

## RESUM:

### 1. Introducció

L'objectiu d'aquest projecte és realitzar la simulació i control d'un braç de robot, el qual es trobi en el mercat i que compleixi els requisits bàsics per tal de poder assolir la seva tasca industrial amb eficiència. Així doncs, el robot ha de classificar les diferents peces (fins a 4 tipus), que li arriben per una cinta transportadora, en les diferents zones de classificació corresponents a cada peça. Les dimensions de la cèl·lula de treball estan inspirades en un espai que queda lliure al costat de la cinta transportadora del Laboratori d'Automatització Industrial a l'EPSEM. En la Fig.1 s'observa l'entorn de treball del robot (vista en planta).

Pel que fa a la tria del robot, s'ha fet pensant en un braç manipulador ràpid de moviments i de complexitat adequada per la tasca que ha de realitzar. Es tracta d'un robot tipus SCARA (*Selective Compliance Assembly Robot Arm*), més concretament, el model: *Adept Cobra SCARA s350* (Fig.2), del fabricant *Adept Technology, Inc.*

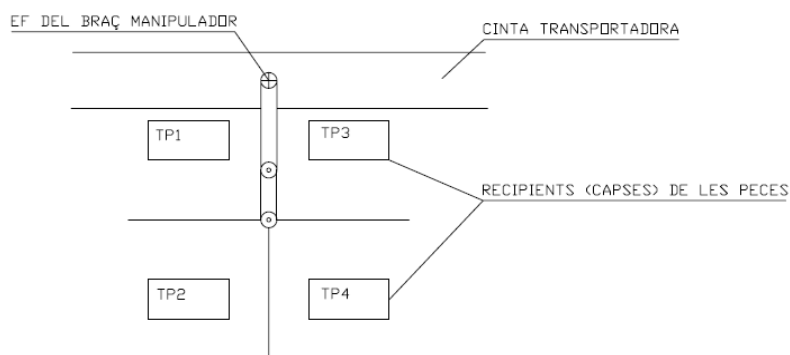


Fig.1



Fig.2

### 2. Estudi del robot manipulador

En aquest apartat s'estudia la cinemàtica inversa del robot, per tal de conèixer el valor de les variables articulars  $\theta_1, \theta_2, d_3$ , corresponents a les dues articulacions rotatòries i a la prismàtica, respectivament, en funció de la posició desitjada del efector final

( $pd_y, pd_x, pd_z$ ). Mitjançant mètodes geomètrics s'aconsegueix el valor de les variables articulars:

$$\theta_1 = a \tan 2(pd_y, pd_x) \mp \delta; \quad \theta_2 = \mp \cos^{-1}\left(\frac{r^2 - l_1^2 - l_2^2}{2 \cdot l_1 \cdot l_2}\right); \quad d_3 = pd_z - 37.7;$$

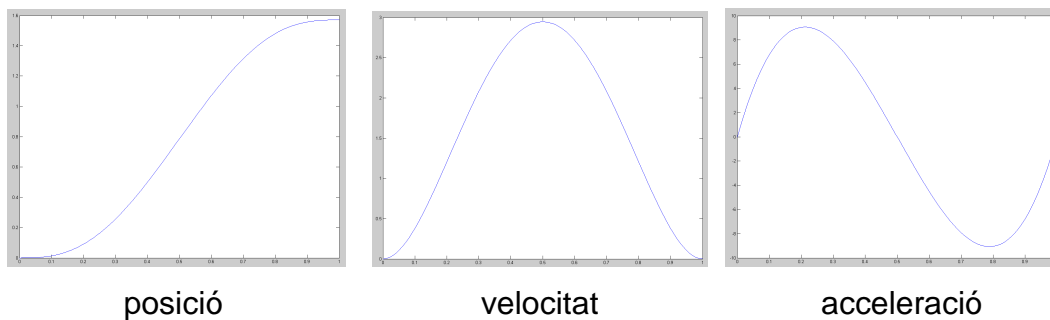
També, es fa un estudi sobre les propietats físiques del braç. Primer de tot, es separa el que són articulacions del que són elements (o cossos) i llavors es passa a analitzar cadascuna d'aquestes parts. Si són articulacions, s'ha de conèixer de quin tipus són i sobre quin eix del sistema de coordenades actua.

Una vegada s'ha realitzat aquests estudis sobre el robot, ja és possible implementar el model mecànic bàsic del braç manipulador en MATLAB i Simulink.

### 3. Generació de trajectòries

Aquesta part del projecte explica com s'han de generar les consignes referents al moviment del robot, així com: posició, velocitat i acceleració desitjades.

En primer lloc, s'explica teòricament quina és la millor solució per tal de generar les consignes i al final s'acaba implementant, en codi MATLAB i Simulink, el generador de trajectòries per a cada moviment del robot. S'ha de tenir en compte que les consignes no poden ser brusques, és a dir, han de ser suaus de pendent. Això és així degut a que les articulacions del braç (motors, servos, etc) patirien desgasts excessius. En les següents imatges s'observa un exemple de consigna per a la posició, la velocitat i l'acceleració per una articulació:



#### **4. Control del robot manipulador**

El control del braç robòtic es realitza mitjançant MATLAB i Simulink. Així doncs, mentre Simulink realitza el control de cada moviment simple de robot, MATLAB enllaça tots els moviments simples per tal de formar la seqüència del procés industrial.

Aquesta part, comença explicant com realitzar el control dels moviments simples del robot, és a dir, a partir d'una posició inicial i amb un temps fix per tal d'arribar a la posició desitjada, com realitzar el control perquè les variables del procés segueixin les consignes amb precisió. Evidentment, tan sols s'escull i es desenvolupa el tipus de control més adequat i eficaç en funció de la informació de que es disposa referent al robot en qüestió.

Lavors s'explica com implementar un programa en MATLAB capaç d'organitzar els moviments simples del robot per aconseguir l'objectiu de la cèl·lula robotitzada: la classificació del les peces mecàniques. Aquest programa organitza la seqüència en diferents estats, en els quals s'hi realitza l'acció pertinent. Aquest programa està controlat des d'una interfície d'usuari creada amb l'eina GUIDE de MATLAB, des de on es pot introduir el tipus de peça que ha de classificar el robot, el inici de la simulació, visualització de moviments en funció del temps (amb gràfiques), etc.

Degut a que l'entorn de treball del robot pot canviar, és a dir, que poden haver-hi modificacions, per tal de comprovar l'eficiència dels moviments abans d'anar a retocar el programa que s'ha explicat anteriorment, s'explica com implementar un programa capaç de reconèixer unes "ordres" bàsiques, les quals s'introdueixen directament des de la finestra de comandes de MATLAB, i que mitjançant aquestes, és possible programar una seqüència de moviments segons el criteri de l'usuari programador.

#### **5. Visualització del sistema robotitzat en 3D**

En la part final del projecte s'exposa la solució per aconseguir una simulació més gràfica i més real, estèticament parlant, del sistema robotitzat. Mitjançant el model mecànic del robot (explicat en el capítol 2) de Simulink, els dissenys CAD que s'acaben important des del programa SolidWorks, del disseny de l'entorn de treball del robot i, tot això combinat amb diferents eines de realitat virtual que ofereix la llibreria Simulink 3D Animation de MATLAB, s'acaba visualitzant els moviments que efectua el

robot, en 3D. En la Fig. 3, es pot distingir el robot en realitat virtual i, en la Fig.4 s'observa la unió entre Simulink (Simulació) i realitat virtual (visualització).

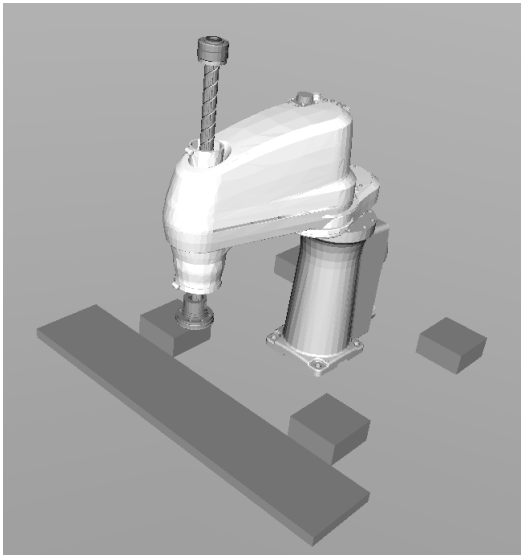


Fig. 3

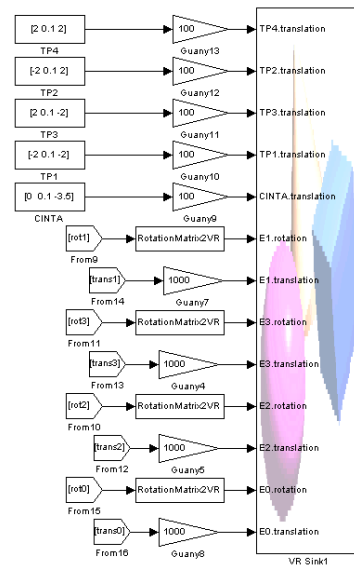


Fig. 4