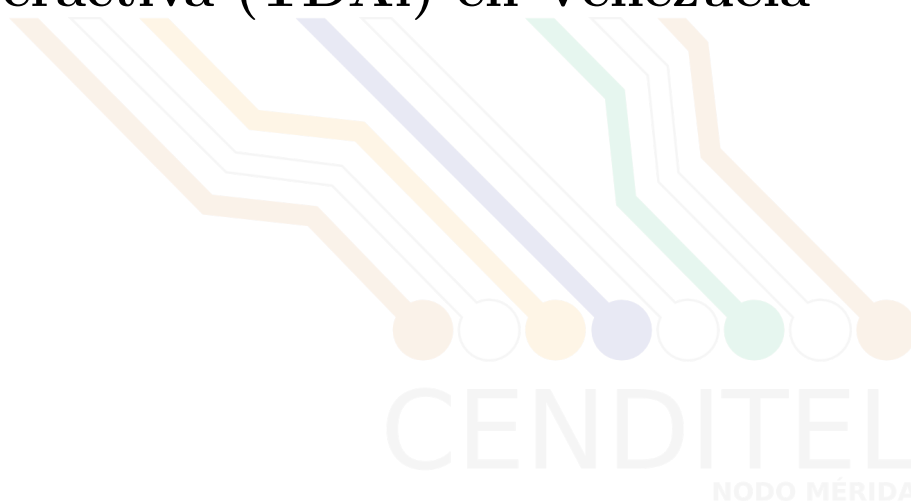


# Fundación Centro Nacional de Desarrollo e Investigación en Tecnologías Libres

**CENDITEL**

**Canal de Retorno Para Televisión Digital  
Abierta Interactiva (TDAi) en Venezuela**



Mérida - Julio 2015.

# Televisión Digital

Consiste en la transmisión por medio de ondas de radio, de una señal de televisión y datos, digitalizada, haciendo uso de repetidores terrestres.

La Televisión Digital Abierta (TDA) es un proyecto tecnológico, social y cultural que brinda una nueva forma de hacer y ver televisión en el país. Es una política promovida por el Gobierno Bolivariano para que el pueblo venezolano pueda disfrutar de forma gratuita de una señal de televisión de calidad que hasta ahora sólo ofrecían servicios de tv por suscripción. El alcance va más allá de una mejor calidad en audio y vídeo, además de ello, la TDA es instrumento que permite la participación del pueblo en la generación de contenidos educativos y culturales.

## Interactividad

La interactividad en Televisión Digital, incorporan servicios de información o participación en los canales de televisión, su principal ventaja es la posibilidad de acceso a un conjunto de servicios públicos o privados a través del televisor.

Las Aplicaciones interactivas se presentan de dos (2) maneras que son:

- Interactividad Local: donde el televidente puede ver contenidos e interactuar con ellos, pero no puede enviar datos de vuelta, estos contenidos deben ser actualizados por el proveedor de servicios.
- Interactividad Remota: el televidente interactúa con la aplicación enviando datos al proveedor de servicios utilizando un canal de retorno.

## Canal de Retorno

El Canal de retorno para TDA, cumple la función de aportar el medio que transporta la información desde el televidente hasta la compañía proveedora del servicio, el cual puede ser unidireccional o bidireccional.

- Unidireccional: Es utilizado en aplicaciones de consulta donde se requiere que el televidente envíe datos al proveedor de servicios pero no requiere datos de vuelta, por ejemplo en aplicaciones tipo consulta o votación.
- Bidireccional: En este tipo de aplicaciones se requiere intercambio de información entre el usuario y el proveedor de servicios, por ejemplo, en una consultas al seguro social se deben enviar los datos del usuario y esperar la respuesta del servidor con la información solicitada.

## Requerimientos para el diseño del canal de retorno en TDai

1. Cobertura en todo lugar que se preste el servicio de TDA.
2. Estar disponible cuando el usuario lo requiera.

3. Poseer la mayor penetración posible en los hogares.
4. Ser un sistema económico.
5. Ofrecer protocolos de seguridad y velocidades de transmisión adecuados.

## Alcance

En el proyecto canal de retorno para TDA se analizó la manera de implementarlo vía internet móvil, para esto se estudió el uso del módem USB Huawei E1756 y un módulo SIM900 que puede ser integrado a los nuevos decodificadores dando así cobertura a los hogares populares que no disponen de servicio banda ancha o que se encuentra en zonas de difícil acceso a estos servicios. Para ambos dispositivos se hizo una revisión de los comandos AT soportados y las posibles vías de comunicación, definiendo como la mejor opción para aplicaciones interactivas el acceso a internet móvil, pero pudiendo utilizar para aplicaciones de consulta unidireccional (encuestas) mensajes de texto.

## Comandos Hayes o AT

Es un lenguaje desarrollado en 1977 por la compañía Hayes Communications, como una interfaz de comunicación con un módem para enviarle instrucciones y se convirtió en un estándar abierto de comandos para configurar y parametrizar módems. El carácter AT precede todos los comandos de control del dispositivo y significa "Atención". Aunque la finalidad principal de los comandos AT es la comunicación con módems, la telefonía móvil también adoptó como estándar dicho lenguaje y así establecer la comunicación en sus dispositivos. Actualmente todos los teléfonos móviles responden a estos comandos, aunque la mayoría de los comandos pertenecen al estándar, cada fabricante puede agregar comandos específicos para sus dispositivos.

Cabe destacar que los comandos AT establecen la comunicación interna del dispositivo y no dependen del canal utilizado para transmitir las señales. La notación de los comandos AT se expresa a continuación:

$$AT + COMANDO < CR >$$

donde; <CR> significa retorno del carro

## Algunos de los Comandos AT mas Utilizados

1. Comandos Generales
  - a) **AT+CGMI**: Identificación del fabricante.
  - b) **AT+CPAS**: Estado del módem.
  - c) **AT+CIMI**: Obtener el código IMSI.
  - d) **AT+CLAC**: Lista los comandos AT disponibles en el dispositivo.
  - e) **AT+GSN**: Obtener el código IMEI del dispositivo.

f) **AT+CGMM**: Identificación del modelo del dispositivo.

g) **AT+CBC**: Estado de batería (si está equipado).

## 2. Comandos de Seguridad

a) **AT+CPIN**: Introducir clave de desbloqueo.

b) **AT+CPINC**: Obtener número de reintentos que quedan.

c) **AT+CPWD**: Cambiar clave.

## 3. Comandos de Red

a) **AT+CSQ**: Obtener calidad de señal.

b) **AT+CREG**: Registrarse en una red.

c) **AT+COPS**: Seleccionar el operador de servicios.

## 4. Comandos de Gestión de Mensajes de Texto

a) **AT+CPMS**: Selecciona el lugar de almacenamiento.

b) **AT+CMGF**: Selecciona el formato de los mensajes

c) **AT+CMGL**: Lista mensajes almacenados.

d) **AT+CMGR**: Lee el mensaje almacenado.

e) **AT+CMGS**: Enviar mensaje.

f) **AT+CMGD**: Borrar mensaje.

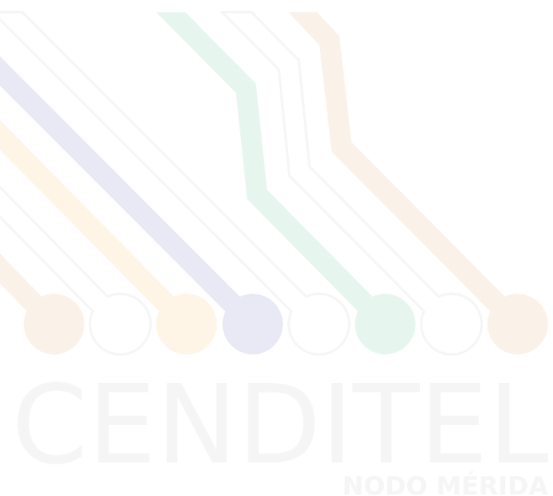
## 5. Comandos de Servicio de Vos.

a) **ATH1**: Descuelga el teléfono.

b) **ATH0**: Cuelga el teléfono.

c) **ATA**: Descolgar y contestar.

d) **ATD**: Establece una llamada de vos.



## Dispositivos Utilizados

### Módem Huawei E1756

Es un dispositivo USB que permite principalmente el acceso a las redes inalámbricas de banda ancha a través de la banda móvil en redes 3G, pero también puede ser utilizado para enviar y recibir mensajes de texto.

### Especificaciones



Tipo de Módem	WCDMA
Fabricante	Huawei
Tipo	Inalámbrico
Interfaz	USB
Alimentación	USB
Estilo	Externo
Modelo	E1756
Tasa de Transmisión	7.2 MBPS

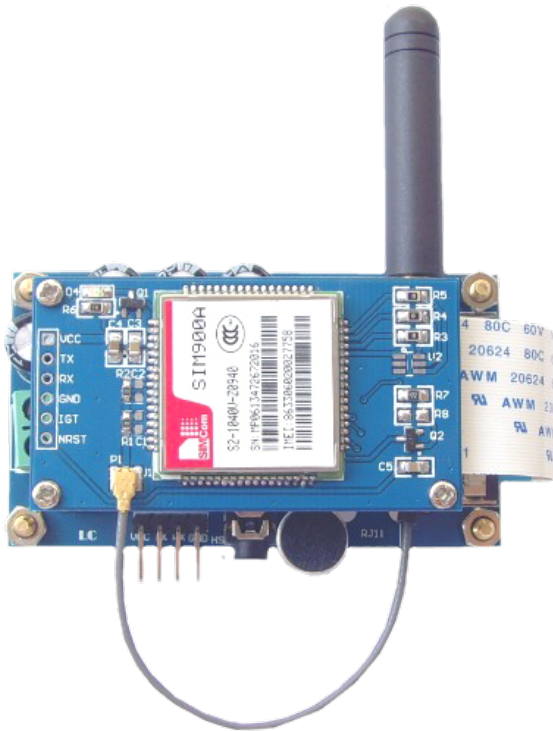
### SIM900a gsm/gprs

El SIM900 es un dispositivo GSM/GPRS cuatribanda, disponible en un módulo de tecnología de montaje superficial (SMT) que puede ser integrado en diversas aplicaciones que requieran supervisión y/o comunicación.

El SIM900 opera en las redes GSM/GPRS en las bandas 850/900/1800/1900MHz y es comúnmente utilizado en el desarrollo de proyectos de comunicación y control remoto inalámbrico con microcontroladores, por vía de la red celular e internet, ya sea utilizando mensajes cortos (SMS), voz ó bien enlaces por vía GPRS. La presentación contempla un tamaño de 24 mm x 24 mm x 3 mm, y puede ser utilizado en dispositivos con alta demanda de diseño en cuanto al espacio.

El dispositivo utilizado para las pruebas fue el modulo SIM900A, que ya contiene integrado los dispositivos de hardware necesarios para establecer comunicación inalámbrica y sus características principales se presentan a continuación.

## Especificaciones



- Quad-Band 850/ 900/ 1800/ 1900 MHz
- GPRS multi-slot class 10/8
- GPRS mobile station class B
- Compliant to GSM phase 2/2+
- Class 4 (2 W @850/ 900 MHz)
- Class 1 (1 W @ 1800/1900MHz)
- Control via AT commands (GSM 07.07,07.05 and SIMCOM enhanced AT Commands)
- Low power consumption: 1.5mA(sleep mode)
- Operation temperature: -40°C to +85°C
- 2-in-1 headset jack

## Pruebas

### Huawei E1756

Como punto de partida se comprueba la conexión entre el módem y los decodificadores de televisión digital (STB) de la marca Novatech modelos **Nova-ISDBT-T7102** y **Nova-ISDBT-T207**, ambos decodificadores con resultados negativos ya que ninguno detecta el dispositivo como módem, por ello no es posible la comunicación hacia Internet por este medio de manera directa.

Para el siguiente paso se parte desde la idea de que Ginga es una versión de Linux, y al conectar un dispositivo USB se debe asignar una ruta en `/dev/tty*`, bajo este concepto, se construye un script en LUA, que permite escanear los puertos `/dev/tty*` y verificar si se encuentra un módem en alguno de ellos, de ser positivo, utilizando comandos AT se inicia la comunicación con el módem y se envía un mensaje de texto a un numero preestablecido, solo como prueba de concepto, (para verificar que en realidad existe comunicación con el módem) posteriormente se construyo una pequeña aplicación NCL que permite ejecutar el script en el STB, como resultado de esta prueba no se logro la comunicación entre el módem y el STB, pero se logro determinar algunas condiciones que deben cumplirse para lograr dicha comunicación las cuales se enumeran a continuación:

1. El STB debe tener la versión 2.1 de Ginga.
2. El STB debe conceder permisos para leer y escribir en los puertos seriales `/dev/tty*`. Esto se hace incluyendo el usuario (asignado al STB) al grupo `dialout:x:20:` y `tty:x:5:` en `/etc/group`.

3. Se debe instalar `usb-modeswitch`, `usb-modeswitch-data` y `usbutils`, que permiten detectar y asignar un puerto al módem USB.
4. Actualizar la versión de LUA a Lua5.2, ya que esta posee librerías que permiten la comunicación vía puerto serial.
5. Instalar las librerías `luafilesystem` y `luafilesystem-dev`, que permiten escanear el directorio `/dev/`.

La siguiente prueba fue establecer comunicación a internet con la ayuda de la utilidad **wvdial**, la cual es un marcador de protocolos punto a punto.

Para utilizar esta utilidad es necesario instalarla y configurar el archivo `wvdial.conf`, disponible en el directorio `/etc/`, dicho archivo contiene información básica sobre el puerto del módem, velocidad, cadena de inicialización, proveedor, numero de teléfono, usuario y contraseña.

Esta prueba resulto satisfactoria logrando establecer y mantener una conexión hacia internet utilizando una linea activa Movilnet, el archivo `wvdial.conf` utilizado contiene la siguiente información:

```
[Dialer Defaults]
Init2 = ATQ0 V1 E1 S0 = 0 &C1 &D2 +FCLASS = 0
Modem Type = Analog Modem
Phone = *99***2#
ISDN = 0
Username = ppp
Init1 = ATZ
Password = ppp
Modem = /dev/ttyUSB0
Baud = 9600
```

## SIM900A gsm/gprs

Como prueba inicial se conecto el dispositivo vía USB utilizando un bridge serial/usb, basado en el integrado *FT232RL*, como puente entre la interfaz USB disponible en la computadora y la RS232 disponible en el modulo SIM900, a continuación se verifico que se le asigne un puerto en `/dev/ttyUSB*` y se envió un mensaje de texto para verificar la conexión con el modulo, resultando satisfactoria dicha prueba.

Seguidamente se analiza la posibilidad de conectarlo directamente al puerto RS232, ya que de implementarse el modulo SIM900 en los decodificadores de TDA, lo ideal es que se integre en el diseño de hardware del equipo, para esta prueba se utilizo un Arduino Mega 1280, el cual se conecto directamente con el SIM900, en esta prueba utilizando comandos AT se logro establecer comunicación con un servidor vía HTTP puerto 80 `http://dev.teubi.co/hola.php`, el procedimiento para establecer dicha conexión se realizo siguiendo el tutorial descrito en:



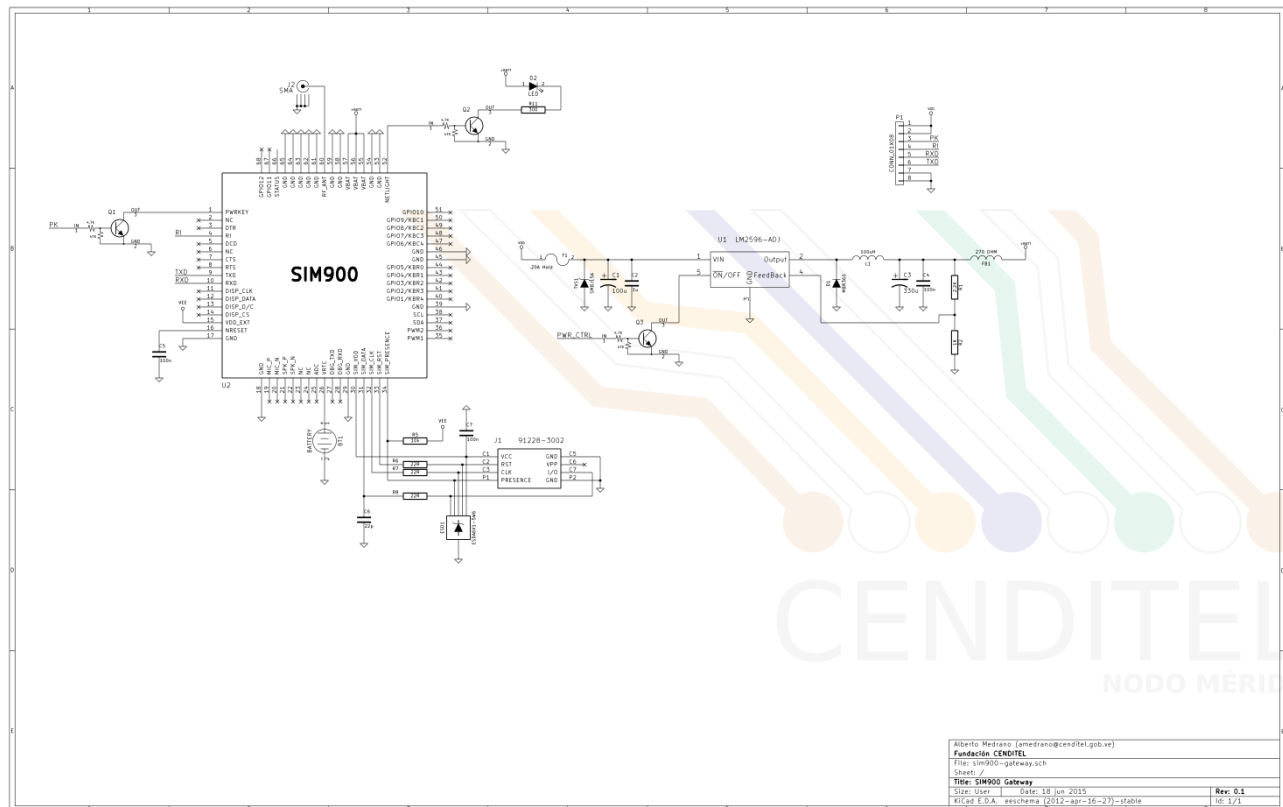
<http://fuenteabierta.teubi.co/2013/11/arruino-y-peticiones-http-con-el-sim900.html>

A continuación se listan los comandos AT utilizados para hacer posible la transferencia de datos:

- **AT+CGATT:** Inicia la comunicación GPRS.
- **AT+CSTT:** Define el APN, usuario y clave a utilizar, para este caso se utilizo como APN int.movilnet.com.ve y se omite el usuario y la clave.
- **AT+CIICR:** Se activa el perfil de datos inalámbricos
- **AT+CIFSR:** Se obtiene una dirección IP local.
- **AT+CIPSTART:** Inicia la conexión TCP o UDP con la dirección del Host destino.
- **AT+CIPSEND:** Se envían los datos al servidor y se espera la respuesta del mismo.
- **AT+CIPCLOSE:** Cierra la conexión TCP o UDP.
- **AT+CIPSHUT:** Se desactiva la conexión GPRS.

En la siguiente figura, se observa el diseño de un posible modelo esquemático de la conexión requerida para el correcto funcionamiento del SIM900 integrado en el STB, en este diseño se usa el puerto RS232 para la comunicación del dispositivo, aunque pudiese utilizar el protocolo I2C.

### Esquemático Recomendado



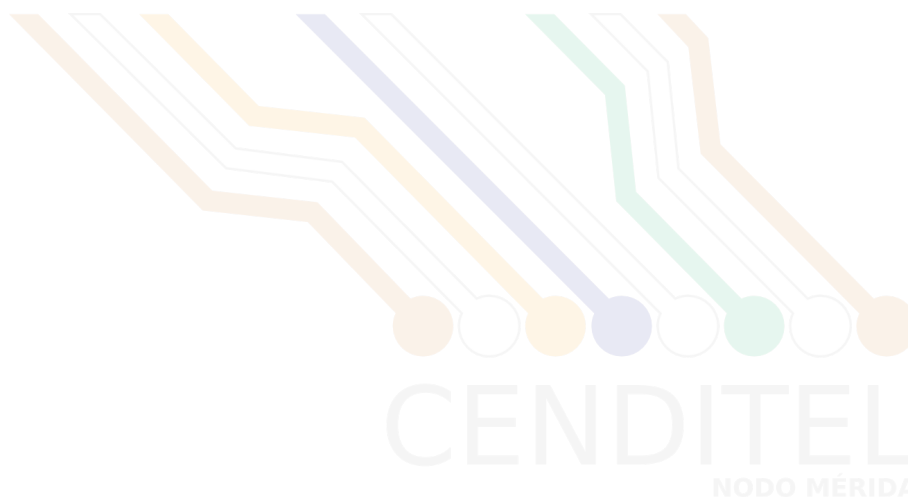


## Componentes Necesarios Para el Diseño Mostrado.

Referencia	Fabricante	Nro de Parte	Descripción
BT1	Elna America	DSK-3R3H703T414-HRL	CAP SUPER 0.07F 3.3V COIN SMD
C1	Nichicon	UWX1E101MCL1GB	CAP ALUM 100UF 25V 20% SMD
C2	Murata Electronics North America	GRM188R61E105KA12D	CAP CER 1UF 25V 10% X5R 0603
C3	Nichicon	UWT1E331MNL1GS	CAP ALUM 330UF 25V 20% SMD
C4	Murata Electronics North America	GRM188R71E104KA01D	CAP CER 0.1UF 25V 10% X7R 0603
C5	Murata Electronics North America	GRM188R71E104KA01D	CAP CER 0.1UF 25V 10% X7R 0603
C6	Murata Electronics North America	GRM1885C1H220JA01D	CAP CER 22PF 50V 5% NP0 0603
C7	Murata Electronics North America	GRM188R71E104KA01D	CAP CER 0.1UF 25V 10% X7R 0603
D1	Micro Commercial Co	SK36A-LTP	DIODE SCHOTTKY 60V 3A DO214AC
D2	Lumex Opto/Components Inc	SML-LXR85IC-TR	LED RA 635NM RED WTR CLEAR SMD
ESD1	STMicroelectronics	ESDA6V1-5W6	TVS DIODE 3VWM SOT3236
F1	Bourns Inc	MF-NSMF020-2	FUSE RESETTABLE .20A HOLD SMD
FB1	Würth Electronics Inc	74279224271	FERRITE BEAD 270 OHM 4A SMD 2220
J1	Molex Inc	912283002	CONN MEMORY CARD 6POS SIMM SMD
J2	TE Connectivity, Taoglas Limited	5-1814400-1.TG.09.0113	CONN SMA JACK R/A 50 OHM PCB
L1	Würth Electronics Inc	74477020	INDUCTOR POWER 100UH 2.2A SMD
P1	Harwin Inc	M20-9750846	SPOS SIL HORIZONTAL PIN HEADER
Q1	Rohm Semiconductor	DTC143ZUAT106	TRANS PREBIAS NPN 200MW UMT3
Q2	Rohm Semiconductor	DTC143ZUAT106	TRANS PREBIAS NPN 200MW UMT3
Q3	Rohm Semiconductor	DTC143ZUAT106	TRANS PREBIAS NPN 200MW UMT3
R1	Yageo	RC0603JR-072K2L	RES 2.2K OHM 1/10W 5% 0603 SMD
R2	Yageo	RC0603JR-071KL	RES 1K OHM 1/10W 5% 0603 SMD
R5	Yageo	RC0603JR-0710KL	RES 10K OHM 1/10W 5% 0603 SMD
R6	Yageo	RC0603JR-0722RL	RES 22 OHM 1/10W 5% 0603 SMD
R7	Yageo	RC0603JR-0722RL	RES 22 OHM 1/10W 5% 0603 SMD
R8	Yageo	RC0603JR-0722RL	RES 22 OHM 1/10W 5% 0603 SMD
R11	Yageo	RC0603JR-07330RL	RES 330 OHM 1/10W 5% 0603 SMD
TVS1	Littelfuse Inc	SMBJ15A	TVS DIODE 15VWM 24.4VC SMB
U1	National Semiconductor	LM2596SX-ADJ/NOPB	IC REG BUCK ADJ 3A TO263-5
U2	SIMCom	SIM900	SIM900 QUAD-BAND GSM / GPRS CELL PHONE MODULE

## Obstáculos en la Investigación

Una limitante es no contar con una tarjeta de entrenamiento donde se pueda cargar el sistema del decodificador (Ginga) y hacer las actualizaciones respectivas e instalación de los paquetes correspondientes para así poder verificar el correcto funcionamiento del canal propuesto, actualmente estas pruebas se están realizando vía maquina virtual.



## Conclusiones

En el estudio realizado se demuestra que las comunicaciones inalámbricas para telefonía móvil GSM/GPRS, es un medio factible para ser utilizada en el canal de retorno de Televisión Digital Abierta, aunque requiere una actualización importante en los decodificadores actuales o un rediseño en la nueva generación de decodificadores.

Para utilizar los dispositivos mencionados anteriormente, se plantean las siguientes opciones que permitirán el uso de canal de retorno en aplicaciones interactivas:

1. Establecer un enlace a internet utilizando la aplicación *wvdial* para ello, y construir aplicaciones con canal de retorno basados en el protocolo TCP/IP para intercambiar datos con el servidor mediante el módem USB o el módulo SIM900, estableciendo la comunicación al iniciar la aplicación interactiva y finalizando la conexión al cerrar la aplicación interactiva.
2. Para aplicaciones de consulta se puede utilizar mensajes de textos que pueden ser enviados directamente desde la aplicación vía comandos AT, esto requiere que el servidor de la aplicación sea capaz de recibir mensajes de textos, aunque es una tecnología funcional puede ser lenta para algunas aplicaciones.
3. Algunas aplicaciones podrían ser híbridas, es decir si posee suficiente recepción de señal el módem puede establecer comunicación vía internet, de no ser así esta podría enviar datos vía mensajes de texto al servidor siendo una aplicación posiblemente más lenta pero funcional, esto depende del tipo de aplicación y la cantidad de datos que se requieran enviar o recibir.
4. Con el módulo SIM900 integrado en el decodificador, se pueden hacer peticiones TCP directamente al servidor, lo cual permite la transferencia de datos entre la aplicación interactiva y el servidor directamente, sin necesidad de utilizar *wvdial* para establecer la comunicación.
5. En los decodificadores actuales de TDA, es necesario actualizar su sistema para que puedan tener acceso al canal de retorno, para este caso existen 2 opciones:
  - a) Actualizar Ginga y agregar las librerías descritas en los apartados anteriores para que el STB se conecte vía puerto USB con un módem GSM/GPRS comercial y obtener acceso a internet por este medio.
  - b) Actualizar Ginga y construir un dispositivo de hardware que utilice un módulo SIM900 o un módem USB para establecer conexión a internet, este dispositivo debe conectarse a los decodificadores de TDA vía Ethernet y emular dicho puerto haciendo la comunicación transparente para el decodificador de TDA.