



Tecnológico de Monterrey

Candidates Gripper

Bitácora

Daniel Eduardo Hinojosa Alvarado | A00838156

24/09/2024

Protocolo RS485

El protocolo **RS485** es un estándar de comunicación serial ampliamente utilizado en aplicaciones industriales y robóticas debido a su robustez, capacidad de operar en largas distancias y la posibilidad de conectar múltiples dispositivos en una misma red. A diferencia de otros protocolos como RS232, el RS485 permite la conexión de hasta 32 dispositivos en la misma línea de comunicación. Esto permite configurar una red de tipo **multidrop**, donde varios dispositivos pueden enviar y recibir datos, facilitando la integración de sensores y actuadores.

Una de las características más importantes del RS485 es su capacidad para funcionar en largas distancias, llegando hasta **1200 metros** (4000 pies) a velocidades de hasta **100 kbps**. A medida que se aumenta la velocidad de transmisión, que puede llegar hasta **10 Mbps**, la distancia de operación efectiva se reduce.

El protocolo RS485 permite tanto comunicación **half-duplex** como **full-duplex**. En su configuración más común, que es half-duplex, los dispositivos pueden enviar o recibir datos, pero no de manera simultánea, lo que puede ralentizar la comunicación si se necesita transmisión simultánea. No obstante, es posible implementar un sistema full-duplex si se requiere, aunque esto implica el uso de más líneas de conexión.

Sensores de Fuerza o precisión que se pueden usar en el gripper:

1. TE Connectivity - FX1901 Series

- **Tipo:** Sensor de fuerza basado en galgas extensiométricas.
- **Rango:** 0 a 50 N.
- **Características:** Tiene un perfil bajo y es muy preciso. Ideal para aplicaciones de control de fuerza en robótica ligera.
- **Rango de Costos:** \$590 - \$800 (Pesos Mexicanos)

2. Honeywell - FSS-SMT Series

- **Tipo:** Sensor de presión o fuerza de montaje superficial.
- **Rango:** Disponible en rangos desde 5 N hasta 20 N.

- **Características:** Compacto y fácil de integrar en PCBs. Ideal para aplicaciones donde el espacio es limitado.
- **Rango de Costos:** \$90 - \$170 (DlIs)

3. Interlink Electronics - FSR 400 Series

- **Tipo:** Sensor de fuerza resistivo.
- **Rango:** Detecta fuerzas entre 0.2 N y 20 N (dependiendo del área de contacto).
- **Características:** Estos sensores son muy delgados y flexibles, lo que los hace ideales para aplicaciones en superficies curvas o ajustables.
- **Rango de Costos:** \$90 - \$160 (Pesos Mexicanos)

4. Tekscan - FlexiForce A301

- **Tipo:** Sensor de fuerza resistivo.
- **Rango:** Hasta 445 N.
- **Características:** Es uno de los sensores de fuerza más finos y flexibles, ideal para integrarlo en áreas donde el espacio es reducido.
- **Rango de Costos:** \$300 - \$600 (Pesos Mexicanos)

Motores y Servomotores que se pueden usar:

1. Robotis Dynamixel MX-64T

- **Tipo:** Servomotor
- **Torque:** Hasta 6.4 Nm.
- **Rango de Costos:** \$300 - \$600 (DlIs)

2. Maxon ECX Speed Servo Motors

- **Tipo:** Servomotor sin escobillas.
- **Torque:** Ofrecen una alta relación torque-tamaño, ideales para sistemas robóticos ligeros.

- **Rango de Costos:** \$500 - \$1500 (DlIs)

NeuralFeels with Neural Fields: Visuotactile Perception for In-Hand Manipulation

El estudio aborda el uso de **percepción visual táctil** combinando datos de visión y tacto para manipulación en robots. La idea principal es utilizar sensores táctiles avanzados y cámaras RGB-D para mejorar la precisión en la estimación de la forma y el seguimiento de la pose de objetos en tiempo real.

Principales componentes y métodos

1. Escaneo de objetos y generación de datos:

- Utiliza un escáner de infrarrojos para obtener representaciones precisas de los objetos.
- Los datos incluyen tanto simulaciones como pruebas en el mundo real para entrenar el modelo.

2. Arquitectura del modelo:

- Basado en una red **transformer** para predecir la profundidad táctil a partir de imágenes de entrada.
- Utiliza el optimizador **ADAM** y datos simulados para el entrenamiento.

3. Entrenamiento y generalización:

- Se entrena un **controlador de manipulación** con políticas de aprendizaje por refuerzo que permiten la rotación de objetos basándose en propiedades físicas.
- El sistema optimiza el uso de sensores táctiles y de visión para mejorar el seguimiento de la pose y la reconstrucción de la forma del objeto.

Resultados y hallazgos

1. Rendimiento en simulación y pruebas reales:

- El sistema logra un alto nivel de precisión en la reconstrucción de la forma y en el seguimiento de la pose, con un promedio de éxito del **73.87%** en la manipulación de objetos.

- El uso de sensores táctiles **DIGIT** mejora la precisión en comparación con sensores binarios.

2. Beneficios de la percepción visuotáctil:

- La combinación de visión y tacto permite una estimación más rápida y precisa de la forma de los objetos.
- La resolución del sensor táctil influye en la precisión del modelo: resoluciones más altas resultan en mejores métricas de forma y pose.

3. Limitaciones y desafíos:

- Objetos con geometrías complejas o superficies planas, como cubos, presentan mayores dificultades para la manipulación debido a la falta de puntos de contacto suficientes.
- La segmentación visual puede fallar cuando hay oclusión o falta de diferenciación entre el objeto y el entorno.

1. Sensores de Visión y Tacto

● Cámaras RGB-D:

- Capturan imágenes en color y datos de profundidad para detectar la forma del objeto y su posición en 3D.
- Se recomienda utilizar al menos **tres cámaras** con diferentes ángulos (frontal, lateral, superior) para mejorar la precisión de la percepción.

● Sensores Táctiles:

- Estos sensores proporcionan información táctil detallada al entrar en contacto con la superficie del objeto.
- El sensor **DIGIT** es una excelente opción debido a su alta resolución y capacidad para captar detalles finos de la superficie.
- Alternativamente, **GelSight** es una buena opción si necesitas mayor deformabilidad en el sensor.

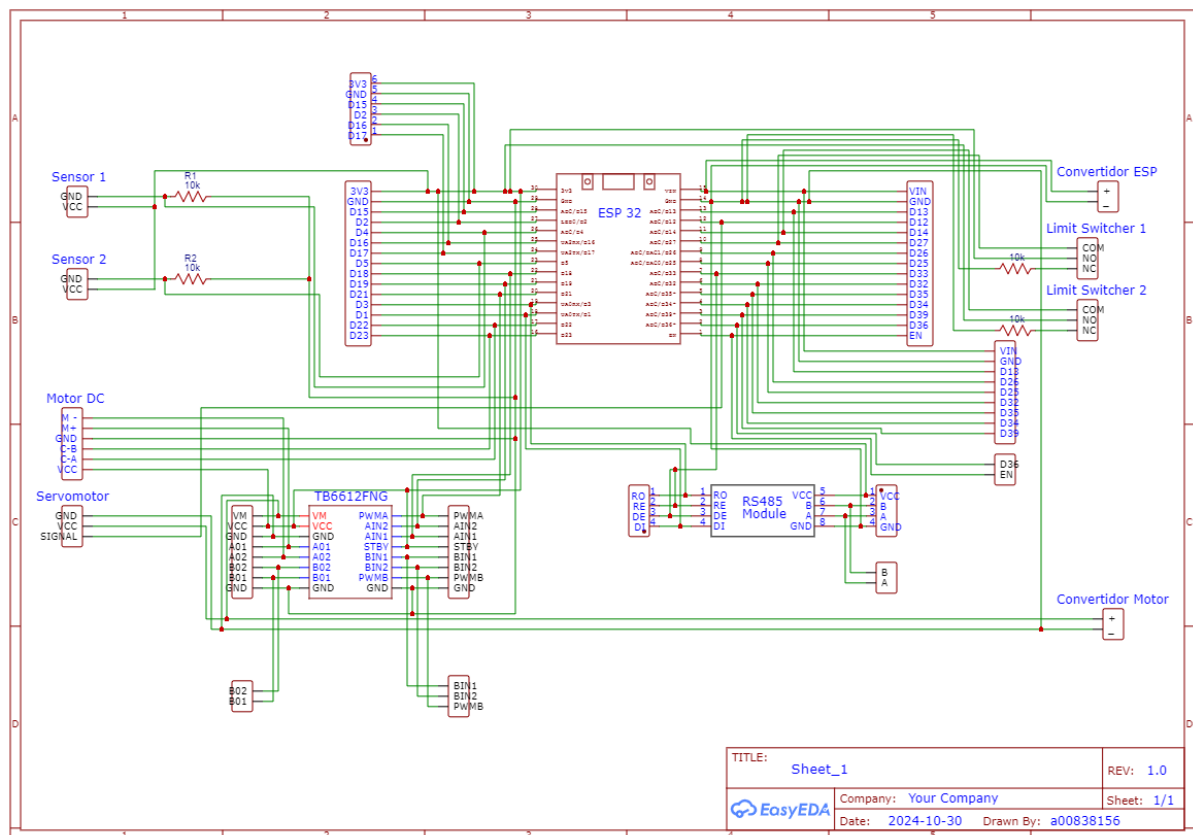
2. Actuadores y Mecanismo del Gripper

● Servomotores de alta precisión:

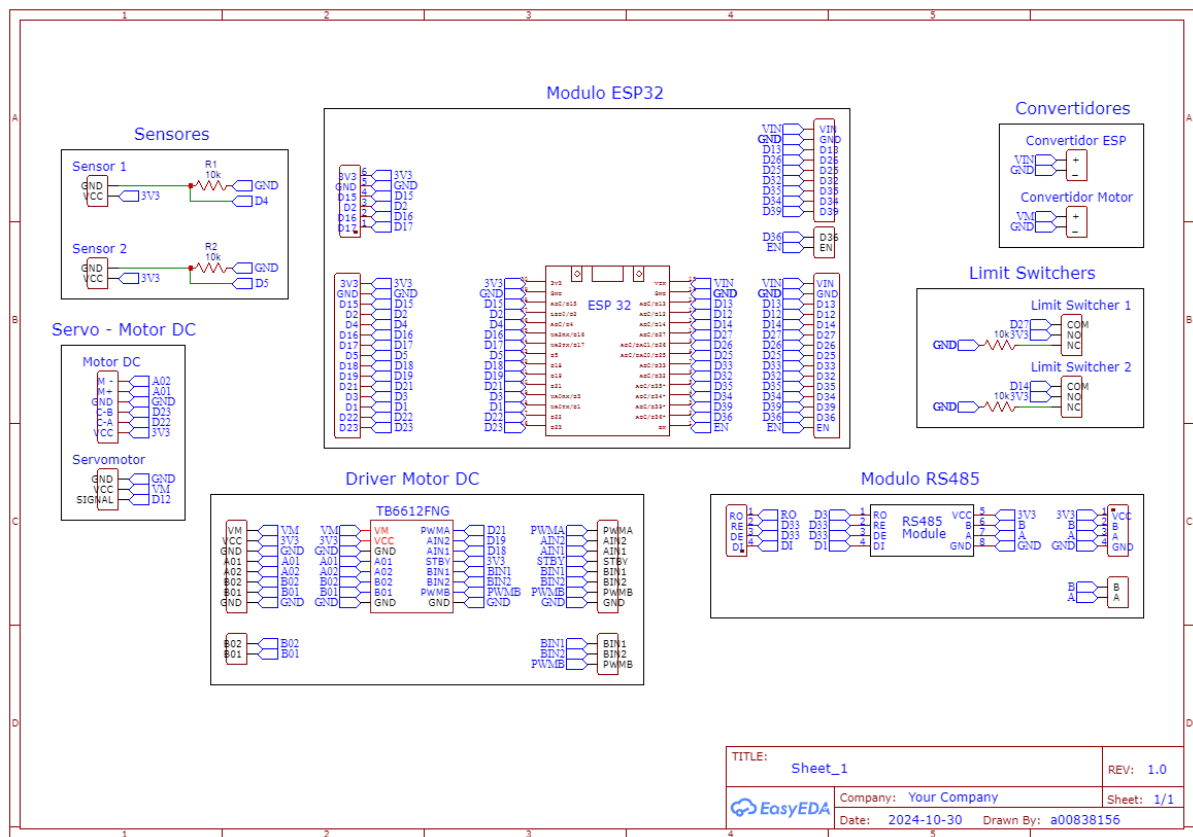
- Para controlar los dedos del gripper y permitir movimientos precisos en tiempo real.
- Se recomiendan servomotores con **retroalimentación por encoder** para asegurar el control preciso de la posición.
- **Motor DC o motor paso a paso:**
 - Controla el movimiento del brazo del gripper para acercarse al objeto y manipularlo.
- **Mecanismo de pinza o dedos flexibles:**
 - Se recomienda un diseño de dedos con **materiales flexibles** y con sensores táctiles en la punta para maximizar el contacto y la precisión durante la manipulación

Diseño de Esquemático y PCBs

1er Esquemático sin tags



2do Esquemático con Tags



El esquema representa un diseño basado en un microcontrolador **ESP32** como unidad de control principal. Este diseño integra sensores, actuadores, un driver de motor, módulos de comunicación y switches de límite, todos conectados de manera que permiten el control eficiente de un sistema robótico o mecatrónico. El **ESP32** es el núcleo del sistema y se encarga de procesar las señales de entrada y salida. Sus principales conexiones incluyen entradas provenientes de los sensores (Sensor 1 y Sensor 2) y Limit Switchers, además de salidas para el control del motor DC, el servomotor y el módulo RS485. La alimentación del ESP32 proviene de un regulador de 5V o directamente desde el convertidor ESP.

Los sensores, etiquetados como Sensor 1 y Sensor 2, se encargan de detectar valores analógicos, como fuerza o presión, y envían estas señales al ESP32 para su procesamiento. Cada sensor cuenta con resistencias pull-down de 10 k Ω que estabilizan las señales, conectándose a las entradas analógicas del ESP32. Por otro lado, los switches de límite (Limit Switcher 1 y 2) detectan posiciones límites en el sistema, como el final del recorrido de un brazo robótico. Estos switches utilizan contactos normalmente cerrados (NC) para garantizar

una detección confiable y están estabilizados mediante resistencias pull-up que aseguran un estado estable en los pines de entrada.

El **driver TB6612FNG** controla el motor DC y el servomotor mediante señales PWM provenientes del ESP32. Este driver recibe alimentación de 5V (VM y VCC) y utiliza señales de control, como PWM y señales de habilitación (STBY, AIN1, AIN2, BIN1, BIN2), conectadas al ESP32 para dirigir el funcionamiento de los actuadores. Las salidas del driver están directamente conectadas al motor DC, etiquetado con los pines M+ y M-, y al servomotor, que recibe alimentación y señal PWM desde este mismo componente.

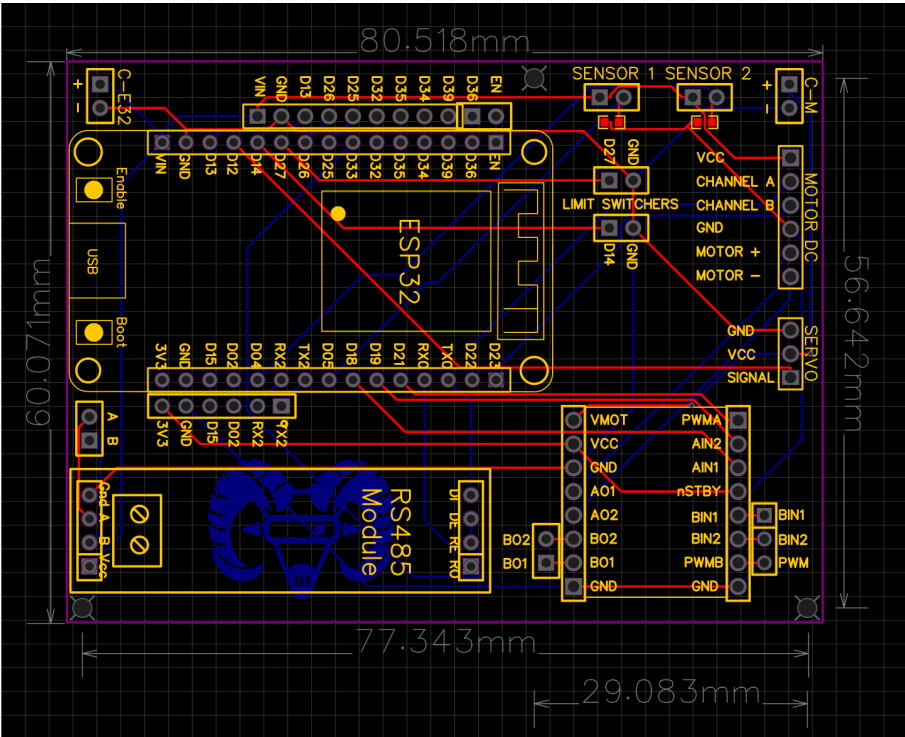
El **motor DC** actúa como actuador principal, proporcionando movimiento lineal o rotativo en el sistema. Es controlado por el driver TB6612FNG, que maneja las señales de potencia necesarias para su operación. El **servomotor**, por su parte, permite un control preciso de posición o velocidad, siendo ideal para aplicaciones como pinzas robóticas. Este también se controla mediante señales PWM generadas por el ESP32 y amplificadas por el TB6612FNG.

El diseño también incluye un módulo **RS485**, que facilita la comunicación serial robusta para largas distancias. Este módulo se conecta al ESP32 a través de pines de transmisión y recepción (RE, DE y DI), permitiendo la comunicación con otros dispositivos en una red industrial. El módulo está alimentado con 5V.

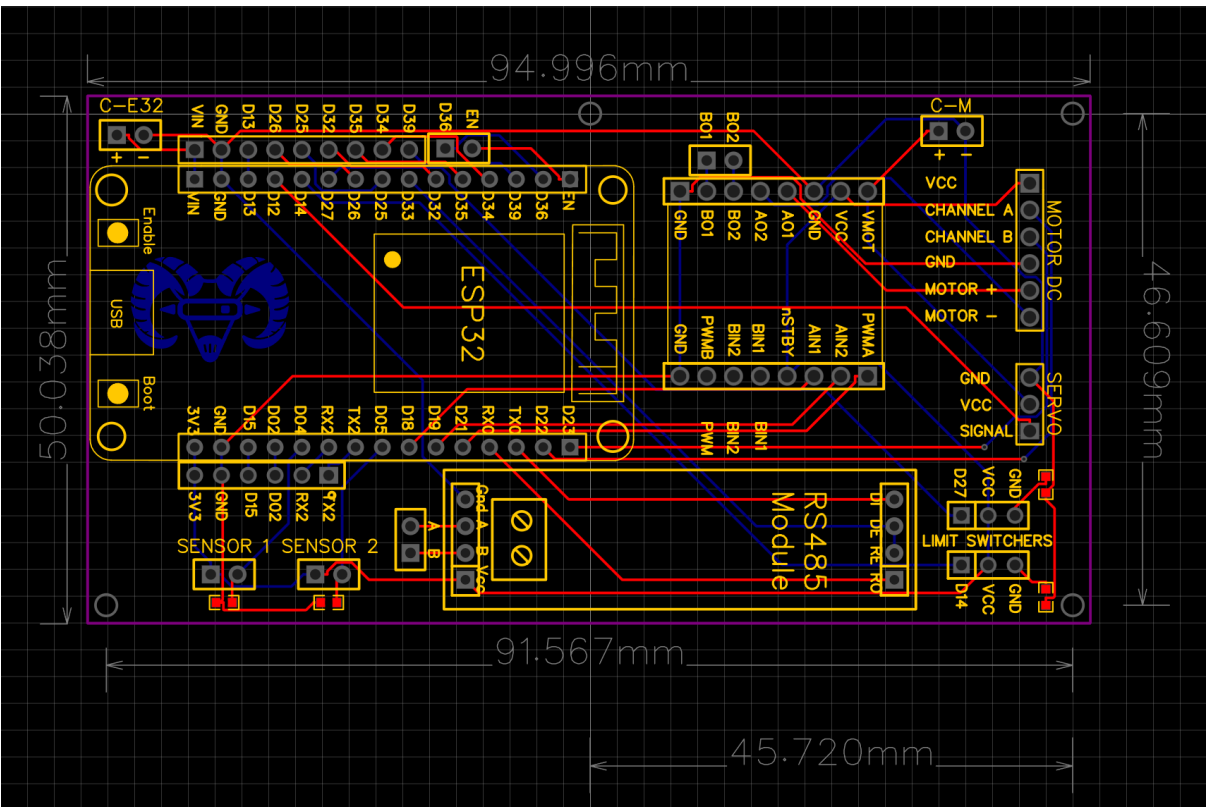
Finalmente, los convertidores ESP y Motor aseguran una alimentación estable para los diferentes módulos del sistema. El convertidor ESP alimenta al microcontrolador y otros componentes de bajo consumo, mientras que el convertidor Motor está diseñado para los actuadores de mayor consumo, como el motor DC y el servomotor.

El flujo de señales comienza con los sensores y switches de límite, que envían información al ESP32. Este procesa los datos y genera señales PWM para controlar los actuadores a través del driver TB6612FNG. Paralelamente, el módulo RS485 permite la comunicación con otros dispositivos. Todos los componentes están alimentados mediante convertidores dedicados, asegurando una distribución estable y eficiente de energía.

1er Diseño PCB



2do Diseño PCB



Ambos diseños de PCB presentan configuraciones similares en cuanto a funcionalidad, integrando el microcontrolador ESP32 como núcleo del sistema, junto con los sensores, actuadores, driver para motores y módulo RS485. Sin embargo, hay diferencias notables en el acomodo de los componentes y el tamaño de las placas. En el primer diseño, la distribución de los componentes es más amplia, con mayor separación entre ellos, lo que resulta en una PCB con dimensiones de 80 mm x 60 mm. Este diseño se hizo con el estándar que se maneja en EasyEDA por lo tanto este primer diseño se usó de manera que nuestro encargado pueda darnos una retroalimentación y así llegar al segundo diseño de nuestra PCB.

El segundo diseño es más compacto, con una disposición optimizada que reduce el espacio ocupado por los componentes. En este caso, la PCB tiene dimensiones de 95 mm x 50 mm, logrando un diseño más eficiente en términos de espacio. La compactación de los elementos podría facilitar su integración en espacios reducidos o dispositivos portátiles. Además, en este diseño, los sensores y switches están colocados más cerca del ESP32, reduciendo la longitud de las conexiones y, potencialmente, minimizando interferencias o pérdidas de señal. Una diferencia notable a la primera PCB que se realizó, ya que hubo una reducción del 30% en comparación a la primera PCB.

Cuestiones a Mejorar

Protección de componentes:

- Agregar diodos de protección en las líneas de alimentación de los actuadores (motor DC y servomotor) para proteger el sistema de picos de voltaje o corrientes inversas.
- Incluir resistencias pull-down adicionales en los pines de entrada del ESP32 para estabilizar señales no utilizadas.

Organización de rutas:

- Optimizar aún más las rutas en el diseño compacto para reducir cruces y posibles interferencias entre líneas de datos y de alimentación.
- Utilizar vías con menor resistencia y evitar rutas demasiado largas para señales críticas como PWM o datos.

Montaje:

- Agregar agujeros de montaje bien distribuidos para garantizar una fijación segura de la PCB en el sistema final.
- Considerar la posibilidad de utilizar conectores removibles para facilitar la sustitución de componentes durante las pruebas.

Datasheets

- https://www.zimmer-group.com/fileadmin/pim/MER/GD/PG/MER_GD_PG_GEP201_OIL-00-B_SEN_APD_V1.pdf
- https://assets.robotiq.com/website-assets/support_documents/document/online/2F-85_2F-140_TM_InstructionManual_HTML5_20190503.zip/2F-85_2F-140_TM_InstructionManual_HTML5/Content/6.%20Specifications.htm
- <https://onrobot.com/es/productos/pinza-rg2-ft>

Sensores

- <https://www.te.com/es/product-CAT-FSE0005.html>
- <https://automation.honeywell.com/mx/es/products/sensing-solutions/sensors/force-sensors/fss-smt-series>
- <https://uelectronics.com/producto/sensor-de-fuerza-resistivo-fsr-400-406-406/?srsltid=AfmBOop4A54oHG31qmGOorcyjpGKC7JmgHZMwS8y2kXxs9W2oa-yxTYb>
- <https://www.tekscan.com/products-solutions/force-sensors/flexiforce-a301-sensor>

Motores

- <https://emanual.robotis.com/docs/en/dxl/mx/mx-64/>
- <https://www.maxongroup.com/en/drives-and-systems/brushless-dc-motors>
- <https://pages.pbclinear.com/rs/909-BFY-775/images/Data-Sheet-Stepper-Motor-Support.pdf>

Sensores Táctiles

- <https://www.science.org/doi/10.1126/scirobotics.adl0628>