

Pr.B Boletín de problemas de la Unidad Temática B.III: Detección y generación de señales luminosas

Pr.B.4. Detección de luz e imágenes

1. Un detector de Ge debe ser usado en un sistema de comunicaciones ópticas con un láser de GaAs cuya emisión es en 1,43eV. Calcular el grosor del detector que se necesita para absorber el 90% de la señal incidente. Datos: $\alpha=2,5 \cdot 10^4 \text{cm}^{-1}$ para $\hbar\omega=1,43\text{eV}$, como puede ser visto en la siguiente figura.

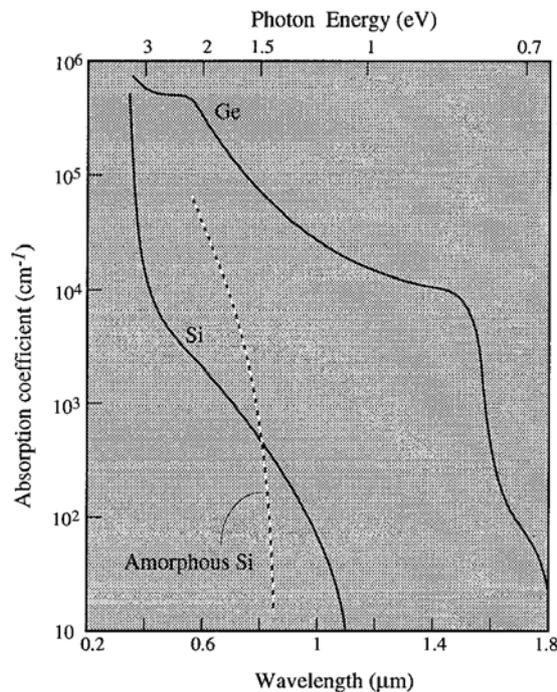


Fig. Pr.B.4.1: Variación del coeficiente de absorción α (cm^{-1}) del Si y Ge con la energía del fotón $\hbar\omega$ (eV) y con su longitud de onda λ (μm).

2. Una intensidad óptica de 10Wcm^{-2} a una longitud de onda de $\lambda=0,75\mu\text{m}$ incide sobre un detector de GaAs. Calcular la velocidad de generación de pares e-h, G_L . Si el tiempo de recombinación es de 10^{-9}s , calcular la concentración de portadores en exceso. Datos: $\alpha=7 \cdot 10^3 \text{cm}^{-1}$ para $\lambda=0,75\mu\text{m}$.
3. Un fotodiodo PIN de silicio con una región intrínseca de anchura $W=10\mu\text{m}$ recibe luz de un láser de GaAs con una energía $\hbar\omega=1,43\text{eV}$ y con una intensidad óptica total de 1Wcm^{-2} . Sabiendo que para el Si a la longitud de onda correspondiente el coeficiente de absorción vale $\alpha=700\text{cm}^{-1}$, calcular la densidad de fotocorriente en el detector y su eficiencia cuántica.

4. Una célula solar con un área de 1cm^2 genera una fotocorriente de $I_L=25\text{mA}$ y su corriente de saturación vale $I_0=3,66\cdot 10^{-11}\text{A}$ a 300K . Calcular la tensión en circuito abierto, la corriente de cortocircuito y la potencia disponible si el factor de forma vale $F=0,8$. Si necesitamos un panel solar de 10W y una tensión de 10V , determinar el número de células necesarias en serie y en paralelo. Datos: $n = 1$, $e = 1,602\cdot 10^{-19}\text{C}$, $k_B = 1,381\cdot 10^{-23}\text{JK}^{-1}$.
5. Diseñar un medidor de iluminación de tres escalas, 100lx , 1.000lx y 10.000lx a fondo de escala. Utilícese para ello una configuración con fotodiodo y amplificador operacional. Para la aplicación utilizar el fotodiodo S133 de Hamamatsu que tiene una responsividad de $0,3\text{ A/W}$ para una fuente a temperatura de color de 3000K y un área de $6,6\text{ mm}^2$.

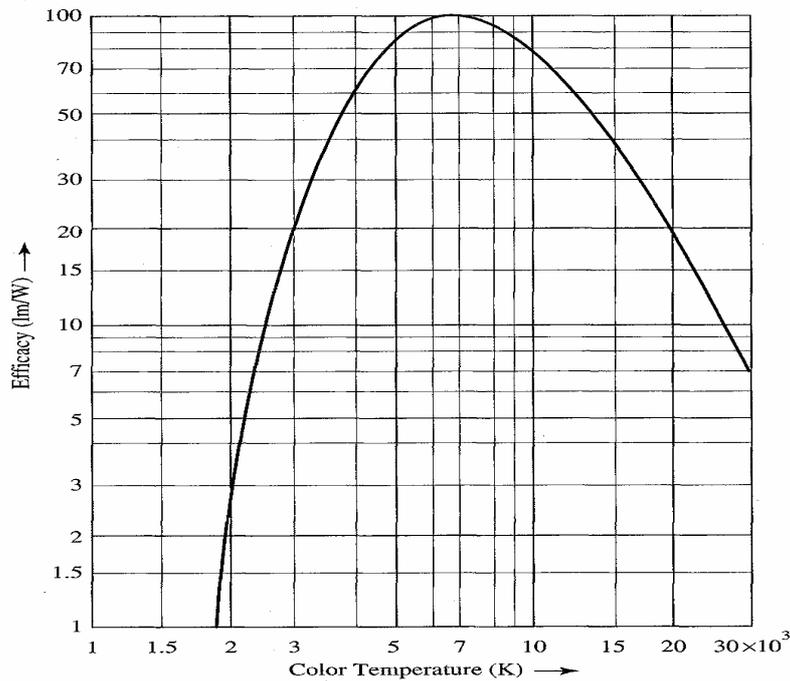


Fig. Pr.B.4.2: Variación de la eficiencia para la conversión de magnitudes radiométricas a fotométricas con T.

6. Utilizando el mismo fotodiodo elegido para el problema anterior, para el cual $I_0=10\text{pA}$, diseñar un medidor de luz incidente para fotografiar con escala logarítmica y 10.000lx de fondo de escala. Calcular su indicación al 10% del fondo de escala. Utilizar para ello el fotodiodo en modo logarítmico y un amplificador lineal.
7. Diseñar un circuito que active una luz cuando la iluminación caiga por debajo de 180lx y analizar la precisión del circuito. Se dispone de un fotoconductor de $R_c = 5\text{ k}\Omega$ a 100lx y $\alpha = 0,8$. La alimentación del circuito es de 5 V y se dispone de un zener de 3 V y un comparador con una precisión de 2 mV en la conmutación entre estados de salida.

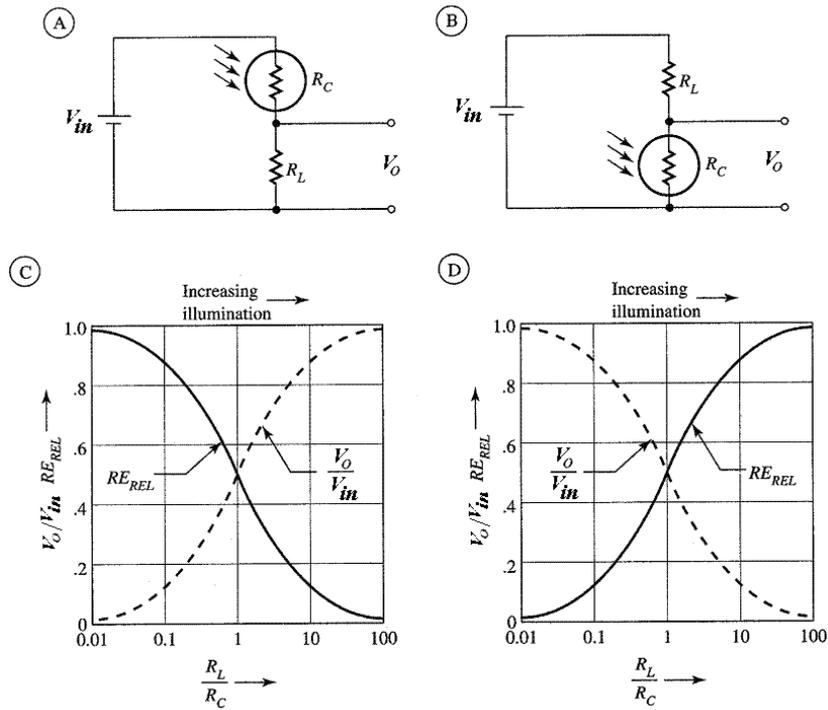


Fig. Pr.B.4.3: Circuitos de polarización de una fotorresistencia y sus curvas de respuesta.

8. Diseñar un circuito de control de brillo de un LED que haga circular 10 mA por el LED a 100lx y 20 mA a 500lx. Utilizar un fotoconductor con $R_c = 5 \text{ k}\Omega$ a 100lx y $\alpha = 0,8$.

Pr.B.5. El diodo de emisión de luz (LED)

9. Dado un LED cuya emisión de fotones obedece la ley del coseno, acoplar la luz a una fibra cuyos índices de refracción son 1,42 en el núcleo y 1,40 en el recubrimiento. Calcular el ángulo de entrada máximo y el rendimiento de acoplamiento.
10. A partir del circuito con LED de la siguiente figura y de la característica del LED, calcular la corriente máxima y mínima al utilizar una resistencia con tolerancia del 10%.

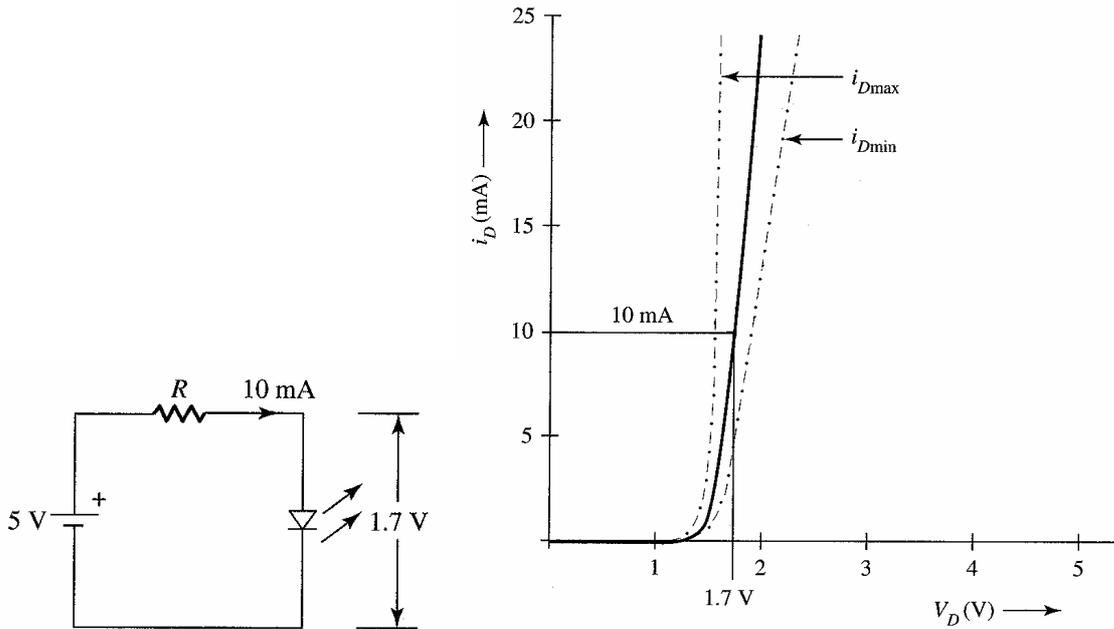


Fig. Pr.B.5.1: Circuito con LED y curva característica del mismo LED.

11. Si utilizamos el mismo LED rojo del ejercicio anterior con corriente pulsante de 100mA de pico y un ciclo de trabajo del 10%, encontrar la temperatura ambiente máxima para dicho LED. Datos: $R_D=40\Omega$.

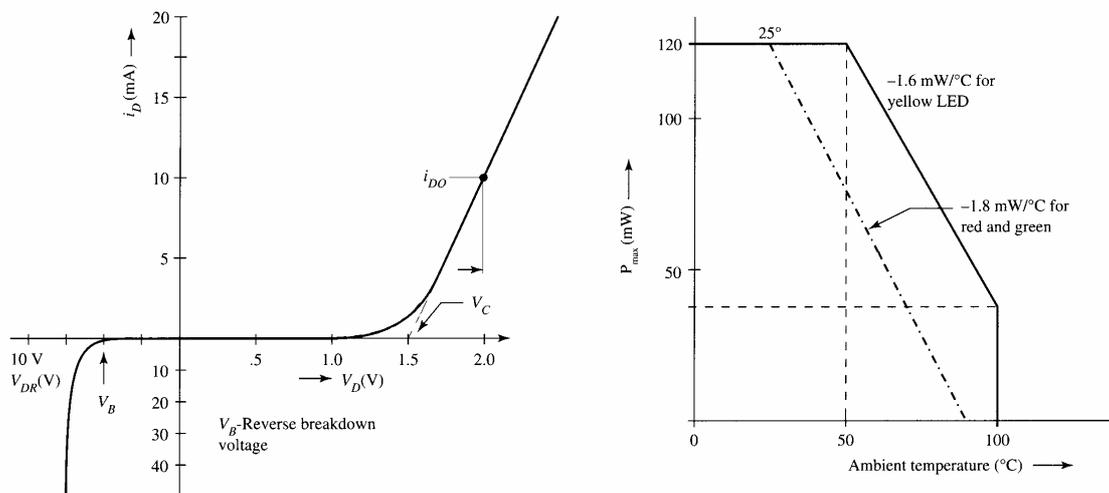


Fig. Pr.B.5.2: Curva característica del LED rojo y curva de potencia máxima en función de la temperatura ambiente.

12. Dado un LED con una intensidad luminosa de referencia de 12mcd a $i_o=10\text{mA}$. Calcular la intensidad luminosa media, I_{PRavg} , para un ciclo de trabajo del 10% y una corriente de pico de 60mA.

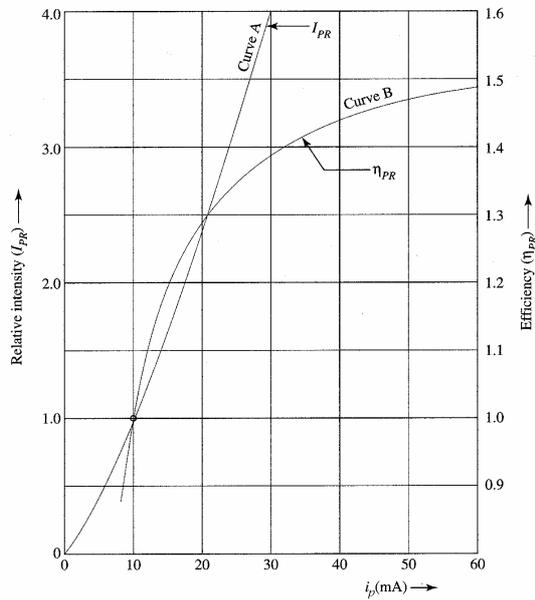


Fig. Pr.B.5.3: Relación entre la eficiencia relativa y la corriente de pico en condiciones de polarización pulsante.

13. Tenemos un LED que se alimenta con $V_{CC}=12\text{V}$ y una corriente $i_p=30\text{mA}$. Para una corriente de $i_o=10\text{mA}$ la caída de tensión es de $V_o=2,2\text{V}$ y la resistencia dinámica vale 15Ω . Calcular la resistencia del circuito.

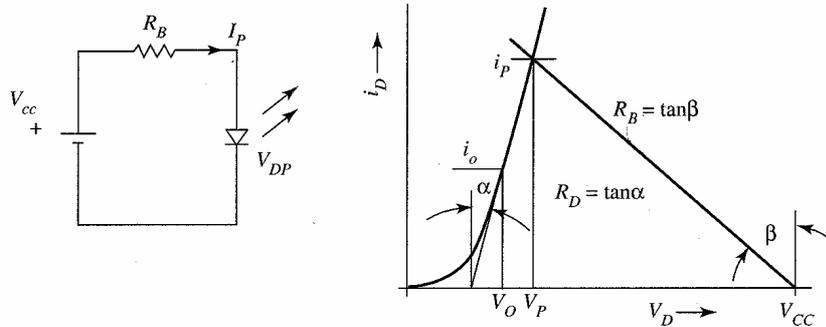


Fig. Pr.B.5.4: Circuito de polarización de un LED y cálculo gráfico del punto de operación y resistencia de polarización.

14. Cinco LEDs en serie se alimentan con una fuente de $V_{CC}=12\text{V}$, circulando por ellos una corriente de $i_D=30\text{mA}$. Diseñar la fuente de corriente para alimentarlos según el circuito propuesto. La caída de tensión en los LEDs es de $V_D=1,5\text{V}$.

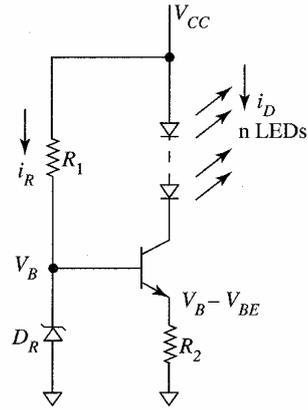


Fig. Pr.B.5.5: Fuente de corriente para un array de n diodos en serie.

Pr. B. 6. El diodo láser (LD)

15. Considerando un láser de GaAs ($n=3,66$) con una cavidad de longitud de $200\mu\text{m}$, calcular la separación en frecuencia de los modos resonantes y la separación en longitud de onda entre el modo principal y el segundo modo para una luz roja de $\lambda=700\text{nm}$.
16. Dada una cavidad láser de Fabry-Perot de GaAs ($n=3,66$) con unas pérdidas de absorción de $\alpha_{\text{pérdidas}}=20\text{cm}^{-1}$, calcular la longitud de la cavidad para que las pérdidas de absorción sean iguales a las pérdidas en el espejo
17. En una cavidad de GaAs ($n=3,66$) de longitud $200\mu\text{m}$ y una reflectividad de $R=0,33$, el coeficiente de absorción vale $\alpha_{\text{pérdidas}}=10\text{cm}^{-1}$. Calcular el tiempo de vida del fotón, τ_{ph} , antes de ser absorbido o emitido.
18. Un diodo láser típico tiene una cavidad de $300\mu\text{m}$ de longitud. Sabiendo que el material activo es AlGaAs ($n=3,6$) y que la longitud de onda de emisión principal es $\lambda=800\text{nm}$, calcular el número de modos y la separación en frecuencia y longitud de onda entre modos. Calcular también el número de modos que emite el láser teniendo en cuenta que el ancho de banda en longitud de onda es de 2nm .