

Monitoreo de Procesos

Con plataforma de microcontrolador

Arduino

[TALLER SMART LAB]

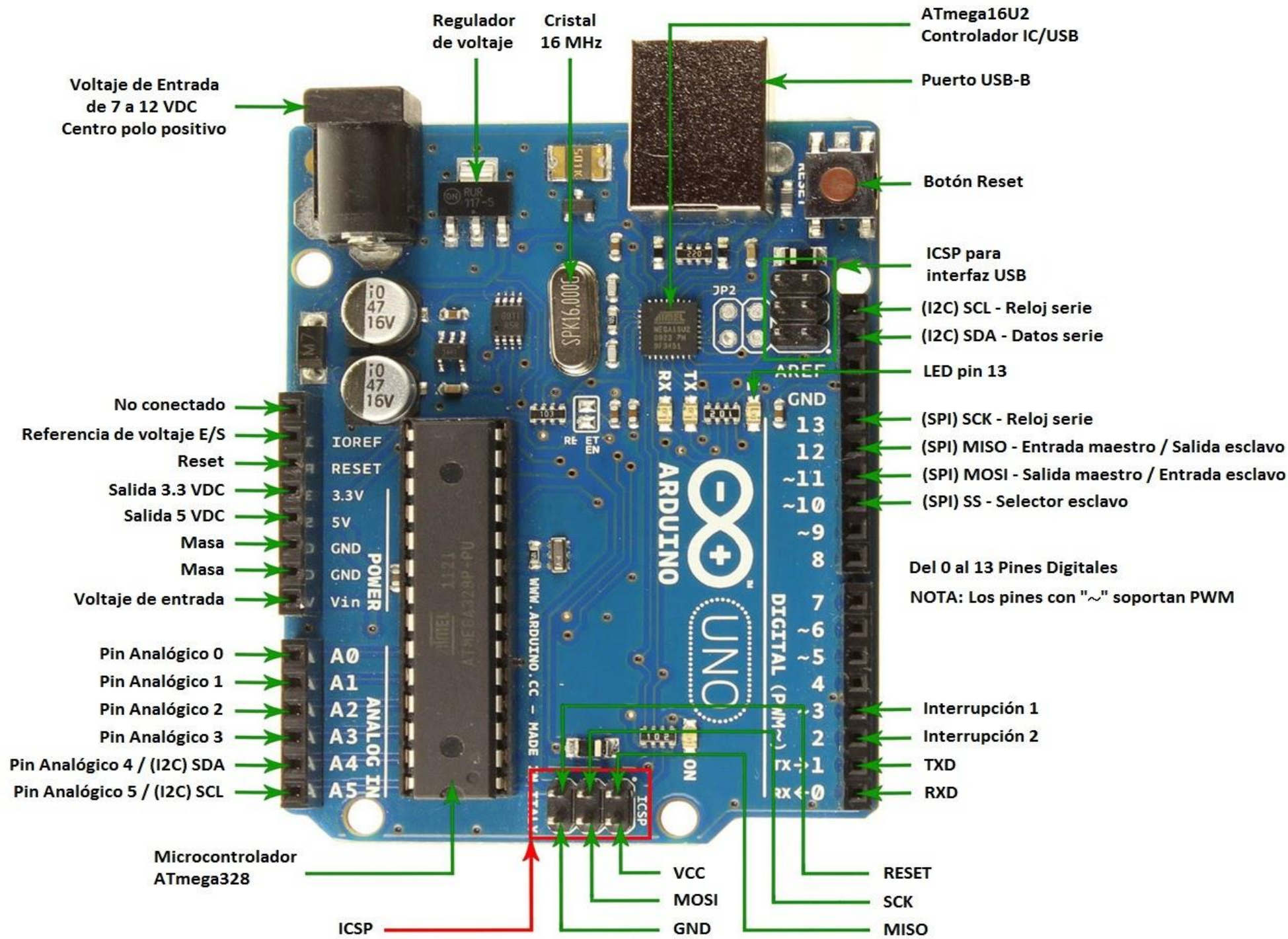
¿Qué es ARDUINO?

Ideas?



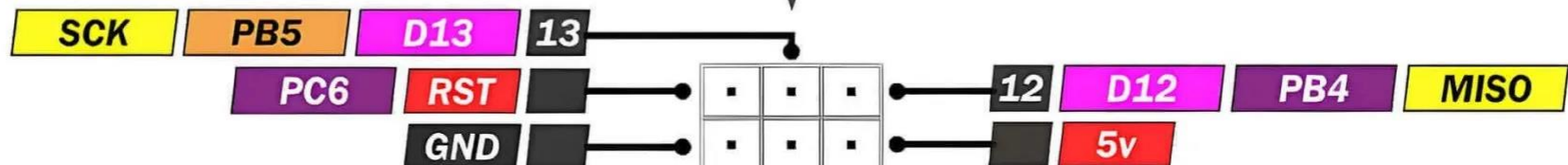
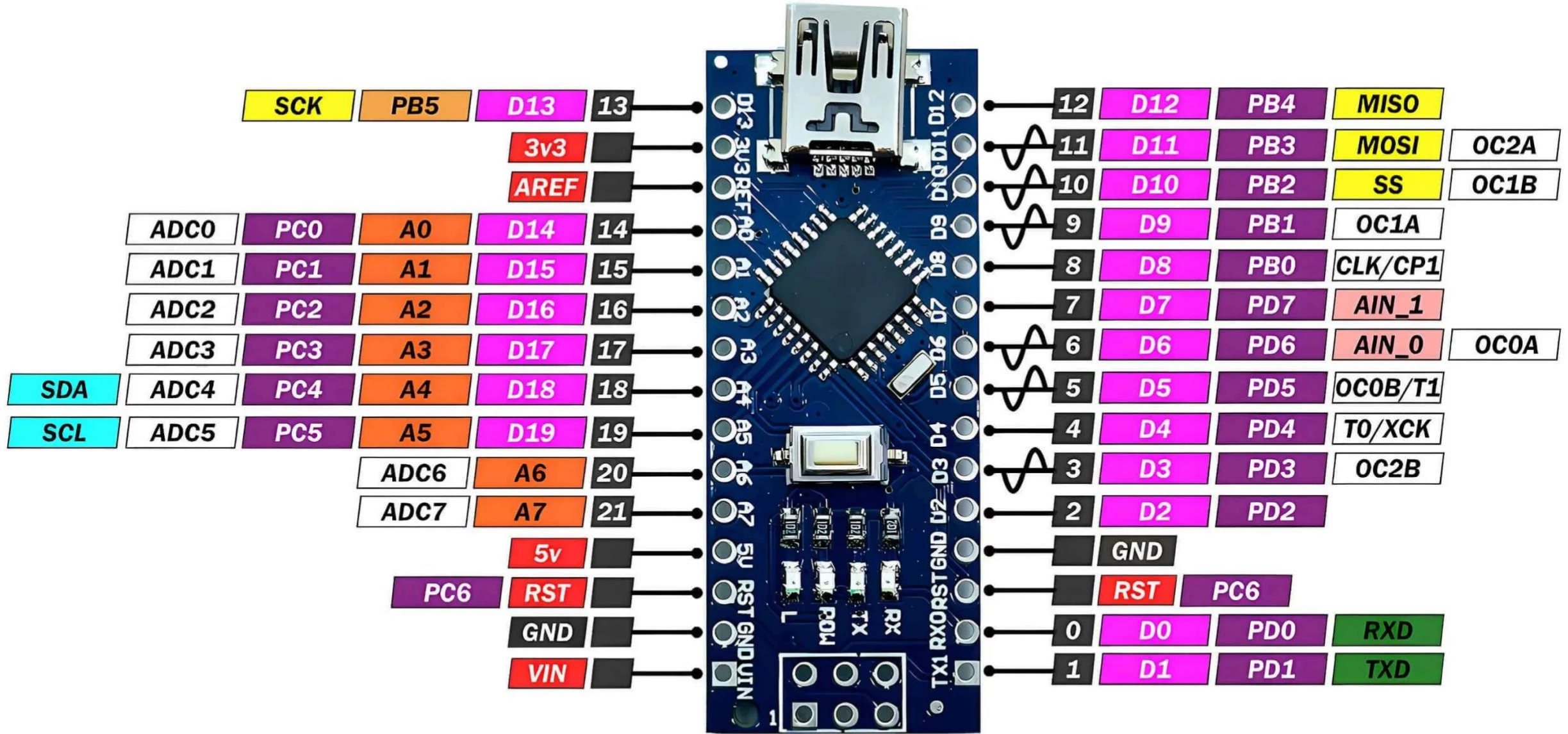
¿Qué es Arduino?

- ∞+ Plataforma de desarrollo basado Hardware y software libre.
- ∞+ El microcontrolador en la placa Arduino se programa mediante el lenguaje de programación Arduino (Basado en Wiring).
- ∞+ El entorno de desarrollo Arduino (IDE) está basado en processing.
- ∞+ Multiplataforma (Linux, Mac, Windows).
- ∞+ Facilidad de uso y bajo costo.
- ∞+ Al alcance de todos los usuarios: estudiantes, artistas, publicistas, ingenieros, etc.

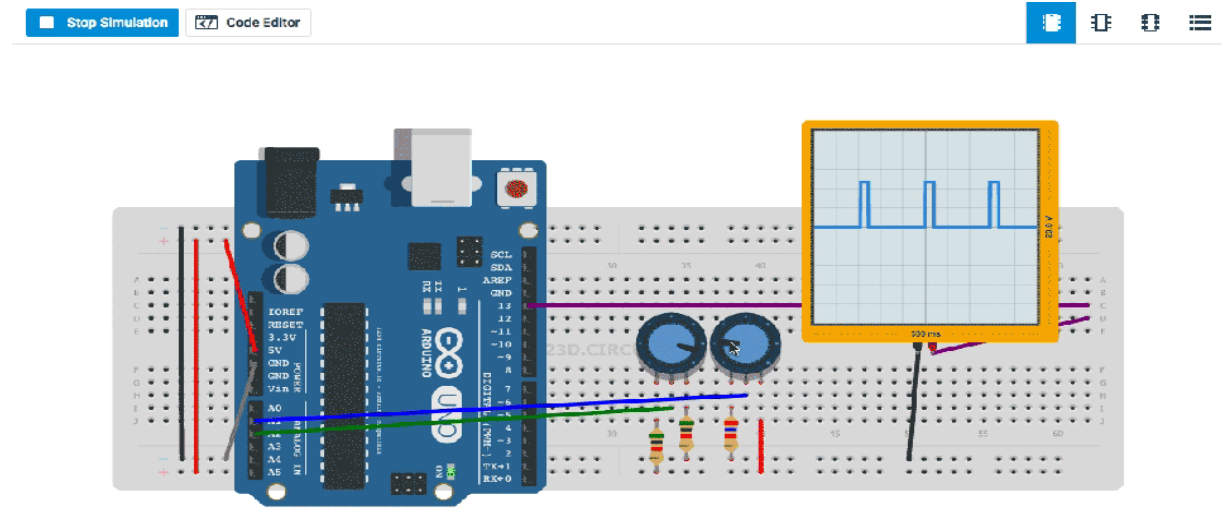


ARDUINO NANO





¿Como usar Arduino?



```
sketch_dec07a | Arduino 1.8.3
File Edit Sketch Tools Help
sketch_dec07a
void setup() {
  // put your setup code here, to run once:
}

void loop() {
  // put your main code here, to run repeatedly:
}

2 Arduino/Genuino Uno on COM3
```

SINTAXIS DE REFERENCIA Y FUNCIONES

- Ver Aquí: [Guía de Referencia de Arduino](#)
- Funciones básicas: *pinMode()*, *digitalWrite()*, *digitalRead()*, *Serial.begin()*, *millis()*, *micros()*

APLICACIÓN:

“Implementación de un sistema de medición/conteo de consumo eléctrico kWh mediante sensores de corriente no invasivo”

MEDIDOR DE ENERGIA ACTIVA MONOFASICO: kWh



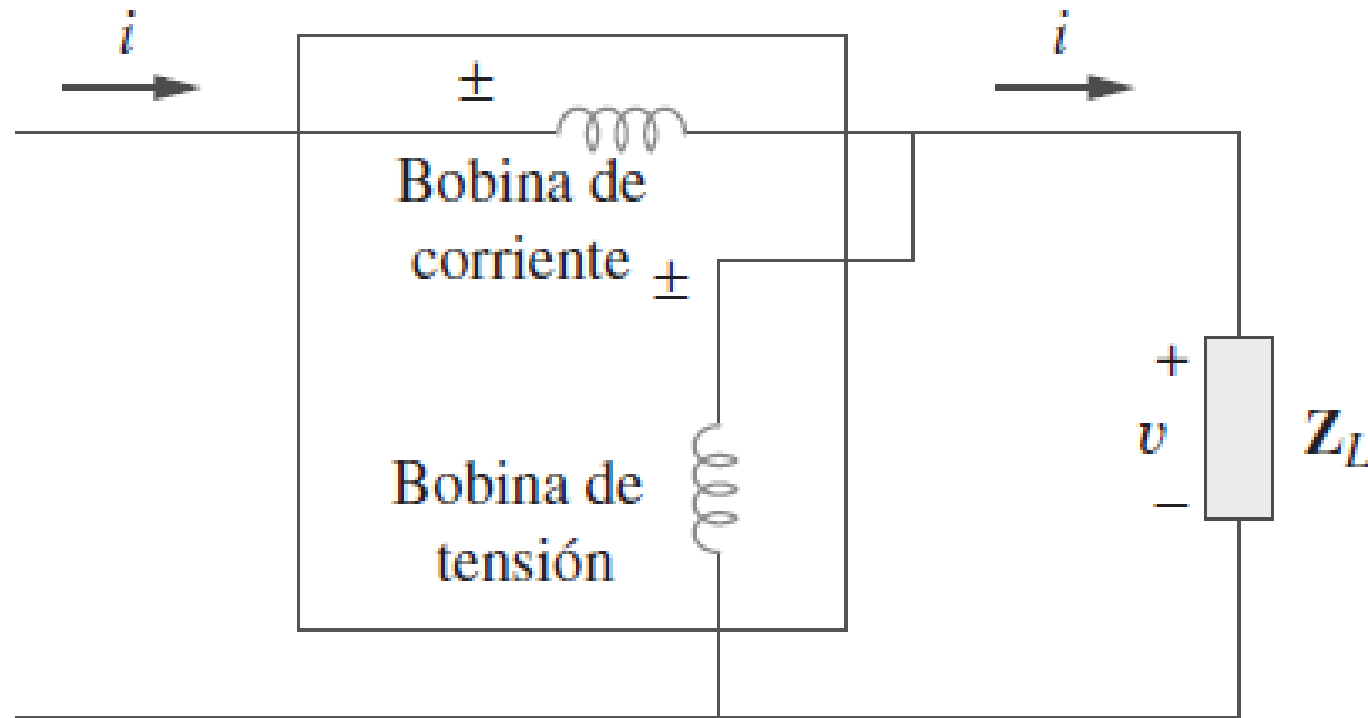
¿Qué es el consumo activo?

- Al conectar artefactos y cargas a la red eléctrica monofásica de uso domestico(220VAC~60Hz), estos tienen un régimen de consumo de potencia en Watts.
- La **POTENCIA** en Watts es la cantidad de energía por unidad de tiempo.
- La **ENERGIA ACTIVA** medida en **Wh/kWh** nos indica lo que se consume en un periodo de tiempo determinado. Esto ultimo es lo que factura **ENEL, Luz de Sur, EDELNOR** a una tasa aprox de 0.72.s/ por kWh

¿Cómo se mide el consumo activo?

- Al conectar artefactos y cargas a la red eléctrica monofásica de uso domestico(**220VAC~60Hz**), estos tienen un régimen de consumo de potencia en Watts.
- La **POTENCIA** en Watts es la cantidad de energía por unidad de tiempo.
- La **ENERGIA ACTIVA** medida en **Wh/kWh** nos indica lo que se consume en un periodo de tiempo determinado. Esto ultimo es lo que factura **ENEL, Luz de Sur, EDELNOR** a una tasa aprox de 0.72.s/ por kWh

¿Cómo se mide el consumo activo?



- Los **Watímetros** suelen medir potencia eléctrica en Watts.
- Para ello, necesitan tomar una medida de la tensión entre 2 puntos y de la corriente, pues **POTENCIA=VOLTAJE x CORRIENTE**
- La energía en **Wh** se mide haciendo un muestreo temporizado exacto de la potencia en Watts de forma acumulativa

¿Qué se necesitara?

- La medida de corrientes y voltajes elevados involucra el uso de sensores externos como el **SCT013** que mide corriente AC de forma aislada y no invasiva.
- Y el **sensor ZMPT101B** que mide voltaje AC hasta en un rango de 250VAC.
- En ambos casos requeriremos un conversor análogo –digital **ADC** se este incorporado en la placa Arduino o algún ADC externo(ADS1115) que permita leer valores de voltaje negativo

SENSOR DE CORRIENTE NO INVASIVO: SCT-013



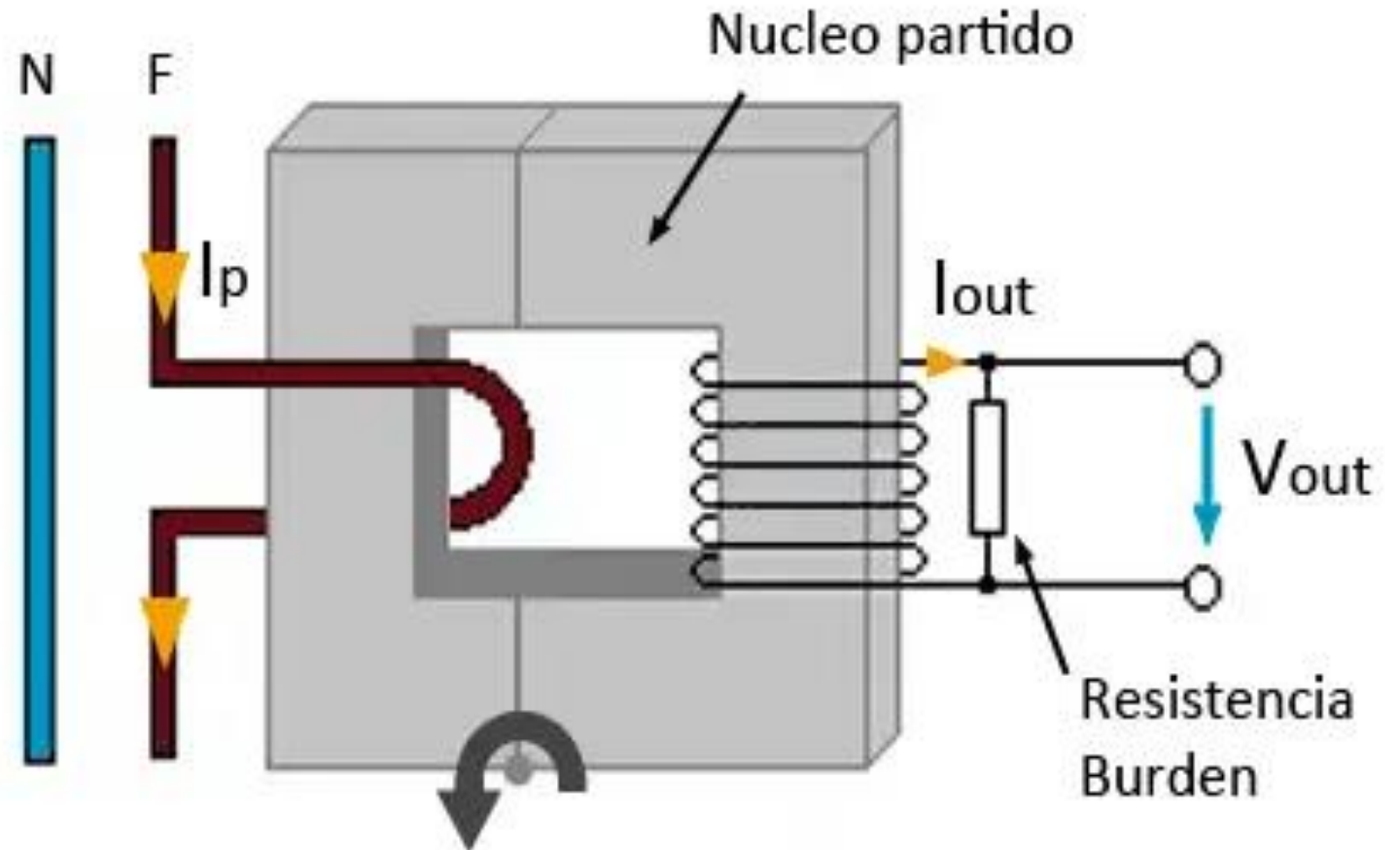
[DATASHEET / HOJA DE DATOS](#)

SENSOR DE CORRIENTE NO INVASIVO: Principio de Funcionamiento

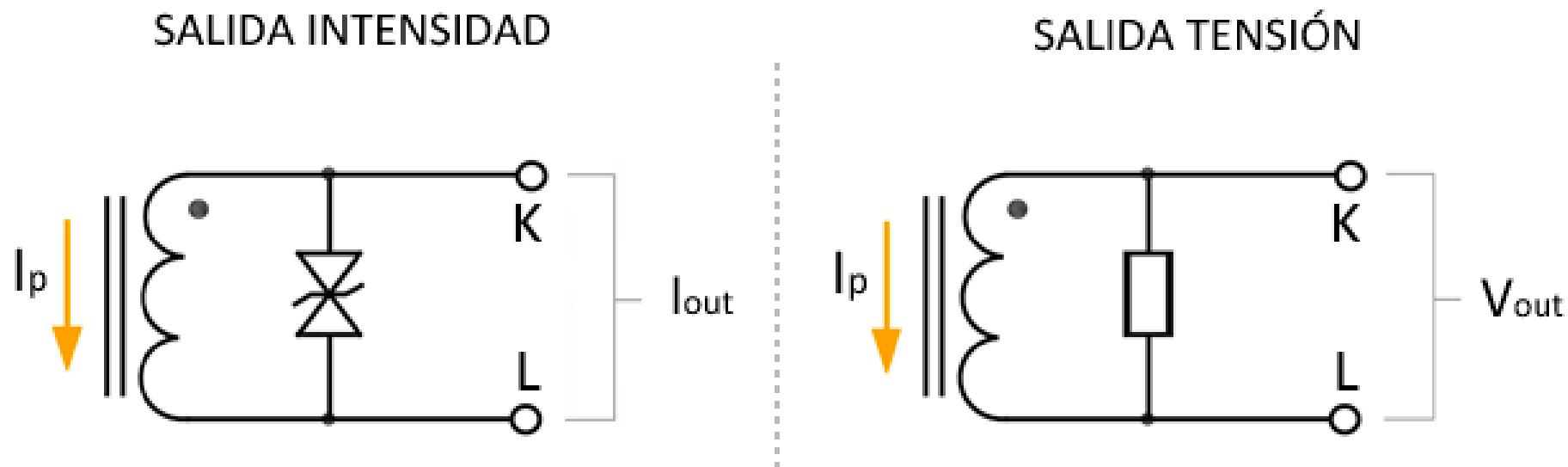
Acorde relación entre el numero de espiras:

$$\frac{I_s}{I_p} = \frac{V_p}{V_s} = \frac{N_p}{N_s}$$

Pues la potencia transferida es conservativa



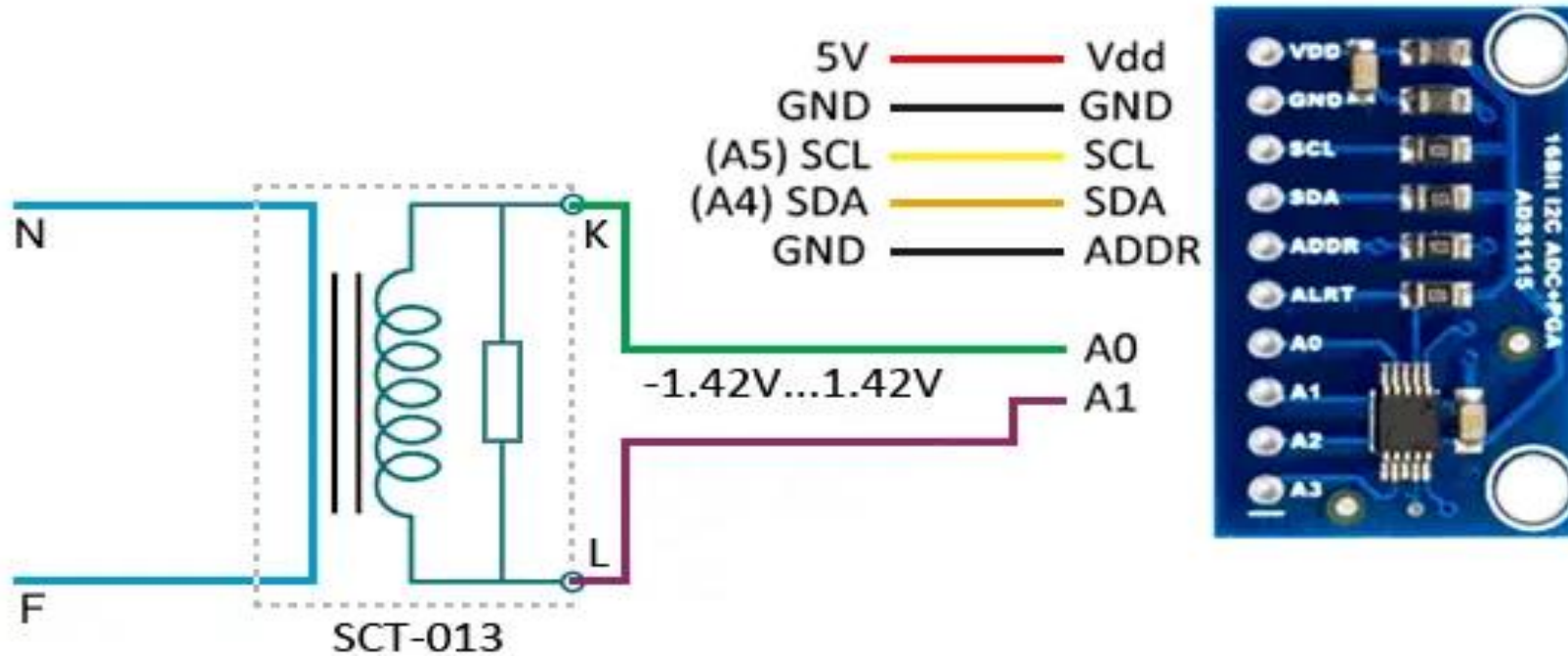
SENSOR DE CORRIENTE NO INVASIVO: Diseño interno



Los modelos de SCT mas frecuentes son los: SCT-013-000 y **SCT-013-030** (versión mas comercial) . El primero soporta hasta un máximo de 100 A a una salida de 50mA y el segundo soporta corrientes hasta los **30 A a una salida de 1V (30 A/1V)**

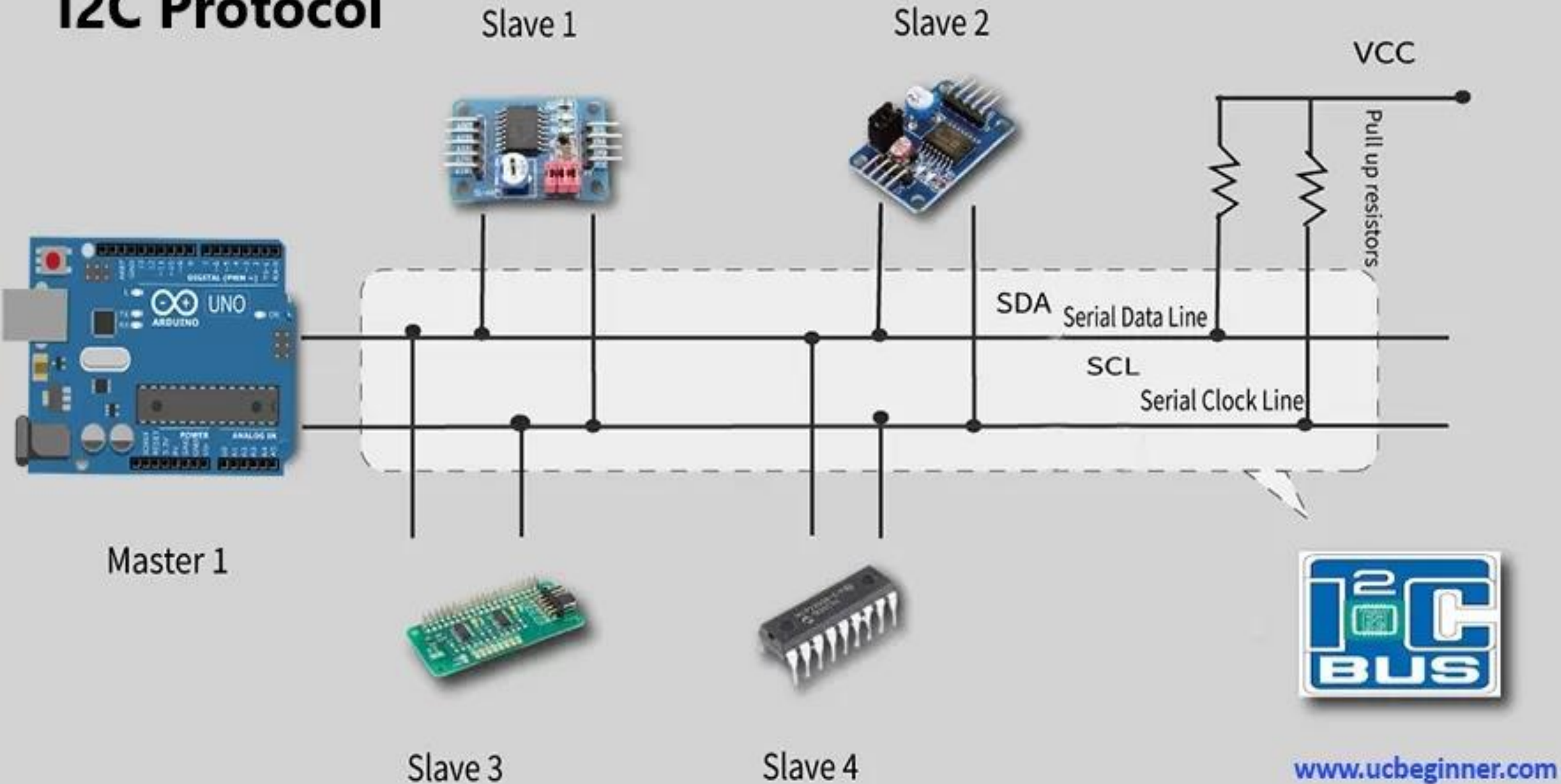
SENSOR DE CORRIENTE

NO INVASIVO: Montaje circuital prop.



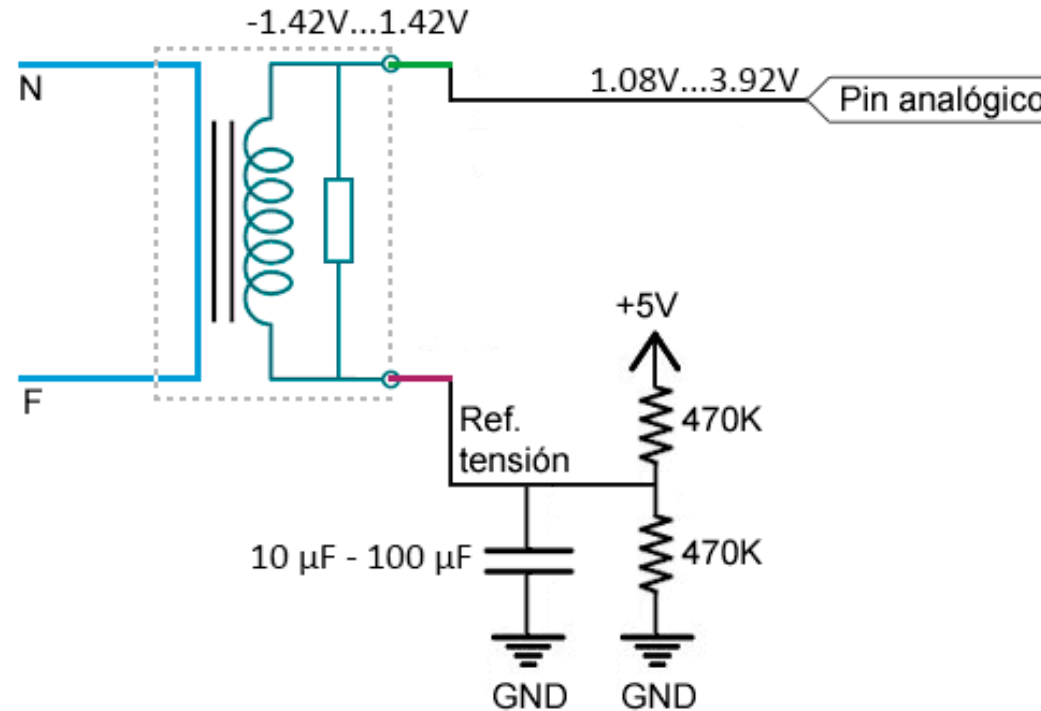
- Normalmente los SCT proporcionan una salida, de tensión o corriente, de tipo alterna incluso tenga una resistencia burden incorporada(33 ohm)
- Los SCT con salida 1VRMS tendrán como valores tope ± 1.4142 , por ende el ADC externo ADS1115(I2C) debe ser configurado para leer en un rango de $\pm 2.048V$

I2C Protocol



SENSOR DE CORRIENTE

NO INVASIVO: sin usar ADC externo



- Los **ADC** de los uC **no pueden leer voltajes negativos** , por ende se debe de **añadir circuitería externa** a fin de añadir un “offset” a la señal alterna y forzarla a esta dentro del rango de medición del ADC (0-5V /0-3.3V)

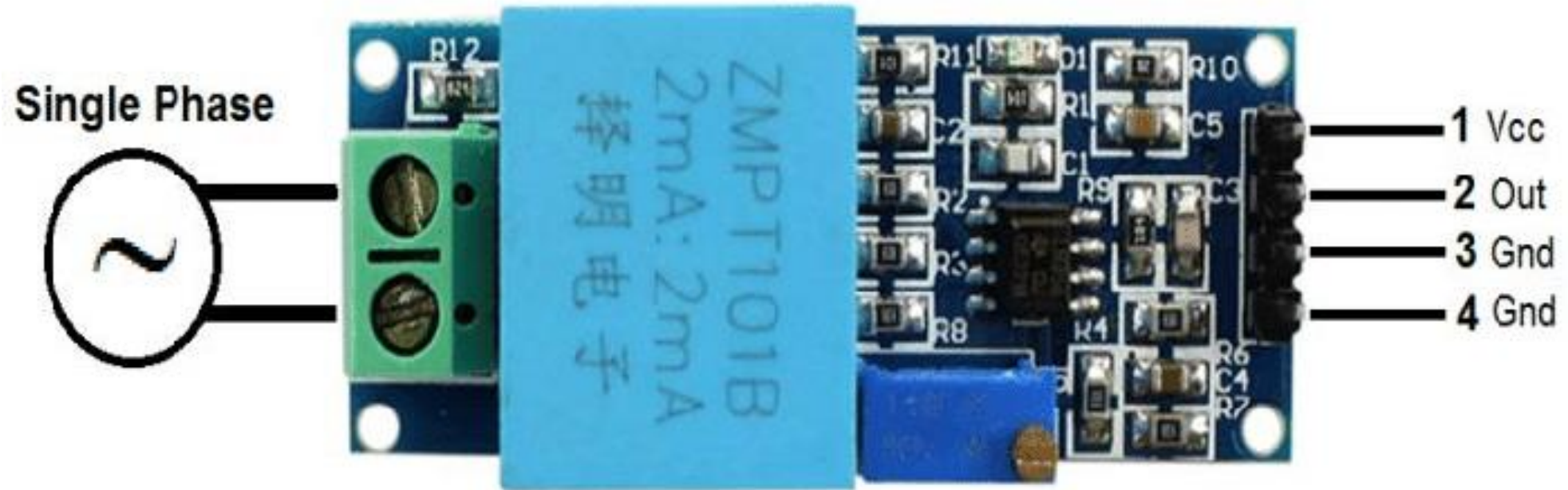
ADC EXTERNO ADS1115:

Hoja de Datos+

Librería

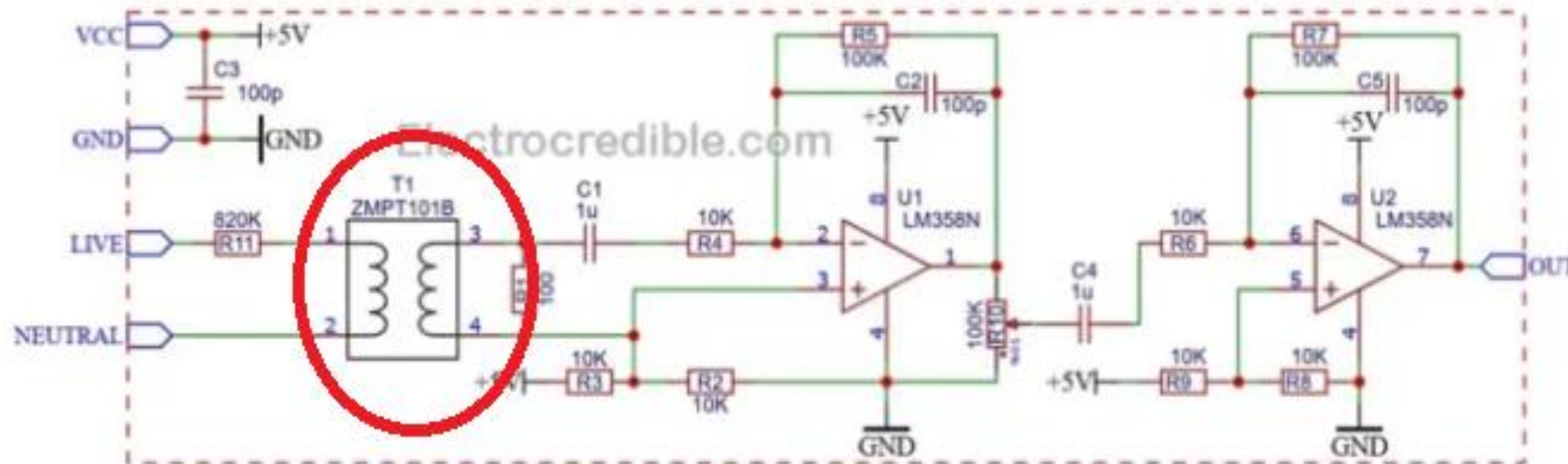
- Suelen existir librerías(**código externo**) que es posible integrar en el entorno de Arduino.
- Para el caso de ADS1115 tenemos la [librería de Adaruit ADS1X15](#) + [Adafruit IO](#)
- Esto permitirá una lectura de los valores de medición directamente

SENSOR / MODULO ZMPT101B



SENSOR / MODULO ZMPT101B

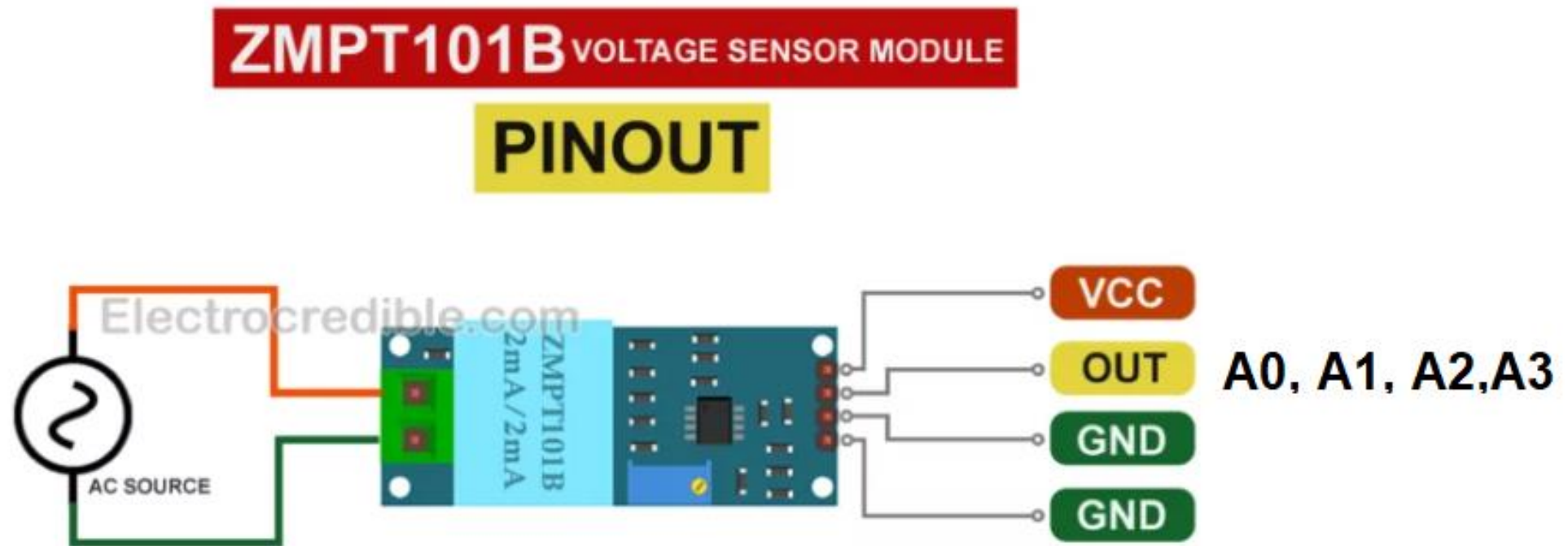
ZMPT101B Module Schematic



Este modulo consta del transformador de voltaje ZMPT101B y de una circuitería que aisla-atenua el voltaje de entrada y añade un offset de tal forma que se entrega un voltaje positivo pero cíclico al ADC

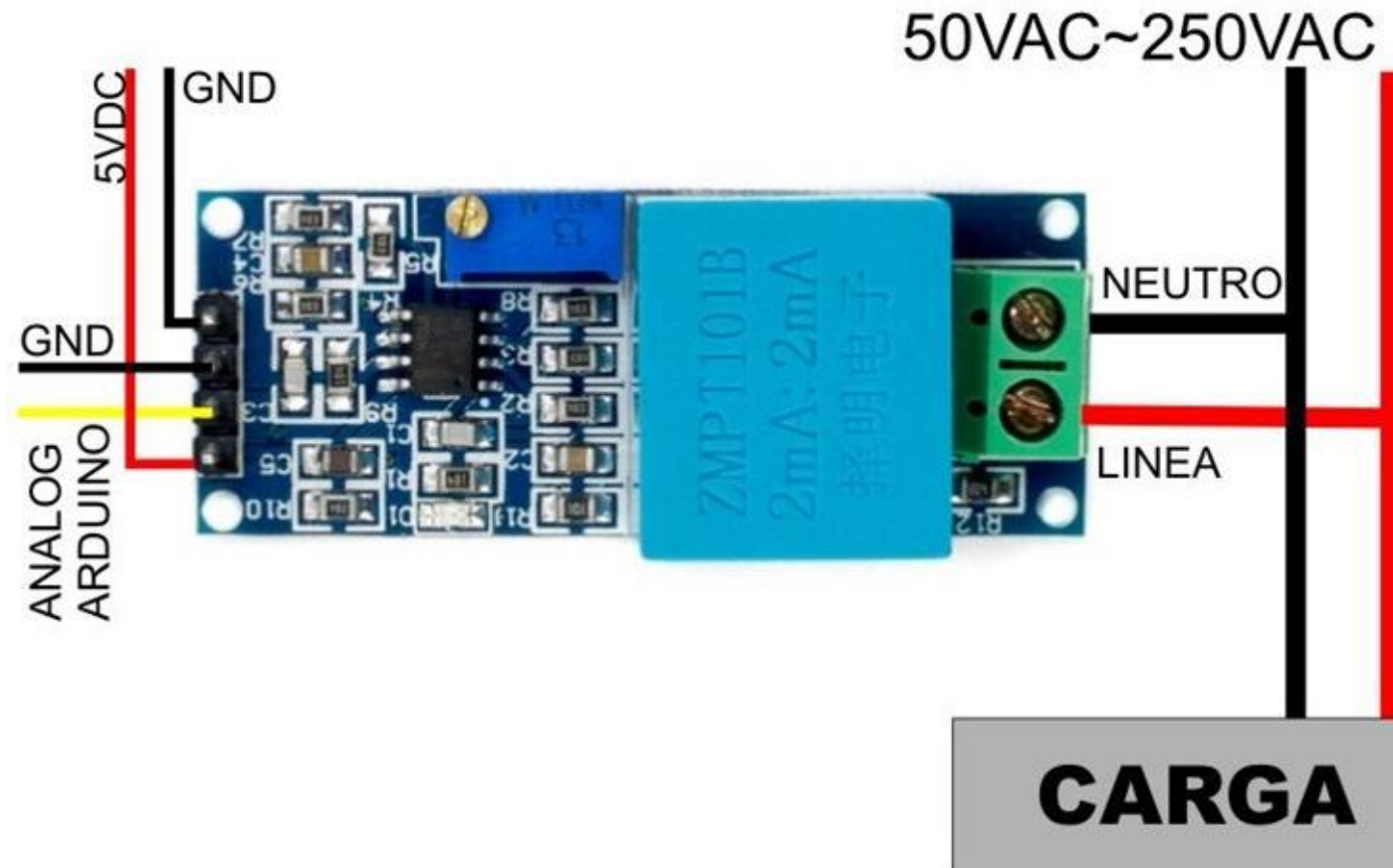
SENSOR / MODULO ZMPT101B

¿Cómo conectarlo al MUC/Arduino?



SENSOR / MODULO ZMPT101B

¿Cómo conectarlo a la red AC?



SENSOR / MODULO ZMPT101B

Este sensor conlleva una estadística para su medición, por lo que ya existen guías y librerías para su uso

- Una de ellas es la guía: [*Interface ZMPT101B AC Voltage Sensor with Arduino*](#)
- Primero debemos ubicar la señal AC en el rango a medir usando un [*sketch simple*](#). Puede ver la [*guia de Serial Plotter*](#) de la documentation de Arduino
- Se nos pedira que en el Library Manager instalemos el paquete ***“ZMPT101B”. by Abdurraiq Bachmid.*** Con este ultimo podremos calibrar y obtener constantes

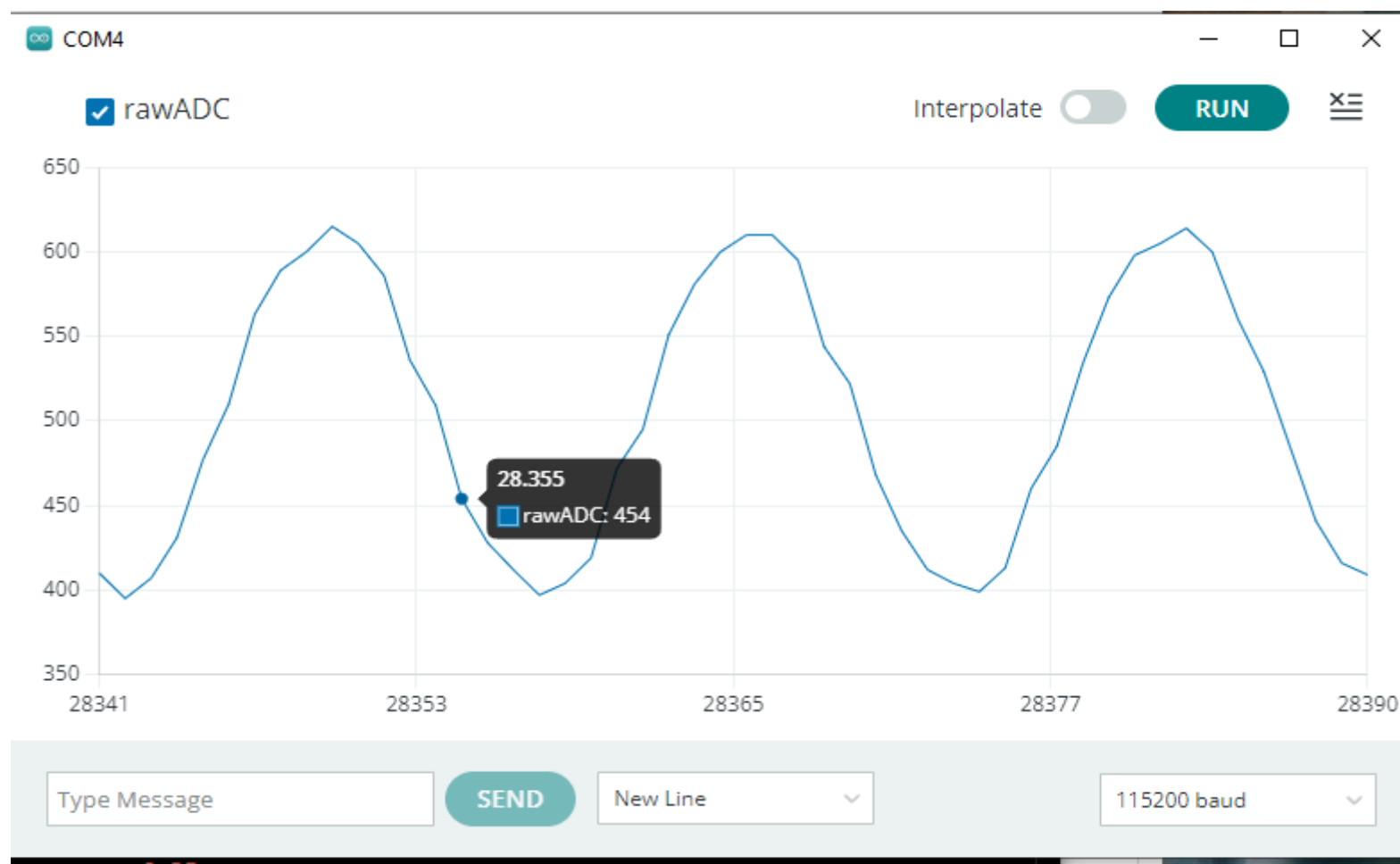
SENSOR / MODULO ZMPT101B

Este sensor conlleva una estadística para su medición, por lo que ya existen guías y librerías para su uso

- Una de ellas es la guía: [*Interface ZMPT101B AC Voltage Sensor with Arduino*](#)
- Primero debemos ubicar la señal AC en el rango a medir usando un [*sketch simple*](#). Puede ver la [*guia de Serial Plotter*](#) de la documentation de Arduino
- Se nos pedira que en el Library Manager instalemos el paquete ***“ZMPT101B”. by Abdurraiq Bachmid.*** Con este ultimo podremos calibrar y obtener constantes

SENSOR / MODULO ZMPT101B

En el Serial Plotter de Arduino debemos visualizar lo siguiente usando el sketch propuesto:



SENSOR / MODULO ZMPT101B

Con el primer ejemplo de calibración de *“ZMPT101B”*. *by Abdurraiq Bachmid* debemos obtener una constante de calibration previo ingreso de los valores: **Frecuencia [Hz]** y **Voltaje RMS** medido con multmetro externo

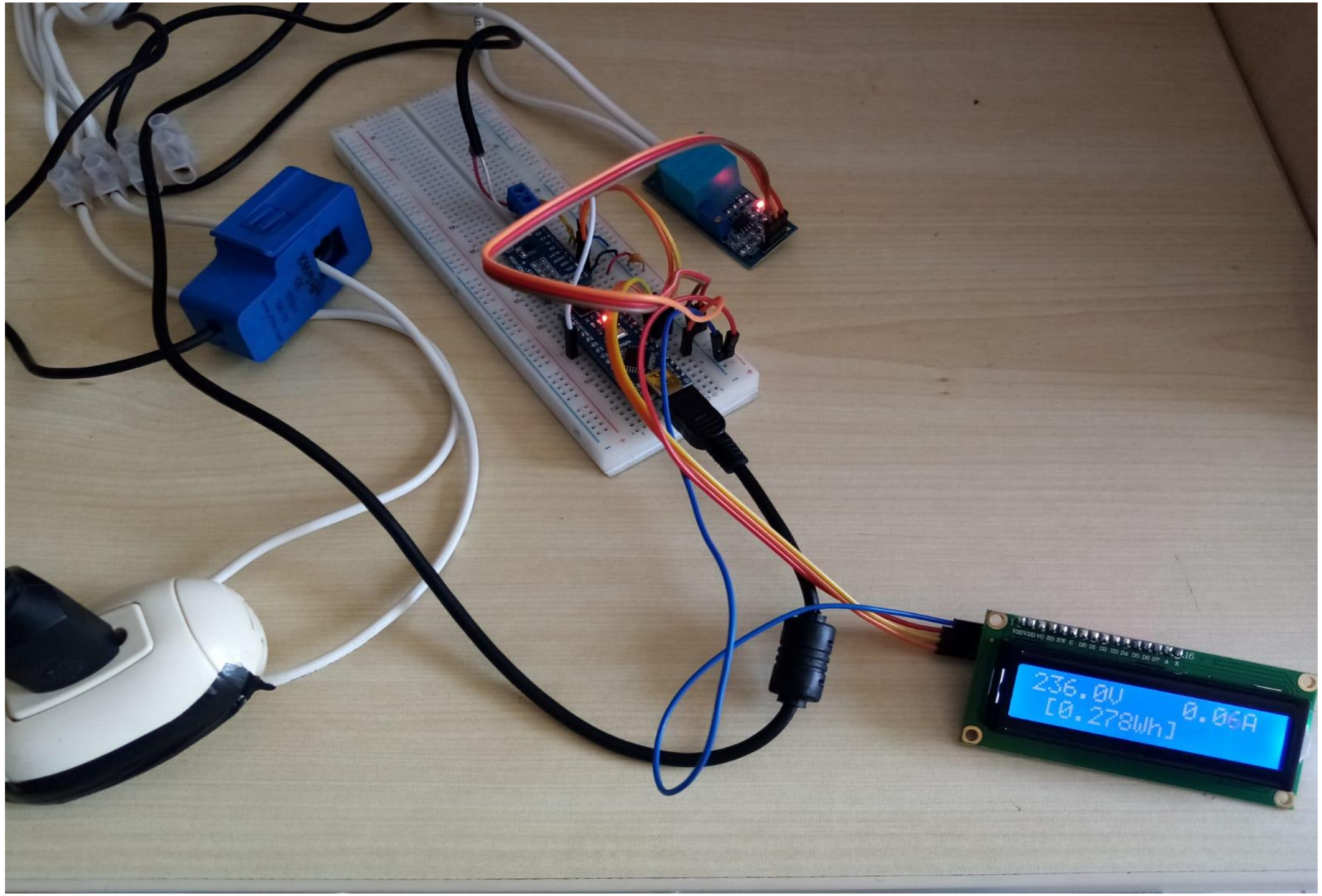
```
Salida Monitor Serie X
Mensaje (Intro para mandar el mensaje de 'Arduino Nano' a 'COM4')
464.50 => 228.93
464.75 => 229.11
465.00 => 229.21
465.25 => 229.21
465.50 => 229.60
465.75 => 229.69
466.00 => 229.84
466.25 => 230.08
466.50 => 229.88
466.75 => 229.95
467.00 => 230.01
467.25 => 230.31
Closest voltage within tolerance: 230.31
Sensitivity Value: 467.2500000000
```

SENSOR / MODULO ZMPT101B

Y ya con el ejemplo de [Simple Usage](#), podremos hacer que el Arduino mida el valor de voltaje RMS

ARMADO Y FUNCIONAMIENTO COMPLETO

Medición de Voltaje y Corriente



ARMADO Y FUNCIONAMIENTO COMPLETO

**Medición de Voltaje y Corriente
con
Pinza amperimétrica**



FUNCIONAMIENTO EN CONSOLA

Salida Monitor Serie X

Mensaje (Intro para mandar el mensaje de 'Arduino Nano' a 'COM4')

```
VRMS [AC]: 230.67 V => IRMS [AC]: 0.11 A => POTENCIA [AC]: 25.2 W => ENERGIA [AC]: 1.495
VRMS [AC]: 231.04 V => IRMS [AC]: 0.11 A => POTENCIA [AC]: 25.3 W => ENERGIA [AC]: 1.502
VRMS [AC]: 230.93 V => IRMS [AC]: 0.11 A => POTENCIA [AC]: 25.3 W => ENERGIA [AC]: 1.502
VRMS [AC]: 230.85 V => IRMS [AC]: 0.11 A => POTENCIA [AC]: 25.3 W => ENERGIA [AC]: 1.502
VRMS [AC]: 231.56 V => IRMS [AC]: 0.11 A => POTENCIA [AC]: 25.3 W => ENERGIA [AC]: 1.509
VRMS [AC]: 231.34 V => IRMS [AC]: 0.11 A => POTENCIA [AC]: 25.4 W => ENERGIA [AC]: 1.509
VRMS [AC]: 231.37 V => IRMS [AC]: 0.11 A => POTENCIA [AC]: 25.3 W => ENERGIA [AC]: 1.509
VRMS [AC]: 231.87 V => IRMS [AC]: 0.11 A => POTENCIA [AC]: 25.4 W => ENERGIA [AC]: 1.516
VRMS [AC]: 231.31 V => IRMS [AC]: 0.11 A => POTENCIA [AC]: 25.3 W => ENERGIA [AC]: 1.516
VRMS [AC]: 231.48 V => IRMS [AC]: 0.11 A => POTENCIA [AC]: 25.4 W => ENERGIA [AC]: 1.516
VRMS [AC]: 231.30 V => IRMS [AC]: 0.11 A => POTENCIA [AC]: 25.4 W => ENERGIA [AC]: 1.523
VRMS [AC]: 231.15 V => IRMS [AC]: 0.11 A => POTENCIA [AC]: 25.3 W => ENERGIA [AC]: 1.523
VRMS [AC]: 231.31 V => IRMS [AC]: 0.11 A => POTENCIA [AC]: 25.3 W => ENERGIA [AC]: 1.523
VRMS [AC]: 231.83 V => IRMS [AC]: 0.11 A => POTENCIA [AC]: 25.4 W => ENERGIA [AC]: 1.530
VRMS [AC]: 231.12 V => IRMS [AC]: 0.11 A => POTENCIA [AC]: 25.4 W => ENERGIA [AC]: 1.530
VRMS [AC]: 231.43 V => IRMS [AC]: 0.11 A => POTENCIA [AC]: 25.3 W => ENERGIA [AC]: 1.530
VRMS [AC]: 231.34 V => IRMS [AC]: 0.11 A => POTENCIA [AC]: 25.3 W => ENERGIA [AC]: 1.537
VRMS [AC]: 231.38 V => IRMS [AC]: 0.11 A => POTENCIA [AC]: 25.4 W => ENERGIA [AC]: 1.537
```

FUNCIONAMIENTO EN CONSOLA

SI SE DEJA UNA CARGA DE UNOS 25W de Potencia, en 1hora habrían 25Wh acumulado de energía. Pero en 10 min habrían 4.167 ~ 5Wh Wh (si se enciende de 16:38 a 16:50h)

```
VRMS [AC]: 234.76 V => IRMS [AC]: 0.11 A =>POTENCIA [AC]: 25.3 W =>ENERGIA [AC]:4.524 Wh
VRMS [AC]: 234.05 V => IRMS [AC]: 0.11 A =>POTENCIA [AC]: 25.2 W =>ENERGIA [AC]:4.524 Wh
VRMS [AC]: 234.42 V => IRMS [AC]: 0.11 A =>POTENCIA [AC]: 25.2 W =>ENERGIA [AC]:4.524 Wh
VRMS [AC]: 235.31 V => IRMS [AC]: 0.11 A =>POTENCIA [AC]: 25.4 W =>ENERGIA [AC]:4.531 Wh
VRMS [AC]: 234.97 V => IRMS [AC]: 0.11 A =>POTENCIA [AC]: 25.4 W =>ENERGIA [AC]:4.531 Wh
VRMS [AC]: 234.90 V => IRMS [AC]: 0.11 A =>POTENCIA [AC]: 25.4 W =>ENERGIA [AC]:4.531 Wh
VRMS [AC]: 235.00 V => IRMS [AC]: 0.11 A =>POTENCIA [AC]: 25.4 W =>ENERGIA [AC]:4.538 Wh
VRMS [AC]: 235.12 V => IRMS [AC]: 0.11 A =>POTENCIA [AC]: 25.5 W =>ENERGIA [AC]:4.538 Wh
VRMS [AC]: 235.04 V => IRMS [AC]: 0.11 A =>POTENCIA [AC]: 25.5 W =>ENERGIA [AC]:4.538 Wh
VRMS [AC]: 234.84 V => IRMS [AC]: 0.11 A =>POTENCIA [AC]: 25.4 W =>ENERGIA [AC]:4.545 Wh
VRMS [AC]: 235.49 V => IRMS [AC]: 0.11 A =>POTENCIA [AC]: 25.6 W =>ENERGIA [AC]:4.545 Wh
VRMS [AC]: 234.64 V => IRMS [AC]: 0.11 A =>POTENCIA [AC]: 25.3 W =>ENERGIA [AC]:4.545 Wh
VRMS [AC]: 235.49 V => IRMS [AC]: 0.11 A =>POTENCIA [AC]: 25.5 W =>ENERGIA [AC]:4.552 Wh
VRMS [AC]: 235.27 V => IRMS [AC]: 0.11 A =>POTENCIA [AC]: 25.6 W =>ENERGIA [AC]:4.552 Wh
VRMS [AC]: 235.27 V => IRMS [AC]: 0.11 A =>POTENCIA [AC]: 25.5 W =>ENERGIA [AC]:4.559 Wh
```

Activar Windows
Ve a Configuración para activar Windows.

Lín. 59, col. 1 Arduino Nano en COM4

Buscar



ESP

16:49

23/05/2023

FUNCIONAMIENTO EN CONSOLA

SI SE DEJA UNA CARGA DE UNOS 25W de Potencia, en 1hora habrían 25Wh acumulado de energía. Pero en 10 min habrían 4.167 ~ 5Wh Wh (si se enciende de 16:38 a 16:50h)

```
Salida Monitor Serie X

Mensaje (Intro para mandar el mensaje de 'Arduino Nano' a 'COM4') Sin ajuste de línea 9600 baud

VRMS [AC]: 235.37 V => IRMS [AC]: 0.11 A => POTENCIA [AC]: 25.5 W => ENERGIA [AC]: 5.260 Wh
VRMS [AC]: 234.71 V => IRMS [AC]: 0.11 A => POTENCIA [AC]: 25.3 W => ENERGIA [AC]: 5.260 Wh
VRMS [AC]: 235.08 V => IRMS [AC]: 0.11 A => POTENCIA [AC]: 25.5 W => ENERGIA [AC]: 5.267 Wh
VRMS [AC]: 235.40 V => IRMS [AC]: 0.11 A => POTENCIA [AC]: 25.5 W => ENERGIA [AC]: 5.267 Wh
VRMS [AC]: 234.67 V => IRMS [AC]: 0.11 A => POTENCIA [AC]: 25.4 W => ENERGIA [AC]: 5.267 Wh
VRMS [AC]: 235.84 V => IRMS [AC]: 0.11 A => POTENCIA [AC]: 25.5 W => ENERGIA [AC]: 5.274 Wh
VRMS [AC]: 235.49 V => IRMS [AC]: 0.11 A => POTENCIA [AC]: 25.5 W => ENERGIA [AC]: 5.274 Wh
VRMS [AC]: 235.23 V => IRMS [AC]: 0.11 A => POTENCIA [AC]: 25.4 W => ENERGIA [AC]: 5.274 Wh
VRMS [AC]: 234.70 V => IRMS [AC]: 0.11 A => POTENCIA [AC]: 25.3 W => ENERGIA [AC]: 5.281 Wh
VRMS [AC]: 235.16 V => IRMS [AC]: 0.11 A => POTENCIA [AC]: 25.4 W => ENERGIA [AC]: 5.281 Wh
VRMS [AC]: 235.02 V => IRMS [AC]: 0.11 A => POTENCIA [AC]: 25.4 W => ENERGIA [AC]: 5.288 Wh
VRMS [AC]: 235.82 V => IRMS [AC]: 0.11 A => POTENCIA [AC]: 25.5 W => ENERGIA [AC]: 5.288 Wh
VRMS [AC]: 235.32 V => IRMS [AC]: 0.11 A => POTENCIA [AC]: 25.4 W => ENERGIA [AC]: 5.288 Wh
VRMS [AC]: 235.25 V => IRMS [AC]: 0.11 A => POTENCIA [AC]: 25.5 W => ENERGIA [AC]: 5.295 Wh
VRMS [AC]: 235.56 V => IRMS [AC]: 0.11 A => POTENCIA [AC]: 25.5 W
```

Activar Windows
Ve a Configuración para activar Windows.

Lín. 59, col. 1 Arduino Nano en COM4 2 16:51

FUNCIONAMIENTO EN CONSOLA

PRIMER ACABADO: Mostrar voltaje, corriente y Energía acumulada



FUNCIONAMIENTO EN CONSOLA

PRIMER ACABADO: Mostrar la potencia en W y la energía kWh

