



Hacia un Detector Estándar para monitoreo de Rayos Cósmicos



Encuentro CyTED LAGO INDICA
2025



Dennis Cazar Ramírez
Universidad San Francisco de Quito USFQ

+

•

○

Contenido

- **Descripción del sistema**
 - Medio detector
 - Fotomultiplicador
 - Tarjeta Interfase
 - Tarjeta Polarizada
- **Un poco de historia**
 - DAQ basada en Nexys
 - DAQ basada en RedPitaya
 - Firmware y Software
- **DAQ basada en RedPitaya versión 2**
 - Tarjeta Interfase
 - Tarjeta Polarizada

+

•

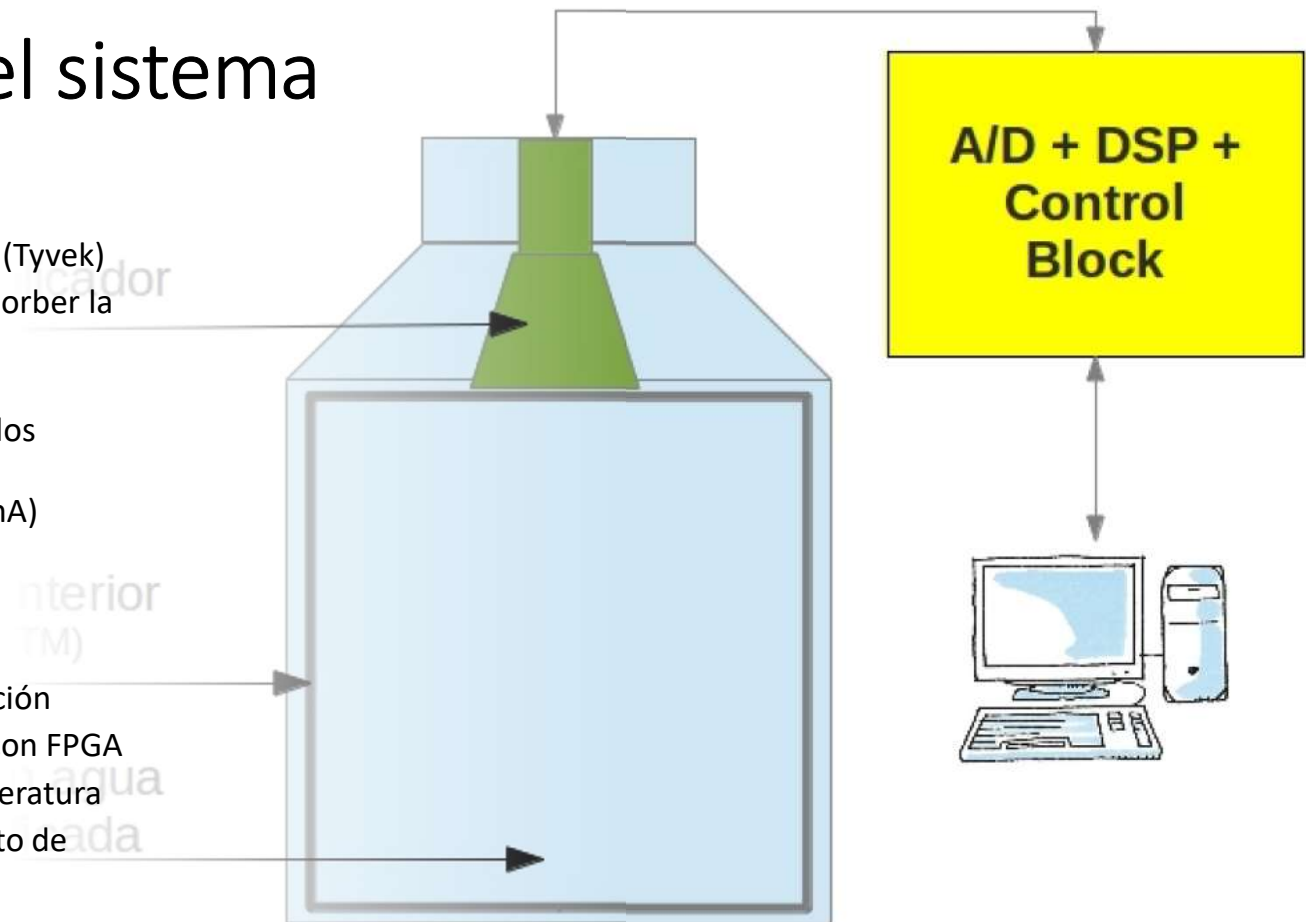
○

Contenido

- **Descripción del sistema**
 - Medio detector
 - Fotomultiplicador
 - Tarjeta Interfase
 - Tarjeta Polarizada
- **Un poco de historia**
 - DAQ basada en Nexys
 - DAQ basada en RedPitaya
 - Firmware y Software
- **DAQ basada en RedPitaya versión 2**
 - Tarjeta Interfase
 - Tarjeta Polarizada

Descripción del sistema

- Tanque con agua superpura
 - Cubierta interior difusora (Tyvek)
 - Cubierta externa para absorber la luz
- Fotomultiplicador de 8"
 - Tarjeta polarizadora con dos canales
 - Fuente HV (0 – 2500V 1mA)
- Tarjeta DAQ
 - Pulse shaper y ADC
 - Corrector de Baseline
 - Control de HV y alimentación
 - Procesamiento de datos con FPGA
 - Sensor de presión y temperatura
- Configuración y almacenamiento de datos via USB con PC



+

•

○

Contenido

- Descripción del sistema
 - Medio detector
 - Fotomultiplicador
 - Tarjeta Interfase
 - Tarjeta Polarizada
- **Un poco de historia**
 - DAQ basada en Nexys
 - DAQ basada en RedPitaya
 - Firmware y Software
- DAQ basada en RedPitaya versión 2
 - Tarjeta Interfase
 - Tarjeta Polarizada



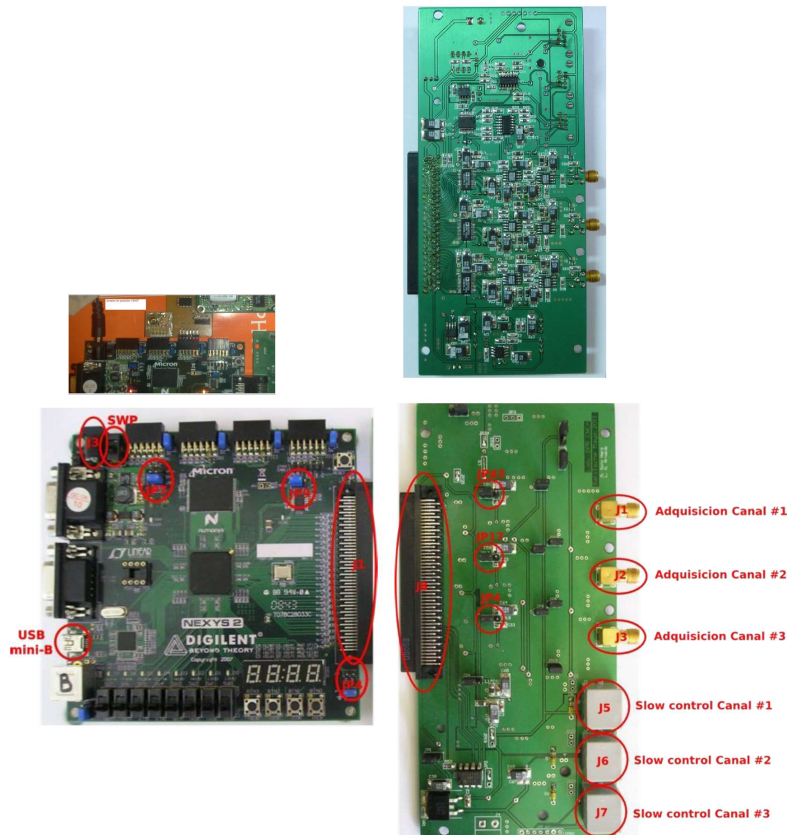
DAQ basada en Nexys (2011)

The Large Aperture Gamma Ray Observatory

Características

- Adquisición de 3 canales
- Amplificador y conformador de pulso analógico
- ADCs de 10 bits 40MSps (1024 cuentas a 25ns)
- Control de HV mediante salidas PWM
- Compensación de Baseline via SW a 50 cuentas de ADC
- Procesamiento de datos con FPGA Nexys 2 (Digilent Evaluation Board)
- Control y comunicación via USB
- Módulo GPS Motorola OnCore
- Sensor de presión y temperatura analógico HP03 30÷110kPa; -40÷85°C
- Conector RJ45 – DB15 para el PMT

Desarrollado por el Laboratorio DPR del Insituto Balseiro de Bariloche (H. Arnaldi, H Asorey, M Sofo Haro)



+

•

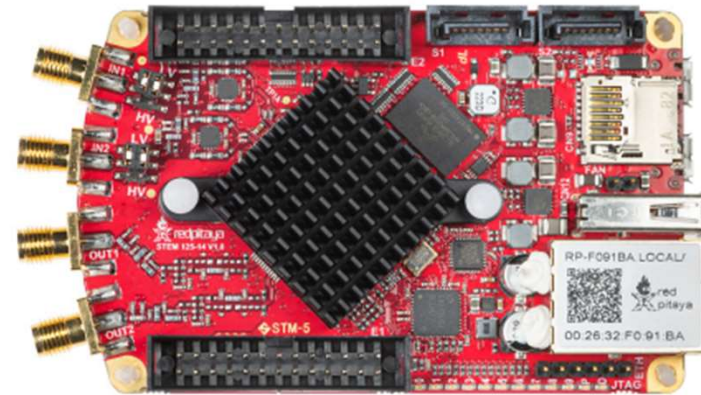
○

Contenido

- Descripción del sistema
 - Medio detector
 - Fotomultiplicador
 - Tarjeta Interfase
 - Tarjeta Polarizada
- **Un poco de historia**
 - DAQ basada en Nexys
 - DAQ basada en RedPitaya
 - Firmware y Software
- DAQ basada en RedPitaya versión 2
 - Tarjeta Interfase
 - Tarjeta Polarizada

Tarjeta DAQ RedPitaya 125-14

- System On Chip desarrollado por STEMLab
- 2 RF Inputs(125MSPS 14bit +/- 1V)
- 2 RF Outputs (125MSPS 14bit +/- 1V)
- 4 Analog outputs (100KSPS 12 bit 0-1.8V)
- 4 Analog inputs 100KSPS 12 bit 0-3.3V)
- 16 Digital I/O
- I2C, UART, SPI interfaces
- ARM based computer
 - Dual Core ARM cortex A9 processor
 - DDR3 512 Mb RAM memory
 - MicroSD HD (up to 32 GB)
- FPGA Xilinx Zynq 7010



Ventajas:

- Tarjeta comercial (aprox. 400USD)
- ADCs integrados
- Compensación de baseline incorporada
- Conexión USB, Ethernet, Wifi
- Desarrollo de FW con Vivado



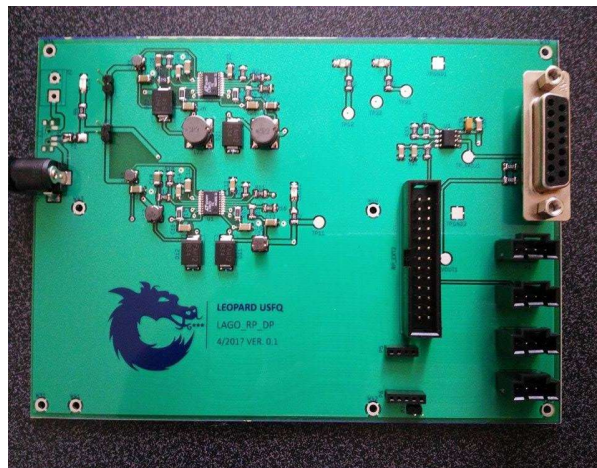
Latin American Giant Observatory

DAQ basada en RedPitaya (2018)



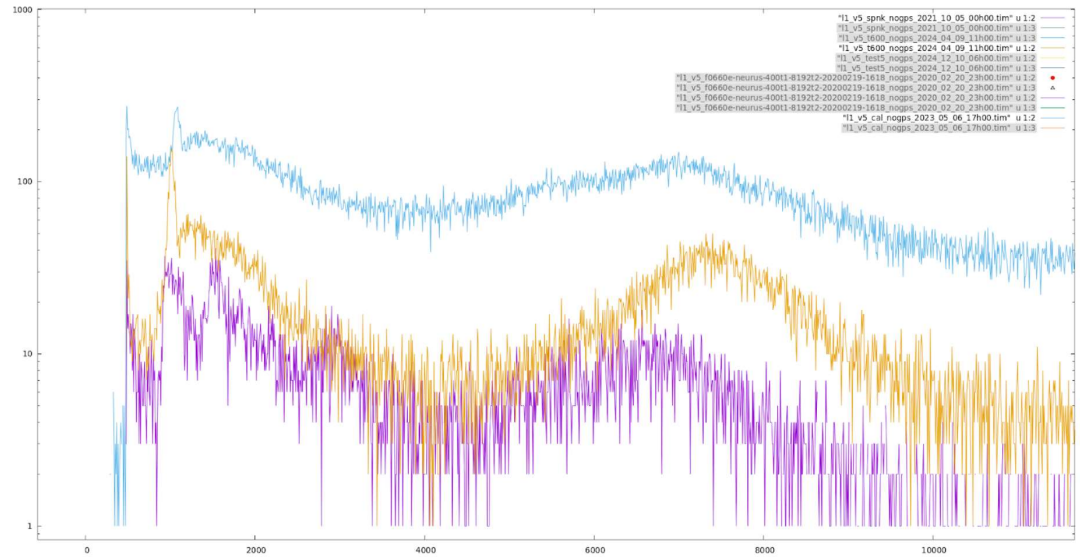
Características

- Adquisición de 2 canales
- Generación de voltajes de alimentación independiente de la RedPitaya
- Control de HV mediante salidas PWM
- Amplia capacidad de Procesamiento de datos con FPGA
- Control y comunicación via USB
- Módulo GPS Xbee UART
- Sensor de presión y temperatura digital BMP180
30÷110kPa; -40÷85°C I2C
- Conector DB15 – DB15 para el PMT
- Desarrollado por el Laboratorio DPR del Insituto Balseiro de Bariloche y el Laboratorio Leopard USFQ Ecuador (H. Arnaldi, D, Cazar Ramírez)



Problemas encontrados con esta versión

- Regulador de voltaje de baja disponibilidad en el mercado
- Montaje a mano complicado disminuye la fiabilidad
- Pinout del conector DB15 equivocado
- Problemas de calentamiento de la RedPitaya
- Consumo de potencia: al conectar la RedPitaya a 2 PMTs el rate de adquisición baja



Ruido generado por los convertidores de switching “contamina” los datos

+

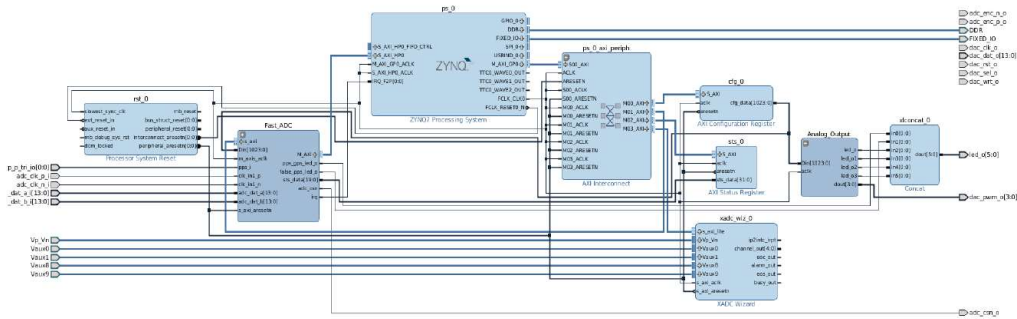
•

○

Contenido

- Descripción del sistema
 - Medio detector
 - Fotomultiplicador
 - Tarjeta Interfase
 - Tarjeta Polarizada
- **Un poco de historia**
 - DAQ basada en Nexys
 - DAQ basada en RedPitaya
 - Firmware y Software
- DAQ basada en RedPitaya versión 2
 - Tarjeta Interfase
 - Tarjeta Polarizada

Firmware y Software



- La RedPitaya contiene un uP ARM donde se puede correr Linux (Debian 10 “buster” actualmente)
- La FPGA puede ser programada con Vivado (sistema de desarrollo modular)
- La FPGA tiene capacidad para realizar preprocesamiento de datos
- Almacenamiento de datos hasta 10KHz de rate con disco SSD

+

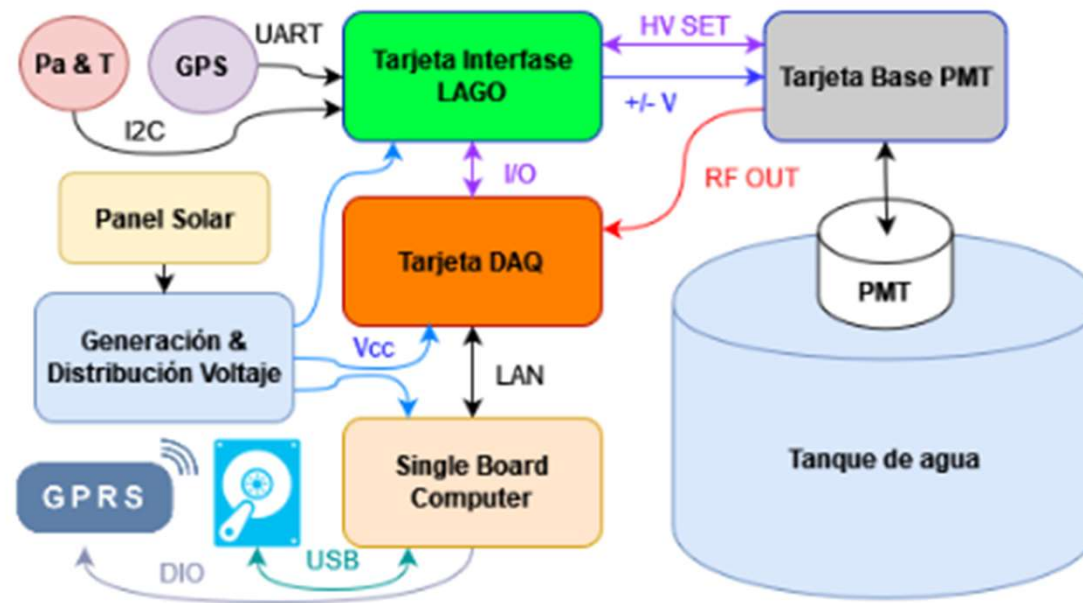
•

○

Contenido

- **Descripción del sistema**
 - Medio detector
 - Fotomultiplicador
 - Tarjeta Interfase
 - Tarjeta Polarizada
- **Un poco de historia**
 - DAQ basada en Nexys
 - DAQ basada en RedPitaya
 - Firmware y Software
- **DAQ basada en RedPitaya versión 2**
 - Tarjeta Interfase
 - Tarjeta Polarizada

Esquema del detector (versión autónoma)



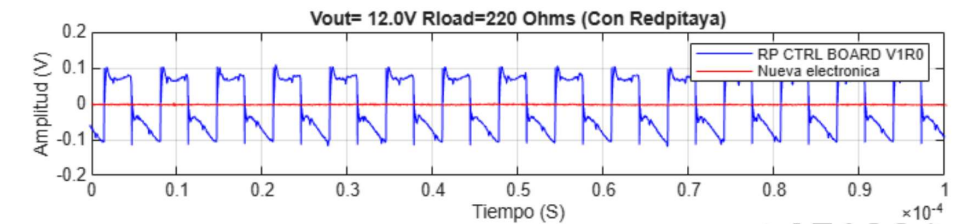
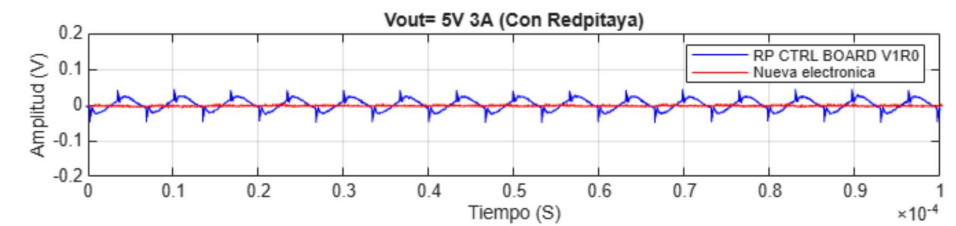
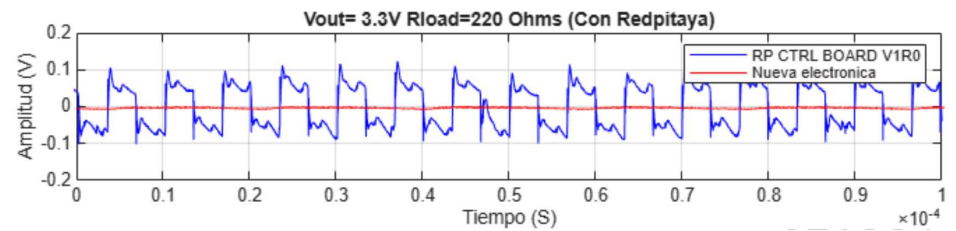
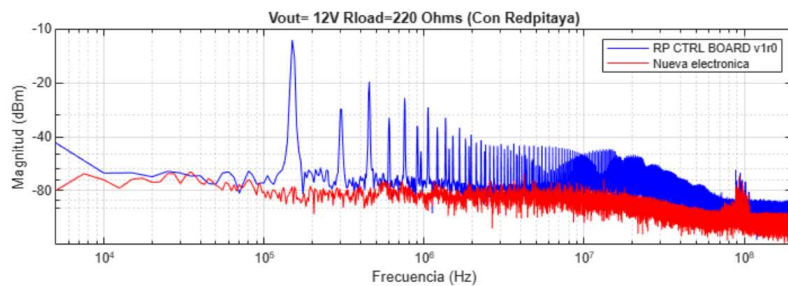
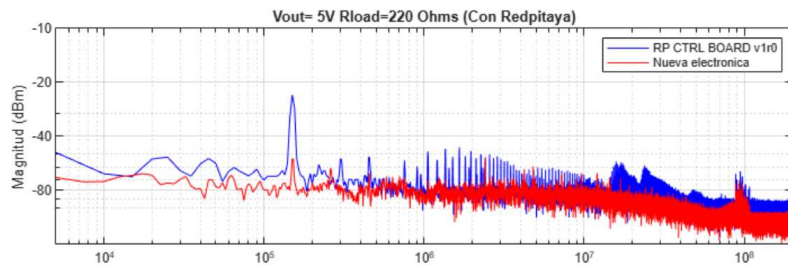
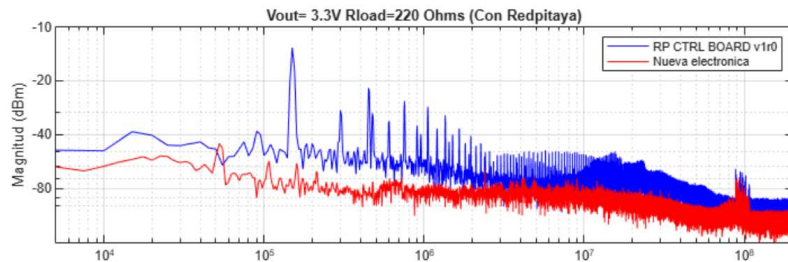
DAQ Basada en RedPitaya v2



La RedPitaya se conecta en la parte inferior izquierda para mejorar la disipación de calor

- La tarjeta alimenta todo el sistema de manera independiente (Ingreso 12V@3A)
 - Filtraje de ingresos y salidas para minimizar el ruido e interferencias
 - Fusibles activos para protección
 - Control de HV con DAC de 12 bits (0.24V de resolución en HV)*
 - Módulo GPS Integrado*
-
- Desarrollada por La universidad Nacional de Asunción UNA Paraguay, CONIDA Perú, USFQ ESPOCH Ecuador Giovanni Secchia, Juan Vega, Luis Otiniano, Mario Audelo, Dennis Cazar Ramírez

Mejoras de la nueva versión



+

•

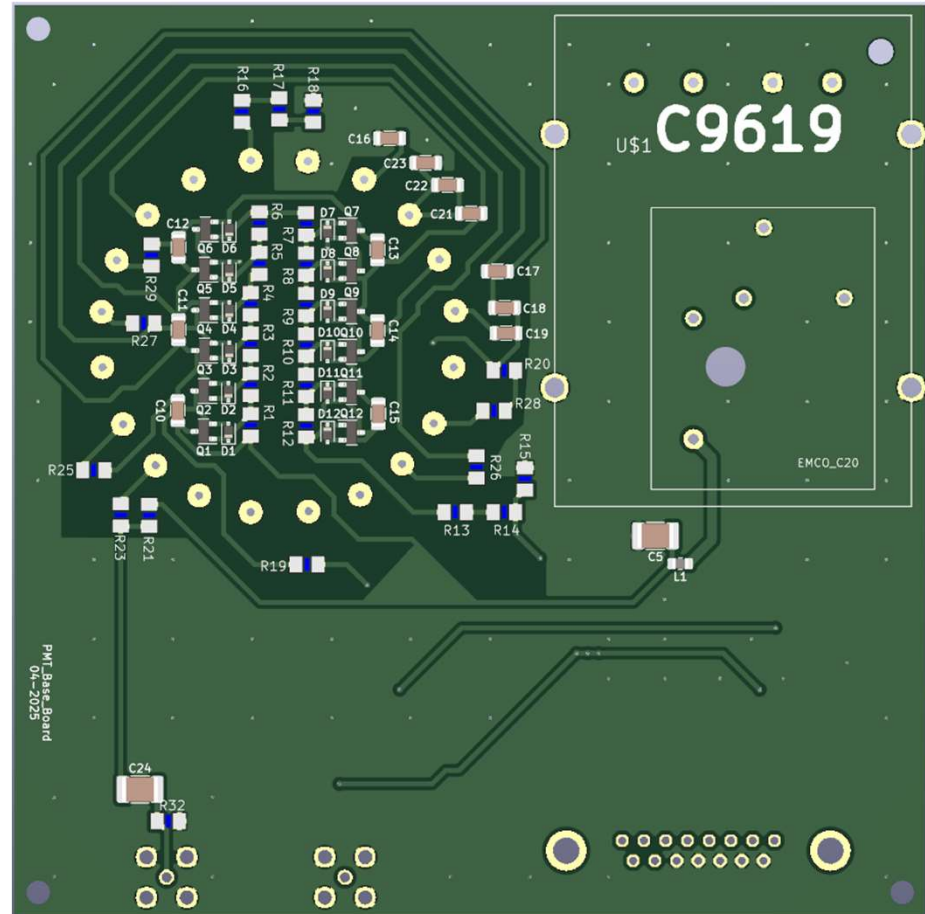
○

Contenido

- **Descripción del sistema**
 - Medio detector
 - Fotomultiplicador
 - Tarjeta Interfase
 - Tarjeta Polarizada
- **Un poco de historia**
 - DAQ basada en Nexys
 - DAQ basada en RedPitaya
 - Firmware y Software
- **DAQ basada en RedPitaya versión 2**
 - Tarjeta Interfase
 - Tarjeta Polarizada

Tarjeta polarizadora PMT

- Fuente de Alto voltaje integrada
- Sensor de temperatura LM36
- 2 canales de salida
- Espacio para la fuente Hamamatsu (dejando la posibilidad de EMCO)
- Integración socket PMT



A glowing One Ring with Elvish script is shown resting on a textured surface that resembles a map of Middle-earth. The ring is the central focus, with a bright light emanating from it. The background is a dark, textured surface with faint, golden lines and symbols, suggesting a map or a parchment. The overall color palette is dark and moody, with the ring's glow providing a strong contrast.

ONE RING TO RULE
THEM ALL

Descripción desarrollo actual: Tipos de tanques Tanque de PVC comercial

- Ventajas:
 - Bajo costo, fácilmente accesibles
- Adaptaciones necesarias:
 - Revestimiento externo (chova)
 - Revestimiento interno (Tyvek)
 - Adaptación de la tapa para alojar PMT



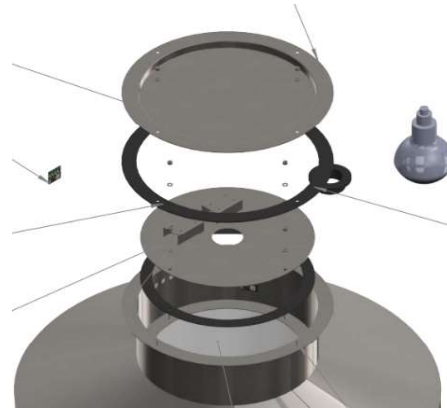
Capacidad (lts)	Diámetro (cm)	Altura (cm)
1100	110	140
2500	155	160

Descripción desarrollo actual: Tipos de tanques

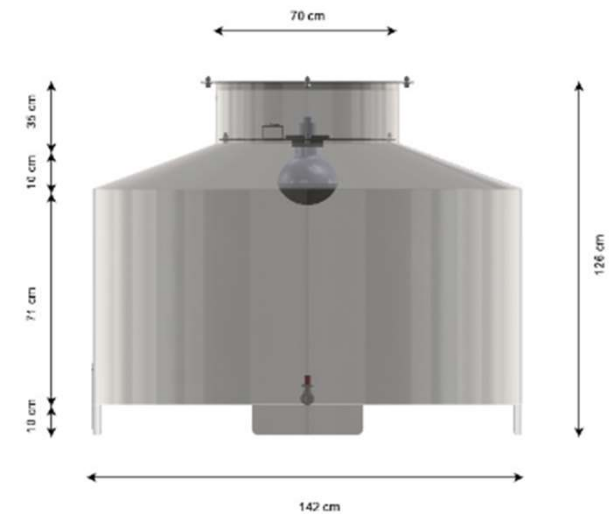
Tanque de Acero Inox

Características

Capacidad 1000 lts
diámetro 140cm
Altura 70cm



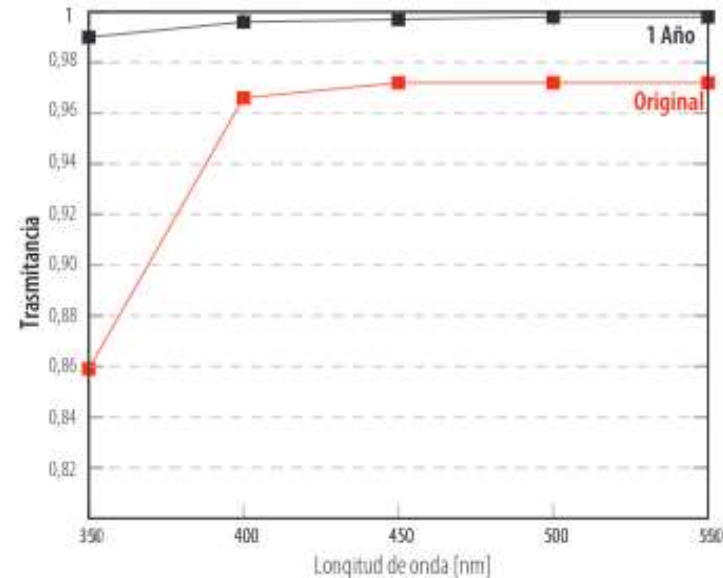
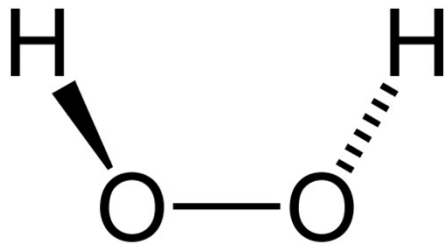
- Ventajas:
 - Completamente aislado de la luz
 - Pintura interna epóxica (No Tyvek)
 - Instalación PMT y DAQ integrado
 - Resistente a climas extremos



Diseño mecánico realizado en la ESPOCH
<https://doi.org/10.18272/aci.v15i2.3130>

Tratamiento del agua

- Filtrado de partículas con filtro comercial
- Tratamiento shock con peroxido de hidrógeno (Agua oxigenada al 50% 10mg/lit)

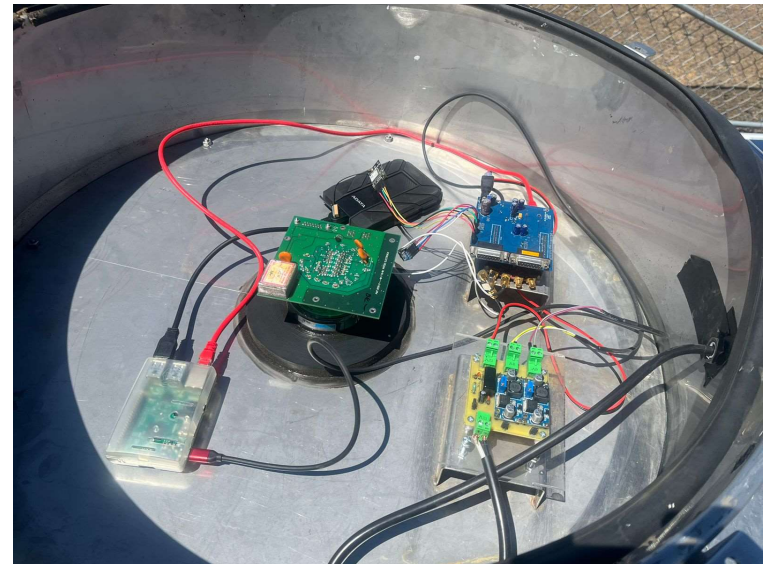


Ventajas:

- Método económico
- Transmitancia cercana a 1

Requerimientos

- Alimentación: DC 12 V @3 A
- Control via: PC o RaspBerry.
- Comunicación:
- SSH via LAN RedPitaya-PC
- SSH via Wifi a PC.
- Almacenamiento de datos:.
 - PC o RaspBerry con disco SSD (USB 3).
 - Mapeo NFS RedPitaya-PC



- Ventajas:
 - Velocidad de transmisión 50MB/s (approx. 10KHz de rate)
 - SSD funciona en altura