

# **ANÁLISIS DEL TRÁFICO DE LA RED DE TRANSMISIÓN DE DATOS DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA**

*Susan Chen Mok*

## **RESUMEN**

El trabajo básicamente analiza información del tráfico de la red de la Escuela de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de Costa Rica, el cual constituye un primer análisis de este tipo que puede ayudar a los administradores de la red a tomar conciencia de la importancia de conocer el comportamiento de la carga de tráfico de una red para la toma de decisiones.

## **ABSTRACT**

The following work analyzes traffic information for the network of the Department of Electric Engineering of the University of Costa Rica. This constitutes the first analysis of this type, which can help network administrators to understand the importance of knowing how the load of traffic of a network behaves. This information can be useful in decision-making concernig the network.

## Introducción

El presente trabajo hace un análisis del tráfico de la red de computadoras de la Escuela de Ingeniería Eléctrica, la cual está compuesta básicamente de 25 microcomputadoras, 3 servidores y otros dispositivos como impresoras. El estudio se hizo con información y estructura de la red en el mes de noviembre de 1998, se hace esta aclaración por cuanto el diseño y la estructura de la red puede ser modificada en cualquier momento por los administradores de red. Además el análisis se hace en base a los datos colectados, no se descarta que con otros datos pueda dar resultados diferentes, esto debido a que el tráfico de una red es altamente variable lo que hace muy difícil hacer una caracterización del mismo. Por lo tanto, la información suministrada debe ser tomada solo como una referencia para cualquier otro estudio y no como resultados comprobados.

## Descripción de la red de la Escuela de Ingeniería Eléctrica (EIE)

La red de la EIE está formada por los siguientes componentes:

- Un conmutador 3Com<sup>1</sup> con 4 salidas de 10X y 1 salida de 100X.
- Dos concentradores<sup>2</sup> de 16 puertos conectados al conmutador en las salidas de 10X:
  - Concentrador Palm
  - Concentrador Cnet
- Conectado al concentrador Palm están:
  - Microcomputadoras del Taller.
  - Microcomputadoras para estudiantes.

- Conectado al concentrador Cnet están:
  - 1 servidor<sup>3</sup> NT de aplicaciones Internet: Pacuare<sup>4</sup>.
  - 1 servidor Linux de archivos: Tárcoles.
  - 1 servidor Linux de aplicaciones Linux: Telire.
  - Microcomputadoras para profesores.
  - Microcomputadoras para administrativos.

El cableado es UTP categoría 5<sup>5</sup>.

El conmutador está conectado a un concentrador Fact de 16 puertos que es el concentrador de la Facultad de Ingeniería, como se muestra en la figura No.1.

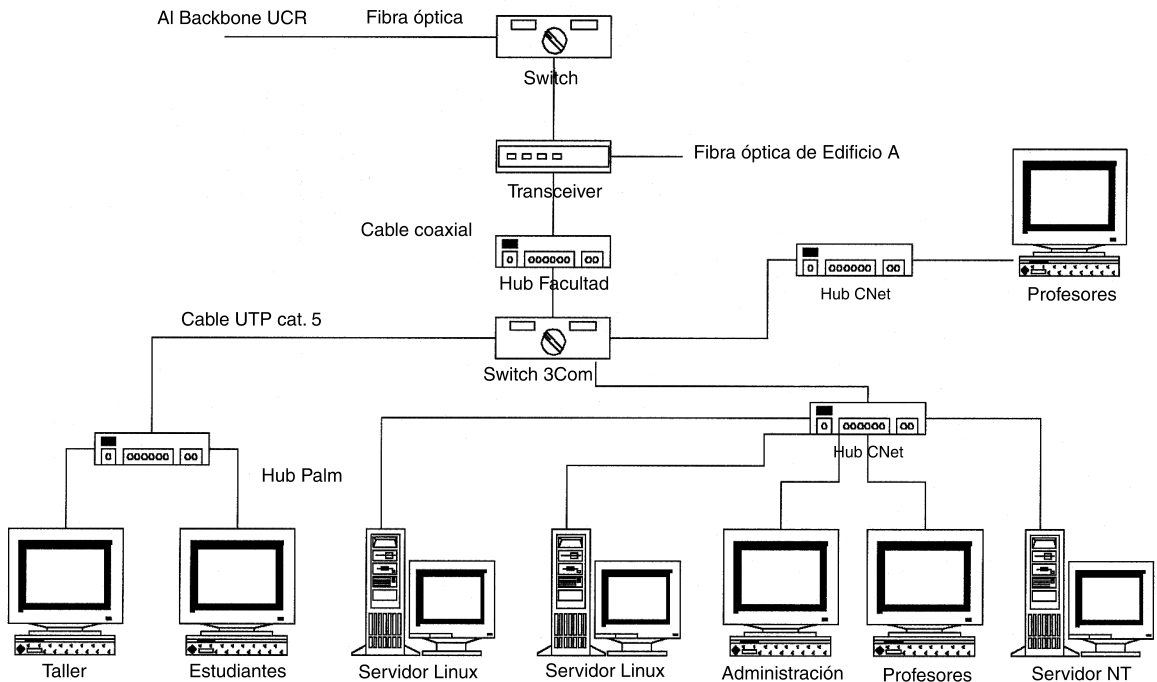
La red de la EIE es una red Ethernet 10BaseT<sup>6</sup>.

## El programa de captura de tráfico

Para obtener medidas del comportamiento del tráfico, se utilizó el programa "Landecoder 3.2". La naturaleza "de difusión"<sup>7</sup> de un sistema Ethernet lo hace particularmente simple para coleccionar en forma pasiva las medidas, es decir, una estación individual puede sensar el estado del cable y, operando su interface en un modo promiscuo, puede recibir todos los paquetes<sup>8</sup> que pasan por él (*Triticom, 1997, p. 2*). Este programa obtiene las medidas utilizando esta técnica para capturar los paquetes que pasan por el cable.

Se utilizó este programa para capturar el tráfico del sector de la red de la EIE en donde se encuentra los tres servidores (Pacuare, Tárcoles y Telire) y las estaciones de profesores y administrativos. Sin embargo, todo tráfico de los estudiantes

**Figura N° 1**  
**Estructura de la red de la Escuela de Ingeniería Eléctrica**



para acceder información de los servidores mencionados también fue capturado por el programa.

Utilizando este programa se extrajeron datos del tráfico de la red de la EIE, estos datos incluyen:

- Información de cada trama: longitud, tiempo de llegada, tiempo transcurrido desde el último arribo.
- Información de protocolos de los diferentes niveles.
- Porcentaje de utilización de la red
- Tamaño promedio de trama
- Número de Colisiones<sup>9</sup>

Hay que hacer la observación aquí de que mucha de esta información es desplegada por el programa de captura de tráfico en tiempo real y no es almacenada en la memoria del computador para una posterior revisión, esto hizo que

mucha de esta información fuera registrada manualmente, anotando, en ciertos instantes del tiempo, la información desplegada en pantalla.

### **Análisis de los Datos del tráfico de la Red EIE**

Las aplicaciones que usan la red incluyen: transmisión de archivos a las impresoras, transferencias de archivos a los sistemas de almacenamiento local, programas especializados, correo electrónico y transferencia de archivos dentro de la red y hacia fuera de ella.

Considerando que la carga de la red es similar en los días lunes, martes, jueves y viernes de la semana, se seleccionó un día jueves (5 de noviembre de 1998) para capturar todas las tramas desde las 11:00 am hasta las 4:00 pm.

En condiciones de carga normal, y en un período de 5 horas que va de las 11:00 am a las 4:00 pm., la red EIE transporta cerca de 574,721 tramas, con un promedio de tamaño de trama de 314 bytes, dando un total de 180,462,394 bytes transportados. Durante este mismo período, la carga es más liviana en los días miércoles, sábado y domingo.

### Cantidad de Tramas por minuto

Se seleccionó 50 minutos al azar del período mencionado. Se analizó los datos de estos 50 minutos para extraer información sobre la cantidad de tramas que arriban por minuto.

La fig.2 a. muestra el gráfico de las cantidades de tramas arribadas por minuto en 50 minutos tomados al azar. De esta muestra, el promedio de tramas arribadas por minuto es de 1757. Del gráfico se puede observar que la cantidad de tramas que arriban al canal por minuto es muy variable, esto es normal puesto que el tráfico de la red está afectado por una gran cantidad de factores, tales como: los servicios de la red, las horas pico de trabajo, y gran variedad de aplicaciones que corren en la red. Un estudio de Stuck (1983) lista dos docenas de servicios de una red local con sus cargas de datos picos.

La fig.2 b. muestra los arribos de trama por minuto durante todo el período de captura de tráfico, registrando los datos cada 6 minutos.

La fig. 2 c. muestra el gráfico de las cantidades de tramas que arriban por minuto durante una hora específica del período de captura, de las 230 pm. a 3:30 pm.

En estos dos últimos gráficos se puede observar que el tráfico llega con un patrón por ráfaga, es decir, en ciertos

minutos se aumenta la cantidad de tramas que llegan y luego vuelve a la normalidad. Este patrón muestra que los usuarios tienden a usar la red intermitentemente, con tiempos de arribos entre paquetes en general mucho mayor que el tiempo de transmisión del usuario. Este tipo de variación de la carga, el cual parece típico de la mayoría de los tráficos de redes de computadoras es llamado "bursty" (*Hammond and O'Reilly, 1988, p. 152*).

### Tiempo entre arribos de tramas

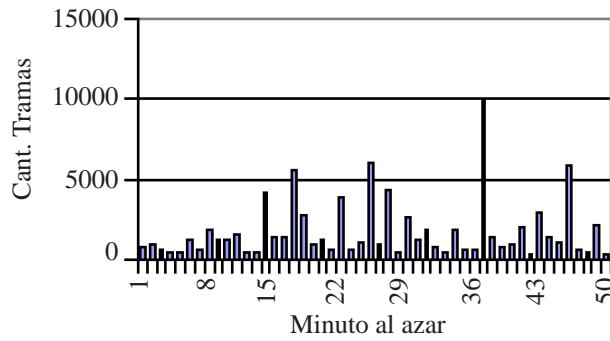
Para obtener el tiempo promedio entre arribos se sacó al azar 7 minutos del período que va de las 11:00 am a 4:00 pm., de cada minuto se extrajeron 400 tramas para contabilizar los tiempos entre arribos registrados. En total se obtuvieron 2813 tramas para los que se calcularon los tiempos entre arribos, dando un promedio de tiempo entre arribo de 0.08217 segundos.

La fig.3 a. muestra el gráfico de los tiempos entre arribo de los 2813 tramas observadas.

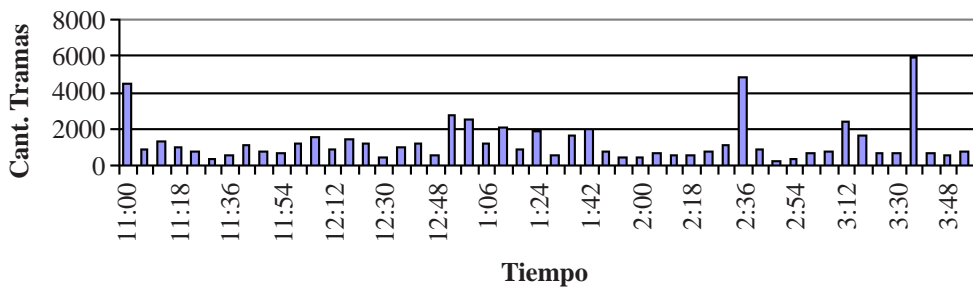
Se puede observar del gráfico anterior que una gran cantidad de tiempos entre arribos son valores menores a 0.5 segundos.

El gráfico de la fig. 3 b. muestra la frecuencia observada de los tiempos entre arribos o tiempos de interarribo, los intervalos en el eje x se hicieron de manera conveniente para poder mostrar toda la información. Observe que el 48% de las tramas son seguidas por la próxima trama en menos de 0.001 seg. y el 15% de las tramas tienen un tiempo entre arribo mayor que 0.001 y menor que 0.002 seg. Esto quiere decir que el 63% de las tramas son seguidas por su próxima trama en menos de 0.002 seg.

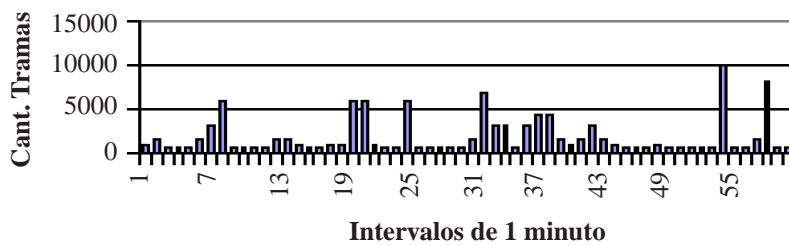
**Figura N° 2 a**  
Tramas/min de 50 min tomados al azar, de 11 a.m. a 4 p.m.



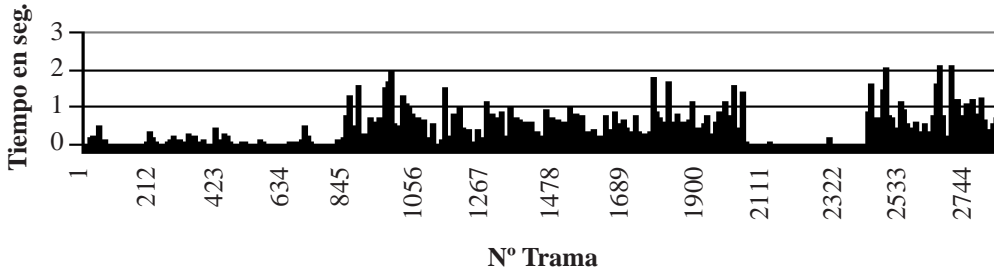
**Figura N° 2 b**  
Tramas/min de 50 min desde 11 a.m. a 4 p.m., interv. 6 min.



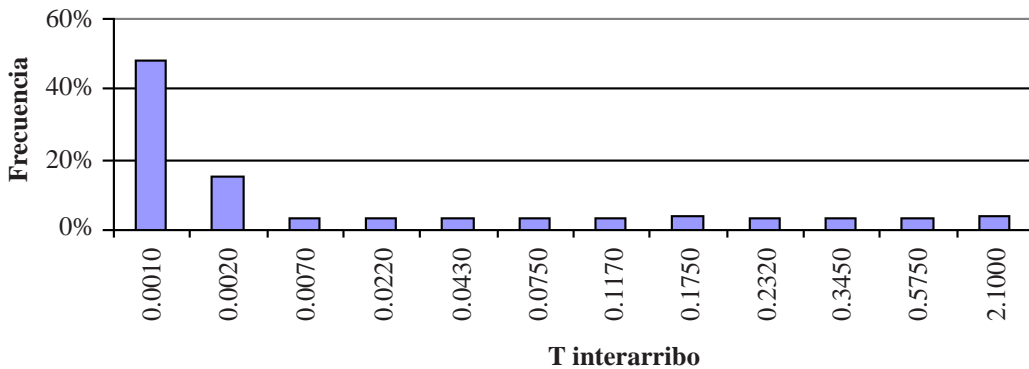
**Figura N° 2 c**  
Tramas por minuto, durante la hora 2:30 a 3:30 p.m.



**Figura N° 3 a**  
**Tiempos de interarribos de 2813 tramas**



**Figura N° 3 b**  
**Frecuencia de tiempo entre arribos**



**Tamaño de trama**

De una muestra con 130,675 tramas colectados se obtuvo un promedio de tamaño de trama de 314 bytes.

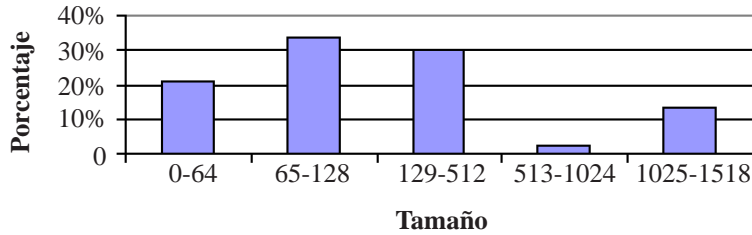
La fig.4 muestra la distribución de tamaño de trama de otra muestra con 126,480 tramas capturados, la medición se hizo a la hora 4:00 pm del día de captura.

Se puede observar que el 33% de las tramas tienen longitudes que van desde 65 a 128 bytes, esto indica que la gran mayoría de tramas que viajan por el canal son tramas relativamente cortas, generalmente de tráfico interactivo. Observe

también que el 13% de las tramas son tramas largas, con longitudes que oscilan entre 1025 a 1518 bytes. Si suponemos que el total de tramas con longitudes entre 65 y 128 bytes tienen la longitud máxima de este rango, y el total de tramas con longitudes entre 1025 y 1518 tienen la longitud mínima en este rango, obtenemos los siguientes resultados:

Tamaño	Total de tramas	Total de bytes transportado
65-128	42229 x long. máxima de 128	5,405,312 bytes
1025-1518	16914 x long. mínima de 1518	25,675,452 bytes

**Figura N° 4**  
**Distribución de tamaño de trama**



De los cálculos anteriores se observa que el mayor número de tramas que viajan por el canal son tramas cortas, pero el mayor volumen de bytes son transportados por tramas largas que a menudo son de aplicaciones de transferencia de archivos.

**Utilización**

La siguiente tabla muestra los picos registrados durante el período de 11:00 am a 4:00 pm del día jueves 5 de noviembre 1998.

Hora	% Utilización	bytes/seg	tramas/seg
11:11:58	76%	956205	1323
12:37:29	65%	949917	771
12:39:28	87%	1086696	1123
13:14:03	43%	538710	1280
14:33:54	28%	346304	758
14:45:08	35%	437469	1206
14:57:27	73%	909895	1481

Mediciones realizadas sobre una hora indicaron que el volumen total del tráfico solo representa un modesto uso de la red que va del 0% al 6.5%. Durante períodos más cortos, la máxima utilización

en el segundo más ocupado del período comprendido entre las 11:00 am a 4:00 pm, fue de 87% de utilización de la red, registrado en el segundo 12:39:28. Esto es, en el segundo 12:39:28 la red estuvo ocupado el 87% del tiempo. En este segundo, se registró 1123 tramas por segundo, dando un total de 1,086,696 bytes por segundo.

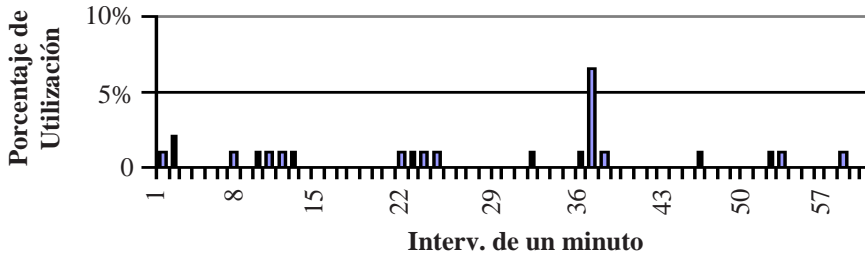
La fig.5 muestra la utilización de la red por minuto, durante una hora determinada. De esta figura se puede observar que la utilización de la red por minuto es muy baja, el porcentaje de utilización varía del 0% al 6.5%. Prácticamente se puede decir que la mayor parte del tiempo pasa el canal desocupado.

**Colisiones**

Con el nivel actual de tráfico, la mayoría de los intentos para enviar una trama fueron exitosos en la primera transmisión, es decir, hubo muy pocas colisiones, y por lo tanto, muy pocas retransmisiones.

La siguiente tabla muestra las colisiones registradas.

**Figura N° 5**  
**Porcentaje de utilización de la red, durante la hora 2:30 a 3:30 p.m.**



Período	Cant. Colisiones	Total de tramas enviadas
11:00 am a 12:35 pm.	8	148961
12:36 pm a 1:07 pm.	4	145476
1:08 pm a 2:33 pm.	4	148904
2:34 pm a 4:00	3	131380

En el período comprendido entre las 11:00 am a 4:00 pm, se registraron un total de 19 colisiones, y un total de 574,721 tramas enviadas.

**Conclusiones**

La extrema variabilidad de la carga de tráfico en cualquier tiempo o en cualquier intervalo de tiempo hace difícil especificar un patrón de tráfico particular para caracterizar el tráfico de la red. Sin embargo, puesto que los patrones de tráfico “bursty” parecen ser típicos, las redes se diseñan para acomodarse a esta propiedad. Por ejemplo, la escogencia de las técnicas de acceso para el canal es influenciado frecuentemente por el tipo de tráfico.

A parte de la identificación de que el tráfico de la red es “bursty”, es difícil hacer otra caracterización.

Una limitada cantidad de datos, como los provistos en el trabajo de Shoch

y Hupp (1980) está disponible sobre tiempos de interarribos y distribuciones de longitud de paquetes, pero tales datos al igual que los provistos en este trabajo son para redes particulares que conectan dispositivos particulares y no necesariamente su aplicación es en general. En el trabajo de Bertsekas y Gallager (1992) se lista las características de una sesión de comunicación (definida como la secuencia de mensajes que forman una transacción) y entre ellas se indica que los modelos para arribos incluyen: arribos Poisson, arribos determinísticos y arribos uniformemente distribuidos.

De la información analizada del tráfico de la Red de la EIE se puede concluir lo siguiente:

- La utilización de la red es muy baja, esto hace que la red pueda soportar un buen incremento del número de aplicaciones que se corren actualmente así como del número de usuarios, sin



que se haga notable la degradación en el desempeño.

- Esto mismo se puede corroborar con la información sobre el número de colisiones registradas en el período de captura. Prácticamente todos los intentos de enviar una trama por el canal fueron exitosos, a excepción de un número mínimo de estos que colisionaron y fueron retransmitidos después.
- Los tiempos entre arribos indican que la mayoría de los tiempos entre un arribo y otro son valores inferiores a 1 milisegundo. Y si se toma el promedio de arribos de tramas de la muestra tomada al azar, que fue de 1757 arribos en promedio por minuto, esto resulta en un tiempo promedio entre arribos de 0.0005 seg. lo cual corrobora el hecho de que la mayoría de los tiempos entre arribos son valores menores a 0.001 seg.
- Las longitudes de trama indican que una gran mayoría de las tramas transportadas por el canal llevan información de tráfico interactivo, pero las tramas largas llevan el mayor volumen del tráfico de la red, y que generalmente son de aplicaciones de transferencia de archivos.

Este trabajo muestra un tipo de información que puede ser extraída de la carga de tráfico de una red, y que puede ser útil para los administradores de éstas en la toma de decisiones sobre diseño y planeación de red. Además puede usarse los resultados obtenidos como referencia para crear modelos de simulación y llevar a cabo un análisis más detallado y predicciones sobre el comportamiento de la red para mejorar el desempeño de la misma.

## Notas

- 1 Dispositivo usado en las redes de computadoras para encaminar los mensajes hacia su destino. 3Com es una marca comercial de estos dispositivos.
- 2 Dispositivo usado en las redes de computadores para combinar datos transmitidos por varios dispositivos. Palm, Cnet y Fact son marcas comerciales de estos dispositivos.
- 3 Microcomputadora con funciones específicas de administración de información para la red. NT, Linux son sistemas operativos y ambientes en los que estos servidores trabajan.
- 4 Pacuare, Tárcoles y Telire son nombres asignados a los servidores.
- 5 Tipo de cable utilizado en las redes de computadoras.
- 6 Ethernet es un tipo de red en el que el acceso al medio de transmisión es aleatorio y 10BaseT indica que el enlace utilizado para la conexión de la red es por medio de par trenzado (un tipo de cable) con una velocidad de transmisión 10 Mbps.
- 7 Difusión, en inglés "broadcast". El mensaje llega al canal y todas las microcomputadoras conectadas a él pueden saber que un mensaje está viajando por el canal.
- 8 Paquetes o tramas se usan indistintamente. Los mensajes antes de enviarse por el canal de transmisión, son divididos en paquetes. La estación intenta colocar el paquete en el canal cuando sensa el canal y lo encuentra desocupado.
- 9 Cuando dos estaciones colocan su paquete en el canal al mismo tiempo ocurre una colisión.

## Bibliografía

- Bertsekas, Dimitri; Gallager, Robert. *Data Networks*. 2 ed. Prentice-Hall Inc. USA. 1992.
- Hammond, Joseph; O'Reilly, Peter J.P. *Performance Analysis of Local Computer Networks*. Addison Wesley. USA. 1988.
- Stuck, B. *Which Local Net Bus Access is Most Sensitive to Traffic Congestion?*. Data Communications. January 1983: 107-120.
- Shoch, J.F.; Hupp, J.A. *Measured Performance of an Ethernet Local Network*. Communications of the ACM. 23, No.22 (December 1980): 711-720.
- Triticom. *Landecoder Protocol Analyzers, User Guide*. Triticom. USA. 1997.