

## AST203

### Lista Detetores

1. Mostre que a eficiência quântica de um detetor, DQE, equivale a  $\eta$ , onde  $\eta$  é a eficiência quântica, no caso em que a única flutuação do sinal é a de Poisson, isto é, o detetor não possui/introduz nenhuma outra flutuação do sinal.
  
2. Calcule a expressão da DQE em função da eficiência quântica  $\eta$  considerando:
  - a) um detetor com ganho cuja média é  $g$  e desvio-padrão,  $\sigma_g$ ;
  - b) um detetor com ruído de leitura de média nula e desvio-padrão  $\sigma_r$ ;
  - c) um detetor com ganho cuja média é  $g$  e desvio-padrão,  $\sigma_g$ , e com ruído de leitura de média nula e desvio-padrão  $\sigma_r$ .
  
3.
  - a) Considere uma placa fotográfica com uma área de emulsão de 356mm x 356mm e cujo pixel possui um tamanho de 5  $\mu\text{m}$  x 5  $\mu\text{m}$ . (i) Quantos pixels existem em toda a placa e (ii) em uma área de 1mm<sup>2</sup>?
  - b) Considere um CCD de 385 x 578 pixels e que cada pixel possui um tamanho de 22  $\mu\text{m}$  x 22  $\mu\text{m}$ . Compare o número total de pixels e a área total desse CCD com os da placa do ítem anterior.
  - c) Repita o exercício para um CCD de 2048 x 2048 pixels cujos tamanhos são 15 $\mu\text{m}$  x 15 $\mu\text{m}$ .
  - d) Comente rapidamente as vantagens relacionadas a um detetor de grande área e pequeno "pixel".
  
4. Uma fotomultiplicadora possui 10 dinodos e em cada um deles um elétron incidente produz 4 elétrons emitidos. Calcule o ganho total da fotomultiplicadora. Por que o ganho aumenta com o aumento da diferença de potencial entre os dinodos?
  
5. Um detetor do tipo que conta fótons é usado para medir uma fonte fraca contra um fundo de 16 fótons por segundo. Assumindo que o ruído é aleatório e que o mesmo intervalo de tempo é usado para medir a fonte e o fundo, qual o tempo de integração total (fonte + fundo) necessário para detectar uma fonte de

intensidade igual a 1% do fundo, se o critério de detecção é de uma razão sinal-ruído igual a 2? No infravermelho médio, o fundo é dominante. Assim, um tempo importante é despendido medindo o fundo.

6. Calcule o comprimento de onda do fóton de menor energia que pode ser detectado por um detetor de germânio. Assuma um *band-gap* de 0,67 eV.
7. Considere um CCD de 2000 x 2000 pixels. Se a CTE (*charge transfer efficiency*) for 98%, qual a fração de cargas que seriam perdidas ao longo do transporte? E se a CTE for 99,999%?
8. Suponha que um sinal astronômico,  $V_{ast} = V_1 \sin(\omega_1 t - \phi_1)$ , é misturado a um sinal de um oscilador local cuja forma é  $V_{lo} = V_0 \sin(\omega_0 t - \phi_0)$ . Considerando que o sinal de saída do misturador pode ser escrito como:  $A (V_{ast} + V_{lo})^2$ , mostre que ele contém um termo que é proporcional a

$$V_1 \sin[(\omega_1 + \omega_0)t - \alpha]$$

e outro proporcional a

$$V_1 \sin[(\omega_1 - \omega_0)t - \beta] ,$$

onde as fases  $\alpha$  e  $\beta$  estão relacionadas às fases  $\phi_0$  e  $\phi_1$ .

- o Dica! Use a relação:  **$2 \sin a \sin b = \cos(a-b) - \cos(a+b)$** .

9. Calcule as temperaturas de fontes térmicas cujos picos de emissão ocorrem nas seguintes regiões do espectro eletromagnético: raios- $\gamma$  (0,001nm), raios-X (1nm), ultravioleta (100nm), ótico (500nm), infravermelho (100 $\mu$ m) e ondas de rádio (0,1m).