

Índice general

Índice de Tablas	VII
Índice de Figuras	IX
Resumen	XV
Abstract	XVII
Resum	XIX
Agradecimientos	XXI
1. Introducción	1
1.1. Motivación	4
1.2. Objetivo	6
1.3. Estructura del Trabajo	8
I Marco Teórico. Estado del Arte.	11
2. Simulación	17
2.1. Modelos y los Modelos de Simulación	18
2.2. El Modelado de un Sistema y el Modelado de una Organización	19
2.3. La Teoría del Modelado y la Simulación	21
2.4. Etapas de un Estudio de Simulación	22
2.4.1. Formulación del Problema, Objetivos y Plan de proyecto	25
2.4.2. Conceptualización del Modelo	26
2.4.3. Desarrollo de un Modelo de Simulación	28
2.4.4. Recolección de Datos. El Modelado de las Entradas para la Simulación	28

2.4.5.	Traducción del Modelo en formato Informatizado. La Simulación de Modelos.	29
2.4.6.	Verificación de Código del Simulador.	40
2.4.7.	Validación del Modelo.	40
2.4.8.	Diseño de Experimentos.	41
2.4.9.	Análisis de los Resultados de una Simulación.	41
2.4.10.	Documentación y Reportes.	43
2.4.11.	Implementación.	44
2.5.	Ventajas e Inconvenientes del Uso de la Simulación	44
2.6.	Áreas de aplicación	45
2.7.	Conclusiones	46
3.	Los Sistemas Multiagente y la Simulación	47
3.1.	Agentes y Sistemas Multiagente	47
3.2.	Comunicación entre agentes	49
3.2.1.	Métodos de Comunicación.	49
3.2.2.	Detección de Situaciones de Cambios de Estado.	50
3.2.3.	Negociación entre agentes.	51
3.3.	El Proceso de Aprendizaje en los Sistemas Multiagente.	55
3.4.	Áreas de Aplicación de los Sistemas Multiagente	58
3.5.	La Simulación y los Sistemas Multiagente	61
3.5.1.	El Proceso de Diseño de Simulación basada en Agentes.	63
3.5.2.	Tratamiento del Entorno en la Simulación Multiagente.	68
3.5.3.	Áreas de aplicación de la Simulación guiada por Agentes.	70
3.6.	Entornos de Simulación de Sistemas Multiagente	78
3.7.	Conclusiones	79
4.	Simulación de Sistemas de Fabricación y los Sistemas Multiagente	81
4.1.	Simulación de Sistemas de Fabricación	82
4.1.1.	Sistemas de Colas y su Simulación.	86
4.2.	Estándares de Simulación y Fabricación	90
4.3.	Requisitos Actuales de Fabricación y la Simulación con Agentes	101
4.3.1.	Posibilidades de mejora mediante MAS con respecto a los Requisitos de Fabricación	102
4.4.	Enfoque Holónico para Fabricación	106
4.4.1.	Fabricación Virtual y los Sistemas Holónicos de Fabricación	107
4.4.2.	Sistemas Holónicos de Fabricación y los Sistemas Multiagente	110

4.4.3.	Arquitectura de Fabricación basada en Agentes	111
4.4.4.	Arquitectura de Referencia PROSA	113
4.5.	Características de la Simulación de Fabricación	116
4.6.	Modelo de Simulación de Fabricación	117
4.7.	Herramientas de Simulación para Sistemas de Fabricación	118
4.7.1.	Clasificación de Herramientas de Simulación	119
4.7.2.	Características de las Herramientas de Simulación	124
4.7.3.	Elementos clave de las Herramientas de Simulación basada en Agentes para la Fabricación	125
4.7.4.	Entornos de Simulación de Fabricación basadas en Agentes	126
4.8.	Conclusiones	126

II Marco de la Propuesta. 129

5. Modelo de la Arquitectura del Entorno de Simulación 135

5.1.	Identificación y Definición de Agentes	137
5.1.1.	Características contempladas en la propuesta.	138
5.1.2.	Identificación de Roles	138
5.2.	Funciones de Roles	143
5.3.	Integración de Roles en la Simulación	145
5.4.	Secuencia de Ejecución	146
5.5.	Definición de Escenarios	147
5.6.	Las Fases de Simulación y el Agente de Sincronización	155
5.7.	Fase I. Configuración preliminar del Modelo	157
5.8.	Fase I. Creación del Modelo	160
5.8.1.	Detección y Control de Cambios de Estado	161
5.8.2.	Reglas de modelado aplicadas durante la Creación y Verificación del Modelo.	166
5.9.	Conclusiones	169

6. Metamodelo para la Simulación de Planta 171

6.1.	Identificación de Elementos para el Metamodelo	173
6.2.	Definición de Taxonomía de los Holones del Metamodelo	181
6.3.	Vinculación entre el Entorno Real y los Agentes del Metamodelo de Simulación	208
6.4.	Notación de los Elementos del Metamodelo	210

6.5.	Interacciones entre el Metamodelo de la Planta de Fabricación y el Simulador	210
6.6.	Aprendizaje por refuerzo para los Agentes del Modelo	211
6.7.	Conclusiones	214
7.	Arquitectura del Entorno para la Simulación de Modelos	215
7.1.	Estrategias y Protocolos de Comunicación Entorno Simulación-Sistema Fabricación	215
7.1.1.	Apertura del Modelo a Simular	218
7.1.2.	Configuración preliminar en la Simulación del Modelo	218
7.1.3.	Control y Detección de Cambios de Estado	219
7.1.4.	Efectos de animación de Iconos	223
7.1.5.	Control de Avance de Tiempo	226
7.1.6.	Creación de Trazas	228
7.2.	Estrategias y Protocolos de Comunicación durante la Simulación del Modelo	229
7.2.1.	Simulando el Lanzamiento de una Orden de Producción	230
7.2.2.	Procesos de Negociación entre Orden de Producción y Recursos	242
7.2.3.	Tratamiento de Trabajos Aceptados por los Recursos	249
7.2.4.	Reserva y Entrega de Materiales	249
7.2.5.	Simulación de Supervisión de operaciones en el Sistema de Fabricación	250
7.3.	Visualización de Resultados de la Simulación	251
7.4.	Exportación de Resultados de la Simulación de un Modelo	253
7.5.	Conclusiones	254
8.	SimIShopF: Un prototipo de Entorno de Simulación soportado por Agentes	257
8.1.	Funcionalidad del Entorno de Simulación	257
8.1.1.	Alcance del Sistema	260
8.1.2.	Los Holones	269
8.1.3.	Relaciones con el Entorno	291
8.1.4.	La Arquitectura del Sistema	292
8.2.	Implementación del Simulador	297
8.2.1.	Fase I. Creación de Modelo	297
8.2.2.	Fase II- Simulación de Modelo	305
8.3.	Ontología	317
8.4.	Conclusiones	319

9. Evaluación	321
9.1. Evaluación del código del prototipo del Entorno de Simulación .	321
9.2. Bases para la Evaluación de Funcionalidad del entorno de Simulación	323
9.2.1. Criterios de Evaluación con respecto al paradigma de Sistemas Multiagente y los requisitos de la Nueva Era de la Fabricación	324
9.2.2. Criterios de Evaluación del Entorno de Simulación en la Fase de Modelado	326
9.2.3. Criterios de Evaluación del Entorno en la fase de Simulación del Modelo	328
9.3. Bases para la Evaluación de Resultados obtenidos durante la Simulación	330
9.3.1. Criterios para la Evaluación de Modelos	330
9.3.2. Criterios para la Evaluación de Configuraciones de Planta previa y posterior a la Creación de Ordenes de Producción.	333
9.3.3. Aplicación de técnicas multicriterio	340
9.3.4. Criterios para la Evaluación de los Resultados relacionados con Datos de Producción	341
9.4. Conclusiones	347
10. Caso de Estudio	349
10.1. Definición del Caso de Estudio	349
10.2. Simulación de la Planta Silos.	350
10.2.1. Formulación del Problema.	350
10.2.2. Formulación del Modelo.	350
10.2.3. Representación y Programación del Modelo.	354
10.2.4. Diseño de Experimentos.	358
10.2.5. Simulando el Modelo.	359
10.2.6. Lanzando a Simular una Orden de Producción	362
10.2.7. Modificando el Modelo	366
10.2.8. Deteniendo la Simulación	367
10.2.9. Análisis de Resultados de la Simulación	368
10.2.10. Análisis de Configuraciones de Planta	371
10.2.11. Análisis de Tiempos Muertos por Configuraciones de Planta	378
10.2.12. Aprendizaje de Agentes por refuerzo	382
10.3. Conclusiones	384

11. Resultados de la Evaluación	387
11.1. Resultados de la Evaluación Global de la Implementación del Prototipo	387
11.2. Resultados de la Evaluación de la Funcionalidad del Prototipo .	389
11.3. Conclusiones	396
12. Conclusiones y Trabajo Futuro	401
12.1. Aportaciones	401
12.2. Líneas Futuras de Investigación	405
12.3. Publicaciones	406
Bibliografía	411