



Aplicación del enfoque de Clase Invertida en Ingeniería Electrónica

Mariano Llamedo Soria

Departamento de Ingeniería Electrónica, UTN Buenos Aires



Fecha de recepción: 25/Ago/2022

Fecha de aceptación: 21/Oct/2022

Resumen:

Se describen los resultados de la implementación del enfoque de *clase invertida* en una asignatura anual del cuarto nivel de Ingeniería Electrónica. La materia “Teoría de los Circuitos 2” reparte la carga horaria entre contenidos teóricos, ejercicios de diseño, simulación e implementación circuital. El enfoque de clase invertida podría ayudar a destinar mayor tiempo sincrónico a las actividades relacionadas al diseño e implementación, dejando la incorporación de conceptos teóricos a cargo del estudiante, en mayor medida. En esta experiencia de clase invertida, se grabaron explicaciones en YouTube para facilitar la incorporación de conceptos teóricos entre semanas. También se utilizó un formulario para la carga de métricas de estudio, en el cual informaban a los docentes dudas urgentes y los avances logrados. Además, se implementaron tareas semanales con ejercicios de complejidad comparable con las evaluaciones parciales, para mantener un nivel intenso de trabajo a lo largo del año. Tanto la carga de métricas como las tareas semanales tuvieron peso en la calificación final. Otra novedad implementada fue el uso de chat como medio oficial de comunicación con los y las estudiantes. Los resultados del enfoque fueron positivos: 1) el tiempo dedicado a la materia entre clases fue en mediana de 5 horas. 2) Se comenzó a generar

un corpus de más de 100 explicaciones *online* de gran aceptación por parte de los y las estudiantes. 3) El formulario semanal permitió conocer las dudas semana a semana, y a posteriori aportó la mayoría de datos que se presentan en este trabajo. Finalmente, 4) se comenzó a sistematizar el relevamiento de datos del rendimiento académico en la asignatura, para ayudar a guiar cualquier mejora futura que se impulse.

Palabras clave: clase-invertida, ingeniería, electrónica, educación, rendimiento académico

Abstract:

Flipped classroom approach in Electronic Engineering Teaching

The results of the implementation of the flipped classroom approach in an annual course of the fourth level of Electronic Engineering are described. The course "Network theory 2" distributes the workload between theoretical content, design exercises, simulation and circuit implementation. The flipped-classroom approach could help to allocate more synchronous time to activities related to design and implementation, leaving the incorporation of theoretical concepts in charge of the student, to a greater extent. In this flipped-classroom experience, explanations were recorded on YouTube to facilitate the incorporation of theoretical concepts between weeks. A form was also used to upload study metrics, in which teachers were informed of urgent doubts and the progress made. In addition, weekly tasks with exercises of comparable complexity to the mid-term evaluations were implemented, in order to maintain an intense level of work throughout the year. Both the load of metrics and the weekly tasks had weight in the final grade. Another novelty implemented was the use of the chat as the official communication with the students. The results of the approach were positive: 1) the time spent on the subject between classes was a median of 5 hours. 2) A corpus of more than 100 online explanations of great acceptance by the students began to be generated. 3) The weekly form allowed us to know the doubts week by week, and a posteriori provided most of the data presented in this work. Finally, 4) the data survey of academic performance in the course began to be systematized, this could help to guide future improvements.

Keywords: Flipped classroom - emerging pedagogy - video tutorials - meaningful learning - virtual laboratory model

Introducción

El ciclo lectivo 2021 (CL) se caracterizó por desarrollarse de manera completamente virtual, o lo que luego pasó a denominarse *presencialidad mediada por tecnología*. Esta circunstancia, obligó a los docentes de los cursos R4001/52 a desplegar contramedidas para intentar, en primer lugar mitigar la deserción estudiantil sufrida durante 2020, y en segundo lugar motivar a los estudiantes a estudiar (aún) más.

El enfoque que se utilizó se conoce como *clase invertida* (Bergmann 2012, Prieto 2017, Santiago 2018), y en pocas palabras, este enfoque intenta aumentar la cantidad de horas dedicadas a la asignatura dentro y fuera de la clase. La estrategia consiste en el desplazamiento de las horas teóricas al espacio asincrónico, o tiempo *entre clases*, aumentando la cantidad de horas sincrónicas, o de clase, para realizar actividades de ejercitación, proyecto, o trabajo sobre las dudas concretas de los estudiantes (figura 1). El enfoque de aula invertida estará sustentado en un conjunto de actividades y espacios que permitan una interacción más inmediata entre los docentes y estudiantes, bajo la hipótesis de que el estudiante se encuentra muy familiarizado a adquirir conocimientos en soporte audiovisual (YouTube) e interactuar mediante herramientas de chat (Google Chat) y campus virtual (Moodle). Al mismo tiempo, se agrega al clásico enfoque de clase invertida, un formulario de realimentación docente, o métricas de estudio, orientadas al espacio *anterior a la clase*; y *tareas semanales* a realizar durante el espacio *posterior a la clase*. Ambas metodologías se describirán más adelante.

El objetivo de este trabajo es cuantificar y presentar los resultados de la implementación del *aula invertida* a partir de analizar las respuestas al formulario de métricas semanales y el resultado académico de los estudiantes de dos cursos del CL 2021.

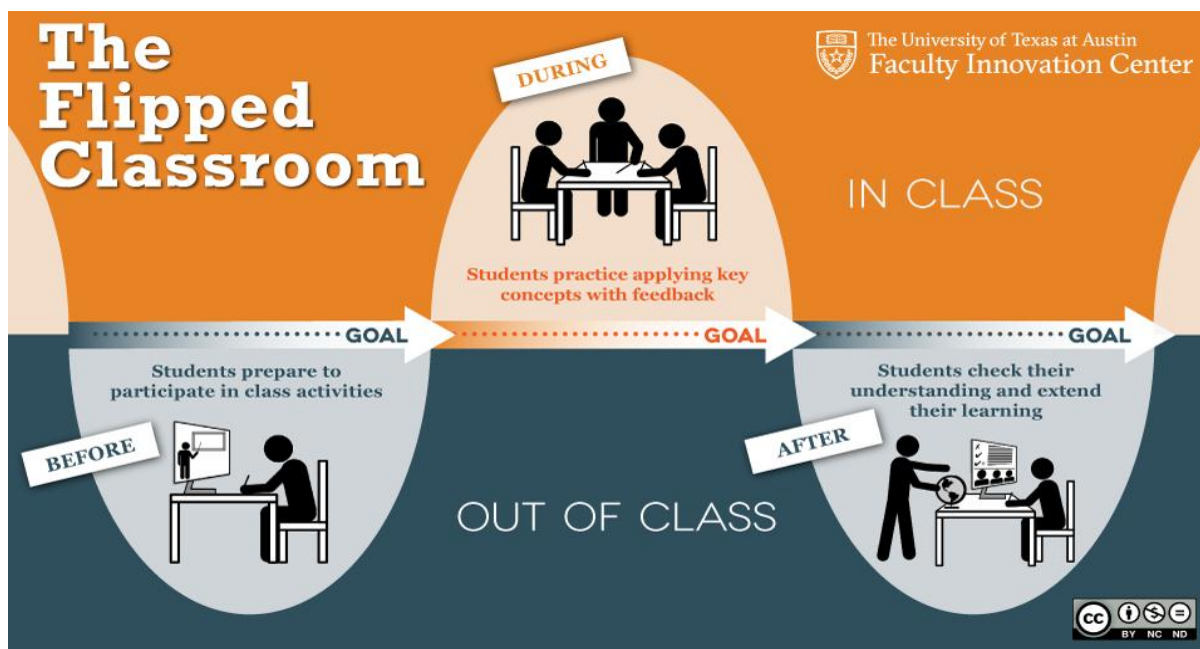


Figura 1. Esquema de clase invertida (Flipped classroom adaptado de la U. de Texas Fac. Innovation Center). En el centro el espacio sincrónico o tiempo de clase.

Metodología

Se implementó un enfoque de **clase invertida** en el que se pautaron encuentros sincrónicos (ES) semanales de 4 hs de duración mediante la plataforma Google Meet. El tiempo entre clases sincrónicas se lo denomina *espacio asincrónico*. La primera clase se comunicó esta modalidad a los y las estudiantes, y se les presentaron algunas de las cuestiones más relevantes de la metodología:

1. el traspaso de las explicaciones teóricas al espacio asincrónico (EA). Esto se facilitó mediante la grabación de explicaciones teórico/prácticas subidas a YouTube o partes de clases grabadas durante el ciclo 2020. El trabajo de la preparación de este material requirió un gran esfuerzo llevado a cabo durante el ciclo 2020.

2. tareas semanales adicionales (TS) a las guías de trabajos prácticos (TP). Se prepararon especialmente ejercicios semanales o quincenales, con nivel comparable o superior a la de las guías de TP, para la elaboración y presentación individual. Se buscó con las TS tener una realimentación más rápida de la comprensión de los temas teóricos. Cumplir con todas TS (8 por cuatrimestre aproximadamente) tuvo una retribución de **3 puntos** en el examen parcial (30% de la calificación).
3. finalmente, se pautó un esquema de carga de métricas de seguimiento semanal. Se le pidió a cada estudiante que rellene semanalmente un formulario con una retribución de **1 punto** (10% de la calificación total) del examen parcial. La información recolectada servirá tanto para recolectar dudas de lo estudiado después de clase, y posiblemente mejorar el tiempo durante clases, como para el análisis una vez finalizado el curso.

Con respecto a las explicaciones teóricas grabadas, se optó por subirlo al servicio de YouTube, por su gran disponibilidad en todo tipo de dispositivos y lo familiar que resulta su uso a los estudiantes. Se optó por subirlo a un [canal personal](#) dado que el Departamento de Electrónica no cuenta con un canal propio u otro repositorio institucional de la UTN FRBA. Los videos se organizaron en [listas por clase y/o tema](#). En algunos casos las explicaciones eran exclusivamente de los aspectos teóricos, pero en otros casos también se incluyeron ejercicios elementales para ejemplificar algún concepto. Todas las explicaciones tienen vinculación explícita a la bibliografía de la materia, para reforzar o ampliar los temas presentados.

Un aspecto crucial para poder abordar el enfoque de aula invertida, y por supuesto uno de los miedos que tenemos los y las docentes antes de

implementarlo, es el grado de aceptación de los y las estudiantes. Con la finalidad de intentar cuantificar la aceptación, se idearon las tareas semanales y el formulario de seguimiento semanal. El formulario semanal (FS) fue adaptado de (Prieto Martín 2017, #) y consiste en preguntas reflexivas muy sencillas sobre lo trabajado durante el espacio asincrónico (EA) y preguntas cuantitativas como las horas dedicadas a estudiar, como se puede observar en la tabla 1. Como el FS tenía un incentivo del 10% de la calificación del examen, pensamos que ningún estudiante renunciaría a conseguirlo. Es decir el FS aparte de proveer información valiosa, también se la podría pensar como una *lista de presente* alternativa.

Las TS fueron implementadas durante el 2020 para pocos temas, con muy buena aceptación, por lo que durante 2021 se ampliaron a la mayoría de los temas de la asignatura, resultando en 15 TS, ponderadas con hasta un 30% de la calificación del examen parcial. Esto supuso al menos dos incentivos para los y las estudiantes, 1) motivarlos a estudiar y profundizar temas para resolver problemas incluso más complejos que los propios de una evaluación parcial y 2) presentarse al parcial con la ventaja de hasta un 30% de la calificación ya obtenida, y por supuesto, mayores posibilidades de llegar a la promoción (aprobación directa) de la materia. Algunas de las TS presentaron contenidos novedosos que sólo se evalúan en los trabajos de laboratorio (TL), como la simulación computacional, que en 2021 dividimos en 3 partes: a) la simulación computacional simbólica, en la que se presenta al estudiante las herramientas del módulo SymPy para el tratamiento simbólico de expresiones algebraicas. El uso de esta herramienta resulta sumamente útil especialmente en ejercicios donde la cantidad y complejidad de los sistemas de ecuaciones hace muy laborioso y demandante de concentración su resolución y obtención de una función matemática (FM). La segunda parte b) se relaciona con la simulación numérica de la FM y lo que nos interesa analizar en TC2 que es la respuesta en

frecuencia. Para esta tarea usamos especialmente los módulos de NumPy y SciPy. Finalmente c) arribamos a la simulación circuital, con el software LTspice para corroborar que un circuito responde a una FM, como las estudiadas en a) y b) en términos del modelo matemático, y arribar a los resultados finales de la simulación del circuito eléctrico.

Finalmente, la presentación de las TS se realizará en [Jupyter-Notebook](#), una herramienta para la confección de los informes, para luego ser presentados a través de la plataforma de [campus virtual Moodle](#), esta última ampliamente utilizada por los y las estudiantes. Un aspecto importante desde lo filosófico es la educación en el uso de herramientas libres como [Python](#), [Jupyter-NB](#) y [LTspice](#), más adecuados para una Universidad Pública como la [Universidad Tecnológica Nacional](#).

Habiendo presentado los aspectos más salientes durante el EA, nos describiremos ahora el tiempo de clase o ES, que generalmente se repartió de la siguiente manera:

1. Responder dudas urgentes. Las dudas urgentes corresponden a uno de los elementos del FS que los estudiantes rellenaron antes de asistir a clase (tabla 1).
2. Repaso de los temas teóricos o el trabajo de la semana, en el caso que se haya pautado revisar algún tema teórico o en su defecto alguna TS.
3. Resolución de ejercicios relacionados con las tareas semanales o las guías de TPs.
4. Conclusiones y pautas para la siguiente clase. Por lo general, revisar explicaciones grabadas en videos de **YouTube** o capítulos de la **bibliografía**.

Tabla 1. Campos del formulario semanal (FS).

Campos del formulario

Nombre y Apellido

¿Cuántas horas de estudio dedicaste a TC2 esta semana?

Describí los conceptos que hayas incorporado esta semana.

No olvides indicar las secciones de la bibliografía que revisaste ó los materiales sobre los que hayas trabajado (TPs, ejercicios, videos, etc.)

Describí los conceptos que te quedaron por comprender o te resultaron muy difíciles

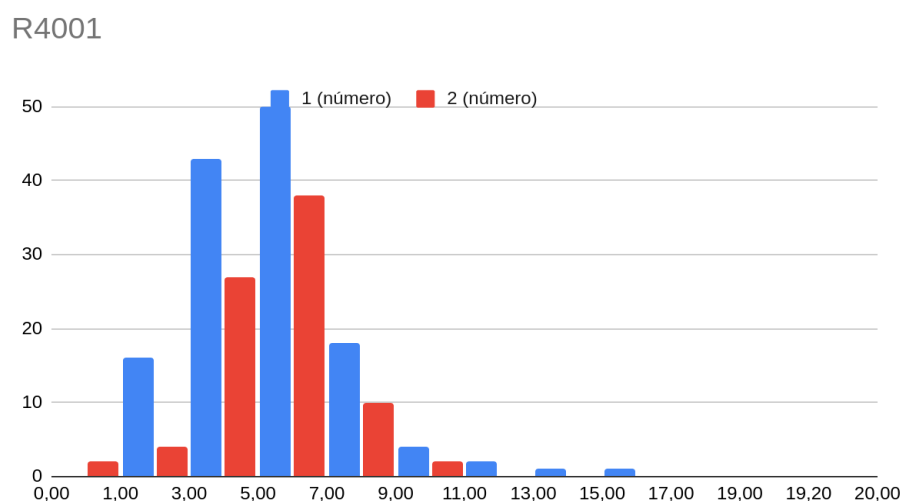
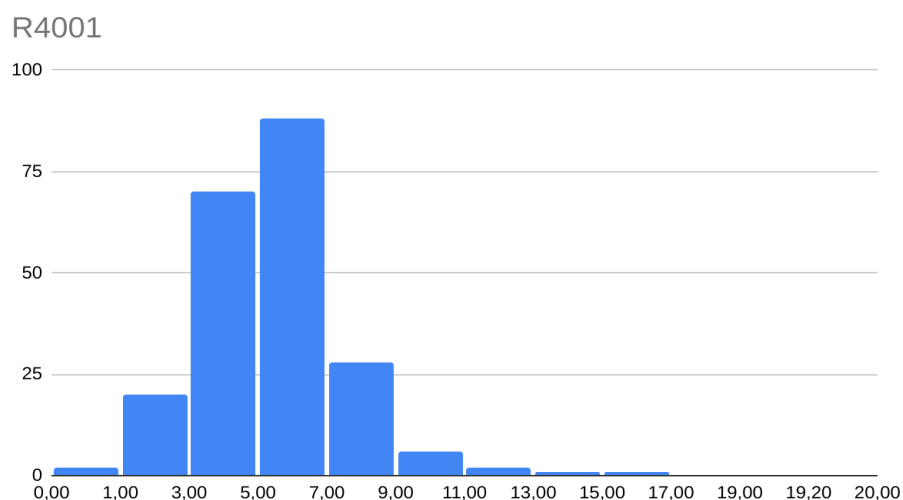
¿Qué cosas NO entendiste y querés que abordemos de forma urgente?

Cualquier otra cosa que quieras comunicarle a los docentes (Recordá que podés hacerlo de forma anónima si querés)

Marca temporal (**Automático**)

De esta manera concluye la presentación de la metodología implementada, resta comentar que para favorecer un intercambio más cercano e inmediato se decidió utilizar la herramienta de [Google Chat](#) para la comunicación con los estudiantes.

Figura 2. Horas de estudio o de trabajo semanal para el curso R4001. En el cuadro inferior se desglosa el 1er y 2do cuatrimestre las HE.



Resultados

Los FS permitieron conocer hábitos de estudio generales, como el tiempo semanal total dedicado a TC2 durante el EA. De esta manera observamos para el curso R4001 una mediana de 5 horas y un rango entre los percentiles 5 y 95 de 2 a 9 horas, como puede observarse en la figura 2; mientras que para el R4052 hallamos la misma mediana de 5 hs, mientras que el rango fue de 1 a 12 horas (figura 3). Si se desglosa entre cuatrimestres, las medianas mantienen su valor, al igual que si analizamos para cada estudiante la cantidad de horas por cuatrimestre, como se muestra en la figura 4.

Otro resultado que se manifestó claramente es la correlación entre el tiempo de estudio total que se informa en el FS y la calificación obtenida (figura 5), como se manifiesta en la figura 5. Del mismo modo se encontraron correlaciones entre la puntuación en las TS y la calificación final (figura 6). Finalmente, en la figura 7 se muestra el puntaje del FS, es decir 1 para puntaje completo del FS, y su correlación con la calificación en los exámenes, 10 para puntaje completo.

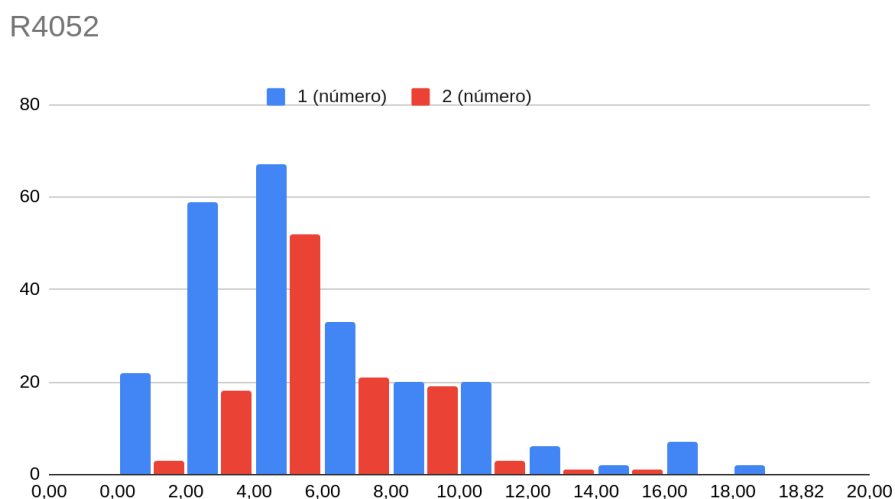


Figura 3 A. Horas de estudio o de trabajo semanal para los cursos R4052. En el cuadro inferior se desglosa el 1er y 2do cuatrimestre las HE.

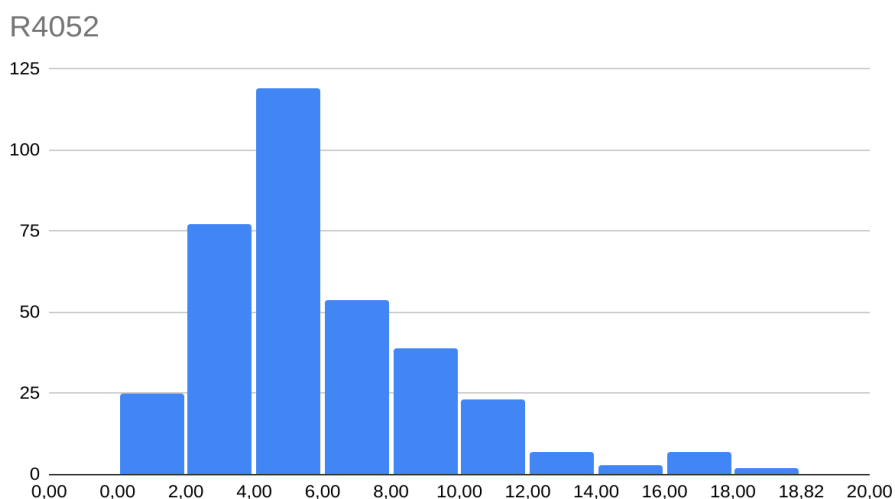


Figura 3 B: Se desglosa el 1er y 2do cuatrimestre las HE.

Finalmente se analizó la cantidad de estudiantes a lo largo del año para estudiar la curva de permanencia, como se presenta en la figura 8.

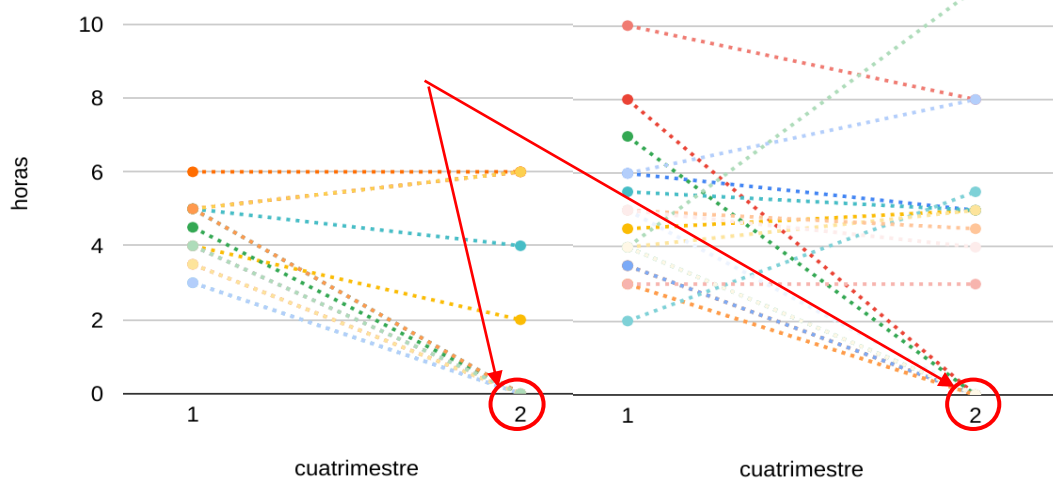


Figura 4. Mediana de horas de estudio por estudiante en función del cuatrimestre.

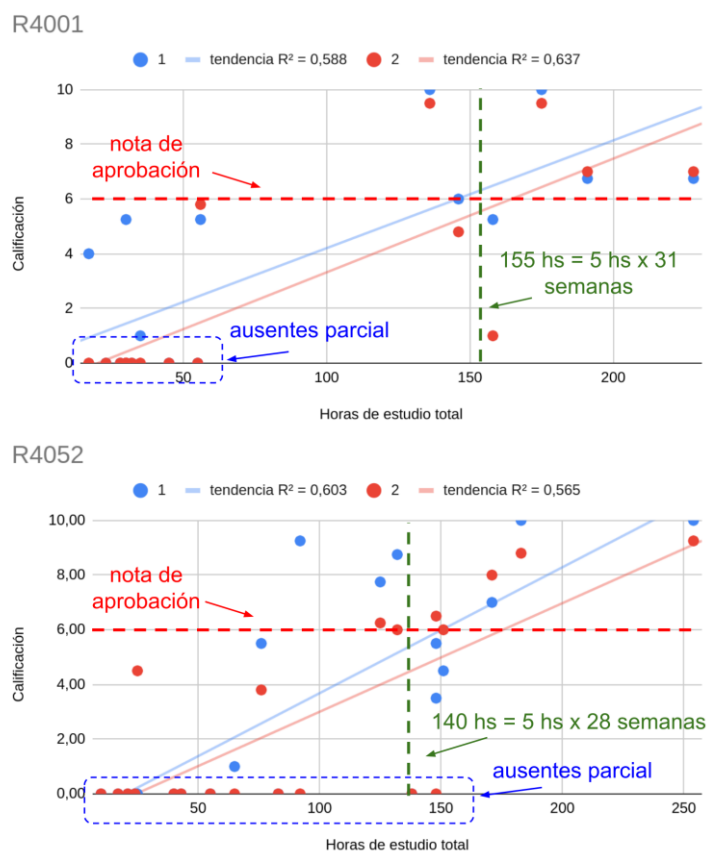
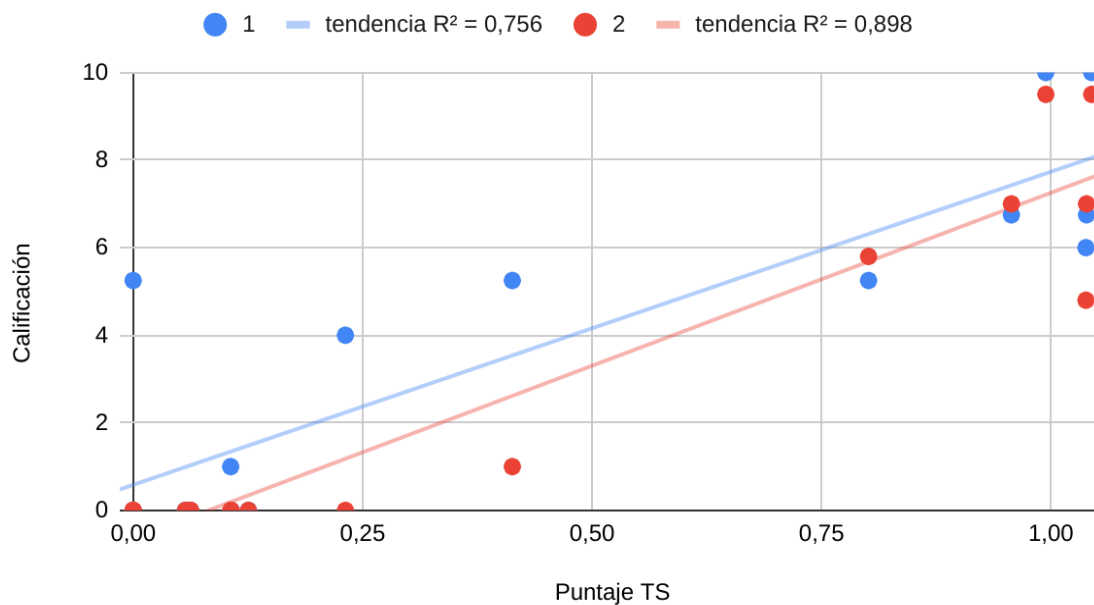


Figura 5. Horas de estudio totales en función de la calificación obtenida en exámenes parciales por curso. En trazo rayado rojo se puede observar la nota de corte y en verde la cantidad mediana de horas de estudio semanal prorrateada a la duración total del curso. En azul se señala a los estudiantes que no se presentaron a los parciales.

R4001



R4052

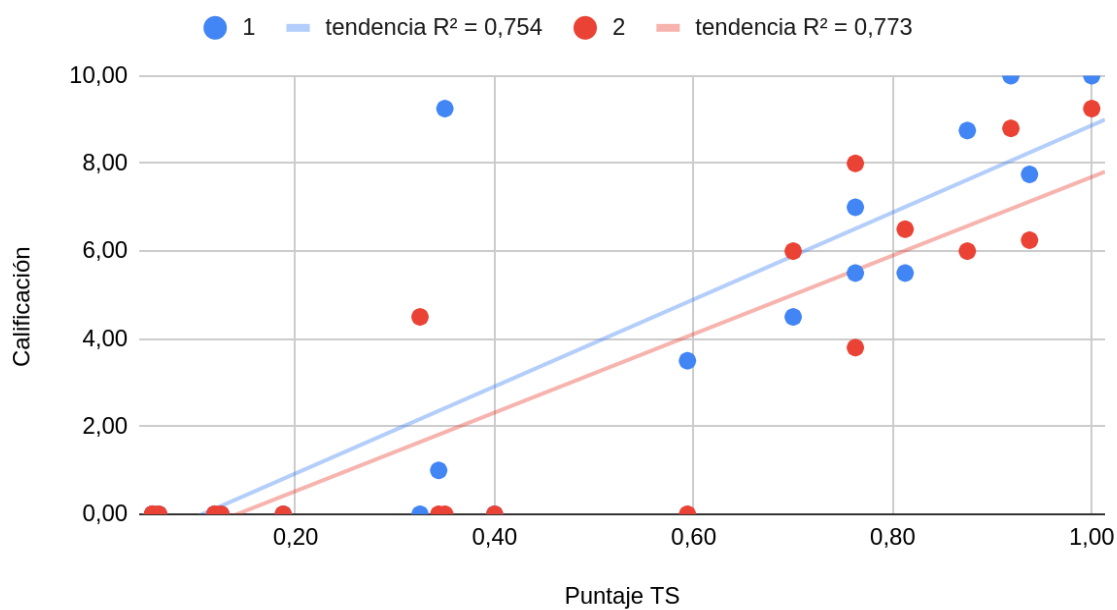
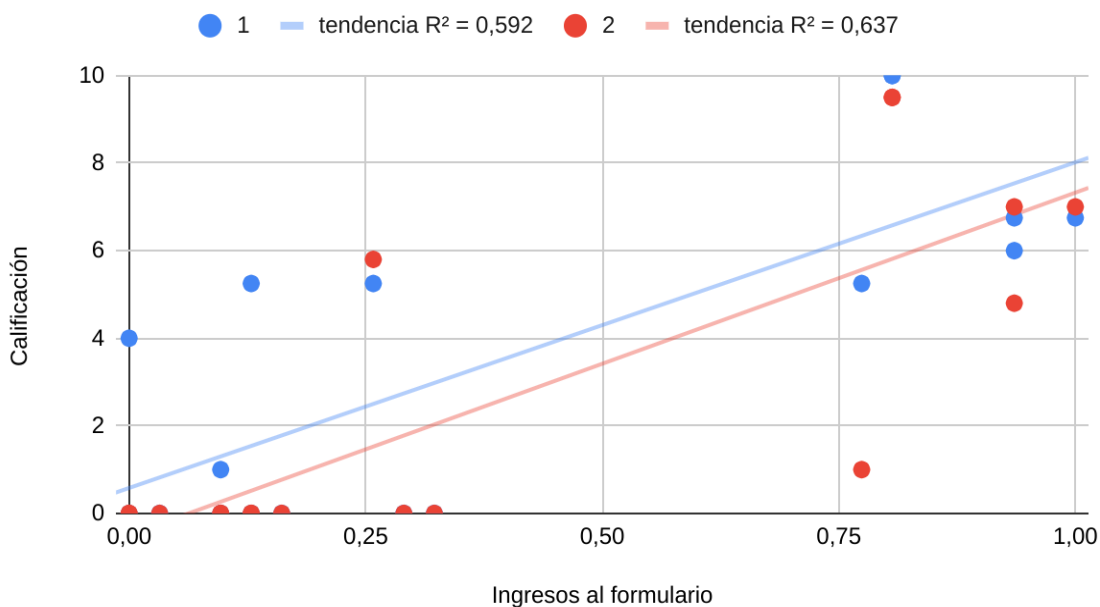


Figura 6. Puntuación en las tareas semanales en función de la calificación obtenida en exámenes parciales por curso, 1 significa puntaje completo (30% de la calificación). Ver pie de figura 5 para identificar otros detalles del gráfico.

R4001



R4052

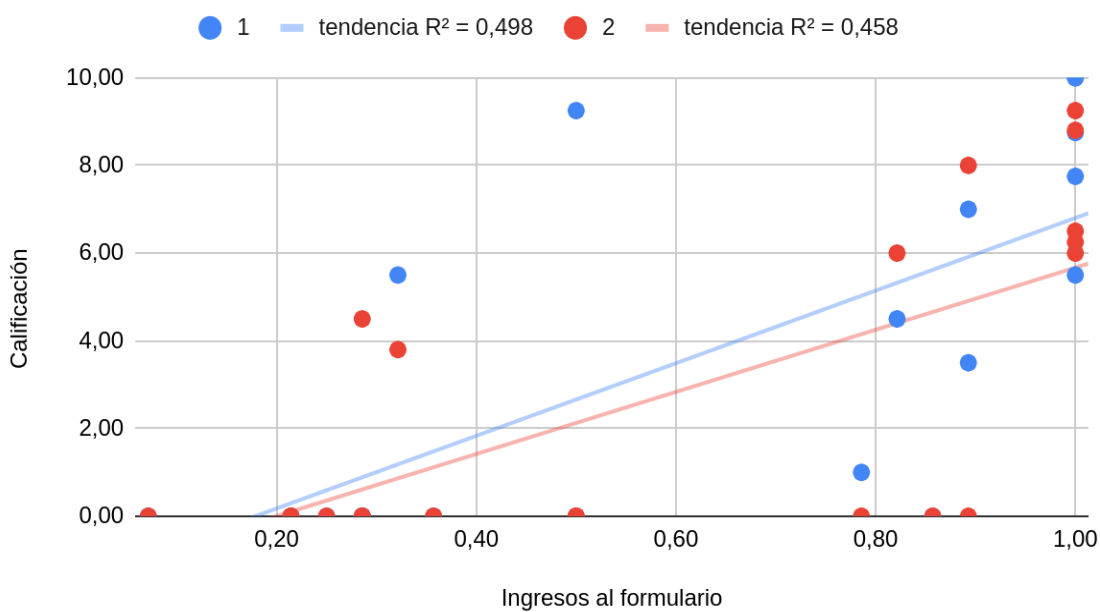


Figura 7. Puntuación por cargar métricas semanales en función de la calificación obtenida en exámenes parciales por curso, 1 significa puntaje completo (10% de la calificación). Ver pie de figura 5 para identificar otros detalles del gráfico.

Discusión y Conclusiones

En este trabajo se analizaron los resultados académicos en dos cursos (R4001/52) de la asignatura *Teoría de Circuitos 2* (TC2) a partir de los datos aportados por los propios estudiantes. La materia corresponde al cuarto nivel de Ingeniería electrónica de la UTN FRBA. Las características del CL 2021 en cuanto al completo dictado virtual propiciaron la implementación del enfoque de aula invertida, y la consecuente recopilación y análisis de información producida por los estudiantes en sus distintas actividades. Justamente al estar mediada por tecnología toda la interacción curricular, las plataformas del campus virtual, chat y espacios de videoconferencia registraron información que se intenta resumir en este artículo.

En una primera instancia, se planteó la herramienta de los formularios semanales (FS) como una instancia de verificación de seguimiento semanal. Por tal motivo se consideró adecuado incentivar el cumplimiento del FS dotándolo de puntuación (10%) para la calificación final. Si bien rellenar semanalmente el FS conlleva un pequeño esfuerzo (ver tabla 1) el costo/beneficio comparado con las 5 hs/semana en mediana que invirtieron los estudiantes, parece poco significativo. Se podría pensar que es una buena forma de obtener el 10% de la calificación. Sin embargo, los resultados muestran que en el curso R4001 la puntuación mediana por rellenar el FS fue de 2,6% entre 17 estudiantes, aunque si se restringe al grupo que se presentó a rendir el primer parcial aumenta a 7,9% (10

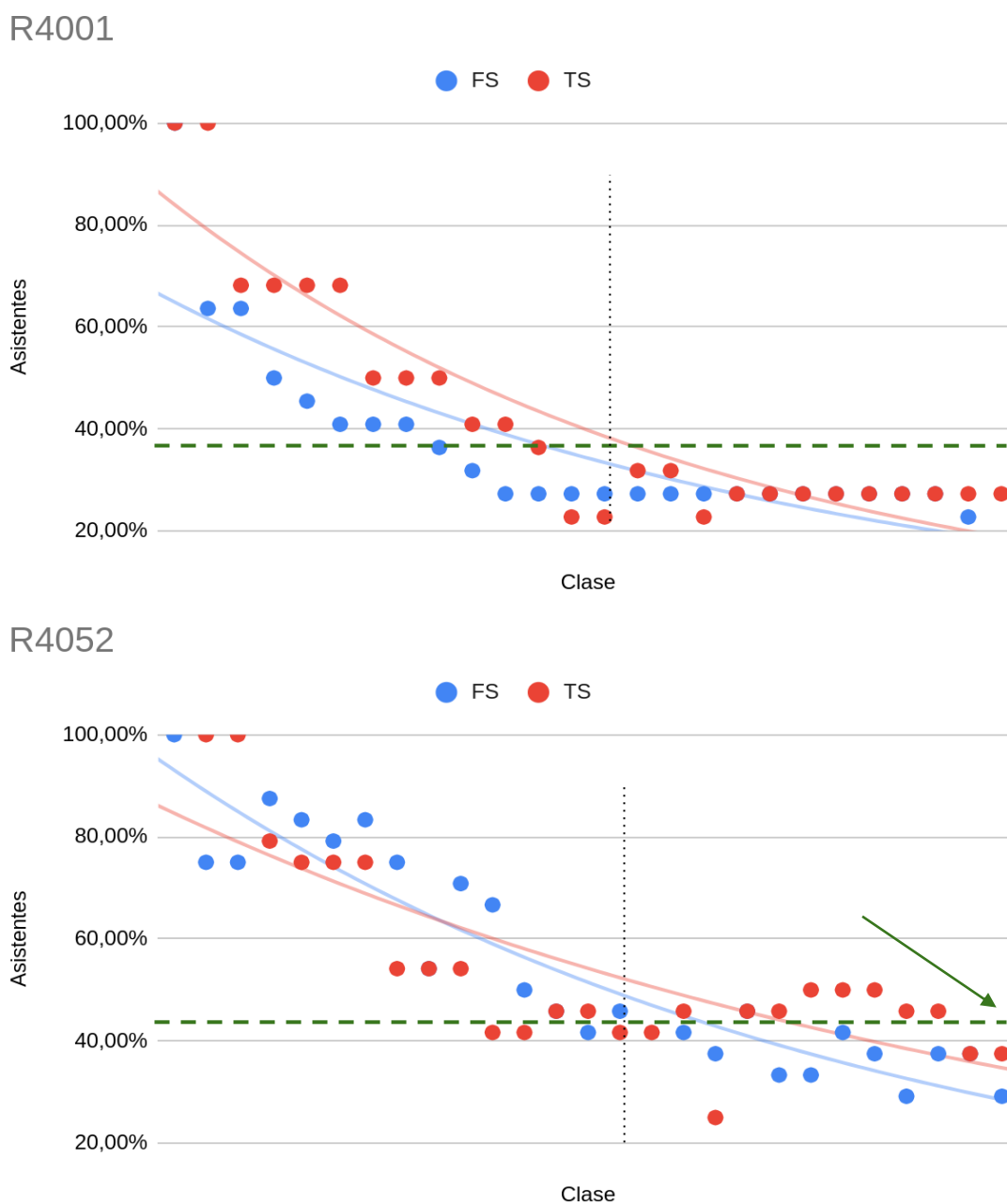


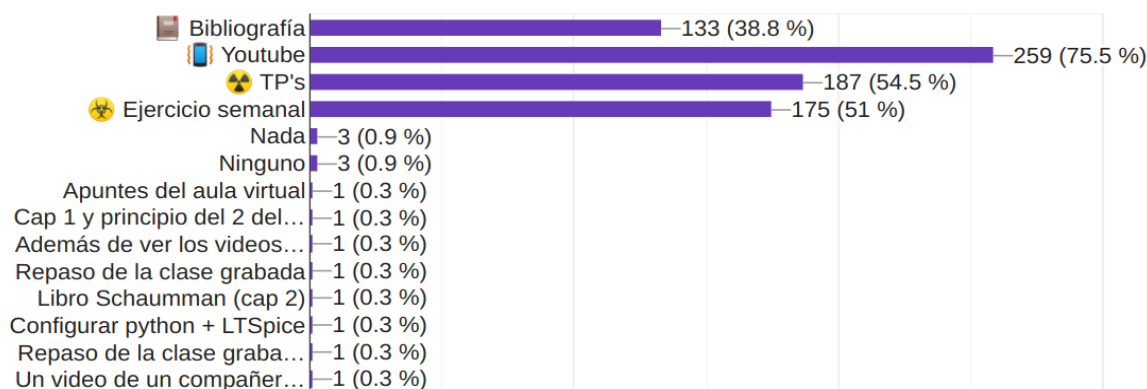
Figura 8. Retención de estudiantes medido como cantidad de entradas al FS, en azul, y cantidad de entregas de TS en rojo, en función del tiempo medido en clases o semanas. En trazo verde se puede ver la proporción final de aprobados en cada curso.

estudiantes), y 8,9% si analizamos solo los que aprobaron ambos parciales (6 estudiantes). Para el R4052 rellenar el FS resultó en el 5% del puntaje en mediana del total de 21 estudiantes, 8,9% (12 estudiantes) y 10% (9 estudiantes) respectivamente. Estos resultados podrían sugerir un

compromiso un poco mayor con la asignatura de los estudiantes del R4052, restaría indagar sobre otras métricas que cuantifican el rendimiento académico de cada grupo de estudiantes.

Se buscó también que el FS sirva para indagar en los hábitos de estudio, y así poder saber cuánto tiempo y qué materiales resultan más útiles para nuestros estudiantes. Con respecto al tiempo de estudio, resultó que en mediana destinaron 5 hs en ambos cursos, aunque los intervalos entre los percentiles 5-95 fueron de 2 a 9 horas semanales para el R4001 y de 1 a 12 hs para el R4052 (figura 1). Nuevamente si restringimos a los que aprobaron ambos parciales la mediana es de 6 hs aproximadamente para ambos cursos, la promoción demandó algunos minutos más (en mediana) pero sin llegar a superar las 7 hs para ningún curso. En las figuras 2 y 3 se visualizan las anteriores observaciones, mientras que en la figura 5 la esperada y bien conocida relación entre horas de estudio y calificación. Continuando con los análisis de correlación, en la figura 6 se presenta la calificación obtenida por estudiante respecto al puntaje obtenido en las TS. Si bien la cantidad de estudiantes contemplados no es lo suficientemente elevada, se estaría evidenciando una relación directa entre hacer los ejercicios semanales propuestos y la calificación obtenida. Esto en principio no plantearía ninguna novedad, salvo que las TS han permitido evidenciar temas teóricos a clarificar o *dudas urgentes*, según las respuestas obtenidas semanalmente del FS. Por otro lado, y debido al pesaje que tuvieron en la calificación final, permitió también sentir el grado de seguimiento de la materia, como pudo observarse en el análisis de retención de estudiantes (figura 8). Finalmente, y tal vez más importante, la TS ha sido ponderada positivamente como metodología de estudio, en las respuestas libres que pudimos escrutar, y en el histograma de actividades semanales de la figura 9.

343 respuestas



210 respuestas

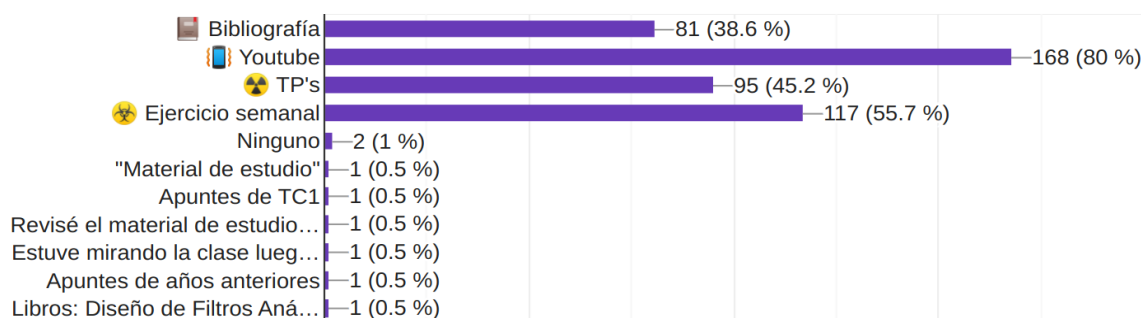


Figura 9. Histograma de las principales actividades o materiales didácticos consultados durante las horas de estudio semanal, para ambos cursos.

Con respecto al último de los análisis de correlación, la cantidad de estudiantes que rellenan el FS también podría pensarse como una estimación del seguimiento de la materia, pero posiblemente más sensible que las TS, dado el menor esfuerzo que conlleva. Esto podría explicar, descontando el hecho de que todavía tenemos muy pocos datos, la disminución del estadístico R^2 respecto al caso de las TS. Es decir, un estudiante que completa los FS no necesariamente estudia y ejercita. Por lo tanto, podríamos decir que los FS nos

permiten tener una medida del compromiso de los estudiantes con menor rendimiento, y las TS una medida similar de los estudiantes más aventajados. De esta manera observamos que la permanencia de estudiantes a final de curso estuvo alrededor del 30% para el R4001 y 40% para el R4052. En ambos casos los estudiantes aprobados y promocionados son exactamente los mismos que obtuvieron mejor puntuación en las TS. Con respecto a los promocionados, para el R4001 representaron el 22% de los estudiantes, mientras que para el R4052 el 25%.

Finalmente respecto a los hábitos de estudio de los estudiantes del ciclo 2021, se evidencia sin lugar a dudas la importancia del aprendizaje mediante videos de YouTube, ya que para ambos cursos fue la opción preferida. El siguiente recurso preferido no ha sido tan claro, dado que para ambos cursos segundo y tercer lugar fue ocupado por trabajos prácticos y tareas semanales. En ambos casos también aparece en cuarto lugar la bibliografía, si bien esto podría pensarse como un aspecto negativo, no lo es tanto, dado que muchos estudiantes no tienen hábito de consultar bibliografía y tal vez ese solo hecho merezca un estudio adicional pormenorizado. Luego con muy poca frecuencia, pero destacable, aparecen estudiantes que revisan grabaciones de años anteriores, otros libros no incluidos en la bibliografía, videos creados por los propios estudiantes, Wikipedia y otras fuentes bibliográficas. Estos emergentes posiblemente se relacionen con estudiantes muy motivados.

En conclusión, como resultados más importantes de esta experiencia podemos enumerar 1) las 5 hs de estudio semanal que los estudiantes han dedicado entre estudio y ejercitación semanal. Otro resultado saliente fue 2) la importancia relativa de las explicaciones grabadas en YouTube que se destacan claramente del resto de los recursos presentados a los estudiantes. En siguiente lugar 3) los formularios semanales, que cuando son retribuidos adecuadamente proveen a los docentes información importante como

conocer las dudas urgentes, como también el compromiso de los estudiantes menos aventajados con la asignatura.

Referencias

Bergmann, J. & Sams, A. (2012). *Flip Your Classroom: Reach Every Student in Every Class Every Day*. Arlington, VA. International Society for Technology in Education.

Prieto Martín, Alfredo. (2017). *Flipped learning: Aplicar el Modelo de Aprendizaje Inverso*. Narcea.

Santiago, R. & Bergmann, J. (2018) *Aprender al revés: Flipped Learning 3.0 y metodologías activas en el aula*. Ed. Paidós.

Apéndice


En este apéndice se presentan ejemplos de las actividades e interfaces de usuario con las que se implementó la metodología descrita en este trabajo. Comenzaremos presentando la interfaz del campus virtual (Moodle) que es la que concentró toda la interacción con los estudiantes durante la virtualidad (fig. A1). La idea de esta página es que dispongan de accesos a todas las herramientas que van a necesitar para vincularse con la asignatura. Si bien la sala sincrónica era el espacio por excelencia de la actividad docente, en 2021 fue implementada con Google Meet, que al mismo tiempo resolvió muy elegantemente la grabación de todas las actividades. De esta manera, resolvió dos problemas simultáneamente, el vínculo sincrónico y el registro de todas las actividades para futura consulta de los estudiantes.


Otra herramienta sumamente utilizada fue el espacio de conversación o Chat, para la consulta de dudas, avisos importantes y encuestas, entre otros usos. Fue implementado mediante Google Chat, dado que la Facultad tenía contratado el conjunto de herramientas de videoconferencia de Google. La herramienta superó las expectativas, ya que se utilizó por primera vez, y reemplazó por completo a las herramientas de comunicación de Moodle, que por lo general introducían demoras en la comunicación. Lamentablemente la herramienta no permite analizar las estadísticas del uso de la sala, es decir cantidad de mensajes, tiempo de respuesta de los docentes, y otras cuestiones que podrían resultar muy interesantes de analizar y darían para un trabajo en sí mismo. Lo que sí podemos hacer es una valoración muy positiva de la herramienta, incluso en el primitivo estado en el que se encuentra. En la figura A2 mostramos una típica interacción grupal a modo de ejemplo.


(sigue Figura A2)


Cuestiones administrativas

En los siguientes enlaces vas a encontrar todo lo que se dice en la primera clase y recién te interesa en las últimas.

 **Programa sintético y analítico** Te puede interesar saber cuánto del programa te van a explicar los docentes.


 **Calendario y planificación por clase** El calendario académico de la Facultad y la planificación de clases del curso


 **Temas y bibliografía clase a clase** Los temas que vamos a ver clase a clase, junto con referencias bibliográficas de cada tema.





 Tenés las condiciones de **aprobación y promoción** en la presentación



 **Presentación del curso**  Una presentación del curso

Links importantes

 **Enlace a la clase semanal**  Lunes 19 hs.

 **Clases grabadas.** Buscar grabaciones con prefijo "TC2 R4052"

 **Chat del curso**  Acá vas a poder interactuar fuera del horario de clase con los docentes.  Tenés que pedir invitación para participar 

 **Formulario para cargar tus métricas**  Información para los docentes acerca de tu progreso.

Finalmente, los docentes a cargo de este curso somos:

- Profesor: **Mariano Llamedo Soria** <llamedom_at_frba.utn.edu.ar>
- Jefe de TPs: **César Fuoco** <cfuoco_at_frba.utn.edu.ar>




 Recordá que estamos a tu disposición para lo que necesites,  ¡buen estudio! 



Figura A1. Interfaz del curso en el Campus virtual. Nótese en la sección e *Links importantes* que el estudiante dispone de accesos a la clase sincrónica, las respectivas grabaciones, Chat, etc.

L LEA **NI** 18 oct, 11:11
Genial, por las dudas aviso por si alguno no sabe, hay que llevar el DNI para entrar, te lo escanean cuando llegas y tenes que aparecer obviamente en la lista.

FEDEF **A** 18 oct, 11:12
Espero que me dejen pasar con el pasaporte porque el DNI lo perdí 😞

M Mariano Llamado Soria 18 oct, 11:13
el que tenga problemas para entrar, nos avisa y bajamos una alternativa para cualquier contingencia es tener la app Mi Argentina ahi tienen una versión digital de su DNI

M Mariano Llamado Soria 19 oct, 11:38
Llegó llegó la famosa TS14
<https://aulasvirtuales.frba.utn.edu.ar/mod/assign/view.php?id=729246>

I Isra **lek** 22 oct, 15:48
Gente, dato, cuando en LTSpice quieran graficar  Ir al final potencia, ojo al graficar en dB que lo hace como si fuera tensión, es decir $20 \cdot \log(V_a/V_b)$ por lo tanto  el doble.

Pueden directamente en el gráfico modificar la expresión que estén calculándola dividiéndola por 2 en la expresión y listo..

Figura A2. Intercambio por Google Chat con estudiantes durante el tiempo de estudio semanal.

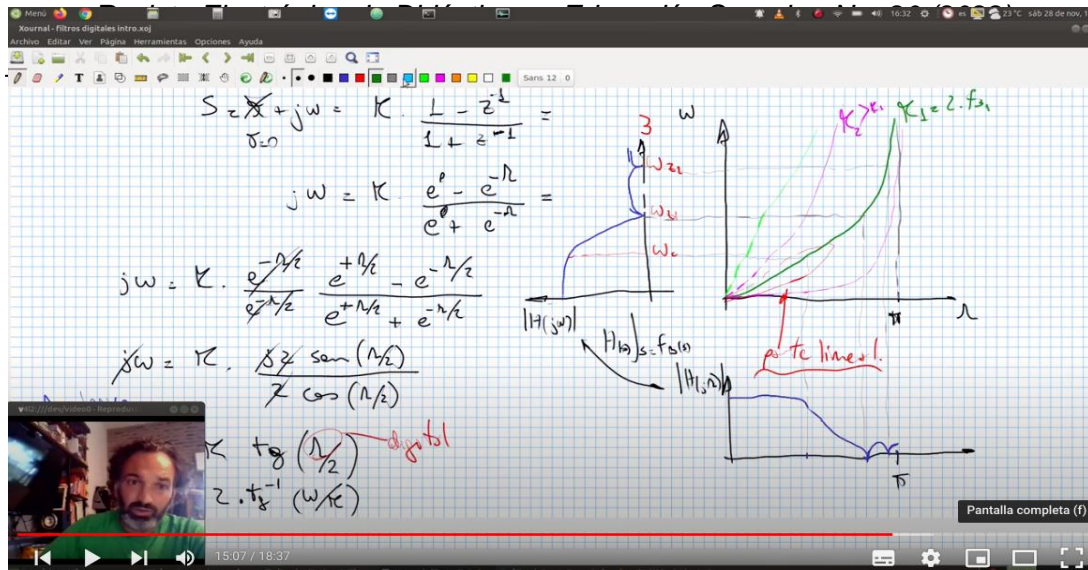


Figura A3. Formato de las explicaciones grabadas, donde se intenta simular la dinámica de una explicación presencial, con pizarrón y un docente de cara a la clase.

Para el caso de las explicaciones grabadas en videos, no necesariamente cortos, pero con una clara impronta de clase presencial, es decir explicación donde se puede ver la cara del docente mientras hace su exposición, y escribe en una pizarra a medida que desarrolla los conceptos (fig. A3).

Este formato resultó sumamente útil, resultando el recurso preferido de los estudiantes. Las explicaciones a su vez fueron agrupadas por temas en listas de reproducción, como puede verse en la figura A4.

Si bien la plataforma de YouTube permite hacer un estudio pormenorizado de visualizaciones, horas y minutos de visualización, para el objetivo de este artículo basta con lo expuesto en la figura A5. En resumen, desde Abril a Diciembre de 2021 el conjunto de listas obtuvo poco menos de 15000 visualizaciones con poco más de 1200 horas de reproducción.

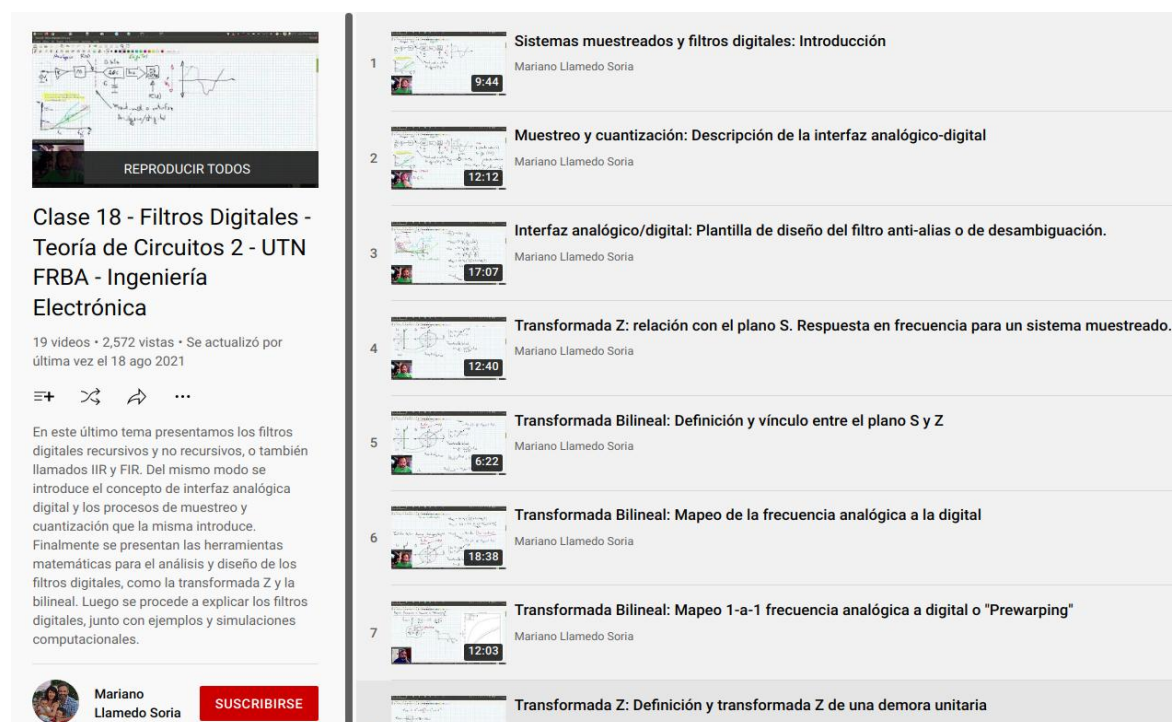


Figura A4. Explicaciones teóricas a través de un canal de Youtube, en este caso se muestra la lista de explicaciones del tema filtrado digital.

En cuanto a las tareas semanales, otra metodología que se destacó exitosamente durante 2021, se muestran a modo de ejemplo dos enunciados (fig. A6-7). Como se observa, los requerimientos suelen exceder los requerimientos que se exigen en las guías de trabajos prácticos ya que las TS contabilizan para la calificación final. En concreto se piden simulaciones matemáticas o de las funciones implementadas por los circuitos, simulaciones de los propios circuitos y la corroboración de lo proyectado e implementado. También se pide a los estudiantes que se presenten en un formato específico, como son los jupyter-notebooks, ampliamente difundidos en los ámbitos del desarrollo tecnológico. Tanto las herramientas de simulación como de documentación, suelen ser rápidamente adoptadas por los estudiantes sin mayores dificultades. También a modo de ejemplo, se presenta parte del trabajo de un estudiante aventajado en las figuras A8-10.

Lista de reproducción	Inicios de la lista de reproducción	Vistas	Duración promedio de vistas	Tiempo de reproducción (horas) ↓
<input type="checkbox"/> Total	5,459	14,740	4:59	1,226.3
<input type="checkbox"/> Clase 18 - Filtros Digitales - Teoría de Circuitos 2 - UTN FRBA - Inge...	341 6.3 %	1,561 10.6 %	4:16	111.0 9.1 %
<input type="checkbox"/> Clase 3: Aproximación de Butterworth (máxima planicidad) - Teoría...	289 5.3 %	808 5.5 %	7:16	97.9 8.0 %
<input type="checkbox"/> Clase 4: Aproximaciones de Chebyshev y Bessel - Teoría de Circuit...	340 6.2 %	1,013 6.9 %	5:46	97.4 7.9 %
<input type="checkbox"/> Clase 1: Presentaciones, Funciones de excitación y transferencia, n...	401 7.4 %	1,324 9.0 %	3:33	78.5 6.4 %
<input type="checkbox"/> Clase 8: Cuadripolos lineales, parámetros Z e Y - Teoría de Circuito...	298 5.5 %	817 5.5 %	5:34	75.8 6.2 %
<input type="checkbox"/> Clase 2: Implementación activa de funciones transferencia de segu...	245 4.5 %	790 5.4 %	5:25	71.3 5.8 %
<input type="checkbox"/> Clase 11 - Síntesis de Funciones de Excitación. Teoría de Circuitos ...	232 4.3 %	649 4.4 %	6:23	69.1 5.6 %
<input type="checkbox"/> Clase 16 - Filtrado clásico mediante la teoría Imagen. Teoría de Cir...	253 4.6 %	724 4.9 %	5:04	61.3 5.0 %
<input type="checkbox"/> Clase 14 - Síntesis de funciones transferencia pasivas. Teoría de Ci...	236 4.3 %	539 3.7 %	6:39	59.9 4.9 %
<input type="checkbox"/> Clase 15 - Redes iterativas y parámetros Imagen. Teoría de Circuito...	192 3.5 %	436 3.0 %	8:12	59.7 4.9 %
<input type="checkbox"/> Clase 17 - Parámetros S. Teoría de Circuitos 2 - UTN FRBA - Ingenie...	231 4.2 %	563 3.8 %	5:47	54.3 4.4 %
<input type="checkbox"/> Clase 5: Transformación en frecuencia, Cheby inversa y repaso - Te...	206 3.8 %	550 3.7 %	5:42	52.3 4.3 %
<input type="checkbox"/> Clase 9: Parámetros T o ABCD, interconexión de cuadripolos - Teorí...	248 4.5 %	498 3.4 %	6:04	50.5 4.1 %
<input type="checkbox"/> Clase 7: Funciones bilineales y bicuadráticas, análisis e implement...	209 3.8 %	392 2.7 %	6:26	42.1 3.4 %

Figura A5. Estadísticas de los videos agrupados por lista o tema de Abril a Diciembre de 2021.

Trabajo semanal 3 - Entrega 7/6

Se pide diseñar un filtro pasabanda que cumpla con la siguiente plantilla:

- $\omega_0 = 2\pi \cdot 22 \text{ kHz}$
- $Q = 5$
- Aproximación Chebyshev con ripple de 0,5 dB

También se sabe que la transferencia del filtro debe ser:

- $|T(f_{S1})| = -16 \text{ dB}$ para $f_{S1} = 17 \text{ kHz}$
- $|T(f_{S2})| = -24 \text{ dB}$ para $f_{S2} = 36 \text{ kHz}$

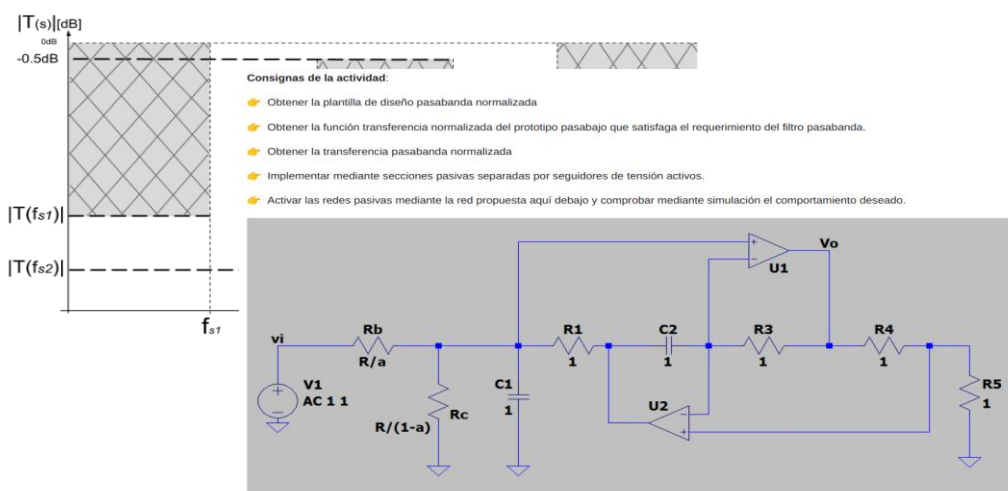
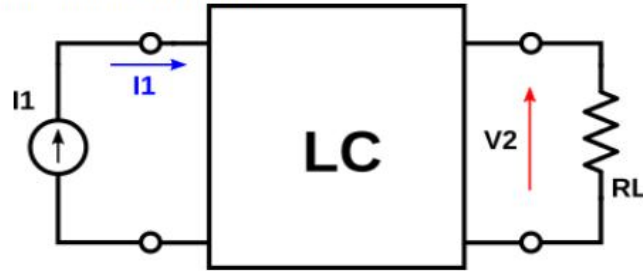


Figura A6. Una tarea semanal como ejemplo de la complejidad de los ejercicios.

2) Dada la siguiente **transferecia de impedancia:**



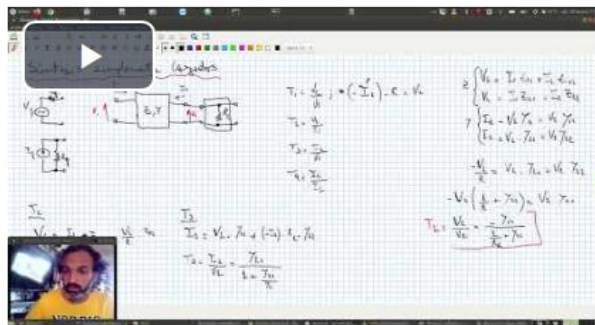
$$T(s) = \frac{V2}{I1} = \frac{s^2 + 9}{s^3 + 2.s^2 + 2.s + 1}$$

a) Sintetizar un cuádrupolo pasivo sin pérdidas, que cumpla con la **transimpedancia** indicada, cargado a la salida con una impedancia como se muestra en la figura.

b) Verificar la transimpedancia del circuito obtenido.

Algunas pistas:

- En el caso del cuádrupolo RC, la carga puede incorporarse al cuádrupolo y **NO** cambia su naturaleza disipativa, mientras que en el caso del LC, eso **NO** podría hacerse dado que ya no sería más **NO-disipativo**.
- Revisar las metodologías presentadas en



para transferencias simplemente cargadas.

Figura A7. Otra tarea semanal con referencias a bibliografía y material audiovisual.

Como solo tenemos atenuación $\beta = 0$

$$e^{2\alpha} = 1000$$

$$\alpha = \frac{\ln(1000)}{2} = 3.45$$

Sabiendo que la matriz T de los parametros imagen solo

$$\begin{pmatrix} \sqrt{\frac{Z_{o1}}{Z_{o2}}} \cosh(\alpha) & \sqrt{Z_{o1} \cdot Z_{o2}} \sinh(\alpha) \\ \frac{\sinh(\alpha)}{\sqrt{Z_{o1} \cdot Z_{o2}}} & \sqrt{\frac{Z_{o2}}{Z_{o1}}} \cosh(\alpha) \end{pmatrix}$$

En el caso particular en donde $Z_{o1} = Z_{o1} = Z_o$

$$\begin{pmatrix} \cosh(\alpha) & Z_o \cdot \sinh(\alpha) \\ \frac{\sinh(\alpha)}{Z_o} & \cosh(\alpha) \end{pmatrix}$$

En nuestro caso $Z_o = 75\Omega$

La matriz queda:

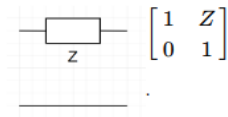
$$\begin{pmatrix} \cosh(3.45) & 75\Omega \cdot \sinh(3.45) \\ \frac{\sinh(3.45)}{75\Omega} & \cosh(3.45) \end{pmatrix}$$

Desnormalizando el circuito para:
 $C' = \frac{C}{\omega_o \cdot Rn}$
 $R' = R \cdot Rn$
 $L' = L \cdot \frac{Rn}{\omega_o}$

$$\begin{pmatrix} 15.76 & 1180.07 \\ 0.209 & 15.76 \end{pmatrix}$$

La red T la podemos pensar a pa:

$$T = \begin{pmatrix} A & B \\ C & D \end{pmatrix}$$



Como debe tener una ganancia unitaria en continua para $s \rightarrow 0$ $F(s)=1$ por lo tanto $K=10$

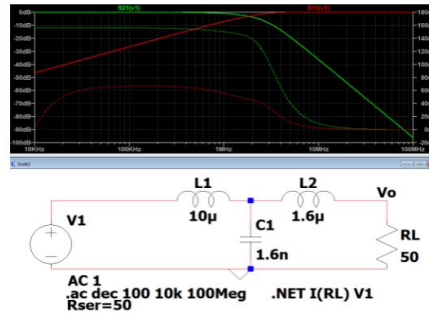
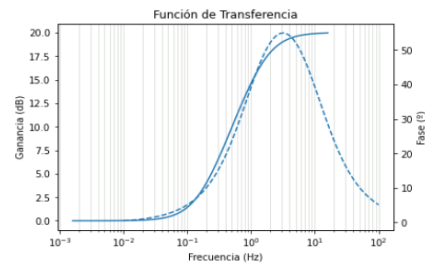
$$F(s) = 10 \cdot \frac{s+1}{s+10}$$

```
In [126]: from scipy import signal
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt

fig, ax = plt.subplots(constrained layout=True)
system = signal.TransferFunction([10,10], [1, 10])

w, mag, phase = system.bode()
ax.set_title('Función de Transferencia')
ax.set_xlabel('Frecuencia (Hz)')
ax.set_ylabel('Ganancia (dB)')
ax.semilogx(w/(2*math.pi), mag)
ax.grid(True, which='both', axis='x', color='xkcd:light grey')
phase_ax = ax.twinx()
phase_ax.set_ylabel('Fase (°)')
phase_ax.semilogx(w, phase, linestyle='dashed')
```

Out[126]: <matplotlib.lines.Line2D at 0x1c3f3dd4430>



Análisis de S11, vemos podemos ver en el gráfico para continua, S11 tiende a cero, lo que significa que se encuentra adaptado el circuito, a medida que nos acercamos a la banda de rechazo tenemos 0dB lo que significa que el circuito está desadaptado, ya en la frecuencia de corte tenemos bastante desadaptado el filtro.

Figura A8. Varias respuestas a las consignas de las TS en formato *jupyter-notebook*. En estos ejemplos se muestran en formato *collage* las capacidades de simulación simbólica, numérica e integración con la simulación circuital de LT-Spice.

Punto 1

Un filtro de Bessel normalizado pasabajo de 3er orden tiene la siguiente expresión:

$$H(s) = \frac{15}{s^3 + 6s^2 + 15s + 15}$$

$$H(-s) = \frac{15}{-s^3 + 6s^2 - 15s + 15}$$

$$|H(s)|^2 = H(s) \cdot H(-s)$$

```
In [1]: from sympy import *
import numpy as np
from scipy.signal import tf2sos

init_printing(use_unicode=True)
s = symbols('s',relational=True)

H=15/(s*s*s+6*s*s+15*s+15)
H
```

Out[1]:
$$\frac{15}{s^3 + 6s^2 + 15s + 15}$$

```
In [2]: Hi=H.subs(s, -s)
Hi
```

Out[2]:
$$\frac{15}{-s^3 + 6s^2 - 15s + 15}$$

```
In [3]: Hmod=H*Hi
simplify(Hmod)
```

Out[3]:
$$\frac{225}{s^6 - 6s^4 + 45s^2 - 225}$$

Figura A9. La respuesta a una de las consignas de las TS en formato *jupyter-notebook*. Como puede observarse, este formato es particularmente útil para integrar texto formateado, contenido multimedia y código de programación. En este ejemplo se muestran las capacidades de simulación simbólica.

Out[12]:
$$\frac{2.0s^3 + 10.38s^2 + 21.594s + 14.812}{1.58s^2 + 8.214s + 14.812}$$

$$\frac{2s^3 + 10.38s^2 + 21.594s + 14.812}{2s^3 + 10.35s^2 + 18.66s} \cdot \frac{1.58s^2 + 8.214s + 14.812}{1.26s}$$

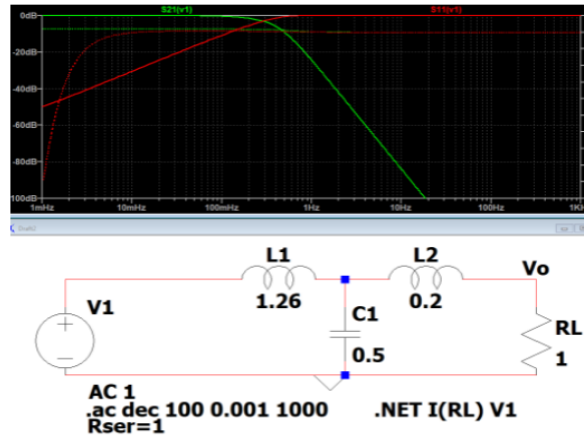
$$\frac{1.58s^2 + 8.214s + 14.812}{3s + 15} \cdot \frac{3s + 15}{0.53s}$$

$$\frac{3s + 15}{3s} \cdot \frac{15}{0.2s}$$

$$\frac{15}{15} \cdot \frac{1}{0.2s}$$

$$\frac{1}{0.2s}$$

En la siguiente simulación vemos la respuesta de modulo y en línea punteada el retardo de grupo, que lo vemos constante en la banda de paso:



Desnormalizando el circuito para $\omega_n = 2\pi \cdot 10^6 \frac{\text{rad}}{\text{seg}}$ y $R_n = 50\Omega$

Figura A10. Continuación de la respuesta a una de las consignas de las TS en formato *jupyter-notebook*. En este ejemplo se muestran las capacidades de simulación simbólica e integración con la simulación circuital.