



Hacendera (2023) de Abelardo Gil-Fournier

***Hacendera* : Tech Rider - Documentación técnica**

Hacendera es un coro de vasijas en rotación cuyo giro continuo produce una lenta transformación del barro que las conforma. Por un lado, en sonido: las pequeñas colisiones entre unas y otras dan lugar a un continuo resonar de sus espacios interiores que se propagan al espacio de la sala. Por el otro, en polvo: el roce erosiona las superficies de barro de las vasijas, dejando como rastro círculos de contacto en su superficie y produciendo una lenta sedimentación de arcilla alrededor de sus bases.

Cada una de las vasijas de *Hacendera* descansa sobre un torno de alfarería. Uno de cada dos tornos está conectado a un pequeño motor que impulsa su rotación. Las vasijas, hechas a mano y, por tanto, ligeramente irregulares, rozan entre sí y hacen girar a sus vecinas. Estas pequeñas fricciones se propagan y comunican la rotación a todo el conjunto. Y con las colisiones, su sonido y con este, el lento deshacerse del barro en polvo.

La simplicidad del conjunto, el delicado resonar de su movimiento y la transformación gradual de su materia evocan en *Hacendera* un espacio de relaciones entre el hacerse y deshacerse de formas, ciclos y equilibrios. *Hacendera*, una antigua palabra del contexto rural leonés que nombra el trabajo y tiempo prestado al servicio del común, es un canto tanto a los ciclos de autoregulación de la materia como a la implicación humana en el mantenimiento de estos procesos.

0. Índice

1. Presentación de esta documentación
2. Listado de cajas y materiales
3. Instrucciones de montaje
 1. [#Paso01](#) Anclaje de las tornetas a las bases
 2. [#Paso02](#) Anclaje de los motores a las tornetas activas
 3. [#Paso03](#) Colocación de las tornetas en el espacio
 4. [#Paso04](#) Cableado al control electrónico
 5. [#Paso05](#) Test de funcionamiento
 6. [#Paso06](#) Colocación de las vasijas sobre las tornetas
 7. [#Paso07](#) Test de funcionamiento y ajustes finales
4. Instrucciones de desmontaje
5. Encendido, apagado y mantenimiento
6. Consumo eléctrico
7. Anexos
 1. Esquemas electrónicos
 2. Código arduino
8. Contacto - Servicio técnico

1. Presentación de esta documentación

Este documento contiene información sobre los procesos de montaje y desmontaje de la instalación *Hacendera* de Abelardo Gil-Fournier. Para más información y otra documentación audiovisual sobre esta obra véase: <https://abelardogfournier.org/works/hacendera.html>.

Esta es la versión **#05-11-2025** de esta documentación. Dado que es un documento objeto de continuas mejoras y actualizaciones, tanto en el siguiente enlace como en el del siguiente QR puede descargarse la última versión de esta documentación técnica:

<https://abelardogfournier.org/docs/AGF-Tech-Rider-Hacendera-es-latest> .



2. Listado de cajas y materiales

#C1-26 CAJAS nº 1-26/31

26x: 24 Vasijas embaladas, cada una en su caja + 2 de repuesto

Medidas: 63x63x63cm

#C27 CAJA nº 27/31

12x Tornetas, cada una en su caja individual de medidas 26x26x18cm.

Medidas: 52x52x54cm

#C28 CAJA nº 28/31

12x Tornetas cada una en su caja individual de medidas 26x26x18cm.

1x Caja de medidas 43x26x14cm que contiene 12x cajitas embellecedoras para conexión entre mangueras de 4 hilos y una caja respuestos (tornillos, cintas transmisión y fuente electricidad)

Medidas: 52x52x68cm

#C29 CAJA nº 29/31

Bases circulares de las tornetas

Medidas: 50x40x40cm

#C30 CAJA nº 30/31

Caja control electrónico junto a mangueras de cable de 4 hilos y cable de corriente con interruptor

Medidas: 80x27x9cm

#C31 CAJA nº 31/31

12x Motores dentro de portamotores

Medidas: 35x23.5x26cm

3. Instrucciones de montaje

#Paso01

1. Anclaje de las tornetas a las bases

Descripción

Las tornetas de la instalación *Hacendera* están clasificadas en dos tipos:

- Activas: Aquellas que están conectadas a un motor eléctrico que las hace girar
- Pasivas: Aquellas que no tienen motor

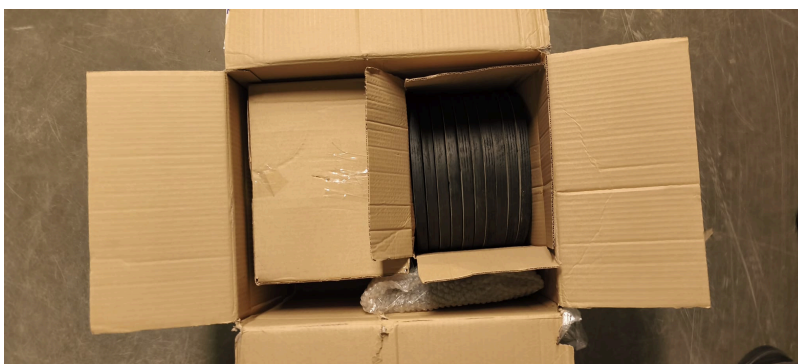
Al desembalar una torneta de su caja puede verse si es activa cuando tenga en su cuello un engranaje y una cinta de transmisión.

Además de las tornetas este paso involucra a las bases circulares de madera. Aquellas bases de madera que van unidas a tornetas activas tienen además del agujero central varios agujeros adicionales. Estos agujeros servirán para atornillar el motor en el [#Paso02](#) .

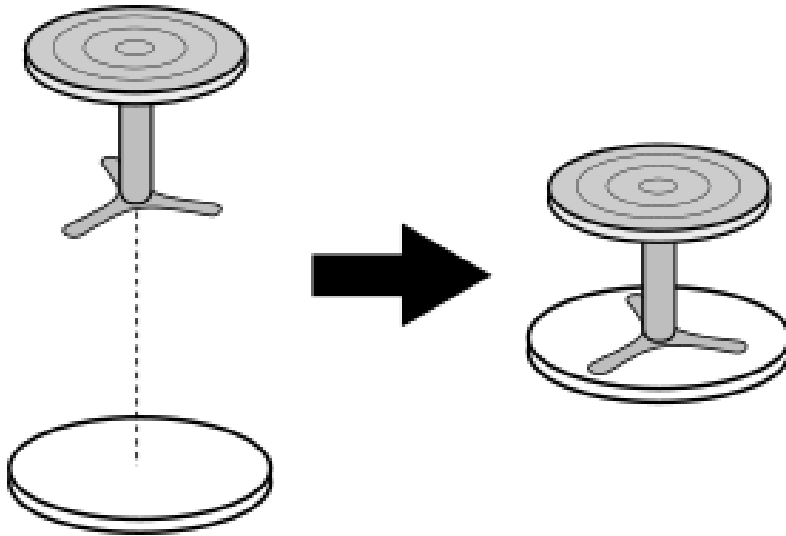
En total, la instalación cuenta con 12 tornetas activas, 12 tornetas pasivas y 24 bases de madera.

Ubicación

Cada torneta se encuentra embalada en su propia caja. Las cajas de las tornetas se encuentran en el interior de las cajas [#C27](#) y [#C28](#) . Las bases circulares de madera se encuentran en la caja [#C29](#) .



Procedimiento



- El primer paso del montaje consiste en anclar cada una de las tornetas -activa o pasiva- a una de las bases circulares de madera.
- Este procedimiento requiere desenroscar la tuerca en la base de la torneta y volver a enroscarla junto a su arandela bajo la base circular de madera. El trípode de la torneta quedará inmovilizado por la presión de la tuerca que une la base a la torneta.

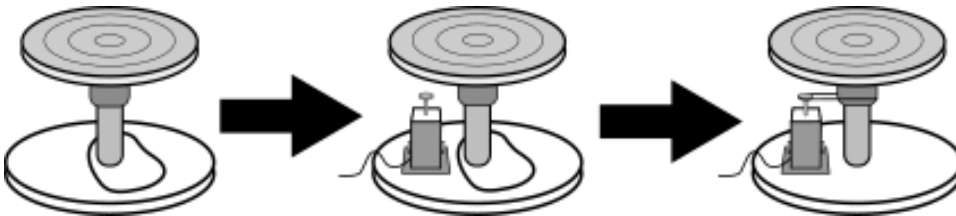
Recordatorio: Es importante tener en cuenta que las bases de las tornetas activas son distintas de las pasivas: tienen unos agujeros donde se anclará el motor.

#Paso02**2. Anclaje de los motores a las tornetas activas****Descripción**

Los motores se almacenan embalados cada uno dentro de su portamotor metálico. La instalación cuenta con 12 motores.

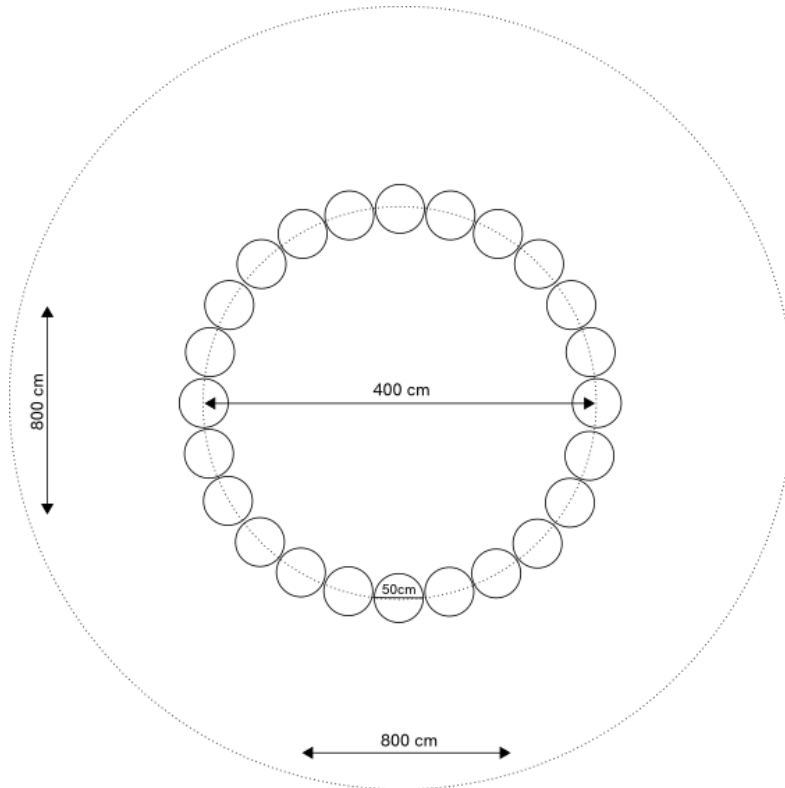
Ubicación

Los motores dentro de sus portamotores están en la caja **#C31**.

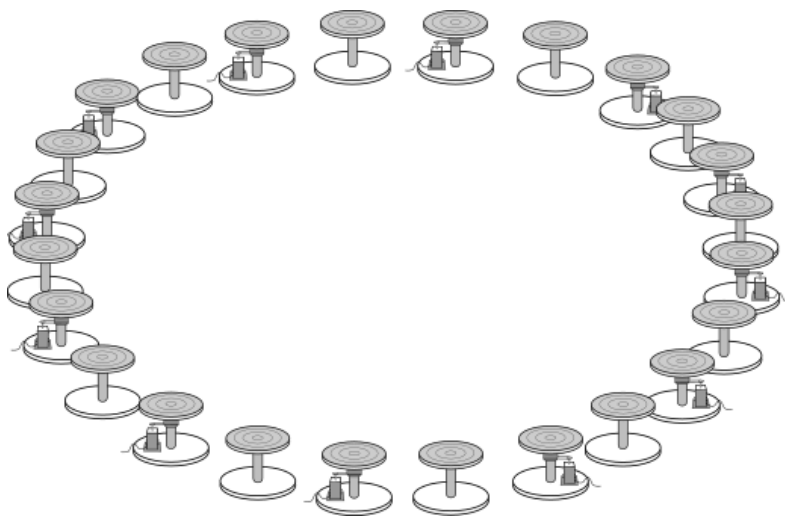
**Procedimiento**

- Los motores deben atornillarse a las bases de madera de las tornetas activas.
- Hay que hacerlo de tal modo que el engranaje del motor quede unido mediante la cinta de transmisión al engranaje de la torneta. Una vez unidos, se procede a atornillar tratando en la medida de lo posible que la cinta de transmisión quede tensa.
- Una vez atornillado, se procede a tensar la cinta mediante los tornillos tensores que se encuentran en el portamotor.

#Paso03

3. Colocación de las tornetas en el espacio**Procedimiento:**

- Las 24 tornetas se distribuyen de forma homogénea en un círculo de 4 metros de diámetro.
- La distribución respecto al tipo de torneta es alterna: torneta activa - torneta pasiva - torneta activa - ...
- Es recomendable que la instalación tenga un espacio mínimo alrededor para que las personas visitantes puedan moverse libremente en torno a esta.



#Paso04**4. Cableado al control electrónico****Descripción**

De la caja de control electrónico salen 3 grupos de cables: dos fajos de mangueras de 4 hilos, por un lado, y un rollo de cable de alimentación. Los dos fajos suman 12 mangueras de cable de 4 hilos. Cada una de estas mangueras se conecta a los motores de las tornetas activas.

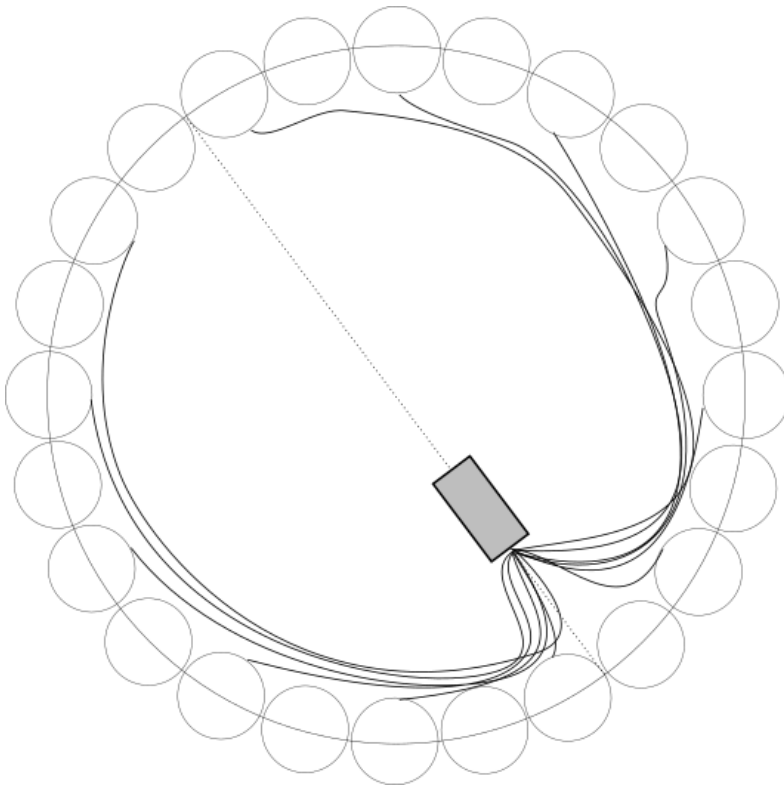
El empalme entre el cable de 4 hilos del motor y la manguera se realiza a través de unas cajitas embelleadoras de plástico que tienen en su interior unas clemas de conexión eléctrica.

Ubicación

Las mangueras se almacenan conectadas al control electrónico en la caja **#C30**. Las cajas embelleecedoras de plástico se encuentran en una caja dentro de la caja **#C28**.



Procedimiento



- El primer paso consiste en colocar la caja de control electrónico en su posición en el interior del círculo de las tornetas.
- A continuación deben desenrollarse los dos fajos de mangueras de cable de cuatro hilos y el cable de alimentación.
- Las mangueras de cable de 4 hilos se extienden a lo largo de la circunferencia interior definida por las tornetas, llegando sus extremos a cada una de las tornetas activas.
- Cada una de las mangueras se enchufa al cable de los motores de las tornetas activas. La conexión se realiza a través de la clema que se encuentra en el interior de las cajitas embellecedoras ubicadas en la caja [#C28](#).
- El cable de alimentación, según montaje, se lleva a pared o a techo.



#Paso05**5. Test de funcionamiento****Procedimiento**

- Es preciso verificar antes de la realización del test que no haya ningún cable desconectado en el control electrónico.
- Con esta comprobación realizada, se enchufa el cable de alimentación a la corriente.
- Se acciona a continuación el interruptor principal: las tornetas deberían ponerse a girar todas en la misma dirección.
- Con el test completado, es necesario apagar el interruptor para continuar el montaje.

#Paso06

6. Colocación de las vasijas sobre las tornetas

Descripción

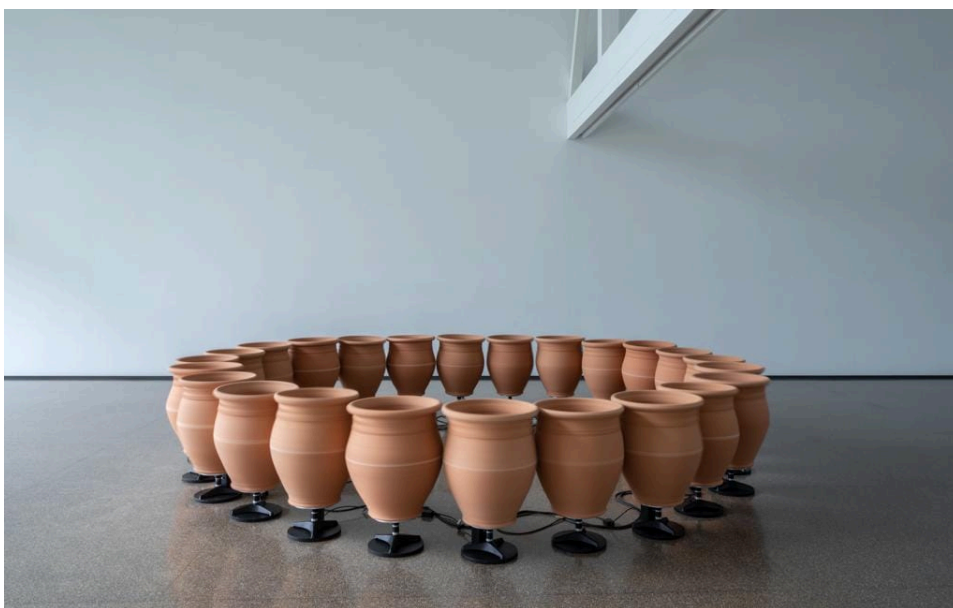
En este paso puede darse el caso de que se cuente con vasijas numeradas o sin numerar. Se indica cómo proceder en ambos casos.

Ubicación

Las vasijas se encuentran embaladas y encajadas en las cajas #C1-26. Sólo son necesarias 24, la pieza cuenta con 2 vasijas de repuesto.

Procedimiento

- En caso de que tornetas y vasijas se encuentren numeradas, se colocará cada vasija en su correspondiente torneta.
- En caso de que no estén numeradas, las tinajas más irregulares deberán colocarse sobre torneta activa, mientras que las más regulares sobre torneta pasiva.
- Para determinar si una vasija es regular o irregular, debe colocarse sobre una torneta pasiva cualquiera y hacerse girar. Si su perfil durante el giro es muy variable, es que es irregular.
- El centro de la vasija debe coincidir con el centro de la torneta. El agujero en el fondo de la vasija permite un ajuste fino con ayuda de los círculos grabados sobre las tornetas.
- Las tinajas deben quedar colocadas de forma que cada una de las pasivas esté al menos en contacto con una activa. Para aproximar tinajas entre sí será necesario ajustar la posición de la torneta, manteniendo el círculo que forma el conjunto.



#Paso07

7. Test de funcionamiento y ajustes finales

Procedimiento

- Se enciende el interruptor
- Las vasijas activas habrán comenzado a girar. Si alguna no gira, es necesario acercarse, revisar el estado de la cinta de transmisión y, tras apagar el interruptor, ajustar los tornillos tensores si es necesario.
- Algunas vasijas pasivas habrán comenzado a girar en el test. Hay que ajustar levemente la posición de aquellas que no hayan girado y volver a encender el interruptor. Así hasta que todas giran.
- La mayor parte de las veces, el encendido de la pieza requiere que una persona ayude con su brazo a las tinajas a girar, cada una en su sentido de rotación. Es conveniente hacer esto en cada encendido de la instalación: dar una vuelta al círculo mientras arrancan, y ayudar a mano a que cada una alcance la rotación. Una vez todas giran a la vez, continúan girando sin interrupciones.

4. Instrucciones de desmontaje

1. Se apaga la instalación y se desconecta de la toma de corriente.
2. Se retiran las vasijas de las tornetas a un espacio resguardado en el que proceder a embalarlas en las cajas #C1-26 .
3. Se desconectan las mangueras de cable de los motores de las tornetas activas desatornillando las clemas dentro de las cajas embellecedoras. Las cajitas embellecedoras con sus clemas dentro se guardan en la cajita dentro de la caja de repuestos que se almacena en la caja #C28 .
4. Se enrollan las mangueras en dos fajos. Se enrolla el cable de corriente con el interruptor. Los tres fajos se colocan encima de la caja de control numérico y se embala como caja #C30 .
5. En las tornetas activas, se desconecta con cuidado la cinta de transmisión. Se desatornillan los motores dentro de los portamotores y, protegidos con film transparente, se guardan en la caja #C31 .
6. Se desatornillan las tornetas de las bases. Las bases quedan guardadas en la #C29 . Las tornetas se guardan cada una en su caja dentro de las cajas #C27 y #C28 .

5. Encendido, apagado y mantenimiento

Encendido

El encendido de la instalación se realiza accionando el interruptor. Al accionarlo, los motores de las tornetas activas se ponen a girar. Como tienen que vencer la inercia inicial de las vasijas a no moverse, esta secuencia produce inevitablemente unos segundos de traqueteo. Tras este traqueteo inicial, algunas vasijas quedarán en rotación continua, mientras que otras seguirán paradas con el motor atascado. Con el brazo, suavemente, hay que ayudar a poner en rotación aquellas vasijas que no hayan arrancado con el resto del conjunto. Una vez en movimiento, el sistema queda sostenido en una rotación acoplada y en equilibrio.

Apagado

El apagado consiste en pulsar (apagar) el interruptor y esperar a que las vasijas se frenen entre sí y detengan completamente su movimiento.

Mantenimiento

Durante el período de exposición alguna vasija puede dejar de rotar con el conjunto. Volver a conectarla a la rotación del grupo exige una serie de sencillas labores de mantenimiento:

- Si la vasija es pasiva, esto es, si está sobre una torneta pasiva, que se desconecte del giro del grupo significa que no está en suficiente contacto con las vasijas vecinas. La solución pasa por acercarla (desplazarla en dirección al centro del círculo) apenas unos milímetros.
- Si es una vasija sobre una torneta activa, pueden estar ocurriendo varias circunstancias:
 - Que la cinta de transmisión no este suficientemente tensa: para ello, con la instalación apagada, hay que aumentar la tensión mediante los tornillos tensores.
 - Que se haya desaflojado el engranaje unido a la torneta: puede haberse soltado uno de los tornillos prisioneros. La solución, con la instalación apagada, pasa por colocar y apretar el tornillo prisionero del cabezal con engranaje al cuello de la torneta.
 - Que pese a estar la cinta tensa y todos los elementos fijos, la rotación de la torneta sea irregular o sin fuerza: puede ser necesario entonces apretar el tornillo de la base de la torneta. Para ello es necesario apagar la instalación y remover temporalmente la vasija de la torneta.

6. Consumo eléctrico

La instalación requiere de una toma de corriente para alimentar el movimiento de los motores de las tornetas activas.

La fuente de alimentación consume un máximo de 350W.

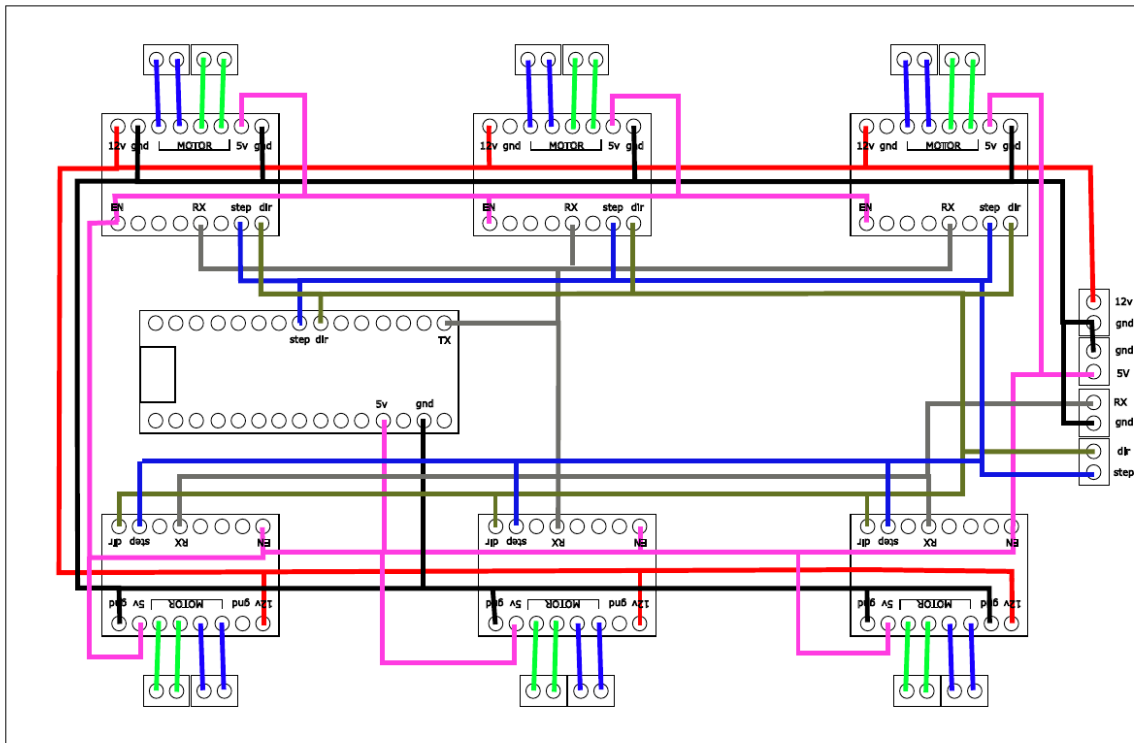
7. Anexos

#Anexo01

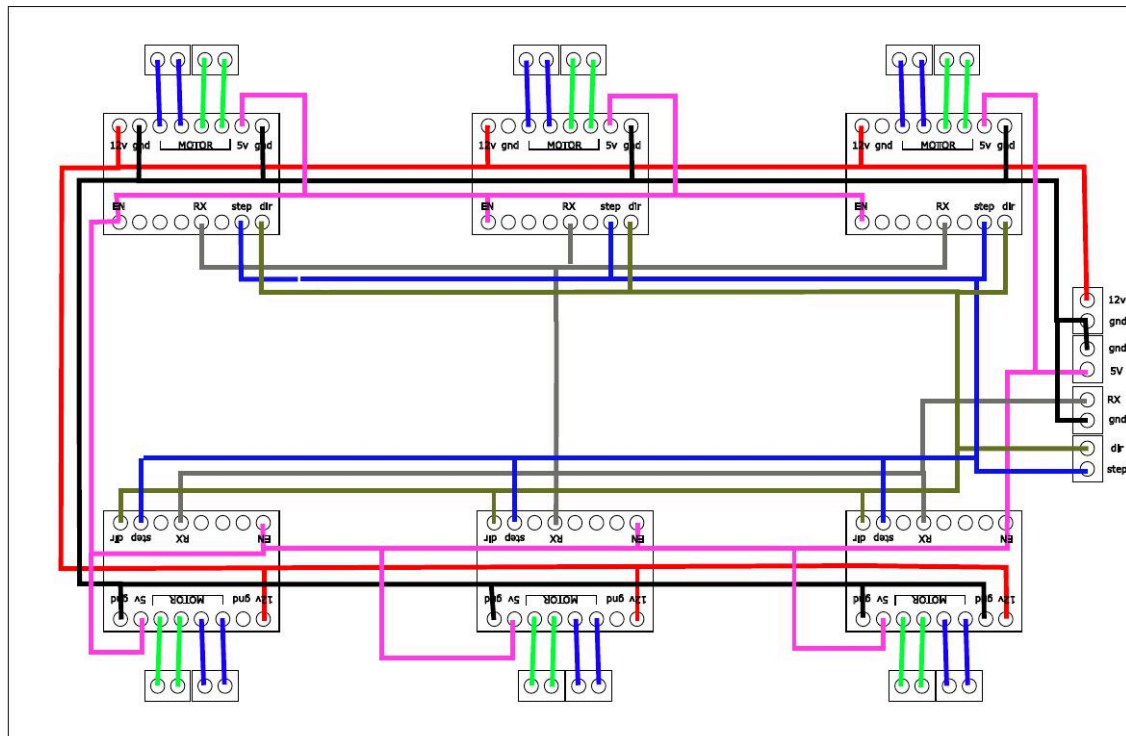
1. Esquema electrónico

La electrónica de control consiste en dos placas interconectadas, una maestra y otra esclava:

Placa maestra



Placa esclava



#Anexo02

2. Código Arduino

Para volver a cargar este código en la tarjeta son necesarias las librerías TMC2208Stepper (<https://docs.arduino.cc/libraries/tmc2208stepper/>) y AccelStepper (<https://docs.arduino.cc/libraries/accelstepper/>).

```
// Definicion de pins arduino

#define EN_PIN 7 // LOW: Driver enabled. HIGH: Driver disabled
#define STEP_PIN 6 // Step on rising edge
#define DIR_PIN 4

// Carga libreria TMC2208Stepper
#include <TMC2208Stepper.h>
TMC2208Stepper driver = TMC2208Stepper(&Serial); // Create driver and use

// Libreria AccelStepper
#include <AccelStepper.h>

AccelStepper stepper = AccelStepper(1, STEP_PIN, DIR_PIN); // Defaults to
AccelStepper::FULL4WIRE (4 pins) on 2, 3, 4, 5

float vinicial = 10;
float vfinal = 28000;
float paso = .1;
float v = vinicial;

void setup() {
  Serial.begin(115200); // Start hardware serial 1
  driver.push(); // Reset registers

  // Prepare pins
  pinMode(EN_PIN, OUTPUT);
  pinMode(DIR_PIN, OUTPUT);
  pinMode(STEP_PIN, OUTPUT);

  digitalWrite(EN_PIN, HIGH); // Disable driver in hardware

  driver.pdn_disable(true); // Use PDN/UART pin for communication
  driver.I_scale_analog(false); // Use internal voltage reference
  driver.rms_current(800); // Set driver current 500mA
  driver.toff(2); // Enable driver in software
  driver.microsteps(1); // Creo que no cambia nada
```

```
digitalWrite(EN_PIN, LOW); // Enable driver in hardware

digitalWrite(DIR_PIN, HIGH);

uint32_t data = 0;

driver.DRV_STATUS(&data);

stepper.setMaxSpeed(vfinal);
stepper.setSpeed(vinicial);
}

void loop() {
    v = v + paso;
    if (v > vfinal) v = vfinal;

    stepper.setSpeed(v);
    stepper.runSpeed();

    delay(1);
}
```

6. Contacto - Servicio técnico

Abelardo Gil-Fournier - Estudio

info@abelardogfournier.org

C/ Martín Soler 7 Estudio, Madrid 28045

+34 686688681