

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**

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 numeros 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**

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