

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

DONADOS.

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**