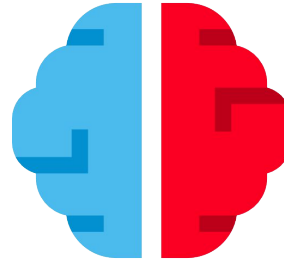


# Desarrollo de una interfaz para un equipo médico



*Jorge Sierra Acosta*

Tutora *Vanesa Muñoz Cruz*

Cotutora *Estefanía Hernández Martín*

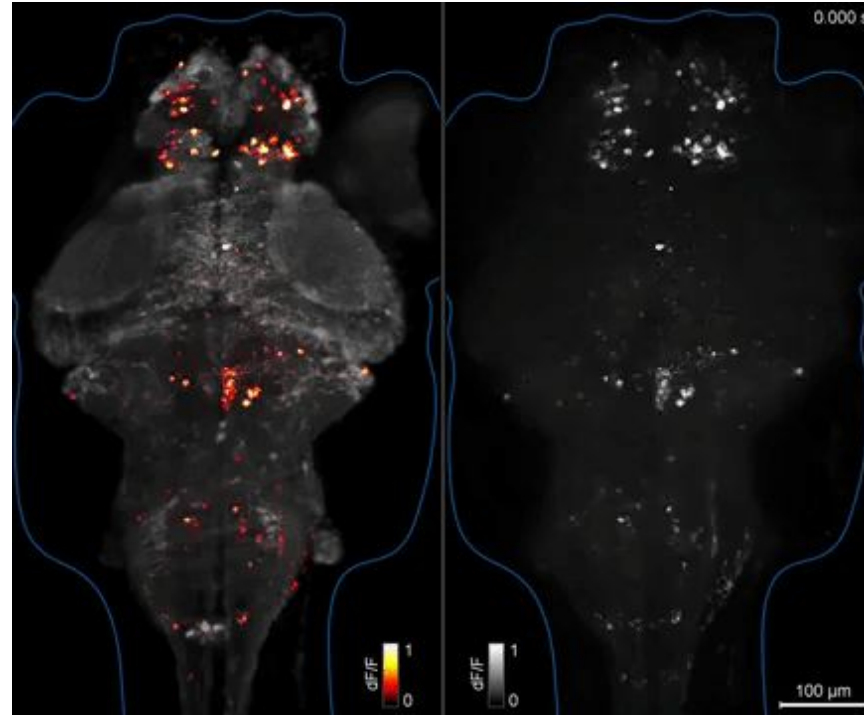


# Índice

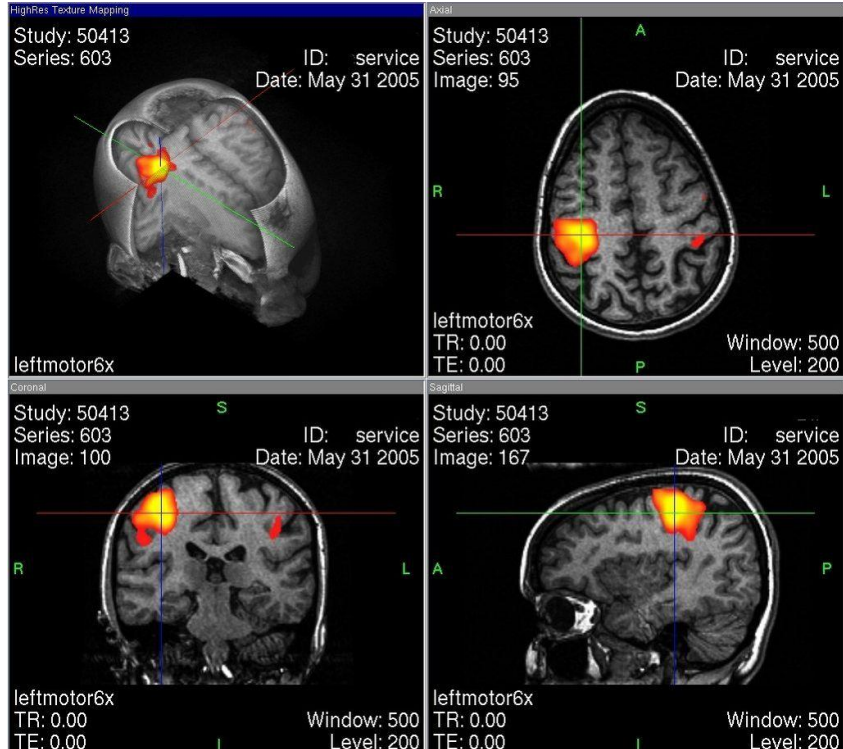
Antecedentes .....	1
Objetivos .....	8
Tecnologías .....	9
Módulo procesamiento .....	12
Interfaz .....	23
Ejemplo uso .....	32
Trabajo en desarrollo .....	33
Conclusions .....	35

Líneas futuras .....	37
Presupuesto .....	38
Bibliografía .....	39

# Antecedentes - Activaciones cerebrales

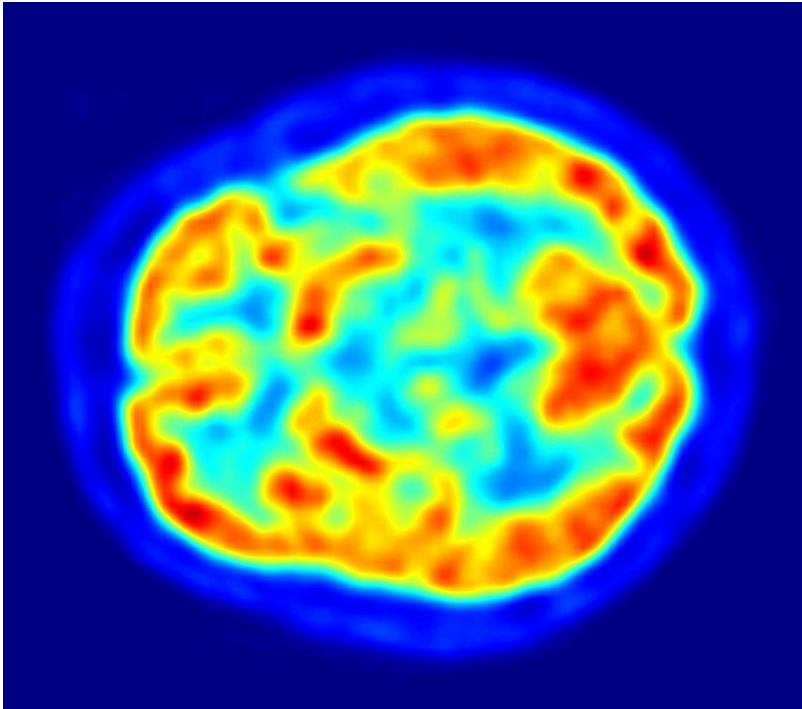


# Antecedentes - **fMRI** - Activaciones cerebrales



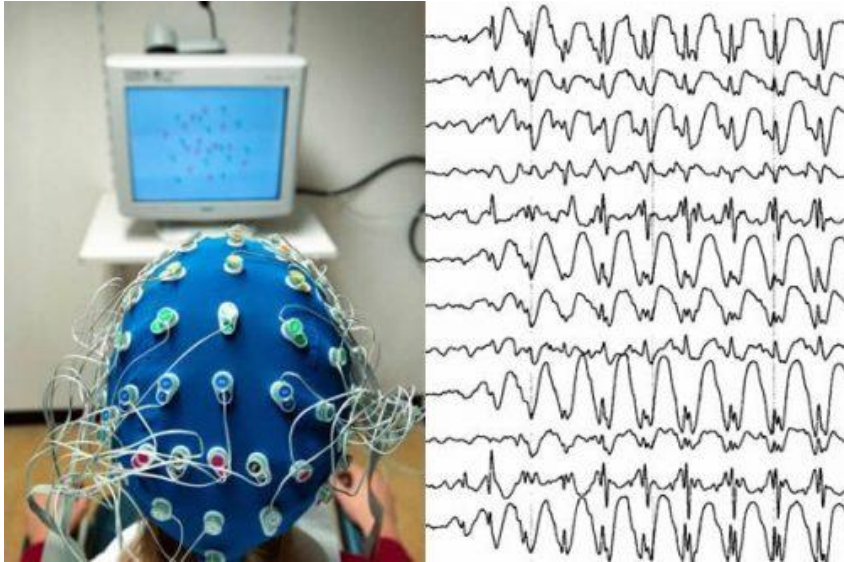
- No invasiva
- Medida indirecta (flujo sangre)
- Campo magnético artificial
- Baja resolución temporal
- Alta resolución espacial

# Antecedentes - **PET** - Activaciones cerebrales



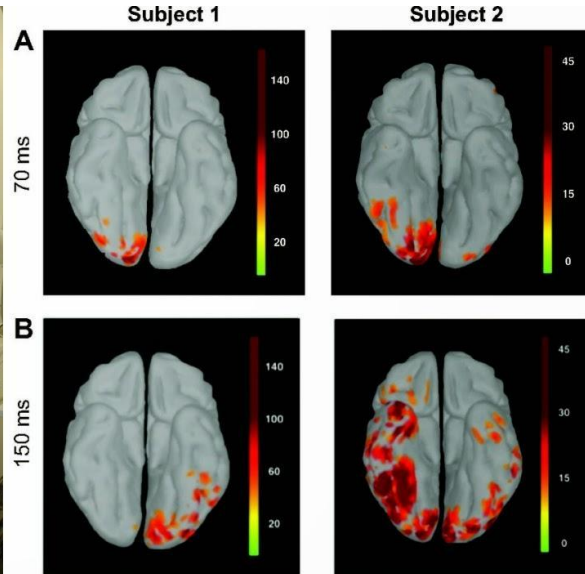
- Invasiva
- Radiofármaco
- Medida indirecta (flujo sangre)
- Baja resolución temporal
- Alta resolución espacial

# Antecedentes - **EEG** - Activaciones cerebrales



- Directamente la actividad eléctrica
- Electroodos
- Gran resolución temporal
- Baja resolución espacial

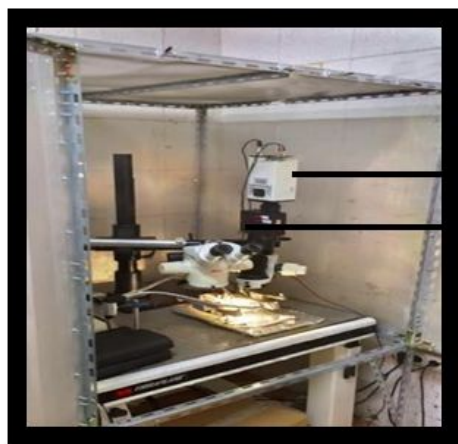
# Antecedentes - **MEG** - Activaciones cerebrales



- Detecta campos magnéticos minúsculos
- Buena resolución temporal
- Buena resolución espacial

# Antecedentes - NIRS

Grupo Neuroquímica y Neuroimagen

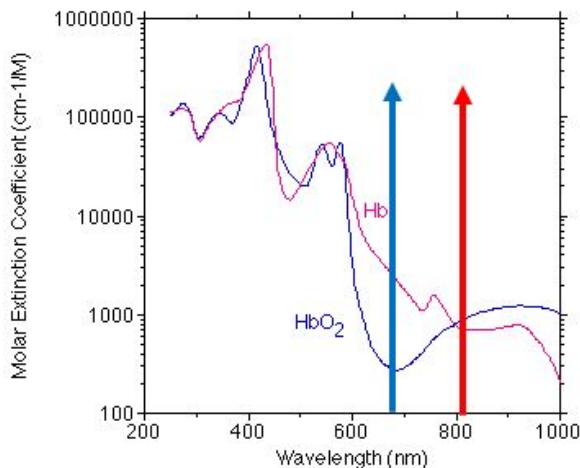


Cámara refrigerante

Óptica separadora de imagen

Iluminación

Equipo de espectroscopia de infrarrojo cercano (NIRS)



Picos de absorción

*HbO* 630 nm

*HbR* 852 nm

→ 14,188 Hz

→ C++ Linux



# Antecedentes - NIRS - Ley Beer Lambert

Grupo Neuroquímica y Neuroimagen

$$\mu a(\lambda_j) = OD(\lambda_j) = -\log \frac{\lambda_j - \lambda_D}{\lambda_R - \lambda_D}$$

$\mu a(\lambda_j)$

Coeficiente de absorción

$\lambda_R$

Calibración de referencia

$\lambda_D$

Calibración del ruido del entorno

$OD(\lambda_j)$

Densidad óptica

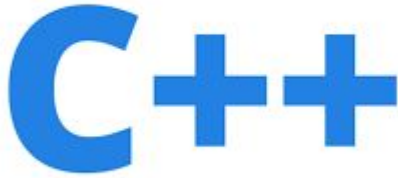
Concentración de hemoglobina

$\mu a \cdot$  Coeficiente de extinción molar

# Objetivos

- Desarrollo de una aplicación para:
  - Leer las imágenes
  - Calcular un basal
  - Aplicar un análisis de concentración de HbO HbR
  - Calcular imágenes de saturación
  - Sistema portable
  - Sistema intuitivo
- Otros:
  - Traducción de las rutinas de Matlab
  - Desarrollo de análisis estadísticos T-Student

# Tecnologías I - Frameworks



Dygraphs

DSPFilters



Eigen

# Tecnologías II - Herramientas



GitLab



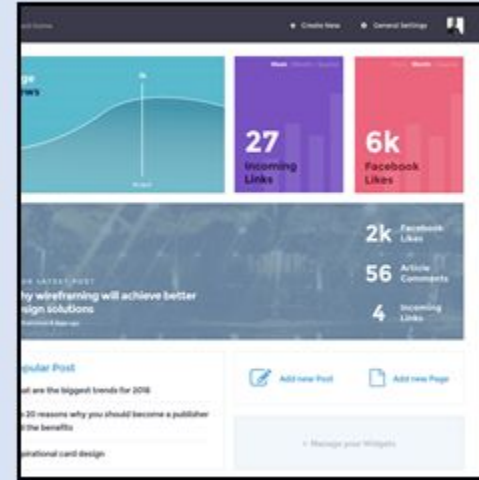
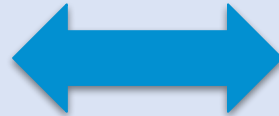
**JS**Lint  
The JavaScript Code Quality Tool



**MTuner**  
advanced C/C++ memory profiler

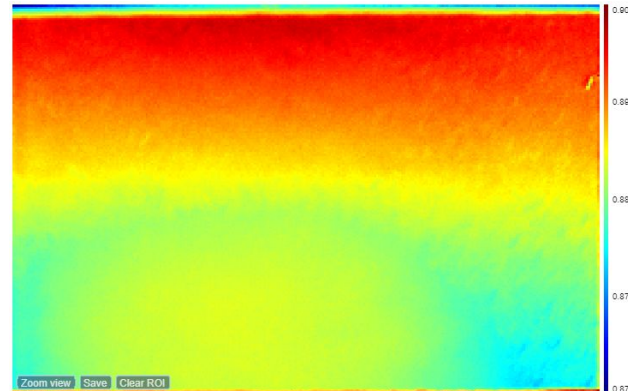
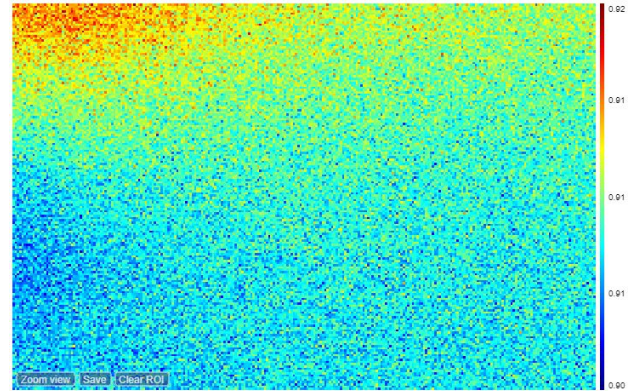


## Módulo de interfaz

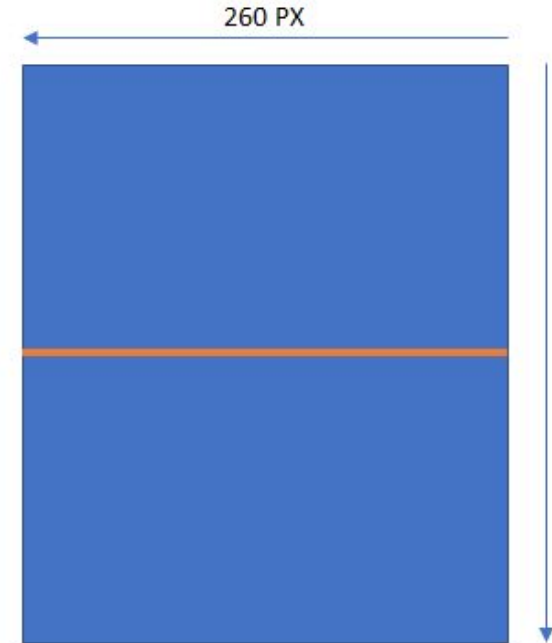
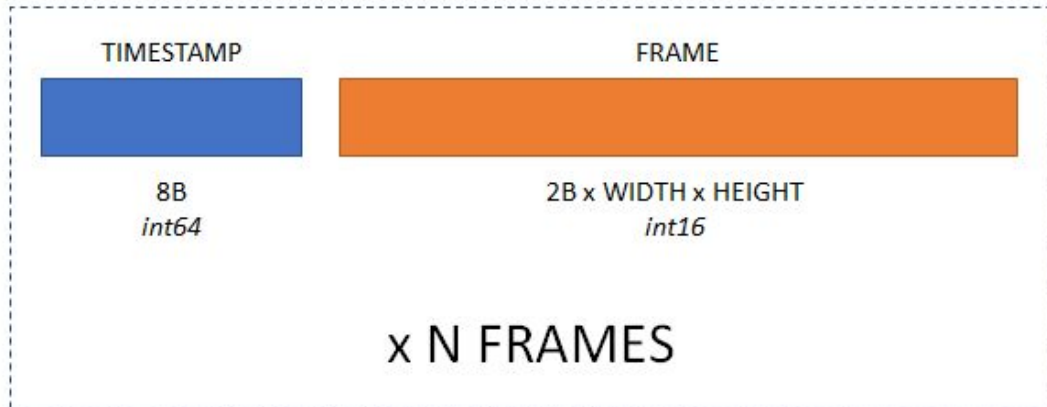
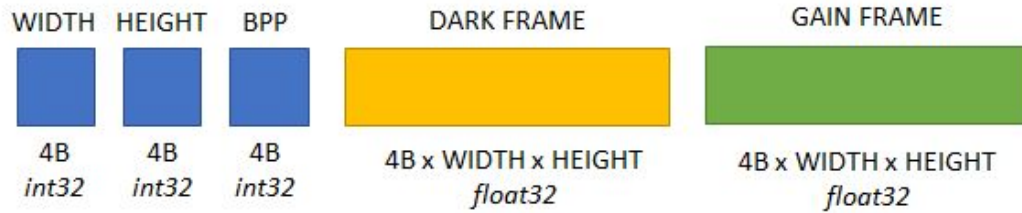


# Dark & Gain

- Frames de calibración
- Dark frame se obtiene a partir de una imagen de la cámara completamente a oscuras
- Gain frame es un frame que representa el ajuste de ganancia de la cámara



# Estructura de datos

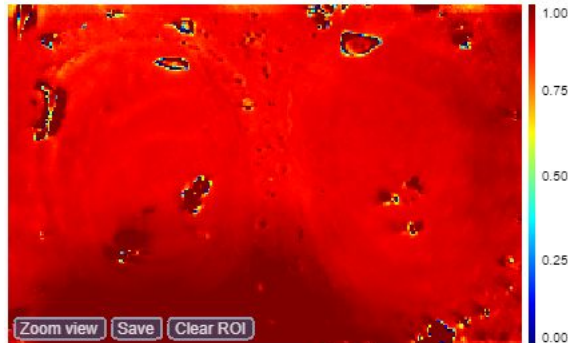


# Procesamiento de las imágenes

## Basal

$$\text{Corrección} = (\text{Img} - \text{Dark}) \times \text{Gain}$$

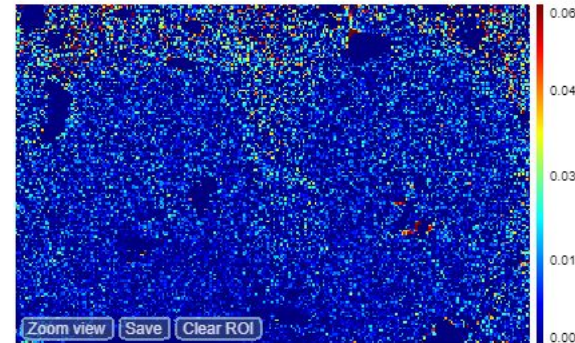
1. Promediado de los primeros 24 segundos
2. Corrección
3. Cálculo de la imagen saturación



## Cada frame

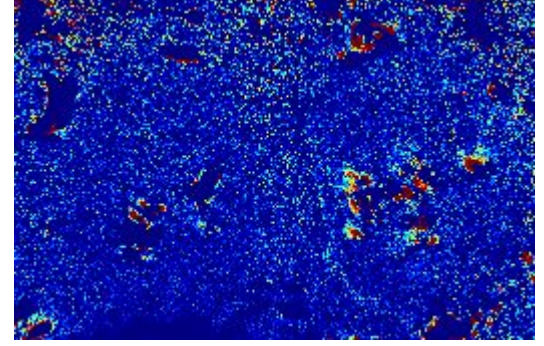
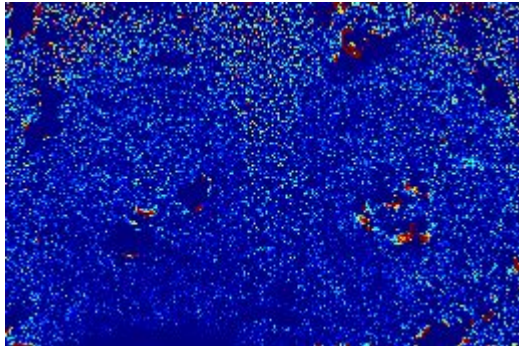
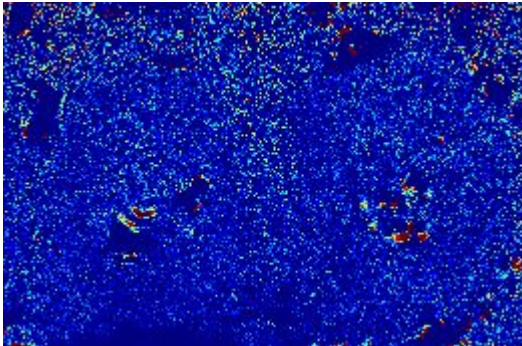
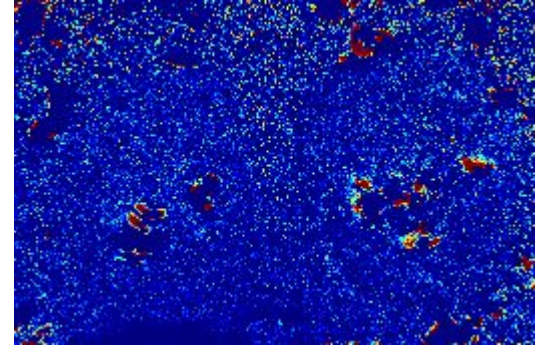
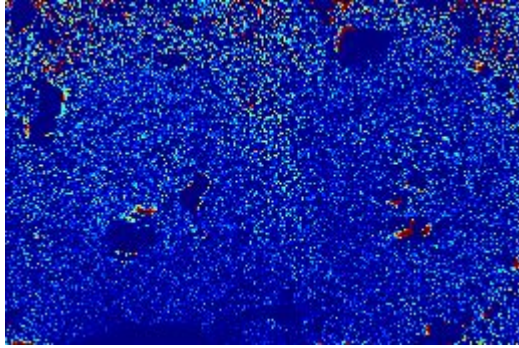
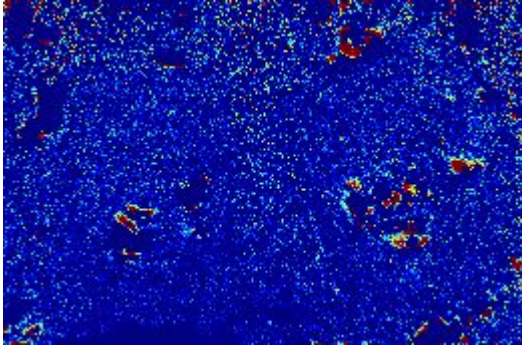
*Con multithreading*

1. Corrección
2. Máscara (Valores máximos y mínimos)
3. Incorporación al cálculo de la media
4. Cálculo de la imagen saturación





# Procesamiento de las imágenes



# Cálculo de la imagen saturación

$$F_{calibrado} = (F_{original} - F_{Dark}) * F_{Gain}$$

$$F_{calibrado} \rightarrow img_1, img_2$$

$$img_{sat} = \frac{\frac{\log img_1}{\log img_2} * \lambda_{HbR_2} - \lambda_{HbR_1}}{\frac{\log img_1}{\log img_2} * (\lambda_{HbR_2} - \lambda_{HbO_2}) + (\lambda_{HbO_1} - \lambda_{HbR_1})}$$

# Traducción de las rutinas Matlab

Matlab

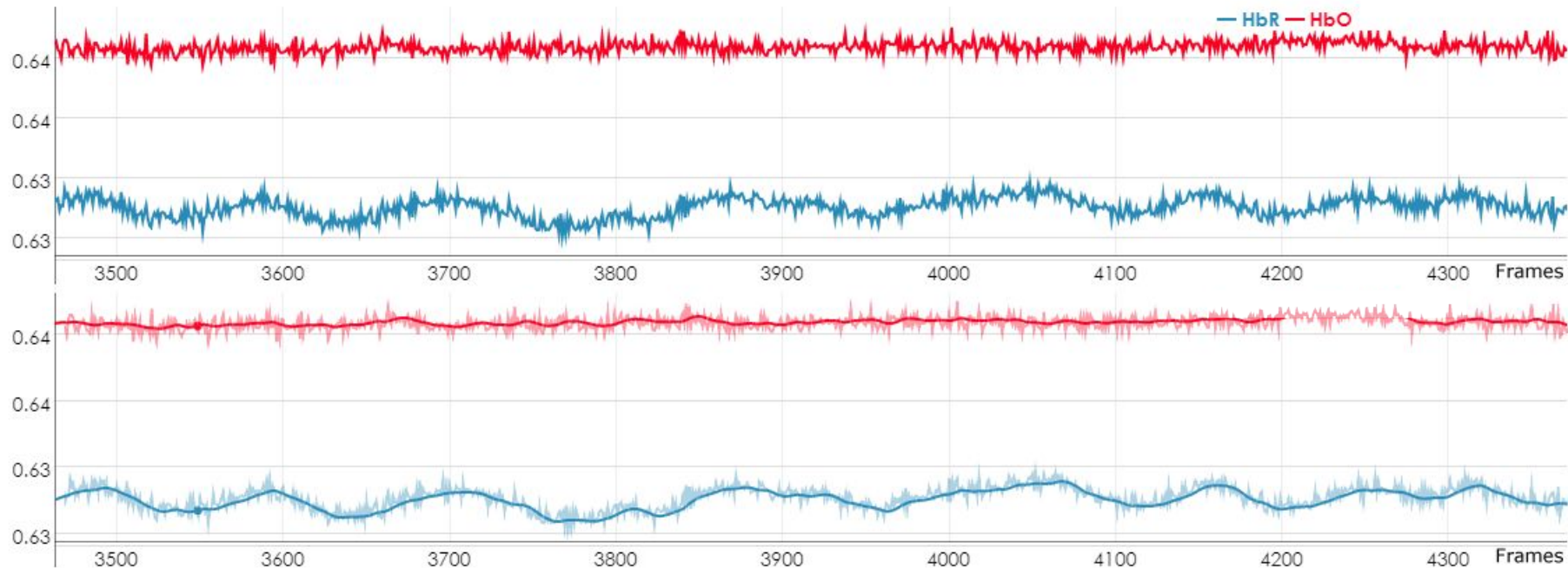
```
% Imágenes im1, im2
mask = (im1 > 0.9) | (im2 > 0.9);
im1(mask) = 0;
im2(mask) = 0;
```

C++

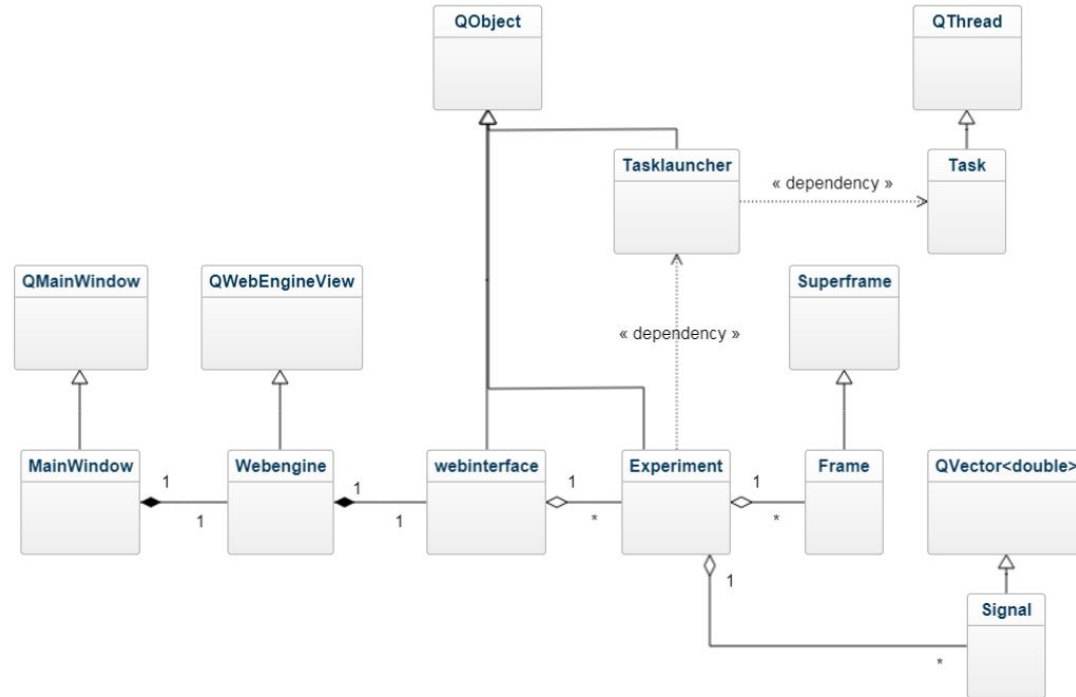
```
auto matrix1 = img1.getData();
auto matrix2 = img2.getData();

for (int row = 0; row < matrix1.rows(); ++row) {
    for (int col = 0; col < matrix1.cols(); ++col) {
        if (matrix1(row, col) > MASK_VALUE || matrix2(row, col) > MASK_VALUE) {
            img1.set(row, col, 0);
            img2.set(row, col, 0);
        }
    }
}
```

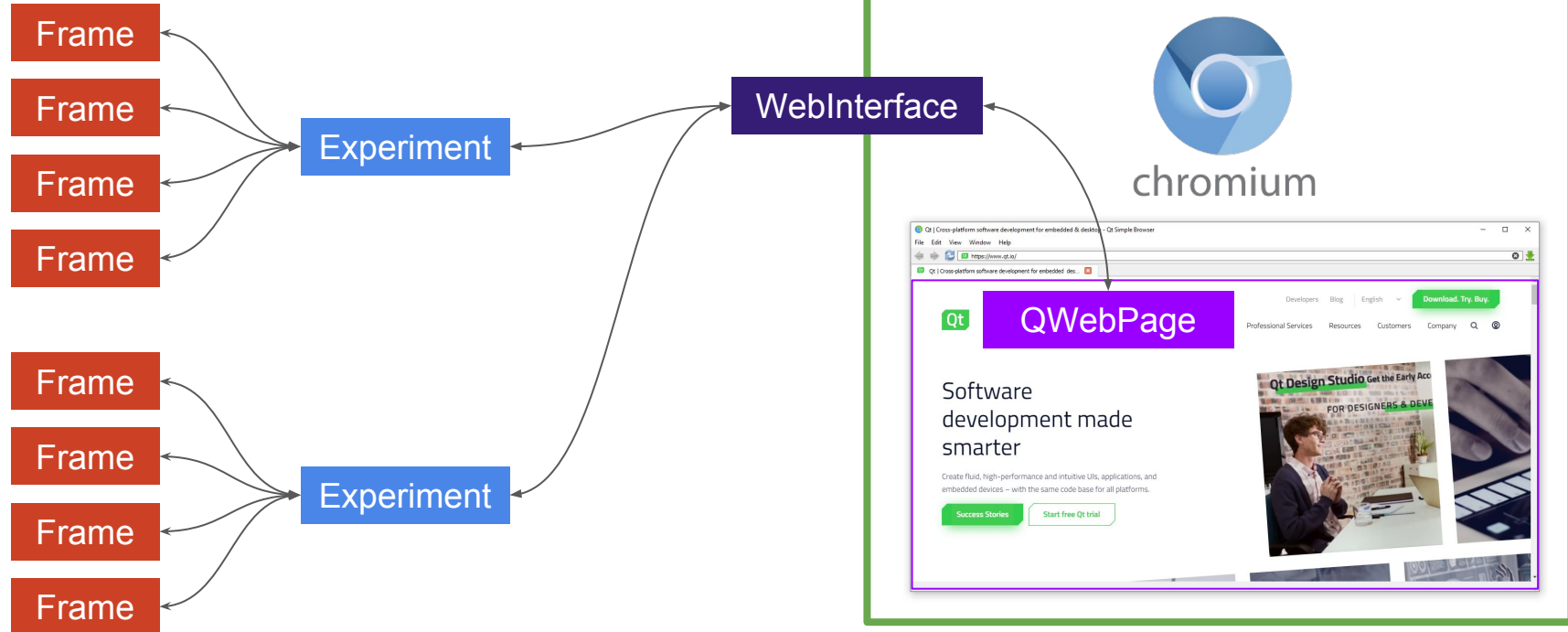
# Filtrado I



# Estructura - Clases



# Estructura - Comunicación I





# Estructura - Comunicación II

```
class Interface {
public:
    Q_INVOKABLE int getValue();
};

QWebEngineView *view = new QWebEngineView();
QWebChannel *channel = new QWebChannel();
Interface *interface = new Interface();
view->setUrl("URL");
view->page()->setWebChannel(channel);
channel->registerObject("web_interface_id", interface);

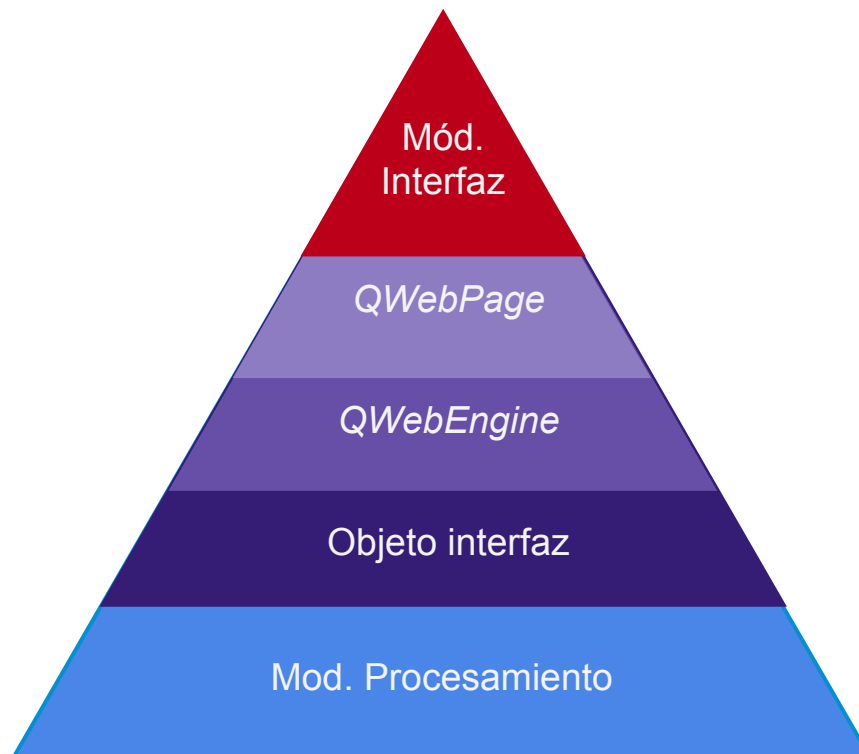
<script src="qrc:///qtwebchannel/qwebchannel.js"></script>
<script>

    new QWebChannel(qt.webChannelTransport, function(channel) {
        let channel = channel.objects.web_interface_id;
        channel.getVal(val => console.log(val));
    });

</script>
```

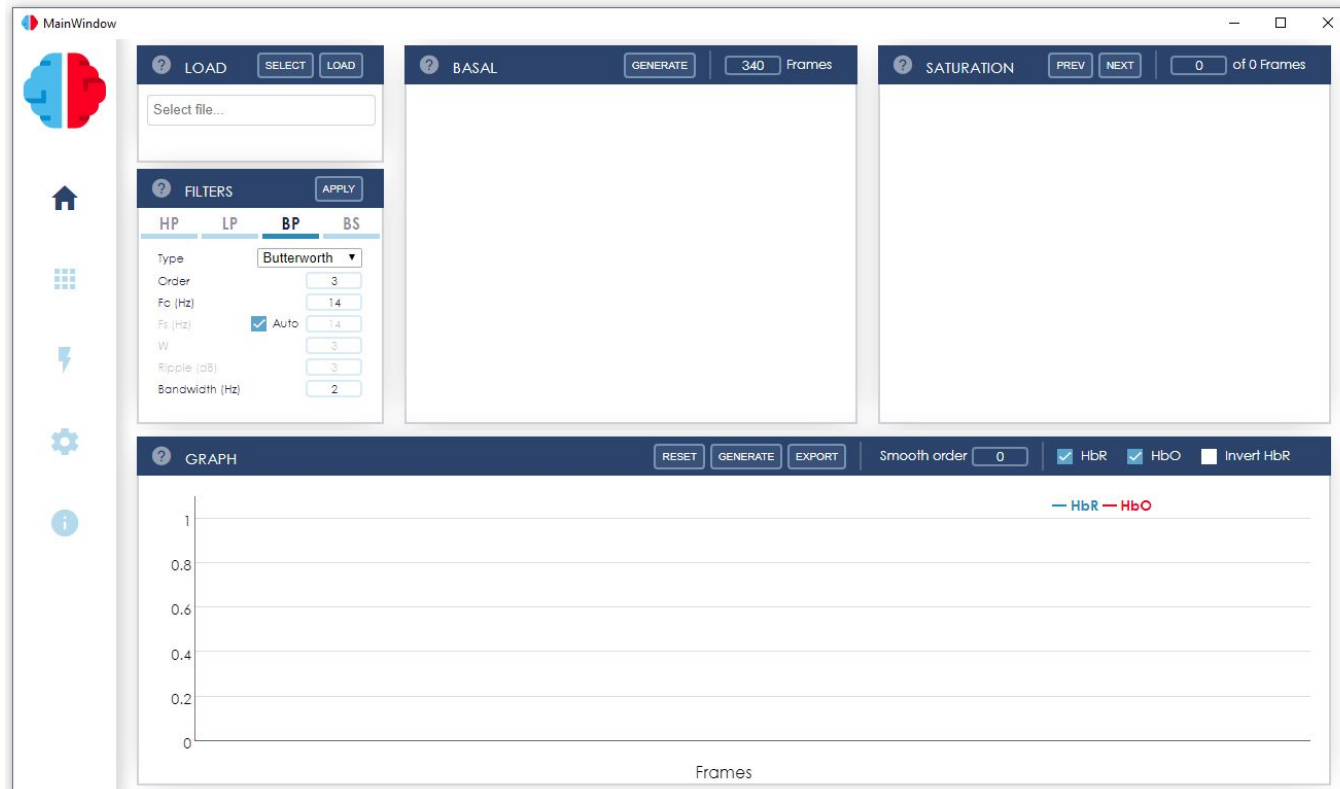
# Estructura - Comunicación II

```
class Interface {  
public:  
    Q_INVOKABLE int getValue();  
};  
  
QWebEngineView *view = new QWebEngineView();  
QWebChannel *channel = new QWebChannel();  
Interface *interface = new Interface();  
view->setUrl("URL");  
view->page()->setWebChannel(channel);  
channel->registerObject("web_interface_id", interface);  
  
<script src="qrc:///qtwebchannel/qwebchannel.js"></script>  
<script>  
  
    new QWebChannel(qt.webChannelTransport, function(channel) {  
        let channel = channel.objects.web_interface_id;  
        channel.getVal(val => console.log(val));  
    });  
  
</script>
```





# Pantalla principal - HOME I



# Pantalla principal - HOME II

?

LOAD

SELECT

LOAD

D:/Users/jsier/Desktop/nirs-app/data

?

FILTERS

APPLY

HP

LP

BP

BS

Type

Butterworth

Order

3

Fc (Hz)

14

Fs (Hz)

☒ Auto

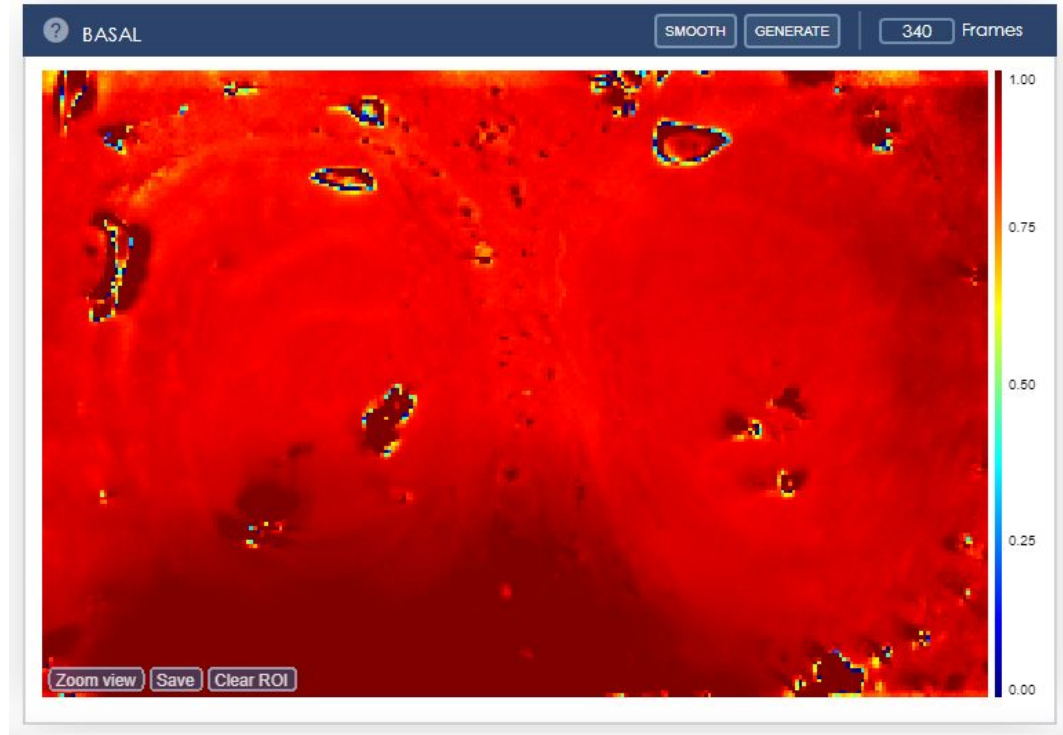
14

W

3

Ripple (dB)

3



# Pantalla principal - HOME II

?

LOAD

SELECT

LOAD

D:/Users/jsier/Desktop/nirs-app/data

?

FILTERS

APPLY

HP

LP

BP

BS

Type

Butterworth

Order

3

Fc (Hz)

14

Fs (Hz)

☒ Auto

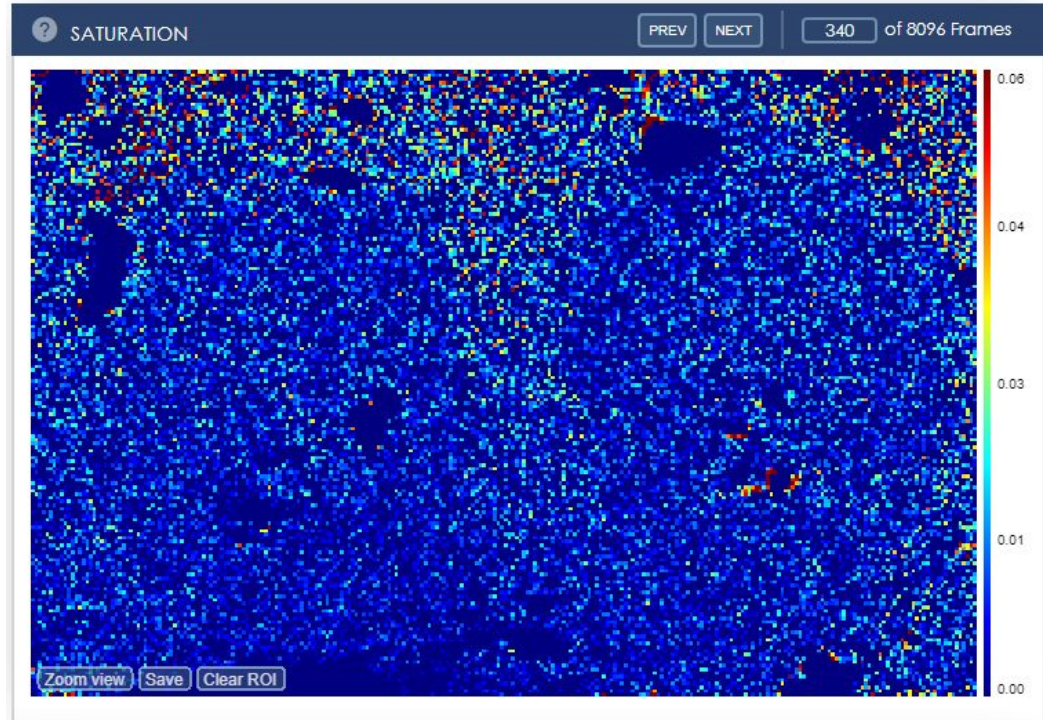
14

W

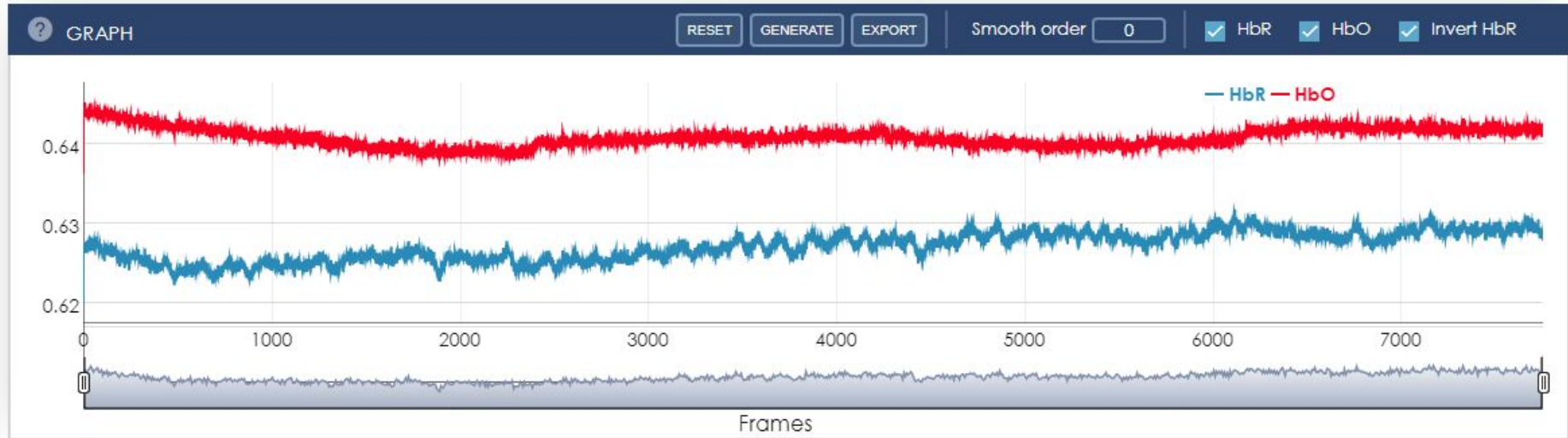
3

Ripple (dB)

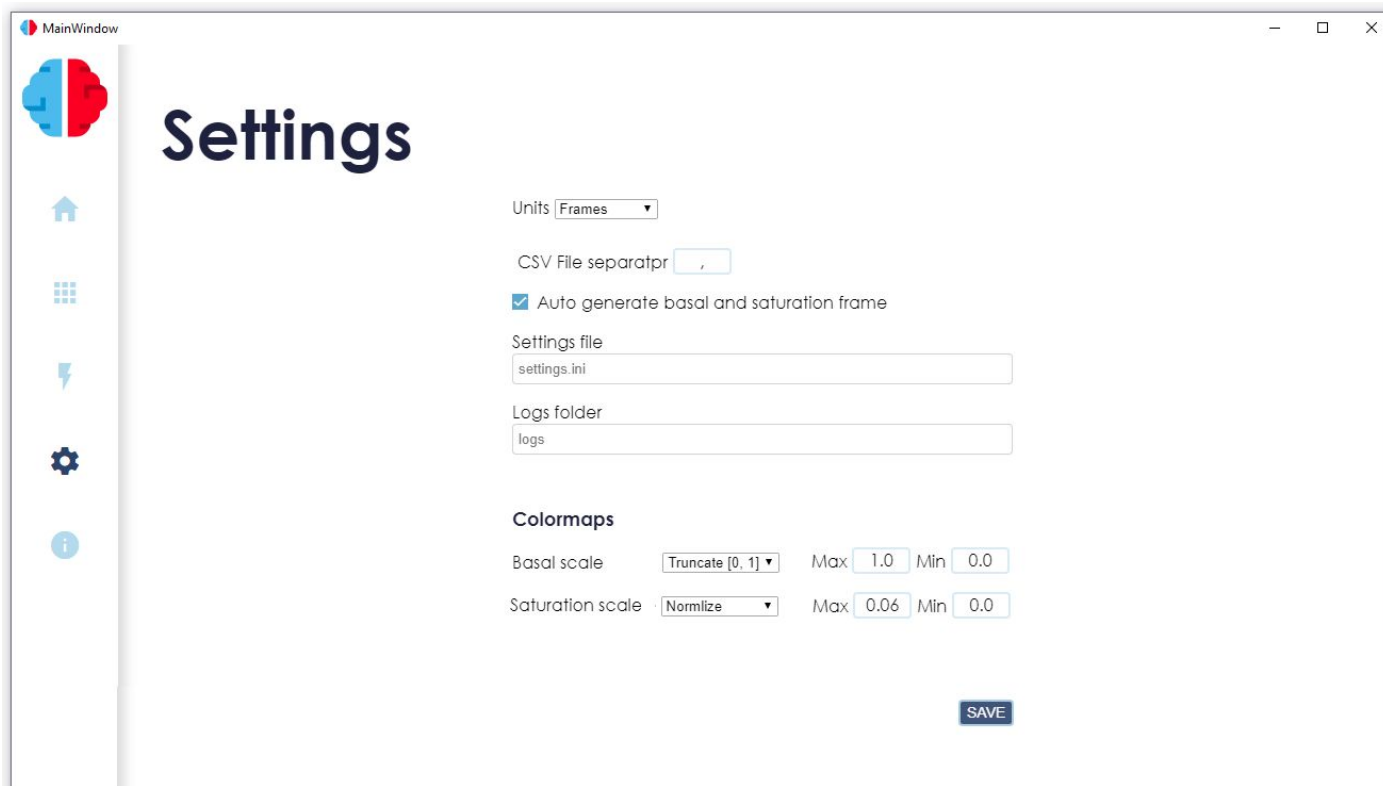
3



# Pantalla principal - HOME II



# Pantalla opciones - *SETTINGS*



MainWindow

## Settings

Units Frames

CSV File separator ,

☒ Auto generate basal and saturation frame

Settings file  
settings.ini

Logs folder  
logs

**Colormaps**

Basal scale Truncate [0, 1] Max 1.0 Min 0.0

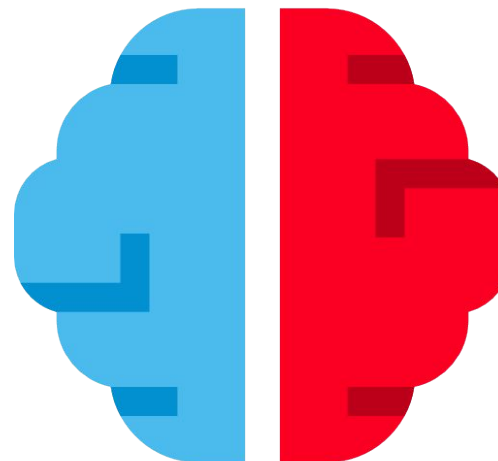
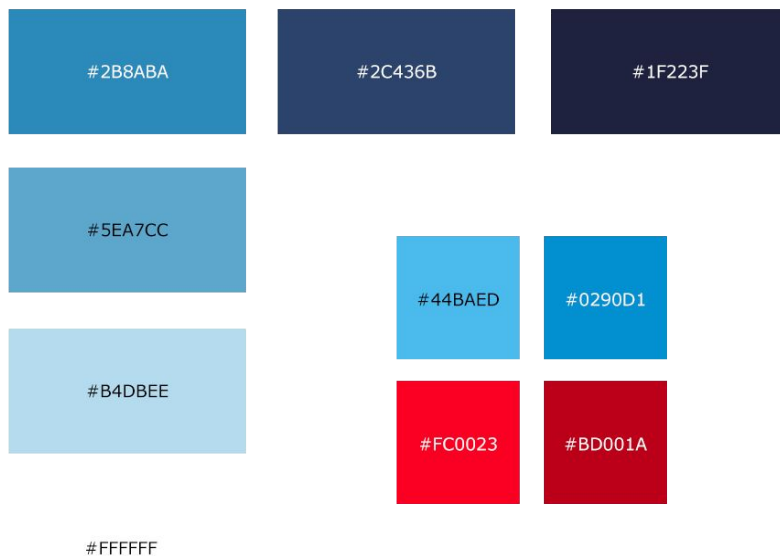
Saturation scale Normalize Max 0.06 Min 0.0

SAVE

# Pantalla información - *ABOUT*

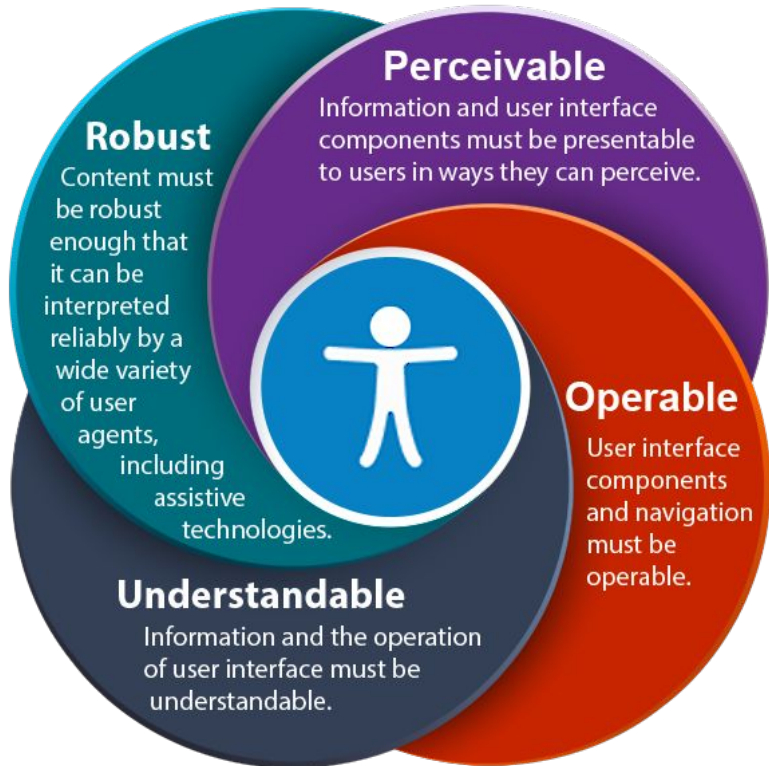


# Esquema de colores





# Guías de diseño WCAG



## Perceptible

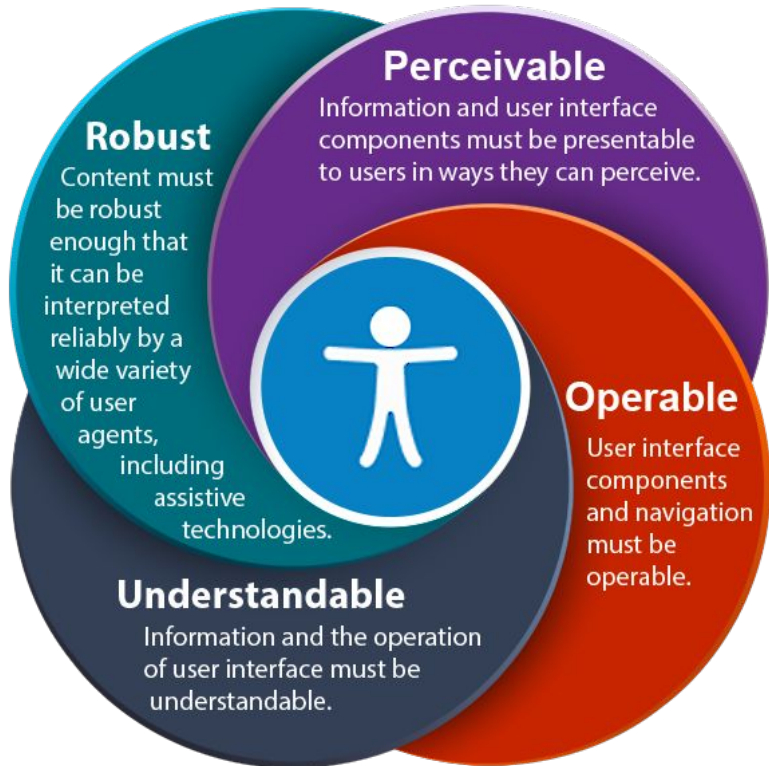
- Alternativas de texto
- Adaptable
- Alternativas para audio y vídeo
- Contenido distinguible

## Operable

- Accesible por el teclado
- Contenido seguro (Evitar problemas de salud)
- Tiempo suficiente
- Navegable



# Guías de diseño WCAG



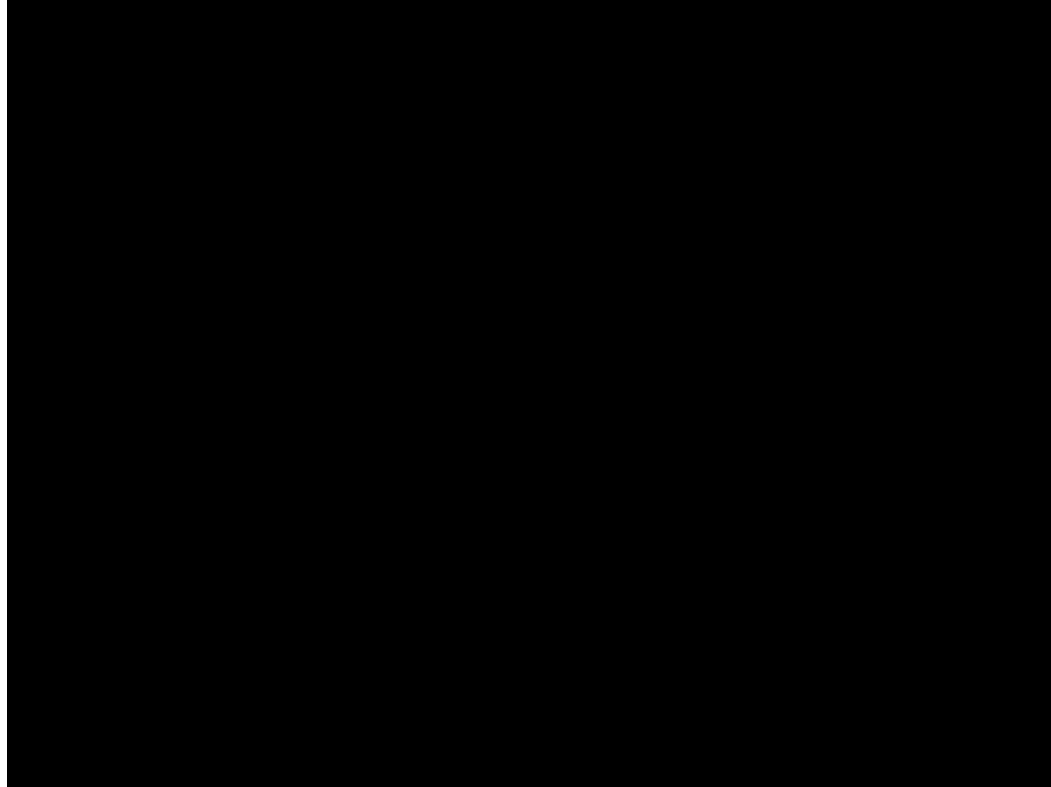
## Entendible

- Lectura fácil
- Páginas predecibles
- Ayuda al introducir contenido

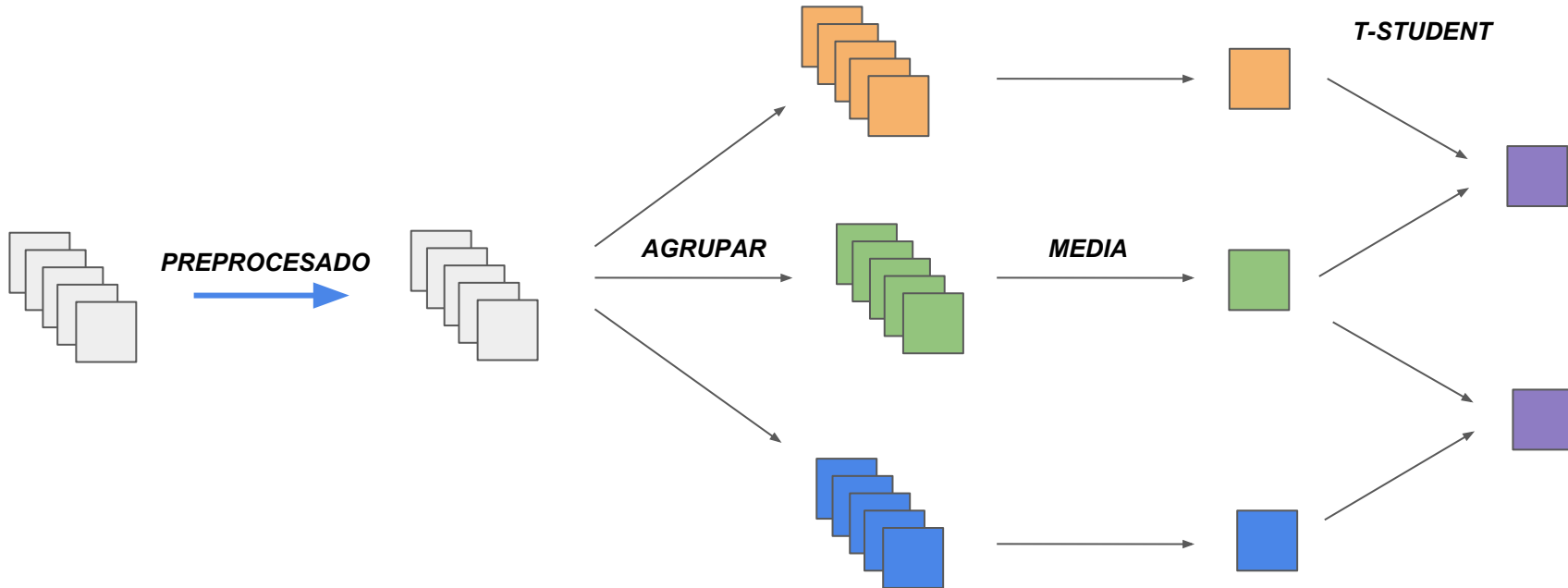
## Robusta

- Compatible con múltiples dispositivos

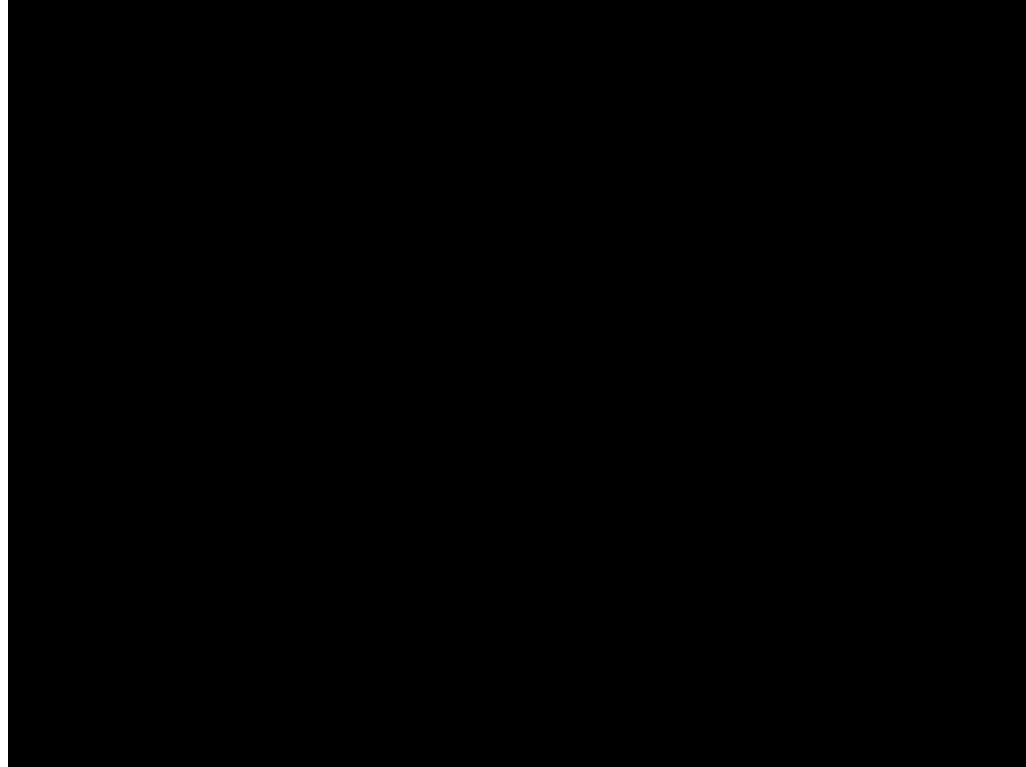
# Ejemplo de uso



# Trabajo en desarrollo - Tests estadísticos



# | Trabajo en desarrollo - Ejemplo de uso



# Conclusions I

- **Summary**

- A new interface was developed
- Easier for the user
- Faster to work with
- Portable

- **Conclusions**

- The proposed solution brings up an improvement to the Matlab system.
- No more dependencies
- More functionality was added (Save data, or modify parameters)
- Application structure isolates different logic parts
- The technologies selected were adequate

# Conclusions II

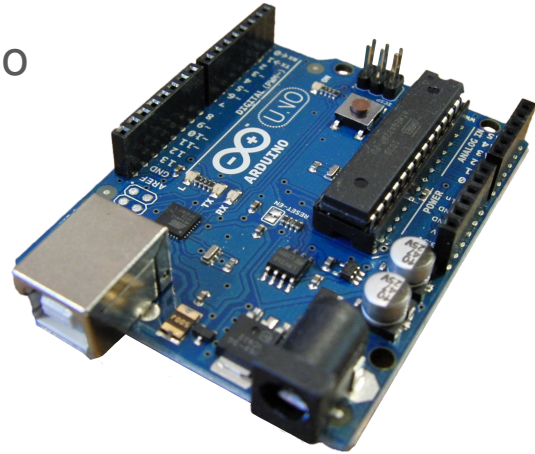
- **System validation**

- Through continuous validation with the tutor and cotutor
- Suggested: Using user tests
- Suggested: Monkey testing



# Líneas futuras

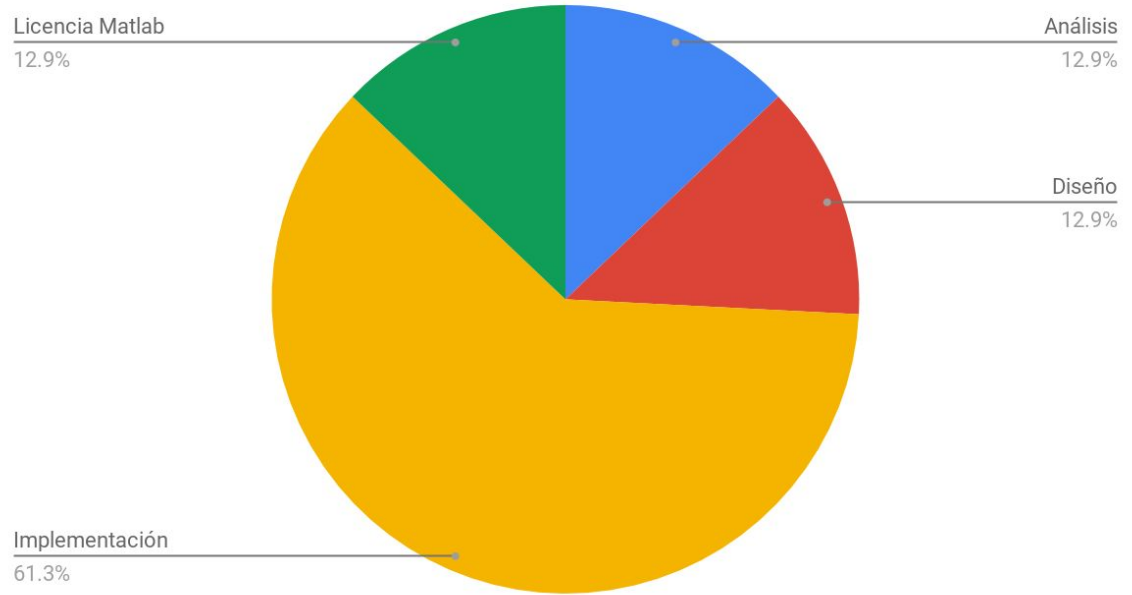
- Enviar un pulso TTL al capturador
- Indica cuando se completa el basal
- Un arduino permite sincronizar el pulso
- La aplicación deberá comunicarse con el Arduino
- *QtSerialPort*



# Presupuesto

Paquetes	Duración (h)	Coste (€)
Análisis	40	800
Diseño	40	800
Implementación	190	3800
Licencia Matlab	-	800
<b>Total</b>	<b>270</b>	<b>6200</b>

## Presupuesto





# Bibliografía I

*Begoña Azkarate, Pedro Morrondo, Angel Mencia, Pilar Marco*

Monitorización del sistema nervioso central. Servicio de Medicina Intensiva. Hospital Aránzazu. San Sebastián. País Vasco. España. CIMC 2000

<https://www.uninet.edu/cimc2000/cursos/cur1/Begona/Begona.htm>

*Jech R. (2008)*

Functional Imaging of Deep Brain Stimulation: FMRI, SPECT, and PET. In: Tarsy D., Vitek J.L., Starr P.A., Okun M.S. (eds) Deep Brain Stimulation in Neurological and Psychiatric Disorders. Current Clinical Neurology. Humana Press

*Fernando Lopes de Silva*

EEG and MEG: Relevance to Neuroscience, Neuron, Volume 80, Issue 5, 2013, Pages 1112-1128, ISSN 0896-6273

<https://doi.org/10.1016/j.neuron.2013.10.017>

*Balardin, J.B.m Zimeo Morais, G. A., Furucho, R. A., Trambaiolli, L., Vanzella, P., Biazoli, C., & Sato (2017)*

Imaging Brain Function with Functional Near-Infrared Spectroscopy in Unconstrained Environments. Frontiers in Human Neuroscience, 11, 258.

<http://doi.org/10.3389/fnhum.2017.00258>

# Bibliografía II

*Poldrack, R. A. (2017)*

Region of interest analysis for fMRI. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 2(1), 67-70

<http://doi.org/10.1093/scan/nsm006>

*Mary S. Ahn, Janis L. Breeze, Nikos Makris, David N. Kennedy, Steven M. Hodge, Martha R. Herbert, Larry J. Seidman, Joseph Biederman, Verne S. Caviness, Jean A. Frazier*

Anatomic brain magnetic resonance imaging of the basal ganglia in paediatric bipolar disorder

*Journal of Affective Disorders*, Volume 104, Issues 1-3, 2007, Pages 147-154

*University of Missouri (2014)*

“Logo color affects consumer emotion toward brands, MU study finds”

<https://research.missouri.edu/news/story.php?390>

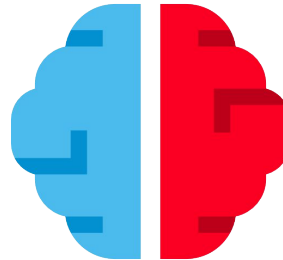
*Stuart Clare (2006)*

Functional MRI : Methods and Applications, chapter 6.3

<https://users.fmrib.ox.ac.uk/~stuart/thesis/>



# Gracias por su atención



*Jorge Sierra Acosta*

Tutora *Vanesa Muñoz Cruz*

Cotutora *Estefanía Hernández Martín*



# Anexo - Multithreading

