

# TUTORIAL DE MONTAJE DEL NANDOFOCUS

(version 8.1.4)

## 1 CONTENIDO

1	Contenido .....	2
2	Introducción .....	4
3	Lista de materiales .....	5
3.1	Módulos electrónicos .....	5
3.1.1	Versión con Cable USB-TTL.....	5
3.1.2	Versión con Bluetooth .....	6
3.1.3	Drivers para dispositivos Bluetooth .....	6
3.2	Resto de componentes .....	7
3.2.1	Componentes discretos .....	7
3.2.2	Otros Componentes físicos .....	8
3.3	El motor de pasos .....	9
3.3.1	Motor sin reductora (31€ + 29€ = 60€) .....	9
3.3.2	Motores con reductora incorporada.....	10
3.4	La Placa Nandofocus 8.1.4 .....	11
3.4.1	PCB artesanal .....	11
3.4.2	PCB Mecanizado.....	13
4	¿Por qué adoptar el protocolo Del Robofocus? .....	14
5	El esquema electrónico .....	15
6	El software .....	15
6.1	Instalación del Arduino IDE .....	16
6.2	Obtención del código del NF814 .....	17
6.3	Conexión del arduino al entorno .....	18
6.4	Subir el código... .....	20
6.5	IMPORTANTE la librería TimerOne.h.....	20
6.6	Comprobar la carga del sketch.....	22
6.7	Versión USB / Versión BT o Wi-Fi.....	22

---

7	Montaje .....	23
7.1	El puerto de comunicaciones .....	24
7.1.1	HC-06 .....	24
7.1.2	JDY-31 .....	25
7.1.3	El cable USB-TTL .....	26
7.2	Cableado del motor .....	27
7.3	Mecanizado de la caja .....	29
8	Uso del Nandofocus .....	31
8.1	De manera manual .....	31
8.2	A través de software de comunicaciones .....	31
8.2.1	Entorno Windows .....	31
8.2.2	Entorno Linux .....	36
9	Adaptaciones a enfocadores .....	43

## 2 INTRODUCCIÓN

El nandofocus es un enfocador robótico (se le indica una posición y se situa en ella) con compensación de backlash y control de temperatura.

El principio que rige el diseño de este dispositivo es la simplicidad. De manera que cualquier persona con un mínimo de conocimientos electrónicos y habituada al bricolaje electrónico pueda montarlo con la mínima dificultad.

El nandofocus ha tenido una larga historia de versiones, en la versión 7 se le dotó de inteligencia con un microcontrolador PIC de microchip y un puerto de comunicaciones serie RS-232. Era la tecnología de aquel momento. El principal inconveniente para un aficionado era programar el microcontrolador, ya que requería de una herramienta especial. Pero, las placas como Arduino, revolucionaron el mundo del hobby de la electrónica, ya que integraban el regulador de tensión, resistencias de pull-up, botón de reset, y lo más interesante, un puerto USB por el cual programar directamente desde el ordenador el microcontrolador.

Migré el código al Arduino y apareció el nandofocus v8. El primer tutorial de montaje explicaba cómo hacerse con una placa topeada un nandofocus. Y aunque se perciba como fácil aún se puede facilitar más el montaje con una placa específica.

En este tutorial se proporcionarán las instrucciones para poder montar un nandofocus v8.1.4 (NF814 a partir de ahora) y la información o recursos necesarios para conseguir esta plaquita.

Las actualizaciones del proyecto se traspasaron del grupo de yahoo donde inicialmente se publicaron a un recurso de GitHub. Lamentablemente contribuciones de otros aficionados como la adaptación a enfocadores, electromecánicos e incluso fotos astronómicas se perdieron. Aunque pedí que me hicieran un backup y me entregaran el contenido, tal como ofrecía yahoo, eso nunca ocurrió.

Actualmente la documentación está en este repositorio:

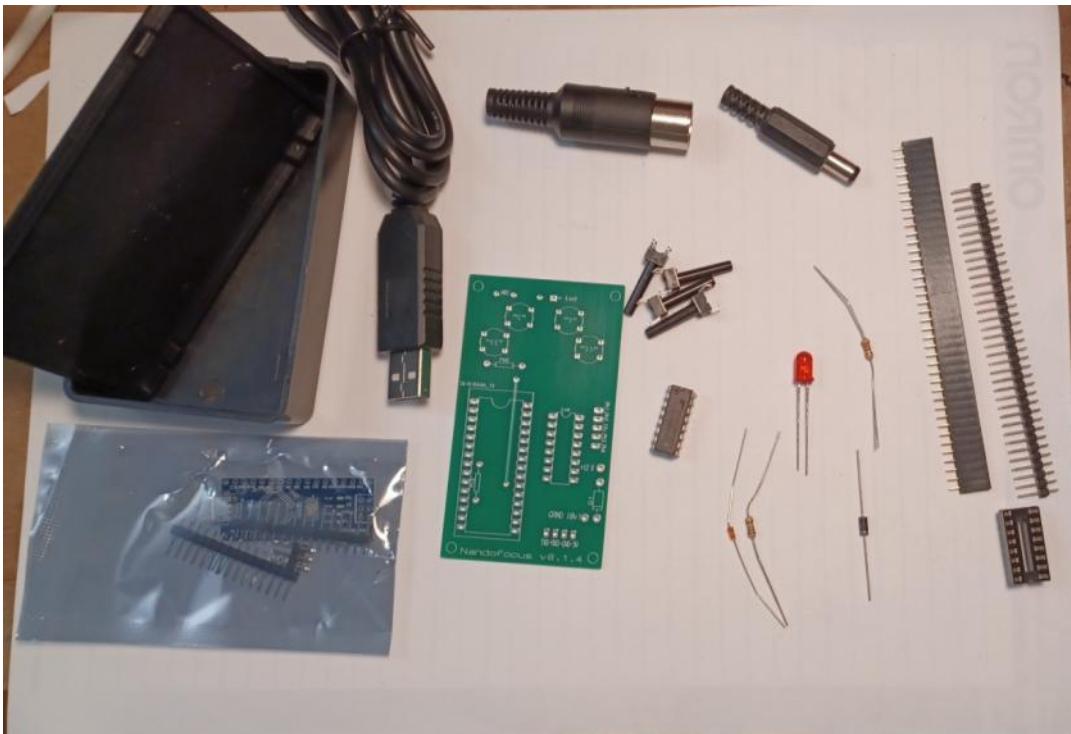
<https://github.com/Nandorloco/Nandofocus>

Nandofocus está bajo la licencia GNU “ GNU GENERAL PUBLIC LICENSE, Version 3”

<https://github.com/Nandorloco/Nandofocus/blob/main/LICENSE>

De manera resumida, podéis usar el código incluso con fines comerciales, salvo que tenéis que hacer público el origen y las modificaciones que hagáis en él. El propósito es compartir el proyecto y que nadie se apropie de él con fines lucrativos.

### 3 LISTA DE MATERIALES



#### 3.1 MÓDULOS ELECTRÓNICOS

El cerebro del nandofocus es un arduino nano y el modo de conexión (dependiendo de las preferencias del aficionado) puede ser por cable USB o por Bluetooth, incluso se puede conectar via Wi-Fi (en Linux con el driver de Indi).

##### 3.1.1 VERSIÓN CON CABLE USB-TTL

Pondré las referencias de la tienda on-line donde suelo comprar el material

Componente	Descripción	URL
Arduino Nano	Microcontrolador <b>Nano v3.0</b> <b>ATMEGA328P</b> en placa de desarrollo integrado. Se puede obtener el cable para programarlo. Preferible la versión con microUSB o USB-C	<a href="https://es.aliexpress.com/item/4000903444456.html">https://es.aliexpress.com/item/4000903444456.html</a>
Cable USB-ttl	Conexión de datos, preferible que coincida con el chip de comunicaciones del Arduino.	<a href="https://es.aliexpress.com/item/32964541650.html">https://es.aliexpress.com/item/32964541650.html</a>

##### 3.1.1.1 DRIVER DE COMUNICACIONES CABLE USB-TTL

Estos dos dispositivos utilizan el chip CH340G, no es que tenga una preferencia por ellos, pero he comprobado que el driver funciona para Windows 10 y para Ubuntu, que son los sistemas operativos que utilizo.

### 3.1.1.1.1 DRIVER WINDOWS10

Se puede descargar de la web del fabricante desde este enlace

[http://www.wch-ic.com/downloads/CH341SER\\_EXE.html](http://www.wch-ic.com/downloads/CH341SER_EXE.html)

En esta web se explica muy sencillo y muy bien

<https://pccentral.com/descargar-el-driver-para-el-convertidor-usb-serial-basado-en-el-chip-ch340g>

### 3.1.1.1.2 DRIVER UBUNTU

No me ha hecho falta, el sistema operativo lo reconoce directamente. En cualquier caso, la web del fabricante tiene diversos drivers para diversos sistemas operativos (Linux, Mac, Android)

## 3.1.2 VERSIÓN CON BLUETOOTH

Pondré las referencias de la tienda on-line donde suelo comprar el material

Componente	Descripción	URL
Arduino Nano	Microcontrolador <b>Nano v3.0 ATMEGA328P</b> en placa de desarrollo integrado. Se puede obtener el cable para programarlo. Preferible la versión con microUSB o USB-C	<a href="https://es.aliexpress.com/item/4000903444456.html">https://es.aliexpress.com/item/4000903444456.html</a>
<b>HC-06</b>	Modulo Bluetooth	<a href="https://es.aliexpress.com/item/33003503284.html">https://es.aliexpress.com/item/33003503284.html</a>
O alternativamente este otro módulo Bluetooth		
JDY-31	Modulo Bluetooth compatible HC-06	<a href="https://es.aliexpress.com/item/32841874444.html">https://es.aliexpress.com/item/32841874444.html</a>
Para la versión Wi-Fi se puede poner este módulo, no se explica en este manual su puesta en marcha		
DT-06	Puerto serie WiFi inalámbrico de DT-06, módulo de transmisión transparente TTL A WiFi, Compatible con interfaz de HC-06 Bluetooth	<a href="https://es.aliexpress.com/item/32874788523.html">https://es.aliexpress.com/item/32874788523.html</a>

El HC-06 suele ser el módulo más extendido, también puede usarse el HC-05 configurado como esclavo ya que será el ordenador quien iniciará la comunicación.

Existen muchos recursos en internet donde explican cómo usar estos dispositivos.

El NF814 ofrece un puerto de comunicaciones alimentado que coincide con las señales del HC-06, invirtiendo TXD y RXD para que sin más que conectarlo se pueda comunicar.



### 3.1.3 DRIVERS PARA DISPOSITIVOS BLUETOOTH

No son necesarios, el sistema operativo ha de ser capaz de establecer comunicaciones con el dispositivo que se elija, en el apartado de puesta en marcha se explica cómo hacer la puesta en marcha

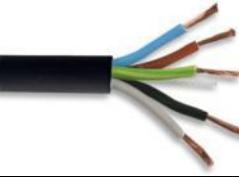
### 3.2 RESTO DE COMPONENTES

#### 3.2.1 COMPONENTES DISCRETOS

Componente	Descripción/Comentario	Imagen
Botones	Botones para montaje sobre circuito impreso. 2 cm de altura. Pueden usarse más cortos, o pegar una extensión, o usar un pistón dentro de un encaminador cilíndrico para hacer la pulsación. He usado estos... <a href="https://es.aliexpress.com/item/1005004192829750.html">https://es.aliexpress.com/item/1005004192829750.html</a>	
1 LED rojo	El más sencillo, en el montaje se usa el de 5mm pero podría ser más pequeño. La pata más larga es la "positiva"	
1 resistencia 330 ohms	Asociada al LED sirve para absorber la caída de tensión del led	
1-NTC 1k ohm	Resistencia variable con la temperatura. <b>1K OHMS</b> <a href="https://es.aliexpress.com/item/32999167293.html">https://es.aliexpress.com/item/32999167293.html</a> <i>(compré las de 1k y me llegaron de 10k, así que las estoy usando y son las que veréis en el montaje)</i>	
1 resistencia 1k ohm	Asociada a la NTC, hace un divisor de tensión. Ha de coincidir con el valor nominal de la NTC. El servidor de Robofocus interpreta la temperatura con el valor leído con 10 bits en el punto intermedio. <b>USAR PREFERENTEMENTE 1K OHM.</b> <i>(en el montaje veréis una resistencia de 10k para adecuarse al NTC de 10k)</i>	
1 diodo 4004	Diodo de rectificación, lo he puesto para evitar que si se conecta la tensión del revés se dañe el NF814.	
1 ULN2003	Driver de potencia para las fases del motor unipolar. También puede usarse un ULN2004. Se trata de un array de transistores Darlington en colector abierto con protección a tensiones inversas inducidas (diodo entre emisor y colector) por los bobinados de las fases de los motores. En formato DIP-16 <a href="https://www.st.com/resource/en/datasheet/uln2001.pdf">https://www.st.com/resource/en/datasheet/uln2001.pdf</a>	

### 3.2.2 OTROS COMPONENTES FÍSICOS

Conectores, electromecánicos, cables, cajitas.

Componente	Descripción	URL
Pines de conexión zócalos y postes	Para conexiones Zócalos troquelados, 7mm 1x40pin O Zócalos normales Postes	<a href="https://es.aliexpress.com/item/33010354656.html">https://es.aliexpress.com/item/33010354656.html</a> <a href="https://es.aliexpress.com/item/32997480550.html">https://es.aliexpress.com/item/32997480550.html</a> postes <a href="https://es.aliexpress.com/item/4000857385112.html">https://es.aliexpress.com/item/4000857385112.html</a>
Dip 16L	Zócalo de 16 pines, para el ULN2003	<a href="https://es.aliexpress.com/item/4000578067926.html">https://es.aliexpress.com/item/4000578067926.html</a>
Cable USB-ttl	Conexión de datos, preferible que coincida con el chip de comunicaciones del Arduino.	<a href="https://es.aliexpress.com/item/32964541650.html">https://es.aliexpress.com/item/32964541650.html</a>
Conectores DIN-5	Conectores con 5 activos aéreos para acoplar el motor al NF814 Sólo se precisa 1 macho y 1 hembra aérea	Macho y hembra <a href="https://es.aliexpress.com/item/1005004063460825.html">https://es.aliexpress.com/item/1005004063460825.html</a> 
Cajita	He usado una cajita de 60mm de ancho, 25mm de alto y 100mm de largo. Es la que más se ajusta.	<a href="https://es.aliexpress.com/item/1005001451338360.html">https://es.aliexpress.com/item/1005001451338360.html</a> 
Cable alimentación	Cable de altavoz El rojo lo conectaré al positivo +12v y el negro a 0V	<a href="https://es.aliexpress.com/item/32917097835.html">https://es.aliexpress.com/item/32917097835.html</a>
Cable motor	Cable con 5 nucleos. O el que dispongas... incluso uno de red, se cortan aquellos que no se utilicen. No es preciso que estén apantallados	<a href="https://es.aliexpress.com/item/1005003060792975.html">https://es.aliexpress.com/item/1005003060792975.html</a> 

### 3.3 EL MOTOR DE PASOS

Se utiliza un motor de pasos unipolar, de 4 fases, 5 o 6 hilos. Es así, porque hace que el montaje sea muy sencillo al utilizar un driver que está en un chip, el ULN2003/4.

#### 3.3.1 MOTOR SIN REDUCTORA (31€ + 29€ = 60€)

##### Motor unipolar con piñón de ataque

<https://es.rs-online.com/web/p/motores-paso-a-paso/4552549>



- Ángulo de Inclinación 7.5°
- Par de Sujeción 3mNm
- Tensión de Alimentación 12 V
- Tamaño del Bastidor 36mm
- Colocación del Bobinado Unipolar
- Número de Parejas de Polos 2
- Resistencia de fase (Ω): 120

Dispone de un piñón de ataque para montar con las reductoras tipo UDG del mismo fabricante

##### Reductora (1:500)

<https://es.rs-online.com/web/p/cajas-reductoras/4552628>



La relación resultante sería de  $500 \times 48 = 24.000$  pasos por vuelta... es mucho, **muestro esta reductora porque es la única que hay en la web.**

Yo uso esta combinación, con una reductora de 1:100 en un newton con un enfocador de cremallera. Esta configuración hace que el piñón al tener más diámetro que un eje convencional de un crayford, su desplazamiento lineal es mayor por vuelta. Y de ello una relación de unos 4800 pasos por vuelta dan una resolución adecuada.

**No lo recomiendo para enfocadores Crayford.** A no ser que se encuentren reductoras de menos de 1:120. Seguro que se pueden encontrar otras relaciones de reducción, 1:50, 1:100, 1:120 pueden ser más apropiadas.

### 3.3.2 MOTORES CON REDUCTORA INCORPORADA

#### 3.3.2.1 POR UNOS 25€

<https://es.aliexpress.com/item/4000811526580.html>



- Modelo: 42YF22GN050S-TFO
- Número de fase: 2/4
- Ángulo de paso (°): 7,5
- Par estático (Nm): 0,6

- Relación de desaceleración: **1:50**
- Corriente (A): **0,4**
- Resistencia de fase ( $\Omega$ ): **30**
- Relación de pasos por vuelta **1:2400**

### 3.3.2.2 MOTOR + REDUCTORA, ECONÓMICO (9€ LA PAREJA)

<https://es.aliexpress.com/item/1005002539394001.html>



- Modelo: 35BY412
- Voltaje nominal: CC 12 V
- Número de fase: 4
- Relación de reducción: **1:42.5**
- Ángulo de paso: 7,5 °/42,5
- Resistencia de corriente directa: **200 Ω**
- Frecuencia de extracción sin carga: ≥ 350Hz
- Frecuencia de extracción sin carga: ≥ 500Hz
- Par de autoposición: ≥ 150mN.m
- Peso: 96 gramos por motorcete
- Relacion de **pasos por vuelta 1:2040**

## 3.4 LA PLACA NANDOFOCUS 8.1.4

### 3.4.1 PCB ARTESANAL

La diseño para simplificar al máximo la construcción del NF814 e integro los botones en la propia placa de circuito impreso (PCB). Esto simplifica el mecanizado y enconomiza el montaje.

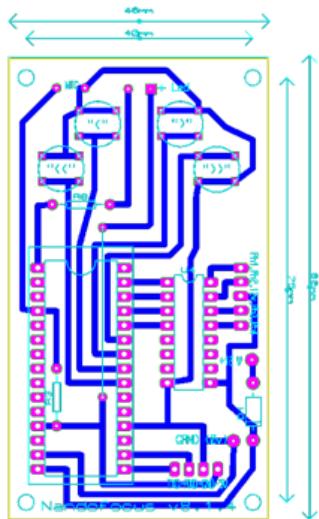
Previo a la producción de las placas produce un par de ellas revelando una placa de cobre. Con ello comprobaba el circuito y el uso de botones desde la misma placa.

El diseño es a “una cara” y sólo hay un puente de pistas que

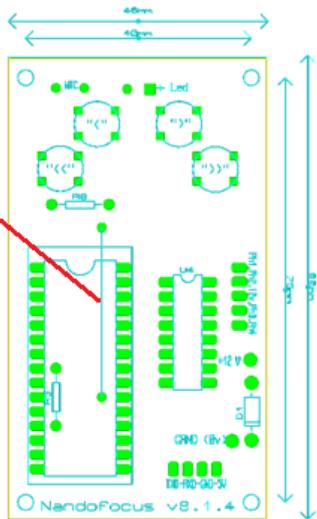


se deba cablear. En la serigrafía está señalado. Y evidentemente en la placa producida ya está implementado.

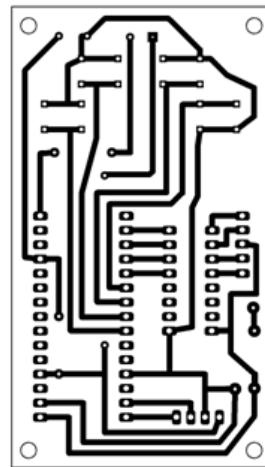
## Todas las capas



## Serigrafía



## Pistas



En este recurso, se puede obtener un fichero powerpoint imprimible que te permitirá “revelar” las pistas en una placa de cobre.

[https://github.com/Nandorroloco/Nandofocus/blob/main/PCB\\_Nandofocus814/PCB\\_Nandofocus814\\_pprint.pptx](https://github.com/Nandorroloco/Nandofocus/blob/main/PCB_Nandofocus814/PCB_Nandofocus814_pprint.pptx)

Hay las dimensiones para comprobar que la impresión no ha reescalado la imagen.

Buscad por internet “revelado pcb por transferencia de toner” y le veréis la utilidad a este archivo que os indico. De hecho es así como hice el primer prototipo del NF814.



### 3.4.2 PCB MECANIZADO

Mandé una producción de 10 placas por unos 10€ incluidos los gastos de envío en Jlcpcb.com, pero se pueden encargar menos, como mínimo 5 placas.

The screenshot shows the JLCPCB website's Order History section. At the top, there are navigation links for 'Live Chat', 'Need Help?', and currency selection ('USD'). Below that, the JLCPCB logo is on the left, followed by 'Why JLCPCB?', 'Capabilities', 'Support', and 'Resources'. To the right are 'Order now', 'My file', 'Nandorroloco', and a shopping cart icon with a red notification dot.

The main area displays the 'Order History' tab selected. It includes filters for 'Order Type' (dropdown), 'Date' (dropdown), and a search bar ('Order #, Gerber file name...'). Below this is a table with columns: 'Product Detail', 'Product File', 'Price', 'Order Status', and 'Operate'.

A specific order is listed:

- Product Detail:** 2022-11-28 | W202211280114283
- Product File:** Nandofocus8\_Y1
- Price:** Merchandise Total: \$5.24, Shipping Charge: \$3.71, Customs duties & taxes: \$1.80, Order Total: \$10.75
- Order Status:** Shipped (Global Standard Direct Line)
- Operate:** Reorder, Order Details, Shipment Tracking, Invoice

On the left of the table, there is a thumbnail image of the PCB and some build details: PCB Prototype, Order #: Y1-5141084A, Build Time: 1-2 days, 10 pcs, \$5.00, and a link to 'Product Details'.

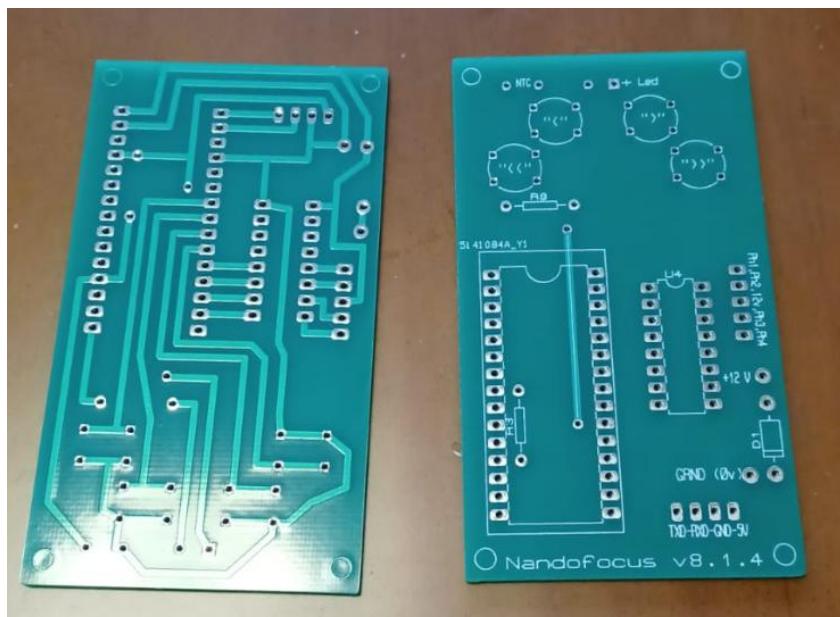
Los ficheros Geber que envié los podéis descargar en este recurso, es una colección de archivos comprimidos en un .Zip por si lo queréis enviar a otro fabricante.

[https://github.com/Nandorroloco/NandoFocus/blob/main/PCB\\_NandoFocus814/GEBER\\_NandoFocus814.zip](https://github.com/Nandorroloco/NandoFocus/blob/main/PCB_NandoFocus814/GEBER_NandoFocus814.zip)

O el fichero de “producción” de JLCPCB en este recurso por si queréis encargarlo en este fabricante

[https://github.com/Nandorroloco/NandoFocus/blob/main/PCB\\_NandoFocus814/5141084A\\_Y1.rar](https://github.com/Nandorroloco/NandoFocus/blob/main/PCB_NandoFocus814/5141084A_Y1.rar)

Deberías obtener algo como esto...



#### 4 ¿POR QUÉ ADOPTAR EL PROTOCOLO DEL ROBOFOCUS?

Porque tal como indica en la introducción del manual de Robofocus, disponible en este enlace

<https://robofocus.com/wp-content/uploads/2021/09/Robofocus-User-Manual-1.pdf>

## 1. Introduction

### Introduction

The RoboFocus is a remote focus driver to be installed on your existing focus mechanism. RoboFocus provides digital control and feedback of the focus position using a stepping motor controlled by a microprocessor. The user sends commands from his computer to the RoboFocus to move the focus, and receives back digital position information. RoboFocus can also be used to control four remote 120VAC power outlets using the optional Remote Power Module. The software to control the RoboFocus provides a graphical interface, and is open source VB operating under Windows. It includes full ASCOM scripting capability. The user may also write code to control the focuser.

*“El software es **open source** en visual basic bajo Windows y proporciona una interface gráfica de control del RoboFocus”*

Esto me ahorraba el tiempo y esfuerzo de escribir el programa de control.

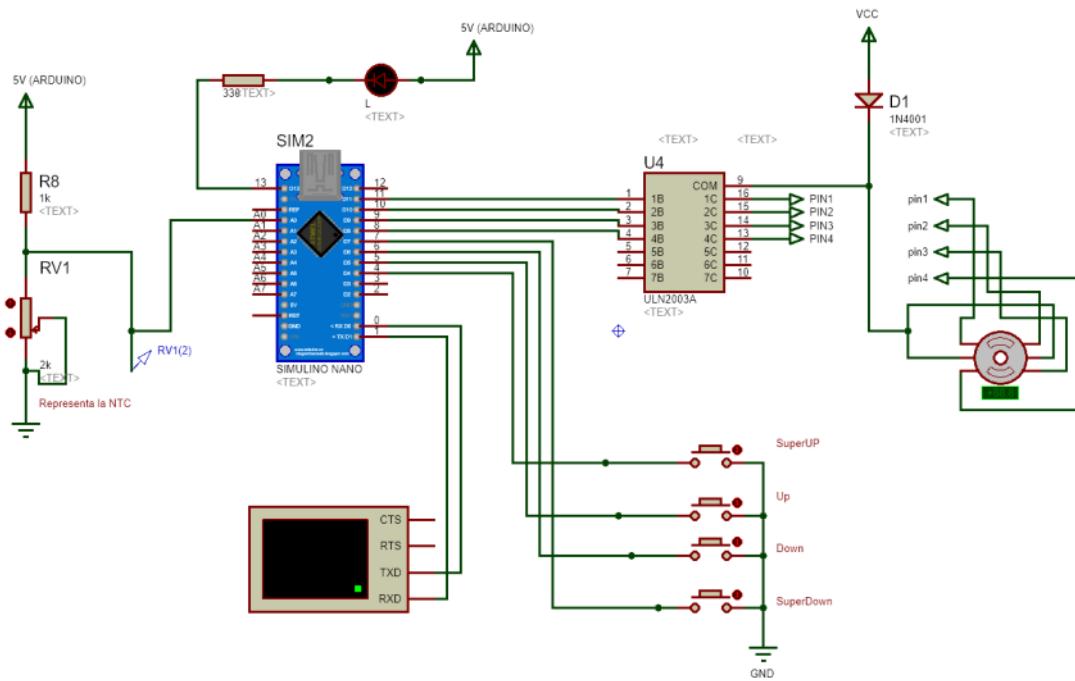
De manera que implementé la parte que consideré útil de este protocolo que se especifica en el “Apendice 1, Software Commands”.

Por cierto, si interrogas al Nandofocus con un “?” desde un terminal serie, te dará un mnemotécnico especificado como un lenguaje regular, porque también implementa unos comandos muy simples del protocolo del LX200 en su parte de enfocador, parte de los que comienzan con “:F” y terminan con “#”

>?	
:F{+ - Q}#	Mov: Out, In, Stop
:F{[1,2,3,4] F S}#	Vel: lento a rapido, fast, slow
:F? ?	Cons: estado, ayuda
FXNNNNNNZ	Comandos de robofocus

## 5 EL ESQUEMA ELECTRÓNICO

Con la adopción del Arduino, el circuito se simplificó de sobremanera, ya que el regulador de tensión, la adaptación de señales, comunicaciones, vienen integradas en ese dispositivo. De manera que sólo hay los componentes imprescindibles de la parte sensorial y de actuación.



Utilizo un simulador para poner a punto el software, por ello se ve un simulador de terminal, que en la realidad se materializa con el módulo de comunicaciones, y una resistencia variable que representa la NTC.

## 6 EL SOFTWARE

Se trata de un “Sketch” de Arduino, predominantemente escrito en “C” y alguna llamada a métodos “C++”. Hay directivas al precompilador para orientar el código hacia las versiones “USB” o “Bluetooth y Wi-Fi” compatibles con HC-06.

Está disponible en este recurso de GitHub como el resto del proyecto

<https://github.com/Nandorroloco/Nandofocus>

El código

[https://github.com/Nandorroloco/Nandofocus/blob/main/Nandofocus8\\_1\\_4.ino](https://github.com/Nandorroloco/Nandofocus/blob/main/Nandofocus8_1_4.ino)

## ¿Cómo programar el Arduino con el NF814?

Si no has utilizado antes un Arduino, no te preocupes, si tienes un PC el cable y el Arduino es muy sencillo.

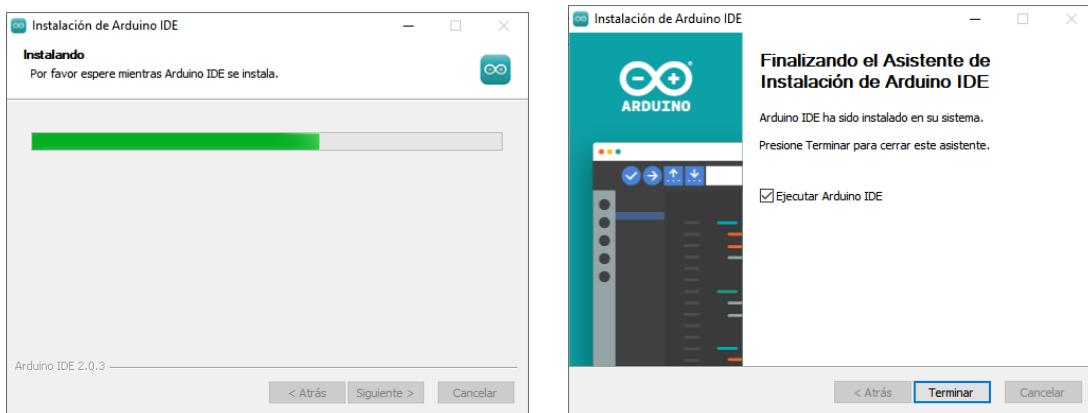
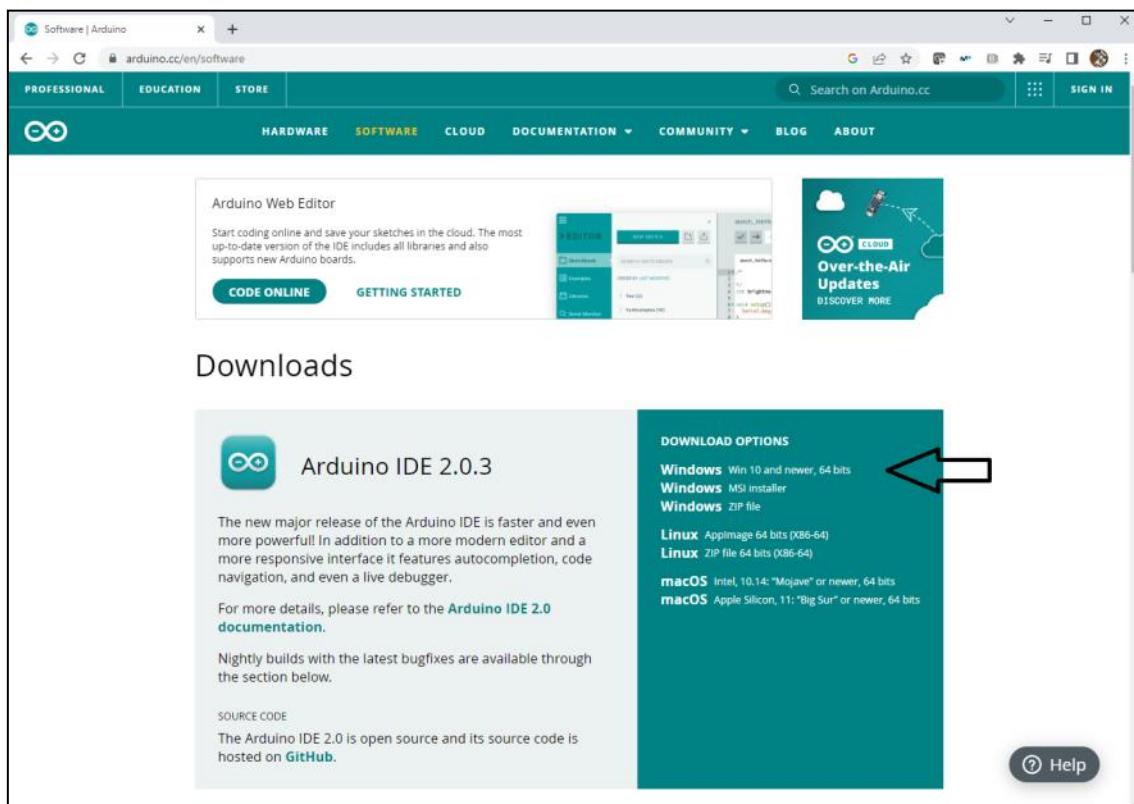
## 6.1 INSTALACIÓN DEL ARDUINO IDE

El proyecto Arduino está ampliamente documentado en:

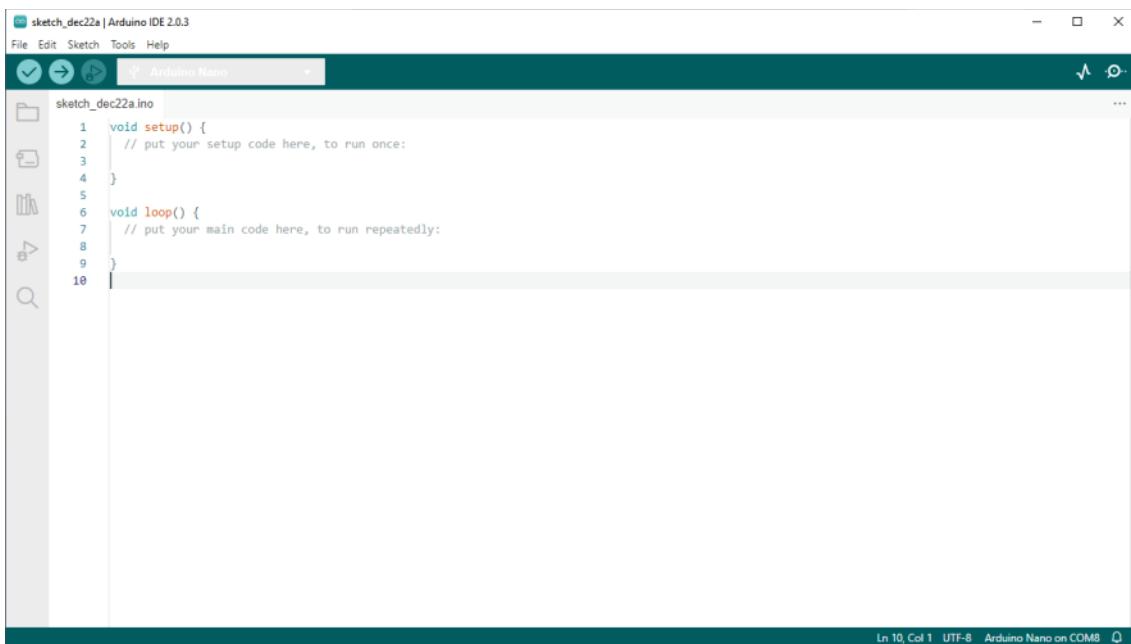
<https://www.arduino.cc/>

El Arduino Nano se programa a través del puerto USB con el entorno de desarrollo “Arduino IDE” que se puede descargar de aquí

<https://www.arduino.cc/en/software>



Se desplegará el entorno de desarrollo... con un aspecto como el siguiente, con un Sketch “vacío”.



## 6.2 OBTENCIÓN DEL CÓDIGO DEL NF814

Hay que descargarlo de GitHub,

Ir a este enlace

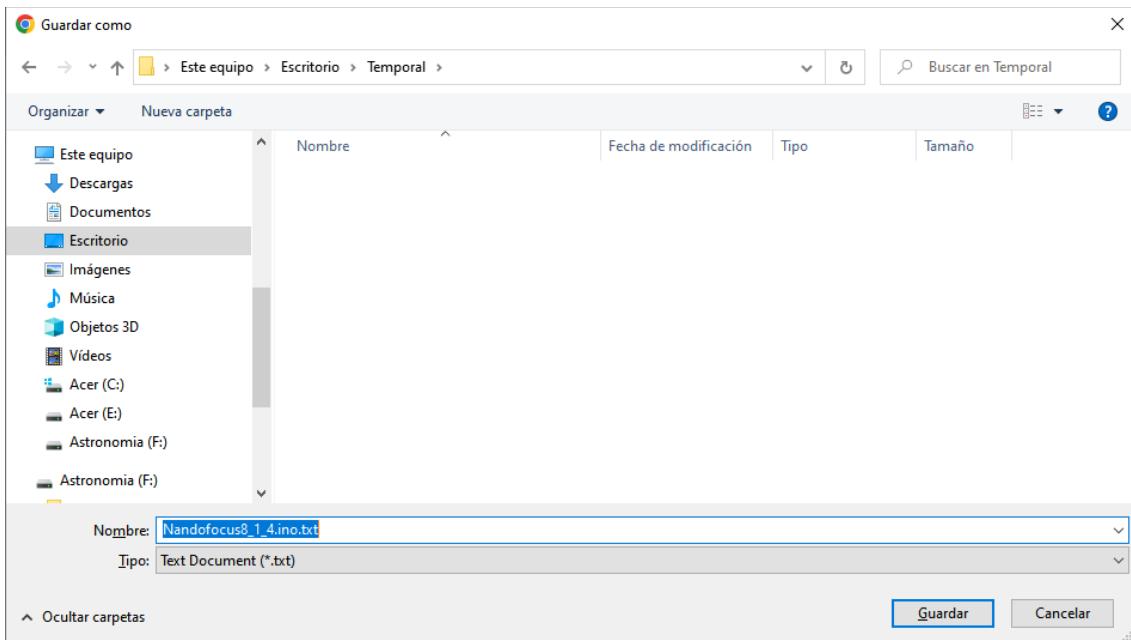
[https://github.com/Nandorroloco/Nandofocus/blob/main/Nandofocus8\\_1\\_4.ino](https://github.com/Nandorroloco/Nandofocus/blob/main/Nandofocus8_1_4.ino)

y dar al botón “Raw”, aparecerá una pantalla sólo con el texto

[https://raw.githubusercontent.com/Nandorroloco/Nandofocus/main/Nandofocus8\\_1\\_4.ino](https://raw.githubusercontent.com/Nandorroloco/Nandofocus/main/Nandofocus8_1_4.ino)

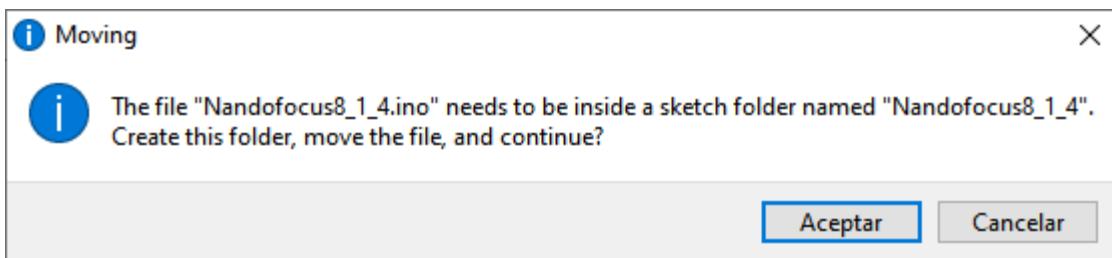
y con “Ctrl+S” podéis descargarlo. En el ejemplo lo descargo en un directorio temporal del escritorio.

IMPORTANTE, dejad la extensión del archivo en “.ino”, el navegador puede que os añada la coletilla “.txt”



Abrir el código con el “Arduino IDE”, menú “File”, opción “Open” (si está en inglés)

Os aparecerá este mensaje:

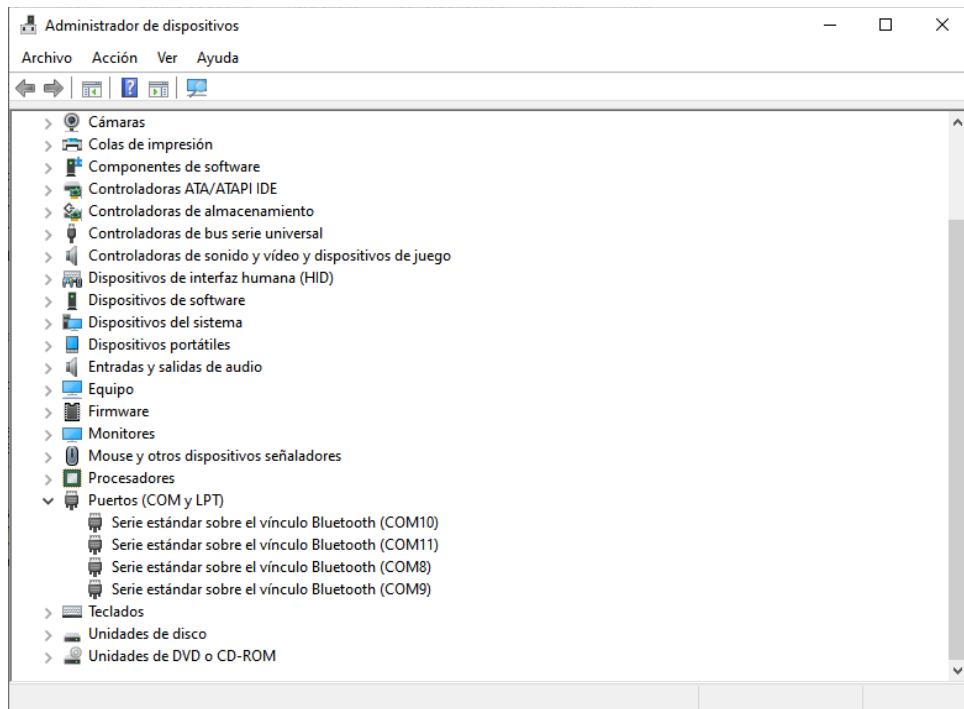


“Aceptar”

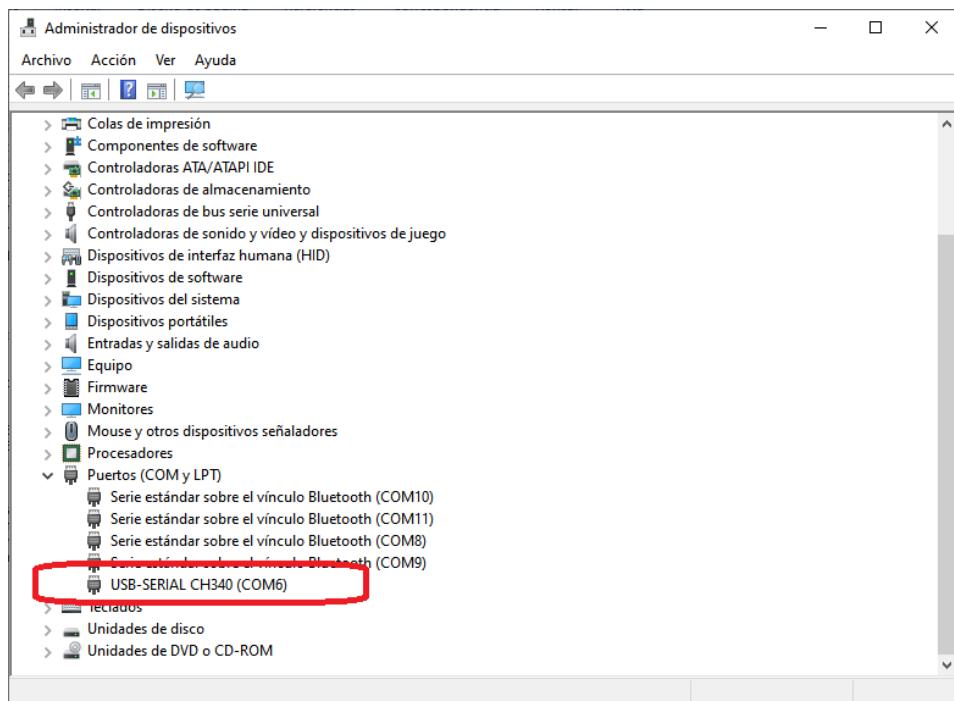
Y se desplegará una nueva instancia del “Arduino IDE” con el código.

### 6.3 CONEXIÓN DEL ARDUINO AL ENTORNO

Como a priori no sabemos el puerto de comunicaciones que asignará el PC al arduino, nos ayudamos del “administrador de dispositivos”, antes de conectarlo, tendremos el listado de puertos de comunicaciones de este estilo:

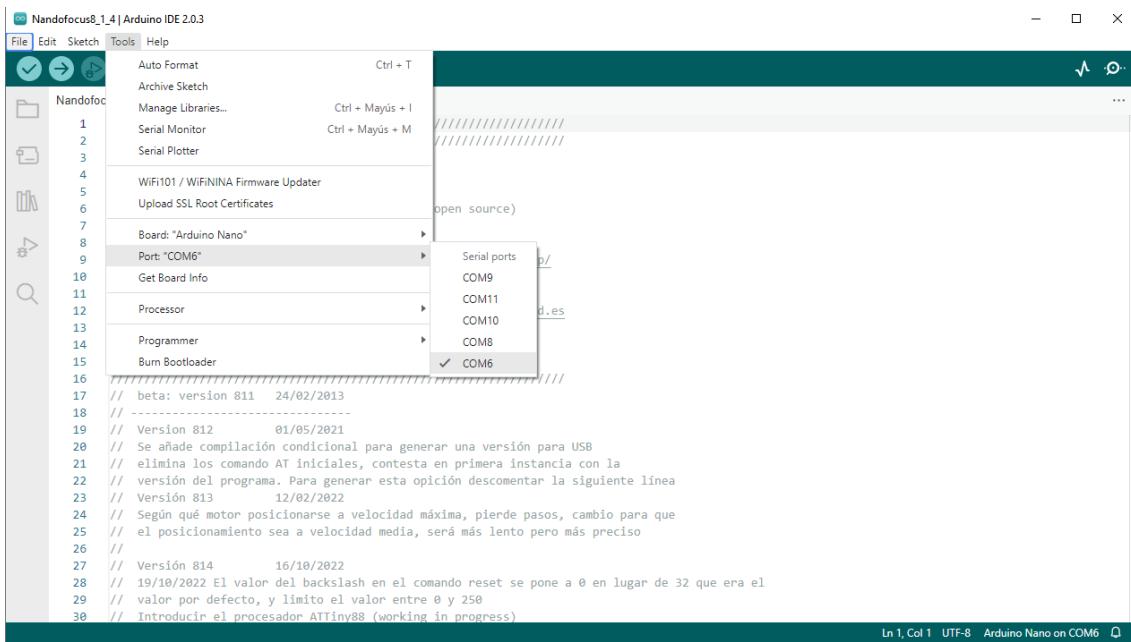


**IMPORTANTE**, existen varias versiones de Arduino en el mercado, en mi caso uso una muy económica que tiene un chip de comunicaciones CH340G, y por ello he hecho previamente el proceso de instalación del driver Windows10 descrito en el punto “ 3.1.1.1.1 DRIVER WINDOWS10”



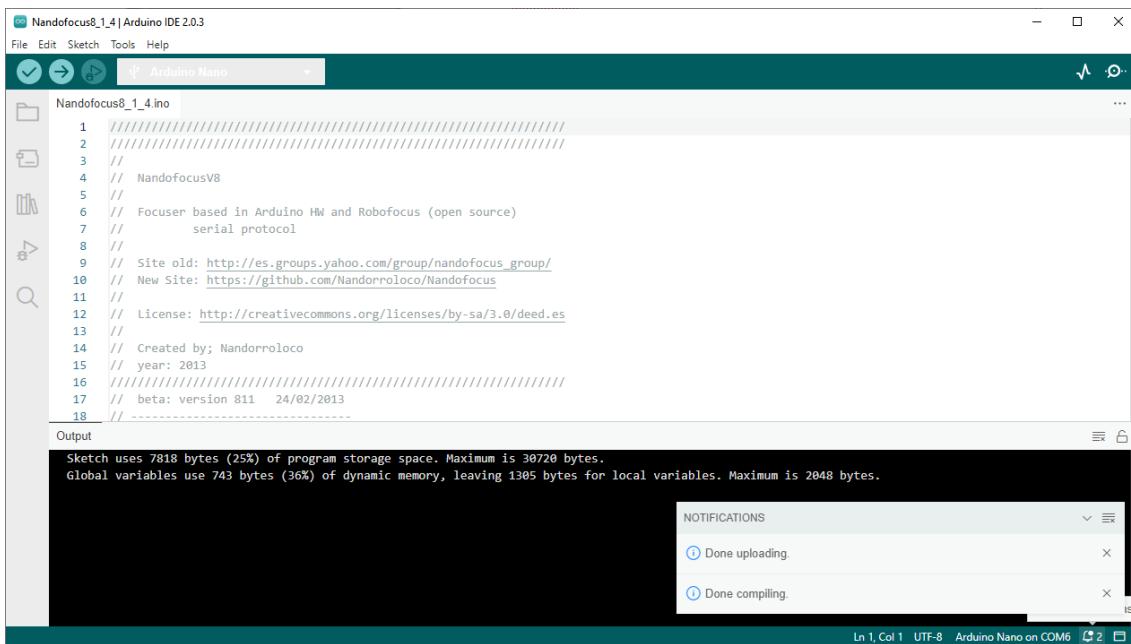
Ha asignado al dispositivo el puerto de comunicaciones serie “COM6”

Así se debe indicar en el programa “Arduino IDE”



## 6.4 SUBIR EL CÓDIGO...

Darle al ícono de la flecha que indica la acción de “*Upload*”, compilará el código e intentará resolver las dependencias con librerías externas, etc.



Ha funcionado con la versión 2.0.3 del Arduino IDE.

Y aunque he reinstalado el entorno previamente tenía instaladas, tarjetas, librerías, etc.

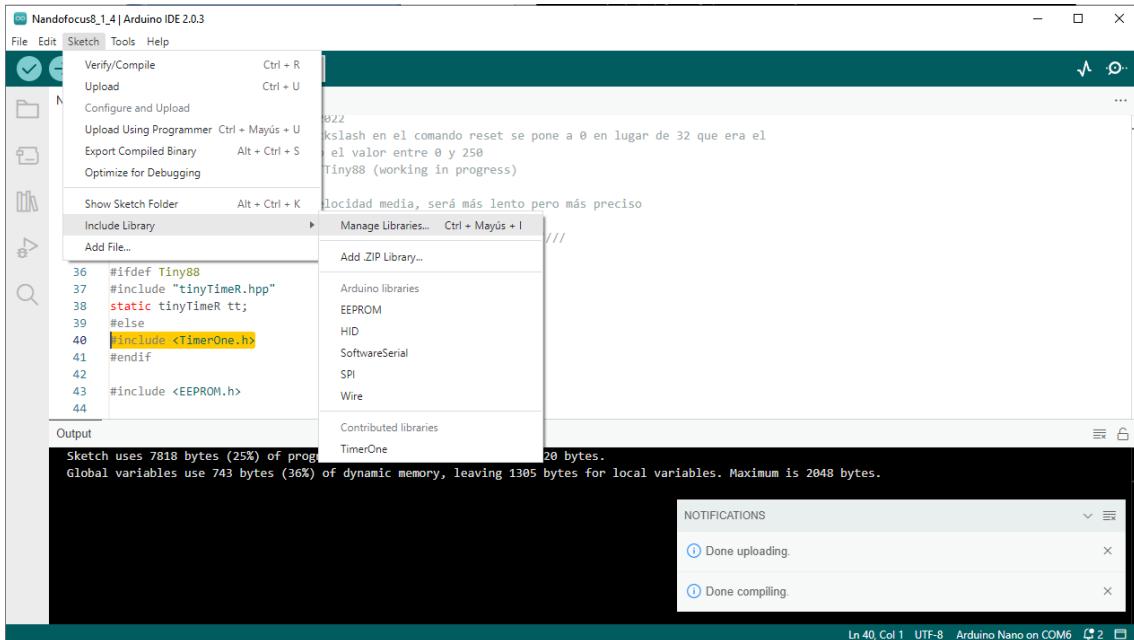
## 6.5 IMPORTANTE LA LIBRERÍA TIMERONE.H

El NF814 está programado haciendo el uso de la interrupción de reloj para ejecutar las “Acciones”, y hace un pooling de los botones y puerto de comunicaciones para interpretar el lenguaje (protocolo). Por ejemplo, cualquier botón interrumpirá la acción en curso, los nuevos comandos por el puerto serie no suelen tener este efecto.

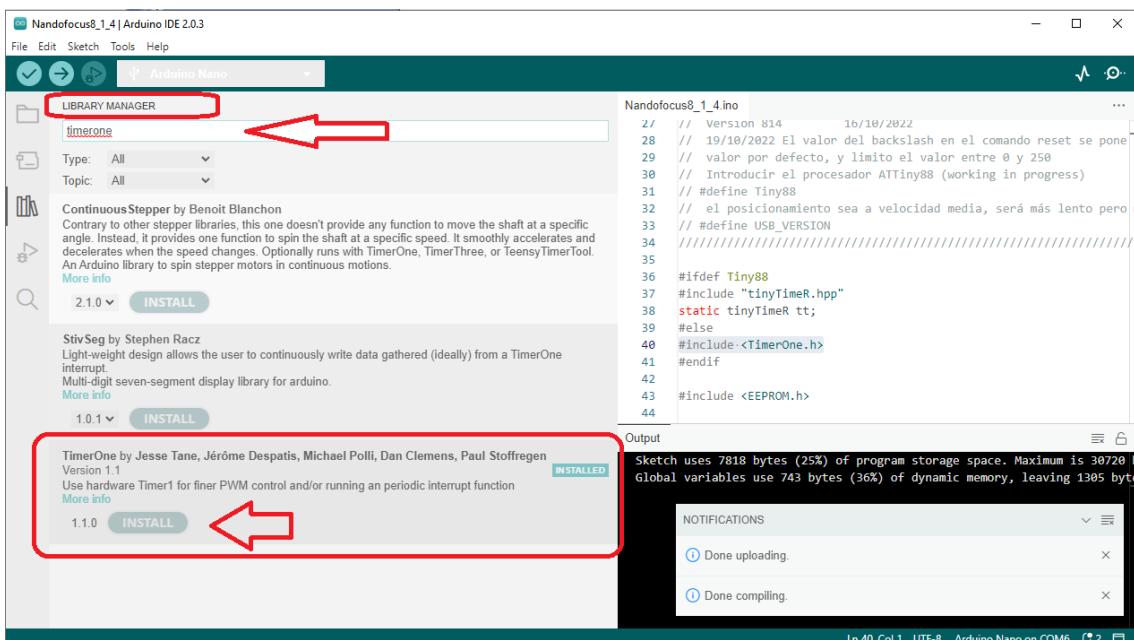
Comprobar si se dispone de esta librería en el entorno que se invoca en la línea 40

```
#include <TimerOne.h>
```

Para ello en el Arduino IDE ir al menú “Sketch”->“Include Library”->“Manage Libraries” (Ctrl + Mayús+I)

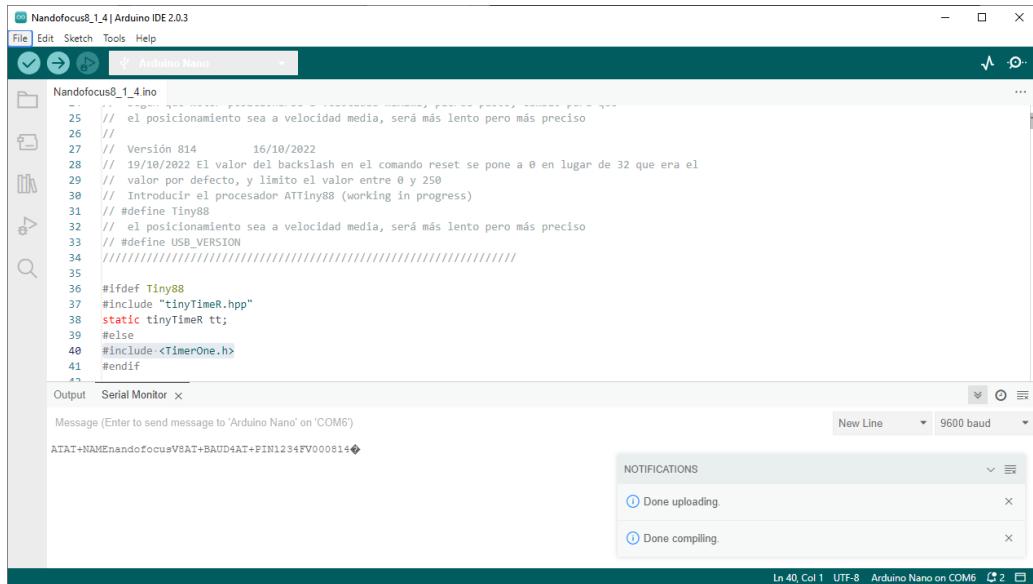


Haced grande el gestor de librerías, buscarla, e instalarla



## 6.6 COMPROBAR LA CARGA DEL SKETCH

Si se despliega el “Tools”->“Serial Monitor”, el Arduino se reinicia y emite las primeras instrucciones al módulo de comunicaciones, que en este caso también se emiten en el puerto USB (por usar las patas TxD y RxD por defecto del Arduino Nano)



Se ha compilado para un módulo BT, de manera que las primeras instrucciones son:

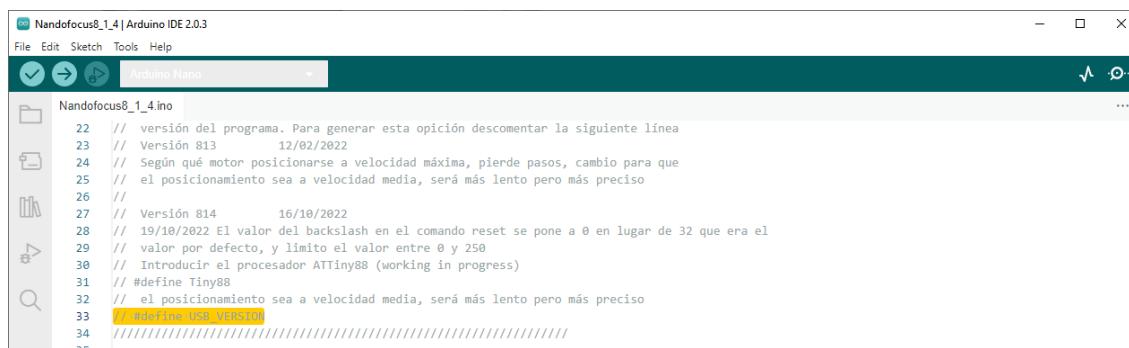
AT  
AT+NAME=nandofocusV8  
AT+BAUD=9600  
AT+PIN=1234  
FV000814?

Llama a la atención al módulo de comunicaciones  
Nombra el dispositivo  
Selecciona la velocidad de 9600 baudios  
Establece el PIN  
Se emite el primer comando indicando la versión del firmware

En el código se ve dónde está programado este pequeño diálogo inicial. Se pueden cambiar los valores a voluntad.

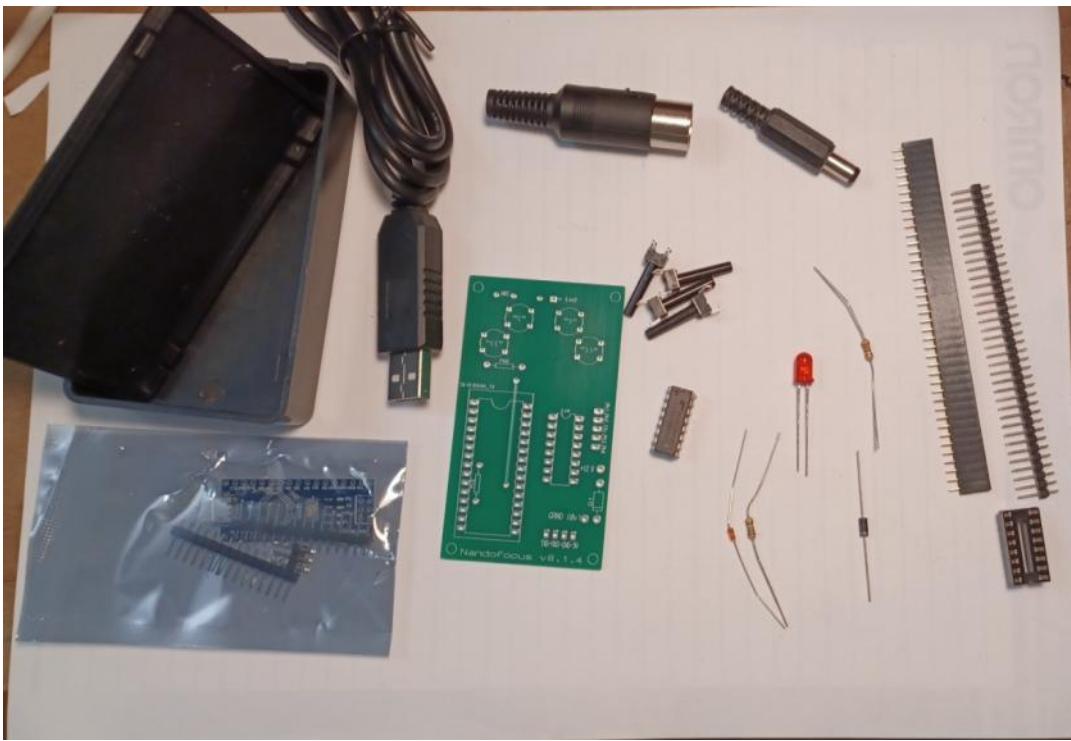
## 6.7 VERSIÓN USB / VERSIÓN BT O WI-FI

En la versión USB no es necesario emitir la retahíla de instrucciones para el módulo de comunicaciones, de manera que se pueden deshabilitar si se descomenta la línea 33 de código (quitar los dos “//” del comienzo de la línea) quedando la directiva al precompilador “#define USB\_VERSION”.



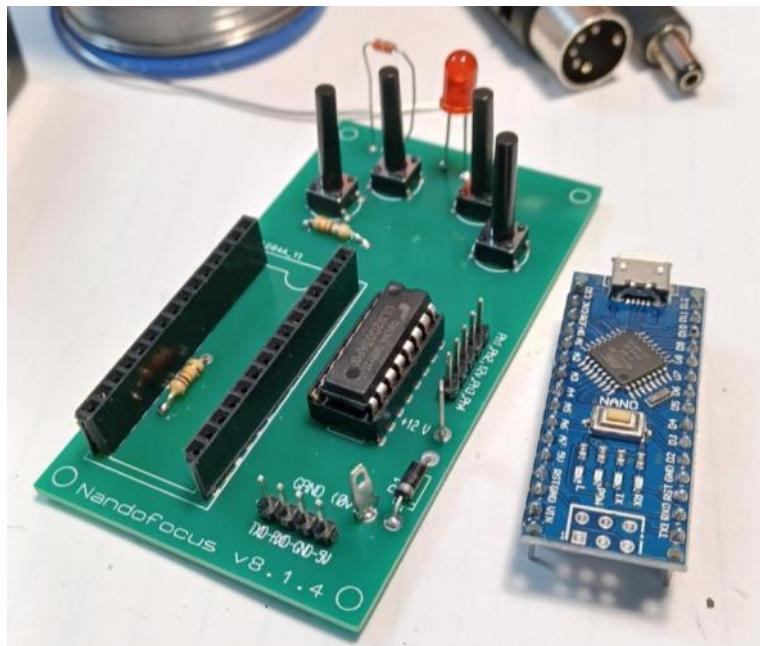
## 7 MONTAJE

Con los materiales preparados se puede empezar a montar el dispositivo.



Al Arduino no hace falta ponerle los 6 pinos para reprogramación y quemado del “bootloader”, sólo soldarle las ristras de patas.

Tanto el arduino como el ULN2003/4 recomiendo montarlos sobre zócalos, ya que se podrán sustituir fácilmente si sufren algún desperfecto. Una vez montado debería tener este aspecto.



La resistencia que está debajo del arduino señalizada en la serigrafía como R3, corresponde a la resistencia asociada a la NTC, y debe tener el mismo valor nominal que ella (1 K o 10 K ohms).

La resistencia cercana a los botones, es la resistencia asociada al LED, está serigrafiada como R8 y es de 330 ohms.

El led, el positivo está señalado en la placa, suele ser la pata más larga. O en su caso, el casquillo tiene una muesca que indica el negativo.

El diodo se orienta con la señal de negativo que suele ser una banda de color en el componente, con la señal de la serigrafía.

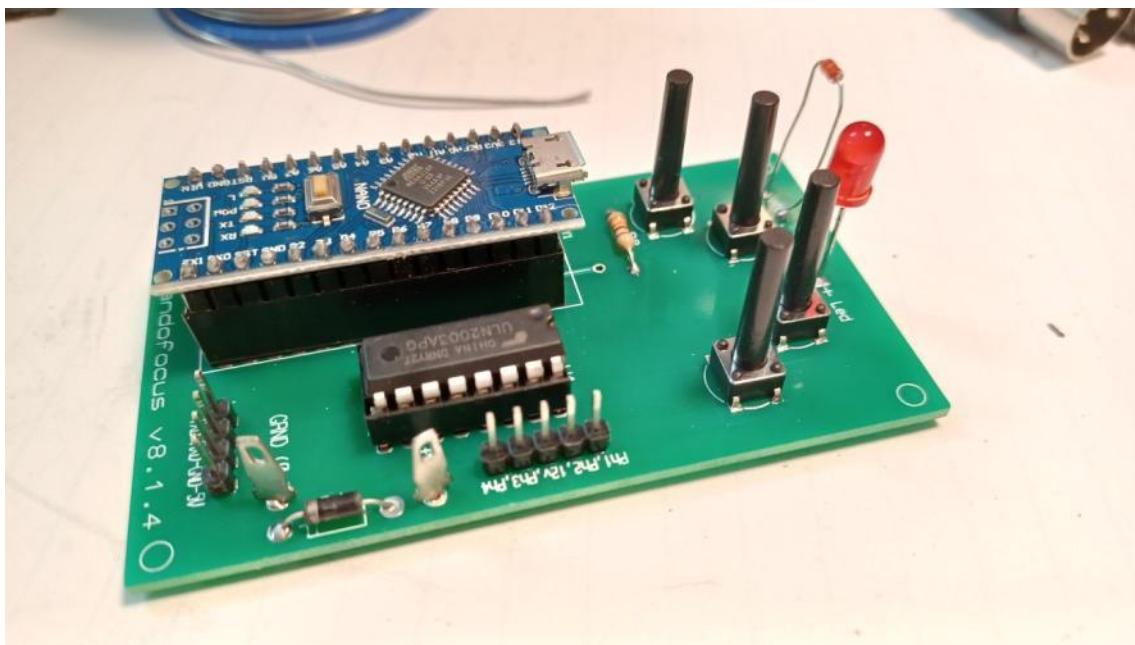
La NTC no tiene polaridad, al igual que las resistencias, se pueden montar en el sentido que se quiera.

Los botones sólo tienen una posición posible.

El zócalo del chip y el chip, tiene una marca que indica la primera pata, esta está orientada hacia los botones y señalado en la serigrafía

El arduino se monta con el puerto USB hacia los botones.

El resultado debería ser algo como esto:



Sobre los postes y pines del puerto de comunicaciones y de la conexión del motor. Cada uno que valore si pone los machos en la placa y las hembras en los cablecillos de conexión, o viceversa.

## 7.1 EL PUERTO DE COMUNICACIONES

Corresponde a las señales utilizadas por el módulo Bluetooth HC-06, o HC-05, de manera que estos dispositivos se conectarán de manera fácil.

### 7.1.1 HC-06

En la siguiente imagen está el HC-06 que utilizo, que habitualmente viene con unos “pines” que lo dejarían de pie.

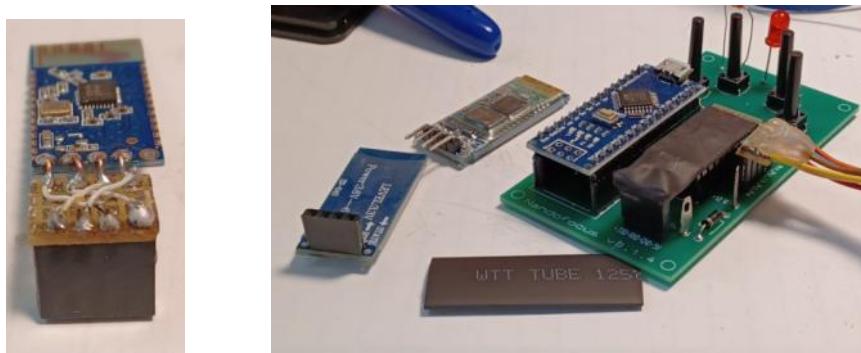


Los retiro y les pongo unos zócalos hembra, de manera que se conecta directamente así, quedando a la misma altura que el arduino.



### 7.1.2 JDY-31

Este dispositivo aunque sea compatible, o eso indica el fabricante, las señales están en otra posición y requiere una adaptación que se puede hacer sencillamente recableando las conexiones, como muestra la siguiente imagen



### 7.1.3 EL CABLE USB-TTL

Es muy sencillo conectarlo, el blanco, el verde, el negro, en se orden en los postes señalados como “TXD-RXD-GND” del puerto... y el cable rojo se deja al aire, no hace falta conectarlo, pues es el cable el que suministraría los 5v y eso no es necesario.



Las especificaciones del cable suele ser un poco liosa, porque el vendedor a veces indica donde conectarlo en lugar de indicar la señal. En cualquier caso, cambiar el verde por el blanco y probar.

Los cables que uso tienen esta distribución de las señales, de modo que para emparejar el TXD del arduino con el RXD del cable, el blanco se conecta en primer lugar, y para emparejar el RXD del arduino con el TXD del cable, el verde se conecta en segundo lugar. GND en tercer lugar y sirve de referencia de la señalización.

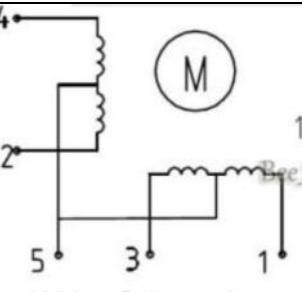
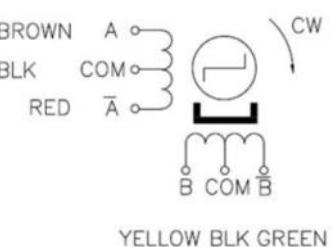


## 7.2 CABLEADO DEL MOTOR

En esta implementación se utilizan motores unipolares y el puerto del motor tiene 5 señales que se indican en la serigrafía.

- Ph1: Fase 1
- Ph2: Fase 2
- 12v: Tensión de alimentación
- Ph3: Fase 3
- Ph4: Fase 4

En la documentación del motor se debería encontrar la asociación del cablecillo con la fase

Motor con 5 hilos	Motor con 6 hilos						
 <p>Wiring Schematics</p>	<p>COLOURS OF LEAD WIRES</p> <table> <tr> <td>BROWN</td> <td>A</td> </tr> <tr> <td>BLK</td> <td>COM</td> </tr> <tr> <td>RED</td> <td>Ā</td> </tr> </table>  <p>YELLOW BLK GREEN</p>	BROWN	A	BLK	COM	RED	Ā
BROWN	A						
BLK	COM						
RED	Ā						

En el primer caso, indica las fases, pero no los colores, y en el segundo los colores pero no las fases, aunque mirando detenidamente ambos, se podría llegar a deducir, como Green (1), Red(2), Yellow(3) y Brown (5), ambos Black deberían unirse y conectarse a 12V.

Por ello se precisa un cable con 5 nucleos y unos conectores de 5 pines para poder conectar y desconectar el NF814 al telescopio (ya que el motor quedará adosado con el enfocador).



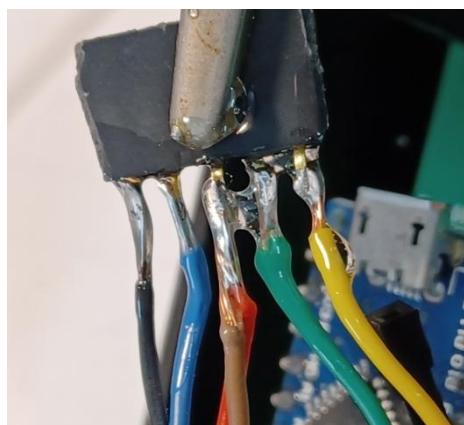
Hay que establecer una convención entre los pines de los conectores, los cablecillos del motor los nucleos del cable y el conector a la placa, para que las fases queden donde correspondan y el hilo central lleve los 12V al común de los bobinados.

### ¿PARA DÓNDE GIRARÁ EL MOTOR?

Es importante, pero más importante es cuántas coronas tiene la reductora y si se montará en el lado derecho o izquierdo del enfocador. Esto determinará si cuando se aprieten los botones de la izquierda que representan el “infocus” o “inward” realmente se desplazará en esa dirección. El NF814 emitirá continuamente el carácter “I” y la posición absoluta decrecerá, o si se pulsan los otros botones los de la derecha, se desplazará hacia el “outfocus” o “outward” se emitirá una “O” y la posición absoluta crecerá.

Hágase la prueba, hay un 50% de posibilidades de que gire y se desplace el enfocador en la dirección adecuada.

Si no fuera así, **sólo con girar el conector del motor, se invierten las fases y con ello el sentido de giro de todo el sistema**. No es casualidad que el poste central tenga los 12v ya que está pensado justo para esta maniobra. Me era más fácil usar este truco que incorporar software y un sistema de señalización para tal motivo.

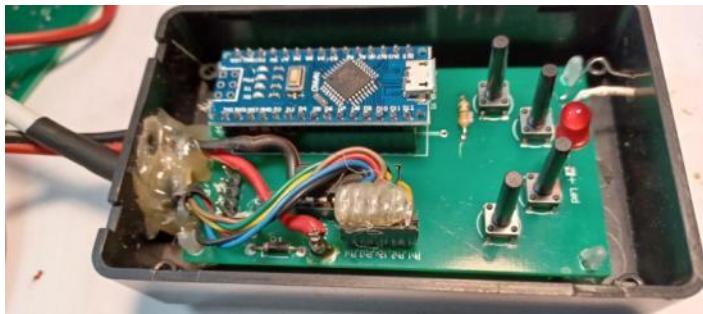


Las soldaduras de los conectores pueden aislarse pintándolos con pintauñas transparente como muestran las imágenes anteriores, o con cola termofusible.

### 7.3 MECANIZADO DE LA CAJA

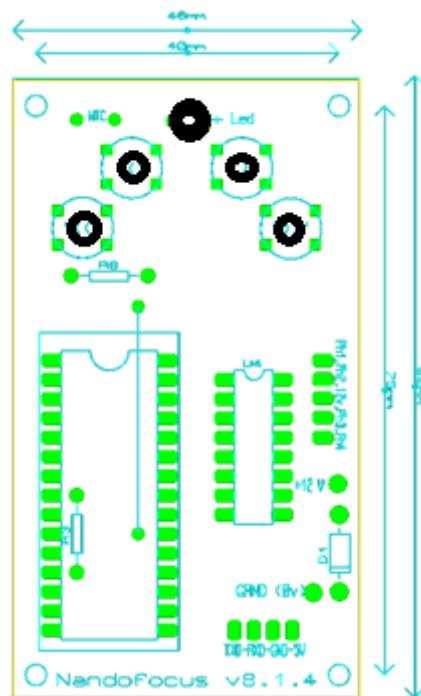
Difícilmente coincidirán las fijaciones de la placa previstas en las cajas, con los ojales del NF814. En este caso he puesto unos separadores de pista de nylon que he cortado a la altura adecuada y pegado con cola termofusible en una parte de la caja, lo más centrado posible.

Cualquier relleno que nos otorgue la altura adecuada, se puede pegar. Esta altura es la que enrasta el conector micro-usb con la tapa de la caja. Los botones y el LED sobresalirán.



pegamento termofusible para que no se muevan ni se rompan. La NTC asomará al exterior por un taladro que le hago para tal propósito.

Taladrar la tapa, si se ha centrado la placa dentro de la caja, usando la cara de serigrafía como plantilla, se pueden hacer los talados de manera conveniente. En el punto “3.4.1 Pcb Artesanal” se indica el recurso donde está “impresa” la cara de serigrafía.



El LED dependiendo de su diámetro se puede taladrar con 5,5mm o menos si es más pequeño, los botones con 4mm es suficiente.

Para pasar los cables, entre 4mm y 5mm es suficiente. Yo los hago llegar por el lado contrario a los botones, y obtengo un resultado como este:



Incluso hago unos pequeños taladros a la altura de los leds del arduino para monitorizar la actividad en él.



La conexión a la alimentación ya dependerá de cada implementación, en mi caso tengo normalizados los conectores a este tipo, pero se podría usar un conector de mechero de coche, o bananas, o cocodrilos.

## 8 USO DEL NANDOFOCUS

### 8.1 DE MANERA MANUAL

El NF814 tiene una botonera de manera que puedes enfocar de manera manual.

Pero deberías saber lo siguiente del él:

- Siempre memoriza la posición que alcanza ya sea por una petición a través del puerto de comunicaciones o apretando un botón.
- El NF814 memoriza el último estado coherente, de manera que se puede apagar y encender señalizando la posición del enfocador. Esto es útil si está siempre sobre el mismo sistema y este no se actúa manualmente, por ejemplo en el equipamiento de un observatorio remoto.
- El recorrido va de 0 a 65.000 y no pueden sobrepasarse estos límites.
- Cuando se programa por primera vez, el NF814 partirá de la posición 30.000 que es prácticamente a mitad de recorrido de un hipotético enfocador.
- A través de los drivers o software astronómico se puede ajustar los límites para que represente el recorrido lineal del enfocador.
- Si en manual hay una dirección en la que se para el NF814 sin que haya una obstrucción en el enfocador o final mecánico, puede ser que se haya alcanzado uno de los dos límites. Si no está conectado a un PC, se puede hacer un Reset manual.
- **RESET MANUAL** cuando se enciende el Nandofocus con los botones “<<” y “>>” apretados a la vez. Se restauran los valores iniciales como si se hubiera vuelto a cargar el sketch en el arduino. Se pierde la posición actual, el paso en el que está, la dirección de enfoque del último trayecto, el backslash y el límite y se ponen estos valores “0, 30000, '2', 0, 65000” respectivamente.
- Los botones tienen prioridad, de manera que si se aprietan varios no se bloquea, si no que se interpreta la acción del más prioritario.
- **Máxima velocidad**, cuando se aprietan a la vez los botones “<” y “<<” se aplicará la máxima velocidad en el “infocus” en el desplazamiento manual. Y cuando se aprietan los botones “<” y “>>” a la vez se aplicará hacia el “outfocus”.
- La acción sobre cualquier botón interrumpe el comando en ejecución. Se emite la posición en la que está en ese momento.
- Hay una función que relaja el motor a los 2 segundos de su último posicionamiento, eso se hace para que el consumo sea menor y proteger la electrónica y los motores. Pero si el sistema tiene problemas de estabilidad en esta situación de reposo, se debería deshabilitar esta función, y de esta manera siempre estará activo.
- NF814 implementa cuatro “pasos completos” es decir, siempre activa 2 fases contiguas para dar un paso, 1 + 2, 2 + 3, 3 + 4 y 4 + 1. De esta manera el motor-reductora tiene más par.

### 8.2 A TRAVÉS DE SOFTWARE DE COMUNICACIONES

Por el puerto serie, con un terminal de texto se puede invocar los comandos del NF814, pero eso sólo para hacer pruebas, lo adecuado es gestionarlo con un software astronómico.

#### 8.2.1 ENTORNO WINDOWS

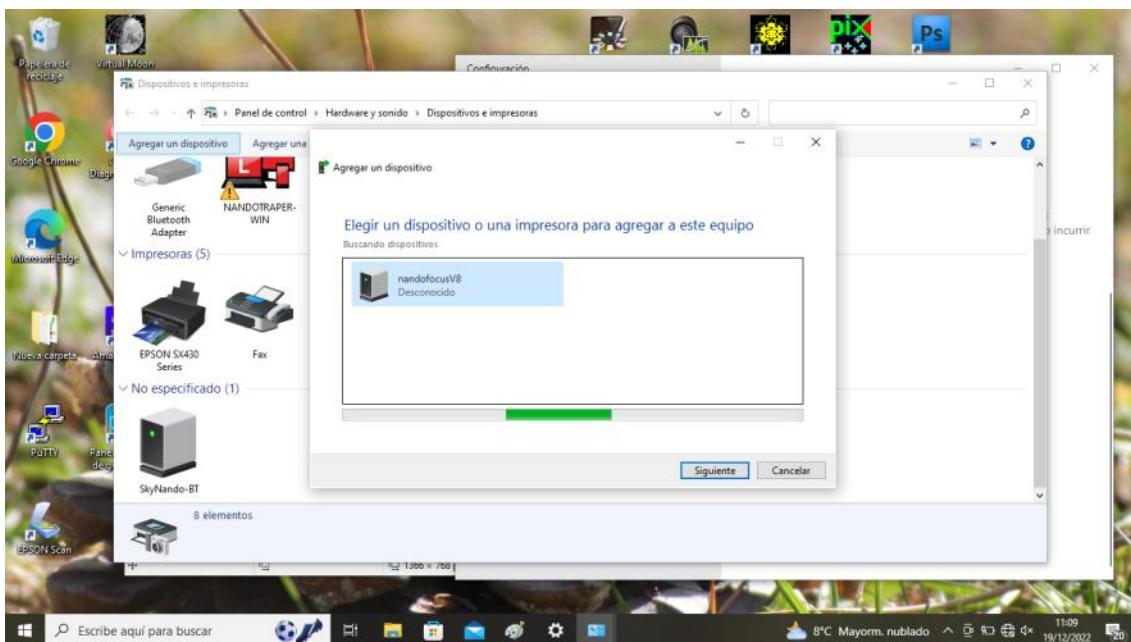
Se gestionará a través del “Robofocus Server”, esa pieza de software libre que podemos encontrar en la web.

<https://homedome.com/wp-content/uploads/2021/09/robofocus.zip>

Es un software antiguo y tiene sus problemas o limitaciones, por ejemplo que no reconoce un puerto de comunicaciones mayor que “COM8”. De manera que es importante gestionar la asignación de puertos que haga el Windows.

#### 8.2.1.1 VERSIONES BLUETOOTH

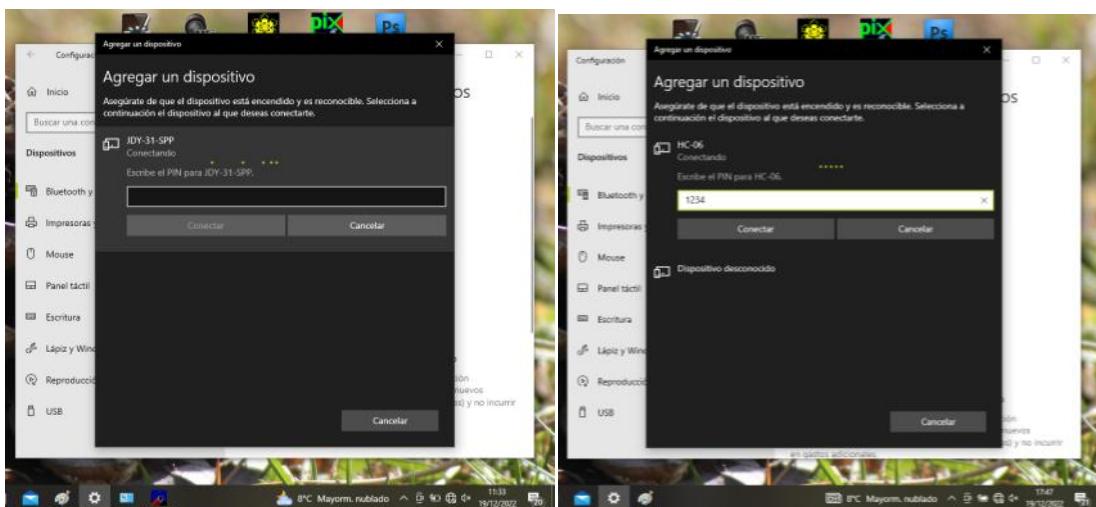
Si el módulo de comunicaciones bluetooth ha entendido los primeros comandos que emite el NF814 se debería encontrar uno con una pantalla similar a esto al agregar un nuevo dispositivo al PC.



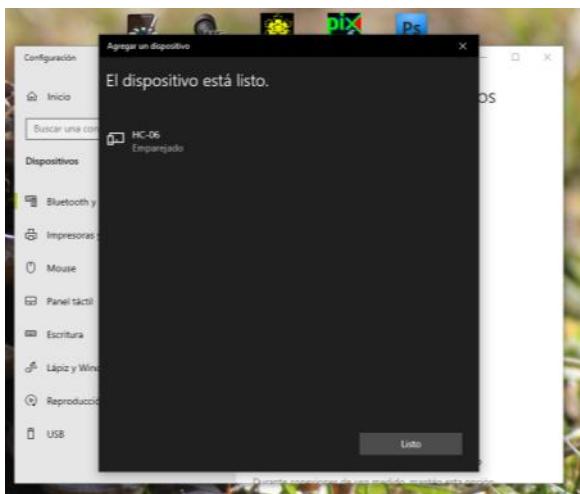
Pero, sé que el Windows es bastante caprichoso y puede hacer lo que quiera.

Lo más eficaz es ir a “Configuración” -> “Bluetooth y otros dispositivos” -> “+ Agregar Bluetooth u otro dispositivo”

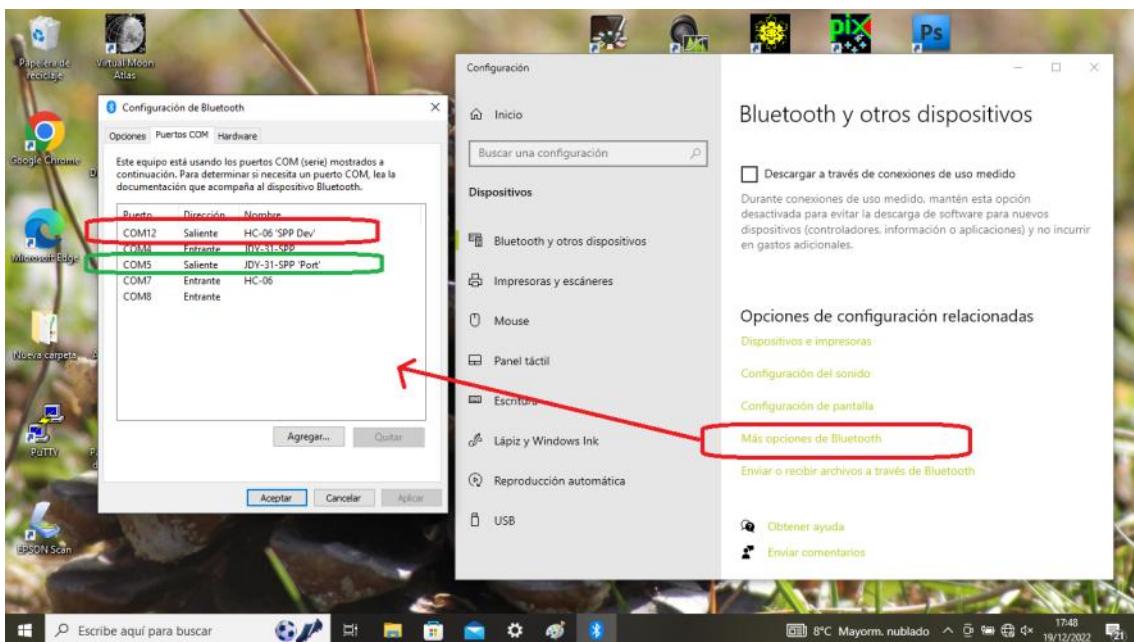
Mostraré en el caso del HDY-31 y el HC-06, las pantallas son idénticas.



Se escribe el pin en este caso es “1234” y se emparejará el dispositivo



Se deberá comprobar a través de las opción de configuración “Más opciones de Bluetooth” los puertos asignados.

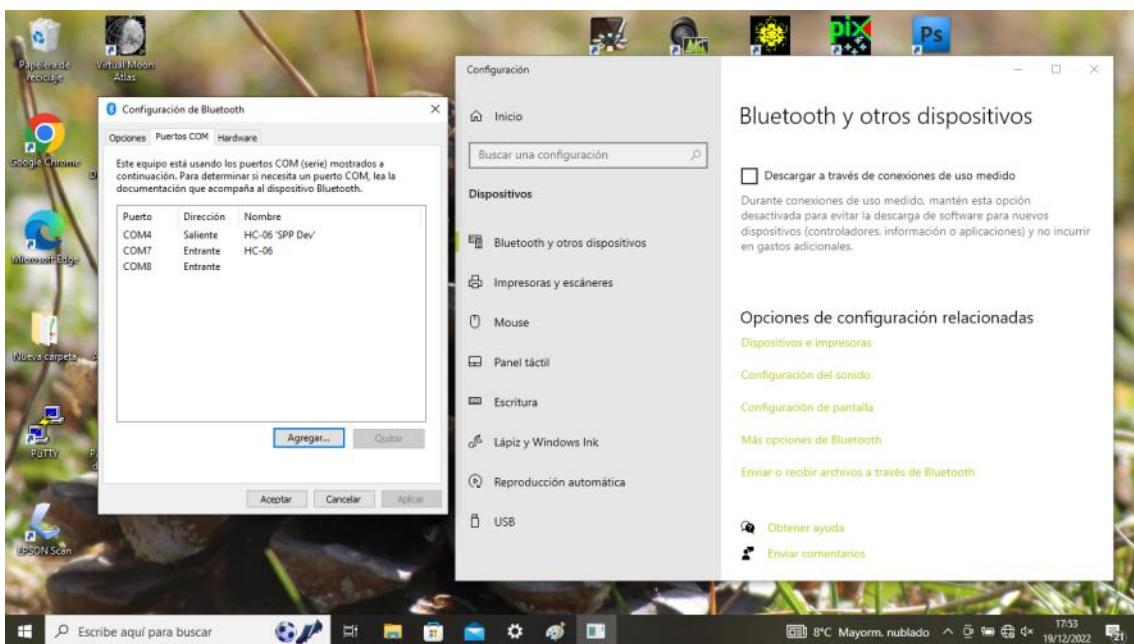


“Configuración de Bluetooth” pestaña “Puertos COM”.

Para que el dispositivo funcione, ha de ser un puerto “Saliente” que significa que será el PC quien iniciará la conexión, y este tiene que ser menor a 8, para poder usarlo con el Robofocus Server.

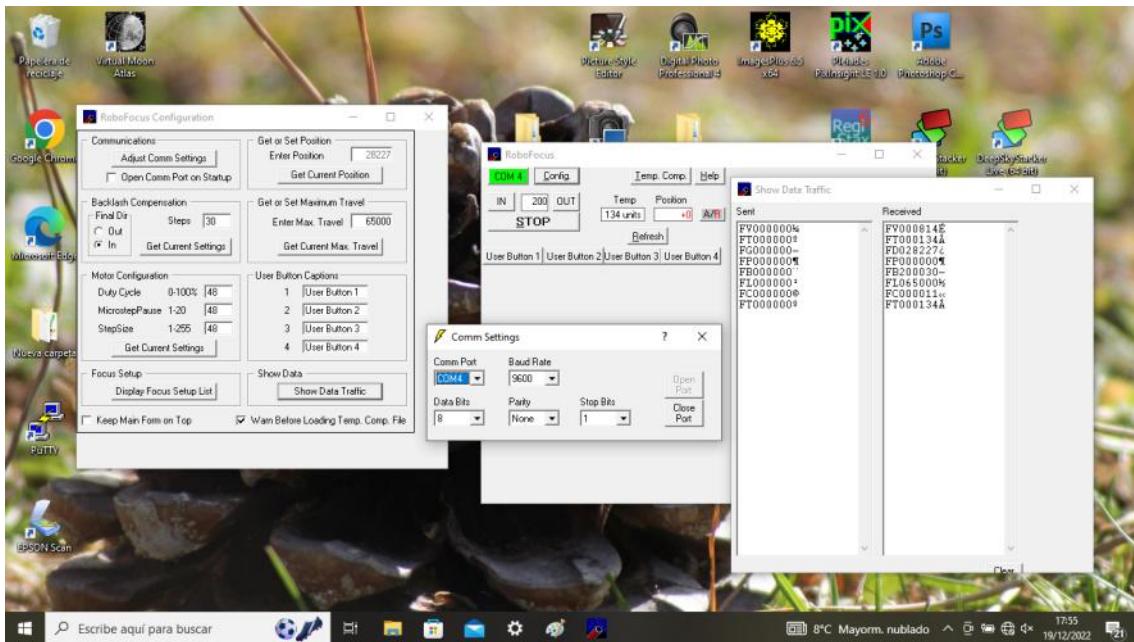
En este caso si queremos utilizar un NF814 con un HC-06, deberíamos ordenar los puertos, con ayuda también del administrador de dispositivos, o por ejemplo desemparejar el JDY-31 y esperar que la asignación sea favorable que es por lo que opté.

En este caso me asigno el COM4 como puerto “Saliente”



También configuré previamente el JDY-31 en el COM4 con los mismos resultados que muestro a continuación:

El servidor Robofocus, configurado por el puerto COM4 a 9600, 8N1, establece la comunicación con el NF814, si activas el “Show Data Trafic” podrás ver las tramas enviadas por el server y lo que contesta el dispositivo.



Si mueves manualmente el enfocador, estando activado el server, los cuadros de posicionamiento variarán y podrás consultar la posición absoluta o relativa en el cuadro “Position”.

NF814 no implementa los parámetros de “Motor Configuration” y “User Button Captions”.

Con los botones IN y OUT se darán pasos en un sentido u en otro.

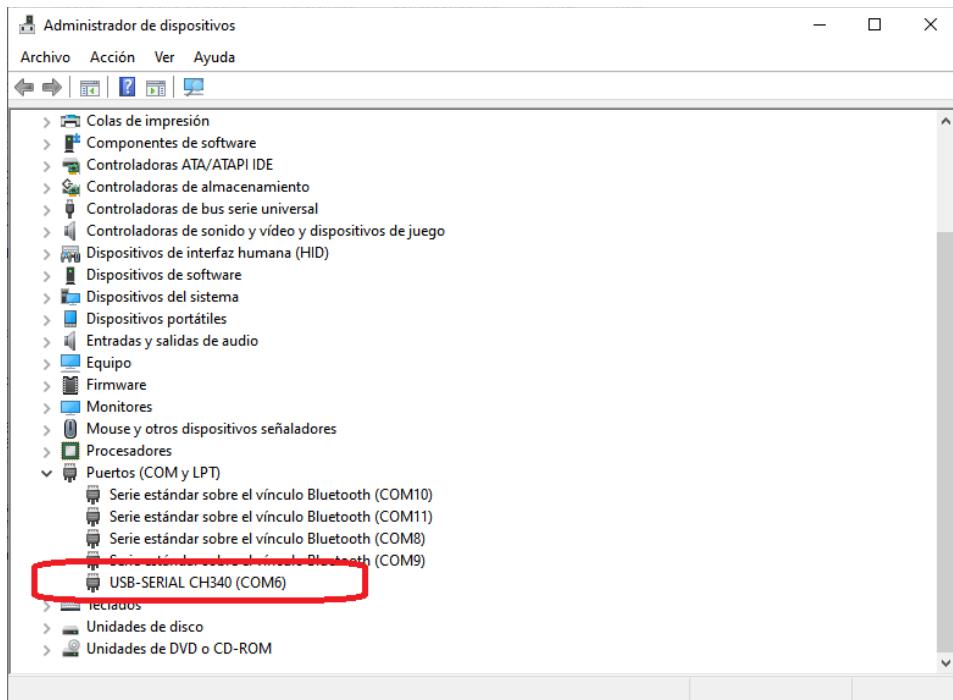
Recomiendo cambiar los valores de BackSlash Compensation, para ajustar el enfocador. Haced pruebas con los parámetros. Si hubiera backslash prefiero que se aplique en dirección “Out” es decir que se alcance la posición de enfoque siempre haciendo un “infocus”.

(he encontrado diferencias de interpretación entre el driver de Indi con el Robofocus Server, siempre que alternéis y configuréis el NF814 con uno u otro, revisad los parámetros del backslash)

Una vez esté funcionando, a través de ASCOM podéis usar vuestro software favorito para manejar el enfoque con un poco más de inteligencia. vCurves, autoenfoque, etc...

### 8.2.1.2 VERSIONES USB-TTL

No hay tanta parafernalia, sólo comprobar la asignación del puerto a través del “administrador de dispositivos”, podréis comprobar el puerto asignado como en la siguiente pantalla. Si se piden las propiedades del dispositivo se puede alterar la asignación del puerto si es necesario. Con ello indicádselo al Robofocus Server.



## 8.2.2 ENTORNO LINUX

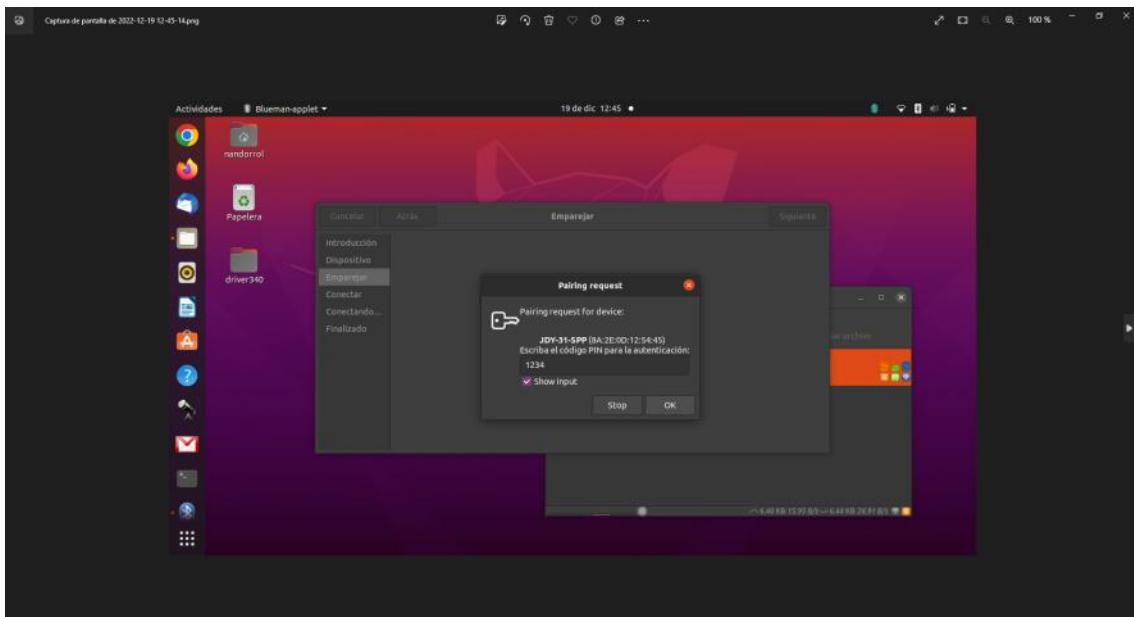
Utilizo un ordenador con Ubuntu, el Kstars, Ekos e Indi.

El driver Indi de Robofocus sirve para controlar el NF841.

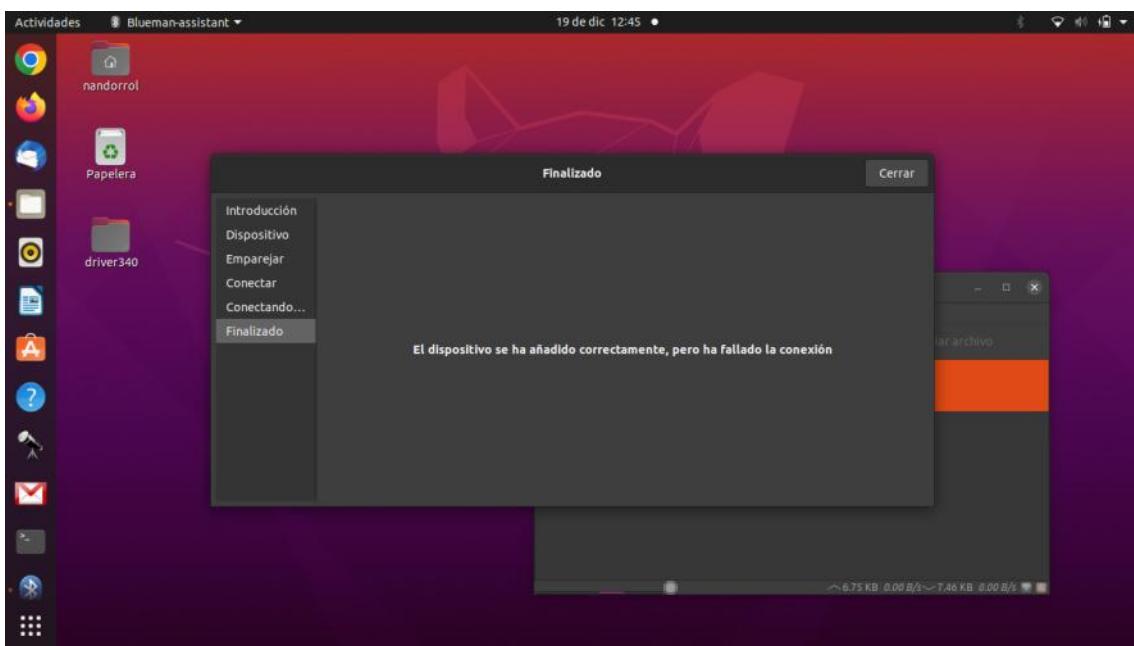
Indicaré la manera de configurar tanto un NF841 por puerto serie como Bluetooth

### 8.2.2.1 VERSION BLUETOOTH

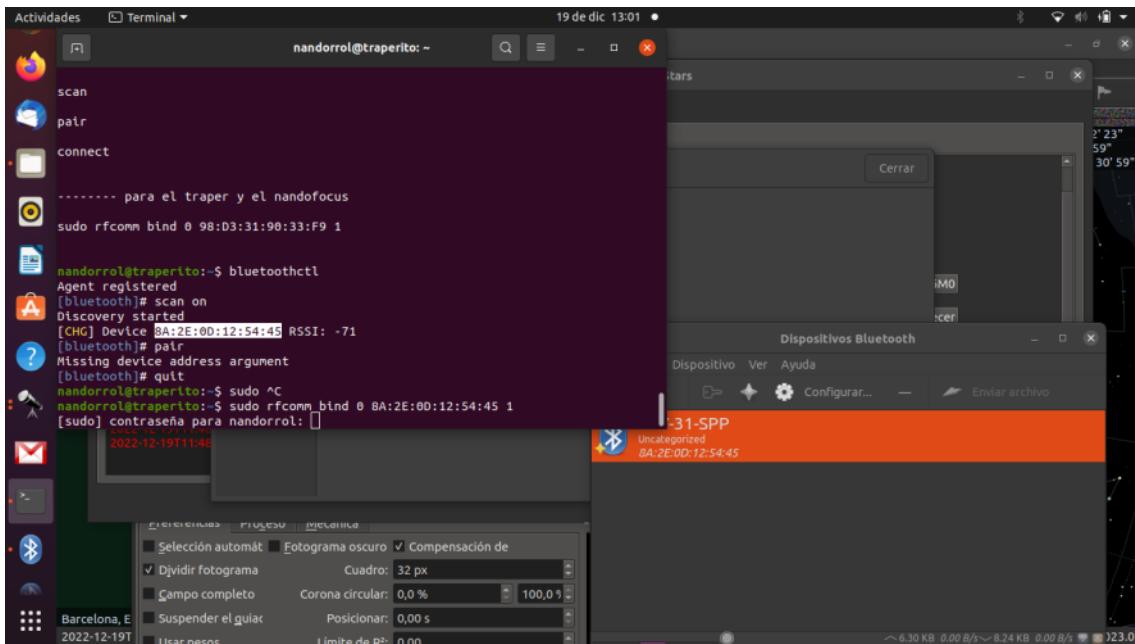
Se pueden utilizar aplicaciones de gestión de Bluetooth disponibles y que puedes instalarte, pero, lo más rápido y eficaz es utilizar un terminal de comandos. Aunque el vínculo y averiguar la MAC address del dispositivo está bien utilizar estas utilidades



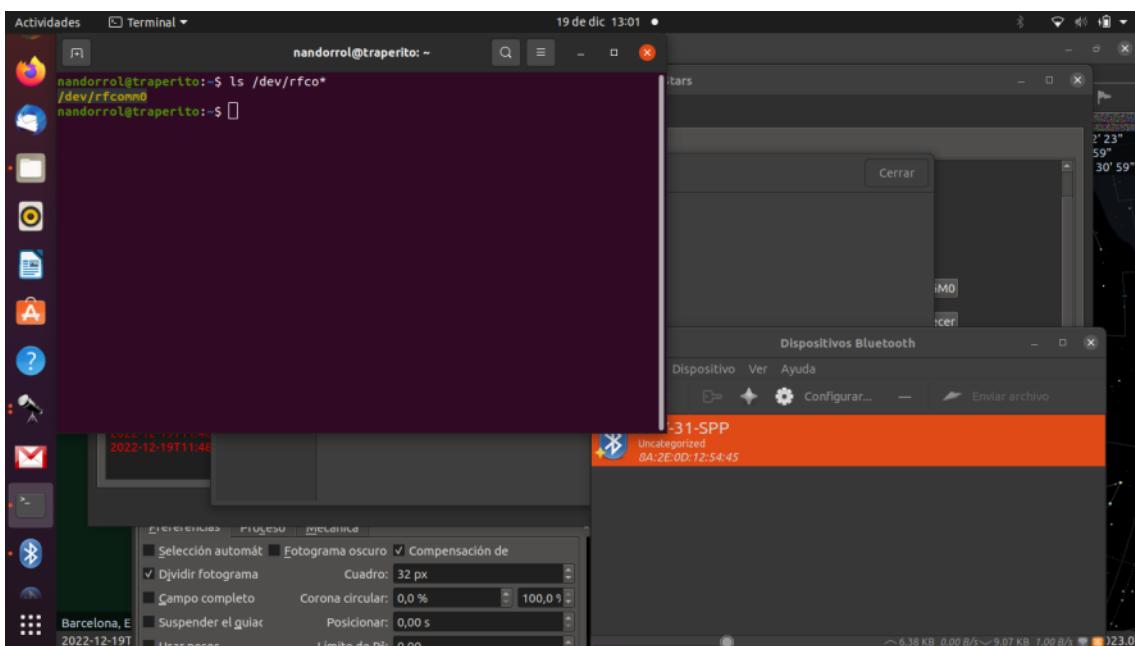
Aunque termine sin conectar, lo importante es que el dispositivo se ha registrado y emparejado.



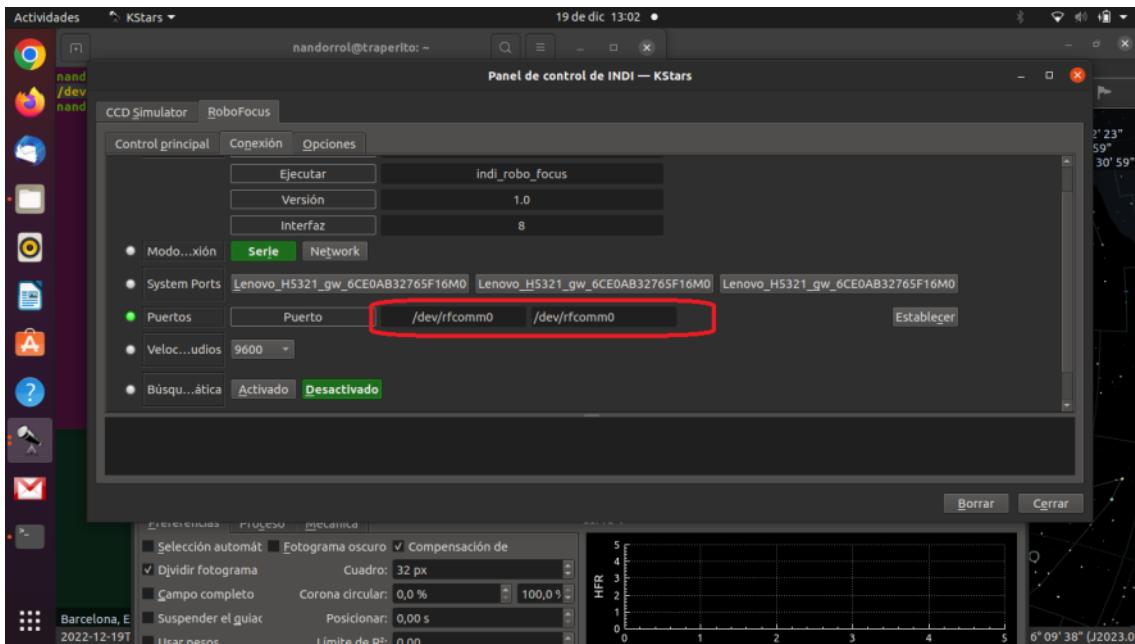
El comando “**bluetoothctl**” gestionará estas configuraciones con la instrucción “**scan on**” mostrará los dispositivos al alcance.



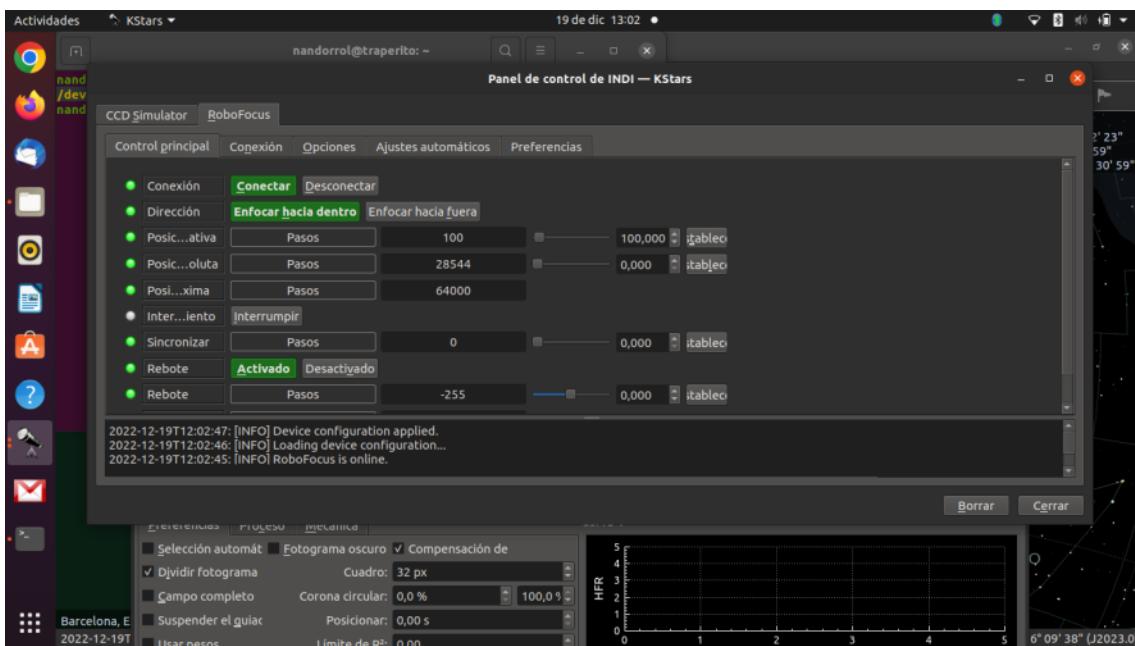
Con el comando “**sudo rfcomm bind 0 aa:aa:aa:aa:aa:aa 1**” al cual hay que darle privilegios de administrador a través de la contraseña, se creará un dispositivo “/dev/rfcommXX” que representará la conectividad con el NF814



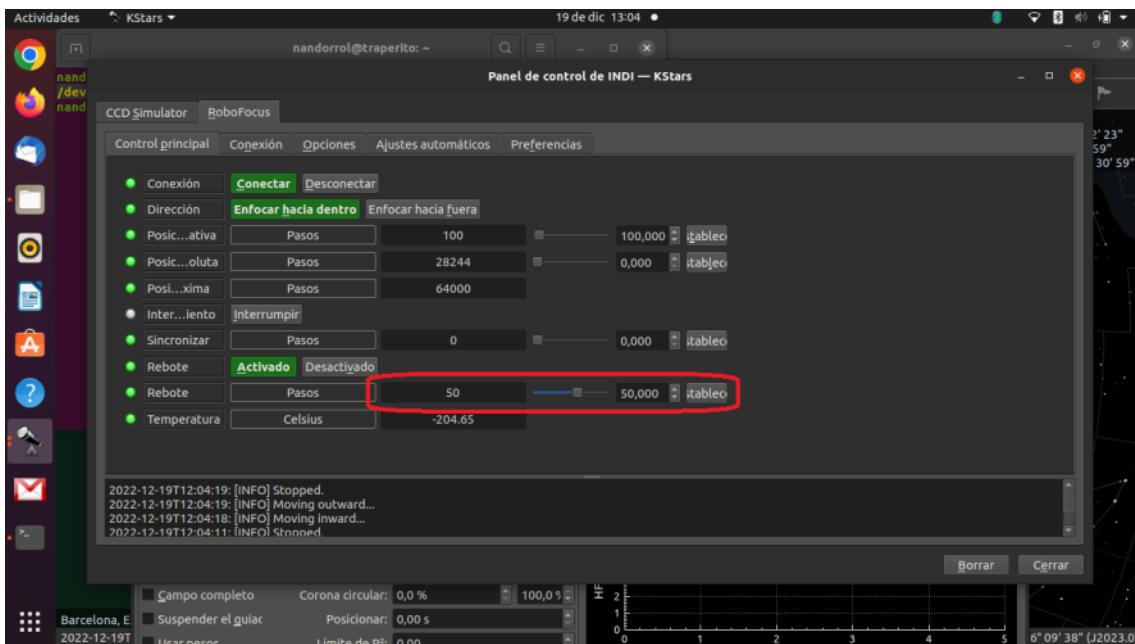
Podemos verlo con “**ls /dev/rfco\***”. En este caso es “**/dev/rfcomm0**” y será el que indiquemos como puerto, para que Indi se comunique con RF814.



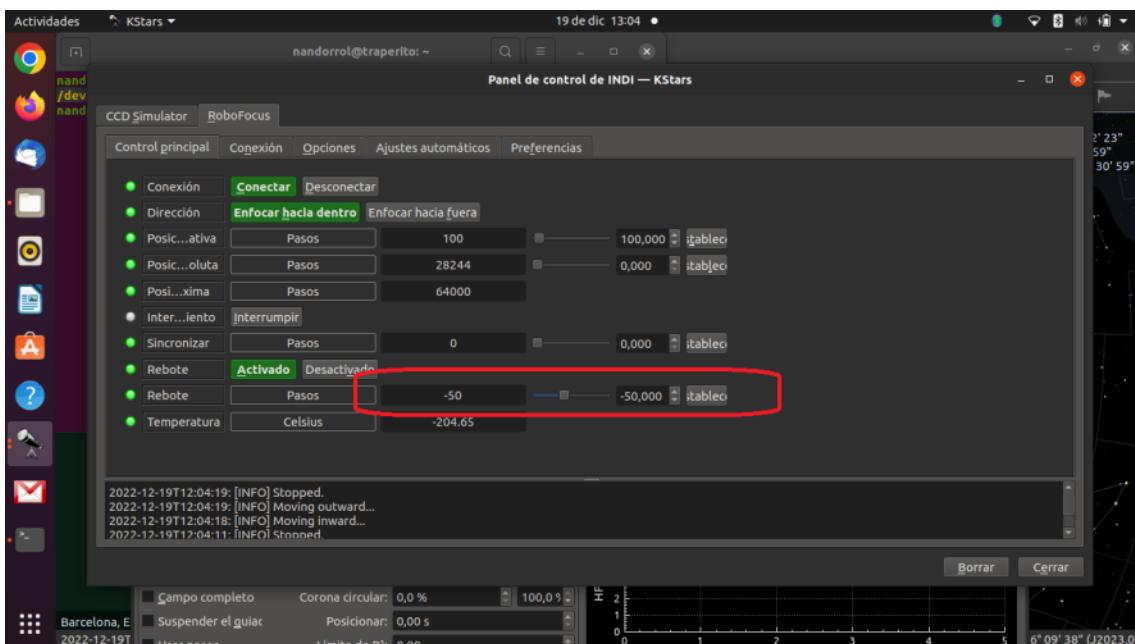
Ir a la pestaña de control principal e indicad que se conecte... indicará la posición...



Si venís de usar el robofocus con un Windows, el parámetro “Rebote” (backslash) puede indicar cualquier burrada, cambiadlo conforme a vuestro enfocador.



Con un número negativo se representa un backslash aplicado a los “outfocus”, es decir compensa el enfoque cuando la dirección de enfoque es hacia el outfocus.



Haced vuestras pruebas, yo para mi Newton y su enfocador de cremallera configuro un backslash de -50, para los crayford que tengo un backslash de 10 o 20 a lo sumo.

### 8.2.2.2 VERSIÓN USB-TTL

En Ubuntu, cuando se conecta el cable de datos USB-TTL aparece un dispositivo “/dev/ttyUSBXX” y hay que determinar cuál.

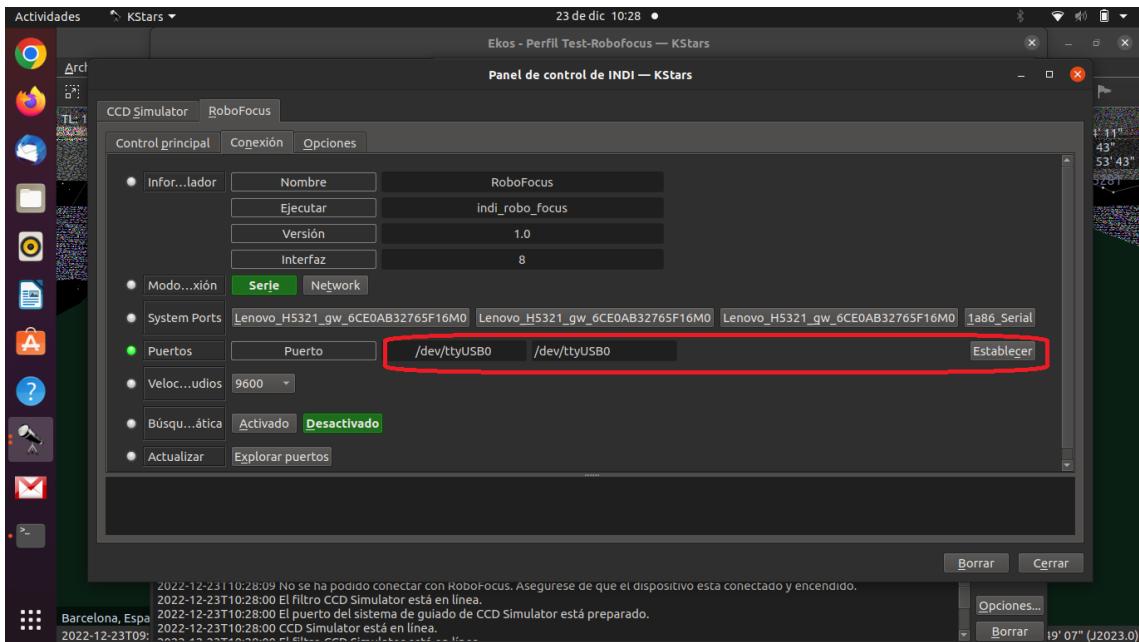
Lo primero es ver si el sistema reconoce el dispositivo, en la siguiente pantalla, entre el primer comando "lsusb" y el siguiente he conectado el dispositivo. Marco la línea donde se ve que se ha reconocido.

```
nandorrol@traperito:~$ lsusb
Bus 002 Device 002: ID 8087:0024 Intel Corp. Integrated Rate Matching Hub
Bus 002 Device 001: ID 1d6b:0002 Linux Foundation 2.0 root hub
Bus 001 Device 003: ID 0a5c:21e6 Broadcom Corp. BCM20702 Bluetooth 4.0 [ThinkPad]
Bus 001 Device 002: ID 8087:0024 Intel Corp. Integrated Rate Matching Hub
Bus 001 Device 001: ID 1d6b:0002 Linux Foundation 2.0 root hub
Bus 004 Device 001: ID 1d6b:0003 Linux Foundation 3.0 root hub
Bus 003 Device 002: ID 0bdb:1926 Ericsson Business Mobile Networks BV H5321 gw Mobile Broadband Driver
Bus 003 Device 001: ID 1d6b:0002 Linux Foundation 2.0 root hub
nandorrol@traperito:~$ lsusb
Bus 002 Device 002: ID 8087:0024 Intel Corp. Integrated Rate Matching Hub
Bus 002 Device 001: ID 1d6b:0002 Linux Foundation 2.0 root hub
Bus 001 Device 003: ID 0a5c:21e6 Broadcom Corp. BCM20702 Bluetooth 4.0 [ThinkPad]
Bus 001 Device 005: ID 1a86:7523 QinHeng Electronics HL-340 USB-Serial adapter
Bus 001 Device 002: ID 8087:0024 Intel Corp. Integrated Rate Matching Hub
Bus 001 Device 001: ID 1d6b:0002 Linux Foundation 2.0 root hub
Bus 004 Device 001: ID 1d6b:0003 Linux Foundation 3.0 root hub
Bus 003 Device 002: ID 0bdb:1926 Ericsson Business Mobile Networks BV H5321 gw Mobile Broadband Driver
Bus 003 Device 001: ID 1d6b:0002 Linux Foundation 2.0 root hub
nandorrol@traperito:~$
```

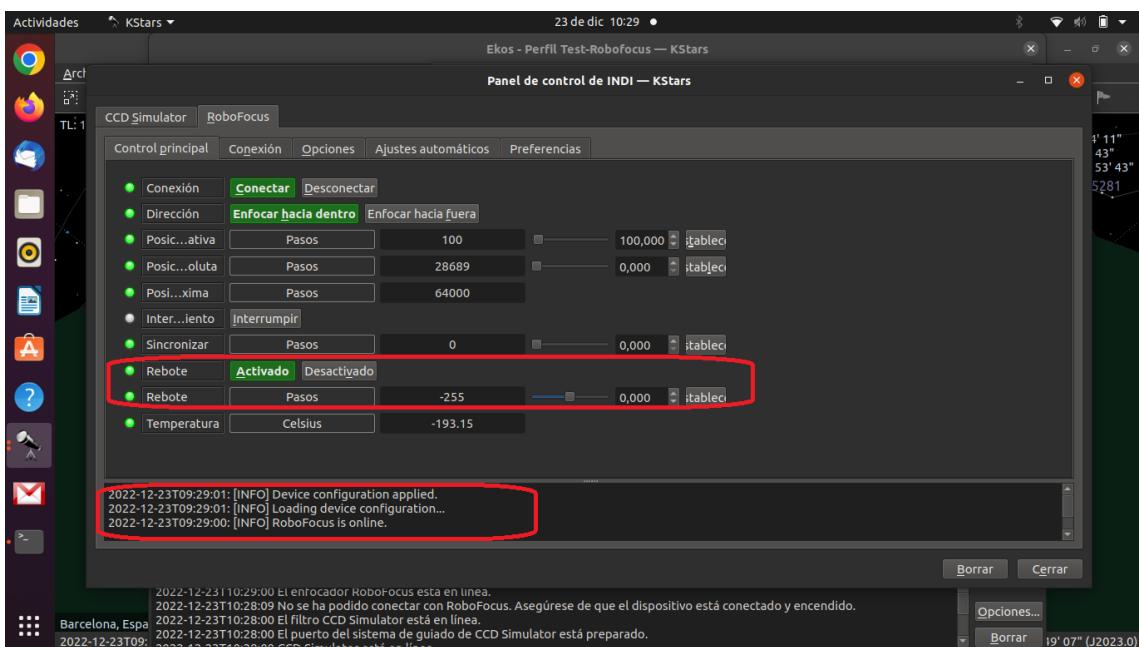
En la siguiente pantalla se ve qué dispositivo se le ha asignado en este caso "/dev/ttyUSB0" que habrá que indicárselo al driver INDI

```
nandorrol@traperito:~$ ls /dev/ttyUSB*
/dev/ttyUSB0
nandorrol@traperito:~$
```

Configuración del dispositivo en INDI



Sólo queda ir al control principal y conectar, ( IMPORTANTE revisar los parámetros de Rebote)

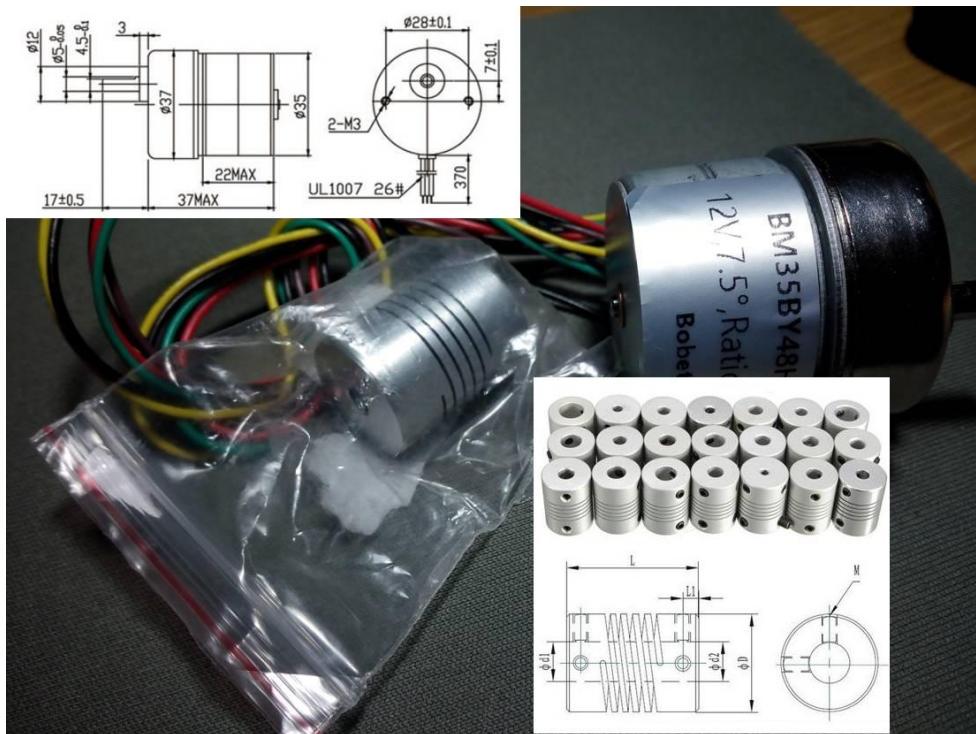


Se debe adecuar al enfocador usado, suelo poner -50, porque mi estrategia de enfoque compesa el backslash cuando se enfoca hacia afuera ya que preferentemente enfoco hacia “dentro” sin que se aplique la compensación.

## 9 ADAPTACIONES A ENFOCADORES

Cada enfocador requiere una adaptación específica.

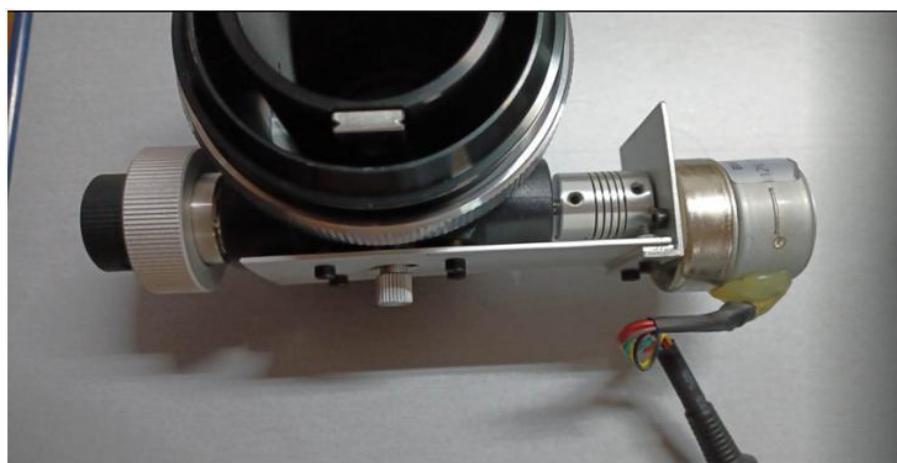
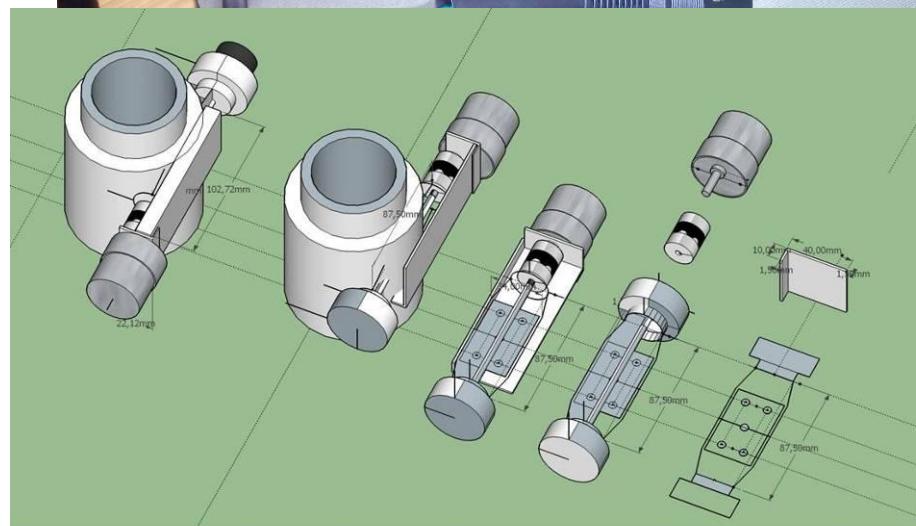
**IMPORTANTE**, La unión del eje del motor con la del enfocador debería hacerse con un adaptador flexible, ya que es prácticamente imposible que queden alineados y ello causaría problemas mecánicos. Medid los ejes con un calibrador y encargad el adaptador que mejor encaje.



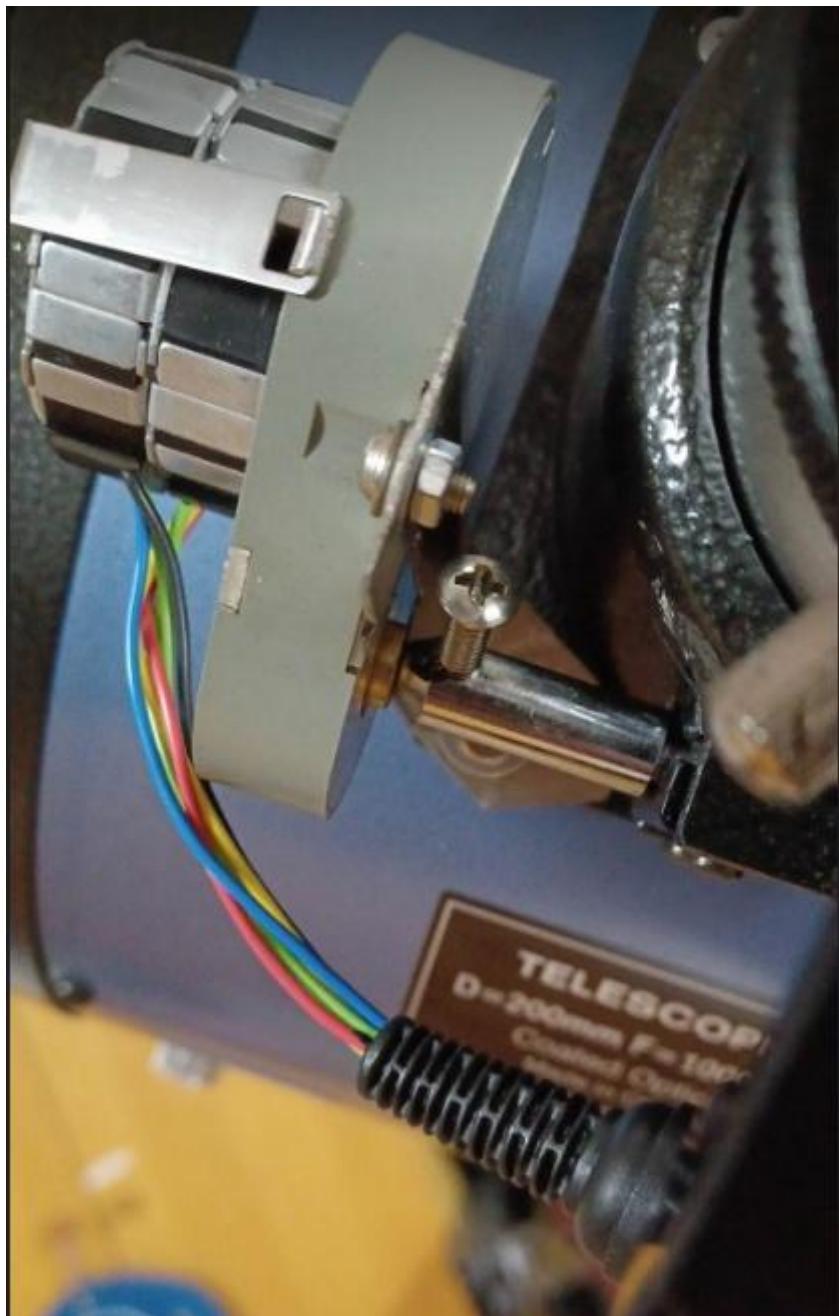
Adaptación de un ZenithStar 80, con un perfil de aluminio en L lo he fijado en el soporte del buscador.



Adaptación de un enfocador de un RC8"



Adaptación de un Skywatcher Newton 8"



Adaptación de un Celestron CPC8" (Gustavo Muller)

