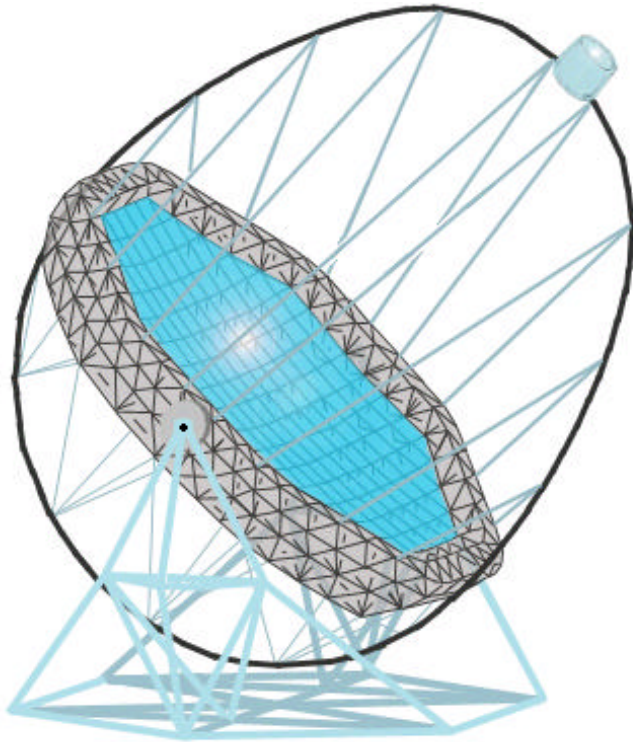


Estudio de las propiedades ópticas del fotomultiplicador EMI-9116A de Electron Tubes.

MAGIC



- ◆ Qué es MAGIC
- ◆ Fotomultiplicador
EMI-9116A
- ◆ Medida de la Eficiencia
Cuántica
- ◆ Guías de luz

*David Paneque
IFAE*

Qué es MAGIC

Qué pretende

- Cubrir el rango de energías 30-300 GeV.
- Medir con alta resolución radiación electromagnética hasta energías del orden del TeV.

Importancia de la óptica

$$\text{Energía}_{\text{Umbral}} = \frac{1}{\text{Area espejo} \times \text{Eficiencia de colección de luz}}$$

$$\text{E.C.L.} = \text{Refl. espejo} \times \text{Eficiencia guías de luz} \times \text{Q.E. PMT} \times \text{Ef. Col. phe.}$$

Cámara de MAGIC

- HPD'S
- PMT'S

Fotomultiplicador EMI-9116A

Propiedades ópticas

- Fotocátodo bialcalino semiesférico de 25 mm de diámetro
- Respuesta espectral: ver más adelante...

Otras características importantes

- Respuesta rápida

Tiempo de subida $\propto 700\text{ps}$.

FWHM $< 1\text{ns}$.

- 6 dínodos circulares

Ganancia interna pequeña (10-20K)

NSB $> 10^{12}$ Fotones/m²·str·s

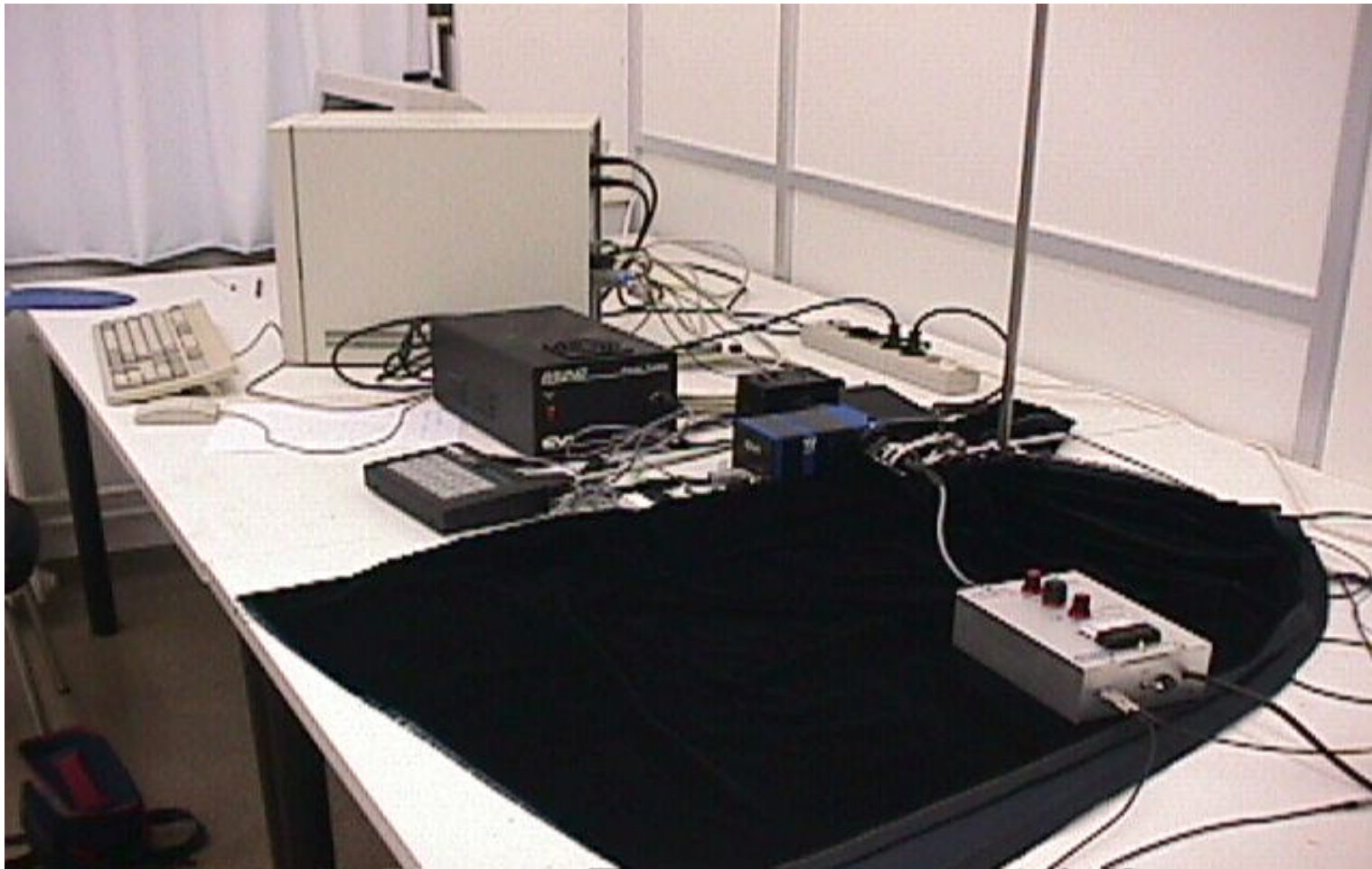
(un fotoelectrón en un intervalo de tiempo del orden de ns)

- Respuesta a un único fotoelectrón (single photoelectron response)

Medida de la eficiencia cuántica

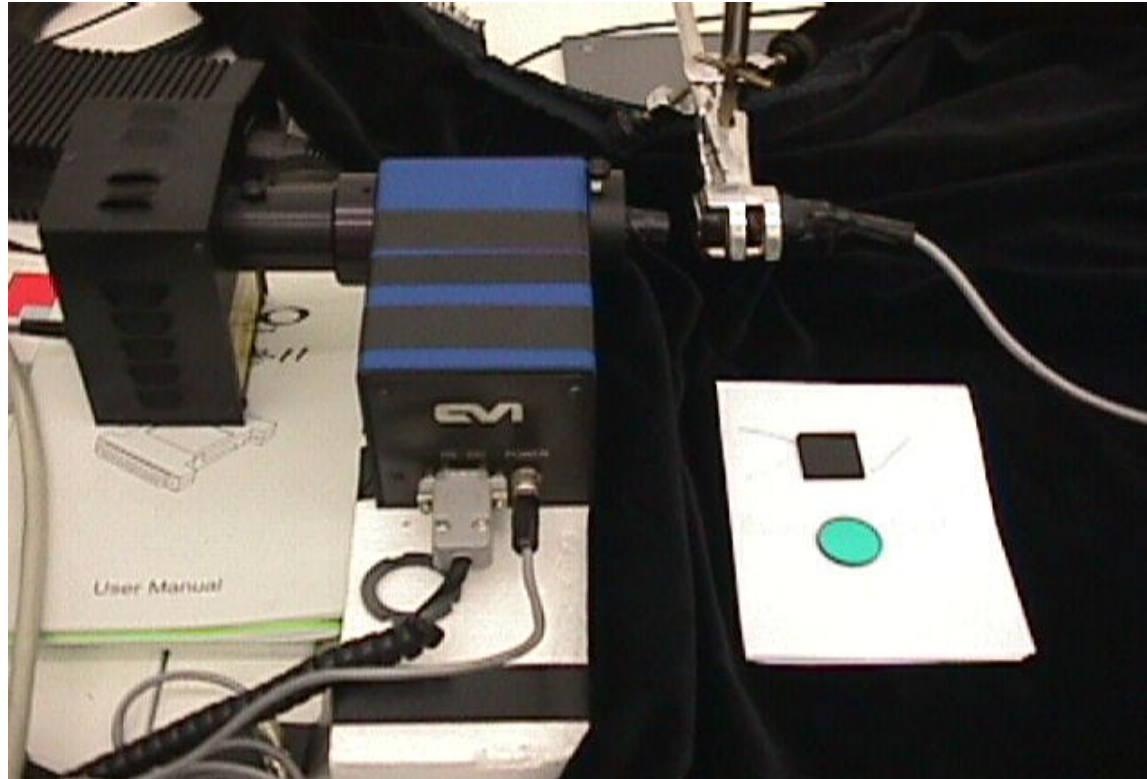
Procedimiento de medida

Comparación entre las corrientes producidas en el fotocátodo del PMT y en un fotosensor de referencia cuando se iluminan con luz de una determinada longitud de onda.



Material utilizado

- Lámpara de deuterio AS240 de *CVI Laser Corporation*.
- Lámpara de tungsteno AS222 de *CVI Laser Corporation*.
- Monocromador Digikröm CM110 de *CVI Laser Corporation*.
- Filtros ópticos de absorción de *Edmund Scientific*
- Diodo de silicio S1337-1010BQ de *Hamamatsu*.
- Nanoamperímetro construido a partir de amplificadores operacionales.
- ADC de 10 bits de *PICO*.
- Amperímetros, osciloscopios...




Cómo calcular la eficiencia cuántica

Las señales obtenidas son la convolución de diversas funciones

$$S_{\text{REF}}(I) = I(I) \times M(I) \times SR_{\text{REF}}(I)$$

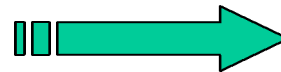
$$S_{\text{PMT}}(I) = I(I) \times M(I) \times SR_{\text{PMT}}(I)$$

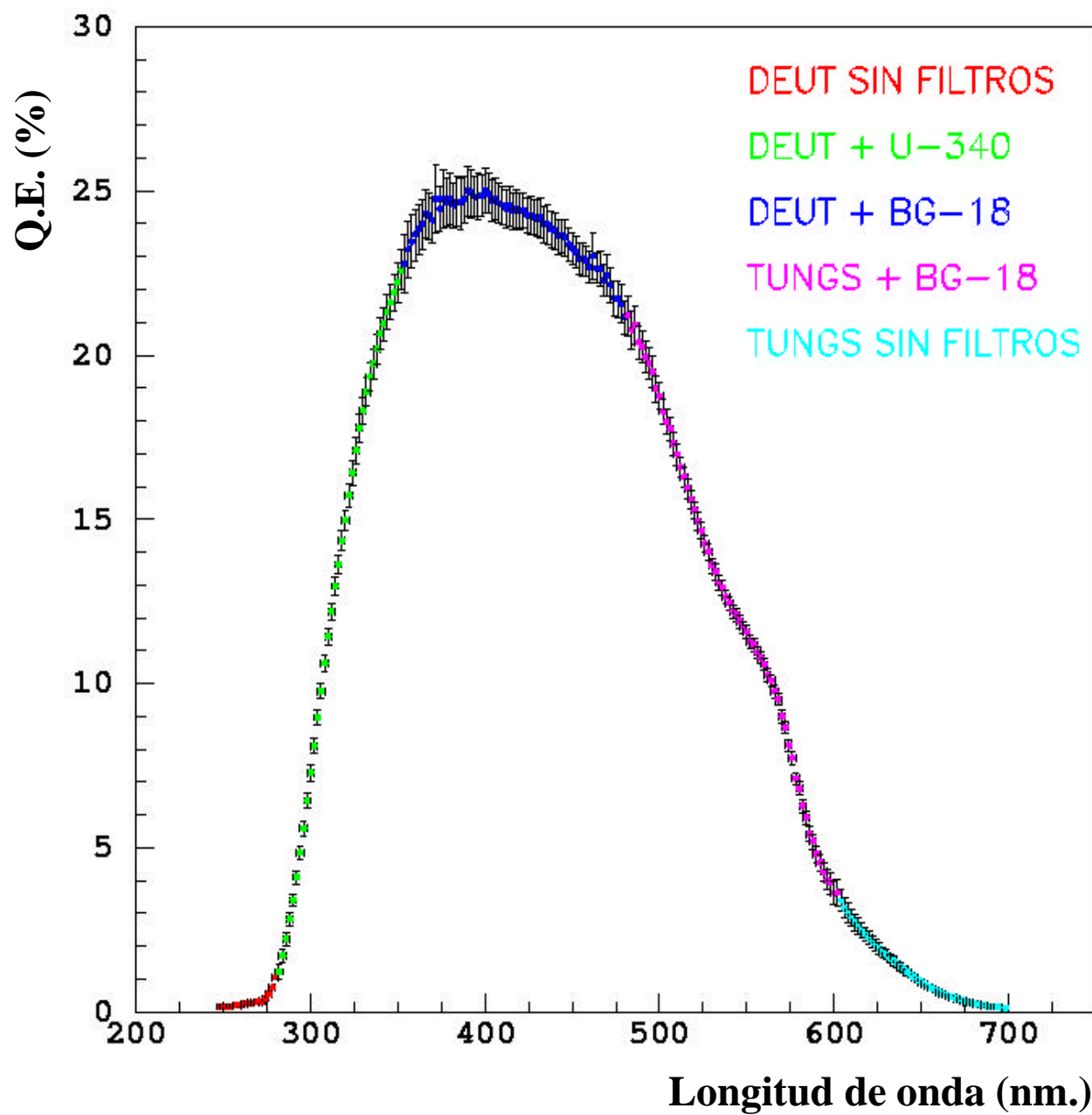

$$SR_{\text{PMT}}(I) = \frac{S_{\text{PMT}}(I)}{S_{\text{REF}}(I)} SR_{\text{REF}}(I)$$

La eficiencia cuántica está directamente relacionada con la respuesta espectral

$$QE(I) = \frac{hc}{qeI} \cdot SR(I) \approx 1240 \frac{SR(A/W)}{I(nm.)}$$

Resultados obtenidos para la Q.E. del EMI-9116A





Eficiencia Cuántica para el EMI-9116A

(Número de serie 122)

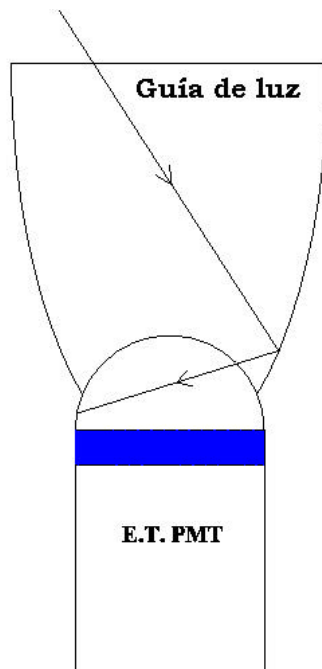
Guías de luz

Minimizan el espacio muerto entre fotomultiplicadores

Ganancia de un 10 % en la colección de luz

Rechazo de la luz que no viene del espejo

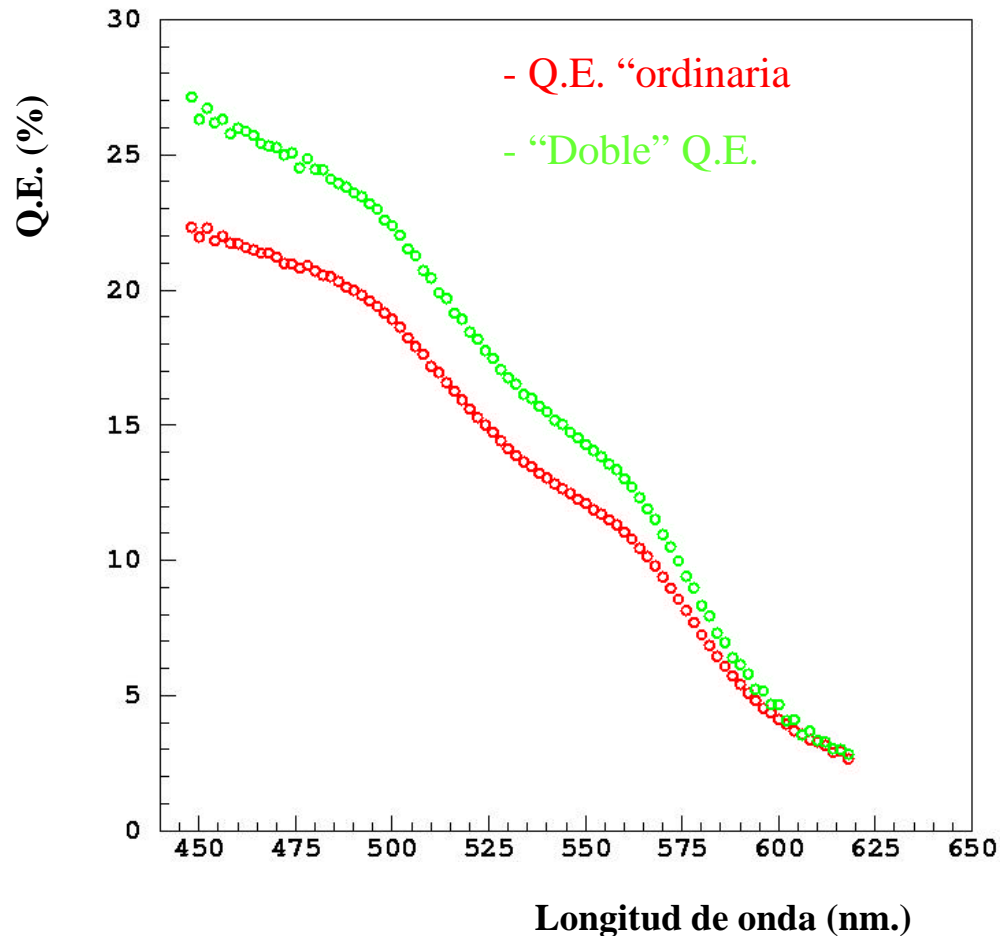
Mejora en la eficiencia cuántica efectiva



- La forma semiesférica del fotocátodo permite que un fotón pueda tener dos “posibilidades” de producir un fotoelectrón.
- El hecho de que la mayoría de los fotones que llegan a la cámara, lo hagan con un ángulo de incidencia mayor que 20° , nos hace pensar en el diseño de unas guías de luz optimizadas para producir este efecto.

★ Resultados preliminares

EMI-9116A (Número de serie 122)



- Se observa una mejora del 15% en la eficiencia cuántica.
- El efecto sobre la Energía Umbral es el mismo que el conseguido utilizando un espejo de 18.2 metros (en lugar de uno de 17); pero muchísimo más barato.

Conclusiones

- **Se han estudiado las características del fotomultiplicador EMI-9116 de Electron Tubes, y se ha visto que satisface los requisitos necesarios para poderse utilizar en la parte interna de la cámara de MAGIC.**
- **También se ha observado que, debido a la forma semiesférica del fotocátodo, es posible aumentar la respuesta espectral de estos fotomultiplicadores si se diseñan unas guías de luz optimizadas para provocar que la trayectoria del fotón incidente atraviese dos veces el fotocátodo.**