



ANÁLISIS DE REDES ELÉCTRICAS

ELEG1028 – 2020 PAO 2



CASO DE ESTUDIO

Profesores del laboratorio:

Jonathan Abraham Avilés Cedeño
María José Ramírez Prado
Julio Andrés Zevallos Sipión
José Enrique Cueva Tumbaco

A. ALCANCE

El presente documento contiene una guía para el análisis por parte de los estudiantes de un caso de estudio. El mismo incluye las siguientes actividades:

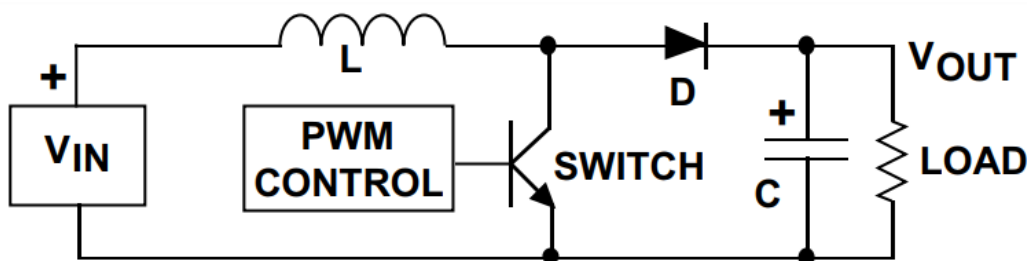
- Análisis del circuito eléctrico de un convertidor elevador (boost converter) trabajando en modo continuo y discontinuo.
- Cálculo analítico de la respuesta completa de corriente del inductor y del voltaje de salida del convertidor cuando alimenta una carga resistiva.
- Simulación de un convertidor elevador tanto en modo continuo como discontinuo.

B. INTRODUCCIÓN

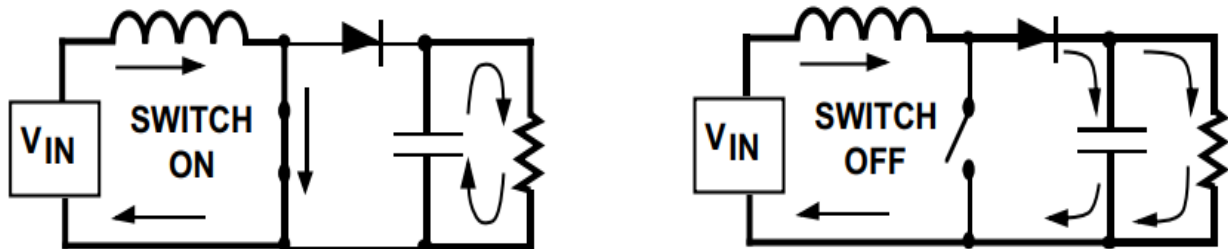
El convertidor elevador o convertidor boost es un dispositivo que transforma una señal de voltaje de corriente continua (CC) a otra señal de voltaje CC con mayor magnitud. Para realizar esta conversión se utilizan al menos un inductor y un capacitor en conjunto con dos dispositivos semiconductores: un diodo y un transistor que opera como interruptor.

Los convertidores de voltaje CC a CC son muy utilizados en conjunto con baterías, paneles solares y generadores de corriente continua, puesto que permiten conectar dispositivos con diferentes valores nominales de voltaje en esquemas con valores de eficiencia bastante buenos.

La topología de un convertidor elevador es mostrada a continuación:



Consideraremos que el transistor se comporta como un interruptor ideal que abre (corte) y cierra (saturación) dependiendo de si la señal de voltaje en su base es positiva (ON) o cero (OFF) y que el diodo conduce solamente cuando el transistor está apagado (OFF), como se muestra en la siguiente figura:



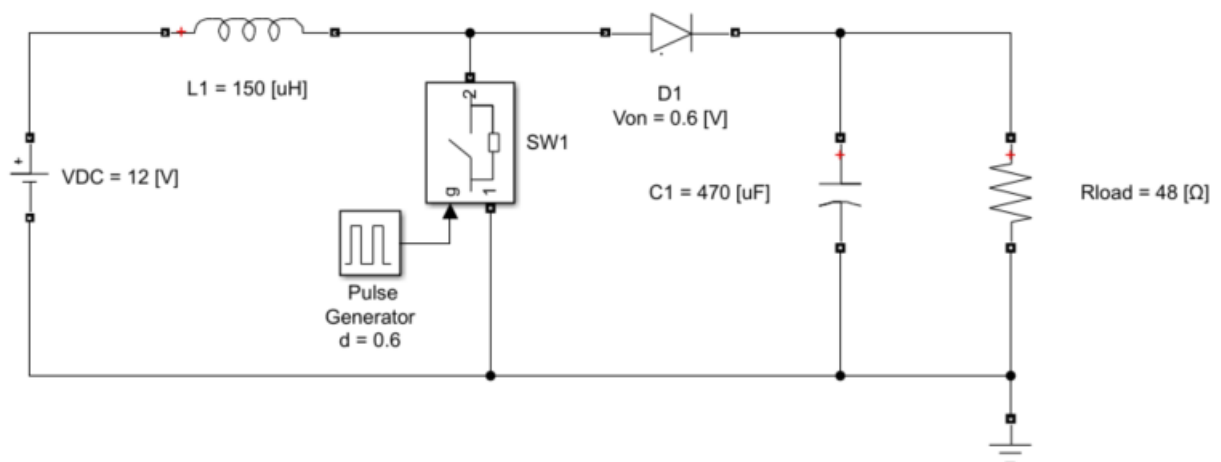
C. ACTIVIDADES

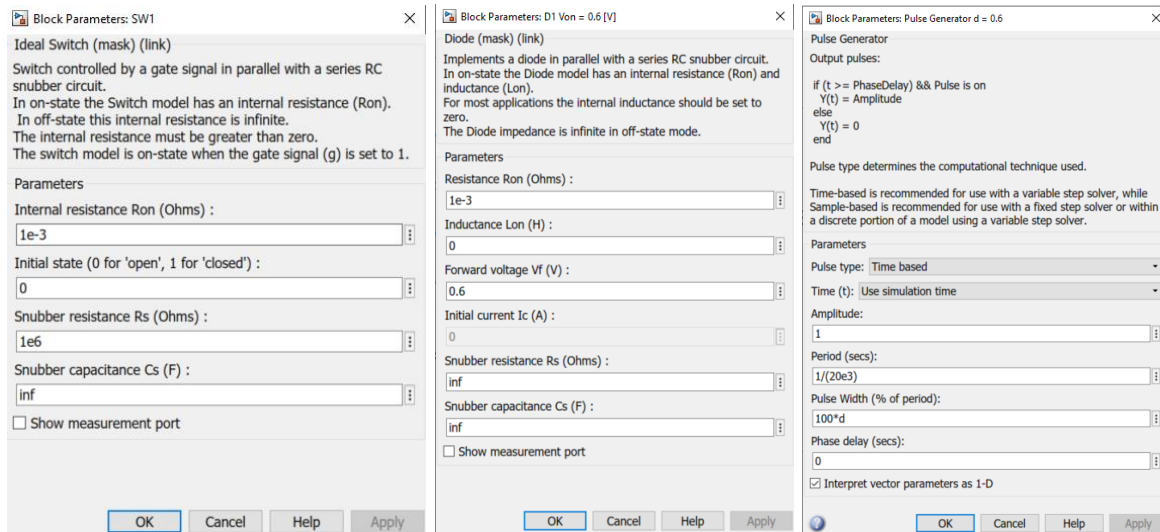
1. Funcionamiento de un convertidor elevador.

Investigue y analice el circuito básico de un convertidor elevador, presentando diagramas esquemáticos y explicando el funcionamiento del convertidor tanto en modo continuo como discontinuo. Indique también lo que son la modulación por ancho de pulso (PWM) y el ciclo de trabajo (duty cycle).

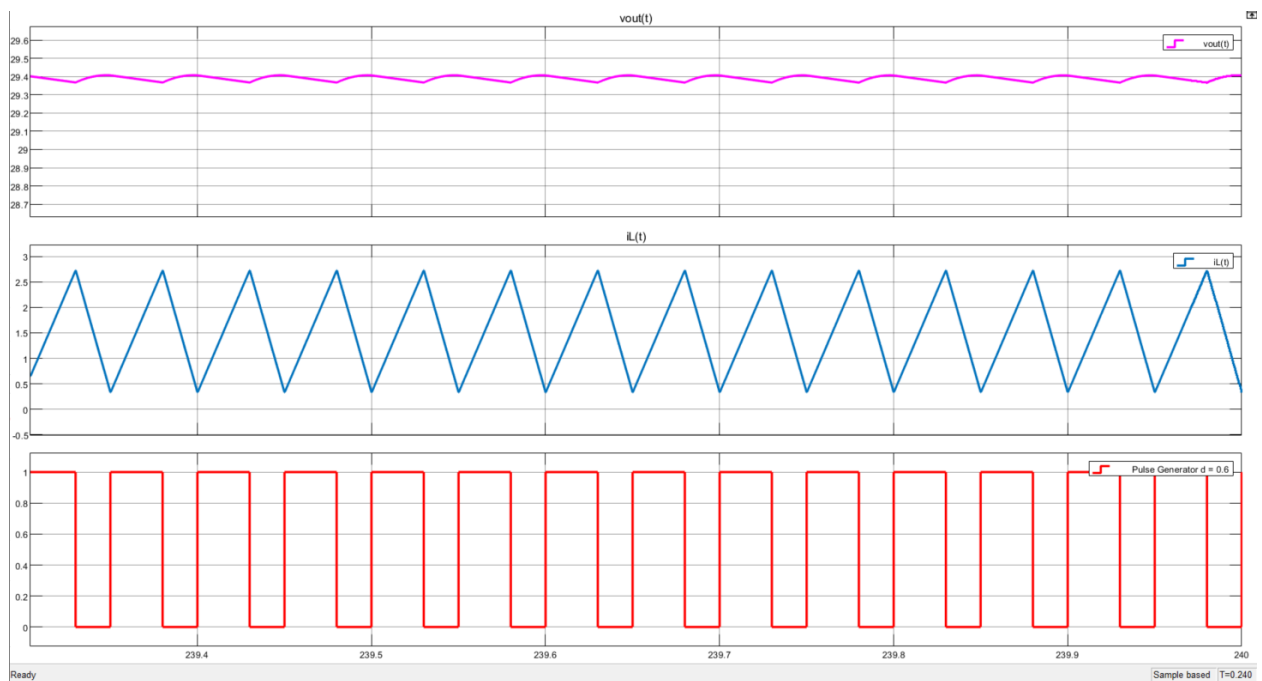
2. Simulación de un convertidor elevador en modo continuo.

A continuación, se muestra un convertidor elevador implementado en Simulink con los valores de los elementos a considerar:





Con los valores mostrados el convertidor trabaja en modo continuo (la corriente del inductor es siempre mayor a 0), como se puede confirmar en los gráficos obtenidos:



Replique esta simulación acondicionando los displays y scopes de la manera adecuada. Recuerde que las simulaciones deberán ser presentadas en conjunto con los reportes. Nótese también que la simulación deberá correr por al menos 0.24 segundos para que, con la frecuencia asignada de 20 [kHz], el circuito alcance estado estable y los valores obtenidos sean representativos del comportamiento típico del convertidor.

3. Cálculo analítico de las variables eléctricas en el convertidor elevador trabajando en modo continuo.

Cálculo 1: Calcule analíticamente el voltaje de salida del convertidor considerando lo siguiente:

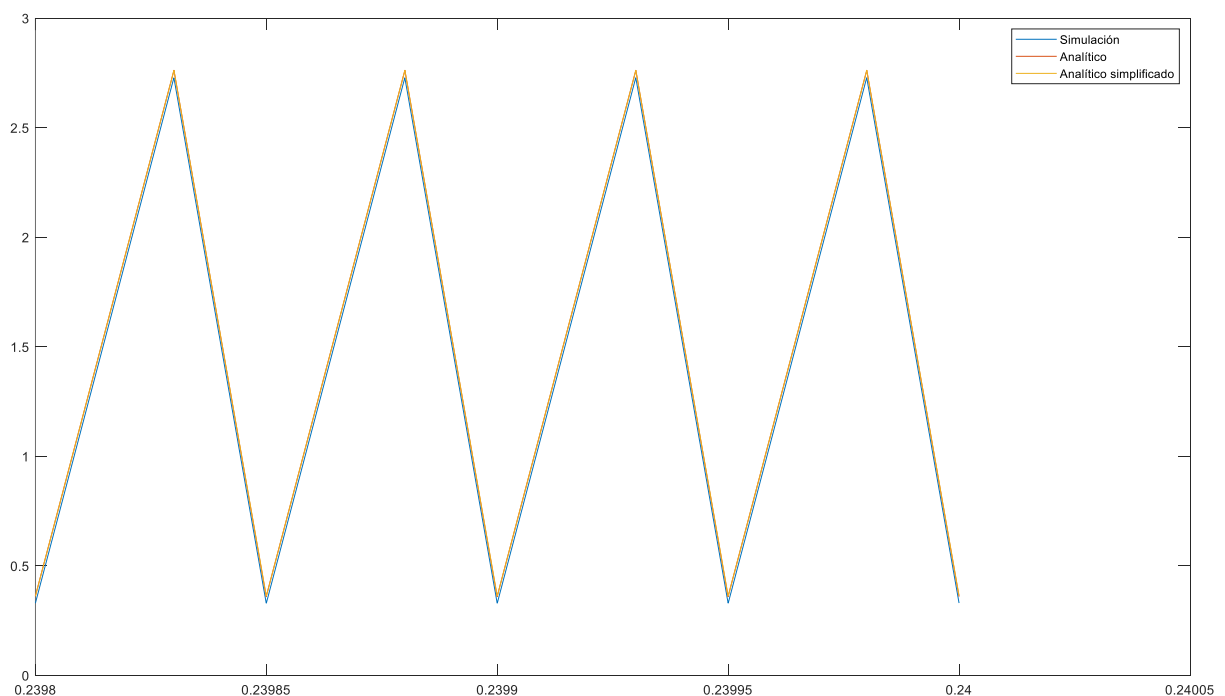
- a) Para el voltaje de salida, el circuito es RLC paralelo cuando el transistor está abierto y RC cuando el transistor está cerrado.
- b) El transistor opera como un interruptor ideal.
- c) El diodo equivale a una fuente DC con voltaje 0.6 [V] cuando está conduciendo y a un circuito abierto cuando no conduce.

Cálculo 2: Calcule analíticamente la corriente que circula por el inductor considerando lo siguiente:

- a) Para la corriente del inductor, el circuito es RLC paralelo cuando el transistor está abierto y L cuando el transistor está cerrado.
- b) El transistor opera como un interruptor ideal.
- c) El diodo equivale a una fuente DC con voltaje 0.6 [V] cuando está conduciendo y a un circuito abierto cuando no conduce.

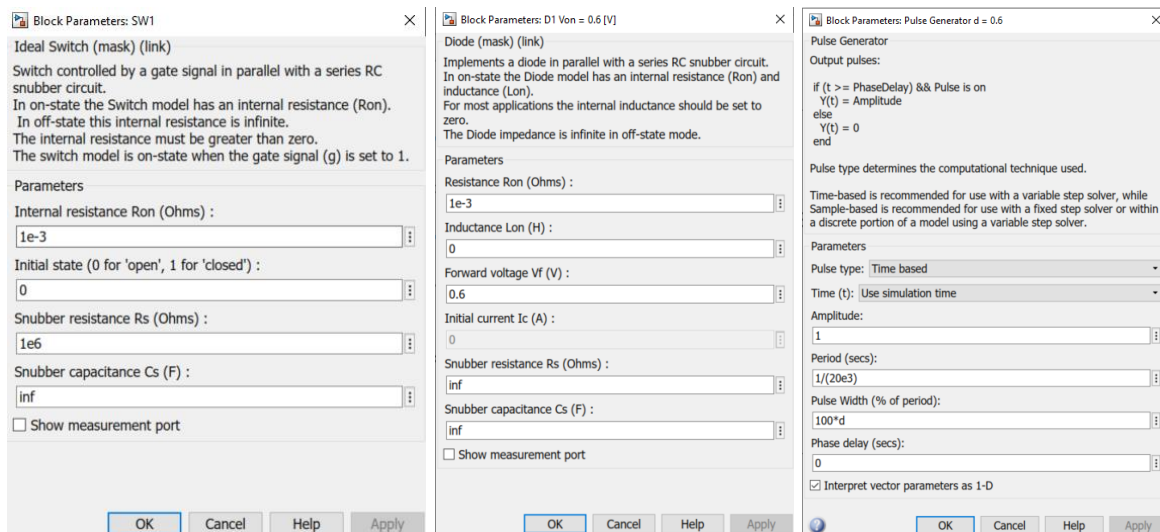
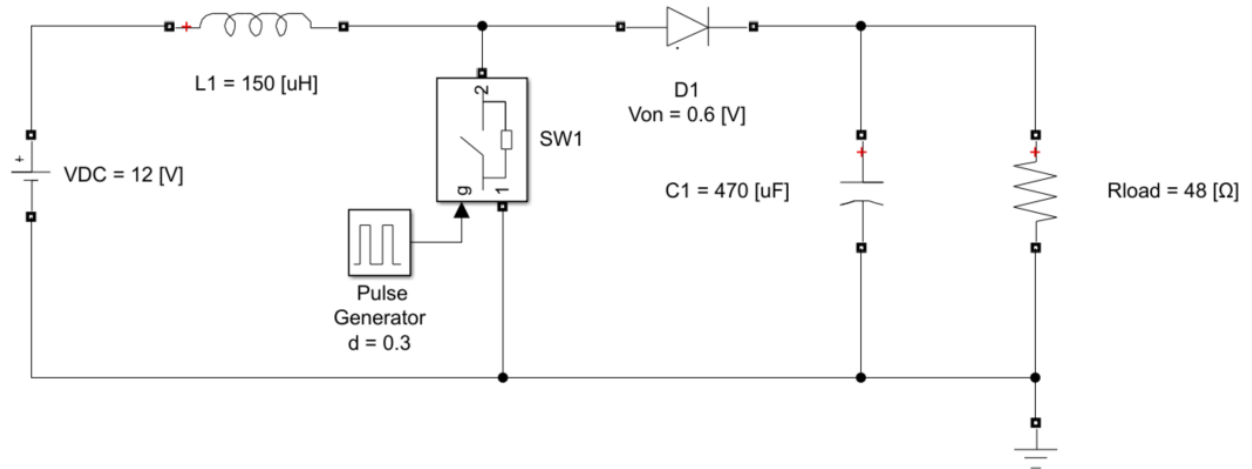
Cálculo 3: Realice un cálculo simplificado de la corriente del inductor considerando que el voltaje de salida es constante y por tanto el voltaje en los terminales del inductor es prácticamente constante tanto cuando el transistor está cerrado como cuando el transistor está abierto.

Recuerde validar gráficamente los resultados teóricos mediante la comparación con los resultados de la simulación como se muestra a continuación para el caso de **la corriente del inductor**:

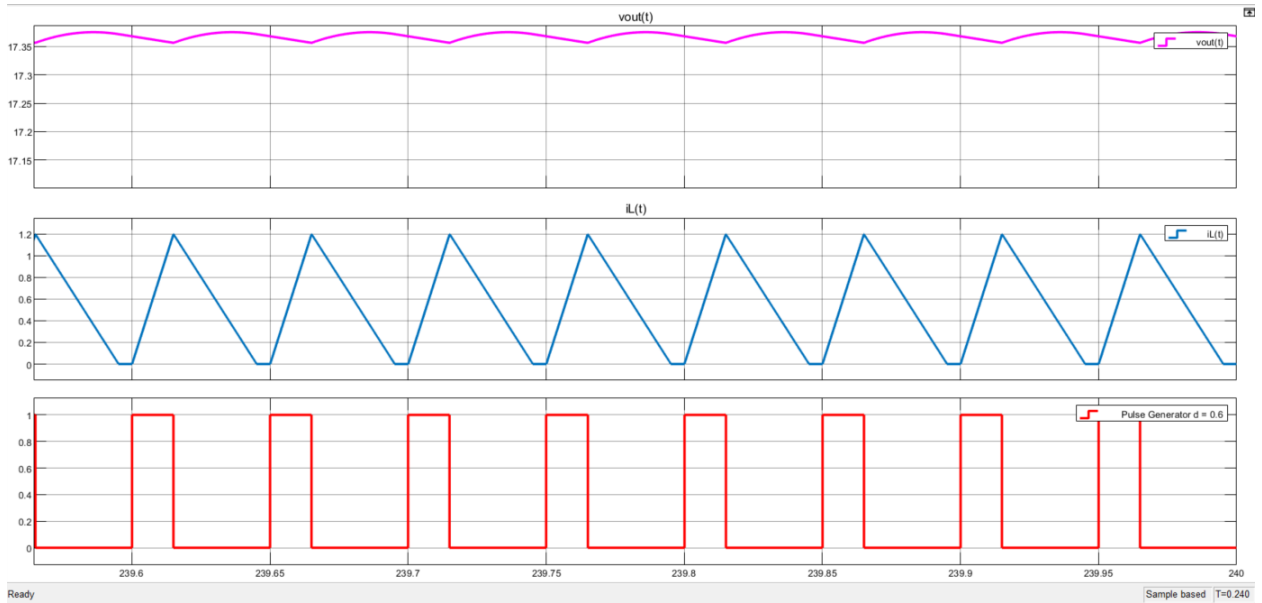


4. Simulación de un convertidor elevador en modo discontinuo.

Para simular el convertidor en modo discontinuo cambiaremos el ciclo de trabajo a $d = 0.3$, ajustando cualquier valor adicional necesario en la simulación.



Con los valores mostrados el convertidor trabaja en modo discontinuo (la corriente del inductor es igual a 0 en algunos tramos), como se puede confirmar en los gráficos obtenidos:



Replique esta simulación acondicionando los displays y scopes de la manera adecuada. Recuerde que las simulaciones deberán ser presentadas en conjunto con los reportes. Nótese también que la simulación deberá correr por al menos 0.24 segundos para que, con la frecuencia asignada de 20 [kHz], el circuito alcance estado estable y los valores obtenidos sean representativos del comportamiento típico del convertidor.

5. Cálculo analítico de las variables eléctricas en el convertidor elevador trabajando en modo discontinuo.

Cálculo 1: Calcule analíticamente el voltaje de salida del convertidor considerando lo siguiente:

- Para el voltaje de salida, el circuito es RLC paralelo cuando el transistor está abierto y RC cuando el transistor está cerrado.
- El transistor opera como un interruptor ideal.
- El diodo equivale a una fuente DC con voltaje 0.6 [V] cuando está conduciendo y a un circuito abierto cuando no conduce.

Cálculo 2: Calcule analíticamente la corriente que circula por el inductor considerando lo siguiente:

- a) Para la corriente del inductor, el circuito es RLC paralelo cuando el transistor está abierto y L cuando el transistor está cerrado.
- b) El transistor opera como un interruptor ideal.
- c) El diodo equivale a una fuente DC con voltaje 0.6 [V] cuando está conduciendo y a un circuito abierto cuando no conduce.

Cálculo 3: Realice un cálculo simplificado de la corriente del inductor considerando que el voltaje de salida es constante y por tanto el voltaje en los terminales del inductor es prácticamente constante.

Recuerde validar nuevamente los resultados teóricos mediante la comparación con los resultados de la simulación, tal como se ejemplificó en el caso continuo.

6. Análisis de resultados.

Realice los siguientes análisis:

- a) En base a los resultados de los puntos 3 y 5, realice un análisis de la efectividad del método utilizado para obtener las expresiones analíticas y las ventajas del uso de software de simulación para simplificar dicha tarea.
- b) Discuta al menos 2 ventajas y 2 desventajas de utilizar convertidores elevadores operando en modo continuo y en modo discontinuo.
- c) Investigue 3 aplicaciones específicas donde se utilizan los convertidores elevadores, explicando cada caso con suficiente detalle.

7. Conclusiones y recomendaciones.

Escriba dos conclusiones y dos recomendaciones acerca del presente trabajo.

D. ENTREGABLES

Se deberán presentar lo siguiente vía Sidweb:

- Reporte en el que se detallan todas las actividades realizadas por cada miembro del grupo y se muestran los resultados obtenidos mediante capturas de pantalla de las simulaciones y sus resultados. Para la parte teórica es permitido incluir fotos de los cálculos realizados a mano siempre y cuando estén bien presentados y con letra entendible.
- Archivo comprimido en formato zip con las simulaciones realizadas como validación.
- Diapositivas de la presentación a ser realizada de acuerdo con el punto E.

E. FECHAS DE ENTREGA, FORMATO DE GRUPOS Y SUSTENTACIÓN.

Todos los archivos: reportes, simulaciones y diapositivas deberán ser presentados vía Sidweb hasta máximo el lunes 1 de febrero del 2021.

Este será un trabajo realizado en grupos de máximo 3 integrantes. Se deberá incluir en el reporte una lista de las actividades realizadas por cada uno de los miembros del grupo.

El trabajo será sustentado vía video en una hora a acordar con el profesor los días 2 o 3 de febrero del 2021. Cada uno de los integrantes del grupo deberá hablar durante al menos 2 minutos durante la presentación.