

ARTÍCULO CIENTÍFICO

# **LVLRF: Sistema de gestión de niveles de potencia de transmisión de señal CATV\***

## **[LVLRF: management system of transmission power levels of CATV signal]**

*MICHAEL ALEJANDRO ROJAS-GIRALDO<sup>1</sup>*

*LUIS CARLOS CORREA-ORTIZ<sup>2</sup>*

*RECIBO: 17.02.2010 - AJUSTE: 26.02.2010 - AJUSTE: 10.05.2010*

*APROBACIÓN: 18.05.2010*

### **Resumen**

*En la actualidad la televisión por cable es prácticamente una necesidad que envuelve a cada una de las personas y hogares del mundo, debido a su gran variedad de contenidos de diferentes tipos, los cuales se adaptan a los gustos de cada individuo. Este proyecto pretende brindar herramientas para que las empresas de telecomunicaciones prestadoras de este tipo de servicio, puedan hacerlo con calidad.*

*Con base en lo anterior, se ha concebido este proyecto como una solución al problema del monitoreo de los niveles de las señales de RF en el origen de los sistemas de televisión por cable, debido a que si el origen de la señal varía 1 dBm, en la red el cambio sería de entre 4 y 6 dBm, lo cual se representa como una deficiencia en la calidad de la señal. Este proyecto está basado en un circuito detector de RF el cual entrega una lectura, que es procesada por un circuito de interconexión encargado de entregarla a cualquier conexión IP, de allí es recibida por un software de monitoreo que representará gráficamente todos los datos.*

---

\* Modelo para citación:

ROJAS GIRALDO, Michael Alejandro y CORREA ORTIZ, Luis Carlos. (2010). LVLRF: Sistema de gestión de niveles de potencia de transmisión de señal CATV. En: Ventana Informática. No. 22 (ene-jun., 2010). Manizales (Colombia): Universidad de Manizales. p. 105-120. ISSN: 0123-9678

1 Egresado del programa de Tecnología en Sistemas, Facultad de Ingeniería, Universidad de Manizales. Funcionario UNE, Manizales, Colombia. Correo electrónico: michaleroji@hotmail.com  
2 Ingeniero Electrónico. Docente de la Facultad de Ingeniería, Universidad de Manizales. Correo electrónico: lcco@umanizales.edu.co

**Palabras Clave:** *Televisión por cable, monitoreo, radiofrecuencia, nivel de señal de radiofrecuencia.*

## Abstract

*Today cable television is almost a necessity that involves each of the individuals and households worldwide, due to its wide range of content of different types, which were adapted to the tastes of each individual. This project aims to provide tools for the telecommunications providers of such service may do so with quality.*

*Based on the foregoing, this project has been conceived as a solution to the problem of monitoring the levels of RF signals in the origin of the cable television systems, because if the source of the signal varies a dBm, change in the network would be between 4 and 6 dBm, which is represented as a deficiency in the quality of the signal. This project is based on an RF detector circuit which provides a reading which is processed by a circuit interconnection charge to deliver it to any IP connection, there is received by monitoring software that plotted all the data.*

**Keywords:** *Cable TV, monitoring, radiofrequency, radiofrequency signal level.*

## Introducción

Este trabajo presenta una herramienta de solución a un gran problema presente en todas las empresas de telecomunicaciones que prestan el servicio de televisión por cable. Estos sistemas poseen una señal de televisión origen distribuida por toda la ciudad mediante unos equipos electrónicos llamados *HUB* de televisión por cable, estos pueden tener una topología tipo estrella o en anillo. De allí son llevados a los nodos ópticos situados por toda la ciudad encargados de distribuir la señal de televisión por medio de amplificadores a cada uno de los usuarios de este tipo de servicio. El mayor inconveniente es que cualquier cambio en la señal origen de televisión genera un efecto cascada afectando a cada uno de los componentes de la red de forma diferente, causando pérdidas en la calidad de la señal de televisión por cable.

La utilización de componentes de bajo costo y además de bastante uso comercial, permiten a este tipo de proyecto una solución viable para pequeñas y grandes empresas de telecomunicaciones que ofrecen el servicio de televisión por cable.

LVLRF en la actualidad se presenta como un aplicativo conformado por tres partes fundamentales, la primera de ellas es un circuito detector

de RF, la señal de televisión por cable, que entrega una salida análoga en forma de voltaje en una escala de 0 a 5 voltios continuos; luego entra la segunda parte del sistema, la interconexión, que se encarga de recibir esta señal y procesarla por medio de un micro-controlador. Posteriormente es transformada a IP, ya que por medio de este protocolo puede ser transportada por cualquier red de la actualidad, y finalmente viene el aplicativo de software el cual fue construido en *LabVIEW®*, un programa de instrumentación que cumple con las necesidades para la presentación y manejo del monitoreo de la señal de televisión por cable.

## 1. Marco teórico

### 1.1 Redes HFC

La red HFC o híbrida fibra-coaxial está compuesta tanto de enlaces o cables de Fibra Óptica como de cable coaxial, ellas nacen gracias a una necesidad de evolución a las antiguas redes CATV o televisión de antena comunitaria, como lo expresa Cartagena (2007, 9).

**1.1.1 Arquitectura de red.** Comienza por la cabecera de red en donde se recogen todas las señales las cuales son recibidas mediante antenas, y de ahí transformadas para poder ser transportadas a la red. Luego se crea una distribución de fibra óptica, nodos ópticos, amplificadores y cable coaxial, (Figura 1), la cual es la encargada de transportar la señal de televisión e internet a cada uno de los usuarios finales. Mediante la

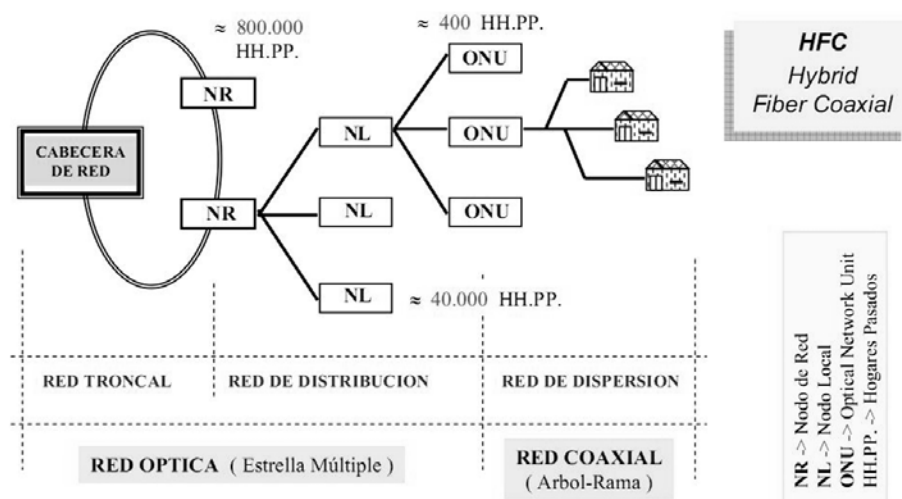


Figura 1. Sistemas de Acceso Óptico. (Cisneros, 2001, 31).

introducción de la fibra óptica, se produce una reducción del número de amplificadores en cascada necesarios en la red, reduciéndose el ruido y distorsión en las señales transportadas. La fibra aumenta además el ancho de banda de la red, la cual se convierte en una red de mayor flexibilidad y capacidad de servicio. Tal como lo expresa Cisneros (2001, 31), las redes HFC están configuradas en forma de anillos multipunto, con diferentes jerarquías organizativas, están formadas por un anillo principal de transporte, del que se despliegan anillos secundarios de fibra, y de los que salen las acometidas de la red de coaxial.

**1.1.2 Estándar DOCSIS.** El DOCSIS (Especificaciones de Interfaz de Servicios de Datos por Cable, por sus siglas en inglés), es un estándar definido por la industria de la TV por cable para permitir la interoperabilidad entre cable módems y las cabeceras de las redes o CMTS, para la transmisión de datos. Existen diferentes normalizaciones que se han creado con el pasar de los tiempos como se muestra en la Tabla 1, debido al surgimiento de nuevos servicios como a su demanda y a los grandes avances en tecnologías de telecomunicaciones, como lo menciona Sienra (2001).

Algunos tipos de este estándar (Tabla 1) son: DOCSIS 1.0, denominado servicio *Best Effort* de alta velocidad para acceso a Internet y datos; DOCSIS 1.1, que incluye múltiples clases de servicio y QoS (calidad del servicio) para los servicios sensibles al retardo, como la telefonía; DOCSIS 1.2 que usa tecnología S-CDMA (*Synchronous CDMA*), con mayores tasas de transferencia y tolerancia al ruido e interferencias y finalmente DOCSIS 2.0 el cual introduce soporte a servicios simétricos y servicios punto a punto (PPP), servicios IP *multicast* y mayor inmunidad al ruido y la interferencia.

Tabla 1. Estándar Docsis.

| Estandar                      | Prestaciones                    | Servicios                                  |
|-------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------------|
| Docsis 1.0, 5 Mbps            | Especificaciones, estándar      | Alta velocidad de datos. Acceso a internet |
| Docsis 1.0, 10 Mbps (Retorno) | Calidad del servicio. Seguridad | Doble capacidad (Retorno). Bajo costo      |
| Docsis 2.0, 30 Mbps (Retorno) | S-CDMA y A-TDMA                 | Servicios simétricos. Punto a punto.       |

En una transmisión de datos de alta velocidad bidireccional, la información que es enviada al usuario es llamada *downstream* y la información que el usuario envía se conoce como *upstream*, que está relacionada con las peticiones de un usuario para solicitar determinada información,

como por ejemplo descargar un sitio de internet, son enviadas en diferentes bandas de frecuencia, como lo muestra la Figura 2.

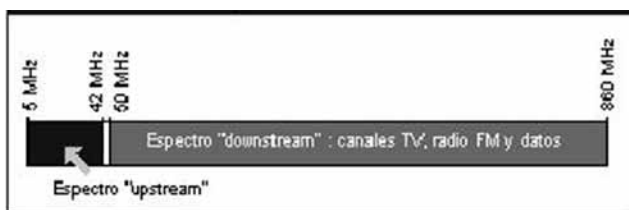


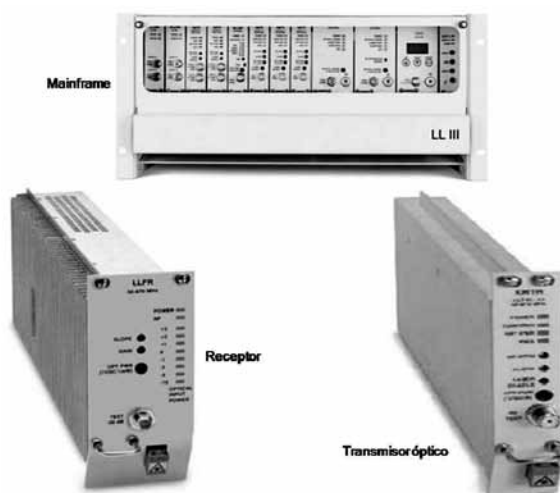
Figura 2. Espectro cable modem. (Sienra, 2001).

Debido a que la cantidad información descargada por un usuario es mucho mayor que la cantidad de información que un usuario manda hacia la red, la banda de frecuencias del *Downstream* es mucho más grande que la banda del *Upstream*.

## 1.2 HUB de televisión

Los HUB de televisión existentes actualmente en las empresas de telecomunicaciones de mayor uso comercial son de marca *Scientific Atlanta Laser Link III*, *Aurora Networks* o *Motorola*

**1.2.1 Hub de una red HFC.** En esta sección se abordan los HUB de marca *Scientific Atlanta Laser Link III* (Figura 3), líder de la industria de tecnología de servicios de CATV en redes HFC, de la empresa Cisco. Está compuesto por un *rack* o *mainframe*, el cual es un módulo que aloja a cada una de las tarjetas necesarias para la creación de una red HFC, y posee una fuente de DC de 24V.



Entre las principales tarjetas del HUB de televisión de las redes HFC, es el *Optical Receiver* (Receptor Óptico), encargado de recibir la señal óptica de los canales de CATV proveniente de alguna cabecera de televisión para convertirla en señal de RF, que luego

Figura 3. HUB Scientific Atlanta Laser Link III

será llevada a un combinador de RF multiplicando esta señal de 1 a 4 salidas o de 1 a 8 salidas, según la necesidad o el tamaño del HUB de televisión de la red HFC.

En la salida del Receptor de *forward* se encuentra la señal de cada uno de los canales de la televisión por cable, desde el canal 2, hasta el último que puede ser el 123, para posteriormente llevarla a la red HFC, mediante una tarjeta llamada *Optical Transmitter*, las cuales toman la señal de radiofrecuencia y la convierten a señal óptica para ser llevada a cada uno de los nodos ópticos, que vuelven a convertir la señal de óptica a RF para llevar esta señal a cada uno de los usuarios; estos nodos ópticos están estratégicamente instalados en los barrios de las ciudades, cerca a los usuarios de la red HFC.

### 1.3 Protocolos de comunicación

Los protocolos de comunicación son reglas o normas que permiten el flujo de información entre computadores distintos, que pueden también tener lenguajes distintos.

**1.3.1 Estándar RS232.** El puerto serial envía y recibe *bytes* de información un bit a la vez, o sea serial. Aunque es más lento que la comunicación en paralelo, que permite la transmisión de un byte completo por vez, este método de comunicación es más sencillo y puede alcanzar mayores distancias, hasta unos 1200 metros. La comunicación serial se utiliza para transmitir datos en formato ASCII.

Para realizar la comunicación se utilizan tres cables o pines: (1) Tierra o referencia, (2) Transmisión, (3) Recepción. Debido a que la transmisión es asincrónica, es posible enviar datos por una línea mientras se reciben datos por otra. Las características más importantes de la comunicación serial son la velocidad de transmisión, los bits de datos, los bits de parada, y la paridad.

Un uno binario se denomina *marca* y se representa con un voltaje entre -3 y -15 voltios, como lo muestra la figura 4, el cero se denomina espacio

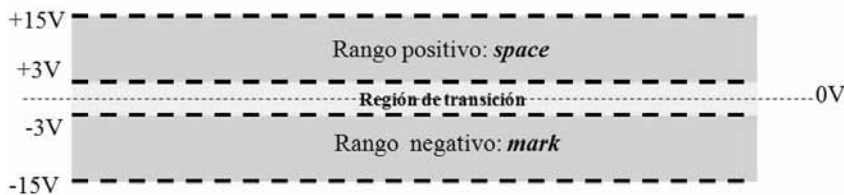


Figura 4. Rango de voltajes. (Agudelo, 2008, 18).

y se representa con un voltaje entre +3 y +15 voltios, cualquier voltaje entre -3 y +3 voltios es inválido, tal como lo menciona Agudelo (2008, 18).

En este estándar es de gran importancia la velocidad de transmisión, denominada *baud rate*, que indica el número de bits por segundo que se transfieren. A mayor velocidad de transmisión debe reducirse la distancia máxima posible entre los dispositivos.

**1.3.2 TCP (*Transmission Control Protocol*).** Es uno de los protocolos fundamentales en internet al garantizar la entrega de datos a su destino sin errores y respetando el mismo orden en el cual fueron transmitidos. Lo que posibilita el TCP es proveer un flujo de bytes confiable de extremo a extremo sobre una red que no sea muy confiable, como el internet (Figura 5). El TCP puede adaptarse dinámicamente a las propiedades de la red internet y manejar fallas de muchas clases enviando parte de un flujo de bytes en trozos y los manda como datagramas de IP.



Figura 5. Formato de los segmentos TCP. (Agudelo, 2008, 18).

Finalmente, las conexiones TCP se componen de tres etapas: establecimiento de conexión, transferencia de datos y fin de la conexión.

## 1.4 Antecedentes

**1.4.1 RF y Software para comunicaciones.** Con una gran interfaz gráfica que ayuda a analizar cualquier sistema de comunicación digital estándar o personalizado, que utiliza como herramienta principal el software *LabVIEW®* para poder observar cualquier tipo de formato de modulación, por ejemplo FM, PSK, QAM, considera National Instruments (2009).

**1.4.2 Cheetah Technologies.** Es un sistema completo, según información de Cheetah Technologies (2009), tanto de hardware como de software, el cual hace un monitoreo total sobre la red HFC, tanto en la parte final de la red: las fuentes de alimentación, nodos, amplificadores,

etc., como en la cabecera: en los HUB de televisión, y así tener toda esta información en una gran base de datos.

**1.4.3 Rosa EM.** Para su creador, Scientific Atlanta (2006), es un sistema de gestión, monitoreo y control, presente en toda la red HFC para tener en cada momento automatización y un control de fallas que pueden ser llevadas a cualquier centro de gestor de gestores gracias al protocolo SNMP.

**1.4.4 Motorola HFC Manager.** Es un elemento de gestión, según Motorola (2003, 11), que permite a los operadores de banda ancha disminuir los costos de mantenimiento y el tiempo de inactividad, mejorando el rendimiento gracias a una interfaz gráfica de monitoreo en tiempo real en todo momento.

**1.4.5 TNCS.** Es un sistema de control de la red HFC que requiere altos niveles de fiabilidad y disponibilidad por parte del sistema. El sistema TNCS de Scientific Atlanta permite vigilar todos los parámetros claves (temperatura, señal y voltaje DC). Al insertar un *transpondedor* Compact en el amplificador, éste puede ejecutar actividades de monitoreo que permiten al operador detectar fallos antes de que sean visibles para el usuario. (Scientific Atlanta 2001).

**1.4.6 Sistema de monitoreo de redes.** Considerado por Indyco SRL (2009, 3) como un sistema diseñado para afrontar los requerimientos de monitoreo de las nuevas redes multiservicio, está compuesto de varios módulos que facilitan la gestión sobre nodos ópticos de la red HFC.

Tabla 2. Comparativa de sistemas de monitoreo.

| Sistema                                | Costos implementación | Monitoreo                           | Software    | Características Importantes                     |
|----------------------------------------|-----------------------|-------------------------------------|-------------|-------------------------------------------------|
| Sistema de monitoreo de la variable RF | Bajos                 | De la señal de RF                   | LabView     | Simplicidad y adaptabilidad                     |
| RF y Software para comunicaciones      | Altos                 | Señales QAM, QPSK                   | LabView     | Fabricado por Scientific Atlanta                |
| Cheetah Technologies                   | Muy altos             | amplificadores, nodos ópticos, etc. | Propietario | Gran base de datos de las variables de medición |
| Sistema de monitoreo de redes          | Altos                 | De toda la red HFC                  | LAMP        | Modularidad, que permite fáciles cambios        |
| ROSA EM                                | Muy altos             | De toda la red HFC                  | Propietario | Envío de alarmas a celular, protocolo SNMP      |
| Motorola HFC Manager                   | Muy altos             | Toda la red HFC y CMTS              | Propietario | Plataforma de alarmas                           |
| TNCS                                   | Muy altos             | Toda la red HFC                     | Propietario | Modularidad y fabricado por Scientific Atlanta  |

En la tabla 2 se presenta un comparativo de los antecedentes y el sistema de monitoreo de la variable de RF del cual trata este artículo, en donde se resaltan los costos de implementación y algunas otras características importantes.

## 2. Metodología

### 2.1 Tipo de trabajo

Este trabajo se enmarca en la categoría del desarrollo tecnológico en el campo de la electrónica, las telecomunicaciones y la informática.

### 2.2 Procedimiento

A continuación, de forma sucinta, se despliegan las diferentes fases mediante las cuales se llevaron a cabo el proyecto:

**2.2.1 Construcción del hardware de monitoreo.** La elaboración de un circuito electrónico para la medición de la variable física de la señal de RF de televisión por cable, mediante la utilización de un circuito electrónico en modo de detector de RF con el circuito integrado AD8362, donde se deben monitorear dos canales de televisión, se hizo uso en el mismo circuito electrónico de dos circuitos integrados AD8362, para obtener medidas del nivel de RF en cada una de las salidas.

La instalación de un demodulador para el canal 2 y otro para el canal 121, como filtro del canal 2 y 121. Estos equipos solo *demodulan* un canal específico, porque hoy en día construir un filtro pasa banda para una frecuencia como la del canal 2, la cual es 55.250 MHz, y otro filtro para el canal 121, con su respectiva frecuencia de 775.250 MHz, constituye una tarea ardua por todo el contenido electrónico de carácter pasivo como lo son inductancias y capacitancias de valores no comerciales.

En la Figura 6 se muestra el circuito detector con sus dos respectivas entradas y salidas para el monitoreo de la señal de televisión tanto del canal 2 como del canal 121, mostrando también que este circuito hace una etapa de transductor ya que convierte una señal de RF a una señal analógica de voltaje continuo de 0 a 5 Voltios. También se aprecia la funcionalidad de los demoduladores que trabajan en forma de filtro entregando solo el canal especificado.

**2.2.2 Interconexión.** La elaboración de un circuito electrónico para la lectura de los datos que vienen del circuito detector de RF y que trae las señales del canal 2 y del canal 121. Por medio de dos puertos analógicos de entrada de un micro-controlador de uso comercial, el circuito de monitoreo entrega como salida un voltaje continuo el cual oscila entre

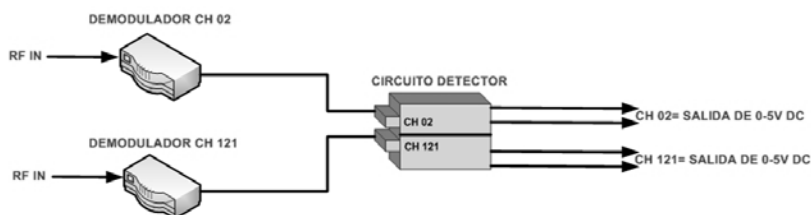


Figura 6. Hardware de monitoreo.

0 y 5 voltios de corriente continua, para convertir los datos a protocolo TCP/IP el cual es de fácil uso y poder ser llevado a la máquina que contiene la aplicación de monitoreo.

La realización de un circuito electrónico que convierta el protocolo RS-232 al protocolo TCP/IP<sup>3</sup> mediante la utilización de un chip electrónico para convertir de serial a Ethernet a una velocidad entre 10 Mbps a 100 Mbps. Las señales análogas tanto del canal 2 como del canal 121 provenientes del hardware de monitoreo son llevadas a un micro-controlador el cual realiza una función de lectura en cada uno de sus puertos análogos de entrada, respectivamente para el canal 2 y el canal 121, para luego ser convertidos a una señal digital que varía entre 0 y 1024 bytes, de allí el micro-controlador entrega esta salida de datos sobre un protocolo serial, este tipo de protocolo es muy limitado por no ser muy de uso comercial, restricciones de distancia y conectividad, entonces se hará uso de un conversor de protocolo serial a Ethernet el cual entrega los datos de los canales 2 y 121 sobre TCP/IP para poder ser llevados a cualquier computadora, como lo muestra la Figura 7.

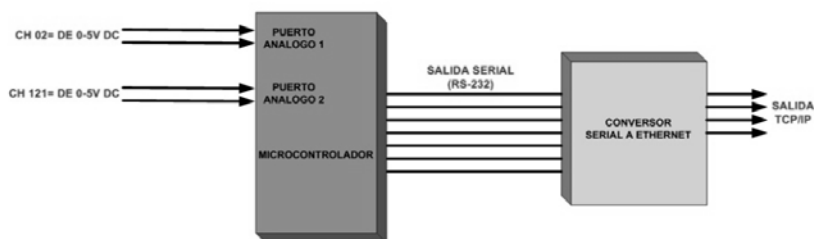


Figura 7. Esquema de hardware de interconexión.

3 RS-232 es un protocolo obsoleto y está en desuso en redes de computadores y además solo permite cortas distancias, mientras TCP/IP es un protocolo de amplio uso por sus ventajas en cuanto a conectividad y transporte.

**2.2.3 Construcción de la aplicación de software.** El análisis del software *LabVIEW®* como aplicación de monitoreo, ya que es un software de instrumentación en lenguaje G, especializado en entornos gráficos, permite realizar una aplicación gráfica en donde se pueda tener monitoreo tanto en formato digital como análogo de los dos canales.

Luego, la creación de varios instrumentos virtuales para la interfaz de comunicaciones TCP/IP y entrega de datos, mediante el uso de bloques ya existentes en el software, para extraer los datos necesarios que vienen del circuito de monitoreo.

### 3. Resultados y discusión

El resultado principal del proyecto es el sistema de monitoreo de RF compuesto por tres bloques básicos: Circuito Detector de RF, Circuito de Interconexión, y Software de Medida.

Describiendo la parte física y composición del circuito detector de RF, lo primero que se encuentra es el circuito integrado AD8362, configurado en forma de detector de RF, como lo muestra la figura 8, recibiendo potencia de señal de RF proveniente de la salida del HUB de televisión por cable principal y convirtiéndola a voltaje. Dependiendo de la entrada de potencia de RF existe un nivel de voltaje que varía entre 0 y 5V. Este circuito integrado es capaz de medir potencias entre -50 dBm y +10 dBm.

Este circuito integrado no maneja ningún tipo de configuración por software y su composición es bastante simple. Luego de que la variable física (nivel de señal de RF) ha sido medida por el circuito detector y transformada a voltaje, debe ser llevada a otro circuito integrado que la transforme en una señal de fácil representación.

El circuito integrado micro-controlador ATMEGA 16 es el encargado de recibir la señal de voltaje por medio de las entradas análogas y convertirla en una señal digital con un protocolo de salida serial RS-232. Este micro-controlador posee ocho entradas análogas de lectura de datos, como lo muestra la figura 9. Además posee una característica fundamental que es su resolución de fábrica. Ésta, acorde con la lectura de voltajes (0 a 5 voltios) provenientes del circuito detector, muestra con qué precisión o exactitud se presentarán los mismos. Al micro-controlador se le carga un programa realizado en un lenguaje de alto nivel - C-, para luego compilarlo y grabarlo en su memoria, su función es monitorear cada uno de los puertos de entrada y salida, sean digitales o análogos.

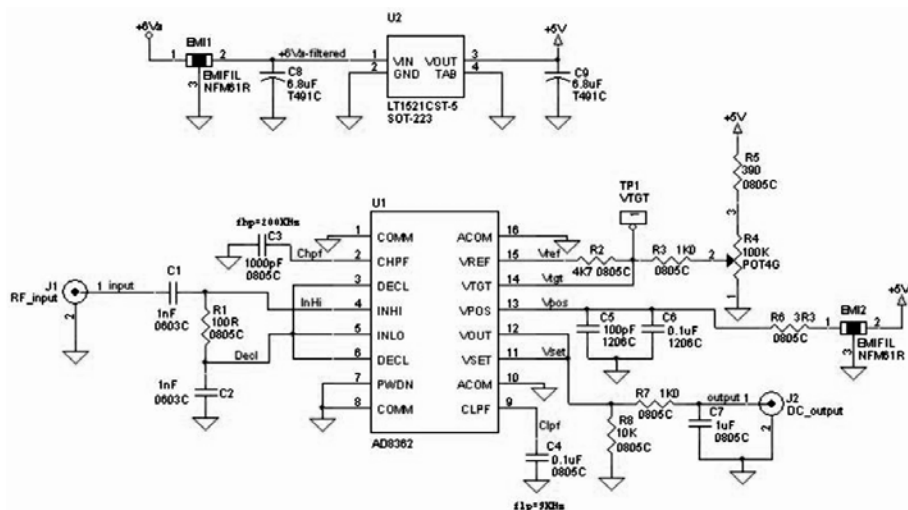


Figura 8. Detector de potencia de RF.

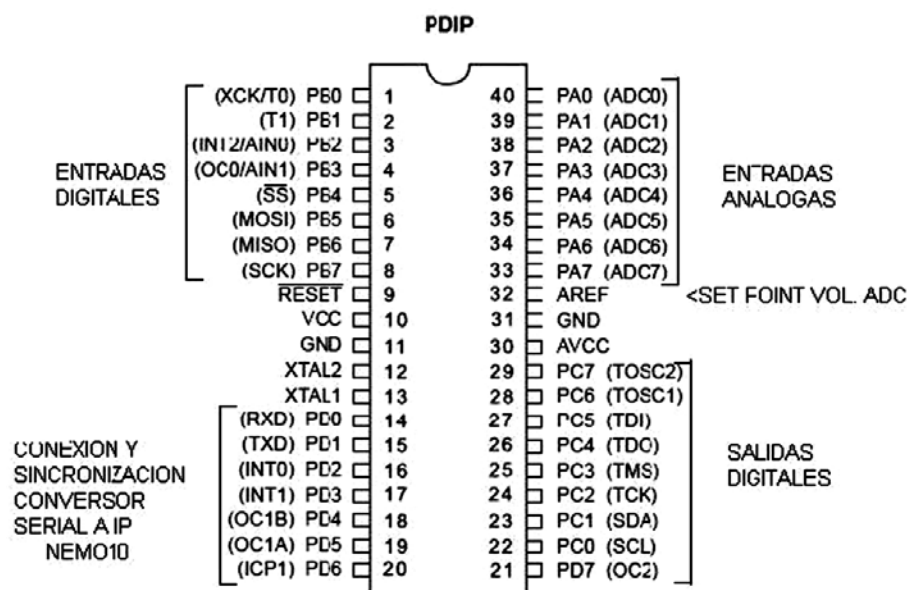


Figura 9. Micro-controlador Atmega16.

Después de tener la señal de salida del micro-controlador de forma serial, se necesita pasarla a IP, un protocolo de uso más común. Con

el uso del chip NEMO10, como la muestra la figura 10, se pretende convertir las señales seriales RS232 en un protocolo de red, lo cual permite la administración remota y accesibilidad a los datos de miles de dispositivos seriales a través de la red.

El NEMO10 serie RS232/IP permite la comunicación asincrónica prácticamente de cualquier dispositivo serie al que se accede a través de una red. En cuanto a la conectividad a Internet, el NEMO10 trabaja en red abierta de protocolos como TCP / IP permitiendo que los dispositivos seriales puedan acceder a través de banda ancha o red local convencional. El NEMO10 proporciona la consola de administración por software utilizando Telnet, un puerto de consola serie con protección de contraseña o una utilidad propia, *HelloDevice*, para realizar configuraciones simples tales como la introducción de una dirección IP, máscara de red y puerta de enlace.

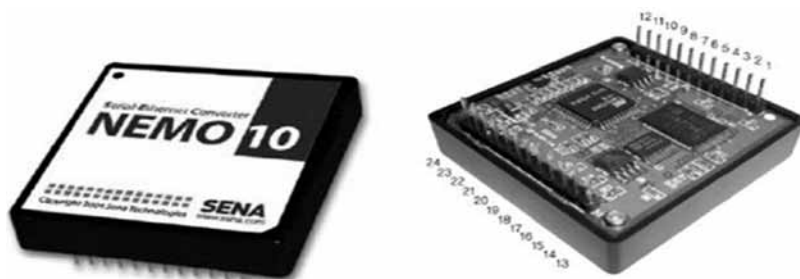


Figura 10. Nemo 10.

Finalmente, aparece la aplicación de monitoreo de la variable de RF, realizado en *LabVIEW®*, el cual es un potente software capaz de realizar infinidad de funciones y totalmente adaptable a nuevas situaciones a nivel industrial. Este software hace posible la adquisición de datos vía TCP/IP proveniente del circuito detector hasta la central de datos a través de la web, permitiendo una instrumentación por software de la variable a monitorear y un registro gráfico en tiempo real.

*LabVIEW®* realiza sus trabajos en dos capas o ventanas: El bloque de diagrama, en el que se realiza toda la configuración inicial (bucles, *select case*) y; las funciones, pequeños iconos para cada tipo de aplicación que se necesite, como lo muestra la figura 11.

Luego se muestra la ventana principal o la ventana de diseño, donde se hace la presentación de la aplicación (figura 12). Aquí se ubican las variables que se desean monitorear, particularmente una relación de potencia de señal con respecto al tiempo, dando un historial de compor-

tamiento así como una ventana de medida la cual muestra en tiempo real la variación de la potencia.

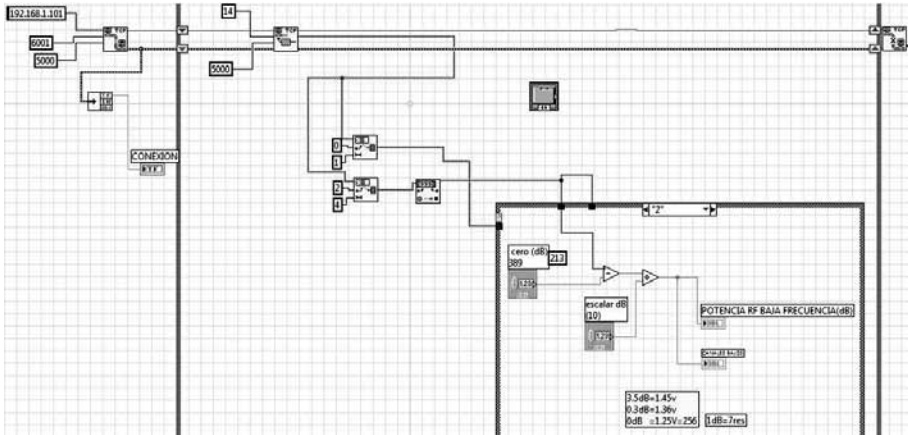


Figura 11. Diagrama de bloques de la aplicación de monitoreo en LabVIEW®.

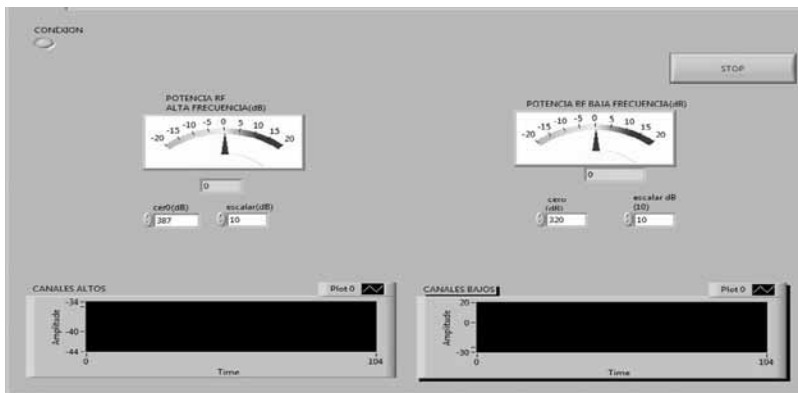


Figura 12. Ventana de diseño de la aplicación de monitoreo en LabVIEW.

## 4. Conclusiones

- El presente proyecto fue diseñado teniendo en cuenta los estándares actuales de comunicación vía TCP/IP, porque este tipo de protocolo es el más utilizado en la transmisión de datos entre redes de computadoras a nivel mundial, lo cual permite que el sistema de monitoreo de la señal de RF pueda ser supervisado desde cualquier conexión de internet o intranet.

- Se desarrolló un eficiente aplicativo de software sobre la plataforma LabView, porque este tipo de aplicativo es totalmente gráfico y muestra todos los datos de lectura tanto del canal 2 como del canal 121 en tiempo real, lo cual permite que cualquier tipo de usuario lo pueda operar sin ningún tipo de problema.
- Este aplicativo desarrollado tiene las fortalezas de simplicidad y adaptabilidad a diferentes tipos de redes HFC de cualquier proveedor comercial, porque puede ser instalado y conectado sobre algún punto de la red, en donde haya un punto de señal de televisión, permitiendo así tener un sistema de fácil instalación y que supere a sistemas como el TNCS de Scientific Atlanta que son de gran robustez.
- Este sistema tiene como objetivo brindarle un apoyo eficiente y rápido en cualquier momento a los técnicos de las empresas de telecomunicaciones que prestan el servicio de televisión por cable, porque este sistema es una herramienta de monitoreo en todo momento y en tiempo real de los niveles de la señal de televisión de los canales 2 y 121, lo cual permite que al momento de una falla dentro de la red HFC se pueda hacer un descarte inicial con mayor rapidez y que permita encontrar más fácilmente el origen de la falla.
- Se desarrolló un circuito detector de los niveles de señal de televisión de los canales 2 y 121, porque es el único medio de medición de este tipo de señal de RF, lo cual permite que el sistema genere una toma de datos de la señal de televisión por cable con gran precisión y en tiempo real.

## Bibliografía

- AGUDELO, Óscar. (2008). RS-232. [en línea]. Bogotá: Arcesio.net <[www.arcesio.net/modems/rs232.ppt](http://www.arcesio.net/modems/rs232.ppt)> 18 p. [Consulta: 06/07/09].
- ARRIS. (2008). VisionWorks. [en línea]. Miami: Free Press Release <<http://www.pressreleasepoint.com/node/53908/pdf>> [consulta: 02/09/09].
- CARTAGENA, Juan. (2007). Redes HFC. [En línea]. Valparaíso (Chile): Universidad Técnica Federico Santa María, UTFSM. <<http://profesores.elo.utfsm.cl/~agv/elo322/1s08/project/JuanCartagena.pdf>> 9 p. [consulta: 06/07/2009].
- CASTILLO, García Antonio. (2008). El protocolo TCP. [En línea]. Málaga (España): NEO (Networking and Emerging Optimization), University of Málaga <<http://neo.lcc.uma.es/evirtual/cdd/tutorial/transporte/tcp.html>> [consulta: 06/07/09].
- CHEETAH TECHNOLOGIES. (2009). CheetahXD. [En línea]. Pittsburgh (PA, USA): Cheetah Technologies. <[http://www.cheetahtech.com/contact/contact\\_us.html](http://www.cheetahtech.com/contact/contact_us.html)> [consulta: 20/09/09].
- CISCO SYSTEMS. (2009). Optoelectronics. [En línea]. San José (CA, USA): Cisco Systems, Inc. <[http://www.cisco.com/en/US/prod/collateral/video/ps8806/ps8862/ps8874/product\\_data\\_sheet0900aecd806c4960.pdf](http://www.cisco.com/en/US/prod/collateral/video/ps8806/ps8862/ps8874/product_data_sheet0900aecd806c4960.pdf)> [consulta: 06/07/09].
- CISNEROS, Guillermo. (2001). Sistemas de Acceso Óptico: 2. Redes-HFC ("*Hybrid Fiber Coaxial*") [En línea]. Madrid: Grupo de Aplicación de Telecomunicaciones Visuales (G@TV), Departamento de Señales, Sistemas y Radiocomunicaciones (SSR), Universidad Politécnica de Madrid. <[http://www.gatv.ssr.upm.es/stelradio/STEL/adjuntos/material\\_consulta/4\\_apuntes\\_sistemas\\_hfc.pdf](http://www.gatv.ssr.upm.es/stelradio/STEL/adjuntos/material_consulta/4_apuntes_sistemas_hfc.pdf)> 31 p. [consulta: 06/07/2009].
- DUQUE MARTÍNEZ, Sthepanie. (2008). Sistemas Híbridos. [En línea]. Medellín (Colombia): Grupo de Microelectrónica y Control - Universidad de Antioquia. <<http://microe.udea.edu.co/~alince/recursos/lineas/HFC.pdf>> [consulta: 06/07/09].
- ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL. (2008). Estándar Docsis y su Aplicación. [En línea]. Quito (Ecuador): Biblioteca de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, Escuela Politécnica Nacional. <<http://bieec.epn.edu.ec:8180/dspace/bitstream/123456789/1085/4/T10894CAP2.pdf>> [consulta: 06/07/09].
- INDYCO. (2009). Sistema de monitoreo de redes. [En línea]. Buenos Aires (Argentina): Indyco SRL. <[http://www.indyco.com.ar/index.php?option=com\\_content&view=article&id=4&Itemid=5](http://www.indyco.com.ar/index.php?option=com_content&view=article&id=4&Itemid=5)> [consulta: 20/09/09].
- MOTOROLA. (2003). Motorola HFC Manager. [En línea]. Schaumburg (Illinois, USA): Motorola, Inc. <[http://www.motorola.com/staticfiles/Business/Products/Cable%20Broadband/\\_Channel-Details/Element%20Management/\\_Documents/Static%20Files/Catalog\\_Sheet\\_HFC\\_Manager.pdf?localeId=33](http://www.motorola.com/staticfiles/Business/Products/Cable%20Broadband/_Channel-Details/Element%20Management/_Documents/Static%20Files/Catalog_Sheet_HFC_Manager.pdf?localeId=33)> [consulta: 20/09/09].
- NATIONAL INSTRUMENTS. (2009). RF y Software para comunicaciones. [En línea]. Texas (USA): National Instruments Corporation <<http://sine.ni.com/nips/cds/view/p/lang/es/nid/12588>> [consulta: 20/09/09].
- SCIENTIFIC ATLANTA. (2001). TNCS. [En línea]. Lawrenceville (GA, USA): Scientific Atlanta. <[http://www.sciatl.com/TNCS/TheBasics/TNCS\\_Hardware.htm](http://www.sciatl.com/TNCS/TheBasics/TNCS_Hardware.htm)> [consulta: 29/09/09].
- SCIENTIFIC ATLANTA. (2006). Rosa EM. [En línea]. San José (CA, USA): Cisco Systems, Inc. <[http://www.sciatl.com/products/customers/iframe\\_ROSA\\_EM\\_Architecture.htm](http://www.sciatl.com/products/customers/iframe_ROSA_EM_Architecture.htm)> [consulta: 20/09/09].
- SIENRA, Luis Gabriel. (2001). Docsis. [En línea]. México D.F (México): Centro de Investigación e Innovación en Telecomunicaciones, AC. <<http://www.cinit.org.mx/articulo.php?idArticulo=4>> [consulta: 06/07/09].