

# Control de posición con 3 grados de libertad para el seguimiento de la superficie en inspección sin contacto de defectos en carrocerías de automóvil



Universidad de Oviedo

Yesid Danilo Vargas Neira  
UO286126@uniovi.es / Danilo.vargas@eu4m.eu

Tutor/es:  
Ignacio Alvarez, Universidad de Oviedo, ialvarez@correo.es  
Jorge Marina, DSiplus, jmarina@dsiplus.es



Máster Universitario en Ingeniería Mecatrónica

## Abstract

This work describes the design of a system made with the company Dsiplus, to control the position of a triangulation distance sensor in order to inspect the surface of car bodies. Seeking to achieve a robust and reproducible system, a module with three degrees of freedom was developed, which control the position of the sensor according to the geometry of the part to be inspected. The designed system allows communication between a master and slaves (depending on the number of modules to be used), while coordinating the displacement in the Z axis and rotations in the XY axes. The operation of this system is controlled by the Teensy development board, with the help of an EtherCAT communication module and a controller for the power interface in the stepper motors in charge of executing the module's movements. This module constitutes the elementary part of an inspection tunnel, where several modules will be fixed to a metal arc, while a conveyor belt will move the parts to be examined.

## Resumen

El presente trabajo describe el diseño de un sistema realizado con la empresa Dsiplus, para controlar la posición de un sensor de distancias por triangulación, a fin de inspeccionar la superficie de carrocerías de automóvil. En busca de conseguir un sistema robusto y reproducible se desarrolló un módulo con tres grados de libertad, que posiciona al sensor según la geometría de la pieza a inspeccionar. El sistema diseñado permite la comunicación entre un maestro y esclavos (dependiendo de la cantidad de módulos a utilizar), mientras coordina el desplazamiento en el eje Z y rotaciones en los ejes XY. El funcionamiento de este sistema es controlado por la placa de desarrollo Teensy, con ayuda de un módulo de comunicación EtherCAT y un controlador para la interfaz de potencia en los motores paso a paso encargados de ejecutar los movimientos del módulo. Este módulo constituye la parte elemental de un túnel de inspección, en donde varios módulos estarán fijos a un arco metálico, mientras una banda transportadora movilizara las piezas a ser examinadas.

Keywords: EtherCAT, MOSFET, Teensy, Stepper motor

## 1. Diseño Mecánico

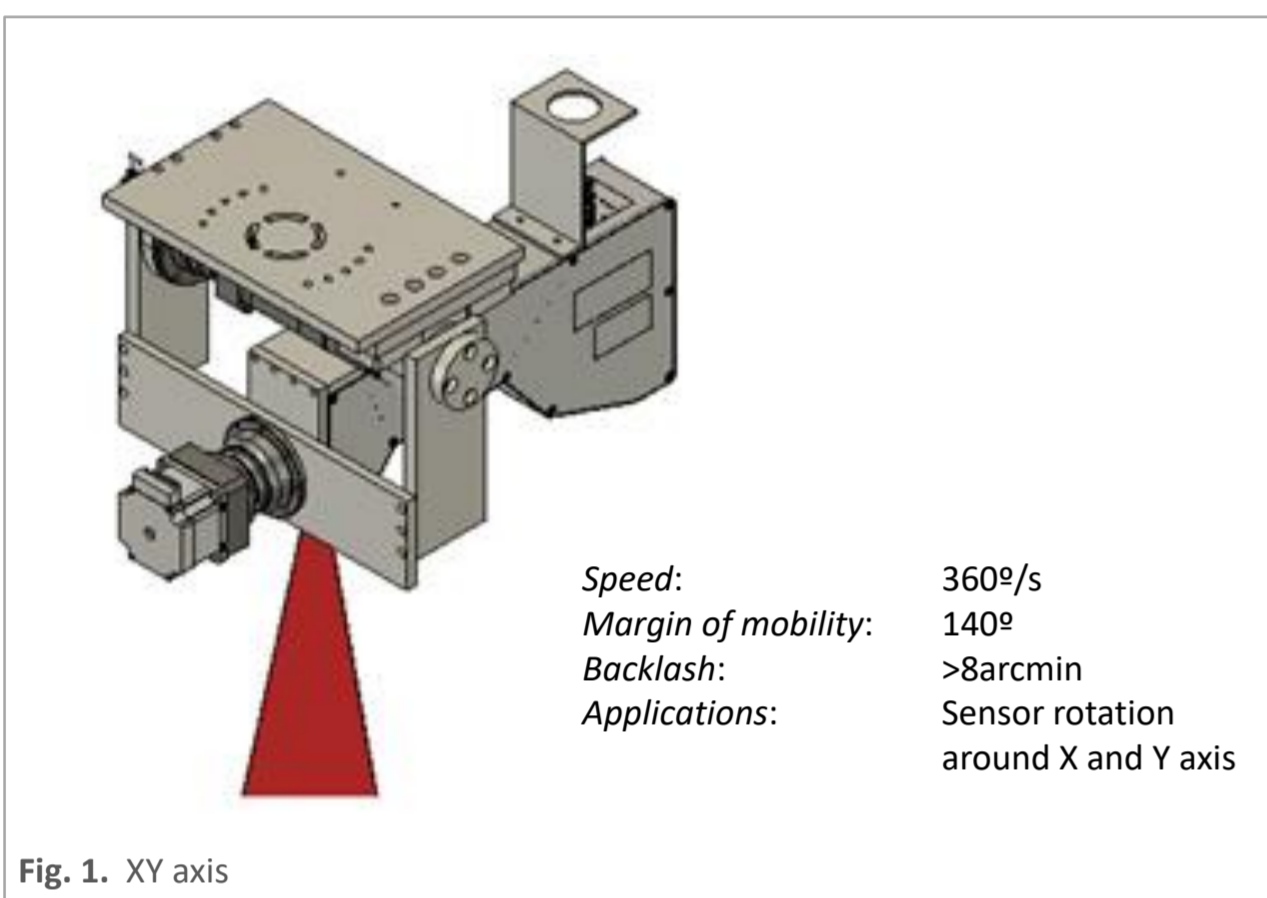


Fig. 1. XY axis

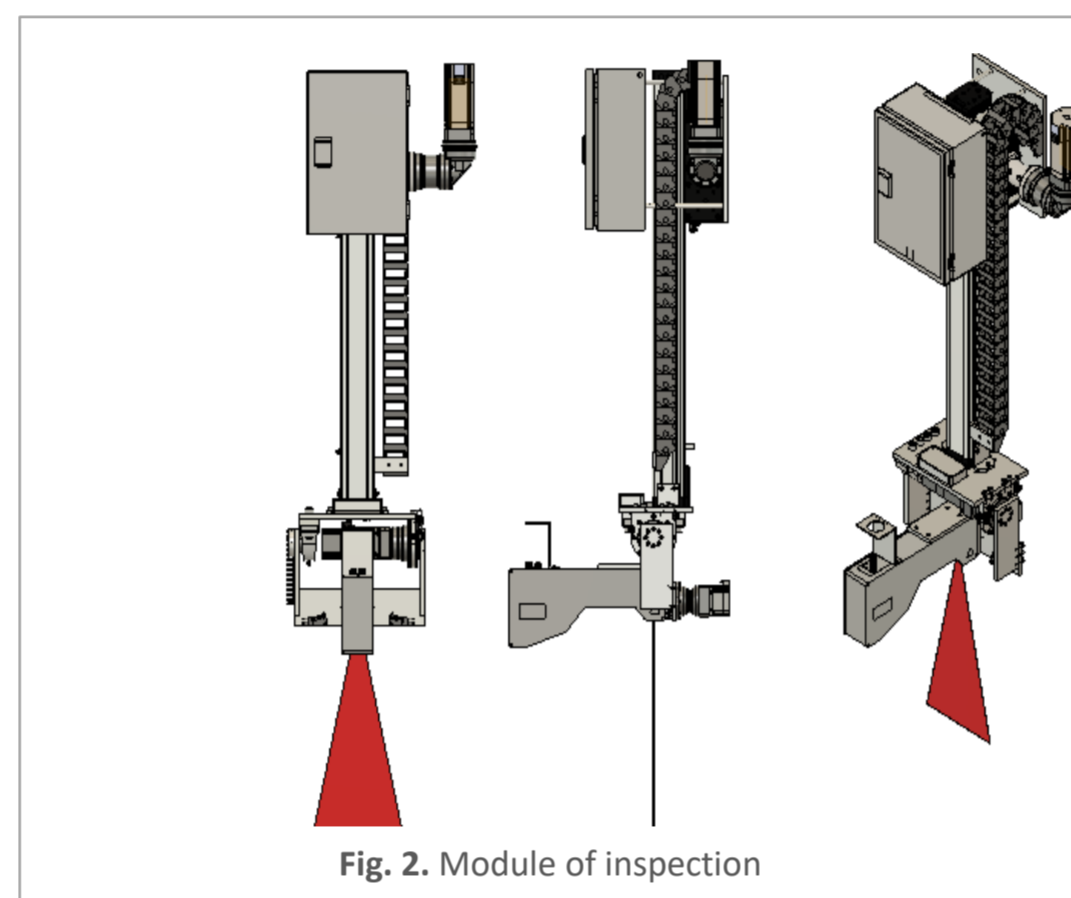


Fig. 2. Module of inspection

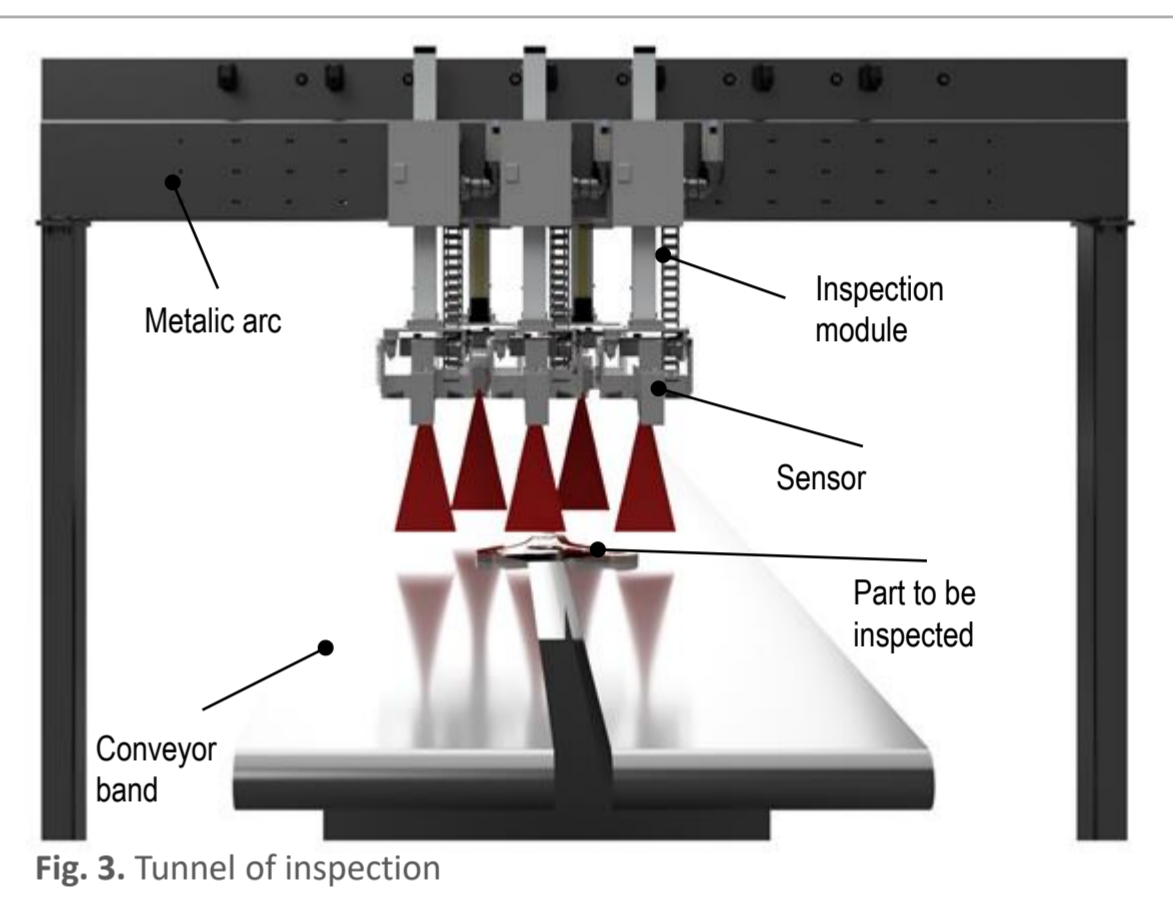


Fig. 3. Tunnel of inspection

## 2. Diseño electrónico

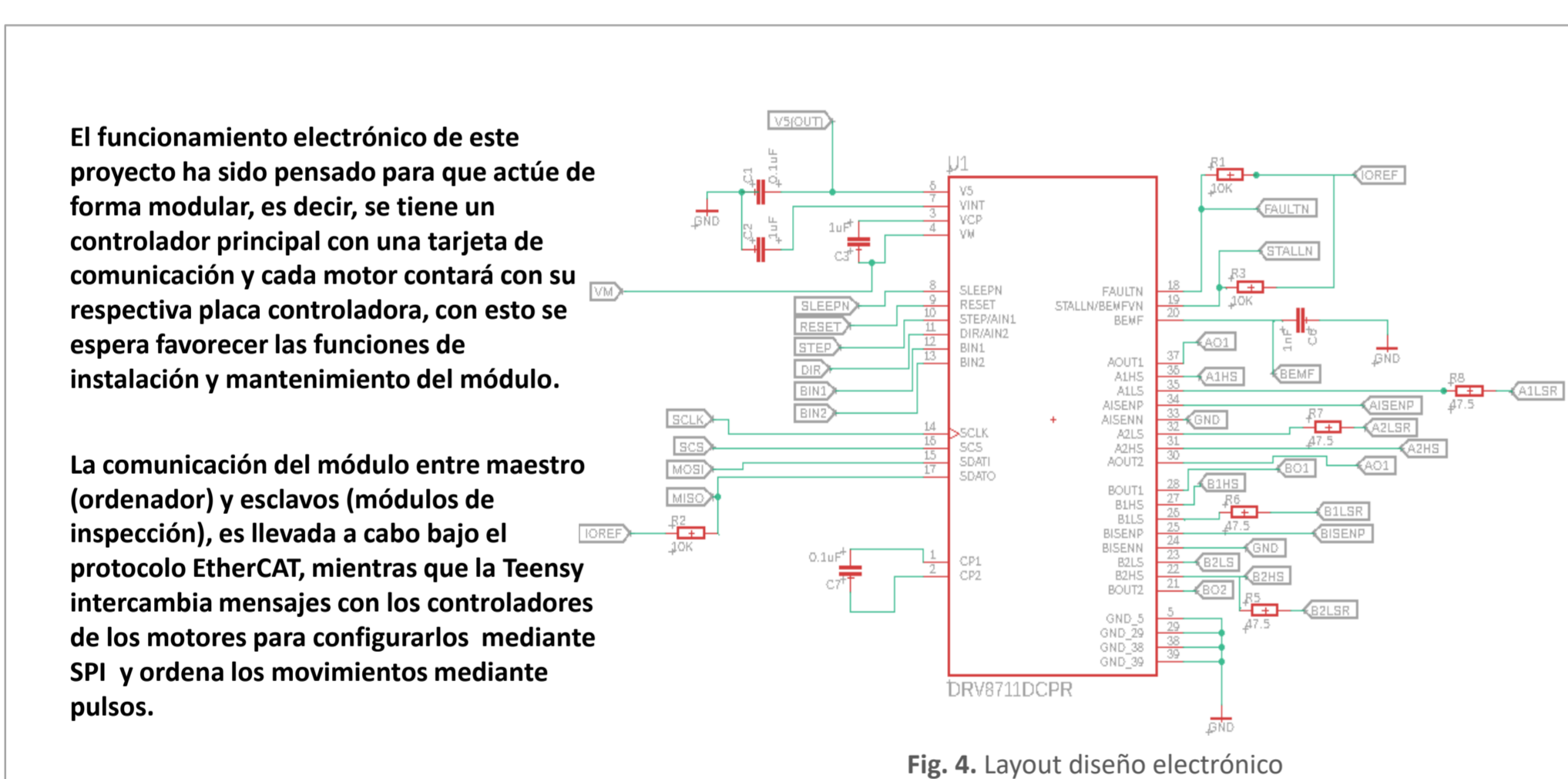


Fig. 4. Layout diseño electrónico

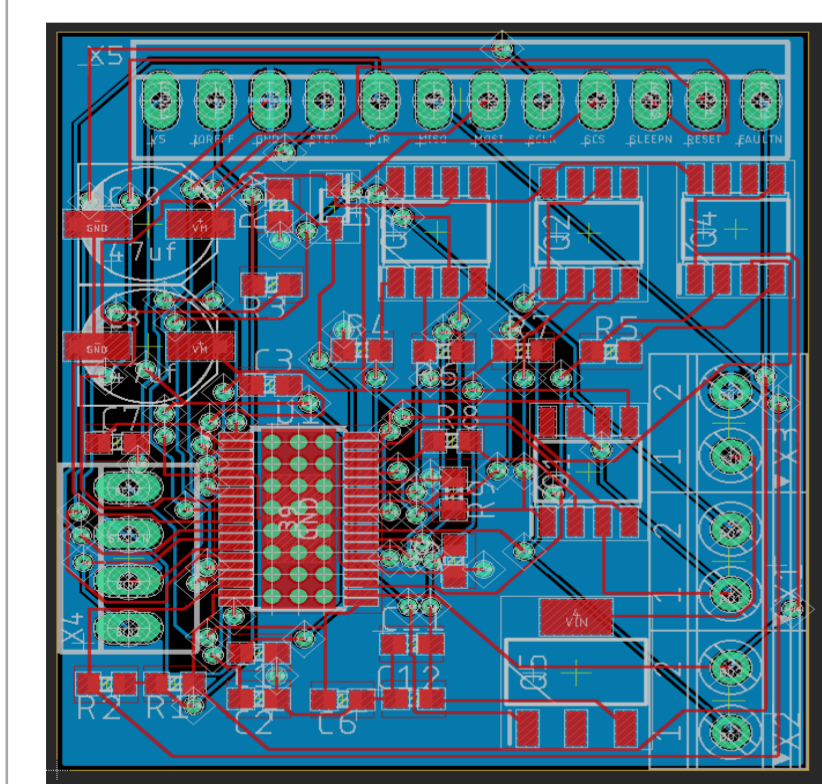


Fig. 5. Motor driver PCB

Type: Motor driver  
Voltage: 8 to 60 V  
Current: 7.6 A max  
Microstep scale: up to 1/256  
Control mode: SPI/PWM  
Applications: Stepper motor controller

## 3. Programación

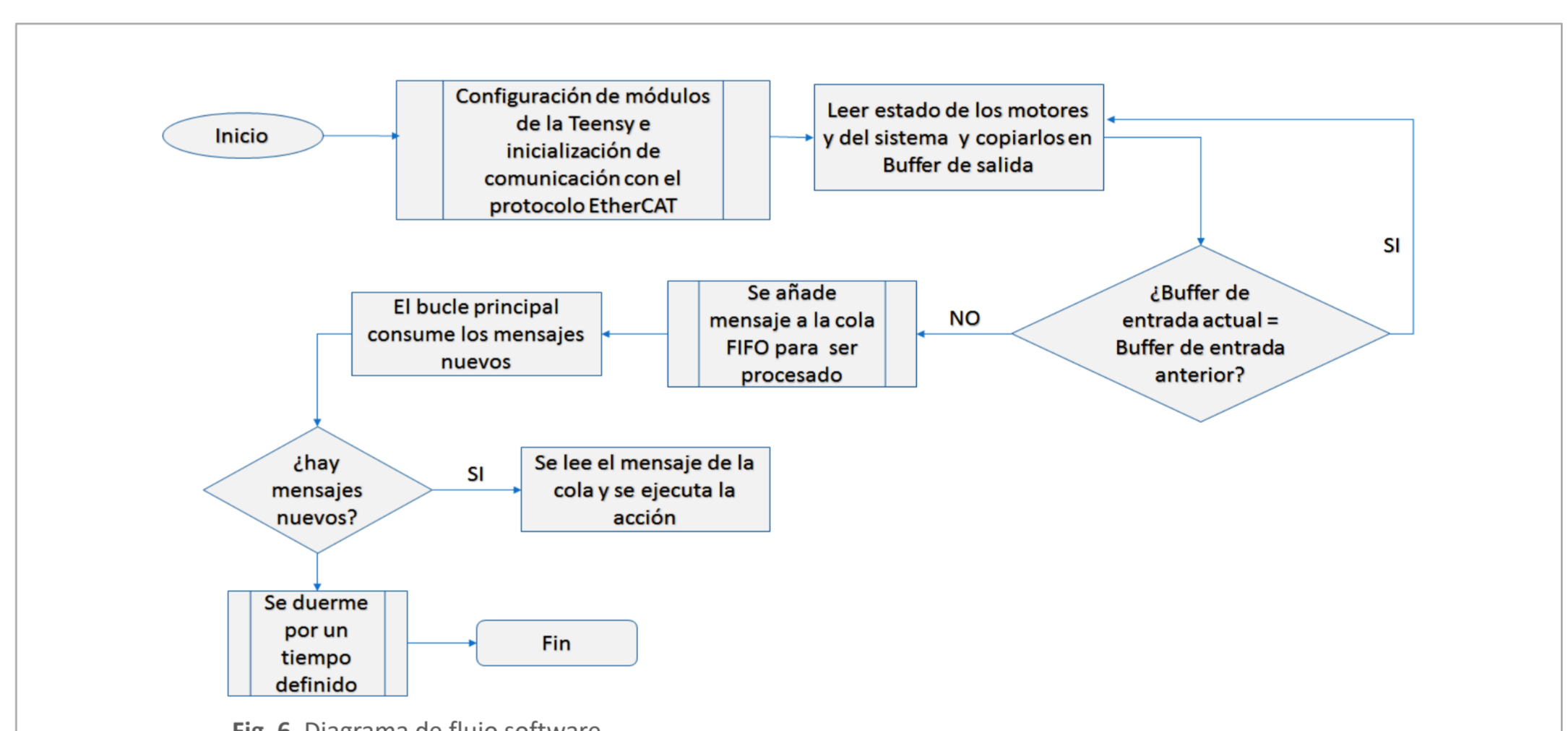


Fig. 6. Diagrama de flujo software

| Placa controladora | Librería     | Prueba realizada   | Resultado | Comentarios   |
|--------------------|--------------|--|-----------|---|
| Teensy 4.1         | AccelStepper | Funcionamiento de los motores con cambio de velocidades y cambios de giro en marcha, mientras se reciben datos por EtherCAT y son visualizados por el puerto serial. | OK        | Durante la ejecución del programa se notaron vibraciones no deseadas en los motores cuando se ejecutaba la comunicación por EtherCAT, sin embargo, no hubo retrasos ni información alterada durante el tiempo de operación de los motores. El cambio de giro y de velocidad en marcha, no ha afectado el estado de la comunicación. |
| Teensy 3.6         | Teensystem   |  | OK        | Al igual que los resultados obtenidos con la Teensy 4.1, hubo presencia de vibraciones indeseadas, pero no se han notado diferencias en las frecuencias de operación.   |
| Teensy 3.6         | Teensystem   |  | OK        | Los motores y la comunicación han marchado sin evidenciar alguna interferencia. A diferencia de la librería AccelStepper, se han visto problemas para realizar cambios de giro y velocidad sobre la marcha  |

## 4. Conclusiones

- El protocolo EtherCAT es una tecnología Ethernet industrial muy rápida. Esto representa una enorme ventaja para la aplicación en los módulos de inspección, ya que estos pueden recibir las instrucciones casi que inmediatamente para adaptarse rápidamente a la geometría de la pieza, además ofrece las características del Ethernet Industrial, pero en este caso a un precio incluso inferior que el de un sistema de bus de campo clásico.
- El uso de reductoras con bridas ISO9409 para los ejes XY significó una disminución considerable en los ajustes mecánicos. Fue una solución que simplificó el diseño y mejoró notablemente el juego que se presentaba en estos dos ejes en el diseño preliminar.
- En las pruebas realizadas, los motores ensamblados con las reductoras han presentado un rendimiento ideal, sin embargo, para definir y limitar la velocidad a la cual estarán en funcionamiento los ejes, se deben realizar de nuevo pruebas de funcionamiento cuando el sistema se encuentre ensamblado en su totalidad. Con los valores tomados en el desarrollo de este proyecto se evidencia un aumento de 600% para la velocidad en los ejes XY y de 195% para el eje Z.