

# Índice de Figuras

---

|      |                                                                           |    |
|------|---------------------------------------------------------------------------|----|
| 1.1  | El vehículo eléctrico híbrido DELFÍN 2                                    | 2  |
| 1.2  | Reacciones en los distintos tipos de pilas                                | 9  |
| 1.3  | Modelo básico de una pila de hidrógeno                                    | 12 |
| 2.1  | Aspecto del vehículo eléctrico híbrido DELFÍN 2                           | 22 |
| 2.2  | Modelo en 3D del vehículo DELFÍN primigenio                               | 23 |
| 2.3  | Vehículo eléctrico eL GEM                                                 | 24 |
| 2.4  | El cuadro de mandos                                                       | 24 |
| 2.5  | El cargador de baterías                                                   | 25 |
| 2.6  | El motor eléctrico y su controlador                                       | 25 |
| 2.7  | Acceso al circuito de hidrógeno                                           | 26 |
| 2.8  | Conjunto de sensores del depósito                                         | 28 |
| 2.9  | Convertidor USB-CAN                                                       | 30 |
| 2.10 | Salpicadero del DELFÍN 2 mostrando la aplicación de la GUI en la pantalla | 31 |
| 2.11 | Esquema general del sistema eléctrico                                     | 32 |
| 2.12 | Las fuentes de alimentación de 12 y 24 VDC                                | 33 |
| 2.13 | Aspecto del sistema de convertidores                                      | 34 |
| 2.14 | Esquema del bus de potencia                                               | 35 |
| 2.15 | La pila Ballard Mark 1020 ACS                                             | 37 |
| 2.16 | Curva de polarización. Manual de Ballard.                                 | 38 |
| 2.17 | Curva de temperaturas óptima, máxima y mínima. Manual de Ballard.         | 39 |
| 2.18 | Efectos de la temperatura sobre el rendimiento. Manual de Ballard.        | 40 |
| 2.19 | Respuesta en tensión del divisor de tensión al rango de temperatura       | 46 |
| 2.20 | Las dos pilas instaladas en el DELFÍN 2                                   | 47 |
| 2.21 | El peine del CVM y su esquema                                             | 48 |
| 2.22 | Módulo I-7017 de ICP-DAS                                                  | 49 |
| 2.23 | Módulo I-7530A de ICP-DAS                                                 | 49 |
| 2.24 | Orden del conexionado de la pila 1                                        | 51 |
| 2.25 | Orden del conexionado de la pila 2                                        | 52 |
| 2.26 | Representación en corte longitudinal del vehículo                         | 53 |
| 3.1  | El PC/104 montado con sus tarjetas de expansión                           | 57 |
| 3.2  | La tarjeta PCAN de Peak Sys.                                              | 59 |
| 3.3  | Señales eléctricas del bus CAN                                            | 63 |

|      |                                                                |     |
|------|----------------------------------------------------------------|-----|
| 3.4  | Buses CAN del DELFÍN 2                                         | 64  |
| 3.5  | Diagrama de estados de las pilas                               | 69  |
| 3.6  | Diagrama de estados del convertidor de baterías                | 71  |
| 3.7  | Diagrama de estados del convertidor de cada pila               | 72  |
| 3.8  | Balance de corrientes en la gestión de potencia                | 75  |
| 4.1  | Función start_fc                                               | 87  |
| 4.2  | Función stop_fc                                                | 88  |
| 4.3  | Función stop_emerg_fc                                          | 89  |
| 4.4  | Función reposo_fc                                              | 90  |
| 4.5  | Función control_marcha                                         | 91  |
| 5.1  | Curva de polarización para perfil de corriente                 | 96  |
| 5.2  | Temperatura de pila y óptima. Tensión de ventiladores          | 96  |
| 5.3  | Estequiometría del oxidante para perfil de corriente           | 96  |
| 5.4  | Intervalo de purga. Apertura de la válvula                     | 97  |
| 5.5  | Caso SOC bajo. Acelerador - Potencia motor                     | 98  |
| 5.6  | Caso SOC bajo. Potencia motor - Potencia fuentes               | 98  |
| 5.7  | Caso SOC bajo. Potencia batería - Potencia FC1 - Potencia FC2  | 99  |
| 5.8  | Caso SOC bajo. Tensión - Corriente FC1                         | 99  |
| 5.9  | Caso SOC bajo. Tensión - Corriente FC2                         | 100 |
| 5.10 | Caso SOC medio. Acelerador - Potencia motor                    | 100 |
| 5.11 | Caso SOC medio. Potencia motor - Potencia fuentes              | 101 |
| 5.12 | Caso SOC medio. Potencia batería - Potencia FC1 - Potencia FC2 | 101 |
| 5.13 | Caso SOC medio. Tensión - Corriente FC1                        | 102 |
| 5.14 | Caso SOC medio. Tensión - Corriente FC2                        | 102 |
| 5.15 | Caso SOC alto. Acelerador - Potencia motor                     | 103 |
| 5.16 | Caso SOC alto. Potencia motor - Potencia fuentes               | 103 |
| 5.17 | Caso SOC alto. Potencia batería - Potencia FC1 - Potencia FC2  | 104 |
| 5.18 | Caso SOC alto. Tensión - Corriente FC1                         | 104 |
| 5.19 | Caso SOC alto. Tensión - Corriente FC2                         | 105 |