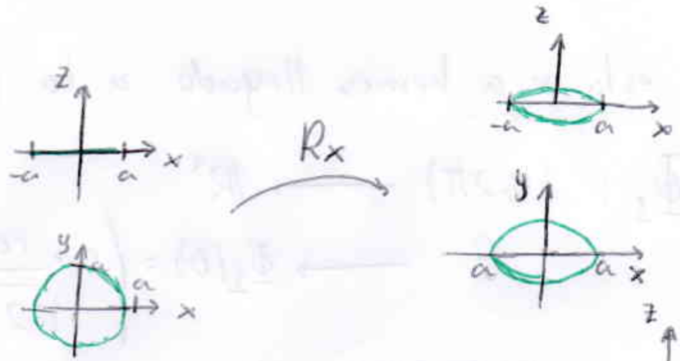
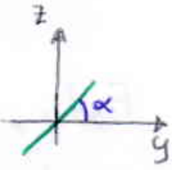
con matriz de rotación

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos\alpha & -\operatorname{sen}\alpha \\ 0 & \operatorname{sen}\alpha & \cos\alpha \end{pmatrix} = R_x$$



luego $g_2 : \mathbb{R}^3 \longrightarrow \mathbb{R}^3$

$$(x,y,z) \longrightarrow g_2(x,y,z) = \left(\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos\alpha & -\operatorname{sen}\alpha \\ 0 & \operatorname{sen}\alpha & \cos\alpha \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix} \right)^T$$



Por último realizamos una rotación de β radianes sobre el eje Z.

con lo que $g_3 : \mathbb{R}^3 \longrightarrow \mathbb{R}^3$

$$(x,y,z) \longrightarrow g_3(x,y,z) = \left(\underbrace{\begin{pmatrix} \cos\beta & -\operatorname{sen}\beta & 0 \\ \operatorname{sen}\beta & \cos\beta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}}_{R_z} \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix} \right)^T$$

De esta forma Φ_2 es la composición de estas funciones y

$$\Phi_2(t) = g_3(g_2(g_1(t))) = g_3(g_2(a\cos t, a\operatorname{sen} t, 0)) =$$

$$= g_3 \circ \left(\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos\alpha & -\operatorname{sen}\alpha \\ 0 & \operatorname{sen}\alpha & \cos\alpha \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a\cos t \\ a\operatorname{sen} t \\ 0 \end{pmatrix} \right)^T = g_3(a\cos t, a\cos\alpha \operatorname{sen} t, a\operatorname{sen}\alpha \operatorname{sen} t) =$$

$$= \left(\begin{pmatrix} \cos\beta & -\operatorname{sen}\beta & 0 \\ \operatorname{sen}\beta & \cos\beta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a\cos t \\ a\cos\alpha \operatorname{sen} t \\ a\operatorname{sen}\alpha \operatorname{sen} t \end{pmatrix} \right)^T =$$

$$= a(\cos\beta\cos t - \operatorname{sen}\beta\cos\alpha\operatorname{sen} t, \operatorname{sen}\beta\cos t + \cos\beta\cos\alpha\operatorname{sen} t, \operatorname{sen}\alpha\operatorname{sen} t)$$