

Universidad Nacional de San Luis
Facultad de Cs. Físico Matemáticas y Naturales
Departamento de Electrónica



Universidad Nacional
de San Luis

Proyecto Final de la Carrera Ingeniería Electrónica con O.S.D.

Desarrollo de una Interfaz Electrónica Basada en las Placas Experimentales TMS320F2837xD para Aplicaciones de Electrónica de Potencia

- Alumno: Waldemar Nicolás del Valle Garro
- Director: Daniel Oscar Garrido
- Codirector: Cristian Ariel Falco



- **Introducción**
- Controladores TMS320F28377D y TMS320F28335
- Interfaz para módulos ADC
- Diseño de PCB y Montaje
- Mediciones y Resultados
- Conclusiones y propuesta de trabajos a futuro

INTRODUCCIÓN



Universidad Nacional
de San Luis

Objetivos:

- Desarrollar una placa interfaz destinada para aplicaciones de electrónica de potencia, y mas precisamente de control en tiempo real.
- Adquirir conocimientos en diseño de PCB.
- Generar vínculos entre los grupos de trabajo de ambas universidades.

Motivación:

- Profundizar conocimientos en electrónica de potencia.
- La posibilidad de trabajar en todas las etapas de un proyecto real, es decir, diseño del circuito, simulaciones, elección de componentes reales que se adapten a la aplicación, montaje de los componentes, diseño de PCB, etc.

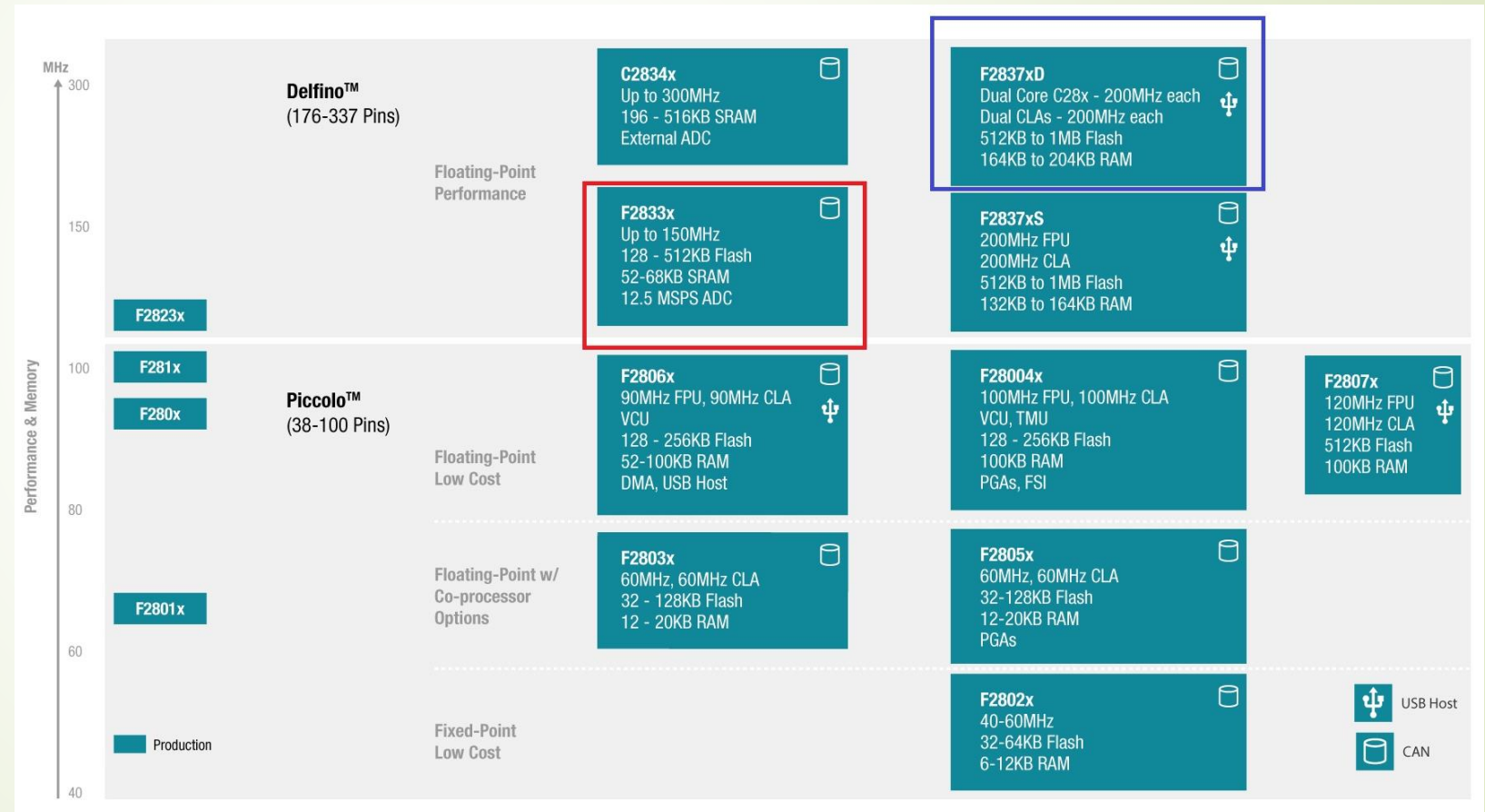
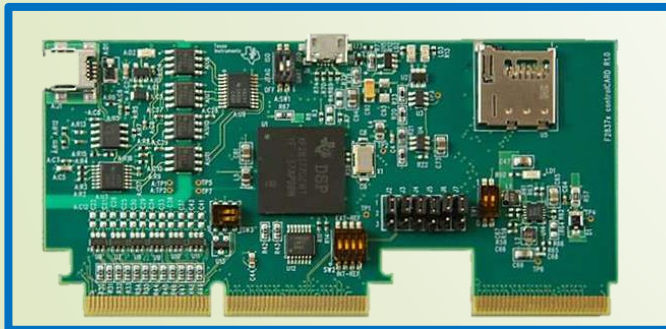
- Introducción
- **Controladores TMS320F28377D y TMS320F28335**
- Interfaz para módulos ADC
- Diseño de PCB y Montaje
- Mediciones y Resultados
- Conclusiones y propuesta de trabajos a futuro

Controladores TMS320F28377D y TMS320F28335



Universidad Nacional
de San Luis

Controladores
C2000™ de 32
bits de
Texas Instruments



Controladores TMS320F28377D y TMS320F28335



Universidad Nacional
de San Luis

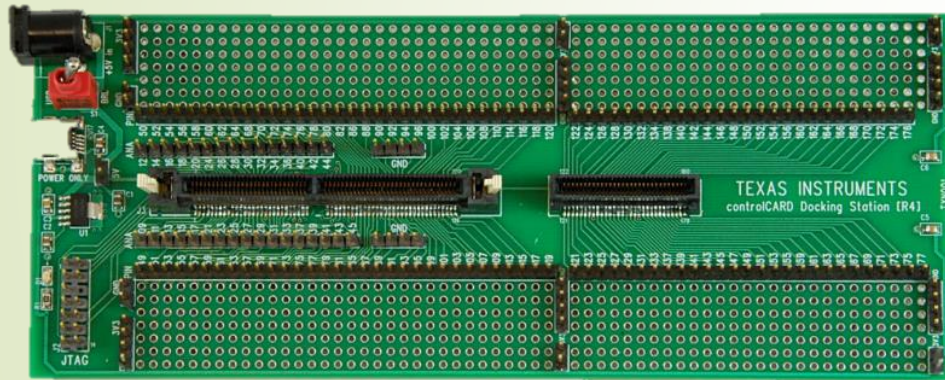
| Característica | F28377D | F28335 |
|-------------------------|--|---|
| CPU | 32 bits, 200 MHz (x2) | 32 bits, 150 MHz |
| Control | 2 Control Law Accelerators (CLAs) | - |
| CPU Timers | 6 de 32-bit (3 por cada CPU) | 3 de 32-bit |
| ADC | <ul style="list-style-type: none">▪ Modo 12-bit: 4 módulos, 24 canales.▪ Modo 16-bit: 4 módulos, 24 canales simples o 12 canales diferenciales. | <ul style="list-style-type: none">▪ Modo 12-bit: 2 módulos, 16 canales. |
| PWM | <ul style="list-style-type: none">▪ 12 canales ePWM▪ 8 canales ePWM high-resolution | <ul style="list-style-type: none">▪ 6 canales ePWM▪ 6 señales ePWM high-resolution |
| eCAP | 6 entradas | 6 entradas |
| DAC | 3 buffered DAC | - |
| GPIO | 169 | 88 |
| Interrupciones externas | 5 | 8 |
| Comunicación | CAN (x2); I2C (x2); McBSP (x2); SCI (x4); SPI (x3) | CAN (x2); I2C; McBSP/SPI (x2); SCI (x3) |

Controladores TMS320F28377D y TMS320F28335

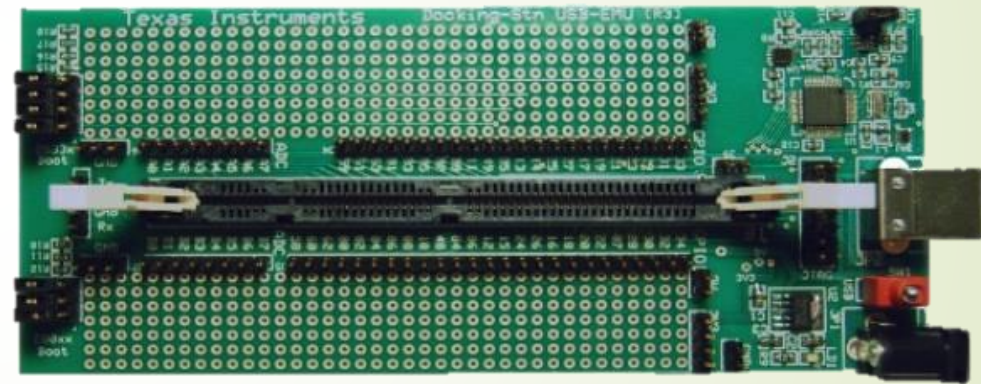


Universidad Nacional
de San Luis

Docking Station



R4 para ControlCARD F2837xD

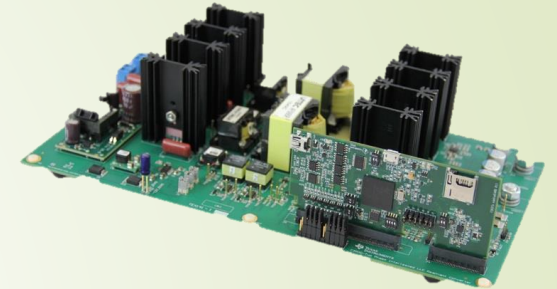


R3 para ControlCARD F2833x

Controladores TMS320F28377D y TMS320F28335



Universidad Nacional
de San Luis



TI también provee distintos diseños de referencia que son desarrollados como muestras de los distintos usos que se le puede dar a los DSC's.

TI también provee un conjunto de archivos necesarios para el desarrollo de nuevas placas de experimentación:

- Esquemáticos y diagramas en bloques de los circuitos
- Archivos BOM (*Bill of Materials*)
- Archivos Gerber
- Librerías

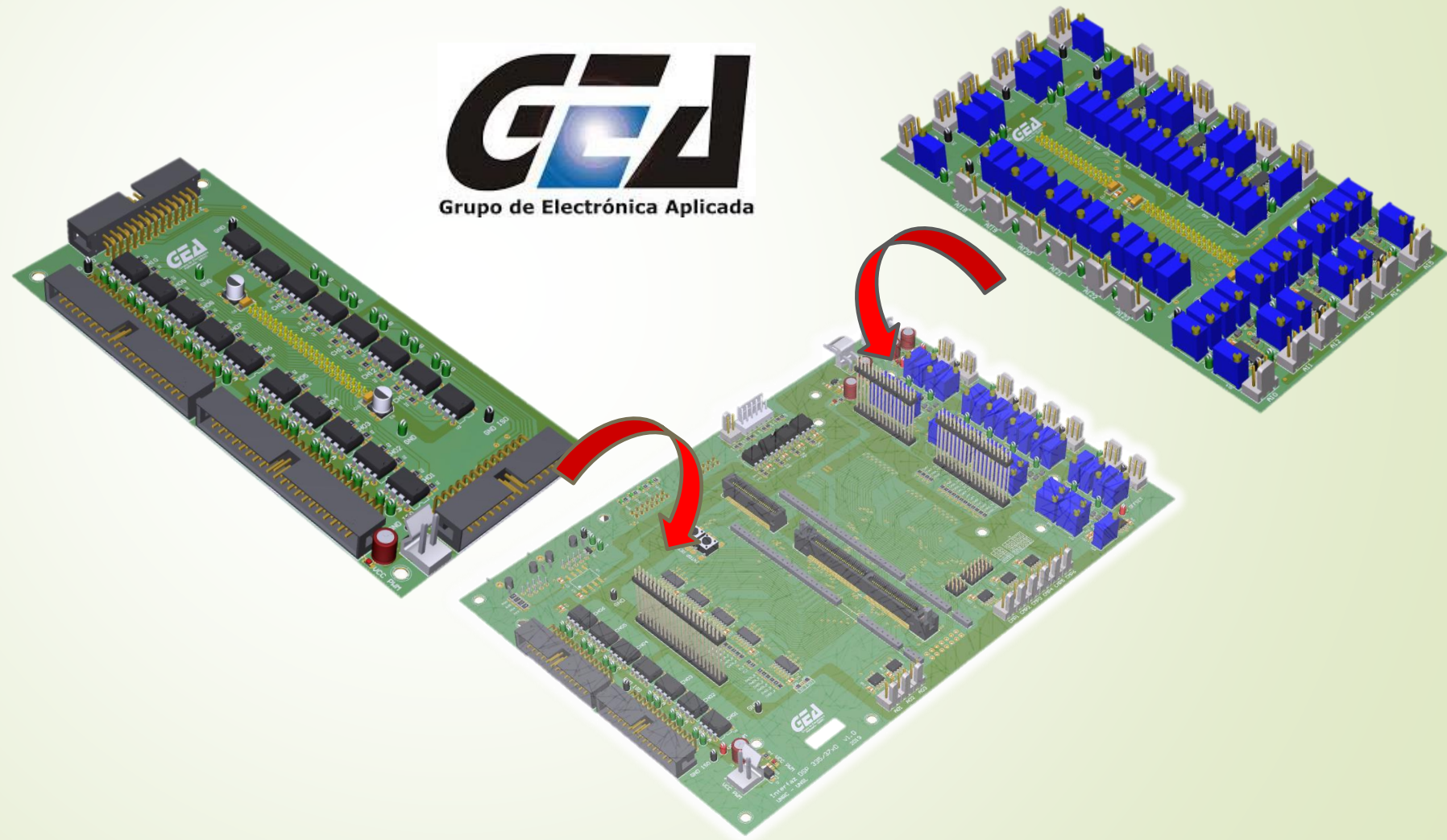
INTRODUCCIÓN



Universidad Nacional
de San Luis

Elección del modelo definitivo:

- Placa base para aplicaciones menores.
- Permite actualizaciones futuras.
- Cómodo acceso a todos sus módulos.
- Simplificación del ruteo de las pistas del PCB.



GEA
Grupo de Electrónica Aplicada

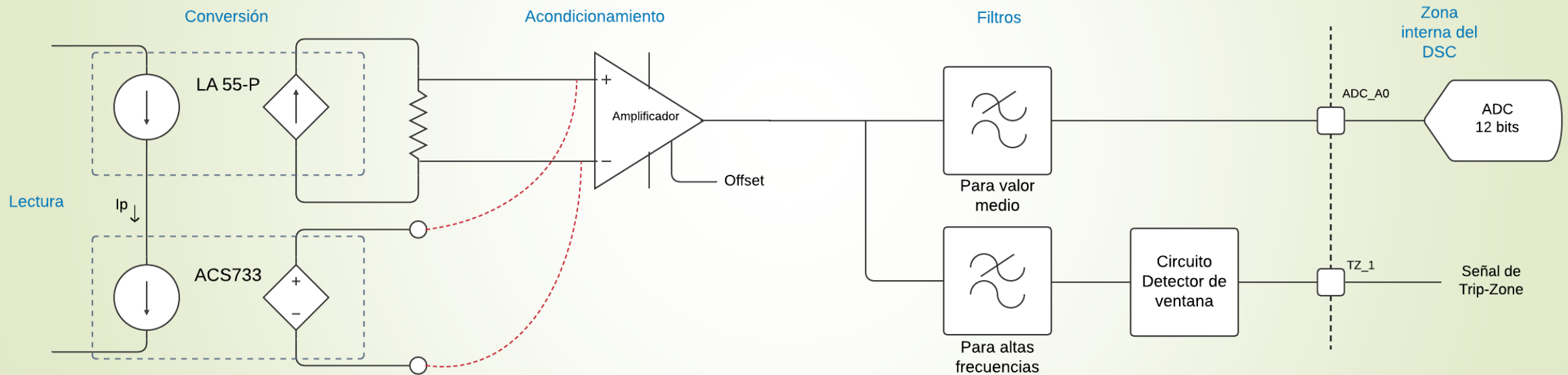
- Introducción
- Controladores TMS320F28377D y TMS320F28335
- **Interfaz para módulos ADC**
- Diseño de PCB y Montaje
- Mediciones y Resultados
- Conclusiones y propuesta de trabajos a futuro

Interfaz para módulos ADC



Universidad Nacional
de San Luis

Circuito de acondicionamiento general



Interfaz para módulos ADC



Universidad Nacional
de San Luis

Sensores de corriente utilizados en el proyecto



Características LA 55-P

| | | |
|--------------|---|------------------|
| I_{PN} | Corriente nominal RMS en el primario | 50 A |
| I_{PM} | Rango de medida de corriente en el primario | 0 .. ± 70 A |
| K_N | Razón de conversión | 1 : 1000 |
| I_{SN} | Corriente nominal RMS en el secundario | 50 mA |
| V_C | Fuente de voltaje ($\pm 5\%$) | ± 12 .. 15 V |
| ϵ_L | Error de Linealidad | <0,15 % |



Características en funcionamiento nominal del ACS733

| | | |
|--------------|---|-------------|
| I_R | Rango de medición de corriente en el primario | -40 a 40 A |
| Sens | Sensibilidad | 33 mV/A |
| V_{CC} | Fuente de voltaje | 3,3 V |
| ϵ_L | Error de Linealidad | $\pm 0,5\%$ |

Interfaz para módulos ADC



Universidad Nacional
de San Luis

Circuito de
acondicionamiento
para el OPA2344



OPA2344

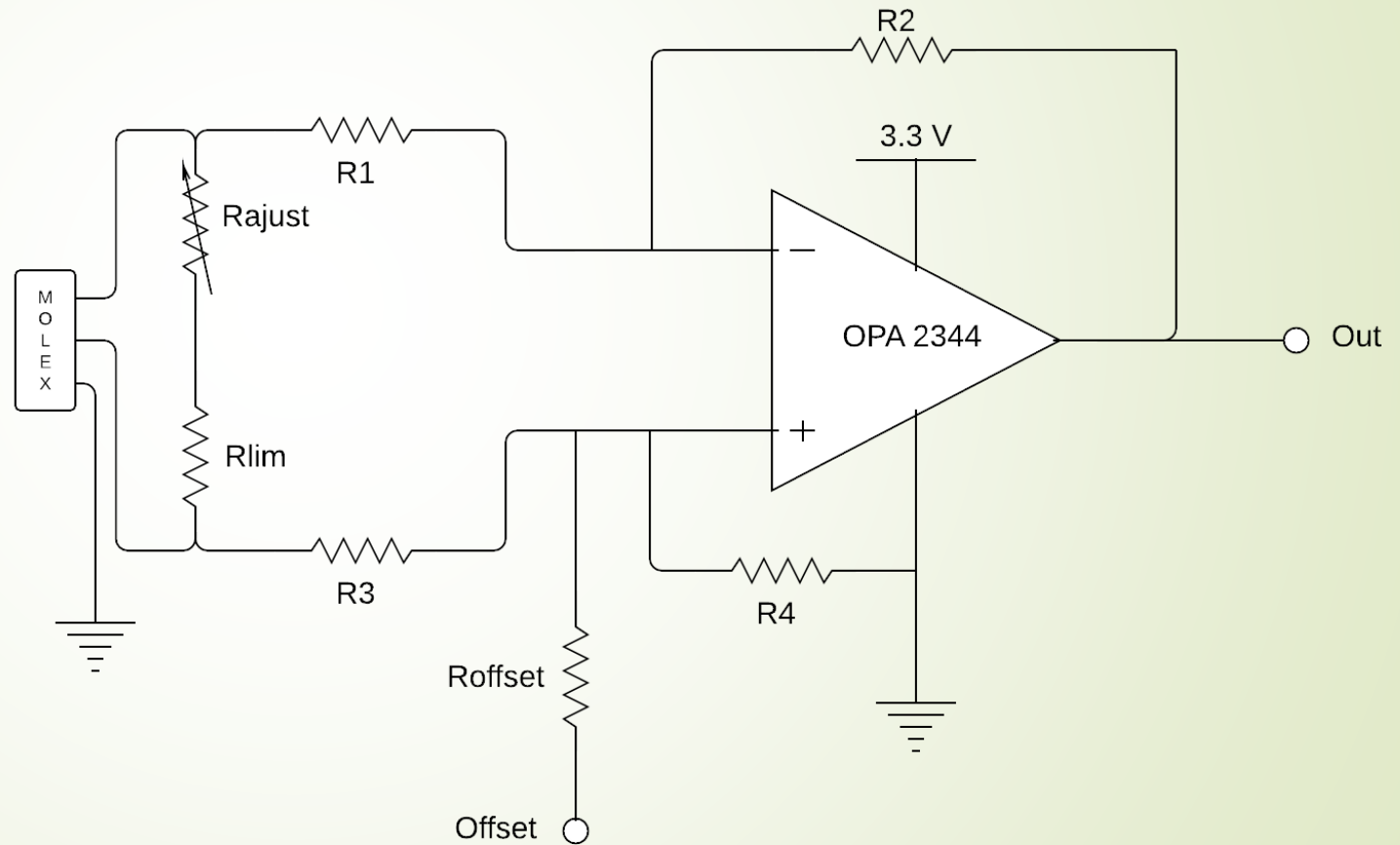
RAIL-TO-RAIL INPUT

RAIL-TO-RAIL OUTPUT

GANANCIA ANCHO DE BANDA = 1,1 MHz

SLEW RATE 0,8 V/ μ s

FUENTE ÚNICA DE 2,5 A 5 V (300 mV Modo Común)

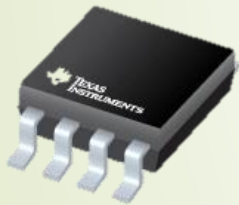


Interfaz para módulos ADC



Universidad Nacional
de San Luis

Circuito de
acondicionamiento
para el INA129



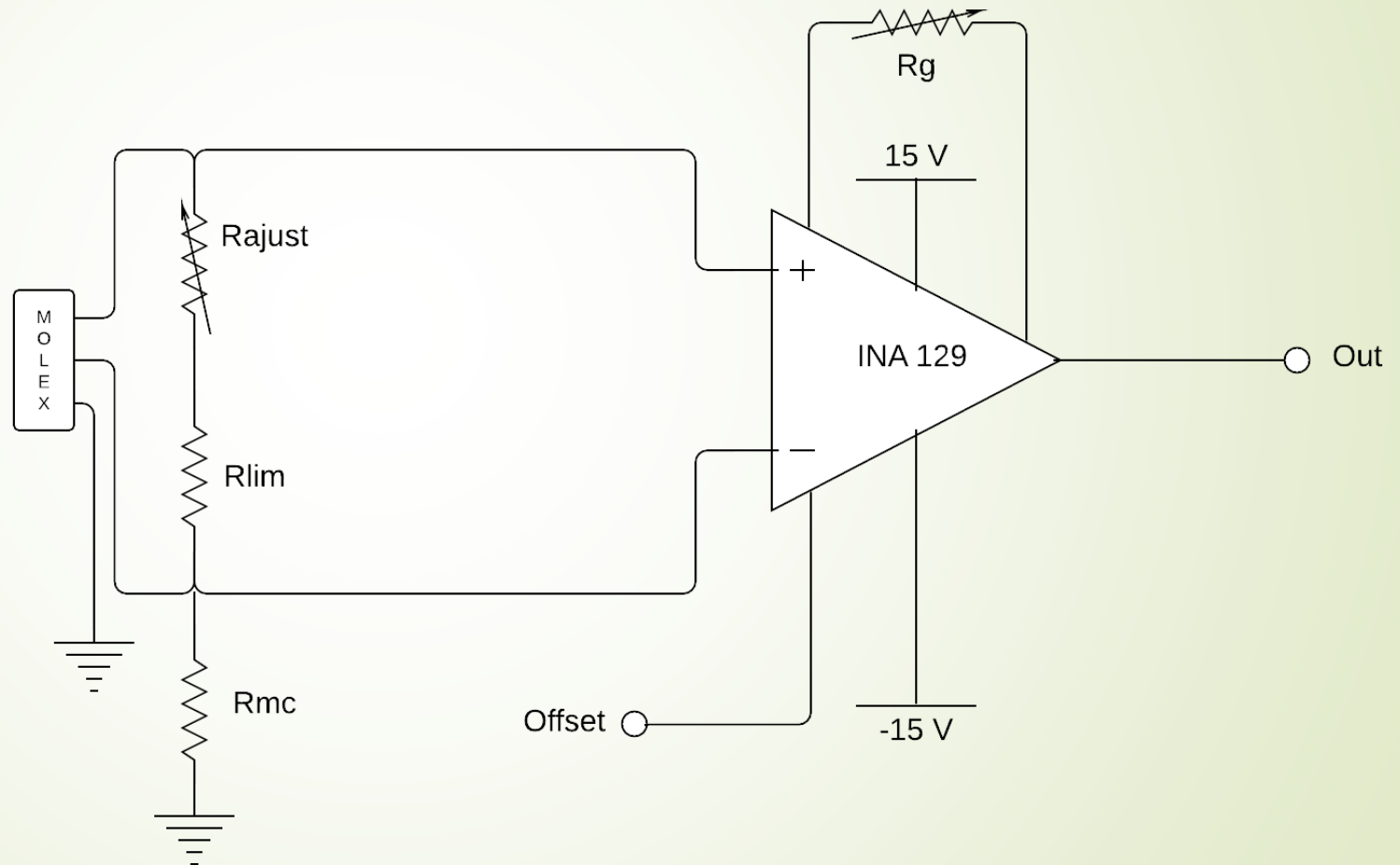
INA129

Fuente de alimentación de $\pm 2,25$ a ± 18 V

Voltaje *Offset*: $50 \mu\text{V}$ Máximo

Ganancia Ajustable Externamente (Pines 1 y 8)

Slew Rate $4 \text{ V}/\mu\text{s}$

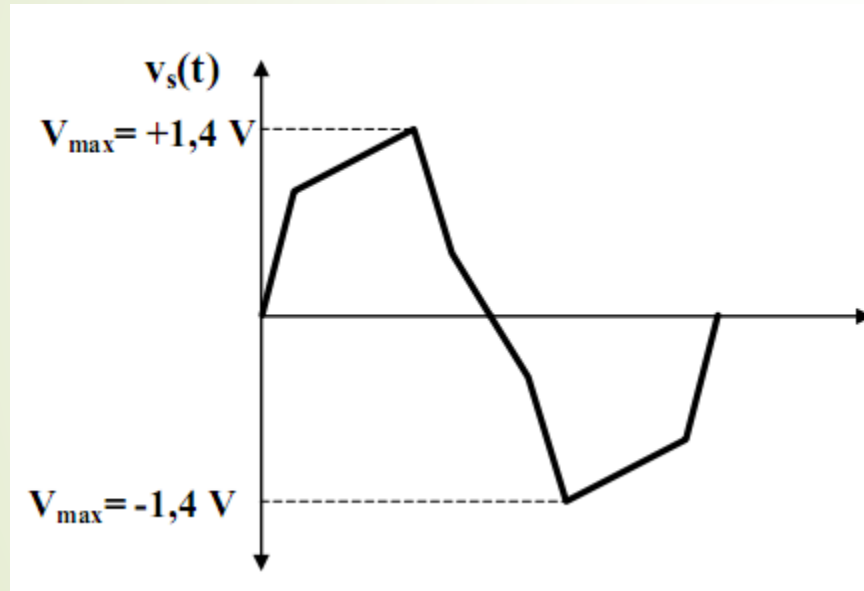


Interfaz para módulos ADC

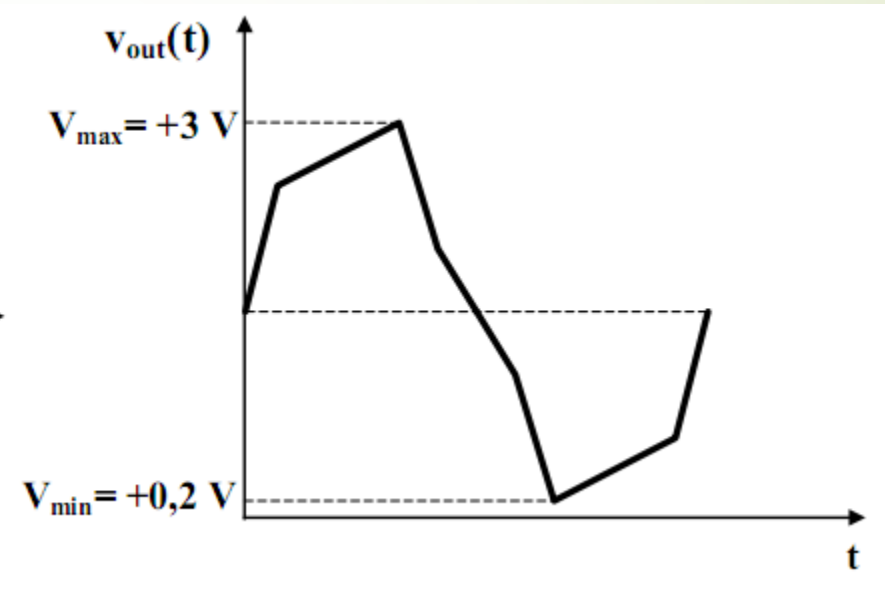


Universidad Nacional
de San Luis

Tensión de Offset



Entrada al AO



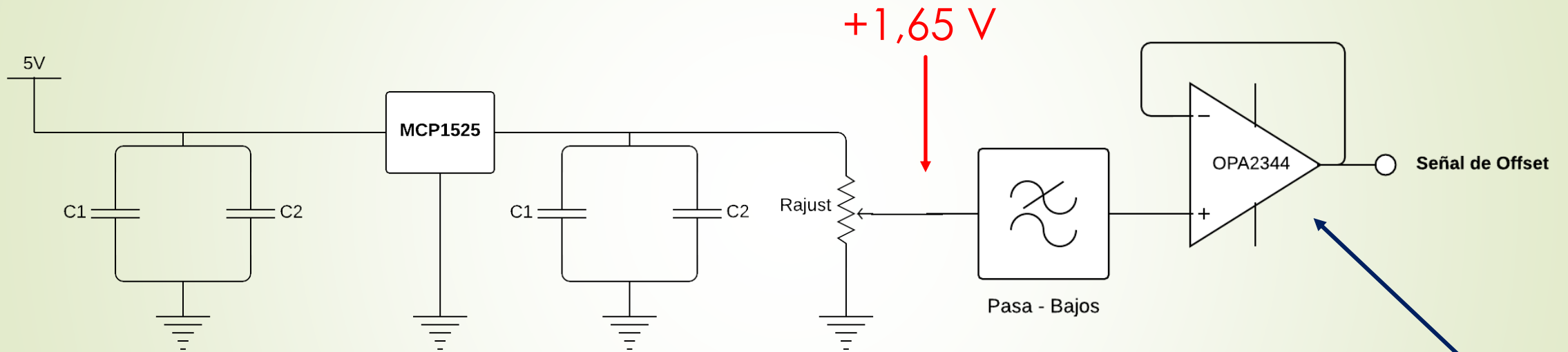
Salida del AO

Interfaz para módulos ADC



Universidad Nacional
de San Luis

Tensión de Offset



| MCP1525 | |
|---------------------------|-------------|
| Voltaje de Salida | 2,5 V |
| Rango de Alimentación | 2,7 a 5,5 V |
| Máxima corriente de carga | ± 8 mA |
| Encapsulado | SOT-23-3 |



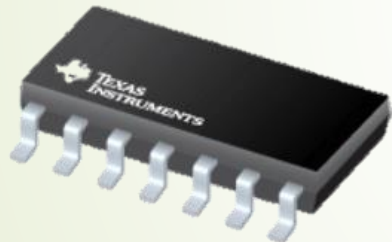
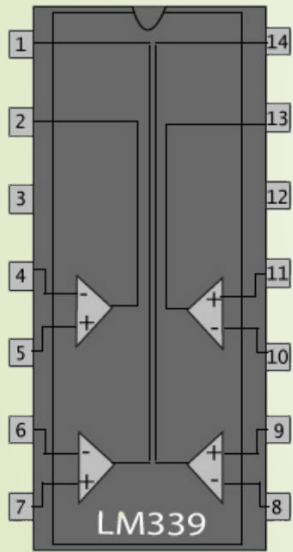
Debe
entregar
corriente a
los 24
canales

Interfaz para módulos ADC

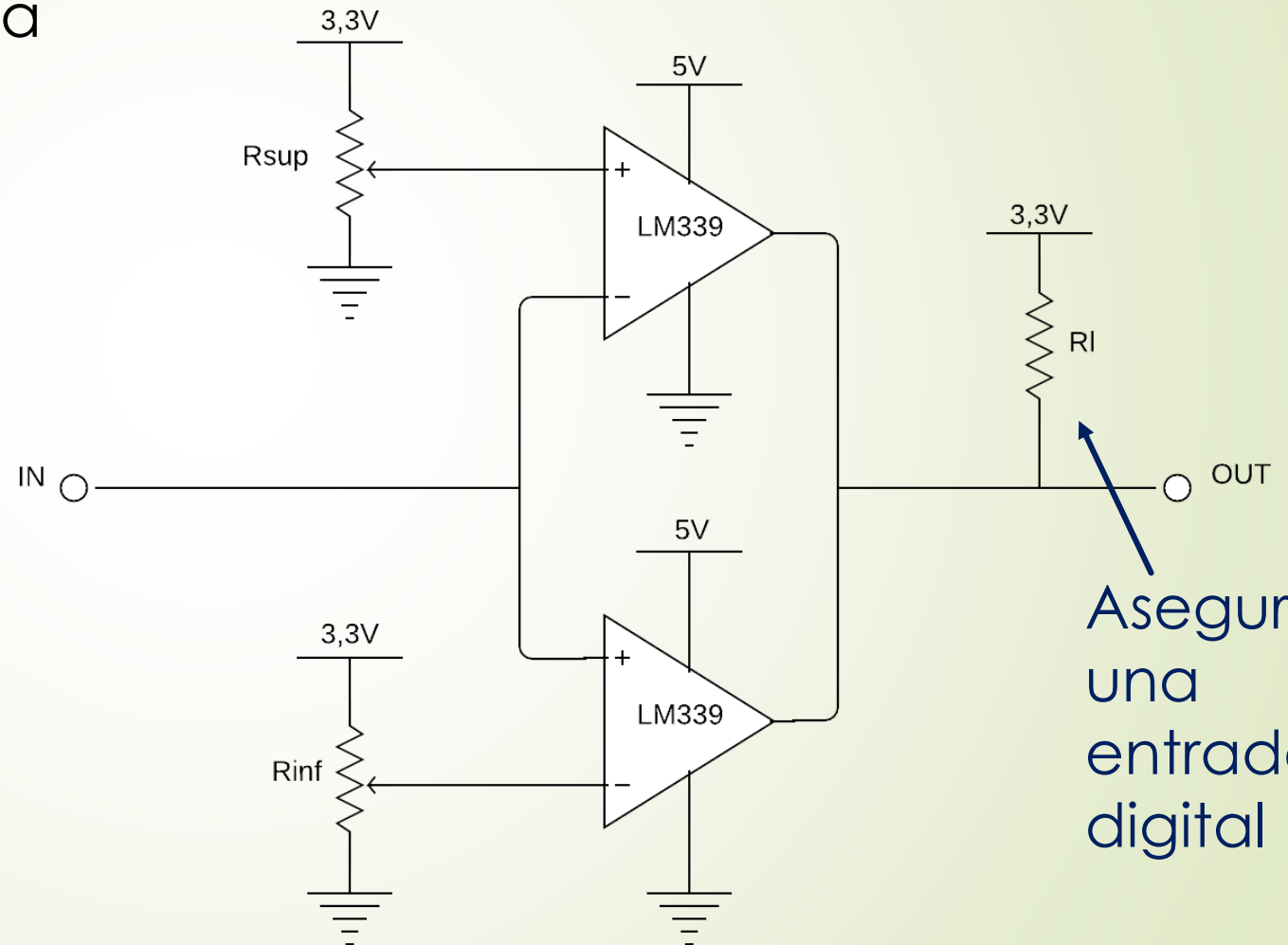


Universidad Nacional
de San Luis

Circuito Comparadores Ventana y Trip Zone



Comparador de tensión LM339



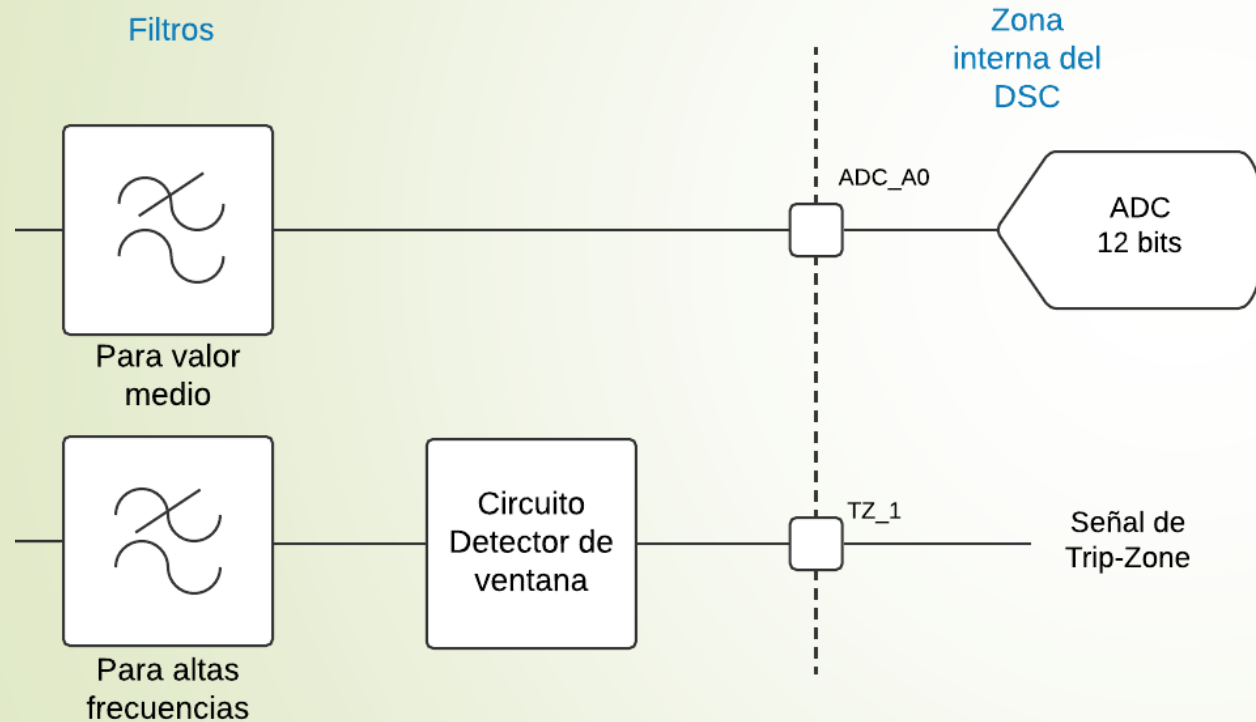
Asegura
una
entrada
digital

Interfaz para módulos ADC

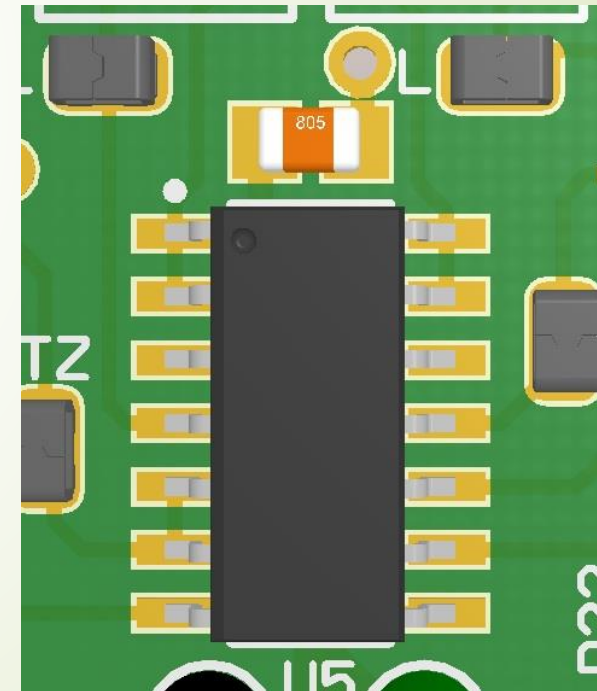


Universidad Nacional
de San Luis

Filtros



Capacitor de desacoplo en fuentes



- Introducción
- Controladores TMS320F28377D y TMS320F28335
- Interfaz para módulos ADC
- **Diseño de PCB y Montaje**
- Mediciones y Resultados
- Conclusiones y propuesta de trabajos a futuro

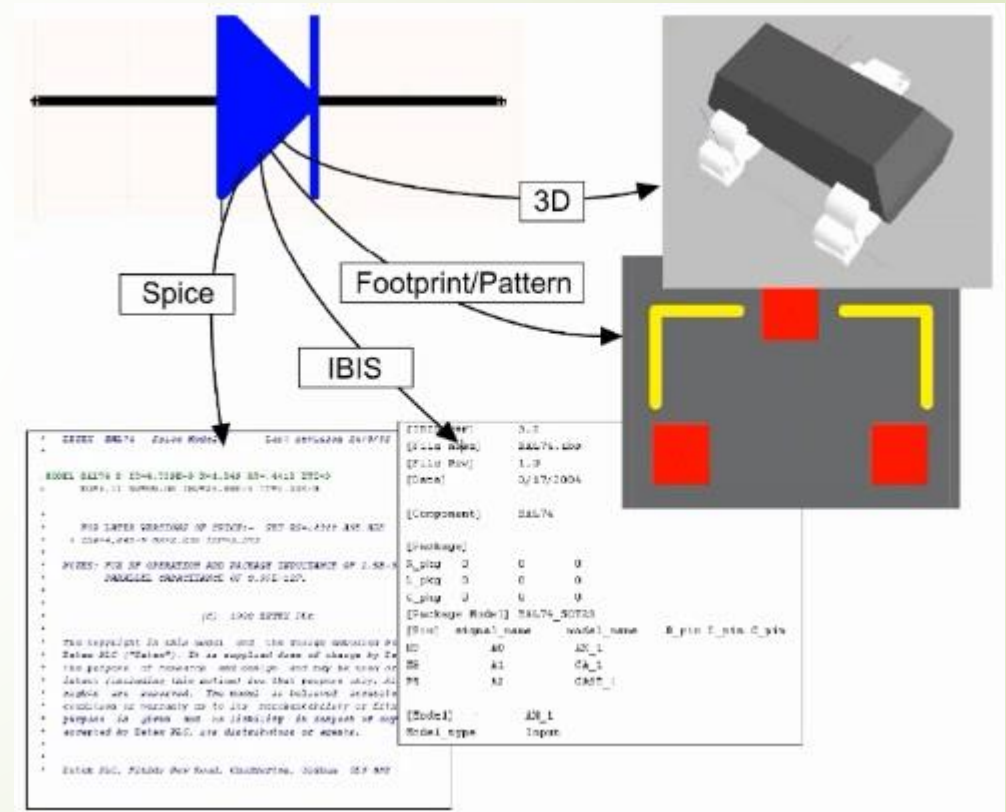
Diseño de PCB y Montaje



Universidad Nacional
de San Luis

Archivos asociados a cada componente:

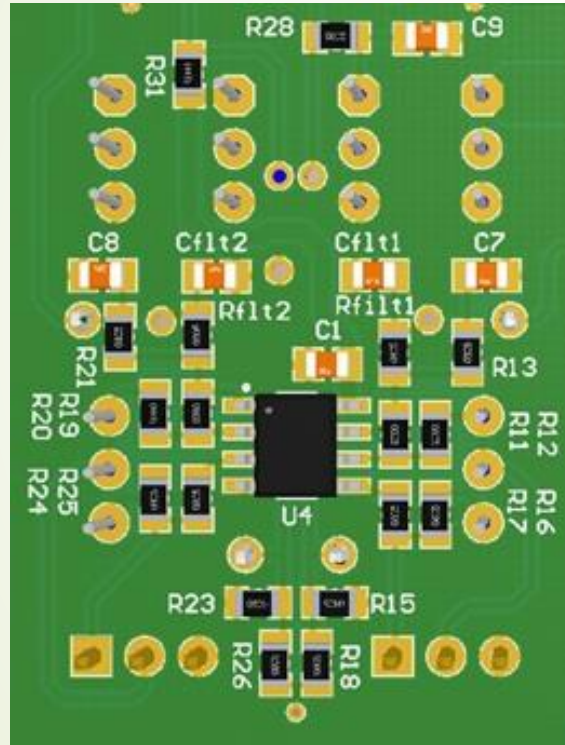
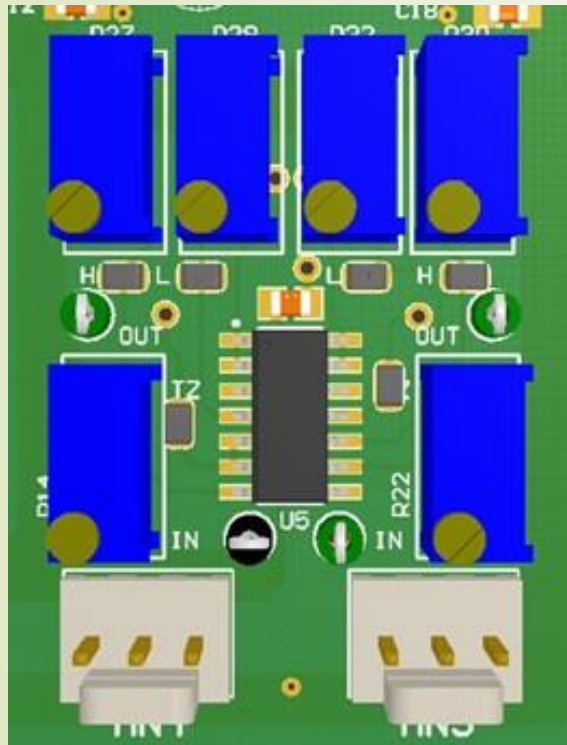
- IBIS: Es el archivo mediante el cual están configurados los pines del circuito integrado.
- Spice: Es el archivo que contiene un modelo con el cual se pueden realizar simulaciones con el componente.
- Footprint/Pattern: El archivo footprint es la representación gráfica de los pads de un componente electrónico, como deben ir impresos en la tarjeta para que coincidan exactamente con sus respectivos terminales o superficies de conexión.
- PCB 3D: Es el archivo del modelo 3D del componente.



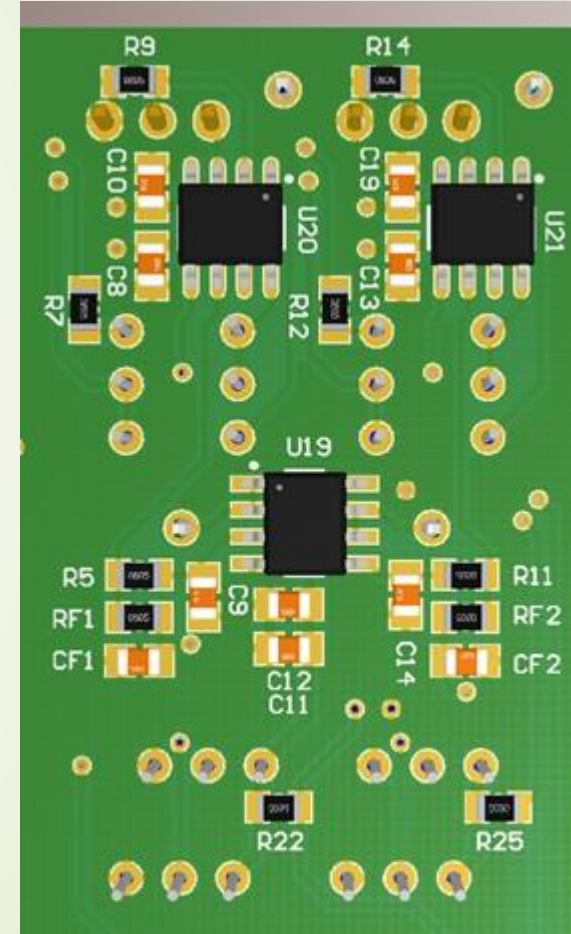
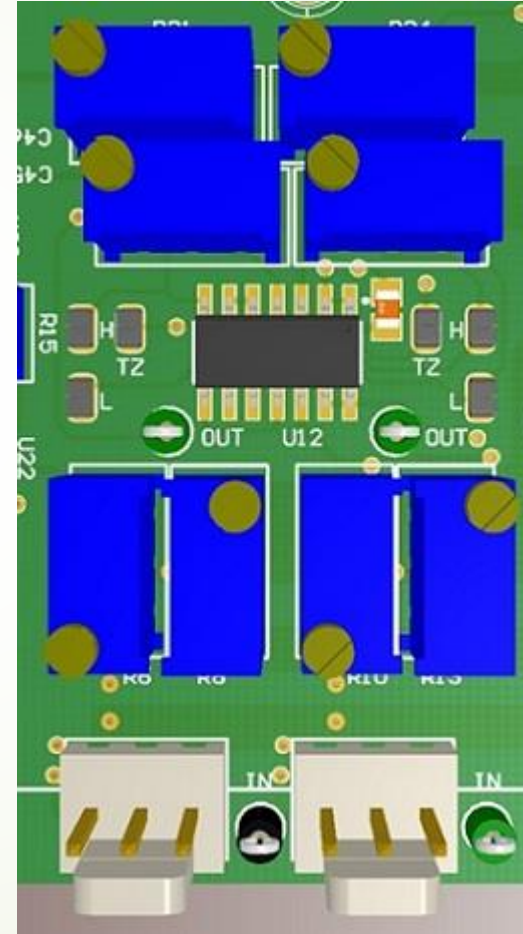
Diseño de PCB y Montaje



Universidad Nacional
de San Luis



Bloque OPA2344



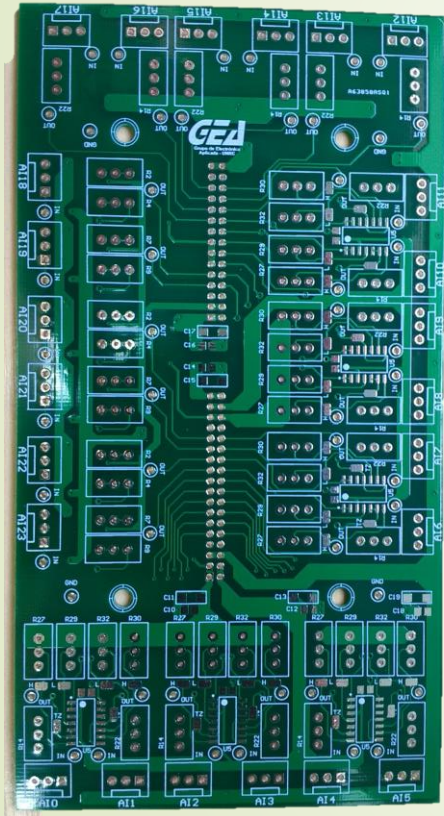
Bloque INA129

Diseño de PCB y Montaje

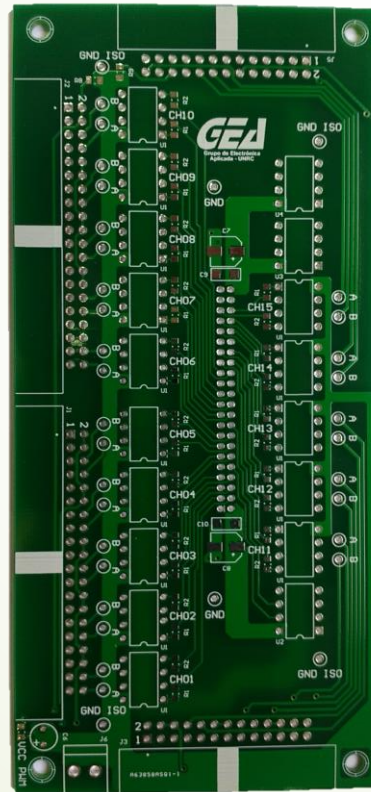


Universidad Nacional
de San Luis

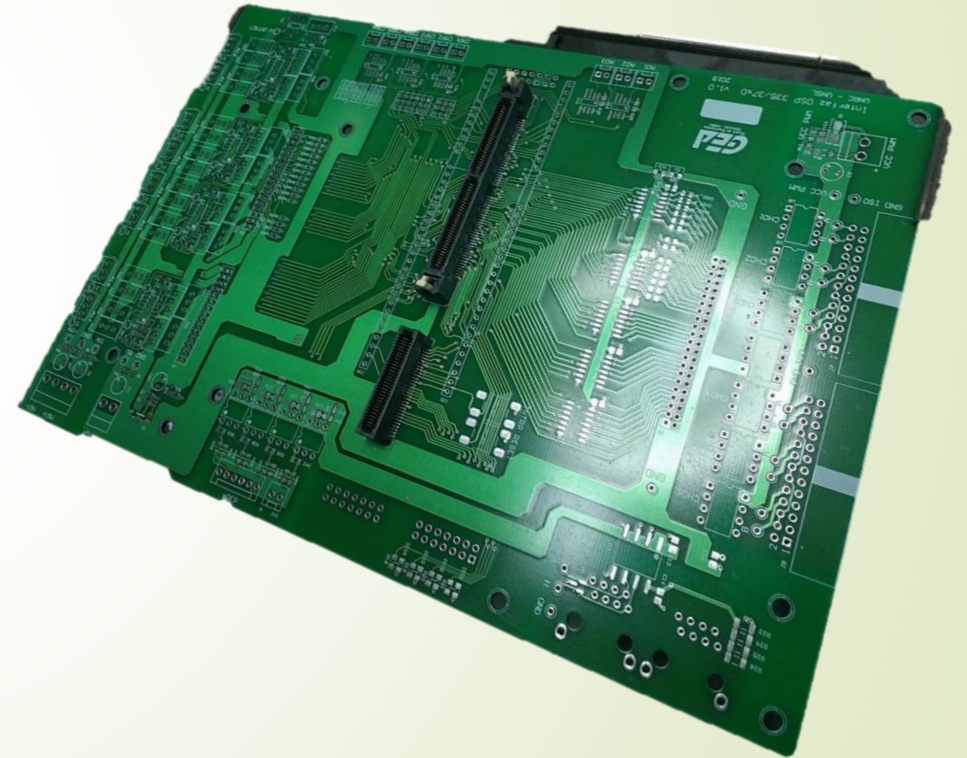
Placas recibidas



Expansión ADC



Expansión PWM



Placa Base

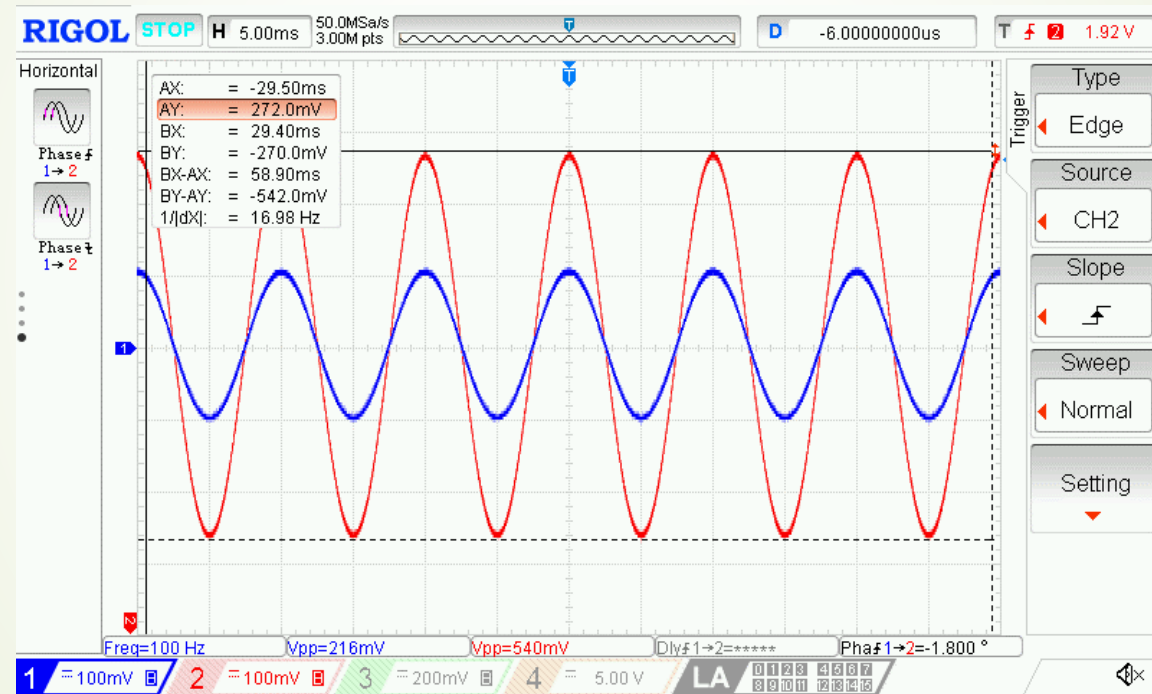
- Introducción
- Controladores TMS320F28377D y TMS320F28335
- Interfaz para módulos ADC
- Diseño de PCB y Montaje
- **Mediciones y Resultados**
- Conclusiones y propuesta de trabajos a futuro

Mediciones y Resultados



Universidad Nacional
de San Luis

Ensayo para el acondicionamiento a través del INA129



100 Hz

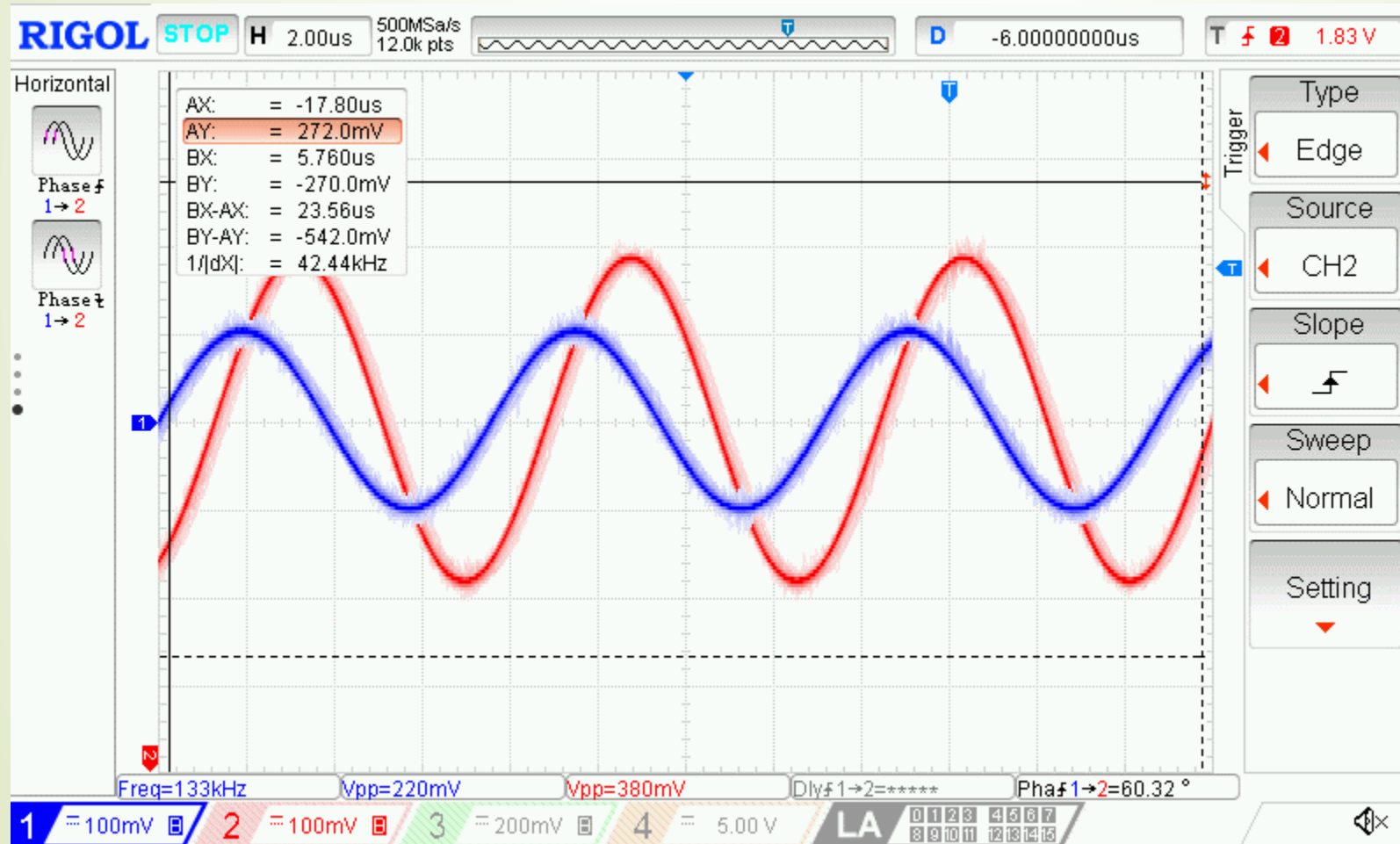


Mediciones y Resultados



Universidad Nacional
de San Luis

Ensayo para el acondicionamiento a través del INA129



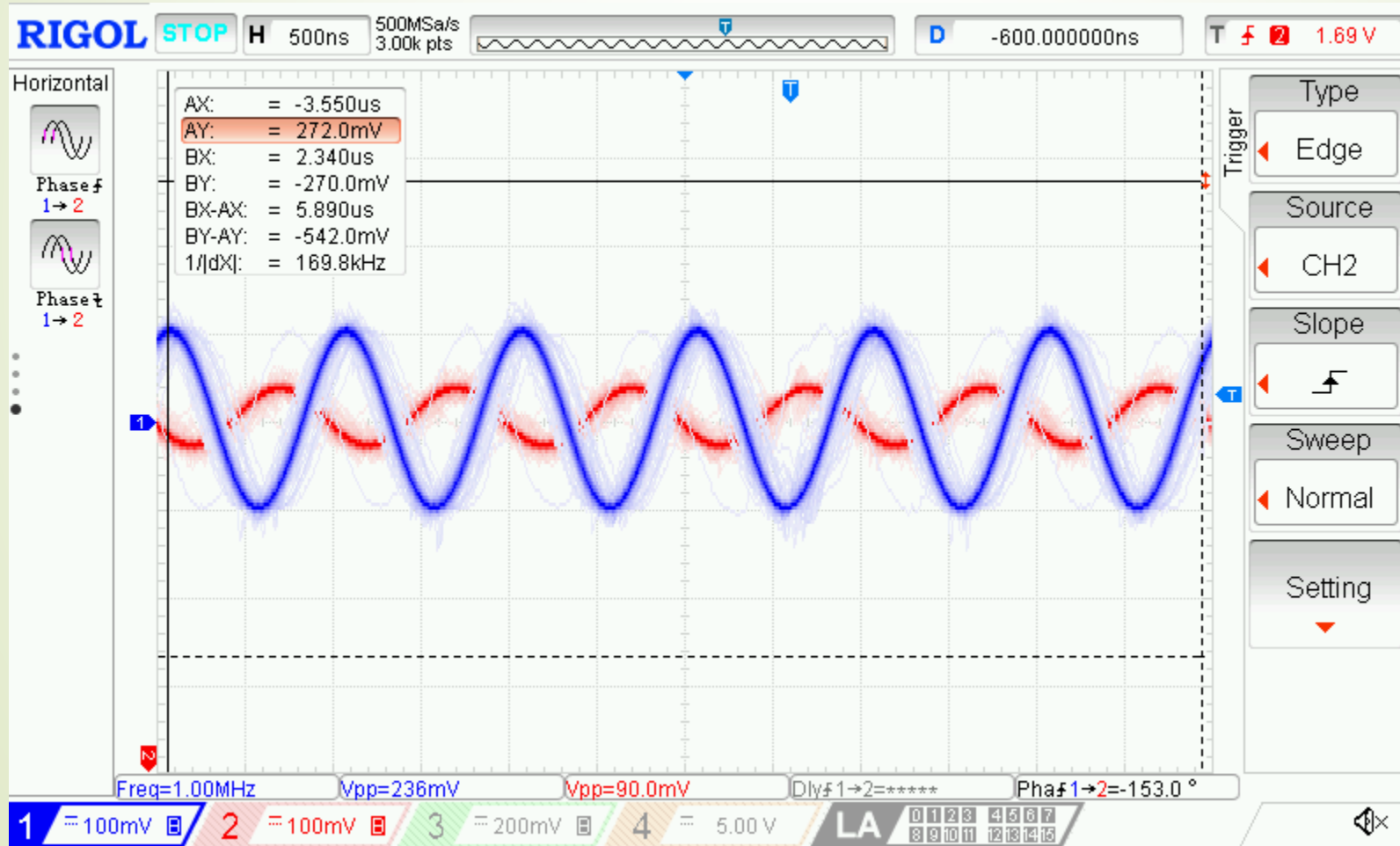
132 kHz

Mediciones y Resultados



Universidad Nacional
de San Luis

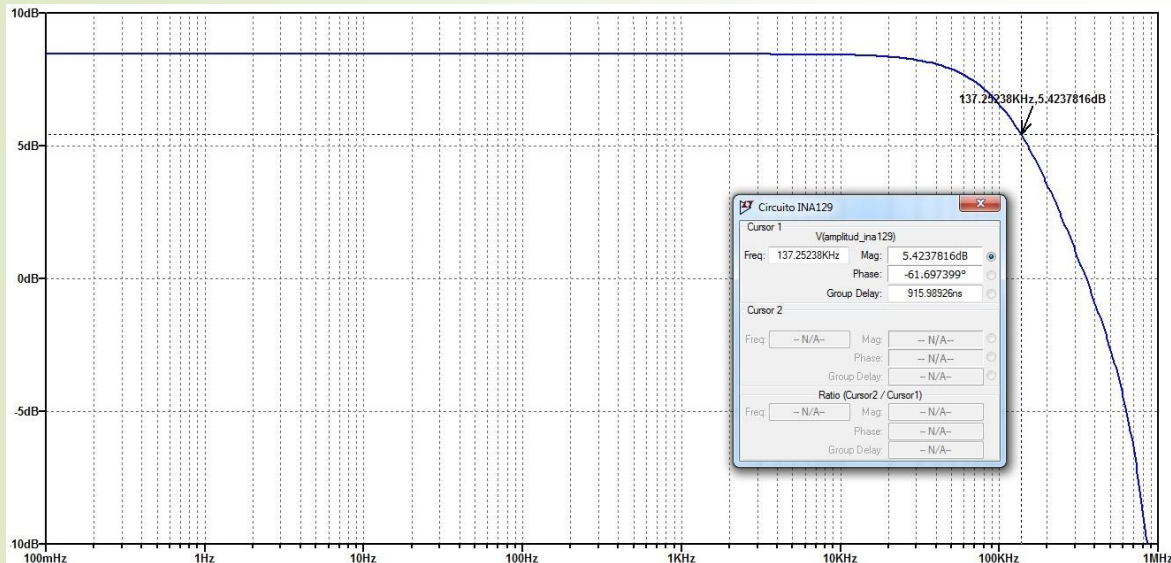
Ensayo para el acondicionamiento a través del INA129



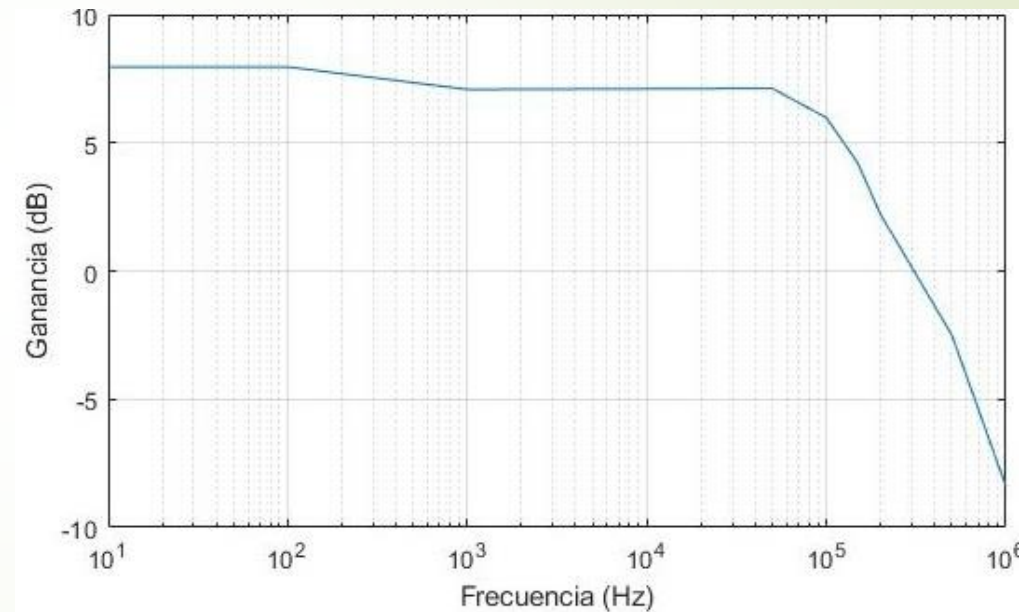
1 MHz

Ensayo para el acondicionamiento a través del INA129

GANANCIA



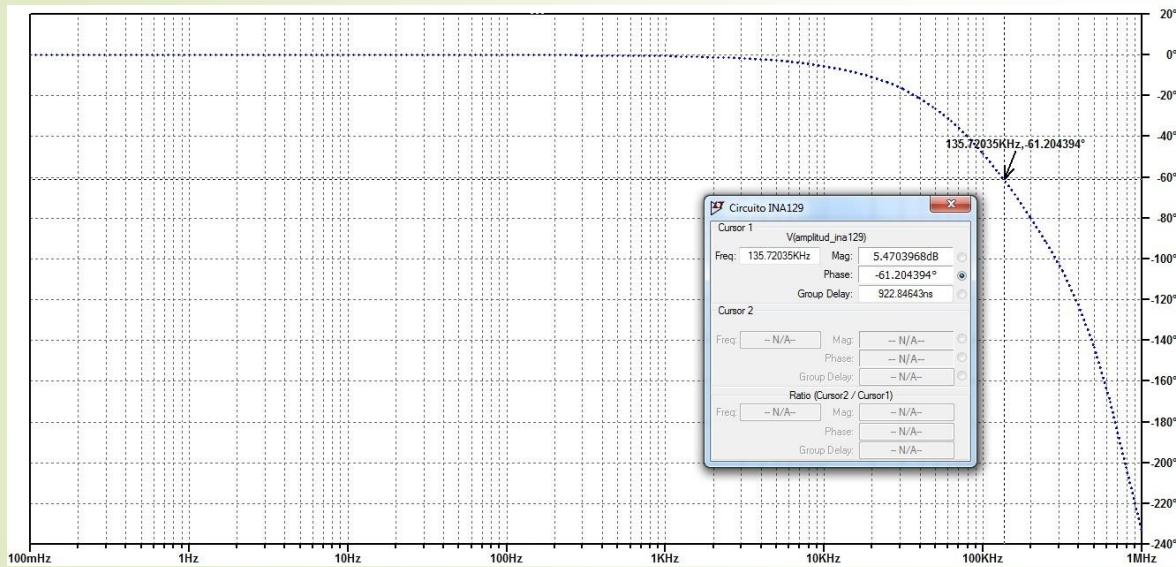
Resultados simulador



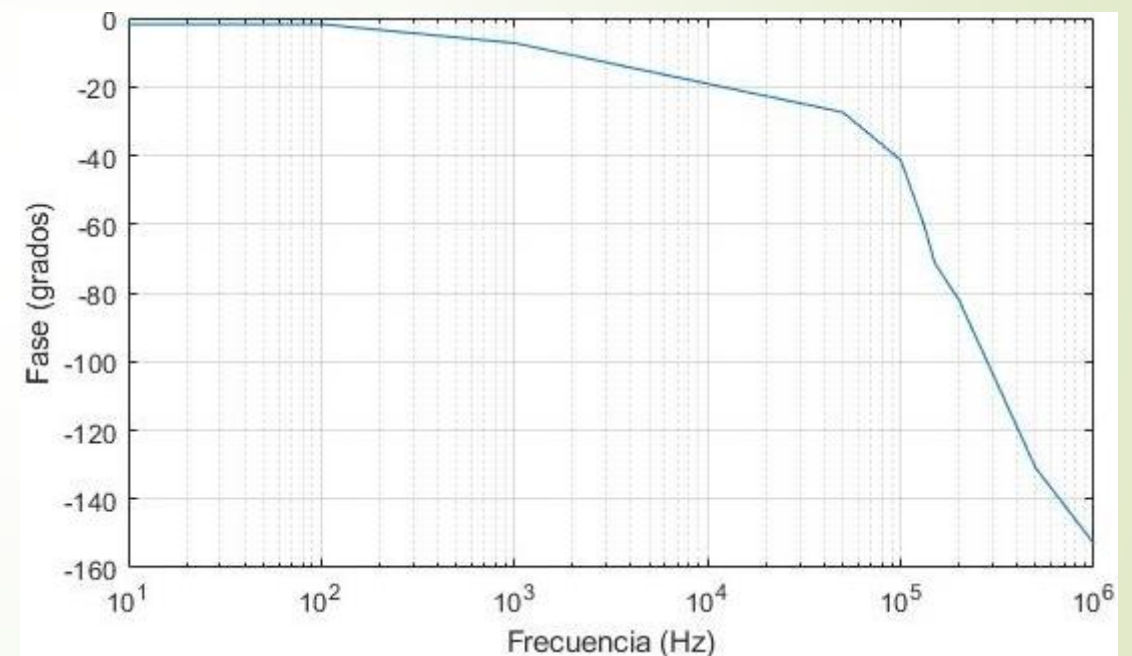
Resultados experimentales

Ensayo para el acondicionamiento a través del INA129

FASE

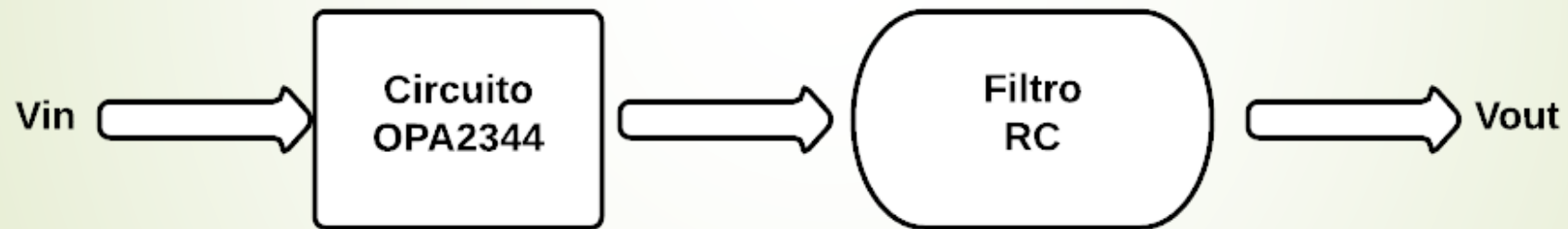


Resultados simulador



Resultados experimentales

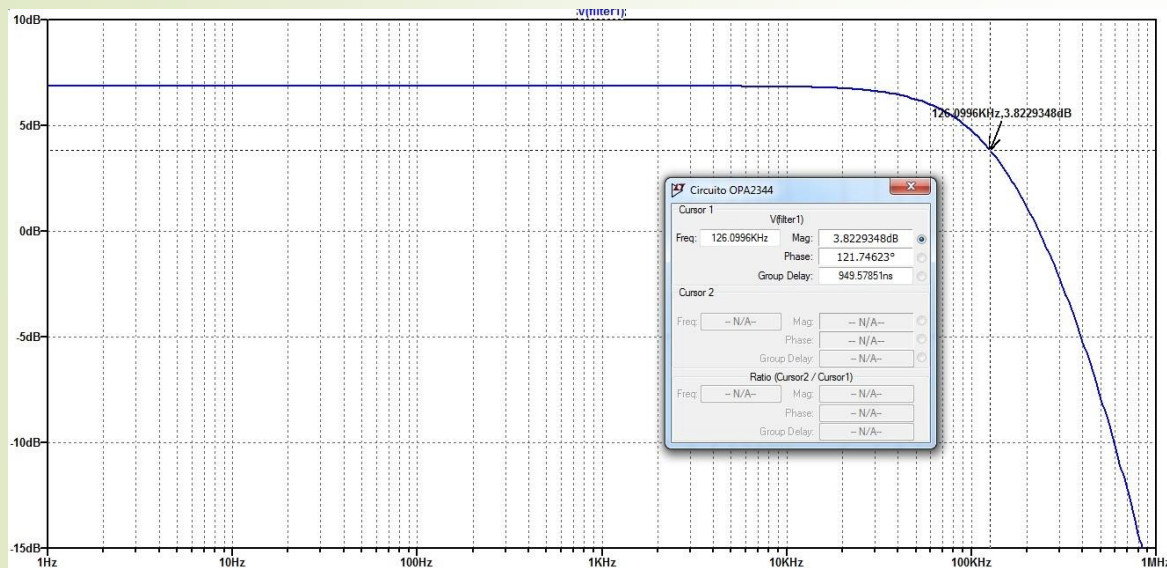
Ensayo para el acondicionamiento a través del OPA2344



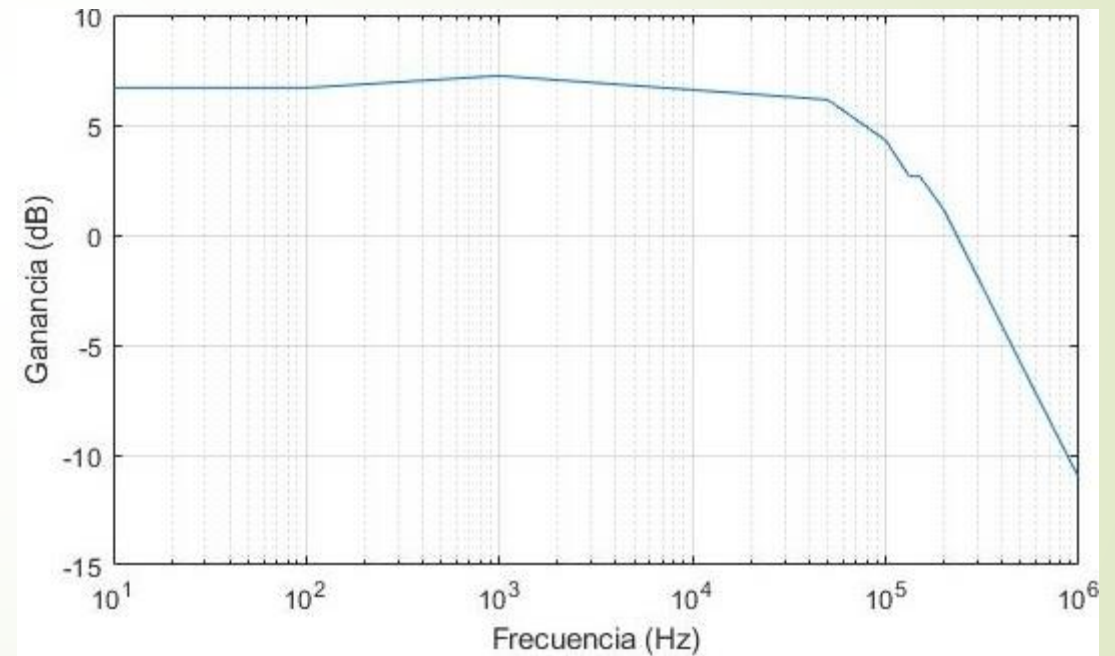
Etapas

Ensayo para el acondicionamiento a través del OPA2344

GANANCIA



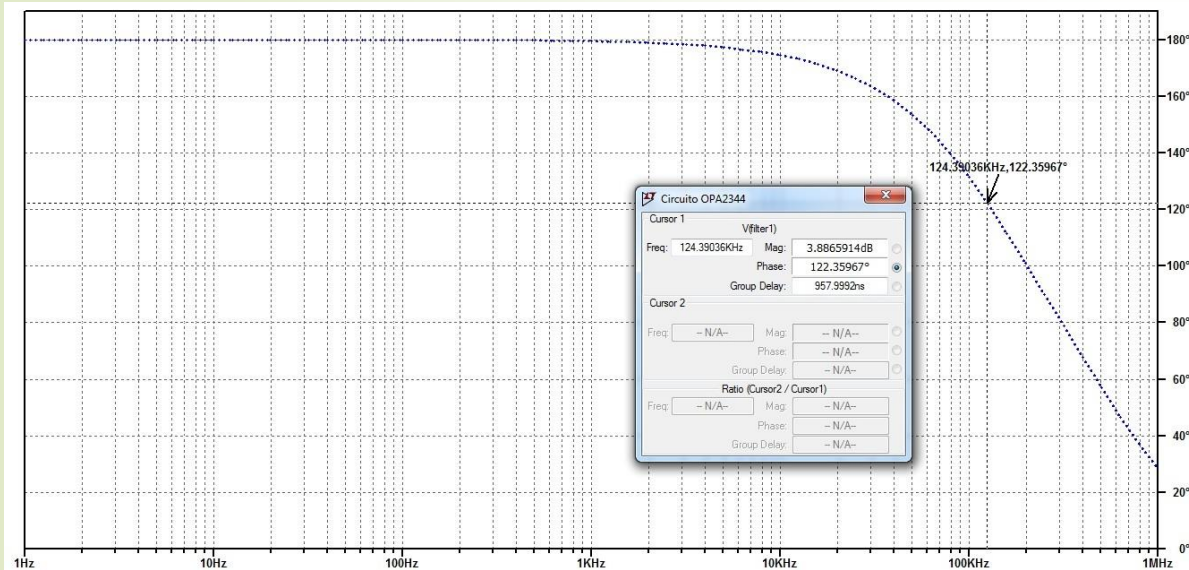
Resultados simulador



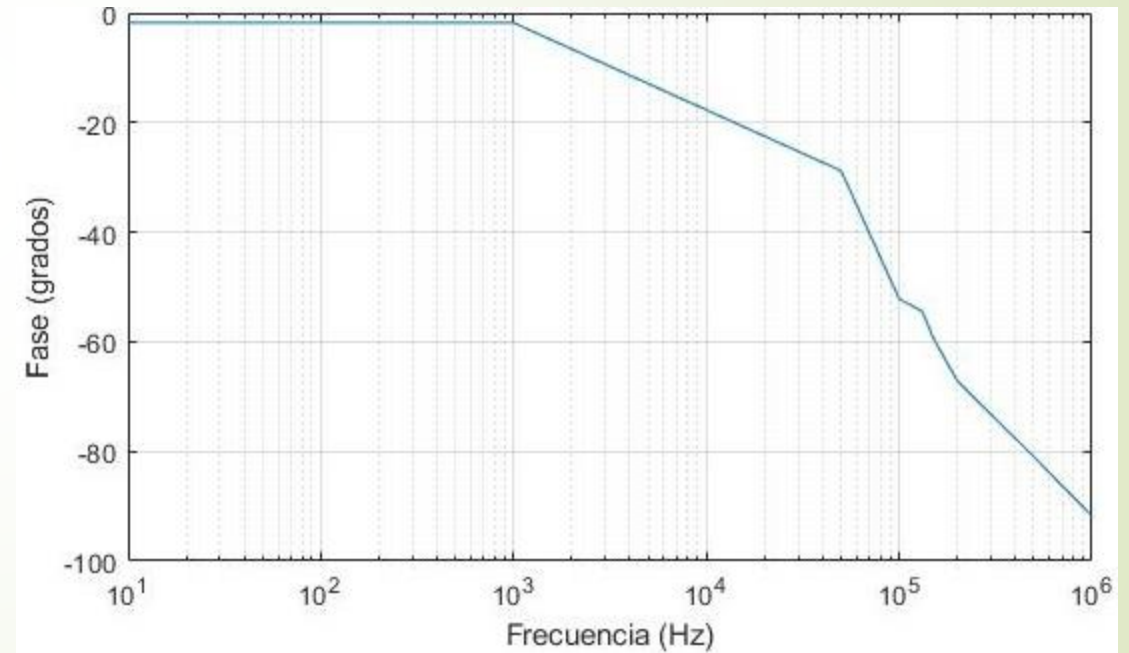
Resultados experimentales

Ensayo para el acondicionamiento a través del OPA2344

FASE



Resultados simulador



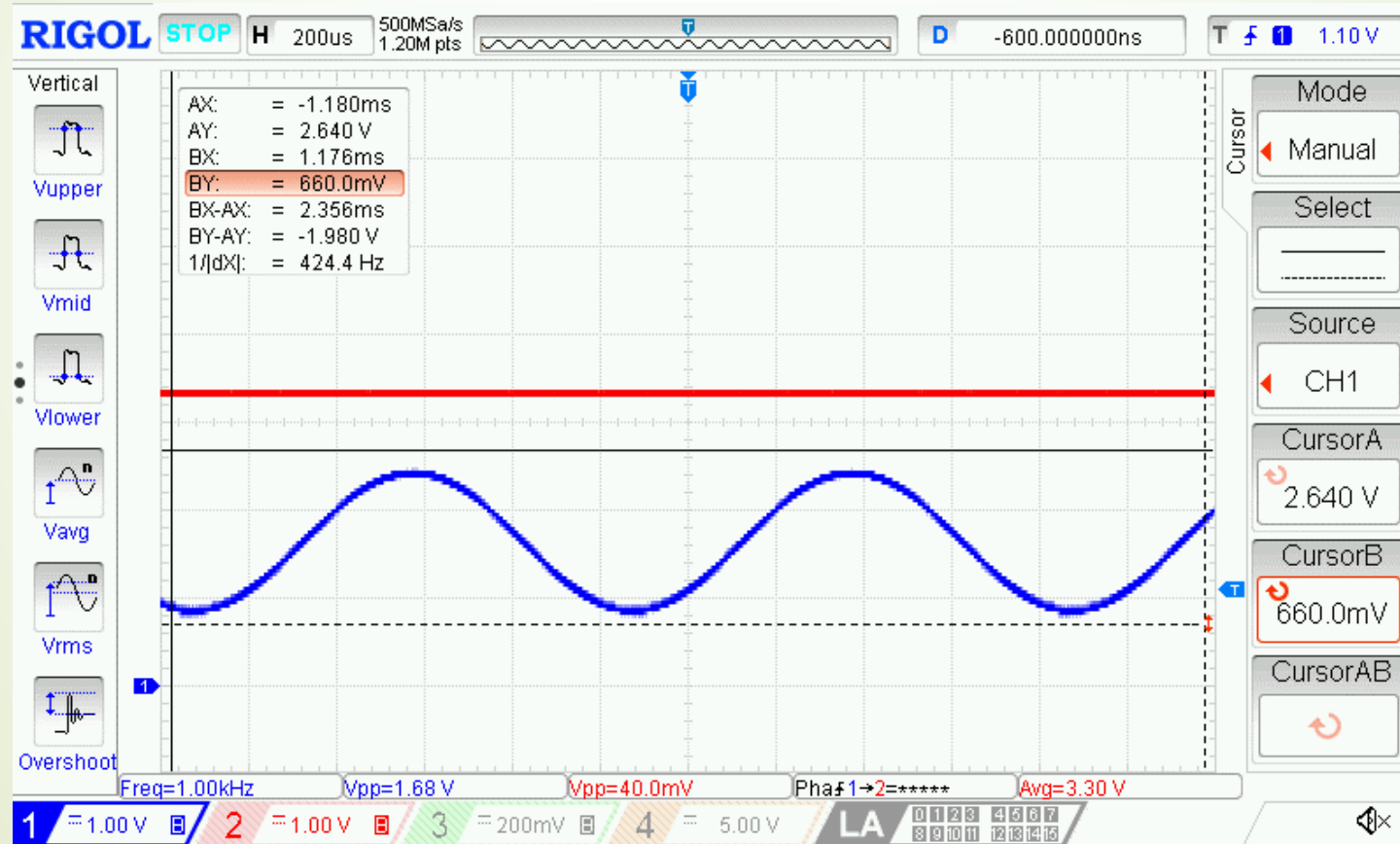
Resultados experimentales

Mediciones y Resultados



Universidad Nacional
de San Luis

Ensayo Comparador de Ventana

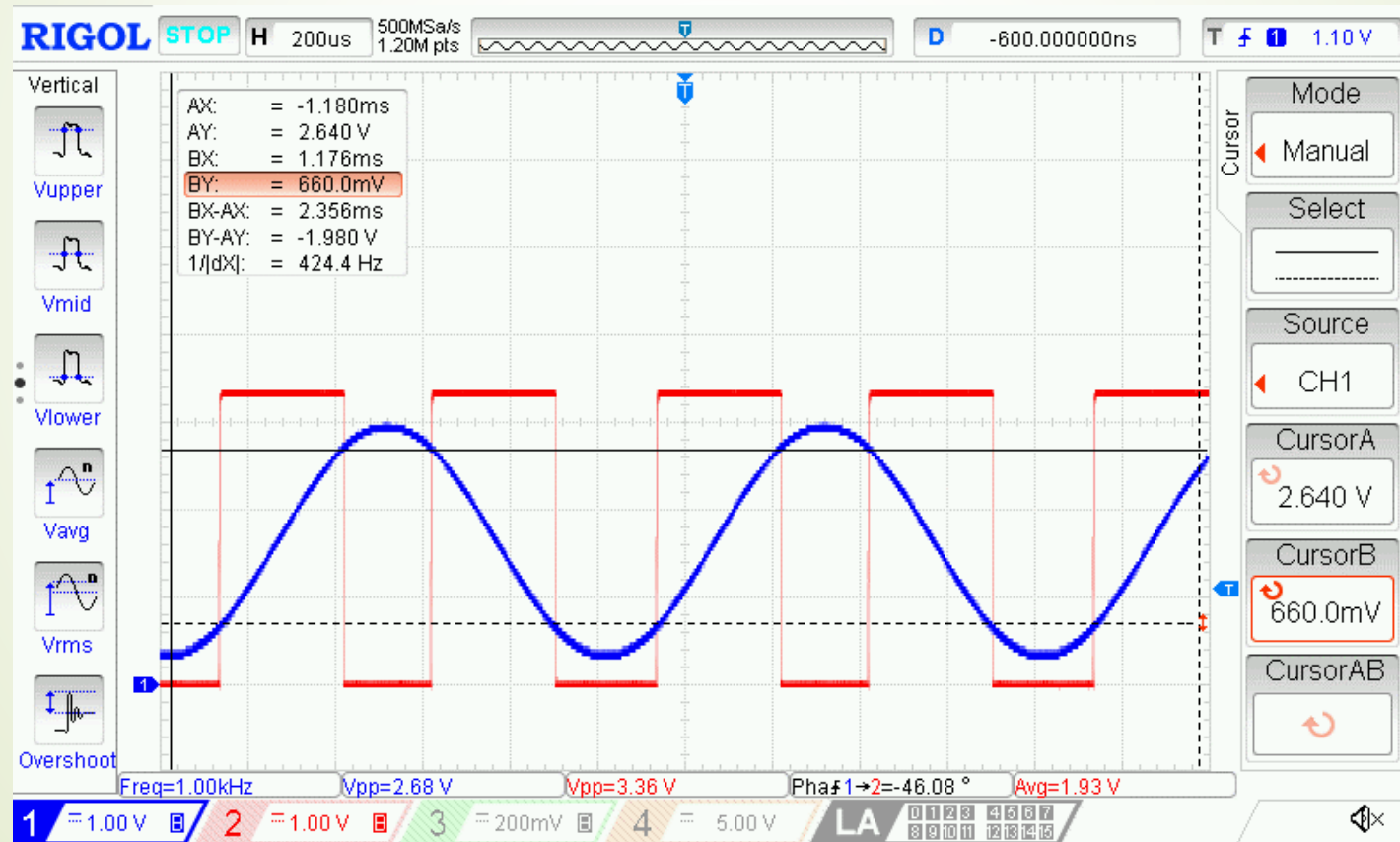


Mediciones y Resultados

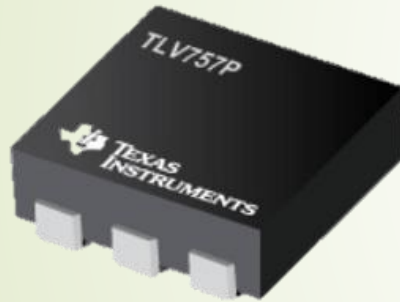


Universidad Nacional
de San Luis

Ensayo Comparador de Ventana



Máximo Consumo de Corriente



Se utilizó el regulador de Tensión TLV757P para la generación de la tensión +3,3 V

Corriente de salida de 1 A

Consumo corriente en Placa Base

| | |
|-----------------------|-----------------|
| OPA2344 | 1,25 mA |
| TMS320F28377D | 2,72 mA |
| Comparador de Ventana | 53,77 mA |
| CONSUMO TOTAL | 57,74 mA |

Consumo corriente en Placa Expansión

| | |
|-----------------------|-----------------|
| OPA2344 | 5,5 mA |
| TMS320F28377D | 6,36 mA |
| Comparador de Ventana | 80,66 mA |
| CONSUMO TOTAL | 92,52 mA |

- Introducción
- Controladores TMS320F28377D y TMS320F28335
- Interfaz para módulos ADC
- Diseño de PCB y Montaje
- Mediciones y Resultados
- **Conclusiones y propuesta de trabajos a futuro**

Conclusiones y Propuestas de Trabajos a Futuro



Universidad Nacional
de San Luis

Conclusiones:

- La interfaz permite el uso de ambos controladores y ambas placas de expansión correctamente.
- Se participó en todas las partes involucradas en el proceso de diseño de circuito. Desde la creación del circuito principal hasta los ensayos con los componentes reales.
- Durante la simulación de circuito se compararon resultados con componentes reales. Esto permitió buscar los más adecuados para que puedan adaptarse a los resultados requeridos.
- Se pudieron obtener conocimientos en el diseño de PCB.
- Se pudieron lograr los objetivos propuestos para este trabajo, y sobre todo adquirir la experiencia necesaria para el desarrollo de otras interfaces de interés particular o general, principalmente en el área de electrónica de potencia.
- A nivel académico también se lograron las expectativas permitiendo fortalecer el vínculo entre la Universidad Nacional de Río Cuarto y de San Luis.

Conclusiones y Propuestas de Trabajos a Futuro



Universidad Nacional
de San Luis

Trabajos a Futuro:

- Lograr interfaces para los módulos ADC permitan la utilización de más sensores.
- Alimentar la placa con un único valor de tensión. En el proyecto se utilizó una fuente que brindaba valores de +5V, +15V y -15V.
- Desde lo personal, poder profundizar los conocimientos en el área de electrónica de potencia, sobre todo convertidores de potencia.



Universidad Nacional de San Luis
Facultad de Cs. Físico Matemáticas y Naturales
Departamento de Electrónica



Universidad Nacional
de San Luis

Proyecto Final de la Carrera Ingeniería Electrónica con O.S.D.

¿PREGUNTAS?



LEIS

LABORATORIO DE ELECTRONICA, INVESTIGACION Y SERVICIOS



Universidad Nacional de San Luis
Facultad de Cs. Físico Matemáticas y Naturales
Departamento de Electrónica



Universidad Nacional
de San Luis

Proyecto Final de la Carrera Ingeniería Electrónica con O.S.D.

¡MUCHAS GRACIAS!



LEIS

LABORATORIO DE ELECTRONICA, INVESTIGACION Y SERVICIOS