



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID**  
**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS**  
**DE TELECOMUNICACIÓN**

**MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA DE**  
**TELECOMUNICACIÓN**

**DESARROLLO Y PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DE UN**  
**SISTEMA DE ADQUISICIÓN EEG CON CAPACIDADES DE**  
**PROCESADO**

**Autor: Javier Benavides Caro**

**Director: Juan Manuel López Navarro**

**Madrid, 2018**



# **DESARROLLO Y PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DE UN SISTEMA DE ADQUISICIÓN EEG CON CAPACIDADES DE PROCESADO**

Autor: Javier Benavides Caro  
Director: Juan Manuel López Navarro

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA TELEMÁTICA Y ELECTRÓNICA

# Dedicatoria

TODO: Dedicatoria.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Phasellus laoreet dolor at sodales porta. Morbi facilisis hendrerit lacus vel sollicitudin. Aenean eleifend urna metus, eget vestibulum libero dictum tincidunt. Curabitur quis ultrices lorem. Duis ultricies, eros eget condimentum pharetra, tellus eros lobortis nulla, vel mattis nibh dui et felis. Interdum et malesuada fames ac ante ipsum primis in faucibus. Nam non lorem et ligula condimentum molestie. Fusce quis dolor non metus suscipit commodo. Praesent vel pulvinar lectus. Nullam ac dui eget magna accumsan volutpat. Aliquam sed purus quis lorem dictum rutrum auctor eu enim. Pellentesque a urna ac ligula cursus lacinia. Aenean sodales justo massa, vel imperdiet justo imperdiet ut. Nulla euismod pulvinar arcu eu convallis. Vivamus a tempus nunc, et vulputate nulla.

Sed dapibus aliquam imperdiet. Vivamus est quam, fermentum vitae augue id, ultricies tincidunt massa. Praesent tincidunt ex sem, ut aliquet nulla imperdiet eu. Duis ac ultricies lorem. Aenean consequat ipsum nec arcu aliquam, sit amet interdum quam tempus. In justo odio, bibendum vel nulla nec, aliquet tristique justo. In vel metus ut libero suscipit ultricies.

Class aptent taciti sociosqu ad litora torquent per conubia nostra, per inceptos himenaeos. Proin urna elit, iaculis id quam at, pretium laoreet ipsum. Phasellus ultricies faucibus ex et eleifend. Quisque facilisis erat dolor, ac rhoncus erat convallis et. Aliquam semper eleifend imperdiet. Sed eros ipsum, sagittis in pellentesque vel, vestibulum a augue. Duis sapien mauris, fringilla a tortor ut, sollicitudin volutpat nunc. Pellentesque vestibulum vel arcu in molestie. Nullam fermentum dolor luctus metus efficitur pulvinar. Pellentesque risus enim, tempus id ullamcorper in, maximus id nisl. Cras rhoncus consequat augue eu gravida. Ut efficitur mauris vitae orci dignissim sagittis. Suspendisse vitae massa eget nunc bibendum interdum.



# Agradecimientos

TODO: Agradecimientos.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Phasellus laoreet dolor at sodales porta. Morbi facilisis hendrerit lacus vel sollicitudin. Aenean eleifend urna metus, eget vestibulum libero dictum tincidunt. Curabitur quis ultrices lorem. Duis ultricies, eros eget condimentum pharetra, tellus eros lobortis nulla, vel mattis nibh dui et felis. Interdum et malesuada fames ac ante ipsum primis in faucibus. Nam non lorem et ligula condimentum molestie. Fusce quis dolor non metus suscipit commodo. Praesent vel pulvinar lectus. Nullam ac dui eget magna accumsan volutpat. Aliquam sed purus quis lorem dictum rutrum auctor eu enim. Pellentesque a urna ac ligula cursus lacinia. Aenean sodales justo massa, vel imperdiet justo imperdiet ut. Nulla euismod pulvinar arcu eu convallis. Vivamus a tempus nunc, et vulputate nulla.

Sed dapibus aliquam imperdiet. Vivamus est quam, fermentum vitae augue id, ultricies tincidunt massa. Praesent tincidunt ex sem, ut aliquet nulla imperdiet eu. Duis ac ultricies lorem. Aenean consequat ipsum nec arcu aliquam, sit amet interdum quam tempus. In justo odio, bibendum vel nulla nec, aliquet tristique justo. In vel metus ut libero suscipit ultricies.

Class aptent taciti sociosqu ad litora torquent per conubia nostra, per inceptos himenaeos. Proin urna elit, iaculis id quam at, pretium laoreet ipsum. Phasellus ultricies faucibus ex et eleifend. Quisque facilisis erat dolor, ac rhoncus erat convallis et. Aliquam semper eleifend imperdiet. Sed eros ipsum, sagittis in pellentesque vel, vestibulum a augue. Duis sapien mauris, fringilla a tortor ut, sollicitudin volutpat nunc. Pellentesque vestibulum vel arcu in molestie. Nullam fermentum dolor luctus metus efficitur pulvinar. Pellentesque risus enim, tempus id ullamcorper in, maximus id nisl. Cras rhoncus consequat augue eu gravida. Ut efficitur mauris vitae orci dignissim sagittis. Suspendisse vitae massa eget nunc bibendum interdum.



# Resumen

***Resumen*** —

No debe superar las 500 palabras.

***Palabras clave*** — TODO: Palabras clave en español, separadas por coma.





# Abstract

***Abstract*** —

No debe superar las 500 palabras.

***Key words*** — TODO: Palabras clave en inglés, separadas por coma.



# Índice general

<b>1. Introducción</b>	<b>1</b>
<b>2. Estado del Arte</b>	<b>3</b>
<b>3. Diseño</b>	<b>5</b>
<b>4. Implementación</b>	<b>7</b>
<b>5. Resultados</b>	<b>9</b>
<b>6. Conclusiones</b>	<b>11</b>
<b>Apéndices</b>	<b>13</b>
<b>A. Ejemplos de bloques y comandos útiles en LaTeX</b>	<b>15</b>
A.1. Ejemplo de sección . . . . .	15



# Índice de figuras

A.1. Logo de la Universidad Politécnica de madrid. . . . .	16
--	----



# Índice de tablas





# 1

## Introducción

TODO: Introducción

Anteproyecto más bonito



# 2

## Estado del Arte

TODO: Estado del Arte

Historia procesadores (Gráfica de procesadores) Antecedentes de la placa (Open BCI)



# 3

## Diseño

TODO: Diseño

Hablar de la placa de Nerea y cómo la haces inteligente

Selección del STM

Diseño de la placa

Comunicación con la otra placa (sandwich) vs Diseño de cero Alimentación Interfaces



# 4

## Implementación

TODO: Implementación

Hardware PCB (Añadir BOM)

Primeras pruebas y programación

Software Comunicación ADS - STM

Comunicación STM- ESP

Arduino (Comunicación ESP - PC)





# 5

## Resultados

TODO: Resultados

Gráficas, lecturas...



# 6

## Conclusiones

TODO: Conclusiones sobre el trabajo realizado

Valoración del trabajo. Partes positivas, negativas y posibles mejoras.



# Apéndices





# Ejemplos de bloques y comandos útiles en LaTeX

## A.1. Ejemplo de sección

Citamos el acrónimo Print Board Circuit (PCB).

Bitstream es una secuencia de bits.

La figura A.1 se utiliza en la portada.





Figura A.1: Logo de la Universidad Politécnica de madrid.

Código A.1: Algoritmo de ordenación Quicksort

```
#include <stdio.h>

void quick_sort (int *a, int n) {
    int i, j, p, t;
    if (n < 2)
        return;
    p = a[n / 2];
    for (i = 0, j = n - 1;; i++, j--) {
        while (a[i] < p)
            i++;
        while (p < a[j])
            j--;
        if (i >= j)
            break;
        t = a[i];
        a[i] = a[j];
        a[j] = t;
    }
    quick_sort(a, i);
    quick_sort(a + i, n - i);
}
```

---

```
#include <stdio.h>

void quick_sort (int *a, int n) {
    int i, j, p, t;
    if (n < 2)
        return;
    p = a[n / 2];
    for (i = 0, j = n - 1;; i++, j--) {
        while (a[i] < p)
            i++;
        while (p < a[j])
            j--;
        if (i >= j)
            break;
        t = a[i];
        a[i] = a[j];
        a[j] = t;
    }
    quick_sort(a, i);
    quick_sort(a + i, n - i);
}
```

---

La ecuación de Euler ( $e^{\pm i\theta} = \cos \theta \pm i \sin \theta$ ) es citada frecuentemente como un ejemplo de belleza matemática.

$$a^2 + b^2 = c^2 \tag{A.1}$$