

MC-250 Internet of Things:

# Introducción a las Radios Definidas por Software (SDR)

Profesor: Cesar Azurdia

Auxiliar: Javier Rojas

# Tópicos

- Que son las Radios Definidas por Software (SDR)
- Aplicaciones de las SDR
- Futuro de las SDR
- Trabajo realizado con SDR

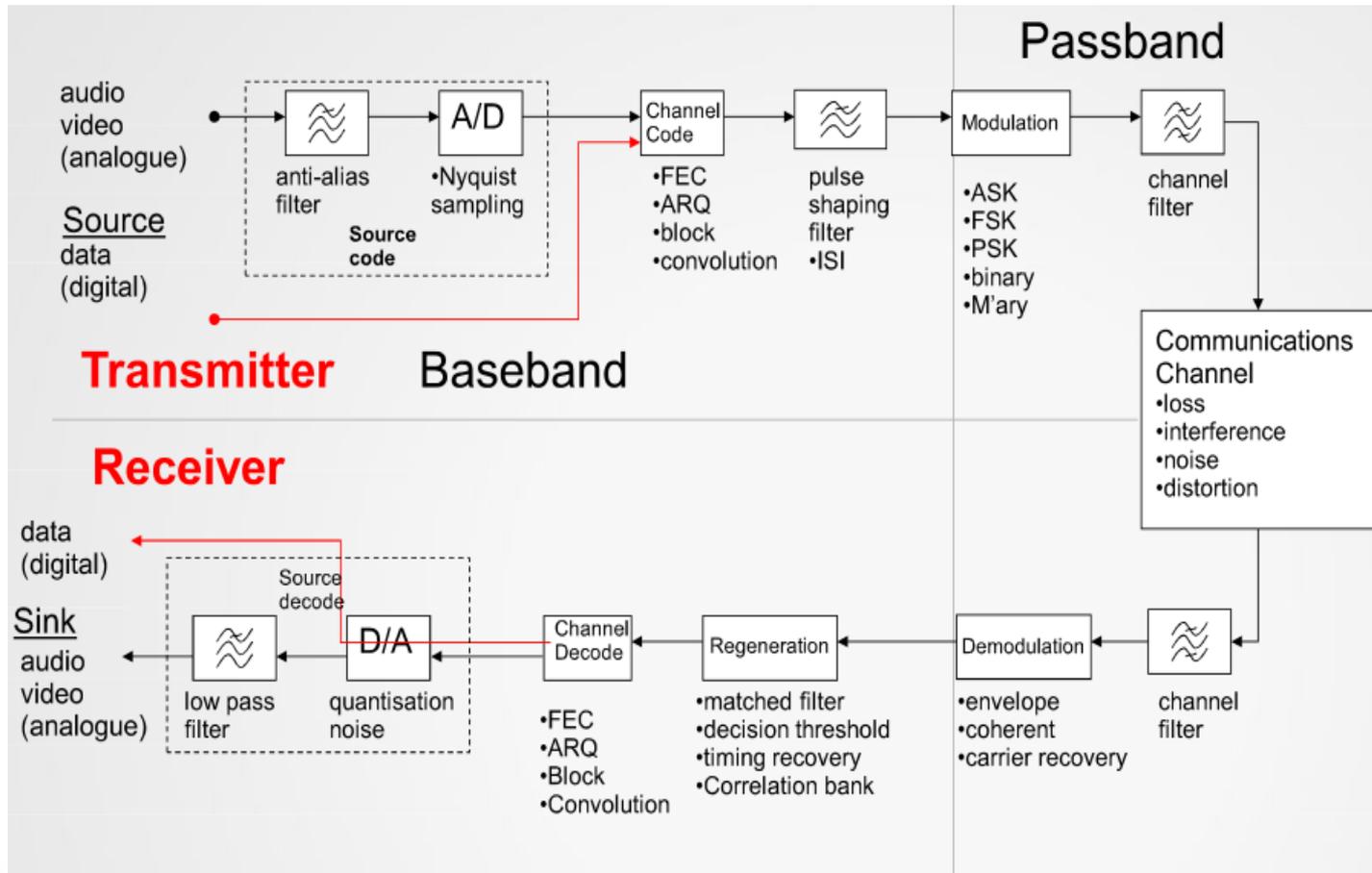
# Que son las SDR

- Radios **Muy** antiguas y analógicas
  - Parámetros de comunicación impuestos por hardware
  - Sin memoria



# Que son las SDR

- Esquema de comunicación Digital

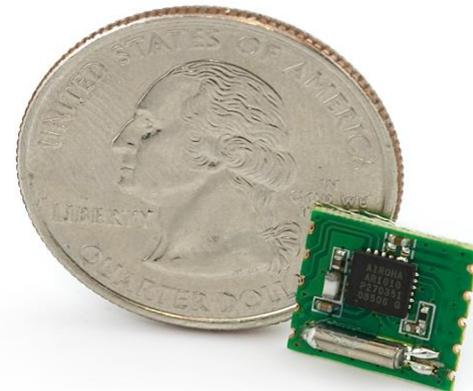


# Que son las SDR

- Radios Digitales Convencionales
  - Procesamiento de las señales digitales se hace mediante una unidad de procesamiento, para luego realizar la conversión Digital Análoga o Análoga Digital
  - Características aún son impuestas por Hardware
- En Transmisor:
  - Señales Reconstruidas varían las características de una señal portadora analógica de alta frecuencia

# Que son las SDR

- Radios Digitales Convencionales
  - En el Receptor
    - Se demodula la señal recibida (alta frecuencia)
    - A la señal resultante se le realizan diversos procesamientos de señales para la reconstrucción de la señal digital enviada



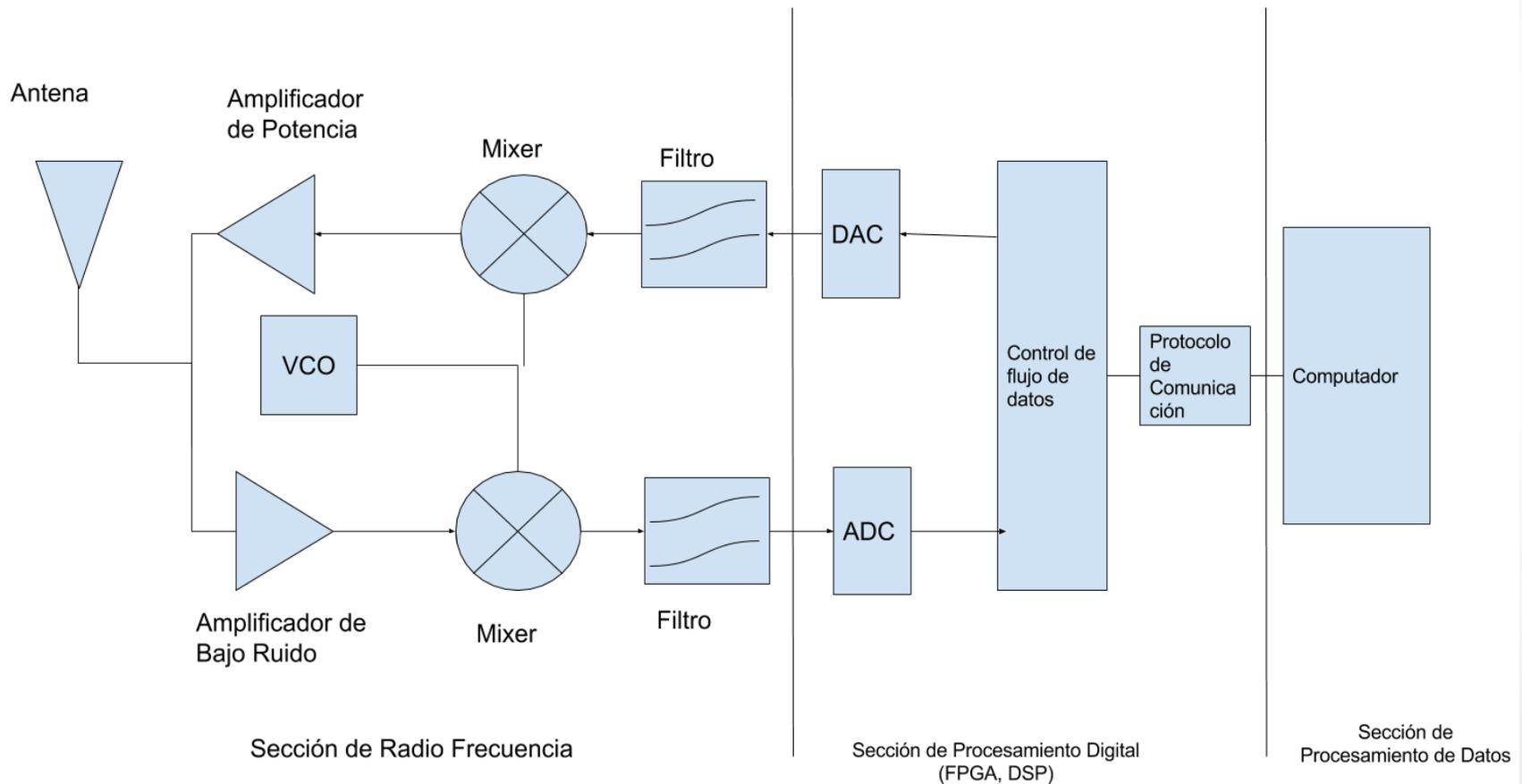
# Que son las SDR

- Radios definidas por Software
  - Son aquellas radios que la gran mayoría de sus ***parámetros de capa física son definidos por Software*** (ejemplos: Modulación, Tasa de Símbolos, Ancho de Banda, Frecuencia de Operación)



# Que son las SDR

- Como funcionan



# Que son las SDR

- En el transmisor
  - Se basan en generar a través de una unidad de procesamiento, la señal banda base para determinado esquema de modulación
  - Se realiza la conversión digital análoga de la señal y pasa por un proceso de «Upconversion»
  - Se pasa a una etapa de Radio Frecuencia para enviar la información

# Que son las SDR

- En el receptor
  - Se recibe la señal mediante una antena y pasa por una etapa de amplificación y filtrado (analógica)
  - Se realiza un proceso de «Downconversion» y se deja la señal en el espectro de banda base, para luego ser muestreada
  - Mediante el uso de una unidad de procesamiento se realizan distintos procesos para reconstruir la señal enviada

# Que son las SDR

## SDR Components



Tx

- Digital to Analog
- RF Upconversion

- Modulation

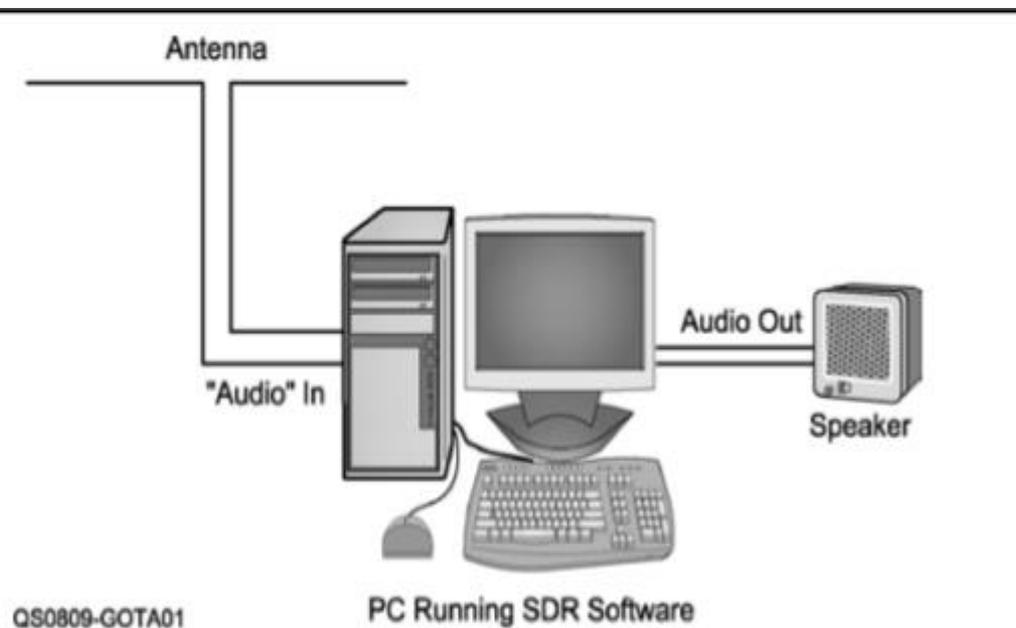
RX

- RF Downconversion
- Analog to Digital

- Demodulation
- Signal Processing

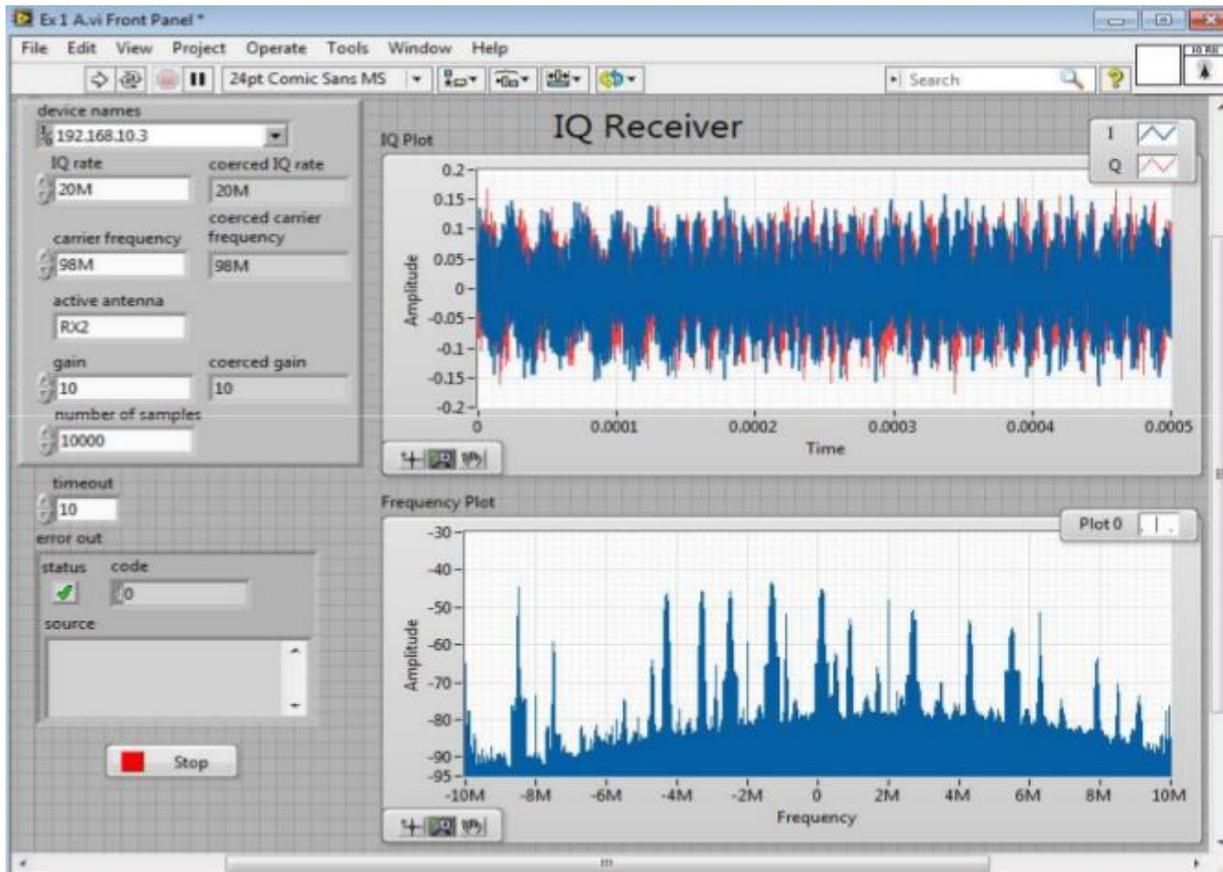
# Aplicaciones de SDR

- Amateur SDR



# Aplicaciones de SDR

- Escanear Espectro Electromagnético



# Aplicaciones de SDR

- Implementación y simulación de Redes Moviles

The screenshot displays a software-defined radio (SDR) application interface, likely GNU Radio, running on a Kali Linux system. The interface is divided into several sections:

- Wireshark 1.8.5:** A network traffic capture window showing a list of captured packets. The filter is set to 'gsmtap'. The packets are primarily GSM TAP (RR) messages, including Paging Request Type 2, Paging Request Type 3, System Information Type 1, and Paging Request Type 1. The source and destination are both 127.0.0.1.
- Terminal:** A terminal window showing the execution of a script: `root@kali: ~/sdr/airprobe/gsm-receiver/src/python`. The terminal output displays a hex dump of captured data, with the Kali Linux logo and the slogan "The quieter you become, the more you are able to hear" visible in the background.
- Top Block:** A control panel for the SDR application. The center frequency is set to 936.6M. The RF gain is 0. The interface includes checkboxes for 'Automatic Gain', 'Peak Hold', 'Average', 'Persistence', 'Trace A', and 'Trace B'. The 'Axis Options' section shows 'dB/Div' and 'Ref Level' controls.
- Wideband Spectrum:** A plot showing the wideband spectrum of the captured signal. The x-axis is Frequency (kHz) from -500 to 500, and the y-axis is Amplitude (dB) from -100 to 0. A peak is highlighted at -278.828 kHz with an amplitude of -48.1481 dB and an FFT of -64.6054.
- Channel Spectrum:** A plot showing the channel spectrum of the captured signal. The x-axis is Frequency (kHz) from -500 to 500, and the y-axis is Amplitude (dB) from -120 to -20. The plot shows a clear signal centered around 0 kHz.

# Futuro de las SDR

- Realización de «*Cognitive radios*»
  - Poder muestrear el espectro y analizar las frecuencias desocupadas
  - Poder sensar el estado del canal de comunicaciones y adaptarse a esto.
  - Permiten uso eficiente del espectro para una banda determinada
- El uso de «Cognitive Radios» es indispensable para las redes de quinta generación 5G
  - Arquitectura de la red es más abierta
    - Device to Device, Utilización de redes de generaciones anteriores

# Futuro de las SDR

- Virtualización de la red
  - Permitir la integración de distintos estándares y tecnologías en una red virtual
    - Software Defined Network
  - Hardware único , solo variaciones en software
  - Bajo costo de realización debido a hardware genérico
  - Consumo de energía optimizado para comunicaciones inalámbricas

# Trabajo realizado con SDR

- Diseñar un sistema de Comunicación Digital para un Nano Satellite en la Banda de 2.4 GHz
- Ventajas de usar SDR
  - Implementación de distintas técnicas de modulación que permitan mejores tasas de transmisión
  - Fácil variación de parámetros para analizar el canal de comunicaciones

¿Preguntas?

# Demostraciones Prácticas

- Escaneo del espectro Electromagnético
  - Utilización RTL-SDR y GNU Radio
  - Utilización USRP como Transmisor y receptor RTL SDR

| Señales a observar | Banda a Muestrear | Radio a utilizar |
|--------------------|-------------------|------------------|
| Radio FM           | 88 – 108 MHz      | RTL SDR          |
| Tv analógica       |                   | RTL SDR          |
| Tv digital         | 500 – 600 MHz     | USRP             |
| Walkie Talkie      | 430 – 450 MHz     | USRP             |
| Sinusoide          | Indeterminado     | USRP y RTL SDR   |

# Demostraciones Prácticas (1)

- Transmisión y Recepción de Imágenes
  - Utilización de USRP como Transmisor y Receptor Mediante FSK
  - Cálculo de Tasa de Error de Bits

# Demostración Practica (2)

- Constelaciones de M-QAM
  - Utilización USRP como Transmisor y Receptor para observar los Simbolos y transiciones de modulaciones QAM