

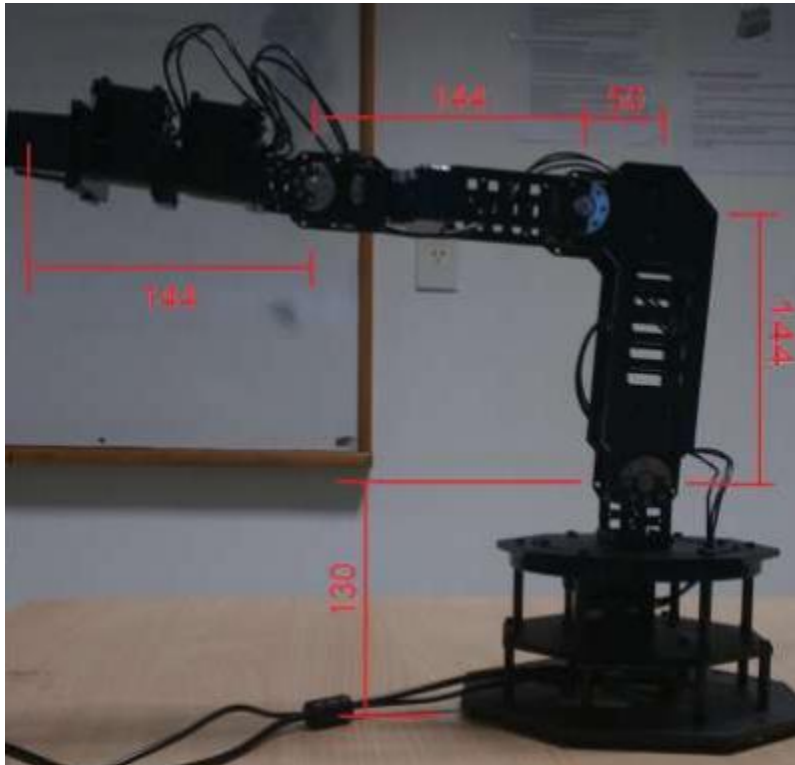
## **Examen Final Diciembre 2020**

### **Introducción**

El final de la materia Automación Industrial 22.90 consistirá en una actividad práctica, orientada a la caracterización y simulación de control de un brazo robótico de seis actuadores (cinco ejes y un gripper). El brazo robótico que se utilizara para esta actividad es el 'TROSSEN – WidowX MK-II' provisto por la cátedra. El software que se utilizara para la caracterización y simulación será el MATLAB, con el uso de 'Robotics ToolBox' y 'Machine Vision Toolbox', diseñados por Peter Corke. La actividad se podrá realizar en grupos de hasta cinco personas. Los grupos serán definidos por la cátedra y los alumnos.

Dado el contexto pandémico de este año, la actividad no se realizará en los laboratorios con el brazo físico, sino que todo el enunciado debe ser completamente simulado en un entorno digital. La presentación de este trabajo, también se realizará de forma virtual, utilizando Google meet.

### **Parte 1**



Utilizando las medidas aproximadas (todas en milímetros) que se muestran en la figura superior, caracterizar el brazo robótico utilizando las herramientas del 'Robotics ToolBox'. Para esto proponga los parámetros DH que correspondan, y generen un modelo del brazo en MATLAB. Se deberá considerar como efector final del brazo un marcador común (sostenido por el gripper del modo que sea definido por cada grupo). Este se deberá tener en cuenta para calcular el desplazamiento de la herramienta del modelo. Además de realizar el modelo utilizando las

medidas propuestas, se deberá realizar un modelo de forma simbólica utilizando medidas genéricas, que permitan conocer el impacto que generaría en el control el error en las medidas.

### Recomendación

Programar el modelo de modo que sea sencillo modificar los parámetros del mismo. Considere que existen muchas variables del problema que no están definidas aun, como por ejemplo el error de las medidas propuestas, el sentido de rotación de los actuadores, los ángulos de los actuadores en la posición de reposo, los ángulos límites de funcionamiento, el gear ratio de cada actuador, etc.

### Parte 2

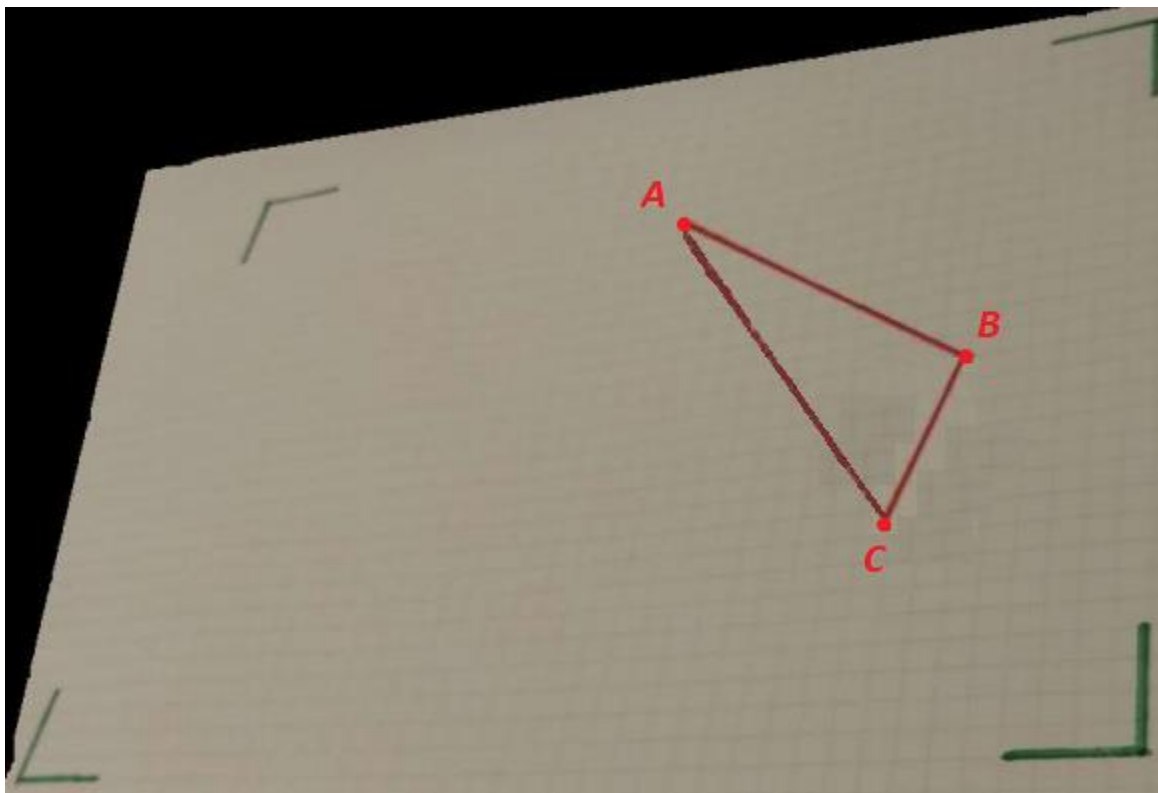
En base al modelo generado en la parte 1, realizar un programa en MATLAB que, a partir de un control de trayectorias, permita dibujar sobre el plano de la mesa de trabajo un triángulo con dimensiones definidas. Tener en cuenta:

- Definir los ángulos que corresponden a la posición de reposos del brazo.
- Definir los límites de ángulos de los actuadores que aseguren un funcionamiento seguro del brazo. (espacio de trabajo). El mismo debe ser presentado en una nube de puntos espaciales, generado en MATLAB.
- Definir sentido de rotación positiva de los actuadores.
- Considerar que el triángulo estará completamente contenido en un rectángulo de 15 cm x 20 cm sobre la mesa de trabajo, delante del robot. La posición del rectángulo de trabajo será definida por cada equipo.
- Tener presente que las variables de entrada que admite el brazo son los ángulos objetivos de los actuadores, y la velocidad con la que se debe llegar a los mismos (la cátedra recomienda movimientos lentos, y un nivel alto de partición de la trayectoria). Para conocer mejor la interface entre MATLAB y el brazo se recomienda leer el ejemplo de utilización del script "Arbotix", realizado por Peter Corke, que se enviara como adjunto a esta consigna.

### Parte 3

Se diseñará un sistema de visión que permita reconocer a partir de una imagen genérica (ver imagen adjunta como ejemplo), el triángulo a ser graficado. El sistema deberá identificar la ubicación (en coordenadas del rectángulo de trabajo) de la posición de los vértices del triángulo, y comunicarlos al sistema de control del robot, para que el mismo dibuje el mismo triángulo que el informado mediante la imagen.

La imagen estará tomada desde un ángulo genérico (generando una imagen en perspectiva), contendrá el rectángulo de trabajo marcado en verde y el triángulo a replicar marcado en rojo.



En este ejemplo más allá de la posición de los vértices en la imagen, la posición real de los mismos en coordenadas (u,v), respecto del marco verde superior izquierdo es: A (110,30), B (170,75), C (155,110).



## Presentación del Trabajo

El trabajo práctico completo se presentará de manera oral el día del examen final, con el soporte de una presentación en PPT. Esta presentación deberá explicar con claridad el funcionamiento del programa realizado, la estrategia de resolución de problema, la modularización del programa, las funciones diseñadas para asistir la tarea, etc. El material de la presentación junto con el programa realizado en MATLAB, deberán ser enviados por mail a Rodolfo Arias (roarias@itba.edu.ar), Alejandro Gherlin (agherlin@itba.edu.ar), Federico Sofio Avogadro (fsofio@itba.edu.ar) y Mariano Tomás Spinelli (mspinelli@itba.edu.ar) antes de comenzar la exposición.