

CAPÍTULO 1

Aspectos generales

En este capítulo se abordarán los aspectos más comunes sobre el hardware que integra al robot Justina y marcaremos aspectos importantes para su correcto funcionamiento y un desempeño óptimo. Se explorará la configuración mecánica de Justina y se especificará el funcionamiento de cada una.

Justina está constituida por una cabeza mecatrónica, brazos mecatrónicos, un torso que se utiliza para ajustar la altura y una base que permite desplazamientos de Justina; además de contener la etapa de potencia y la mayoría del control sobre el robot Justina.

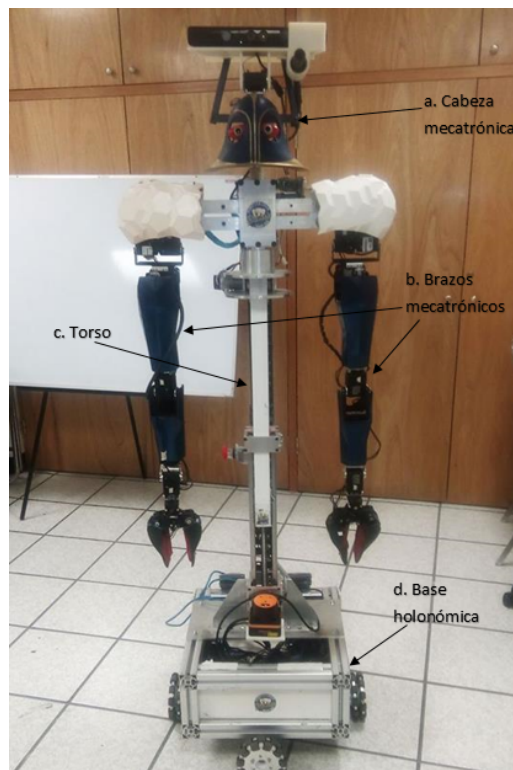


Figura 1.1: (a):Cabeza mecatronica-(b):Brazo mecatronico-(c):Torso-(d):Base holonomica

1.1. Cabeza mecatronica

La cabeza mecatronica está formada por un sensor kinect el cual tiene integrado varios componentes para llevar a cabo tareas. Cuenta con una cámara la cual será utilizada para la visión y la detección de objetos apoyado por la cámara de color, estos son utilizados para la detección y reconocimiento de objetos, detección y reconocimiento de personas, etc.

La cabeza mecatronica cuenta con 2 grados de libertad, el primero hace un movimiento de inclinación conocido cómo "titl y el segundo para un movimiento rotacional conocido cómo "pan".

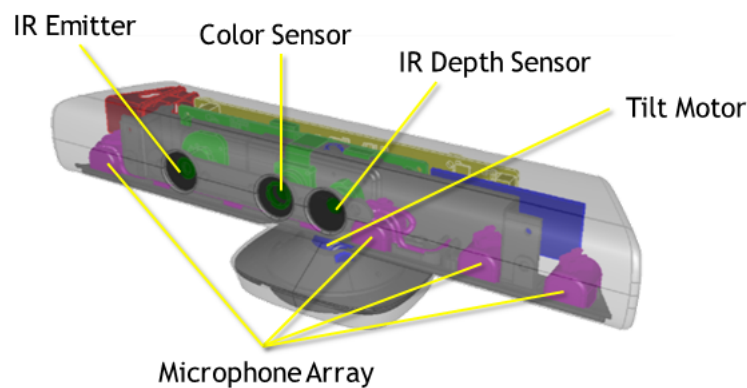


Figura 1.2: Componentes internos del sensor kinect

Para realizar los dos movimientos cuenta con dos servomotores; el primer servomotor es un MX-106 y el segundo servomotor es un MX-64. Los servomotores son controlados por medio de un USB2Dynamixel.

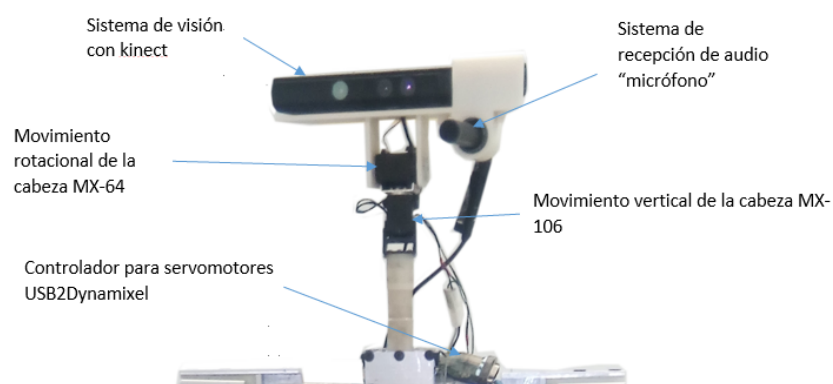


Figura 1.3: Cabeza mecatronica de Justina

1.2. Brazos mecatronicos

Los brazos mecatronicos cuentan con 10 servomotores para darle 7 grados de libertad simulando un brazo humano, además de contar con un griper capaz de agarrar objetos. Está articulado para que cumpla casi los mismos movimientos de un brazo humano.

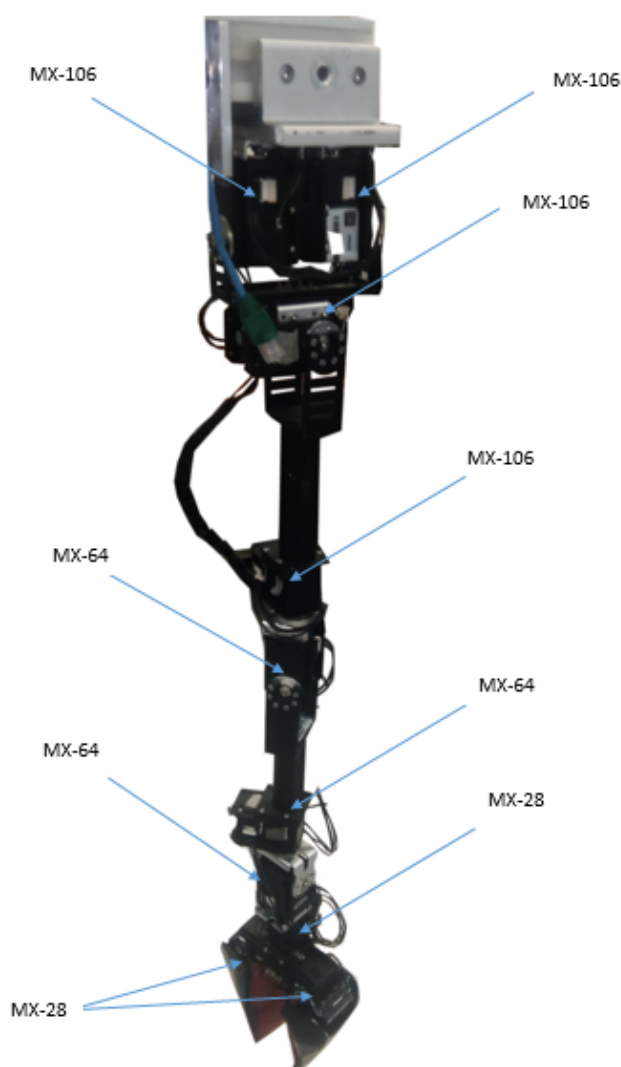


Figura 1.4: Brazo mecatronico

1.2.1. Cinemática directa y cinemática inversa de los brazos

Art	a	d	α	θ
1	0.0603	0	$\frac{\pi}{2}$	0
2	0	0	$\frac{\pi}{2}$	$\frac{\pi}{2}$
3	0	0.285	$-\frac{\pi}{2}$	$-\frac{\pi}{2}$
4	0	0	$\frac{\pi}{2}$	0
5	0	0	$-\frac{\pi}{2}$	0
6	0	0	$\frac{\pi}{2}$	0
7	0	0.12	0	0

Tabla 1.1: Datos

Cinemática Inversa

$$r = \sqrt{x^2 + y^2 + (z - D_1)^2}$$

$$\alpha = \text{Atan2}((z - D_1), \sqrt{x^2 + y^2})$$

$$\gamma = \arccos \frac{-D_2^2 - D_3^2 + r^2}{-2 * D_2 * D_3}$$

$$\beta = \frac{\arcsin(D_3) * \sin(\gamma)}{r} \quad \text{tunningRadiusElbow} = D_2 * \sin \beta$$

$$\text{Pelbow}[0, 0] = \text{Pw}[0, 0] = 0$$

$$\text{Pelbow}[1, 0] = \text{Pw}[1, 0] = -\text{tunningRadiusElbow} * \cos \text{elbowAngle} = D_2 * \sin \beta * \cos \text{elbowAngle}$$

$$\text{Pelbow}[2, 0] = \text{Pw}[2, 0] = -\text{tunningRadiusElbow} * \sin \text{elbowAngle} = D_2 * \sin \beta * \sin \text{elbowAngle}$$

$$\text{Pelbow}[3, 0] = \text{Pw}[3, 0] = 1$$

$$\text{WristPosition}[1, 0] = \text{WP}[1, 0] = y;$$

$$\text{WristPosition}[2, 0] = \text{WP}[2, 0] = z;$$

$$\text{WristPosition}[3, 0] = \text{WP}[3, 0] = 1;$$

$$\text{result}[0] = \text{Atan2}(\text{Pw}[1, 0] + \text{DH}_a[0] * \sin \text{result}[0], \text{Pw}[0, 0] + \text{DH}_a[0] * \cos \text{result}[0])$$

$$\text{result}[1] = \text{Atan2}(\text{Pw}[2, 0] - D_1, \sqrt{\text{Pelbow}[0, 0] * \text{Pelbow}[0, 0] + \text{Pw}[1, 0] * \text{Pw}[1, 0]})$$

$$\text{result}[2] = \text{Atan2}(\text{WP}[1, 0], \text{WP}[0, 0])$$

$$\text{result}[3] = \frac{\pi}{2} - \text{Atan2}(\text{WP}[2, 0], \sqrt{\text{WP}[0, 0] * \text{WP}[0, 0] + \text{WP}[1, 0] * \text{WP}[1, 0]})$$

Condiciones

$$\text{if } R47[0, 0] == 0$$

$$\text{result}[4] = 0$$

$$\text{result}[5] = 0$$

$$\text{result}[6] = \text{Atan2}(R47[1, 1], R47[1, 2])$$

$$\text{else } \text{result}[5] = \text{Atan2}(\sqrt{1 - (R47[2, 0])^2}, R47[2, 0])$$

$$\text{result}[4] = \text{Atan2}(R47[1, 0], R47[0, 0])$$

$$\text{result}[6] = \text{Atan2}(R47[2, 2], -R47[2, 1])$$

```

if result[4] > 2,4
result[4]+ =  $\pi$ 
result[5]* = -1
if result[6] > 0
result[6]- =  $\pi$ 
else result[6]+ =  $\pi$ 

```

```

if result[4] < -2,4
result[4]+ =  $\pi$ 
result[5]* = -1
if result[6] > 0
result[6]- =  $\pi$ 
else result[6]+ =  $\pi$ 

```

La cinemática directa y la inversa son las mismas para cada brazo, el único cambio es el sentido de giro de algunas articulaciones. La configuración de los brazos es la misma, un brazo está desplazado respecto del otro.

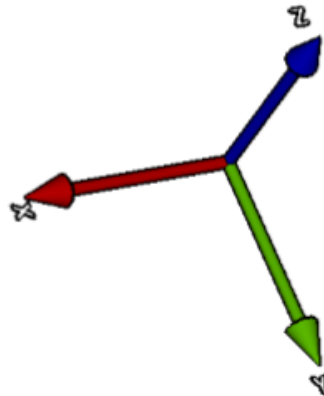


Figura 1.5: Eje X,Y,Z

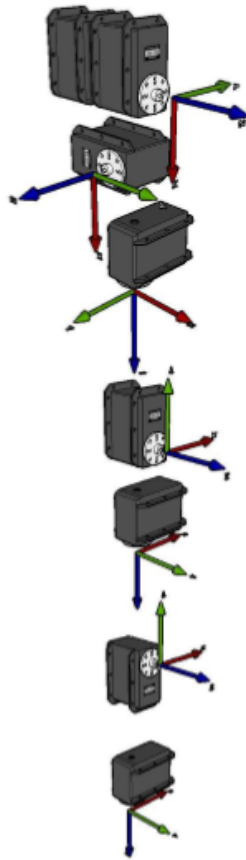


Figura 1.6: Brazo izquierdo

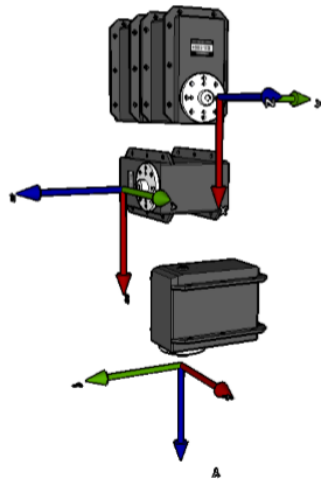


Figura 1.7: Articulaciones 1,2,3

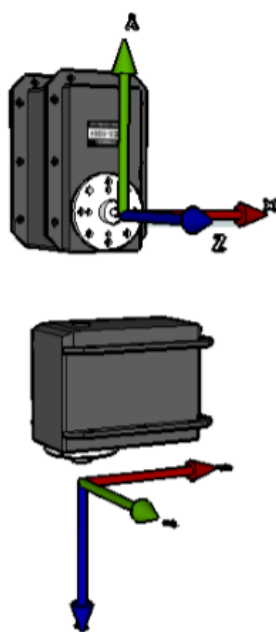


Figura 1.8: Articulaciones 4,5

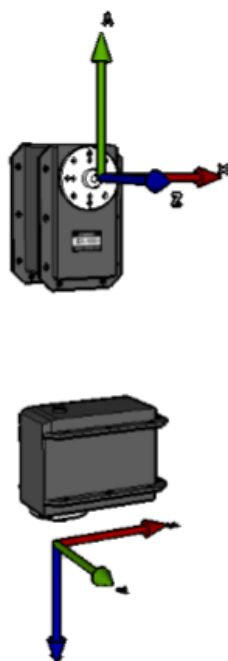


Figura 1.9: Articulaciones 6,7

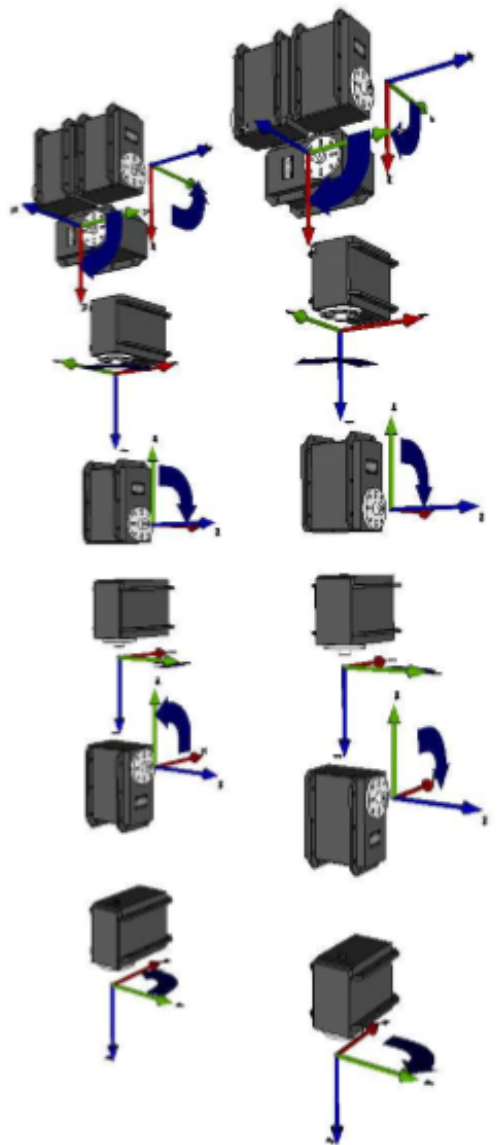


Figura 1.10: Sentido de giro brazo izquierdo-derecho

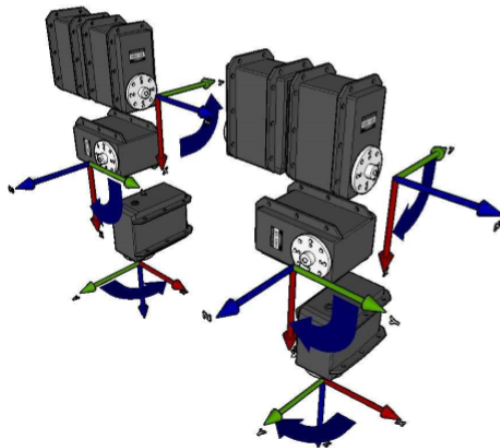


Figura 1.11: Giro de articulaciones 1,2,3

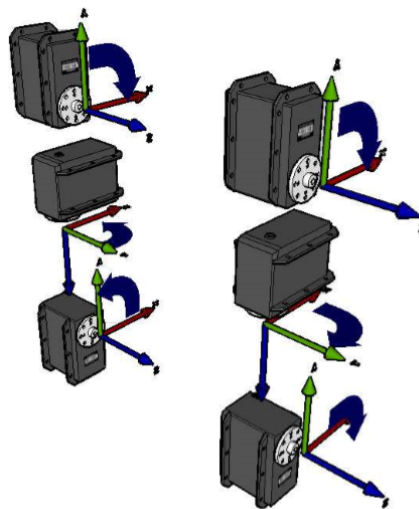


Figura 1.12: Giro de articulaciones 4,5,6

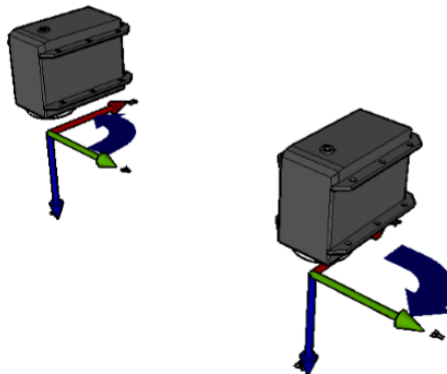


Figura 1.13: Giro de articulacion 7

1.3. Torso y base holónomica

El torso de Justina aparte de ser el eje central y soporte de los brazos y la cabeza tiene una guía para llevar todo el cableado de la cabeza y los brazos a la base. El torso sirve principalmente para ayudar al robot Justina en tareas de manipulación de objetos utilizando gripers.

En la base holonómica se encuentra toda la etapa de potencia y control, además se encarga del desplazamiento del robot Justina. Para la etapa de potencia cuenta con unas clemas, las cuales distribuyen el voltaje entre todos los dispositivos que integran a Justina.

Para el desplazamiento de Justina se utilizaron cuatro motores, los cuales cada uno tiene ensamblada una llantas lo que le permiten un desplazamiento en cualquier dirección a Justina.

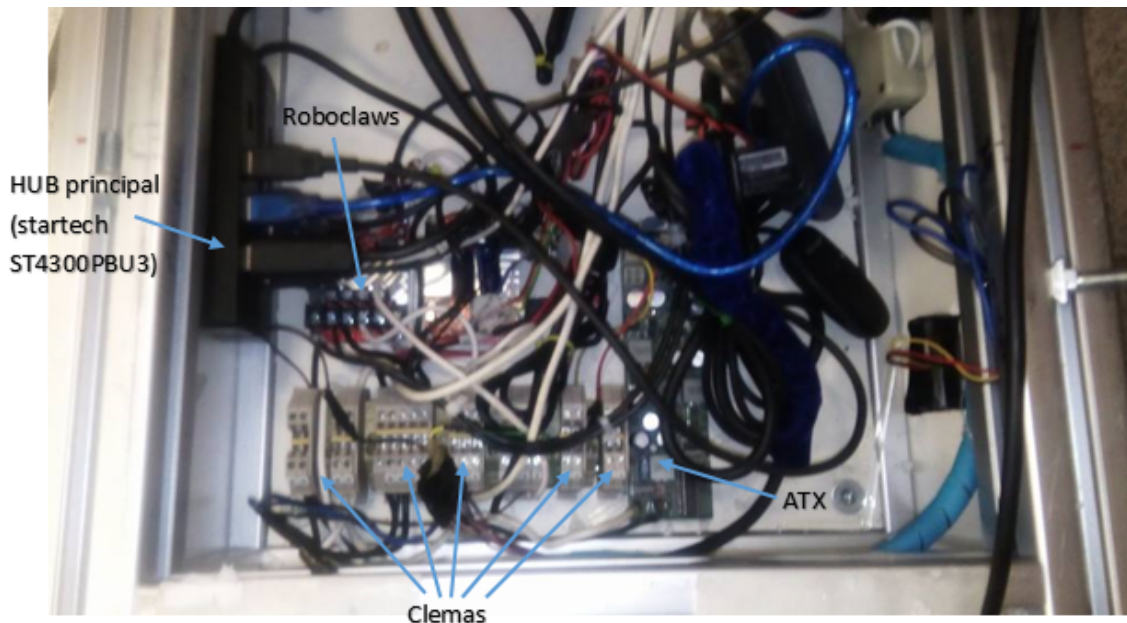


Figura 1.14: Interior de la base de Justina

1.4. Diagramas esquemáticos

Se muestran los diagramas esquemáticos de las conexiones del hardware de Justina, tanto los diagramas esquemáticos de energía como los diagramas esquemáticos de las roboclaws utilizadas.

1.4.1. Diagrama esquemático conexiones en las clemas

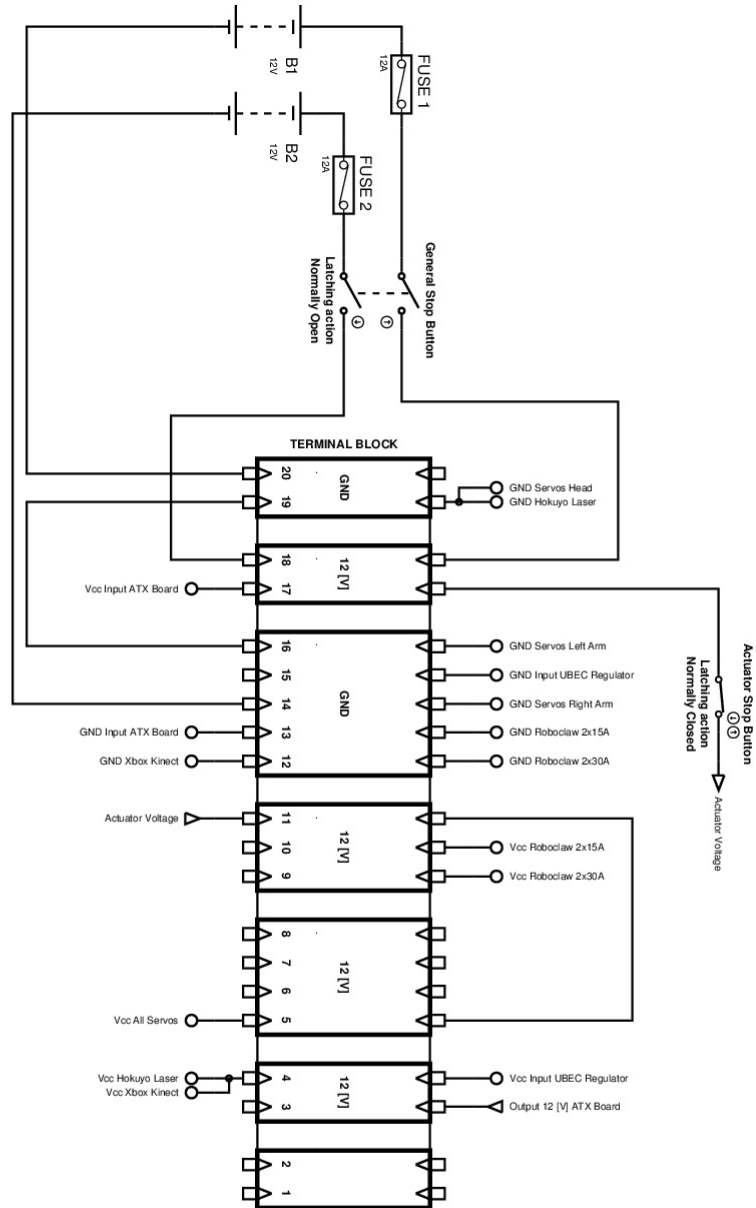


Figura 1.15: Diagrama general

1.4.2. Diagrama esquemático Roboclaws

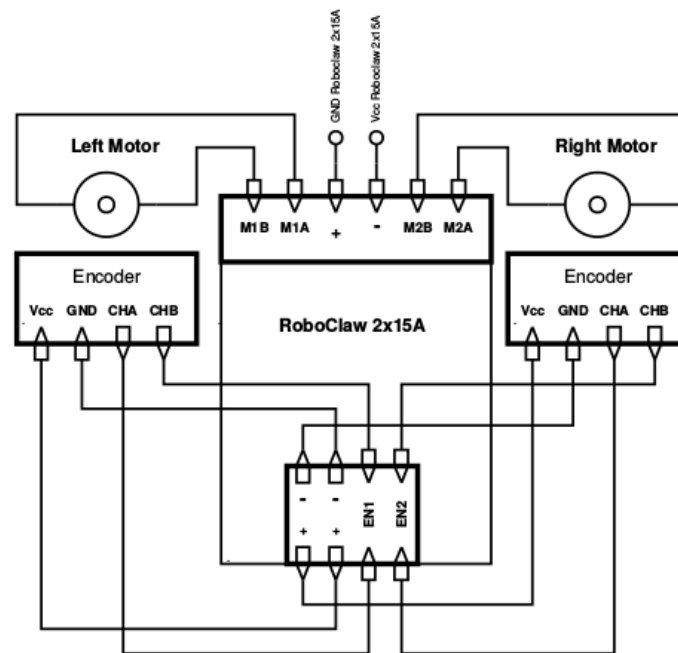


Figura 1.16: Diagrama de la roboclaw 2x15A

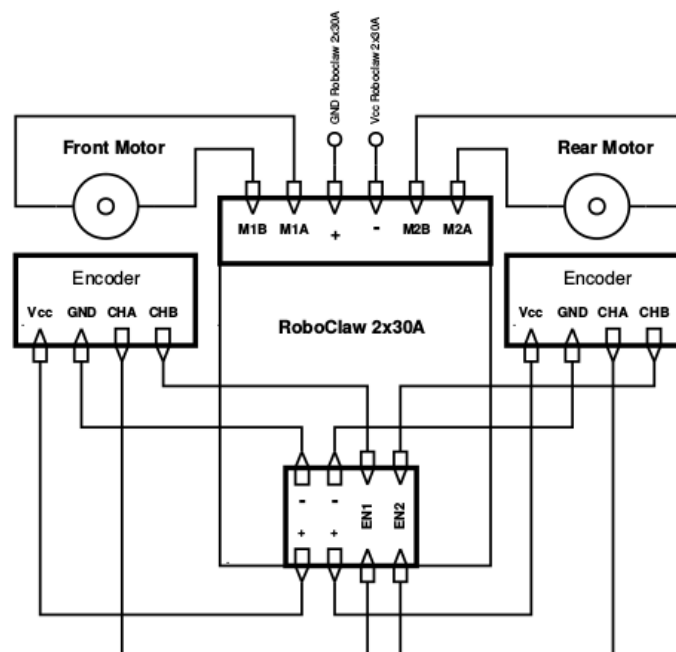


Figura 1.17: Diagrama de la roboclaw 2x30A

1.5. Comunicación hardware-computadora

Para la conexión de Justina con la computadora se hace uso de 3 HUB los cuales están conectados de tal manera que sólo es necesario conectar un HUB a la computadora. El primer HUB (linksys) es utilizado para conectar los actuadores de los dos brazos y la cabeza mecatronica, el segundo HUB (el primer Startech) se utiliza para conectar las dos roboclaw, la 2x30A y la 2x15A, por ultimo tenemos el HUB (el segundo Startech) que es donde llegan los dos HUB anteriores así como el hokuyo y un control de xbox (que es utilizado para mover maualmete a Justina), para ser enviado a la computadora.

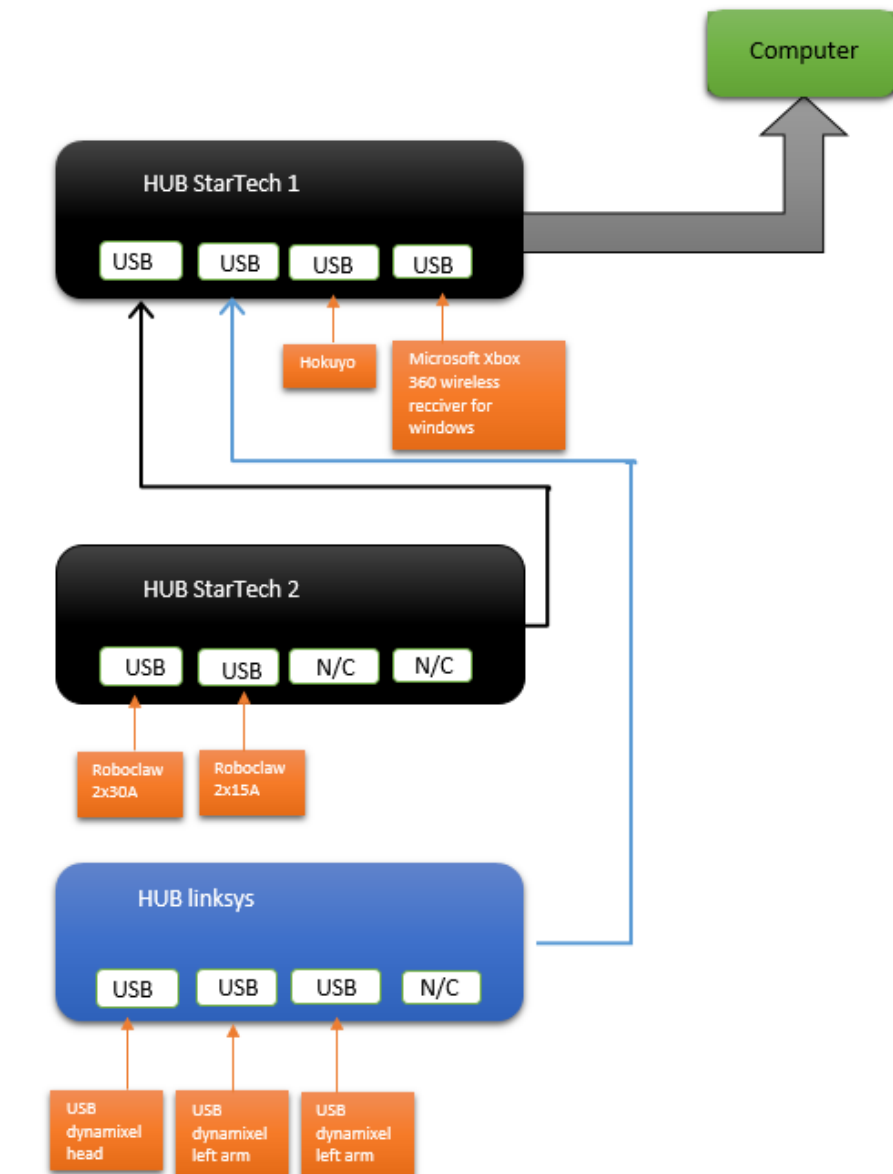


Figura 1.18: Diagrama de conexiones de los HUBs

1.6. Interruptores de encendido y apagado

En la base Justina cuenta con dos botones, el negro está etiquetado como “ON” sirve para encender a Justina y el botón rojo está etiquetado como “OFF” el cual sirve para apagar a Justina.



Figura 1.19: Encendido y apagado de Justina

También cuenta con dos fusibles como protección del sistema para cuando exista un mal funcionamiento en la alimentación de Justina. Además tiene un display el cual muestra el voltaje actual de las baterías que alimentan a Justina, esto nos sirve para ver que el voltaje con el que cuentan las baterías no este por debajo del voltaje de operación recomendado y ésto no cause un mal funcionamiento en las baterías.

1.6.1. Boton de paro de emergencia

El botón de paro de emergencia se encuentra a un lado del torso. La función de este botón es detener todos los actuadores de Justina ante una emergencia como un mal funcionamiento.



Figura 1.20: Encendido y apagado de Justina

1.7. Uso y seguridad de la batería

Es importante saber los límites y voltajes de operación recomendados por el fabricante para el correcto uso de las baterías. A continuación ponemos información pertinente para un correcto uso de las baterías.

1.7.1. Instrucciones de uso y seguridad para baterías LiPo (POLÍMERO DE LITIO)

Normas a seguir para evitar cualquier peligro o mal funcionamiento:

- Emplee sólo cargadores específicos para baterías de Polímero de Litio (LiPo). En caso contrario puede provocar un incendio que derive en daños personales y/o materiales.
- Nunca cargue las baterías LiPo sin estar presente. Siempre debe vigilar el proceso para poder reaccionar ante cualquier problema que se pudiese plantear.
- Si en cualquier momento observa que una batería Lipo se hincha o derrama líquido, desconéctela y obsérvela durante 15 minutos en un lugar seguro y alejado de cualquier material combustible.
- Tenga mucho cuidado de que NUNCA se toquen los dos terminales de la batería, este cortocircuito podría hacer que la batería se incendie.
- Una batería que haya sufrido un golpe, cortocircuito u otro problema puede llegar a incendiarse incluso 10-15 minutos después de haberse producido este hecho. Lleve rápidamente la batería a un lugar seguro y obsérvela durante 15 minutos.
- NUNCA almacene sus baterías en un vehículo ni en cualquier lugar donde se puedan alcanzar temperaturas altas. Las temperaturas extremas pueden causar el incendio de la batería.
- Tenga mucho cuidado de NO PERFORAR ningún pack de baterías LiPo, puede provocar un incendio.

1.7.2. Proceso de carga:

- Nunca cargue las baterías sin vigilarlas y utilice solo cargadores especiales para las baterías de lipo, así como tener en cuenta el número de elementos que contiene su batería.
- Cargue las baterías en un área segura y aislada de cualquier material inflamable.
- Deje enfriar la batería a la temperatura ambiente antes de comenzar la carga.

- Valores nominales de una batería de lipo cargada.

Lipos 2S (2 elementos): entre 8,32 y 8,44V

Lipos 3S (3 elementos): entre 12,48 y 12,66V

Lipos 4S (4 elementos): entre 16,64 y 16,88V

Nunca descargue una batería por debajo de 3V por elemento, puede dañar la batería. Para ello debe tener cuidado de no agotarla más de lo debido empleando dispositivos de corte por bajo voltaje o variadores especialmente diseñados para baterías LiPo.

Fin de vida de las baterías LiPo:

Cuando la capacidad de la batería haya disminuido un 30 %, deberá desecharla. Para ello descárguela a 3V por elemento, aísle sus terminales, envuélvala en plástico y deposítelas en los contenedores especiales para el desecho responsable de pilas.

1.8. Precauciones y conexión de la Roboclaw

1.8.1. Precauciones

Estas son precauciones sumamente importantes que se deberán seguir para evitar daños a la Roboclaw y los sistemas conectados.

1. Desconectar la terminal negativa de la alimentación no es la mejor forma para apagar el motor. Si conectas cualquier entrada o salida a la Roboclaw obtienes un ciclo de tierra a los pines de entrada/salida como resultado. Puede causar daños a la Roboclaw y cualquier dispositivo conectado. Para apagar el controlador del motor debe removerse primero la conexión positiva de la alimentación después de que los motores dejen de moverse.

2. El motor de DC puede trabajar como un generador cuando este gira. Siempre detenga el motor antes de apagar la Roboclaw.

3. Apagar en caso de emergencia, un interruptor y/o contacto de un tamaño adecuado debe ser utilizado. Se debe usar un diodo correcto para hacer un puente entre el apagador y el contacto.

4. Dependiendo del modelo de RoboClaw hay un requisito mínimo de potencia de al menos 6V. Bajo cargas pesadas, si la batería lógica y la batería principal se combinan, pueden suceder caídas de tensión. Esto puede causar un comportamiento errático de la RoboClaw.

Vista general de los conectores

En el control principal de entrada/salida, están puestos para una fácil conectividad para controlar dispositivos como controladores RC. Los cabezales están también arreglados para proveer un fácil acceso a tierra y alimentación para suministrar poder a controladores externos.

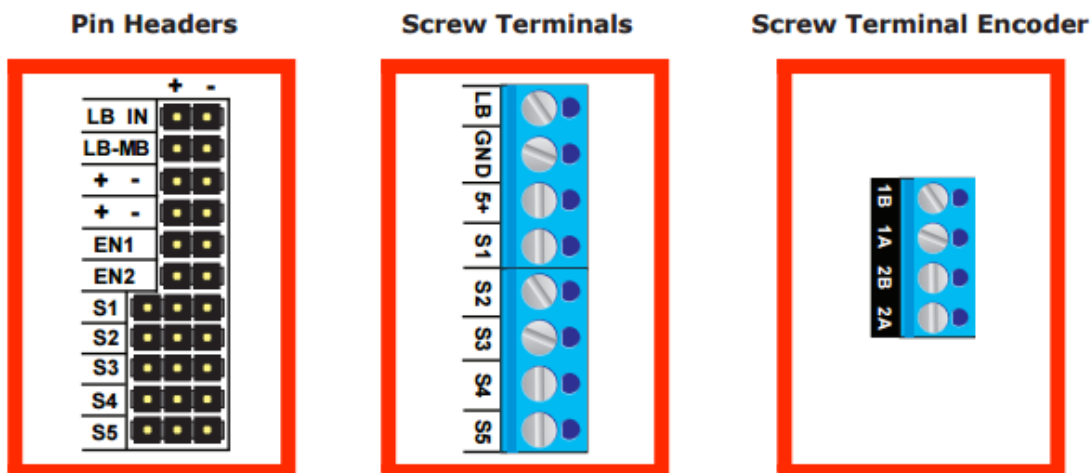


Figura 1.21: Configuración de pines

Batería lógica (LB IN)

La parte lógica de la RoboClaw puede ser alimentada por una batería secundaria conectada a LB IN. La terminal positiva (+) está localizada al borde de la tarjeta y la tierra (-) es el pin más cercano al disipador. Remueva el jumper LB-MB para que la batería secundaria pueda ser usada.

Encoder power (+ -)

Los pines marcados como (+) y (-) son los pines de alimentación de los encoders. El positivo (+) está localizado al borde de la tarjeta. El pin de tierra (-) está cercano al disipador. En todos los modelos ST la alimentación debe venir del único borne de 5v y a GND

Entradas de los encoder (EN1 / EN2 – 1B / 1A / 2B / 2A)

EN1 y EN2 son las entradas de los encoders en versión pin del RoboClaw. 1B, 1A, 2B y 2A son las entradas de los encoders a los bornes de la RoboClaw. El canal A de ambos EN1 y EN2 están localizados en los pines del borde de la tarjeta. Los pines del canal B están localizados cercanos al disipador en los pines. Los canales A y B están debidamente etiquetados en los bornes.

Cuando conectes los encoders asegúrese que el canal para la dirección de giro esté conectado en A. si un encoder es llevado hacia atrás a el otro, tendrás un contador interno que contara hacia adelante y hacia atrás.

Control de entradas (S1 / S2 / S3 / S4 / S5)

S1, S2, S3, S4 y S5 están configuradas para pines de servo estándar de estilo (tipo) entrada/salida (excepto en modelos ST), +5V y GND. S1 y S2 son las entradas de los modos

de control serial, analógico y RC. S3, S4 y S5 pueden ser usadas como entrada de corte de emergencia o como salidas de control de voltaje.

Bornes de la batería principal

La alimentación de entrada principal puede ser desde 6VDC hasta 34VDC en la RoboClaw estándar y de 10.5VDC a 60VDC en la Roboclaw de alto voltaje. Las conexiones son hechas en los bornes principales (+) y (-). El símbolo de mas (+) marca la terminal positiva y el negativo (-) marca la terminal negativa. El cableado a la batería principal debe ser lo más corto posible

Desconectar

La batería principal debe ser desconectada en caso de situaciones donde se salga de control y la energía necesite ser cortada. El interruptor debe estar estimado para manejar la máxima corriente y voltaje de la batería. Esto puede variar dependiendo del tipo de motores y/o la fuente de alimentación que se este utilizando.

Bornes del motor

Los bornes del motor están hechos con M1A/M1B para el canal 1 y M2A/M2B para el canal 2. Para que ambos motores giren en la misma dirección, el cableado de uno de los motores debe ser contrario hacia el otro en un robot diferencial típico. El cableado de los motores y la batería deben ser lo más cortos posibles. Los cables largos pueden incrementar la inductancia y por lo tanto incrementan potencialmente los picos de voltaje los cuales son perjudiciales.

Leds de estado y error

La Roboclaw tiene tres leds. Dos leds de estado, STAT1 y STAT2, y un led de error ERR. Cuando la Roboclaw es alimentada por primera vez los 3 leds deben parpadear brevemente para indicar que todos los led están funcionando. Los leds se comportaran diferentemente dependiendo en qué modo está configurada la Roboclaw.

Cableado básico El diagrama de cableado de abajo ilustra la batería básica y conexiones de motor para la Roboclaw. M1A y M1B es el canal de motor 1, junto a M2A y M2B como canal del motor 2.

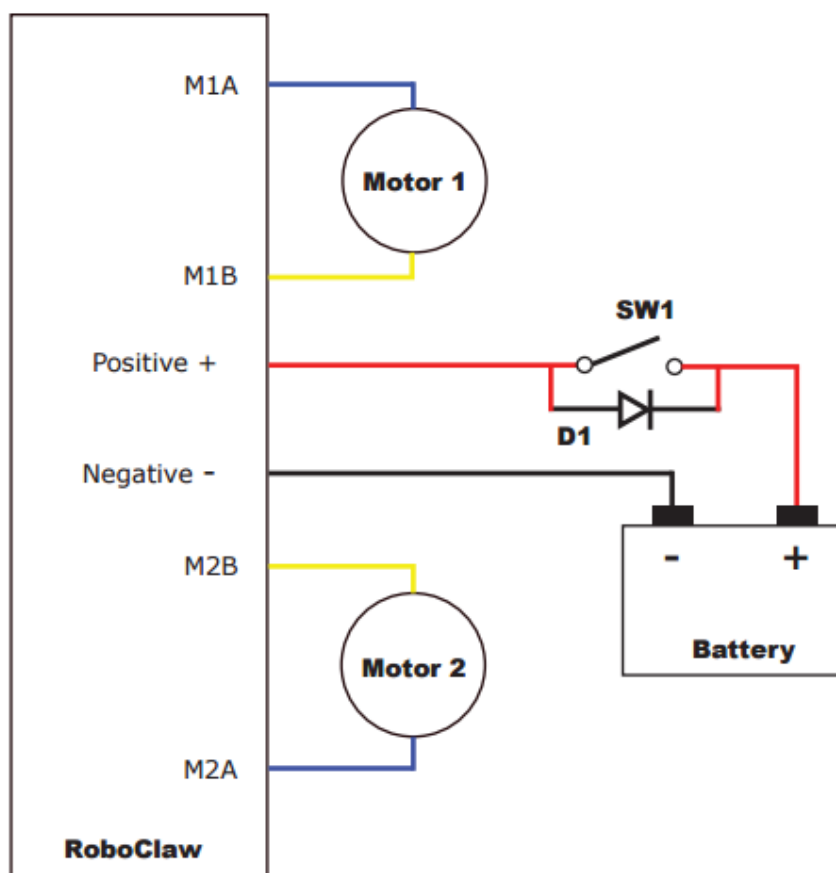


Figura 1.22: Conexión básica de motores

Nunca desconecte la terminal negativa de la batería antes de desconectar la positiva.

1.8.2. Modo de conexión de la roboclaw