

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL



Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación

**“IMPLEMENTACIÓN Y COMPARACIÓN
DE DOS DIPOSITIVOS MECATRÓNICOS PARA
GENERAR UN SISTEMA CON DOS GRADOS DE
LIBERTAD APLICADOS EN LOS SIMULADORES DE
CARRERAS COSMOSF1 RACING TEAM”**

EXAMEN DE GRADO (COMPLEXIVO)

Previa a la obtención del grado de:

**INGENIERO EN ELECTRICIDAD ESPECIALIZACIÓN
ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL**

JOSÉ DAVID MORÁN FRANCO

GUAYAQUIL – ECUADOR

AÑO: 2015

AGRADECIMIENTO

Un agradecimiento muy especial para mis
Profesores y compañeros de estudios de la
FIEC-Espol.

DEDICATORIA

El presente proyecto lo dedico:

A la Mater Tres Veces Admirable de
Schönenstatt, por sus gracias recibidas.

A mis Padres José Abraham y Lilia Graciela.


A mi Hermana Martha Raquel.

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN



Ing. Douglas Plaza, Ph.D.

EVALUADOR



Ing. Efrén Herrera, MSc.

EVALUADOR

DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas expuestas en este Informe me corresponde exclusivamente; y, el patrimonio intelectual de la misma, a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL"

(Reglamento de Graduación de la ESPOL).



José David Morán Franco

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas expuestas en este Informe me corresponde exclusivamente; y, el patrimonio intelectual de la misma, a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

(Reglamento de Graduación de la ESPOL).

José David Morán Franco

RESUMEN

El Presente proyecto profesional contiene el estudio de la implementación de dos dispositivos para generar movimiento en los simuladores de carreras de Cosmosf1 Racing Team, con esto se resolvió el problema de la falta de movilidad de los simuladores de carreras. El no tener movimiento los simuladores limita manipular los sentidos y las sensaciones del usuario.

Con el fin de ofrecer a la industria del entretenimiento nacional un simulador con características únicas para generar sensaciones agradables en el usuario. Se implementó dos sistemas para escoger la mejor opción mediante la comparación de cualidades de cada uno de ellos. Y al final se propone el mejor dispositivo que genere los movimientos en dos grados de libertad.

La estrategia aplicada fue la implementación de los dos dispositivos en el mismo simulador. Para el efecto se utilizó una estructura metálica de un simulador de carreras con cero grados de libertad, es decir sin movimiento, donde se adaptó y se configuraron los dos dispositivos.

Con esta implementación el principal resultado obtenido es el valor agregado para los simuladores y marca Cosmosf1 Racing Team, de cara a la cambiante y competitiva industria del entretenimiento a nivel nacional e internacional.

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO	ii
DEDICATORIA	iii
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN	iv
DECLARACIÓN EXPRESA	v
RESUMEN	vi
ÍNDICE GENERAL.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	x
ÍNDICE DE TABLAS	xv
INTRODUCCIÓN	xvi
CAPÍTULO 1	1
1. IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA	1
1.1 Introducción	1
1.1.1 Estimulación sensorial	1
1.1.2 Grados de libertad	3
1.1.3 CosmosF1 Arcade Manager	4
1.1.4 X-sim.....	7
1.1.5 rFactor.....	9
1.1.6 Estructura básica	10

1.2	Dispositivo 1.....	11
1.2.1	Pololu.....	11
1.2.2	Comunicación USB.....	15
1.2.3	Motor DC.....	16
1.2.4	Sistema biela manivela.....	18
1.2.5	Sensor Efecto Hall.....	20
1.2.6	Configuración Pololu Jrk.....	22
1.2.7	Fuente de alimentación 12Vdc.....	27
1.3	Dispositivo 2.....	28
1.3.1	Cilindro mecatrónico SCN5.....	28
1.3.2	Comunicación USB-RS485.....	29
1.3.3	TBVST SCN5.....	34
1.3.4	Configuración Software X-Sim.....	39
1.3.5	Fuente de alimentación 24Vdc.....	43
CAPÍTULO 2.....		46
2.	RESULTADOS OBTENIDOS.....	46
2.1	Resultados dispositivo 1.....	46
2.2	Resultados dispositivo 2.....	52
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		59

BIBLIOGRAFÍA.....	62
ANEXOS.....	63

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1: Modelo 3D X-sim.	3
Figura 1.2: Diagrama de bloques CosmosF1 Arcade manager	4
Figura 1.3: Página de activación de Servidor.....	5
Figura 1.4: Presentación Base de datos.	6
Figura 1.5: Entorno X-sim Extractor.....	7
Figura 1.6: Entorno X-sim Converter.	8
Figura 1.7: Entorno 3D SimforceGT.....	8
Figura 1.8: Entorno rFactor.	9
Figura 1.9: Simuladores en Family Place C.C. Mall del Sol.....	10
Figura 1.10: Pololu Jrk USB 12v12.....	11
Figura 1.11: Dimensiones de tarjeta Pololu Jrk 12v12.....	12
Figura 1.12: Led rojo significa error.	13
Figura 1.13: Led amarillo estado de salidas.....	14
Figura 1.14: Disipador de temperatura sobre chip.	14
Figura 1.15: Armado de socket caja de conexiones para tarjetas Pololu Jrk.....	15
Figura 1.16: Cable USB 2.0 tipo A/Mini-B.	16
Figura 1.17: Motor DC marca Unus.	17
Figura 1.18: Sistema tarjetas Pololu Jrk con motores DC.....	18

Figura 1.19: Sistema biela-manivela.....	19
Figura 1.20: Fenómeno Efecto Hall[10].	20
Figura 1.21: Vista sensores efecto Hall SS496A1.	21
Figura 1.22: Diagrama de Bloques sensor efecto Hall.....	21
Figura 1.23: Imanes de neodimio niquelado.	22
Figura 1.24: Versión 1.3 de Tarjeta Pololu Jrk 12v12.	22
Figura 1.25: Administrador de Windows 7 Pololu Jrk UB.....	23
Figura 1.26: Parámetros de configuración Pololu Jrk 12v12.....	23
Figura 1.27: Entorno de tarjeta JRK-12v12 configuración entrada.	24
Figura 1.28: Entorno Jrk modo Retroalimentación eje derecho.	25
Figura 1.29: Modo Retroalimentación eje izquierdo.....	25
Figura 1.30: Configuración PID.....	26
Figura 1.31: Configuración Motor.....	26
Figura 1.32: Fuente de alimentación 12Vdc.....	27
Figura 1.33: Tomas de energía.....	27
Figura 1.34: Datos de placa Fuente de alimentación 12Vdc.....	28
Figura 1.35: Actuadores Mecatrónicos SCN5.....	29
Figura 1.36: Adaptador PL2303.....	30
Figura 1.37: Vista interna adaptador PL2303.....	30

Figura 1.38: Cable conectado al pin de tierra de PL2303.....	31
Figura 1.39: Puertos asignados a los adaptadores USB-RS485.	31
Figura 1.40: Adaptador Devantech USB-RS485.....	32
Figura 1.41: Chips Devantech USB-RS485.	32
Figura 1.42: Cables tipo USB y USB tipo B.	33
Figura 1. 43: Puertos asignados adaptadores Devantech USB-RS485.....	33
Figura 1.44: Inicio de programa TBVST.....	34
Figura 1.45: Puesta a punto de Comunicación.	34
Figura 1.46: Estableciendo Comunicación con el SNC5.....	35
Figura 1.47: Entorno TBVST.....	35
Figura 1.48: Puesta a punto de Comunicación SNC5 y TBVST.	36
Figura 1.49: Puesta a punto inicial del SCn5.	37
Figura 1.50: Reemplazo de posiciones del SCN5.....	38
Figura 1.51: Editor de posiciones del SCN5.	38
Figura 1.52: Secuencia de puesta a punto del SCN5.	39
Figura 1.53: Entorno de configuración nuevos ejes.....	39
Figura 1.54: Selección de Math Setup.	40
Figura 1.55: Nombramiento de ejes.....	40
Figura 1.56: Entorno de configuración de efectos físicos.....	41

Figura 1.57: Fuente de alimentación 24Vdc.....	43
Figura 1.58: Tomas de energía.....	43
Figura 1.59: Datos de placa Fuente de alimentación 24Vdc.....	44
Figura 2.1: Entrada y Ciclos de trabajo del eje izquierdo.....	47
Figura 2.2: Entrada Ciclos de trabajo del eje derecho.	47
Figura 2.3: Señal de Retroalimentación sin fallas.....	48
Figura 2.4: Señal de Retroalimentación con fallas.....	48
Figura 2.5: Errores eje izquierdo.....	49
Figura 2.6: Errores eje derecho.	49
Figura 2.7: Señal no invertida de retroalimentación eje izquierdo.....	50
Figura 2.8: Señal invertida de retroalimentación eje derecho.	50
Figura 2.9: Error de la señal en el eje izquierdo.....	51
Figura 2.10: Error de la señal en el eje derecho.	51
Figura 2.11: Pantallazo azul con error de hardware.	52
Figura 2.12: Nivel de intensidad de ejes al 0%.	54
Figura 2.13: Señal con intensidad de ejes al 0%.	54
Figura 2.14: Nivel de intensidad de ejes al 25%.	55
Figura 2.15: Señal de intensidad de ejes al 25%.	55

Figura 2.16: Nivel de intensidad de ejes al 50%.	56
Figura 2.17: Señal con intensidad de ejes al 50%.	56
Figura 2.18: Nivel de intensidad de ejes al 75%.	57
Figura 2.19: Señal con intensidad de ejes al 75%.	57
Figura 2.20: Nivel de intensidad de ejes al 100%.	58
Figura 2.21: Señal con intensidad de ejes al 100%.	58

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Parámetros iniciales del SCN5.....	36
Tabla 2 Parámetros iniciales de Freno en SCN5.....	41
Tabla 3: Parámetros iniciales de Aceleración enSCN5.....	42
Tabla 4: Parámetros iniciales de Fuerza de Gravedad SCN5.....	42
Tabla 5: Ejes derecho e izquierdo SCN5.....	53

INTRODUCCIÓN

Los simuladores de carreras son plataformas que emulan los autos de carreras reales sean estos Fórmula 1, Nascar, Rally, entre otros. Los simuladores de CosmosF1 Racing Team no tenían movimiento por tanto no generaban más activaciones de parte de los usuarios.

Nuestro valor agregado para nuestros clientes es muy importante, debido a que radica en la posibilidad de recorrer virtualmente las pistas de carreras. Ofrecemos servicios de entretenimiento virtual, para crear una experiencia de gran impacto sensorial. Potenciamos los servicios de entretenimiento virtual en un entorno donde se innove y se transmitan experiencias virtuales de calidad.

En el capítulo 1 se aborda los principales software utilizados como el Cosmosf1 Arcade Manager que administra el software X-Sim y el rFactor. Se describe como se configura los controladores de los motores DC de la marca POLOLU y de los cilindros mecatrónicos de la marca DYADIC.

En el capítulo 2 vamos a encontrar los resultados de las pruebas realizadas con los dos dispositivos POLOLU y DYADIC, que se analizaron y se compararon para determinar cuál es la plataforma más idónea, para los simuladores de carreras de CosmosF1 Racing Team.

Se llegó a las conclusiones y recomendaciones en base a los resultados, alcances de las pruebas realizadas. En la Parte final se presentan los anexos y referencias correspondientes.

CAPÍTULO 1

1. IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA

1.1 Introducción

En este primer capítulo se incluye el procedimiento de como configurar los simuladores de carreras con los dos dispositivos de la marca Pololu y Dyadic para generar movimientos en dos grados de libertad.

1.1.1 Estimulación sensorial

Por medio de los simuladores con movimiento podemos llevar la estimulación sensorial a un espacio o ámbito controlado bajo ciertos parámetros que son ajustables en este caso intensidad de fuerza de los actuadores audio, sensibilidad de velocidad, entre otros.

Por medio de los simuladores se trata de engañar específicamente los componentes del sistema sensorial del cuerpo humano del usuario, sentado en posición de pilotaje en el simulador de carreras.

Las partes del sistema sensorial que inciden principalmente en este proyecto, como se puede ver en el Anexo D, en términos de vocabulario neuronal son:

- El sentido vestibular
- El sentido de la vista
- Sentido del tacto

El sentido vestibular que involucra al oído interno y consiste básicamente en proporcionar la información al sistema nervioso central del usuario que requiere para determinar la posición de la cabeza, así como la velocidad y dirección de los movimientos a los cuales está siendo sometido [1], es decir ofrecer un sentido del movimiento a su cuerpo en el espacio.

El sentido de la vista muestra la realidad, el usuario basa su experiencia a más del 80% como impacto sensorial.

El sentido del tacto al interactuar con el volante pedales y asiento para poder reproducir la conducción en la pista virtual, así como los fenómenos físicos como fuerzas de gravedad, freno y aceleración.

Al frenar el cuerpo tendrá a irse para adelante y hacia atrás al acelerar y estos movimientos ofrecerán sensaciones de fuerza de gravedad.

1.1.2 Grados de libertad

Se define por grado de libertad de un sistema al número de parámetros independientes que se necesitan para definir su posición en el espacio [3]. A saber que por cada cilindro mecatrónico o biela-manivela instalada en el sistema, representa un grado de libertad, ver Figura 1.1.

En este caso de implementación se utilizará dos grados de libertad. Requerimos representar con los dos cilindros mecatrónicos y dos bielas manivelas con los movimientos longitudinales y transversales.



Figura 1.1: Modelo 3D X-sim.

En general un simulador puede llegar a tener un sistema de movimiento con un máximo de 6 grados de libertad.

1.1.3 CosmosF1 Arcade Manager

El software Cosmosf1 Arcade Manager, versión 2.0.1027.2, consiste básicamente en controlar, gestionar y activar los programas X-Sim y rFactor, servicios relacionados a los simuladores de carreras Cosmosf1 Racing [4] ver Figura 1.2.

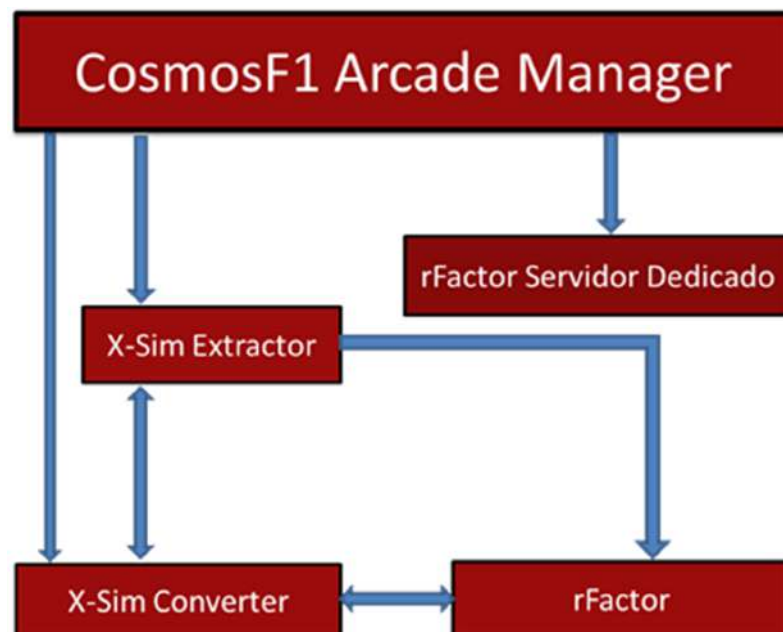


Figura 1.2: Diagrama de bloques CosmosF1 Arcade manager.

Entre las características funcionales tenemos:

- Control estadístico de las experiencias de los usuarios con hora y fecha duración cantidad de vueltas a la pista.

- Activación y comunicación de la interfaz cosmosf1 Arcade manager que comunica al software con el video juego rFactor dedicado ver Figura 1.3.

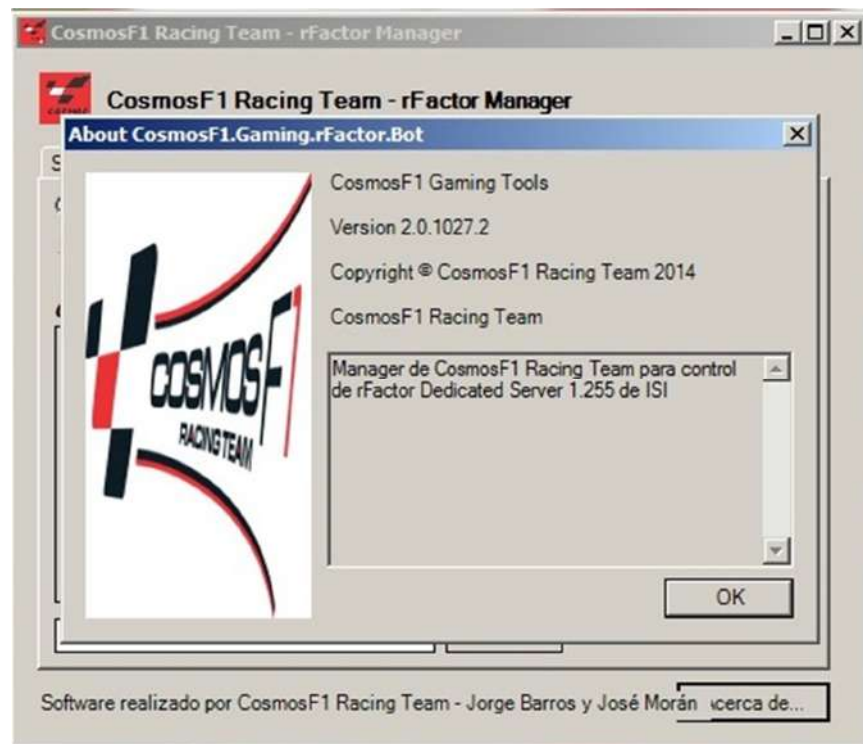


Figura 1.3: Página de activación de Servidor.

Entre las características técnicas tenemos:

- Desarrollado en .net 4.5.2 con C++ 2010, para las mejores prácticas de rendimiento óptimo en la experiencia y así no afectar al rendimiento del software de rFactor y X-sim.
- Autoconfigurar el servidor del software rFactor para aceptar más simuladores en Red.

- Utiliza una base de datos open source PostgreSQL 9.2 para almacenar información estadística, presentación de informe mensual de activaciones y operativa de la experiencia con los simuladores, ver Figura 1.4.

Reporte de consumo hasta 01/04/2015 10:40:25

Año[2014] Mes[agosto]

Fecha	Hora	Valor
jueves 14	15:07:31	1.00
jueves 14	23:29:30	1.00
jueves 14	23:30:41	1.00
viernes 15	11:39:59	1.00
viernes 15	12:08:30	1.00
viernes 15	12:57:10	1.00
viernes 15	13:43:14	1.00
viernes 15	15:00:41	1.00
viernes 15	15:28:42	1.00
viernes 15	17:11:06	1.00
viernes 15	18:08:07	1.00
viernes 15	18:46:06	1.00
viernes 15	18:57:01	1.00
viernes 15	20:51:06	1.00
viernes 15	20:56:56	1.00
sábado 16	10:24:28	1.00
sábado 16	10:47:43	1.00
sábado 16	11:02:56	1.00
sábado 16	11:39:16	1.00
sábado 16	11:47:02	1.00

Figura 1.4: Presentación Base de datos.

- Autoconfigurar los simuladores para que se conecten automáticamente al servidor sin necesidad de usar teclado ni mouse, logrando automatizar las tareas operativas para agilizar la experiencia.

Básicamente, Cosmosf1 Arcade Manager activa los programas X-sim y rFactor sin intervención del operario.

1.1.4 X-sim

El simulador utiliza el software X-Sim en su versión no comercial para las pruebas preliminares, su principal prestancia es obtener las señales de telemetría como son la aceleración, fuerzas de gravedad, giro de volantes, frenos, velocidad entre los más importantes.

El X-Sim se divide en 2 subprogramas encargados de manipular la telemetría y una aplicación en 3D donde se observa los movimientos virtuales a que se ve expuesto un simulador con dos grados de libertad:

- En X-Sim Extractor es el recolector de los datos del software de carreras rFactor como se muestra Figura 1.5.



Figura 1.5: Entorno X-sim Extractor.

- En X-Sim Converter los grados de libertad son configurados, donde definiremos el eje derecho y el eje izquierdo, ver Figura 1.6.



Figura 1.6: Entorno X-sim Converter.

- El 3D SimforceGT sirve para ver el funcionamiento del simulador en un modelado virtual de 3D, ver Figura 1.7.

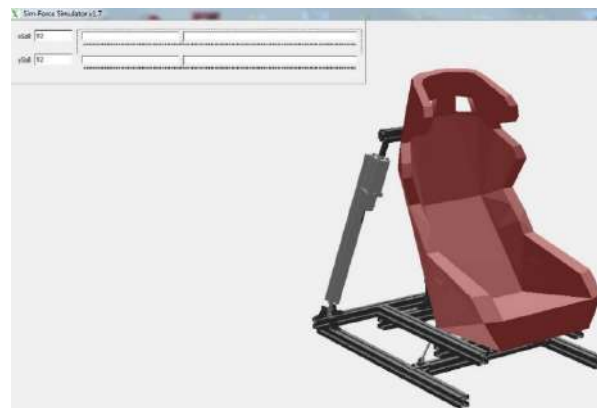


Figura 1.7: Entorno 3D SimforceGT.

1.1.5 rFactor

Desde 2012, utilizamos el software especializado en simuladores de autos de carreras rFactor, realizado por Image Space Incorporated [5].

Entre sus principales características tenemos, ver Figura 1.8:

- Motor gráfico isiMotor2.
- Se puede conducir con conexión LAN y ONLINE.
- Configuración de físicas de los autos.
- Software abierto para realizar modificaciones en autos.



Figura 1.8: Entorno rFactor.

1.1.6 Estructura básica

La estructura de los simuladores, donde se aplicará uno de los dos dispositivos del proyecto en estudio con mejores prestaciones, se encuentran en el local de entretenimiento Family Place en el Centro Comercial Mall de Sol, ver Figura 1.9.



Figura 1.9: Simuladores en Family Place C.C. Mall del Sol.

Los materiales utilizados en la estructura para adaptarle movimiento son los siguientes, más información ver Anexo E:

- Rótulas
- El Cardan o junta universal
- Armazón para el asiento

- Ligas plásticas para estabilidad del asiento
- Varilla hilo sin fin 10mm
- Extensores
- Tuercas, Tornillos, Anillos de presión

1.2 Dispositivo 1

1.2.1 Pololu

El controlador de motores Pololu es muy versátil y de propósito general. Sirve para controlar motor de corriente continua.

El modelo Pololu escogido es la tarjeta Jrk 12v12 con interface USB, ver Figura 1.10.



Figura 1.10: Pololu Jrk USB 12v12.

Las dimensiones del Pololu jrkl2v12 con conexión USB, ver Figura 1.11.

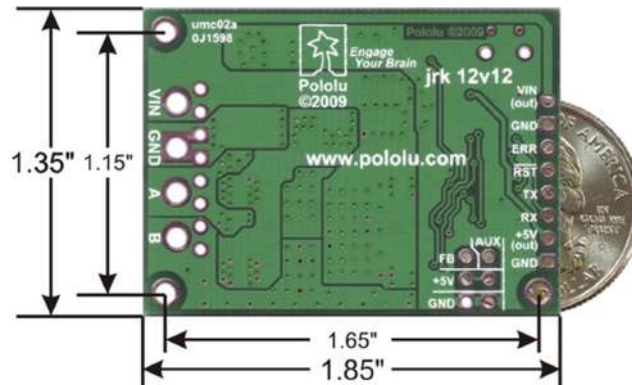


Figura 1.11: Dimensiones de tarjeta Pololu Jrkl2v12.

La tarjeta Pololu Jrkl2v12 posee 4 opciones de control:

- USB para conectarse directo a PC.
- Comunicación serial asincrónica para conexión directa con microcontroladores.
- Voltaje analógico para ser conectado a potenciómetros en el rango de 0 – 5 Vdc.
- Radio control

Utiliza lazos realimentados como:

- Voltaje analógico con rango de 0 – 5 Vdc
- Posee un tacómetro digital con entradas superior a 2 Mhz con periodos de 1 ms de control PID.

Además incluye la configuración de parámetros:

- PID
- Corriente máxima
- Duty cycle máximo
- Respuesta de error
- Calibración de entradas para radio control y potenciómetros análogos.

El Pololu Jrk 12v12 posee 3 leds indicadores:

- El led verde: indica el estado de conexión del cable USB cuando la tarjeta no está conectada, el led verde está apagado.
- El led rojo: que no está conectada la fuente de poder de 12Vdc, como se muestra en la Figura 1.12:



Figura 1.12: Led rojo significa error.

- El led amarillo: que está presente la fuente de alimentación, como se muestra en la Figura 1.13:



Figura 1.13: Led amarillo estado de salidas.

Colocamos disipadores de calor por el alto uso que deben soportar los componentes de la tarjeta Pololu Jrk 12v12, como se muestra en la Figura 1.14.

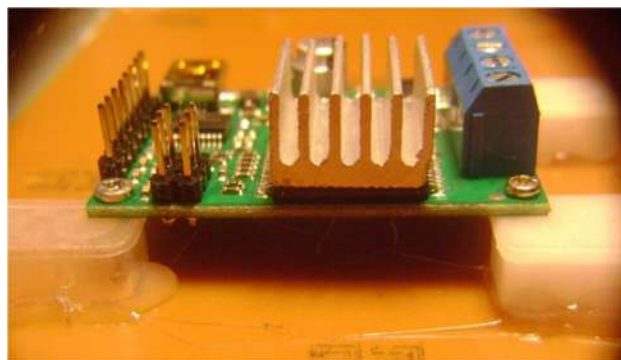


Figura 1.14: Disipador de temperatura sobre chip.

Ubicación de las tarjetas en socket caja de conexiones con ventilación, como se muestra en la Figura 1.15.

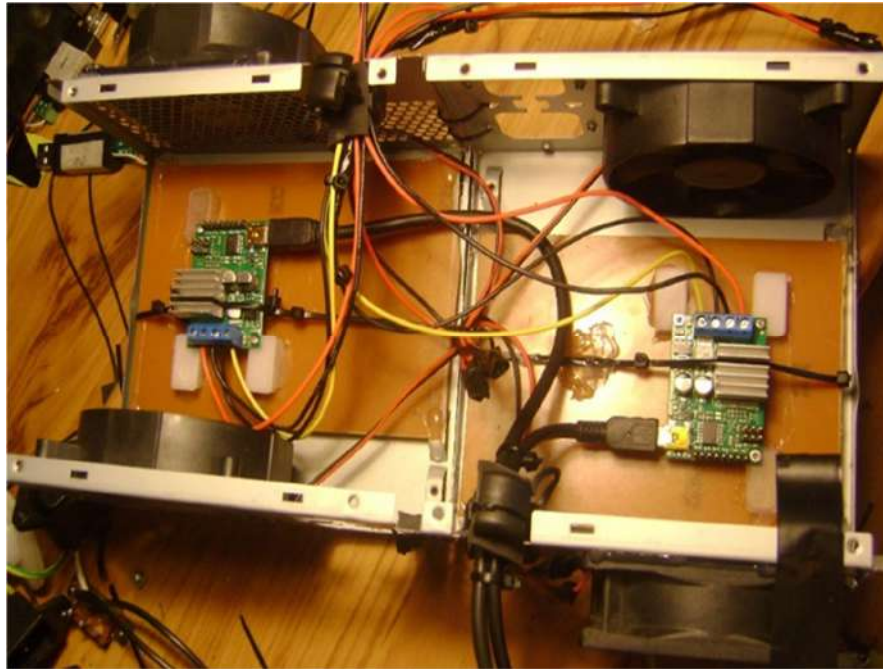


Figura 1.15: Armado de socket caja de conexiones para tarjetas Pololu Jrk.

1.2.2 Comunicación USB

La comunicación del Pololu Jrk 12v12 hacia la PC y viceversa, es por vía USB donde cada extremo del cable utiliza un tipo de conector diferente, es decir conectamos la PC con el Tipo A y la tarjeta Pololu Jrk 12v12 con el tipo Mini-B.

Con esto se elimina las sobrecargas eléctricas y evitamos dañar la tarjeta Pololu Jrk [6]. Ver Figura 1.16.



Figura 1.16: Cable USB 2.0 tipo A/Mini-B.

1.2.3 Motor DC

Los motores de corriente continua utilizados en la implementación son de inducción por imanes permanentes y debe tener la potencia-torque suficiente para vencer el peso de la estructura del asiento y el de los usuarios.

Las partes del motor:

- Inductor o carcasa
- Inducido o rotor
- Soporte de aluminio

- Rueda reductora
- Holgura de montaje
- Pistón roscado

Como se puede ver en la Figura 1.17.

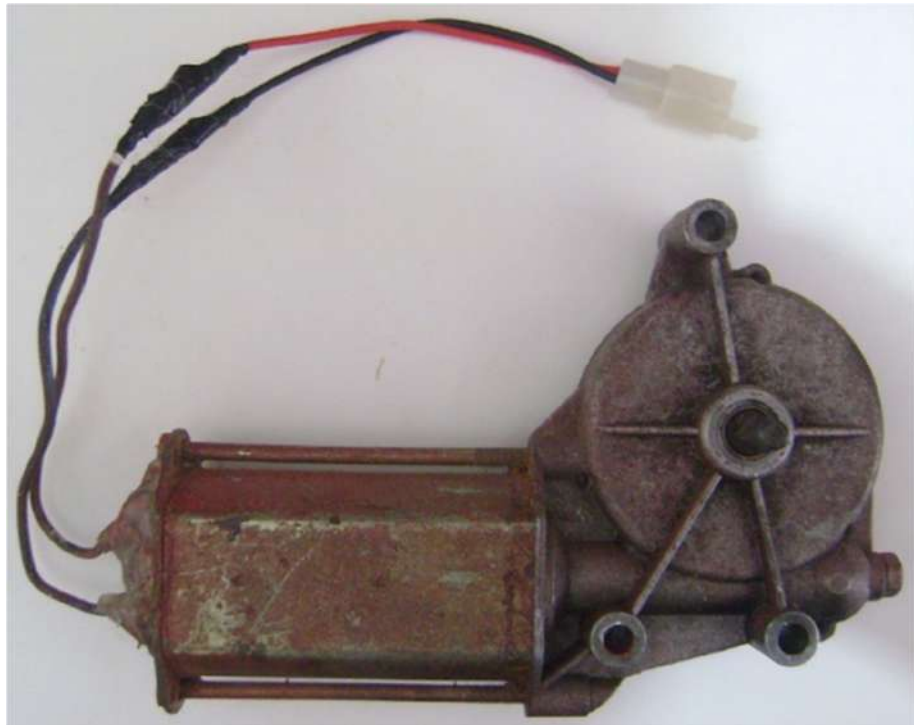


Figura 1.17: Motor DC marca Unus.

Características técnicas:

- Disponible en la versión de 12Vdc a 40 A, marca Unus.
- Resistentes, compactos y livianos.
- Bajo nivel de ruidos, durable.

- En el extremo del eje se encuentra el tallado el husillo sinfín para el accionamiento de la rueda reductora de velocidad.
- El motor está constituido con un sistema de reducción incorporado, que transforma la velocidad del motor de 2500 a 3000rpm.

1.2.4 Sistema biela manivela

Los dos motores DC tienen conectado su eje motriz a una manivela, ver figura 1.18, el cual le proporcionará el movimiento giratorio y a su vez se articulará a la biela, que presentará un movimiento lineal también llamado tipo vaivén [8].

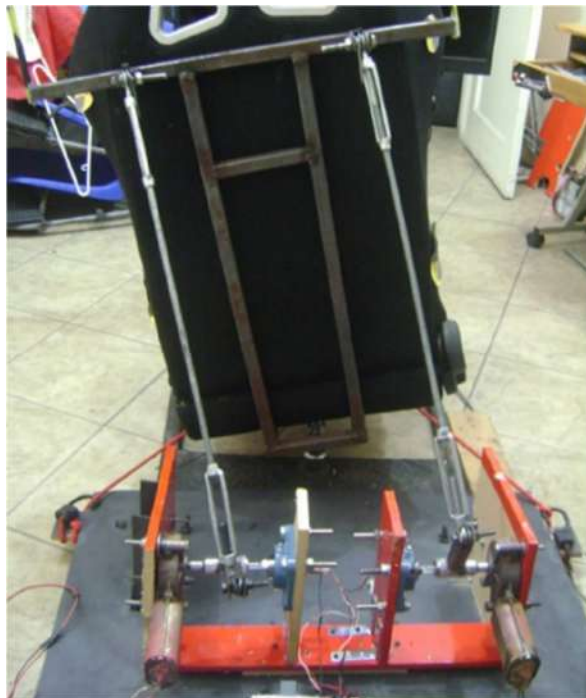


Figura 1.18: Sistema tarjetas Pololu Jrk con motores DC.

El sistema funciona de la siguiente manera:

- El eje posee el movimiento de giro que lo transmite a la manivela.
- La manivela convierte el giro del eje en un movimiento circular alrededor de su mango.
- La cabeza de la biela está unida al mango y por consiguiente esta con movimiento circular, entretanto que el pie de biela sigue una trayectoria lineal. Y el cuerpo de la biela cambia de orientación a cada instante.

Los motores se ajustan a la estructura del simulador situado en la parte inferior trasera, ver Figura 1.19.



Figura 1.19: Sistema biela-manivela.

1.2.5 Sensor Efecto Hall

El fenómeno Efecto Hall, fue descubierto en 1879 por el Físico norteamericano Edwin Herbert Hall. Radica básicamente en la obtención de una diferencia de potencial que llamaremos Voltaje Hall, ver la Figura 1.20, en dirección perpendicular tanto a la corriente por el semiconductor como al campo magnético externo [7], ver Anexo C.

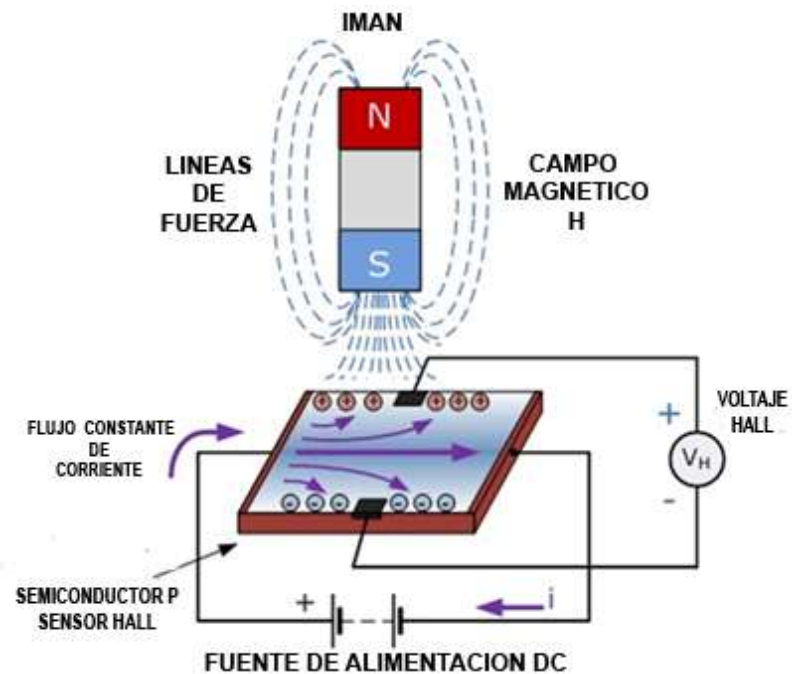


Figura 1.20: Fenómeno Efecto Hall [10].

El sensor Efecto Hall contiene:

- Un semiconductor
- Un imán o campo magnético B que incide perpendicularmente al semiconductor.

- Una corriente eléctrica I_H perpendicular al campo que es generada por una fuente externa.[9]

Los sensores de Efecto Hall SS496A1 se posicionaron en dirección del eje del motor DC la posición en el dispositivo Pololu Jrk 12v12, y se encuentran disponibles en el mercado internacional, ver Figura 1.21.

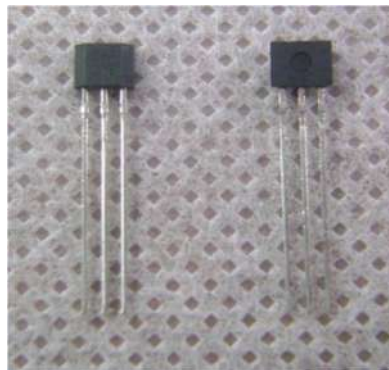


Figura 1.21: Vista sensores Efecto Hall SS496A1.

El diagrama de bloques del circuito del sensor radiométrico con Efecto Hall nos muestra en la etapa de salida una configuración en contrafase por transistores complementarios para poder tener una mejor salida de potencia de la señal [11], ver la Figura 1.22:

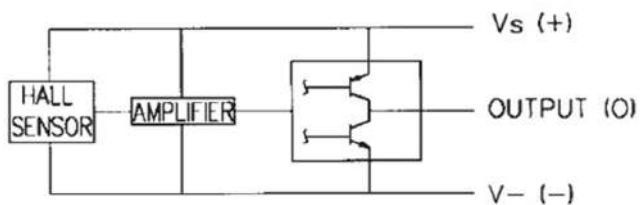


Figura 1.22: Diagrama de Bloques sensor Efecto Hall.

El campo magnético externo es producido por imanes de neodimio niquelado sus medidas son de 10 mm ancho x 1 mm de espesor, ver Figura 1.23.



Figura 1.23: Imanes de neodimio niquelado.

1.2.6 Configuración Pololu Jrk

Antes de conectar el Controlador del motor Pololu Jrk 12v12 vía USB, debemos instalar la aplicación de configuración en la versión 1.3, ver Figura 1.24. Además en la tarjeta viene instalado con el Firmware 1.4.



Figura 1.24: Versión 1.3 de Tarjeta Pololu Jrk 12v12.

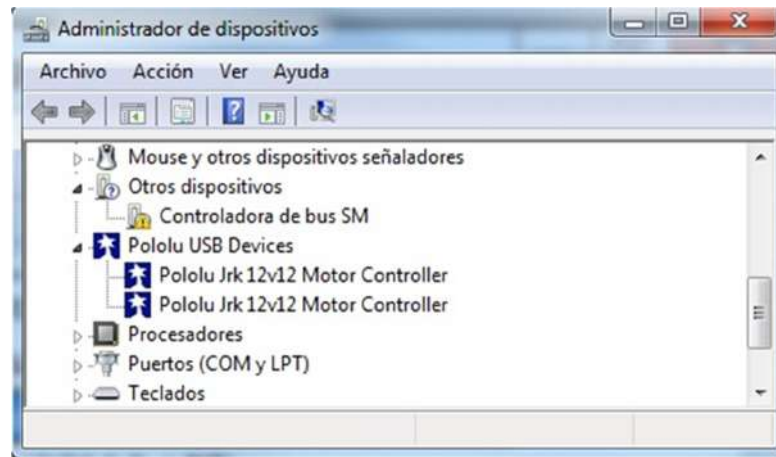


Figura 1.25: Administrador de Windows 7 Pololu Jrk UB.

En la Figura 1.25, al ser conectados vía USB las tarjetas Pololu Jrk 12v12 debemos verificar en el administrador la asignación de puertos de comunicación.

Los parámetros que se deben configurar se pueden ver en la Figura 1.26:

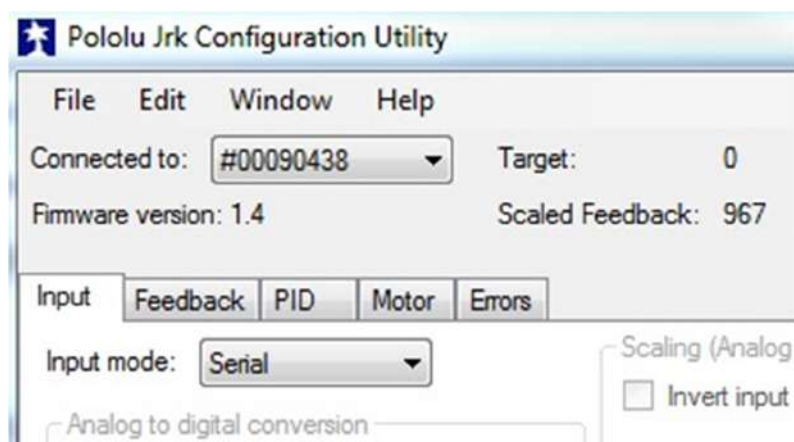


Figura 1.26: Parámetros de configuración Pololu Jrk 12v12.

- Entradas (Input).
- Retroalimentación (Feedback).
- PID contiene las pestañas para calcular las variables proporcionales, integrales y derivadas.
- Motor DC.
- Errores.

Los parámetros se van a configurar de la siguiente manera:

- Configuración de la entrada en modo serial configuramos los puertos COM, con una interface USB serial dual. En las entradas tenemos la tarjeta Jrk, el motor DC y la retroalimentación representada en el sensor Efecto hall. El target es de un rango de 0→ 0Vdc a 4095→ 5Vdc, donde valor de 2048 es el valor central donde no hay movimiento del motor DC, como se muestra en la Figura 1.27:

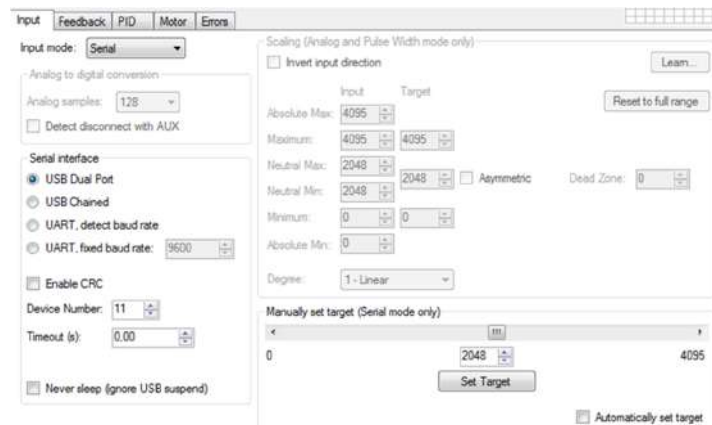


Figura 1.27: Entorno de tarjeta JRK-12v12 configuración entrada.

- El eje derecho e izquierdo, modo de voltaje analógico se configuró la retroalimentación, como se muestra en la Figura 1.28:

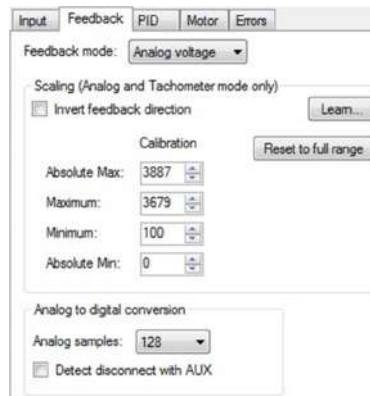


Figura 1.28: Entorno Jrk modo Retroalimentación eje derecho.

La retroalimentación debe ser configurada entre los siguientes rangos de 0→ posición mínima y 4095→ posición máxima, como se muestra en la Figura 1.29.

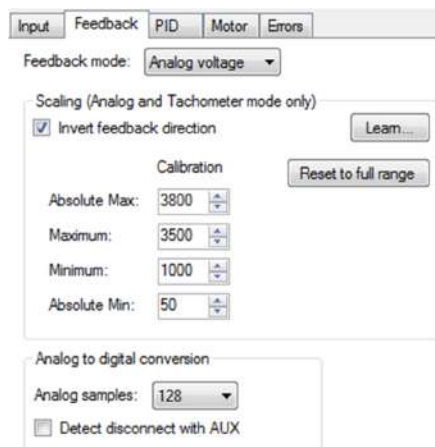


Figura 1.29: Modo Retroalimentación eje izquierdo.

En el eje izquierdo se invierte la señal debido a que las salidas de los ejes de los motores DC se enfrentan.

Configuración PID eje izquierdo y derecho, ver Figura 1.30.

Input Feedback PID Motor Errors

Proportional Coefficient: $\frac{1}{2} = 0.25000$

Integral Coefficient: $\frac{1}{3} = 0.12500$

Derivative Coefficient: $\frac{0}{2} = 0.00000$

PID period (ms): 10

Integral limit: 1000

Reset integral when proportional term exceeds max duty cycle

Feedback dead zone: 50

Figura 1.30: Configuración PID.

Configuración de motor eje izquierdo y derecho ver Figura 1.31:

Input Feedback PID Motor Errors

PWM frequency: 20 kHz

Invert motor direction Detect Motor Direction

Asymmetric

	Forward	Reverse	
Max. duty cycle:	600	600	(600 means 100%)
Max. acceleration:	600	600	(600 means no limit)
Brake duration (ms):	0	0	
Max. current (A):	12.069	12.069	(0.000 means no limit)
Current calibration:	149	149	

Max. duty cycle while feedback is out of range: 600 (600 means 100%)

When motor is off: Brake Coast

Figura 1.31: Configuración Motor.

1.2.7 Fuente de alimentación 12Vdc

La fuente de alimentación es de 12Vdc marca Antel. En la figura 1.32, son los que proporcionan energía a la tarjeta Pololu Jrk 12v12 y está los motores DC.



Figura 1.32: Fuente de alimentación 12Vdc.

La instalación eléctrica de los dispositivos debe poseer sistemas de protección y seguridad, para proteger a las tarjetas Pololu Jrk ver Figura 1.33.



Figura 1.33: Tomas de energía.

Las fuentes de alimentación utilizadas para energizar los motores DC deben cumplir con los siguientes datos de placa ver Figura 1.34:



Figura 1.34: Datos de placa Fuente de alimentación 12Vdc.

1.3 Dispositivo 2

1.3.1 Cilindro mecatrónico SCN5

El cilindro mecatrónico SCN5 consiste en un mecanismo de transferencia de movimiento rotacional en el eje del servomotor, a un movimiento lineal en el vástago.

Posee un motor de paso, un encoder y un servo control, ver Anexo A.

Los cilindros mecatrónicos tienen su principal aplicación para el manejo de líneas de procesos automáticos, robots, etc.

Para el simulador buscamos cilindros mecatrónicos que nos ofrezcan cualidades de precisión, fiables, de fácil control e instalación, ver Figura 1.35.



Figura 1.35: Actuadores Mecatrónicos SCN5.

Entre sus cualidades se pueden utilizar cables eléctricos para transmitir señales de control y de alimentación eléctrica. Las restricciones de distancia no existen entre la fuente de alimentación y el cilindro mecatrónico.

1.3.2 Comunicación USB-RS485

Para la comunicación de los cilindros mecatrónicos SCN5 con la PC hemos utilizado dos adaptadores USB a RS485:

- Prolific PL2303.

- FTID FT232R.

Por medio del adaptador Prolific PL2303 que adapta la señal USB a una rs485, ver Figura 1.36.



Figura 1.36: Adaptador PL2303.

Una vista interna, ver la figura 1.37:

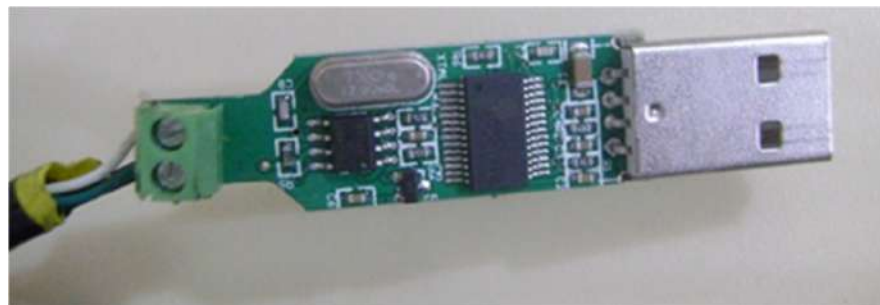


Figura 1.37: Vista interna adaptador PL2303.

Se necesitó obtener un punto de tierra debido a que el adaptador no respondía al estar conectado al puerto USB de la PC, ver Figura 1.38.



Figura 1.38: Cable conectado al pin de tierra de PL2303.

Una vez soldado el cable de tierra del cilindro mecatrónico SCN5, se produce la asignación de puertos, ver Figura 1.39.

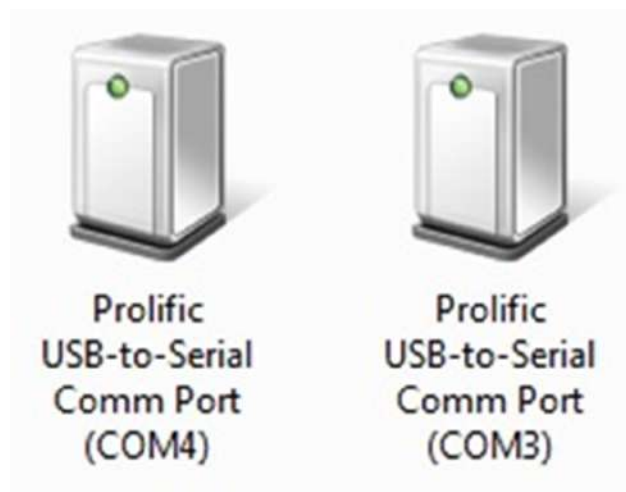


Figura 1.39: Puertos asignados a los adaptadores USB-RS485.

El siguiente adaptador es el FTID FT232R que en el mercado se lo encuentra con el nombre genérico Devantech

Los cilindros mecatrónicos SNC5 se comunican a la PC por medio de un adaptador de interface USB a RS485 veamos la figura 1.40:



Figura 1.40: Adaptador Devantech USB-RS485.

Como podemos en la figura 1.41, una vista interna:

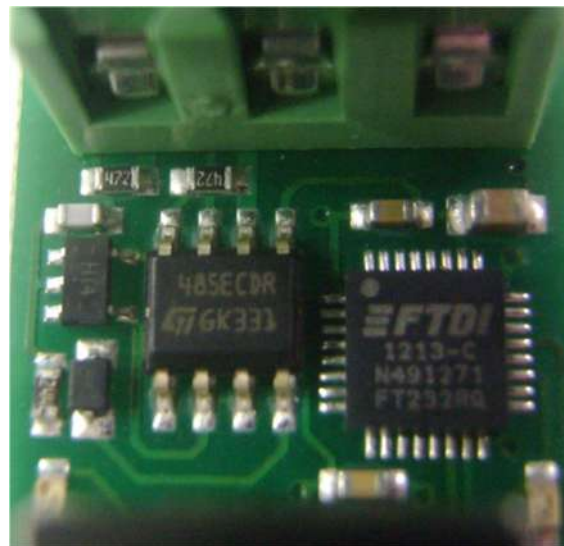


Figura 1.41: Chips Devantech USB-RS485.

Una vez conectados los cables de comunicación y alimentación, entonces ya se cuenta con el SCN5 energizado con 24Vdc, abrimos el programa.

Los cables de conexión se ven en la Figura 1.42:



Figura 1.42: Cables tipo USB y USB tipo B.

La asignación de puertos, se puede ver en la Figura 1.43:



Figura 1. 43: Puertos asignados adaptadores Devantech USB-RS485.

1.3.3 TBVST SCN5

Los parámetros del SNC5 que se configuran con el programa TBVST [12]. Una vez conectados los cables de comunicación y alimentación, entonces ya se cuenta con el SCN5 energizado con 24Vdc, abrimos el programa TBVST y se muestra la ventana de presentación, ver Figura 1.44.



Figura 1.44: Inicio de programa TBVST.

Seleccionamos el puerto del SCN5 en este caso será el COM9, ver la Figura 1.45.

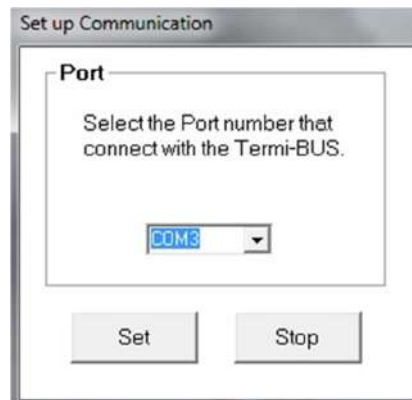


Figura 1.45: Puesta a punto de Comunicación.

Esperamos que se identifique el puerto COM9 que está conectado al eje izquierdo, ver Figura 1.46.

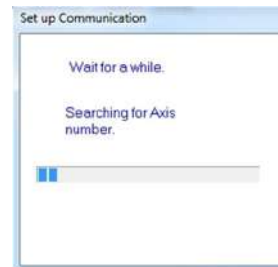


Figura 1.46: Estableciendo Comunicación con el SNC5.

La Figura 1.47 nos muestra el entorno del programa TBVST, después de establecerse la comunicación se desplegará el siguiente menú. Para el eje izquierdo se le asigna el valor de 0 y para el eje derecho se asigna el valor de 1.

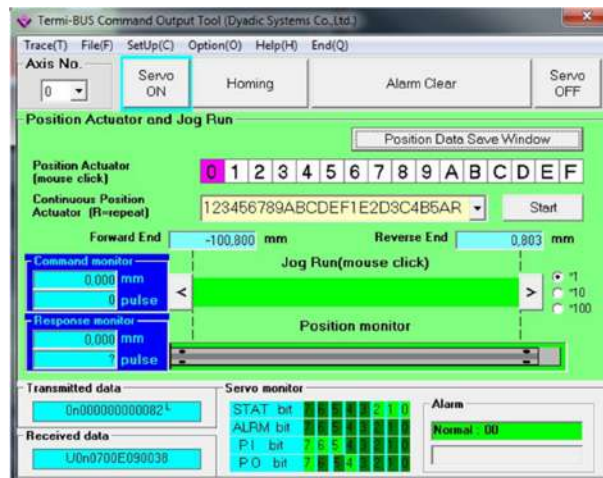


Figura 1.47: Entorno TBVST.

Hacemos click en Homing y el cilindro mecatrónico se desplazará automáticamente para iniciar la configuración.

La Figura 1.48. Se activan las funciones de Jon run y position monitor.

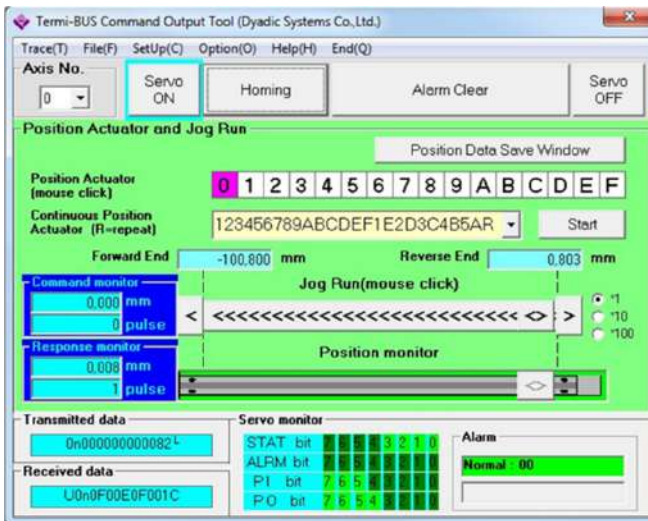


Figura 1.48: Puesta a punto de Comunicación SNC5 y TBVST.

Los 3 parámetros que necesitamos configurar en el SCN5 se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1: Parámetros iniciales del SCN5.

	Posición objetivo	Velocidad de movimiento
Posición 0	0 mm	400 mm/s
Posición 1	10 mm	200mm/s
Posición 2	5 mm	300 mm/s

Las 3 posiciones son básicas para poner la puesta a punto de los SCN5, dando click a la siguiente secuencia [posición 0] → [posición 1] → [posición 2] se deslizará automáticamente a los extremos y al centro de la biela del cilindro mecatrónico SCN5, o se puede deslizar el mouse dando click izquierdo sobre la barra Jog Run, ver Figura 1.49.

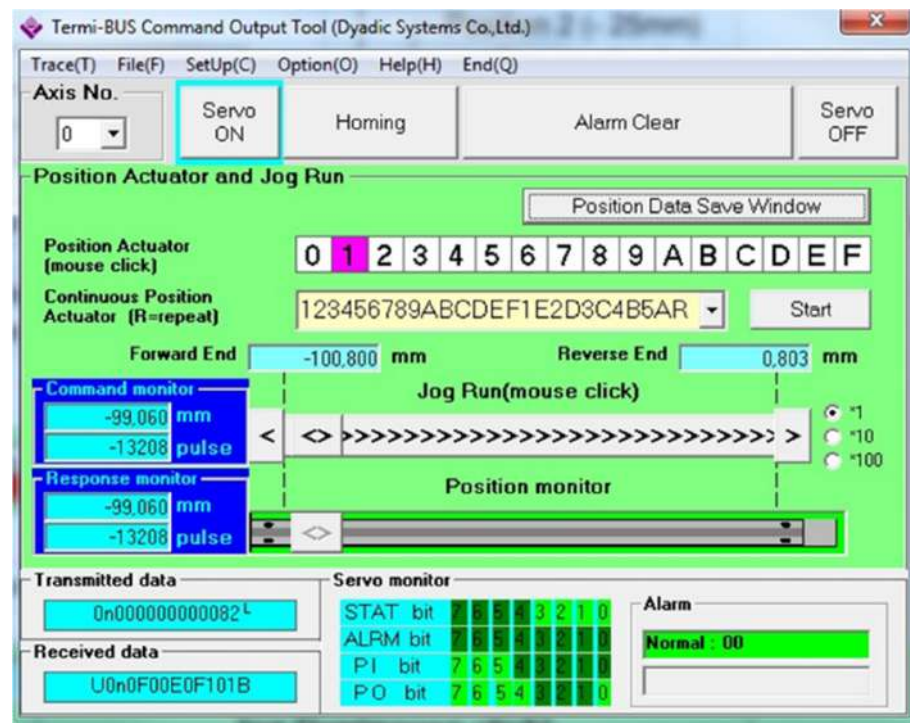


Figura 1.49: Puesta a punto inicial del SCn5.

Se puede cambiar las posición 0, 1 y 2 haciendo click en la pestaña Position data Save Window, donde sale el mensaje de reemplazo de posiciones.

Aparece un mensaje donde se pregunta si se desea editar las posiciones actuales, como se muestra en la Figura 1.50.

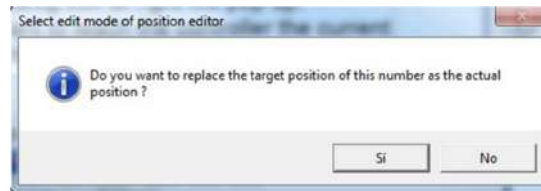


Figura 1.50: Reemplazo de posiciones del SCN5.

Como se muestra en la Figura 1.51, enseguida sale el menú de edición posiciones, velocidades y aceleraciones.

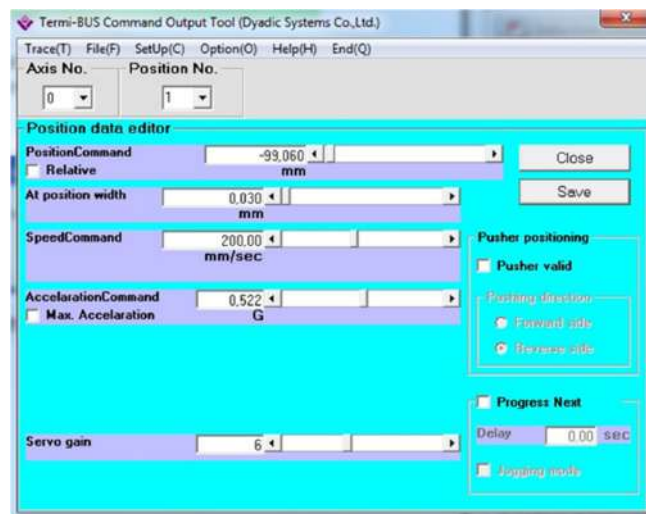


Figura 1.51: Editor de posiciones del SCN5.

Para realizar un movimiento programado sin fin, se coloca la secuencia 021R, se da click start y se moverá de la [posición 0] → [posición 2] →

[posición 1] → [posición 0] → [posición 2] → [posición 1] y así sucesivamente hasta dar click en stop, ver Figura 1.52.

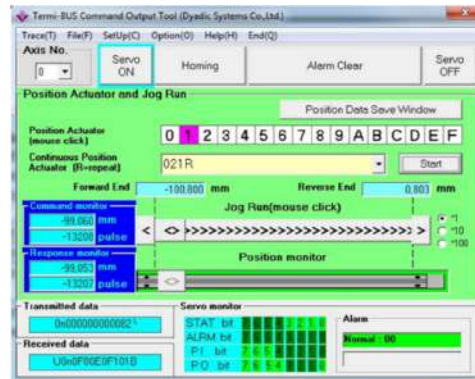


Figura 1.52: Secuencia de puesta a punto del SCN5.

1.3.4 Configuración Software X-Sim

Se debe configurar el SCN5 con el programa X-sim Converter, donde en la Figura 1.53 vemos el entorno.



Figura 1.53: Entorno de configuración nuevos ejes.

En el menú de la izquierda se selecciona la opción Math Setup, ver la Figura 1.54.

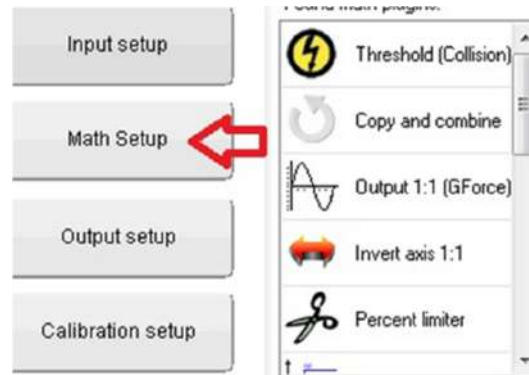


Figura 1.54: Selección de Math Setup.

En la opción “Add axis”, se da la posibilidad de agregar un nuevo eje sea este izquierdo o derecho y debemos asignarle el actuador SCN5 correspondiente, ver Figura 1.55

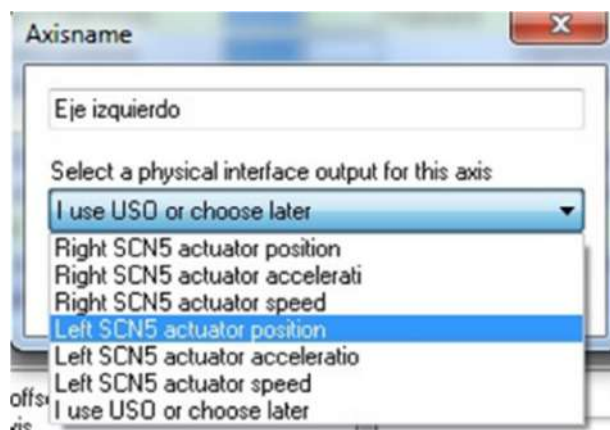


Figura 1.55: Nombramiento de ejes.

Cada eje debe tener los 3 efectos físicos principales como son el Freno, la Aceleración y la Fuerza G, ver Figura 1.56.

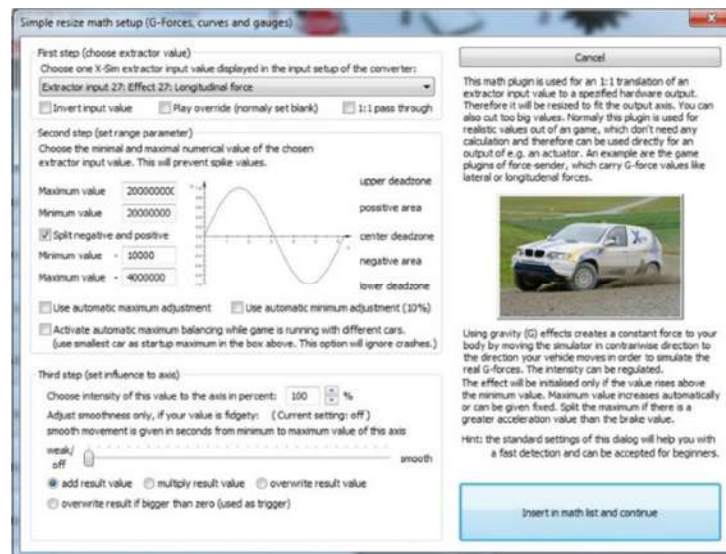


Figura 1.56: Entorno de configuración de efectos físicos.

Los valores iniciales de freno se pueden ver en la Tabla 2.

Tabla 2 Parámetros iniciales de Freno en SCN5

Máximo Valor(+)	2000000000
Mínimo Valor(+)	200000000
Mínimo valor (-)	10000
Máximo valor (-)	40000000

Aceleración corresponde a la entrada 27 fuerza longitudinal, ver Tabla 3:

Tabla 3: Parámetros iniciales de Aceleración enSCN5

Máximo Valor(+)	1600000
Mínimo Valor(+)	10000
Mínimo valor (-)	20000000
Máximo valor (-)	200000000

Fuerza de Gravedad corresponde a la entrada 25 fuerzas laterales ver Tabla 4:

Tabla 4: Parámetros iniciales de Fuerza de Gravedad SCN5

Máximo Valor(+)	2500000
Mínimo Valor(+)	500000
Mínimo valor (-)	500000
Máximo Valor (-)	2500000

1.3.5 Fuente de alimentación 24Vdc

La fuente de alimentación es de 24Vdc marca Antel. Son los que proporcionan energía a los cilindros mecatrónicos SCN5 y a los motores DC, ver Figura 1.57.



Figura 1.57: Fuente de alimentación 24Vdc.

Como se ve en la Figura 1.58 Las tomas de la fuente de alimentación deben ser protegidas y seguridad para proteger las tarjetas de los cilindros mecatrónicos SCN5.



Figura 1.58: Tomas de energía.

Las fuentes de alimentación utilizadas deben cumplir con los siguientes datos de placa, ver la Figura 1.59:

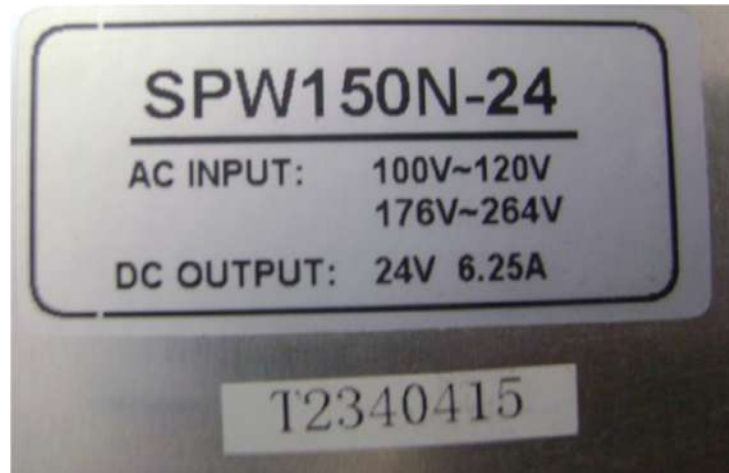


Figura 1.59: Datos de placa Fuente de alimentación 24Vdc.

CAPÍTULO 2

2. RESULTADOS OBTENIDOS

En este capítulo se recopilan las pruebas realizadas durante el desarrollo del proyecto profesional. Estas pruebas son aplicadas con los dos dispositivos en el simulador de carreras.

2.1 Resultados dispositivo 1

Una vez implementado y configurado las tarjetas Pololu Jrk 12v12 se obtuvieron los resultados del comportamiento dispositivo en lazo cerrado. Durante un intervalo de tiempo de los últimos 5 segundos tiempo, tanto para el eje izquierdo y derecho respectivamente:

- En la Figura 2.1 vemos 3 variables, la entrada y los ciclos de trabajo tanto el deseado (target) como el real, se observa que el ciclo de trabajo del eje izquierdo responden al movimiento del motor DC:

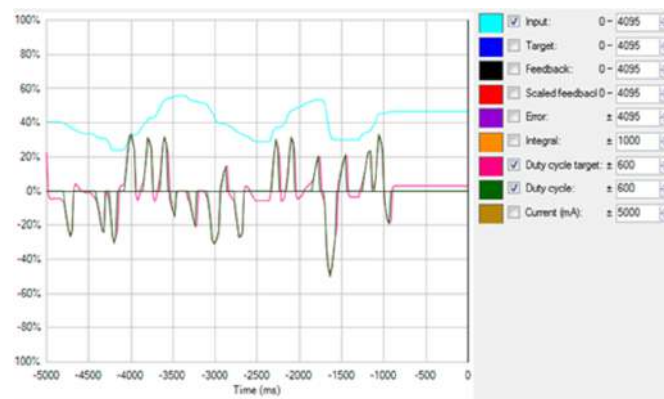


Figura 2.1: Entrada y Ciclos de trabajo del eje izquierdo.

En este gráfico vemos la variable entrada y la variable de ciclo de trabajo. Se observa que el ciclo de trabajo del eje derecho responde al movimiento del motor DC, como se muestra en la Figura 2.2.

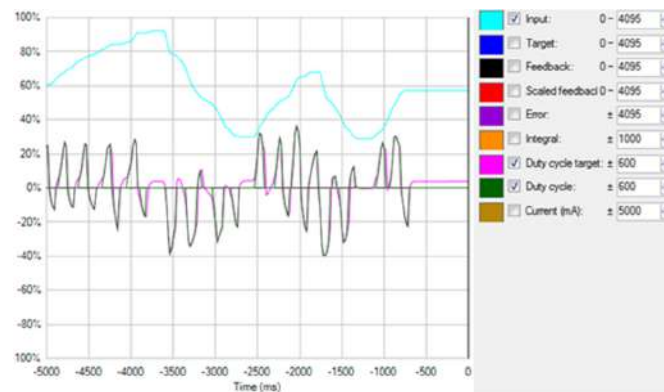


Figura 2.2: Entrada Ciclos de trabajo del eje derecho.

La Figura 2.3 nos muestra que la señal es estable debido a una adecuada retroalimentación.

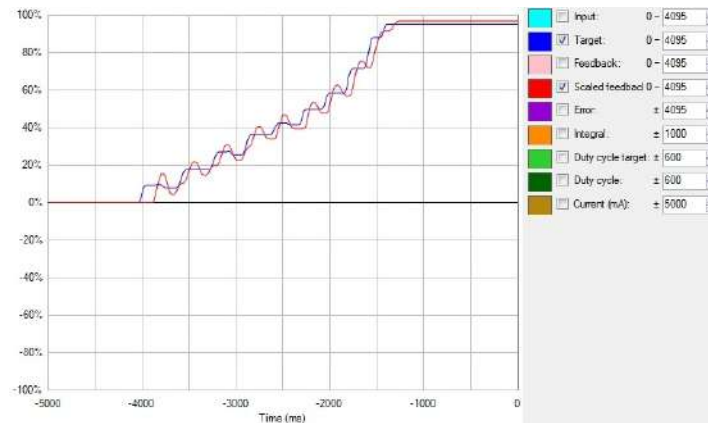


Figura 2.3: Señal de Retroalimentación sin fallas.

- Una inadecuada retroalimentación con respecto a su target es decir mal configurado da como respuesta la siguiente gráfica que se muestra en la Figura 2.4:

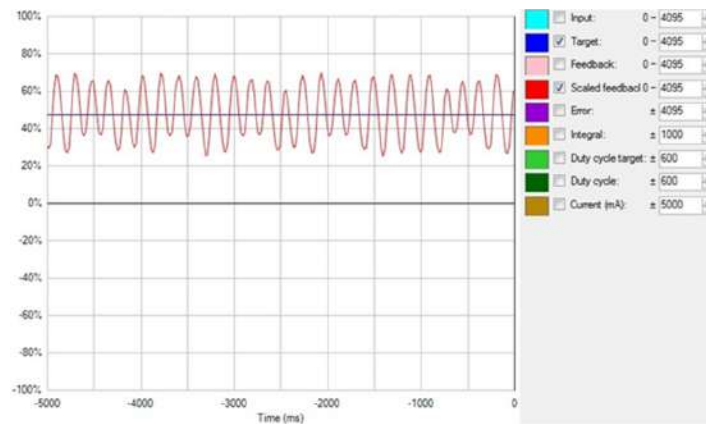


Figura 2.4: Señal de Retroalimentación con fallas.

- Es posible observar los errores en tiempo real ofreciendo una herramienta para tomar acciones rápidas para evitar daños de la tarjeta Jrk 12v12. Por ejemplo en la Figura 2.5, el funcionamiento del eje izquierdo presenta 12 excesos de corriente en el motor DC y pérdida de comunicación 2 veces.

Bit mask	Error	Setting	Currently stopping motor?	Occurrence count
0x0001	Awaiting command	<input checked="" type="radio"/> Enabled and latched	No	2
0x0002	No power	<input checked="" type="radio"/> Enabled	No	0
0x0004	Motor driver error	<input checked="" type="radio"/> Enabled	No	0
0x0008	Input invalid	<input checked="" type="radio"/> Enabled	No	0
0x0010	Input disconnect	<input checked="" type="radio"/> Disabled	No	0
0x0020	Feedback disconnect	<input checked="" type="radio"/> Disabled	No	0
0x0040	Max. current exceeded	<input checked="" type="radio"/> Disabled	No	12
0x0080	Serial signal error	<input checked="" type="radio"/> Disabled	No	0
0x0100	Serial overrun	<input checked="" type="radio"/> Disabled	No	0
0x0200	Serial RX buffer full	<input checked="" type="radio"/> Disabled	No	2
0x0400	Serial CRC error	<input checked="" type="radio"/> Disabled	No	0
0x0800	Serial protocol error	<input checked="" type="radio"/> Disabled	No	0
0x1000	Serial timeout error	<input checked="" type="radio"/> Disabled	No	0

Figura 2.5: Errores eje izquierdo.

- La lista de errores de funcionamiento del eje derecho se presenta 6 excesos de corriente en el motor DC y pérdida de comunicación 2 veces, ver Figura 2.6:

Bit mask	Error	Setting	Currently stopping motor?	Occurrence count
0x0001	Awaiting command	<input checked="" type="radio"/> Enabled and latched	No	2
0x0002	No power	<input checked="" type="radio"/> Enabled	No	0
0x0004	Motor driver error	<input checked="" type="radio"/> Enabled	No	0
0x0008	Input invalid	<input checked="" type="radio"/> Enabled	No	0
0x0010	Input disconnect	<input checked="" type="radio"/> Disabled	No	0
0x0020	Feedback disconnect	<input checked="" type="radio"/> Disabled	No	0
0x0040	Max. current exceeded	<input checked="" type="radio"/> Disabled	No	6
0x0080	Serial signal error	<input checked="" type="radio"/> Disabled	No	0
0x0100	Serial overrun	<input checked="" type="radio"/> Disabled	No	0
0x0200	Serial RX buffer full	<input checked="" type="radio"/> Disabled	No	2
0x0400	Serial CRC error	<input checked="" type="radio"/> Disabled	No	0
0x0800	Serial protocol error	<input checked="" type="radio"/> Disabled	No	0
0x1000	Serial timeout error	<input checked="" type="radio"/> Disabled	No	0

Figura 2.6: Errores eje derecho.

- La retroalimentación comparada con la retroalimentación escalada del eje derecho tenemos la siguiente gráfica, ver Figura 2.7:

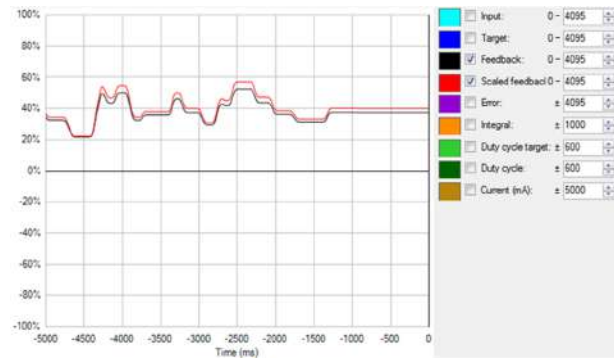


Figura 2.7: Señal no invertida de retroalimentación eje izquierdo.

- La retroalimentación comparada con la retroalimentación escalada del eje izquierdo tenemos la siguiente gráfica. Son trazas opuestas debido a que esta señal tiene la dirección de la retroalimentación invertida para poder físicamente enfrentar los motores y no tener que desmontarlo para conseguir una posición adecuada de funcionamiento con respecto a la biela-manivela, ver Figura 2.8.

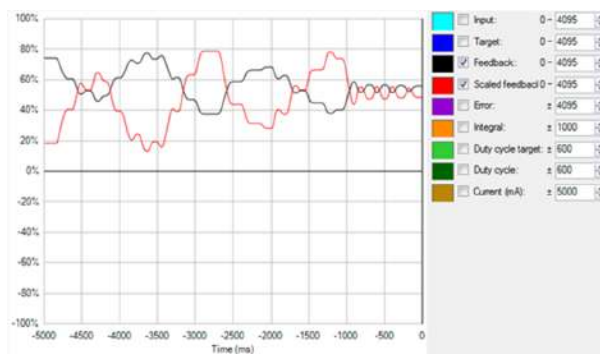


Figura 2.8: Señal invertida de retroalimentación eje derecho.

- Error de la señal en el eje izquierdo se mantiene alrededor del 0%, ver Figura 2.9:

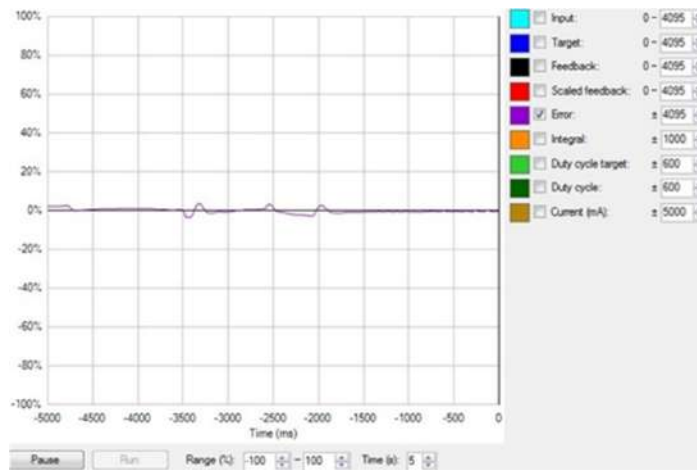


Figura 2.9: Error de la señal en el eje izquierdo.

- Error de la señal en el eje derecho se mantiene alrededor del 0%, ver Figura 2.10

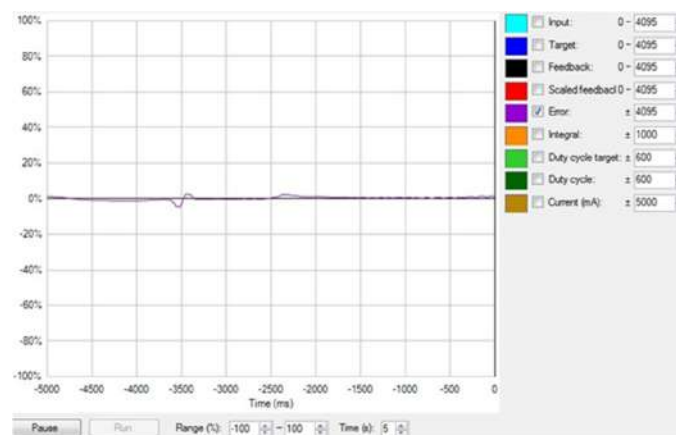


Figura 2.10: Error de la señal en el eje derecho.

2.2 Resultados dispositivo 2

Desde el inicio de las pruebas se observó un comportamiento raro en el SNC5, para ser más preciso, se encontró el principal problema en la comunicación. El adaptador Prolific PL2303 USB- RS485. Después de 3 a 5 minutos de operación se suscitaba un pantallazo azul. Con los siguientes mensajes de errores, ver Figura2.11:

- MULTIPLE_IRP_COMPLETE_REQUEST.
- DRIVER_IRQL_NOT_LESS_OR_EQUAL.



```
A problem has been detected and windows has been shut down to prevent damage
to your computer.

The problem seems to be caused by the following file: discache.sys
MULTIPLE_IRP_COMPLETE_REQUESTS

If this is the first time you've seen this stop error screen,
restart your computer. If this screen appears again, follow
these steps:

Check to make sure any new hardware or software is properly installed.
If this is a new installation, ask your hardware or software manufacturer
for any windows updates you might need.

If problems continue, disable or remove any newly installed hardware
or software. Disable BIOS memory options such as caching or shadowing.
If you need to use safe mode to remove or disable components, restart
your computer, press F8 to select Advanced Startup Options, and then
select Safe Mode.

Technical Information:

*** STOP: 0x00000044 (0xfffffa800d5df330, 0x00000000000001d7b, 0x0000000000000000,
0x0000000000000000)

*** discache.sys - Address 0xfffff8800b14a0ec base at 0xfffff88002fd2000 DateStamp
0x4a5bc52e
```

Figura 2.11: Pantallazo azul con error de hardware.

Esto provocaba que el simulador se inhibiera.

El principal inconveniente fue el daño del sistema operativo de la PC, la cual tuvo que ser formateada.

Según el servicios al cliente de Microsoft es posible una incompatibilidad con Windows 7, es decir pueden ser problemas tanto de hardware como de software.

Se pudo verificar que los inconvenientes pueden venir directamente desde el adaptador Prolific USB –RS485 por no ser certificado el hardware y software del chip PL2303 provocando los pantallazos azules indeseables y perjudiciales.

Las señales de los cilindros mecatrónicos SCN5 se pueden analizar por medio de una aplicación que viene con el X-sim, se llama Output Analyzer (Analizador de salidas).

Se realizó cuatro medidas de las posiciones de los ejes derechos e izquierdas, configurados en X-Sim, ver la Tabla 5:

Tabla 5: Ejes derecho e izquierdo SCN5

SCN5 SN:A2001612	EJE DERECHO
SCN5 SN:A2001586	EJE IZQUIERDO

- Nivel de intensidad de ejes al 0%, ver Figura 2.12

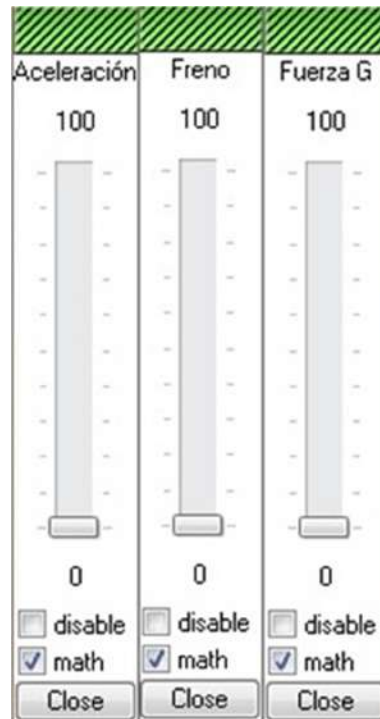


Figura 2.12: Nivel de intensidad de ejes al 0%.

- Señal de ejes derecho e izquierdo con nivel de intensidad 0%, ver Figura 2.13



Figura 2.13: Señal con intensidad de ejes al 0%.

- Nivel de intensidad de ejes al 25%, ver Figura 2.14

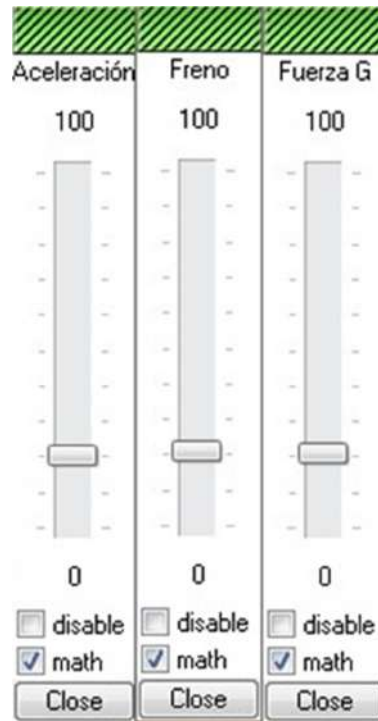


Figura 2.14: Nivel de intensidad de ejes al 25%.

- Señal de ejes derecho e izquierdo con nivel de intensidad 25%, ver Figura 2.15



Figura 2.15: Señal de intensidad de ejes al 25%.

- Nivel de intensidad de ejes al 50%, ver Figura 2.16

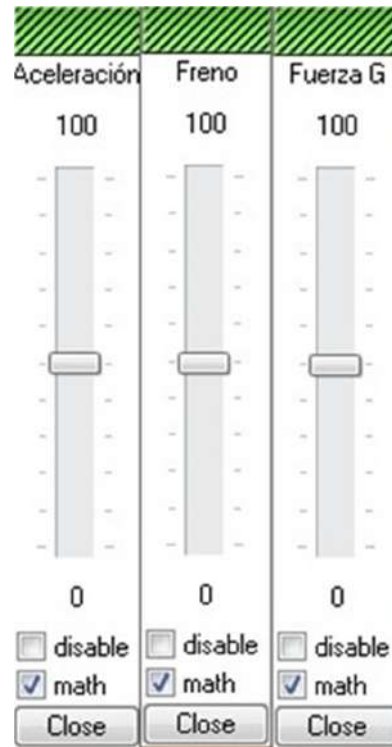


Figura 2.16: Nivel de intensidad de ejes al 50%.

- Señal de ejes derecho e izquierdo con nivel de intensidad 50%, ver Figura 2.17

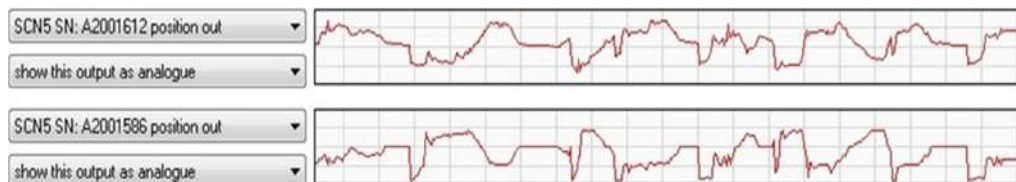


Figura 2.17: Señal con intensidad de ejes al 50%.

- Nivel de intensidad de ejes al 75%, ver Figura 2.18

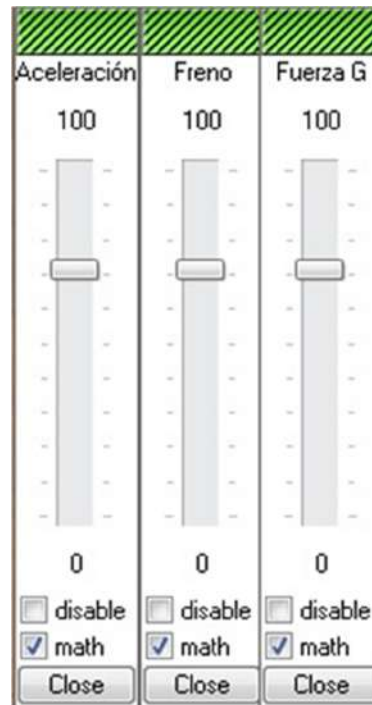


Figura 2.18: Nivel de intensidad de ejes al 75%.

- Señal de ejes derecho e izquierdo con nivel de intensidad 75%, ver Figura 2.19

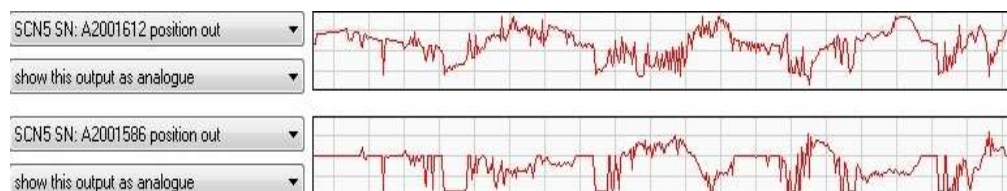


Figura 2.19: Señal con intensidad de ejes al 75%.

- Nivel de intensidad de ejes al 100%, ver Figura 2.20

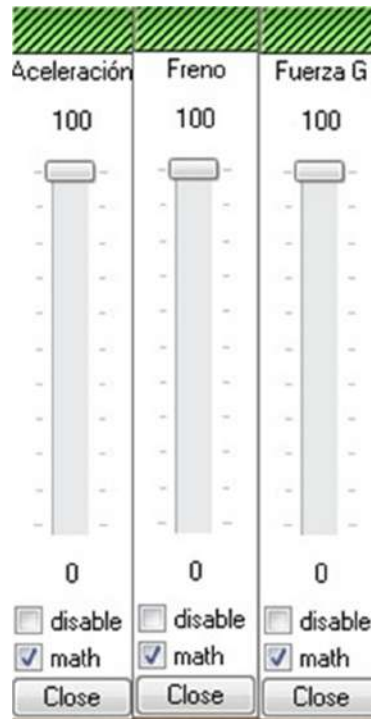


Figura 2.20: Nivel de intensidad de ejes al 100%.

- Señal de ejes derecho e izquierdo con nivel de intensidad 100%, ver Figura 2.21

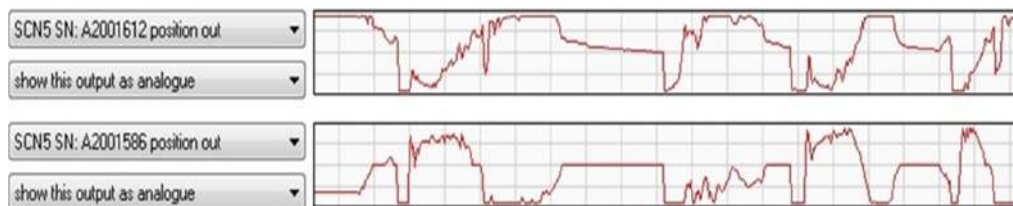


Figura 2.21: Señal con intensidad de ejes al 100%.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

1. Es necesario saber la configuración del ajuste en modo proporcional, integral y derivativo del controlador de la tarjeta Pololu Jrk 12v12 que funciona por retroalimentación.
2. Los parámetros PID generan estabilidad en la señal debido al buen funcionamiento del sensor de Efecto Hall, que se encuentra conectado a los pines de retroalimentación, 5V y tierra.
3. Las ventajas de utilizar este tipo de sensor de Efecto Hall, es la eliminación de los problemas de desgaste mecánicos de los potenciómetros rotacionales lineales, Se debe colocar un capacitor para eliminar corrientes parasitas entre los pines de alimentación del sensor.
4. El Efecto Hall es muy sensitivo a los cambios de dirección del campo magnético.

5. Los 2 motores DC conectados a la tarjeta Pololu Jrk no completa toda la rotación respecto a su eje, sino solamente $\frac{1}{4}$ de la misma, en dirección a favor y en contra de las manecillas del reloj. Con esto quedan listos para su funcionamiento.
6. Los cilindros mecatrónicos SCN5 se utiliza menos tiempo en la configuración de trabajo de instalación en comparación con los dispositivos Pololu. Los actuadores SCN5 se recomiendan a nivel de entretenimiento por su fácil montaje y desmontaje.

Recomendaciones

1. Se recomienda utilizar el adaptador Devantech USB-RS485 de buena calidad y con garantía de origen. En este caso no se recomienda utilizar los adaptadores Prolific 2303 que no son compatibles con los drivers con Windows 7.
2. No retirar el sensor de Efecto Hall SS496A1 del campo magnético cuando el sistema este energizado, de caso contrario dañaría el sensor y por consiguiente la pérdida de la retroalimentación del motor.
3. Es aconsejable como medida para evitar desajustes del sensor Efecto hall se encuentre a 3 mm de los polos del imán. Que se fije con referencia a los imanes y que estén siempre en la misma distancia.
4. Se recomienda tener estructuras bien soldadas, equipos ventilados como el caso de los cilindros mecatrónicos SCN5 no se debe encapsular. Y colocar protecciones para evitar sobrecargas.
5. En la instalación final del equipo los actuadores deben ser cubiertos para evitar contacto con el usuario y polvo. Siempre colocando canales de ventilación.

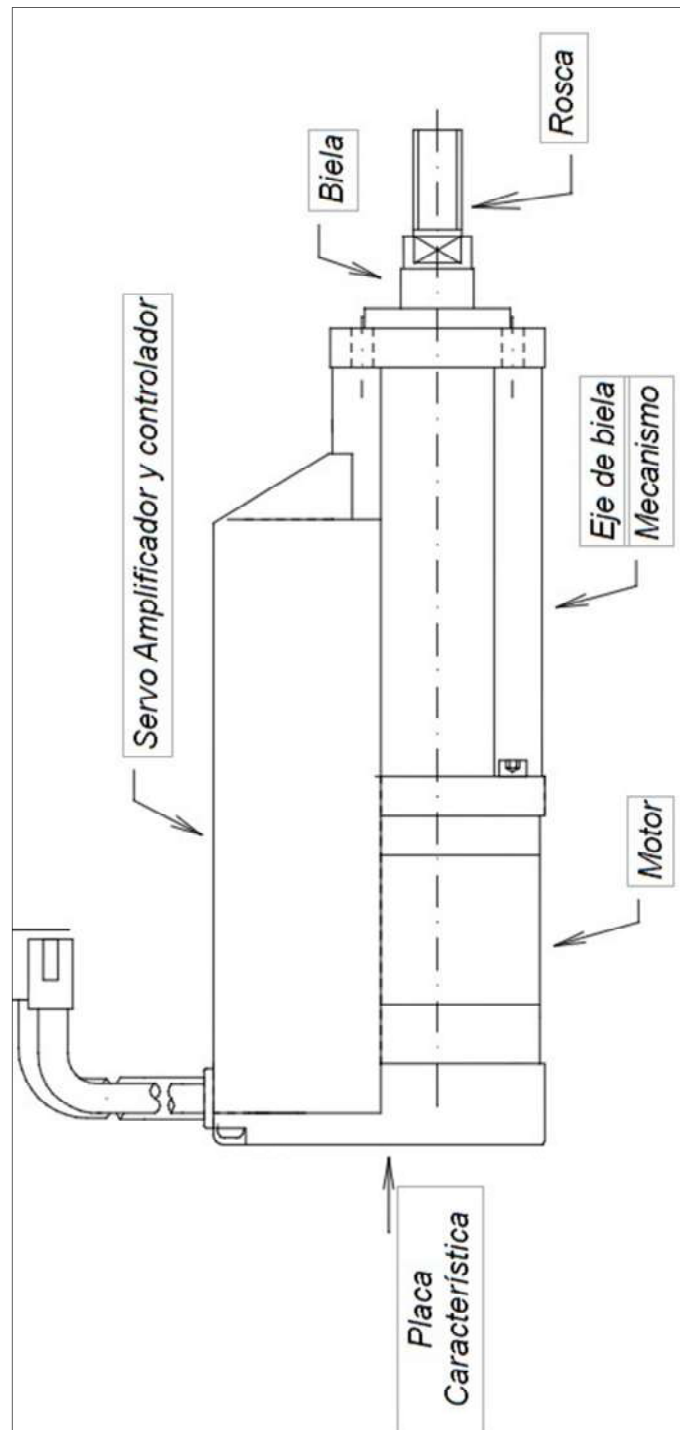
BIBLIOGRAFÍA

- [1] Velázquez Javier, Temas Selectos de Neurociencias, 2nd Edición, 2001
- [2] Pizarro Bernarda, Vanegas María, Importancia del Desarrollo Sensorial en el Aprendizaje del Niño, Universidad de Cuenca, 2013
- [3] Quirós Pablo, Zurita Carlos, Implementación de sistema de actuación del simulador CESNA, Universitat Politècnica de Catalunya, 2009
- [4] Barros Jorge, Morán José, Cosmosf1 Arcade Manager, Versión 2.0.01027, 2014
- [5] Image Space Inc., rFactor 1, version 1255, 2007
- [6] Pololu Corporation, Pololu Jrk 12V12 USB, Motor Controller User's Guide, 2010
- [7] Serway Raymond, Física Volumen 2, 7ma Edición, 2009
- [8] Tecnología 1º eso, Maquinas y mecanismos, MecanESO, 2005
- [9] Bordóns Carlos, Sensores Acondicionamiento de Señal Actuadores, Universidad de Sevilla, 2010
- [10] Electromagnetismo Hall,
[http:// www.electronics-tutorials.ws/electromagnetism/hall](http://www.electronics-tutorials.ws/electromagnetism/hall) , fecha de consulta julio 2015
- [11] Cirovic Michael Electrónica fundamental: dispositivos circuitos y sistemas, Bordóns Carlos, 1ª Edición, 2003
- [12] Dyadic Systems Co.Ltd, TBSVT Manual, Versión 3.05, 2009

ANEXOS

ANEXO A.

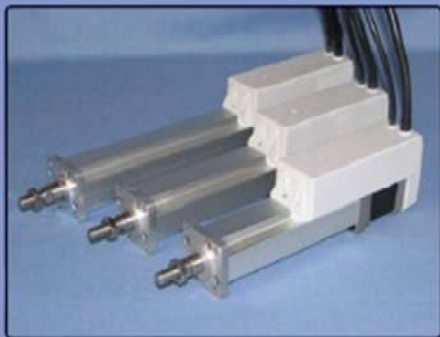
MODELO CILINDRO MECATRONICO SCN5




Dyadic
MECHATRONICS CYLINDER

SCN5 Economy Model

10kgf type



The SCN5 model Mechatronics Cylinders were developed in response to popular demand for a compact, affordable servo linear actuator. The cost of SCN5 actuators is roughly equivalent to that of air cylinders with accessories such as FRL, flow controls, reed switches, valves, etc.

With speed up to 400mm/s and stroke up to 300mm, SCN5 actuators are suited to a wide variety of applications. Different speeds and positions can be programmed as necessary, and it is also possible to control the force applied to the workpiece!

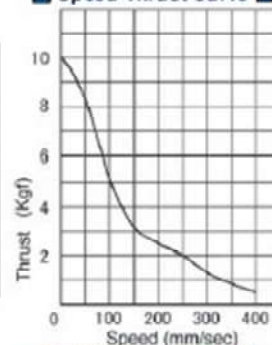
SCN5 actuators have extruded aluminum bodies and are assembled using socket-head machine screws to provide the toughness required in industrial environments.

Specifications

Models	SCN5-010-050AS03	SCN5-010-100AS03	SCN5-010-150AS03	SCN5-010-200AS03	SCN5-010-250AS03	SCN5-010-300AS03
Stroke (mm)	50	100	150	200	250	300
Max. Thrust	100 (N) / 10.2 (Kgf)					
Push force mode (N)	70					
Max. Thrust (kgf)	7.1					
Max. Speed (mm/s) * typ	400		200		160	120
Radial Load Capacity (N)	15	10	5	4	3	2.5
Rod Diameter (mm)	Ø15					
Rod Tip Thread	M16 Pitch 1.25 (30155)					
Weight (kg)	1.1	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0

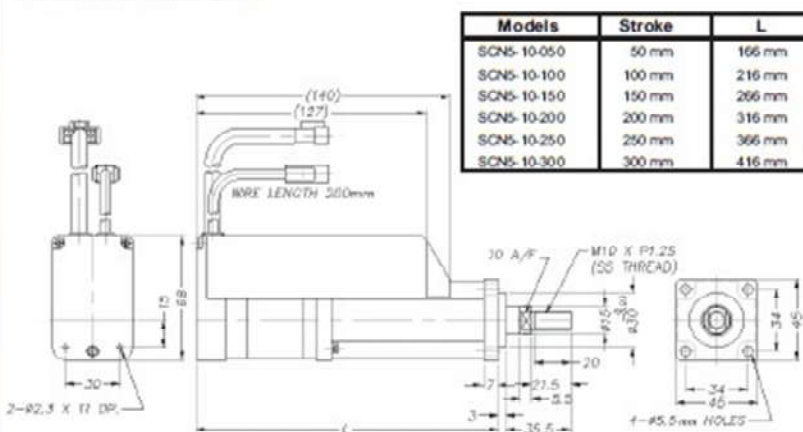
Note: Max vertical load is the same as the maximum force in push mode.
12 VDC Operation also permitted - Please contact Mrai for specs.

Speed-Thrust Curve



(Note) Vertical thrust is 7 kgf Max.

Dimensions (in mm)



Accessories



Parallel Cables (power & I/O)

RP9100-030:
3m for SCN5 (\$48)
RP9120-030:
3m for other M.C. (\$59)



Thruster

- Simple thruster guides available
- Call to discuss your application



Brackets

FT001: \$20
- For SCN5
FT002: \$25
- For SCN6

OTHER ACCESSORIES
We can help you with the following:

- Mounting plates
- Rod eyes and Clevises
- Thread Adapters
- Rod Couplers
- Pinch Rollers
- Others - just ask

Conversion Quick Reference

Type	Conversion	Multiplier	Reference Example
Force	N -> lbf	0.225	100 N = 22.5 lbf
Force	kgf -> lbf	2.2	10.2 kgf = 22.5 lbf
Torque	Nm -> in-lbf	8.85	5 Nm = 44.3 in-lbs
Inertia	kg-m ² -> oz-in ²	54678	0.269x10 ⁻⁴ kg-m ² = 1.47 oz-in ²
Inertia	kg-m ² -> oz-in-s ²	141.6	0.269x10 ⁻⁴ kg-m ² = 0.003809 oz-in-s ²
Distance	mm -> inch	0.03937	100mm = 3.937"

Application Examples : By using the Mechatronics Cylinder, flexible systems can be built easily without extra cost.

Guide rail width change

Guide width change

Palletizing/De-palletizing

Incremental motion of Mechatronics Cylinder will make palletizing system easier.

Tip for Incremental motions

Incremental motions can be used to make flexible stroke motion as follows:

- Increment 1: 10mm
- Increment 2: 5mm

A: When executing 2, 1, 2 respectively

B: When executing 2, 1, 2 during first motion

Sensor position change

Sensor positions can be programmed. Line change over time will be reduced.

Welder vertical motion

Electrode motion and force can be controlled using push force mode

Filling Nozzle Positioning

Filling material

Nozzle vertical movement

Smooth nozzle movement can be programmed for smooth filling.

Avoid collision by Zone signals

Multi Axis motion control can avoid collision by using Zone signals.

Reciprocating pump

Pumps can be programmed with volume stroke, acceleration for smooth and high speed dispensing

Palletizing P&P

Increment function will make palletizing P&P system programming easier.

Fluorecent lamp clamping

Delicate objects such as light bulbs can be clamped using adjustable push force.

AGV operations

AGVs equipped with 24VDC power have used Dyadic products in the following applications: precise conveyor drive, moving a stopper for conveyed items, extending re-charge connector, changing work table height, and coupling carts together. All products come with a low-power resting mode which allows for maximum battery life.

Bottle/Can conveyor guide

- For plastic bottle high pressure blower conveyor
- Height guide for can conveyor

Air blow line change over time will be much quicker.

Zone signal inspection

If the Mechatronics Cylinder is programmed with zone signal with parts size tolerance, parts size inspection can be done.

- Zone signal: ON => Good (in Tolerance)
- Zone signal: OFF => NG (out of Tol.)

Push force movement

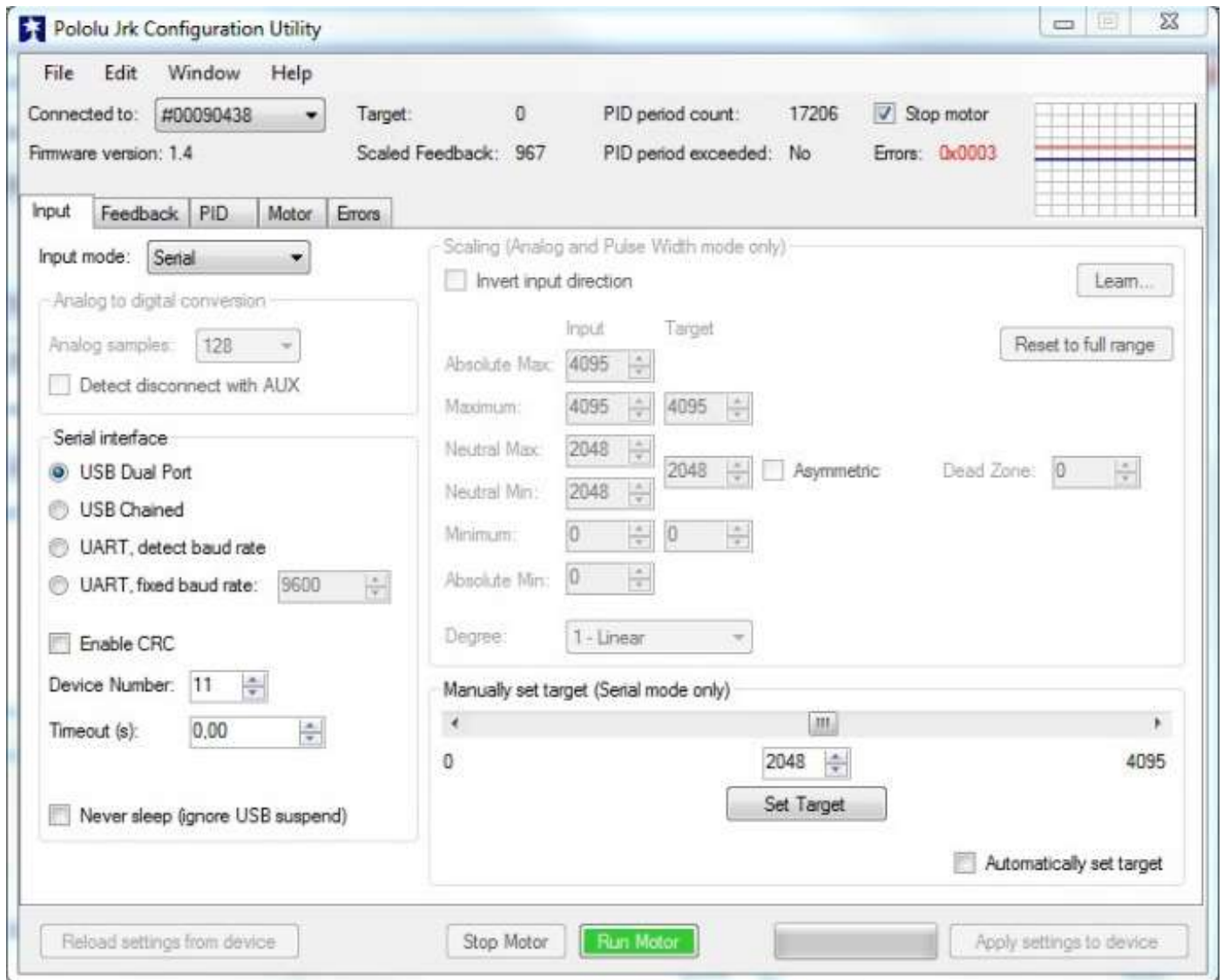
Zone signal output

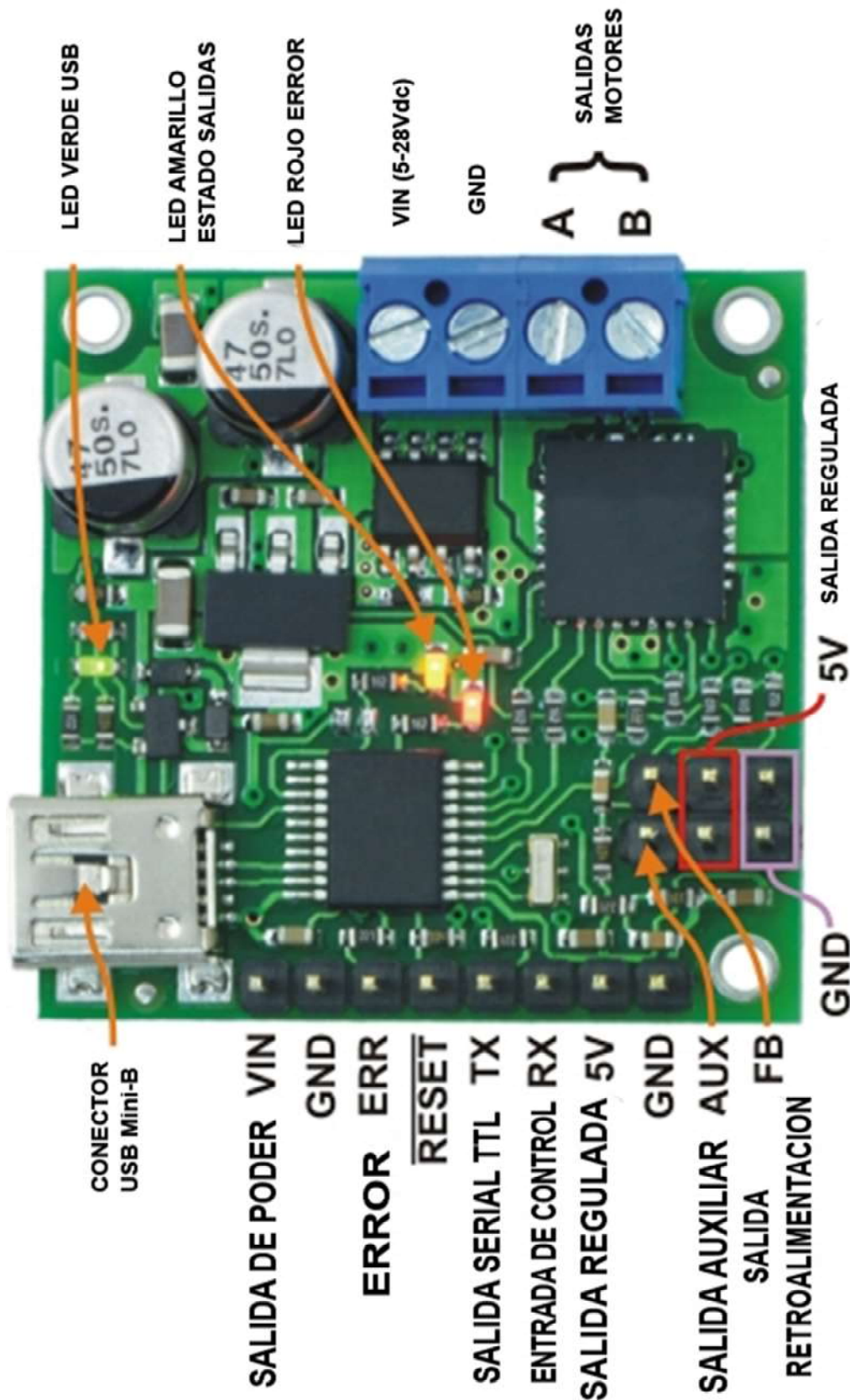
Output: ON

Output: OFF

ANEXO B.

Pololu Jrk





Anexo C

Sensor Efecto Hall SS496A1

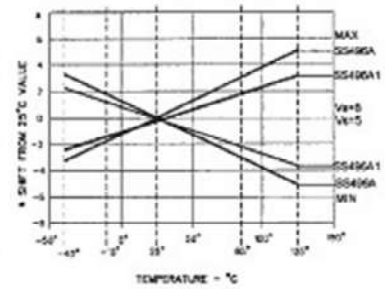
Solid State Sensors Miniature Ratiometric Linear

SS490 Series

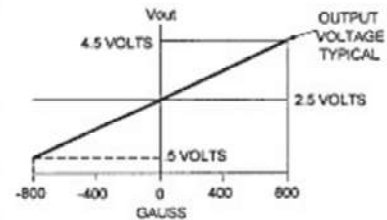
SS496 SPECIFICATIONS, $V_s = 5.0\text{ V}$, $T_A = -40\text{ to }+125^\circ\text{C}$ (unless otherwise noted)

Catalog Listings		SS496A Standard	SS496A1 High Accuracy
Supply Voltage, DC		4.5 to 10.5	4.5 to 10.5
Supply Current @ 25°C (mA)	Typ.	7.0	7.0
	Max.	8.7	8.7
Output Type (Sink or Source)		Ratiometric	Ratiometric
Output Current, mA			
Typ. Source	$V_s > 4.5\text{ V}$	1.5	1.5
Min. Source	$V_s > 4.5\text{ V}$	1.0	1.0
Min. Sink	$V_s > 4.5\text{ V}$	0.6	0.6
Min. Sink	$V_s > 5.0\text{ V}$	1.0	1.0
Magnetic Range	Typ.	-840 to +840 Gauss (-84 to +84 mT)	
	Min.	-750 to +750 Gauss (-75 to +75 mT)	
Output Voltage Span	Typ.	0.2 to $(V_s - 0.2)$	0.2 to $(V_s - 0.2)$
	Min.	0.4 to $(V_s - 0.4)$	0.4 to $(V_s - 0.4)$
Null (Output @ 0 Gauss, V)		2.500 ± 0.175	2.500 ± 0.075
Sensitivity (mV/G)		2.500 ± 0.100	2.50 ± 0.075
Linearity, % of Span	Typ.	-1.0%	-1.0%
	Max.	-1.5%	-1.5%
Temperature Error Null Drift (%/°C)		$\pm 0.048\%$	$\pm 0.032\%$
Sensitivity Drift (%/°C)	$\geq 25^\circ\text{C}$ Max.	-0.01, +0.05	-0.01, +0.06
	$< 25^\circ\text{C}$ Max.	-0.00, +0.06	-0.00, +0.06

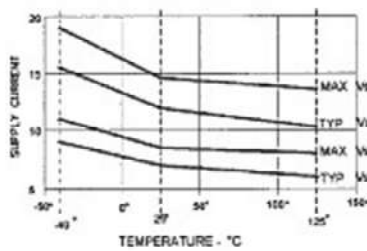
NULL SHIFT VS TEMPERATURE



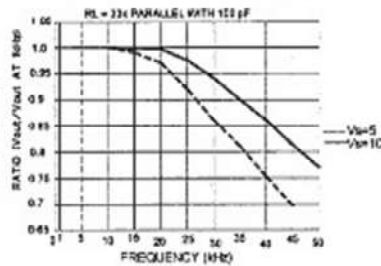
TRANSFER CHARACTERISTICS @ $V_s = 5\text{ VDC}$



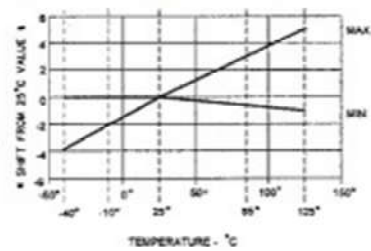
SUPPLY CURRENT VS TEMP.



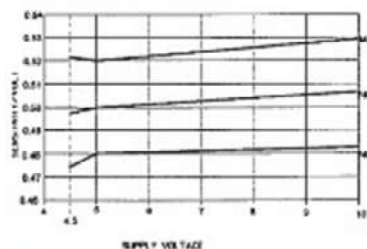
TYP. FREQUENCY RESPONSE



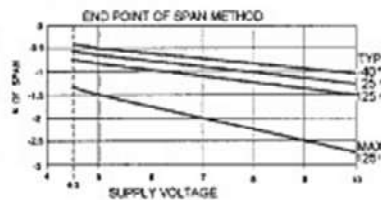
SENSITIVITY SHIFT VS TEMP



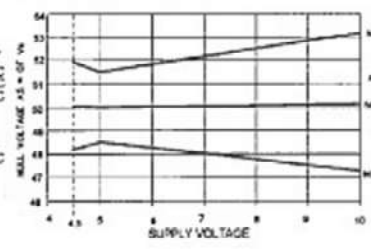
SENSITIVITY/V VS V_s



LINEARITY VS V_s



RATIO OF V_{NULL} TO V_s

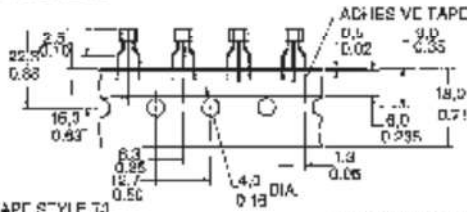


Solid State Sensors Miniature Ratiometric Linear

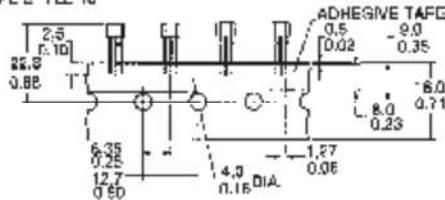
SS490 Series

MOUNTING DIMENSIONS (for reference only)

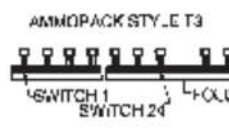
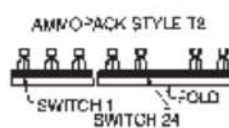
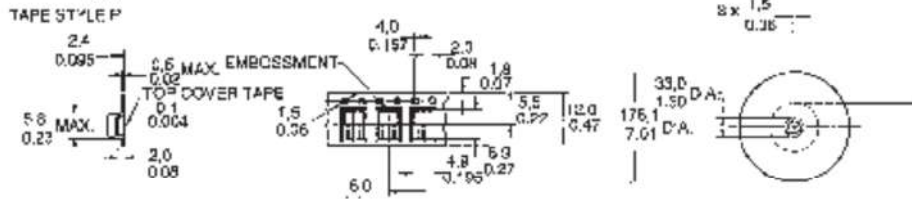
TAPE STYLE T2



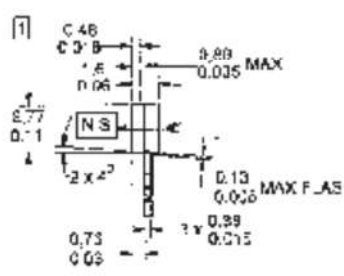
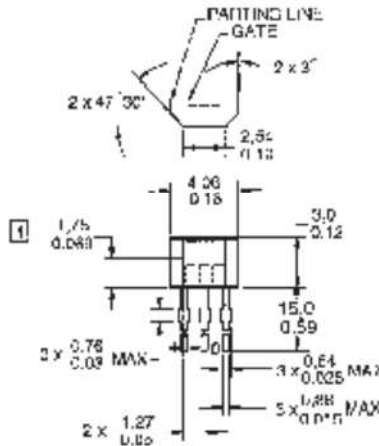
TAPE STYLE T3



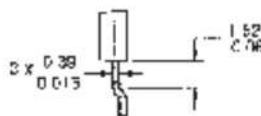
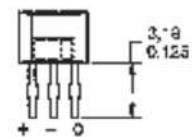
TAPE STYLE P



SENSOR PACKAGE



OPTIONAL SURFACE MOUNT STYLE

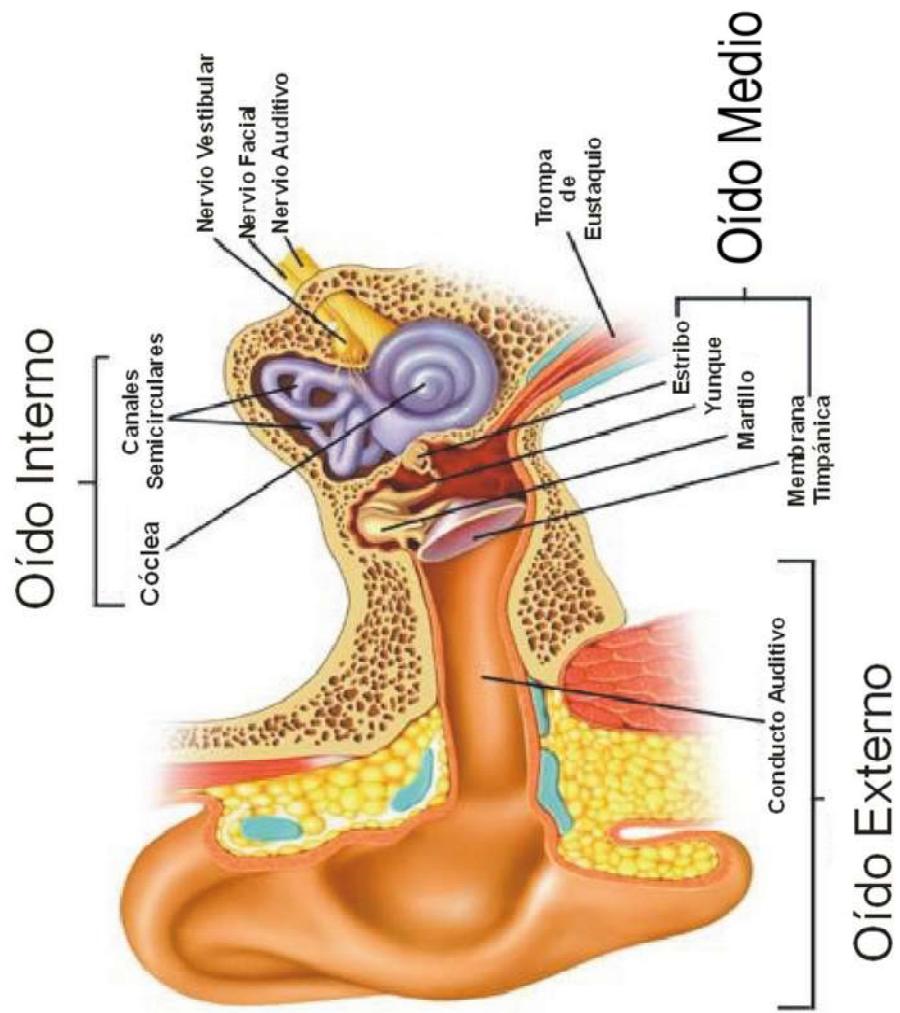


1 Centerline of Hall cell

Analogue

ANEXO D.

Oído interno



ANEXO E.**Estructura Simulador tipo GT**

