



**UTN.BA**

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL  
FACULTAD REGIONAL BUENOS AIRES

# **Diseño de Radar de Onda Continua Modulado en Frecuencia (FMCW)**

Simulación y análisis utilizando Advanced  
Design System (ADS)

Julian Zatloukal Maule

Ramiro Palomeque

Nicolás Enrique Pereyra Pigerl

Mauro Gonzalo Rapuano

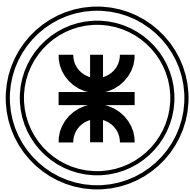
Fernando Matias Redruello

UTN Facultad Regional Buenos Aires

Electrónica Aplicada III

Ingeniería Electrónica

Buenos Aires, diciembre 2025



# UTN.BA

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL  
FACULTAD REGIONAL BUENOS AIRES

## Diseño de Radar de Onda Continua Modulado en Frecuencia (FMCW)

Simulación y análisis utilizando Advanced  
Design System (ADS)

Julian Zatloukal Maule

*jzatloukal@frba.utn.edu.ar*

Ramiro Palomeque

*ramipalomeque@frba.utn.edu.ar*

Nicolás Enrique Pereyra Pigerl

*npereyrapigerl@frba.utn.edu.ar*

Mauro Gonzalo Rapuano

*mrapuano@frba.utn.edu.ar*

Fernando Matias Redruello

*fredruello@frba.utn.edu.ar*

**Supervisor:** Ing. Carlos Alberto Navarro

*Profesor Titular, UTN FRBA*

**Co-supervisor:** Dr. Ing. Daniel Alejandro Almela

*Jefe de Trabajos Prácticos, UTN FRBA*

Dr. Ing. Manuel Elias Garcia Redondo

*Ayudante de Primera Categoría, UTN FRBA*

UTN Facultad Regional Buenos Aires

Electrónica Aplicada III

Ingeniería Electrónica

*Proyecto*

Buenos Aires, diciembre 2025

# Índice general

<b>1. Introducción</b>	<b>2</b>
1.1. Consignas	3
1.1.1. Amplificador de Bajo Ruido (LNA)	3
1.1.2. Amplificador de Potencia (PA)	3
1.1.3. Oscilador Controlado por Tensión (VCO)	3
1.1.4. Mezclador Simple Balanceado (Mixer)	3
1.2. Entrega de Informes y Evaluación Oral	4
<b>2. Amplificador de Bajo Ruido (LNA)</b>	<b>5</b>
2.1. Introducción Teórica	5
2.2. Simulación	5
2.3. Resultados	5
<b>3. Amplificador de Potencia (PA)</b>	<b>6</b>
3.1. Introducción Teórica	6
3.2. Simulación	6
3.3. Resultados	6
<b>4. Oscilador Controlado por Tensión (VCO)</b>	<b>7</b>
4.1. Introducción Teórica	7
4.2. Simulación	7
4.3. Resultados	7
<b>5. Mezclador Simple Balanceado (Mixer)</b>	<b>8</b>
5.1. Introducción Teórica	8
5.2. Simulación	8
5.3. Resultados	8
<b>6. Conclusiones</b>	<b>9</b>

# 1

## Introducción

Este trabajo final de cursada tiene como objetivo afianzar los conocimientos teóricos y prácticos obtenidos durante la cursada, aplicándolos al diseño y simulación de un radar de onda continua de frecuencia modulada (FMCW).

La representación del circuito impreso del radar puede observarse en la Figura 1.1. Como se observa, el mismo consiste de seis bloques: 1) Oscilador Controlado por Tensión (VCO), 2) Acoplador, 3) Amplificador de Potencia (PA), 4) Amplificador de Bajo Ruido, 5) Mezclador y Amplificador de Frecuencia Intermedia (FI). Más detalles del principio de funcionamiento del RADAR y sus archivos de diseño pueden encontrarse en el repositorio de la materia ([https://github.com/aalmela/EAIII\\_Radar](https://github.com/aalmela/EAIII_Radar)).

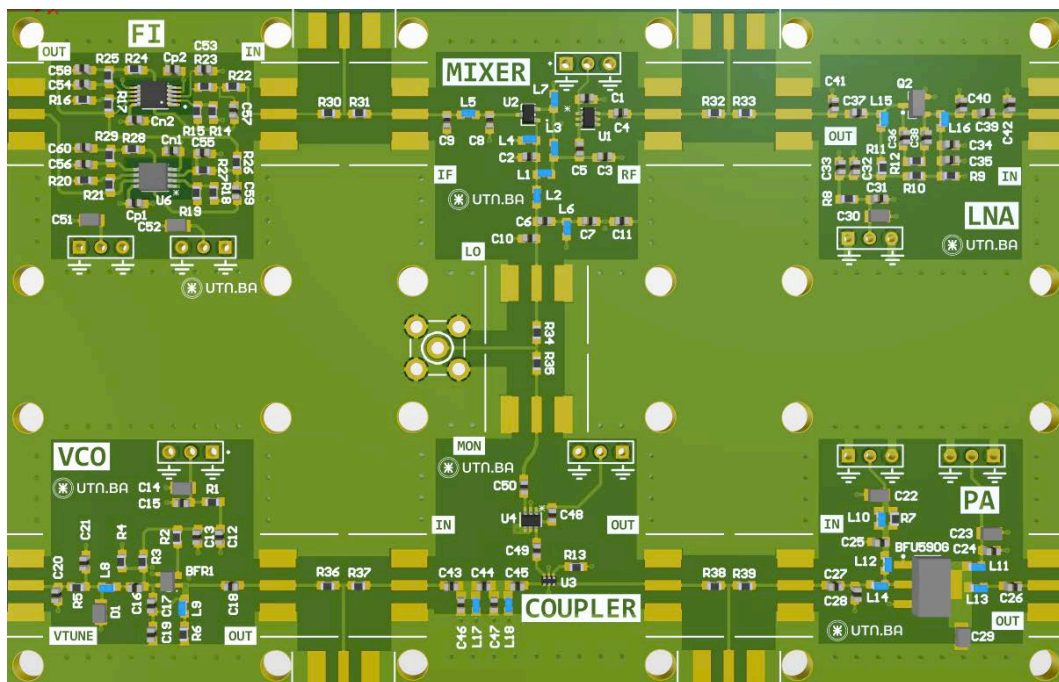


Figura 1.1: Circuito impreso correspondiente al RADAR implementado durante la cursada de EAIII.

## 1.1 Consignas

Se solicita al alumno, o grupo de alumnos (máximo 5 personas), la presentación de un reporte de simulaciones utilizando las herramientas utilizadas durante la cursada. Se deben implementar los circuitos correspondientes al VCO, LNA, PA y Mezclador. A modo de ejemplo se provee a los estudiantes de los espacios de trabajos (workspaces) con los diseños básicos para guiarse durante las simulación. Al mismo tiempo pueden guiarse de las notas de aplicación disponibles en el repositorio ([https://github.com/aalmela/EAIIII\\_Radar](https://github.com/aalmela/EAIIII_Radar)).

Para considerarse aprobado, el informe debe incluir obligatoriamente los ítems listados a continuación, diferenciados para cada uno de los bloques.

### 1.1.1 Amplificador de Bajo Ruido (LNA)

- Punto de polarización.
- Análisis de estabilidad.
- Ganancia.
- Cifra de ruido.
- Punto de compresión de 1dB ( $P_{1dB}$ ) y productos de intermodulación de Tercer Orden ( $IMD_3$ ).

### 1.1.2 Amplificador de Potencia (PA)

- Encontrar punto de polarización para clase AB.
- Determinar ganancia.
- Formas de onda de corriente y tensión en colector, fuente y carga.
- Potencia de salida.
- Espectro de salida.

### 1.1.3 Oscilador Controlado por Tensión (VCO)

- Análisis de Estabilidad.
- Cálculo de impedancia medida en la entrada del núcleo (Core sin).
- Inclusión de diodo VARICAP (resonador) y modelo real asociado.
- Determinación de frecuencia de oscilación y condición de arranque.
- Forma de onda de tensión de salida.
- Potencia de salida y nivel de armónicos.
- Frecuencia de oscilación en función de tensión de control  $f_0(V_{tune})$ .

### 1.1.4 Mezclador Simple Balanceado (Mixer)

- Determinar el valor de componentes del acoplador Rat-Race usando elementos discretos.
- Determinar matriz de parámetros S del acoplador.

- Ganancia de conversión del mezclador.
- Ganancia de Conversión en función de la potencia de oscilador local.

Cabe destacar que todos los circuitos deben simularse a la frecuencia de operación de 1GHz. En caso de encontrar que su punto de operación está desplazado con respecto a 1GHz, se debe realizar la optimización del circuito para satisfacer esta condición.

## 1.2 Entrega de Informes y Evaluación Oral

El trabajo final de materia consiste de dos condiciones necesarias: la primera es la entrega del informe de simulación, la segunda es una evaluación oral breve.

Los resultados de simulación deben ser presentados de forma escrita en un formato LaTeX con tamaño de hoja A4, como el utilizado en esta guía. Pueden solicitar el template del documento a los docentes de la cátedra. Se solicita la utilización de lenguaje técnico, la correcta inclusión de figuras de buena calidad con sus respectivas leyendas y referencias en el texto. La portada debe indicar el nombre del alumno, curso, grupo y versión. **La fecha límite para la primera entrega de informe es la última semana de Enero 2026, mientras que para la entrega de informes corregidos es la segunda semana de Febrero 2026.**

Para la aprobación del informe, se deben describir de forma breve la topología utilizada por cada bloque del RADAR, la metodología de diseño utilizada y el método/modo de simulación empleado para efectuar cada uno de los ítems anteriormente mencionados.

La evaluación oral será realizada luego de la entrega de informes y consistirá en preguntas sobre la implementación de los circuitos y de los resultados de la simulación. La duración de la evaluación no superará los 15 minutos y se realizará de forma virtual con fecha a coordinar antes del fin de Febrero 2026.

# 2

## Amplificador de Bajo Ruido (LNA)

Este capítulo presenta el diseño y simulación del Amplificador de Bajo Ruido (LNA) del radar FMCW.

### **2.1 Introducción Teórica**

Contenido pendiente.

### **2.2 Simulación**

Contenido pendiente.

### **2.3 Resultados**

Contenido pendiente.

# 3

## Amplificador de Potencia (PA)

Este capítulo presenta el diseño y simulación del Amplificador de Potencia (PA) del radar FMCW.

### **3.1 Introducción Teórica**

Contenido pendiente.

### **3.2 Simulación**

Contenido pendiente.

### **3.3 Resultados**

Contenido pendiente.



# 4

## Oscilador Controlado por Tensión (VCO)

Este capítulo presenta el diseño y simulación del Oscilador Controlado por Tensión (VCO) del radar FMCW.

### **4.1 Introducción Teórica**

Contenido pendiente.

### **4.2 Simulación**

Contenido pendiente.

### **4.3 Resultados**

Contenido pendiente.

# 5

## Mezclador Simple Balanceado (Mixer)

Este capítulo presenta el diseño y simulación del Mezclador Simple Balanceado del radar FMCW.

### **5.1 Introducción Teórica**

Contenido pendiente.

### **5.2 Simulación**

Contenido pendiente.

### **5.3 Resultados**

Contenido pendiente.

# 6

## Conclusiones

Contenido pendiente.

