

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

POSGRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA

LABORATORIO “BIOROBOTICS“



Manual de usuario del robot Justina.

Índice general

1. Introducción	4
2. Aspectos generales	6
2.1. Cabeza mecatronica	7
2.2. Brazos mecatronicos	8
2.2.1. Cinemática directa y cinemática inversa de los brazos	9
2.3. Torsó y base holónomica	15
2.4. Diagramas esquemáticos	15
2.4.1. Diagrama esquemático conexiones en las clemas	16
2.4.2. Diagrama esquemático Roboclaws	17
2.5. Comunicación hardware-computadora	18
2.6. Interruptores de encendido y apagado	19
2.6.1. Botón de paro de emergencia	19
2.7. Uso y seguridad de la batería	20
2.7.1. Instrucciones de uso y seguridad para baterías LiPo (POLÍMERO DE LITIO)	20
2.7.2. Proceso de carga:	20
2.8. Precauciones y conexión de la Roboclaw	21
2.8.1. Precauciones	21
2.8.2. Modo de conexión de la roboclaw	24
3. Primeros pasos	25
3.1. Software básico	25
3.2. Obtención del repositorio de Github	26
3.3. Instalación del software de Justina	26
3.4. Cómo compilar los paquetes de Justina	27
3.5. RViz y GUI de Justina	28
3.6. Simulación en el RViz y GUI de Justina	29
4. Arquitectura del software	30
4.1. ViRbot	30
4.2. Guía de desarrollo	30
4.3. Árbol de carpetas	31

5. Nodos de ROS	33
5.1. Hardware	33
5.1.1. Head	33
5.1.2. Arms	34
5.1.3. Mobile base	36
5.1.4. Laser simulator	37
5.1.5. Torso	37
5.1.6. Descripción del robot: URDF	37
5.2. Navigation	41
5.2.1. Obstacle detector	41
5.2.2. Mvn Planner	42
5.3. Vision	48
5.3.1. Face recognition	48
5.3.2. Line finder	49
5.3.3. Object recognition	49
5.3.4. Skeleton finder	51
5.4. Human-robot interaction	52
5.4.1. gui	52
5.4.2. Human follower	60
5.4.3. Leg finder	61
5.4.4. QR reader	61
5.4.5. SP gen	62
5.5. Interoperation	62
5.5.1. Joystick teleop	62
5.6. Manipulation	64
5.6.1. Manipulation Planner	64
5.6.2. IK Geometric	67
5.7. Planning	67
5.7.1. Path Calculator	67
5.7.2. Simple Move	68
5.8. Paquetes de terceros	69
5.8.1. hokuyo node	69
5.8.2. amcl	70
5.8.3. robot state publisher	72
5.8.4. map server	73
5.8.5. Rviz	75
5.8.6. joy node	76
5.9. Puesta en marcha	76
5.9.1. Usar al robot con la GUI	76

A. Hardware	77
A.1. Actuadores y sus controladores	77
A.1.1. Servomotor MX-106	77
A.1.2. Servomotor MX-64	78
A.1.3. Servomotor MX-28	80
A.1.4. Motor-DCX32L GB KL 12V	81
A.1.5. USB2Dynamixel adapter	85
A.1.6. Roboclaw 2x30A	86
A.1.7. Roboclaw 2x15A	86
A.2. Vision, navegación y sonido	88
A.2.1. Kinect	88
A.2.2. Hokuyo UHG-08LX	89
A.2.3. Microfono RODE	90
A.3. Alimentación de Justina	91
A.3.1. Alimentación bateria Li-po	91
A.3.2. ATX configuración	92
A.4. HUBs	92
A.4.1. Cisco-Linksys USB2HUB4 USB 4-Port Hub	92
A.4.2. HUB Startech ST4300PBU3	93
B. Software	95
B.1. ROS Introducción	95
B.1.1. Instalación de ROS indigo para Ubuntu 14.04	96
B.1.2. Configura tus repositorios de Ubuntu	96
B.1.3. Prepara tus sources.list	97
B.1.4. Configura tus llaves	97
B.1.5. Instalación	97
B.1.6. Inicializar rosdep	98
B.1.7. Configuración del entorno	99
B.1.8. rosinstall	99
B.2. Instalación de PrimeSense drivers	99
B.3. Instalación de OpenCV 2.4.9	99
B.4. Instalando otros paquetes de ROS	100

CAPÍTULO 1

Introducción

El presente manual de usuario tiene como propósito ser una guía clara y específica para garantizar el uso y funcionamiento óptimo de Justina “el robot de servicio”, resolver las dudas más comunes sobre el robot, así como la posibilidad de desarrollo de una replica del robot para su investigación. Comprende de la descripción general de los subsistemas de Justina.

Se contempla todo lo relacionado al hardware empleado y se proveé de ligas para ver especificaciones más avanzadas, estas son dadas para el lector interesado en una explicación más detallada.

Este documento contiene los algoritmos creados por los desarrolladores del laboratorio. Para cada modulo está incluida una breve descripción del algoritmo, técnicas o enfoques usados para el diseño.

Cabe señalar, que, este documento esta sujeto a actualizaciones conforme sean requeridas por modificaciones hechas en el robot justina Justina.

El robot de servicio Justina fue diseñado en el laboratorio Biorobotics, de la facultad de ingeniería de la UNAM.

En la figura 1.1 se muestra el robot de servicio Justina.



Figura 1.1: El Robot Justina

CAPÍTULO 2

Aspectos generales

En este capítulo se abordaran los aspectos más comunes del robot Justina sobre el hardware que integra a Justina y marcaremos aspectos importantes para su correcto funcionamiento y un desempeño óptimo. Se explorara la configuración mecánica de Justina y se especificara el funcionamiento de cada una.

El cuerpo de Justina esta conformado por una cabeza mecatronica, brazos mecatronicos, un torso que se utiliza para variar la altura del robot Justina y una base que se encarga del desplazamiento de Justina; además de contener la etapa de potencia y la mayoria del control sobre el robot Justina.

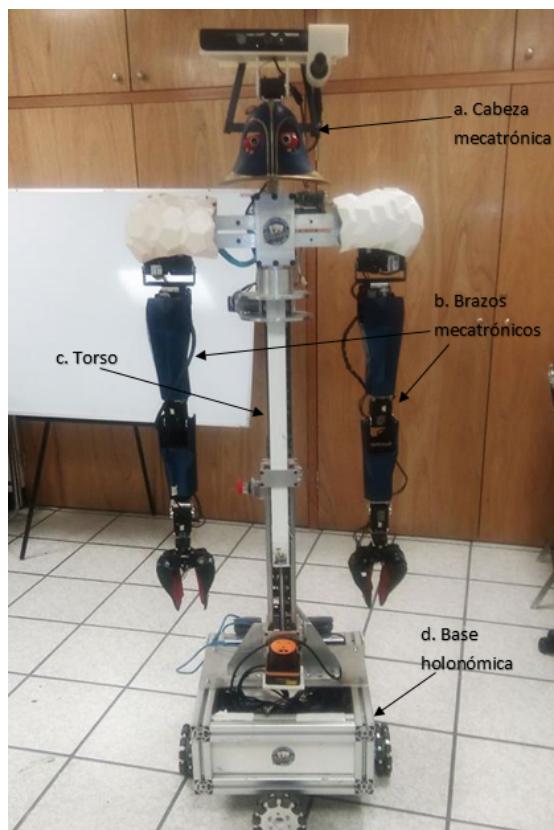


Figura 2.1: (a):Cabeza mecatronica-(b):Brazo mecatronico-(c):Torso-(d):Base holonomica

2.1. Cabeza mecatronica

La cabeza mecatronica está formada por un sensor kinect el cual tiene integrado varios componentes para ayudar a 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 reconocimiento de patrones y compararlos en la base de datos para reconocer el objeto.

La cabeza mecatronica cuenta con 2 grados de libertad, uno hace un movimiento de inclinación conocido como "tilt" otro para un movimiento rotacional conocido como "pan".

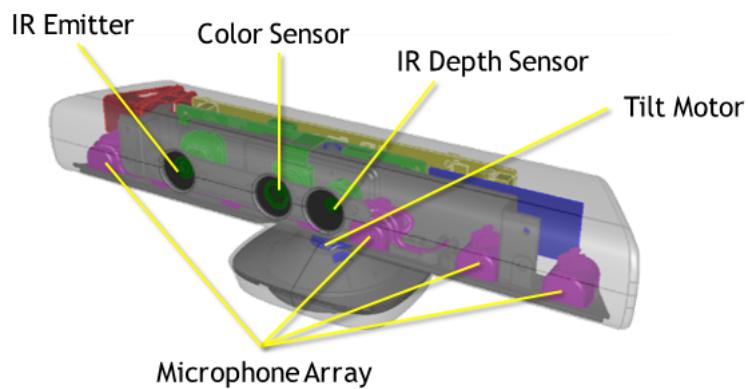


Figura 2.2: Componentes internos del sensor kinect

Para la adquisición de audio cuenta con un micrófono RODE. Para el movimiento cuenta con dos servomotores para darle dos grados de libertad, cuenta con un MX-106 y un MX-64. Para controlar los servomotores se hace uso de un USB2Dynamixel el cual tiene una conexión R232.

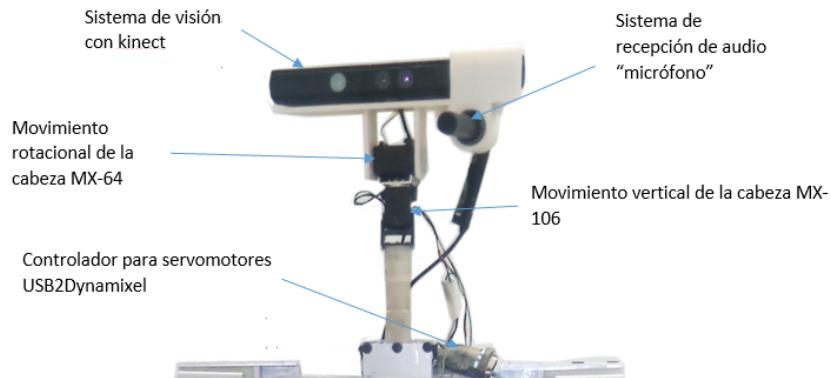


Figura 2.3: Cabeza mecatronica de Justina

2.2. 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.

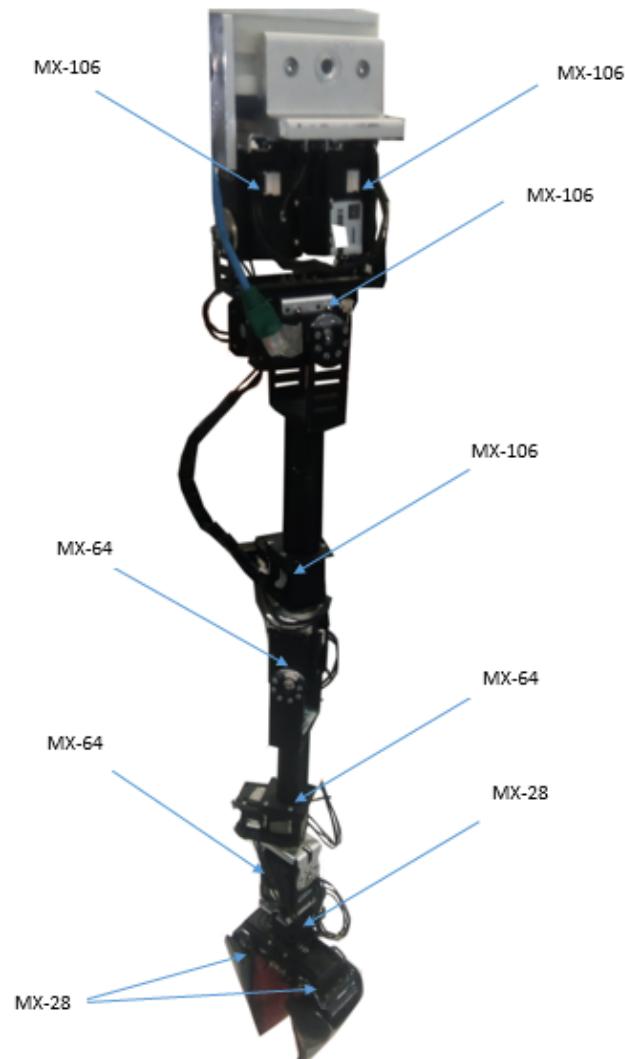


Figura 2.4: Brazo mecatronico

2.2.1. 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 2.1: Datos

Cinemática Inversa

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Condiciones

if $R47[0, 0] == 0$

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

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

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

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]+ = π  
resulr[5]* = -1  
if result[6] > 0  
result[6]- = π  
else result[6]+ = π
```

```
if result[4] < -2,4  
result[4]+ = π  
result[5]* = -1  
if result[6] > 0  
result[6]- = π  
else result[6]+ = π
```

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.

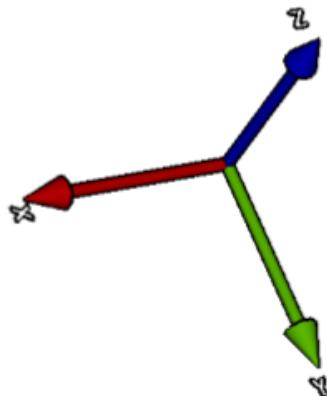


Figura 2.5: Eje X,Y,Z

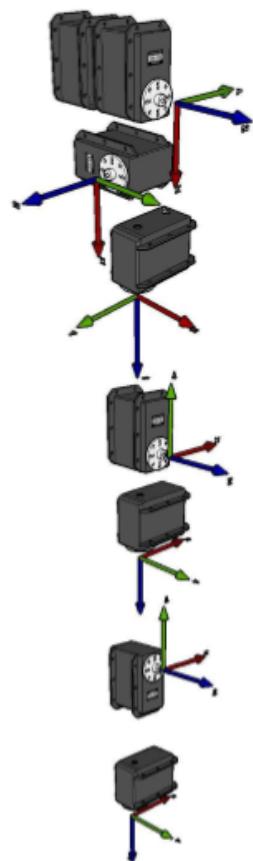


Figura 2.6: Brazo izquierdo

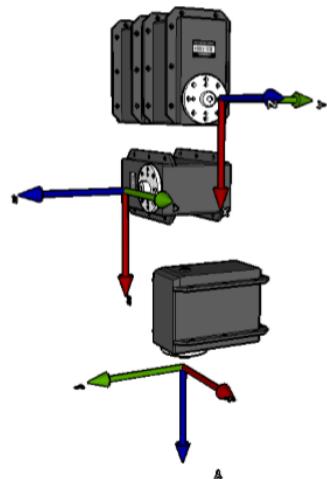


Figura 2.7: Articulaciones 1,2,3

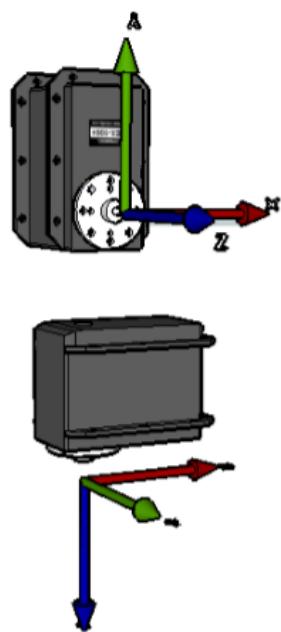


Figura 2.8: Articulaciones 4,5

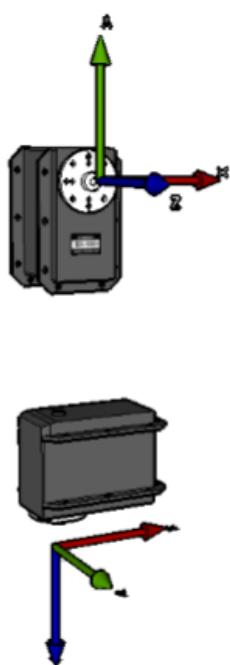


Figura 2.9: Articulaciones 6,7

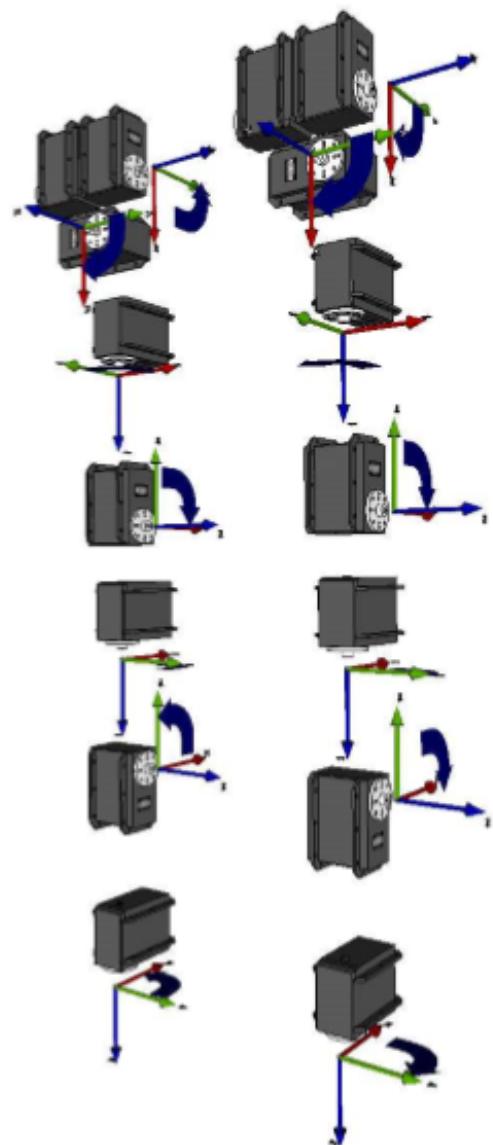


Figura 2.10: Sentido de giro brazo izquierdo-derecho

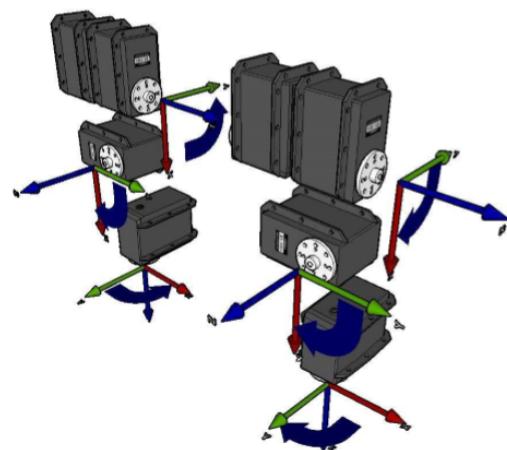


Figura 2.11: Giro de articulaciones 1,2,3

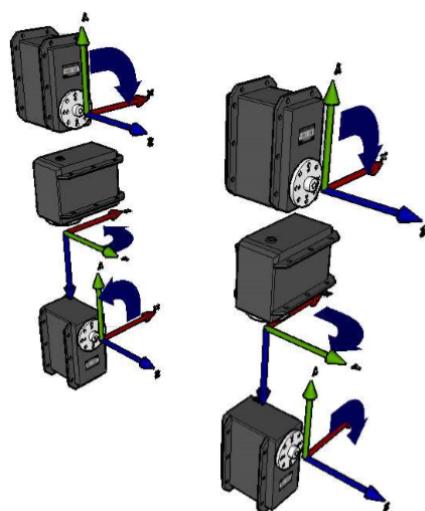


Figura 2.12: Giro de articulaciones 4,5,6

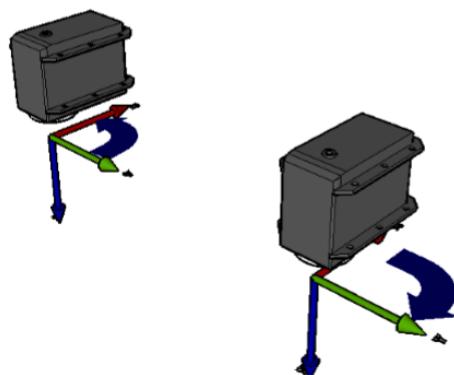


Figura 2.13: Giro de articulacion 7

2.3. 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 a agarrar los objetos con el griper más fácilmente al cambiar la altura del robot.

La base holonómica es donde se encuentra toda la etapa de potencia y ejecuta el 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. Las clemas más grandes son utilizadas para conectar todas las tierras y las más pequeñas son utilizadas para distribuir el voltaje. La alimentación de los servomotores es controlada utilizando dos tipos de roboclaw.

Para el desplazamiento de Justina se utilizaron cuatro motores, los cuales tienen ensambladas llantas cada uno las cuales le permiten un desplazamiento en cualquier dirección.

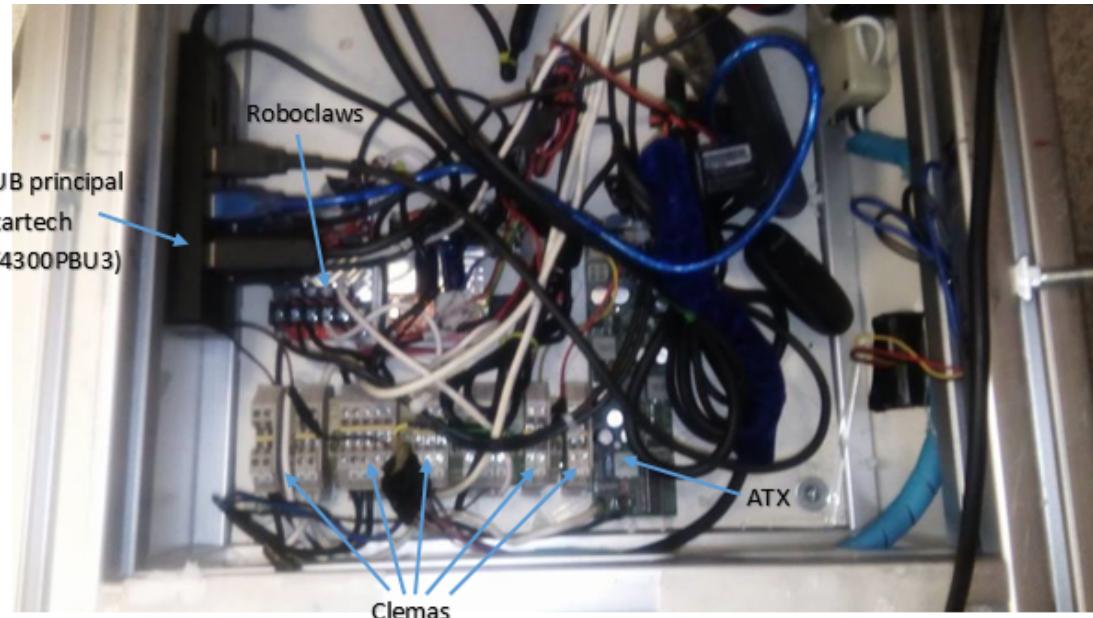


Figura 2.14: Interior de la base de Justina

2.4. 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.

2.4.1. Diagrama esquemático conexiones en las clemas

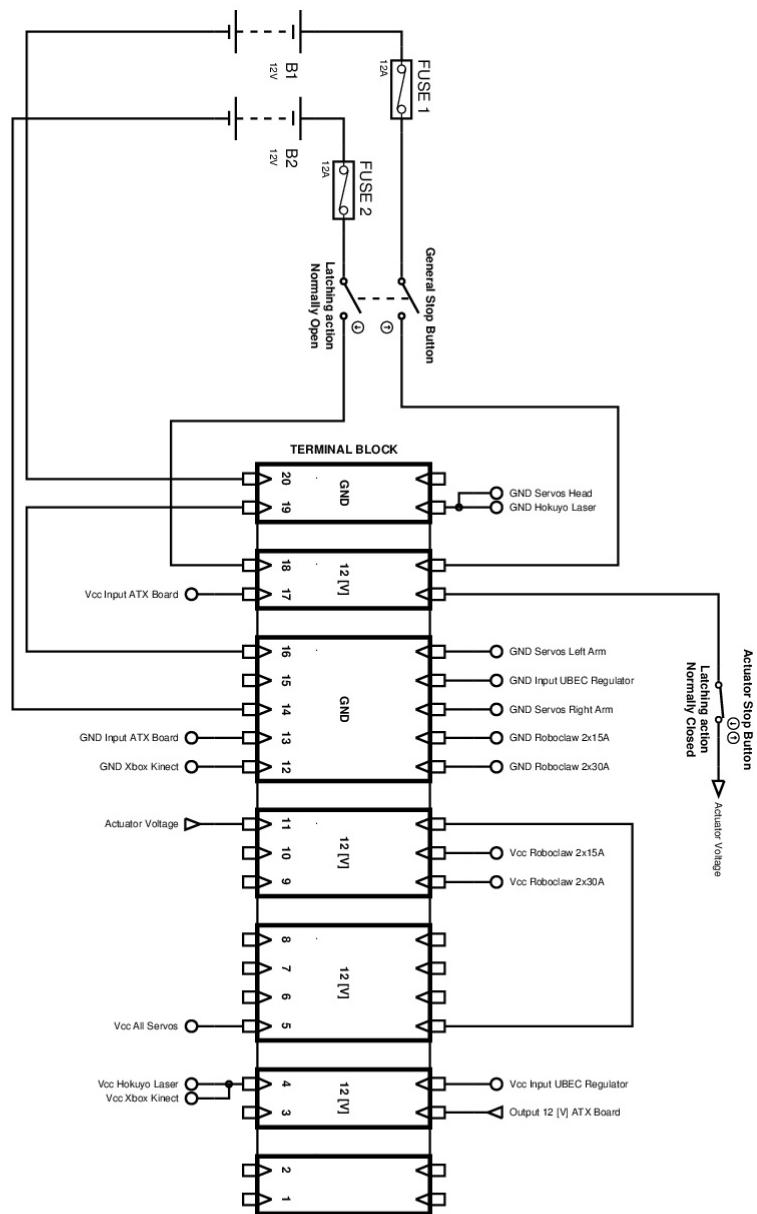


Figura 2.15: Diagrama general

2.4.2. Diagrama esquemático Roboclaws

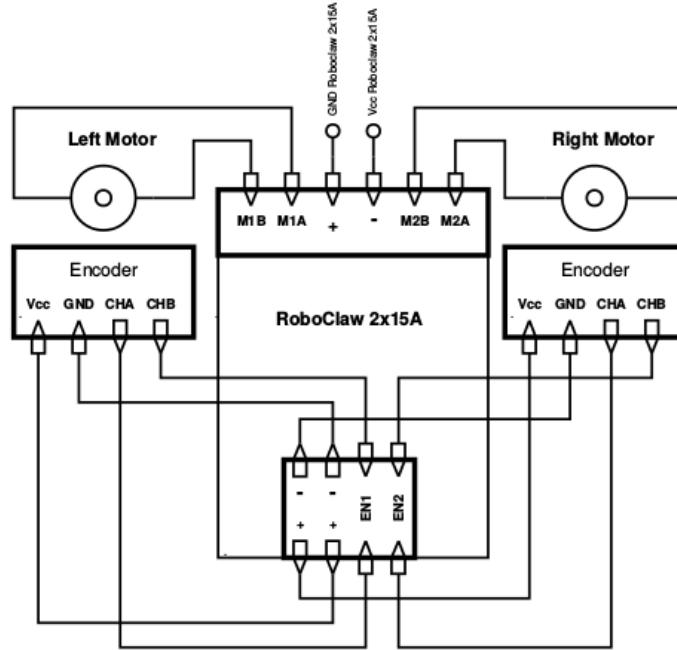


Figura 2.16: Diagrama de la roboclaw 2x15A

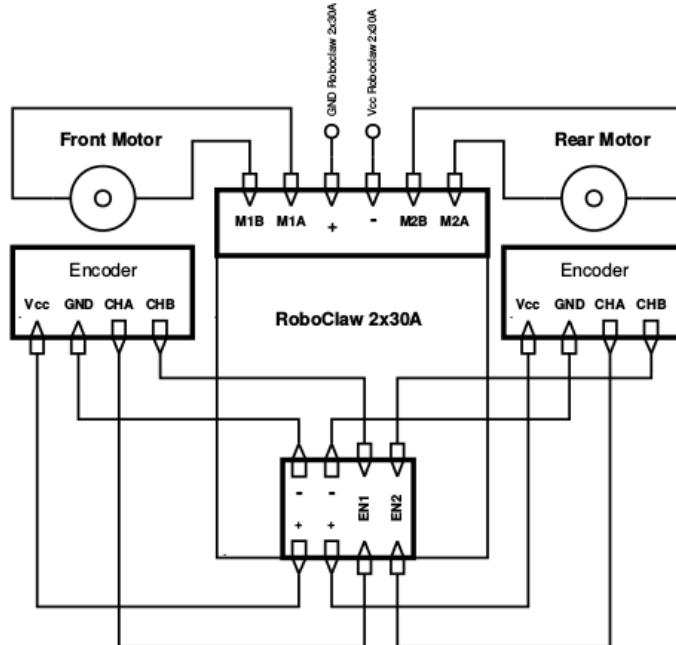


Figura 2.17: Diagrama de la roboclaw 2x30A

2.5. Comunicación hardware-computadora

Para la conexión de Justina con la computadora se hace uso de 3 HUB los cuales están conectados de manera tal que sólo es necesario conectar un HUB a la laptop. 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 a Justina), para ser enviado a la laptop.

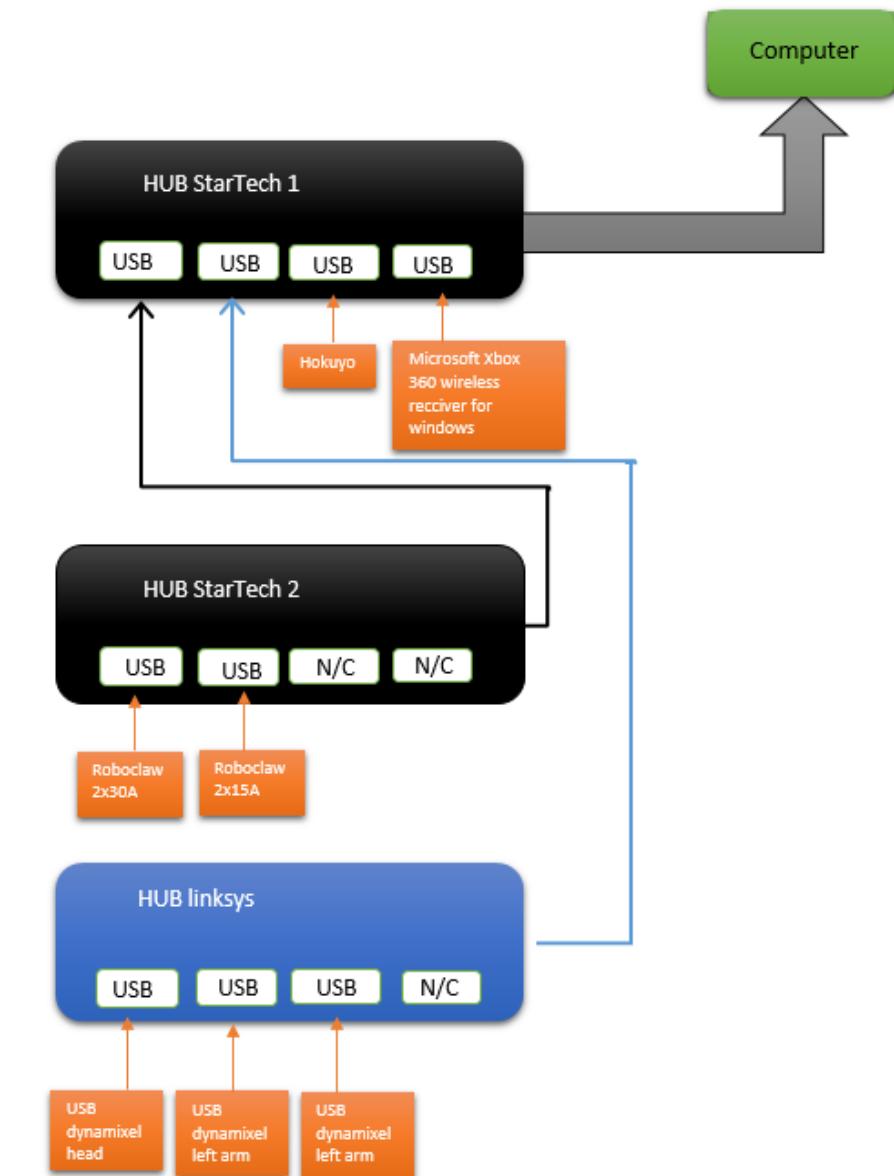


Figura 2.18: Diagrama de conexiones de los HUBs

2.6. Interruptores de encendido y apagado

En la base Justina cuenta con dos botones, el negro que 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 2.19: Encendido y apagado de Justina

También cuenta con dos fusibles para 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 no cause un mal funcionamiento en éstas.

2.6.1. 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 2.20: Encendido y apagado de Justina

2.7. 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.

2.7.1. 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 incendiase.
- 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.

2.7.2. 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, aíslle sus terminales, envuélvala en plástico y depositélas en los contenedores especiales para el desecho responsable de pilas.

2.8. Precauciones y conexión de la Roboclaw

2.8.1. 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 removérse 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.

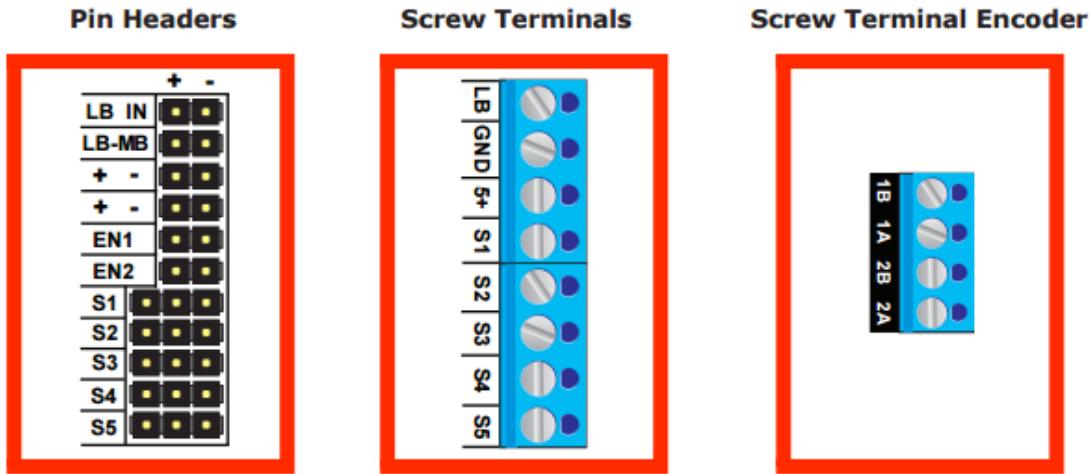


Figura 2.21: Configuración de pines

Bateria 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 y la fuente +5VDC. 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 a 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 de 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 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, hasta los 3 leds deben parpadear brevemente para indicar que todos los led están funcionando. Los leds se comportaran diferente mente 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.

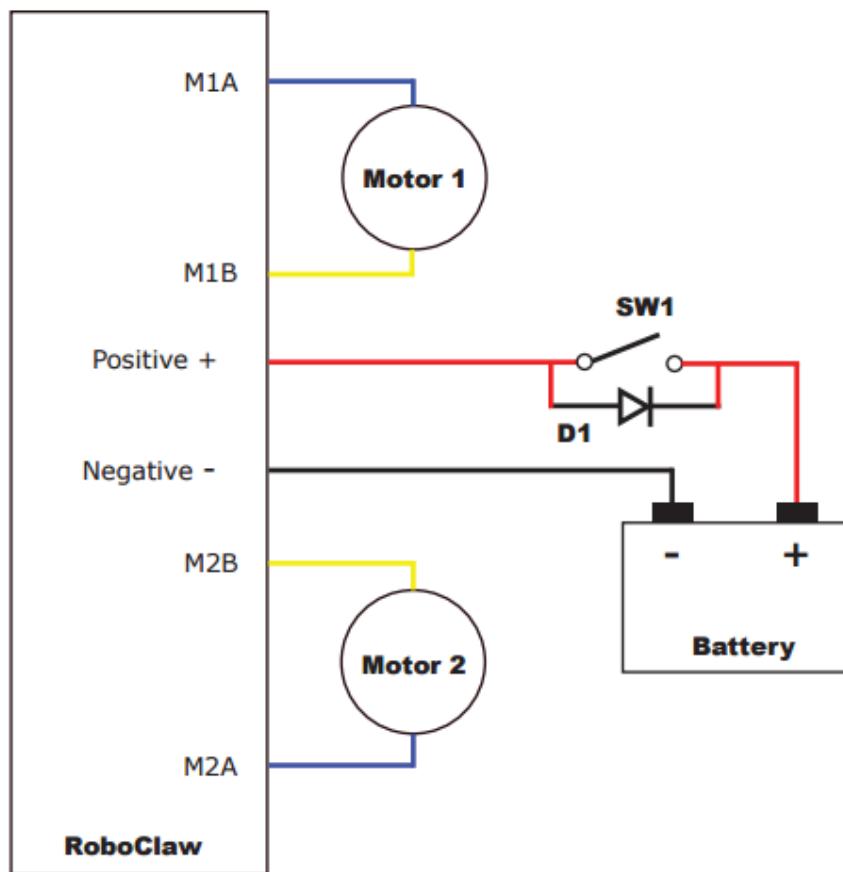


Figura 2.22: Conexión básica de motores

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

2.8.2. Modo de conexión de la roboclaw

CAPÍTULO 3

Primeros pasos

Antes de poner en funcionamiento a Justina, se da a conocer el software básico con el que se trabaja y los requerimientos para su correcto funcionamiento. También se debe saber que Justina no funciona únicamente con una computadora, trabaja con 2 actualmente; una computadora esta integrada con ubuntu 14.04.1 (esta es la versión ya probada), esta es la computadora principal, la cual se encargara de todos los procesos principales de Justina y tenemos la segunda computadora (plateada) integrada con windows 7, la cual únicamente se utiliza para la comunicación: el reconocimiento por voz y la generación de voz

3.1. Software básico

Como primer paso se debe conocer el software básico para el funcionamiento de Justina.

Se requiere lo siguiente:

-Ubuntu

- ROS Indigo desktop full
- OpenNI + PrimeSense drivers
- OpenCV 2.4.8 or 2.4.9. Compiled with OpenNi, WITHOUT OpenCL, WITHOUT Cuda, with Eigen
- PCL 1.6

Para conocer la forma de instalar ROS, OpenNI, los drivers PrimeSense y OpenCV 2.4.9 por favor acude al apéndice B (software).

-Windows 7

- Blackboard
- Spech recog

- Spech generator

La comunicacion entre las dos computadoras se da por medio de conexion ethernet, para esto se debe hacer una configuración punto a punto. Para conocer la configuración de la computadora por favor visite el apendice de software.

3.2. Obtención del repositorio de Github

Como siguiente paso se debe obtener el repositorio con el que se ha trabajado Justina.

Todos los paquetes del software de Justina se encuentran en Github.

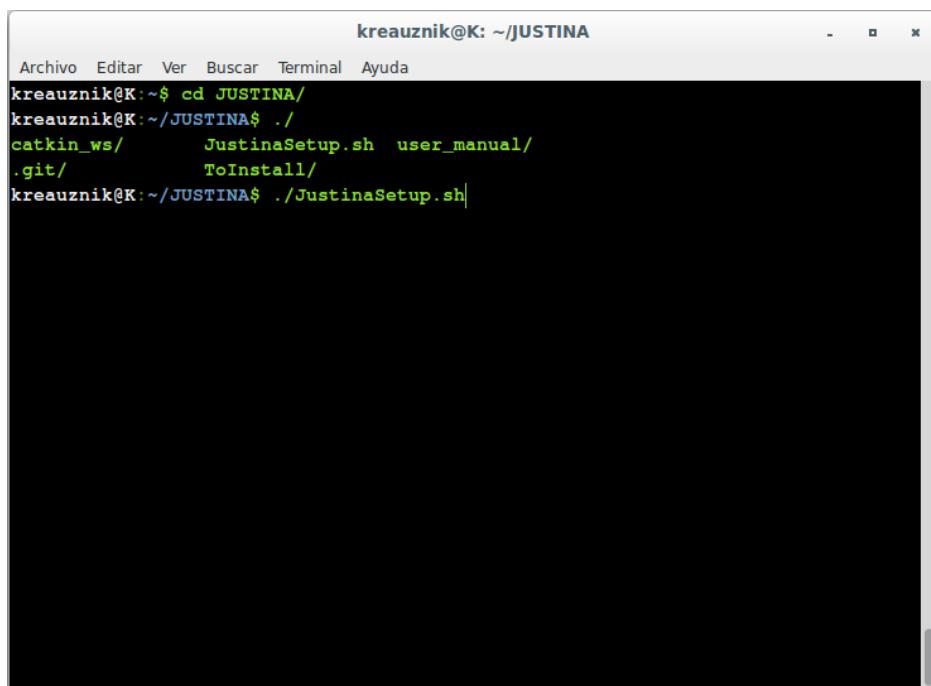
Para obtener el repositorio lo que se requiere hacer es lo siguiente: desde una terminal se debe clonar el repositorio usado el siguiente comando:

```
~$ git clone https://github.com/RobotJustina/JUSTINA
```

3.3. Instalación del software de Justina

Una vez instalado ROS procedemos a instalar el software de Justina, para esto abrir una terminal y seguir las siguientes instrucciones:

1. ingresamos a la carpeta JUSTINA y ejecutar JustinaSetup.sh



The screenshot shows a terminal window titled "kreauznik@K: ~/JUSTINA". The window has a standard Linux desktop interface with a title bar, menu bar, and scroll bars. The terminal content is as follows:

```
kreauznik@K:~/JUSTINA
Archivo Editar Ver Buscar Terminal Ayuda
kreauznik@K:~$ cd JUSTINA/
kreauznik@K:~/JUSTINA$ ./
catkin_ws/      JustinaSetup.sh  user_manual/
.git/           ToInstall/
kreauznik@K:~/JUSTINA$ ./JustinaSetup.sh
```

2. Confirmar cada que sea requerido. Esto nos llevara varios minutos.
3. Una vez instalado el software, es necesario seguir las instrucciones mostradas a continuación para asociarle un nombre a los dispositivos USB conectados, y que los nombres no cambien independientemente de donde se coloquen. Cómo un enlace simbolico, el cual etiqueta al dispositivo y le asocia un nombre.

```
~$ sudo cp 80-justinaRobot.rules /etc/udev/rules.d/
```

4. Una vez termines de ejecutar el comando, es necesario ejecutar el siguiente:

```
~$ sudo udevadm control --reload-rules && sudo service udev restart  
&& sudo udevadm trigger
```

Listo, ya está instalado el software de Justina.

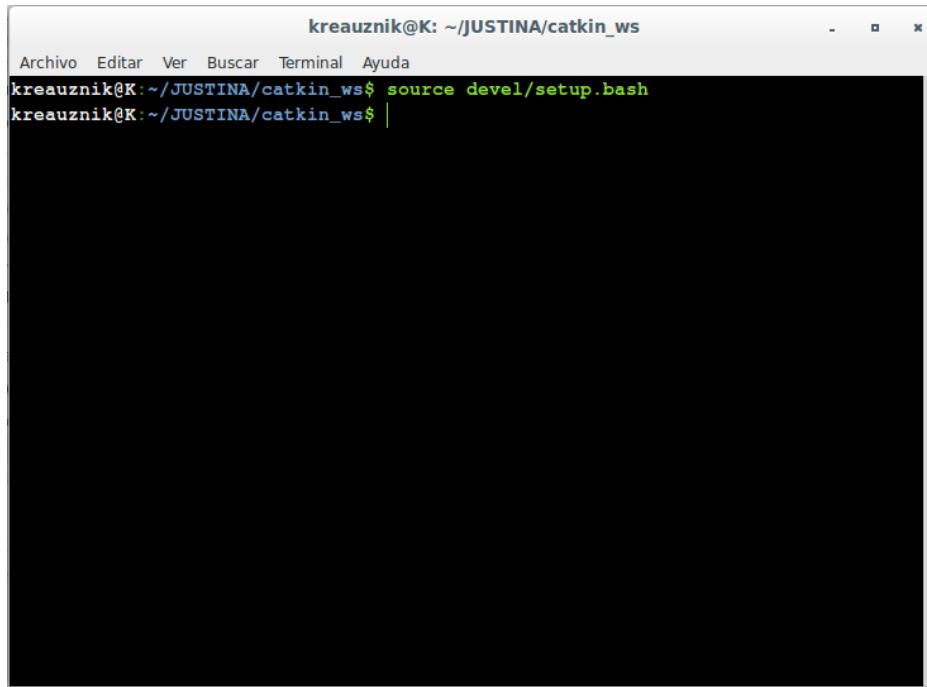
3.4. Cómo compilar los paquetes de Justina

Para compilar los paquetes de Justina se debe acceder al siguiente directorio ”JUSTINA/catkin_ws”, en este directorio se debe ejecutar el siguiente comando:

```
~$ catkin_make
```

Una vez compilados todos los paquetes, es necesario ejecutar el siguiente comando dentro del mismo directorio:

```
~$ source devel/setup.bash
```

A screenshot of a terminal window titled "kreauznik@K: ~/JUSTINA/catkin_ws". The window has a menu bar with "Archivo", "Editar", "Ver", "Buscar", "Terminal", and "Ayuda". The terminal prompt is "kreauznik@K: ~/JUSTINA/catkin_ws\$". The user has typed the command "source devel/setup.bash" and pressed enter. The terminal is black with white text.

Por coveniencia es necesario agregar esto a tu .bashrc:

```
~$ echo "source ~/catkin_ws/devel/setup.bash" >> ~/.bashrc
```

Además se debe adherir el workspace a:

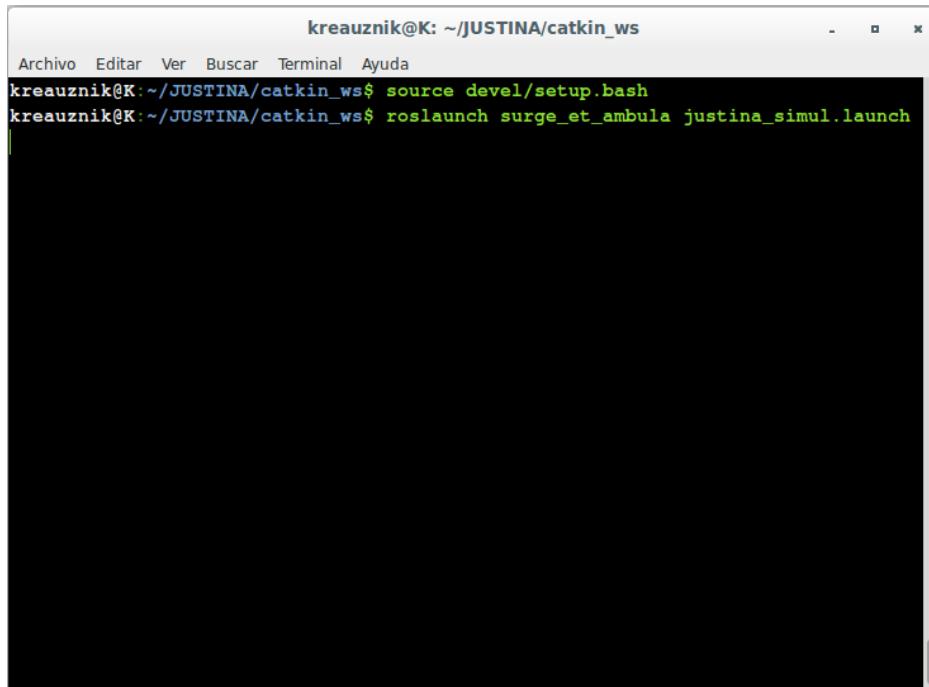
```
~$ echo "export ROS_PACKAGE_PATH=$ROS_PACKAGE_PATH:~/catkin_ws" >> ~/.bashrc
```

Listo, ahora el software de Justina está instalado y los paquetes compilados y listos para usarse.

3.5. RViz y GUI de Justina

Para probar el funcionamiento del hardware y software de Justina se puede utilizar RViz y la GUI. Para ejecutar estos programas se puede hacer uso de diferentes launch y run de ros.

```
~$ roslaunch surge_et_ambula justina.launch
```



A screenshot of a terminal window titled "kreauznik@K: ~/JUSTINA/catkin_ws". The window has a menu bar with "Archivo", "Editar", "Ver", "Buscar", "Terminal", and "Ayuda". Below the menu, the command "source devel/setup.bash" is entered and executed. Then, the command "roslaunch surge_et_ambula justina_simul.launch" is entered and executed. The terminal window has a dark background and light-colored text.

3.6. Simulación en el RViz y GUI de Justina

Cuando no se tiene conectado el robot Justina a la computador lo único que podemos hacer es hacer una simulación en la computador, para esto se debe ejecutar el siguiente comando:

```
~$ roslaunch surge_et_ambula justina_simul.launch
```

CAPÍTULO 4

Arquitectura del software

4.1. ViRbot

El sistema VIRBOT consiste de varios subsistemas los cuales controlan la operación del robot móvil.

4.2. Guía de desarrollo

- Todo código fuente DEBE estar contenido en el folder *catkin_ws/src*.
- Sólo el código contenido en la carpeta *catkin_ws/src/hardware* puede interactuar con el hardware del robot
- El punto anterior implica que todos los otros programas deberán implementar SÓLO algoritmos. Todas las interacciones con el hardware (e.g.. obtener una imagen desde la cámara, leer el , mover la base o la cabeza, hablar, etc.) debe hacerse intercambiando información con los paquetes contenidos en la carpeta **hardware**, a través de los tópicos y servicios de ROS.
- Los códigos contenidos en todas las carpetas dentro de *catkin_ws/src*, excepto las carpetas de herramientas, DEBEN contener sólo código escrito por el propio desarrollador (de cualquier paquete). Todas las bibliotecas necesarias o código de otras fuentes (bibliotecas serial, arduino, julius, dynamixel, etc.), si no están instaladas en algún default path (/opt/ros, /usr/local/, etc.), deben ser puestas dentro de la carpeta *catkin_ws/src/tools* en una subcarpeta apropiada.
- Los desarrolladores deben tratar de usar sólo mensajes ya definidos en algún paquete de ROS o pila, sin embargo, si mensajes personalizados son requeridos, éstos deben ser puestos dentro de *catkin_ws/src/subsystem/subsystem_maga*, así que, muchos mensajes

pueden ser usados sin necesidad de ejecutar todos los demás subsistemas.

4.3. Árbol de carpetas

```
catkin_ws
  build
  devel
  src
    hardware
    arms
    battery
    hardware_state
    justina_urdf
    hardware_msgs
    head
    mobile_base
    point_cloud_manager
    speakers
    torso
      hri
    gesture_recog
    hri_msgs
    justina_gui
    natural_language
    speech_recog
      interoperation
    bbro_s_bridge
    joy_teleop
    pc_teleop
    roah_rsbb
      manipulation
    arms_def_movs
    arms_path_planning
    arms_trajectory_planning
    head_def_movs
    head_tracking_point
    manipulation_msgs
      navigation
    localization
    mapping
    moving
```

```
navigation_msgs
path_planning
point_traking
    planning
planning_msgs
pomdp
rule_based
semantic_database
state_machines
    surge_et_ambula
launch
rviz_files
    testing
any_not_stable_node
    tools
ros_tools
libraries
    serial_arduino
    serial_dynamixel
    julius
    festival
    vision
door_detector
furniture_recog
object_detector
object_recog
person_detection
person_recog
vision_msgs
user_manual
```

Cada paquete en la carpeta de *hardware* debe tener su versión simulada, así que, el resto del software (todas las otras carpetas se supone que contienen sólo algoritmos y no interacción con el hardware del robot) puedes correr inmediatamente el modo de simulación. eligiendo entre simulado o real debe ser hecho en la carpeta de ejecución.

CAPÍTULO 5

Nodos de ROS

5.1. Hardware

Sólo los nodos de esta carpeta interactúan con hardware. Todos los demás nodos sólo usan tópicos y servicios para obtener información del hardware.

5.1.1. Head

Dentro del paquete `head` se encuentra el nodo `head_node.py`, este nodo se encarga de controlar la posición de la cabeza mediante los grados de libertad *pan* y *tilt*. La posición deseada se establece en radianes, en caso de que estos valores se encuentren fuera del rango de alcance de la articulación, entonces se posicionará en la cota superior o inferior según sea el caso. En modo de simulación existe un nodo llamado `head_simul_node.py`, dicho nodo publica y se suscribe a los mismos tópicos.

Tópicos publicados	/hardware/head/current_pose [std_msgs/Float32MultiArray] /joint_states [sensor_msgs/JointState] /hardware/robot_state/head_battery [std_msgs/Float32]	Posición actual de las juntas de la cabeza Descripción del estado de las juntas de la cabeza Voltaje de alimentación de los servo motores de la cabeza
Tópicos suscritos	/hardware/head/goal_pose [std_msgs/Float32MultiArray]	Posición deseada de las juntas de revolución de la cabeza

Tabla 5.1: Nodo /hardware/head

Sintaxis en un archivo launch

Para correr este nodo es necesario indicar como argumentos el puerto serial en el cual esta conectado el dispositivo *USB2Dynamixel* asociado a los servo motores de la cabeza, así como el baudaje al cual se establecerá la comunicación.

```
<node name="head" pkg="head" type="head_node.py" output="screen" args="--port /dev/justinaHead --baud 1000000"/>
```

5.1.2. Arms

El paquete `arms` contiene los nodos encargados del control de posición de las articulaciones de los brazos, los nombres de los ejecutables son `left_arm_node.py` y, `right_arm_node.py`. Debido a que ambos nodos operan del mismo modo, únicamente se explicará el nodo `left_arm_node.py`, la diferencia radica en los nombres dados a los tópicos, por ejemplo, el tópico `/hardware/left.arm/current_pose` se llama `/hardware/right.arm/current_pose` para el caso del nodo correspondiente al brazo derecho.

El nodo `left_arm_node.py` se encarga de controlar la posición de los 7 grados de libertad del brazo izquierdo del robot Justina, de igual modo controla el agarre del *gripper*; la posición deseada para cada uno de los GDL se establece en radianes. Para el caso de simulación se encuentran los nodos `right_arm_simul_node.py` y `left_arm_simul_node.py`, los cuales funcionan de manera similar a los nodos de puesta en marcha del robot.

Tópicos publicados	/hardware/left_arm/current_pose [std_msgs/Float32MultiArray]	Posición actual de las juntas del brazo izquierdo
	/hardware/left_arm/current_gripper [std_msgs/Float32]	Posición actual del gripper
	/joint_states [sensor_msgs/JointState]	Descripción del estado de las juntas del brazo izquierdo
	/hardware/robot_state/left_arm_battery [std_msgs/Float32]	Voltaje de alimentación de los servo motores del brazo izquierdo
Tópicos suscritos	/hardware/left_arm/goal_gripper [std_msgs/Float32]	Posición deseada del gripper
	/hardware/left_arm/torque_gripper [std_msgs/Float32]	Par deseado en el gripper para tareas de manipulación de objetos
	/hardware/left_arm/goal_pose [std_msgs/Float32MultiArray]	Posición deseada de las juntas de revolución del brazo izquierdo. Si se especifican 7 datos, éstos serán las posiciones deseadas de los 7 GDL, si son 14 datos, los 7 adicionales serán las rapideces de los servo motores a las que se desea alcanzar dicha posición

Tabla 5.2: Nodo /hardware/left_arm

Sintaxis en un archivo launch

Para correr el nodo `left_arm_node.py` es necesario indicar como argumentos el puerto serial en el cual esta conectado el dispositivo *USB2Dynamixel* asociado a los servo motores del brazo izquierdo, además del baudaje al cual se establecerá la comunicación.

```
<node name="left_arm" pkg="arms" type="left_arm_node.py" output="screen" args="--port1
/dev/justinaLeftArm --baud1 1000000"/>
```

5.1.3. Mobile base

En el paquete `mobile_base` se encuentra el nodo `omni_base_node.py`, este nodo se encarga de controlar el movimiento de la base estableciendo la rapidez deseada para los motores por medio de controladores *RoboClaw*, la velocidad y rapidez lineal están dadas en metros por segundo y, la velocidad angular en radianes por segundo. Además de esto, se determina la ubicación del robot en un mapa estático utilizando *tf* y un mensaje de tipo *Odometry*, para obtener información más detallada consulte por favor: <http://wiki.ros.org/navigation/Tutorials/RobotSetup/Odom>.

Tópicos publicados	/hardware/mobile_base/odometry [nav_msgs/Odometry]	Odometría calculada con las lecturas de los encoder de los motores
	/hardware/robot_state/base_batt [std_msgs/Float32]	Voltaje de alimentación de los motores de la base
	/tf [tf/tfMessage]	Transformación de <i>base-link</i> a <i>odom</i>
Tópicos suscritos	/hardware/robot_state/stop [std_msgs/Empty]	Tópico para parar los motores de la base
	/hardware/mobile_base/cmd_vel [geometry_msgs/Twist]	Velocidad lineal deseada de la base en el plano <i>xy</i> , y velocidad angular deseada de la base en el eje <i>z</i>
	/hardware/mobile_base/speeds [std_msgs/Float32MultiArray]	Rapideces instantáneas deseadas para las ruedas derecha e izquierda

Tabla 5.3: Nodo /hardware/mobile_base

Sintaxis en un archivo launch

La base móvil con la que cuenta el robot Justina actualmente posee cuatro motores, es por

ello que se requieren dos controladores *RoboClaw*. Para lanzar este nodo se especifica mediante argumentos los dos puertos en los cuales están conectados los controladores.

```
<node name="mobile_base" pkg="mobile_base" type="omni_base_node.py" output="screen"
args="--port1 /dev/justinaRC15 --port2 /dev/justinaRC30"/>
```

5.1.4. Laser simulator

5.1.5. Torso

Tópicos publicados	/hardware/torso/goal_reached [std_msgs/Bool] /tf [tf/tfMessage] /joint_states [sensor_msgs/JointState] /hardware/torso/current_pose [std_msgs/Float32MultiArray]	
Tópicos suscritos	/hardware/torso/goal_pose [std_msgs/Float32MultiArray] /hardware/torso/goal_rel_pose [std_msgs/Float32MultiArray]	

Tabla 5.4: Nodo /hardware/torso

5.1.6. Descripción del robot: URDF

head_pan head_node head_simul_node
head_tilt.

En el archivo *justina.xml* se encuentra el modelo del robot Justina; en la Figura 5.1 se tiene el árbol de transformaciones, los ovalos azules representan las juntas, mientras que los recuadros negros representan los sistemas de referencia asociados a los eslabones del robot. En el grafo dirigido se muestran los offset de traslación en *x*, *y* y *z*, y los offset de los ángulos de rotación *roll*, *pitch* y *yaw* que se tienen entre los sistemas de referencia, las unidades están en

metros y radianes respectivamente.

En el grafo dirigido de la Figura 5.2 se muestran todas las transformaciones entre sistemas de referencia para el robot, en éste grafo se incluyen además los marcos *odom* y *map*. Para más información acerca de los sistemas de referencia para plataformas móviles consulte: <http://www.ros.org/reps/rep-0105.html>.

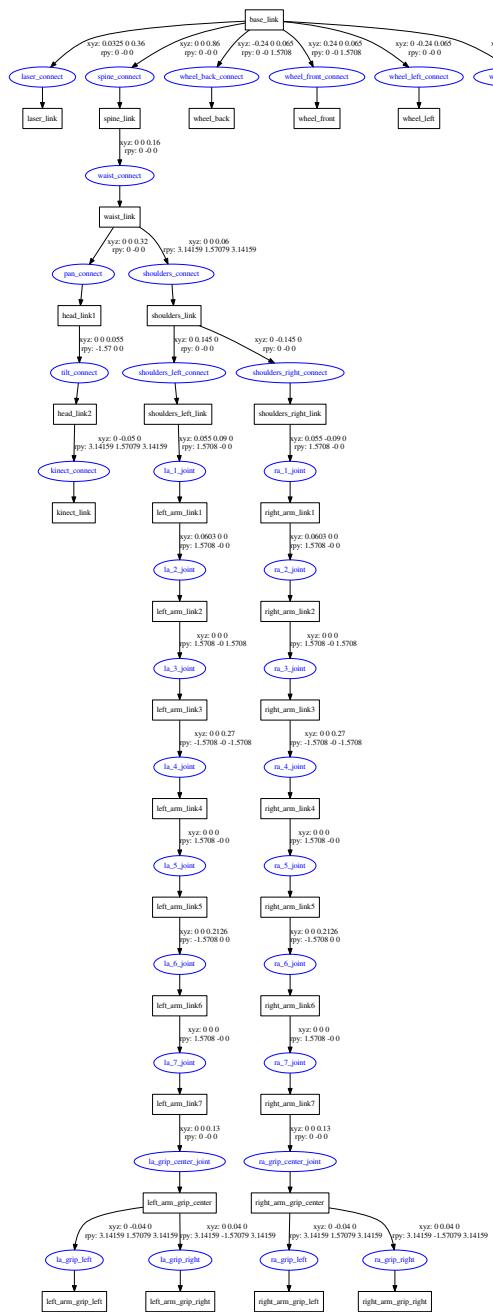


Figura 5.1: Árbol de transformaciones

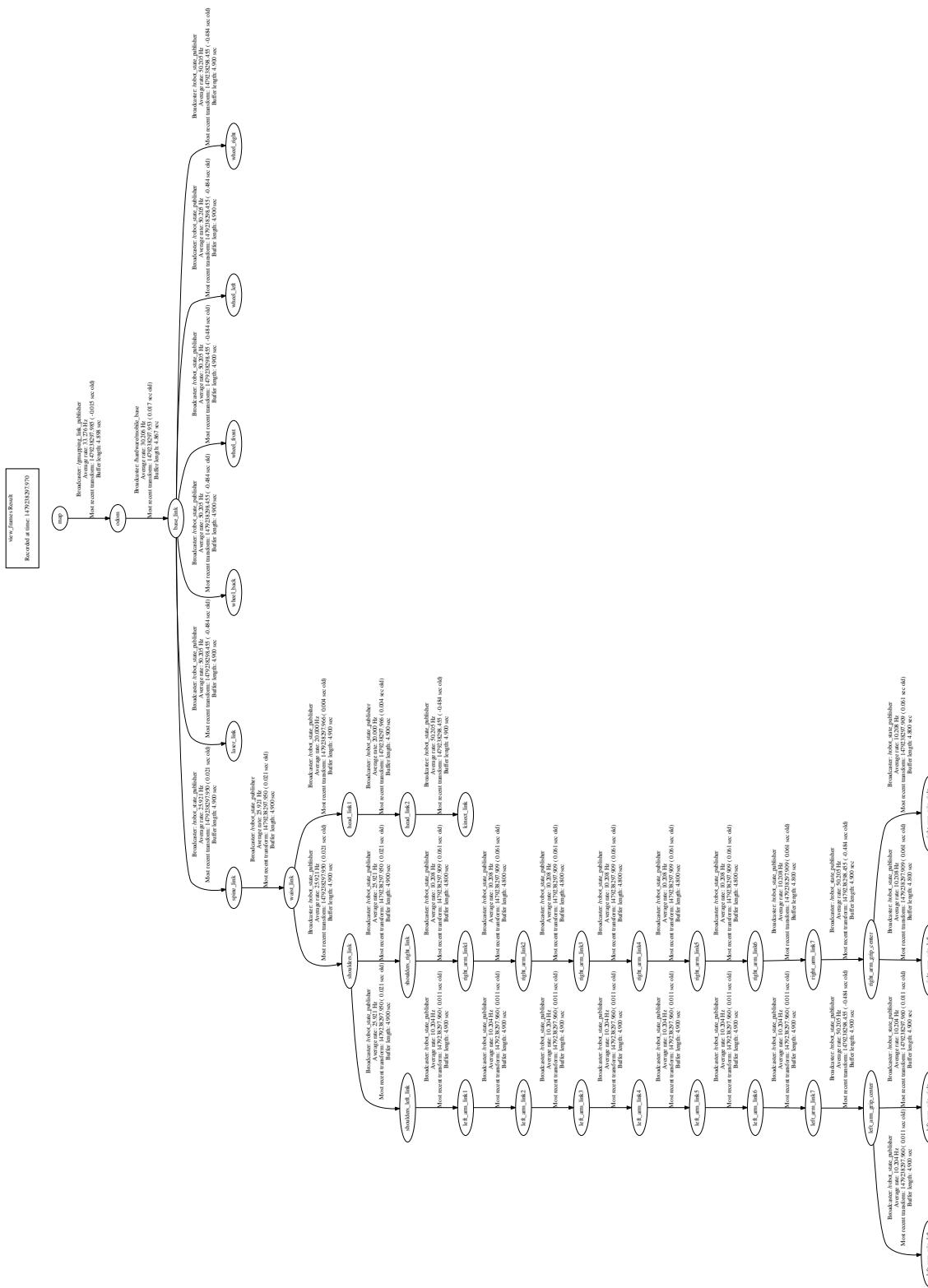


Figura 5.2: Árbol de transformaciones con los marcos de referencia *map* y *odom*

5.2. Navigation

5.2.1. Obstacle detector

Tópicos publicados	/navigation/obs_avoid/obs_in_front [std_msgs/Bool] /navigation/obs_avoid/collision_risk [std_msgs/Bool] /navigation/obs_avoid/collision_point [geometry_msgs/PointStamped]	
Tópicos suscritos	/hardware/scan [sensor_msgs/LaserScan] /navigation/obs_avoid/enable [std_msgs/Bool] /tf [tf/tfMessage] /tf_static [tf2_msgs/TFMessage] /navigation/mvn_pln/last_calc_path [nav_msgs/Path]	

Tabla 5.5: Nodo /navigation/obs_avoid/obstacle_detector

5.2.2. Mvn Planner

Tópicos publicados	<pre>/navigation/path_planning/simple_move /goal_lateral [std_msgs/Float32]</pre> <pre>/hardware/torso/goal_pose [std_msgs/Float32MultiArray]</pre> <pre>/manipulation/manip_pln/hd_goto_loc [std_msgs/String]</pre> <pre>/manipulation/manip_pln/ra_goto_loc [std_msgs/String]</pre> <pre>/hri/rviz/location_markers [visualization_msgs/Marker]</pre> <pre>/manipulation/manip_pln/ la_goto_angles [std_msgs/Float32MultiArray]</pre> <pre>/manipulation/manip_pln/ la_pose_wrt_robot [std_msgs/Float32MultiArray]</pre> <pre>/navigation/path_planning/simple_move /goal_dist [std_msgs/Float32]</pre> <pre>/manipulation/manip_pln/ ra_pose_wrt_robot [std_msgs/Float32MultiArray]</pre>
--------------------	--

Tabla 5.6: Nodo /navigation/mvn_pln

Tópicos publicados	<pre>/navigation/mvn_pln/get_close_xya [std_msgs/Float32MultiArray]</pre> <pre>/manipulation/manip_pln/la_move [std_msgs/String]</pre> <pre>/navigation/mvn_pln/get_close_loc [std_msgs/String]</pre> <pre>/hardware/left_arm/goal_gripper [std_msgs/Float32]</pre> <pre>/navigation/path_planning/simple_move /goal_rel_pose [geometry_msgs/Pose2D]</pre> <pre>/hardware/right_arm/torque_gripper [std_msgs/Float32]</pre> <pre>/hardware/torso/goal_rel_pose [std_msgs/Float32MultiArray]</pre> <pre>/navigation/obs_avoid/enable [std_msgs/Bool]</pre> <pre>/manipulation/manip_pln/ hd_goto_angles [std_msgs/Float32MultiArray]</pre>
--------------------	---

Tabla 5.7: Nodo /navigation/mvn_pln

Tópicos publicados	<pre>/hardware/left_arm/torque_gripper [std_msgs/Float32]</pre> <pre>/navigation/path_planning/simple_move /goal_dist_angle [std_msgs/Float32MultiArray]</pre> <pre>/manipulation/manip_pln/ la_pose_wrt_arm [std_msgs/Float32MultiArray]</pre> <pre>/navigation/mvn_pln/add_location [navig_msgs/Location]</pre> <pre>/navigation/mvn_pln/last_calc_path [nav_msgs/Path]</pre> <pre>/navigation/global_goal_reached [std_msgs/Bool]</pre> <pre>/manipulation/manip_pln/la_goto_loc [std_msgs/String]</pre> <pre>/navigation/path_planning/simple_move /goal_path [nav_msgs/Path]</pre> <pre>/navigation/path_planning/simple_move /goal_pose [geometry_msgs/Pose2D]</pre>
--------------------	--

Tabla 5.8: Nodo /navigation/mvn_pln

Tópicos publicados	/manipulation/manip_pln/ ra_goto_angles [std_msgs/Float32MultiArray] /hardware/right_arm/goal_gripper [std_msgs/Float32] /manipulation/manip_pln/ ra_pose_wrt_arm [std_msgs/Float32MultiArray]	
Servicios	/navigation/mvn_pln/plan_path	

Tabla 5.9: Nodo /navigation/mvn_pln

Tópicos suscritos	<pre>/hardware/robot_state/stop [std_msgs/Empty]</pre> <pre>/navigation/mvn_pln/get_close_xy [std_msgs/Float32MultiArray]</pre> <pre>/clicked_point [geometry_msgs/PointStamped]</pre> <pre>/navigation/mvn_pln/get_close_loc [std_msgs/String]</pre> <pre>/navigation/localization/current_pose [geometry_msgs/ PoseWithCovarianceStamped]</pre> <pre>/hardware/scan [sensor_msgs/LaserScan]</pre> <pre>/hardware/torso/goal_reached [std_msgs/Bool]</pre> <pre>/tf [tf/tfMessage]</pre> <pre>/navigation/obs_avoid/obs_in_front [std_msgs/Bool]</pre>	
-------------------	---	--

Tabla 5.10: Nodo /navigation/mvn_pln

Tópicos suscritos	/tf_static [tf2_msgs/TFMessage] /manipulation/hd_goal_reached [std_msgs/Bool] /navigation/mvn_pln/add_location [nav_msgs/Location] /manipulation/ra_goal_reached [std_msgs/Bool] /navigation/global_goal_reached [std_msgs/Bool] /navigation/obs_avoid/collision_risk [std_msgs/Bool] /navigation/goal_reached [std_msgs/Bool] /navigation/obs_avoid/collision_point [geometry_msgs/PointStamped] /manipulation/la_goal_reached [std_msgs/Bool]
-------------------	---

Tabla 5.11: Nodo /navigation/mvn_pln

5.3. Vision

5.3.1. Face recognition

Tópicos publicados	/vision/face_recognizer/faces [vision_msgs/VisionFaceObjects] /vision/face_recognizer/trainer_result [std_msgs/Int32]	
Tópicos suscritos	/vision/face_recognizer/start_recog_old [std_msgs/Empty] /vision/face_recognizer/ run_face_recognizer_id [std_msgs/String] /vision/face_recognizer/ run_face_trainer_frames [vision_msgs/VisionFaceTrainObject] /vision/face_recognizer/clearfacesdb [std_msgs/Empty] /vision/face_recognizer/clearfacesdbbyid [std_msgs/String]	

Tabla 5.12: Nodo /vision/face_recog

Tópicos suscritos	<pre>/vision/face_recognizer/ run_face_recognizer [std_msgs/Empty]</pre> <pre>/vision/face_recognizer/run_face_trainer [std_msgs/String]</pre> <pre>/vision/face_recognizer/stop_recog [std_msgs/Empty]</pre> <pre>/vision/face_recognizer/start_recog [std_msgs/Empty]</pre>	
-------------------	--	--

Tabla 5.13: Nodo /vision/face_recog

5.3.2. Line finder

Tópicos suscritos	<pre>/hardware/head/current_pose [std_msgs/Float32MultiArray]</pre>	
Servicios	<pre>/vision/line_finder/find_lines_ransac [vision_msgs/FindLines]</pre>	

Tabla 5.14: Nodo /vision/line_finder

5.3.3. Object recognition

El nodo se utiliza para detectar e identificar objetos sobre planos horizontales. Además, contiene las funciones para generar datos de entrenamiento que son utilizados durante el proceso de identificación. Actualmente, lo primero que se realiza para hacer la detección de objetos es una identificación y extracción de planos horizontales, para después segmentar la nube de puntos sobre estos planos y así identificar y clusterizar los objetos. Todo el proceso descrito anteriormente se realiza utilizando solamente información 3D. Una vez segmentados los objetos, estos se tratan de identificar utilizando 3 características:

- Altura (distancia del punto mas alejado del plano al plano)
- Forma (se obtienen momentos de Hu de la proyección de los puntos del objeto sobre el plano)
- Color (Se comparan Histogramas en HSV)

Estas tres características pasan por una etapa de clasificación similar a un clasificador en cascada y se devuelve el nombre del objeto entrenado más semejante al detectado. Además de esto, calcula el centroide de los objetos utilizando simplemente la media de todos los puntos 3D que lo componen.

Tópicos publicados	/vision/obj_reco /recognizedObjects [vision_msgs/VisionObjectList]	Si el tópico enableRecognizeTopic recibe el valor True en el callback, entonces el nodo detecta y trata de identificar todos los objetos que se encuentren sobre los planos horizontales utilizando los datos de entrenamiento previos, cada que hay un nuevo frame de Kinect. En el tópico se publican los nombres de los objetos identificados, así como las coordenadas de su centroide.
--------------------	--	---

Tabla 5.15: Nodo /vision/obj_reco

Tópicos suscritos	/vision/obj_reco /enableRecognizeTopic [std_msgs/Bool] /vision/obj_reco /enableDetectWindow [std_msgs/Bool] /hardware/point_cloud_man_rgbd_wrt_robot [sensor_msgs/PointCloud2]	Habilita o deshabilita la función de reconocimiento de objetos cada que existe un nuevo frame de Kinect. Habilita o deshabilita la ventana donde se muestra el reconocimiento de objetos cada que existe un nuevo frame de Kinect. Para evitar consumir recursos, se recomienda que este en false, salvo para depuración o entrenamiento. Sí alguno de los dos tópicos anteriores esta habilitado, el nodo espera este tópico para realizar la detección e identificación de objetos con cada nuevo frame.
-------------------	---	--

Tabla 5.16: Nodo /vision/obj_reco

Servicios	<pre>/vision/obj_reco/det_objs [vision_msgs/DetectObjects]</pre> <pre>/vision/geometry_finder /findPlane [vision_msgs/FindPlane]</pre> <pre>/vision/obj_reco/trainObject [vision_msgs/TrainObject]</pre>	<p>El nodo detecta el plano horizontal más grande en la escena, y detecta todos los objetos sobre este usando información 3D. Una vez detectados, estos objetos tratan de ser reconocidos utilizando las características extraídas durante la fase de entrenamiento. El servicio regresa una lista de todos los objetos reconocidos, utilizando su nombre y su centroide con respecto del robot.</p> <p>Detecta y muestra en una ventana todos los planos horizontales detectados.</p> <p>Se le envía un string con el nombre de un objeto y el nodo detecta y extrae las características 3D y 2D del objeto más cercano al centro del robot (los objetos, para ser detectados, deben encontrarse sobre un plano horizontal). Un archivo XML con las características del objeto, nombre y una imagen del objeto es guardado en el directorio: \src\vision\obj_reco\TrainingDir \NombreDelObjeto</p>
-----------	--	---

Tabla 5.17: Nodo /vision/obj_reco

5.3.4. Skeleton finder

Tópicos publicados	<pre>/vision/skeleton_finder/skeletons [vision_msgs/Skeletons]</pre>	
Tópicos suscritos	<pre>/vision/skeleton_finder/start_recog [std_msgs/Empty]</pre> <pre>/vision/skeleton_finder/stop_recog [std_msgs/Empty]</pre>	

Tabla 5.18: Nodo /vision/skeleton_finder

5.4. Human-robot interaction

5.4.1. gui

Sirve para operar todo el robot desde una interfaz gráfica cuyas funciones se detallan en la sección 5.9.1.

Tópicos publicados	<pre>/hardware/point_cloud_man/save_cloud [std_msgs/String]</pre> <pre>/navigation/path_planning/ simple_move/goal_lateral [std_msgs/Float32]</pre> <pre>/hardware/torso/goal_pose [std_msgs/Float32MultiArray]</pre> <pre>/manipulation/manip_pln/hd_goto_loc [std_msgs/String]</pre> <pre>/hardware/robot_state/stop [std_msgs/Empty]</pre> <pre>/vision/face_recognizer/start_recog_old [std_msgs/Empty]</pre> <pre>/manipulation/manip_pln/ra_goto_loc [std_msgs/String]</pre> <pre>/manipulation/manip_pln/ la_goto_angles [std_msgs/Float32MultiArray]</pre> <pre>/manipulation/manip_pln/ la_pose_wrt_robot [std_msgs/Float32MultiArray]</pre> <pre>/navigation/path_planning/ simple_move/goal_dist [std_msgs/Float32]</pre>
--------------------	---

Tabla 5.19: Nodo /hri/justina_gui

Tópicos publicados	<pre>/vision/face_recognizer/ run_face_recognizer_id [std_msgs/String]</pre> <pre>/hardware/point_cloud_man/ stop_saving_cloud [std_msgs/Empty]</pre> <pre>/hardware/mobile_base/cmd_vel [geometry_msgs/Twist]</pre> <pre>/manipulation/manip_pln/ ra_pose_wrt_robot [std_msgs/Float32MultiArray]</pre> <pre>/navigation/mvn_pln/get_close_xy [std_msgs/Float32MultiArray]</pre> <pre>/hardware/right_arm/goal_torque [std_msgs/Float32MultiArray]</pre> <pre>/manipulation/manip_pln/la_move [std_msgs/String]</pre> <pre>/navigation/mvn_pln/get_close_loc [std_msgs/String]</pre> <pre>/vision/obj_reco/enableRecognizeTopic [std_msgs/Bool]</pre> <pre>/hardware/left_arm/goal_gripper [std_msgs/Float32]</pre>	
--------------------	--	--

Tabla 5.20: Nodo /hri/justina_gui

Tópicos publicados	<pre>/hardware/mobile_base/speeds [std_msgs/Float32MultiArray]</pre> <pre>/recognizedSpeech [hri_msgs/RecognizedSpeech]</pre> <pre>/hardware/head/goal_pose [std_msgs/Float32MultiArray]</pre> <pre>/navigation/path_planning/ simple_move/goal_rel_pose [geometry_msgs/Pose2D]</pre> <pre>/hri/human_following/start_follow [std_msgs/Bool]</pre> <pre>/vision/obj_reco/enableDetectWindow [std_msgs/Bool]</pre> <pre>/hardware/right_arm/torque_gripper [std_msgs/Float32]</pre> <pre>/vision/face_recognizer/ run_face_trainer_frames [vision_msgs/VisionFaceTrainObject]</pre> <pre>/hardware/torso/goal_rel_pose [std_msgs/Float32MultiArray]</pre> <pre>/navigation/obs_avoid/enable [std_msgs/Bool]</pre>	
--------------------	---	--

Tabla 5.21: Nodo /hri/justina_gui

Tópicos publicados	<pre>/vision/thermal_vision/stop_video [std_msgs/Empty]</pre> <pre>/vision/skeleton_finder/stop_recog [std_msgs/Empty]</pre> <pre>/vision/face_recognizer/clearfacesdb [std_msgs/Empty]</pre> <pre>/manipulation/manip_pln/ hd_goto_angles [std_msgs/Float32MultiArray]</pre> <pre>/hardware/left_arm/goal_torque [std_msgs/Float32MultiArray]</pre> <pre>/vision/face_recognizer/clearfacesdbbyid [std_msgs/String]</pre> <pre>/hardware/left_arm/torque_gripper [std_msgs/Float32]</pre> <pre>/navigation/path_planning/ simple_move/goal_dist_angle [std_msgs/Float32MultiArray]</pre> <pre>/manipulation/manip_pln/ la_pose_wrt_arm [std_msgs/Float32MultiArray]</pre> <pre>/hardware/left_arm/goal_pose [std_msgs/Float32MultiArray]</pre>	
--------------------	--	--

Tabla 5.22: Nodo /hri/justina_gui

Tópicos publicados	<pre>/navigation/mvn_pln/add_location [navig_msgs/Location]</pre> <pre>/hri/leg_finder/enable [std_msgs/Bool]</pre> <pre>/vision/face_recognizer/ run_face_recognizer [std_msgs/Empty]</pre> <pre>/hri/sp_rec/recognized [std_msgs/String]</pre> <pre>/vision/thermal_vision/start_video [std_msgs/Empty]</pre> <pre>/vision/face_recognizer/run_face_trainer [std_msgs/String]</pre> <pre>/manipulation/manip_pln/la_goto_loc [std_msgs/String]</pre> <pre>/vision/face_recognizer/stop_recog [std_msgs/Empty]</pre> <pre>/hardware/right_arm/goal_pose [std_msgs/Float32MultiArray]</pre> <pre>/vision/face_recognizer/start_recog [std_msgs/Empty]</pre>
--------------------	--

Tabla 5.23: Nodo /hri/justina_gui

Tópicos publicados	<pre>/navigation/path_planning/simple_move /goal_path [nav_msgs/Path] /vision/skeleton_finder/start_recog [std_msgs/Empty] /navigation/path_planning/simple_move /goal_pose [geometry_msgs/Pose2D] /vision/qr/start_qr [std_msgs/Bool] /manipulation/manip_pln /ra_goto_angles [std_msgs/Float32MultiArray] /hardware/right_arm/goal_gripper [std_msgs/Float32] /manipulation/manip_pln /ra_pose_wrt_arm [std_msgs/Float32MultiArray]</pre>
--------------------	---

Tabla 5.24: Nodo /hri/justina_gui

Tópicos suscritos	<pre>/hardware/left_arm/current_pose [std_msgs/Float32MultiArray]</pre> <pre>/hardware/robot_state/stop [std_msgs/Empty]</pre> <pre>/vision/face_recognizer/faces [vision_msgs/VisionFaceObjects]</pre> <pre>/recognizedSpeech [hri_msgs/RecognizedSpeech]</pre> <pre>/hardware/left_arm/current_gripper [std_msgs/Float32]</pre> <pre>/hri/leg_finder/legs_found [std_msgs/Empty]</pre> <pre>/hardware/right_arm/current_gripper []</pre> <pre>/navigation/localization/current_pose [geometry_msgs/ PoseWithCovarianceStamped]</pre> <pre>/hardware/head/current_pose [std_msgs/Float32MultiArray]</pre> <pre>/hardware/torso/goal_reached [std_msgs/Bool]</pre>	
-------------------	--	--

Tabla 5.25: Nodo /hri/justina_gui

Tópicos suscritos	<pre>/tf [tf/tfMessage] /navigation/obs_avoid/obs_in_front [std_msgs/Bool] /tf_static [tf2_msgs/TFMessage] /manipulation/hd_goal_reached [std_msgs/Bool] /hri/sp_rec/recognized [std_msgs/String] /hardware/robot_state/ right_arm_battery [] /hardware/right_arm/current_pose [] /hardware/torso/current_pose [std_msgs/Float32MultiArray] /manipulation/ra_goal_reached [std_msgs/Bool] /navigation/global_goal_reached [std_msgs/Bool]</pre>	
-------------------	---	--

Tabla 5.26: Nodo /hri/justina-gui

Tópicos suscritos	<p>/navigation/obs_avoid/collision_risk [std_msgs/Bool]</p> <p>/navigation/goal_reached [std_msgs/Bool]</p> <p>/vision/face_recognizer/trainer_result [std_msgs/Int32]</p> <p>/hardware/robot_state/left_arm_battery [std_msgs/Float32]</p> <p>/hardware/robot_state/head_battery [std_msgs/Float32]</p> <p>/hri/qr/recognized [std_msgs/String]</p> <p>/manipulation/la_goal_reached [std_msgs/Bool]</p> <p>/hardware/robot_state/base_battery [std_msgs/Float32]</p>	
-------------------	--	--

Tabla 5.27: Nodo /hri/justina_gui

5.4.2. Human follower

Tópicos publicados	/hardware/mobile_base/speeds [std_msgs/Float32MultiArray]	
Tópicos suscritos	<p>/hri/human_following/start_follow [std_msgs/Bool]</p> <p>/hri/leg_finder/leg_poses [geometry_msgs/PointStamped]</p>	

Tabla 5.28: Nodo /hri/human_follower

5.4.3. Leg finder

Tópicos publicados	/hri/leg_finder/legs_found [std_msgs/Empty] /hri/leg_finder/leg_poses [geometry_msgs/PointStamped]	
Tópicos suscritos	/hardware/scan [sensor_msgs/LaserScan] /tf [tf/tfMessage] /tf_static [tf2_msgs/TFMessage] /hri/leg_finder/enable [std_msgs/Bool]	

Tabla 5.29: Nodo /hri/leg_finder

5.4.4. QR reader

Tópicos publicados	/hri/qr/recognized [std_msgs/String]	
Tópicos suscritos	/tf [tf/tfMessage] /tf_static [tf2_msgs/TFMessage] /vision/qr/start_qr [std_msgs/Bool]	

Tabla 5.30: Nodo /hri/qr_reader

5.4.5. SP gen

Tópicos suscritos	/hri/sp_gen/say [std_msgs/String]	
-------------------	--------------------------------------	--

Tabla 5.31: Nodo /hri/sp-gen

5.5. Interoperation

5.5.1. Joystick teleop

Este nodo se suscribe a un mensaje de tipo *Joy* para controlar mediante un joystick de una consola Xbox el movimiento de la base, la posición de la cabeza y del torso. Las posiciones angulares y lineales, así como las velocidades lineales y angulares están dadas en radianes, metros, metros por segundo y radianes por segundo respectivamente.

Para mover la cabeza del robot se utiliza el *stick* izquierdo, la base se opera por medio del *stick* derecho, mientras que el botón rojo del joystick es para el paro de la base.

Tópicos publicados	/hardware/robot_state/stop [std_msgs/Empty]	Tópico de paro para los motores de la base
	/hardware/mobile_base/cmd_vel [geometry_msgs/Twist]	Velocidad lineal deseada deseada de la base en el plano xy , y velocidad angular deseada en z
	/hardware/head/goal_pose [std_msgs/Float32MultiArray]	Posición deseada de la cabeza
	/hardware/torso/goal_spine [std_msgs/Float32]	Posición deseada de la junta prismática para cambiar la altura del torso
	/hardware/torso/goal_shoulders [std_msgs/Float32]	Posición deseada de la junta de revolución para orientar el torso (roll)
	/hardware/torso/goal_waist [std_msgs/Float32]	Posición deseada de la junta de revolución para orientar el torso (yaw)
Tópicos suscritos	/hardware/joy [sensor_msgs/Joy]	Estado de los ejes y botones de un joystick

Tabla 5.32: Nodo /interoperation/joystick_teleop

Sintaxis en un archivo launch

Para lanzar este nodo por medio de un archivo *launch* sólo se necesita indicar el nombre que se le desea dar al nodo, el paquete dentro del que se encuentra y el nombre del ejecutable.

```
<node name="joystick_teleop" pkg="joystick_teleop" type="joystick_teleop_node.py"
      output="screen" />
```

5.6. Manipulation

5.6.1. Manipulation Planner

Tópicos publicados	<p>/hardware/right_arm/goal_torque [std_msgs/Float32MultiArray]</p> <p>/hardware/head/goal_pose [std_msgs/Float32MultiArray]</p> <p>/hardware/left_arm/goal_torque [std_msgs/Float32MultiArray]</p> <p>/hardware/left_arm/goal_pose [std_msgs/Float32MultiArray]</p> <p>/manipulation/hd_goal_reached [std_msgs/Bool]</p> <p>/manipulation/ra_goal_reached [std_msgs/Bool]</p> <p>/hardware/right_arm/goal_pose [std_msgs/Float32MultiArray]</p> <p>/hardware/head/goal_torque [std_msgs/Float32MultiArray]</p> <p>/manipulation/la_goal_reached [std_msgs/Bool]</p>	
--------------------	--	--

Tabla 5.33: Nodo /manipulation/manip_pln

Tópicos suscritos	<pre>/hardware/left_arm/current_pose [std_msgs/Float32MultiArray]</pre> <pre>/manipulation/manip_pln/ra_goto_loc [std_msgs/String]</pre> <pre>/manipulation/manip_pln/hd_goto_loc [std_msgs/String]</pre> <pre>/manipulation/manip_pln/ la_goto_angles [std_msgs/Float32MultiArray]</pre> <pre>/manipulation/manip_pln/ la_pose_wrt_robot [std_msgs/Float32MultiArray]</pre> <pre>/manipulation/manip_pln/ ra_pose_wrt_robot [std_msgs/Float32MultiArray]</pre> <pre>/manipulation/manip_pln/la_move [std_msgs/String]</pre> <pre>/hardware/head/current_pose [std_msgs/Float32MultiArray]</pre> <pre>/manipulation/manip_pln/hd_move [std_msgs/String]</pre> <pre>/manipulation/manip_pln/ra_move [std_msgs/String]</pre>
-------------------	---

Tabla 5.34: Nodo /manipulation/manip_pln

Tópicos suscritos	<pre>/manipulation/manip_pln/ hd_goto_angles [std_msgs/Float32MultiArray] /tf [tf/tfMessage] /manipulation/manip_pln/ la_pose_wrt_arm [std_msgs/Float32MultiArray] /tf_static [tf2_msgs/TFMessage] /hardware/right_arm/current_pose [std_msgs/Float32MultiArray] /manipulation/manip_pln/la_goto_loc [std_msgs/String] /manipulation/manip_pln/ ra_pose_wrt_arm [std_msgs/Float32MultiArray] /manipulation/manip_pln/ ra_goto_angles [std_msgs/Float32MultiArray]</pre>	
-------------------	--	--

Tabla 5.35: Nodo /manipulation/manip_pln

5.6.2. IK Geometric

Servicios	<pre>/manipulation/ik_geometric/ ik_float_array [manip_msgs/InverseKinematicsFloat Array] /manipulation/ik_geometric/ik_path [ma- nip_msgs/InverseKinematicsPath] /manipulation/ik_geometric/ik_pose [ma- nip_msgs/InverseKinematicsPose] /manipulation/ik_geometric/ direct_kinematics [manip_msgs/DirectKinematics]</pre>	
-----------	--	--

Tabla 5.36: Nodo /manipulation/ik_geometric

5.7. Planning

5.7.1. Path Calculator

Este nodo se encarga de calcular una ruta y suavizarla desde una pose inicial hasta una pose objetivo utilizando el algoritmo de búsqueda A*, ésto mediante dos servicios de ROS.

Servicios	<pre>/navigation/path_planning/ path_calculator/wave_front_from_map [navig_msgs/PathFromMap] /navigation/path_planning/ path_calculator/a_star_from_map [navig_msgs/PathFromMap]</pre>	Cálculo de una ruta uti- lizando el algoritmo de búsqueda A*
-----------	---	--

Tabla 5.37: Nodo /navigation/path_planning/path_calculator

Sintaxis en un archivo launch

Para correr este nodo sólo se requiere especificar el nombre que se le desea dar al nodo, el paquete en el que se encuentra y el nombre del ejecutable.

```
<node name="path_calculator" pkg="path_calculator" type="path_calculator_node"
output="screen"/>
```

5.7.2. Simple Move

Tópicos publicados	/hardware/mobile_base/cmd_vel [geometry_msgs/Twist] /hardware/mobile_base/speeds [std_msgs/Float32MultiArray] /hardware/head/goal_pose [std_msgs/Float32MultiArray] /navigation/goal_reached [std_msgs/Bool]	
Tópicos suscritos	/hardware/robot_state/stop [std_msgs/Empty] /navigation/path_planning/simple_move /goal_lateral [std_msgs/Float32] /navigation/path_planning/simple_move /goal_dist [std_msgs/Float32] /navigation/path_planning/simple_move /goal_rel_pose [geometry_msgs/Pose2D]	

Tabla 5.38: Nodo /navigation/path_planning/simple_move

Tópicos suscritos	<pre>/navigation/localization/current_pose [geometry_msgs/ PoseWithCovarianceStamped] /tf [tf/tfMessage] /navigation/path_planning/simple_move /goal_dist_angle [std_msgs/Float32MultiArray] /tf_static [tf2_msgs/TFMessage] /navigation/obs_avoid/collision_risk [std_msgs/Bool] /navigation/path_planning/simple_move /goal_path [nav_msgs/Path] /navigation/path_planning/simple_move /goal_pose [geo- metry_msgs/Pose2D]</pre>
-------------------	--

Tabla 5.39: Nodo /navigation/path_planning/simple_move

5.8. Paquetes de terceros

5.8.1. hokuyo node

Este nodo se encarga de la adquisición de datos en un sensor Hokuyo Láser y, los hace accesibles mediante un mensaje de tipo *LaserScan*. Los escaneos del Hokuyo se toman en sentido contrario a las agujas del reloj, así mismo, los ángulos se miden en sentido contrario a las agujas del reloj con 0 apuntando directamente hacia delante.

Tópicos publicados	/hardware/scan [sensor_msgs/LaserScan]	[sen- sor_msgs/LaserScan]	Datos de un escaneo
Parámetros	port [string, default: /dev/ttyACM0] frame_id [string, default: laser]	default: frame_id [string, default: laser]	Puerto donde se encuentra el dispositivo Hokuyo Marco de referencia asociado al láser

Tabla 5.40: Nodo /hardware/hokuyo_node

Sintaxis en un archivo launch

Para lanzar este nodo por medio de un archivo *launch* es necesario indicar como parámetros el puerto en el que se encuentra el dispositivo y el marco de referencia asociado al láser, dicho marco se encuentra definido en el archivo *justina.xml*.

```
<node name="hokuyo_node" pkg="hokuyo_node" type="hokuyo_node" output="screen">
  <param name="port" type="string" value="/dev/justinaHokuyo" />
  <param name="frame_id" type="string" value="laser_link" />
</node>
```

5.8.2. amcl

Este nodo implementa el enfoque adaptativo de localización de Monte Carlo, que utiliza un filtro de partículas para rastrear la pose de un robot en un mapa conocido. AMCL es un sistema de localización probabilística para un robot que se mueve en un plano.

AMCL transforma los escaneos láser entrantes al sistema de referencia *odometry*. Por lo tanto, debe existir un camino a través del árbol *tf* desde el sistema de referencia en el que los escaneos láser se publican hacia el sistema de referencia de odometría.

Durante la operación AMCL estima la transformación del marco de referencia de la base con respecto al marco de referencia global(*map* para este caso), pero solamente publica la transformación entre el marco de referencia global(*map*) y el marco de referencia de odometría(*odometry*). Esencialmente, esta transformación considera la deriva que ocurre usando *Dead Reckoning*. *Dead Reckoning* es el proceso de calcular la posición estimando la dirección y la distancia recorrida.

Para obtener información más detallada consulte: <http://wiki.ros.org/amcl>.

Tópicos publicados	/navigation/localization/current_pose [geometry_msgs/ PoseWithCovarianceStamped]	Posición estimada del robot en el mapa, con covarianza
	/tf [tf/tfMessage]	Publica la transformación de odom (que se puede reasignar a través del parámetro <i>odom_frame_id</i>) a map
	/navigation/localization/particlecloud [geometry_msgs/PoseArray]	Conjunto de poses estimadas mantenidas por el filtro
Servicios	/navigation/localization/ global_localization [std_srvs/Empty]	Inicio de la localización global, donde todas las partículas se dispersan al azar a través del espacio libre en el mapa

Tabla 5.41: Nodo /navigation/localization/loc_amcl

Tópicos suscritos	/navigation/localization/initialpose [geometry_msgs/ PoseWithCovarianceStamped] /hardware/scan [sensor_msgs/LaserScan] /tf [tf/tfMessage]	Media y covarianza con la cual se (re)-inicializa el filtro de partículas Escaneos láser Transformaciones del robot
Parámetros	update_min_a [double, default: $\pi/6.0$ radians] laser_min_range [double, default: -1.0] odom_model_type [string, default: "diff"]	Movimiento de rotación requerido antes de realizar una actualización del filtro Rango de escaneo mínimo a considerar Configuración del robot, ya sea "diff", "omni", "diff-corrected" o "omni-corrected"

Tabla 5.42: Nodo /navigation/localization/loc_amcl

Sintaxis en un archivo launch

Para correr este nodo se necesita indicar el tópico en el cual se publican los datos del láser (/hardware/scan para este caso), de igual forma se requiere modificar los parámetros *update_min_a*, *laser_min_range* y *odom_model_type*.

```
<node name="loc_amcl" pkg="amcl" type="amcl" output="acreen" args="scan:=/hardware/scan">
  <param name="update_min_a" value="0.3"/>
  <param name="laser_min_range" value="0.3"/>
  <param name="odom_model_type" value="omni"/>
</node>
```

5.8.3. robot state publisher

Este nodo se encuentra dentro del paquete *robot_state_publisher*, y permite publicar el estado del robot a *tf*. Una vez que el estado se publica, está disponible para todos los componentes del sistema que utilizan *tf*. El paquete toma las posiciones de las juntas del robot como entrada

y publica las poses 3D de los eslabones usando un modelo de árbol cinemático. *tf* es un paquete que permite al usuario realizar el seguimiento de varios marcos de referencia a lo largo del tiempo.

robot_state_publisher usa el URDF especificado por el parámetro *robot_description*, y las posiciones de las juntas del tópico *joint_states* para calcular la cinemática directa del robot y publicar los resultados a través de *tf*. URDF (Unified Robot Description Format) es un formato XML para representar el modelo de un robot.

Tópicos suscritos	/joint_states [sensor_msgs/JointState]	Se suscribe a la información de la posición de las juntas
Tópicos publicados	/tf [tf/tfMessage]	Publica el estado del robot
Parámetros	robot_description [urdf map, default:] tf_prefix [string, default:] publish_frequency [double, default: 50Hz] use_tf_static [bool, default: false]	Archivo XML del modelo del robot Establece el prefijo tf para el namespace Frecuencia a la que publica el nodo Define si se quiere utilizar /tf_static

Tabla 5.43: Nodo */robot_state_publisher*

Sintaxis en un archivo launch

Lanzamiento del nodo y ajuste del parámetro *robot_description*.

```
<param name="robot_description" command="cat $(find knowledge)/hardware/justina.xml"/>
<node name="robot_state_publisher" pkg="robot_state_publisher" type="state_publisher"/>$
```

5.8.4. map server

Este nodo ofrece datos de un mapa como un servicio de ROS. También proporciona la utilidad de línea de comandos *map_saver*, que permite guardar en un archivo los mapas generados dinámicamente.

Los mapas manipulados por las herramientas de este paquete se almacenan en un par de archivos, un archivo YAML describe los metadatos del mapa y una imagen codifica los datos de ocupación. La imagen describe el estado de ocupación de cada celda del mundo en el color del píxel correspondiente. Los píxeles más blancos están libres, los píxeles más negros están ocupados y los píxeles entre estos colores son desconocidos. Los campos requeridos en el archivo YAML son seis: *image*, *resolution*, *origin*, *occupied_thresh*, *free_thresh* y *negate*.

Para obtener información más específica por favor consulte: http://wiki.ros.org/map_server.

Tópicos publicados	/navigation/localization/map_metadata [nav_msgs/MapMetaData] /navigation/localization/map [nav_msgs/OccupancyGrid]	Metadatos del mapa Mapa
Servicios	navigation/localization/static_map [nav_msgs/GetMap]	Obtención del mapa a través de este servicio
Parámetros	frame_id [string, default: "map"]	Marco de referencia establecido en el encabezado (<i>header</i>) del mapa publicado

Tabla 5.44: Nodo /navigation/localization/map_server

Sintaxis en un archivo launch

Para ejecutar este nodo se requiere especificar como argumento el archivo YAML que contiene los metadatos del mapa que se quiere proveer. Para este ejemplo, el archivo *bioroboanexo3.yaml* se encuentra dentro del paquete *knowledge* en la ruta *navigation/occupancy_grids*.

```
<node name="map_server" pkg="map_server" type="map_server" output="screen"
      args="$(find knowledge)/navigation/occupancy_grids/bioroboanexo3.yaml"/>$
```

5.8.5. Rviz

Tópicos publicados	<pre>/clicked_point [geometry_msgs/PointStamped] /move_base_simple/goal [geometry_msgs/PoseStamped] /initialpose [geometry_msgs/ PoseWithCovarianceStamped]</pre>	
Tópicos suscritos	<pre>/hri/rviz/location_markers [visualization_msgs/Marker] /hardware/scan [sensor_msgs/LaserScan] /hri/rviz/location_markers_array [] /tf [tf/tfMessage] /tf_static [tf2_msgs/TFMessage] /hri/leg_finder/leg_poses [geometry_msgs/PointStamped] /navigation/localization/map_updates [] /navigation/mvn_pln/last_calc_path [nav_msgs/Path] /navigation/localization/map [nav_msgs/OccupancyGrid]</pre>	

Tabla 5.45: Nodo /hri/rviz

5.8.6. joy node

Este nodo conecta un joystick genérico de Linux a ROS; publica un mensaje de tipo *Joy* que contiene el estado actual de cada uno de los botones y ejes del joystick.

Tópicos publicados	/hardware/joy [sensor_msgs/Joy]	Reporta el estado de los ejes y botones del joystick
Parámetros	dev [string, default: /dev/input/js0]	Dispositivo desde el cual se leen los eventos

Tabla 5.46: Nodo /hardware/joy

Sintaxis en un archivo launch

Para lanzar este nodo por medio de un archivo *launch* únicamente es necesario indicar el nombre que se le desea dar al nodo, el paquete en el que se encuentra y el nombre del ejecutable.

```
<node name="joy" pkg="joy" type="joy_node" output="screen"/>
```

5.9. Puesta en marcha

5.9.1. Usar al robot con la GUI

APÉNDICE A

Hardware

En la siguiente sección mostramos el hardware utilizado para el desarrollo del robot Justina así como especificaciones del mismo y algunas configuraciones que deben seguirse para su correcto funcionamiento.

A.1. Actuadores y sus controladores

En ésta sección se mostrarán los componentes utilizados para ensamblar al robot Justina y especificaciones técnicas como algunas configuraciones y recomendaciones del mismo para su correcto funcionamiento.

A.1.1. Servomotor MX-106



Figura A.1: MX-106

MX-106			
Voltaje de operación	14.8[V]	12[V]	11.1[V]
	102[kg*cm]	85.6[Kg*cm]	81.5[kg*cm]
Torque	10.0[N*m]	8.4[N*m]	8[N*m]
Velocidad sin carga	55[RPM]	45[RPM]	41[RPM]
Masa		153[g]	
Medidas	40.2[mm]x65.1[mm]x46[mm]		
Resolución	0.088[grados]		
Radio de redicción	1/225		
Ángulo de operación	360 grados o giro continuo		
Corriente máxima	5.2[A] @ 12[V]		
Corriente en espera	55[mA]		
Temperatura de operación	-5[C] 85[C]		
Protocolo	TTL Asynchronous serial		
Límite de modulos	254 direcciones validas		
Velocidad	8000bps 3Mbps		
Realimentación de posición	Sí		
Realimentación de temperatura	Sí		
Realimentación de voltaje de carga	Sí		
Realimentación de voltaje de entrada	Sí		
PID	Sí		
Materiales	Engranes de metal y cuerpo plastico		
Lista de controladores	USB2Dynamixel		
	CM-530		
	CM-700		
	Arbotix		

Tabla A.1: MX-106

A.1.2. Servomotor MX-64



Figura A.2: MX-64

MX-64			
Voltaje de operación	14.8[V]	12[V]	11.1[V]
Torque	74[kg*cm]	61[Kg*cm]	56[kg*cm]
Velocidad sin carga	7.3[N*m]	6[N*m]	5.5[N*m]
Masa	78[RPM]	63[RPM]	58[RPM]
Medidas	126[g]		
Resolución	40.2[mm]x61.1[mm]x41[mm]		
Radio de redicción	0.088[grados]		
Ángulo de operación	1/200		
Corriente máxima	360 grados o giro continuo		
Corriente en espera	4.1[A] @ 12[V]		
Temperatura de operación	100[mA]		
Protocolo	-5[C] 85[C]		
Límite de modulos	TTL Asynchronous serial		
Velocidad de transmisión	254 direcciones validas		
Realimentación de posición	8000bps 3Mbps		
Realimentación de temperatura	Sí		
Realimentación de voltaje de carga	Sí		
Realimentación de voltaje de entrada	Sí		
PID	Sí		
Materiales	Engranes de metal y cuerpo plastico		
Lista de controladores	USB2Dynamixel		
	CM-530		
	CM-700		
	Arbotix		

Tabla A.2: MX-64

A.1.3. Servomotor MX-28



Figura A.3: MX-28

MX-28			
Voltaje de operación	14.8[V]	12[V]	11.1[V]
Torque	31[kg*cm]	25.5[Kg*cm]	23.4[kg*cm]
Velocidad sin carga	3.1[N*m]	2.5[N*m]	2.3[N*m]
Masa	67[RPM]	55[RPM]	50[RPM]
Medidas	72[g]		
Resolución	35.6[mm]x50.6[mm]x35.5[mm]		
Radio de redicción	0.088[grados]		
Ángulo de operación	193:1		
Corriente máxima	360 grados o giro continuo		
Corriente en espera	1.4[A] @ 12[V]		
Temperatura de operación	100[mA]		
Protocolo	-5[C] 80[C]		
Límite de modulos	TTL Asynchronous serial		
Velocidad de transmisión	254 direcciones validas		
Realimentación de posición	8000bps 3Mbps		
Realimentación de temperatura	Sí		
Realimentación de voltaje de carga	Sí		
Realimentación de voltaje de entrada	Sí		
PID	Sí		
Materiales	Engranes de metal y cuerpo plastico		
Lista de controladores	USB2Dynamixel		
	CM-530		
	CM-700		
	Open CM 9		

Tabla A.3: MX-28

A.1.4. Motor-DCX32L GB KL 12V

Existen 2 tipos de motores DCX32L, el GPX32 LN 16:1 y el GPX32 G1 35:1 los cuales tienen cambios en sus funciones pero esencialmente conservan el diseño.



Figura A.4: Motor DCX32L

GPX32 G1 35:1	
Funciones	
Gearhead type	Versión estándar
Reducción	35:1
Número de etapas	2
Comutación	Graphote brushes
Fuente de voltaje	Voltaje nominal 12[V]
Motor bearings	preloaded ball bearing
Conteos por vuelta	1024
Hysteresis	0.17m
Forma y ajuste	
Gear shaft	With flat
Shaft bore	Without transverse bore
Shaft length L1	21[mm]
Length of flat L2	12[mm]
Height of flat D2	7[mm]
Gear flange	Standard flange
Amount of threads	4
Thread diameter	M3
Pitch circle diameter TK	26[mm]
Conexión eléctrica, motor	cable
Tipo de conector, motor	Sin conector
Longitud del cable L1 para el motor	200[mm]
Tipo de cable	AWG18
Conexión electrica, enconder	Estándar
Longitud del cable L1 para el encoder	200[mm]
Tipo de cable para el enconder	TPE ribbon cable
Tipo de conector, encoder	10-pol 2.54[mm] pin
Orientación de la conexión (motor)	0 grados
Orientación de la conexión (enconder)	0 grados
Your entries	
Voltaje disponible	12[V]
Velocidad	180[rpm]
Torque	2000[mNm]
Valores de el dispositivo con voltaje	
Máx. speed at given load	190[rpm]
Máximo torque continuo	2440.62[mNm]
Máxima corriente continua	6[A]

Tabla A.4: GPX32 G1 35:1

GPX32 G1 16:1	
Funciones	
Gearhead type	Nivel de ruido reducido
Reducción	16:1
Número de etapas	2
Comutación	Graphote brushes
Fuente de voltaje	Voltaje nominal 12[V]
Motor bearings	preloaded ball bearing
Conteos por vuelta	1024
Hysteresis	0.17m
Forma y ajuste	
Gear shaft	With flat
Shaft bore	Without transverse bore
Shaft length L1	21[mm]
Length of flat L2	12[mm]
Height of flat D2	7[mm]
Gear flange	Standard flange
Amount of threads	4
Thread diameter	M3
Pitch circle diameter TK	26[mm]
Conexión eléctrica, motor	Terminal (bent radially)
Conexión electrica, encoder	Estándar
Longitud del cable L1 para el encoder	200[mm]
Tipo de cable para el encoder	TPE ribbon cable
Tipo de conector, encoder	10-pol 2.54[mm] pin
Orientación de la conexión (motor)	0 grados
Orientación de la conexión (encoder)	0 grados
Your entries	
Voltaje disponible	12[V]
Velocidad	400[rpm]
Torque	900[mNm]
Valores de el dispositivo con voltaje	
Máx. speed at given load	417[rpm]
Máximo torque continuo	1115.71[mNm]
Máxima corriente continua	6[A]

Tabla A.5: Motor DCX32L

Motor - DCX32L GB KL 12V	
Valores en voltaje nominal	
Voltaje nominal	12[V]
Velocidad sin carga	7120[rpm]
Corriente sin carga	274[mA]
Velocidad nominal	6560[rpm]
Torque nominal (máx. torque continuo)	89.4[mNm]
Corriente nominal	6[A]
Stall Torque	1730[mNm]
Stall Corriente	111[A]
Eficiencia máxima	85.5 %
Características	
Máxima salida de potencia	90.2[W]
Resistencia de terminal	0.108[Ohm]
Inductancia de terminal	0.03362[mH]
Torque constante	15.6[mNm/A]
Velocidad constante	612[rpm/V]
Gradiente de velocidad/torque	4.24[rpm/mNm]
Mechanical time constant	3.44[ms]
Inercia del rotor	77.6[gcm ²]
Datos térmicos	
Resistencia térmica housing-ambient	7.28[K/W]
Resistencia térmica winding-housing	2.3[K/W]
Thermal time constant 0f the winding	45[s]
Constante de tiempo térmica del motor	837[s]
Temperatura ambiente	-40 a 100[Grados C]
Max. winding temperatura	155[grados C]
Datos mecánicos	
Velocidad máxima permisible	11300[rpm]
Min. axial play	0[mm]
Máx. axial play	0.1[mm]
Radial backlash	0.02[mm]
Max. axial load (dynamic)	7[N]
Max. force for press fits	22.6[N]
Max. radial load	65.3[N]
Especificaciones	
Número de pares de polos	1
Número de segmentos del conmutador	11
Peso	0[mm]
Nivel de ruido típico	47dbA

Tabla A.6: Motor DCX32L

A.1.5. USB2Dynamixel adapter



Figura A.5: Adaptador USBDynamixel

Para controlar una red de Robotics Dynamixels desde el puerto USB de la computadora
El adaptador USB2Dynamixel tiene tres opciones de salida:

-Nivel TTL RS232: conector de 3 pines, usado con un Dynamixel serie AX y MX-T

- AX-12A
- AX-18A
- AX-12W
- MX-28T
- MX-64T
- MX-106T

-S485: conector de 4 pines, usado con RX, EX y MX-R de la serie Dynamixel

- RX-24F
- RX-28
- RX-64
- RX-28R
- MX-64R
- MX-106R
- EX-106

A.1.6. Roboclaw 2x30A

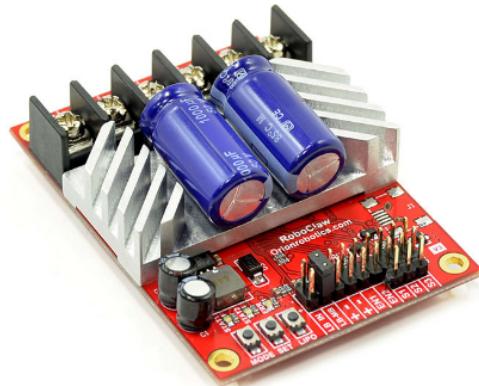


Figura A.6: Roboclaw 2x30A

Roboclaw 2x30A	
Canales para motor	2
Voltaje de operacion	6[V] a 34[V]
corriente continua de salida	20[A]
pico de corriente de salida	60[A]
5V BEC(1) corriente máxima	3[A]
Ancho	5.2[cm]
Largo	7.4[cm]
Peso	63[g]

Tabla A.7: Roboclaw 2x30A

A.1.7. Roboclaw 2x15A



Figura A.7: Roboclaw 2x15A

Roboclaw 2x15A	
Canales para motor	2
Voltaje de operacion	6[V] a 34[V]
corriente continua de salida	15[A]
pico de corriente de salida	30[A]
5V BEC(1) corriente máxima	3[A]
Ancho	5.2[cm]
Largo	7.4[cm]
Peso	54[g]

Tabla A.8: Roboclaw 2x15A

A.2. Vision, navegación y sonido

A.2.1. Kinect



Figura A.8: Kinect

Kinect	
Características	Sensores
Campo de visión	57.5 grados horizontal por 43.5 grados vertical
Profundidad resoluble	0.8[m]-4.0[m]
Flujo de color	640x480x24 bpp 4:3 RGB @ 30fps 640x480x16bpp 4:3 YUV @ 15fps
Infrarrojo	Sin flujo IR
Registro	Color + ruta
Ruta de datos	USB 2.0
Latencia	90 ms con procesos
Motor de inclinación	Sólo vertical

Tabla A.9: Kinect

A.2.2. Hokuyo UHG-08LX



Figura A.9: Hokuyo UHG-08LX

Hokuyo UHG-08LX Scanning Laser	
Alimentación	12[V]
Rango de detección	De 20 a 8000[mm]
Exactitud	De 100 a 1000[mm]
Resolución angular	0.36grados(360grados/1,024 pasos)
Fuente de luz	Diodo laser semiconductor
Tiempo de escaneo	67[msec/scan]
Nivel de sonido	menos de 25dB
Interface	USB2.0 (velocidad completa)
Salida sincrona	NPN colector abierto
Comando del sistema	Comanda diseñado exclusivamente SCIP ver. 2.0
Conexión	Salida de voltaje y sincronía: 2
Iluminación ambiente	Lampara de alogeno/mercurio: 10,000lx o menos, fluorescente: 6,000lx(máx.)
Ambiente (temperatura/humedad)	-10 a 50 [grados C], menos del 85 % RH
Resistencia a la vibración	Amplitud doble 1.5[mm], de 10 a 55[Hz], 2 veces en cada dirección X, Y y Z
Resistencia al impacto	196[m/s], 10 veces en las direcciones X, Y y Z
Peso	Aprox. 500[g](con el cable conectado)

Tabla A.10: Hakuyo UHG-08LX

A.2.3. Microfono RODE



Figura A.10: Microfono Rode NTG-2

Microfono Rode NTG-2	
Principio acustico	Line Gradient
Electronica	Conversor de impedancia JFET con un transformador de salida balanceado
Capsula	0.50"
Tipo de dirección	End
Rango de frecuencia	20Hz-20kHz
Impedancia de salida	250[ohms]
Nivel de sonido	131dB SPL(@ 1kHz, 1 % THD en carga de 1kohm)
Máximo nivel de salida	6.9[mV]
Sensibilidad	-36.0dB re 1[Volt/pascal] (15[mV] @ 94dB SPL)+/- 2dB
Nivel de ruido equivalente	18dB-A
Opciones de alimentación	Pilas AA o P48
Peso	161[gm]
Dimensiones	280[mmH]x22[mmW]x22[mmD]
Salida	XLR

Tabla A.11: Microfono Rode

A.3. Alimentación de Justina

A.3.1. Alimentación bateria Li-po

Para el robot Justina se utilizan 3 baterías conectadas en paralelo



Figura A.11: Bateria Li-po

Batería Li-po 4000mAh a 11.1[V]	
Voltaje	11.1[V] en 3 celdas
Corriente de descarga por hora	4000[mAh]
Tasa de descarga	35C
Plug de carga	JST-XH
Plug de descarga	”T”
Medidas	25x46x144[mm]
Peso	335[gr]

Tabla A.12: Bateria Li-po

A.3.2. ATX configuración

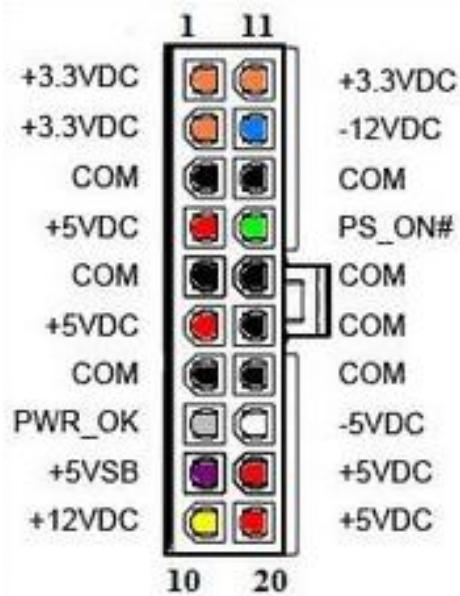


Figura A.12: Pines ATX

A.4. HUBs

A.4.1. Cisco-Linksys USB2HUB4 USB 4-Port Hub



Figura A.13: Cisco-Linksys USB2HUB4 USB 4-Port Hub

USB2HUB4	
Estándar	OHCI UHIC USB 1.1 USB 2.0
Puertos	USB type B Root port 4 USB type A device ports
Número máximo de dispositivos	127
Cable	Shielded USB 2.0
Environmental	
Dimensiones	4.52" x 0.75" x 2.675"
Masa	70[g]
Alimentación	5[V] DC a 2.4[A]
Temperatura de operación	0 a 70 grados
Temperatura en almacenamiento	-20 a 176 grados
Humedad de operación	0 a 95 % sin condensación
Humedad en almacenamiento	0 a 95 % sin condensación

Tabla A.13: USB2HUB4

A.4.2. HUB Startech ST4300PBU3



Figura A.14: HUB Startech ST4300PBU3

USB2HUBST4300PBU3	
Hardware	
Tipo de Bus	USB 3.0
Chipset ID	VLI-VL812
Interface	USB 3.0
Puertos	4
Rendimiento	
Rango máximo de transferencia de datos	5Gbps
Tipo y rango	USB 3.0-5Gbit/s
Conectores	
Puertos externos	1-USB tipo A (9 pines) USB 3.0 macho 4-USB tipo A (9 pines) USB 3.0 hembra
Software	
Compatibilidad con SO	SO independiente; Sin software o drivers adicionales requeridos
Notas especiales/Requerimientos	
Requerimientos de sistema y cables	Puerto USB disponible
Indicadores	
LED indicador	1 - power Power
Fuente de poder	USB-Powered
Entorno	
Humedad	20 80 % RH
Temperatura de operación	-5 grados C a 45 gradosC
Temperatura en almacenamiento	-10 grados C a 75 grados C

Tabla A.14: USB2HUB4

APÉNDICE B

Software

B.1. ROS Introducción

ROS es un *middleware* de código abierto (open source) que provee la funcionalidad comúnmente necesaria en el desarrollo de software para robots móviles autónomos, como paso de mensajes y manejo de paquetes. La robot Justina utiliza ROS como plataforma de desarrollo.

ROS puede describirse en dos niveles conceptuales: el sistema de archivos y el grafo de procesos.

El sistema de archivos. Se refiere al modo en que están organizados los recursos en disco:

- **Workspace:** Se refiere a las carpetas que contienen paquetes de ROS.
- **Paquete:** Es la principal unidad de organización de software en ROS. Pueden contener nodos, bibliotecas, datasets, archivos de configuración y otros.
- **Manifiesto:** Definido por el archivo package.xml en cada paquete. Provee meta-datos acerca de cada paquete.
- **Mensaje:** Archivos con extensión .msg. Definen estructuras de datos para el paso de mensajes en ROS.
- **Servicio:** Archivos con extensión .srv. Definen estructuras de tipo request-response. Utilizan mensajes para dicha definición.

Grafo de procesos. Es una red *peer-to-peer* de procesos. Los componentes básicos son:

- **Roscore:** Inicializa el sistema ROS: un master + rosout + un servidor de parámetros.
- **Nodos:** Es simplemente un ejecutable que usa ROS para comunicarse con otros nodos.
- **Tópicos:** Algo similar a una variable cuyo contenido puede ser compartido entre todos los nodos mediante un patrón de publicación y suscripción.
- **Servicios:** Otra forma de comunicar nodos pero con un patrón de petición y respuesta.
- **Servidor de parámetros:** Es un diccionario compartido. Todos los nodos pueden leer y escribir parámetros en tiempo de ejecución.

B.1.1. Instalación de ROS indigo para Ubuntu 14.04

Hemos creado paquetes Debian para varias plataformas de ubuntu listadas abajo. Estos paquetes son más eficientes que los creados basados en la fuente y son nuestro método preferido de instalación para Ubuntu.

Si tu necesitas instalar desde la fuente (no recomendado), por favor revisa la sección de ayuda y referencias.

B.1.2. Configura tus repositorios de Ubuntu

Configura tus repositorios de Ubuntu para permitir “restringido”, “universo” y “multiverso”. Puedes seguir “la guía de Ubuntu” (El enlace se encuentra en ayuda y referencias) para instrucciones para hacer esto.

B.1.3. Prepara tus sources.list

Prepara tu computadora para aceptar software de packages.ros.org. ROS indigo **sólo** soporta Saucy(13.10) y Trusty(14.04) para paquetes debian.

```
sudo sh -c 'echo "deb http://packages.ros.org/ros/ubuntu $(lsb_release -sc) main" > /etc/apt/sources.list.d/ros-latest.list'
```

B.1.4. Configura tus llaves

```
sudo apt-key adv --keyserver hkp://ha.pool.sks-keyservers.net --recv-key 0xB01FA116
```

Puedes intentar el siguiente comando adhiriendo :**80** si tienes el error **gpg: keyserver timed**

```
sudo apt-key adv --keyserver hkp://ha.pool.sks-keyservers.net:80 --recv-key 0xB01FA116
```

B.1.5. Instalación

Primero asegúrate que el índice de tu paquete “Debian” este actualizado

```
sudo apt-get update
```

Si estás usando Ubuntu Trusty 14.04.2 y experimentas problemas de dependencia durante la instalación de ROS, debes instalar algunas dependencias del sistema adicionales.

⚠ Do not install these packages if you are using 14.04, it will destroy your X server:

```
sudo apt-get install xserver-xorg-dev-lts-uptopic mesa-common-dev-lts-uptopic libxatracker-dev-lts-uptopic libopenvg1-mesa-dev-lts-uptopic libgles2-mesa-dev-lts-uptopic libgles1-mesa-dev-lts-uptopic libgl1-mesa-dev-lts-uptopic libgbm-dev-lts-uptopic libegl1-mesa-dev-lts-uptopic
```

(Do not install the above package if you are using 14.04, it will destroy your X server)
Alternativamente, intenta instalando esto para arreglar problemas de dependencia:

```
sudo apt-get install libgl1-mesa-dev-lts-uptopic
```

Hay muchas diferentes bibliotecas y herramientas en ROS. proveen 4 diferentes configuraciones para que inicies. Puedes también instalar los paquetes de ROS individualmente.

Desktop-Full Install: (Recomendado): ROS, rqt, rviz, bibliotecas generales de robot, simuladores 2D/3D y percepción 2D/3D

```
sudo apt-get install ros-indigo-desktop-full
```

Desktop install:ROS, rqt, rviz, y bibliotecas de robots en general

```
sudo apt-get install ros-indigo-desktop
```

ROS-Base: (Bare Bones) Paquetes de ROS, construcción y bibliotecas de comunicación. Sin herramientas GUI

```
sudo apt-get install ros-indigo-ros-base
```

Paquete individual: Puedes además instalar un paquete específico de ROS (reemplaza)

```
sudo apt-get install ros-indigo-PACKAGE
```

e.g.

```
sudo apt-get install ros-indigo-slam-gmapping
```

Para encontrar paquetes disponibles, utiliza:

```
apt-cache search ros-indigo
```

B.1.6. Inicializar rosdep

Antes de que puedas usar ROS, necesitaras inicializar rosdep. Rosdep le permite instalar fácilmente las dependencias del sistema para la fuente que buscas compilar y requiere correr algunos componentes del núcleo (Core) en ROS.

```
sudo rosdep init  
rosdep update
```

B.1.7. Configuración del entorno

Es conveniente si las variables del entorno de ROS son añadidas automáticamente a tu bash session cada vez que un nuevo shell es ejecutado.

```
echo "source /opt/ros/indigo/setup.bash" >> ~/.bashrc
source ~/.bashrc
```

Si tienes mas de una distribución de ROS instalada; `./.bashrc` sólo debe generarse la configuración. `bash` para la version que utilizas actualmente.

Si sólo buscas cambiar el entorno de tu shell actual, puedes escribir:

```
source /opt/ros/indigo/setup.bash
```

Si usas zsh en lugar de bash necesitas correr los siguientes comandos para configurar tu shell:

```
echo "source /opt/ros/indigo/setup.zsh" >> ~/.zshrc
source ~/.zshrc
```

B.1.8. rosinstall

Rosinstalla es una linea de comando frecuentemente usada en ROS que es distribuida separadamente. te permite descargar fácilmente muchos arboles de fuente para los paquetes de ROS con un comando.

```
sudo apt-get install python-rosinstall
```

B.2. Instalación de PrimeSense drivers

```
sudo apt-get install freeglut3-dev pkg-config build-essential libxmu-dev libxi-dev
libusb-1.0-0-dev doxygen graphviz mono-complete
```

B.3. Instalación de OpenCV 2.4.9

```
sudo apt-get update
sudo apt-get install build-essential libgtk2.0-dev libjpeg-dev libtiff4-dev
libjasper-dev libopenexr-dev cmake python-dev python-numpy python-tk
libtbb-dev libeigen3-dev yasm libfaac-dev libopencore-amrnb-dev
libopencore-amrwb-dev libtheora-dev libvorbis-dev libxvidcore-dev
libx264-dev libqt4-dev libqt4-opengl-dev sphinx-common texlive-latex-extra
```

```
libv4l-dev libdc1394-22-dev libavcodec-dev libavformat-dev libswscale-dev
default-jdk ant libvtk5-qt4-dev
cd ~
wget http://sourceforge.net/projects/opencvlibrary/files/opencv-unix/2.4.9/opencv-2.4.9.zip
unzip opencv-2.4.9.zip
cd opencv-2.4.9
mkdir build
cd build
cmake -D WITH_TBB=ON -D BUILD_NEW_PYTHON_SUPPORT=ON -D WITH_V4L=ON -D INSTALL_C_EXAMPLES=ON
-D INSTALL_PYTHON_EXAMPLES=ON -D BUILD_EXAMPLES=ON -D WITH_QT=ON -D WITH_OPENGL=ON
-D WITH_VTK=ON -D WITH_OPENNI=ON -D WITH_OPENCL=OFF ..
make
sudo make install
sudo echo "/usr/local/lib" >> /etc/ld.so.conf.d/opencv.conf
sudo ldconfig
```

B.4. Instalando otros paquetes de ROS

```
sudo apt-get install ros-indigo-amcl
sudo apt-get install ros-indigo-tf2-bullet
sudo apt-get install ros-indigo-fake-localization
sudo apt-get install ros-indigo-map-server
sudo apt-get install ros-indigo-sound-play
sudo apt-get install ros-indigo-pocketsphinx
```