

IEE3853 Detectores para Astronomía (I-2012)

Tarea 04 – Diseño del sistema de detección para un Imager

Norman F. Sáez

nfsaez@uc.cl

2012/07/07

Introducción

El presente documento especifica sistema de detección para el telescopio ESO 1 metro, en donde el instrumento a utilizar es Imager. Los requerimientos especificados fueron los siguientes:

- Especificar el CCD científico a utilizar.
- Predecir readout noise, dark current y readout time.
- Estimar si el diseño óptico es adecuado o es preferible modificarlo, para el detector seleccionado. En caso de modificación, especifique los requerimientos para el nuevo diseño óptico.
- Estimar los tiempos de exposición para diversos filtros considerando la eficiencia cuántica del CCD seleccionado y la obtención de una SNR de al menos 10. Analice filtros del tipo SDSS4 (Sloan Digital Sky Survey) para su análisis.
- Especificar los requerimientos de enfriamiento criogénico, en particular temperatura de operación. Sugerir posibilidades de criogenia.

Las siguientes secciones muestran como se intenta satisfacer las necesidades que se especificaban en la tarea.

1 Especificar el CCD científico a utilizar

Parámetros del sistema:

- Field of View del instrumento = $14'$
- Diámetro Plano Focal = $30.8[mm]$
- Escala en el plano focal = $\frac{FoV}{Diametro\ Plano\ Focal} = 0.4545["/mm]$
- Field of View requerido: $5'$ en x
- Field of View requerido: $5'$ en y

- Dimensiones del detector: $\frac{5'}{0.4545['/mm]} = 11[mm]$ en x
- Dimensiones del detector: $\frac{5'}{0.4545['/mm]} = 11[mm]$ en y

Entonces el detector debe tener un tamaño de $11 \times 11[mm]$. Tamaño imagen de la PSF en el plano focal: $\frac{0.00833'}{0.4545['/mm]} = 0.01833[mm] = 18.33516[\mu m]$, utilizando el dato de Optimal Sampling, podemos obtener cuanto tiene que ser el tamaño del píxel: $\frac{18.33516}{3} = 6.111[\mu m]$.

Con los datos obtenidos, se necesita como mínimo:

- CCD $11 \times 11[mm]$.
- Tamaño de píxel $6.11[\mu m]$.

Con estos datos no es posible tener un CCD desde la pagina del proveedor. Por lo que se intentara buscar uno similar y ajustar algunos parámetros del instrumento.

La primera es ser mayor al tamaño mínimo de CCD necesario

La segunda es tener pixeles que sean menores al tamaño máximo

Es que el CCD sea menor al diámetro del plano focal. Los datos son reflejados en figura 1

Parametro	Valor	Unidad
FoV	14.000	[°]
Diámetro Plano Focal	30.800	[mm]
Escala Plano Focal	0.455	['/mm]
FoV Requerido	5.000	[°]
Min Dim Detector X	11.000	[mm]
Min Dim Detector Y	11.000	[mm]
PSF Requerido	0.500	["]
PSF Requerido	0.008	[']
Tamaño Imagen PSF	0.018	[mm]
Tamaño Imagen PSF	18.333	[um]
Optimal Sampling	3.000	[pixel/PSF]
Dim Max Per Pixel	6.111	[um]
Readout Noise	5.000	[e-]
Readout Time	10.000	[sec]
Max Exp Time	1.000	[hr]
Min Wavelength Coverage	320.000	[nm]
Max Wavelength Coverage	900.000	[nm]

(a) Tabla de datos siguiendo especificaciones

(b) Simbologia

Figure 1: Tabla de datos y simbologia de acuerdo a las especificaciones

2 Estimar si el diseño óptico es adecuado o es preferible modificarlo, para el detector seleccionado. En caso de modificación, especifique los requerimientos para el nuevo diseño óptico.

Dado que no existian CCD que calzaran con las especificaciones, se plantea la siguiente solución:

- Disminuir escala en el plano focal del instrumento

Para ello, se necesita:

- Disminuir el Field of View

Otra opción es aumentar el diámetro, pero como se tiene muchísimo field of view, se descarta esta solución. Luego, se ajusta se seleccionaron cámaras que tuvieran el diámetro focal cercano a 30.8. Las mejores cámaras escogidas fueron:

- CCD40-42
- CCD50-30

Se escoge CCD50-30 debido a su mayor *Image area* ($28.17 \times 25.92 \text{ mm}$). Field of View fue ajustado para y se verifica las nuevas especificaciones del detector, como se puede apreciar en la figura 2

Parametro	Valor	Unidad
FoV	3.800	[°]
Diámetro Plano Focal	30.800	[mm]
Escala Plano Focal	0.123	[°/mm]
FoV Requerido	5.000	[°]
Min Dim Detector X	40.526	[mm]
Min Dim Detector Y	40.526	[mm]
PSF Requerido	0.500	["]
PSF Requerido	0.008	["]
Tamaño Imagen PSF	0.068	[mm]
Tamaño Imagen PSF	67.544	[um]
Optimal Sampling	3.000	[pixel/PSF]
Dim Max Per Pixel	22.515	[um]
Readout Noise	5.000	[e-]
Readout Time	10.000	[sec]
Max Exp Time	1.000	[hr]
Min Wavelength Coverage	320.000	[nm]
Max Wavelength Coverage	900.000	[nm]

Características Sistema de Deteccion

Características del Instrumento

Características Calculadas para CCD

(a) Tabla de datos ajustando especificaciones

(b) Simbologia

Figure 2: Tabla de datos ajustada y simbologia

3 Predecir readout noise, dark current y read-out time

Dada las características que se ocuparon en la pregunta 2, y de acuerdo a la tabla presentada en figura 2

- 4 Estimar los tiempos de exposición para diversos filtros considerando la eficiencia cuántica del CCD seleccionado y la obtención de una SNR de al menos 10. Analice filtros del tipo SDSS4 (Sloan Digital Sky Survey) para su análisis.
- 5 Especificar los requerimientos de enfriamiento criogénico, en particular temperatura de operación. Sugerir posibilidades de criogenia.