

Redes de Computadoras
Trabajo práctico N°1 - Año 2025
Capa Física y de enlace. Manejo y Análisis de Tramas

Objetivos

- Repasar los conocimientos adquiridos en clases mediante el análisis de tramas de diferentes protocolos de la capa de enlace de datos.
- Introducción a herramientas de análisis de tramas.

Metodología

Trabajo individual o grupal. 2 estudiantes por grupo máximo.

Tiempo de realización: 1-2 clases.

Condiciones para aprobar

1. Presentar en clases el programa de computación implementado para resolver la actividad 1 funcionando correctamente y responder las preguntas que realice el profesor.
2. Subir a la plataforma Moodle, a través del enlace [TP N°1: Informe y entrega de archivos](#) la siguiente información:
 - Informe que incluya:
 - Sobre la Actividad 1:
 - Descripción breve (uno o dos párrafos) del algoritmo utilizado para resolver la Actividad 1.
 - Instrucciones necesarias para que otra persona (con conocimientos de computación) pueda ejecutar el programa en el sistema operativo utilizado en clases para presentar el programa.
 - Captura de pantalla con el resultado de la ejecución.
 - Sobre la Actividad 2:
 - Pila de protocolos de las tramas indicadas.
 - Responder las preguntas para cada trama.
 - Código fuente del programa de la actividad 1.

Materiales necesarios

- Computadoras con acceso a Internet (provistas por la facultad de Ingeniería).
 - Se sugiere utilizar sistema operativo Linux.
- Analizador de tráfico de red Wireshark (ver Anexo 3).

Chatbots de IA sugeridos

- ChatGPT de OpenAI (<https://openai.com/>): Genera resultados precisos con muy pocos errores.
- Grok de xAI (fundada por Elon Musk) (<https://grok.com/>): Genera resultados tan precisos como ChatGPT.
- Gemini de Google (<https://gemini.google.com/>): No genera resultados tan precisos como las anteriores. Comete algunos errores importantes. Pero la mejor para explicar conceptos. Útil para pedir que nos explique algo que no comprendemos.
- Meta AI de Meta (accesible a través de Whatsapp): Solución intermedia a las anteriores. No tan precisa como las dos primeras. Brinda buenas explicaciones, pero no tan completas como Gemini.

Introducción teórica

El estándar IEEE802.15.4 es un estándar de IEEE para la implementación de las capas físicas y de enlace para redes de baja velocidad y muy bajo consumo de energía. Es utilizado por computadoras destinadas a trabajar durante semanas o meses alimentadas solo con baterías.

Las tramas IEEE 802.15.4 están formadas por bytes que se representan mediante dos números hexadecimales cada byte. Por ejemplo: la trama 7E0012920013A200403A3BF8000001010013000003F3 posee 22 bytes, de los cuales los primeros 4 son:

- Primer byte: 0x7E (01111110 binario o 126 decimal), delimitador de trama.
- Segundo byte: 0x00 (00000000 binario o 0 decimal)
- Tercer byte: 0x12 (00010010 binario o 18 decimal)
- Cuarto byte: 0x92 (10010010 binario o 146 decimal)

Trama IEEE 802.15.4:

bandera (1 byte)	Longitud (2 bytes)	Tipo trama (1 byte)	Identificador de trama (1 byte)	Carga útil (variable)	Checksum (1 byte)
---------------------	-----------------------	------------------------	---------------------------------------	--------------------------	----------------------

Bandera o delimitador de trama: indicador de comienzo de trama. Su valor es siempre 0x7E. En caso de aparecer la bandera en los datos (carga útil), se agrega adelante la secuencia de escape 0x7D.

Longitud: longitud de la trama sin incluir los campos bandera, longitud y checksum.

Tipo de trama (algunos de los más utilizados son):

0x17: Petición de comando remoto.

0x97: Respuesta a comando remoto.

0x88: Respuesta a un comando.

0x90: Paquete Zigbee recibido (los nodos envían periódicamente paquetes).

0x92: Paquete de muestreo de datos (los dispositivos Zigbee envían periódicamente lecturas de los sensores conectados a sus pines).

Identificador de trama: número de secuencia.

Checksum: se calcula como: $0xFF - ((\text{suma de todos los bytes sin incluir el bit bandera y el campo longitud}) \& 0xFF)$.

La operación & es un AND bit a bit.

Actividades

Actividad 1: Tramas IEEE 802.15.4

Implementar un programa de computación que analice tramas de datos de la capa de enlace del protocolo IEEE 802.15.4.

Las tramas que debe analizar se encuentran en el archivo **Tramas_802-15-4.log** que podrá encontrar en la descripción del Trabajo Práctico en el aula virtual de la cátedra (plataforma Moodle). La misma contiene flujos de datos reales obtenidos a partir de la transmisión de datos realizada por un dispositivos Digi XBee module (<https://www.digi.com/xbee>).

El archivo contiene varias tramas con secuencias de escape y con errores propios de una transmisión inalámbrica.

Podrá utilizar el lenguaje de computación que crea conveniente. Se sugiere **Python** o **C++** (en el apéndice al final de esta guía se sugieren instrucciones de Python y C++ que pueden ser de utilidad).

El programa debe realizar lo siguiente:

1. Indicar el número total de tramas recibidas.
2. Indicar el número de tramas con longitud correcta y con longitud incorrecta.

3. Para las tramas con longitud correcta, indicar el número de tramas con suma de verificación correcta y con suma de verificación incorrecta.
4. Números de tramas que utilizan secuencia de escape.
5. Para cada línea con secuencia de escape, imprimir el número de línea y la línea luego de retirar las secuencias de escape (las líneas se enumeran desde el 0).
6. Para cada línea con longitud o checksum incorrecto, imprimir el número de línea y la línea incorrecta.
7. Agregar al informe esta información.

Nota: Los resultados son:

Tramas totales: 3237

Tramas con longitud correcta= 3233

Tramas con longitud incorrecta= 4

Tramas con longitud correcta y checksum correcto = 3224

Tramas con longitud correcta checksum incorrecto = 9

Tramas con secuencia de escape= 6

Actividad 2: Análisis de tramas con Wireshark

Para cada una de las tramas indicadas a continuación elabore la pila de protocolos y para esa pila de protocolos responda:

- a. ¿Llegarán todas las tramas o algunas se perderán)
- b. ¿Todas las tramas tendrán checksum correcto o habrán tramas con checksum incorrecto?.

Ejemplo: Para la trama 68 del archivo [captura2.pcap](#) la pila de protocolos es como se muestra a continuación:

Capa de Aplicación: DB-LSP
Capa de Transporte: UDP
Capa de Red: IP
Capa Física: Ethernet

Para esta pila de protocolos, las respuestas serán.

- a - Algunas tramas se perderán por ser IP y UDP sin confirmación de recepción.
- b - Todas las tramas tendrá checksum correcto porque Ethernet descarta tramas con checksum incorrecto.

Elabore la pila de protocolos y responda para las siguientes tramas. Tenga en cuenta que pueden haber dos o más protocolos en la misma capa.

- Trama 3 del archivo [captura1.cap](#)
- Trama 2 del archivo [captura3.cap](#)
- Trama 24 del archivo [captura4.pcapng](#)

Encontrará los archivos [captura1.cap](#), [captura2.pcap](#), [captura3.cap](#) y [captura4.pcapng](#) en el enlace del Trabajo Práctico N°1.

Anexo 1

Funciones de utilidad de C++

1) Imprimir por pantalla:

```
cout << "texto a imprimir 1 " << variable1 << "más texto a imprimir";
```

```
cout << std::hex << variable1 << std::dec << variable2 << "texto";
```

std::hex indica que la siguiente variable debe imprimirse en hexadecimal. Std::dec indica que la siguiente variable debe imprimirse en decimal.

También puede utilizarse printf(), pero cout es más simple e intuitivo.

Para usar cout necesita agregar las librerías #include<iostream> y #include <string>

2) Manejo de archivos:

Abrir un archivo en modo lectura:

```
ifstream mi_archivo("tramas_802-15-4.log");
```

La función ifstream está incluida en la librería fstream.

El archivo debe estar en el mismo directorio que el programa. "mi_archivo" es una variable de tipo ifstream que se utilizará para hacer referencia al archivo. Para abrir el archivo en modo escritura:

```
ofstream mi_archivo("tramas_802-15-4.log");
```

Verificar si un archivo llegó a su fin:

```
while(!mi_archivo.eof())
```

```
{
```

Código a ejecutar si el archivo no ha llegado a su fin.

```
}
```

Leer una línea del archivo

```
mi_archivo >> cadena;
```

Donde cadena es una variable tipo String (se declara mediante String cadena;) donde se guardará la primera línea. Las variables tipo String son matrices de tamaño nx1 (vectores) formadas por elementos tipo char (caracteres);

2) Manejo de cadenas de caracteres:

Para buscar una cadena de caracteres dentro de otra cadena de caracteres de mayor tamaño:

```
posicion=cadena.find(cadena1);
```

Donde "posicion" es una variable tipo entero (int) que indica la posición de la cadena "cadena1" dentro de la cadena "cadena" (se indica la posición del primer caracter de

“cadena1” dentro de “cadena”). “cadena1” es una cadena de menor tamaño que previamente debe inicializarse (ejemplo: `tring cadena1 = "7E";`). Si no se encuentra la cadena, la función devuelve -1.

Para copiar parte de una cadena de caracteres dentro de otra cadena de menor tamaño:

```
cadena1 = cadena2.substr(posición inicial,longitud);
```

Donde `cadena1` es la cadena de menor tamaño y `cadena2` es la cadena de mayor tamaño. Por ejemplo, si `cadena2` tiene almacenado “hola_mundo”, y ejecutamos: `cadena1 = cadena2.substr(2,5);` en `cadena1` se almacenará “la_mu”.

Para transformar una cadena de caracteres en un número entero:

`numero = stoi(cadena,NULL,base);` donde `numero` es una variable tipo `int` y `cadena` es una variable tipo `String`. Por ejemplo, si `cadena` vale 0A y ejecutamos `numero = stoi(cadena,NULL,16);` `numero` valdrá 0A hexadecimal o 10 decimal.

Nota, para utilizar `stoi`, debe utilizar el modificador `-std=c++11` al compilar.

Para conocer la longitud de una cadena: `cadena.length()` o `cadena.size();`

Anexo 2

Funciones de utilidad de Python

1) Manejo de archivos:

Abrir un archivo:

```
archivo=open("tramas_802-15-4.log")
```

El archivo debe estar en el mismo directorio que el programa. "archivo" es una variable que se utilizará para hacer referencia al archivo. Para abrir el archivo en modo escritura:

```
archivo=open("tramas_802-15-4.log","w")
```

Leer una línea del archivo

```
contenido=archivo.readlines() o contenido=archivo.read()
```

Dónde contenido es una variable tipo String donde se guardará el texto leído.

2) Manejo de cadenas de caracteres:

Para buscar una cadena de caracteres dentro de otra cadena de caracteres de mayor tamaño:

```
posicion=cadena.find("7E")
```

Dónde posición es una variable tipo entero. Si no se encuentra la cadena buscada, la función devuelve -1.

Para conocer la longitud de una cadena: `len(cadena)`

Para copiar parte de una cadena de caracteres dentro de otra cadena de menor tamaño:

```
cadena1 = cadena2[posición inicial:posición final]
```

Donde cadena1 es la cadena de menor tamaño y cadena2 es la cadena de mayor tamaño. Por ejemplo, si cadena2 tiene almacenado "hola_mundo", y ejecutamos: `cadena1 = cadena2[2,5]`, en cadena1 se almacenará "la_".

Para copiar desde una posición inicial hasta el final de la cadena:

```
cadena1 = cadena2[posición inicial:]
```

Para transformar una cadena de caracteres en un número entero: `int(cadena,base)`, donde base es un número entero que expresa la base del número contenido en cadena (ejemplo: para binario base debe valer 2, para decimal 10, para hexadecimal 16).

Para conocer la longitud de una cadena: `cadena.length()` o `cadena.size()`;

Declarar un list vacío: `mi_list=[]`

Agregar elementos a un list: `mi_list.append(elemento a agregar)`

Recorrer un list:

`for elemento in mi_list:`

 Acciones a realizar con cada elemento

..... • •

Anexo 3

Analizador de tráfico Wireshark

Wireshark es un analizador de tráfico de red que captura los paquetes que llegan o salen de la interfaz de red seleccionada al abrir el programa. Indica la estructura de los paquetes capturados de acuerdo a la base de datos de protocolos que posee.

Instalación

Linux Ubuntu: Se instala desde los repositorios con: `sudo apt install wireshark`

Windows o macOS: Descargar desde su página web oficial:

www.wireshark.org/download.html

Interfaz web

La siguiente figura muestra la interfaz gráfica de Wireshark.

En el panel superior se muestra una lista de los paquetes capturados y un resumen de la información de los mismos. Puede seleccionar cualquier paquete para analizarlo en detalle.

En el panel inferior izquierdo verá información detallada del paquete seleccionado. Verá los protocolos usados en cada capa de la pila de protocolos TCP/IP (notar que se muestran en orden inverso a la figura usualmente presentada en los libros).

