

Universidad Tecnológica de Panamá

Centro Regional de Veraguas

II Semestre

Circuitos I

Informe de simulación

Fuente de voltaje ajustable

Fernando Guiraud

8-945-692

2019



## Índice

|                                                       |    |
|-------------------------------------------------------|----|
| Objetivo general de la etapa .....                    | 3  |
| Objetivo específico de la etapa.....                  | 3  |
| Materiales requeridos .....                           | 4  |
| • Software de simulación de circuitos.....            | 4  |
| • Circuito originalmente propuesto.....               | 5  |
| • Otros componentes utilizados en la simulación ..... | 5  |
| Procedimiento .....                                   | 6  |
| Conclusiones .....                                    | 14 |
| Referencias.....                                      | 15 |

## Objetivo general de la etapa

- Simular una fuente de voltaje regulable que cumpla con las siguientes especificaciones: cumplir con un rango de voltaje de 0 – 24V (El voltaje de inicio puede variar hasta 1.2V), una capacidad mínima de corriente de 3A, un voltaje de alimentación de 120V AC A @ 60 Hz y tener un medidor de voltaje, corriente y caja.

## Objetivo específico de la etapa

- Explicar las diferentes variaciones hechas al circuito original para ajustarse a las especificaciones propuestas o mejorar el funcionamiento del circuito original.

## Materiales requeridos

- Software de simulación de circuitos

El software utilizado para la simulación de la fuente de voltaje regulable fue Multisim, que es un programa electrónico de captura y simulación esquemática que forma parte de un conjunto de programas de diseño de circuitos, junto con NI Ultiboard.

Multisim es uno de los pocos programas de diseño de circuitos que emplea la simulación de software original basada en SPICE de Berkeley. Multisim fue creado originalmente por una compañía llamada Electronics Workbench, que ahora es una división de National Instruments.



Figura N1: logo de Multisim

- Circuito originalmente propuesto

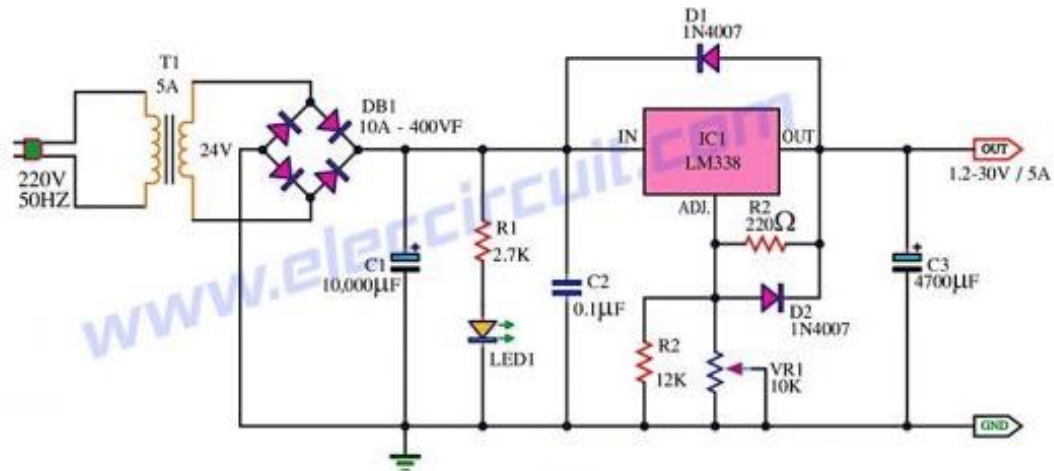


Figura N2: Circuito propuesto

Como se puede ver en la imagen anterior el circuito propuesto funciona con el integrado **LM338K**, como se especifica en la data de Texas Instruments de este regulador, cumple con las siguientes especificaciones:

- Corriente de salida pico especificada de 7-A
- Corriente de salida especificada de 5-A
- Salida ajustable hasta 1.2 V
- Regulación térmica especificada
- Límite de corriente constante con la temperatura
- La salida está protegida contra cortocircuitos

- Otros componentes utilizados en la simulación

- Transformador
- Puente rectificador
- Capacitores electrolíticos

- Diodo led
- Resistencias
- Diodos rectificadores
- Potenciómetros
- Medidor de Voltaje
- Medidor de corriente
- Lampara virtual de potencia variable

## Procedimiento

Por medio de la simulación de tipo Transient de Multisim se obtuvieron las siguientes graficas de voltaje versus tiempo.

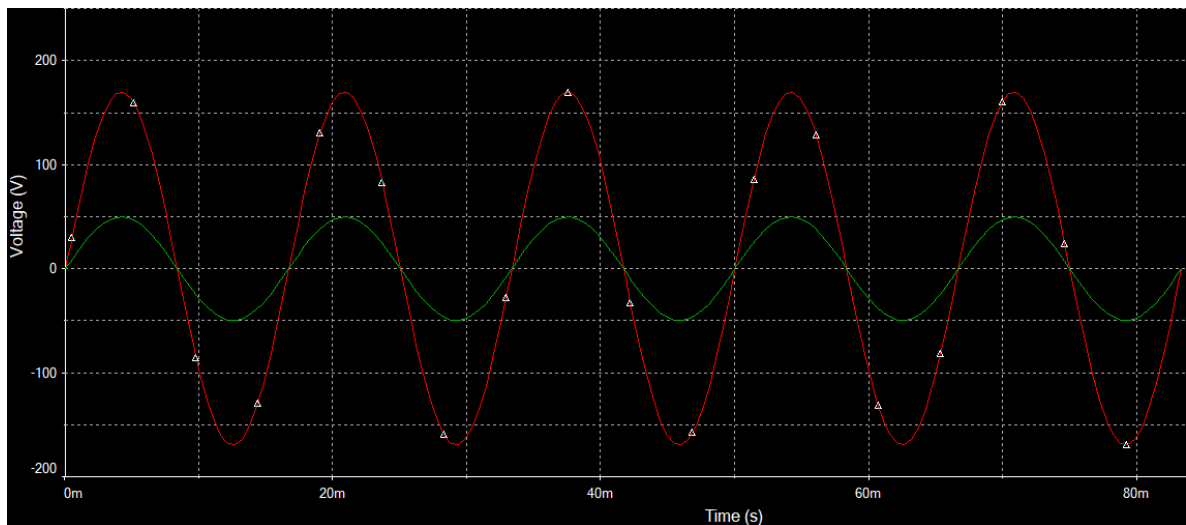


Figura N3: Voltaje de entrada y salida del transformador

Primero se analizó la variación del voltaje antes y después del transformador, la onda de color rojo es la señal de 120Vrms se puede ver en la figura N3. La señal de voltaje de color verde representa la onda después de pasar por el transformador, que disminuyó su magnitud de 120Vrms hasta 29Vrms que produce un voltaje pico de 41V que es proporcional a la relación de vueltas de la bobina primaria y secundaria.

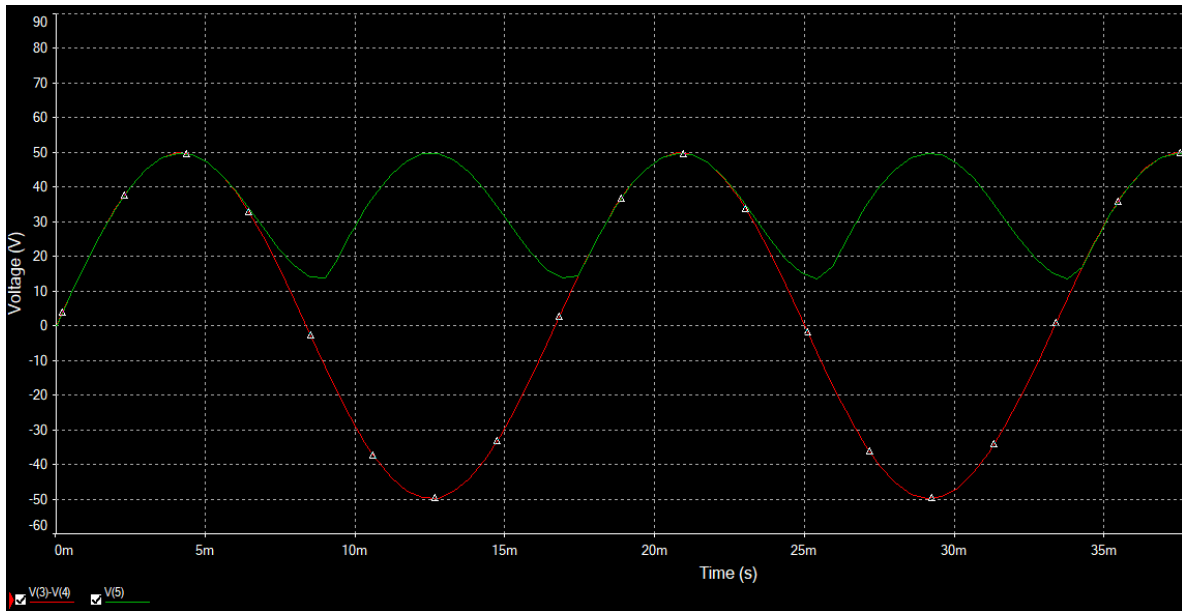


Figura N4: Voltaje de entrada y salida del puente de diodos

El puente rectificador de diodos produce que la onda de salida del transformador que se muestra de color rojo en la figura N4, se conserve solo la parte positiva generando una media onda resultante como la señal de color verde que se muestra. Esta onda va de cero al voltaje pico.

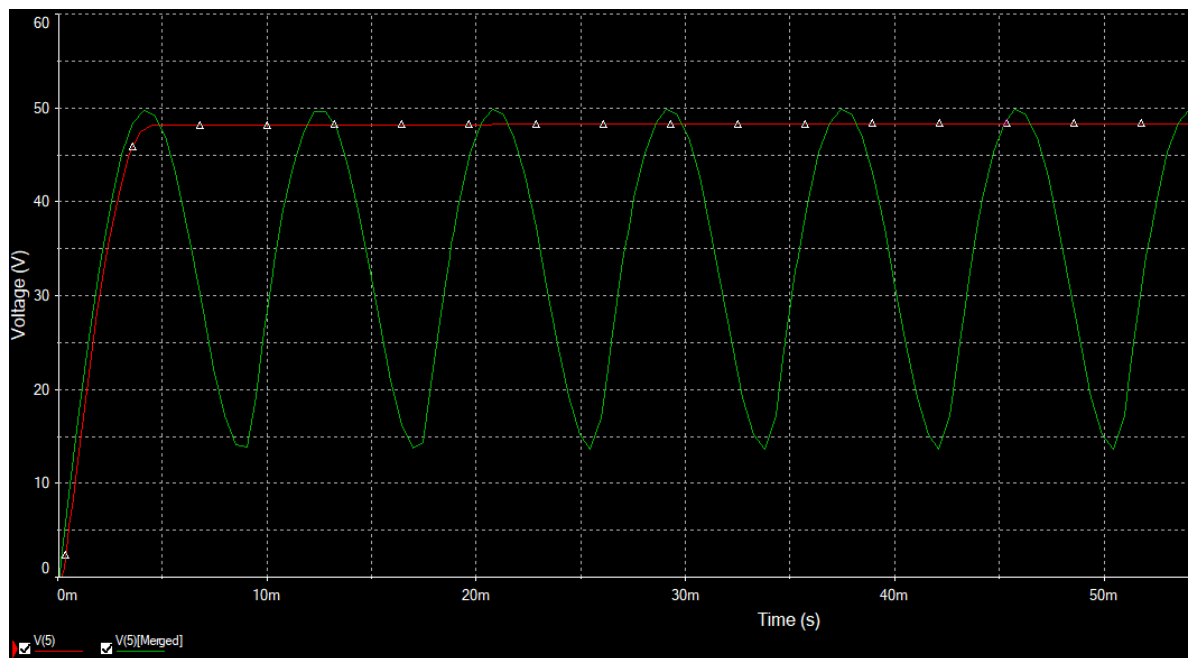


Figura N5: Voltaje después del capacitor electrolítico.

En la figura N5 se puede ver como la señal anteriormente rectificada, se le elimina el ruido por medio de un capacitor electrolítico de 10000uF. Este capacitor después de cargarse convierte la onda rectificada lo más aproximada a una función constante.

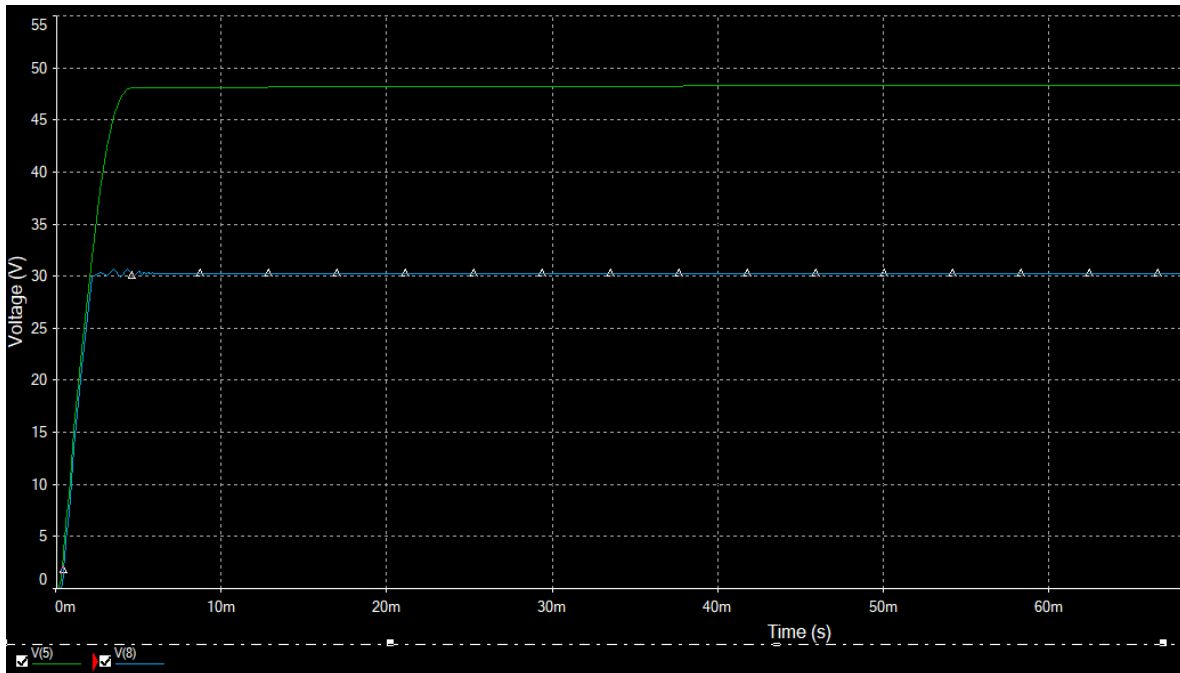
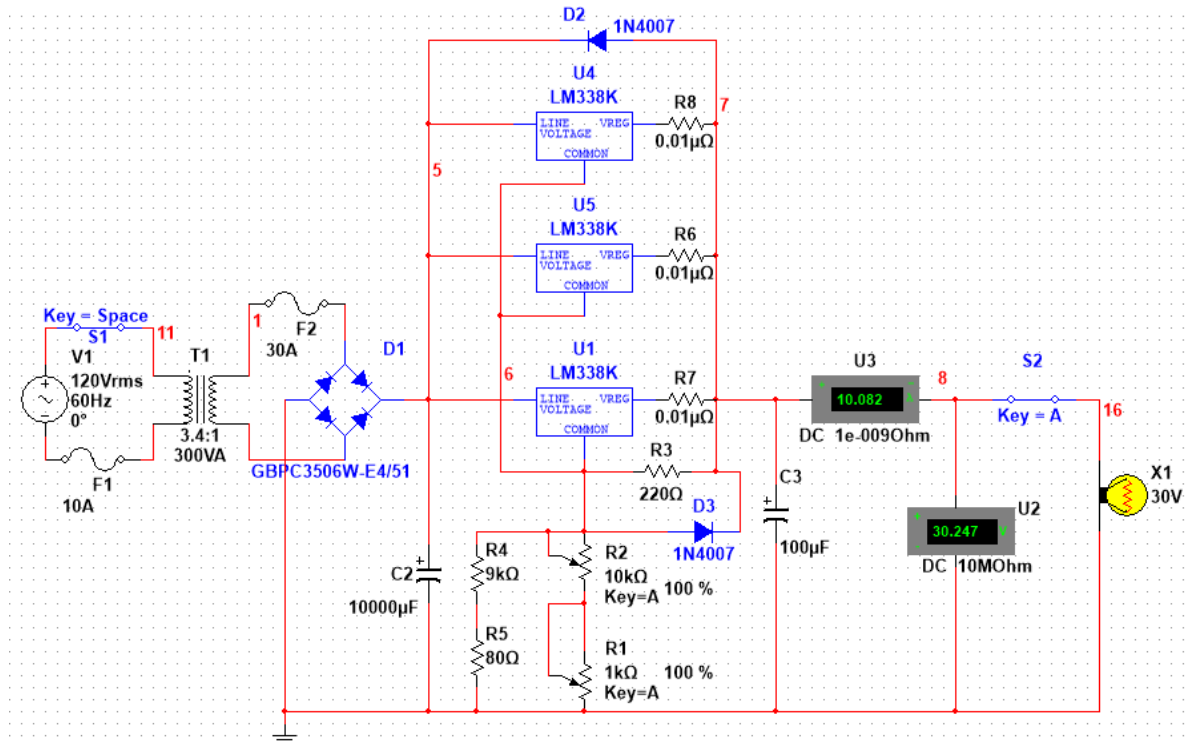


Figura N6: Voltaje regulado de salida

El voltaje de color azul visible en la figura N6 representa el voltaje de entrada a la fuente después de pasar por el puente rectificador y ser filtrada por los capacitores, este voltaje tiene una magnitud constante de 49 voltios los cuales después de pasar por el regulador LM338, se obtiene una salida máxima regulada de 30VDC.





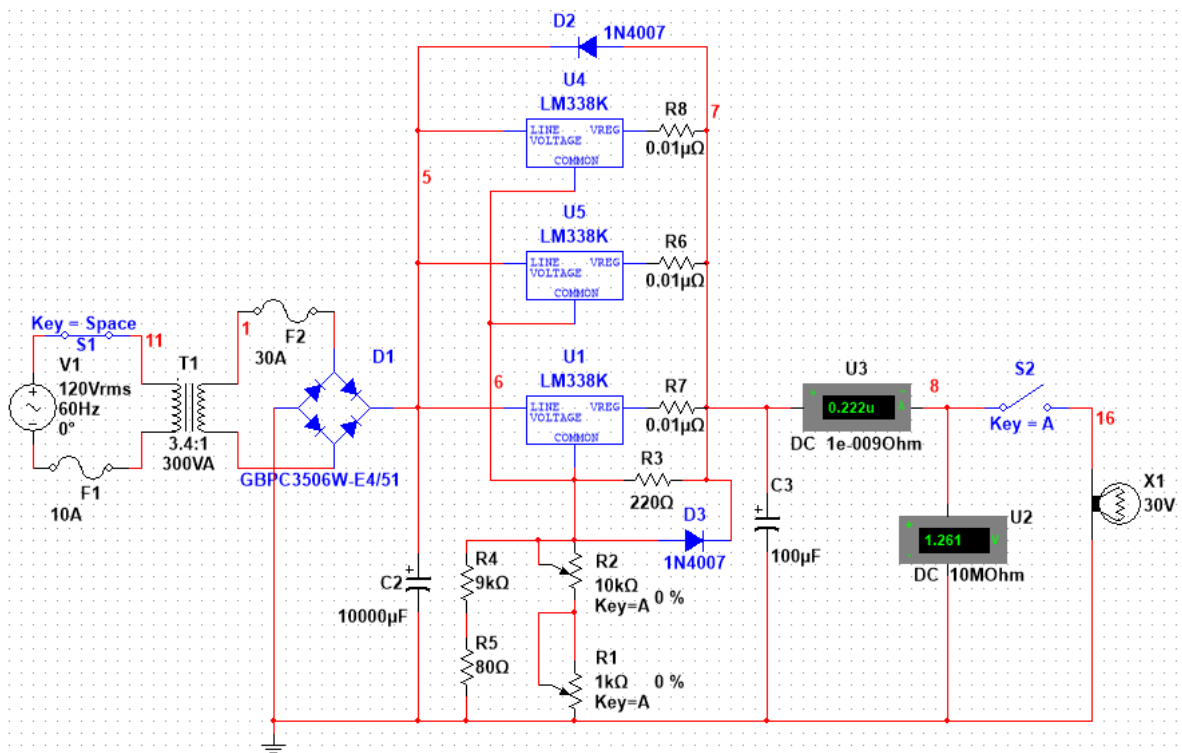
Primero se ajusto la entrada de voltaje a 120Vrms @ 60Hz como se especifica en los requisitos de la fuente de voltaje regulable.

Como medida de seguridad se agrego un fusible de 10A y un interruptor antes de la entrada del transformador además de un fusible de 30A después del mismo.

El requisito mínimo de corriente de la fuente de voltaje regulable es de 3A, pero para aumentar su capacidad hasta 10A se utilizará un transformador de 120-29Vrms de 300VA.

Como el transformador del circuito original proporcionaba un voltaje de 24Vrms y producía una salida de 30V, al aumentar el voltaje del transformador a 29Vrms la nueva relación del voltaje de entrada al regulador LM338 es de  $29 \cdot \sqrt{2} \approx 41.01V$  después de ser rectificada la onda.

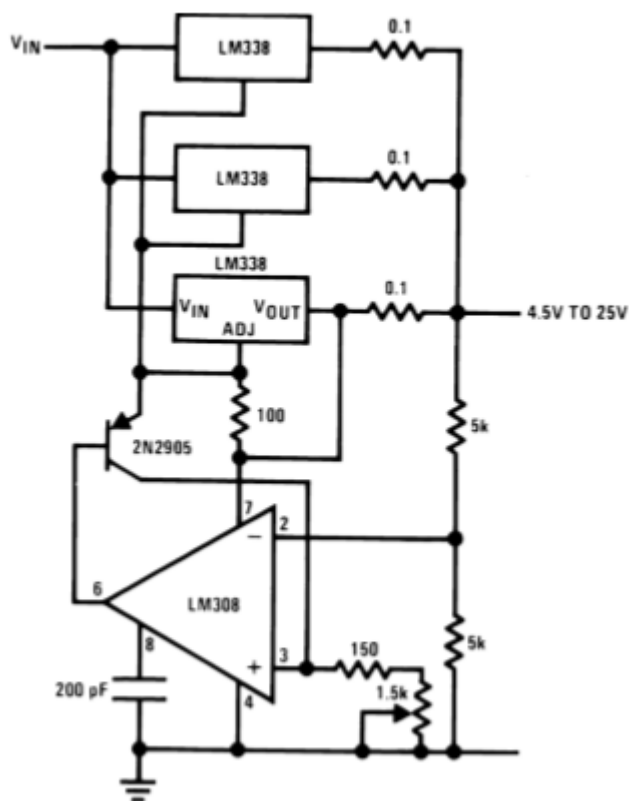
En la imagen siguiente se puede ver como al mover la posición de los potenciómetros al 100 por ciento se produce un voltaje mínimo de 1.261V.



El led con la resistencia de 2.7k Ohm que se encontraban en el circuito original fueron retirados ya que, al contar con un medidor de voltaje y corriente, no es necesario tener un led que indique cuando la fuente este encendida.

El regulador de voltaje LM338 funciona hasta una corriente máxima de 5A, al intentar aumentar el consumo de corriente mas de 5A, se producía una caída de potencial por lo que se agregaron más reguladores en paralelo con una resistencia de  $0.01 \mu \text{ Ohm}$  de 5W cada uno hasta lograr una corriente de 10A sin caída de voltaje. Se siguió el esquema un esquema del diseño del regulador LM338, que permite aumentar la corriente de salida como aparece en la siguiente imagen extraída de la data de este. Figura N7.

#### System Examples (continued)



Copyright © 2016, Texas Instruments Incorporated

Figura N7: Regulador ajustable de 15 Amperios.

Al ser tres reguladores de voltaje LM338, además de aumentar la corriente máxima del circuito, también estos se sobrecargarán menos haciendo más seguro su funcionamiento.

En el circuito original se utilizó un potenciómetro de 10k Ohm en paralelo con una resistencia de 12k Ohm, lo que equivale a una resistencia de 5.45k Ohm aproximadamente. Para calcular un nuevo voltaje de salida de 30V se utilizó la ecuación matemática proporcionada por la data del regulador LM338.

$$V_{OUT} = V_{REF} \cdot \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) + I_{ADJ} \cdot R_2$$

Para un voltaje de salida de 30V con resistencia (R1) comun de 220 Ohm se tiene la siguiente ecuación:

$$30V = 1.25V \cdot \left(1 + \frac{R_2}{220\Omega}\right) + 100\mu A \cdot R_2$$

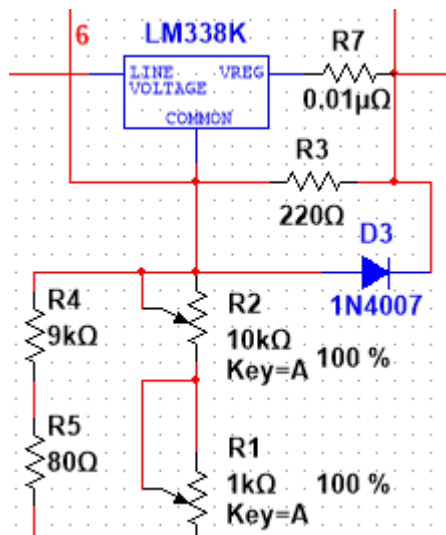
$$R_2 = 4.972k\Omega$$

Ya que se desea implementar un mecanismo de ajuste fino y grueso con diferentes valores de potenciómetros y no existe una combinación exacta de 4.972K Ohm para un juego de potenciómetros, se agregarán las resistencias en paralelo necesarias para producir un voltaje equivalente de 4.972k Ohm utilizando preferiblemente un potenciómetro de 10k Ohm y 1k Ohm, se obtuvo la siguiente ecuación:

$$4972\Omega = \left(\frac{1}{11000\Omega} + \frac{1}{R_p}\right)^{-1}$$

$$R_p = 9073\Omega$$

Como la Resistencia Rp en este caso la resistencia que se encuentra en serie con los potenciómetros es de 9072 Ohm, esta se puede componer de varias resistencias en serie, una de 9K Ohm y otra de 80 Ohm que es un aproximado de 9072 Ohm.



Al final del circuito se agregó un amperímetro digital conectado en serie y un voltímetro digital en paralelo como se especifico en los requisitos de la fuente.

Para comprobar el funcionamiento extremo de la fuente se coloco una lampara de 30V y se fue aumentando progresivamente su potencia hasta alcanzar 300W los cuales producen una corriente de 10A que debe ser el límite permitido por la fuente de voltaje. Si la fuente al aumentar la potencia de la lampara, esta producía una caída de voltaje visible en el medidor de voltaje

## Conclusiones

Por medio de esta etapa se pudieron analizar las funciones de los distintos componentes que componen el circuito y lo que produce cada una de las variaciones a estos, que parámetros son necesarios variar para aumentar las capacidades de la fuente de voltaje regulable, ya sea aumentar su corriente o voltaje máximos de salida.

Se experimento con las distintas funciones de Multisim para análisis de circuitos viendo cómo era la variación del voltaje y corriente antes y después de ciertos componentes.

En esta simulación se redujeron costos de construcción y del periodo de pruebas ya que se pudieron detectar las fallas que tenía la fuente antes de comprar los componentes.

En las especificaciones de los circuitos integrados o de los reguladores de voltaje, los desarrolladores de los componentes proponen circuitos frecuentes útiles y optimizados para el su uso.

## Referencias

<https://www.eleccircuit.com/adjustable-power-supply-1-2-30v-5a-using-lm338/>

<http://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm338.pdf>

<http://www.ti.com/lit/ds/slvs044x/slvs044x.pdf>

[https://en.wikipedia.org/wiki/NI\\_Multisim](https://en.wikipedia.org/wiki/NI_Multisim)