

Jornadas de doctorado, diciembre 2017

*Study of the Very High Energy gamma-ray emission
from blazars with the MAGIC telescopes and
contribution to the trigger and timing systems for
the CTA Observatory*

Pablo Peñil del Campo

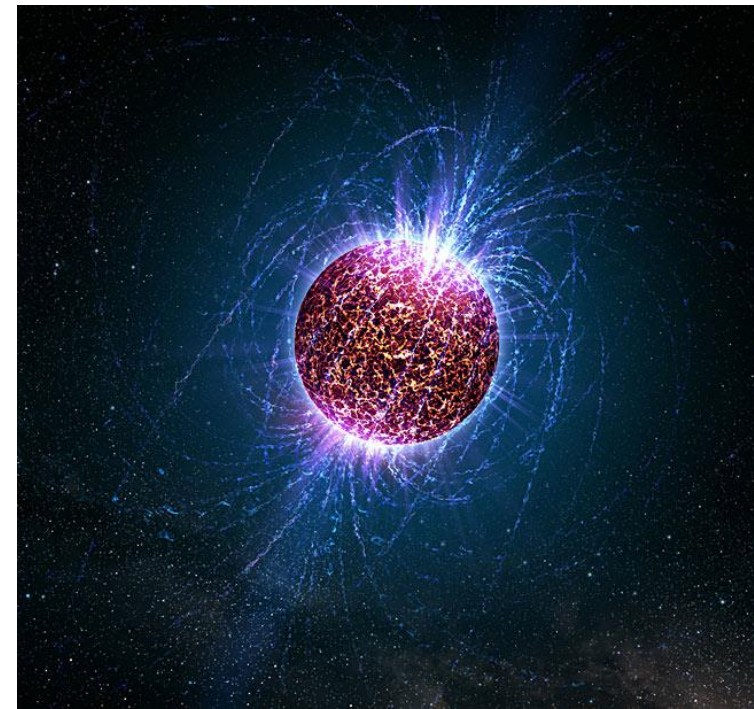
Directores: J.A. Barrio, L.A. Tejedor, A. Domínguez

Índice

1. Introducción
2. Efecto Cherenkov y telescopios de rayos gamma
3. Estructura del Doctorado
4. Ingeniería
5. Física

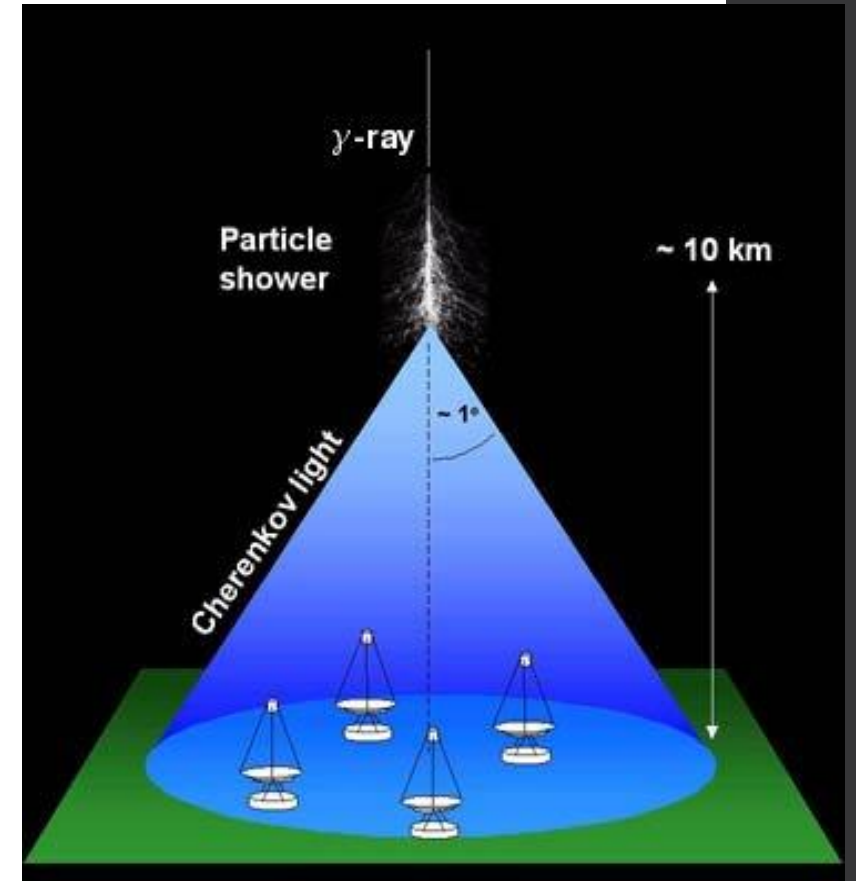
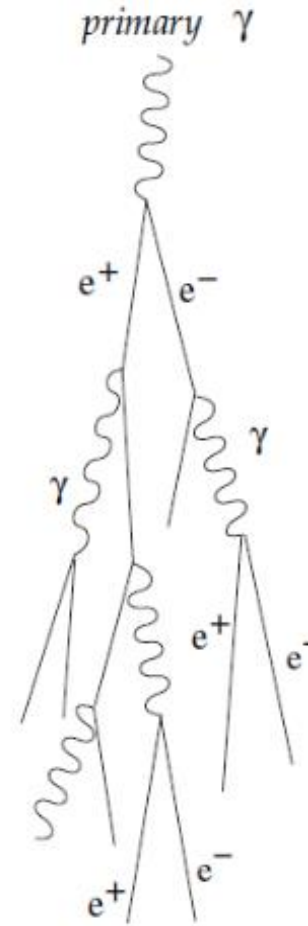
1. Introducción

- ❑ Astrofísica de Altas Energías (Rayos- γ)
- ❑ Observación \rightarrow Física
- ❑ Instrumentación \rightarrow Ingeniería



2. Efecto Cherenkov

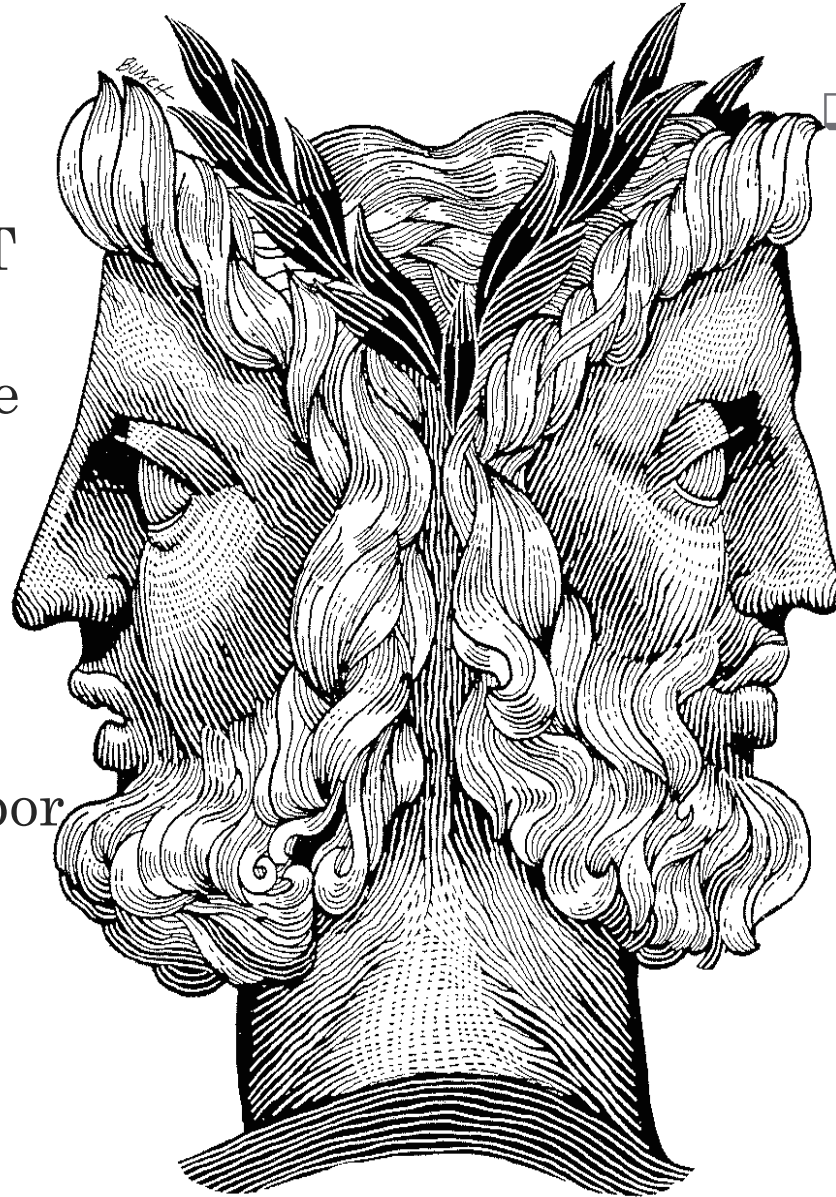
- Rayo- γ
- Generación de cascada de e^- y e^+ →
Velocidades son **mayores** que la
velocidad de la **luz** en el medio →
partículas cargadas
→ medio **dieléctrico** →
polarización asimétrica →
despolarización espontánea →
Radiación Cherenkov
- Pico UV cercano o
en el azul del visible
- Imaging Atmospheric Cherenkov Telescopes (IACTs) →
Telescopios Ópticos con peor resolución angular $\sim 0.1^\circ$ (tamaño de
la cascada)



3. Doctorado

□ Ingeniería:

- CTA: Cherenkov Telescopev Array → LST y MST
- Contribuir al sistema de trigger y timing de las cámaras.
- Contribuir al software de control de la cámara.
- Contribuir al envío de información capturada por la cámara

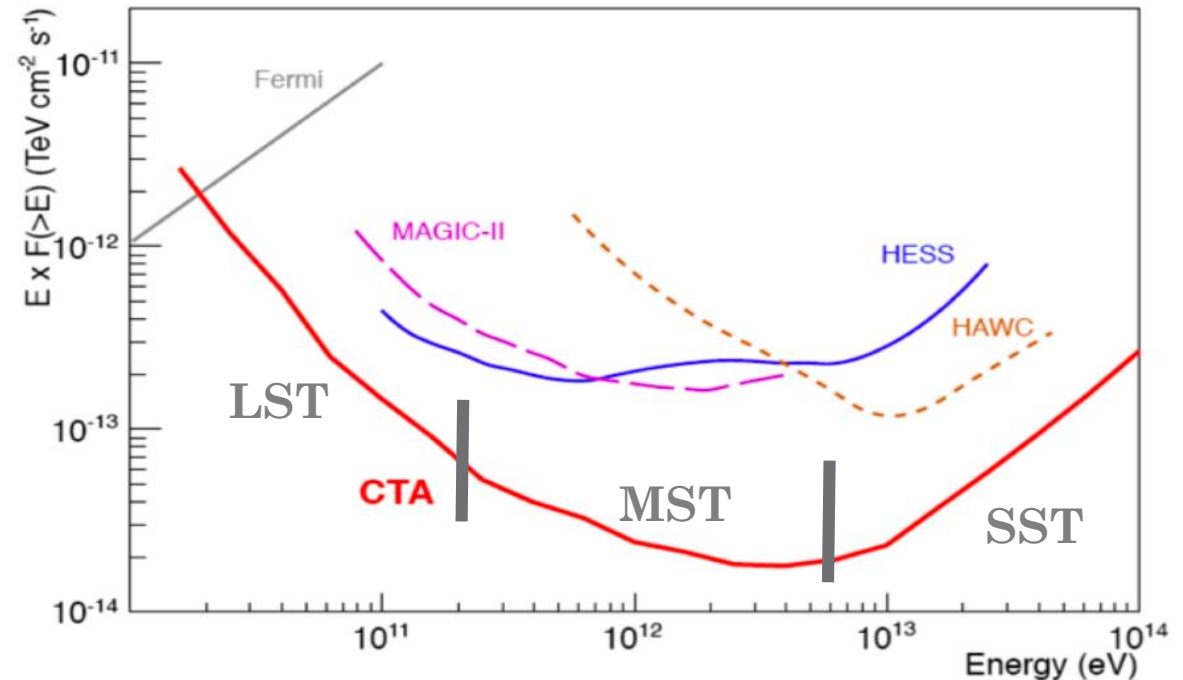
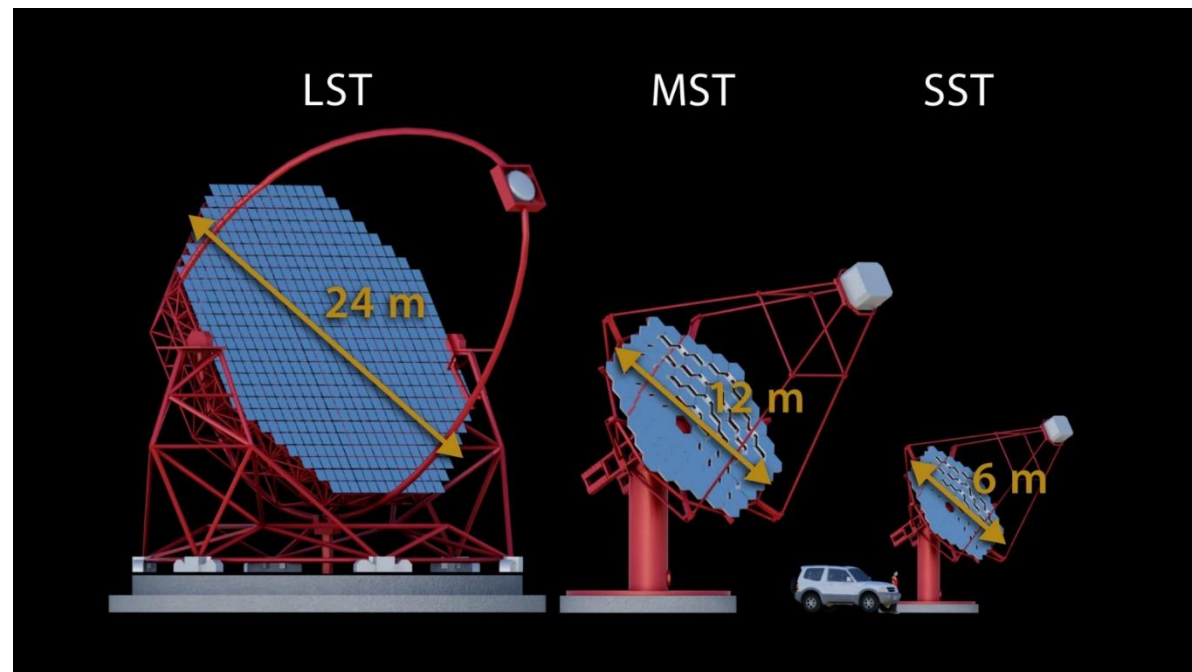


□ Física

- MAGIC
- AGNs a alto redshift ($z > 0.6$) → difícil con telescopios Cherenkov → interacción con Extragalactic Background Light
- Estudio de estos objetos a alto redshift → Blazar tipo **BL Lac**
- Caracterización del EBL
- LST?

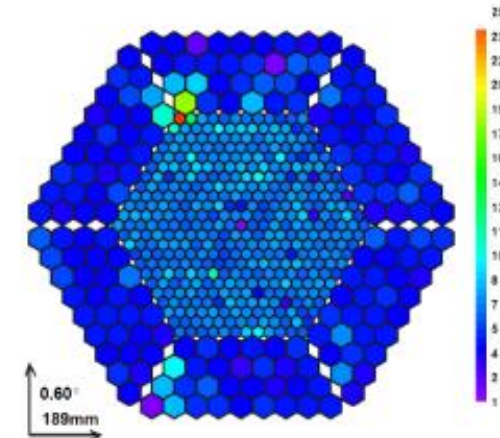
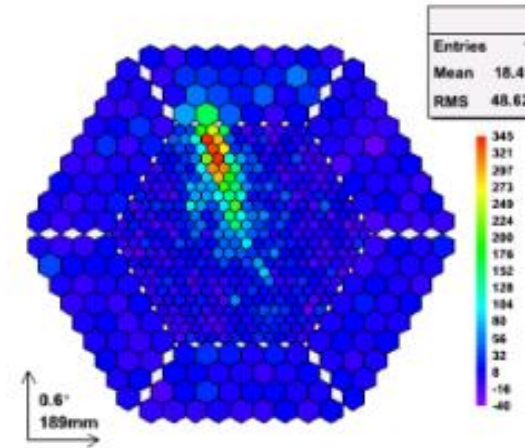
4. Ingeniería: CTA

- Tres tipos de telescopios (120)
 - LST: 10 GeV a 1 TeV & 23 m
 - MST: 100 GeV a 10 TeV & 12 m
 - SST: pocos TeV hasta 300 TeV & 4-6 m
- Estereoscopia
 - Mejora sensibilidad y resolución angular
 - Descartar Ruido
- Telescopios en ambos hemisferios:
 - La Palma
 - Cerro Paranal (Chile)

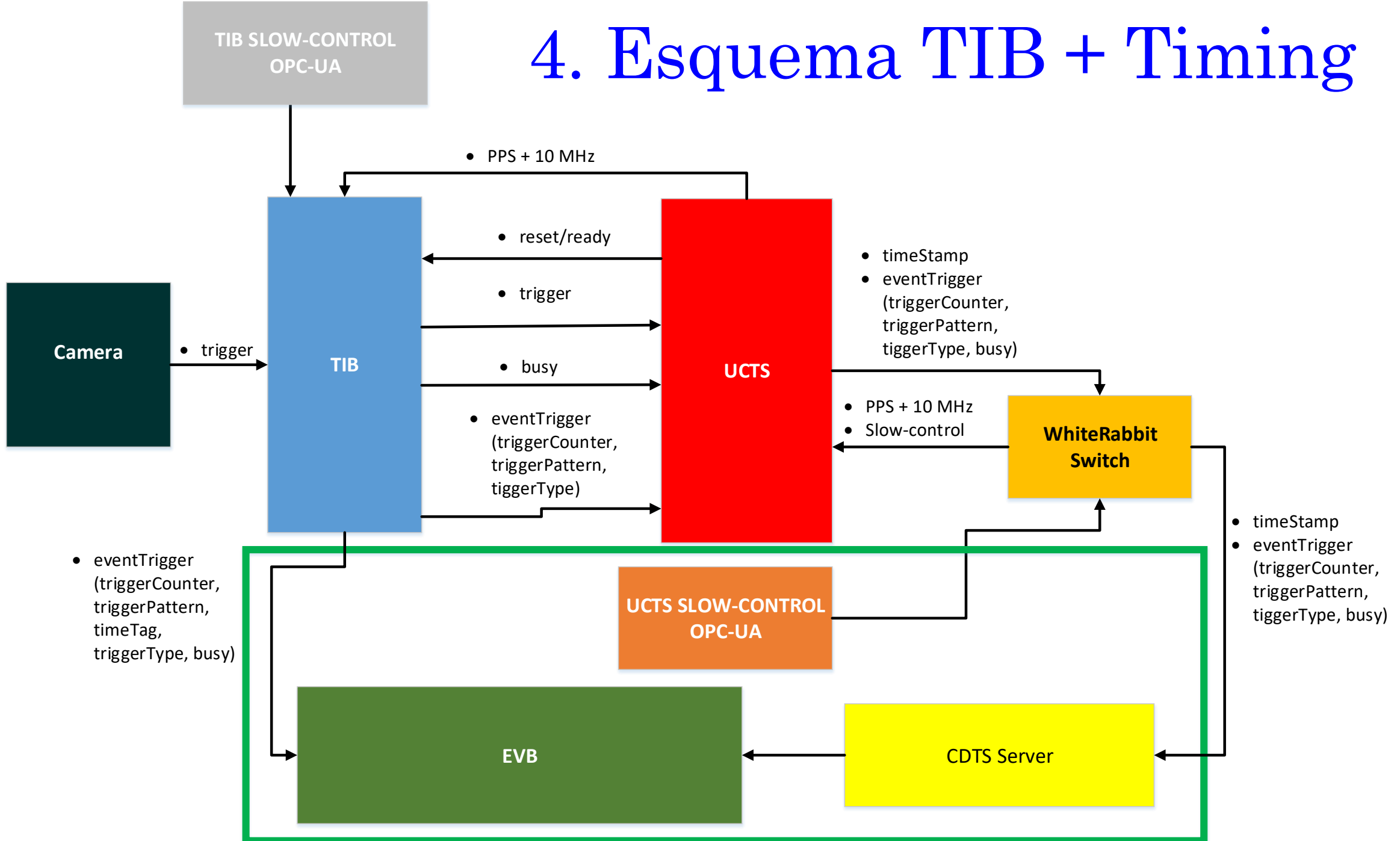


4. Contribución UCM: TIB

- ❑ Grupo de Altas Energías (GAE)
- ❑ Sistema de Trigger → lectura de eventos
 - Night Sky Background → llegada aleatoria
- ❑ Trigger Interface Board (TIB)
 - LST y MST → buscando coincidencias (LST estéreo)
 - Control y monitorización del trigger
 - Decide lectura de cámara
 - Recibir y centralizar fuentes de trigger (lectura cámara):
 - Local
 - Estéreo
 - Calibración
 - ...
 - Asignar un time-stamp

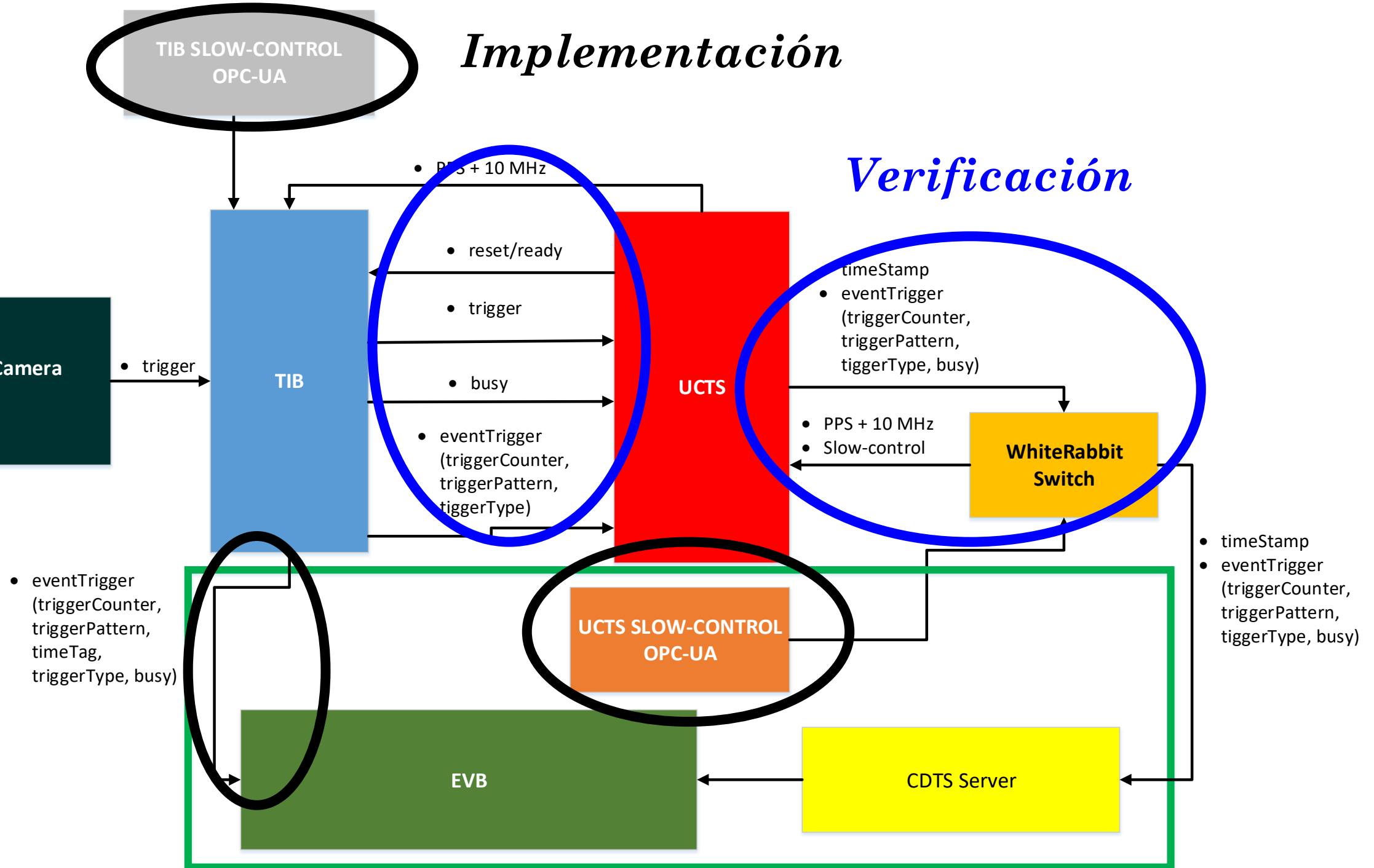


4. Esquema TIB + Timing



Implementación

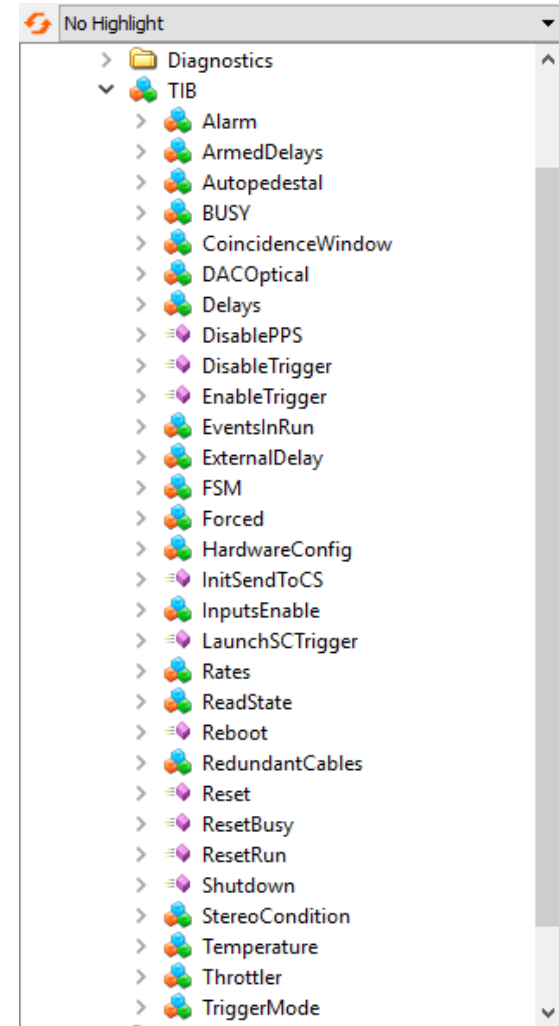
Verificación



4. Implementación

- ❑ Slow Control → para monitorizar y controlar la cámara
 - UCTS:
 - ❑ Configuración: envío direcciones IP y MAC → transmisión UDP
 - TIB:
 - ❑ Configuración: niveles de señales, número de telescopios...
 - ❑ Monitorización: estado interno, fallos, rates de triggers ...
 - **OPC-UA** → C/C++ y XML (+ makefile)
 - ❑ **Servidor**

Cliente



```
<SimpleDatapoint>
  <Name>MonoEnable</Name>
  <Type>bool</Type>
  <Description>Boolean indicating if Mono trigger types are accepted</Description>
  <Method>
    <Name>get</Name>
    <Argument>
      <Name>value</Name>
      <Type>bool</Type>
      <Access>Output</Access>
    </Argument>
    <DeviceInstruction>
      <Value>MONO_ENABLE</Value>
    </DeviceInstruction>
  </Method>
  <Method>
    <Name>set</Name>
    <Argument>
      <Name>value</Name>
      <Type>bool</Type>
      <Access>Input</Access>
      <DefaultValue>true</DefaultValue>
    </Argument>
    <DeviceInstruction>
      <Value>MONO_ENABLE</Value>
    </DeviceInstruction>
  </Method>
</SimpleDatapoint>
```

4. Implementación

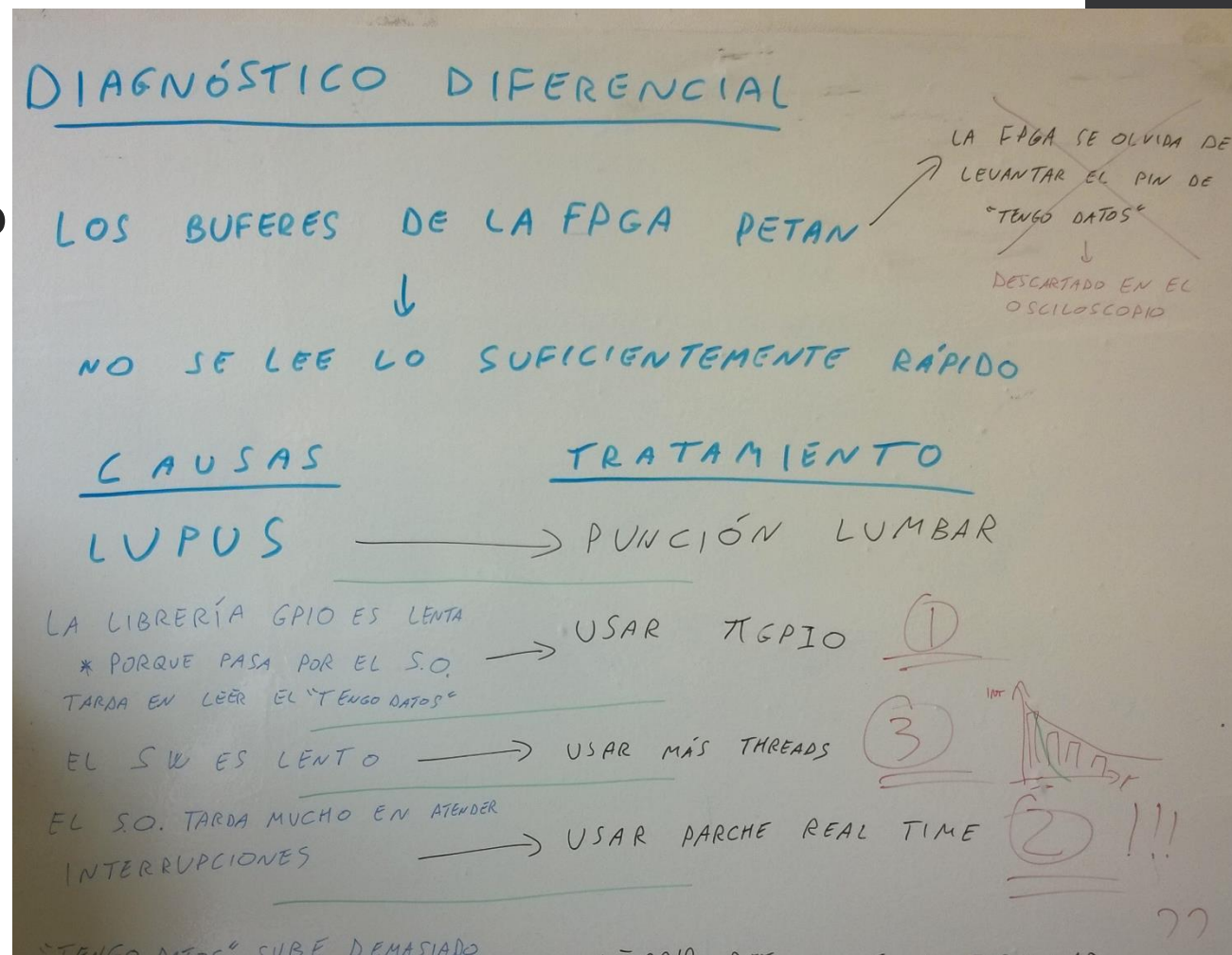
❑ Comunicación TIB-EVB

- Envío información evento capturado en la cámara:

- ❑ causa del trigger: calibración, estéreo...
- ❑ indica qué telescopios, de los que forman parte del esquema estero, han dado trigger.
- ❑ información temporal
- ❑ contador de eventos desde que se empiezan a aceptar triggers.

❑ Primera versión: Trabajo Fin de Máster

- ❑ Programa en Python
- ❑ Requisito → 10 kHz rate
- Nuevos requisitos:
 - ❑ Segunda Versión → auto reconectable (conexión TCP/IP)
 - ❑ Tercera Versión → objetivo 15 kHz de rate. TBD → búsqueda de soluciones



4. Verificación: subsistema de Timing

❑ **Tecnología White Rabbit:** nombre de un estándar desarrollado por el CERN para el desarrollo de una red que, basada en Ethernet, permita la transferencia de información con una precisión temporal de nanosegundos.

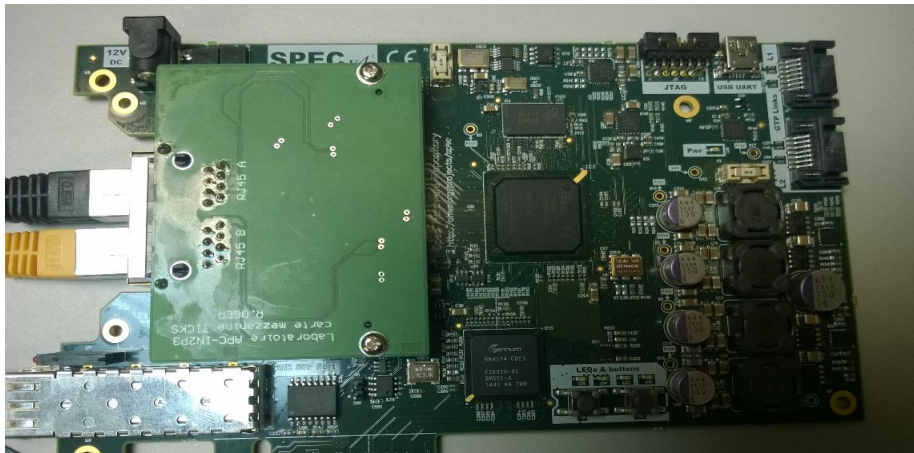
❑ Tres componentes:

- Switch White Rabbit
- UCTS (nodo White Rabbit). Dos modelos
 - ❑ SPEC (comercial) + firmware (APC)
 - ❑ TICKS (APC) → error
- GPS

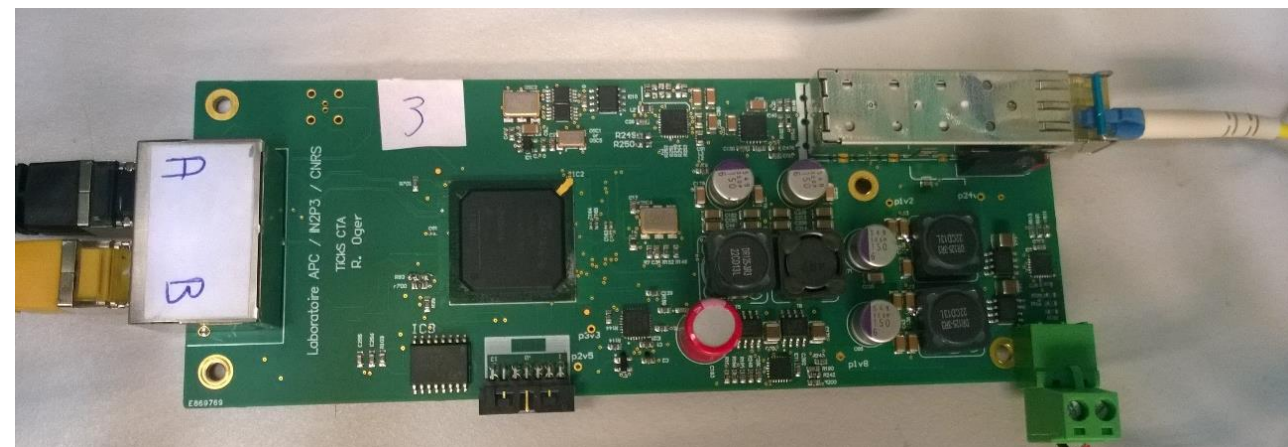


*WR
Switch*

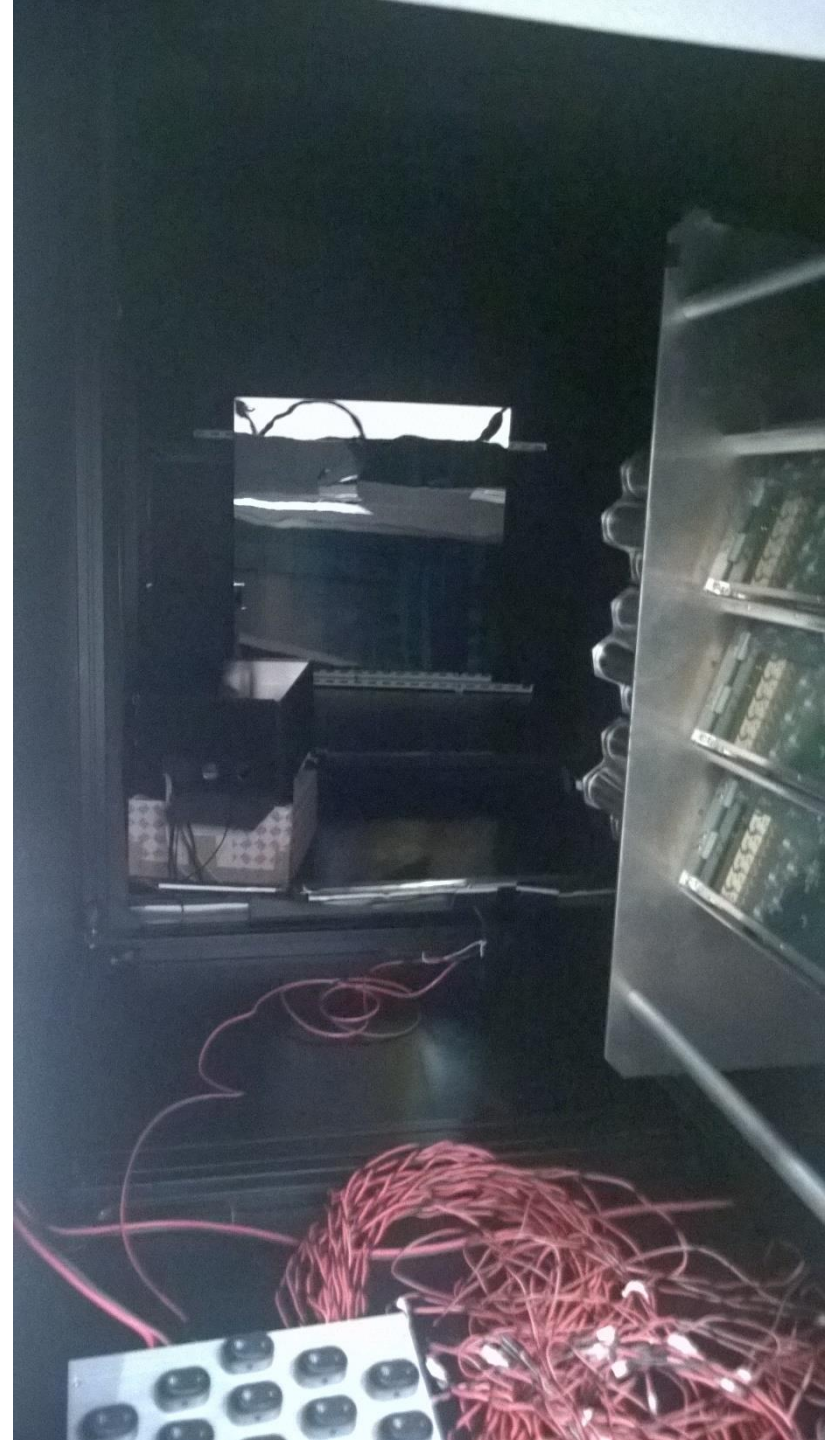
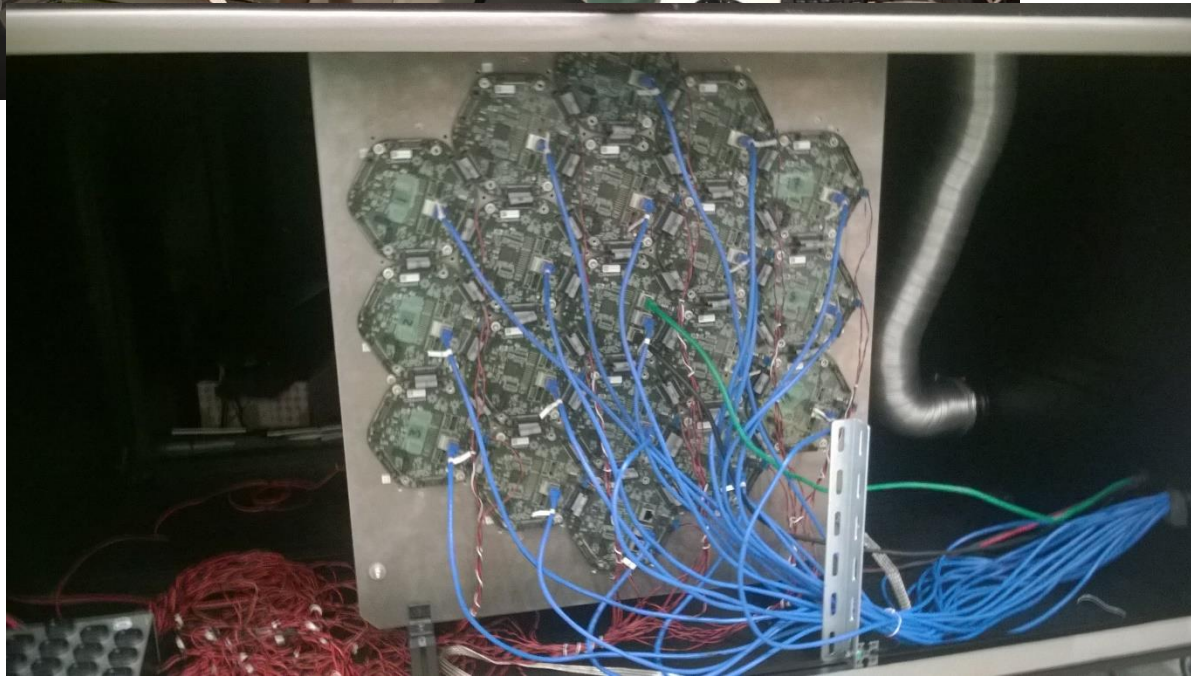
SPEC



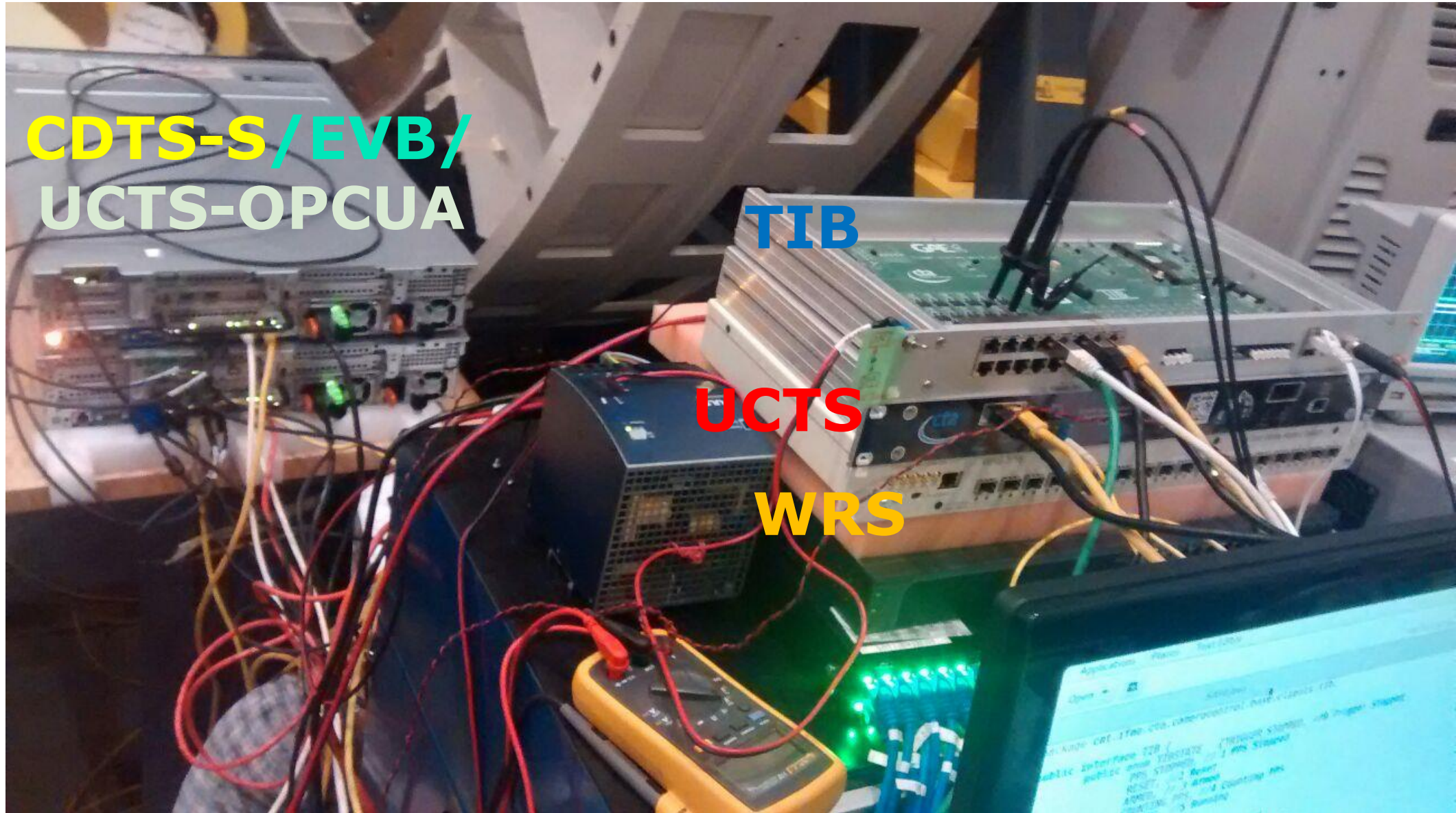
TiCKS



4. Test: AIC Tenerife



4. Test: AIC Tenerife



4. Estado Actual Cámara: CIEMAT



3x3 m y 2 t

4. Localización LST



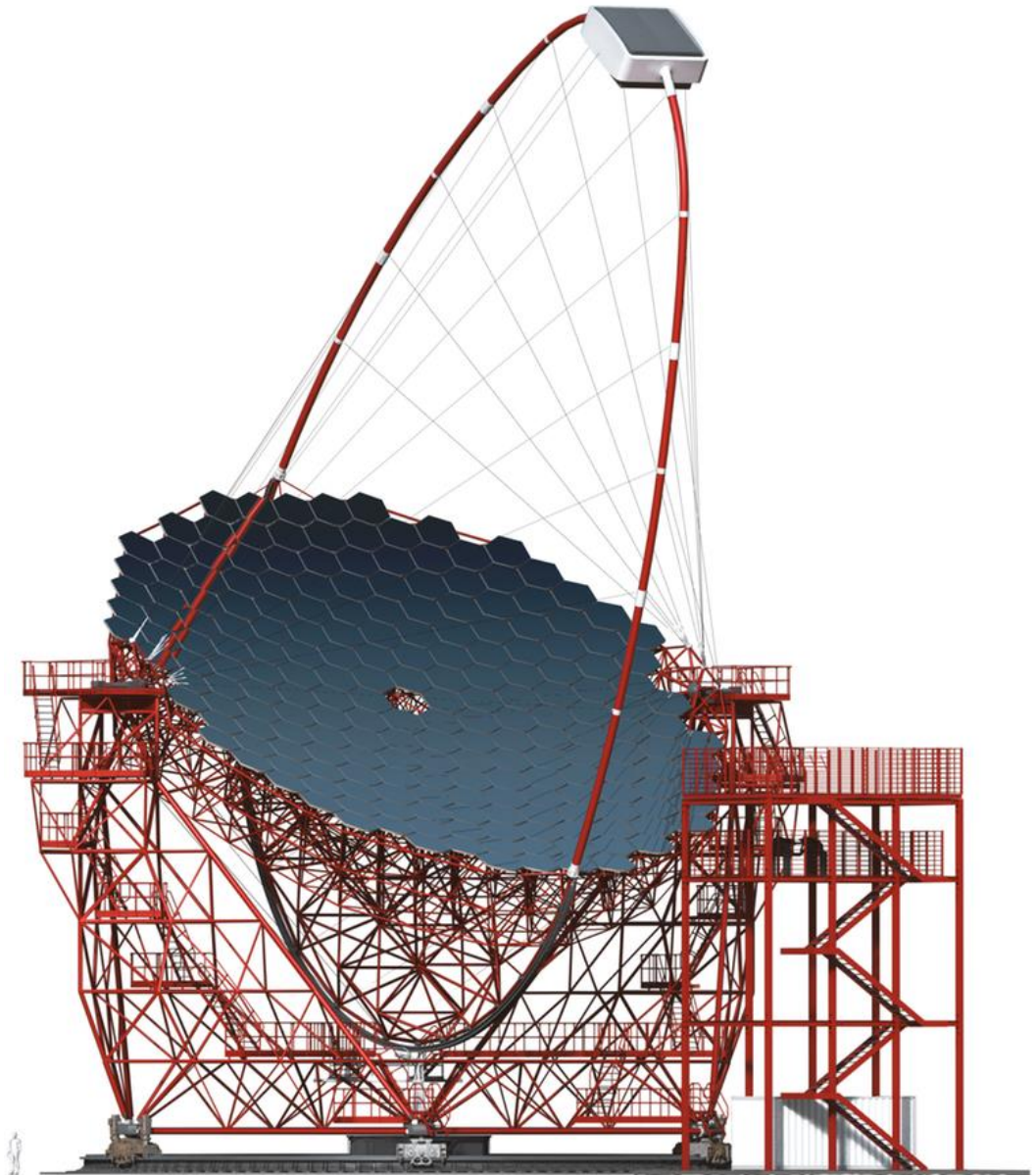
4. Estado Actual LST

LST Live:

[LST Live Camera](#)

LST Time Lapse:

[CTA: LST time lapse](#)



4. Planes de Integración

- ❑ Test en el CIEMAT: Enero 2018
 - Integración TIB, UCTS, conexiones fibras ópticas ...
 - 165 clúster (de un total de 256)
 - Test de Funcionamiento
- ❑ Test Integración cámara completa en IFAE (Barcelona):
 - Enero- Abril → UCM: Marzo-Abril
- ❑ Commissioning LST: Junio 2018 – Diciembre 2018
 - ❑ MAGIC → Comparar datos (time-stamps)
- ❑ Inauguración : Otoño 2018

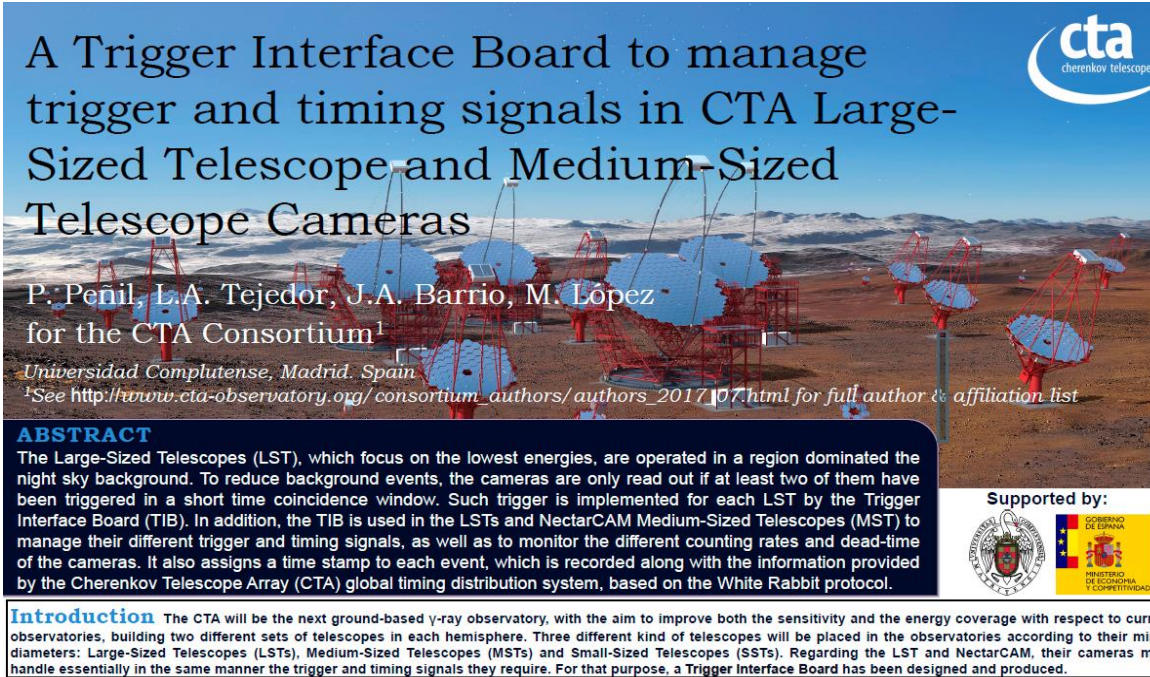
4. Publicación

- ❑ “A Trigger Interface Board to manage trigger and timing signals in CTA Large-Sized Telescope and Medium-Sized Telescope cameras”.

ICRC, Julio 2017. <https://arxiv.org/abs/1709.04692>

- ❑ Preparación artículo revista → Más detalles técnicos

- ❑ PhDay Físicas 2017




cta
cherenkov telescope array

A Trigger Interface Board to manage trigger and timing signals in CTA Large-Sized Telescope and Medium-Sized Telescope Cameras

P. Peñil, L.A. Tejedor, J.A. Barrio, M. López
for the CTA Consortium¹

Universidad Complutense, Madrid, Spain
¹See http://www.cta-observatory.org/consortium_authors/authors_2017107.html for full author & affiliation list

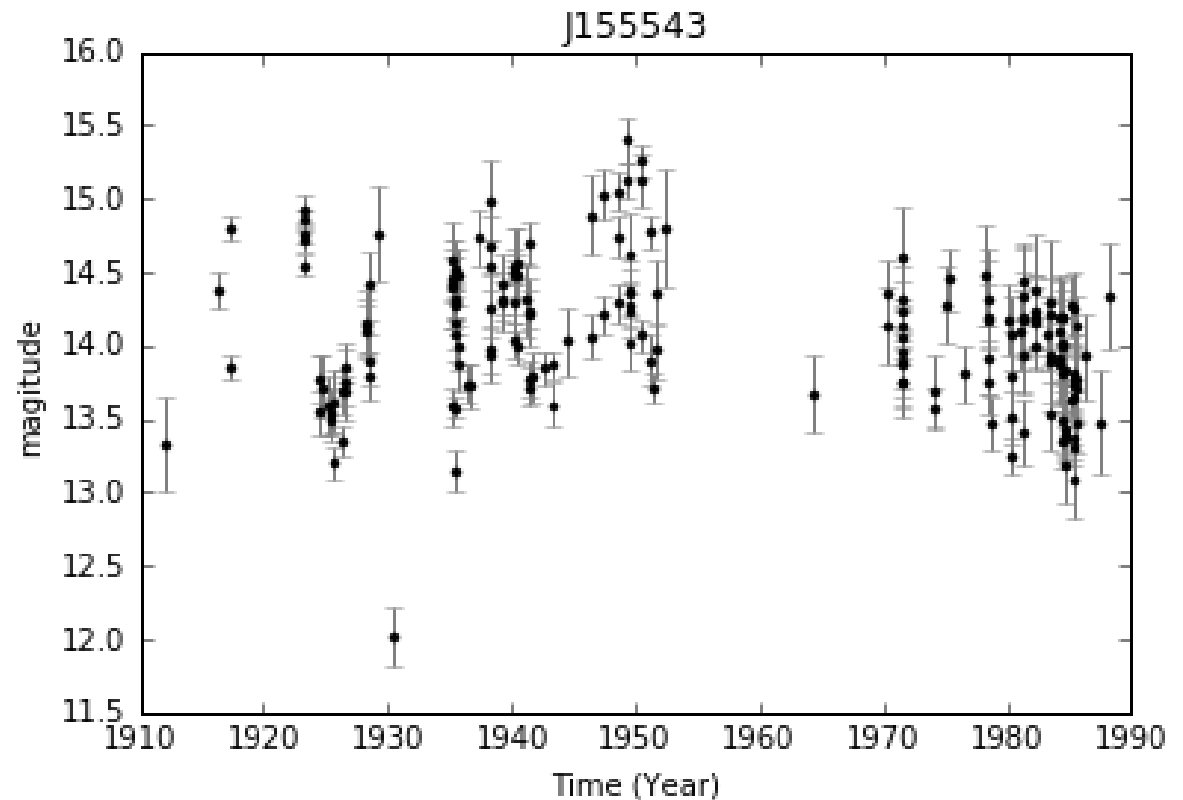
ABSTRACT
The Large-Sized Telescopes (LST), which focus on the lowest energies, are operated in a region dominated the night sky background. To reduce background events, the cameras are only read out if at least two of them have been triggered in a short time coincidence window. Such trigger is implemented for each LST by the Trigger Interface Board (TIB). In addition, the TIB is used in the LSTs and NectarCAM Medium-Sized Telescopes (MST) to manage their different trigger and timing signals, as well as to monitor the different counting rates and dead-time of the cameras. It also assigns a time stamp to each event, which is recorded along with the information provided by the Cherenkov Telescope Array (CTA) global timing distribution system, based on the White Rabbit protocol.

Supported by:


Introduction The CTA will be the next ground-based γ -ray observatory, with the aim to improve both the sensitivity and the energy coverage with respect to current observatories, building two different sets of telescopes in each hemisphere. Three different kind of telescopes will be placed in the observatories according to their mirror diameters: Large-Sized Telescopes (LSTs), Medium-Sized Telescopes (MSTs) and Small-Sized Telescopes (SSTs). Regarding the LST and NectarCAM, their cameras must handle essentially in the same manner the trigger and timing signals they require. For that purpose, a Trigger Interface Board has been designed and produced.

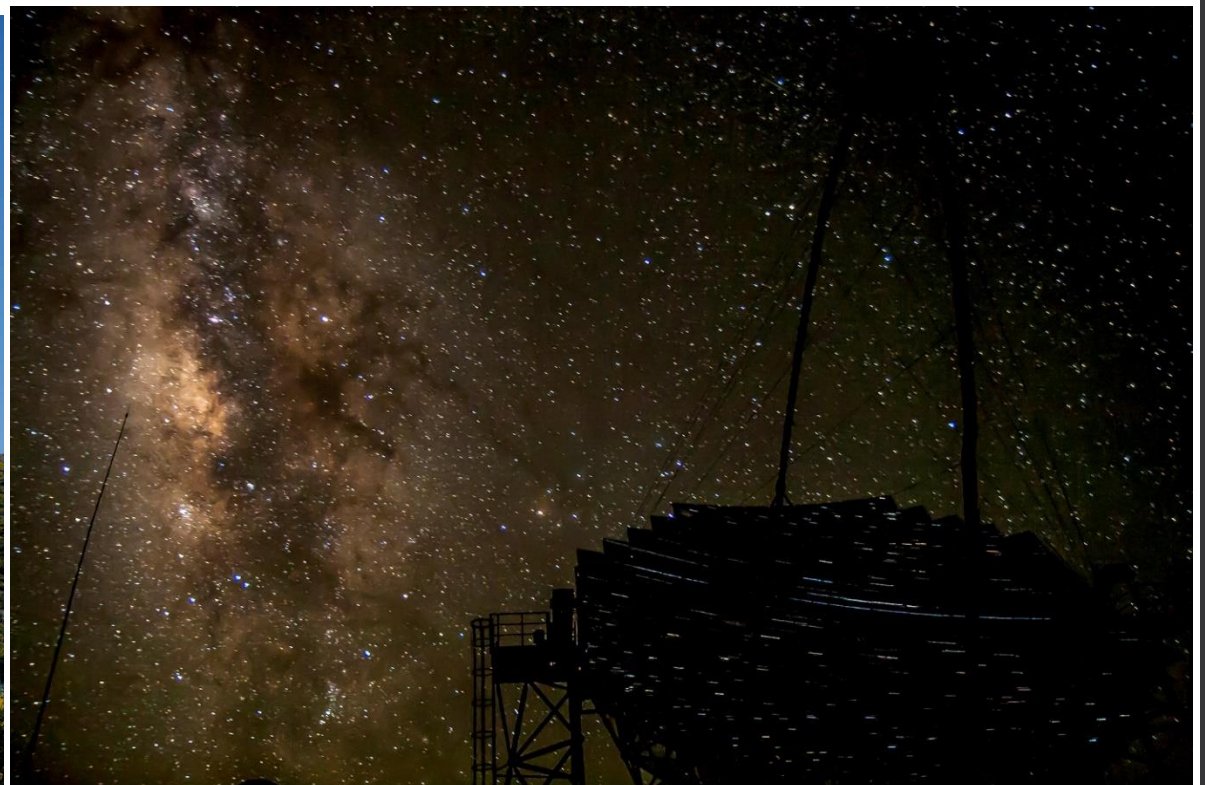
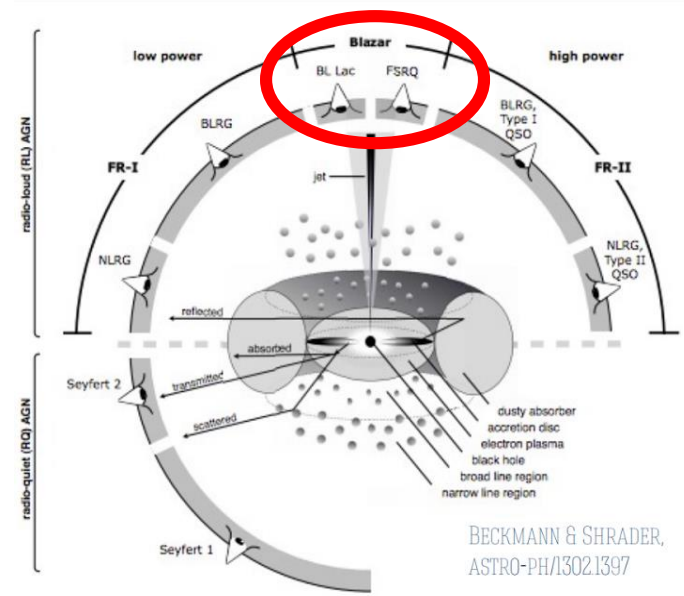
5. Doctorado: Física

- ❑ AGNs
- ❑ BL Lac J155543+111124
- ❑ Estudio periodicidad → Sistema Binario ?
 - Proyecto DASCH (Harvard) → Digitalización placas fotográficas
 - Información temporal (~100 años)
 - Búsqueda de periodicidades
(ajuste MCMC → Python)



5. Doctorado: Física

- ❑ Blazars → BL Lac:
 - ❑ Caracterizar la emisión VHE (típicamente por encima de 50 GeV)
 - ❑ Evolución EBL
- ❑ MAGIC
 - ❑ Petición de Observación → PKS 1424+240 at $z \sim 0.6$



Gracias