



Hoja 1: Movimientos oculares

- 1) Una persona que ha llegado tarde a comprar la entrada de cine de su película favorita se encuentra que solamente quedan entradas para la primera fila. En taquilla le informan que quedan dos asientos libres: uno centrado en la parte inferior y otro alineado con la esquina inferior-derecha de la pantalla, la cual mide 6 m de ancho y 2.5 m de alto estando colocada a 5 m de la primera fila. Para ayudar a esta persona a decidirse entre comprar una entrada o volver otro día, calcula cuál sería la representación de Listing de los movimientos oculares para dirigir la mirada a la esquina superior-izquierda con el fin de no perderse detalle de la película. Representa estos movimientos en un diagrama polar.

Solución: Que vuelva otro día. Asiento central: $\alpha = 140.19 \text{ deg}$, $\beta = 37.99 \text{ deg}$ (parámetros de Listing), **Asiento lateral:** $\alpha = 157.38 \text{ deg}$, $\beta = 52.43 \text{ deg}$.

- 2) Supongamos a tres estudiantes situados a una distancia de 10 m en línea recta con el borde inferior de la pizarra, que mide 4 m de ancho por 1.8 m de alto. Dos de ellos O_1 y O_2 se sitúan en posición primaria respectivamente con los bordes inferior-izquierdo e inferior-derecho de la pizarra; mientras que el tercero O_3 se encuentra en posición primaria a la mitad inferior de la pizarra. Calcula los parámetros de Listing para los tres estudiantes y represéntalos en un diagrama.

Solución: para el movimiento ocular $O_3 \rightarrow C$, $\alpha_3 = 0$, $\varphi_3 = 0$ ~ el movimiento ocular es una elevación o latitud; **en los movimientos oculares $O_1 \rightarrow C$ y $O_2 \rightarrow C$,** $\alpha_1 = \alpha_2 = 41.98 \text{ deg}$; $\varphi_1 = -\varphi_2 = 11.31 \text{ deg}$.

- 3) Una persona realiza un movimiento ocular terciario $O \rightarrow C$ con parámetros de Listing ($\alpha = 296,565 \text{ deg}$, y $\beta = 29,206 \text{ deg}$). Si el punto de observación primaria O se encuentra a 400 m del sujeto, ¿cuál es la distancia real entre los puntos O y C?

Solución: OC = 223.61 m.

- 4) Supongamos que nos encontramos en la pista central de Roland Garros observando el partido de tenis de la final entre Nadal y Djokovic. Estamos situados en una grada lateral a 80 m en línea recta con la red, o sea, en la parte más alta de la grada y a la mitad de la pista. En esta posición como espectador, los movimientos oculares son sacádicos y de seguimiento en la pista, no es necesario mover la cabeza para seguir el juego. Si la pista de tenis tiene una longitud de 22 m y los jugadores se sitúan en ese juego en los límites de la pista, se pide:

- a) Si consideramos la relación duración D vs. amplitud A, $D = D_0 + d \cdot A$, para movimientos sacádicos con $D_0 = 20 \text{ ms}$ y $d = 2.74 \text{ ms/deg}$, calcular la duración D, la velocidad media MV en deg/s, en km/h y la velocidad máxima PV en deg/s del movimiento sacádico que se realiza al observar la pelota de tenis de un jugador al otro durante los lances del juego.
- b) Si la velocidad de la pelota de tenis en un “drive” de Nadal es de 152 km/h, ¿podemos perseguir con la mirada el movimiento de la pelota hasta llegar a la raqueta de Federer? Justifica la respuesta teniendo en cuenta que la velocidad máxima de seguimiento es de 100 deg/s. (Suponer que la pelota no sufre rozamiento con el aire.)

Solución: a)- $D = 62.9 \text{ ms}$, $MV = 248.93 \text{ deg/s} = 1220 \text{ km/h}$, $PV = 349,76 \text{ deg/s}$; b)- Sí, porque $v_{\text{bola}} = 30 \text{ deg/s} < v_{\text{persección}} = 100 \text{ deg/s} < MV = 241.26 \text{ deg/s}$.



- 5) Dos espectadores de un partido de tenis se encuentran en la misma grada a diferentes distancias de mirada del centro de la pista: sujeto A, a 10 m; sujeto B, a 60 m. Si la pista mide 22 m de longitud, ¿podrán seguir con la mirada el movimiento de lado a lado de la pelota si ésta va a 152 km/h? Justifica la respuesta teniendo en cuenta que la velocidad visual de seguimiento no puede ser superior a 100 deg/s.

Solución: El espectador A no puede seguir la pelota, en cambio el espectador B sí.

- 6) El sistema visual estabiliza la fijación mediante dos tipos de movimientos oculares. Trémores y microsacádicos. Los trémores son movimientos de frecuencia alta (75 Hz) con una media de amplitud entre picos de 30" de arco. Los microsacádicos son movimientos de baja frecuencia (3 Hz) con una amplitud de 5' de arco. (modelo reducido de Ojo con una longitud axial $l_{ax} = SRet = 24$ mm, $SN' = 7.5$ mm) Si consideramos un punto luminoso como objeto, con una duración de 3 segundos, se pide:

- Construir la ecuación conjunta (en fase) de "onda" temporal" de ambos movimientos oculares oscilatorios teniendo en cuenta que la fóvea se encuentra a 5° del polo oftalmométrico en el lado temporal del Ojo.
- ¿Cuál será la posición angular de la imagen puntual al cabo de 1.9 s?
- ¿Cuántos conos foveales (con diámetro $\phi = 2 \mu\text{m}$) habrá cruzado la imagen puntual justamente antes de desaparecer?

Solución: b) 4.96 deg ; c) En 3 s se producen 9 ciclos completos de microsacádicos, que son los predominantes, por lo que se atraviesan 13 conos foveales 18 veces.

- 7) Un observador mira a un test formado por una pareja estereoscópica colocada a 1 m de distancia de sus ojos; si la velocidad de convergencia es de 7.8 deg/s por 1 deg de disparidad retiniana (distancia interpupilar $dip = 63$ mm), calcula:

- ¿Qué disparidad retiniana en deg debe existir entre las imágenes gemelas para que la convergencia fusional se efectúe en 1.2 s?
- ¿Cuál es la disparidad retiniana en milímetros entre las imágenes gemelas en la convergencia fusional anterior? (Considera $l_{ax} = SRet = 24.2$ mm, $SN' = 7.5$ mm)
- Si el valor mínimo de disparidad retiniana para realizar convergencia fusional es de 8' de arco, ¿cuánto duraría este movimiento de convergencia fusional para esa pareja estereoscópica observada a 1 m de distancia?

Solución: C = 3.61 deg , convergencia a la pareja estereoscópica. a)- 23,13' de arco de disparidad retiniana ; b)- 6.7 mm a 1 m de disparidad-objeto, que son 110 μm de disparidad retiniana; c)- t = 3.47 s para converger fusionalmente una disparidad retiniana de 8' de arco a 1 m de distancia

- 8) Una persona, con $dip = 6.2$ cm, fija binocularmente la mirada sobre un objeto puntual T, situado en su plano de fijación, cuyas coordenadas son $x_T = 50$ cm, $y_T = 150$ cm. Se pide:

- Las rotaciones monoculares θ_D y θ_I desde las posiciones primarias y el ángulo de convergencia asimétrica C. Da el resultado en deg.
- Si el punto de mirada se desplaza verticalmente a la posición R(50, 150,100) cm, ¿cuál es la nueva convergencia C que ejerce el observador para fijar binocularmente en R?

Solución: a) $\theta_D = 17.36$ deg , $\theta_I = 19.49$ deg , C = 2.13 deg ; b) 1.83 deg.