

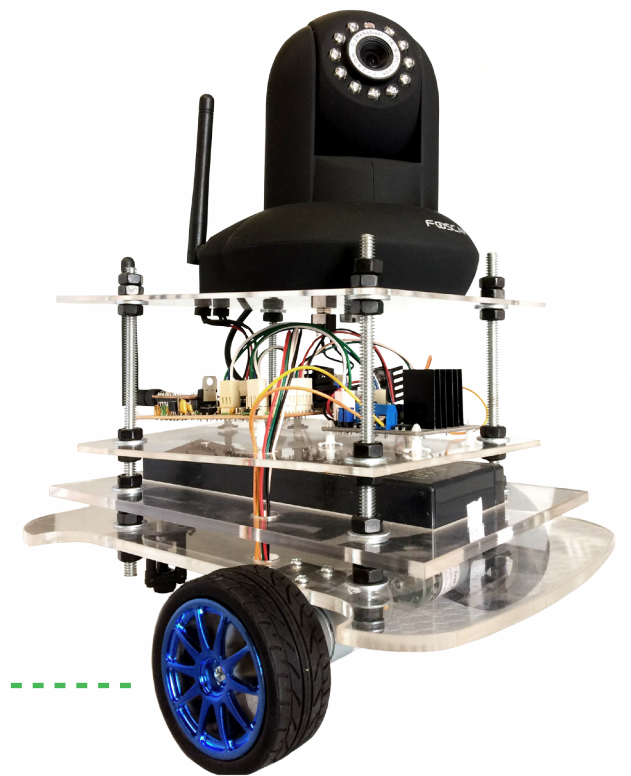


PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE CHILE

Manual de Ensamblaje del Robot

PLATAFORMA DE TELEPRESENCIA

FRANCISCO RETAMALES ORTEGA



Centro UC
Tecnologías de Inclusión
CEDETI



Tabla de contenidos

¿Qué necesitamos para construir el robot de telepresencia?	3
Obtención de materiales	4
Separación de materiales por piso	5
Ensamblaje del robot de telepresencia	7
Piso 1: Base mecánica	7
Piso 2: Piso electrónico	9
Piso 3: Usuario	14
Post configuración	18
Anexos	19
Lista de materiales a comprar	19
Pisos del chasis	20
Placas eléctricas	24

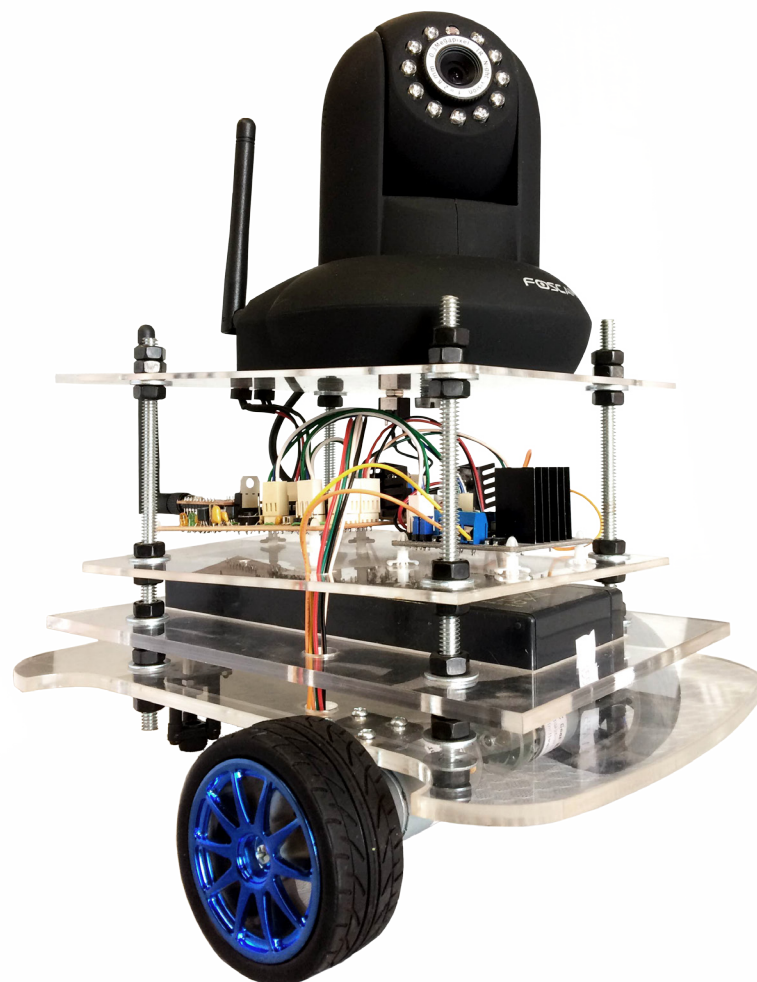


¿Qué necesitamos para construir el robot de telepresencia?

Para la construcción del robot de telepresencia es necesario contar con varios materiales, todos de bajo costo y en su mayoría obtenibles en el mercado. Algunos de estos materiales deberán someterse a un tratamiento informático antes del ensamblaje. El robot de telepresencia tiene el siguiente aspecto:

Con el objetivo de facilitar el proceso de construcción, lo dividiremos en **3** grandes etapas:

- Obtención de materiales
- Separación de materiales por piso
- Ensamblaje del robot por piso





Obtención de materiales

Los materiales usados para la construcción del robot de telepresencia fueron escogidos especialmente por su bajo costo y funcionalidad.

Entre los materiales figuran piezas para armar el vehículo, como llantas, rodamientos, tornillos, motores y pisos. También se usarán piezas para controlar el movimiento del robot, tales como baterías, placas electrónicas, módulo de comunicación y cables de interconexión. Por último, es imprescindible contar con las piezas de interacción con el usuario, tales como, cámara, leds y switch.

En su mayoría los materiales usados se pueden encontrar en el mercado, la cantidad y el lugar donde podrán adquirirlos está descrito en el anexo de este documento.

Pero algunos de los materiales a usar requerirá construirlos, estos son los 3 pisos del chasis del robot y 2 placas electrónicas. Para su construcción existen dos posibilidades: la primera es utilizar los mapas de diseño anexados a esta guía, lo cual exige contar con los equipos adecuados; la segunda opción es comunicarse con el equipo de la Pontificia Universidad Católica enviando un correo a cedeti@cedeti.cl, para que sus profesionales hagan los ajustes correspondientes a esta fase.



Separación de materiales por piso

El robot cuenta con tres pisos, en los cuales se distribuyen las conexiones mecánicas, de energía y de control, y la interfaz de interacción para usuario. Respectivamente llamaremos a estos pisos **Base**, **Piso electrónico** y **Piso de usuario**.

Para unir físicamente los pisos, usaremos los siguientes materiales:

1. 40 x Tuercas $\frac{1}{4}$
2. 32 x Golillas $\frac{1}{4}$
3. 4 x Tornillo sin fin de 14,5 cm

Para la construcción de la Base se utilizarán:

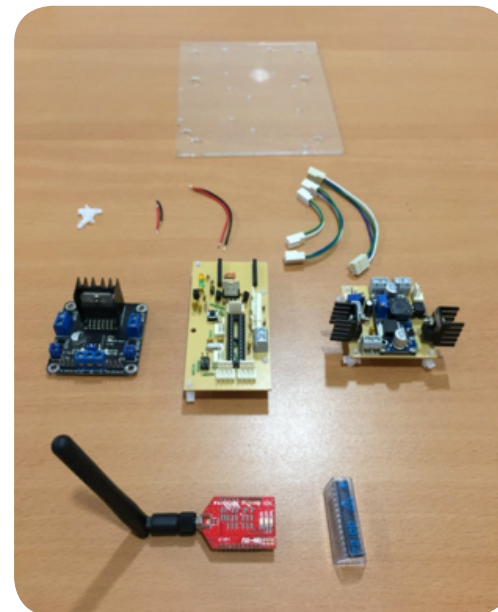
1. 1 x Batería 12v ~ 2.4 Amp hr.
2. 1 x Acrílico de 5mm cortada según la base
3. 1 x Acrílico de 5mm con un calado para batería
4. 2 x Soporte de ensamblaje de Motor DC a base
5. 12 x Tornillos M3 10mm con tuerca
6. 2 x Motor DC 12v con reducción de metal y encoder
7. 2 x Ruedas de plástico con pieza para adosarse a los motores
8. 2 x Cables de conexión de motor con piso 2
9. 2 x Conector paleta para batería (R/N)
10. 4 x Separador placa 15 mm para pivote.
11. 1 x Pivote (Ball Caster Omni - Directional Metal).





Para la construcción del Piso electrónico se utilizarán:

1. 1 x Acrílico de 2mm. cortado según piso 1
2. 13 x separadores de plástico para placa 5 mm
3. 4 x cables de conexión de poder interplaca (Rojo y Negro) sin terminales
4. 3 x cables de interconexión de control interplaca (Verde, Azul y Blanco) con terminales polares
5. 1 x Placa de control de motores, Puente H
6. 1 x Placa de Microcontrolador
7. 1 x Placa de distribución de energía
8. 1 x modulo WiFly con antenna



El Piso de usuario se construirá con los siguientes materiales:

1. 1 x Cámara Ip Wifi Foscam con antena
2. 1 x Tornillo de 1/4 10 mm con tuerca
3. 1 x Acrílico de 2mm cortada según piso 2
4. 1 x Switch de poder 2 estados con conector polar
5. 1 x 2 leds con conector polar
6. 2 x portaleds
7. 1 x conector de poder de cámara





Ensamblaje del robot de telepresencia

Como fue señalado, el robot cuenta con tres pisos. Revisaremos en detalle el ensamblaje de cada uno de ellos, presentando con imágenes los productos parciales. Para una mejor comprensión del proceso recomendamos mirar el Video de construcción visitando el siguiente link. [Ir al video](#).

Piso 1: Base mecánica

La base es el primer piso del robot, y su función es sostener y darle movilidad al equipo. Su esqueleto en términos macro consta de dos paneles de acrílico, las ruedas y la batería. En la fotografía se detalla el conjunto total de las piezas que constituyen la Base.

Una vez ensamblada la base, el robot deberá lucir así:

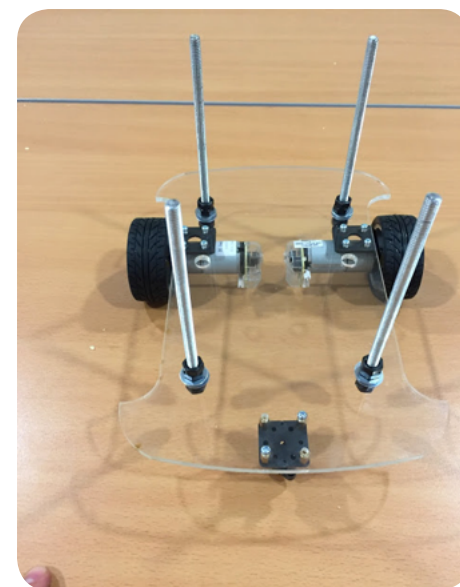


Ensamblando el piso 1A

Como se ve en la fotografía, deberemos usar la placa de acrílico de base (5), para:

- Fijar los **motores** (9) a la base, usando los soportes de **ensamblaje** (7) y los **tornillos de 10 mm** (8).
- Fijar las **ruedas frontales** (10) a los motores.
- Fijar el **pivote** (14) en el extremo posterior: para esta labor se utilizarán las tuercas extensoras (13), las que van entre el pivote y la lámina, y cuatro tornillos de 10 mm. (8) sobre la lámina.
- Fijar los cuatro **hilos** de $\frac{1}{4}$ cm (3), utilizando las tuercas (1) y las golillas (2). Cada hilo deberá sostenerse con dos tuercas por debajo del acrílico, y dos tuercas sobre el acrílico.

La base de acrílico cuenta con agujeros diseñados para el ensamblaje de los soportes, el pivote y los hilos metálicos, de tal manera que resulta sencillo ubicar la posición de cada pieza.





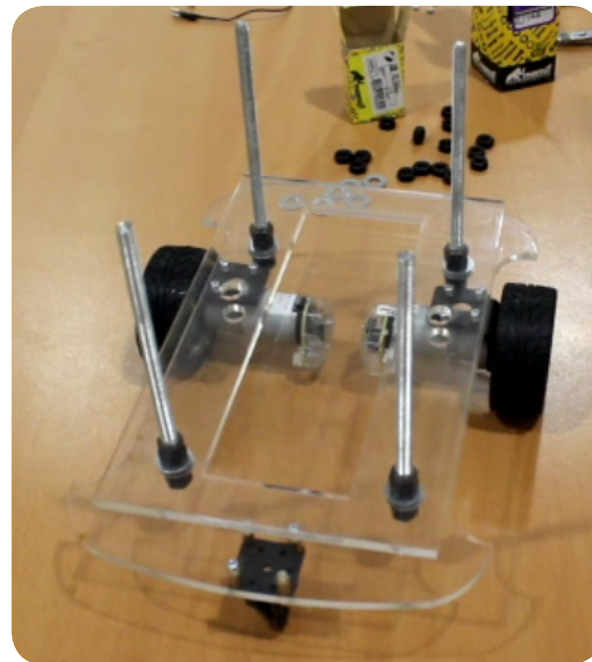
Ensamblando el piso 1B

Una vez montada la planta baja del piso 1, deberá insertarse la **segunda lámina de acrílico, denominada soporte de batería** (6), cuidando que sus agujeros coincidan con la lámina inferior. Además de los cuatro orificios para los hilos, la lámina tiene dos agujeros en la zona media, los que deberán posicionarse hacia las ruedas.

La lámina de soporte de batería descansará sobre las ocho tuercas (2 por hilo) montadas sobre la primera lámina de acrílico. La distancia entre ambas láminas estará dada por la altura de las dos tuercas.

La segunda lámina de acrílico (soporte de batería) tiene un calado con las dimensiones exactas de la **batería** (4), por lo que sólo restará colocar la batería a presión en el agujero. El polo positivo de la batería (rojo), debe quedar del lado del pivote, y el polo negativo (azul), del lado de los motores.

Una vez terminado el Piso 1B, el robot deberá tener el siguiente aspecto:





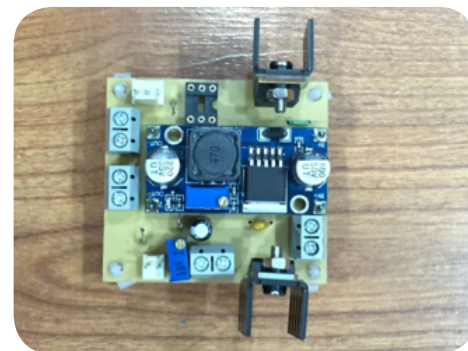
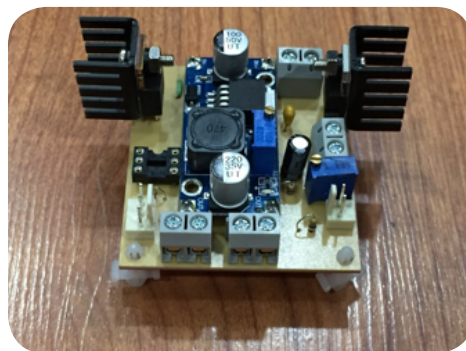
Piso 2: Piso electrónico

Este nivel es un puente entre la base mecánica y el piso superior del usuario. Es el cerebro del robot, y como tal, aloja las tres placas principales: la placa de controladores de motores (19), la placa de distribución de energía (21), y la placa de microcontroladores (20).

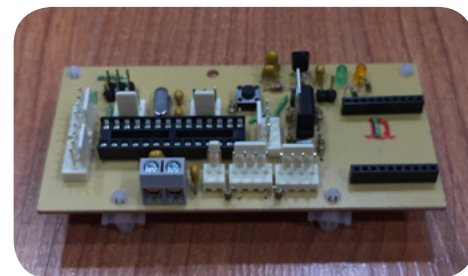
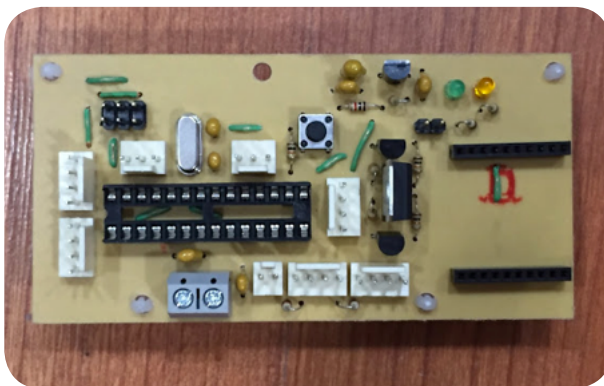
La **placa de controlador del motor** es la encargada de gestionar la mecánica del vehículo. Tal como su nombre lo indica, utiliza energía de la batería para detener o hacer andar los motores.



La placa de distribución de energía es la encargada de suministrar corriente desde la batería a todo el dispositivo.



La placa de microcontroladores es la encargada de dar órdenes a las otras dos placas, estableciendo un puente entre la consola del computador y el vehículo. En ella además se conectará la antena receptora Wifly.



Las tres placas deben conectarse entre sí para que el robot funcione.

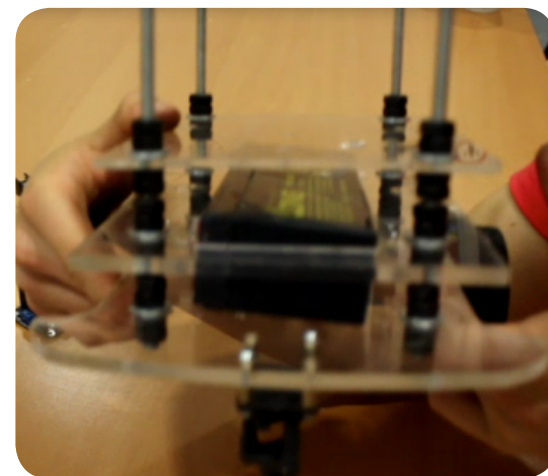
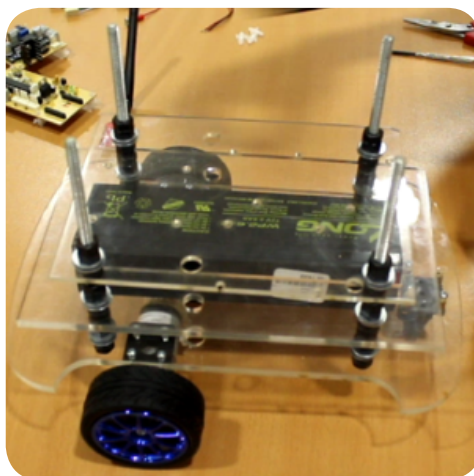


Ensamblando el piso 2: el piso electrónico

El procedimiento de armado es el siguiente:

➤ Montaje de la tercera lámina de acrílico (15):

Deben considerarse 2,5 cm. de altura desde la lámina de soporte de batería. Los orificios medios de la placa deberán coincidir en posición con los orificios de la placa anterior. Para fijar esta lámina, deben usarse las tuercas y golillas en cada uno de los cuatro hilos, tal como muestran las fotos:

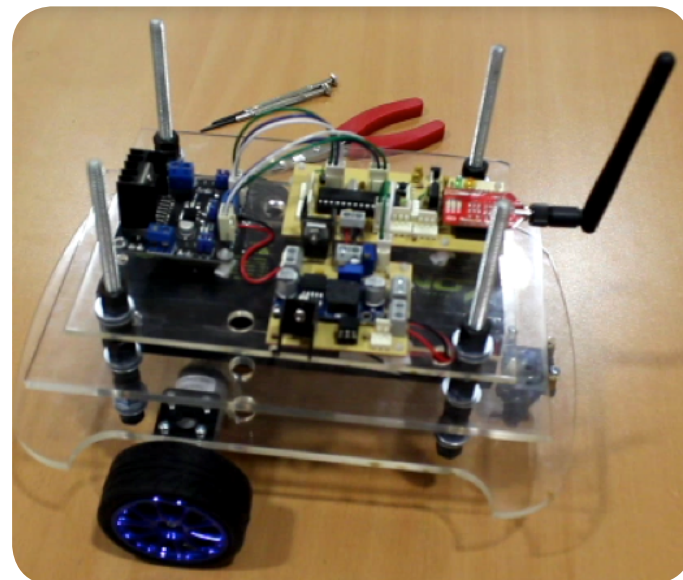


➤ Instalación de las placas electrónicas:

Usando los separadores de placa (16), se fijan las tres placas electrónicas.

La placa de controlador de motores (19) se ubica sobre las ruedas. La placa de distribución de energía (21) se adosa en el sector izquierdo de la lámina de acrílico (considerando que las ruedas son el frente del robot), y la placa de microcontroladores (20) se posiciona en el sector derecho del piso. La perforación preliminar de las láminas según el mapa de diseño, guiará el encaje unívoco de cada placa.

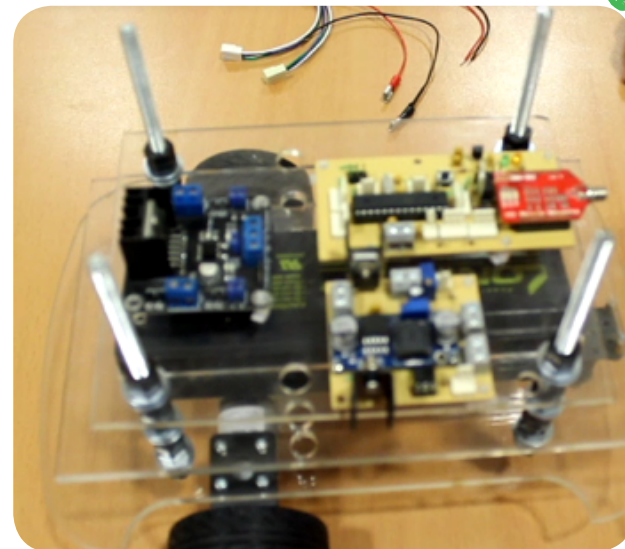
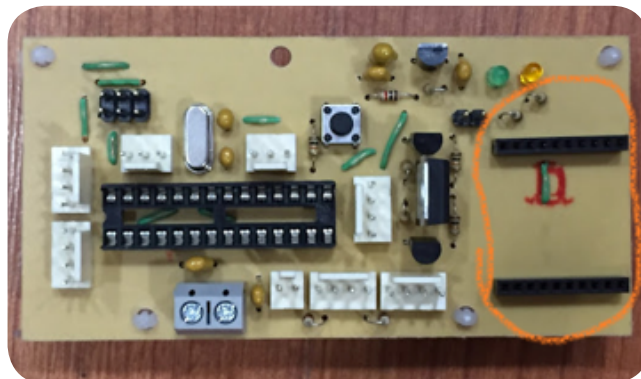
Al ensamblar las placas, el usuario debiera tener un prototipo igual a este:





➤ Instalación de la antena Wifly

La antena o dispositivo de transmisión Wifly (22) se conecta en la zona posterior de la placa de microcontroladores.

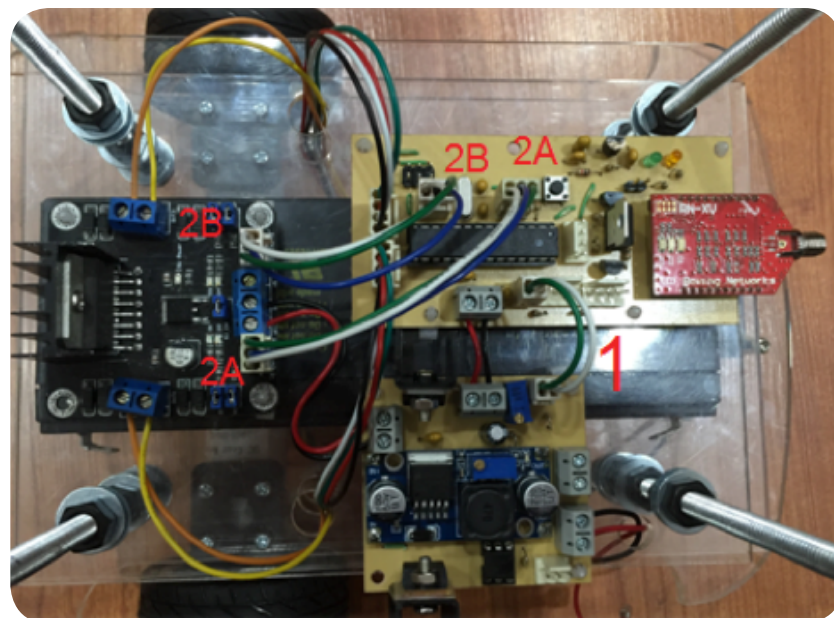


➤ Interconexión de las placas

Para conectar las placas se utilizarán los tres cables de interconexión de control interplaca con terminaciones polares (18), y los cuatro cables de interconexión de poder sin terminales (17).

La interconexión de control comienza en la placa de microcontroladores y termina en las otras dos placas, como se detalla a continuación:

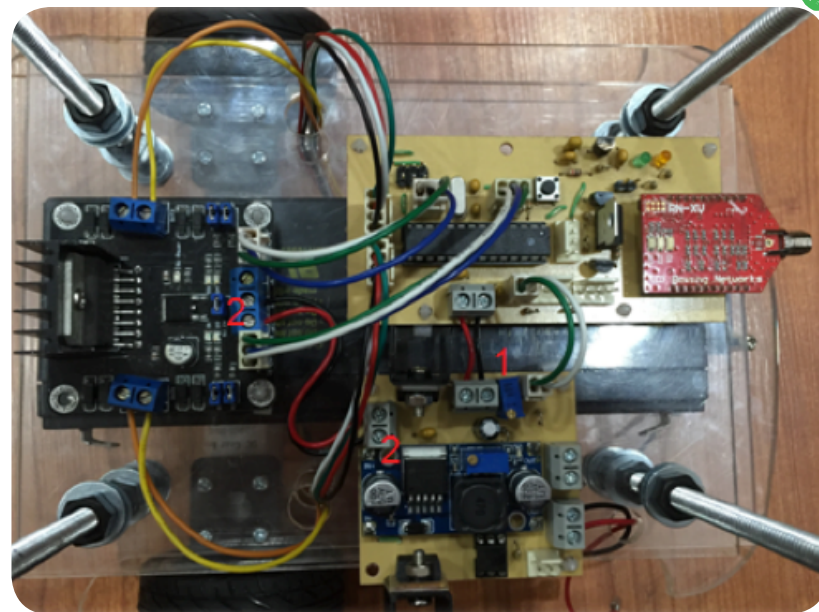
1. La placa de microcontrolador se conecta con la placa de distribución de energía, a través del cable doble de interconexión polar (verde-blanco).
2. La placa de microcontrolador se conecta con la placa de mando de motores, a través del cable triple de interconexión polar (azul-blanco-verde). Como el robot cuenta con dos motores, es necesario controlar ambos, haciendo dos conexiones desde la placa de microcontrol (2A y 2B).





➤ **La interconexión energética tiene como eje propósito energizar las placas de microcontroladores y la placa de motores:**

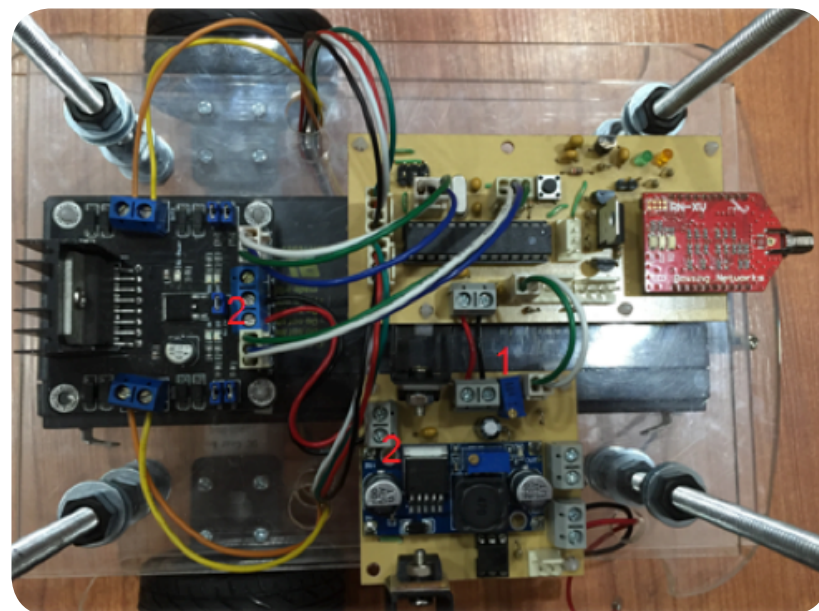
1. Para dotar de energía la placa de microcontroladores, ésta se conectará a la placa de energía con los cables sin terminación polar (rojo y negro).
2. Lo mismo para la placa de controlador de motores.



➤ **Conectando la batería a la placa de distribución de energía**

Se conecta la placa de distribución de energía con la batería, tal como se indica en la foto. Es MUY IMPORTANTE mirar la posición y el color de los cables: el cable negro deberá unir el terminal negro de la batería con el terminal izquierdo derecho de la placa. El cable rojo, deberá unir el el terminal rojo de la batería con el terminal izquierdo de la placa.

Para mayor detalle, recurrir a la guía de ensamblaje eléctrico.

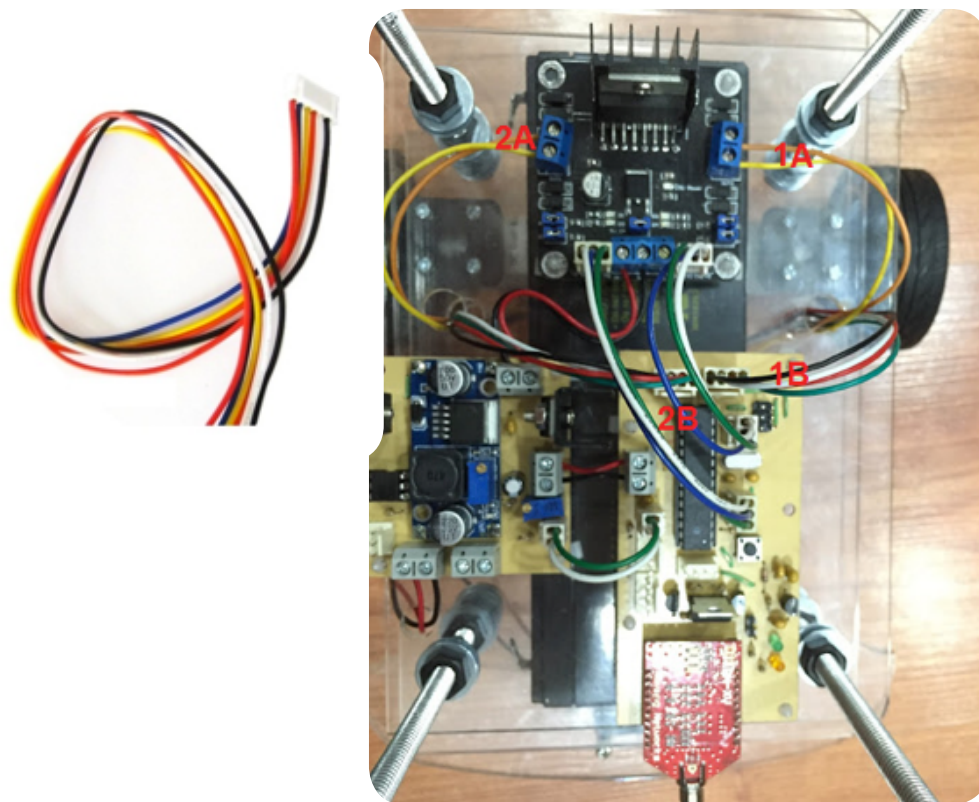




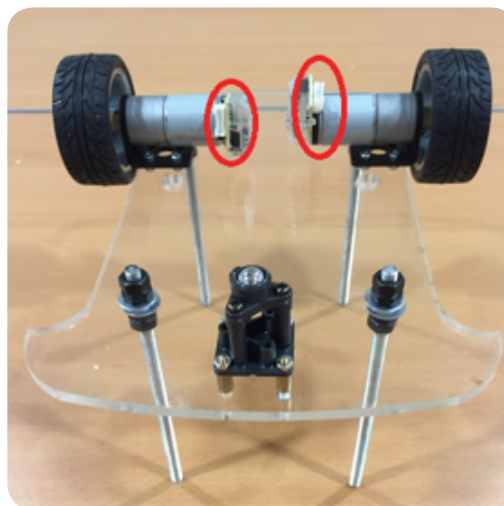
➤ Conectando los motores a la placa de controlador de motores

En esta oportunidad utilizaremos dos cables polares de 6 conexiones, cada uno destinado al control de uno de los dos motores. Los cables polares vienen con el kit de motores. A continuación una imagen de estos cables de interconexión.

La imagen muestra cómo instalar los seis cables de interconexión desde: A) el motor a la placa de microcontroladores (cables negro, blanco, rojo y verde) y B) desde el motor a la placa de control del motor (cables amarillo y naranja).

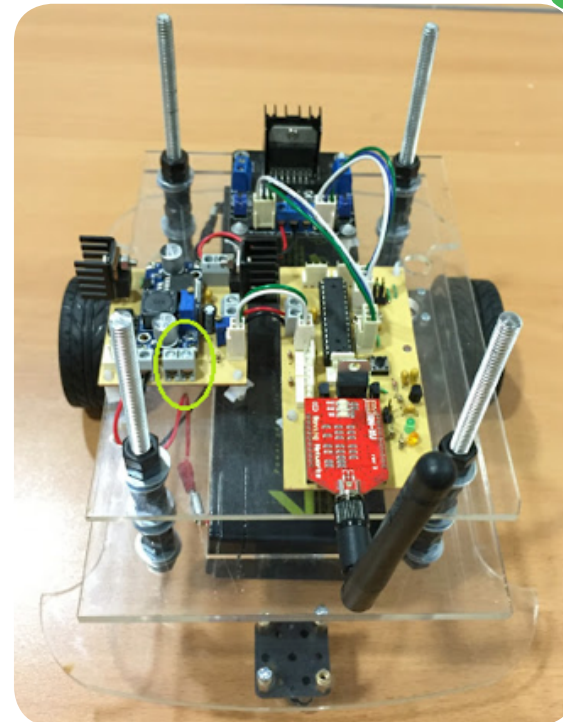
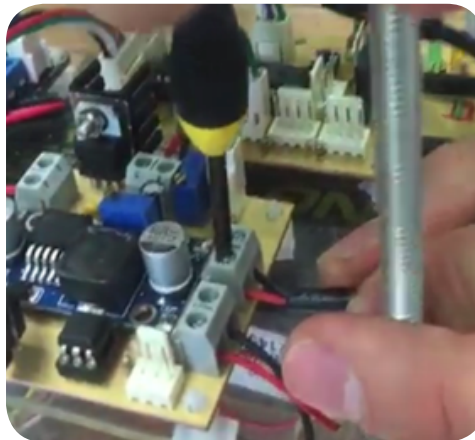


Aquí se ofrece una imagen simplificada del anverso del robot, para ilustrar el otro extremo de la conexión, es decir, los motores.





Sólo falta conectar a la placa de distribución de energía el cable de la cámara (29). La imagen muestra la posición exacta en la que debe ir el cable doble (rojo y negro) de la cámara.



Piso 3: Usuario

El piso de usuario es el que soportará la cámara (23), y brindará al usuario una plataforma de interacción. El tercer piso contiene además un switch de encendido y apagado (26), y luces indicadoras del funcionamiento del robot (27).

Una vez armado el piso tres, el robot tendrá el siguiente aspecto.



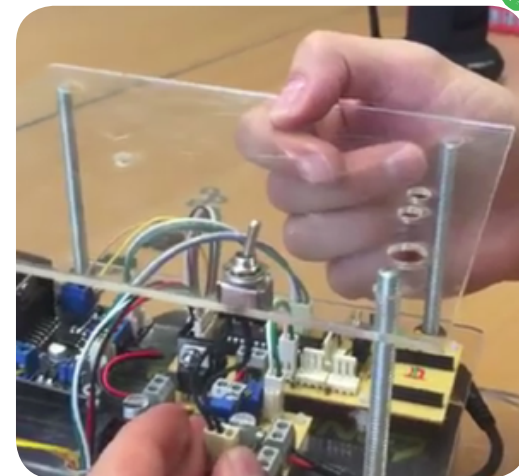


Ensamblando el piso 3: el piso usuario

El procedimiento de armado es el siguiente:

➤ Ensamblando el Switch de encendido y las luces led

La palanca de encendido se inserta en la placa acrílico a través del orificio que se muestra en la imagen. Como se aprecia en la imagen de la izquierda, es fácil distinguir este agujero porque se acompaña de un calado (diminuto).



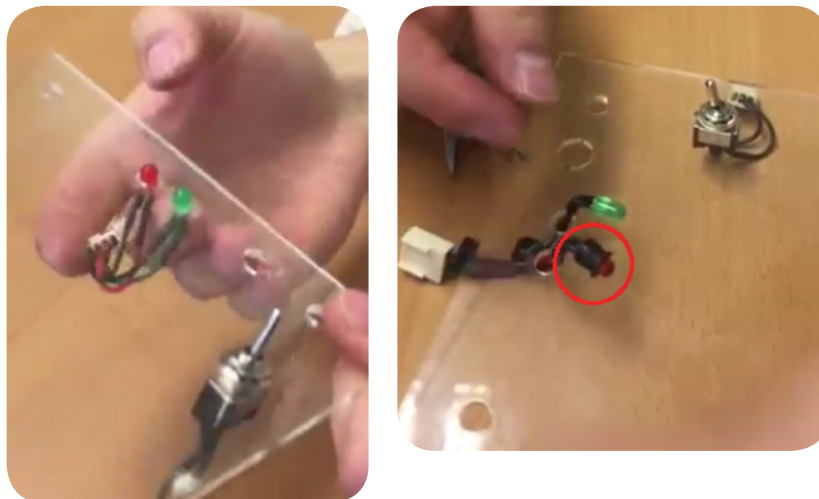
El switch consta de cuatro piezas:

1. La palanca, que se introduce desde abajo del acrílico.
2. La golilla especial, que se encaja desde arriba del acrílico y utiliza el calado diminuto.
3. La golilla de presión, que va sobre la golilla especial.
4. La tuerca, que fija finalmente todo el aparataje de la palanca.



➤ Agregando las luces LED

Las luces LED indicarán si el robot está encendido y si tiene o no conexión remota. La instalación de las luces es sencilla:



1. Las luces se ubican en los dos orificios centrales del extremo inferior del acrílico, y se introducen desde abajo, cuidando que los cables queden libres para la conexión con el piso inferior (Ver fotografía).
2. Las luces son más pequeñas que los orificios, y para fijarlas se utilizan dos porta led, que hacen presión por arriba y por abajo del acrílico.

➤ Acoplando la cámara

Para adherir la cámara al tercer piso del robot de telepresencia, será necesario atornillarla a través del orificio indicado en la imagen, usando un tornillo y una tuerca de ¼ de pulgada.

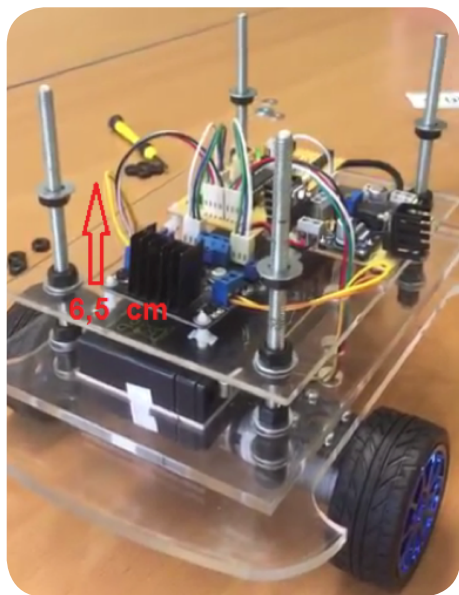


La imagen de la izquierda muestra la base de la cámara, con el hilo para atornillar, y la foto de la derecha ilustra también desde un ángulo inferior, cómo queda atornillada la cámara al acrílico.



➤ Añadiendo el piso de usuario a la estructura del robot

Con el tercer piso terminado, sólo resta añadirlo a la estructura previamente armada, y hacer las conexiones con el piso electrónico. Entonces:



1. Lo primero es colocar las tuercas y las golillas, dejando una distancia de 6,5 cm. con el piso anterior.
2. Lo segundo es apoyar el piso de usuario, cuidando que las luces led y el switch queden en la zona trasera del robot (recordar que la zona delantera es dónde están las ruedas y la placa de controlador de motores)



3. Por último, deberán hacerse las conexiones interpiso, esto es:



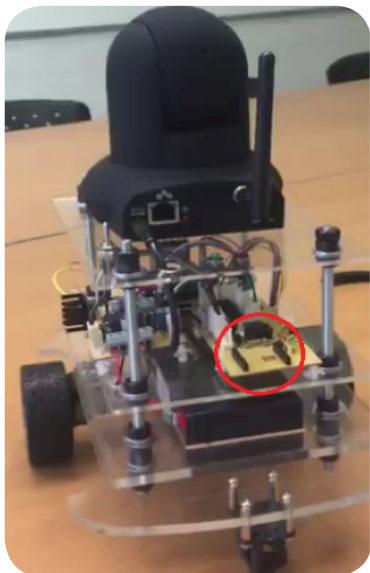
- a. Conectar las luces led con la placa de alimentación.

En esta instancia es recomendable mover el switch para probar si las luces led se encienden, señal de que está llegando energía a ellas desde la batería.

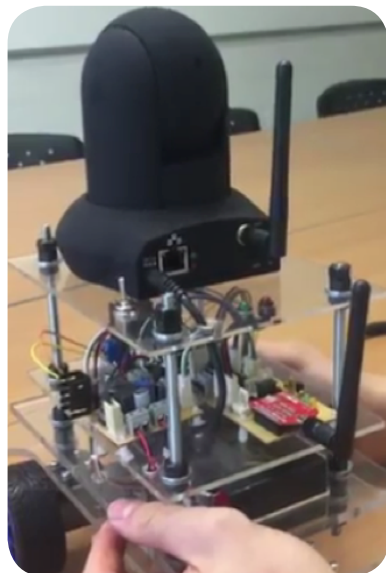


- b. Conectar las cámara con la placa de alimentación:

Pasando el cable de poder a través de la lámina de acrílico, tal como se muestra en la figura.



c. Conectar la antena Wify en la placa de microcontroladores



Sólo resta poner las golillas y las tuercas sobre el acrílico del tercer piso, y asegurarlas con una segunda tuerca encima de ellas.

Post configuración

Una vez ensamblado el robot, es necesario someterlo a una configuración de sincronización con el computador que funcionará como control del vehículo y la cámara. El usuario debe remitirse al documento “Manual de Configuración”, disponible también en la plataforma, para completar dicho procedimiento.



Anexos

Lista de materiales a comprar

Chasis				
Materiales	Cantidad	Precio	Local	Codigo Local
12V 350RPM DC Gear Motor with Hall Encoder - Silver	2	USD 30,60	dealextreme	431965
Stepper Motor Drive Controller Board Modulo L298n D	1	USD 8,83	dealextreme	149107
Cámara Foscam MJPEG	1	USD 78,65	dealextreme	242810
Ball Caster Omni-Directional Metal	1	USD 5,95	Sparkfun	ROB-00320
RN-XV WiFly Module - RP-SMA Connector	1	USD 34,95	Sparkfun	WRL-11047
2.4GHz Duck Antenna RP-SMA	1	USD 7,95	Sparkfun	WRL-00145
Bateria de Acido plomo 12v 2.4 AH	1	\$ 7.490	Casa Royal	321661
Hilo un metro 1/4 1 unidad Mamut	1	\$ 1.790	Homecenter Sodimac	SKU: 62092-0
Golilla Plana Calibrada 1/4" 100 unidades Mamut	1	\$ 1.990	Homecenter Sodimac	SKU: 20737-3
Tuerca hexagonal 1/4 100 unidades Mamut	1	\$ 1.490	Homecenter Sodimac	SKU: 21971-1

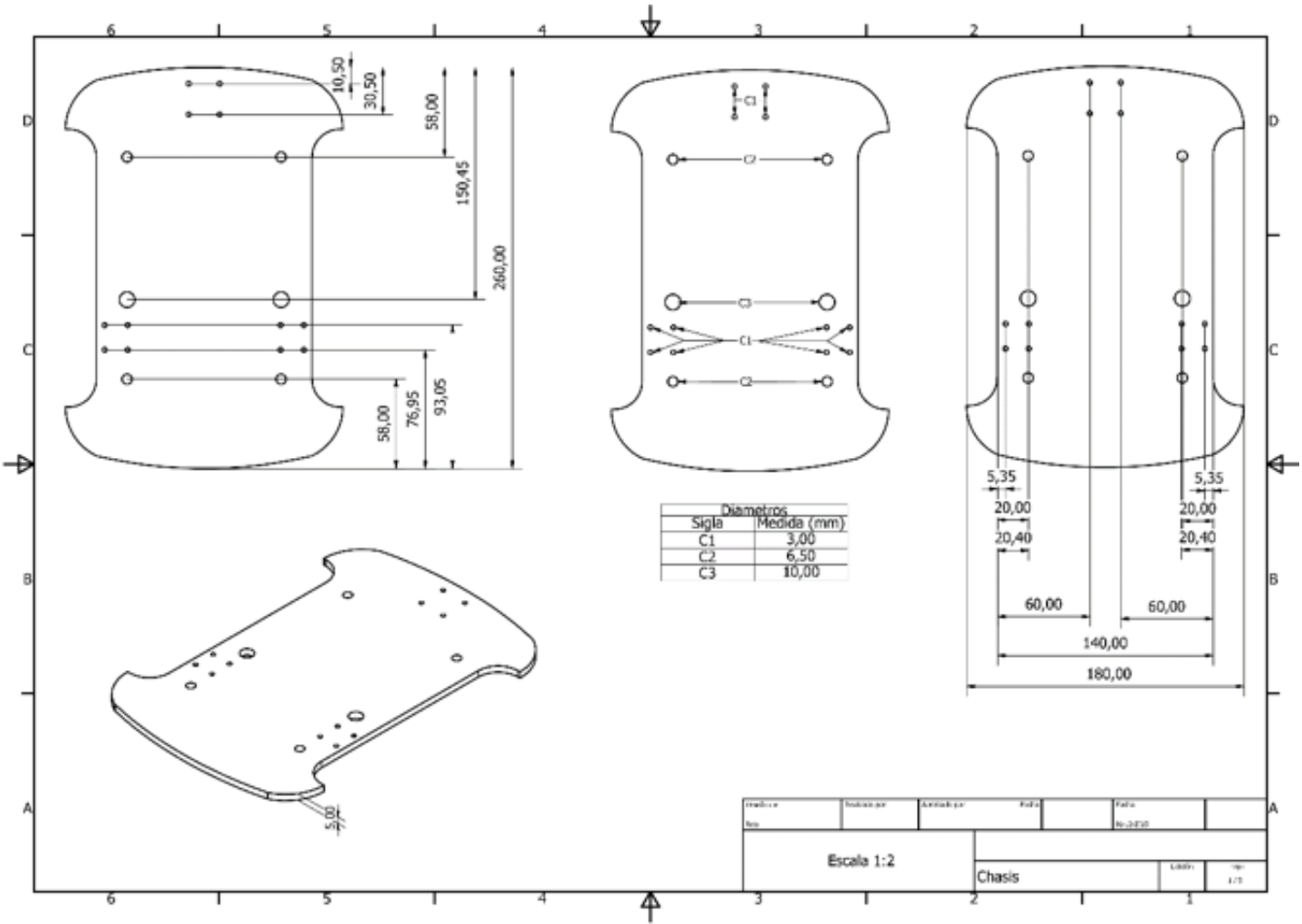
Configuración y Mantenición				
Materiales	Cantidad	Precio	Local	Codigo Local
Xbee Explorer USB	1	US\$ 24,95	Sparkfun	WRL-11812
AVR Prorammer	1	US\$ 14,95	Sparkfun	PGM-09825
Cargador Bateria de plomo 12 volts	1	US\$7,88	Dealextreme	195162



Pisos del chasis

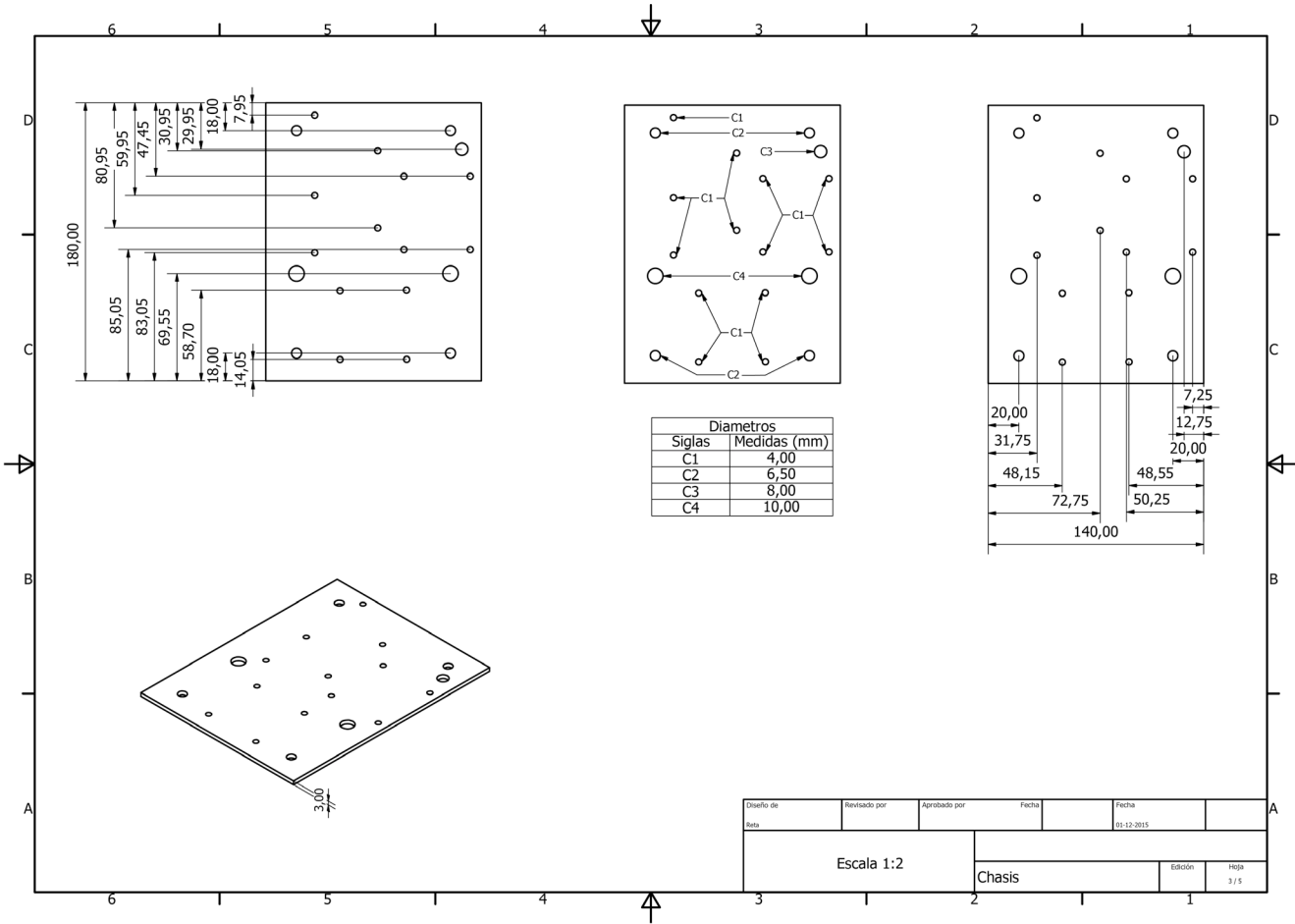
Pisos				
Materiales	Cantidad	Precio	Local	Codigo Local
Acrílico Transparente 20cmx15cmx2mm	1			
Acrílico Transparente 20cmx15cmx3mm	1			
Acrílico Transparente 35cmx20cmx5mm	1			
Corte de pisos				

➤ Base con acrílico de 5 mm



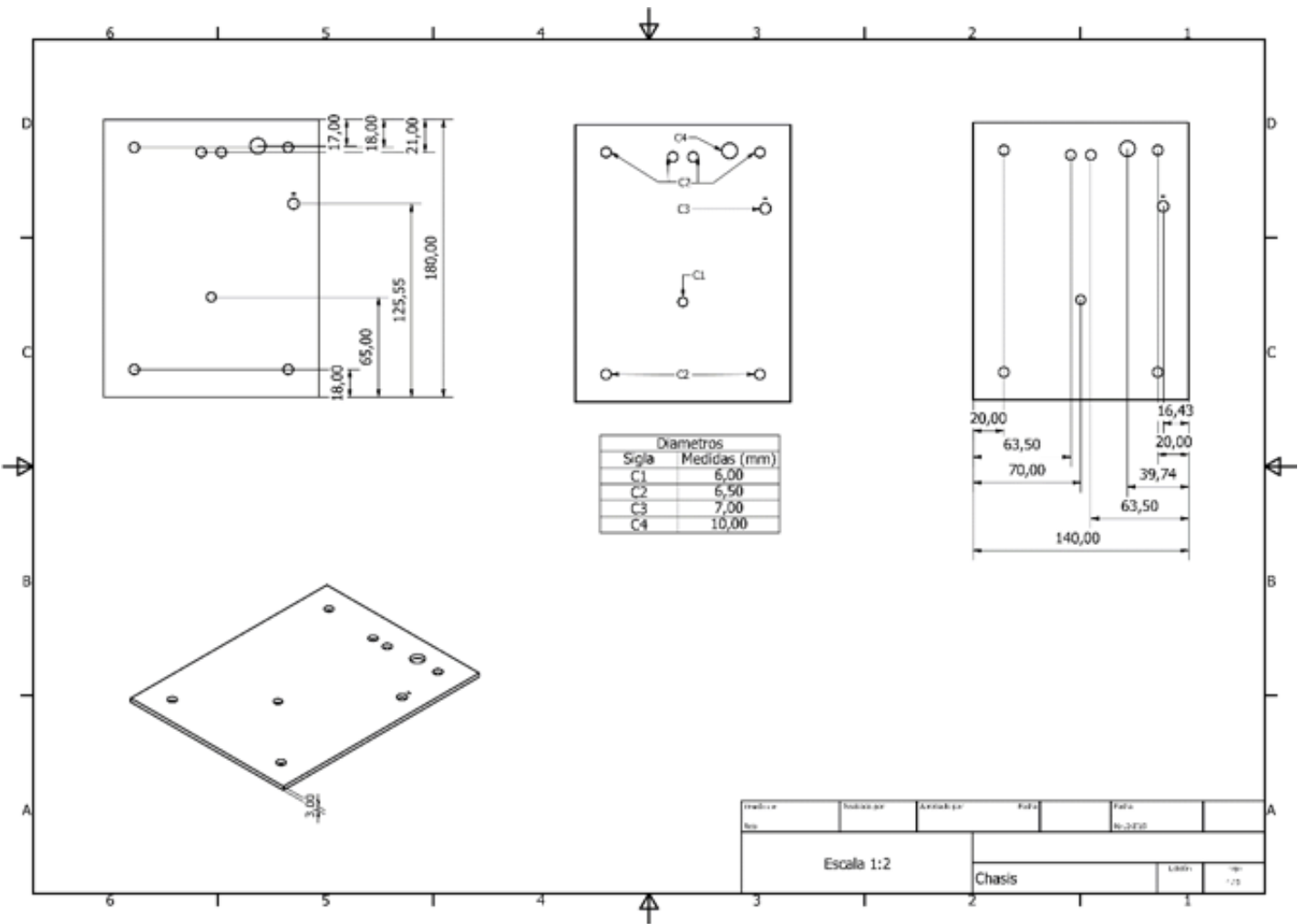


➤ Piso Electrónico con acrílico de 2 mm



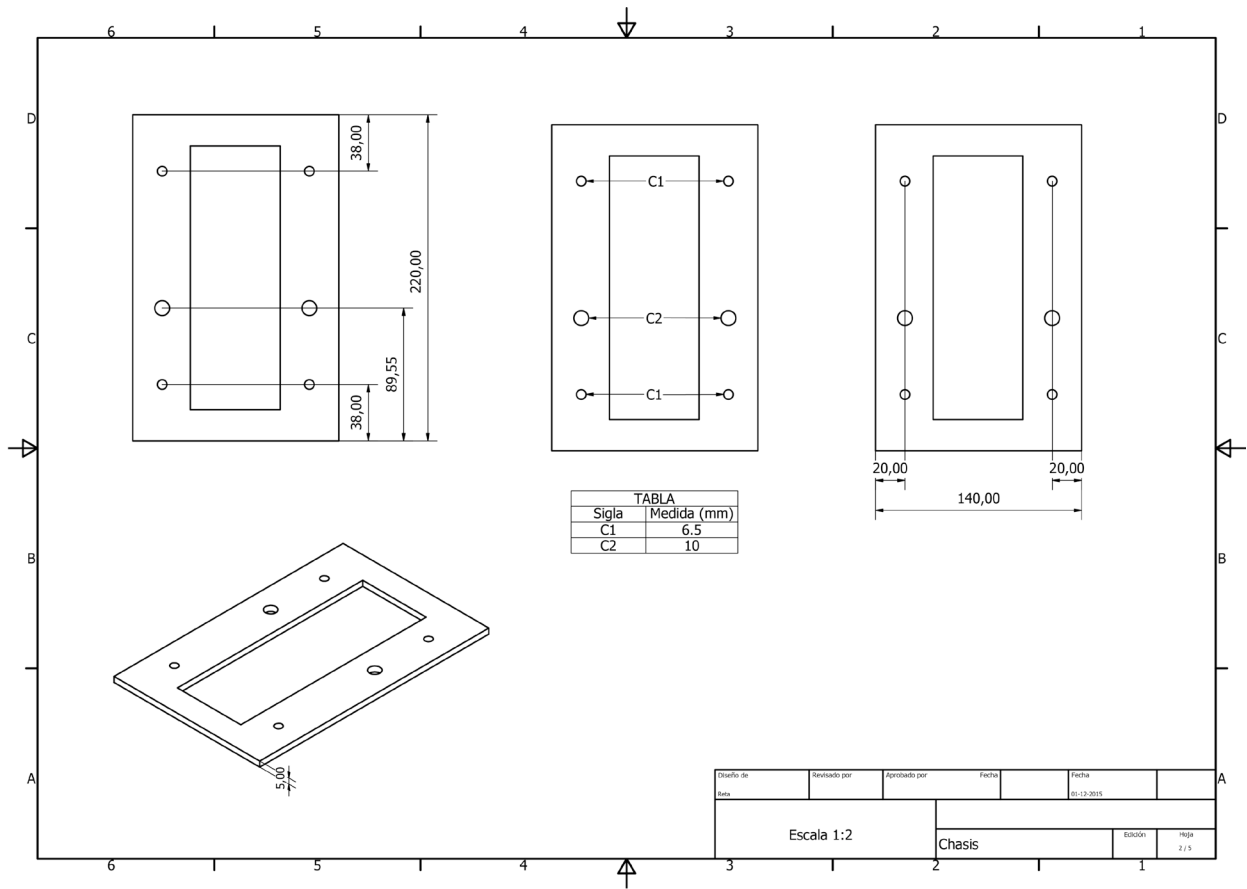


➤ Piso Usuario con acrílico de 3 mm





➤ Soporte Batería con acrílico de 5 mm





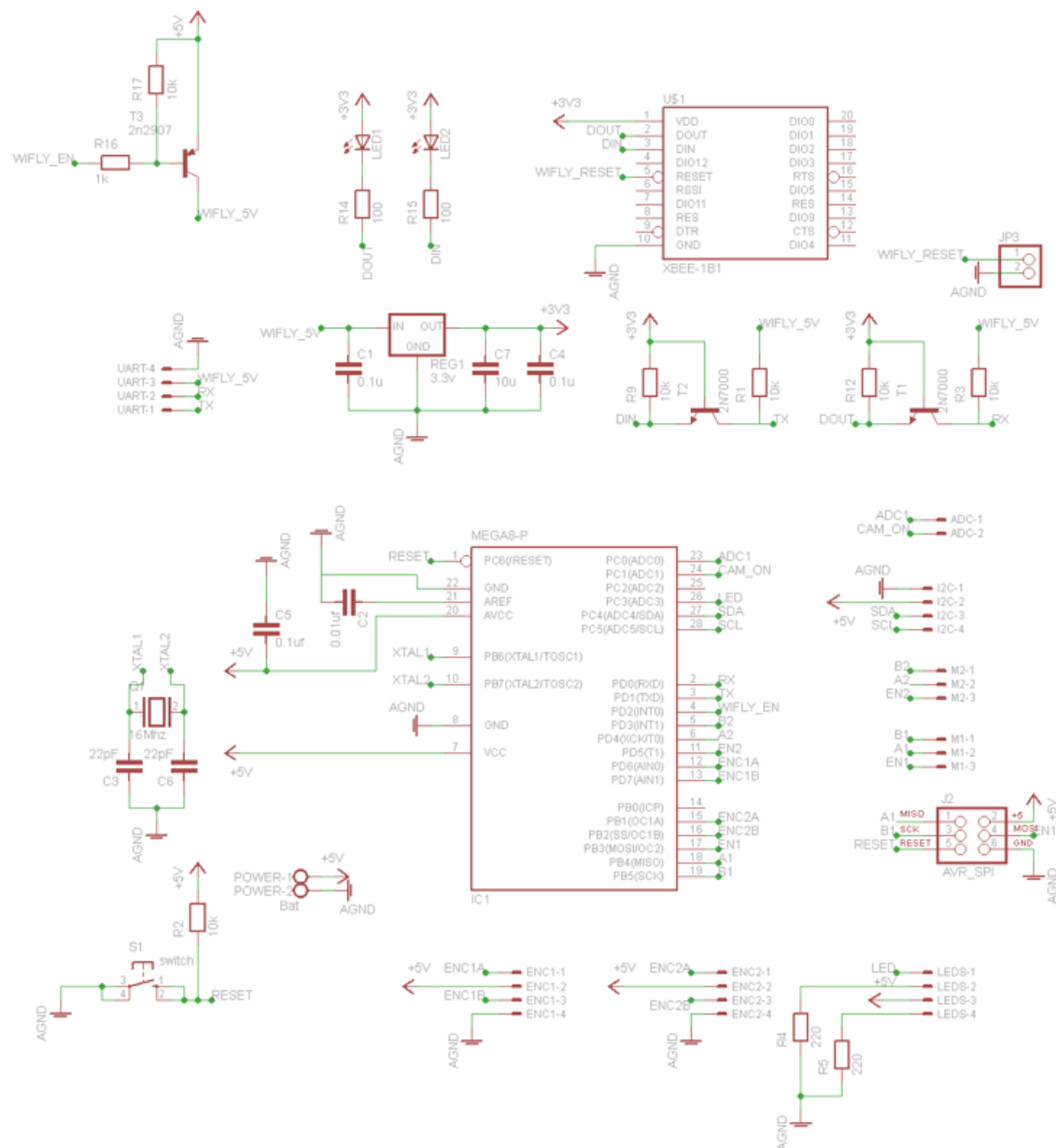
Placas eléctricas

Placas				
Materiales	Cantidad	Precio	Local	Codigo Local
Placa 1.6Mm 200 X 300Mm Cepcp 21-A (Pertinax)	1	\$ 1.590	Casa Royal	490034
Rutear placas				

Placa Microcontrolador				
Materiales	Cantidad	Precio	Local	Codigo Local
PIN HEADER 40X1 FILA	1	\$ 219	Victronics	71-210400_MET
SOCKET PCB 10X1 2MM RECTO THD	2	\$ 338	Victronics	71-286100_GEN
REGLETA 2T PCB 300V/16A P5mm	1	\$ 136	Victronics	71-005102_MET
HEADER PCB 2P 0.1" RECTO	1	\$ 31	Victronics	72-241020_MET
HEADER PCB 3P 0.1" RECTO	2	\$ 83	Victronics	72-241030_MET
HEADER PCB 4P 0.1" RECTO	5	\$ 250	Victronics	72-241040_MET
CMCAP 22PF 50V NPO 5% P 0.1"	2	\$ 81	Victronics	60-561220_GEN
CMCAP 0.01UF 50V X7R 10% P=0.1"	1	\$ 38	Victronics	60-561103_GEN
CMCAP 0.1UF 50V X7R 10% P=0.1"	3	\$ 164	Victronics	60-561104_GEN
TCAP 10UF/16V 10% -50/85°C	1	\$ 200	Victronics	60-13106_ANY
RES 100R 1/8W 5%	2	\$ 33	Victronics	55-80101_ANY
RES 220R 1/8W 5%	2	\$ 33	Victronics	55-80221_ANY
RES 1K 1/8W 5%	1	\$ 17	Victronics	55-80102_ANY
RES 10K 1/8W 5%	7	\$ 117	Victronics	55-80103_ANY
LED 3MM VERDE DIFUSO 80mcd/30°/570nm	1	\$ 45	Victronics	46-00305_GEN
LED 3MM AMARILLO DIFUSO 200mcd/30° 591nm	1	\$ 50	Victronics	46-20304_EVL
TRANS. MPS2907A PNP 0,6A/60V	1	\$ 55	Victronics	43-29070_FSC
MOSFET-N 2N7000 60V/0.2A/0.4W	2	\$ 157	Victronics	44-70000_FSC
REG. LD1117V33C LDO POS 800MA 3.3V	1	\$ 305	Victronics	12-11170_STM
BASE DIP28/0.3" PARA C. INTEGRADO	1	\$ 102	Victronics	75-100281_GEN
ATMEGA328 MCU 8BIT AVR 32KB FLASH 2.5V/3.3V/5V	1	\$ 3.772	Victronics	16-328000_ATM
CRISTAL 16.00 MHZ /7pF	1	\$ 386	Victronics	18-160001_FOX
TACT SWITCH PCB SPST 5MM 4P	1	\$ 71	Victronics	80-62011_MET
Jumper 2 vias	1	\$ 24	Victronics	72-785902_MET

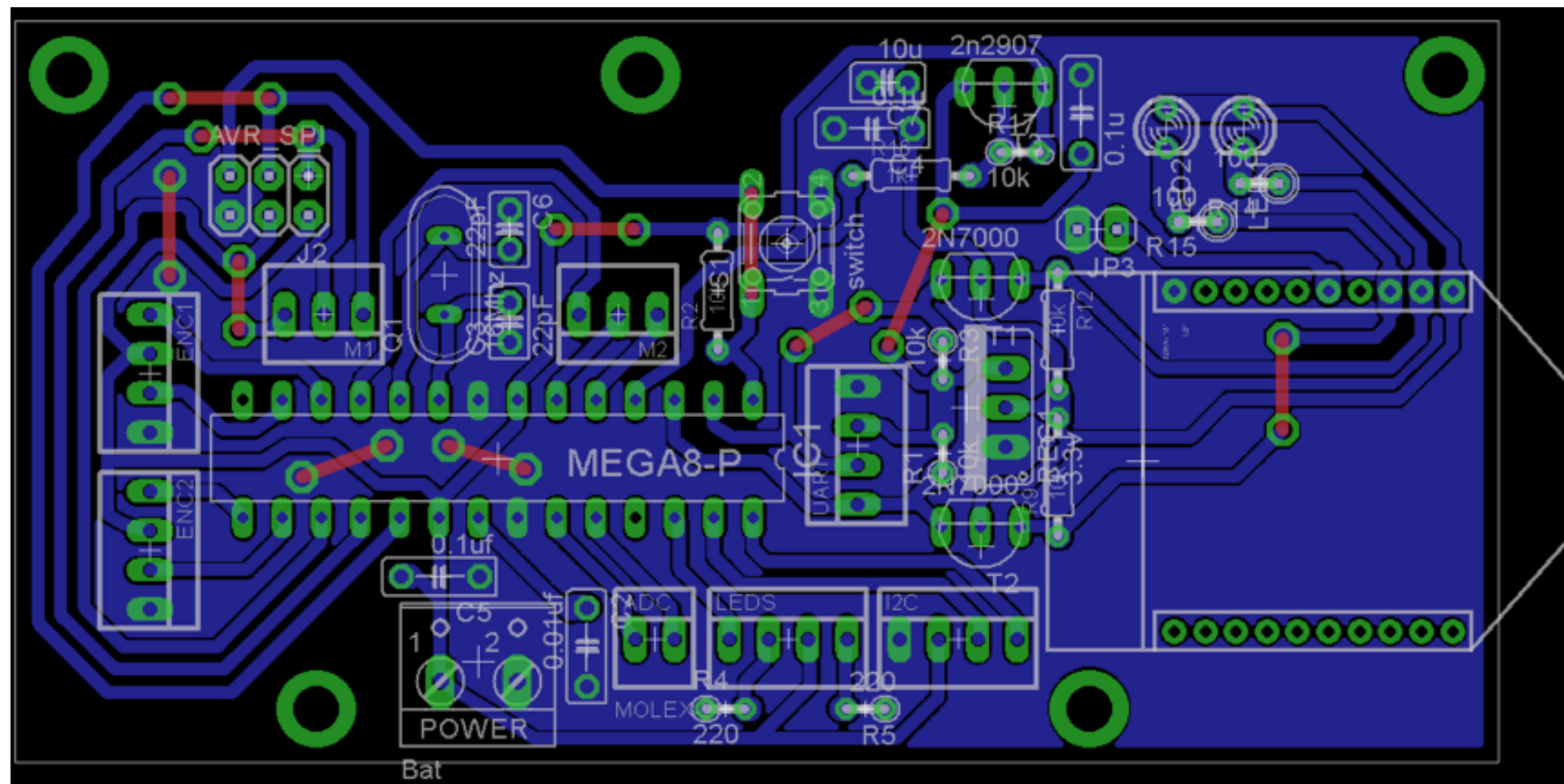


➤ Esquemáticos de la placa de microcontrolador





➤ Circuito eléctrico de la placa de microcontrolador

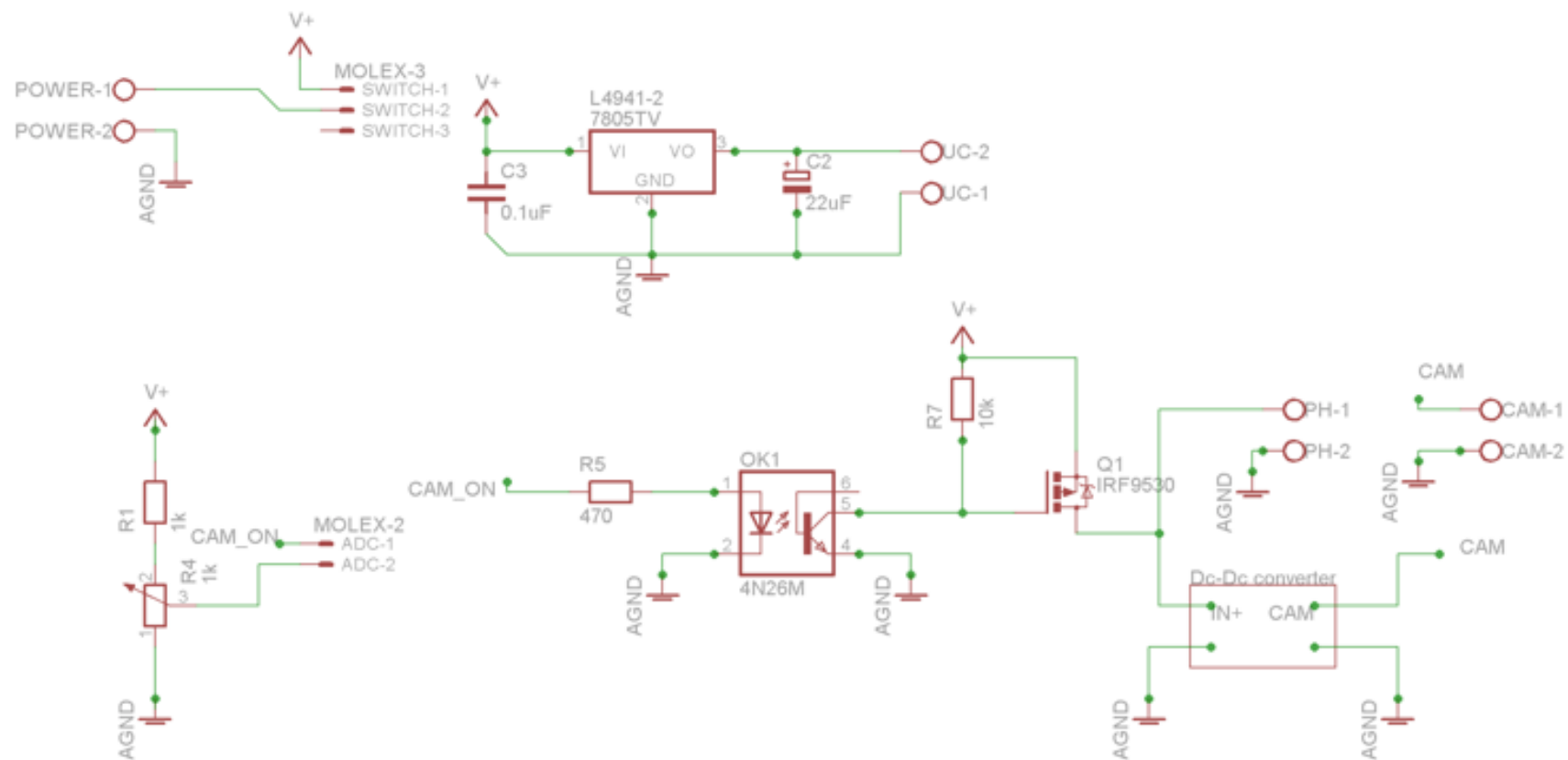




Placa Energía				
Materiales	Cantidad	Precio	Local	Codigo Local
REGLETA 2T PCB 300V/16A P5mm	4	\$ 543	Victronics	71-005102_MET
HEADER PCB 2P 0.1" RECTO	1	\$ 31	Victronics	72-241020_MET
HEADER PCB 3P 0.1" RECTO	1	\$ 42	Victronics	72-241030_MET
CMCAP 0.1UF 50V X7R 10% P=0.1"	1	\$ 55	Victronics	60-561104_GEN
ECAP 22UF/50V,20% 105°C 6*12	1	\$ 27	Victronics	60-06223_ANY
RES 470 1/8w 5%	1	\$ 17	Victronics	55-80471_ANY
RES 1K 1/8W 5%	1	\$ 17	Victronics	55-80102_ANY
RES 10K 1/8W 5%	1	\$ 17	Victronics	55-80103_ANY
POT 25 VUELTAS 1K OHM 3296W	1	\$ 290	Victronics	44-95200_IR
MOSFET-P IRF9520 100V/6.8A/60W	1	\$ 726	Victronics	44-95200_IR
REG. VOLT. L4941BV LDO 5V/1A	1	\$ 437	Victronics	12-49410_STM
4N26 OPTOACOP. NPN /50V 300KHZ	1	\$ 273	Victronics	48-000260_VST
BASE DIP6 PIN TORNEADO	1	\$ 179	Victronics	75-101060_MET
SEPARADOR PLACAS PLASTICO 5mm	9	\$ 632	Victronics	52-410005_MNE
DISIPADOR TO220 24.4°C/W 13x19x12	2	\$ 557	Victronics	52-12200_AVD
AISLACION DE MICA PARA TO-220	2	\$ 195	Victronics	52-02200_ARI
TUERCA M3 CINCADO DIN934 (10U)	1	\$ 69	Victronics	52-038000_GEN
PERNO M3*10 CINCADO DIN7985 (10u)	1	\$ 143	Victronics	52-031010_GEN
GOLILLA PLASTICA PARA TO-220.	4	\$ 181	Victronics	52-02201_ARI
Fuente regulable DC/DC, 3Amp	1	\$ 4.590	Olimex	MCI01487

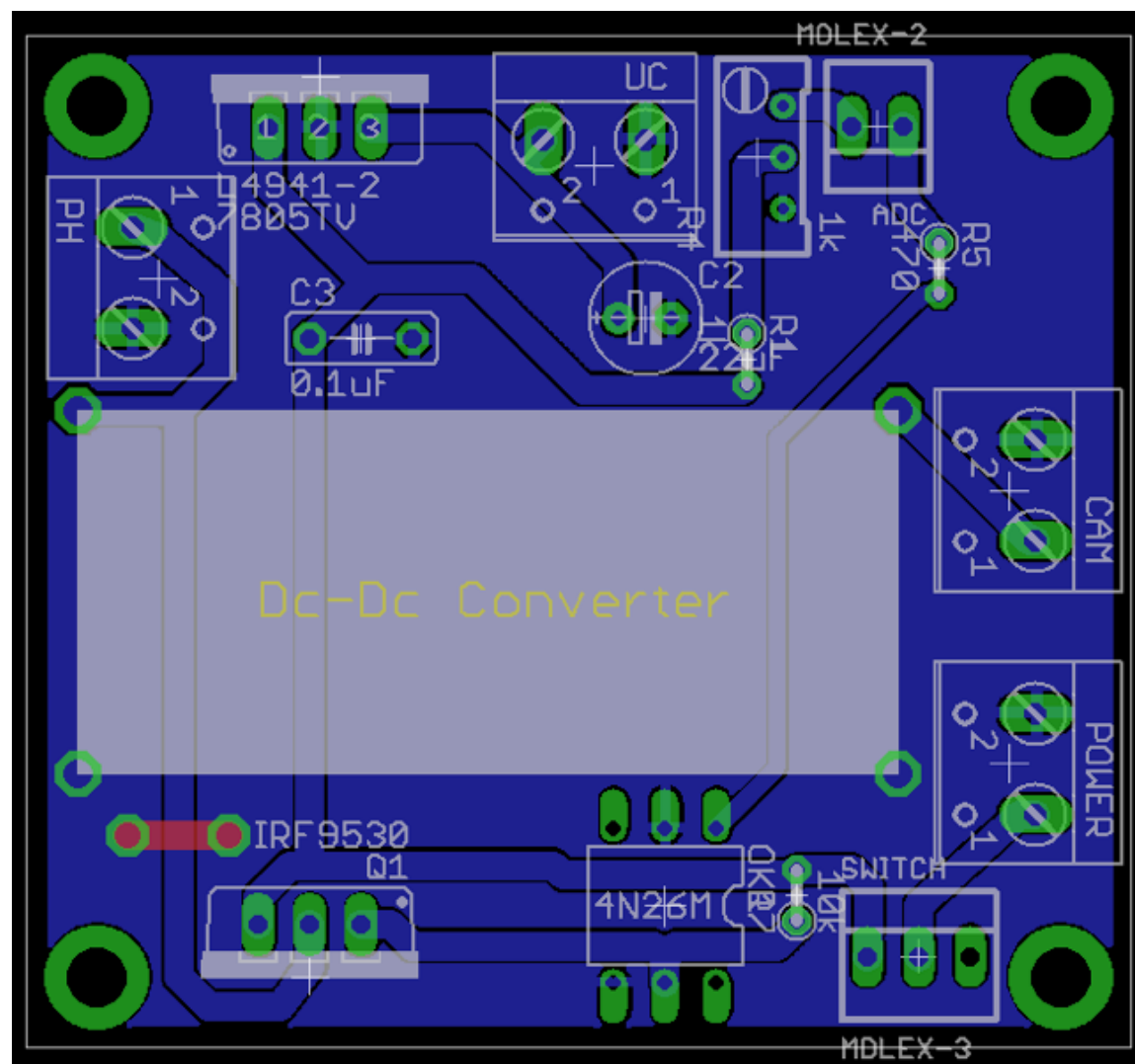


➤ Esquemático de la placa de energía





➤ Circuito eléctrico de la placa de energía





Conectores y Otros				
Materiales	Cantidad	Precio	Local	Codigo Local
HOUSING 2t 0.1" CABLE	2	\$ 57	Victronics	72-241021_MET
HOUSING 3T 0.1" CABLE	5	\$ 179	Victronics	72-241031_MET
HOUSING 4T 0.1" CABLE	3	\$ 125	Victronics	72-241041_MET
TERMINAL CRIMP PARA HEADER 0.1"	62	\$ 1.107	Victronics	72-241000_MET
Cable 24 AWG Rojo	3	\$ 364	Victronics	77-76002_MNE
Cable 24 AWG Negro	3	\$ 364	Victronics	77-76000_MNE
Cable 24 AWG Azul	1	\$ 121	Victronics	77-76006_MNE
Cable 24 AWG Verde	1	\$ 121	Victronics	77-76005_MNE
Cable 24 AWG Blanco	1	\$ 121	Victronics	77-76009_MNE
LED 5MM VERDE DIFUSO 80mcd/35° 560nm	1	\$ 43	Victronics	46-20505_MNE
LED 5MM ROJO DIFUSO 100mcd/35° 660nm	1	\$ 35	Victronics	46-20502_MNE
PORTALED 5MM GRANDE 2partes	2	\$ 71	Victronics	52-00042_GEN
SEPARADOR CROMADO M3-15mm	4	\$ 609	Victronics	52-410315_GEN
PERNO M3*10 CINCADE DIN7985	2	\$ 286	Victroncis	52-031010_GEN
TUERCA M3 CINCADE DIN934 (10U)	2	\$ 138	Victroncis	52-038000_GEN
INT.PALANCA PANEL SPDT ON-ON SW213	1	\$ 533	Victroncis	80-0500A_TEI
Conector paleta para bateria Rojo y Negro	2		Casa Royal	
Tornillo 1/4 10 mm fijación Cámara	1			
Conector 3,5 mm axial para Cámara	1			



➤ Referencia para construcción de cables

Conector entre	N° cables	Tamaño	Colores	Terminación
Placa de energía y placa de microcontrolador	2	6,5 cm	Verde -> Digital Blanco -> Análogo	Conector polar de 2 por ambos lados
Placa de microcontrolador y placa de control de motores para motor 1	3	10,5 cm	Verde -> A1 Azul -> B1 Blanco-> En1	Conector polar de 3 por ambos lados
Placa de microcontrolador y placa de control de motores para motor 2	3	12,0 cm	Verde -> A2 Azul -> B2 Blanco-> En2	Conector polar de 3 por ambos lados
Switch y placa de distribución de energía	2	5,0 cm	Negro -> T1 Negro -> T2	Conector polar de 3 por un lado y adosado al switch por el otro
Leds y placa de microcontrolador	4	7,5 cm (rojo y negro) 8,5 cm (verde y negro)	Rojo -> 5v Negro -> GND Verde -> Status Negro -> GND	Conector polar de 4 por un lado y adosado a los leds por el otro
Placa de energía a placa de control de motores	2	8,0 cm	Rojo -> 5v Negro -> GND	Cables pelados por ambos lados
Placa de energía a placa de microcontrolador	2	3,0 cm	Rojo -> 5v Negro -> GND	Cables pelados por ambos lados
Placa de energía a cámara	2	15,0 cm	Rojo -> 5v Negro -> GND	Conector hembra 3,5 mm por un lado y pelado por el otro
Batería y placa de energía	2	9,5 cm (Rojo) 19,5 cm (Negro)	Rojo -> 5v Negro -> GND	Conector paleta por un lado y pelado por el otro
Motor 1 y placa de control de motores/placa de microcontrolador	6	19,0 cm	Amarillo -> out1 Naranja -> out2	Conector polar de 6 por un lado y pelado por el otro
			Verde -> ENC A1 Rojo -> 5V Azul -> ENC B1 Negro -> GND	Conector polar de 6 por un lado y conector polar de 4 por el otro
Motor 2 y placa de control de motores/placa de microcontrolador	6	20,0 cm	Amarillo -> out3 Naranja -> out4	Conector polar de 6 por un lado y pelado por el otro
			Verde -> ENC A2 Rojo -> 5V Azul -> ENC B2 Negro -> GND	Conector polar de 6 por un lado y conector polar de 4 por el otro