



# **Estudio experimental de la transferencia de energía en turbulencia de ondas gravito-capilares**

Ignacio Pablo Hernando

Tesis de Licenciatura en Ciencias Físicas

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

Universidad de Buenos Aires

¿¿¿¿¿¿¿¿¿¿¿¿ ¿¿¿¿¿¿¿¿¿¿¿¿?



TEMA: Estudio experimental de la transferencia de energía en  
turbulencia de ondas gravito-capilares

ALUMNO: Ignacio Pablo Hernando

L.U. N°: 6/21

LUGAR DE TRABAJO: Laboratorio de Turbulencia Geofísica  
Instituto de Fisica Interdisciplinaria y Aplicada  
INFINA UBA-CONICET  
Departamento de Física, FCEN, UBA

DIRECTOR DEL TRABAJO: Dr. Pablo Cobelli

FECHA DE INICIACION: Marzo de 2025

FECHA DE FINALIZACION: ??????????????

FECHA DE EXAMEN: ??????????????

INFORME FINAL APROBADO POR:

---

Autor

---

Jurado

---

Director

---

Jurado

---

Codirector

---

Jurado

---

Profesor de Tesis de Licenciatura





## **Resumen**



## **Agradecimientos**



---

# ÍNDICE GENERAL

---

<b>1. Introducción</b>	<b>1</b>
<b>2. Sensor capacitivo</b>	<b>3</b>
2.1. Principio de funcionamiento .....	5
2.1.1. La sonda .....	5
2.1.2. Medición de la capacitancia .....	5
2.1.3. Medición de la fase .....	5
2.2. Resolución numérica del circuito .....	5
2.3. Prueba de un circuito equivalente .....	5
2.4. Prototipado .....	5
2.5. Placa de adquisición y Lock-in digital .....	5
2.6. Prueba final y calibración .....	5
2.6.1. Montaje .....	5
2.6.2. Altura vs Altura .....	5
2.6.3. Diferencias .....	5
<b>3. Estudio experimental de Turbulencia de Ondas</b>	<b>9</b>
3.1. Montaje para Turbulencia de Ondas .....	9
<b>4. Resultados</b>	<b>11</b>
4.1. Series Temporales .....	11
4.2. Wave Steepness .....	12
4.3. Cascadas de energía .....	12
4.4. Interacción a 3 y 4 ondas .....	12
4.5. Intermitencia .....	15
<b>5. Conclusiones</b>	<b>19</b>

A. Algoritmo de <i>zipper</i>	21
Bibliografía	23

# CAPÍTULO 1

---

## INTRODUCCIÓN

---



# CAPÍTULO 2

## SENSOR CAPACITIVO

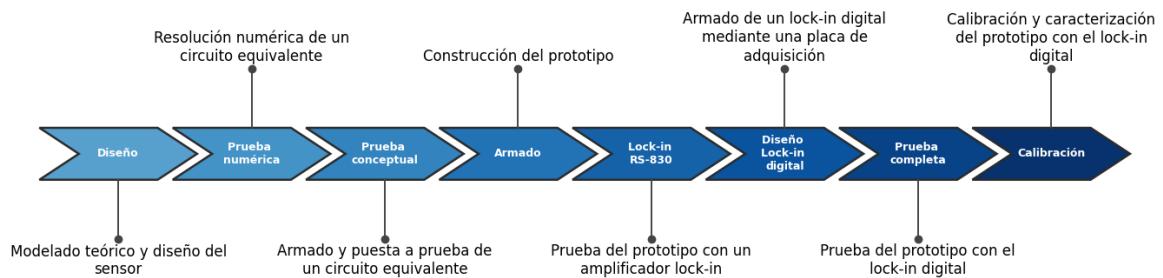


Figura 2.1: Diagrama esquemático de los pasos para la construcción y caracterización del sensor capacitivo para la altura de la superficie libre.

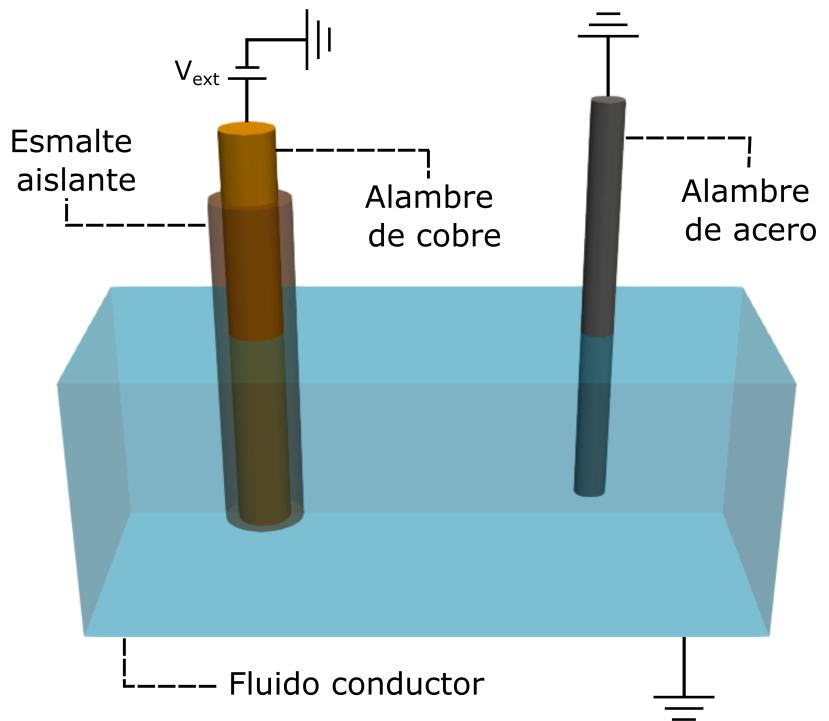


Figura 2.2

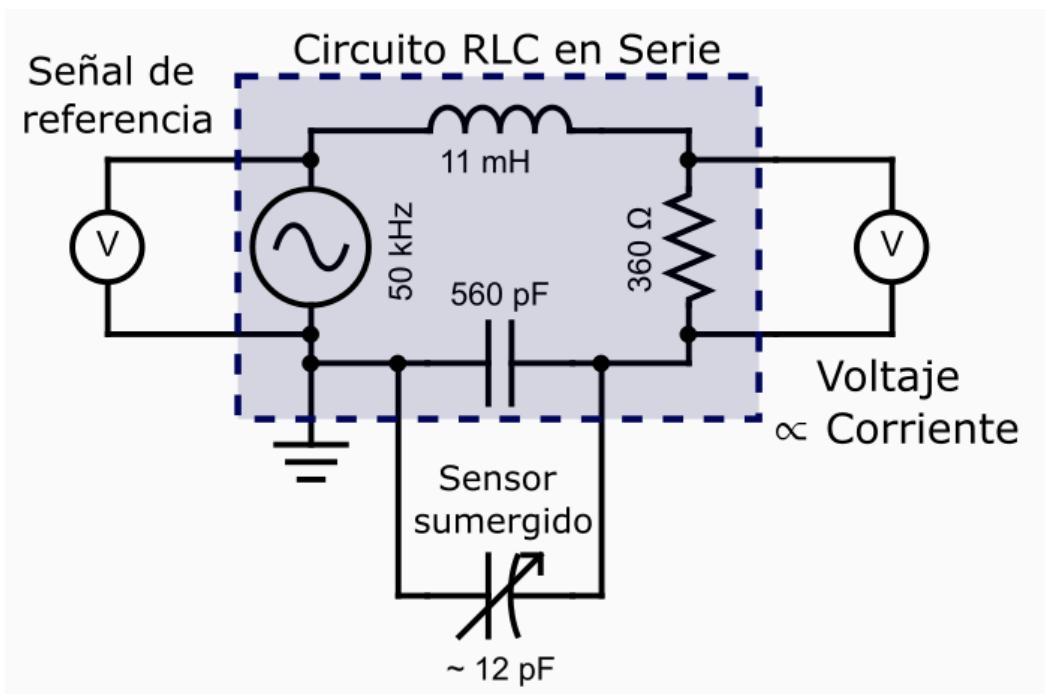


Figura 2.3

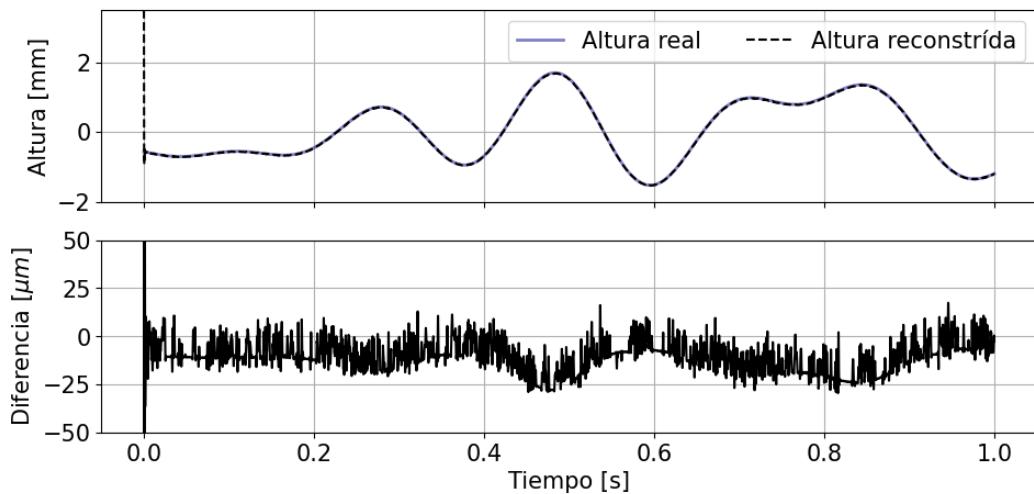


Figura 2.4

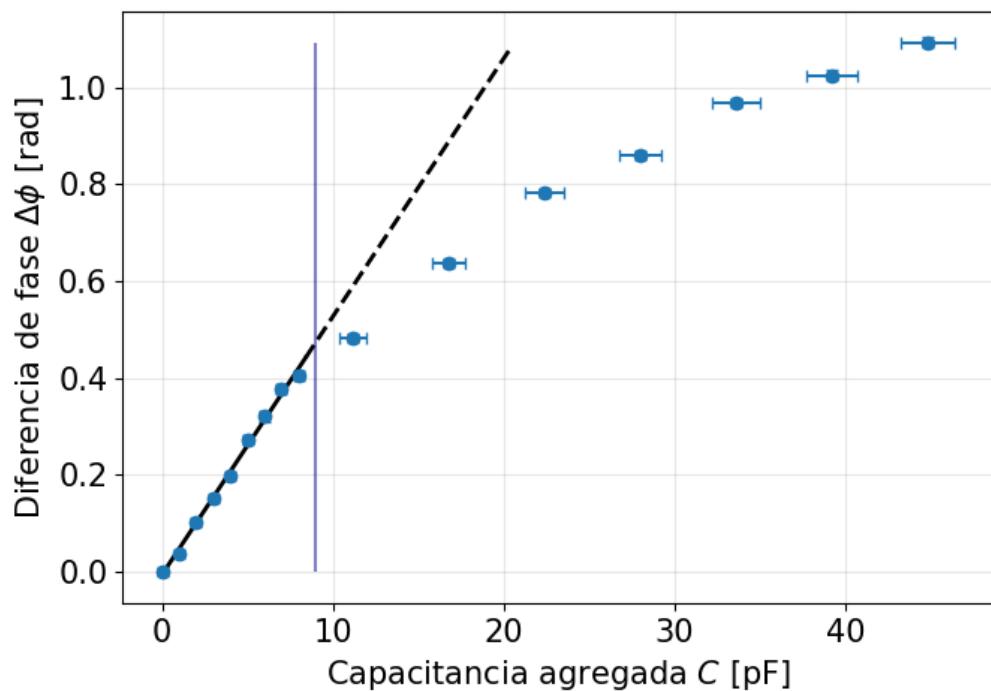


Figura 2.5

## 2.1. Principio de funcionamiento

### 2.1.1. La sonda

### 2.1.2. Medición de la capacitancia

### 2.1.3. Medición de la fase

## 2.2. Resolución numérica del circuito

## 2.3. Prueba de un circuito equivalente

## 2.4. Prototipado

## 2.5. Placa de adquisición y Lock-in digital

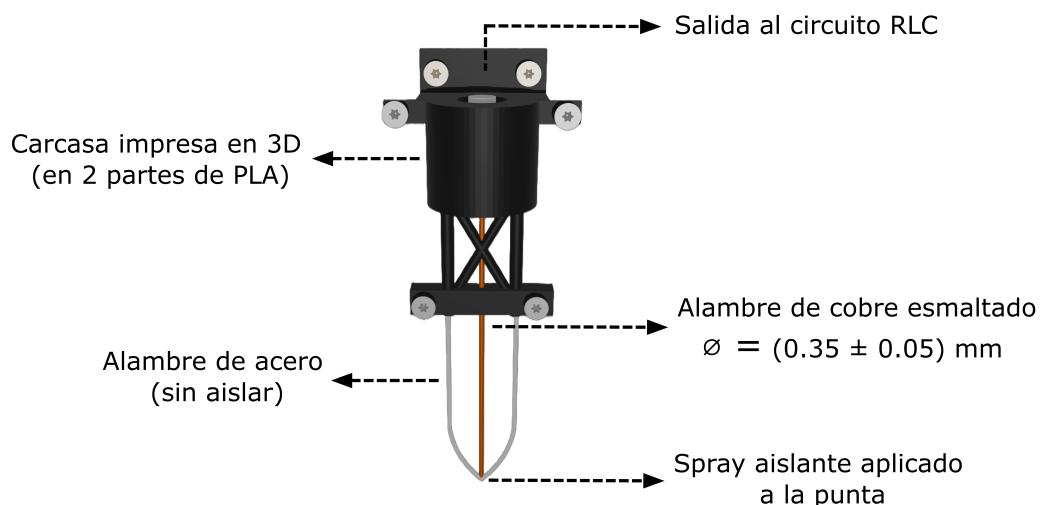


Figura 2.6

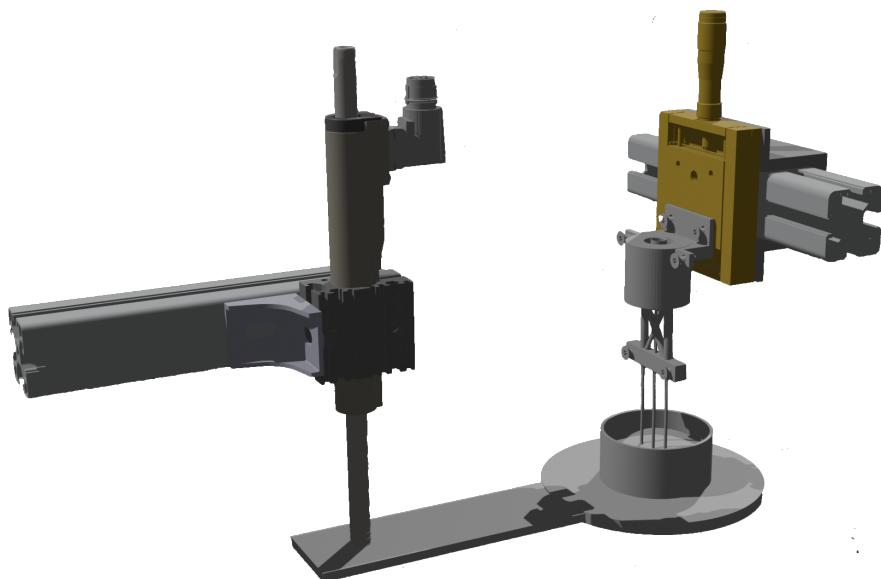


Figura 2.7

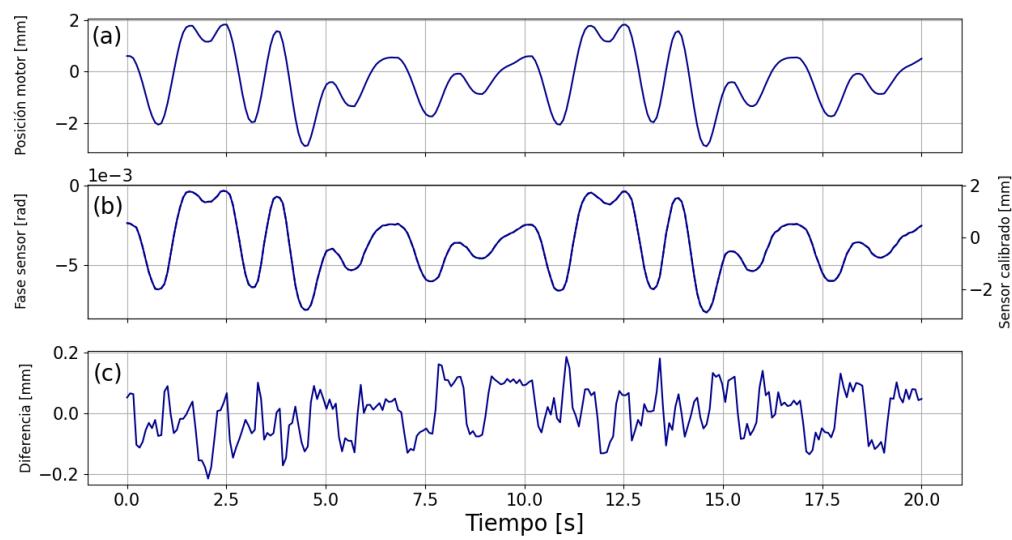


Figura 2.8

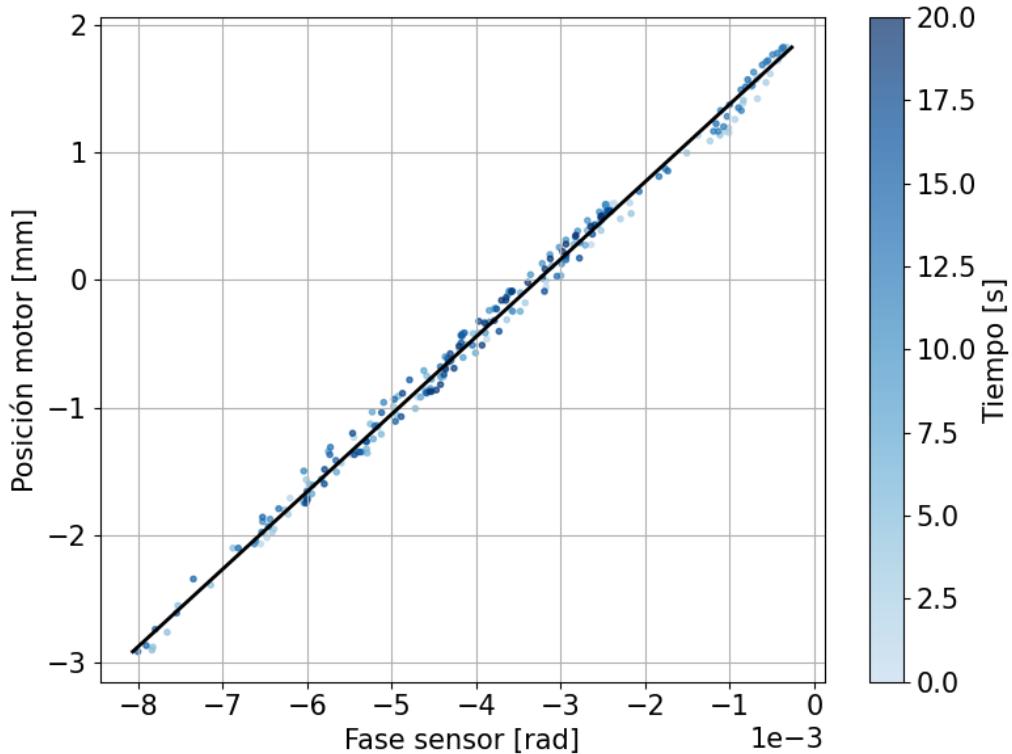


Figura 2.9

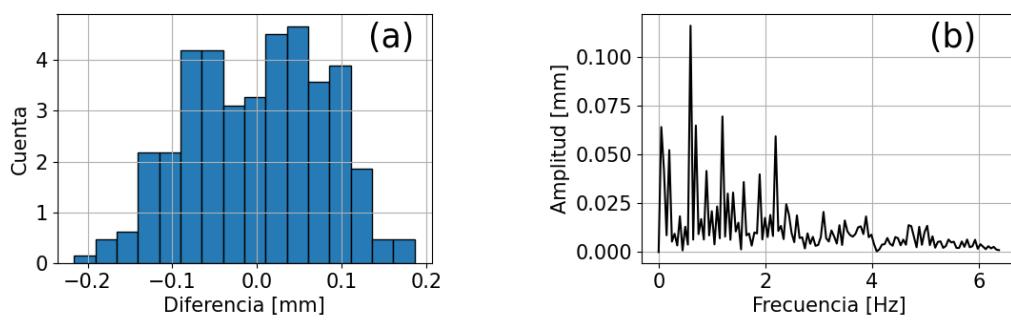


Figura 2.10

# CAPÍTULO 3

---

## ESTUDIO EXPERIMENTAL DE TURBULENCIA DE ONDAS

---

### 3.1. Montaje para Turbulencia de Ondas

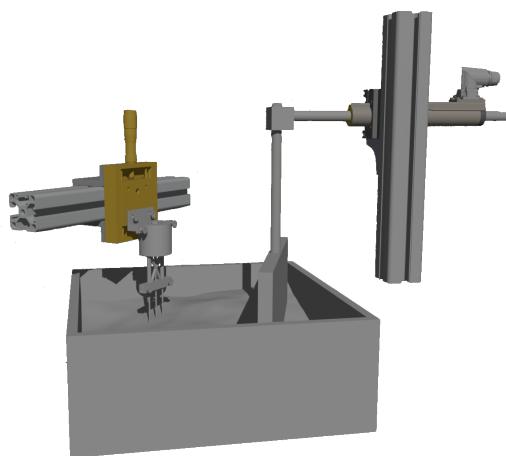


Figura 3.1



# CAPÍTULO 4

## RESULTADOS

### 4.1. Series Temporales

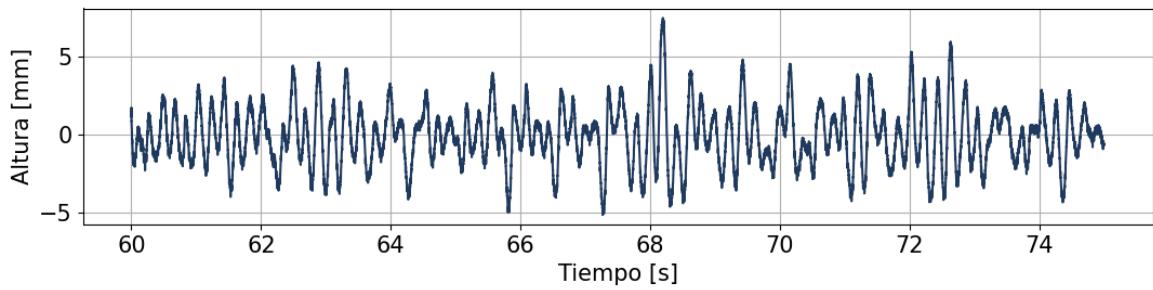


Figura 4.1

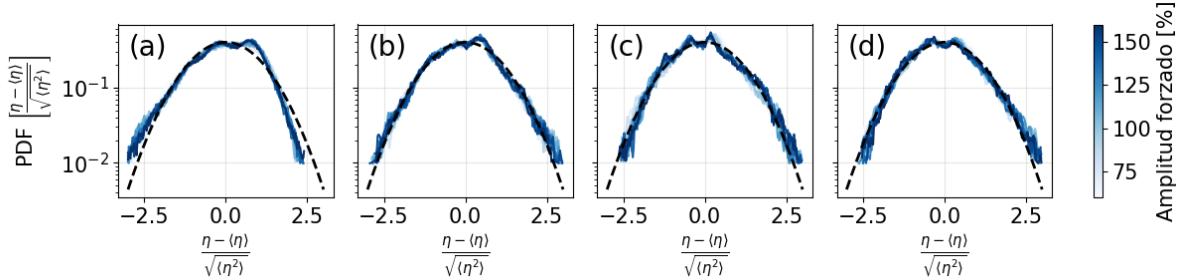


Figura 4.2

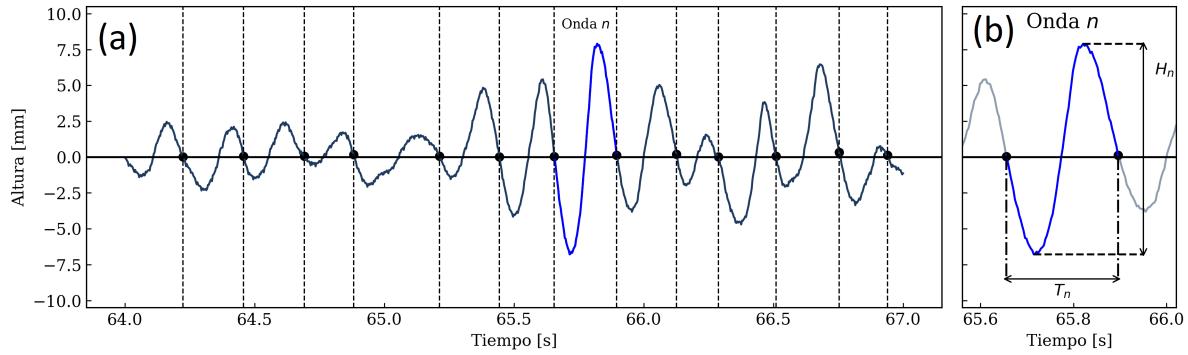


Figura 4.3

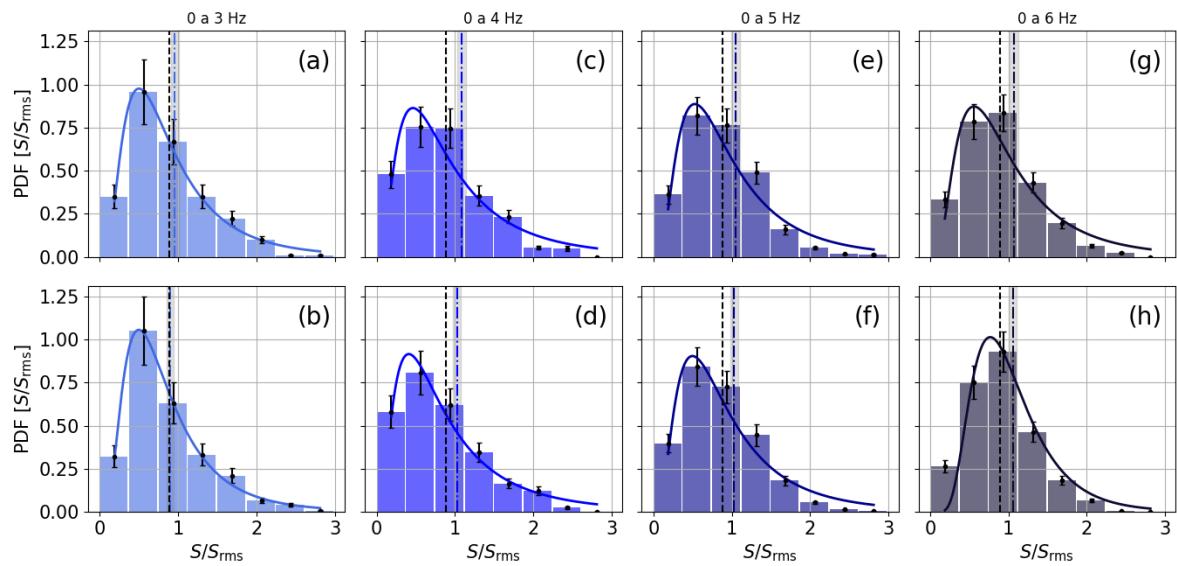


Figura 4.4

## 4.2. Wave Steepness

### 4.3. Cascadas de energía

### 4.4. Interacción a 3 y 4 ondas



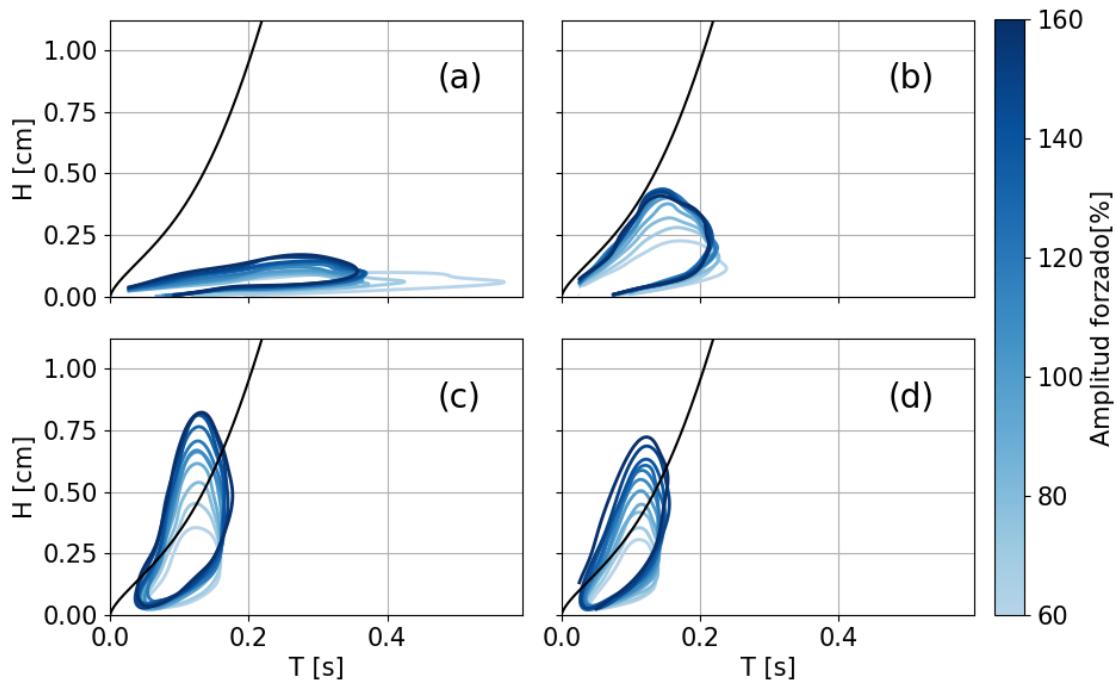


Figura 4.5

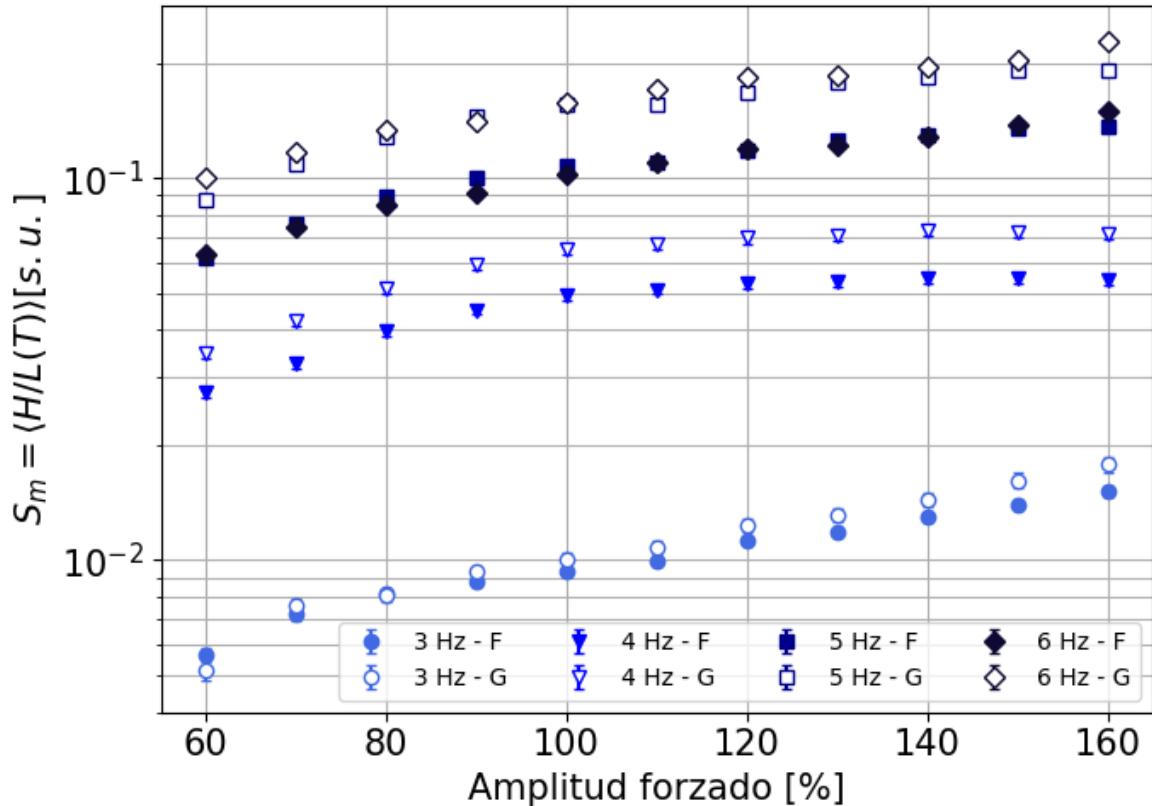


Figura 4.6

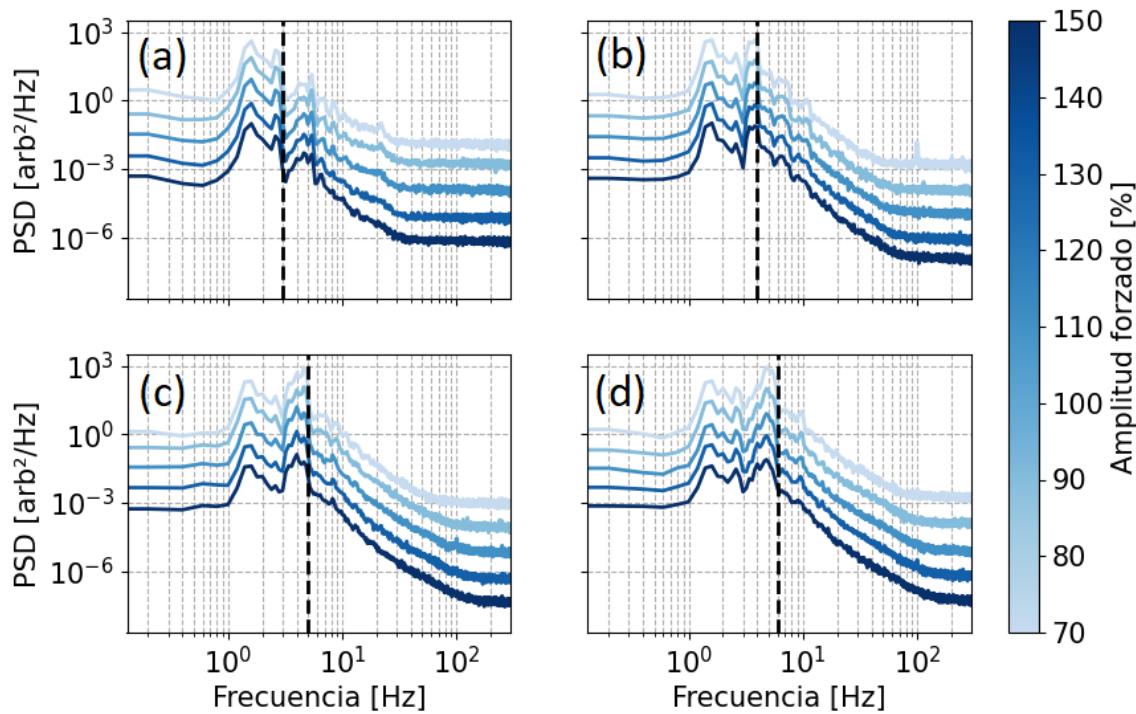


Figura 4.7

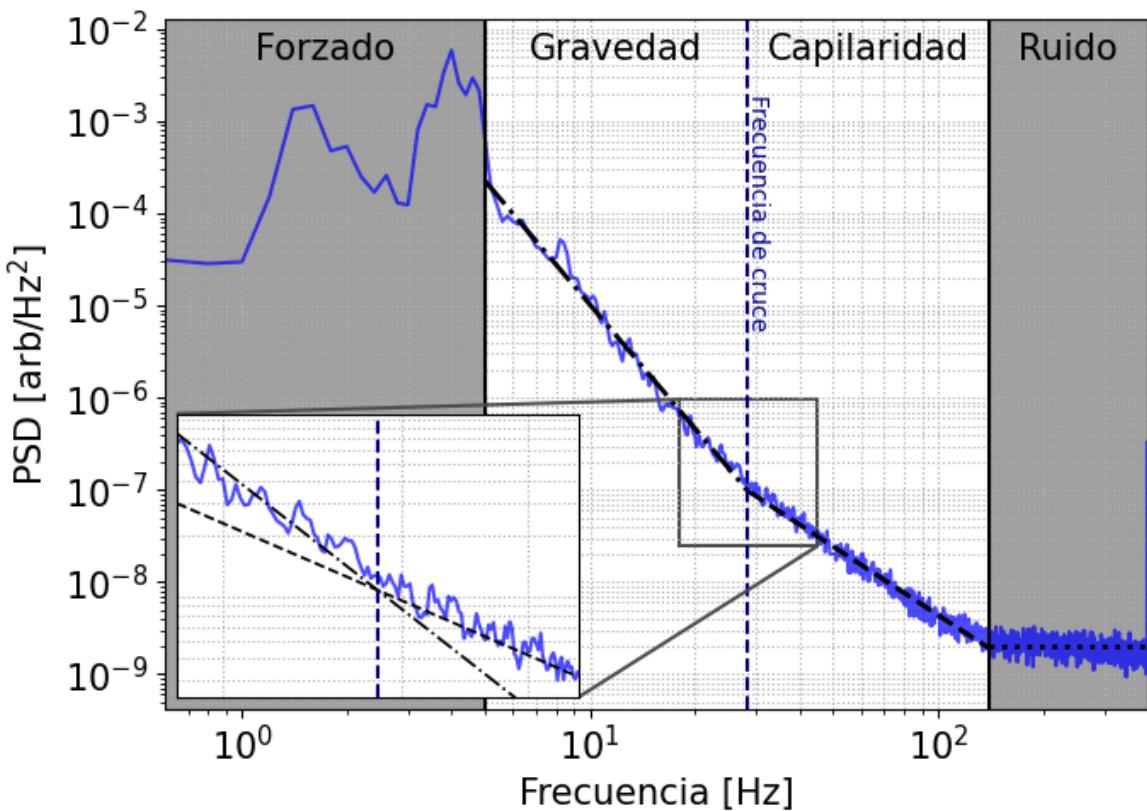


Figura 4.8

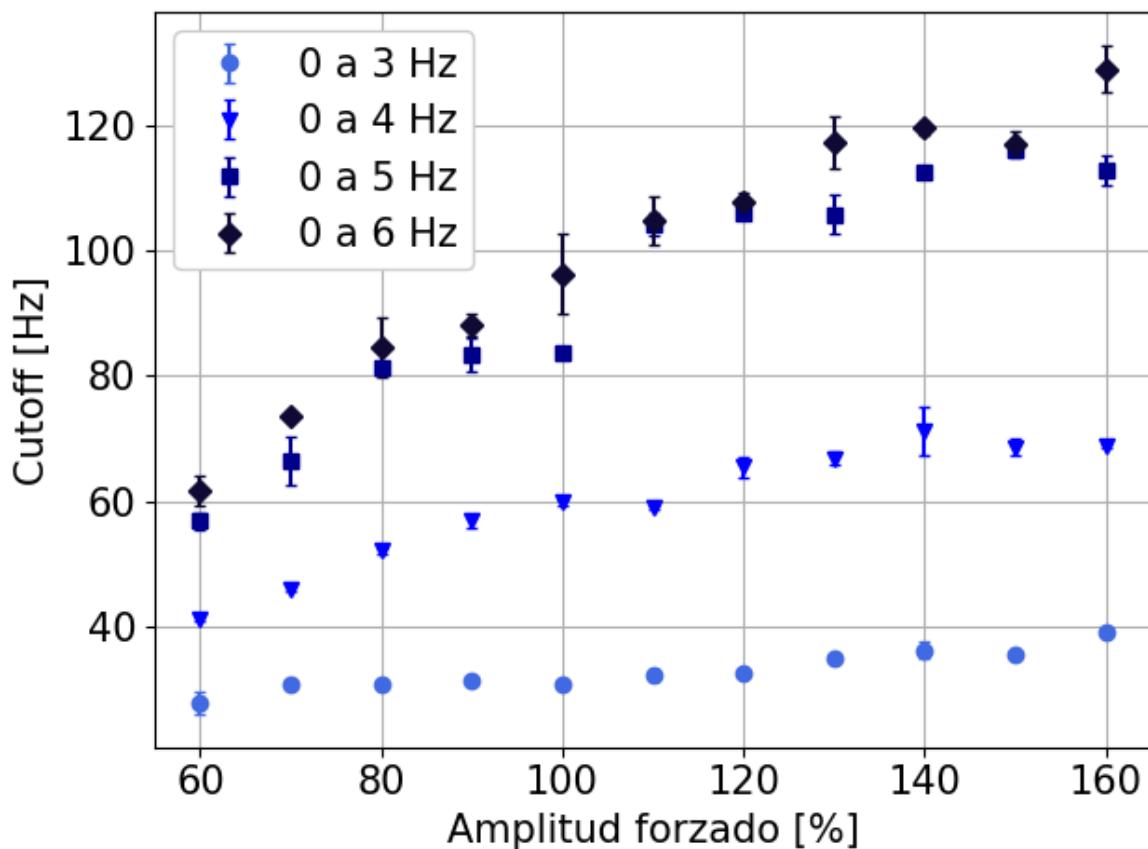


Figura 4.9

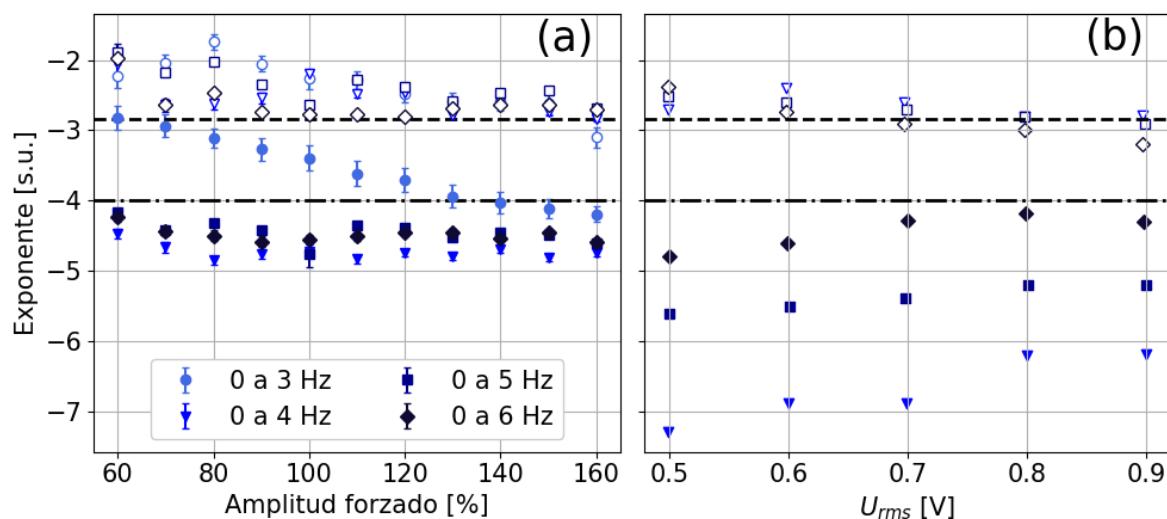
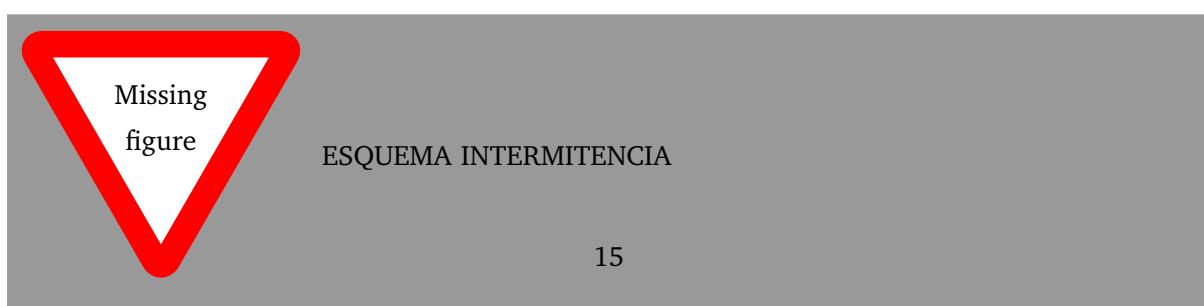


Figura 4.10

## 4.5. Intermitencia



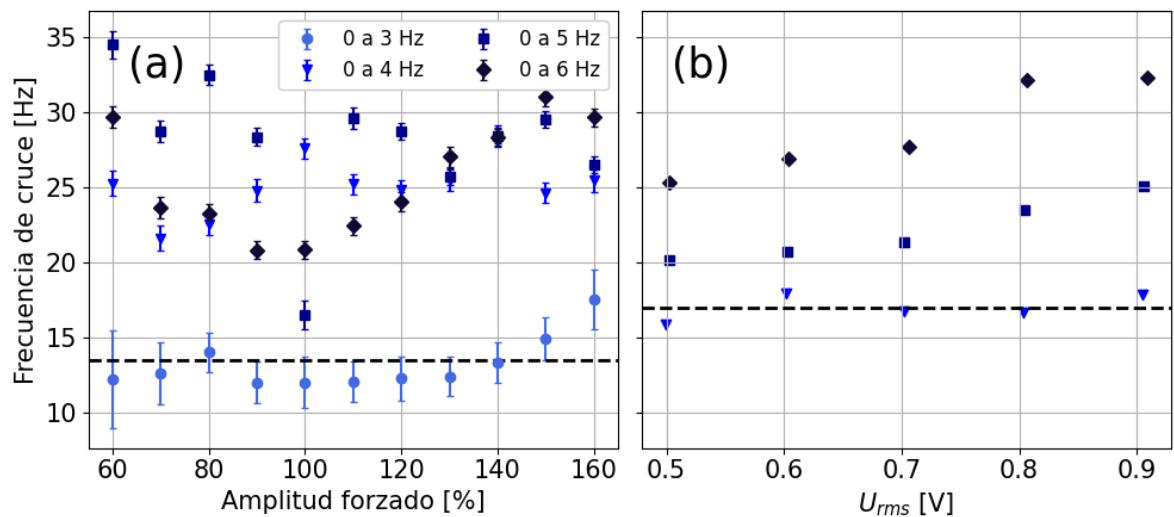


Figura 4.11

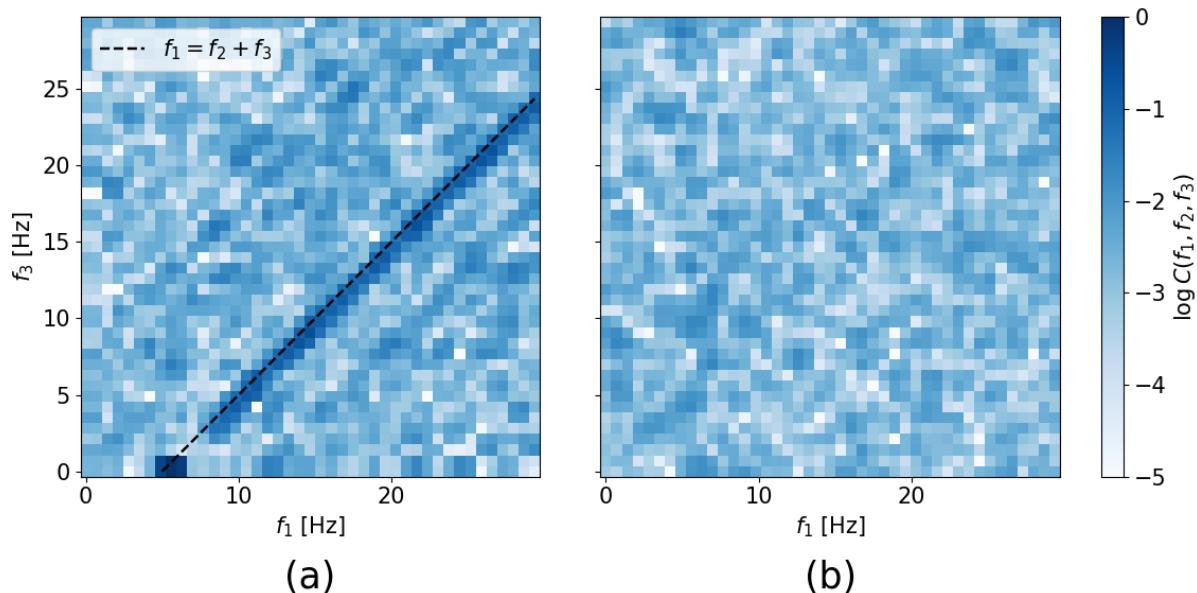
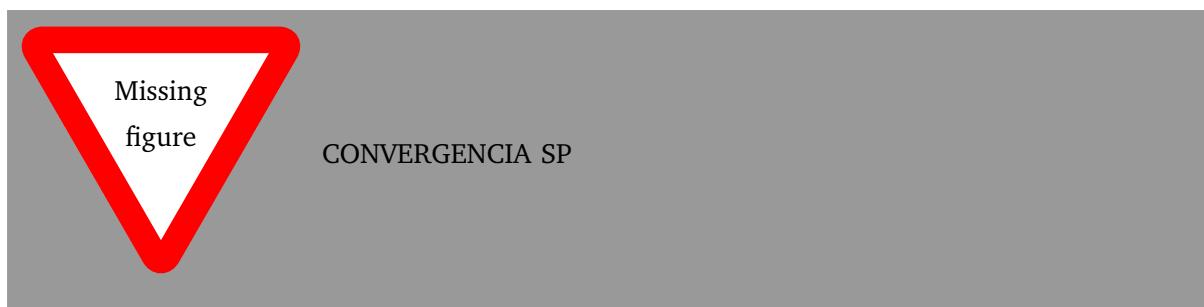


Figura 4.12



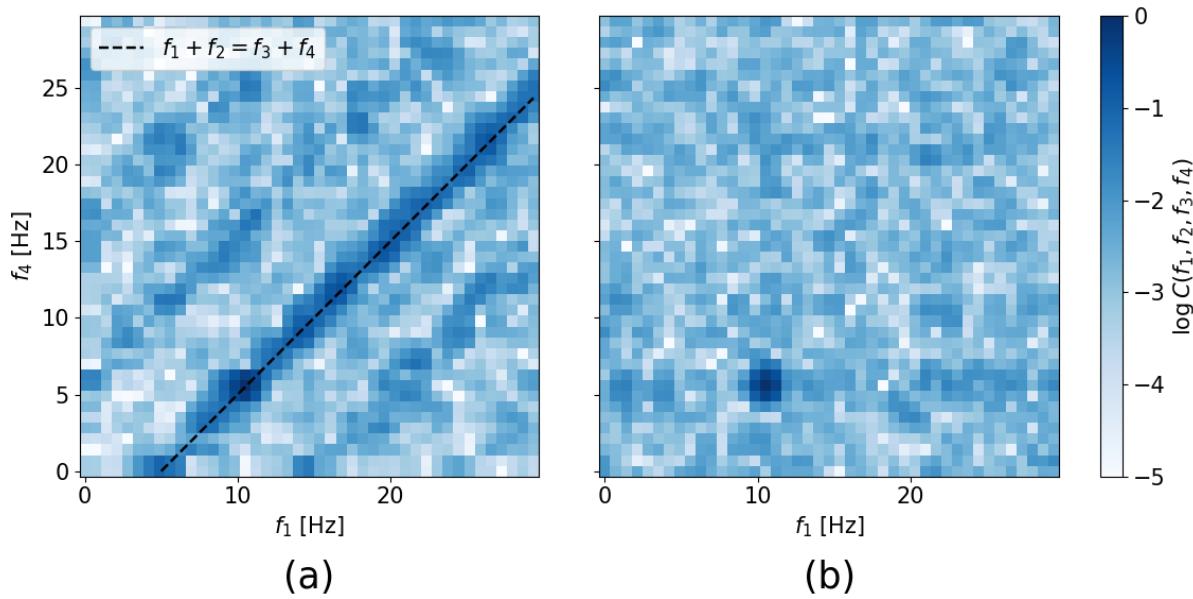


Figura 4.13

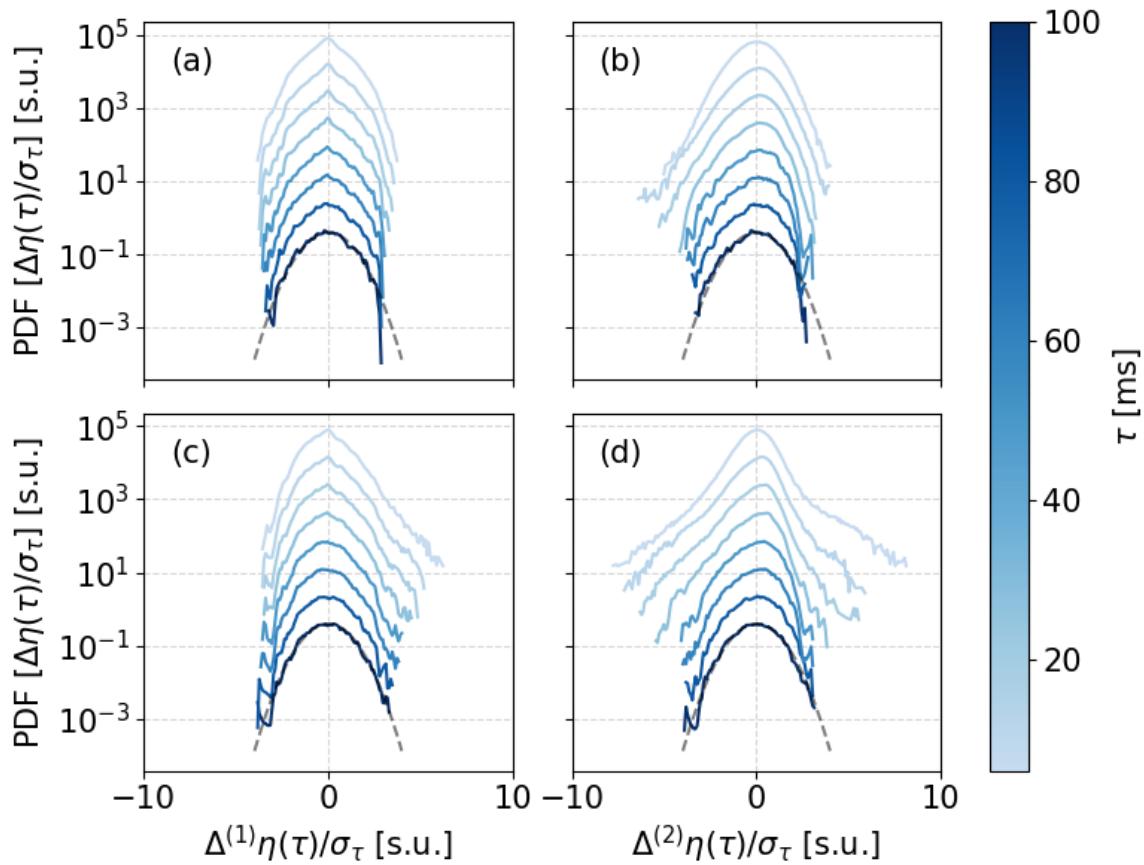


Figura 4.14

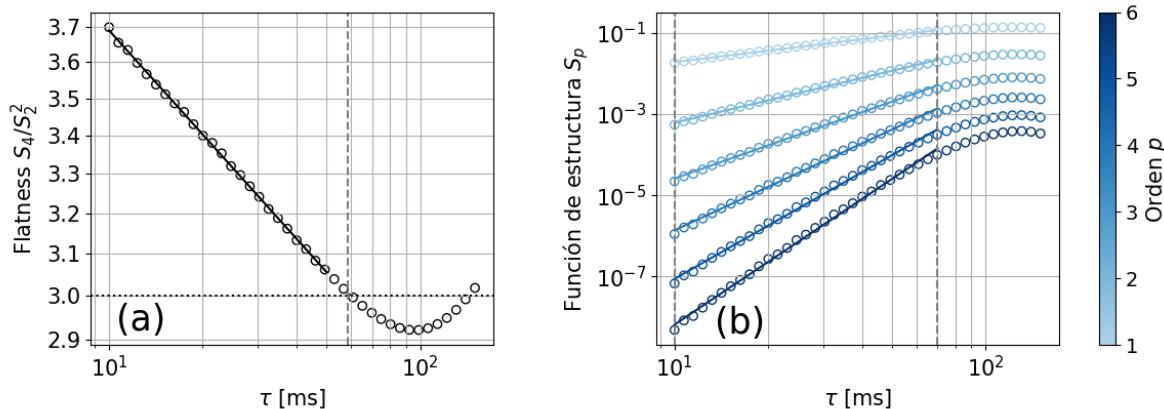


Figura 4.15

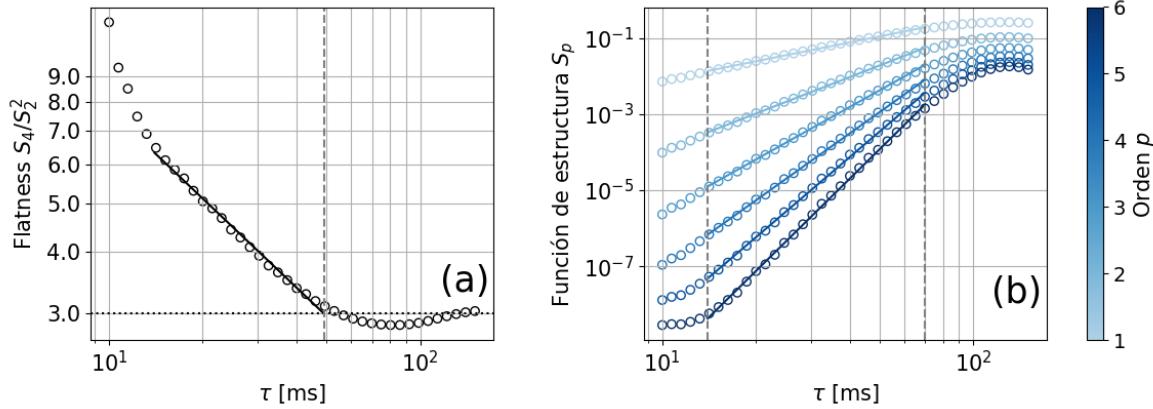


Figura 4.16

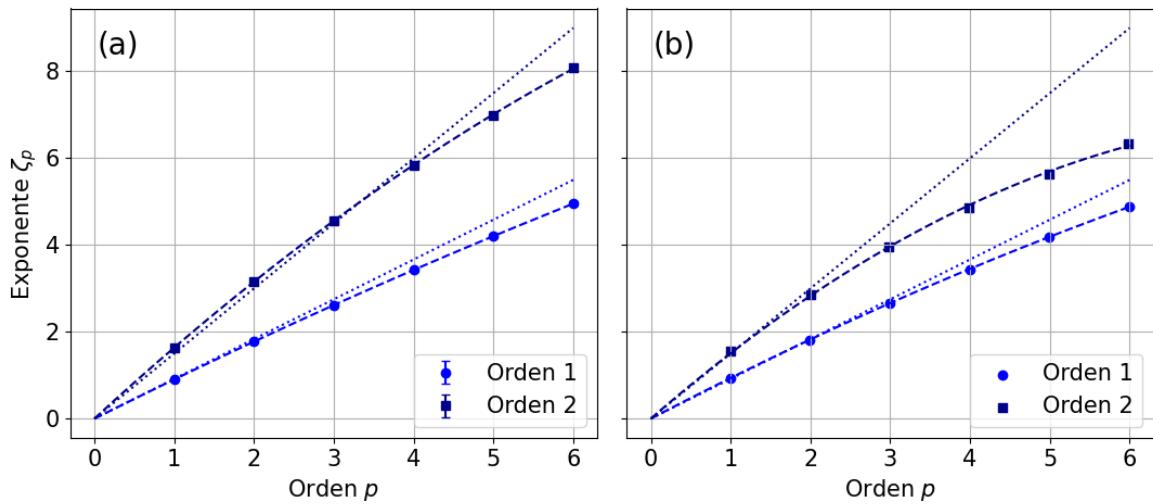


Figura 4.17

# CAPÍTULO 5

---

## CONCLUSIONES

---

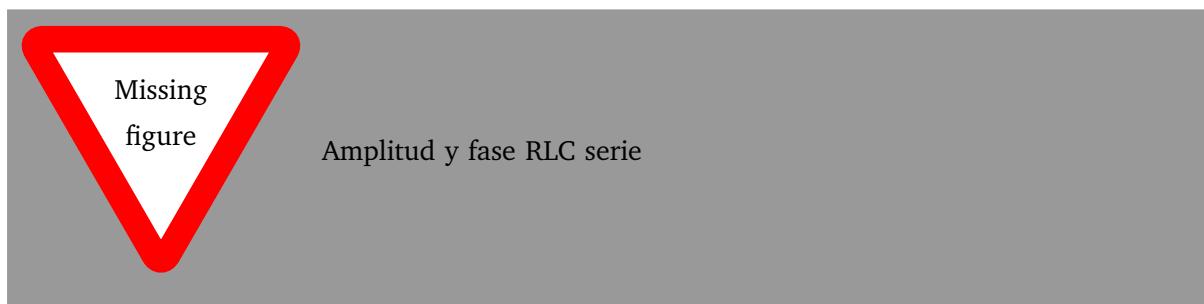


## APÉNDICE A

---

### PUESTA A PRUEBA DE LA DAQ + LOCK-IN DIGITAL

---





---

## BIBLIOGRAFÍA

---



Tesis disponible bajo Licencia Creative Commons, Atribución – No Comercial – Compartir Igual  
(by-nc-sa) 2.5 Argentina

Buenos Aires, 2026