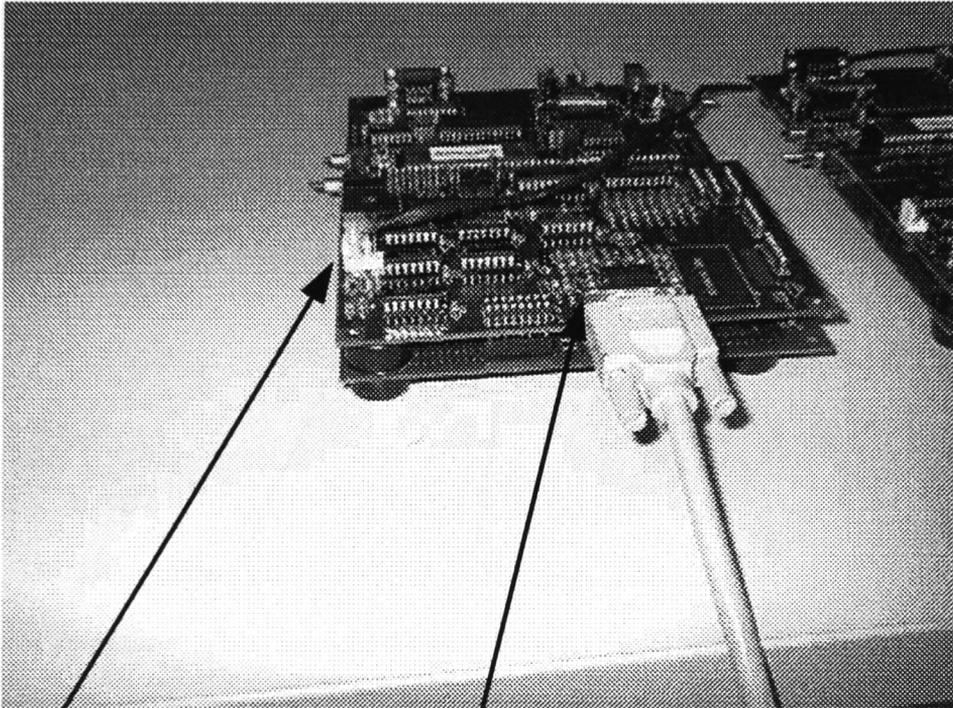
Fig. 1



La tarjeta Chief se conecta al PHC por medio de J3 (ver Fig 2), y la tarjeta Little al HCI por su conector J3 (ver Fig 3); las tarjetas deben ahora conectarse entre ellas por medio

de los conectores J14 en Chief_Indian (ver Fig 2) y J19 en Little_Indian (Ver Fig 3), esto se puede realizar por medio de un cable de tres circuitos que una directamente a cada pin del conector J14(Chief) con cada pin del conector J19(Little); (esto se debe a que el pin TX de J14 de Chief -circuito de enmedio- corresponde a RX de J19 de Little, y que el pin RX de J14 deChief, -circuito en el extremo mas cercano al micro- corresponde TX de J19 de Little).

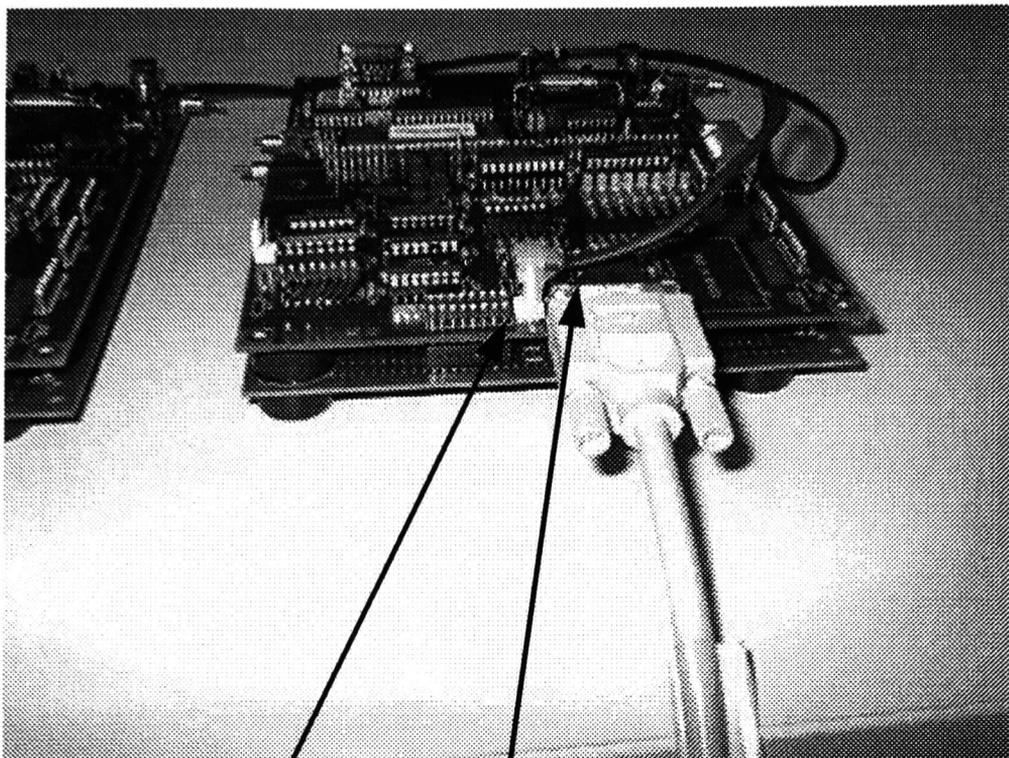
Fig. 2



J14 Chief_Indian

J3

Fig 3

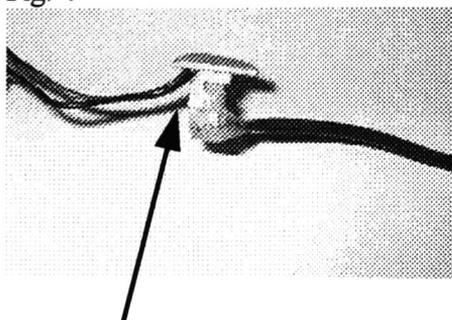


J19 Little_Indian

J3

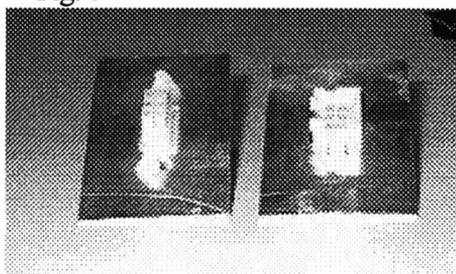
Si se desean utilizar los conectores de Molex (Fig 5), entonces de cada tarjeta de Tribu se conecta un cable semejante al mostrado en la figura 1 a cada uno de los conectores Molex; (Estos conectores son muy robustos, y tienen juego, de tal manera que permite montajes sin sin unir los conectores con exactitud). Los conectores Molex tienen una base de tres pines para unirse al cable. Los contactos entre los conectores Molex y el cable está orientados, por lo tanto sólo se pueden conectar de la manera correcta (Fig 4)

Fig. 4



Conectores orientados

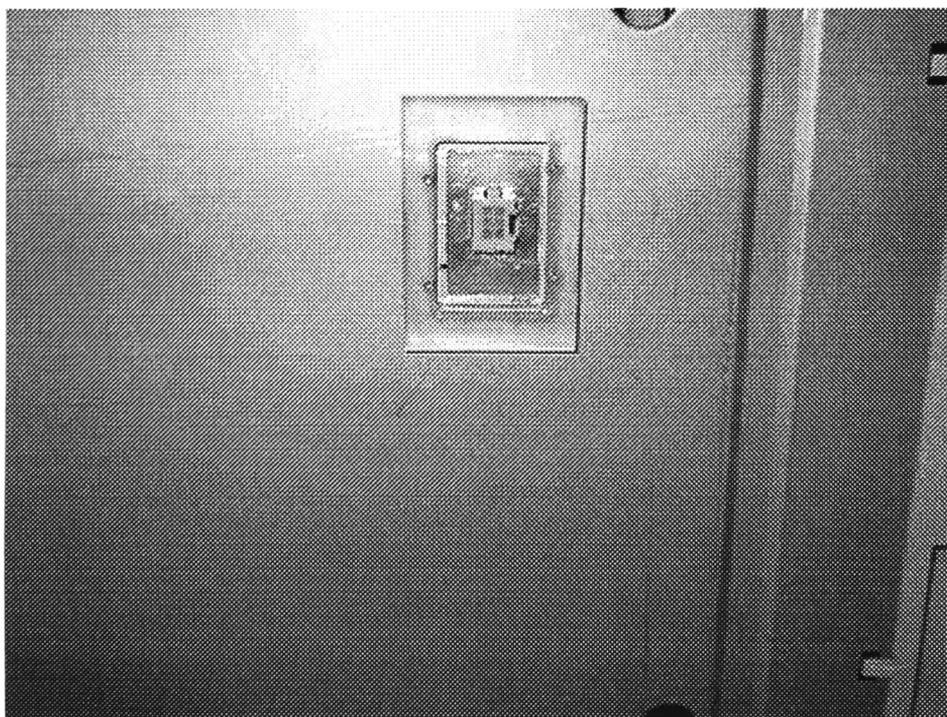
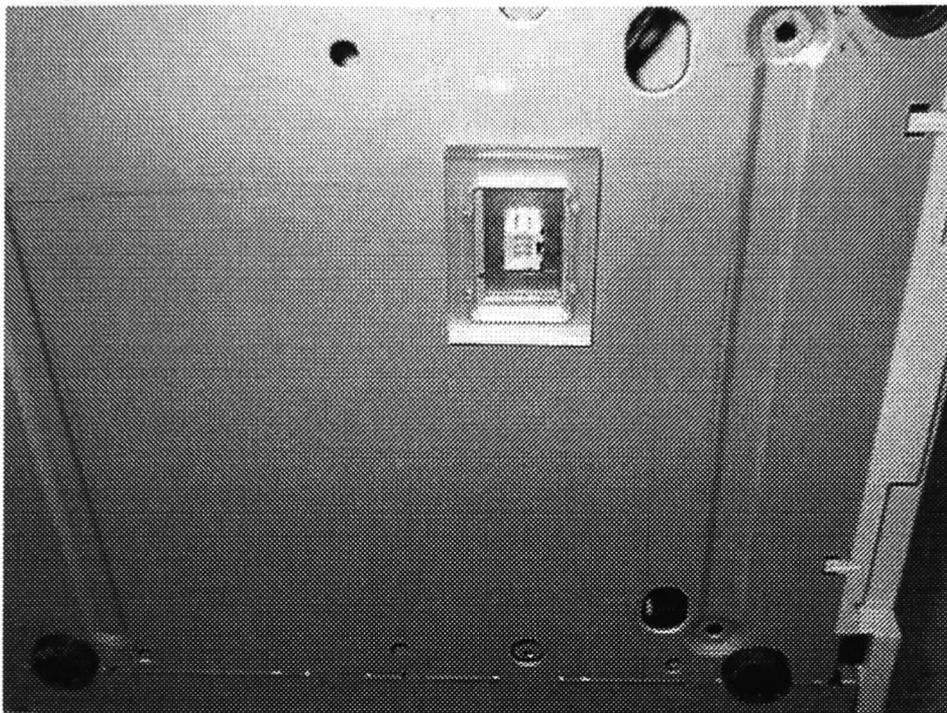
Fig. 5

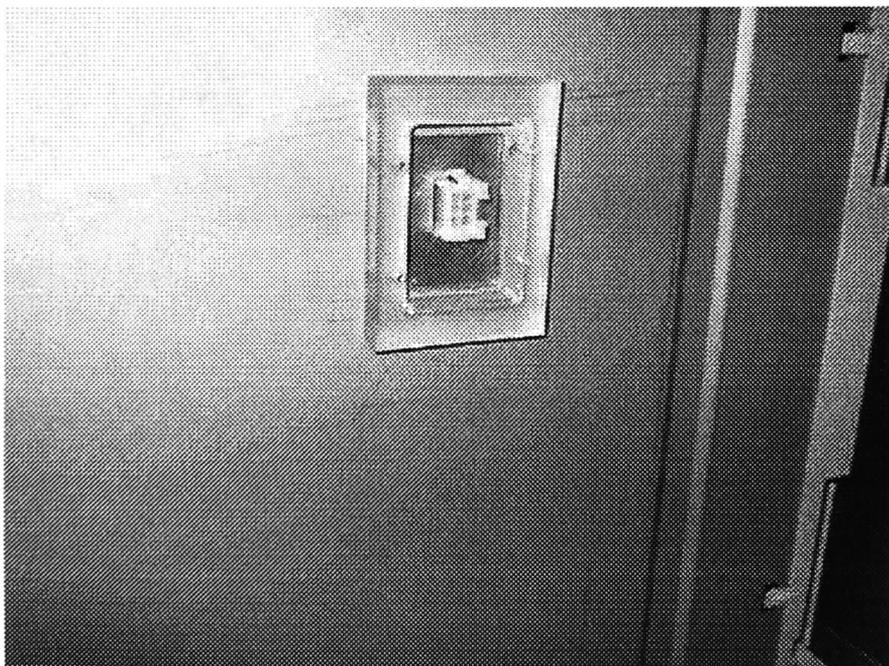
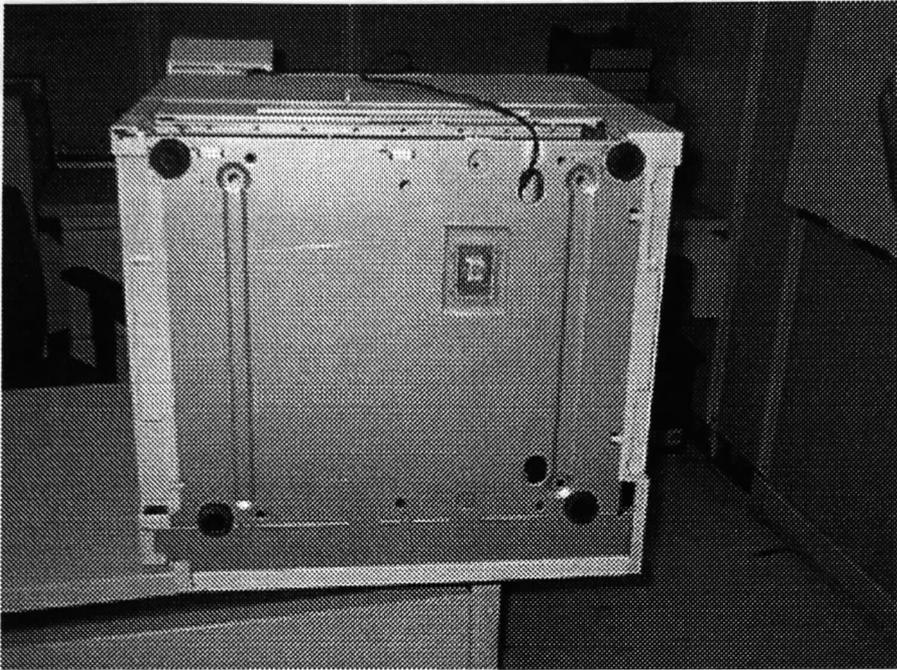


Conectores de Molex

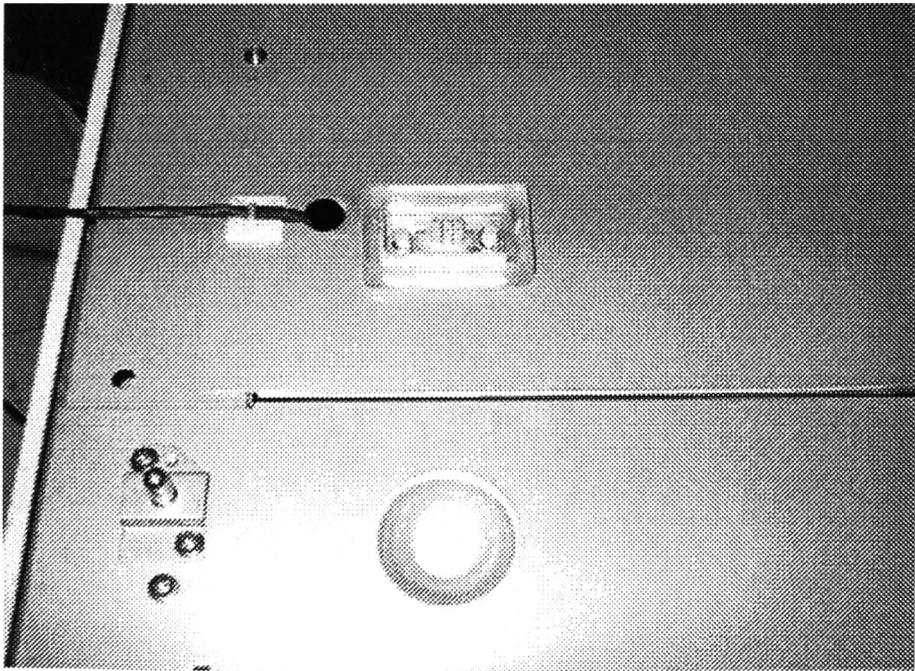
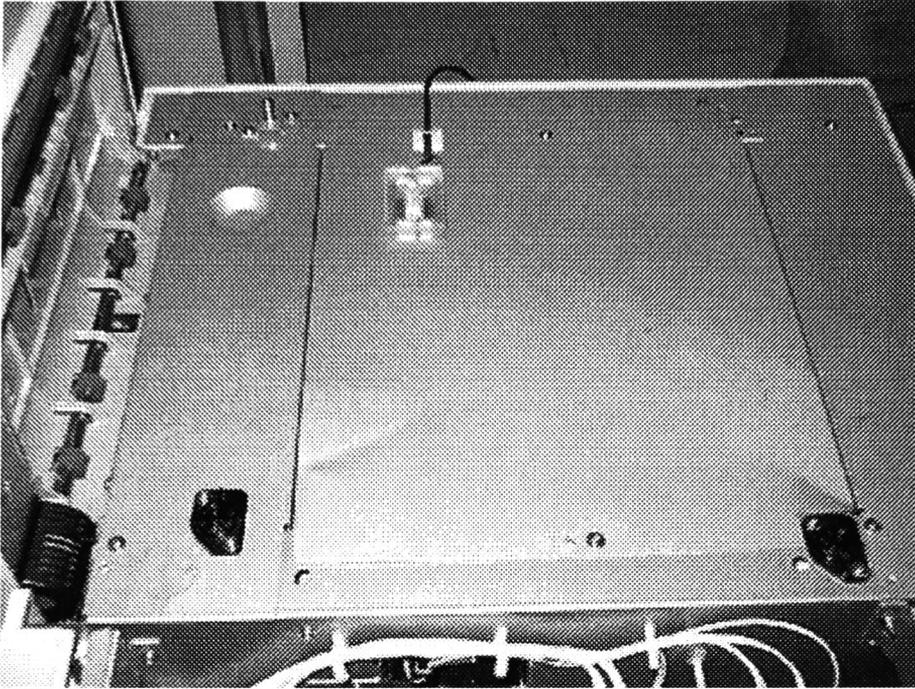
Fotos de los conectores implementados en La impresora y el HCI

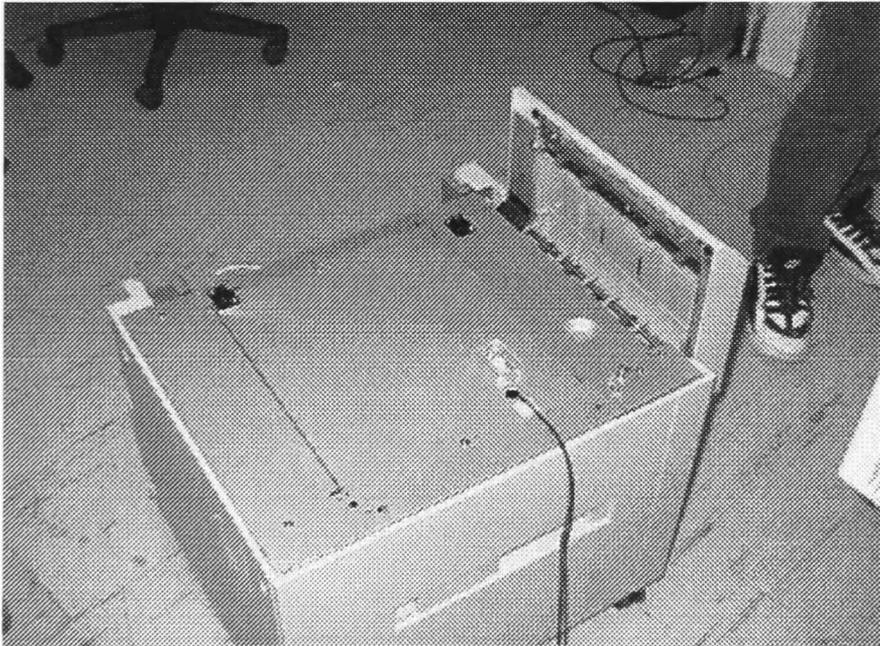
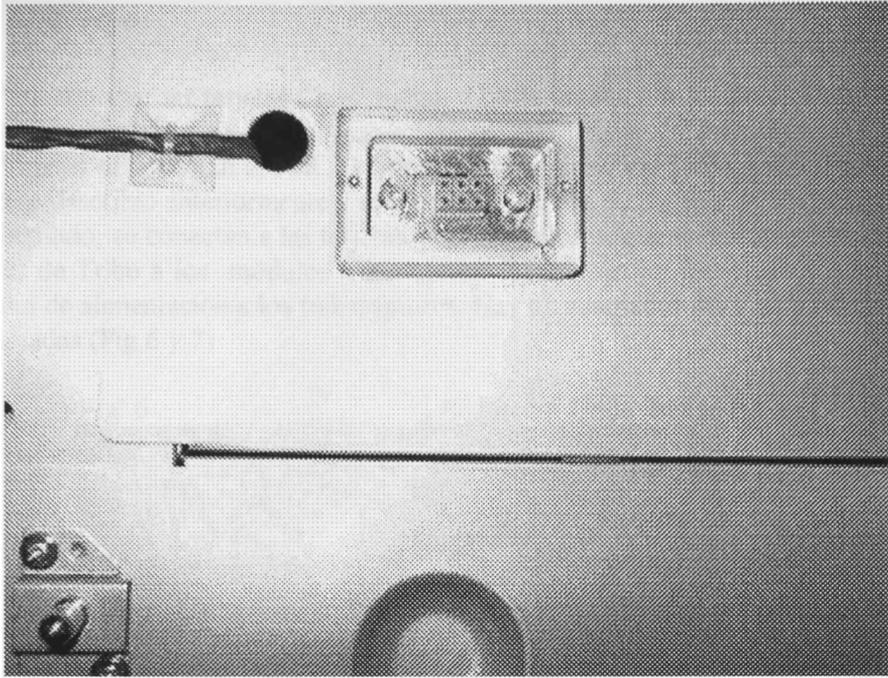
Engine:





HCI





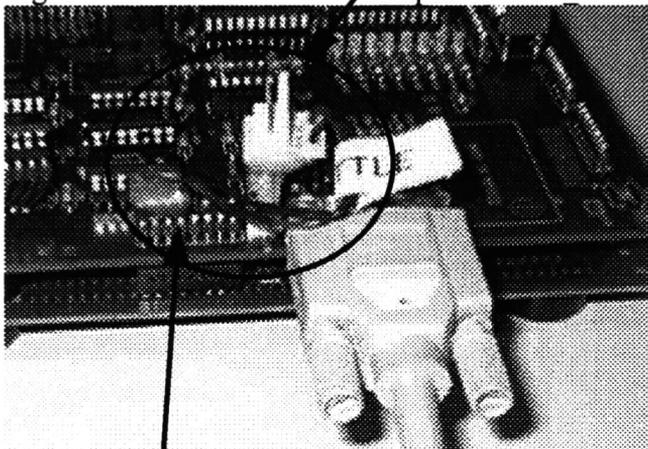
Infrarrojo:

Para conectar las tarjetas Chief_Indian y Little_Indian por medio de transceptores de Infrarrojo, se realizan los siguientes pasos:

Primero se conectan el PHC al Chief_Indian y el HCI al Little_Indian, por medio de J3, como se describió anteriormente y se muestra en la Fig. 1, 2 y tres.

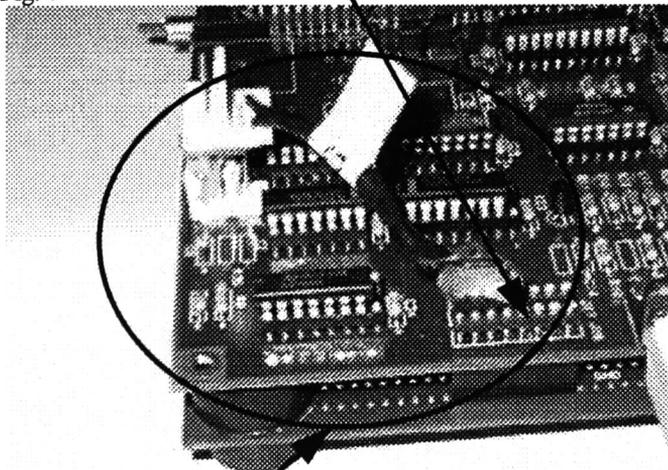
Segundo, se conectan a las tarjetas dos adaptadores, que tienen como objeto acoplar las señales de Tribu a los módulos transceptores de Infrarrojo; estos adaptadores también suministran de alimentación a los transceptores; Hay un adaptador para cada tarjeta, y ambas están marcadas. (Fig 6 y 7)

Fig. 6 Adaptador Little Indian



El cable negro se conecta a los pines mas al extremo de la tarjeta

Fig. 7



Adaptador Chief_Indian

El adaptador de la tarjeta Little_Indian cruza los cables TX con los de RX de la misma, de tal manera que éstos queden igual que la tarjeta Chief_Indian. De esta manera, la interfaz de ahí en adelante para los transceptores de Infrarrojo es exactamente igual.

A los adaptadores se les conecta un cable de 4 circuitos, como se muestran en las figuras:

Fig 8

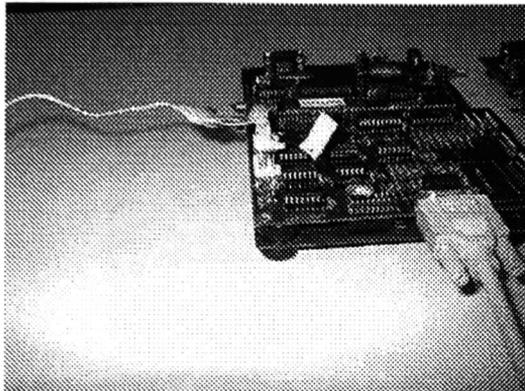
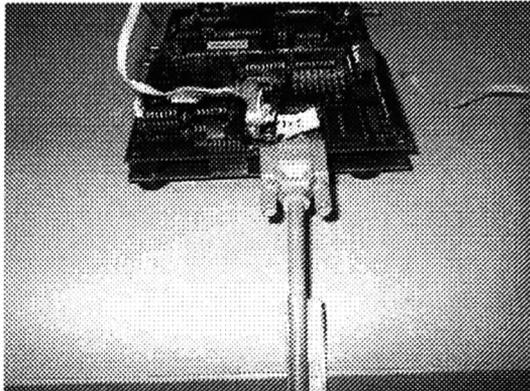


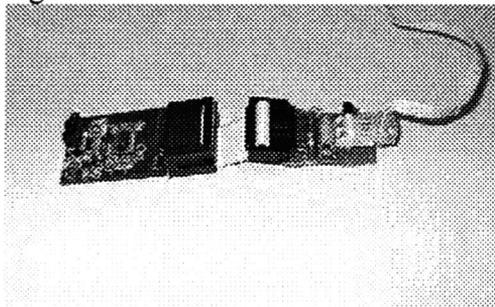
Fig. 9



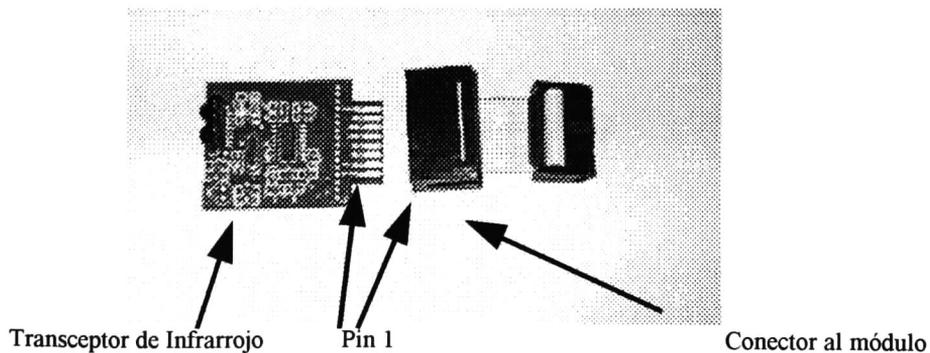
Los conectores están orientados, por lo que no hay forma de equivocarse.

Del otro extremo del cable, se conectan una tarjetita que va al transceptor de Infrarrojo. ver fig 10.

Fig. 10



En la fig 11. se muestra con mas detalle la orientación de la tarjetita al módulo transceptor; solamente hay que checar que el receptáculo del modulo en su pin 2 (están marcador por el frente) se conecte al pin 1 del transceptor de Infrarrojo.



Líneas de Poder:

Los prototipos que comunican al HCI con el PHC por medio de Tribu, están configurados de tal manera, que sólo se necesita conectar el Chief_Indian al PHC, y el Little_Indian al HCI por medio de cables de C-Link, encender primero el Little_Indian, y unos segundos después el Chief_Indian, acto seguido encender la impresora.

Los prototipos necesitan conectarse a las líneas de AC, esto lo hacen por el siguiente puerto:



Conexiones a líneas de poder

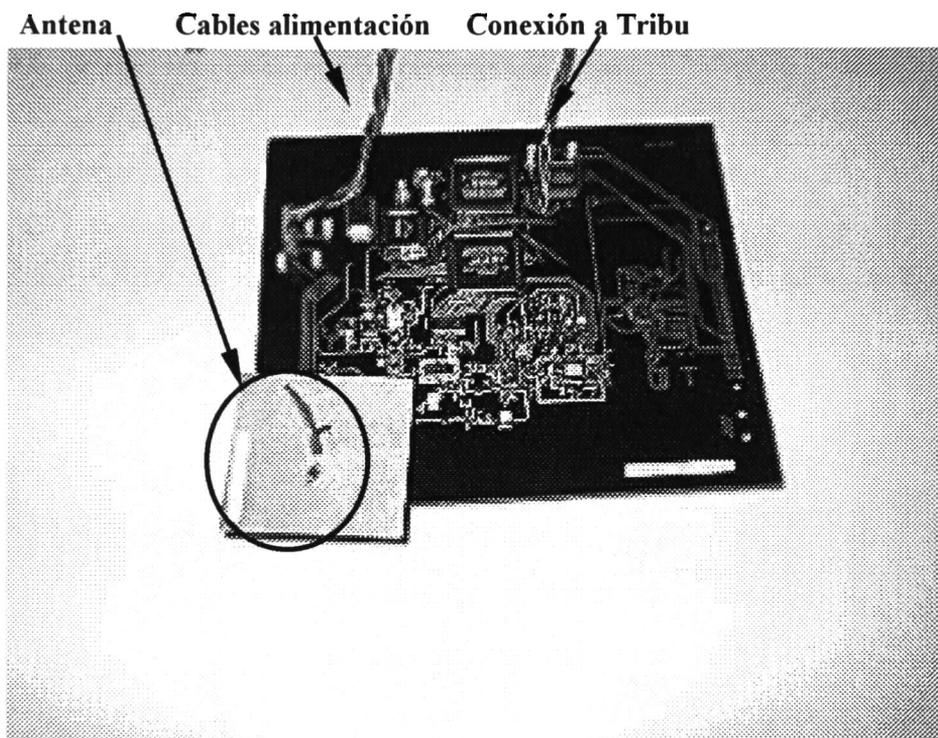
conexión derecha

Debe conectarse la conexión derecha a tierra, y la izquierda a fase a un contacto de 120 VAC. Si se tienen los cables elaborados con los prototipos, entonces se conecta el negro a la conexión de la derecha, y el rojo a la conexión de la izquierda

Radiofrecuencia:

Las tarjetas de Tribu se conectan a las tarjetas de bristol por medio de J14 Chief_Indian y J19 Little_Indian (véanse las fig. 2 y fig. 3 del apartado conexiones, pags 2 y 3).

Hay 2 tarjetas transceptoras de Radiofrecuencia, una que se conecta al Chief_Indian y la otra al Little_Indian; ambas son casi iguales en su hardware:



Las antenas de las dos tarjetas son iguales, y es indistinta cuál va a en cada transceptor.

Los cables de alimentación están cada uno marcado con el voltaje al cual deben conectarse, de manera que no hay forma de equivocarse.

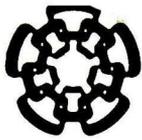
Los cables señalados en la figura como “conexión a Tribu”, vienen marcados, uno con la palabra “Chief” y el otro con “Little”; ésta es la clave para saber cuál tarjeta de Bristol se conecta con cuál de Tribu.

Los cables “conexión a Tribu” de ambas tarjetas constan de tres circuitos, donde el de color negro es tierra. En la conexión a Little_Indian, el cable de color negro debe quedar en el circuito más al extremo (en la orilla) del conector J19. En la conexión a Chief_Indian, el cable de color negro debe quedar en el extremo del conector J14 mas retirado del Microcontrolador.

Para operarlos:

- 1.- Se conecta el Chief_Indian al PHC por medio de J3 (ver fig 3).
- 2.- Se conecta el Little_Indian al HCI por medio de J3 (ver fig 2).
- 3.- Se alimentan las tarjetas transceptoras de Bristol.
- 4.- Se enciende Little_Indian.
- 5.-Al menos dos segundos después se enciende Chief_Indian.
- 6.- Por último se enciende la Impresora.

Los programas para Tribu pueden ser Cinfared o Chief para Chief_indian y Linfrared o Little para Little_Indian.



**CENTRO DE INVESTIGACION Y DE ESTUDIOS AVANZADOS DEL IPN
UNIDAD GUADALAJARA**

El Jurado designado por el Laboratorio de Ingeniería Eléctrica y Ciencias de la Computación del Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, aprobó la tesis: "Factibilidad de utilización de líneas de poder, radiofrecuencia e infrarrojo como medio físico para una red de corto alcance" el día 23 de Octubre de 1998.

Dr. Manuel Edgardo Guzmán Rentería
Investigador Cinvestav 3A
Jefe del CINVESTAV del IPN
Unidad Guadalajara

Dr. Deni Librado Torres Román
Investigador Cinvestav 2C
CINVESTAV del IPN
Unidad Guadalajara

M. en C. Gustavo Guillemín Franco
Ingeniero de Diseño de Hardware
Hewlett Packard Guadalajara



CINVESTAV
BIBLIOTECA CENTRAL



SSIT000003827