

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

Diseñar e implementar un control de corriente y temperatura para diodos láseres de alta corriente ($>1A$) con tecnología Hytek, un sistema embebido de bajo costo e interfaz gráfica para el usuario.

Dualock Fonseca Monge B42629

Gokeh Ávila Blanco B50747

II Semestre 2023

19 de octubre de 2023

Índice

1. Semana 1	3
2. Semana 2	3
2.1. Objetivos	3
2.2. Contactar al profesor guía. Fecha: 21/08/2023	3
2.3. Primer reunión con Jaime Cascante. Fecha 23/08/2023	3
2.4. Investigación sobre los controlador Hytek. Fecha 26/08/2023	3
2.5. Selección de Software de Diseño de PCB. Fecha 26/08/2023	3
3. Semana 3	4
3.1. Objetivos	4
3.2. Creación de repositorio de Git. Fecha: 29/08/2023	4
3.3. Visita al laboratorio. Fecha: 30/08/2023	4
3.4. Descarga e instalación de Circuit Maker. Fecha: 2/09/2023	4
4. Semana 4	4
4.1. Objetivos	4
4.2. Herramientas de gestión de proyectos. Fecha: 5/09/2023	4
4.3. Segunda reunión con el profesor Jaime en el eLab para hablar más sobr el proyecto. Fecha: 6/09/2023	5
4.4. Creación de Repositorio en JIRA: 7/09/2023	5
5. Semana 5	5
5.1. Objetivos	5
5.2. Tabulación de las principales características técnicas del Hy6340 Fecha: 15/09/2023 - De 2p.m a 4p.m	5
5.3. Estudio de diseño de PCBs en circuit maker. Fecha: 16/09/2023 Y 17/09/2023 - De 10:00am a 6:00pm ambos días	6
6. Semana 6	6
6.1. Objetivos	6
6.2. Creación de la librería en KiCAD con el símbolo del Hy6340 Fecha: 20/09/2023 - De 2p.m a 5p.m	7
7. Semana 7	7
7.1. Objetivos	7
7.2. Continuación del estudio de diseño de PCBs en circuit maker. Fecha: 23/09/2023 - De 1:00pm a 8:00pm Y 24/09/2023 - De 11:00am a 7:00pm	7
7.3. Creación de la librería en KiCAD con el símbolo del Hy6340 Fecha: 27/09/2023 - De 11a.m a 1p.m	7
7.4. Visita al laboratorio programada para discutir sobre el diseño y realizar pruebas 29/09/2023 - De 2 p.m a 6p.m	7

8. Semana 8	8
8.1. Objetivos	8
8.2. Reunión para cambiar simulador para el diseño del PCB. 2/10/2023 6:30p.m a 10:00p.m	8
8.3. Aprender a usar Kicad para diseño de PCBs. 3/10/2023 6:30p.m a 10:00p.m y 5/10/2023 6:30p.m a 10:00p.m	8
8.4. Trabajar el diseño del Hytek5640. 7/10/2023 1:00p.m a 8:00p.m	8
9. Semana 9	8
9.1. Objetivos	8
9.2. Visitar el laboratorio para probar los circuitos diseñados. 13/10/2023 7:30p.m a 9:30p.m	8
9.3. Inicio del diseño del PCB para el diseño en cuestión. 14/10/2023 - De 10:00a.m a 8:00p.m	9
10.Semana 10	9
10.1. Objetivos	9
10.2. Reunión para acordar la compra de componentes para armar el circuito. 17/10/2023 7:30p.m a 9:30p.m	9
10.3. Simulación de los circuitos de alimentación	9
10.4. Reunión para agregar la implementación del Multirailing en el diseño. 18/10/2023 - De 6:00p.m a 10:00p.m	13
10.5. Planeamiento para ir al laboratorio el día viernes 20 de Octubre para realizar el circuito físico. 20/10/2023 - De 3:00p.m a 6:00p.m	13
10.6. Tabla de Componentes:	13

1. Semana 1

Durante esta semana no se trabajó, solamente se realizó la asignación de proyectos. Se decidió trabajar en conjunto y se revisaron algunos de los proyectos disponibles.

2. Semana 2

2.1. Objetivos

- Contactar al profesor Jaime Cascante para obtener una asignación del proyecto eléctrico.
- Realizar una investigación exhaustiva de hojas de datos de circuitos integrados Hytek relevantes.
- Investigar sobre software de uso gratuito para la creación del PCB.

2.2. Contactar al profesor guía. Fecha: 21/08/2023

Se contactó al profesor Jaime Cascante y se acordó realizar una reunión. El profesor dio luz verde a la idea de trabajar un grupo de dos personas para un mismo proyecto.

2.3. Primer reunión con Jaime Cascante. Fecha 23/08/2023

Se visitó el laboratorio eLab, donde se discute con el profesor guía los objetivos y alcance del proyecto. El profesor espera que se pueda poner a funcionar el controlador y explica que la idea es diseñar un PCB para mandarlo a fabricar, ya que el uso de alta corriente puede quemar una protoboard, además comenta que la documentación que existe es escasa.

2.4. Investigación sobre los controlador Hytek. Fecha 26/08/2023

Se realizó una investigación de documentos como hojas de datos y aplicaciones utilizando tecnología Hytek. Durante la recopilación de datos, se observó que la documentación de los controladores Hytek HY5640 y HY6340 es muy limitada. Se logró obtener documentos de aplicación (aunque no necesariamente de uno de estos dos controladores) y la hoja de datos del HY5640, sin embargo esta no contiene ejemplos de configuraciones eléctricas del controlador.

2.5. Selección de Software de Diseño de PCB. Fecha 26/08/2023

Se investigaron los diferentes software de uso gratuito para realizar el diseño del PCB populares, como KiCad, Eagle, EasyEDA, Circuit Maker y luego de una evaluación de la facilidad de uso, las capacidades de diseño y las opiniones de la comunidad para cada software se decide trabajar con Circuit Maker como primer opción y KiCAD en caso de que Circuit Maker presente algún problema específico para este diseño.

3. Semana 3

3.1. Objetivos

- Crear un repositorio en Git para agregar documentación, referencias y código del proyecto eléctrico.
- Visitar el laboratorio y trabajar en conjunto para diseñar un primer avance del prototipo.
- Descargar e instalar Circuit Maker en las diferentes máquinas que se van a utilizar durante el proyecto.

3.2. Creación de repositorio de Git. Fecha: 29/08/2023

Se creó un repositorio de GitHub para tener un controlador de versiones para la codificación de la interfaz en Arduino, este se encuentra disponible en:

<https://github.com/Dualock/Controlador-de-corriente-y-temperatura-Hytek>

3.3. Visita al laboratorio. Fecha: 30/08/2023

Se visitó el laboratorio para comenzar a diseñar un primer avance del prototipo, sin embargo no se nos permitió acceder debido a que el profesor guía aún no ha enviado la lista oficial de estudiantes con permiso a utilizar el laboratorio a la oficina de administración de ingeniería eléctrica.

3.4. Descarga e instalación de Circuit Maker. Fecha: 2/09/2023

El primer de septiembre, se solicitó una activación de cuenta para poder descargar y utilizar el software de forma gratuita, pero hasta este día llega el correo de confirmación, lo que permite descargar e instalar Circuit Maker.

4. Semana 4

4.1. Objetivos

- Investigar sobre herramientas de planificación de proyectos que implementen metodología Agile y crear un proyecto en dicha herramienta.
- Asistir a la reunión convocada por el profesor guía.

4.2. Herramientas de gestión de proyectos. Fecha: 5/09/2023

Se realizó una investigación sobre las metodologías ágiles y se determinó que la aplicación de Kanban es la más adecuada para el proyecto actual debido a su enfoque en el flujo de trabajo continuo.

Se decide trabajar con JIRA por ser una herramienta popular y altamente usada en el mercado laboral, además se determina que con el plan gratuito es más que suficiente para el proyecto en cuestión. Se realiza además una revisión de la documentación oficial de JIRA disponible en <https://confluence.atlassian.com/jira>.

4.3. Segunda reunión con el profesor Jaime en el eLab para hablar más sobre el proyecto. Fecha: 6/09/2023

Se asistió a una reunión en el eLab con el profesor Jaime y los otros compañeros que están trabajando con él para entender mejor los objetivos esperados con el proyecto.

4.4. Creación de Repositorio en JIRA: 7/09/2023

Se configuró un repositorio en JIRA con una estructura que refleja la metodología Kanban y se invitó al equipo a unirse. Se comenzó a gestionar las tareas del proyecto de manera ágil, lo que permitirá un seguimiento más efectivo y una respuesta más ágil a los cambios y desafíos a medida que surgen.

5. Semana 5

5.1. Objetivos

- Tabular las características técnicas y condiciones de operación del Hy6340

5.2. Tabulación de las principales características técnicas del Hy6340 Fecha: 15/09/2023 - De 2p.m a 4p.m

Durante la semana 5 del proyecto, se trabajó en la recopilación de información esencial relacionada con el controlador Hy6340. Esto incluyó la tabulación de las principales características técnicas y condiciones típicas de operación de este dispositivo. Las características físicas del controlador Hy6340, como su tamaño y dimensiones, fueron registradas en una tabla para una fácil referencia en futuros diseños. Además, se creó una tabla detallada que especifica los pines y sus respectivas funciones en el controlador.

Tabla 1: Medidas del controlador Hy6340

Medida	Pulgadas	Centímetros
Ancho	0.950	2.413
Largo (Hasta los pines)	1.200	3.048
Largo (Carcasa completa)	1.430	3.6322
Profundidad de pines	0.300	0.762

Tabla 2: Características técnicas y condiciones de operación Hy6340

Especificación	Pines	Tipo	Valor
Voltaje de alimentación negativa (VEE)	9, 10, 11, 16	Entrada	9V a 15V
Enable(EN)	7	Entrada	conectado VEE (apagado), conectado a GND o abierto (encendido)
Tierra(GND)	18, 19, 20	Entrada	Voltaje de referencia común o tierra
Modulación(MOD)	21	Entrada	0.01A a 1A con VEE +3 V (1.5A con aire acondicionado forzado)
Realimentación óptica (FB)	22	Entrada	Si FB es menor que MOD, incrementa Iout Si FB es mayor que MOD, decrementa Iout
Corriente del diodo láser (Iout)	12, 13, 14	Salida	0 a 1A (1.5 con aire acondicionado forzado)
Salida de referencia	8	Salida	VEE +5V con una corriente menor que 100mA
Temperatura de operación	-	Condiciones de operación	-20°C to +100°C
Temperatura de almacenamiento	-	Condiciones de operación	-65°C to +150°C

Esta información será fundamental para el diseño de circuitos y placas de circuito impreso que involucren el controlador Hy6340.

5.3. Estudio de diseño de PCBs en circuit maker. Fecha: 16/09/2023 Y 17/09/2023 - De 10:00am a 6:00pm ambos días

Se instaló la aplicación de circuit maker y se empezó un tutorial de diseños de PCBs en utilizando el mismo donde se repasaron conceptos de electrónica importantes a la hora de diseñar un PCB.

6. Semana 6

6.1. Objetivos

- Comenzar con la creación del esquemático y los símbolos del Hy6340 en KiCAD o Circuit Maker

6.2. Creación de la librería en KiCAD con el símbolo del Hy6340 Fecha: 20/09/2023 - De 2p.m a 5p.m

Se dio comienzo a la creación de una librería en KiCAD para almacenar los símbolos de los esquemáticos de los controladores Hy6340 y Hy5640, ya que estos no están disponibles en las librerías de KiCAD. Por el momento, solo se ha completado la creación del símbolo para el controlador Hy6340. Tanto la librería como el símbolo están disponibles en el repositorio de github, específicamente en la dirección <https://github.com/Dualock/Controlador-de-corriente-y-temperatura-Hytek/tree/main/KiCAD%20PCB>. Estos símbolos permitirán una representación precisa del controlador en nuestros diseños esquemáticos y el footprint para diseñar el PCB.

7. Semana 7

7.1. Objetivos

- Realizar un esquemático a mano y en KiCAD con la configuración del Hy6340.
- Realizar las primeras pruebas de laboratorio.
- Continuar la investigación sobre el uso de ambos software.

7.2. Continuación del estudio de diseño de PCBs en circuit maker. Fecha: 23/09/2023 - De 1:00pm a 8:00pm Y 24/09/2023 - De 11:00am a 7:00pm

Se continuo con el tutorial de diseños de PCBs y se hicieron unos diseños de practica, para ver la funcionalidad de la herramienta circuit maker.

7.3. Creación de la librería en KiCAD con el símbolo del Hy6340 Fecha: 27/09/2023 - De 11a.m a 1p.m

Se realizó un análisis de la configuración del circuito del controlador Hy6340. De las conexiones necesarias para garantizar su funcionamiento. Además, se trabajó en la creación del esquemático en KiCAD para representar el circuito del Hy6340. Este esquemático servirá como una referencia a medida que avanza el proyecto. El objetivo principal de este esquemático es proporcionar una guía clara y visual de cómo se deben realizar las conexiones en el laboratorio. Con esta referencia en mano, se pueden llevar a cabo las conexiones prácticas en el laboratorio.

7.4. Visita al laboratorio programada para discutir sobre el diseño y realizar pruebas 29/09/2023 - De 2 p.m a 6p.m

Se acordó la visita al laboratorio para el día siguiente a la entrega de esta bitácora, eventualmente se actualizará esta sección.

8. Semana 8

8.1. Objetivos

- Cambiar de simulador para el diseño de la PCB.
- Aprender a diseñar PCB en Kicad.
- Tabular las características técnicas y condiciones de operación Hy5640.
- Iniciar el diseño del Hytek 5640, hacer un esquemático a mano y en Kicad.

8.2. Reunión para cambiar simulador para el diseño del PCB. 2/10/2023 6:30p.m a 10:00p.m

Se realizó una sesión de Microsoft Teams para acordar qué otro simulador se podía usar para realizar el diseño y emulación del PCB. En dicha reunión se concluyó que la mejor opción era Kicad ya que ahí se estaba realizando la emulación del Hytek6340, por lo que ya se tenía el componente diseñado.

8.3. Aprender a usar Kicad para diseño de PCBs. 3/10/2023 6:30p.m a 10:00p.m y 5/10/2023 6:30p.m a 10:00p.m

Cada integrante estudio por separado una serie de tutoriales sobre el diseño de PCBs en Kicad para aprender a usarlo.

8.4. Trabajar el diseño del Hytek5640. 7/10/2023 1:00p.m a 8:00p.m

Se trabajó el diseño del Hytek5640, donde se logró llegar a un diseño preliminar.

9. Semana 9

9.1. Objetivos

- Visitar el laboratorio para probar los circuitos diseñados.
- Iniciar con el diseño del PCB.

9.2. Visitar el laboratorio para probar los circuitos diseñados. 13/10/2023 7:30p.m a 9:30p.m

Se acordó visitar el laboratorio el día 13 de Octubre por la tarde con el objetivo de armar el circuito y hacer las pruebas necesarias, sin embargo, no se logró el objetivo ya que el laboratorio no contaba con muchos de los componentes necesarios, específicamente con los reguladores LM337 y LM317. Por lo que solo se pudo montar una parte pequeña del circuito en una Protoboard. Y se hizo una lista inicial de componentes necesario que no encontramos en el laboratorio.

9.3. Inicio del diseño del PCB para el diseño en cuestión. 14/10/2023 - De 10:00a.m a 8:00p.m

No se pudo iniciar ya que no se logró concretar la prueba del circuito en el laboratorio por lo explicado en el punto anterior.

10. Semana 10

10.1. Objetivos

- Simular el circuito de alimentación para el multirail del PCB
- Hacer la lista y compra de los componentes necesarios para el circuito.
- Tener una consulta virtual con Jaime Cascante para evacuar posibles dudas y que nos de el visto bueno sobre el diseño.
- Concluir con el diseño del circuito.

10.2. Reunión para acordar la compra de componentes para armar el circuito. 17/10/2023 7:30p.m a 9:30p.m

Se creó una reunión de Microsoft Teams con el fin de obtener una lista de componentes necesarios para armar el circuito ya que en el laboratorio no hay algunos de ellos. También se habló de algunos aspectos que nos hacían falta del diseño como por ejemplo la forma en que pensamos alimentar el circuito ya que contamos con dos controladores que ocupan tensiones distintas, por lo que discutimos el tema de utilizar un Multitrailing para alimentar varios componentes con una fuente de poder. Además se contactó al profesor Jaime Cascante vía Telegram para pedirle una consulta virtual con el fin de evacuar algunas dudas del diseño.

10.3. Simulación de los circuitos de alimentación

Para alimentar el controlador Hy6340 se planteo utilizar 2 reguladores de tensión LM337 ya que se requieren 2 entradas de tensión, la entrada de modulación para controlar la corriente del láser y el voltaje de alimentación negativo VEE. Se piensa alimentar el circuito con -15V y por medio de dos reguladores de tensión negativa se obtienen fijos -12V para la entrada VEE y una tensión ajustable en el rango [VEE, VEE+3V], con la configuración.

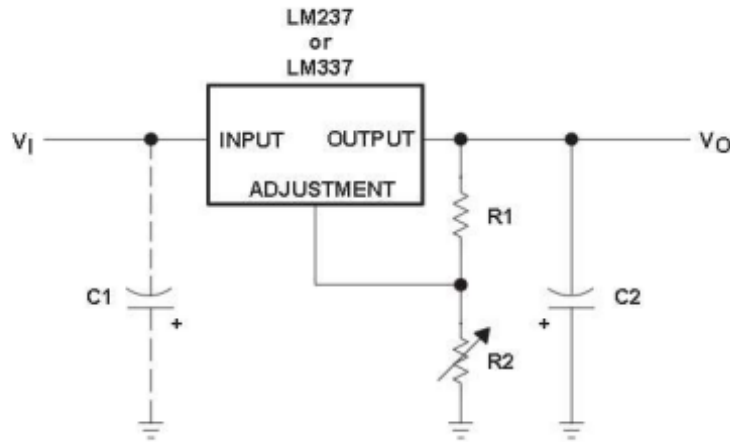


Figura 1: Configuración del regulador LM337

Según la hoja del fabricante, la resistencia R_1 es típicamente 120Ω y se ajusta el potenciómetro para obtener una tensión de salida adecuada, para obtener VEE, se utiliza una resistencia fija R_2 para obtener una tensión fija de $-12V$ en VEE, utilizando la fórmula.

$$R_2 = R_1 \left(\frac{-V_{out}}{-V_{ref}} - 1 \right) \quad (1)$$

$$R_2 = 120 \left(\frac{-12V}{-1,25} - 1 \right) = 1032\Omega \quad (2)$$

Para la entrada MOD, se ocupa que el rango máximo de tensión vaya de $[-12V, -9V]$.

$$R_2 = 120 \left(\frac{-9V}{-1,25} - 1 \right) = 744\Omega \quad (3)$$

Por lo tanto, el potenciómetro debe operar en el rango de $[744\Omega, 1032\Omega]$

Luego para alimentar el controlador Hy5640 se plantea utilizar dos reguladores de tensión positiva LM317, para las entradas V_s y V_{DD} .

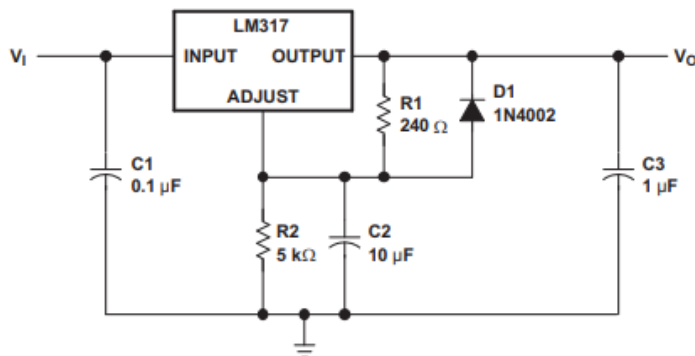


Figura 2: Configuración del regulador LM317

Se decide utilizar $9V$ de tensión de alimentación (V_{DD}) y $5V$ de tensión (V_S). Se calcularon los valores de las resistencias para obtener tensiones de $5V$ (para V_S) y $9V$ (para V_{DD}), utilizando la

formula.

$$R_2 = R_1 \left(\frac{V_{out}}{V_{ref}} - 1 \right) \quad (4)$$

El fabricante da el valor típico de 240Ω , entonces para un VDD de 9V

$$R_2 = 240 \left(\frac{9V}{1,25} - 1 \right) = 1488\Omega \quad (5)$$

Y se quiere un V_s que esté en el rango $[3V, 12V]$ y que no sea 1.5V mayor que la temperatura máxima del TEC, se decide que la tensión V_s , va a ser de 5V.

$$R_2 = 240 \left(\frac{5V}{1,25} - 1 \right) = 744\Omega \quad (6)$$

Se realizaron simulaciones en LTSpice, debido a que en el laboratorio no habían reguladores de tensión y los resultados fueron los esperados.

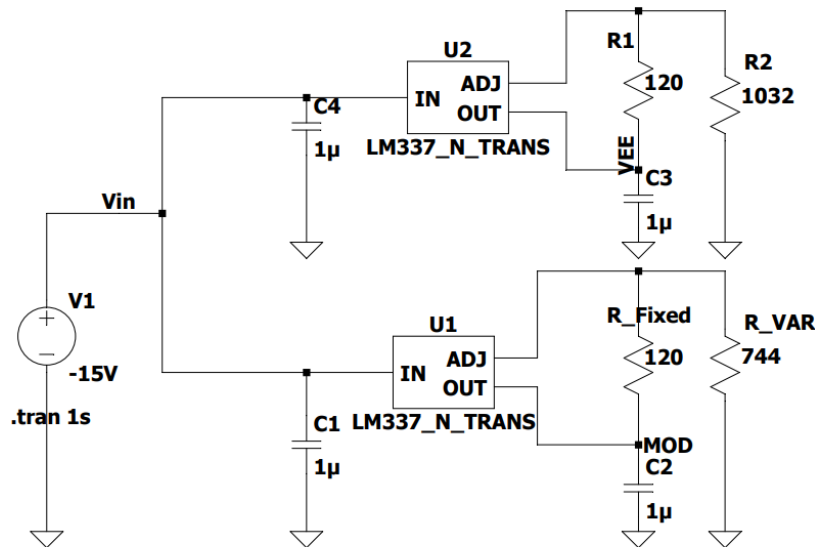


Figura 3: Configuración de alimentación de Hy6340

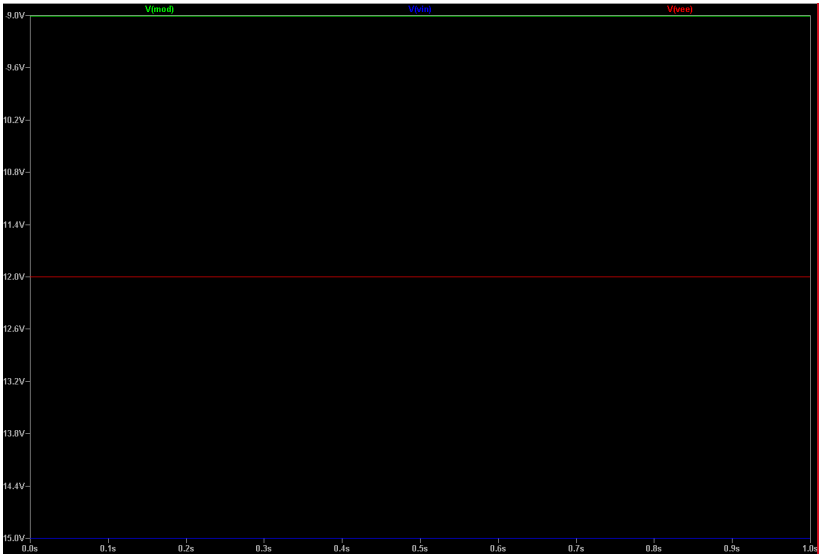


Figura 4: Configuración de alimentación de Hy6340

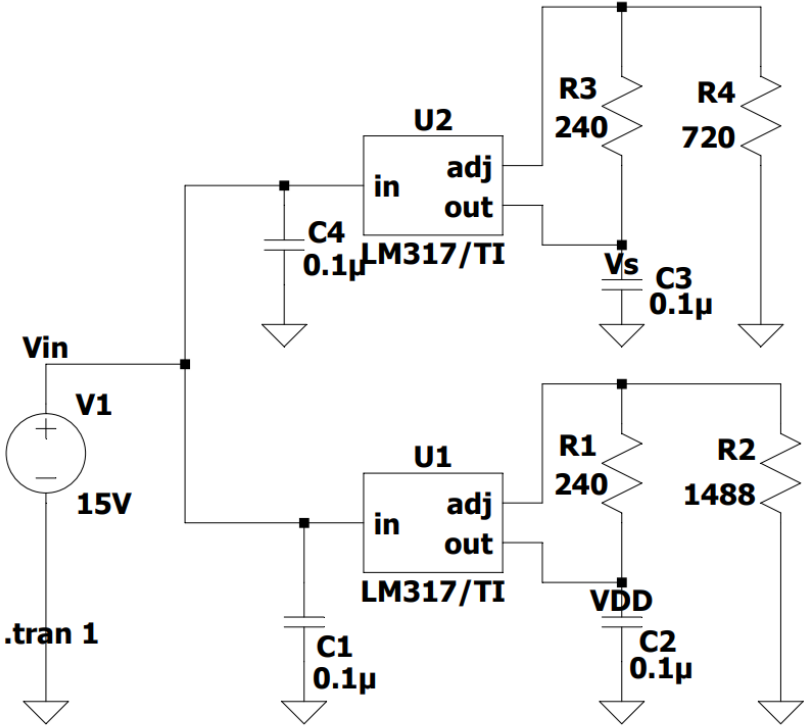


Figura 5: Configuración de alimentación de Hy5640

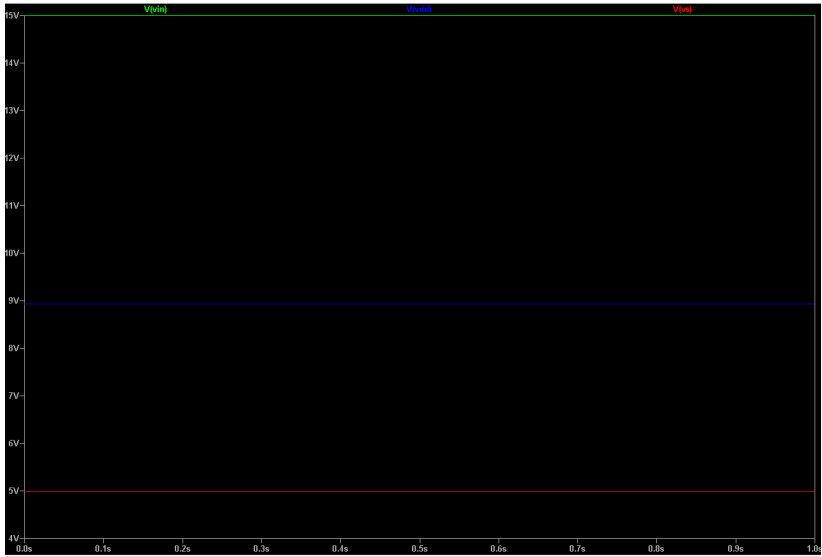


Figura 6: Configuración de alimentación de Hy5640

10.4. Reunión para agregar la implementación del Multirailing en el diseño. 18/10/2023 - De 6:00p.m a 10:00p.m

De nuevo se creo una reunión de Microsoft teams con el objetivo de agregar el Multirailing al circuito para ver su funcionamiento. Por otro lado se recibió contestación por parte del profesor Jaime Cascante para la realización de una consulta virtual por Zoom, donde él accedió a tenerla el día 19/10/2023 a las 11:00a.m.

10.5. Planeamiento para ir al laboratorio el día viernes 20 de Octubre para realizar el circuito físico. 20/10/2023 - De 3:00p.m a 6:00p.m

Se irá al laboratorio el día 20 de Octubre con el fin de armar el circuito en la Protoboard y hacer las mediciones necesarias.

10.6. Tabla de Componentes:

Tabla de Componentes			
Hytek5640	Componente	Valor	Cantidad
	Capacitores	0.1uF	4
	Resistencias	240Ω	2
	Resistencias	720Ω	1
	Resistencias	1488Ω	1
	LM317	-	2
Hytek6340	Capacitores	1uF	4
	Resistencias	120Ω	2
	Resistencias	1032Ω	1
	Resistencias	744Ω	1
	LM337	-	2