

# **Monitoreo de Procesos**

## **Con plataforma de microcontrolador**

### **Arduino**

**[TALLER SMART LAB]**

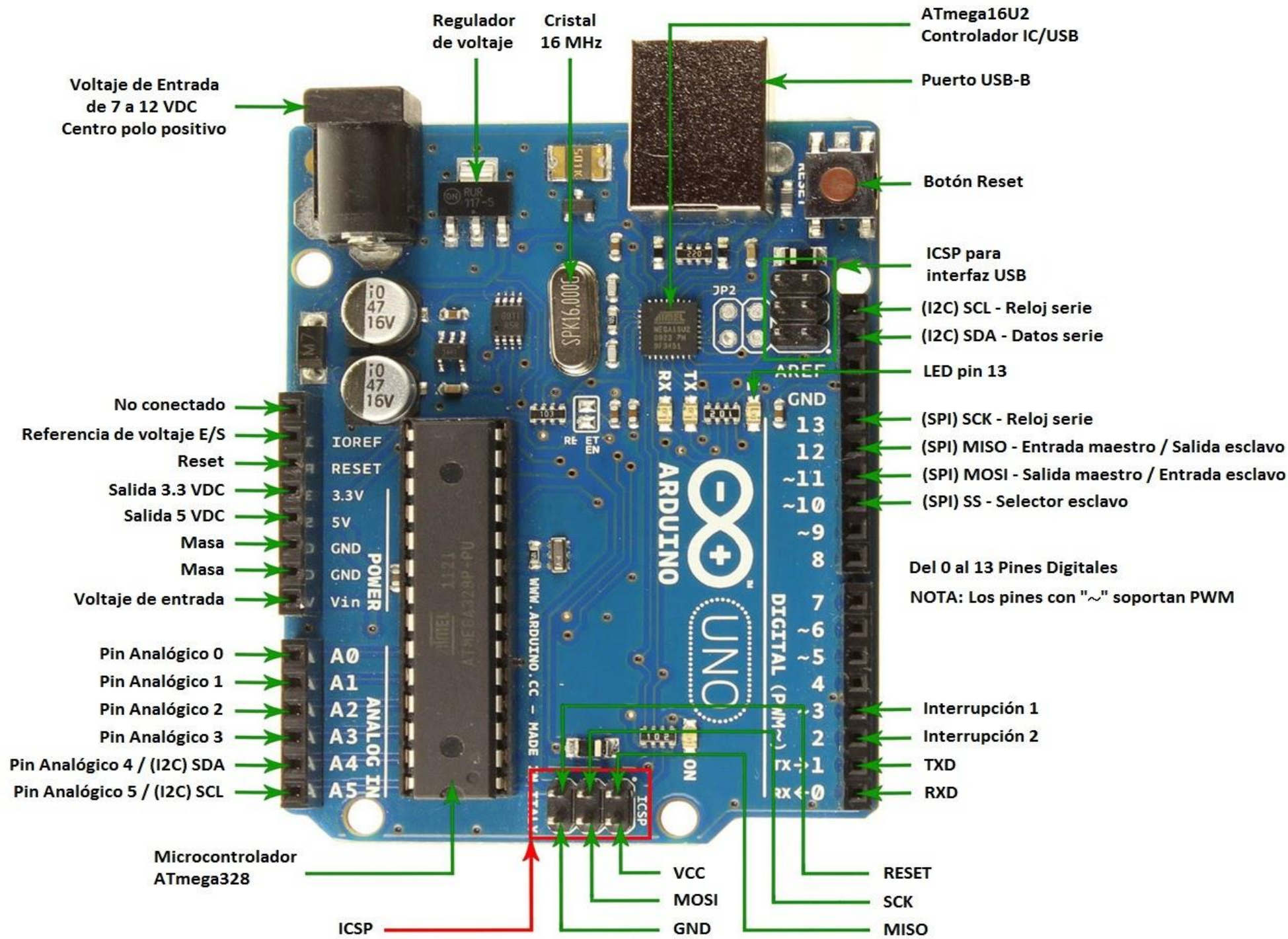
# ¿Qué es ARDUINO?

Ideas?



# ¿Qué es Arduino?

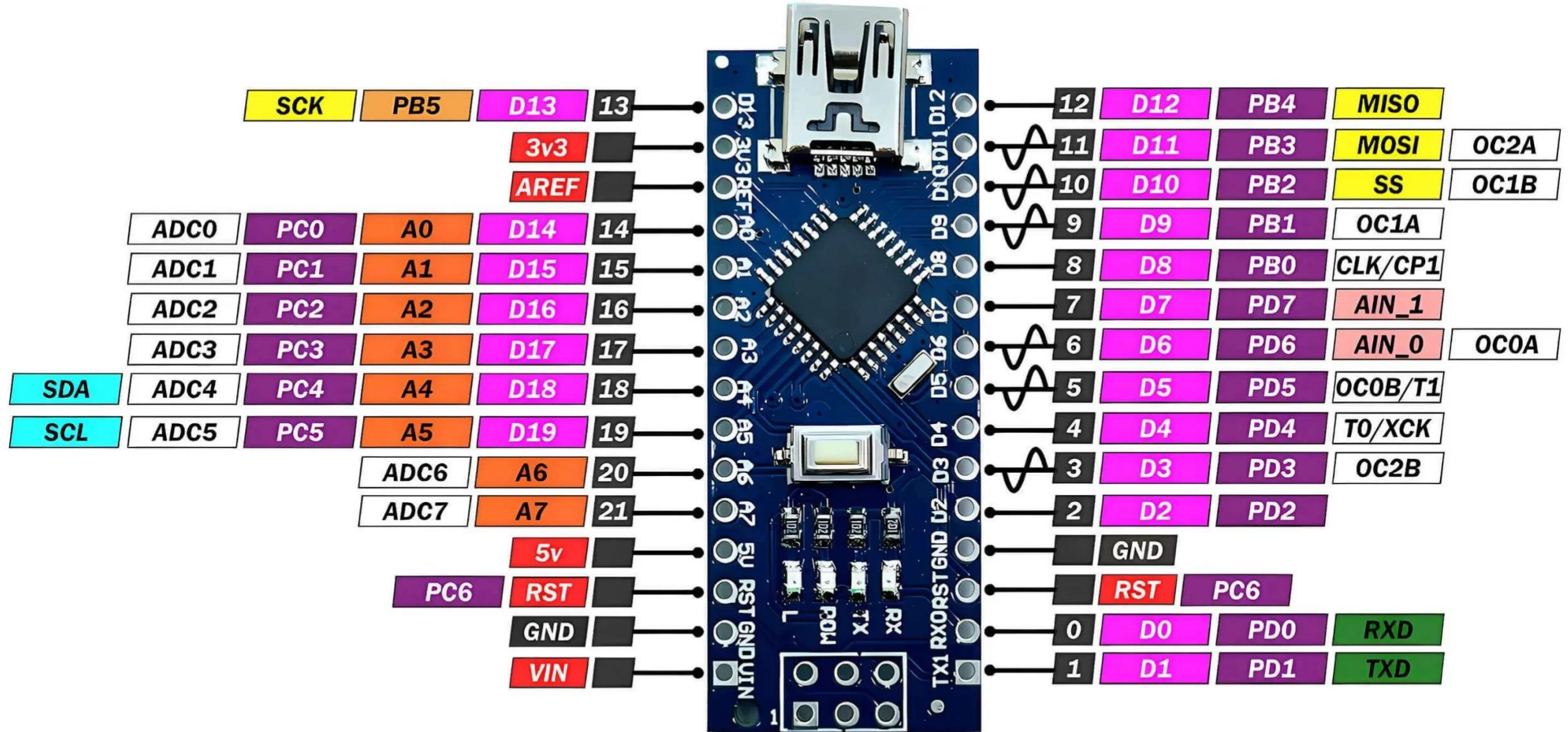
- ∞+ Plataforma de desarrollo basado Hardware y software libre.
- ∞+ El microcontrolador en la placa Arduino se programa mediante el lenguaje de programación Arduino (Basado en Wiring).
- ∞+ El entorno de desarrollo Arduino (IDE) está basado en processing.
- ∞+ Multiplataforma (Linux, Mac, Windows).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



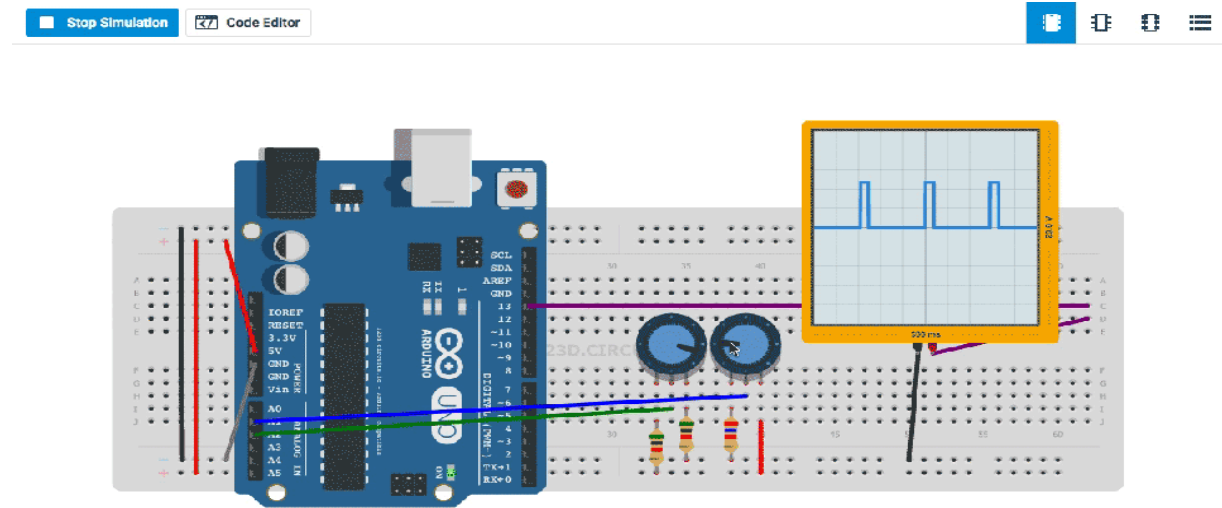
# ARDUINO NANO







# ¿Como usar Arduino?



```
sketch_dec07a | Arduino 1.8.3
File Edit Sketch Tools Help
[Icons]
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?

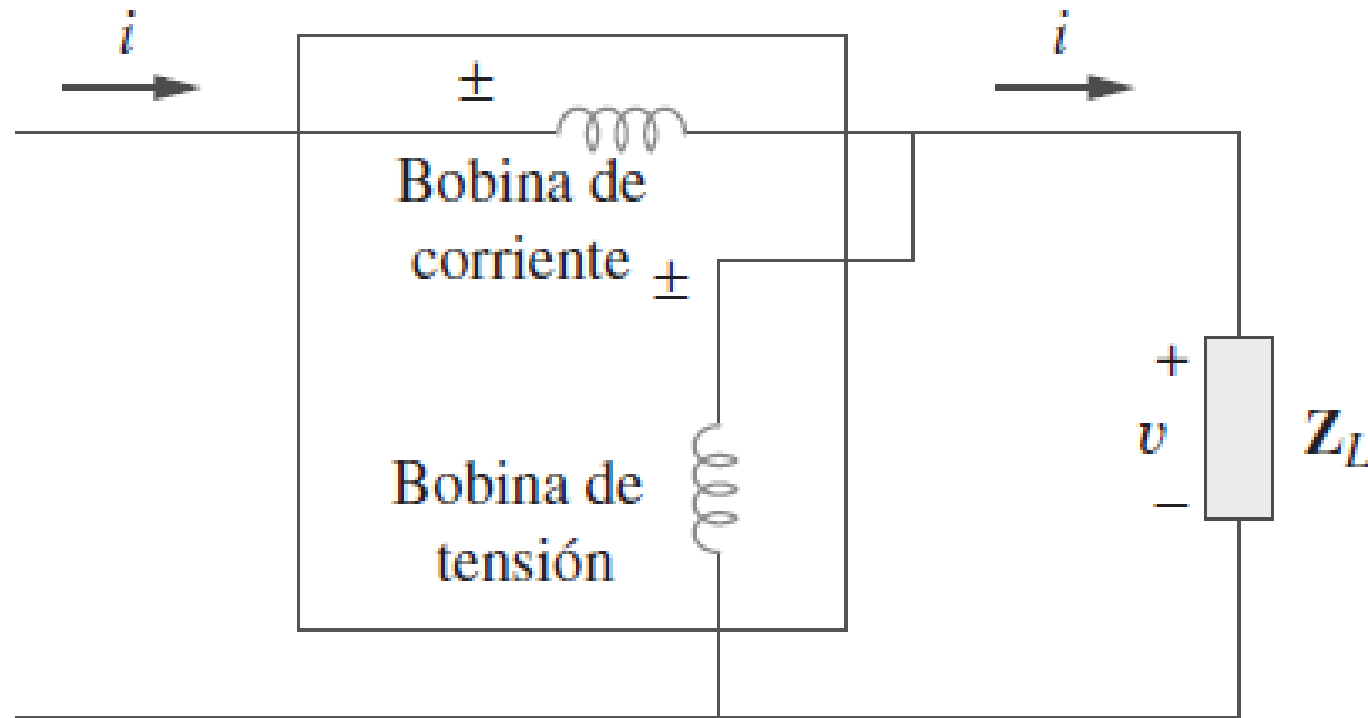
- Al conectar artefactos y cargas a la red eléctrica monofásica de uso domestico(220VAC~60Hz), estos tienen un régimen de consumo de potencia en Watts.
- La **POTENCIA** en Watts es la cantidad de energía por unidad de tiempo.
- La **ENERGIA ACTIVA** medida en **Wh/kWh** nos indica lo que se consume 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



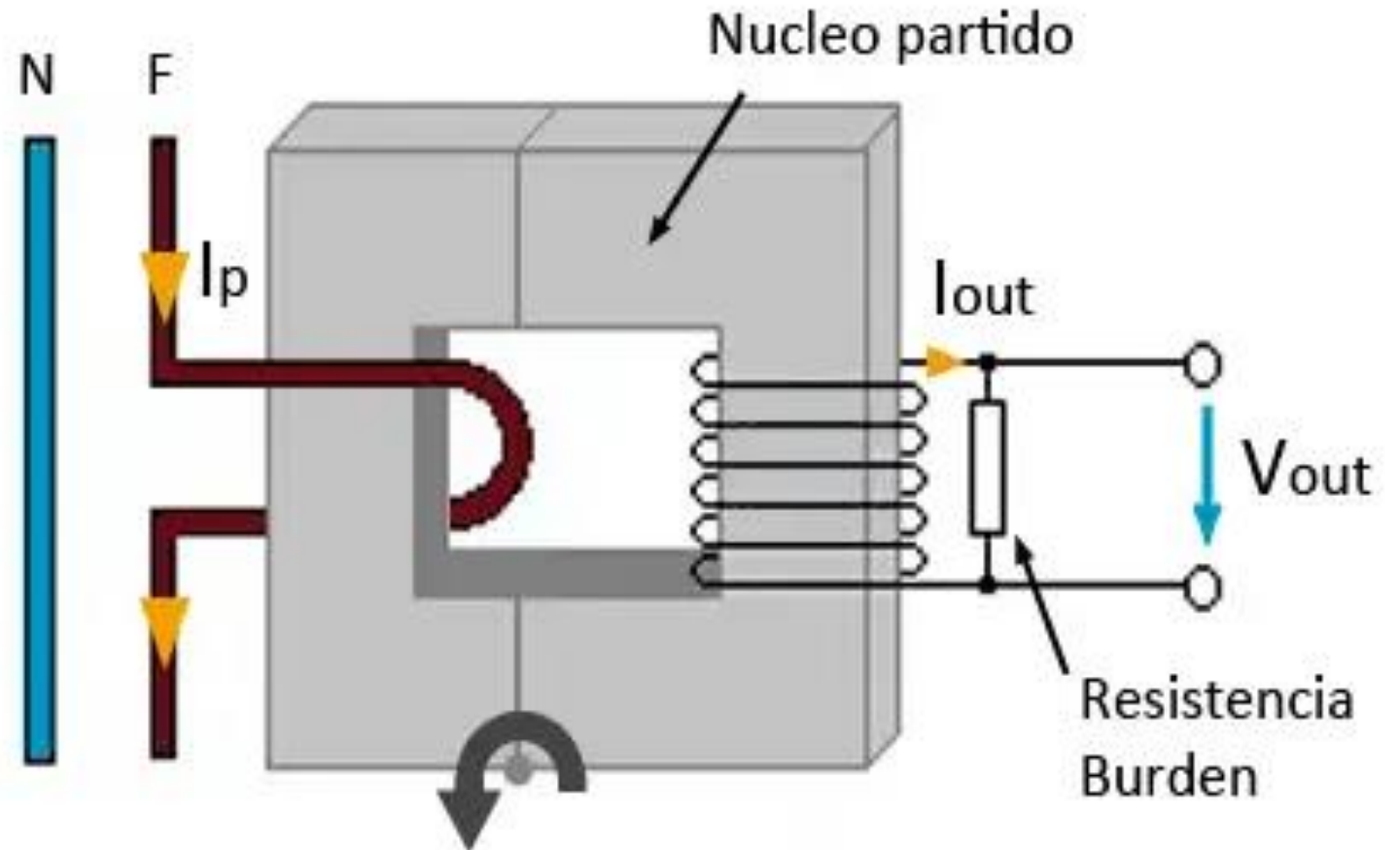
**[DATASHEET / HOJA DE DATOS](#)**

# SENSOR DE CORRIENTE NO INVASIVO: Principio de Funcionamiento

Acorde relación entre el numero de espiras:

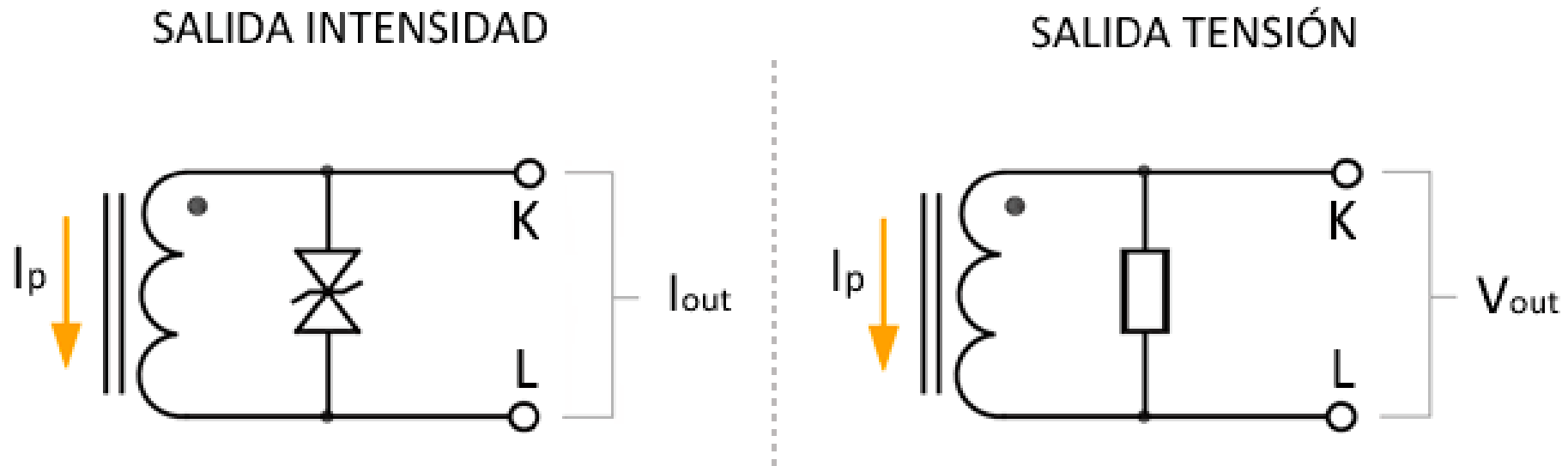
$$\frac{I_s}{I_p} = \frac{V_p}{V_s} = \frac{N_p}{N_s}$$

Pues la potencia transferida es conservativa





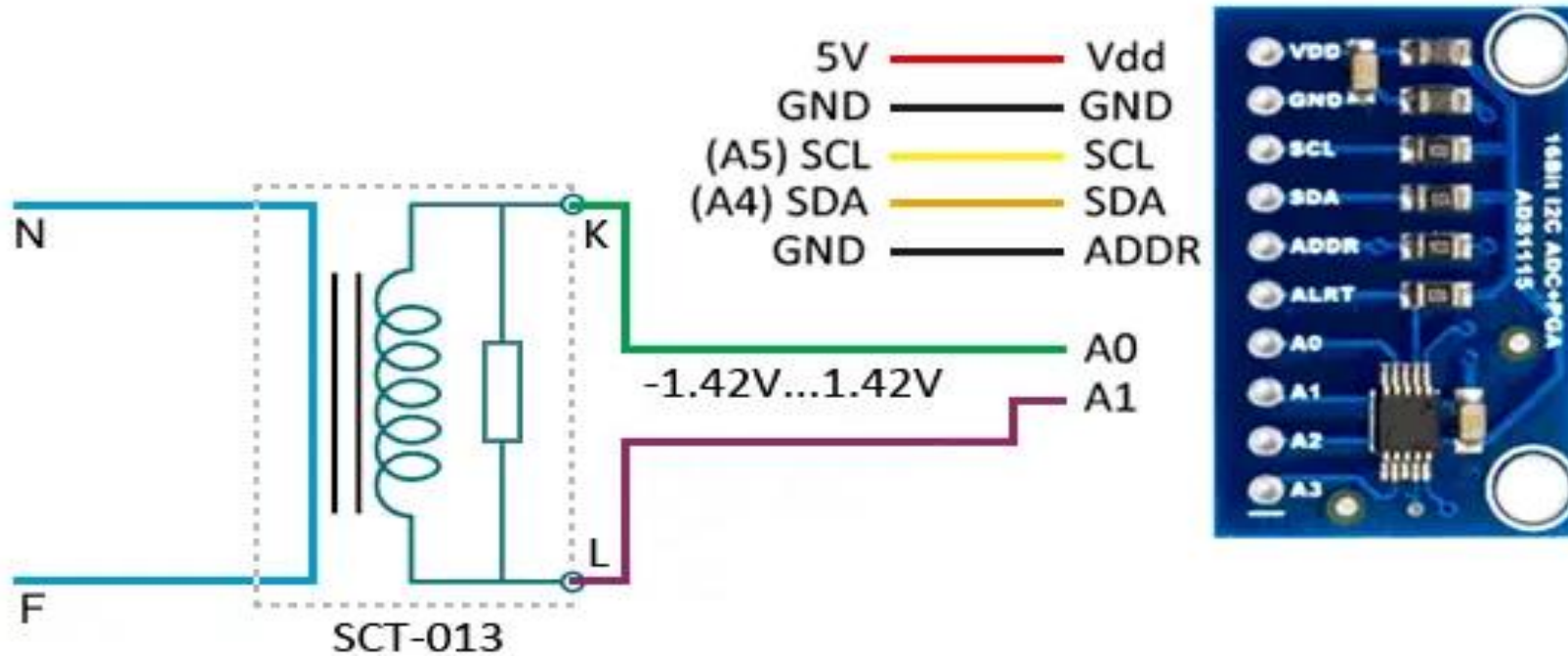
# SENSOR DE CORRIENTE NO INVASIVO: Diseño interno



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)**

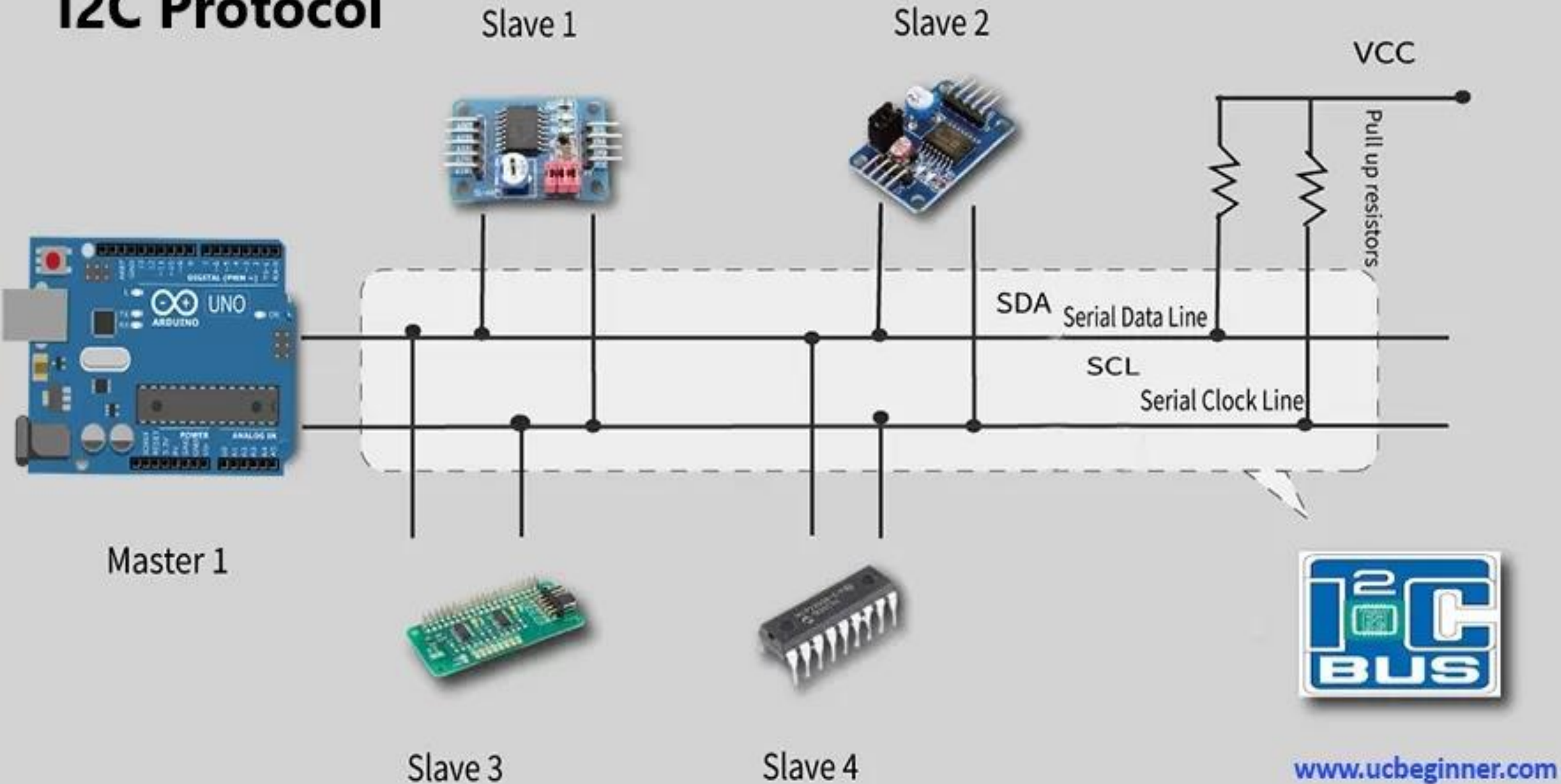
# SENSOR DE CORRIENTE

## NO INVASIVO: Montaje circuital prop.



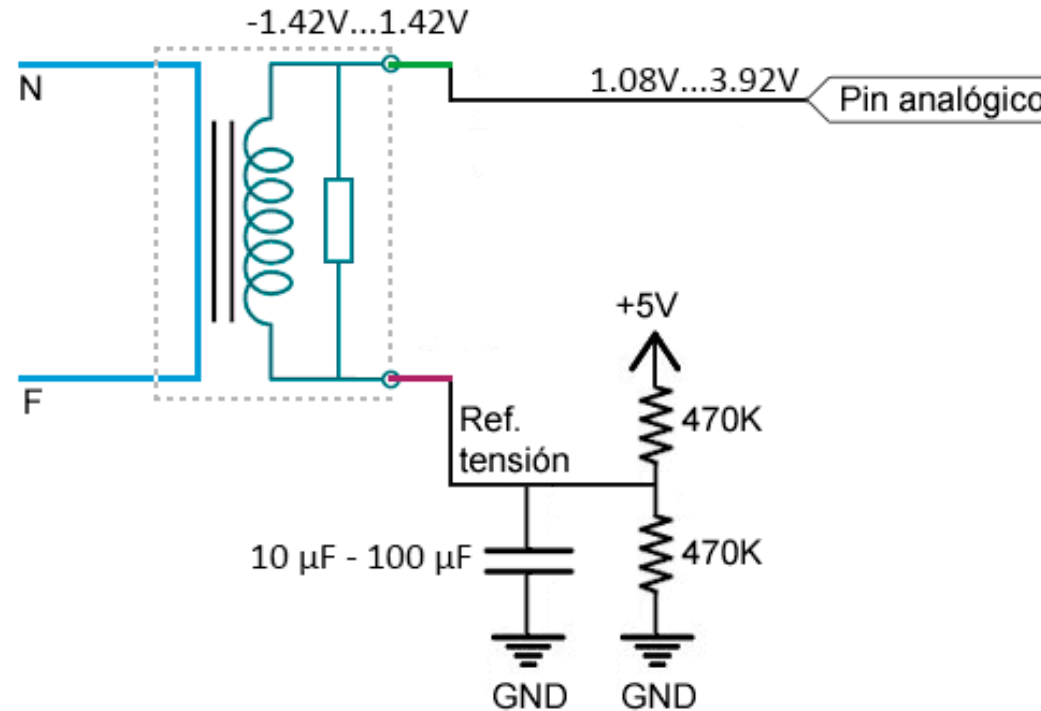
- Normalmente los SCT proporcionan una salida, de tensión o corriente, de tipo alterna incluso tenga una resistencia burden incorporada(33 ohm)
- Los SCT con salida 1VRMS tendrán como valores tope  $\pm 1.4142$  , por ende el ADC externo ADS1115(I2C) debe ser configurado para leer en un rango de  $\pm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

# 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)



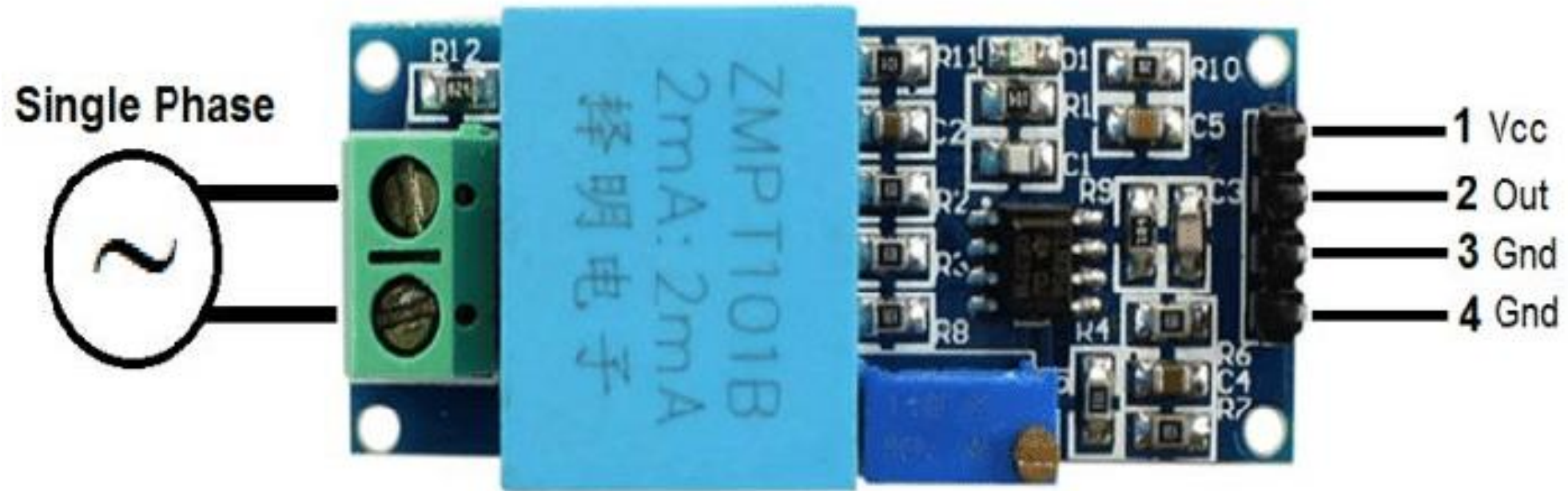
# ADC EXTERNO ADS1115:

## Hoja de Datos+

## Librería

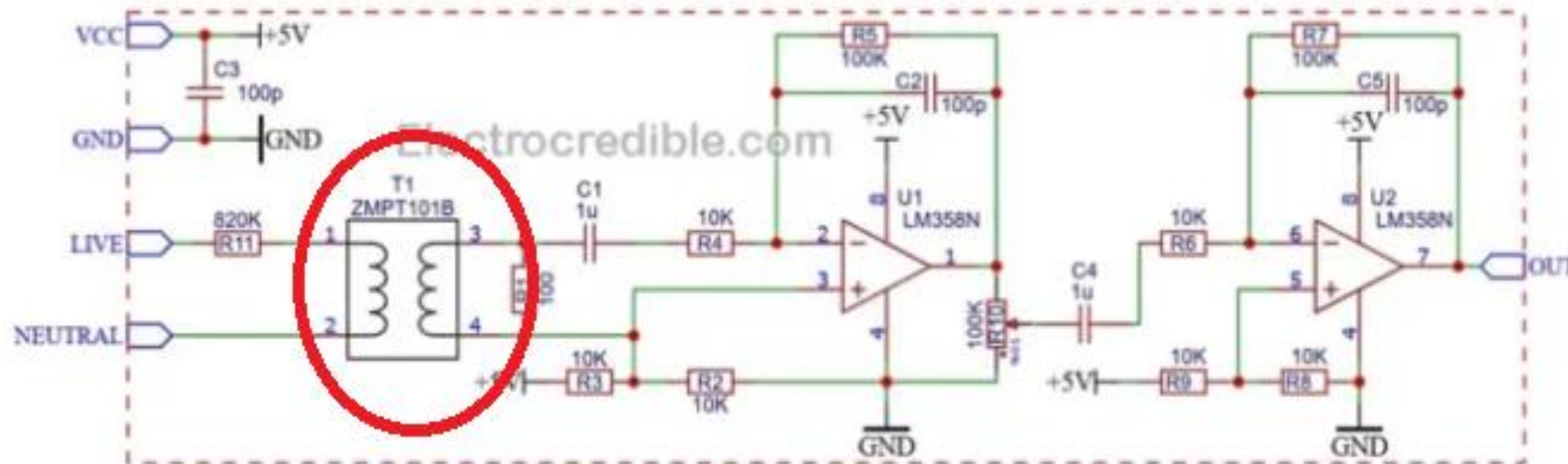
- Suelen existir librerías(**código externo**) que es posible integrar en el entorno de Arduino.
- Para el caso de ADS1115 tenemos la [librería de Adaruit ADS1X15](#) + [Adafruit IO](#)
- Esto permitirá una lectura de los valores de medición directamente

# SENSOR / MODULO ZMPT101B



# SENSOR / MODULO ZMPT101B

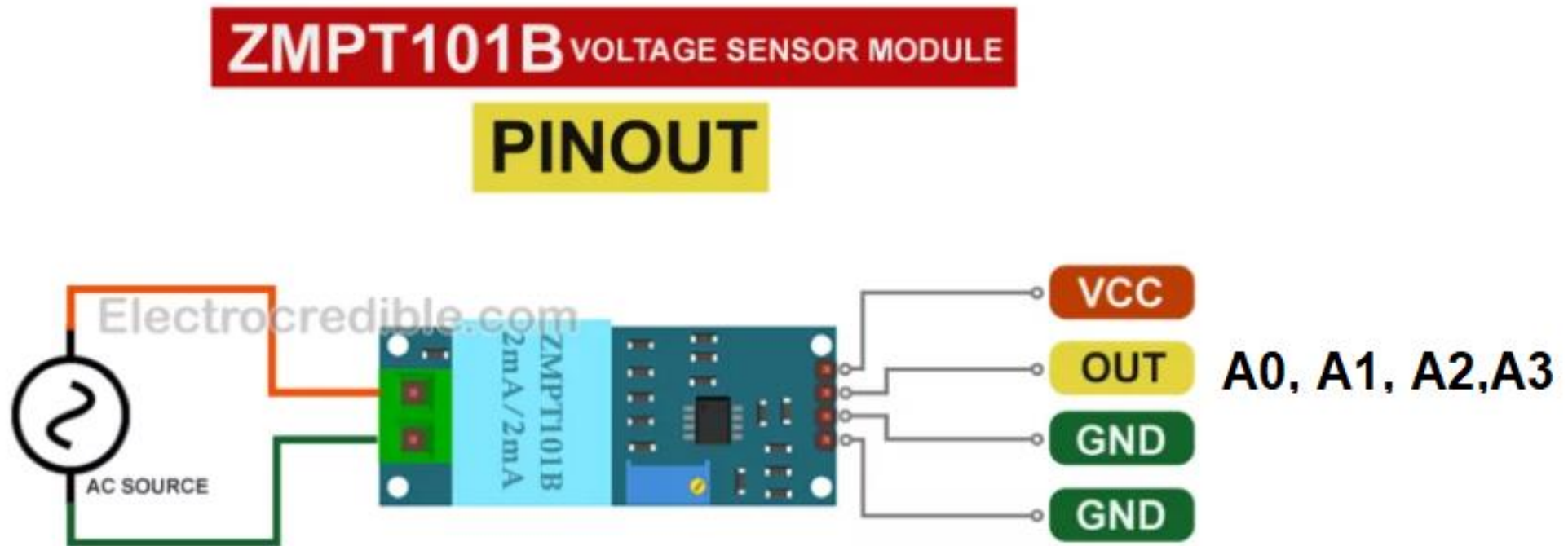
## ZMPT101B Module Schematic



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

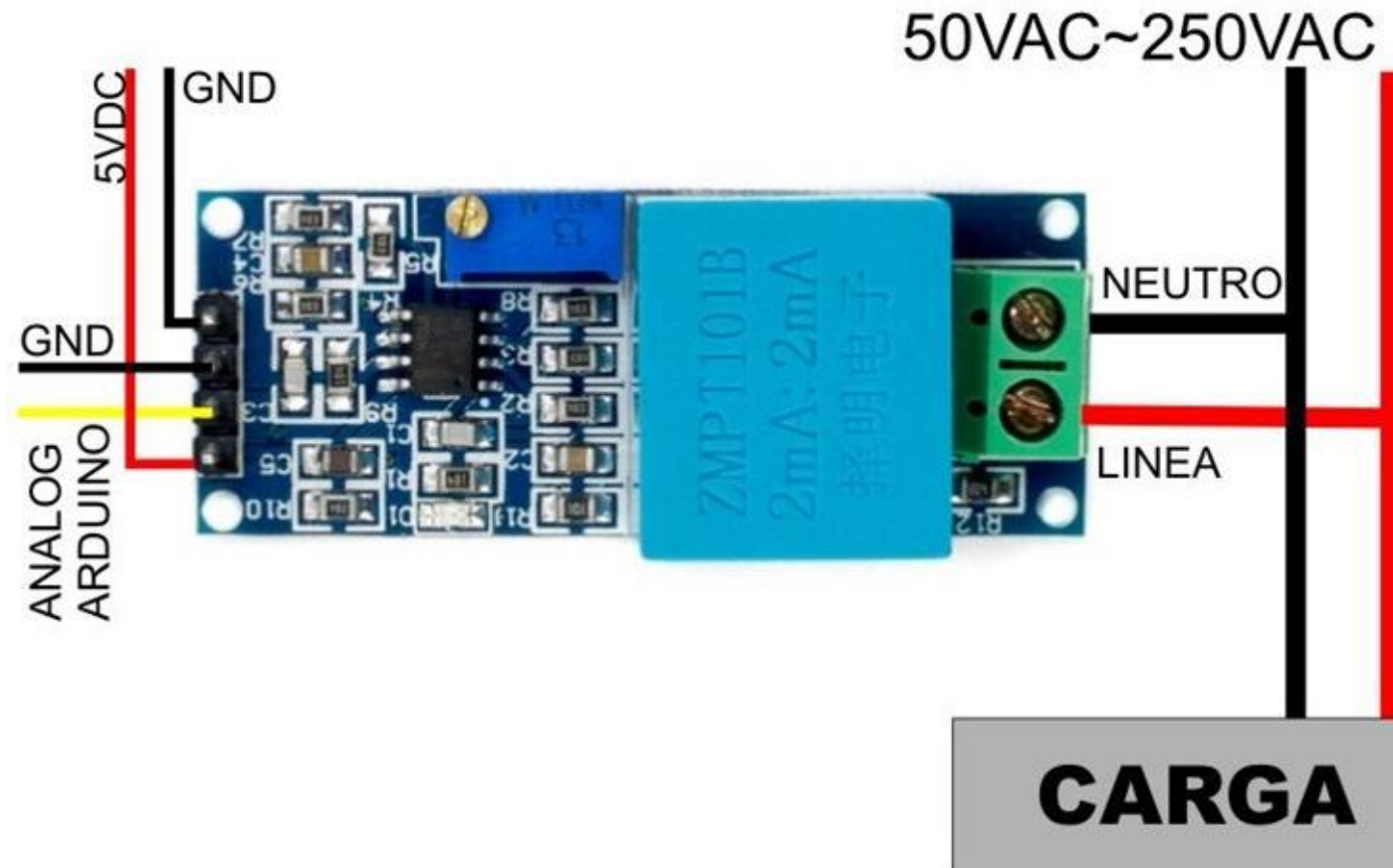
¿Cómo conectarlo al MUC/Arduino?





# 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

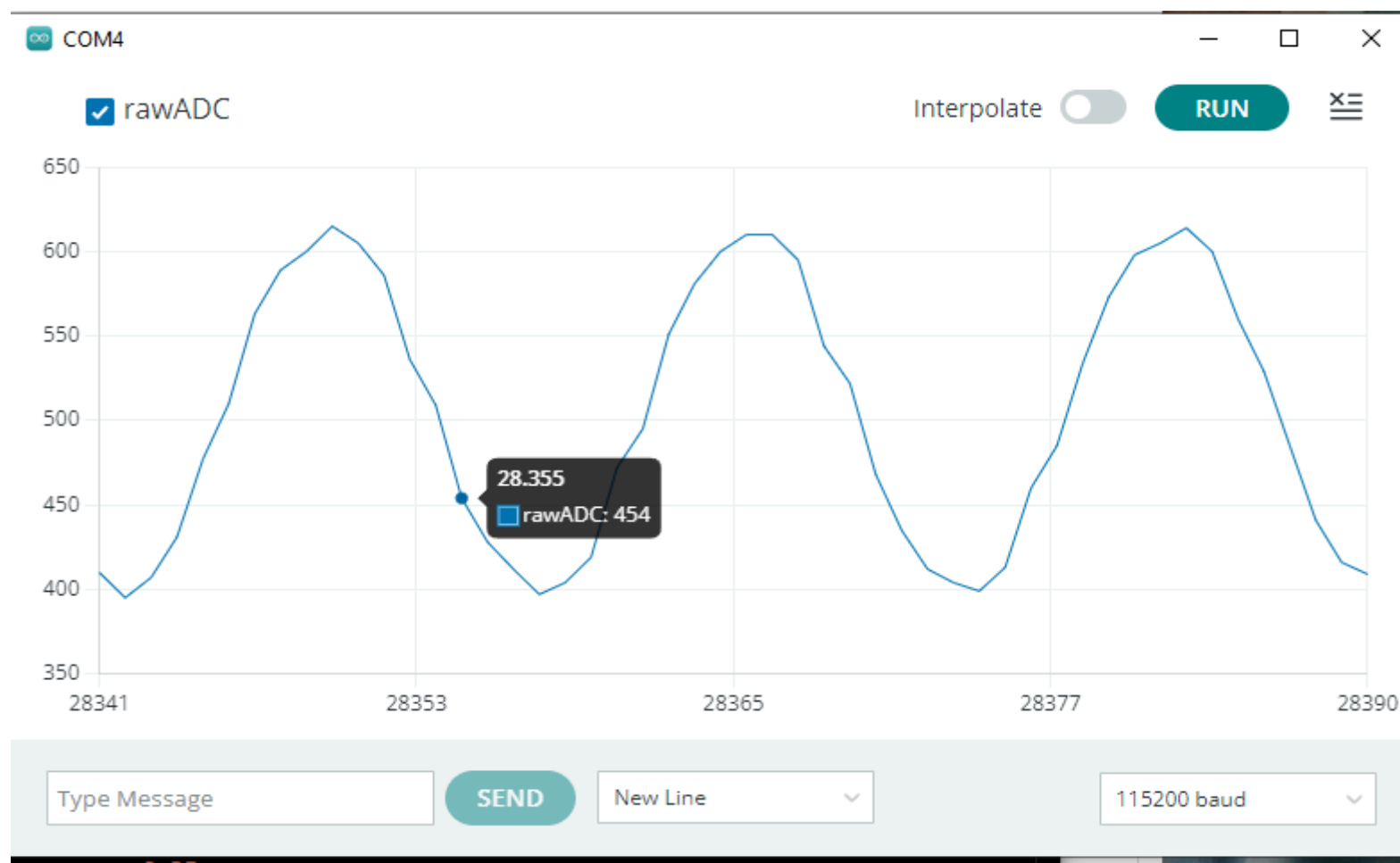
# SENSOR / MODULO ZMPT101B

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
```

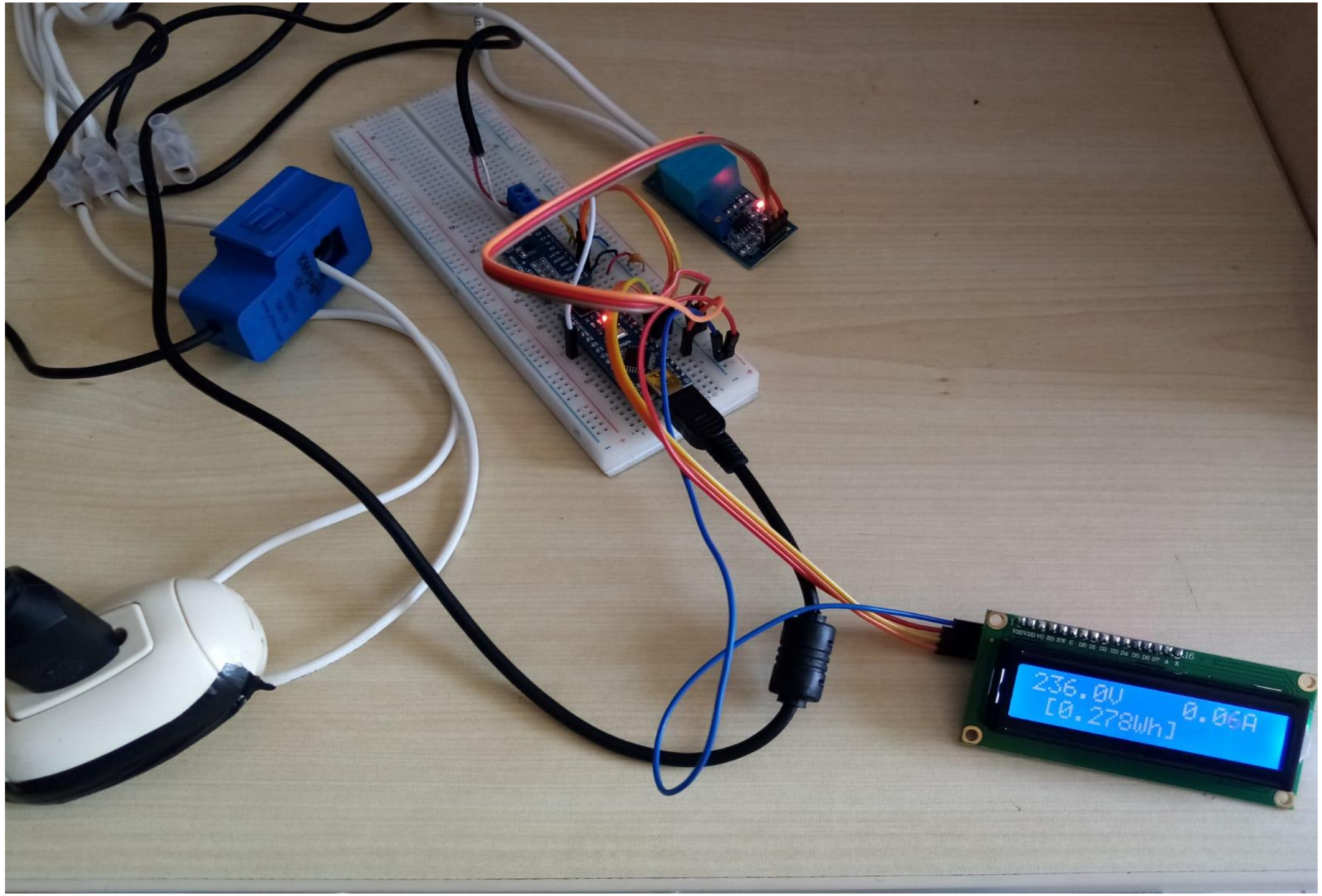
# SENSOR / MODULO ZMPT101B

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**



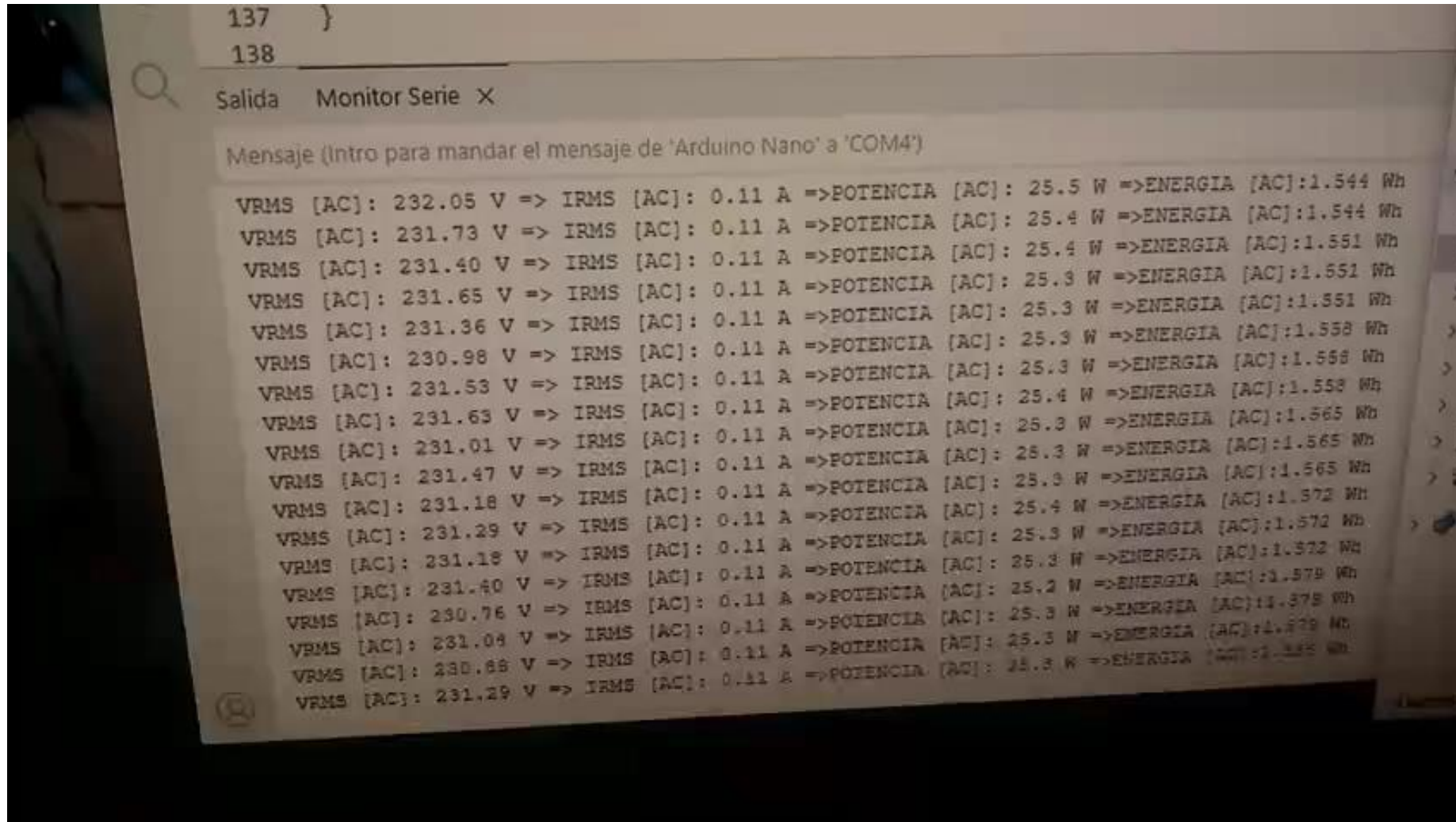
# **ARMADO Y FUNCIONAMIENTO COMPLETO**

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





# FUNCIONAMIENTO EN CONSOLA



# 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

