

# Índice

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Notación</b> .....  | <b>1</b>  |
| <b>Acrónimos</b> .....   | <b>3</b>  |
| <b>1 Introducción</b> .....                                      | <b>5</b>  |
| 1.1 Motivaciones y objetivos.....                                | 5         |
| 1.2 Aplicaciones .....   | 6         |
| 1.2.1 Estimación del canal en comunicaciones .....               | 6         |
| 1.2.2 Detección de sinusoides en frecuencia .....                | 7         |
| 1.2.3 Compressive Imaging.....                                   | 8         |
| 1.3 Estructura del proyecto.....                                 | 9         |
| <b>2 Introducción a la teoría del Compressive Sensing</b> .....  | <b>11</b> |
| 2.1 Teorema de muestreo de Shannon.....                          | 11        |
| 2.2 Compressive Sensing.....                                     | 13        |
| 2.2.1 Señales compresibles.....                                  | 13        |
| 2.2.2 Propiedad de escasez (sparsity).....                       | 14        |
| 2.2.3 Propiedad de incoherencia.....                             | 15        |
| 2.2.4 Diccionarios.....  | 16        |
| 2.2.4.1 Diccionario en el dominio del tiempo .....               | 16        |
| 2.2.4.2 Diccionario en el dominio de la frecuencia.....          | 17        |
| 2.2.4.3 Diccionario holográfico.....                             | 18        |
| 2.3 Reconstrucción de una señal utilizando la teoría del CS..... | 18        |
| 2.3.1 Submuestreo y recuperación de la señal sparse.....         | 20        |
| 2.3.1.1 Teorema de muestreo no lineal.....                       | 22        |
| 2.4 Diseño de la matriz de medición $\Phi$ .....                 | 24        |
| 2.4.1 Propiedad de Isometría Restringida.....                    | 24        |
| 2.4.2 Matrices admisibles .....                                  | 27        |
| 2.5 Conclusiones.....  | 29        |
| <b>3 Algoritmos de reconstrucción</b> .....                      | <b>31</b> |
| 3.1 Matching Pursuit (MP) .....                                  | 33        |
| 3.1.1 Diseño del algoritmo MP.....                               | 33        |
| 3.1.2 Reconstrucción de señales con MP .....                     | 35        |
| 3.2 Orthogonal Matching Pursuit (OMP).....                       | 37        |
| 3.2.1 Diseño del algoritmo OMP.....                              | 37        |
| 3.2.2 Reconstrucción de señales con OMP.....                     | 40        |
| 3.3 Conclusiones.....  | 41        |

|          |  |            |
|----------|--|------------|
| <b>4</b> | <b>Simulaciones.....</b>   | <b>43</b>  |
| 4.1      | Reconstrucción de señales sparse en el dominio del tiempo.....   | 43         |
| 4.1.1    | Reconstrucción usando MP.....  | 44         |
| 4.1.2    | Reconstrucción usando OMP.....   | 45         |
| 4.2      | Curvas de probabilidad de reconstrucción.....  | 47         |
| 4.2.1    | Metodología para la elaboración de las curvas.....   | 48         |
| 4.2.2    | Curvas de probabilidad utilizando MP.....  | 49         |
| 4.2.3    | Curvas de probabilidad utilizando OMP.....   | 52         |
| 4.3      | Cálculo de la constante de submuestreo.....  | 56         |
| 4.4      | Reconstrucción de señales con ruido.....   | 57         |
| 4.4.1    | Efecto del ruido blanco gaussiano al algoritmo MP.....   | 57         |
| 4.4.2    | Efecto del ruido blanco gaussiano al algoritmo OMP.....  | 59         |
| 4.5      | Conclusiones.....  | 60         |
| <b>5</b> | <b>Aplicaciones.....</b>   | <b>63</b>  |
| 5.1      | Identificación del canal en comunicaciones.....  | 63         |
| 5.1.1    | Modelo del sistema.....  | 64         |
| 5.1.2    | Simulaciones.....  | 65         |
| 5.2      | Detección de sinusoides en frecuencia.....   | 76         |
| 5.2.1    | Análisis frecuencial de señales usando la DFT.....   | 77         |
| 5.2.2    | Análisis frecuencial de señales usando la teoría CS.....   | 81         |
| 5.3      | Otras aplicaciones.....  | 94         |
| 5.4      | Conclusiones.....  | 98         |
| <b>6</b> | <b>Conclusiones.....</b>   | <b>101</b> |
| <b>7</b> | <b>Líneas futuras.....</b>   | <b>107</b> |
|          | <b>Apéndice 1: Demostración del Teorema 5[11].....</b>   | <b>109</b> |
|          | <b>Apéndice 2: Algoritmo Matching Pursuit (MP).....</b>  | <b>113</b> |
|          | <b>Apéndice 3: Algoritmo Matching Pursuit para la generación de curvas de probabilidad de reconstrucción.....</b>            | <b>115</b> |
|          | <b>Apéndice 4: Algoritmo Orthogonal Matching Pursuit (OMP).....</b>  | <b>117</b> |
|          | <b>Apéndice 5: Algoritmo Orthogonal Matching Pursuit para la generación de curvas de probabilidad de reconstrucción.....</b> | <b>119</b> |
|          | <b>Referencias.....</b>  | <b>121</b> |