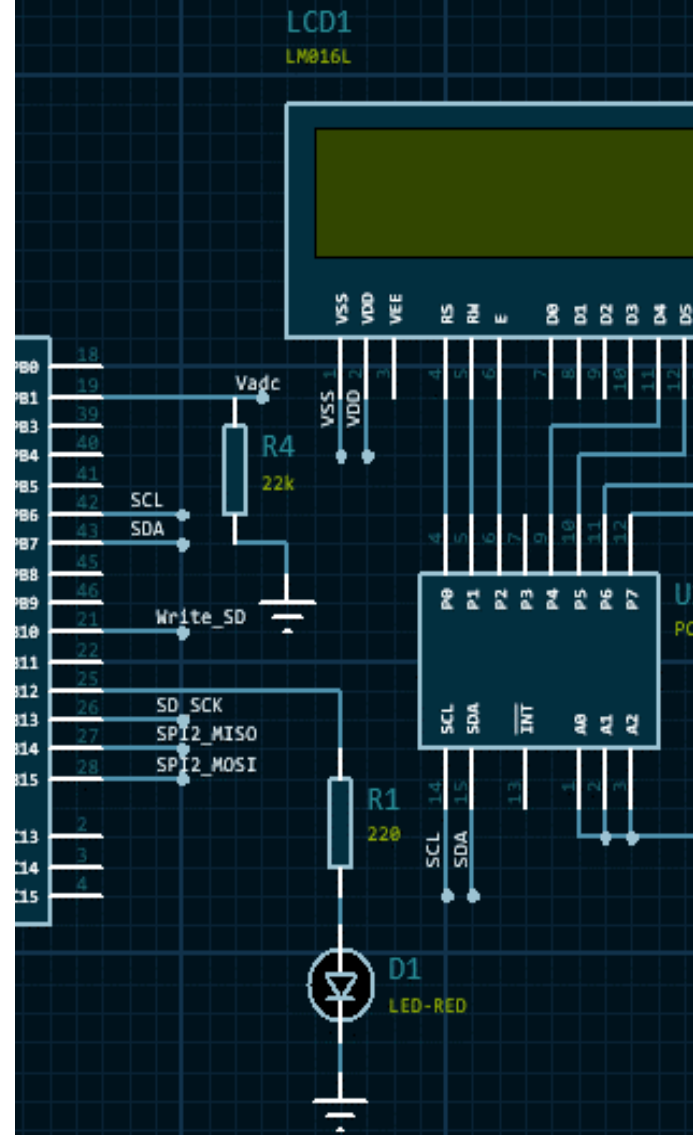


# VATÍMETRO DIGITAL REGISTRADOR

29 NOVIEMBRE

Creado por: GUERRERO, Valentin; MAGNI,  
Exequiel; VILLARROEL, Francisco; VIÑOLO,  
Franco



# PROYECTO MEDIDAS ELECTRÓNICAS I

- Proyecto:

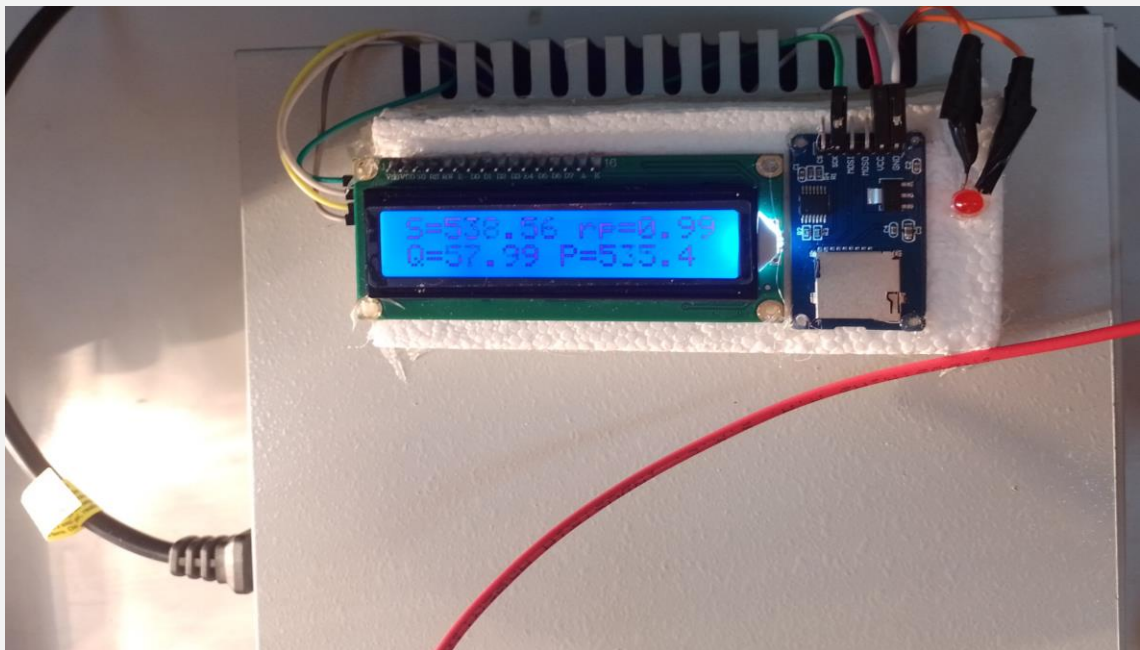
## VATÍMETRO DIGITAL REGISTRADOR

### Objetivo general:

Efectuar mediciones con la mayor exactitud y precisión posible. Minimizar los errores presentes en la medición. Alcanzar valores de resolución y sensibilidad óptimos para el campo propuesto (medición de líneas monofásicas). Registrar mediciones para el uso posterior de los datos.

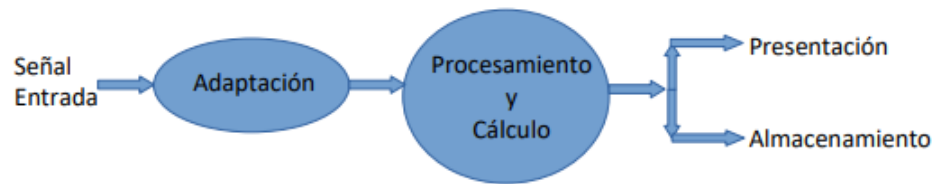
- Desarrollo:

Para la propuesta del VATÍMETRO DIGITAL (tipo monofásico) se desarrollo la idea de la utilización del MCU STM32F103C8T6 (el cual posee dos conversores A/D de 12 bits), adaptando previamente la señal con un transformador reductor de tensión y un sensor de corriente de efecto hall. Las operaciones son realizadas con el propio microcontrolador para mostrar los parámetros de medición restantes.



- Etapas del proyecto:

Se dividió el circuito en las siguientes etapas:



La señal de entrada (sea corriente o tensión), ingresa a una etapa encargada de adaptar los valores de amplitud para la utilización de conversores análogo-digital (ADC). El procesamiento de las señales será realizado con el Módulo de Desarrollo STM32F103C8T6 (Blue Pill). La presentación de la información se hará en una pantalla LCD presentando valores de Adaptación Señal Entrada Procesamiento y Cálculo Presentación Almacenamiento tensión pico, corriente pico, potencia activa, potencia reactiva, potencia aparente y ángulo de fase. Se dispondrá la posibilidad de guardar las mediciones realizadas en una memoria SD CARD junto con la fecha de la medición proporcionada por el RTC de la Blue Pill.

- Parámetros de medición:

La idea respecto a los posibles valores a tomar se desarrollo en funcion de la tension de fase cercana a  $V_F=220$  [V] y corrientes de hasta 5 [A].

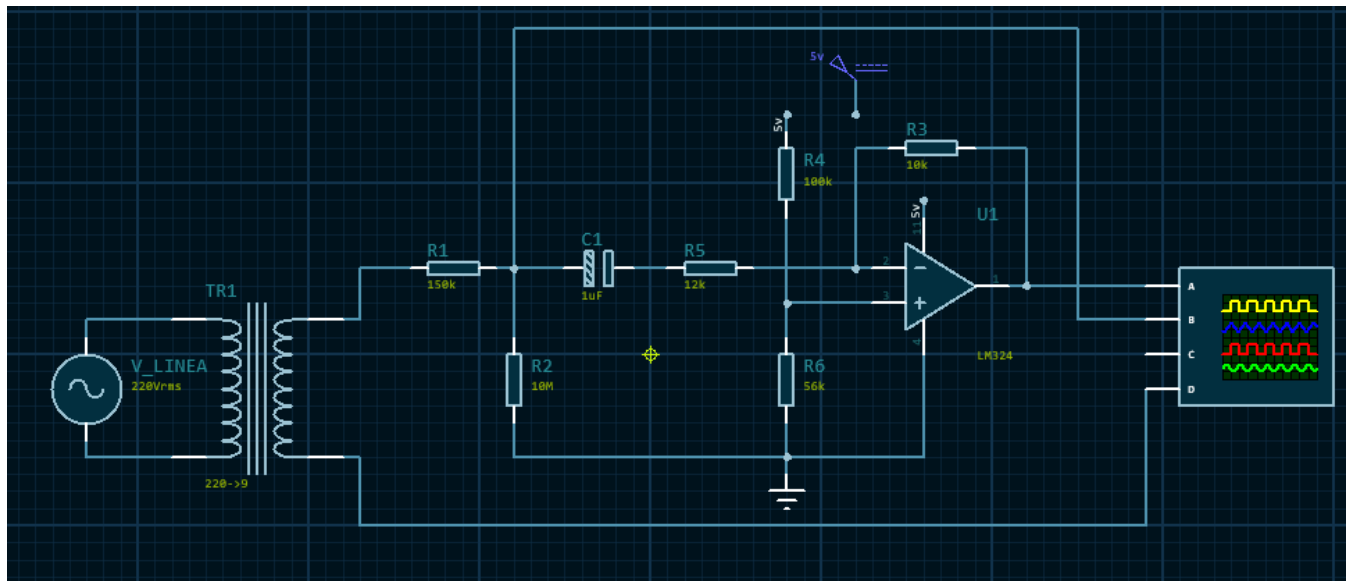
Tomando estos parametros en varias muestras durante el período, determinamos el valor de la tensión y corriente RMS.

$$V_{rms} = \sqrt{\frac{X_1^2 + X_2^2 + \dots + X_n^2}{n}} \quad I_{rms} = \sqrt{\frac{X_1^2 + X_2^2 + \dots + X_n^2}{n}}$$

A partir del producto de estos valores, fuimos capaces de (mediante cálculo) obtener la potencia aparente.

- Tensión:

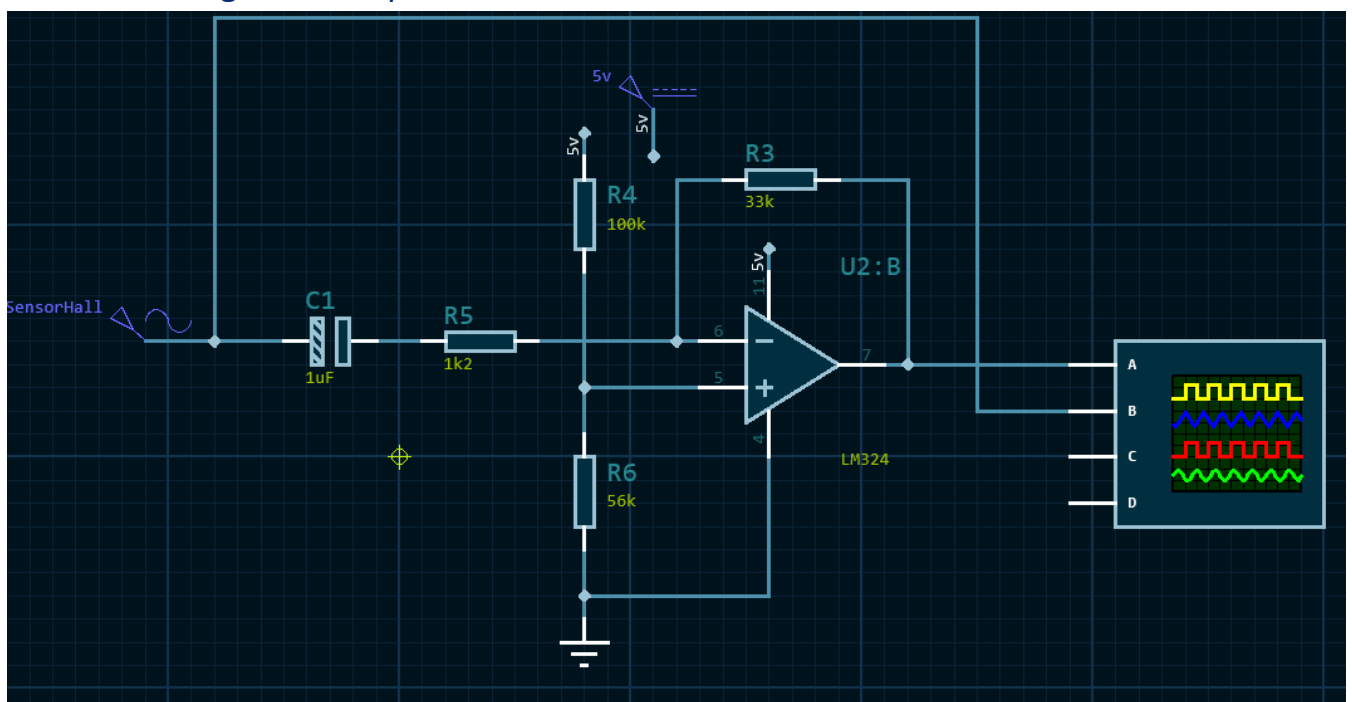
Para el circuito desarrollado para la adaptación de tensión se realizó lo que detalla el siguiente esquema:



Se redujo la tensión con un transformador monofásico, con una salida de 9V, cuya tensión se redujo posteriormente con un divisor resistivo. El conversor propio del microcontrolador tiene un rango de tensiones que va de 0V a 3,3V por lo que se tuvo que montar la señal alterna a una continua a traves de un amplificador operacional. Se realizaron los cálculos mencionados anteriormente para la tensión en valores RMS.

#### ■ Corriente:

Se realizó el siguiente esquema:

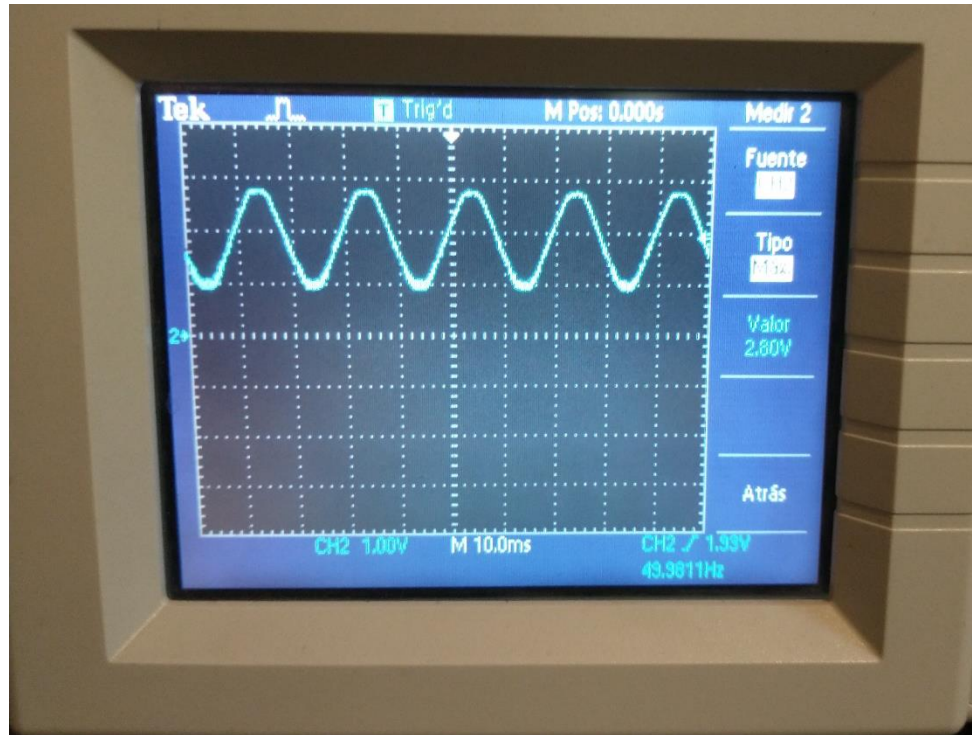


Vemos que la salida del sensor de efecto Hall, se conectó directamente al operacional donde se realizó la misma logica que para tension, montar la señal alterna sobre un valor de continua debido a las especificaciones de los conversores A/D. Para este caso

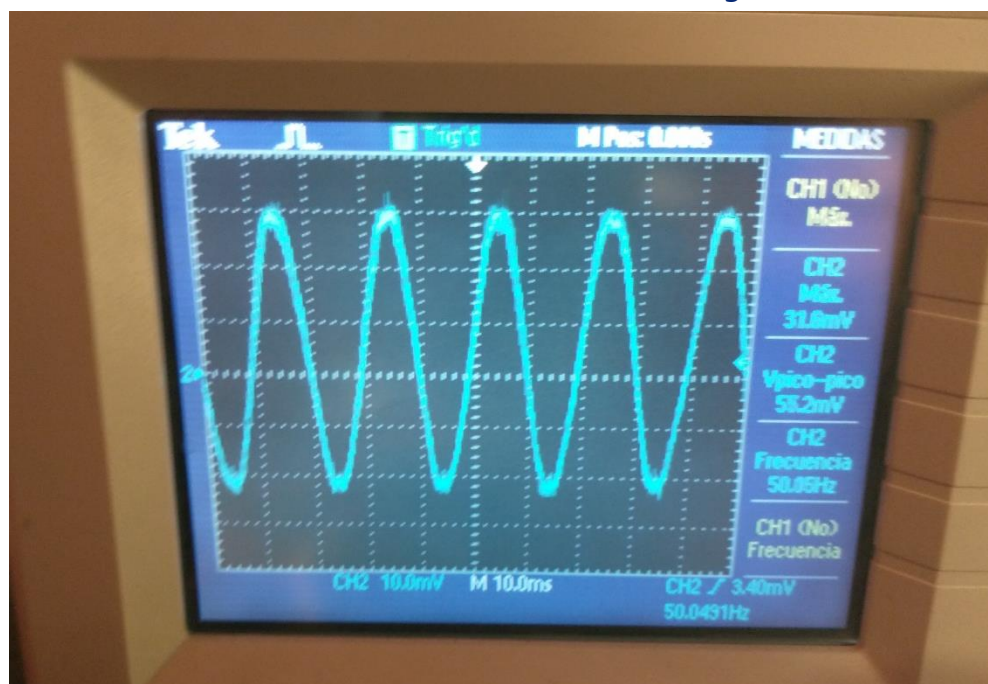
no fue necesario un atenuador resistivo ya que el sensor nos da valores de tensiones salida muy pequeños.

*NOTA: Los amplificadores operacionales utilizados corresponden a la pastilla del integrado LM324, el cual posee 4 operacionales diferentes.*

*Salida del amplificador operacional del circuito de tensión*

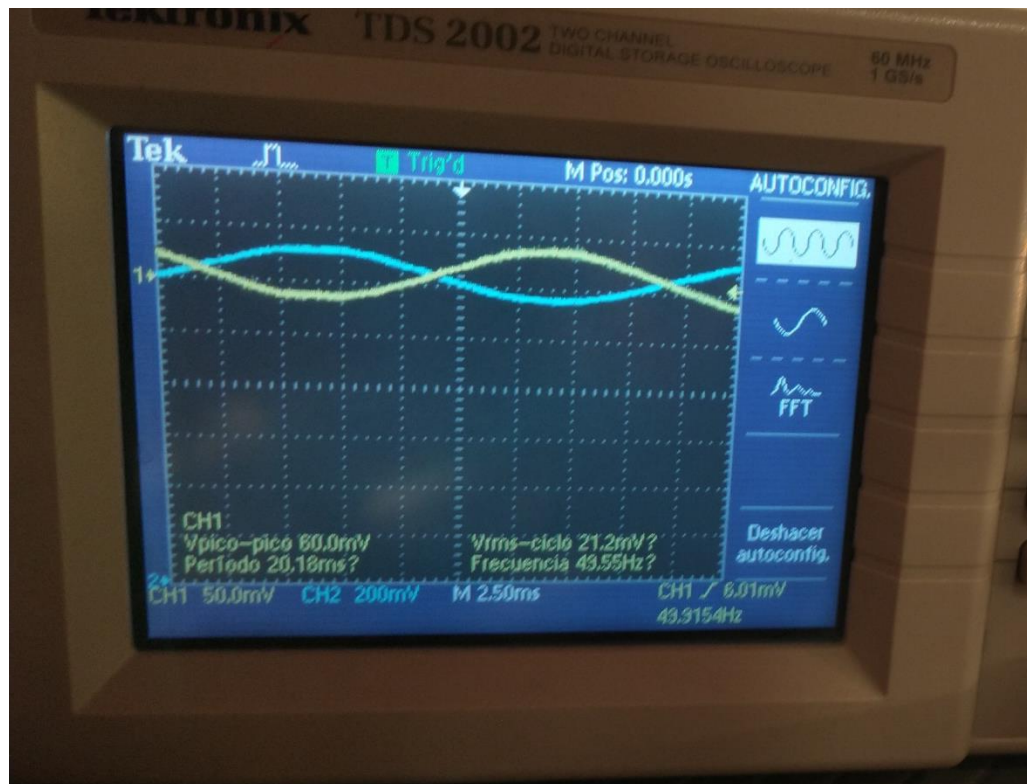


*Salida del sensor de corriente con una carga de 100W*





*Comparación entre la entrada y salida del amplificador operacional del circuito de corriente (Canal 1 entrada y canal 2 salida)*

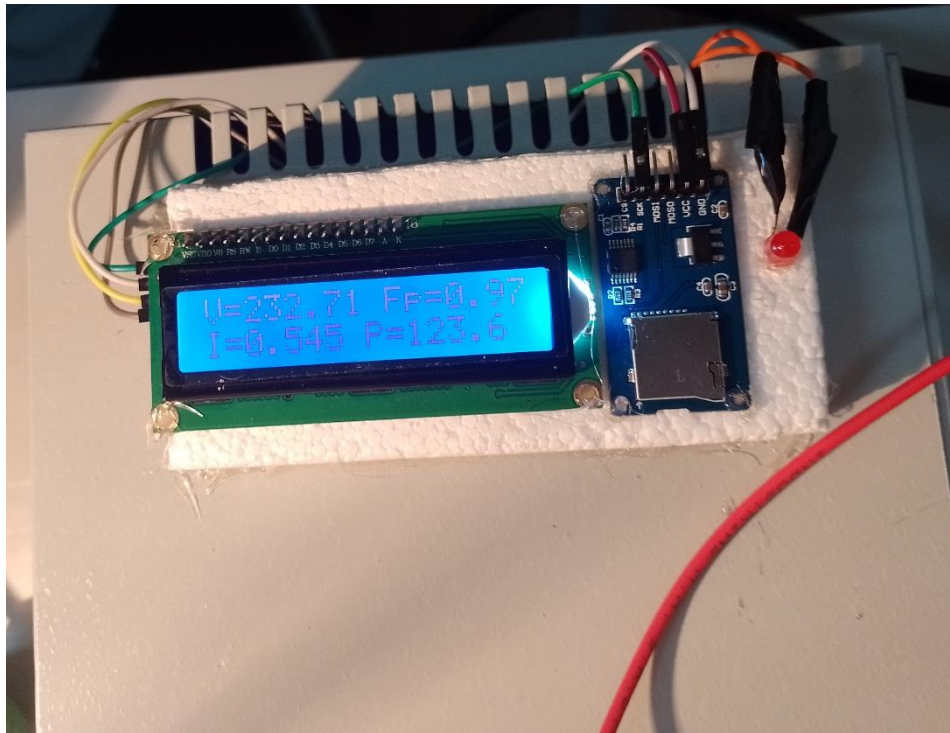


- Datos mostrados:
  - *POTENCIA ACTIVA*
  - *POTENCIA REACTIVA*
  - *POTENCIA APARENTE*
  - *TENSIÓN*
  - *CORRIENTE*
  - *FACTOR DE POTENCIA*

- Muestra de datos:

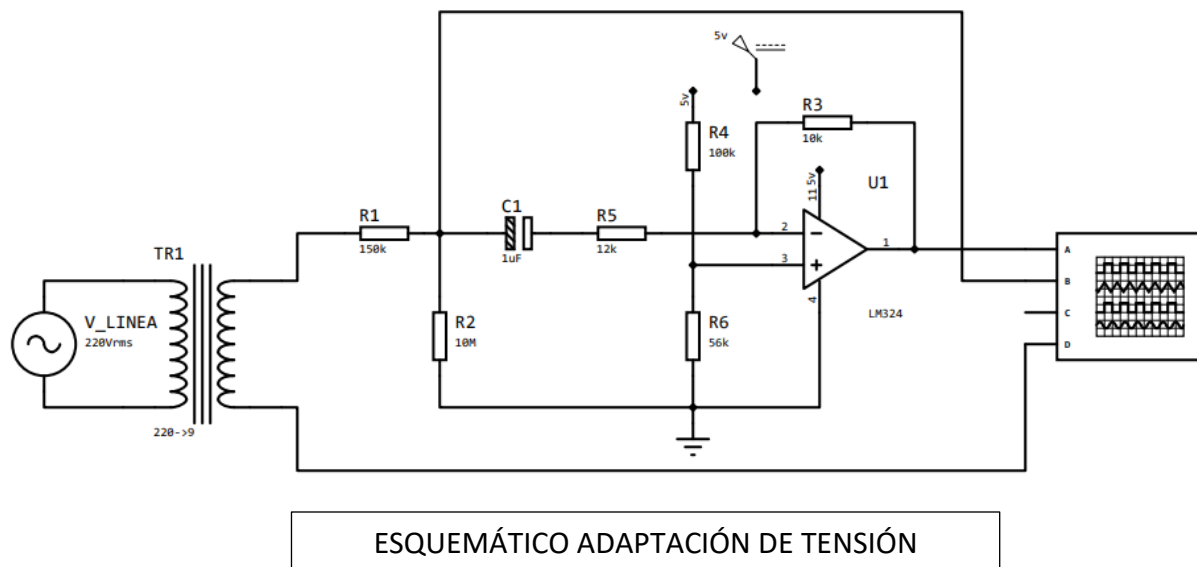
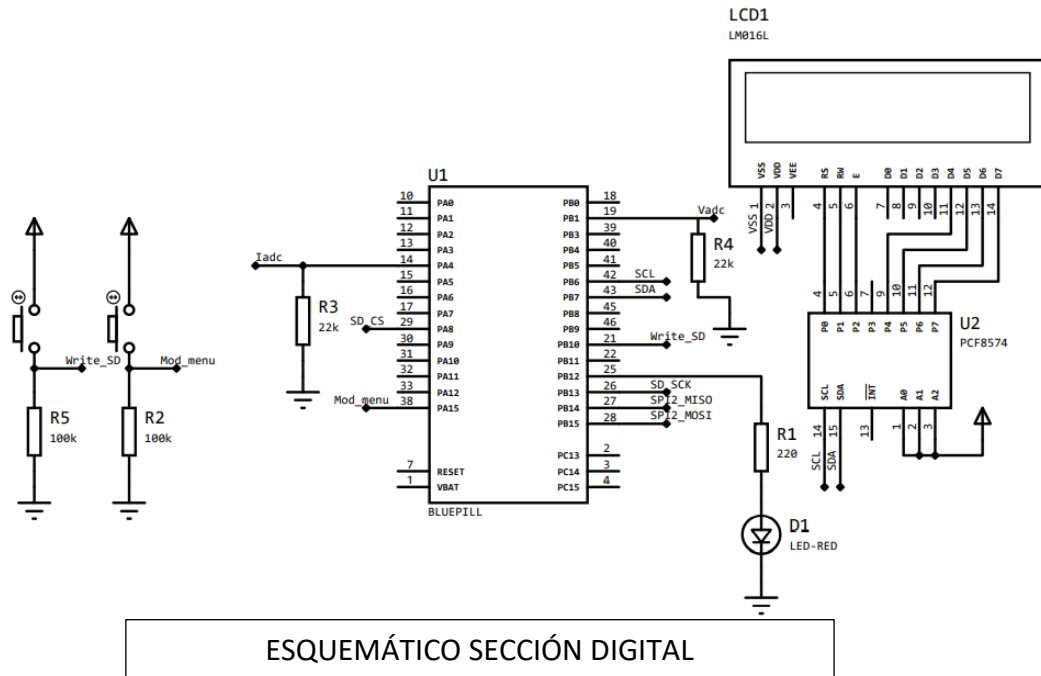
Los datos son mostrados a través de un display LCD 16x2, el cual posee comunicación I<sup>2</sup>C con el MCU. Se mostrará con una tasa de refresco muy alta.

Además, se desarrolló la función de registrar los datos en una memoria SD, para que luego de haber realizado la medición, se pueda tener registro de los valores obtenidos en una tabla.

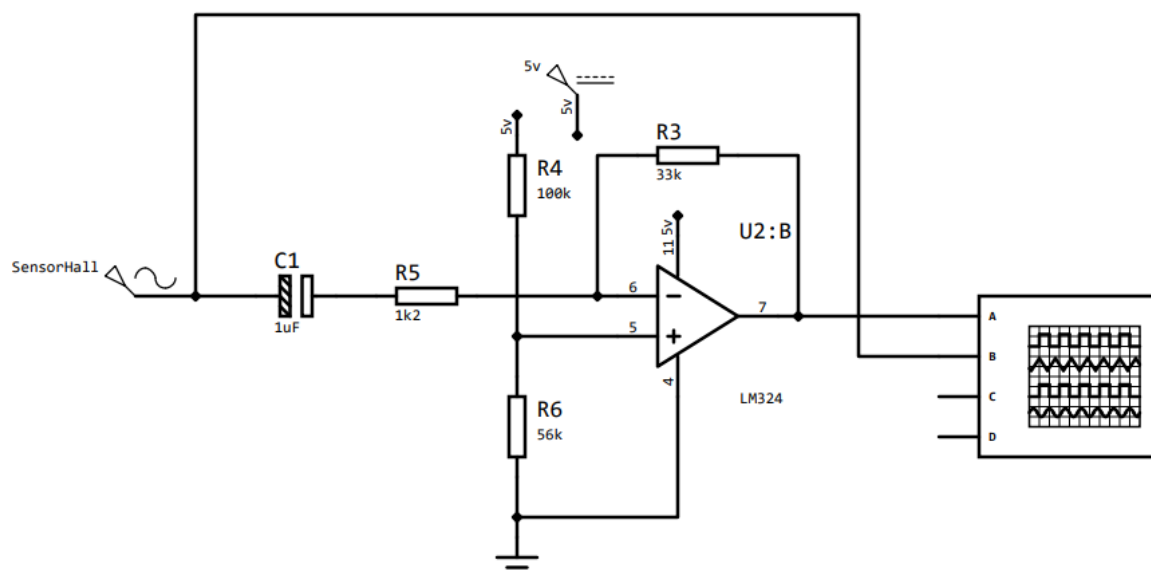


Se observan en las imágenes anteriores los valores de tensión, corriente. En la segunda imagen, donde se aumentó la carga, tenemos los valores de potencia aparente, reactiva y activa junto con el factor de potencia.

- Diagrama esquemático:



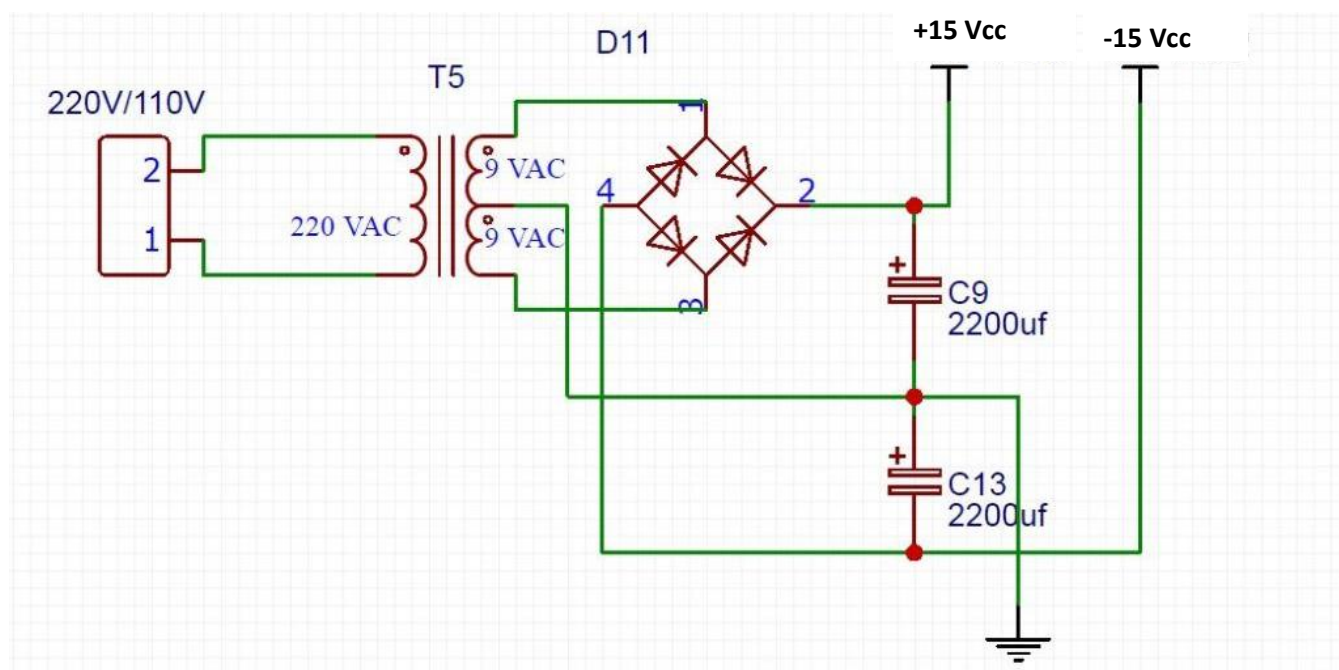




ESQUEMÁTICO ADAPTACIÓN DE CORRIENTE

#### ■ Fuente de alimentación:

Para la alimentación del instrumento se propuso realizar una fuente de tensión. Esta tiene que ser de tipo simétrica, ya que la alimentación del sensor es de  $\pm 15V$ , se realizo con el siguiente circuito:



A la salida de los terminales de +15V y -15V se le conectó un regulador 7815 y 7915, respectivamente, para obtener una salida de tensión regulada. Además, se tuvo en cuenta la idea de alimentar los operacionales con 5V. Para ello, añadimos otro regulador 7805.

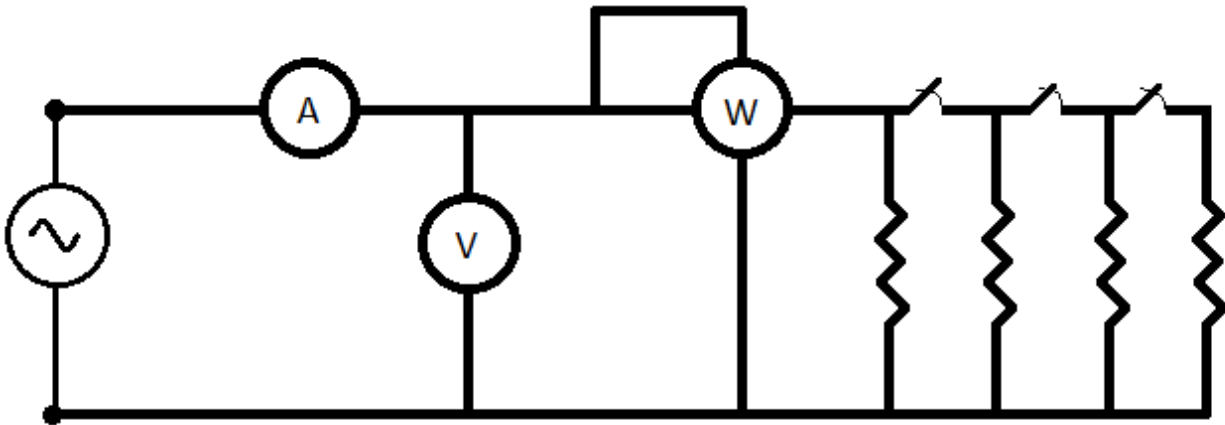
- Controles:

Se dispondrá de dos pulsadores que controlan:

- **Grabación en la memoria SD.**
- **Acceso al menú de datos mostrados en el LCD.**

- Medidas efectuadas:

Se realizó la contrastación con un instrumento del laboratorio, y con diferentes cargas:



Para el ensayo se colocaron focos de filamento de 150W cada uno, y se fueron sumando en paralelo uno a uno. Para este ensayo de laboratorio se comprobó que la linealidad del sensor de corriente no es la especificada en la hoja de datos. El error para cada una de las cargas fue contradictorio.

El vatímetro monofásico utilizado en el ensayo de contrastación es el mostrado en la foto a continuación.



## TABLAS DEL ENSAYO DE LABORATORIO:

Contrastación					
FOCOS	Vatímetro Patrón En W	Vatímetro Dig. En W	Tensión indicada en el vatímetro	Corriente Indicada en el vatímetro	Error relativo
1	145	141	233,3 V	0,604 A	0.027
2	290	279	232,9 V	1,197 A	0.037
3	440	435	232,8 V	1,868 A	0.011
4	600	587,5	233,2 V	2,519 A	0.020
5	740	736,5	232,9 V	3,162 A	0.004
4	600	587,5	233,2 V	2,519 A	0.011
3	445	441	233,0 V	1,893 A	0.008
2	300	289	232,9 V	1,240 A	0.037
1	150	145	233,3 V	0,596 A	0.033

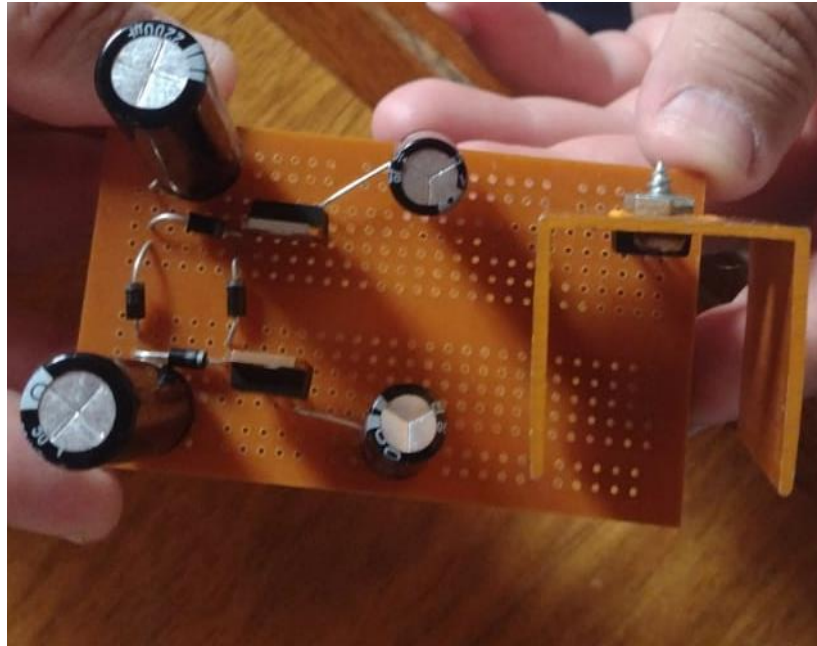
- ERROR DETERMINADO:**

**POTENCIA ACTIVA:**

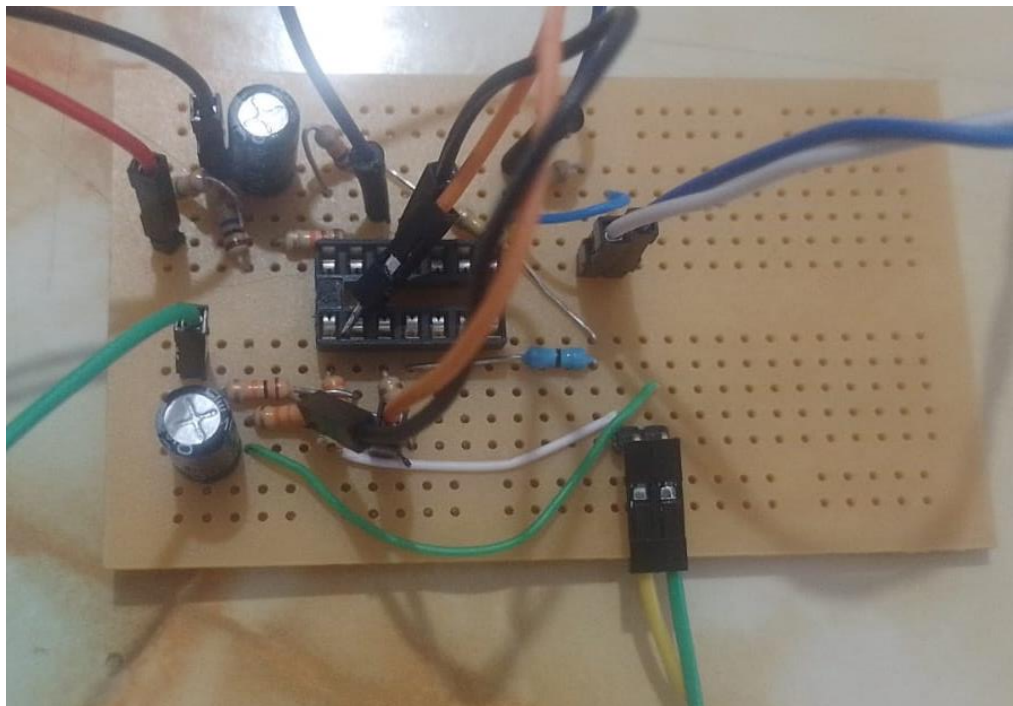
Error relativo: 0,037 – Error rel. porcentual: 3,7%

- Montaje:

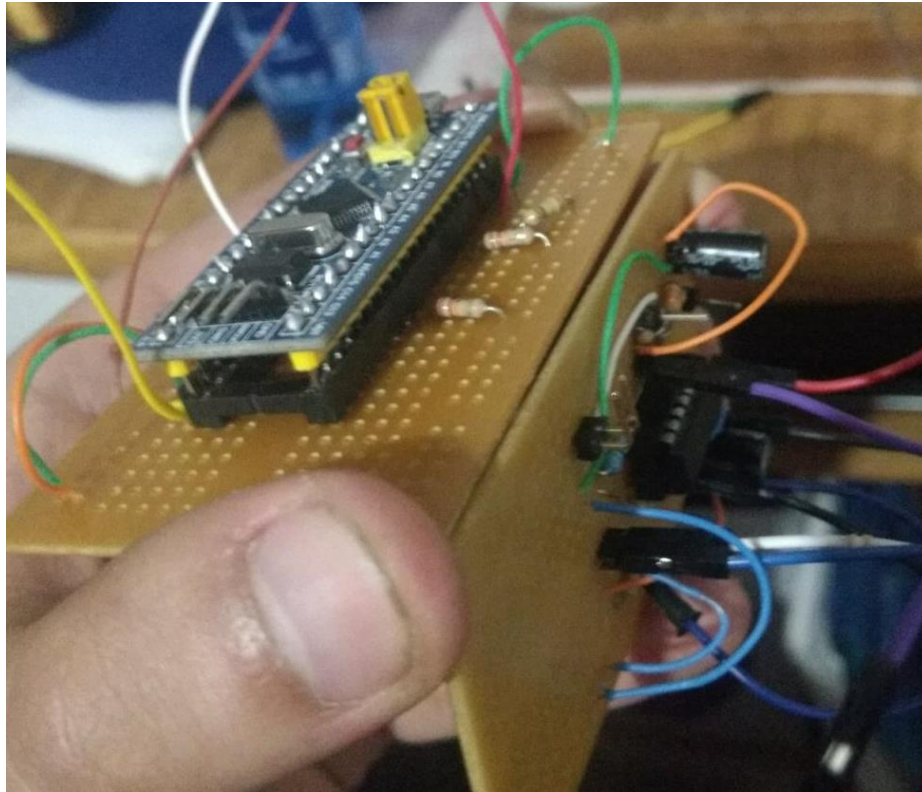
Para el instrumento se realizó una fuente partida de +/-15V, ya que el sensor de corriente necesita de la alimentación partida. Además se obtuvo de la fuente 5V, que servirán para alimentar el operacional, el cual se alimentará con +5V y 0V. A continuación se describe el circuito realizado en la placa:



En otra placa se diseñó el circuito que proporciona el valor de offset de la señal, el cual se realizó con un operacional LM324.



Para una optimización del lugar dentro del gabinete se desarrollaron varias propuestas para la ubicación de las placas.



Se optó por la alternativa más eficiente en cuanto al funcionamiento, debido a que dentro del gabinete tendremos transformadores. Por lo que se colocó las dos placas alejadas de los transformadores.



El montaje externo incluye el LCD que mostrará los datos obtenidos, el puerto de micro SD, y un led que indicará cuando se presione el pulsador colocado en la cara frontal del gabinete que grabará en la memoria. Además, hay un segundo



pulsador en la cara frontal para desplazarse por el menú de la pantalla. Posee una tecla para encendido del instrumento, el cual esta alimentado por una tension 220V que es conectada directamente al tomacorriente de la instalación en la que se trabaja (debe tenerse en cuenta que la tensión que alimenta nuestra carga a medir, debe ser la misma tensión que alimenta el instrumento).

**Comentarios:**

- **Para obtener una mejor medición de la corriente podemos optar por reemplazar el sensor de corriente de efecto Hall por algun shunt.**
- **Incluir el LCD dentro del propio gabinete.**

**HOJAS DE DATOS:**

[Hoja de datos Sensor de corriente.](#)

[Hoja de datos LM324.](#)

[Hoja de datos STM32F103C8T6.](#)

[Hoja de datos LCD 16x2 I<sup>2</sup>C.](#)

[Hoja de datos de LM7815.](#)

[Hoja de datos de LM7915.](#)

[Hoja de datos de LM7805.](#)