



**FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y
URBANISMO**

**Escuela Académico Profesional de Ingeniería Mecánica
Eléctrica**

TESIS

**DISEÑO DE UN BRAZO ROBÓTICO DE CONFIGURACIÓN
ANGULAR Y DE 6 GRADOS DE LIBERTAD CON
ALCANCE DE UN METRO DESTINADO A LOS PROCESOS
DE SOLDADURA POR ARCO ELÉCTRICO CON
TRAYECTORIAS LINEALES.**

**PARA OBTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

Autor:

Bach. Flores Torres Luis Enrique

PIMENTEL – PERÚ

2015

Resumen

La presente investigación consistió en el diseño de un brazo robótico de configuración angular y de 6 grados de libertad con alcance de un metro destinado a los procesos de soldadura por arco eléctrico con trayectorias lineales.

Para el desarrollo de la investigación se analizó textos de robótica, los cuales permitieron obtener los principios y fundamentos para el diseño del robot. En principio se determinó las características de diseño del brazo robótico, como por ejemplo: configuración angular, 6 grados de libertad, alcance máximo de la soldadura, 4 partes principales, capacidad de carga de 5 kg, etc. el cual se encuentra detallado en la tabla N° 5. Luego se usó el algoritmo de Denavit y Hartenberg para el desarrollo de la cinemática directa, el cual consiste en determinar la posición (x, y, z) y orientación del extremo final (Herramienta) con respecto de la base del robot (origen del sistema de referencia) en función de sus coordenadas articulares (posición de los servomotores). También se realizó el análisis cinemático inverso del robot, haciendo uso del método de la inversa de la matriz de transformación homogénea y del método de desacoplo cinemático, este análisis permite calcular los valores que deben adoptar las variables articulares del robot (posición de los servomotores) para que su extremo se posicione y oriente según una determinada localización espacial. En ambos análisis se usó el software Matlab. Posteriormente se realizó el análisis de la trayectoria del brazo robótico, en el cual se diseñó el algoritmo que permite calcular la trayectoria lineal del extremo del robot, los datos de entrada son la velocidad, la posición inicial, final y orientación del extremo, el algoritmo va calculando cada cierto tiempo las coordenadas cartesianas y por ende las coordenadas articulares haciendo uso de la cinemática inversa. Se realizó el diseño mecánico, planos y análisis de esfuerzos en el software SolidWork. Para determinar los servomotores a emplearse se realizó el cálculo dinámico haciendo uso del planteamiento de equilibrio de fuerzas establecido en la segunda ley de Newton, o su equivalente para movimientos de rotación, la denominada ley de Euler, considerando el peso de los servomotores y de la estructura mecánica del robot. El algoritmo de control se diseñó en el software LabVIEW, el cual está conformado por el panel de control, las ecuaciones de cinemática directa, inversa y de trayectoria. Se utilizó el microcontrolador Arduino Uno, para el control de los servomotores y su programación se realizó en LabVIEW utilizándose la interfaz de LabVIEW para Arduino LIFA (LabVIEW Interface for Arduino).

También se diseñó el plan de mantenimiento del brazo robótico. Por último se realizó un presupuesto.

Los resultados de la investigación fueron los siguientes: se diseñó un Brazo Robótico de configuración angular y de 6 grados de libertad con alcance de un metro destinado a los procesos de soldadura por arco eléctrico con trayectorias lineales. Está formado por 4 partes principales, la base, brazo, antebrazo y extremo final cuyas medidas son 100, 50, 50 y 15 cm respectivamente. Se calculó la matriz de transformación homogénea de cada eslabón (0A_1 , 1A_2 , 2A_3 , 3A_4 , 4A_5 , 5A_6) y su producto T es una matriz 4x4 que representa la orientación y posición del extremo final. Las ecuaciones de la cinemática inversa se recopilan en la Tabla N° 8. Se realizó el diseño mecánico del brazo robótico el cual se encuentra en el Anexo 2, el análisis de esfuerzo deformación determino que los elementos no se deforman. Los elementos motrices son servomotores Mitsubishi, 3 unidades modelo HF-KE73(B)KW1-S100 de par de giro máximo de 7.3 N.m que gobiernan el movimiento de la muñeca y 3 unidades modelo HF-SP7024(B) de par de giro máximo de 100 N.m, que gobiernan los tres primeros grados de libertad. Para el control de los servomotores se utilizó el microcontrolador Arduino Uno y la programación se realizó en LabVIEW (Anexo 3). Se determinó el plan de mantenimiento y se realizó el presupuesto donde se determinó los costos de producción para la construcción del brazo robótico.

Abstract

This research involved the design of a robotic arm angular configuration and 6 degrees of freedom with a range of one meter intended processes arc welding with linear paths.

For the development of robotics research texts analyzed, which allowed us to obtain the principles and foundations for the design of the robot. Angular configuration, 6 degrees of freedom, the maximum range of welding four main parts, load capacity of 5 kg, etc. in principle the design features of the robotic arm, such as determined which are detailed in Table No. 5. algorithm Denavit and Hartenberg development of direct kinematics, which consists in determining the position is then used (x, y, z) and orientation of the end portion (Tool) relative to the robot base (origin of the reference system) according to their joint coordinates (position of the actuators). The inverse kinematic analysis of the robot was also carried out, using the method of the inverse of the homogeneous transformation matrix and the method of kinematic decoupling, this analysis to calculate the values to be taken by the robot joint variables (position servo motors) to its end position and orient according to a specific spatial location. In both analyzes the Matlab software was used. Subsequently, the analysis of the trajectory of the robotic arm, wherein the algorithm to calculate the linear path of the end of the robot was designed, input data are speed, the initial position and orientation of the tip end is performed, the algorithm will from time to time by calculating the Cartesian coordinates and therefore the joint coordinate using inverse kinematics. Mechanical design, drawings and stress analysis software in SolidWork performed. To determine the dynamic servo motors used calculation was performed using the approach established balance of forces in Newton's second law, or its equivalent for rotational movements, the so-called law of Euler, considering the weight of the actuators and mechanical arm. The control algorithm was designed in the LabVIEW software, which consists of the control panel, the equations of direct, inverse kinematics and trajectory. Arduino One microcontroller was used for the control of servomotors and performed in LabVIEW programming interface used for Arduino LIFA LabVIEW (LabVIEW Interface for Arduino). The maintenance plan is also designed robotic arm. Finally a budget was made.

The results of the research were: a robotic arm angular configuration and 6 degrees of freedom with a range of one meter intended processes arc welding with linear paths designed. It consists of 4 main parts: the base, arm, forearm and final end whose dimensions

are 100, 50, 50 and 15 cm respectively. Homogeneous transformation matrix of each link is calculated (${}^0A_1, {}^1A_2, {}^2A_3, {}^3A_4, {}^4A_5, {}^5A_6$) and T is a 4x4 product matrix representing the orientation and position of the end portion. The inverse kinematics equations are compiled in Table No. 8. The mechanical design of the robot arm which is found in Annex 2, the stress-strain analysis determined that the elements are not deformed was performed. The elements are servo motor Mitsubishi, 3 units Model HF-KE73(B)KW1-S100 maximum torque of 7.3 N.m governing the movement of the wrist and 3 units Model HF-SP7024(B) of maximum torque of 100 Nm, which govern the first three degrees of freedom. To control servomotors Arduino Uno microcontroller used and the programming was done in LabVIEW (Annex 3). The maintenance plan and budget determined where production costs for building the robotic arm was determined performed.