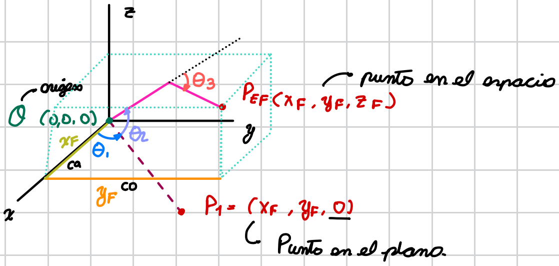


$\mathrm{Tan}\,\theta = \frac{y_F}{x_F}$

$\theta_1 = \mathrm{Tan}^{-1}\left(\frac{y_F}{x_F}\right)$

Ejercicio 1: Calcule θ_1 y θ_2 para un robot plano (sin considerar z). El efecto final esta localizado en:

$$E_F = \begin{bmatrix} 10 \\ 15 \\ 0 \end{bmatrix} \quad \begin{aligned} r &= \sqrt{co^2+ca^2} \\ r &= \sqrt{10^2+15^2} \\ r &= 18.03 \end{aligned}$$

$l_1 + l_2 = 15 + 13$

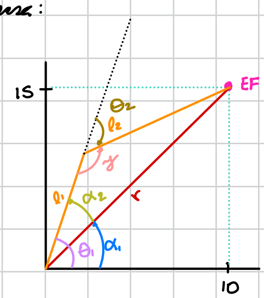
$l_1 + l_2 = 28$

Es alcanzable.

Los eslabones miden 15 y 13 cm (l_1, l_2)

NOTA: Si r que es la hipotenusa mide menos que la suma de todas las extremidades $l_1 + l_2 + l_n$... El punto final NO es alcanzable y viceversa:

> Si $l_1 + l_2 ... + l_n < r$ = El punto final (EF) NO es alcanzable.
> Si $l_1 + l_2 ... + l_n > r$ = El punto final (EF) Es Alcanzable.



Sacamos α_1:

$\mathrm{Tan}(\alpha_1) = \frac{EF_y}{EF_x}$

$\mathrm{Tan}(\alpha_1) = \frac{15}{10}$

$\alpha_1 = \mathrm{Tan}^{-1}\left(\frac{15}{10}\right)$

$\alpha_1 = 56.3099°$

Sacamos α_2: utilizando ley de cosenos

$l_2^2 = l_1^2 + r^2 - 2(l_1)(r) \cdot \mathrm{Cos}(\alpha_2)$

$13^2 = 15^2 + 18.03^2 - 2(15)(18.03) \cdot \mathrm{Cos}\,\alpha_2$

$169 = 225 + 325.0809 - 540.9 \cdot \mathrm{Cos}\,\alpha_2$

$-540.9 \cdot \mathrm{Cos}\,\alpha_2 = -381.0809$

$\mathrm{Cos}\,\alpha_2 = 0.704531151$

$\alpha_2 = \cos^{-1}(0.704531151)$

$\alpha_2 = 45.20832105°$

Sacamos θ_1: que es la suma de los 2 alpha:

$\theta_1 = \alpha_2 + \alpha_1$

$\theta_1 = 45.20832105° + 56.3099°$

$\theta_1 = 101.518221°$

Sacamos γ para saber el angulo de rotación de la extremidad 2 (θ_2):

$r^2 = l_1^2 + l_2^2 - 2 \cdot l_1 \cdot l_2 \cdot \mathrm{Cos}\,\gamma$

$(18.03)^2 = (15)^2 + (13)^2 - 2(15)(13) \cdot \mathrm{Cos}\,\gamma$

$325.0809 = 394 - 390 \cdot \mathrm{Cos}\,\gamma$

$-390 \cdot \mathrm{Cos}\,\gamma = -64.9191$

$\cos\gamma = 0.16645923$

$\gamma = \mathrm{Cos}^{-1}(0.16645923)$

$\gamma = 79.8214867°$

Sacamos θ_2 con los 180°:

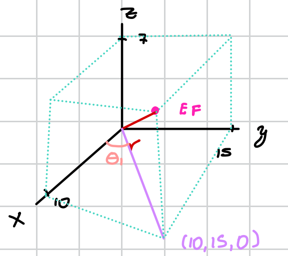
$\theta_2 = 180 - \gamma$

$\theta_2 = 180 - 79.8214867$

$\theta_2 = 100.1785133°$

Ejercicio 2. Calcula θ_1, θ_2, θ_3 para un robot codo abajo. El efector final esta localizado en

$$E_F = \begin{bmatrix} 10 \\ 15 \\ 7 \end{bmatrix}$$



$r = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$

$r = \sqrt{10^2 + 15^2 + 7^2}$

$r = 19.33907961 < 15 + 13 = 28 \longrightarrow$ El EF es alcanzable

Los eslabones miden $\underset{l_1}{15}$ y $\underset{l_2}{13}$:

Sacamos θ_1 con funciones trigonométricas:

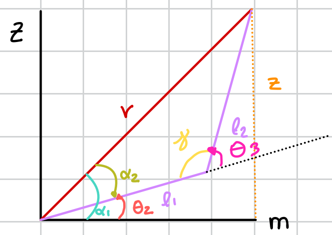
$\tan \theta_1 = \frac{CO}{CA}$

$\tan \theta_1 = \left(\frac{15}{10}\right)$

$\theta_1 = \tan^{-1}(1.5)$

de aquí hay que pasa la vista de 3D a 2D.

$\theta_1 = 56.31°$



$\theta_2 = \alpha_1 - \alpha_2$

$\sin \alpha_1 = \frac{z}{r}$

$\sin \alpha_1 = \frac{7}{19.34}$

Usamos funciones trigonométricas

$\alpha_1 = \sin^{-1}\left(\frac{7}{19.34}\right)$

$\alpha_1 = 21.22070022°$

Sacamos α_2 con Teorema de Cosenos:

$l_2^2 = l_1^2 + r^2 - 2 \cdot l_1 \cdot r \cdot \cos \alpha_2$

$13^2 = 15^2 + 19.34^2 - 2 \cdot 15 \cdot 19.34 \cdot \cos \alpha_2$

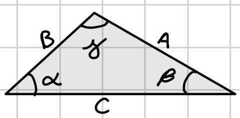
$169 = 599.0356 - 580.2 \cdot \cos \alpha_2$

$-580.2 \cdot \cos \alpha_2 = -430.0356$

$\cos \alpha_2 = 0.741185108$

$\alpha_2 = \cos^{-1}(0.741185108)$

$\alpha_2 = 42.16753328°$



$A^2 = B^2 + C^2 - 2BC \cdot \cos(\alpha)$

$B^2 = A^2 + C^2 - 2AC \cdot \cos(\beta)$

$C^2 = A^2 + B^2 - 2AB \cdot \cos(\gamma)$

Sacamos θ_2:

$\theta_2 = \alpha_1 - \alpha_2$

$\theta_2 = 21.22070022 - 42.16753328$

$\theta_2 = -20.94683306°$ } es negativo porque rota hacia abajo.

Sacamos γ utilizando ley / teorema de cosenos:

$r^2 = l_1^2 + l_2^2 - 2 \cdot l_1 \cdot l_2 \cdot \cos \gamma$

$(19.34)^2 = (15)^2 + (13)^2 - 2 \cdot (15)(13) \cdot \cos \gamma$

$374.0356 = 394 - 390 \cdot \cos \gamma$

$-390 \cdot \cos \gamma = -19.9644$

$\cos \gamma = 0.051190769$

$\gamma = \cos^{-1}(0.051190769)$

$\gamma = 87.06570247°$

Sacamos θ_3 restando $180 - \gamma$.

$\theta_3 = 180 - \gamma$

$\theta_3 = 180 - (87.06570247)$

$\theta_3 = 92.93429754°$