12/junio/2023

Propuesta de Proyecto de integración en ingeniería mecánica

Licenciatura: Ingeniería mecánica

Nombre del proyecto de integración (PI): Desarrollo y fabricación de una mesa móvil de doble eje para un robot cooperativo (COBOT).

Modalidad: Proyecto tecnológico

Versión: Segunda

Trimestre lectivo: 23 invierno

Datos del alumno: Cruz Pérez Juan Carlos

Matrícula: 2153068316

Correo electrónico: al2153068316@azc.uam.mx

Teléfono: 56 2407 9281

Firma: _____

Datos del asesor: Dr. Zeferino Damián Noriega

Departamento de adscripción: Energía

categoría: Titular

Teléfono: 55 3552 0644

Correo electrónico: zedan@azc.uam.mx

Firma: _____

Datos del co-asesor: Dr. Silva Rivera Usiel Sandino

Departamento de adscripción: Sistemas

Categoría: Titular

Teléfono: 55 3042 7540

Correo electrónico: ussr@azc.uam.mx

Firma: _____

12/junio/2023

DECLARATORIA

En caso de que el Comité de Estudios de la Licenciatura en Ingeniería Mecánica apruebe la realización de la presente propuesta, otorgamos nuestra autorización para su publicación en la página de la División de Ciencias Básicas e Ingeniería.

_____

Alumno: Cruz Pérez Juan Carlos

_____

Asesor: Dr. Zeferino Damián Noriega

_____

Co-asesor: Dr. Silva Rivera Usiel Sandino

INTRODUCCIÓN

Dentro del marco de la ingeniería se han desarrollado tecnologías que facilitan las actividades que realizan los trabajadores, una de las de mayor relevancia en el área de procesos industriales es la implementación de brazos robóticos colaborativos, también llamados COBOTS. Estos robots son máquinas diseñadas con el fin de optimizar procesos e incrementar la eficiencia y la productividad de las estaciones de trabajo en que son implementados.

El uso de COBOTS no pretende sustituir a los trabajadores, sino que se busca que robot y trabajador colaboren de manera estrecha para conseguir un óptimo desempeño de una mesa de trabajo. Para garantizar la eficiencia en la ejecución de las actividades en las estaciones de trabajo donde se usan los COBOTS, existen distintos estudios que se pueden llevar a cabo, no obstante, antes de realizar cualquier estudio es importante verificar que el robot y el operario se encuentren distribuidos de manera correcta en la mesa [1].

Posicionar al trabajador que interactuará con el robot es relativamente sencillo, sin embargo, el reposicionamiento del COBOT puede llegar a ser una tarea más desafiante, pues el mover estas máquinas implica un alto riesgo de caída del robot daño en algún componente, además de que en cualquier lugar donde se quiera instalar el COBOT se deben hacer las adecuaciones para los anclajes del robot, lo cual no siempre es posible.

Un robot colaborativo marca Universal Robots modelo UR3 actualmente es usado en el proyecto “Desarrollo de una célula de manufactura con enfoque 4.0”, perteneciente al Departamento de Sistemas de DCBI, de nuestra Universidad Autónoma Metropolitana unidad Azcapotzalco. Este COBOT es usado en la mejora y optimización de procesos, que sirven como medio de educación didáctico y experimental, y es precisamente este último punto el cual marca la necesidad a cubrir, pues para experimentar es necesario cambiar parámetros de los procesos que se desarrollarán, y esto implica cambiar constantemente la posición del COBOT.

Con el apoyo del presupuesto designado al proyecto de investigación SI004-20 del área de Innovación de Sistemas: Análisis del desempeño productivo en procesos de ensamble que utilizan tecnología bajo el enfoque de industria 4.0, se desarrollará una solución para este inconveniente consiste en colocar al COBOT en una e mesa de trabajo de doble eje, capaz de soportar el peso del robot y los esfuerzos que este ejerce al realizar sus movimientos. Cuando surja la necesidad de cambiar al COBOT de posición, dejaría de existir la necesidad de desanclar el COBOT de su base, pues internamente la mesa de trabajo podrá desplazar al COBOT de un punto A a un punto B, con la ventaja de que no siempre será necesario mover la mesa de trabajo, su diseño contará con un sistema de dos ejes de desplazamiento longitudinal colocados sobre dos rieles en la base y la implementación de rodamientos lineales permitirán el desplazamiento del COBOT en los ejes X y Y dentro del área que ocupe la mesa mientras esta se mantiene estática, en otras palabras, la base de la mesa podrá reposicionar al COBOT de manera independiente.

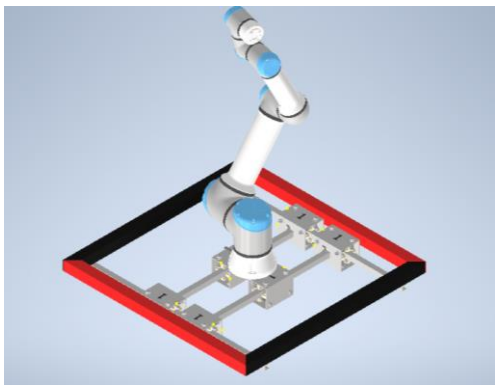
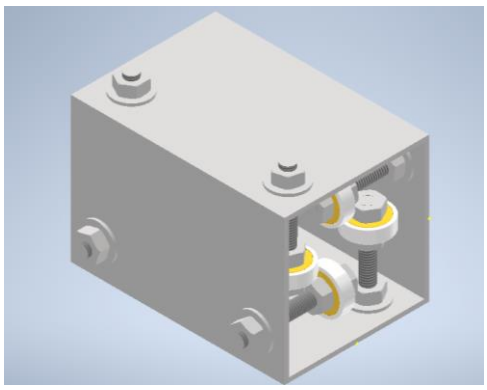

Figura 1 (izquierda): Sistema de ejes de la base que moverán al COBOT, marca Universal: Robots, modelo: UR3.
Figura 2 (derecha): Parte del mecanismo que ayudará al deslizamiento sobre los ejes de la base de la mesa.

ANTECEDENTES

Dentro de la literatura académica disponible física y digitalmente en la UAM como proyectos terminales, tesis e investigaciones académicas en los motores de, no se pudo localizar algún trabajo que aborde un problema similar al que se plantea en esta propuesta de proyecto de integración, por lo tanto, la búsqueda de información se reduce a patentes y métodos de unión de elementos de acero, así como información relacionada a los ejes móviles disponibles en la industria.

Un modelo de interés para este proyecto es el desarrollado en el año 2015 por la empresa danesa Easy Robotics, se trata de una mesa de trabajo llamada "Profeeder" [2] cuya implementación es en centros de mecanizado. Esta mesa es de tipo modular, por lo que, que puede intercambiar las bases sobre las cuales trabajará el cobot. La relevancia de este trabajo reside en la forma geométrica, las dimensiones y los puntos de apoyo que se consideraron para mantener de manera segura al cobot en la base de la mesa de trabajo, se consideraron bases barrenadas intercambiables sobre toda su área, y en caso de desear mover al cobot de posición este se debería desanclar. Sé determino que una base de 1 m x 0,8 m ofrece la libertad suficiente para que el cobot realice sus actividades, por lo que, esta medida es el mínimo que se usará para mantener el balance en la mesa de trabajo.

Por otra parte, del proyecto de la mesa "Profeeder" se logró determinar que materiales como el acero son una buena opción al momento de realizar la estructura, si bien materiales como el aluminio otorgan ligereza, en este caso se hará uso de perfiles tubulares (PTR), ángulos, soleras y más elementos de acero prefabricados. Para realizar la unión entre estos elementos se usarán medios de sujeción por tornillería y remaches, pero también se hará uso de la soldadura por arco eléctrico con el uso de electrodos. En el año 2011 la Sociedad Americana de Soldadura, publicó la norma AWS A 2.4:2012 llamada: "Símbolos Estándares para Soldadura, Soldadura Fuerte y Examinación no Destructiva". esta norma indica el tipo de uniones en las soldaduras y su simbología [3], dicho trabajo será de utilidad para conocer los parámetros, las condiciones y los tipos de soldaduras que se pueden realizar en los elementos de acero. Pero además, como se mencionó no solo se usará unión por soldadura, sino que también se harán uniones por tornillería y remaches, en este punto el trabajo llamado "Diseño de una Célula Robotizada Didáctica" [4] desarrollado por el ingeniero Arnau Barbecho Barrado, aborda la unión por tornillería de un cobot a una mesa de trabajo, de este proyecto se podrán analizar elementos de interesa como las tolerancias ocupadas en el desarrollo y el tipo de tornillería ocupada y las medidas de estos para evitar fallas por rupturas.

Una de las partes más esenciales en el diseño de la mesa de trabajo es la implementación de los deslizadores lineales sobre la base. Se investigará la implementación de los rodamientos lineales más comunes en la industria y se tomarán como referencia mecanismos ya existentes para determinar las propiedades, medidas y tolerancias que cada uno de estos poseen. Estudios de diseños de mecanismos lineales y el uso de rodamientos cilíndricos de bola como los expresados por los alumnos del instituto tecnológico de Toluca [5], servirán como medios de referencia, pues en este trabajo se expresa la deformación máxima que soportan las barras sobre las que descansan los rodamientos lineales antes de superar el umbral de la deformación elástica.

JUSTIFICACIÓN

En el proyecto "Desarrollo De Una Célula De Manufactura Con Enfoque 4.0", se necesita la mesa de trabajo para el cobot, para aumentar las actividades que se pueden realizar en el proyecto. Pese a que en el mercado existen distintas estaciones de trabajo diseñadas para trabajar bajo distintos parámetros industriales, y pese a la variedad disponible, el precio promedio de estas estaciones suele ser demasiado alto. Además de que no se cuenta con una mesa en el mercado que pueda desplazar al COBOT mientras esta permanece fija en el piso. Es por esta razón que se diseñará una mesa de trabajo que se adapte a las necesidades del proyecto.

OBJETIVO GENERAL

Diseñar y construir una mesa de trabajo móvil de doble eje capaz de sostener, trasladar y mover de manera longitudinal y transversal con el apoyo de dos ejes longitudinales y transversales un robot colaborativo (COBOT) usado en un proyecto enfocado a los procesos industriales.

OBJETIVOS PARTICULARES

- Evaluar las características técnicas, especialmente de resistencia, maquinabilidad, peso y costo de las alternativas de materiales disponibles en el mercado, para así determinar aquellos que mejor se adaptan a las características del proyecto.

- Desarrollar el modelo CAD de cada uno de los componentes que integran la mesa de trabajo, la estructura de la mesa, los cuatro ejes de deslizamiento y los cuatro deslizadores lineales. Se incluirán los componentes internos que permitirán el movimiento y la sujeción estructural.

- Someter al modelo a simulaciones de esfuerzos y deformaciones en la mesa empleando el Método del Elemento Finito para determinar así la viabilidad antes de su construcción.

- Fabricar el prototipo de la mesa de trabajo y sus componentes apegadas a los modelos desarrollados en CAD y analizada en CAE.

- Realizar pruebas experimentales al prototipo de la mesa para verificar la seguridad de los elementos ensamblados.

- Realizar cambios o mejoras sobre el prototipo en caso de ser necesarios.

DESCRIPCIÓN TÉCNICA

El proyecto consiste en diseñar y fabricar una mesa de trabajo de doble eje, los cuales sostendrán a un robot colaborativo modelo UR3 de la marca Universal Robots, cuyo peso según el fabricante es de 15 kg y con capacidad de carga máxima de 3 kg, es por esta razón que los ejes de la base de la mesa deberán soportar un peso mínimo de 18 kg más un umbral de seguridad para evitar fallas, se hará el cálculo de esfuerzos principalmente por deformación a flexión en los ejes, a compresión en los puntos donde descansarán los elementos a soportar y a tensión en las uniones que irán soldadas o atornilladas según sea el caso. En este punto se cuidará que el en los puntos donde haya uniones o en aquellos que soporten peso no se superen los 3400 Kg/cm^2 a la tensión y los 2100 Kg/cm^2 a la cedencia. Por otra parte, se recurrirá a la unión tipo

escuadra en la mayor parte de los elementos, para determinar la perpendicularidad entre elementos se permitirá ± 1mm por cada metro.

La estructura de la mesa de trabajo consistirá en:

- Una base de soporte.
- 2 ejes de desplazamiento longitudinal (coordenadas X).
- 2 ejes de desplazamiento transversal (coordenadas Y).
- 4 mecanismos de deslizamiento lineal montados sobre los 4 ejes de desplazamiento.

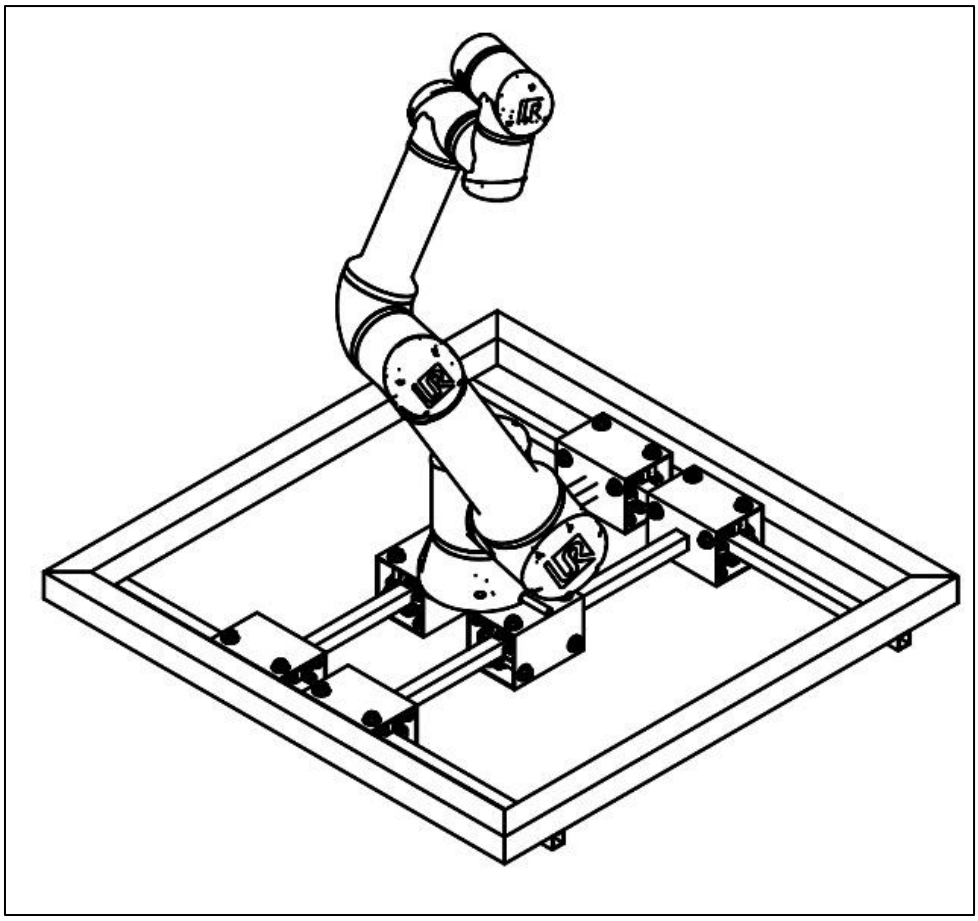

Figura 3: Sistema de ejes en la base de la mesa de trabajo.

Sobre los ejes descansará el mecanismo que compone a los deslizadores lineales, este mecanismo funcionará gracias a que en su interior contendrá una serie de rodamientos en los cuales descansará la barra del eje que moverá al COBOT en caso de ser necesario, este movimiento se realizará de manera manual por el operario y al momento de querer fijar de nuevo al cobot en una posición, se hará uso de prensas en el interior de los ejes.

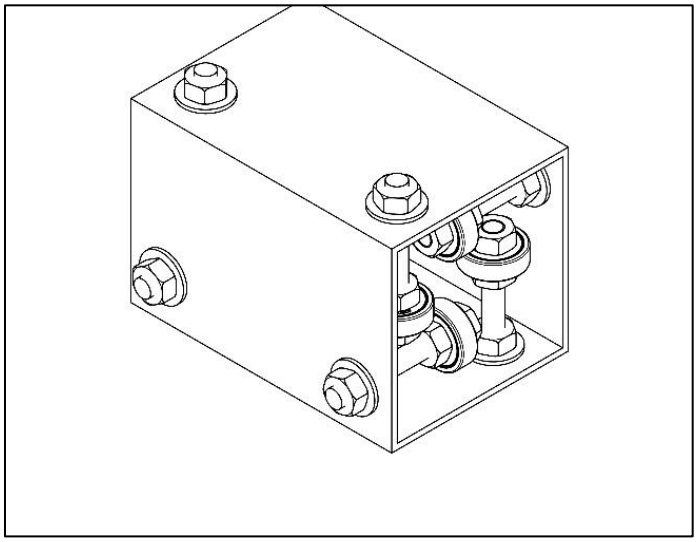

Figura 4 (izquierda): Deslizador, mecanismo que ayudará al deslizamiento sobre los ejes de la base de la mesa.

Los controladores, fuentes de voltaje y procesadores que necesita el COBOT para funcionar también serán colocados en la mesa, sin embargo, estos elementos se ubicarán en una base inferior dentro del volumen de la mesa, es decir, estos no serán soportados por los ejes. Los elementos de la base inferior en conjunto pesan 20 kg, es este el peso que deberá soportar la mesa en su parte inferior para que sea segura, para esto se hará uso de láminas de acero que formarán el gabinete, están podrán estar expuestas a máximo 314 kg/cm^2.

La mesa poseerá unas dimensiones de 52 in (132 cm) de largo, 35 in (88.7 cm) de ancho y 35.5 in (90.1 cm) de alto.

La mesa se moverá con la ayuda de rodajas industriales, pero podrá mantenerse fija en caso de que se requiera, es por esta razón que se implementará el uso de rodajas con freno. En caso de que la mesa se mantenga fija, el COBOT podrá moverse de manera longitudinal o transversal sobre las dimensiones de la base de la mesa sin necesidad de mover esta última, para lograr esto se desarrollará un mecanismo que permita el movimiento seguro del COBOT sobre la base, esto se logrará con la ayuda de rodamientos para intentar simular a los mecanismos que usan las maquinas CNC y a los brazos robóticos usados en la industria automovilística, los cuales rodamientos lineales, estos elementos deberán ser capaces de soportar el peso y las fuerzas que se les aplicarán.

En el diseño se le dará prioridad al uso de aceros disponibles a nivel nacional, esto debido al bajo costo que estos tienen en comparación con otros materiales. Se usará como apoyo las tablas de propiedades de los aceros que ofrecen los fabricantes. En caso de que no sea posible usar acero, se recurrirá al uso de otros materiales que sean económicamente accesibles.

NORMATIVIDAD

- Norma Oficial Mexicana NOM-Z-3-1986, Dibujo técnico-vistas: está norma será usada para el diseño de la mesa de trabajo CAD [6].
- Norma Oficial Mexicana NOM-008-SCFI-2002, Ley federal sobre metrología y normalización: norma mexicana enfocada en la metrología y normalización, será importante al momento de diseñar los elementos [7].
- Norma Oficial Mexicana NOM-B-282-1888.- Acero estructural de baja aleación y alta resistencia: esta norma será importante pues indica las características que deben tener los aceros que serán usados en construcciones soldadas, atornilladas o remachadas. [8].

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

UEA(s) para las que se solicita autorización:

- Proyecto de Integración en Ingeniería Mecánica I

Actividades del trimestre 23-P		Semanas del trimestre										
		1	2	3	4	6	7	8	9	10	11	12
1	Homologar las patentes de mesas de trabajo registradas nacional e internacionalmente y ver si aplican.											
2	Diseñar la mesa de trabajo en CAD											
3	Seleccionar los materiales con los que se fabricará la mesa de trabajo.											
4	Obtener los costos de materiales y de fabricación de la mesa de trabajo.											
5	Fabricar la mesa de trabajo.											
6	Realizar pruebas y ajustes necesarios.											
7	Redactar y entregar reporte final.											

ENTREGABLES

Al final de este proyecto se obtendrá

- Reporte final del proyecto.
- Dibujos de los ensambles y partes de la mesa de trabajo.
- Cálculos de los costos de fabricación.
- Mesa de trabajo de doble eje funcional que soporte al COBOT.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Jorge Moralejo Romaní, 2021, "Nuevas tecnologías de fabricación en el packaging: cobots", Proyecto fin de carrera ingeniería de organización industrial, Escuela Técnica Superior de Ingeniería universidad de Sevilla.

[2] Per lachenmeier, 2018, "platform for robots", U.S. patent 20180185974.

[3] Sociedad Americana de Soldadura, 2011, "Símbolos Estándares para Soldadura, Soldadura Fuerte y Examinación no Destructiva", AWS A 2.4:2012.

[4] Arnau Barbecho Barrado, 2020, "Diseño de una Célula Robotizada Didáctica", Trabajo final de grado, Universidad Técnica de Cataluña.

[5] Julio Cesar Juárez, Arellano Gilberto David, 2017, "Rodamientos lineales", Manual de teoría de falla de diseño de elementos de máquinas, Instituto Tecnológico de Toluca.

[6] Diario Oficial de la Federación, 1986, "NORMA Oficial Mexicana NOM-Z-3-1986 Dibujo técnico-vistas", NOM-Z-3-1986 de https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4824044&fecha=22/12/1986#:~:text=NORMA%20Oficial%20Mexicana%20NOM%2DZ,%2D1986%20Dibujo%20t%C3%A9cnico%2DVistas.&text=El%20dibujo%20t%C3%A9cnico%20puede%20considerarse,lo%20que%20se%20est%C3%A9%20representando

[7] Diario Oficial de la Federación, 2013, "Norma Oficial Mexicana NOM-008-SCFI-2002 Ley federal sobre metrología y normalización NOM-008-SCFI-2002" de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/107522/LEYFEDERALSOBREMETROLOGIAYNORMALIZACION.pdf

[8] Diario Oficial de la Federación, 1988, Norma Oficial Mexicana NOM-B-282-1888.- Acero estructural de baja aleación y alta resistencia, NOM-B-282-1888 de https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4747912&fecha=05/07/1988#gsc.tab=0

TERMINOLOGÍA

No aplica.

INFRAESTRUCTURA

Se hará uso de las instalaciones del Taller Mecánico de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco.

ASESORÍA COMPLEMENTARIA

No aplica.

PUBLICACIÓN O DIFUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Intención de solicitud de registro del Modelo Industrial de la mesa de trabajo móvil ante el Instituto Mexicano de Propiedad Industrial.

DESARROLLO Y FABRICACIÓN DE UNA MESA MÓVIL DE DOBLE EJE PARA UN ROBOT COOPERATIVO (COBOT).			
PÁG.	COMENTARIO DEL CEIM	PÁG.	ACCIÓN REALIZADA EN PPI
1 - 11	Ver comentarios.	1 - 11	Se modifican todas las menciones de estación de trabajo y se sustituyen por mesa de trabajo.
1	Ver comentarios, Desarrollo y fabricación...	1	Se modifica título, quedando como título final: “Desarrollo y fabricación de una mesa móvil de doble eje para un robot cooperativo (COBOT).”
3	Falta origen del presupuesto para el proyecto.	3	Se agrega en la introducción el origen del presupuesto.
4	Redactar antecedentes conforme a la guía.	4	Se vuelven a redactar los antecedentes destacando la relevancia de cada proyecto que se usará y agregando proyectos de mayor relevancia.
5	Falta incluir el verdadero objetivo por el cual se construirá el equipo.	5	Se incluye el verdadero propósito que tiene el desarrollo del proyecto de integración.
5	Se sugiere mejorar la redacción del objetivo general.	5	Se reestructura el objetivo general sin alterarlo para su mejor entendimiento.
5	Ver comentarios de las especificaciones.	5	Se redacta objetivo particular.
5, 6 y 7	Faltan algunos datos y explicaciones.	5, 6 y 7	Se agregan características de movimiento, resistencia máxima de los elementos, tolerancias y se elimina figura 5 ya que no se considera de relevancia.
8	Ver comentarios	8	Se modifica primera actividad en el cronograma de actividades.
8	Ver comentarios	8	Se elimina último entregable.