



Universidad  
Carlos III de Madrid

Departamento de Ingeniería Mecánica

RESUMEN

PROYECTO FIN DE CARRERA

# Modeling and simulation of a mechanism with CATIA

Autor: Carlos José Beca Baulenas

Tutor: Ana Muñoz Sánchez

Leganés, Febrero de 2011

## Índice

Información acerca del Proyecto Fin de Carrera.....	3
Introducción .....	4
Objetivos .....	8
Memoria .....	9
Problema planteado.....	9
Solución planteada.....	9
Diagrama de flujo del mecanismo.....	12
FUTURAS LINEAS DE TRABAJO .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>

## **Información acerca del Proyecto Fin de Carrera**

Autor: Carlos José Beca Baulenas

Tutor: Zbigniew Sliwa

Coordinador académico del convenio: Ana Muñoz Sánchez

Cotutor en la UCIIM: Ana Muñoz Sánchez

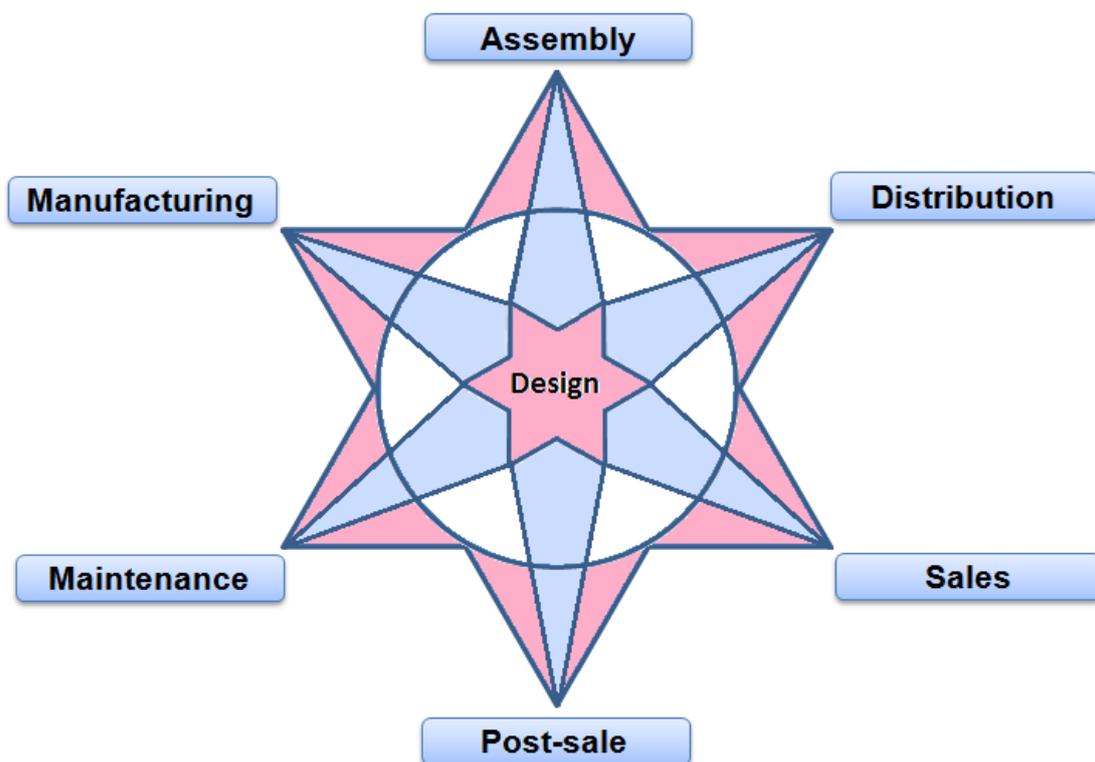
Fecha de lectura: 28/02/2011

Calificación obtenida: 5.0/5.0

Calificación obtenida según la conversión establecida: 10/10

## Introducción

La exigencia del mercado, la alta competencia y la globalización hacen que las empresas busquen nuevas filosofías de trabajo y de organización para poder sobrevivir a semejante voracidad de competencia. Por ello, y tras el paso de diferentes modelos, se ha llegado hoy en día a la Ingeniería Concurrente (IC). La IC es una filosofía que incide directamente sobre la cultura de las organizaciones y replantea la forma convencional de trabajar los proyectos. El principal objetivo de las organizaciones actualmente es diseñar productos funcionales y estéticamente agradables en un plazo de lanzamiento lo más corto posible, con el mínimo coste, con el objetivo de mejorar la calidad de vida del usuario final. Para lograr este objetivo, la IC se apoya en la actuación conjunta de los diferentes departamentos que influyen de algún u otro modo en el ciclo de vida del proyecto desde el principio de la concepción del producto.



Para lograr la buena comunicación entre los diferentes departamentos, es fundamental disponer de una buena base de datos del producto (geométricos, alfanumérico, etc...) de fácil acceso. Para este fin los programas de diseño asistido por ordenador (CAD en inglés) o de ingeniería asistida por ordenador (CAE en inglés) resultan especialmente útiles

## **SISTEMAS CAE.**

Bajo el nombre de ingeniería asistida por computador (Computer Aided Engineering) se agrupan habitualmente tópicos tales como los del CAD y la creación automatizada de dibujos y documentación. Es necesario pasar la geometría creada en el entorno CAD al sistema CAE. En el caso en que los dos sistemas no estén integrados, ello se lleva a término mediante la conversión a un formato común de intercambio de información gráfica.

Sin embargo, el concepto de CAE, asociado a la concepción de un producto y a las etapas de investigación y diseño previas a su fabricación, sobre todo cuando esta última es asistida o controlada mediante computador, se extiende cada vez más hasta incluir progresivamente a la propia fabricación. Podemos decir, por tanto, que la CAE es un proceso integrado que incluye todas las funciones de la ingeniería que van desde el diseño propiamente dicho hasta la fabricación.

Antes de la aparición de los paquetes de diseño, los diseñadores solo contaban con su ingenio y un buen equipo de delineantes que transportaban al papel sus ideas con un cierto rigor. Es quizás, por este motivo, por el que los primeros paquetes de diseño surgieron como réplica a estos buenos dibujantes, con la ventaja de la facilidad de uso, edición y rapidez.

Conforme el hardware evolucionaba y disminuían los costes de los equipos, los programas eran más rápidos y las bases de datos de mayor tamaño, fue apareciendo un fenómeno de insatisfacción en los usuarios, un buen programa de dibujo no bastaba, era necesario un sistema que diseñara el producto desde el principio (boceto) hasta el final (pieza terminada), siguiendo unas reglas de diseño.

Para realizar la ingeniería asistida por computador (CAE), se dispone de programas que permiten calcular cómo va a comportarse la pieza en la realidad, en aspectos tan diversos como deformaciones, resistencias, características térmicas, vibraciones, etc.

Usualmente se trabaja con el método de los elementos finitos, siendo necesario mallar la pieza en pequeños elementos y el cálculo que se lleva a término sirve para determinar las interacciones entre estos elementos.

Mediante este método, por ejemplo, se podrá determinar qué grosor de material es necesario para resistir cargas de impacto especificadas en normas, o bien conservando un grosor, analizar el comportamiento de materiales con distinto límite de rotura. Otra aplicación importante de estos sistemas en el diseño de moldes es la simulación del llenado del molde a partir de unas dimensiones de éste dadas, y el análisis del gradiente de temperaturas durante el llenado del mismo.

La realización de todas estas actividades CAE dependerá de las exigencias del diseño, y suponen siempre un valor añadido al diseño al detectar y eliminar problemas que retrasarían el lanzamiento del producto.

En resumen, los sistemas CAE nos proporcionan numerosas ventajas:

- Facilidad, comodidad y mayor sencillez en la etapa de diseño.
- Rapidez, exactitud y uniformidad en la fabricación.
- Alto porcentaje de éxito.
- Eliminación de la necesidad de prototipos.
- Aumento de la productividad.
- Productos más competitivos.
- Fácil integración, sin problemas adicionales, en una cadena de fabricación.
- Se obtiene un producto económico, de óptima calidad y en el menor tiempo posible.

### **CATIA**

CATIA, acrónimo de "Computer Aided Three Dimensional Interactive Application", es un programa que ofrece nuevas soluciones de diseño y fabricación y está ocupando una posición privilegiada en el modelado de sólidos en el campo profesional.

Esta herramienta es tan importante en la industria del diseño y uno de los softwares más potentes y necesarios en el mundo debido a su velocidad de diseño en 3D. Se distribuye actualmente por IBM. Este programa ha hecho un gran énfasis en el manejo de superficies complejas, lo que hace posible trabajar con la superficie de los

sólidos complejos, con herramientas y opciones que los programas de gama media CAD no tienen.

El programa está desarrollado para proporcionar apoyo desde el diseño de la concepción hasta la producción y análisis de productos. Para ello cuenta con un conjunto de aplicaciones que cubren todos los aspectos del diseño de producción: diseño asistido por ordenador (CAD), ingeniería asistida por ordenador (CAE) y fabricación asistida por ordenador (CAM) o proporcionar la funcionalidad necesaria para facilitar la cooperación de los diseños industriales cualquier tipo, o por una integración que permite seguir apoyando el proceso industrial de la empresa en su conjunto.

## Objetivos

Los objetivos del Proyecto Fin de Carrera son los siguientes:

- Proponer soluciones originales y eficaces a un problema planteado
- Diseñar el mecanismo desde cero.
- Ensamblar las diferentes piezas de las que se compone el mecanismo y dotarlas de restricciones para poder simular el movimiento de las diferentes piezas
- Simular el mecanismo en la medida de lo posible.
- Analizar la estructura de soporte mediante elementos finitos en caso estático

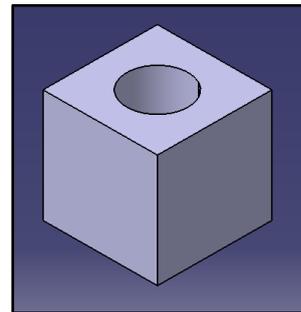
## Memoria

### Problema planteado

Recibimos unos cubos en cualquier posición de una cinta transportadora. Los cubos tienen un agujero en uno de sus lados. Tenemos que colocar los cubos en filas, en una plataforma, que tiene las dimensiones de un palé. El único requisito, además de colocar los cubos en filas, es que el agujero de los cubos tiene que estar en la parte superior. Además, el mecanismo debe tener una cadencia de 150 cubos por hora.

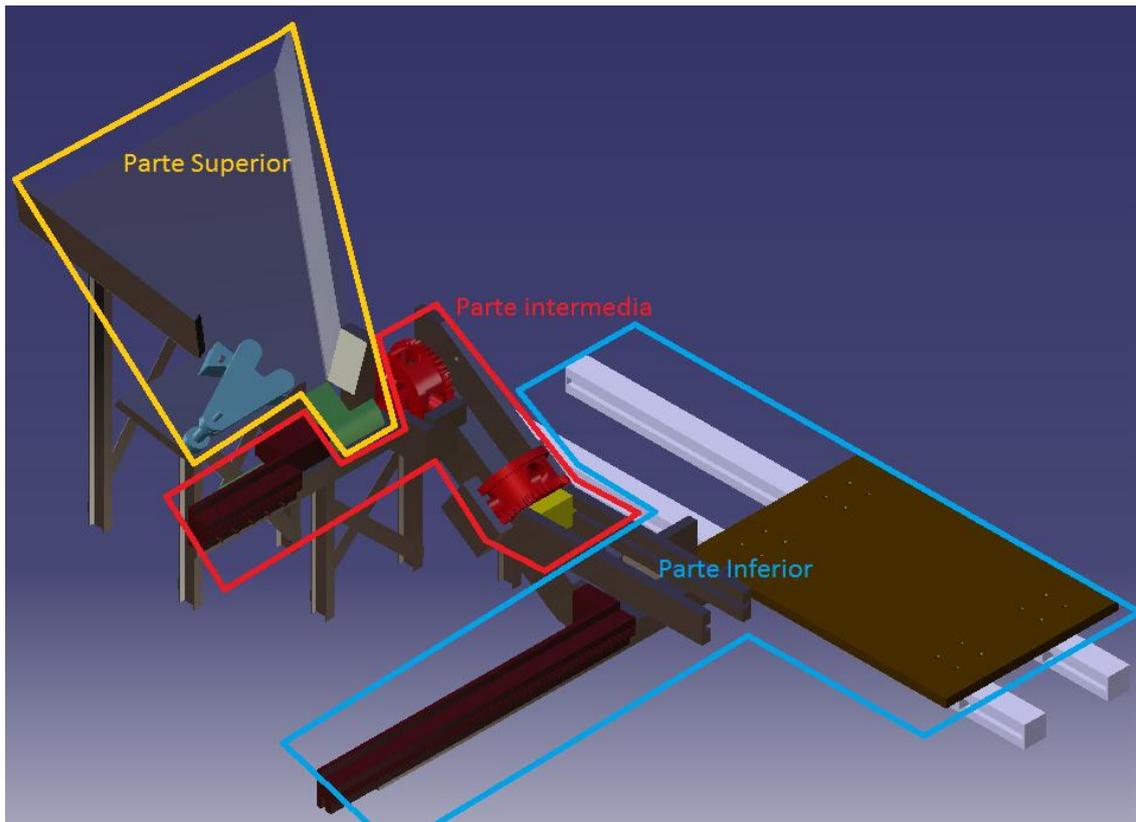
Características de los cubos:

- Fabricado en aluminio
- Longitud de lado: 15 cm
- Longitud del diámetro del agujero: 8 cm
- Peso: 8.125kg



### Solución planteada

Para poder describir el mecanismo de manera más eficaz, vamos a dividir el mecanismo en tres partes. La primera, la parte superior, que será la encargada de colocar sólo un cubo de manera que podamos trabajar con él de manera individual. En segundo lugar tendremos la parte intermedia del mecanismo, que nos permitirá rotar el cubo en caso de que sea necesario para lograr que el agujero se encuentre en la parte superior del cubo y llevar al cubo a la última parte del mecanismo. En último lugar, nos encontramos con la parte inferior del mecanismo que será el encargado de situar al cubo con el agujero en la cara superior del mismo en su posición dentro de la mesa.



### ***Parte Superior***

Esta parte se compone de una rampa con forma de embudo de manera que sólo un cubo es capaz de entrar en el siguiente dispositivo llamado "Elemento L". A su vez, el embudo tiene un mecanismo de vibración en uno de sus lados para evitar que los cubos queden estancados en el embudo. El "Elemento L" se sitúa a continuación de la rampa y su función es poner el cubo en posición horizontal y a su vez separar a los demás cubos para impedir que puedan interferir en los demás dispositivos.

Por tanto, en esta primera parte, partíamos de tener muchos cubos en una rampa a tener solamente un cubo en posición horizontal, y con el agujero situado en un posición al azar.

### ***Parte Intermedia***

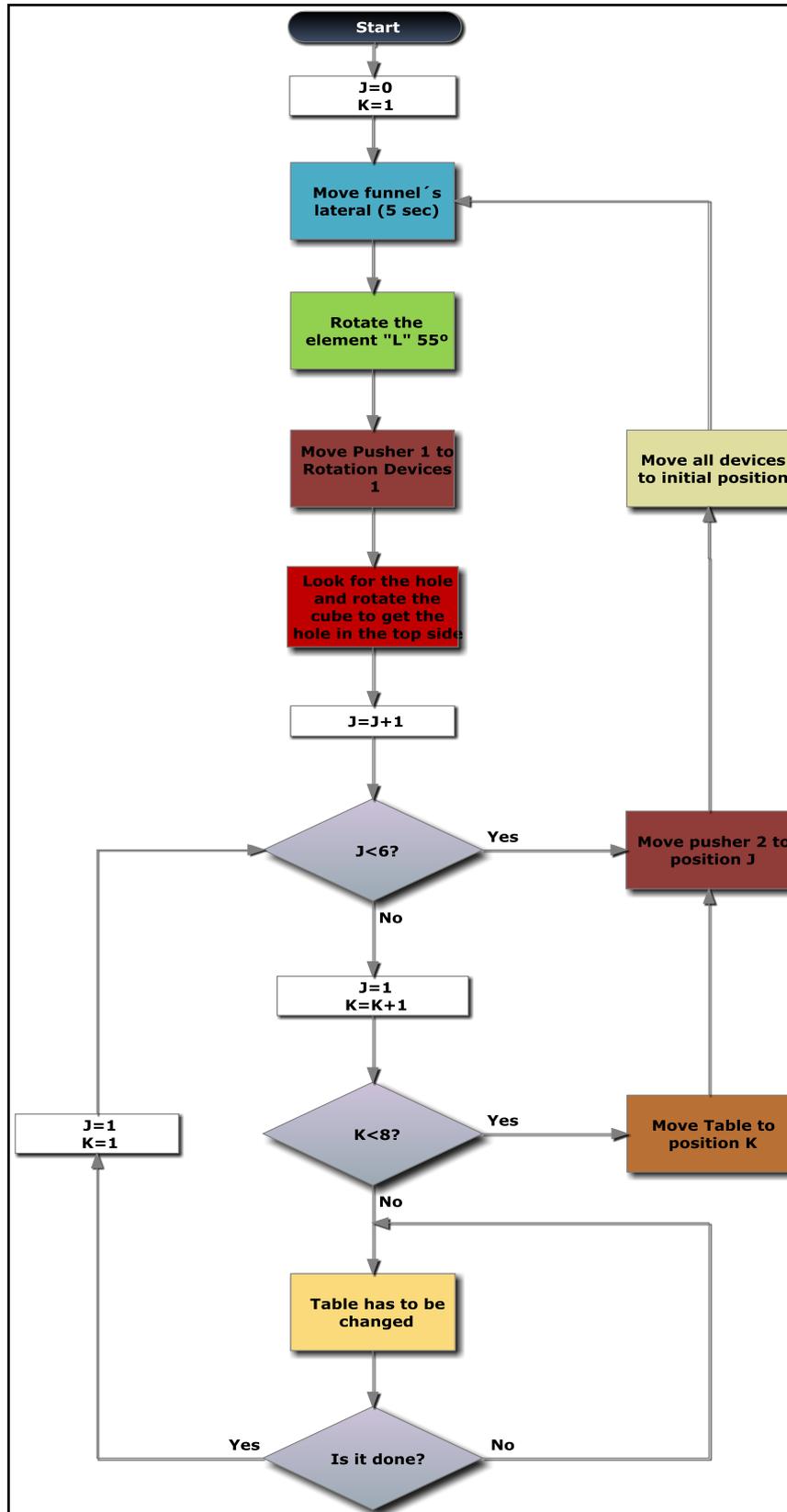
Esta parte se compone de un empujador (Empujador 1), dos dispositivos de rotación y un bloqueador. El empujador, llamado Pusher1, es el encargado de llevar al cubo hasta la posición del dispositivo de rotación 1. En él, se determina en qué cara se encuentra el agujero y si es posible se pone el cubo de manera que el agujero se encuentre en la cara superior del mismo. Después, el cubo, con la ayuda del

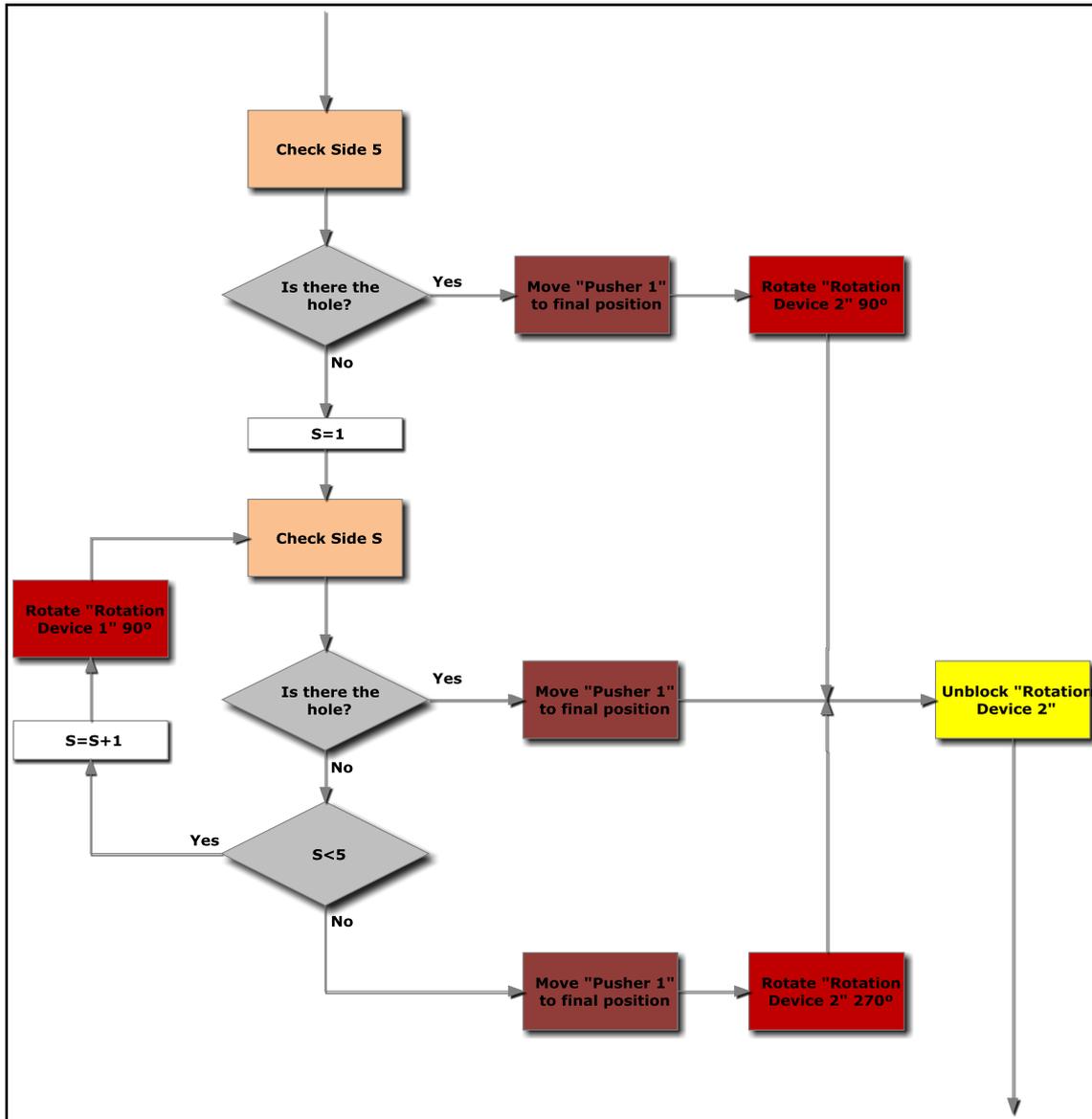
empujador1 y de una rampa, es llevado hasta el dispositivo de rotación 2, donde permanece allí gracias a la ayuda del bloqueador. En el caso de ser necesario, se rota el cubo para conseguir que el agujero se encuentre en la parte superior y acto seguido, se retira el bloqueador permitiendo el paso del cubo a la parte final del mecanismo.

### ***Parte Inferior***

Esta parte se compone de un empujador y de una mesa. El empujador 2, lleva el cubo hasta la posición que le corresponde en función de los cubos que hayan llegado ya. Si el cubo es llevado a la posición final de la mesa, ésta se mueve para poder permitir la llegada de nuevos cubos a la mesa. En el caso de estar completa la mesa, se parará el mecanismo a la espera del cambio de mesa para iniciar desde el principio todo el proceso.

## Diagrama de flujo del mecanismo





Una vez comienza el proceso, empezarán a caer los cubos sobre la rampa de la parte superior. Allí se quedarán hasta que lleguen hasta el elemento L. El dispositivo vibrador comenzará a realizar su función durante 5 segundos. Una vez transcurrido el tiempo, parará permitiendo que se estabilicen los cubos en la rampa.

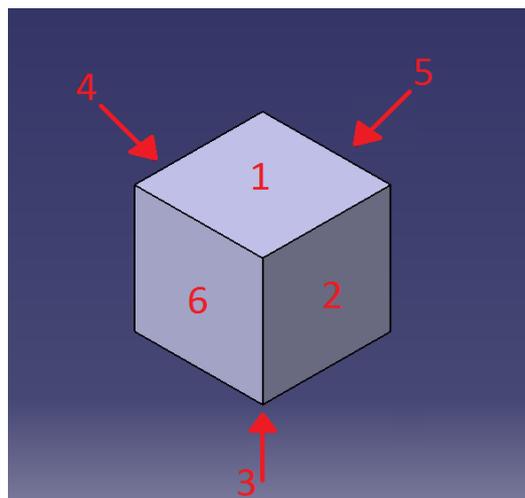
Tras esto, un cubo estará posicionado en el elemento L, de manera que al girar éste 55 grados, obtendremos la posición horizontal en el cubo.

Ahora, es el momento de llevar el cubo hasta el dispositivo de rotación gracias al dispositivo empujador1, donde se localizará la posición gracias a dos equipos de medida, uno situado en la pared que se sitúa frente al dispositivo de rotación, y otro que se sitúa en la parte superior del mismo. De este modo, sabemos si el agujero se

encuentra en la cara 1 o 5 del cubo. En caso de no estar en ninguno de las dos posiciones, se rota el cubo 90 grados y se observa si el agujero se encuentra en la cara 2 del cubo. Si no es así se vuelve a rotar 90 grados para ver si se encuentra en la cara 3. En caso de no ser así, se giraría el cubo otros 90º para ver si está en la 4ª cara. Si no es así, significa que el agujero se encuentra en la cara 6 del cubo.

Una vez determinada la posición del agujero en el cubo, se saca el cubo con la ayuda del empujador1 y el cubo se desliza hasta el dispositivo de rotación2. En caso de ser necesario porque el agujero se encuentra en la cara 5 o 6 del cubo, un bloqueador impedirá el paso del cubo quedando éste en el dispositivo de rotación2, de manera que podemos rotar el cubo para poner el agujero en la cara superior del mismo. Una vez posicionado el cubo en la posición correcta, el bloqueador se apartará gracias a un cilindro neumático y permitirá el paso al cubo hasta la parte final del mecanismo. En caso de no ser necesaria la actuación de dispositivo de rotación2, el bloqueador se apartará antes de que el cubo llegue al dispositivo de rotación2.

En la parte final del mecanismo, el empujador2 se encarga de poner el cubo en la posición adecuada dentro de la mesa. Si ésta posición es la última de la fila (posición 5), la mesa se moverá una posición una vez se retire el empujador2. Si además de ser la última posición de la fila la mesa ya no admite más filas, es decir, que se acaba de completar la 7ª fila, el mecanismo se parará hasta que la mesa sea reemplazada por otra vacía.



## Futuras líneas de trabajo

Una vez realizado todo el trabajo descrito en esta memoria, para terminar de definir el mecanismo es necesario estudiar y definir otros aspectos para poder disponer de un mecanismo eficaz, asequible económicamente, y lo suficientemente duradero como sea necesario teniendo en cuenta factores como el precio de mantenimiento, si es aconsejable un método de mantenimiento preventivo o correctivo, etc.

Lo primero que habría que definir sería si al final se va a realizar el movimiento de los empujadores con la ayuda de un motor y un sistema piñón cremallera o si por lo contrario se decide q este movimiento se produzca gracias a unos actuadores neumáticos en el bloqueador. Para tomar una decisión habría que estudiar las dos posibilidades para poder comparar cual de los dos es mejor económicamente, no sólo a la hora de la instalación, si no cual es el precio por hora de funcionamiento. Además, también hay que analizar otros aspectos como analizar cual es más fácil de mantener y reparar, y la facilidad de la instalación en el mecanismo.

Una vez tomada una decisión, habría que pensar en los dispositivos para reducir el desgaste de las piezas, como podrían ser los rodamientos del elemento L, del dispositivo de vibración o como reducir el rozamiento en las piezas de movimiento lineal como empujadores, bloqueador o la propia mesa.

También, otra posible acción, sería revisar el diagrama de flujo para conseguir una reducción de tiempo por cada cubo, quizá pensando en la posibilidad de que el mecanismo pueda trabajar con dos cubos a la vez. Mientras uno está en la parte media-baja del mecanismo, otro cubo estaría ya en la zona superior, de manera que se reducirían los tiempos al disminuir el tiempo muerto de cada dispositivo. Gracias a esto, se obtendría una mayor cadencia y por tanto, mayor productividad.