

## ***INDICE GENERAL***

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1. INTRODUCCIÓN</b>   | <b>1</b>  |
| 1.1. Mecanismo cargadora frontal   | 3         |
| 1.2. Alzadoras de caña de azúcar   | 6         |
| 1.3. Cosechadora combinada de caña de azúcar                                   | 7         |
| <b>2. OBJETIVOS Y PROPUESTA DE TRABAJO</b>                                     | <b>12</b> |
| 2.1. Objetivos   | 12        |
| 2.2. Propuesta de trabajo  | 13        |
| <b>3. ESTADO DEL ARTE</b>  | <b>15</b> |
| 3.1. Sistemas mecánicos de elevación, inclinación y volteo                     | 15        |
| 3.2. Sistemas oleohidráulicos para la sincronización de movimientos            | 29        |
| 3.3. Resumen del estado del arte   | 39        |
| <b>4. TÉCNICAS DE MODELADO Y SIMULACIÓN</b>                                    | <b>42</b> |
| 4.1. Importancia de la simulación  | 42        |
| <b>5. MODELIZACIÓN TEÓRICA DE LOS COMPONENTES BÁSICOS</b>                      | <b>55</b> |
| 5.1. Análisis del mecanismo base   | 55        |
| 5.1.1. Descripción del mecanismo base  | 55        |
| 5.1.2. Simulación del mecanismo  | 59        |
| 5.1.3. Simulación mediante Bond Graph  | 61        |
| 5.1.4. Estudio de no-linealidad impuesta por la geometría del mecanismo base   | 72        |
| 5.2. Análisis de la válvula de sincronización propuesta                        | 79        |
| 5.2.1. Descripción de la válvula de sincronización                             | 79        |
| 5.2.1.1. Descripción de las válvulas   | 86        |
| 5.2.2. Modelización y simulación de los subcomponentes básicos de las válvulas | 94        |
| 5.2.2.1. Válvula Reguladora de presión nº 1 (VRP1)                             | 94        |
| 5.2.2.2. Válvula Reguladora de Presión Bifuncional Nº 2 (VRP2)                 | 109       |
| 5.2.2.3. Conjunto divisor de caudal (VDC)                                      | 119       |
| 5.3. Simulación durante los ciclos de subida y bajada                          | 128       |

|  |            |
|--|------------|
| <b>6. CARACTERIZACIÓN EXPERIMENTAL DE COMPONENTES</b>  | <b>147</b> |
| 6.1. Descripción del ensayo para la caracterización de la válvula de control de dirección proporcional | 147        |
| 6.1.1. Funcionamiento de la válvula de control de dirección proporcional                               | 149        |
| 6.1.2. Funcionamiento del Grupo Banco de Ensayo  | 152        |
| 6.1.3. Rutina Experimental   | 152        |
| 6.1.4. Resultados  | 155        |
| 6.2. Descripción del ensayo para la caracterización de la válvula de sincronización                    | 162        |
| 6.3. Protocolos  | 162        |
| 6.3.1. Protocolo de puesta en marcha   | 162        |
| 6.3.2. Protocolo de ensayos específicos  | 163        |
| 6.4. Resultados experimentales   | 174        |
| <b>7. CARACTERIZACIÓN EXPERIMENTAL DEL CONJUNTO MECANISMO BASE Y VÁLVULA DE SINCRONIZACIÓN</b>         | <b>185</b> |
| 7.1. Descripción   | 185        |
| 7.1.1. Bancada   | 186        |
| 7.1.2. Sistema óleo-hidráulico   | 186        |
| 7.1.3. Subconjunto mecanismo base  | 186        |
| 7.1.4. Sistema de control  | 187        |
| 7.1.5. Instrumentación   | 188        |
| 7.1.6. Sistema de adquisición de datos   | 191        |
| 7.2. Protocolos  | 193        |
| 7.2.1. Protocolo de puesta en marcha   | 193        |
| 7.2.2. Protocolo de los ensayos específicos  | 194        |
| 7.3. Metodología de tratamiento de los datos obtenidos   | 197        |
| 7.3.1. Tipología de resultados experimentales obtenidos  | 197        |
| 7.4. Resultados experimentales   | 206        |
| 7.5. Análisis del perfil instantáneo de velocidades  | 214        |
| 7.6. Análisis crítico de los resultados experimentales   | 219        |
| 7.6.1. Análisis de las limitaciones detectadas   | 220        |
| 7.6.2. Análisis de la sincronización del mecanismo base y el elemento terminal                         | 227        |
| <b>8. CONCLUSIONES</b>   | <b>233</b> |

## **9. ANEXOS**

|         |     |
|---------|-----|
| Anexo A | A-1 |
| Anexo B | B-1 |
| Anexo C | C-1 |
| Anexo D | D-1 |
| Anexo E | E-1 |
| Anexo F | F-1 |

## **10. BIBLIOGRAFÍA**