

5-7	Sector consumidor	97
5-8	Sector de servicios	98
5-9	Otros sectores	99
5-10	Condiciones de simulación	100
5-11	Codificación de simulación	101
5-12	Salida de DYNA	102
	Ejercicios	103
	Bibliografía	104
CONTENIDO		
Prefacio II		
1	Modelos de sistemas	15
1-1	Los conceptos de un sistema	15
1-2	Medio ambiente del sistema	17
1-3	Sistemas continuos y discretos	19
1-4	Modelado del sistema	19
1-5	Tipos de modelos	22
1-6	Modelos físicos	23
1-7	Modelos matemáticos	25
1-8	Principios utilizados en el modelado	28
	Ejercicios	30
	Bibliografía	31
2	Simulación de sistemas	33
2-1	Definición de la simulación de sistemas	33
2-2	Naturaleza experimental de la simulación	34
2-3	Pasos involucrados en los estudios de simulación	37
2-4	Modelos de recurrencia	39
2-5	Modelos de tela de araña	41
2-6	Lenguajes de programación de simulación	43
2-7	Aplicaciones de la simulación de sistemas	44
	Ejercicios	44
	Bibliografía	45

6 Contenido

3 Simulación de sistemas continuos 47

- 3-1 Modelos de sistemas continuos **47**
- 3-2 Ecuaciones diferenciales lineales **48**
- 3-3 Computadores analógicos **50**
- 3-4 Simuladores digitales analógicos **51**
- 3-5 El programa de modelado de sistemas continuos (CSMP) de la 1130 **51**
- 3-6 Solución digital analógica de ecuaciones diferenciales lineales **54**
- 3-7 Ecuaciones simultáneas **57**
- 3-8 Lenguajes de simulación de sistemas continuos **58**
- 3-9 360/CSMP **58**
- 3-10 Ejemplos de 360/CSMP **61**
 - Ejercicios **64**
 - Bibliografía **65**

4 Dinámica industrial 67

- 4-1 Conceptos de la dinámica industrial **67**
- 4-2 Diagramas de la dinámica industrial **68**
- 4-3 Un modelo simple de dinámica industrial **69**
- 4-4 Representación de los retrasos **71**
- 4-5 Sistemas de retroalimentación **74**
- 4-6 Retroalimentación en sistemas industriales **78**
- 4-7 Sistemas de control de inventarios **78**
- 4-8 Modelo de dinámica industrial de un sistema de control de inventarios **79**
- 4-9 Desarrollo adicional en el modelo del sistema de control de inventarios **83**
 - Ejercicios **85**
 - Bibliografía **87**

5 El lenguaje de programación Dynamo 84

- 5-1 DYNAMO **89**
- 5-2 Representación del tiempo **89**
- 5-3 Elección del intervalo de solución **90**
- 5-4 Formas de ecuaciones **91**
- 5-5 Retrasos **94**
- 5-6 Modelo de industria de bienes duraderos **94**

5-7 Sector consumidor 97

5-8 Sector de detallista 97

5-9 Otros sectores 99

5-10 Condiciones iniciales 100

5-11 Codificación del problema 101

5-12 Salida de DYNAMO 101

 Ejercicios 104

 Bibliografía 105

6 Conceptos de probabilidad en la simulación 107

6-1 Variables estocásticas 107

6-2 Funciones de probabilidad 109

6-3 Deducción numérica de las funciones de probabilidad continua 110

6-4 Simulación de Monte Carlo 113

6-5 Números eleatorios continuos distribuidos uniformemente 114

6-6 Generación de números aleatorios por computador 116

6-7 Un generador de números aleatorios uniformes 119

6-8 Generación de distribuciones discretas 120

6-9 Generadores de números aleatorios 122

 Ejercicios 125

 Bibliografía 127

7 Patrones de llamadas y tiempos de servicio 129

7-1 Congestión en los sistemas 129

7-2 Patrones de llegadas 131

7-3 Patrones de llegadas de Poisson 132

7-4 La distribución exponencial 133

7-5 El coeficiente de variación 134

7-6 La distribución de Erlang 136

7-7 La distribución hiperexponencial 138

7-8 Tiempo de servicio 139

7-9 La distribución normal 140

7-10 Disciplinas de colas 142

7-11 Medidas de colas 144

7-12 Soluciones matemáticas de problemas de colas 145

 Ejercicios 146

 Bibliografía 148

8 Simulación de sistemas discretos 149

- 8-1 Eventos discretos **149**
- 8-2 Representación del tiempo **150**
- 8-3 Generación de patrones de llegadas **151**
- 8-4 Simulación de un sistema telefónico **152**
- 8-5 Tareas de programación de simulación **156**
- 8-6 Un diagrama de flujo de programa de simulación **158**
- 8-7 Lenguaje de simulación **162**
 - Ejercicios **167**
 - Bibliografía **169**

9 Simulación con Fortran 171

- 9-1 El uso del FORTRAN para la simulación **171**
- 9-2 Una simulación en FORTRAN del sistema telefónico **172**
- 9-3 Organización del programa **174**
- 9-4 Construcción de la imagen del sistema **174**
- 9-5 Subrutina de números aleatorios **176**
- 9-6 Inicialización del programa **176**
- 9-7 Localización del siguiente evento
- 9-8 potencial **180**
 - Prueba para determinar si puede conectarse una llamada **182**
- 9-9 Conexión de una llamada **184**
- 9-10 Desconexión de una llamada **186**
- 9-11 Recolección de estadísticas **187**
- 9-12 Informe de salida **189**
 - Ejercicios **194**

10 Técnicas de programación de simulación 195

- 10-1 Compilación de datos estadísticos **195**
- 10-2 Contadores y estadísticas sumarias **196**
- 10-3 Medición de la utilización y ocupación **197**
- 10-4 Registro de las distribuciones **199**
- 10-5 Programas de FORTRAN para las estadísticas **200**
- 10-6 Estructuras de la lista **205**
- 10-7 Extensión del ejemplo del sistema telefónico **215**
- 10-8 Eventos simultáneos **217**

- 10-9 Eventos bloqueados 219
- Ejercicios 222
- Bibliografía 224

11 Introducción al GPSS 225

- 11-1 Descripción general 225
- 11-2 Tiempos de acción 229
- 11-3 Sucesión de eventos 230
- 11-4 Elección de caminos 231
- 11-6 Facilidades y almacenajes 236
- 11-7 Recolección de estadísticas 240
- 11-8 Transferencias condicionales 241
- 11-9 Tarjetas de control de programa 245
- Ejercicios 248
- Bibliografía 249

12 Ejemplos del GPSS 251

- 12-1 Prioridades y parámetros 251
- 12-2 Atributos numéricos estándar 252
- 12-3 Funciones 259
- 12-4 Modos de transferencia 256
- 12-5 Simulación de un supermercado 258
- 12-6 Interruptores lógicos 262
- 12-7 Prueba de condiciones 263
- 12-8 Direccionamiento indirecto 265
- 12-9 Modelo de GPSS de un sistema telefónico simple 267
- 12-10 Operaciones de conjuntos 270
- Ejercicios 275

13 Introducción al SIMSCRIPT 277

- 13-1 Programas en SIMSCRIPT 277
- 13-2 Conceptos del sistema SIMSCRIPT 277
- 13-3 La forma de definición 279
- 13-4 Referencias variables 283
- 13-5 Organización de un programa en SIMSCRIPT 284
- 13-6 Avisos de eventos 287
- 13-7 Programación de rutinas de eventos 288

10 Contenido

- 13-8 Administración de entidades temporales y avisos de eventos **288**
- 13-9 Comandos del SIMSCRIPT **290**
- 13-10 El sistema telefónico en SIMSCRIPT **293**
- 13-11 Generación de informes **297**
- 13-12 Inicialización **300**
- 13-13 Tarjetas de control **301**
 - Ejercicios **301**
 - Bibliografía **302**

14 Administración de conjuntos en SIMSCRIPT 303

- 14-1 Definición de conjuntos en SIMSCRIPT **303**
- 14-2 Sistema telefónico modelo 2 **304**
- 14-3 Búsqueda en conjuntos **308**
- 14-4 Búsqueda en arreglos **313**
 - Ejercicios **316**

15 Verificación de los resultados de simulación 317

- 15-1 Naturaleza del problema **317**
- 15-2 Métodos de estimación **318**
- 15-3 Estadísticas de corridas de simulación **320**
- 15-4 Repetición de corridas **323**
- 15-5 Eliminación del sesgo inicial **324**
- 15-5 Eliminación del sesgo inicial **324**
- 15-6 Medias de lotes **327**
- 15-7 Análisis de series de tiempo **332**
- 15-8 Análisis espectral **333**
 - Bibliografía **334**