

**Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez.**

**Héctor Santiago Chamé.**

**9° Semestre.**

**Ing. Electrónica**

**Asesor:**

**M. en C. Arnulfo Cabrera Gómez.**

**Revisores:**

**L.F.M. Lester Acosta Maza.**

**Ing. Francisco Ramón Sánchez Rodríguez.**

**Reporte de Residencia:**

**Fuente de corriente estabilizada programable con  
protección sobrecorriente y voltaje.**

<b>Índice.</b>	<b>Página.</b>
<b>Capítulo 1.....</b>	<b>4</b>
<b>1.- introducción.....</b>	<b>4</b>
<b>2.- Objetivo general.....</b>	<b>6</b>
<b>3.- Objetivos específicos.....</b>	<b>6</b>
<b>4.- Planteamiento.....</b>	<b>7</b>
<b>5.- Justificación.....</b>	<b>8</b>
<b>6.- Delimitación.....</b>	<b>9</b>
<b>Capítulo 2.....</b>	<b>10</b>
<b>2.1.- Diagrama a bloques.....</b>	<b>10</b>
<b>2.2.- Explicación de las funciones de cada grupo.....</b>	<b>10</b>
<b>2.2.1.- El transformador.....</b>	<b>10</b>
<b>2.2.2.- La etapa de rectificación.....</b>	<b>11</b>
<b>2.2.3.- Etapa de Filtrado.....</b>	<b>11</b>
<b>2.2.4.- Regulador de voltaje.....</b>	<b>12</b>
<b>2.2.5.- Fuente de corriente.....</b>	<b>12</b>
<b>2.2.6.- Sensor de corriente. ....</b>	<b>12</b>
<b>2.2.7.- Sensor de voltaje.....</b>	<b>12</b>
<b>2.2.8.- El Arduino.....</b>	<b>12</b>
<b>2.3.- Soporte teórico.....</b>	<b>13</b>
<b>2.3.1.- Arduino Mega.....</b>	<b>13</b>
<b>2.3.1.1.- Visión General.....</b>	<b>13</b>

2.3.1.2.- Resumen.....	13
2.3.2.- Sensor de voltaje.....	14
2.3.3.- Sensor de Corriente.....	15
2.3.4.- Potenciómetro digital.....	16
Unidad 3.....	17
3.1.- Desarrollo del proyecto.....	17
3.1.1.- Diseño del Filtro.....	17
3.1.2.- Regulador de voltaje 5v.....	18
3.1.3.- Switcheo.....	18
3.1.5.- Diseño del Regulador de voltaje variable.....	19
3.1.6.-Diseño de la fuente de corriente.....	20
3.2.- Pruebas.....	21
3.2.1.- Medición de voltaje en la fuente.....	25
3.2.2.- Medición de corriente de la fuente con respecto al voltaje.....	27
3.3.-Resultados.....	28
3.4.-Conclusión.....	28

## Capítulo 1.

### 1.-Introducción.

La presente investigación de Residencia Profesional se refiere al diseño de una fuente de corriente estabilizada programable con protección de sobre corriente y voltaje.

La utilización de la fuente de corriente estabilizada es poco común pues se utiliza para los dispositivos que requieren de la corriente eléctrica y no del voltaje, también de que su alto costo hace que sea un poco difícil obtenerlo. Aun así ninguno de ellos cuenta con un sistema que guarde información y la proteja de cambios no deseados por otra persona.

El trabajo de investigación se encarga más que nada en la programación de la fuente de corriente, en donde la información está protegida por una cuenta de usuario, de tal modo que se podrá mantener protegidos los datos sin temor a ser alterados por otra persona.

El sistema de control se encargara de pedir un nombre de usuario, con el cual este podrá tener acceso a la fuente y así hacer uso de ella, guardara los datos obtenidos automáticamente, cuando se ingrese de nuevo el nombre de usuario los datos que tiene guardado con ese nombre será arrojado en la pantalla y se podrá hacer uso de ella o hacerle cambios, también se podrá crear nuevas opciones de trabajo en caso de que no se quiera cambiar el que ya se tiene y se podrán guardar varios datos.

También contara con un sistema de protección sobre corriente y voltaje, en la que se utilizaran dos sensores uno de corriente y otro de voltaje, estos se encargaran de monitorear los cambios que haya en el sistema y si alguno supera el dato programado, los sensores mandaran a la fuente una señal el cual hará que este se ponga en standby, éste nuevamente pedirá el nombre de usuario para poder seguir trabajando.

Las fuentes de alimentación de corriente continua estabilizadas tienen circuitos de regulación electrónicos para mantener la tensión continua a la salida lo más constante posible a un valor determinado. Las influencias como la fluctuación de la tensión de entrada o los cambios de carga en la salida se compensan eléctricamente en el rango funcional asignado.

La ondulación de la tensión de salida en fuentes de alimentación de corriente continua estabilizada es del orden de milivoltios y depende principalmente de la carga que haya a la salida.

Las fuentes de alimentación de corriente continua estabilizadas se materializan con diversos tipos de circuitos.

Actualmente existe una gran variedad de fuentes de corriente estabilizadas, cada uno con diferentes características y diseños, pero el que sea tomado como ejemplo es el EXTEC 382280. Sus características son:

Indicador	Pantalla de matriz de puntos retroiluminada (2 líneas)
Salida de voltaje programable	0,000 a 40,000 VCD
Salida de corriente programable	0,000 a 5,000600 ACD
Resolución:	1mV; 1mA
Salidas fijas	5V (2A) y 3,3V (3A)
Memoria	200 lugares
Precisión	Voltaje ajustable: 0,05% $\pm$ 9mV Corriente ajustable: 0,2% $\pm$ 9mA Fijo 5V: $\pm$ 0,25V; Fijo 3,3V: $\pm$ 0,16V
Tiempo de respuesta	< 150ms
Coeficiente de temperatura	< 100ppm / °C
Regulación de carga	< 1mV / Amp
Regulación de línea	Sin efecto si el voltaje de línea está dentro de 90V y 130V para tensión de 115V (200V a 240V para tensión 220V).
Ondulación y ruido	(0 ~ 40V, 0 ~ 5A) < 3mVrms (C.V.) < 3mArms (C.C.) (5V/2A, 3.3V/3A) 10mVrms ~ 20mVrms
Detección de circuito abierto (OCP)	Corriente > 0.05A
Detección C.V. o C.C	Corriente > 0.05A
Protección corto circuito	Cuando la salida de 5V ó 3.3V sea menor a 1V (en corto), se mostrará una de las señales precedentes en la pantalla LCD.
Fuente de tensión	110/220VCA 50/60Hz
Dimensiones	125 x 70 x 33 mm (4,94 x 2,75 x)
Peso.	3,8kg (8.4 lbs)

## **2.-Objetivo general.**

Diseñar y crear una fuente de corriente estabilizada programable con protección sobrecorriente y voltaje, utilizando Arduino, memoria EEPROM, sensores de corriente y voltaje.

## **3.-Objetivos específicos.**

- Familiarizarse con la programación Arduino y su direccionamiento a la memoria EEPROM.
- Diseñar una fuente de corriente.
- Implementar el sensor de voltaje al circuito.
- Implementar el sensor de corriente al circuito.
- Diseñar la programación de “escritura y lectura”.

#### **4.-Planteamiento.**

Una fuente de corriente es la que nos suministra una intensidad constante independientemente del valor de la tensión en sus bornes.

La fuente de corriente estabilizada es utilizada para accionar la carga de los componentes que responden a la corriente y no a la tensión, un ejemplo de ellos es el láser, ya que estos operan en un estado estable y continuo durante el proceso de sensado, sin embargo cualquier perturbación en la corriente puede ocasionar variaciones en la potencia de emisión y por lo tanto un mal funcionamiento del mismo.

El principal problema es que las fuentes de corriente son utilizadas por diversas personas y los valores que se utilizan en ellas generalmente son cambiadas, por lo tanto cada usuario tiene que poner los valores a utilizar una y otra vez, pues no hay un sistema que proteja sus valores sin ser alterados por alguien más, hecho que es un poco molesto y algunas veces; los usuarios se confían de que nadie más utilizara la fuente y conecta su dispositivo, y corre el riesgo de dañarlo, pues piensa que los valores con los que el dejó la fuente siguen ahí. Tomando en cuenta también que el costo de las fuentes de corriente estabilizadas son elevadas por lo que no se cuenta con un gran número de ellas en un laboratorio.

## **5.-Justificación.**

El motivo de la realización de este proyecto es, resolver la problemática en el manejo de la fuente de corriente, el cual es, la pérdida de los datos utilizados por los usuarios.

El beneficio que se obtiene de esto, es que para poder utilizar la fuente de corriente se deberá administrar una clave de usuario, una vez hecho eso el usuario tendrá acceso al sistema de la fuente y así podrá ir agregando los datos a utilizar, cuando decida dejar de utilizar la fuente y la apague los datos que utilizo quedaran guardados, y solo él podrá cambiarlos.

Esta fuente es ideal para su uso en un laboratorio, utilizado por maestros y alumnos del ITTG que requieran las características de esta.

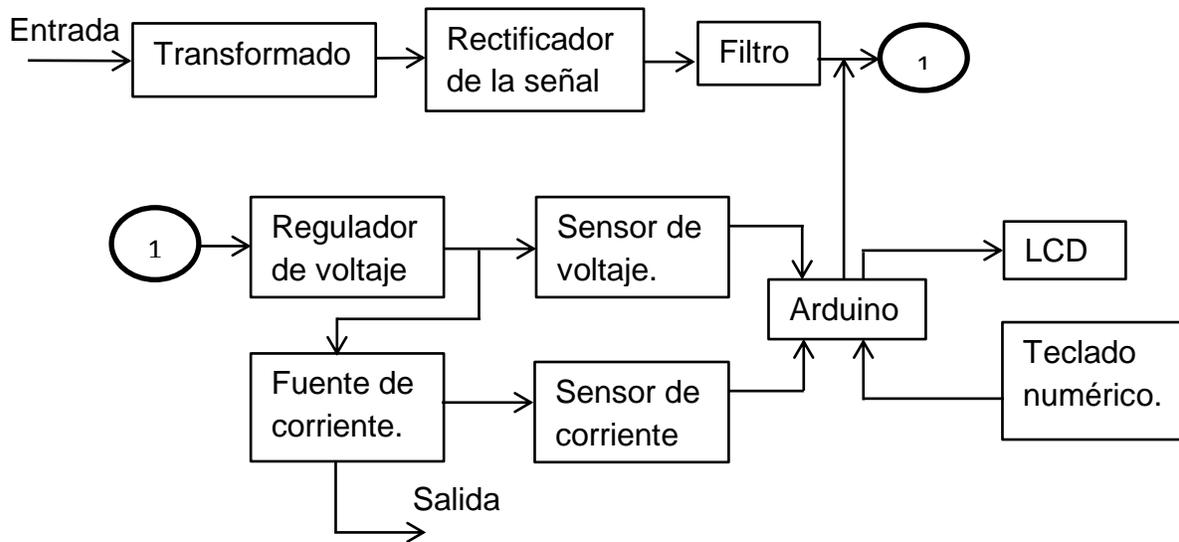
## **6.-Delimitación.**

El proyecto será llevado a cabo en las instalaciones del Instituto tecnológico de Tuxtla Gutiérrez. En el laboratorio de electrónica.

Para la realización del proyecto utilizaremos los sensores más sencillos pues este será un prototipo y no se cuenta con el suficiente recurso como para comprar sensores de las más alta calidad, pero cumplen básicamente con los requisitos, así también el Arduino mega utilizado, no es el original, es de una marca hecha en Italia, pues el original es mucho más elevado su costo, pero igualmente cubre los requisitos necesarios y su utilidad es eficiente.

## Capítulo 2.

### 2.1.- Diagrama a bloques.



### 2.2.- Explicación de las funciones de cada grupo.

**2.2.1.- El transformador**, es un dispositivo eléctrico que permite aumentar o disminuir la tensión en un circuito eléctrico de corriente alterna, por medio de la acción de un campo magnético, que dependiendo del número de vueltas que hay en el secundario, si el número de vueltas en el secundario es mayor que la del primario, entonces se tendrá una tensión más grande que la del primario, pero si el número de vueltas es menor que del primario, entonces será menor la tensión en el secundario, aun así la potencia se mantendrá igual en el primario que en el secundario, por tanto la potencia del devanado primario es igual al devanado secundario.

La función que tiene el transformador en el circuito es, que se necesita una tensión menor de CA, por tanto se utilizara un transformador de 120VCA/12VCA a 2A, para obtener una tensión de 12Volts de CA.

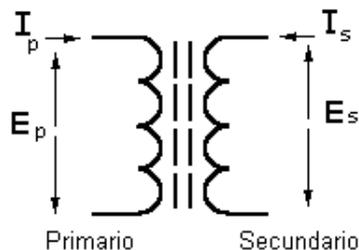


Figura 1. Transformador.

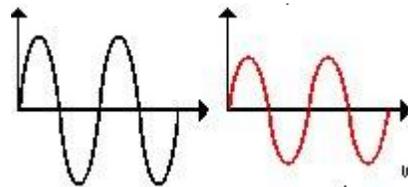


Figura 2. Señal de entrada y señal de salida.

### 2.2.2.- La etapa de rectificación.

La finalidad de esta etapa, técnicamente hablando, se dice que es convertir la señal que entrega el transformador en una onda de corriente continua pulsante. Sin embargo la tensión de que disponemos todavía no es la adecuada ya que, a pesar de no hacerse negativa, todavía sigue oscilando entre cero, un máximo y de nuevo cero.

La función de esto en el circuito, es rectificar la señal de la onda senoidal que entrega el transformador, en señal de onda completa, para ello se utilizará 2 diodos 1N5406, que soporta una corriente max. de 3A, pues el transformador entrega 2A.

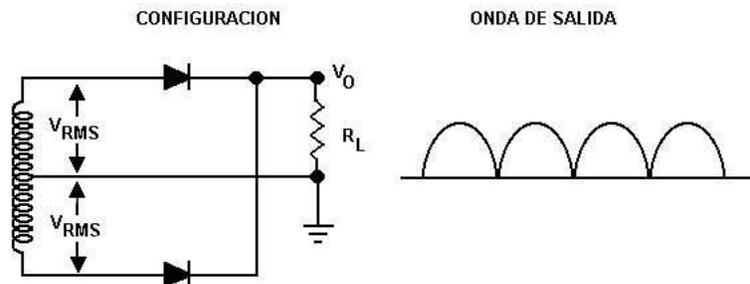


Figura 3. Configuración y onda de salida.

### 2.2.3.- Etapa de Filtrado.

El circuito de filtrado se encarga de disminuir el rizado de la señal con un filtro condensador, dando como resultado de una señal eléctrica, cuya tensión no varía prácticamente en el tiempo, el filtro está formado por 1 o más capacitores los cuales van a aplanar la onda de corriente alterna que entrego el rectificador.

La función de esto, es filtrar la señal entregada por el rectificador, para hacerla en corriente continua y así alimentar bien nuestro circuito, en esta etapa se toma la señal resultante del rectificador, y se le colocará en paralelo con un capacitor, el cual crea una señal de rizado que hace que la señal resultante se haga más fina, entre más grande sea la capacitancia más será el voltaje de rizado y por tanto el filtro será más fiable. Para tener un voltaje de rizado eficaz se utiliza la siguiente formula.

$$V_{rmax} = V_{ref} \cdot \sqrt{2}$$

$$V_{ref} = \frac{I}{2\sqrt{2}CF}$$

Dónde:

$V_{rmax}$ : es la tensión de rizado máxima y eficaz.

$V_{ref}$ : es la tensión de rizado eficaz.

I: es la corriente que pasa por el circuito.

C: es el capacitor.

#### **2.2.4.- Regulador de voltaje.**

Esta etapa se encarga de regular el voltaje que entrega la etapa de filtrado, y que a su vez alimentara la circuitería de la fuente de corriente, para esto se utilizara un regulador variable LM317k para este proceso.

#### **2.2.5.- Fuente de corriente.**

Esta es la parte principal del circuito que se encarga de que la máxima corriente pase y sea estable.

#### **2.2.6.- Sensor de corriente.**

Este se encargara de medir los niveles de corriente que pasa por el circuito, y mandara a Standby cuando los niveles de corriente que se programaron en el Arduino sean superados.

#### **2.2.7.- Sensor de voltaje.**

Este se encarga de medir los niveles de voltaje que pasa por el circuito y mandara a Standby cuando los niveles de voltaje que se programaron en el Arduino sean superados.

#### **2.2.8.- El Arduino.**

Es la base del funcionamiento del proyecto, pues en él estará toda la programación para el control de los sensores, para el funcionamiento del LCD y para el uso del teclado, el teclado servirá para escribir los datos que serán arrojados en el LCD.

## 2.3.- Soporte teórico.

### 2.3.1.- Arduino Mega.



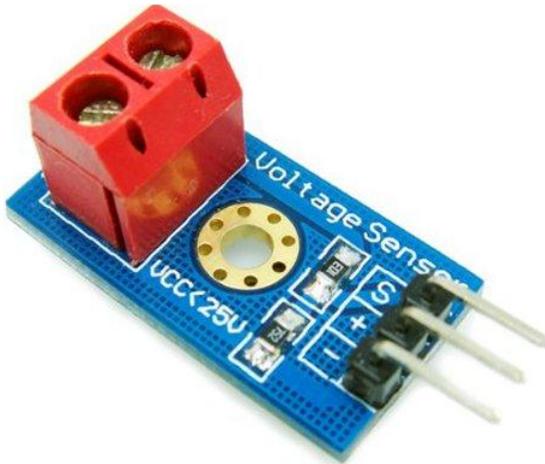
#### 2.3.1.1.- Visión General

El Arduino Mega es una placa microcontrolador basada ATmega1280 (datasheet). Tiene 54 entradas/salidas digitales (de las cuales 14 proporcionan salida PWM), 16 entradas digitales, 4 UARTS (puertos serie por hardware), un cristal oscilador de 16MHz, conexión USB, entrada de corriente, conector ICSP y botón de reset. Contiene todo lo necesario para hacer funcionar el microcontrolador; simplemente conéctalo al ordenador con el cable USB o aliméntalo con un transformador o batería para empezar. El Mega es compatible con la mayoría de shields diseñados para el Arduino Duemilanove o Diecimila

#### 2.3.1.2.- Resumen

Microcontrolador	ATmega1280
Voltaje de funcionamiento	5V
Voltaje de entrada (recomendado)	7-12V
Voltaje de entrada (limite)	6-20V
Pines E/S digitales	54 (14 proporcionan salida PWM)
Pines de entrada analógica	16
Intensidad por pin	40 mA
Intensidad en pin 3.3V	50 mA
Memoria Flash	128 KB de las cuales 4 KB las usa el gestor de arranque (bootloader)
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
Velocidad de reloj	16 MHz

### 2.3.2.- Sensor de voltaje.



Este módulo se basa en el principio de la resistencia a la presión de puntos, y puede hacer que la tensión de entrada de terminal rojo reducir 5 veces de tensión inicial.

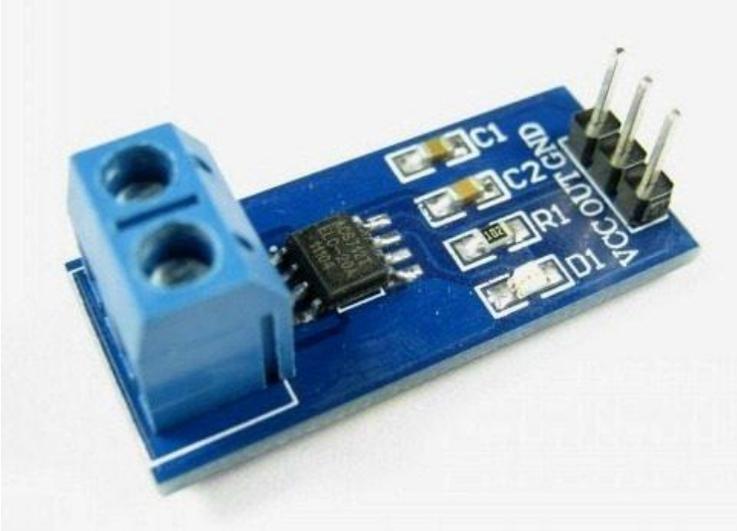
La tensión de entrada analógica máxima Arduino es 5 V, por lo que la tensión de entrada de este módulo no debe ser más de  $5 \text{ V} \times 5 = 25 \text{ V}$  (si por sistema de 3,3 V, la tensión de entrada no debería ser más de  $3,3 \text{ V} \times 5 = 16,5 \text{ V}$ ).

El chip AVR Arduino tiene 10 bit AD, por lo que esta resolución simulación módulo es 0,00489 V ( $5 \text{ V} / 1023$ ), y la tensión de entrada de este módulo debe haber más de  $0,00489 \text{ V} \times 5 = 0,02445 \text{ V}$ .

Parámetros especiales:

- 1.-Rango de entrada de voltaje: DC0-25V
- 2.-Rango de detección Voltaje: DC0.02445 V-25 V
- 3.-Resolución Analog Voltage: 0,00489 V
- 4.-Interfaz de entrada DC: Terminal positivo rojo con VCC, negativa con GND

### 2.3.3.- Sensor de Corriente.



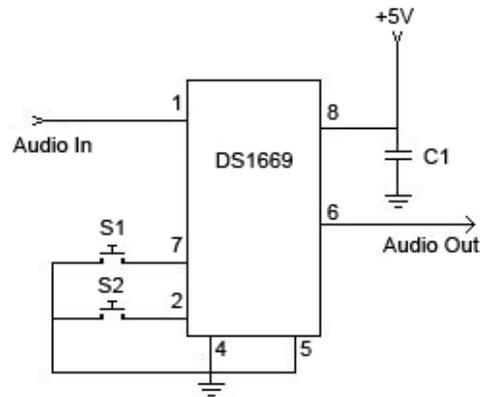
Modulo de sensado de corriente de  $\pm 5A$  a base del chip ACS712. Este cuenta con un led testigo de encendido para validar el que este bien alimentado y funciona en base del efecto Hall por lo que no interfiere con el circuito que se esta midiendo. Sus aplicaciones son para la medicion de corrientes en motores, resistencias, etc. o proteccion de sobrecargas o como retroalimentacion de circuitos de control de potencia.

Características:

- Voltaje de alimentacion: 5Vdc
- Maximo voltaje inverso: 0.1V
- Corriente de salida: 3ma (source) 10mA (sink)
- Voltaje de salida: 0 a 5Vdc
- Capacidad: 5A

### 2.3.4.- Potenciómetro digital.

El integrado DS1669 es un potenciómetro digital de fácil implementación, puede controlar el volumen de audio, contraste de un LCD, fijar frecuencias en un VCO etc, usando dos botones pulsadores en lugar del común potenciómetro mecánico. Este potenciómetro digital es más fiable que los de eje rotatorio porque no son afectados por el desgaste mecánico, usando los pulsadores S1 y S2 se puede ajustar la resistencia deseada. C1 es un condensador cerámico de 0.1uf. El rango de entradas está entre 4.5 y 8 voltios. La posición de salida se mantiene aún en ausencia de voltaje.



## Unidad 3.

### 3.1.- Desarrollo del proyecto.

El proyecto propuesto fue realizado por etapas, de las cuales se explicara el funcionamiento de cada uno.

#### 3.1.1.- Diseño del Filtro.

Esta etapa es un circuito simple, pero no por ello menos significativo pues de esto depende que la señal resultante sea lo más estable posible ya que esta etapa alimentara al regulador LM317, el circuito está compuesto por 2 diodos 1N5406, el cual dentro de sus características es la de soportar 3A como máximo, ya que nuestra fuente maneja una corriente alta, los diodos rectifican la señal y la convierten en una señal de onda completa, esta señal sigue teniendo un voltaje de corriente alterna, para convertirla en un voltaje de corriente directa se conecto en la salida de los diodos capacitores de 4700 $\mu$ f y 2200 $\mu$ f, la función de estos dos es la de rizar el voltaje de entrada, y convertirla en una señal lo más lineal posible, y para eliminar ruido se utilizó capacitores cerámicos de 0.1 $\mu$ f. el filtro arroja un voltaje de 18 volts.

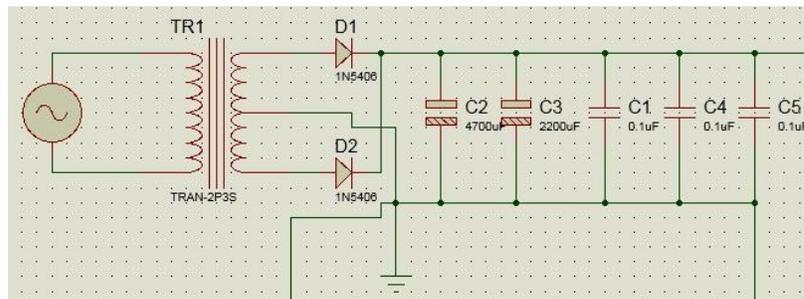


Figura 1.-Filtro.

### 3.1.2.- Regulador de voltaje 5v.

Este circuito servirá para alimentar al Arduino Mega, pues necesita de una retroalimentación, así que se utilizara un 7805, que en teoría arroja un voltaje de 5 volts, pero que en práctica y por algún motivo que desconozco arrojó un voltaje de 8 volts, pero es suficiente para que el Arduino funcione, en la salida de este circuito se le conecto un plug que servirá para poder conectarlo al Arduino, además este circuito también servirá para alimentar el colector del transistor 2n3055 en el circuito de la fuente de corriente.

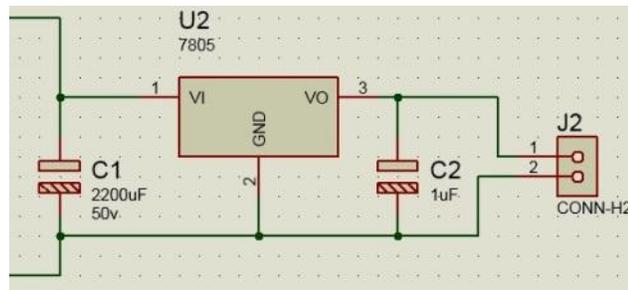


Figura 2.- 7805

### 3.1.3.- Switcheo.

Esta etapa está diseñada con un transistor 2n2222A, que se utilizara como switch, el cual tendrá la funcion deactivar o desactivar la fuente, sin afectar la corriente que circula por ella. La base será alimentada por el Arduino y el colector se alimentara de la salida del filtro.

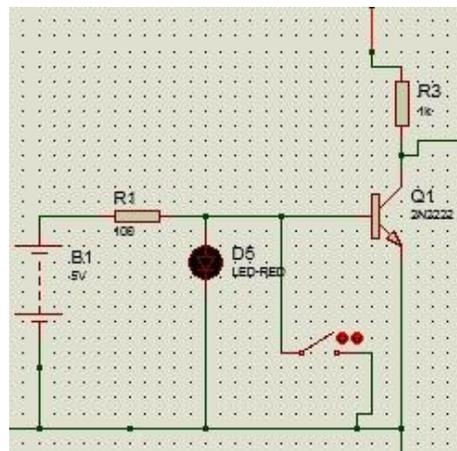


Figura 4.- Switch.

### 3.1.5.- Diseño del Regulador de voltaje variable.

En esta etapa el circuito está conformado por un regulador de voltaje LM317K, el cual se encarga de regular el voltaje de salida, sus características principales indican que tiene un máximo de regulación de hasta 37V y como mínimo 1.25, por lo tanto no se puede obtener un voltaje de 0V, también arroja una corriente máxima de 1.5A, con lo que cumple con los objetivos necesarios para el diseño de la fuente.

El circuito está formado por un capacitor de 0.1 $\mu$ F que mejora el desempeño de la fuente, frente al rizado. El circuito integrado LM317 en su versión de alta tensión se encarga de regular la tensión saliente por medio del divisor resistivo formado por la resistencia de 1kohms y el potenciómetro digital DS1669-010, con valor de 10kohms.

El capacitor de 10 $\mu$ F en la vía de regulación impide fluctuaciones de regulación mientras que los diodos 1N5404 previenen que la descarga de éste capacitor dañen el circuito integrado. Los dos capacitores de salida se encargan de filtrar adecuadamente la tensión resultante.

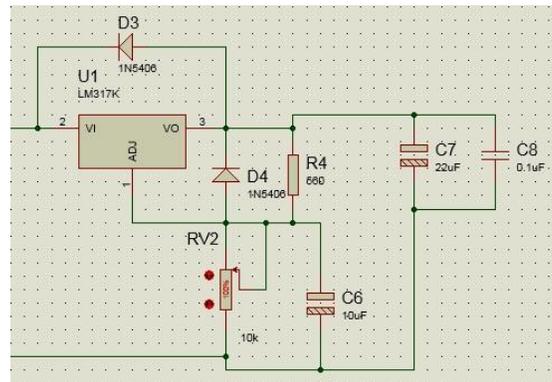


Figura 5.- Fuente de voltaje.

### 3.1.6.-Diseño de la fuente de corriente.

Los transistores 2N3055 soporta una corriente de hasta 7A y un voltaje de 60V, por lo tanto cumple con nuestro objetivo de soportar gran cantidad de corriente.

La fuente de corriente está diseñada con 2 transistores de alta potencia 2N3055, un capacitor de 22uf y 4 resistencias de 2.2 ohms; en el colector del transistor 1 está conectado una resistencia 1, la cual está conectada al 7805, como un voltaje fijo; de la salida de la fuente de voltaje, se conecta a una resistencia 2 que va a la base del transistor 1, en el emisor se conecta una resistencia 3 que va a la base del segundo transistor 2, el colector del transistor 2 se conecta a la resistencia 1 del transistor 1, y del emisor del transistor 2 se conecta un capacitor para filtrar la salida y después una resistencia 4, que es la que se tomara como la salida de la fuente.

Utilizando la formula básica de la ley de ohm  $I = \frac{V}{R}$ .

En donde tenemos que V es el voltaje que entra en la base restándole el voltaje de base/emisor y R es la resistencia que va al colector. Por lo tanto la formula queda de la siguiente manera.

$$I = \frac{V_{BB} - V_{BE}}{R_c} = \frac{3.56v - 0.7v}{2.2\Omega} = 1.3A$$

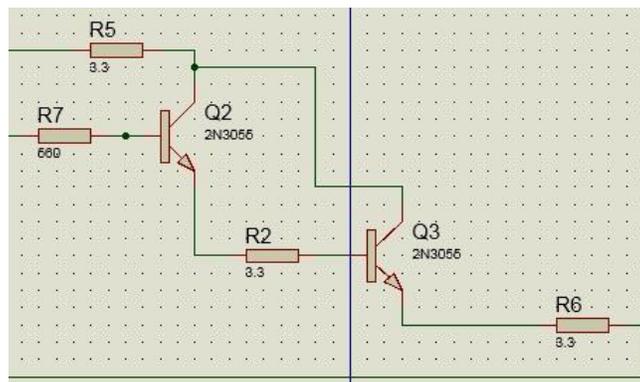


Figura 6.- Fuente de corriente.

### 3.2.- Pruebas.

Primero se llevó a cabo la realización del filtro, del cual entrega un voltaje de 18.37 VDC y 2A.

En la foto se puede observar la medición del voltaje que el filtro entrega.



Foto 1. Filtro.

A continuación se llevó a cabo la prueba del 7805, que como anterior mente se dijo, entrega un voltaje de 8 volts. Como se puede ver en la foto el 7805 es el que tiene un disipador de calor, pues la corriente que pasa por él es alto, de tal forma que llega a calentarse demasiado, igualmente se puede ver el voltaje que entrega.

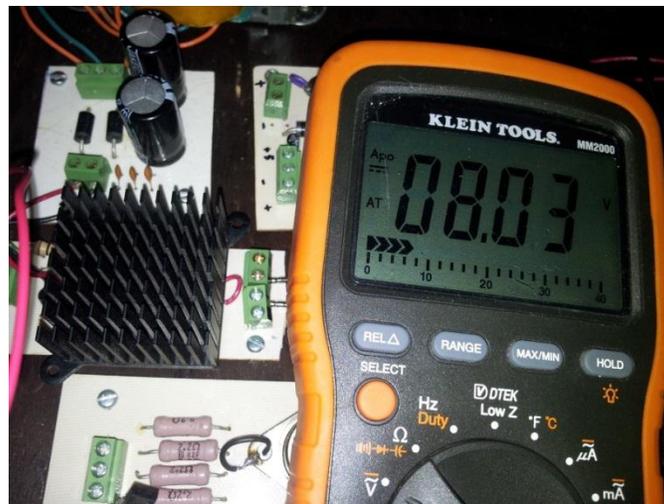


Foto 2. Regulador 7805

Posteriormente se llevó a cabo la prueba de la fuente de voltaje. En donde se puede observar el voltaje mínimo y el voltaje máximo que la fuente de voltaje entrega. En la foto 3 se puede ver el voltaje mínimo que es 1.64v y en la foto 4 el voltaje máximo es de 6.9v.

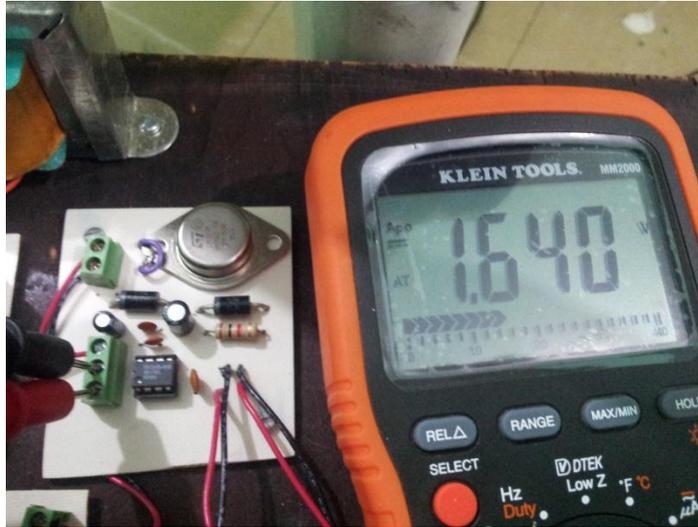


Foto 3. Voltaje mínimo.



Foto 4. Voltaje máximo.

Por último se probara la fuente de corriente, donde tomaremos el voltaje que nos entrega el transistor en el emisor, así como la corriente que nos arroja, al igual que la fuente de voltaje tomaremos los voltajes mínimos y máximos, y así también la corriente máxima y mínima que es lo fundamental para ese proyecto.

Se tomó el emisor del transistor como la salida de todo el circuito, de aquí se tomara el voltaje y la corriente necesaria para alimentar nuestra carga, ya sea un motor, un láser o cualquier otro circuito.



Foto 5. Voltaje máximo de la fuente de corriente.

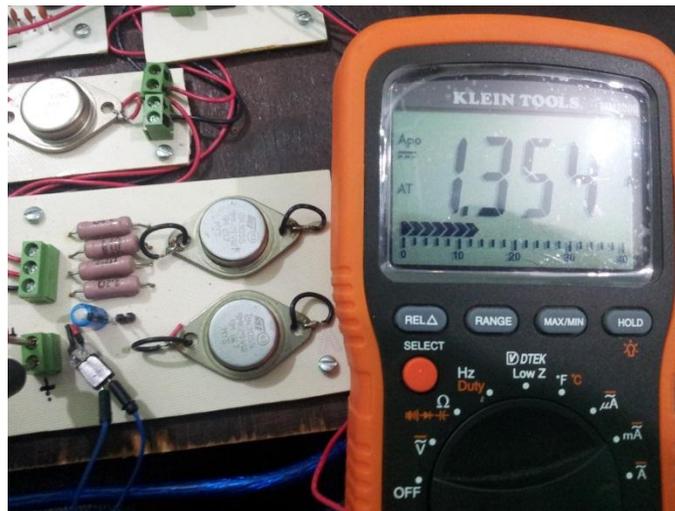


Foto 6. Corriente máxima de la fuente de corriente.



Foto 7. Voltaje mínimo de la fuente de corriente.

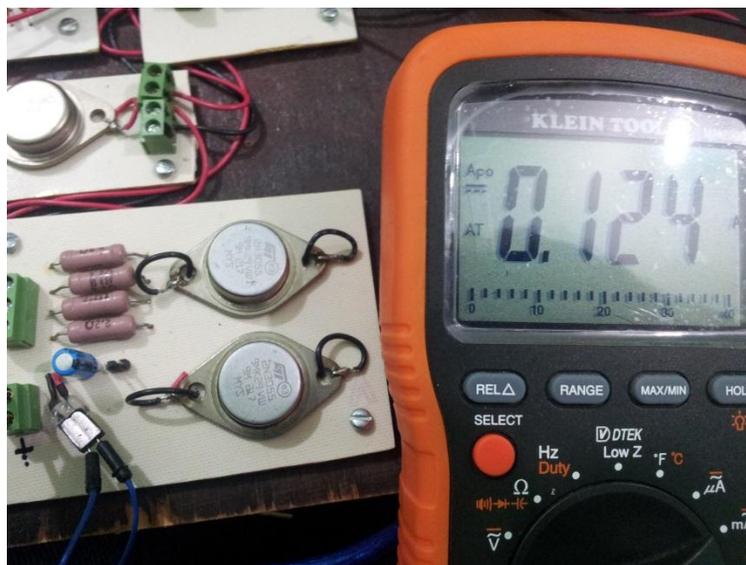


Foto 8. Corriente mínimo de la fuente de corriente.

### 3.2.1.- Medición de voltaje en la fuente.

A continuación se muestran 2 tablas de valores, en las cuales se reflejan la variación de voltaje por cada pulso o variación del potenciómetro digital.

En la primera se muestra los voltajes medidos por el multímetro y en la siguiente se muestra los voltajes medidos por el sensor de voltaje, en la cual se puede apreciar un cierto margen de error, de entre 10mV a 50mV.

**Tabla de variación de voltaje medido por el multímetro.**

Pulso	Voltaje	Pulsos	Voltaje	Pulsos	Voltaje	Pulso	Voltaje.
1	0.79	10	2.53	19	4.38	28	5.72
2	0.87	11	2.74	20	4.58	29	5.73
3	1.08	12	2.94	21	4.78	30	5.74
4	1.29	13	3.16	22	4.98	31	5.75
5	1.5	14	3.39	23	5.17	32	5.76
6	1.71	15	3.6	24	5.37	33	5.77
7	1.92	16	3.81	25	5.57	34	5.78
8	2.13	17	4	26	5.66		
9	2.33	18	4.19	27	5.71		

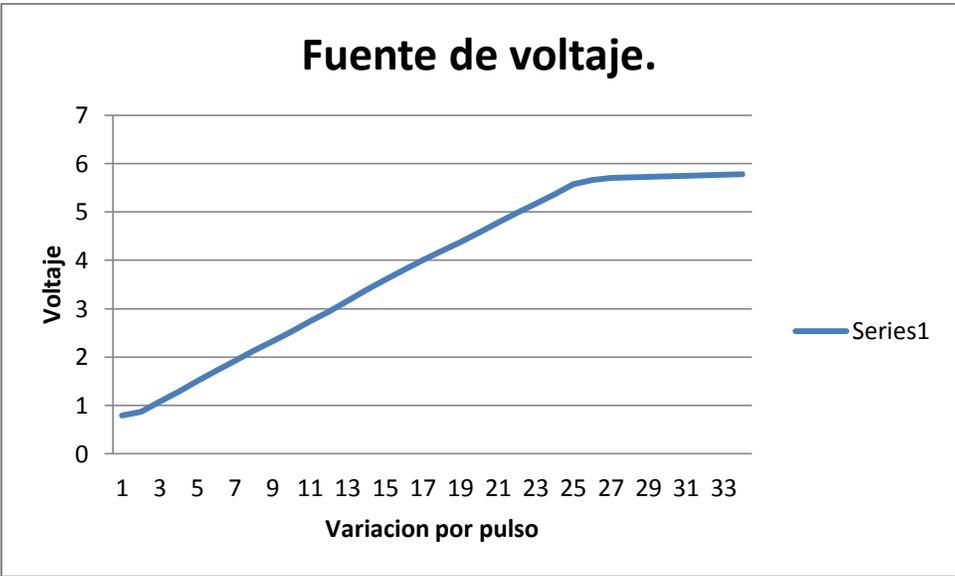
**Tabla 1.**

**Tabla de variación de voltaje medido por el sensor de voltaje.**

Pulso	Voltaje	Pulsos	Voltaje	Pulsos	Voltaje	Pulso	Voltaje.
1	0.71	10	2.47	19	4.35	28	5.77
2	0.81	11	2.69	20	4.55	29	5.79
3	1.00	12	2.88	21	4.81	30	5.79
4	1.22	13	3.10	22	5.01	31	5.82
5	1.44	14	3.35	23	5.21	32	5.82
6	1.64	15	3.54	24	5.43	33	5.82
7	1.86	16	3.76	25	5.62	34	5.84
8	2.05	17	3.96	26	5.72		
9	2.27	18	4.15	27	5.74		

**Tabla 2.**

A si también se muestran las gráficas obtenidas por cada tabla, para que se vea mejor el comportamiento de la señal del voltaje.



**Figura 7.- Grafica de la tabla 1.**



**Figura 8.- Grafica de la tabla 2.**

### 3.2.2.- Medición de corriente de la fuente con respecto al voltaje.

A continuación se muestra una tabla en la que se hace comparación de la corriente que es censada por el ACS712 sensor de corriente y la medición con el multímetro.

En la hoja de datos del ACS712, se dice que este sensor tiene un margen de error de aproximadamente 1.5%, que en lo que respecta a la tabla se puede apreciar que efectivamente hay dicho margen de error.

También se puede notar que el voltaje mínimo y máximo que se habían censado con el sensor de voltaje de la tabla 2 disminuyo, pues al medir la corriente se cumple la ley de ohm que entre mayor corriente menor es el voltaje.

<b>Voltaje</b>	<b>Sensor de Corriente</b>	<b>Amperímetro</b>
0.32	0.10	0.146
0.39	0.15	0.154
0.59	0.20	0.210
0.78	0.29	0.286
1.00	0.34	0.360
1.25	0.39	0.439
1.47	0.49	0.509
1.64	0.54	0.56
1.86	0.64	0.668
2.08	0.73	0.739
2.27	0.78	0.805
2.47	0.83	0.87
2.71	0.93	0.966
2.93	0.98	0.992
3.10	1.03	1.062
3.27	1.13	1.131
3.47	1.17	1.200
3.64	1.22	1.264
3.81	1.27	1.325
3.91	1.32	1.354

### **3.3.-Resultados.**

Con las pruebas hechas con anterioridad se puede decir que los resultados están dentro de lo esperado, ya que las mediciones de voltaje y corriente están relativamente estables, llegan a tener una variación de 1mV o 1mA pero no es algo que afecte al circuito.

### **3.4.-Conclusión.**

En este proyecto puedo decir, que aunque pareciera que es un circuito muy sencillo no lo es, pues en práctica me dio muchos problemas, pues al inicio lo realice por partes, primero realice el filtro, utilizando los 24volts que entrega el transformador y luego lo conectaba a un regulador 7812, la finalidad para ello era que la señal que entrara al lm317 fuera lo mas estable posible, pero había un problema con el 7812, pues su voltaje de entrada máxima era de 34volts, y el filtro me entregaba 33volts, así que mi regulador se calentaba demasiado y por consiguiente se quemaba el regulador, por lo que decidi, eliminar el regulador 7812 y utilizar la salida de 12volts que entrega el transformador, y agregarle más capacitores para que el voltaje de rizado fuera lo más lineal posible y así también eliminar el mayor ruido posible, y lograr una señal estable.

Lo siguiente fue la fuente de voltaje, con ello tuve algunos problemas, pues cuando lo armaba me daba un voltaje alto y un buen amperaje, me entregaba 16volts y 2Amp, pero cuando le agregaba el circuito Switch, el amperaje bajaba drásticamente, pues de alguna manera el transistor consumía mucho amperaje y voltaje, porque bajaba a 10volts y 100mA aproximadamente, y bajo más voltaje cuando le instale el potenciómetro digital por lo que quedo en 7volts y el amperaje quedaba igual.

La fuente de corriente, cuando se conectaba a la fuente de voltaje sin el Switch mi fuente alcanzaba un amperaje de 2A, con solo un transistor 2n3055, pero al conectarle el Switch, bajaba a 135mA, por lo que tuve que agregar otro transistor 2n3055, y eso lo alzo a 1.3A.

Una cosa que hay que tomar en cuenta es que el circuito no es muy preciso, pues si variación va de 100mA hacia arriba, no se puede tener un valor mejor a ello, primero porque el lm317 no llega a 0V por lo que la corriente tampoco llegara a 0A, lo segundo es que el potenciómetro digital es de los más sencillos y su variación resistivo es de 100 ohm.