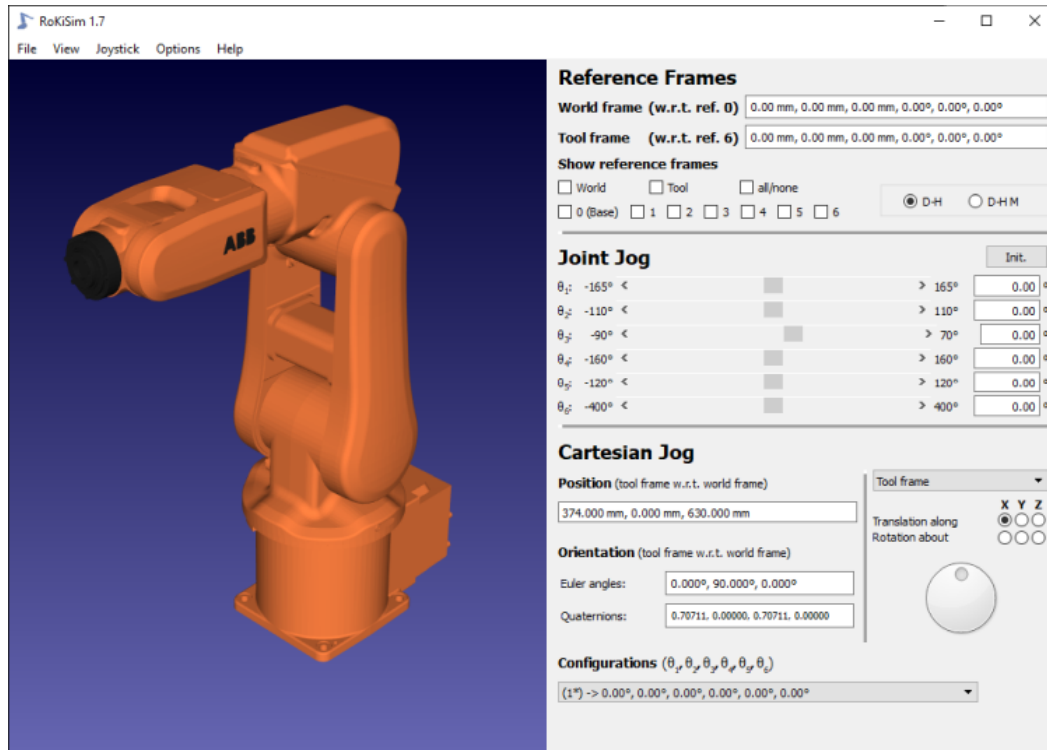


## Cálculo del cuaternión de la orientación del porta-herramienta en el programa de simulación RoKiSim



- Descargue el programa de simulación
- Cargue el robot default (ABB\_IRB120.xml)
- Del menú FILE, remueva la herramienta
- Presione INIT para resetear la posición del robot
- Copie los valores angulares de esta hoja de MathCAD en cada articulación del robot
- Una vez en posición, observe el cuaternión resultado de esta hoja de cálculo y compárelo con el de la simulación RoKiSim
- Por razones de cálculo, es posible que en algunos casos los resultados sean los valores complementarios

Referencia: <https://www.youtube.com/watch?v=0FbDyWXemLw>

## ECUACIONES DE CUATERNIONES

### Rotación

$$q_x(\alpha) := \begin{pmatrix} \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right) & \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right) & 0 & 0 \end{pmatrix}^T$$

$$q_y(\phi) := \begin{pmatrix} \cos\left(\frac{\phi}{2}\right) & 0 & \sin\left(\frac{\phi}{2}\right) & 0 \end{pmatrix}^T$$

$$q_z(\theta) := \begin{pmatrix} \cos\left(\frac{\theta}{2}\right) & 0 & 0 & \sin\left(\frac{\theta}{2}\right) \end{pmatrix}^T$$

### Complemento

$$\text{NegQuaternion}(Q) := \begin{pmatrix} Q_0 \\ -Q_1 \\ -Q_2 \\ -Q_3 \end{pmatrix}$$

$$MQ(q_1, q_2) := \begin{pmatrix} q_1^0 \cdot q_2^0 & -q_1^1 \cdot q_2^1 & -q_1^2 \cdot q_2^2 & -q_1^3 \cdot q_2^3 \\ q_1^1 \cdot q_2^0 & q_1^0 \cdot q_2^1 & -q_1^3 \cdot q_2^2 & q_1^2 \cdot q_2^3 \\ q_1^2 \cdot q_2^0 & q_1^3 \cdot q_2^1 & q_1^0 \cdot q_2^2 & -q_1^1 \cdot q_2^3 \\ q_1^3 \cdot q_2^0 & -q_1^2 \cdot q_2^1 & q_1^1 \cdot q_2^2 & q_1^0 \cdot q_2^3 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix}$$

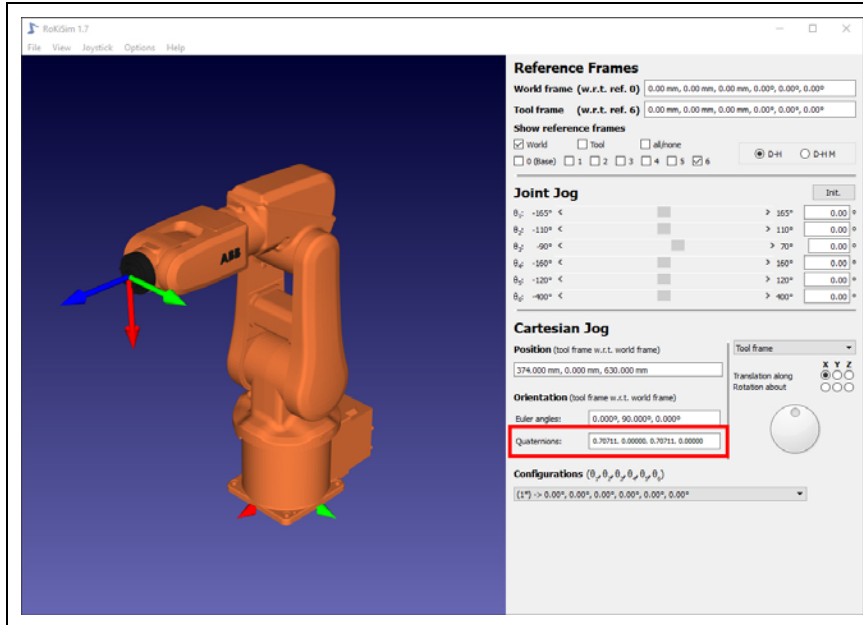
### Multiplicación

### NOTA:

Aunque MathCAD permite a través de las preferencias determinar el valor índice de inicio para el uso de los contadores de posición en vectores y matrices, es mucho más claro declarar una variable DUMMY (que no se utiliza, pero ocupa un lugar) para el elemento CERO del vector de juntas del robot en MathCAD y de esta manera hacer compatible los índices con la simulación RoKiSim, en donde el contador de juntas inicia en UNO.

$$\text{DUMMY} \equiv 0$$

## POSICIÓN #0



$$\theta := \begin{pmatrix} \text{DUMMY} \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \cdot \text{deg}$$

$$\text{Quaternions} := \text{MQ}(\text{MQ}(\text{MQ}(\text{MQ}(\text{MQ}(q_z(\theta_1)), q_y(\theta_2)), q_y(\theta_3 + 90 \cdot \text{deg})), q_z(\theta_4)), q_y(\theta_5)), q_z(\theta_6))$$

$$\text{Quaternions} = \begin{pmatrix} 0.707 \\ 0 \\ 0.707 \\ 0 \end{pmatrix}$$

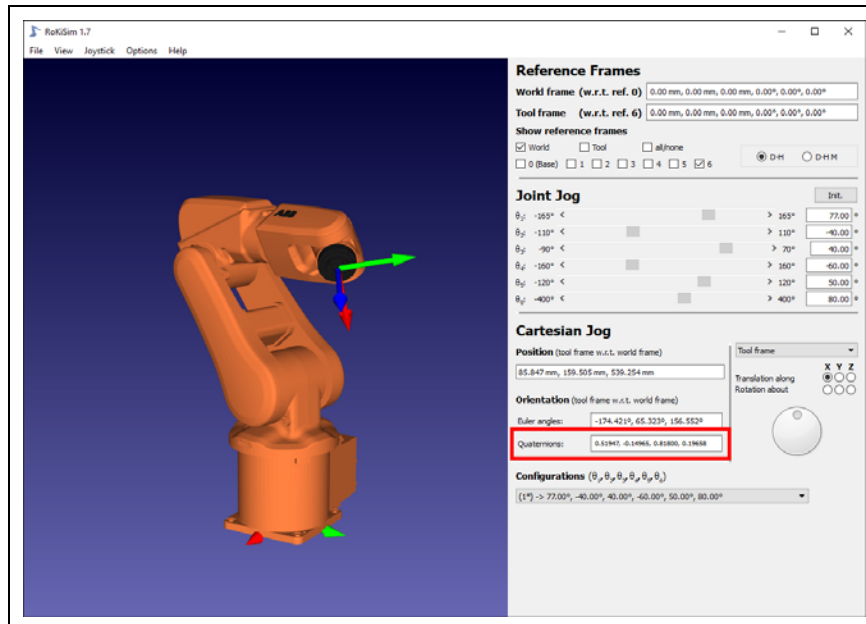
### Orientation (tool frame w.r.t. world frame)

Euler angles: 0.000°, 90.000°, 0.000°

Quaternions: 0.70711, 0.00000, 0.70711, 0.00000

Los valores de RoKiSim son:  
(0.70711, 0.00000, 0.70711, 0.00000)

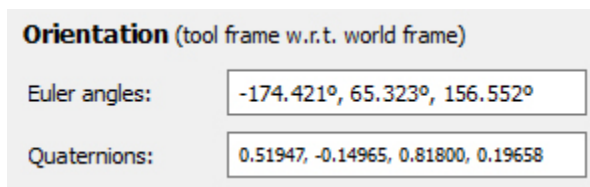
## POSICIÓN #1



$$\theta := \begin{pmatrix} \text{DUMMY} \\ 77 \\ -40 \\ 40 \\ -60 \\ 50 \\ 80 \end{pmatrix} \cdot \text{deg}$$

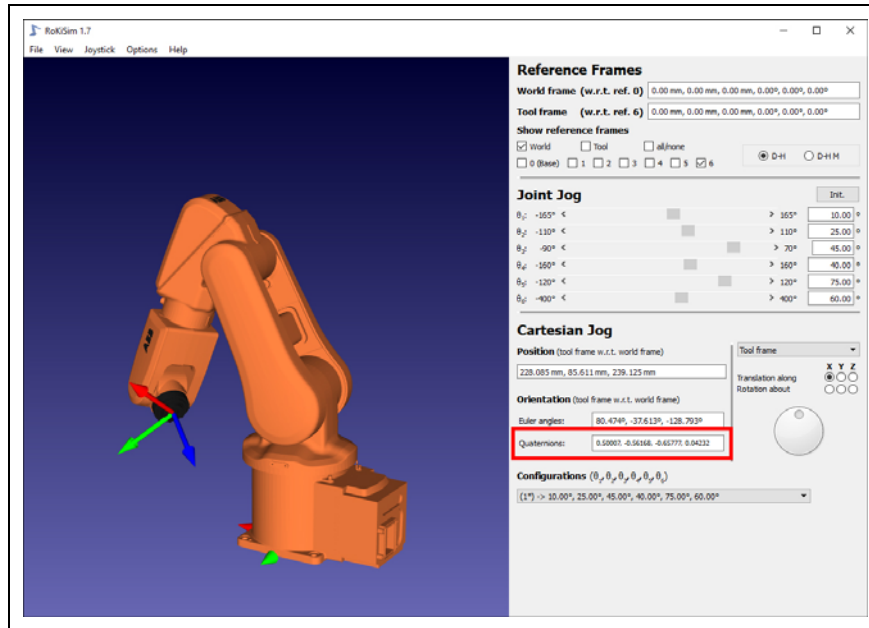
$$\text{Quaternions} := \text{MQ}(\text{MQ}(\text{MQ}(\text{MQ}(\text{MQ}(q_z(\theta_1), q_y(\theta_2)), q_y(\theta_3 + 90 \cdot \text{deg})), q_z(\theta_4)), q_y(\theta_5)), q_z(\theta_6))$$

$$\text{Quaternions} = \begin{pmatrix} 0.519 \\ -0.15 \\ 0.818 \\ 0.197 \end{pmatrix}$$



Los valores de RoKiSim son:  
(0.51947, -0.14965, 0.81800, 0.19658)

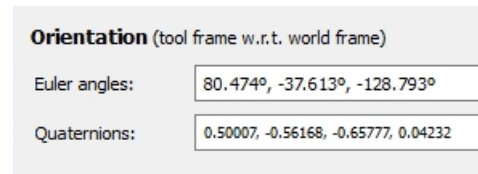
## POSICIÓN #2



$$\theta := \begin{pmatrix} \text{DUMMY} \\ 10 \\ 25 \\ 45 \\ 40 \\ 75 \\ 60 \end{pmatrix} \cdot \text{deg}$$

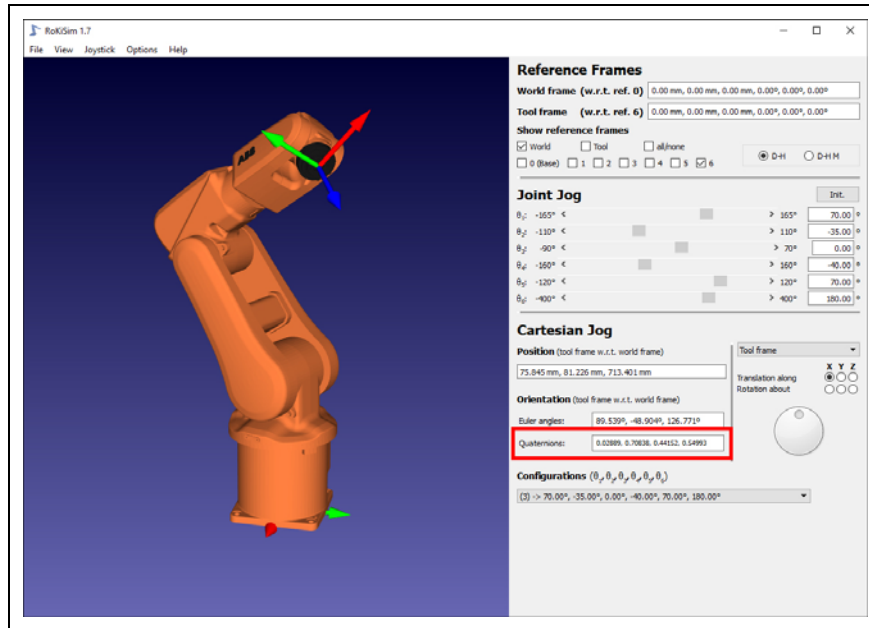
$$\text{Quaternions} := \text{MQ}(\text{MQ}(\text{MQ}(\text{MQ}(\text{MQ}(q_z(\theta_1)), q_y(\theta_2))), q_y(\theta_3 + 90 \cdot \text{deg})), q_z(\theta_4)), q_y(\theta_5)), q_z(\theta_6))$$

$$\text{Quaternions} = \begin{pmatrix} -0.5 \\ 0.562 \\ 0.658 \\ -0.042 \end{pmatrix}$$



Los valores de RoKiSim son:  
(0.50007, -0.56168, -0.65777, 0.04232)

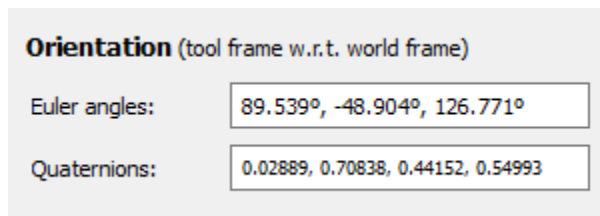
### POSICIÓN #3



$$\theta := \begin{pmatrix} \text{DUMMY} \\ 70 \\ -35 \\ 0 \\ -40 \\ 70 \\ 180 \end{pmatrix} \cdot \text{deg}$$

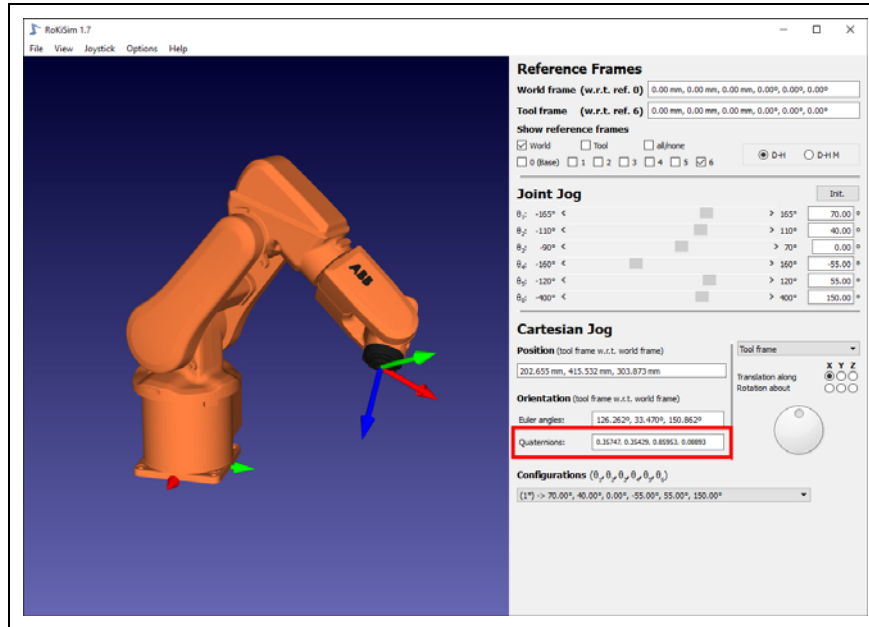
$$\text{Quaternions} := \text{MQ}(\text{MQ}(\text{MQ}(\text{MQ}(\text{MQ}(q_z(\theta_1)), q_y(\theta_2))), q_y(\theta_3 + 90 \cdot \text{deg})), q_z(\theta_4)), q_y(\theta_5)), q_z(\theta_6))$$

$$\text{Quaternions} = \begin{pmatrix} 0.029 \\ 0.708 \\ 0.442 \\ 0.55 \end{pmatrix}$$



Los valores de RoKiSim son:  
(0.02889, 0.70838, 0.44152, 0.54993)

## POSICIÓN #4



$$\theta := \begin{pmatrix} \text{DUMMY} \\ 70 \\ 40 \\ 0 \\ -55 \\ 55 \\ 150 \end{pmatrix} \cdot \text{deg}$$

$$\text{Quaternions} := \text{MQ}\left(\text{MQ}\left(\text{MQ}\left(\text{MQ}\left(\text{MQ}\left(q_z(\theta_1), q_y(\theta_2)\right), q_y(\theta_3 + 90 \cdot \text{deg})\right), q_z(\theta_4)\right), q_y(\theta_5)\right), q_z(\theta_6)\right)\right)$$

$$\text{Quaternions} = \begin{pmatrix} 0.357 \\ 0.354 \\ 0.86 \\ 0.089 \end{pmatrix}$$

### Orientation (tool frame w.r.t. world frame)

Euler angles: 126.262°, 33.470°, 150.862°

Quaternions: 0.35747, 0.35429, 0.85953, 0.08893

Los valores de RoKiSim son:  
(0.35747, 0.35429, 0.85953, 0.08893)

## Resultados

CUADRO EXPERIMENTAL

Arquitectura de robots / Robótica

Posición	$\theta_1$	$\theta_2$	$\theta_3$	$\theta_4$	$\theta_5$	$\theta_6$	TCP RoKiSim				Quaternion RoKiSim				TCP MathCAD				Quaternion MathCAD			
	X	Y	Z	a	i	j	k	X	Y	Z	a	i	j	k	X	Y	Z	a	i	j	k	
0	0	0	0	0	0	0	374.000	0.000	630.000	0.00000	0.70711	0.00000	0.70711	0.00000	374.000	0.000	630.000	0.70700	0.00000	0.70700	0.00000	
1	77	-40	40	-60	50	80	85.847	139.505	539.254	0.19658	0.51947	-0.14965	0.81800	0.19658	85.847	139.505	539.254	0.51800	-0.15000	0.81800	0.19700	
2	10	25	45	40	75	60	228.085	85.611	239.125	0.04232	0.50007	-0.56168	-0.65777	0.04232	228.085	85.611	239.125	-0.50000	0.56200	0.65900	-0.04200	
3	70	-35	0	-40	70	180	75.845	81.226	713.401	0.02888	0.70638	0.44152	0.54993	0.02888	75.845	81.226	713.401	0.02900	0.70600	0.44200	0.55000	
4	70	40	0	-55	55	150	202.655	415.532	303.873	0.35747	0.35429	0.89853	0.08983	0.35747	202.655	415.532	303.873	0.35700	0.35400	0.89800	0.08900	







