



## Modificación de parámetros fundamentales de la trama de transporte de la TV-Digital

MSc. Ing. Fidel V. Giró Uribazo<sup>1</sup>, MSc. Yanela Varela Mendez<sup>2</sup>, MSc. Antonio R. Selva Castañeda<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Oriente, Avenida de la Américas, Terrazas, <sup>2</sup>Universidad de Oriente, Avenida de la Américas, Terrazas <sup>3</sup>Universidad de Oriente, Avenida de la Américas, Terrazas  
<sup>1</sup>e-mail:fgiro@uo.edu.cu

### RESUMEN

En el presente trabajo se analiza el sistema de transporte en la Televisión Digital; haciendo énfasis en los paquetes TS, en la estructura y función de las tablas de Información Específica de Programas y de Información de Servicios (PSI/SI) con el objetivo de realizar modificaciones a dicha trama y pueda ser estudiado desde el punto de vista docente. Se maneja el flujo de transporte de Televisión Digital, mediante programas realizados con el software MATLAB, permitiendo analizar y modificar campos de las tablas PSI/SI accediendo a los descriptores que contienen dicha información. Se lleva a cabo la importación de un archivo con extensión .ts para así obtener información de los paquetes TS, se obtienen los PID (Identificador de Paquetes) de la tabla de mapa de programa (PMT) presente en la Tabla de Asociación de Programas. Se analizan las tablas de descripción de servicios (SDT), tabla de información de red (NIT) y tabla de información de eventos (EIT) y se modifican campos de estas como son el nombre de proveedor de servicios, el nombre del canal, el nombre de la red, el nombre de eventos cortos y del texto que lo describe, a través de programas que acceden a los descriptores que contienen dicha información. Además, se realiza una aplicación GUIDE (*Graphical User Interface Design Environment*) que permite de manera sencilla al usuario el análisis y modificación del flujo de transporte de la Televisión Digital.

**PALABRAS CLAVES:** TV-Digital, Sistema de transporte en la TV digital, flujo TS MPEG-2, Tablas PSI/SI

### ABSTRACT.

In the present work the transport stream in the Digital Television is analyzed; with an emphasis on the TS packets, in the structure and function of the Specific Program Information and Service Information (PSI / SI) tables with the objective of making modifications to said network and can be studied from a teaching point of view. It handles the transport flow of Digital Television, through programs made with MATLAB software, allowing analyzing and modifying fields of the PSI / SI tables accessing the descriptors that contain said information. The import of a file with extension .ts to obtain information from the TS packets, the PID (Package Identifier) of the program map table (PMT) present in the Program Association Table is obtained. The service description tables (SDT), network information table (NIT), and event information table (EIT) are analyzed and fields are modified such as service provider name, channel name, name of the network, the name of short events and the text describing it, through programs that access the descriptors that contain such information. In addition, a GUIDE (*Graphical User Interface Design Environment*) application is made that allows the user to easily analyze and modify the transport flow of Digital Television.

**KEY WORDS:** Digital TV, Digital TV transport system, TS MPEG 2 stream, PSI/SI Tables.

## 1. INTRODUCCIÓN

La televisión es probablemente la plataforma más económica para informar, educar y entretener a las personas alrededor del mundo. La Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) estima que el número de hogares con recepción de televisión se encuentra alrededor de 1,400 millones [1]. El desarrollo de la transmisión digital terrestre de televisión revolucionó la industria de servicios interactivos multimedia, cambió la percepción que existe desde hace décadas de lo que es televisión, incrementó la capacidad del canal, introdujo movilidad y facilitó la convergencia de transmisión de datos, difusión de televisión y telefonía. La transición a la tecnología digital resulta en una mejor utilización del espectro radioeléctrico, donde más canales de programación se pueden transmitir dentro del mismo ancho de banda, lo que significa que parte del espectro que ocupan los canales

análogos se puede liberar para nuevos servicios. Sin embargo, esto introduce nuevos desafíos técnicos, pero tiene como resultado una mejor calidad de imagen y sonido.

Además, como parte de la revolución digital, la televisión digital se combina con otros sistemas de telecomunicaciones, redes de computadoras y medios digitales, que permiten servicios interactivos de multimedia y da la oportunidad a nuevos negocios. En estos momentos, hay un auge de la televisión digital terrestre y muchos países adoptan esta tecnología como es el caso de Cuba. Existen países donde la transmisión analógica de televisión ya no está en funcionamiento, por lo que la televisión se transmite en forma digital en su totalidad.

Como se observa en la figura 1, el sistema de televisión digital terrestre está compuesto por los datos de entrada (audio y video digital) y tres subsistemas básicos. Los datos de entrada, son aquellas señales provenientes de la información de la escena que se captan por las cámaras y se convierten a señales eléctricas en un centro de generación (donde se producen, se graban y se editan los programas). Luego, en el subsistema de compresión de audio y video es donde estos datos se comprimen para que se puedan transmitir por el canal de comunicaciones. En el subsistema de multiplexación y transporte es donde se multiplexan todos los datos de audio y video que se comprimieron, además de los datos auxiliares y de control de todos los programas, para que después se transporten mediante una red de transporte que se encarga de llevar la señal hasta el centro transmisor, se puede emplear cable (coaxial o fibra óptica) o un enlace de microonda digital.

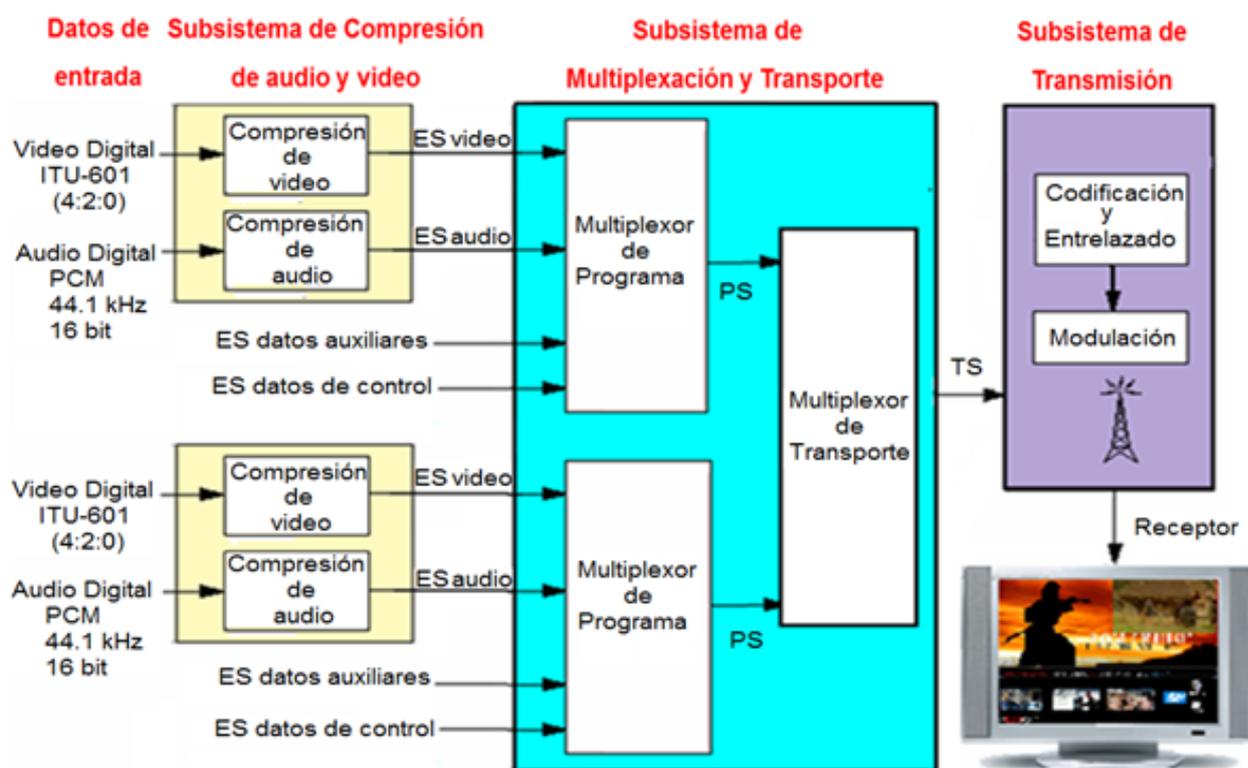


Figura 1: Esquema en bloques de la televisión digital terrestre.

En el subsistema de transmisión se integra por el centro transmisor digital que se encarga de condicionar las señales eléctricas al medio de transmisión. Después que ocurre todo el proceso anterior, la programación televisiva viaja a través de un medio de transmisión o canal de comunicación, donde la transmisión digital se puede efectuar por aire, por cable (coaxial o fibra óptica) o vía satélite. Por último, un aparato receptor transforma las señales eléctricas que se reciben y las presenta como imágenes con sonido, en caso de que los receptores sean analógicos se deben utilizar los Set Top Box (STB) [2].

## 2. EL SISTEMA DE TRANSPORTE EN LA TDT

Para transmitir una señal de televisión digital, no basta con la codificación de fuente, ya sea que se base en MPEG-2 o en cualquier otro procedimiento. Es necesario transportarla entre el codificador de fuente y el decodificador del usuario final. Aun si se asume que el medio de transporte es ideal y transparente en el sentido de que no introduzca ninguna alteración a la señal original, la propia forma de codificación y compresión digital hacen necesaria la identificación de las diversas porciones que conforman una imagen de vídeo o una trama de audio. Por consecuencia no basta con especificar los requisitos que deben cumplirse para la compresión de la señal, sino que es necesario especificar claramente la forma en que se debe transportar, ya sea con fines de contribución o de distribución. Con este propósito, también se desarrollaron estándares relativos al transporte de señales MPEG-2 a fin de que los sistemas que se diseñen y fabriquen cumplan con ellos para garantizar que el usuario final podrá recuperar la señal de televisión (audio, vídeo y eventualmente otros tipos de información como subtítulos, teletexto, etc.) con la fidelidad necesaria. El sistema MPEG-2 proporciona un enfoque de multiplexado en dos niveles o capas. La primera se destina a asegurar el sincronismo entre el audio y el vídeo y se designa como Packetized Elementary Stream (PES). La segunda, depende del medio de comunicación. Las especificaciones para los medios libres de error, tales como los de almacenamiento en cinta o disco, reciben el nombre de transporte de programa, en tanto que las especificaciones que se orientan a los entornos en que ocurren errores se designan como flujo de transporte [3].

## 3. FLUJO DE TRANSPORTE MPEG-2

En la figura 2, se muestran las etapas que se definen para la conformación de flujo TS MPEG-2. Un programa en el contexto audiovisual se conforma por una corriente de audio y una de vídeo, adicionalmente la posibilidad de que existan o no datos adjuntos [5].

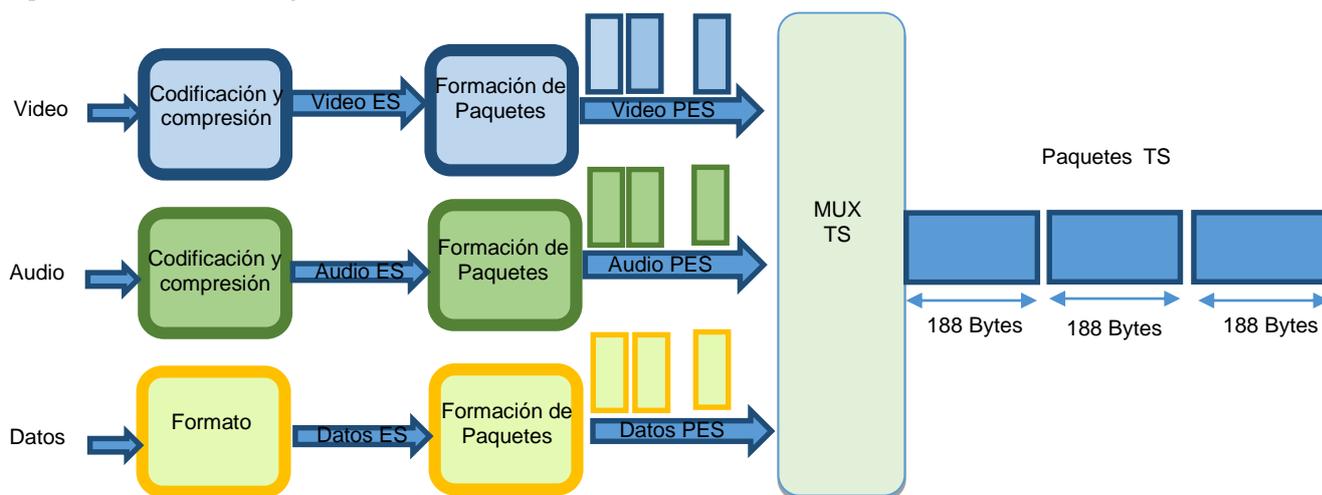


Figura 2: Etapas para la conformación de un flujo TS MPEG-2.

Estos flujos binarios de vídeo, audio y datos; se codifican y comprimen, o simplemente toman un formato, para generar una corriente elemental Elementary Stream (ES) independiente para cada uno. Posteriormente cada flujo ES, se lleva a un proceso de empaquetado, que da origen a los Packetized Elementary Stream (PES). El paquete PES tiene una longitud variable que admite hasta los 65,536 Kbytes, donde se encuentra una cabecera para su identificación, y el contenido que se codificó. Al multiplexor de flujo de transporte, ingresan los PES para audio, vídeo y datos respectivamente. El multiplexor añade información específica de cada programa que se conoce como: tablas Program Specific Information (PSI) [5].

Las tablas PSI se establecen con la finalidad de guiar y simplificar los procesos demultiplexación y presentación de los programas en el decodificador. En el estándar MPEG-2 se establecen las siguientes tablas [5]:

1. PAT - Program Association Table: tabla de asociación de programas
2. PMT - Program Map Table: tabla de mapa de programa.
3. CAT - Conditional Acces Table: tabla de acceso condicional.



En la salida del multiplexor Transport Stream se obtiene el flujo TS MPEG-2 o Flujo TS, que se forma por nuevos paquetes TS MPEG-2, estos se conocen sencillamente como: paquetes TS, cada uno con una longitud fija correspondiente a 188 bytes. Los paquetes TS contienen información de un único paquete PES, para video, audio y datos; por lo cual, si la carga útil que también se conoce como “payload”, se desborda de 184 bytes estos serán dispuestos en otro paquete TS, en caso contrario si existe espacio adicional se completa por bits de relleno [5].

En el sistema de transporte no sólo se tienen múltiples programas, sino, además, cada programa se puede conformar por múltiples señales de audio y vídeo, es necesario contar con algo semejante a un directorio que permita identificarlas. El flujo de transporte MPEG-2 especifica para este fin cuatro tablas, que se identifican en el flujo de transporte. Dos de ellas, la tabla de asociación de programas (PAT) y la tabla del mapa del programa (PMT) se utilizan para localizar los elementos de cada programa que se conducen en el flujo de transporte. Además, la especificación MPEG-2 define dos tablas más en el entorno PSI, pero no define su contenido. La primera es la tabla de información de red (NIT) que puede transportar información sobre los parámetros físicos de la red, tales como frecuencias en un contexto de multiplexado en frecuencia (FDM) y números de transpondedores en el caso de comunicaciones por satélite, o cualquiera otra información necesaria. Esta tabla se define por el usuario, es decir el proveedor del servicio el responsable de la implementación de la red [4].

Otra tabla es la de acceso condicional (CAT) que permite al proveedor del servicio asociar mensajes para la gestión de un programa particular (EMM), por ejemplo, para permitir la reproducción de un programa particular en un decodificador específico o en un grupo de decodificadores. También puede utilizarse para transmitir la información necesaria para descifrar señales. El contenido de esta tabla, igual que la NIT también lo define el usuario o proveedor del servicio. Aunque no forman parte de la especificación MPEG-2, se pueden utilizar otras tablas en el sistema de transporte. Algunas de ellas son para uso privado de los proveedores del servicio. Entre estas tablas adicionales se encuentran las siguientes, que reciben el nombre genérico de información del sistema (SI) [4]:

- Tabla de acceso condicional (CAT). Aunque la existencia de esta tabla se define en las especificaciones MPEG-2, su contenido no lo está. Esta tabla se utiliza para descifrar información y para control de acceso, por ejemplo, en programas de pago por visión o por evento y, por tanto, su contenido depende del proveedor del servicio. Esta tabla es muy importante para impedir la piratería de programas en el sistema DVB.
- Tabla de información de red (NIT). Por el término “red”, se entiende todo el contenido de un canal de transmisión, ya sea, por ejemplo, un transpondedor de satélite o un cable. En dicho canal se necesita información de frecuencias, anchos de banda, etc., que puede requerir el decodificador.
- Tabla de asociación de “bouquet” (BAT). En este contexto, el término bouquet (ramillete) no tiene un equivalente preciso en español y se entiende por tal al conjunto de servicios que se comercializan como una entidad única. Un bouquet puede mapearse a través de más de una red y el propósito de esta tabla es contribuir a su organización.
- Tabla de descripción de servicios (SDT). Esta tabla describe los servicios en términos de su nombre, proveedor y demás información relativa.
- Tabla de información de eventos (EIT). Esta tabla es, de hecho, una guía de programación en línea y contiene información sobre los nombres de programas, horario de inicio, duración y categoría (comedia, deportes, etc.).
- Tabla de estado (RST). Es una lista de disponibilidad de programas y si están o no codificados.
- Tabla de tiempo y fecha (TDT). Contiene información sobre la fecha y horarios locales y se utiliza en el decodificador para actualizar su reloj interno.

Para mantener una longitud fija (188 bytes) en un paquete TS que contiene tablas PSI/SI, se emplea bytes de relleno de valor 0xFF. La figura 3 muestra la estructura básica de las tablas PSI/SI:

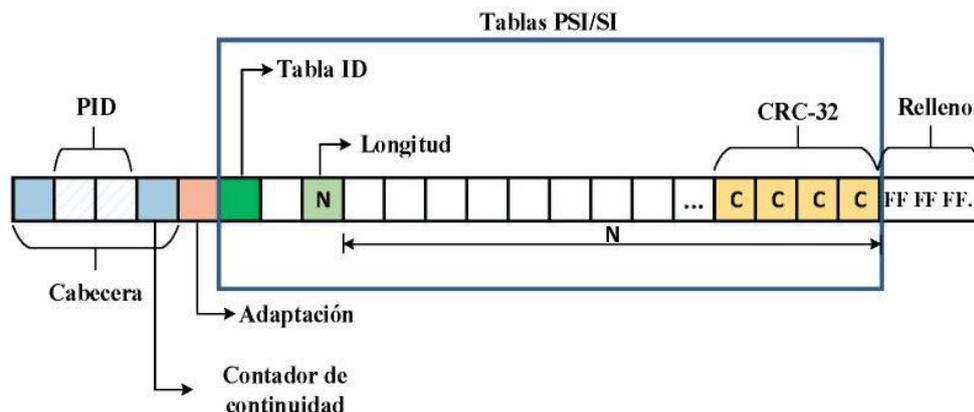


Figura 3: Estructura básica de las tablas PSI/SI.

Las tablas PSI/SI tienen longitud variable, sin embargo, el rango de valores correspondientes a su estructura, se le obtiene a partir del byte identificador de tabla (Tabla Id) hasta localizar los bytes de datos que se encuentran antes de los bits de relleno, no obstante, el método correcto es a través del valor que ofrece el byte que describe la longitud de la tabla [5].

#### 4. ANÁLISIS Y MODIFICACIÓN DEL FLUJO DE TRANSPORTE DE TELEVISIÓN DIGITAL

Para el análisis y modificación del flujo de transporte de televisión digital se realiza una serie de programas en MATLAB. Se comenzó con la importación de archivo con extensión .ts en MATLAB para así poder analizar y modificar las tablas SDT, NIT y EIT.

La aplicación "Analizador y modificador de paquetes TS" permite cargar un archivo con extensión .ts y analizar o modificar campos importantes dentro del flujo de transporte de la Televisión Digital que poseen las tablas de Información Específica de Programa/ Información de Servicios (PSI/SI), o sea, puedes analizar o modificar el nombre de la red, el nombre del canal y el proveedor, elementos de la cartelera como son el nombre del evento y el texto que lo describe, además de los PID de los paquetes. Esta aplicación cuenta con una ayuda para usarla y brinda información básica acerca de las tablas PSI/SI.

##### ANÁLISIS Y MODIFICACIÓN DE LA TABLA SDT

La tabla SDT con Tabla\_id=0x42 se transporta siempre en un paquete con PID=0x0017 e informa los servicios presentes en el flujo TS, fundamentalmente información de la estación transmisora, donde se especifica nombre de proveedor, nombre de canal, tipo de servicio: TV digital HD y SD, audio digital, teletexto, codificación avanzada, servicio especial o promocional para audio, video y datos. Adicionalmente, permite conocer la disponibilidad de país, contenido transmisión logotipo, entre otros [5].



La estructura de una tabla SDT se ilustra en la figura 4, donde se puede ver la sección de repetición LOOP que se destaca en rojo.

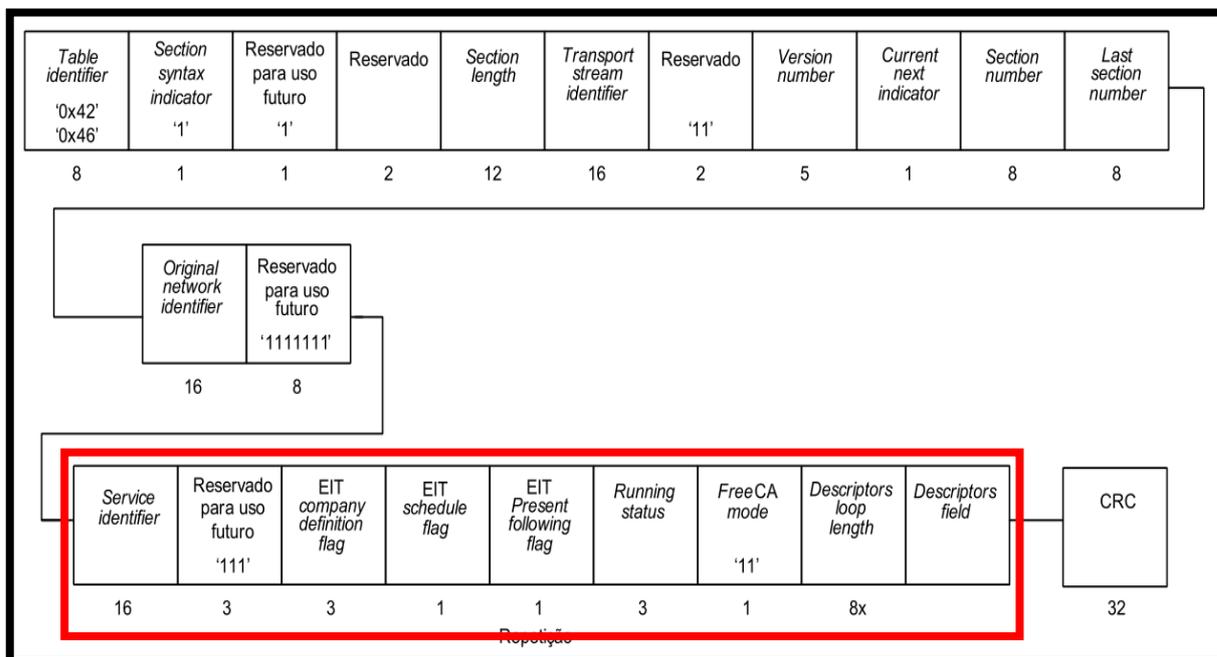


Figura 4: Estructura de la tabla SDT

En esta sección los campos que más destacan son los siguientes:

Service\_idenfifer: Identificador de programas (mismo valor de número de programa).

Descriptors\_Loop\_length: Longitud del descriptor presente.

Descriptors\_field: Campo de descriptores de servicios.

El campo para descriptores es de longitud variable donde se inserta la información que se requiere. El descriptor de servicio el cual se señala como obligatorio, es el que permite que se referencie el sistema de transmisión (tipo de servicio, proveedor y canal), su estructura se compone por 7 campos, la cual muestra la figura 5.

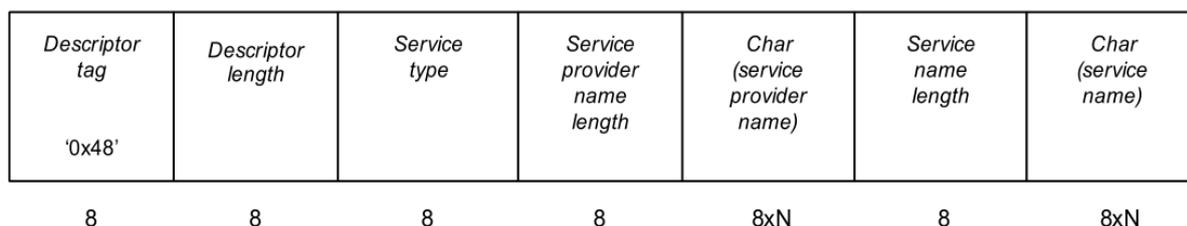


Figura 5: Estructura del descriptor de servicio.

Cada uno de estos campos tiene una función: el Descriptor\_Tag identifica el descriptor de servicios con byte de 0x48, el descriptor\_length da la longitud que tiene el descriptor de los campos continuos, el service\_type indica el tipo de servicio, el service\_provider\_name\_length indica la longitud del nombre de proveedor, el service\_provider\_name contiene el nombre del proveedor, el service\_name\_length provee la longitud del canal y el service\_name el nombre del canal.

Para realizar la decodificación de los elementos del descriptor de servicios que transporta la tabla SDT, se ubica el inicio del descriptor mediante su tag identificador 0x48, se almacenan los elementos del paquete en un vector auxiliar hasta un byte antes de tag identificador, posteriormente se obtiene la longitud de todo el descriptor al ubicar la posición final del vector auxiliar, en referencia a las posiciones del vector auxiliar se seleccionan los

elementos del descriptor de servicios. A continuación, se determina la longitud de la sección de nombre de proveedor, sus datos se almacenan en dependencia de la posición y la variación de su longitud, seguidamente los elementos decimales se transforman a caracteres y para una presentación adecuada el vector con la información es transpuesto, de forma similar se obtiene los caracteres de nombre de canal. En el siguiente diagrama que se observa en la figura 6 se representa el procedimiento a seguir para realizar un analizador de SDT en MATLAB.

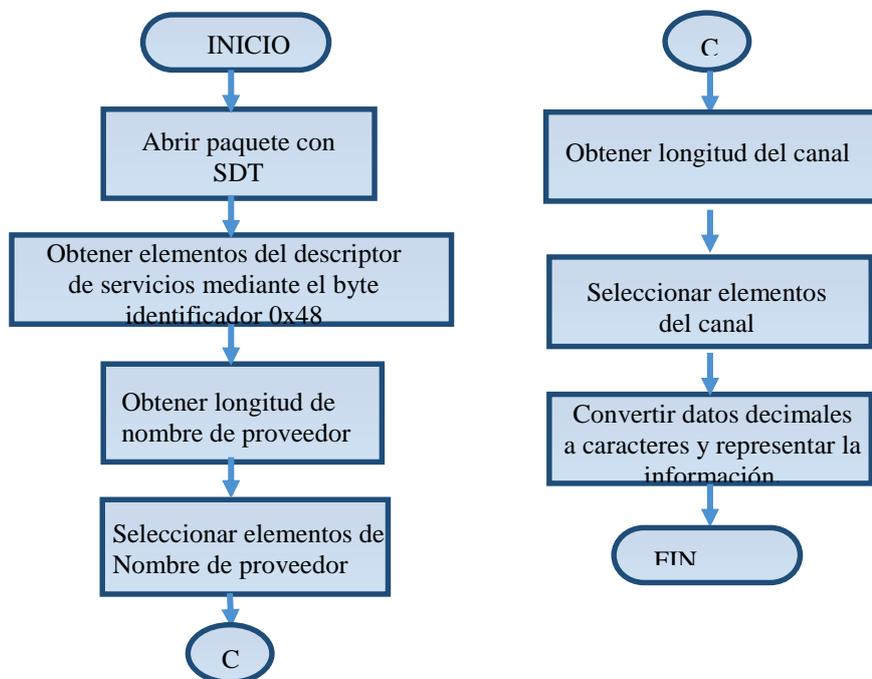


Figura 6: Algoritmo para realizar un analizador de la tabla SDT.

Entre los comandos que existen en MATLAB para modificar un archivo .ts y crear uno nuevo se encuentran fwrite (FID, A) que permite escribir los elementos de la matriz A en el archivo que se crea. El otro comando es fclose(FID) que cierra un archivo abierto mediante fopen. Para modificar el nombre de proveedor y del canal primero se abre el archivo.ts original en modo lectura, luego el archivo de salida es abierto en modo escritura y se modifica los campos para nombre de proveedor y canal. Además, se identifican los PID de los paquetes para solo realizar el cambio en los equivalentes a 17, que son los que transportan la tabla SDT. El procedimiento para realizar el modificador de la tabla SDT se muestra en el esquema en pseudocódigo de la figura 7.

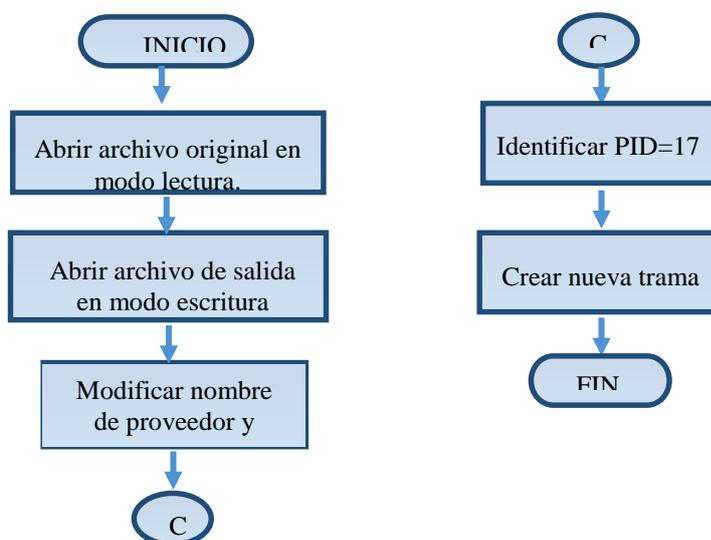




Figura 7: Procedimiento para modificar la tabla SDT

La tabla SDT con Tabla\_id=0x42 se transporta siempre en un paquete con PID=0x0017 e informa los servicios presentes en el flujo TS, fundamentalmente información de la estación transmisora, donde se especifica nombre de proveedor, nombre de canal, tipo de servicio: TV digital HD y SD, audio digital, teletexto, codificación avanzada, servicio especial o promocional para audio, video y datos. Adicionalmente, permite conocer la disponibilidad de país, contenido transmisión logotipo, entre otros [5]. En la figura 8 se ve la información que se obtiene del archivo importado como: la cantidad de bytes, el número total de paquetes, el nombre del archivo y fecha de modificación.

```

Command Window
New to MATLAB? Watch this Video, see Examples, or read Getting Started.

video =
Prueba.ts

archivo =
    6

D =
    name: 'Prueba.ts'
    date: '21-Abr.-2017 20:21:28'
    bytes: 60761600
    isdir: 0
    datenum: 7.3681e+05

nbytes =
    60761600

paquetes =
    323200
  
```

Figura 8: Información del archivo original.

Al ejecutar el analizador de la tabla SDT en MATLAB para el paquete 2001 del archivo PruebaSDT.ts que contiene la tabla SDT se obtuvo el resultado que se muestra en la figura 9, como se muestra el nombre del proveedor es Radiocuba y canal Cubavisión.

```

Proveedor =
Radiocuba

Canal =
Cubavisión

ans =
Radiocuba
>>
  
```

Figura 9: Canal y proveedor del paquete 2001 del archivo original.

Para modificar el nombre del proveedor y del canal se generó un nuevo archivo con el nombre PruebaSDT-modificado; donde el campo proveedor adquirió el nombre de Laboratorio TVD UO y el canal, Transmisión de Prueba. Para observar los cambios en el nuevo archivo se ejecutó el analizador de la tabla SDT, los resultados se muestran en la figura 10 donde se puede ver dichos cambios.

```

Proveedor =
Laboratorio TVD UO

Canal =
Transmisi?n de Prueba

ans =
Laboratorio TVD UO
fx >>

```

Figura 10: Canal y proveedor modificado del paquete 2001 del archivo modificado.

### ANALISIS Y MODIFICACIÓN DE LA TABLA NIT

La tabla de información de red es la responsable de informar de la organización física del grupo de multiplexores TS existentes en una misma red y las características propias de la red, así como todo lo relevante a la sintonía de los servicios existentes [6]. La estructura de la tabla NIT se muestra en la figura 11:

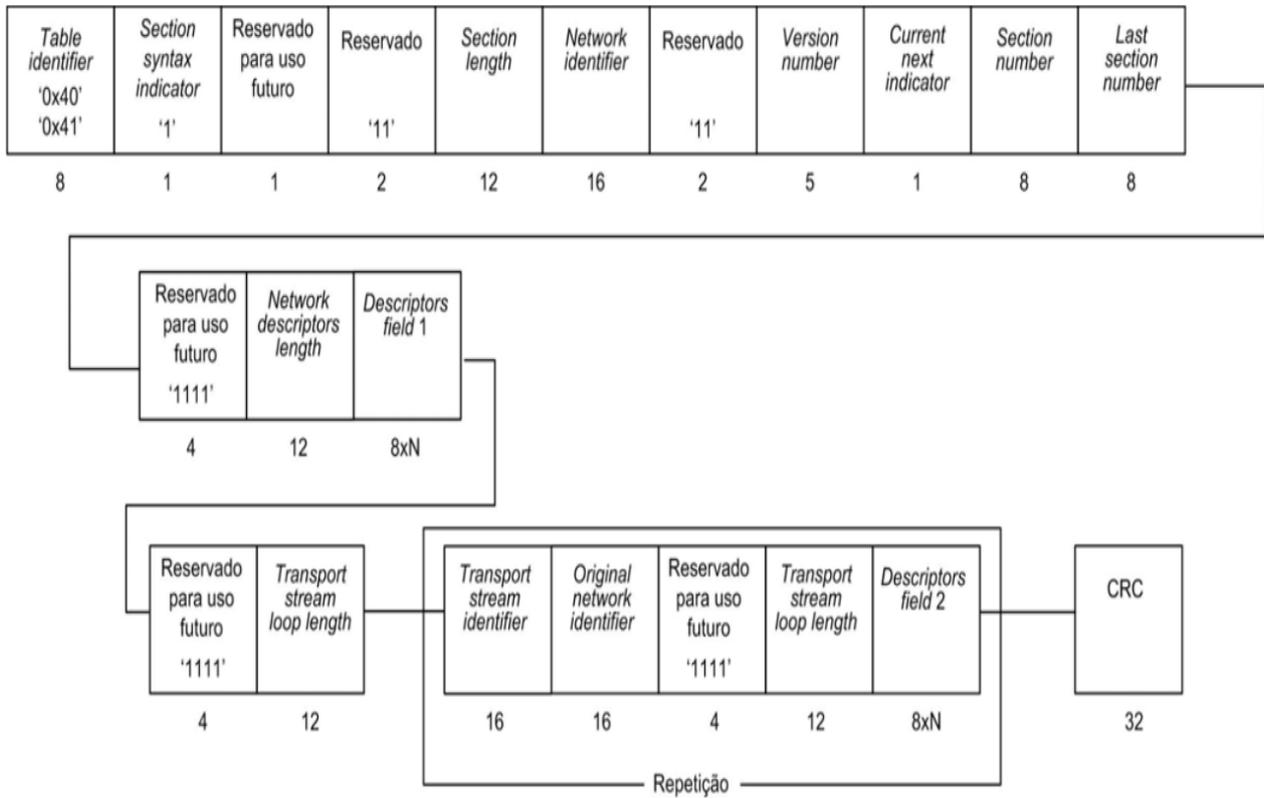


Figura 11: Estructura de la tabla NIT.



Dentro de los descriptores de la tabla NIT se encuentra el descriptor de nombre de red, este tiene la estructura que se observa en la figura 12:

<i>Descriptor tag</i>	<i>Descriptor length</i>	<i>Char (network name)</i>
'0x40'		
8	8	8xN

Figura 12: Estructura del descriptor de nombre de red.

El campo `descriptor_tag` identifica el descriptor de nombre de red con byte de 0x40, el de `descriptor_length` indica la longitud del nombre de red y el de `char` contiene el nombre de la red. Para decodificar estos elementos se encuentra el inicio del descriptor a través de su tag 0x40, se almacenan los elementos del paquete en un vector auxiliar hasta un byte antes del tag identificador, cuyo byte indica la longitud de todo el descriptor. Luego se procede a conformar el descriptor de nombre de red, para ello se determina la longitud de la sección `char`, sus datos se almacenan de acuerdo a la posición y la variación de su longitud, se convierte de decimal a caracteres y se muestra la información.

Para realizar el analizador de NIT se siguió el procedimiento que se muestra en la figura 13. Para ejecutar el analizador de NIT primero hay que abrir un archivo que contenga la tabla NIT

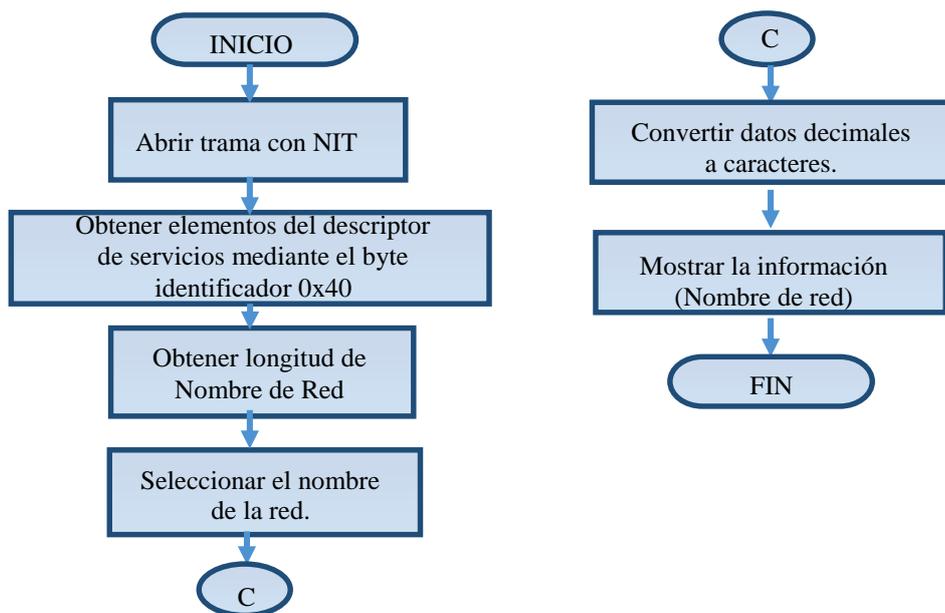


Figura 13: Procedimiento para realizar el analizador de la tabla NIT

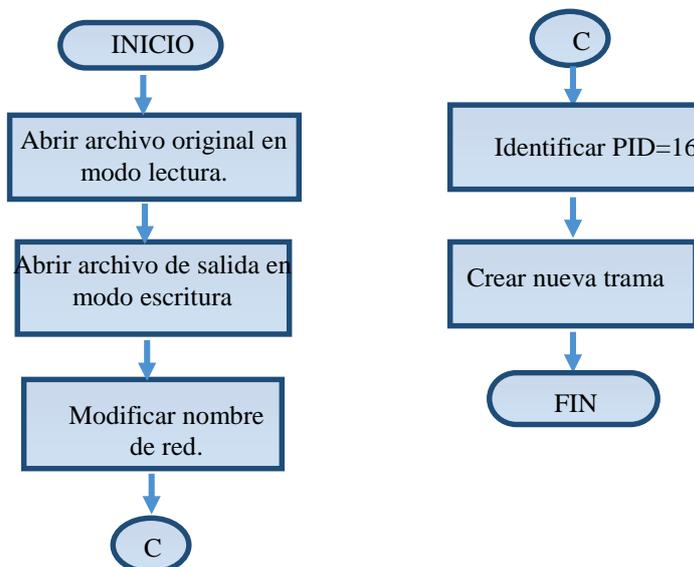


Figura 14: Procedimiento para modificar el nombre de red.

Con las funciones, `fwrite (FID, A)`, `fclose (FID)` y otras, se puede modificar un archivo `.ts` y crear uno nuevo. Como se realizó anteriormente primero se abre el archivo `.ts` original en modo lectura, luego el archivo de salida es abierto en modo escritura y se modifica el campo nombre de red. Para solo realizar cambios en los paquetes con PID 16, que son los que transportan la tabla NIT, se identifican los PID de los paquetes. El procedimiento para modificar el nombre de la red se muestra en el diagrama de la figura 14.

El archivo `.ts` contiene una tabla NIT en el paquete 999, al analizarlo se observan los resultados que se muestran en la figura 15, como se puede ver el nombre de la red es Radiocuba.

Cuando se realiza la modificación al archivo extensión `.ts` se generó el archivo modificado con el nombre de red diferente. Al ejecutar el analizador de NIT se puede observar que el nombre de la red se modificó; antes era Radiocuba y ahora es RED-UO, como lo muestra la figura 16.

```

Command Window
New to MATLAB? Watch this Video, see Examples, or read Getting Started.
>> Analizador_NIT(trama)

Lengthdescriptor =
    11

Descriptor =
    64
     9
    82
    97
   100
   105
   111
    99
   117
    98
    97
   240
    59
     0
     1
     0

NombreRed =
Radiocuba
  
```

Figura 15: Nombre de red del paquete 999 del archivo `a1.ts`



```

Command Window
New to MATLAB? Watch this Video, see Examples, or read Getting Started.
>> Analizador_NIT(trama)

Lengthdescriptor =

    11

Descriptor =

    64
     8
    32
    82
    69
    69
    95
    85
    79
    32
     0

NombreRed =

    RED_UO

ans =

    RED_UO
  
```

Figura 16: Nombre de red del paquete 999 del archivo modificado.

### ANALISIS Y MODIFICACIÓN DE LA TABLA EIT.

La tabla EIT contiene información en orden cronológica de los eventos existentes por servicios [6]; se transporta en paquetes con PID 0x18 y tiene table\_id 0x4E. La estructura de esta tabla se muestra en la figura 17.

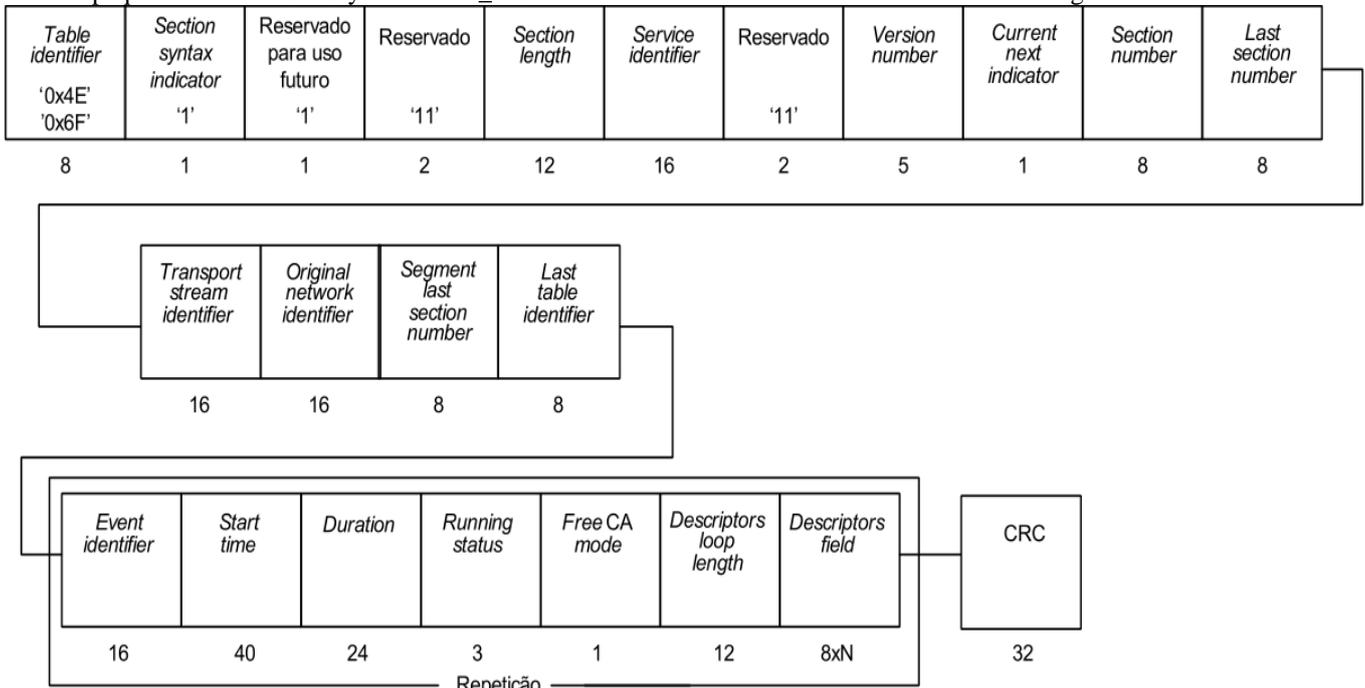


Figura 17: Estructura de la tabla EIT.



La tabla EIT transporta el descriptor de eventos cortos, este tiene la estructura que detalla la figura 19:

<i>Descriptor tag</i>	<i>Descriptor length</i>	<i>ISO 639 language code</i>	<i>Event name length</i>	<i>Char (event name)</i>	<i>Text length</i>	<i>Text char</i>
'0x4D'						
8	8	24	8	8xN	8	8xN

Figura 18: Estructura del descriptor de eventos cortos.

Donde el descriptor\_tag identifica al descriptor de eventos cortos, el descriptor\_length da la longitud de los campos continuos, el lenguaje code contiene el código de lenguajes de caracteres conforme a la norma ISO 639, el campo event\_name\_length indica la longitud del nombre del evento, char contiene el nombre del evento, text\_length da la longitud del texto que describe el evento y text\_char provee el texto.

Para tener acceso a esta información se procede de la misma forma que en las demás tablas y descriptores: primero se encuentra el inicio del descriptor a través de su tag 0x4D, se almacenan los elementos del paquete en un vector auxiliar hasta un byte antes del tag identificador, cuyo byte indica la longitud de todo el descriptor, en segundo lugar se pasa a conformar el descriptor de eventos cortos, para ello se determina la longitud de la sección de nombre de evento, sus datos se almacenan en dependencia de la posición y la variación de su longitud, seguidamente los elementos decimales se transforman a caracteres y para una presentación adecuada el vector con la información se transpone, de forma similar se obtiene los caracteres del texto que brinda información acerca del evento. El procedimiento para realizar el analizador de la tabla EIT es el que se muestra en la figura 19.

Para modificar el nombre de un evento y el texto que describe a dicho evento, a partir de un archivo .ts se crea uno con estos campos diferentes. Para ello como se ha hecho antes, primero se abre el archivo.ts original en modo lectura, luego el archivo de salida es abierto en modo escritura y se modifica los campos de nombre de evento y texto. Dentro de todos los paquetes se selecciona aquel que porte la tabla EIT con el evento que se desea modificar.

Para cambiar el nombre del evento y el texto que contiene una tabla EIT se siguió el procedimiento que se representa en la figura 20.

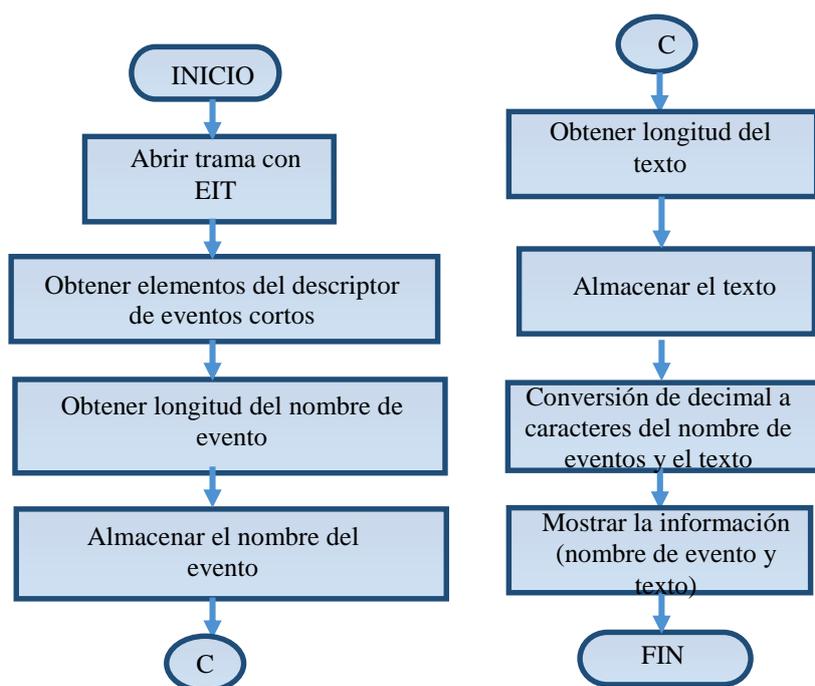


Figura 19: Diagrama para realizar un analizador de la tabla EIT.

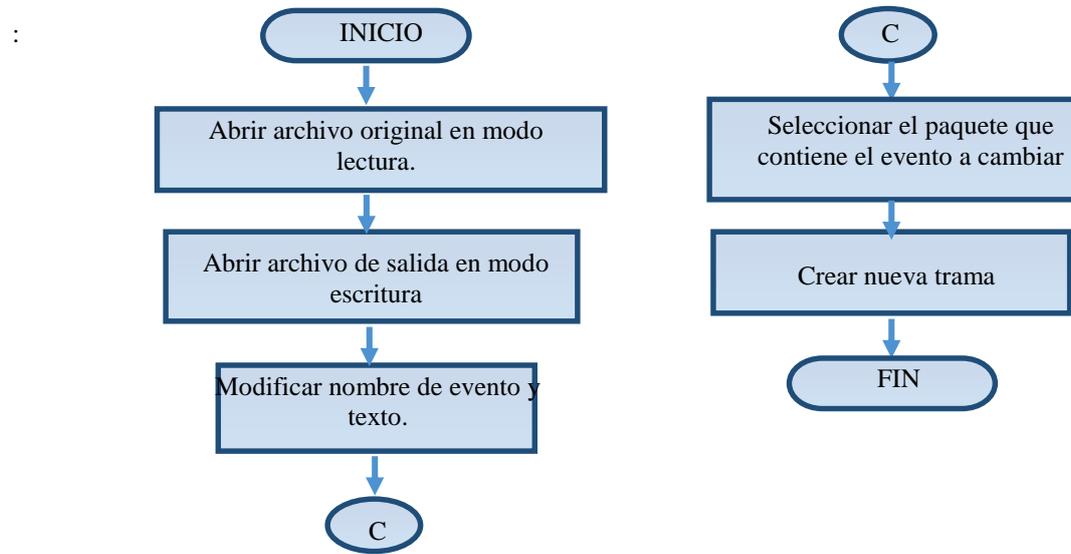


Figura 20: Procedimiento para modificar la tabla EIT.

Si se ejecuta el analizador de la tabla EIT en MATLAB al paquete 6329 del archivo a1.ts se puede ver el nombre del evento y el texto que lo describe como lo ilustra la figura 21.

Para modificar el nombre del evento y el texto se creó un archivo nuevo con estos campos diferentes donde nombre del evento se llamó “Emisión Especial” y el texto “La programación será interrumpida para transmitir una emisión especial”. La figura 22 muestra estos resultados al ejecutar el analizador de la tabla EIT para el archivo que se creó.

```

NombreEvento =
SERIE DEL CARIBE

Texto =
DISCUSIÓN DE LA MEDALLA DE ORO

ans =
SERIE DEL CARIBE
fx >>
  
```

Figura 21: Nombre del evento y texto del paquete 6329 del archivo original.

```

NombreEvento =
Emision_Especial

Texto =
La programacion sera interrumpida para transmitir una emision especial

ans =
Emision_Especial
fx >>
  
```

Figura 22: Nombre del evento y texto del paquete 6329 del archivo modificado.



Luego del desarrollo del código fuente que modifica varios de los principales parámetros de la trama de transporte de la TV Digital se implementó una aplicación empleando la herramienta de desarrollo GUIDE que posee el MATLAB, la figura 23 la ventana principal de trabajo.

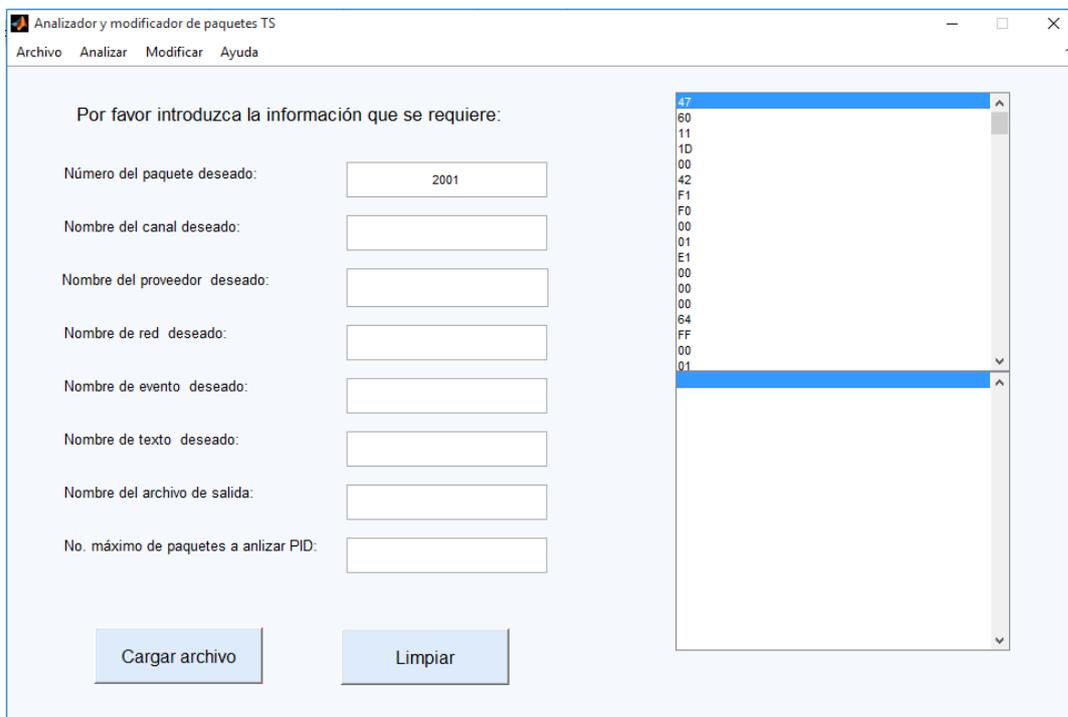


Figura 23: Imagen de la ventana principal del programa..

## 5. CONCLUSIONES

Se logró importar un archivo con extensión .ts en MATLAB que permitió obtener información de los paquetes que lo integraban como: el nombre del archivo, la cantidad de bytes, el número de paquetes y la fecha de modificación.

Se analizó las tablas SDT, NIT y la EIT, mediante programas que se realizaron en MATLAB, que permitieron decodificar información que contienen los descriptores tales como el descriptor de servicios, el de nombre de red, y el de eventos cortos.

Se generaron nuevos archivos con extensión .ts, a estos se le modificaron los siguientes campos: el nombre del canal y del proveedor, el nombre de la red, y los eventos cortos con los textos que lo describen (cartelera).

Se realizó una aplicación GUIDE que permite cargar un archivo con extensión .ts y analizar o modificar campos importantes dentro del flujo de transporte de la Televisión Digital que poseen las tablas de Información Específica de Programa/ Información de Servicios (PSI/SI).

Se creó un programa ejecutable con la aplicación GUIDE que permite abrirla en computadoras que no tengan instalado el software MATLAB.

## RECOMENDACIONES

1. Extender el manejo de flujo de transporte de TV-Digital a la tabla FDT que contiene los datos de interactividad, para lograr generar un canal de datos local.

2. Incrementar las opciones de la aplicación “Analizador y modificador de paquetes TS”, para brindar mayores facilidades al usuario, incluyendo el análisis y modificación de la tabla FDT y así poder realizar distintas pruebas de laboratorio analizando y modificando las tablas de información que contiene la trama de transporte.



## REFERENCIAS

1. ITU. *International Telecommunication Union ITU*, 2011.
2. ALONSO, P. L. C., "La Televisión Digital Terrestre" Cuaderno de Comunicación e Innovación.
3. GARRIDO, D. I. *Clase de Televisión Digital*, Santiago de Cuba, 2015
4. VEGA, C. Pérez, Transmisión de Televisión, El sistema de transporte en televisión digital, 2004.
5. VILLAMARÍN, D. C. Yáñez, "Diseño y desarrollo de guías de laboratorios para generar y manejar el flujo de transporte de televisión digital", 2015.
6. ABNT NBR 15603-1 *Digital terrestrial television- Multiplexing and service information (SI)*, Part 1: SI for digital broadcasting systems, 2008.

## SOBRE LOS AUTORES

**MSc. Fidel V. Giró Uribaz.** Graduado de Ingeniero en Telecomunicaciones y Electrónica en la Universidad de Oriente, Cuba en el 2008. En julio del 2017 alcanzó la categorización docente de Profesor Auxiliar en la disciplina de radiocomunicaciones donde se encuentra actualmente impartiendo las asignaturas de Radioelectrónica I, II. En diciembre de ese mismo año se graduó en la maestría Sistemas de Telecomunicaciones en la Universidad de Oriente, Cuba. Actualmente investiga sobre arreglos de antenas microcintas y la tecnología de radio definido por software, RFID y es el responsable del Laboratorio de TV Digital de la Universidad de Oriente.

E-mail: [fgiro@uo.edu.cu](mailto:fgiro@uo.edu.cu)

Teléfono: +53 22 601190, +53 22 601191

**MSc. Antonio Rafael Selva Castañeda.** Graduado de Ingeniero en Telecomunicaciones y Electrónica en la Universidad de Oriente en el 2007. En octubre del año 2012 alcanzó la categoría docente de Profesor Asistente en la disciplina de Radiocomunicaciones, donde imparte las asignaturas de Teoría del campo electromagnético y líneas de transmisión. En enero del año se graduó en la maestría de Sistemas de Telecomunicaciones de la Universidad de Oriente, Cuba. En la actualidad investiga sobre estructuras de microcintas y RFID.

E-mail: [aselva@uo.edu.cu](mailto:aselva@uo.edu.cu)

Teléfono: +53 22 601190, +53 22 601191