



Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas



Instrumentación para el registro de Eventos de Rayos Cósmicos a través de una Redpitaya

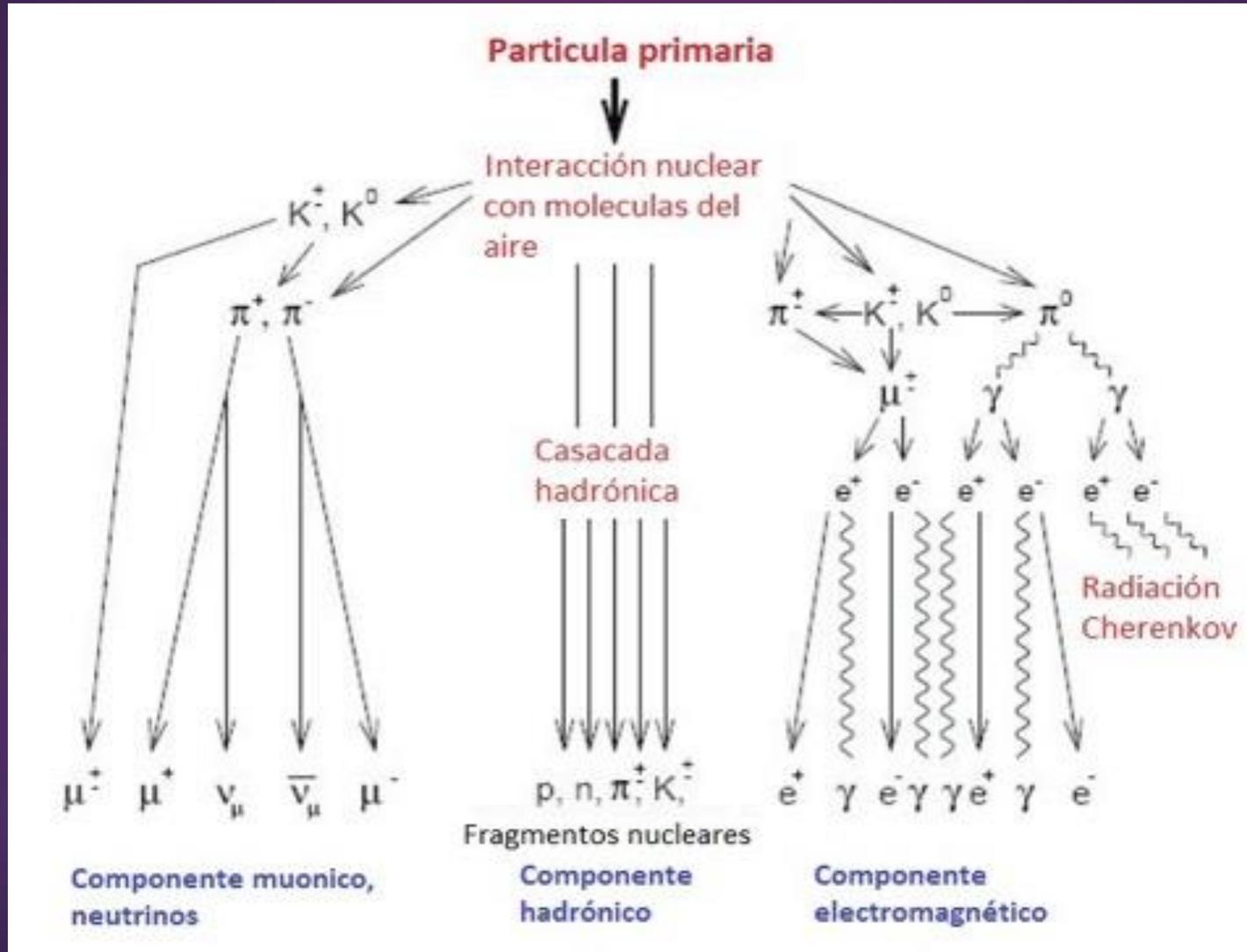
Presenta: Acametitla López Victor Manuel

Marzo 2023

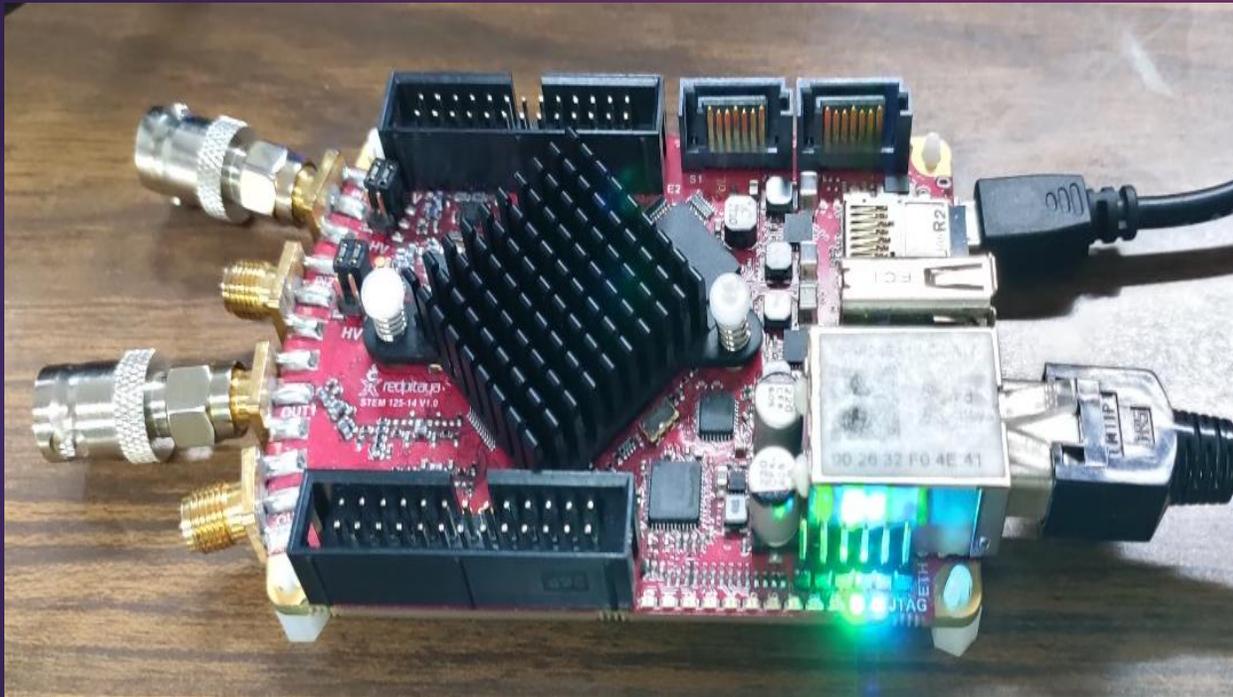
Cascadas atmosféricas de partículas

- ▶ Los Rayos Cósmicos que llegan a al planeta dispersan su energía en la atmósfera terrestre.
- ▶ Al interactuar estas partículas primarias con las moléculas en la atmósfera generan lo que se conoce como cascada atmosférica de partículas (Rayos Cósmicos Secundarios).

Cascadas atmosféricas de partículas



Instrumentación: Tarjeta RedPitaya STEMlab 125-14

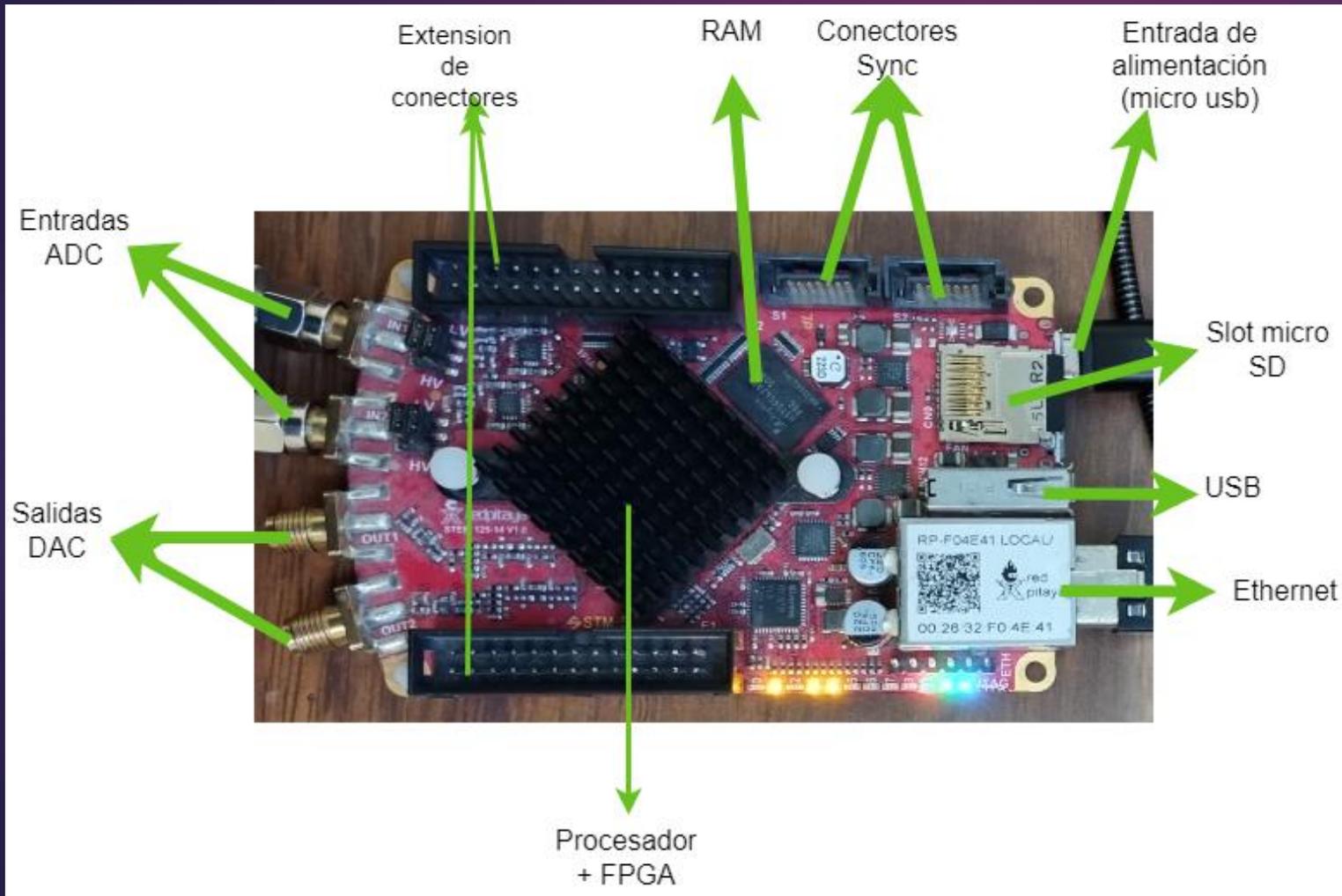


FPGA (Field Programmable Gate Array).

Compatibilidad con lenguajes de programación.

- C
- Python
- Matlab
- Labview

Esquema de Red Pitaya: Modelo STEMLab 125-14



- ▶ Procesador de arquitectura ARM modelo Cortex-A9 de doble núcleo de alta velocidad a 1 Ghz.
- ▶ Almacenamiento interno de datos con una capacidad de 8 GB por medio de un slot micro SD y 512 MB de memoria RAM
- ▶ Puerto micro USB (Alimentación)
- ▶ Conectores tipo SMA
- ▶ Conector RJ45

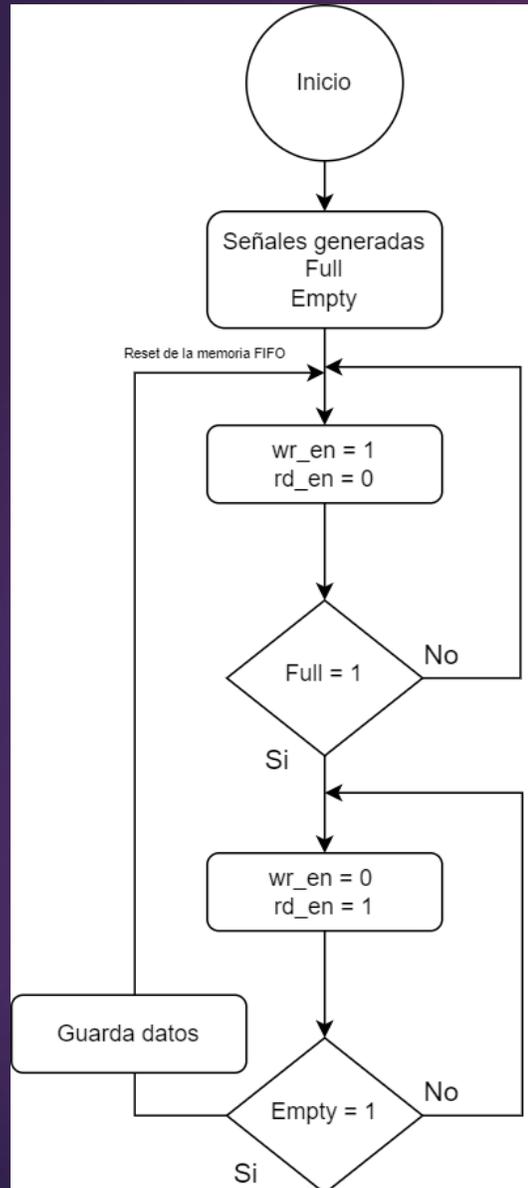
La interfaz analógica de la placa Red Pitaya:

- ▶ Canales de conversión analógico a digital (ADC): 2
- ▶ Canales de conversión digital a analógico(DAC): 2
- ▶ Frecuencia de muestreo: 8ns (125 MSPS)
- ▶ Resolución ADC 14 bits =16384 valores
- ▶ Acoplamiento de entrada: DC
- ▶ Voltaje de entrada máxima absoluta: 30 V
- ▶ Protección contra sobrecarga
- ▶ Voltaje de alimentación: 5V a 2 Amp. máx.

Interface memoria FIFO

- FIFO - First Input First Output
- La memoria fifo es una herramienta muy útil en la electrónica digital, que permite almacenar datos en una estructura tipo de corrimiento de datos para su posterior procesamiento. En el caso de la red pitaya stemlab 125-14, la memoria fifo puede ser utilizada para la adquisición de datos de eventos de rayos cósmicos
- El flujo de datos no se detiene al ser adquirido, procesado, almacenado y estar en disposición en una unidad de almacenamiento.
- Para utilizar la interface de la memoria fifo en la FPGA, es posible usarla con una herramienta de diseño de hardware: Vivado de Xilinx.

DIAGRAMA DE FLUJO DE LA MEMORIA FIFO



Señalización de control

Write_enable(wr_en): Captura datos hasta llenar la memoria.

Flag: Full

Read_enable(rd_en): Leerá datos hasta vaciar la memoria.

Flag : Empty

Modos de adquisición de datos

Modo FreeCounter : Obtiene los datos en serie almacenados en la memoria y los grafica. El resultado esperado es una recta.

Modo TrazaCounter : Obtiene los datos y los segmenta por un nivel máximo(trigger). El resultado esperado son rampas.

Modo FreeCascada : Obtiene un tren de datos de manera continua

Modo TrazaCascada: Obtiene el perfil del pulso dado un umbral de disparo.

Resultados

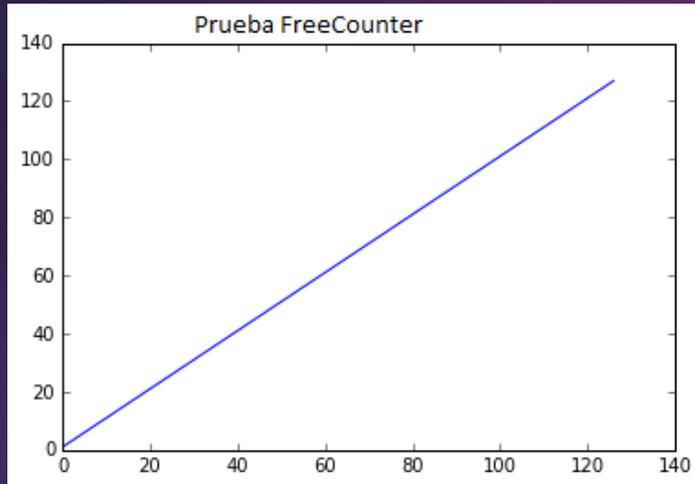
Señales de prueba

Características del pulso

Frecuencia : 1 Mhz

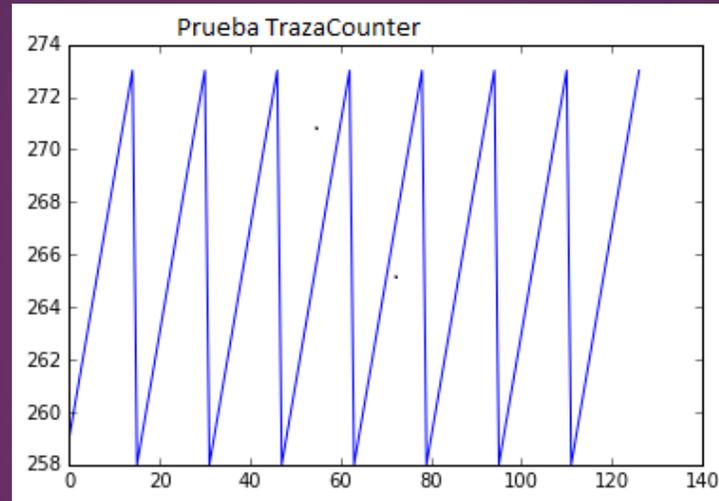
Ancho del pulso (width): 900 ns

Periodo (T) : 1 μ s



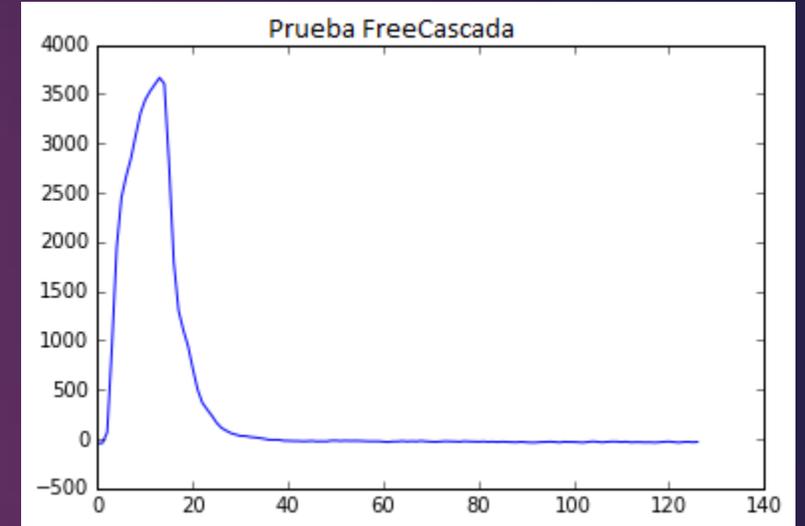
Modo de disparo : FreeCounter

Grafica los valores dentro del buffer uno a uno en forma lineal



Modo de disparo : TrazaCounter

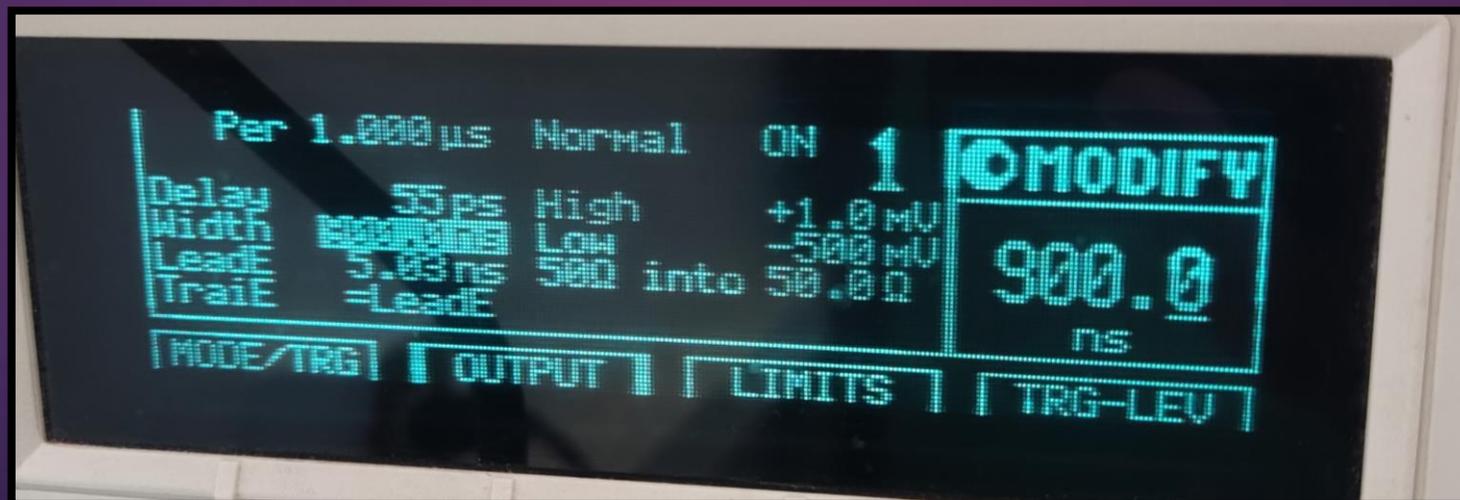
Grafica los valores en trazas de 16 puntos



Modo de disparo : FreeCascada

Grafica los valores de manera continua

Ejemplo Generador de Pulsos 81101A



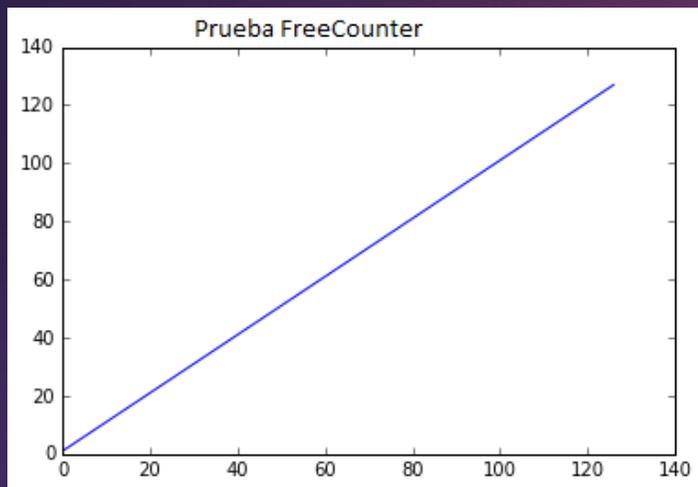
Señales de prueba

Características del pulso

Frecuencia : 2 Mhz

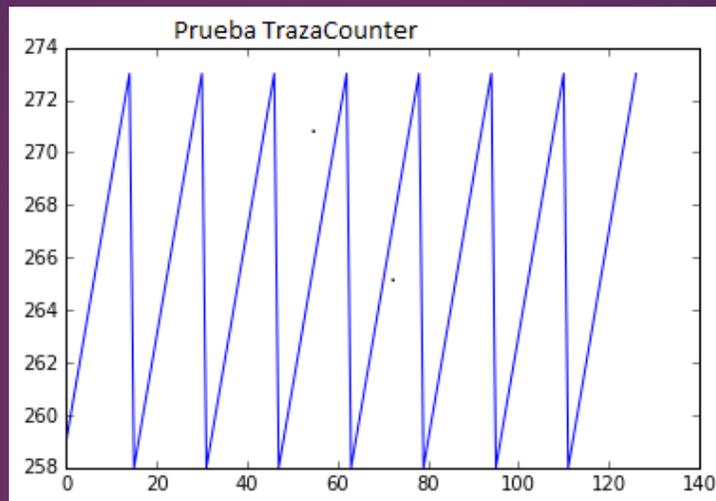
Ancho del pulso (width): 420 ns

Periodo (T) : 500 ns



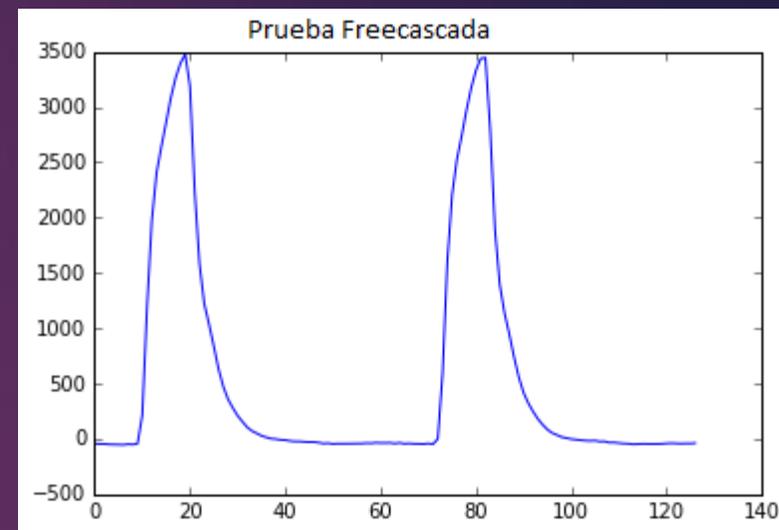
Modo de disparo : FreeCounter

Grafica los valores dentro del buffer uno a uno



Modo de disparo : TrazaCounter

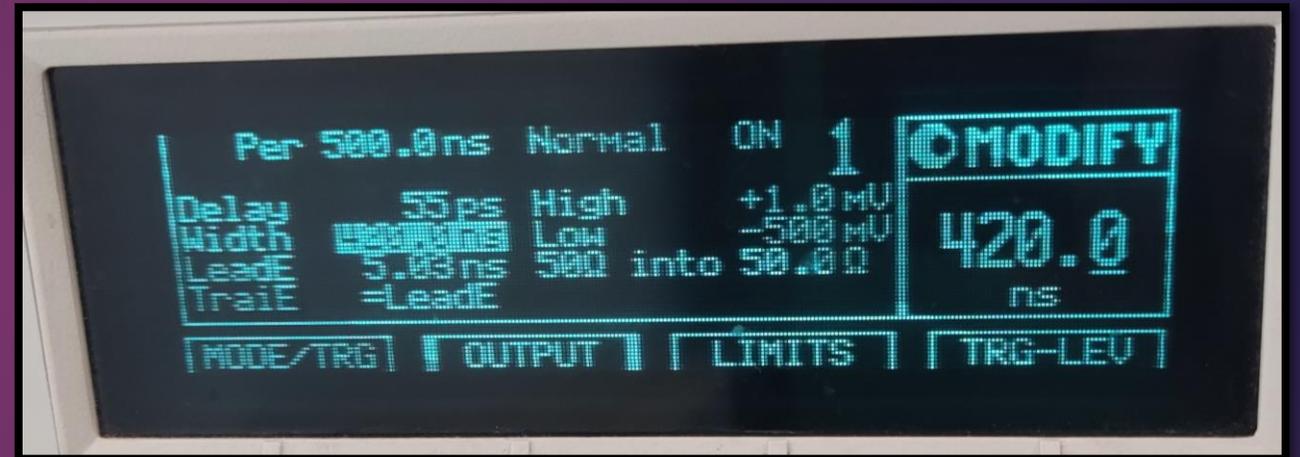
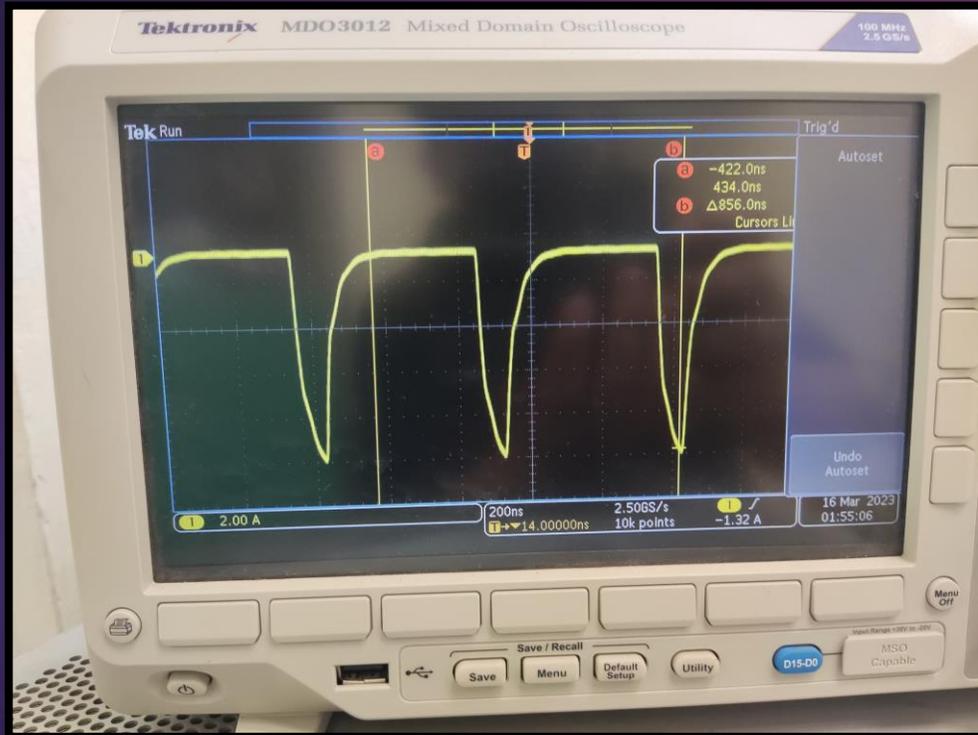
Grafica los valores dentro del buffer uno a uno



Modo de disparo : FreeCascada

Grafica los valores dentro del buffer uno a uno

Ejemplo Generador de Pulsos 81101A a 2 Mhz



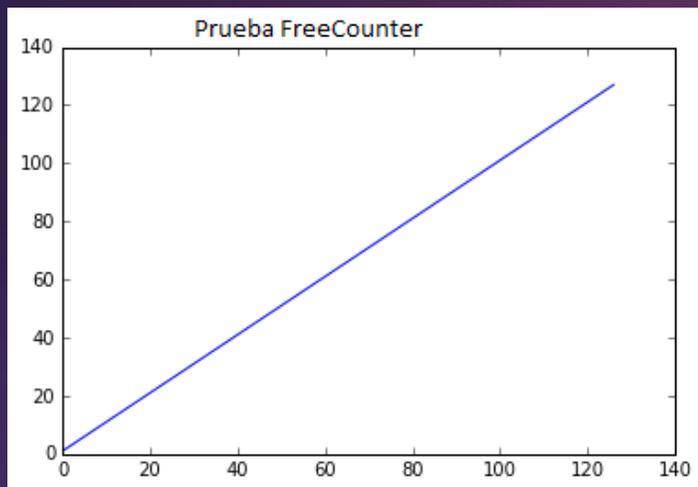
Señales de prueba

Características del pulso

Frecuencia : 5 Mhz

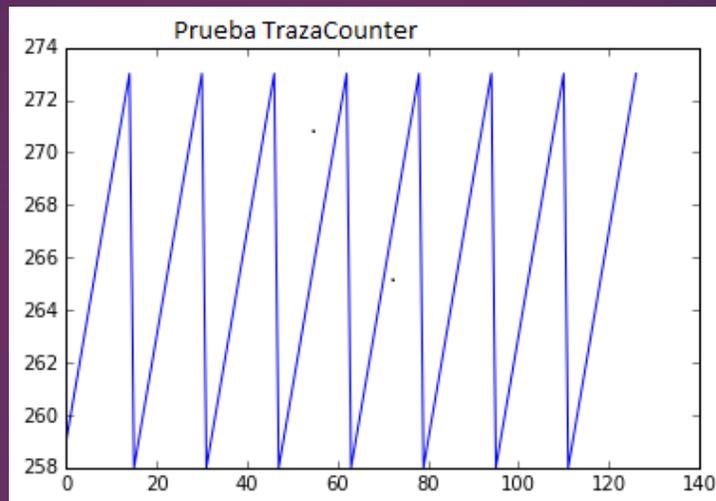
Ancho del pulso (width): 180 ns

Periodo (T) : 200 ns



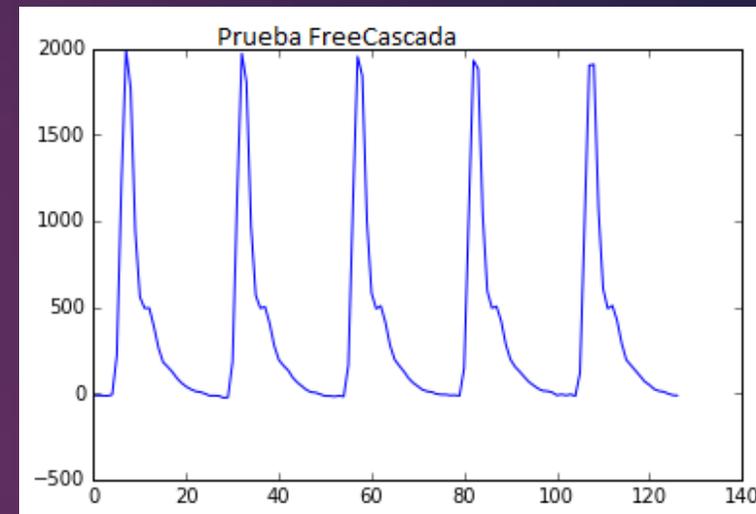
Modo de disparo : FreeCounter

Grafica los valores dentro del buffer uno a uno



Modo de disparo : TrazaCounter

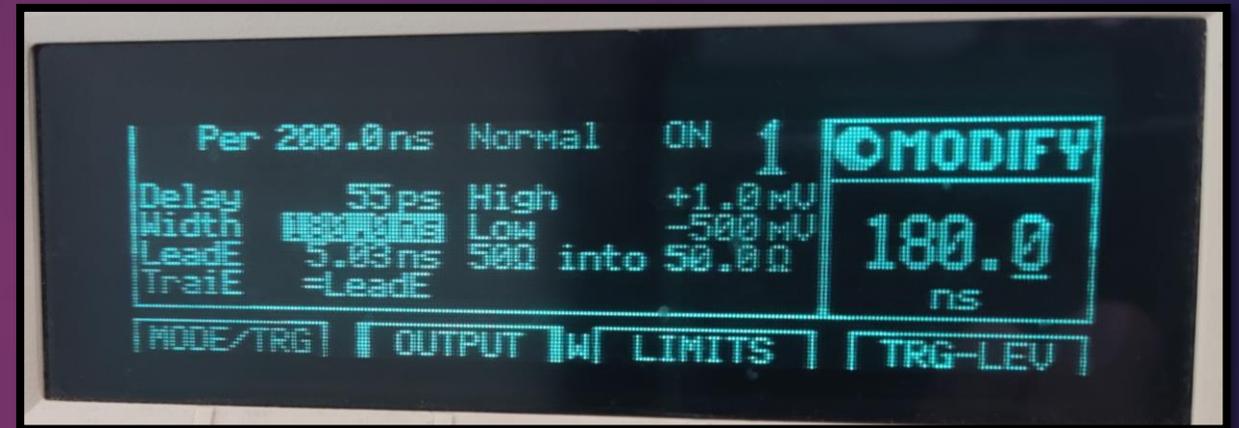
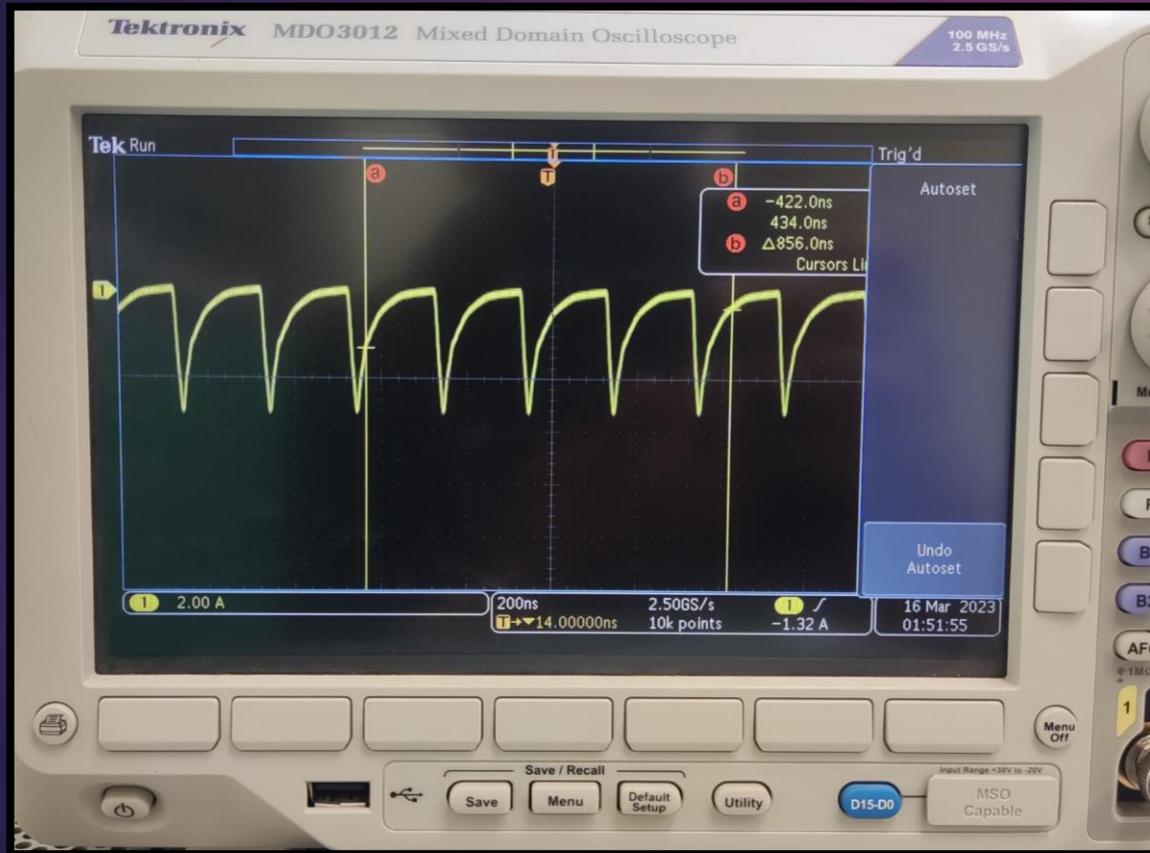
Grafica los valores dentro del buffer uno a uno



Modo de disparo : FreeCascada

Grafica los valores dentro del buffer uno a uno

Ejemplo Generador de Pulsos 81101A a 5Mhz



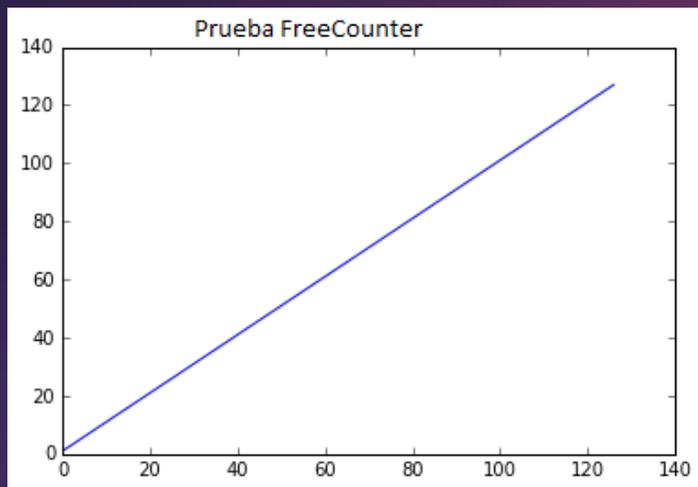
Señales de prueba

Características del pulso

Frecuencia : 8 Mhz

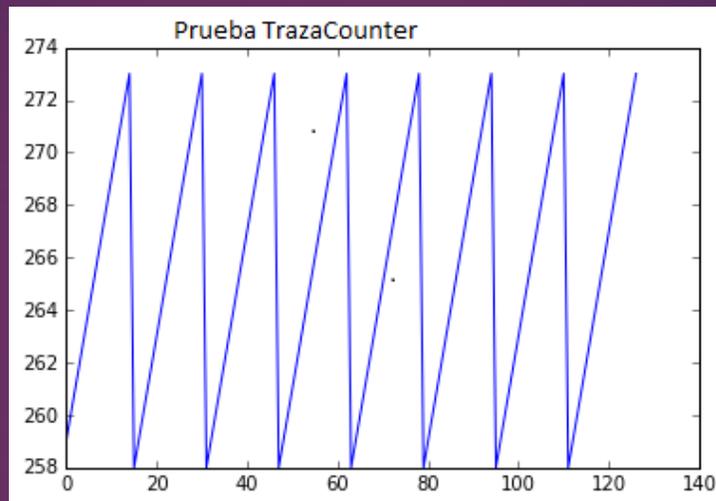
Ancho del pulso (width): 100 ns

Periodo (T) : 125 ns



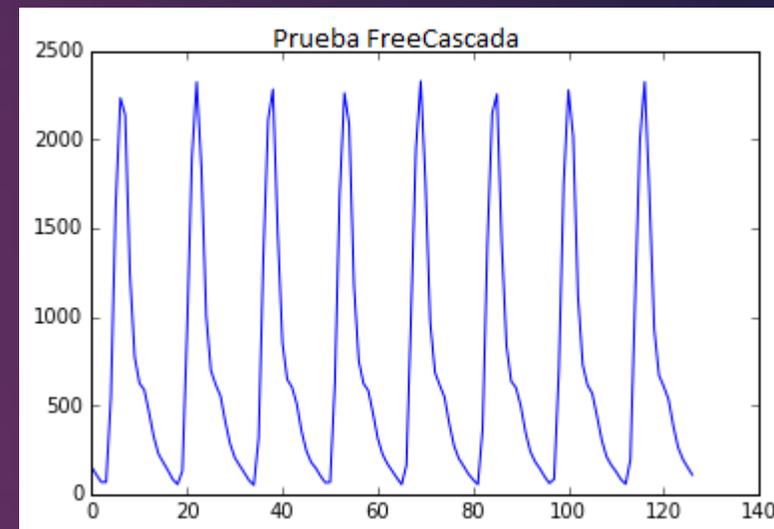
Modo de disparo : FreeCounter

Grafica los valores dentro del buffer uno a uno



Modo de disparo : TrazaCounter

Grafica los valores dentro del buffer uno a uno



Modo de disparo : FreeCascada

Grafica los valores dentro del buffer uno a uno

Ejemplo Generador de Pulsos 81101A a 8 Mhz



Conclusiones

- ▶ El uso de la Red Pitaya es una adecuada herramienta para usarse en el estudio de los rayos cósmicos, ya que sus 125MSPS permite capturar eventos mayores a los 8ns.
- ▶ Las facilidades que ofrece Red Pitaya en el ámbito de prueba y medida, además de su bajo costo contribuye en ser un recurso recomendable en los laboratorios del área de rayos cósmicos.
- ▶ Al obtener datos de fenómenos que ocurren en el orden de nanosegundos, Red Pitaya es una herramienta adecuada para detectar los pulsos generados por el WCD.

