

Contenido

1. Diseño en ingeniería 1

¿Qué quiere usted decir cuando pide a otros “diseñar” algo? ¿Los ingenieros que diseñan hacen algo diferente de lo que hace cualquiera que diseña cosas?

- 1.1 ¿Dónde y cuándo diseñan los ingenieros? 1
- 1.2 Definición de diseño en ingeniería 9
- 1.3 Más sobre diseño y diseño en ingeniería 13
- 1.4 Administración del diseño en ingeniería 20
- 1.5 El método del ejemplo ilustrativo 23
- 1.6 Referencias comentadas 24
- 1.7 Ejercicios 24

2. El proceso de diseño 25

¿Puede darme un panorama general –un mapa de caminos– de a dónde se dirige este libro (y este curso)?

- 2.1 ¿Cómo se desarrolla un proceso de diseño? 25
- 2.2 Formas de describir el proceso de diseño 31
 - 2.2.1 Una descripción simple del proceso de diseño 31
 - 2.2.2 Descripción de las fases del proceso de diseño 32
 - 2.2.3 Algunas prescripciones para el proceso de diseño 35
 - 2.2.4 Retroalimentación e iteración en el proceso de diseño 37
 - 2.2.5 Terminología y más comentarios sobre del proceso de diseño 39
 - 2.2.6 Sobre oportunidades y límites 40
- 2.3 Estrategias, métodos y medios en el proceso de diseño 41
 - 2.3.1 Pensamiento estratégico en el proceso de diseño 41
 - 2.3.2 Algunos métodos formales para el proceso de diseño 43

xx Contenido

- 2.3.3 Algunos medios para adquirir y procesar el conocimiento de diseño 47
- 2.4 Inicio: administración del proceso de diseño 51
 - 2.4.1 Organización de los equipos de diseño 52
 - 2.4.2 Conflicto constructivo: cómo disfrutar de una buena pelea 57
- 2.5 Ejemplos ilustrativos: introducciones y descripciones 59
- 2.6 Referencias comentadas 61
- 2.7 Ejercicios 61

3. Entendimiento del problema del cliente 63

¿Qué desea el cliente?

- 3.1 Árboles de objetivos: traducción y aclaración de los deseos del cliente 63
 - 3.1.1 Atributos del objeto y árboles de objetivos 65
 - 3.1.2 Metas y objetivos, restricciones, funciones e implementaciones 67
 - 3.1.3 ¿Qué tan profundo es un árbol de objetivos? ¿Qué hay en cuanto a las entradas “podadas”? 72
 - 3.1.4 Árbol de objetivos para el diseño de un envase para bebida 73
- 3.2 Restricciones: identificación de límites o ¿qué no puede tener el cliente? 75
- 3.3 Clasificación de los deseos del cliente: cómo ocuparse de los valores subjetivos 77
 - 3.3.1 Tablas o cuadros de comparación por pares: una forma de clasificar por categorías 77
 - 3.3.2 Cómo poner categorías subjetivas en una escala 81
 - 3.3.3 Objetivos ponderados: ¿qué desea en realidad el cliente? 83
- 3.4 Diseño de gallineros para una cooperativa de mujeres guatemaltecas 85
- 3.5 Algunos fundamentos para definir el problema 92
 - 3.5.1 Cuestionamiento y lluvia de ideas 92
 - 3.5.2 ¿Cuándo y cómo construir un árbol de objetivos? 93
 - 3.5.3 Definición del problema, árboles de objetivos y planteamientos modificados del proyecto 94
- 3.6 Referencias comentadas 95
- 3.7 Ejercicios 95

4. Administración del proceso de diseño 97

¿Para cuándo lo quiere?

- 4.1 Administración de las actividades de diseño 97
- 4.2 Resumen general sobre las herramientas de administración de proyectos 100
- 4.3 Estructuras de división del trabajo:
¿qué se tiene que hacer para terminar el trabajo? 102
- 4.4 Tablas de responsabilidad lineal:
cómo seguir la pista de quién está haciendo qué 107
- 4.5 Programas y otras herramientas de administración del tiempo:
cómo registrar el tiempo 110
 - 4.5.1 Calendarios de equipo: ¿cuándo se vencen los plazos? 111
 - 4.5.2 Redes de actividades: ¿qué tareas deben realizarse primero? 113
 - 4.5.3 Gráficas de Gantt: cómo hacer que los límites de tiempo sean fáciles de leer 117
- 4.6 Presupuestos: cómo llevar la cuenta del dinero 119
- 4.7 Herramientas de monitoreo y control: cómo medir los avances 120
- 4.8 Administración del proyecto de gallinero patrocinado por Xela-Aid 123
- 4.9 Referencias comentadas 125
- 4.10 Ejercicios 125

5. Especificaciones 127

¿Cómo puedo expresar lo que el cliente desea en términos que me ayuden como ingeniero?

- 5.1 Especificaciones funcionales: ¿qué funciones deben realizarse para alcanzar los objetivos? 128
 - 5.1.1 ¿Qué son las funciones? 129
 - 5.1.2 ¿Cómo se identifican y especifican las funciones? 131
 - 5.1.3 Una precaución repetida sobre funciones y objetivos 139
- 5.2 Especificaciones de desempeño: ¿se pueden expresar estas funciones en términos de cosas que se puedan medir? 140
 - 5.2.1 Asignación de números en especificaciones de desempeño prescriptivas 141
 - 5.2.2 Cómo establecer especificaciones de desempeño prescriptivas 144

xxii Contenido

- 5.2.3 Especificaciones de desempeño de interfaz 146
- 5.2.4 Especificaciones de desempeño del diseño detallado 147
- 5.3 Sistemas de medición: ¿cómo someter a prueba varias alternativas? 148
 - 5.3.1 Pasos para desarrollar un sistema de medición 148
 - 5.3.2 Características de un buen sistema de medición 150
 - 5.3.3 Sobre el sistema de medición y las especificaciones de desempeño 151
- 5.4 Sistema de medición y especificaciones para el diseño de gallinero patrocinado por Xela-Aid 152
- 5.5 Administración de la etapa de especificaciones 156
- 5.6 Referencias comentadas 157
- 5.7 Ejercicios 157

6. Búsqueda de respuestas al problema 159

¿Cuál de estas diez buenas ideas es la mejor respuesta?

- 6.1 ¿Qué es el espacio de diseño? 159
 - 6.1.1 Espacios de diseño complejos y reducción 161
- 6.2 Cómo ampliar y limitar el espacio de diseño 162
 - 6.2.1 Fuentes de ideas para ampliar el espacio de diseño 163
 - 6.2.2 Reducción del espacio de diseño a un tamaño útil 171
- 6.3 Gráficas o tablas morfológicas: organización de funciones y medios para generar ideas que realmente funcionen 172
- 6.4 Selección de las mejores alternativas: conexión de las alternativas con los objetivos ponderados y sistemas de medición 175
- 6.5 Prototipos, modelos y comprobaciones de concepto 182
- 6.6 Generación y evaluación de ideas para el proyecto de diseño patrocinado por Xela-Aid 187
- 6.7 Administración de la generación y selección de alternativas de diseño 195
 - 6.7.1 Administración de tareas 196
 - 6.7.2 Programación 197
 - 6.7.3 Presupuestos 198
 - 6.7.4 Monitoreo y control de avances 199

- 6.8 Referencias comentadas 200
- 6.9 Ejercicios 200

7. Informe de resultados 203

¿Cómo hacer que el cliente conozca nuestras soluciones?

- 7.1 Informe del proyecto: cómo escribir para el cliente, no para la historia 203
 - 7.1.1 El esquema preliminar: estructura del informe final 205
 - 7.1.2 El esquema de oración temática: cada entrada es un párrafo 206
 - 7.1.3 El primer borrador: cómo reunir varias voces en una 207
 - 7.1.4 Versión definitiva del informe final: listo para la hora estelar 208
- 7.2 Presentación oral: cómo decir a una multitud lo que se ha hecho 209
 - 7.2.1 Presentaciones a clientes y usuarios 210
 - 7.2.2 Revisiones de diseño 216
- 7.3 Dibujos de diseño y especificaciones de fabricación: otros construirán lo que diseñamos 217
 - 7.3.1 Dibujos de diseño 217
 - 7.3.2 Especificaciones de fabricación 222
 - 7.3.3 Notas filosóficas sobre especificaciones, dibujos e ilustraciones 224
- 7.4 Elementos del informe final para el proyecto de diseño patrocinado por Xela-Aid 226
 - 7.4.1 Esquemas preliminares de dos informes de proyecto 226
 - 7.4.2 Ampliación del esquema del proyecto patrocinado por Xela-Aid 228
 - 7.4.3 Resultado final: un gallinero en San Martín Chiquito 229
- 7.5 Administración de la etapa final del proyecto 230
 - 7.5.1 La redacción de un informe en equipo es un evento dinámico 232
 - 7.5.2 Auditorías después del proyecto: La próxima vez haremos 233
- 7.6 Referencias comentadas 234
- 7.7 Ejercicios 235

8. Diseño para... 237

¿Cuáles son algunas de las consecuencias de nuestras selecciones técnicas?

- 8.1 Diseño para fabricación y ensamblado:
¿se puede hacer este artefacto? 238
 - 8.1.1 Diseño para fabricación 238
 - 8.1.2 Diseño para ensamblado 240
 - 8.1.3 Lista de materiales 241
- 8.2 Diseño para uso óptimo de recursos: ¿cuánto cuesta esto? 242
 - 8.2.1 Valor del dinero en el tiempo 243
 - 8.2.2 El valor del dinero en el tiempo afecta las opciones de diseño 245
 - 8.2.3 Estimación de costos 246
 - 8.2.4 Fijación de costos y precios 249
- 8.3 Diseño para confiabilidad: ¿cuánto tiempo funcionará este artefacto? 250
 - 8.3.1 Confiabilidad 250
 - 8.3.2 Mantenimiento 254
- 8.4 Referencias comentadas 255
- 8.5 Ejercicios 256

9. Ética en el diseño 257

¿No es el diseño realmente sólo una cuestión técnica?

- 9.1 Ética: conciliación de obligaciones conflictivas 257
- 9.2 Las obligaciones pueden empezar con el cliente... 264
- 9.3 ...Pero, ¿qué decir del público y la profesión? 266
- 9.4 ¿Está bien que yo esté trabajando en este proyecto? 273
- 9.5 Referencias comentadas 273
- 9.6 Ejercicios 274

10. Eje de transporte de City Square: estudio de un caso de diseño 275

¿Puede mostrarme un ejemplo de práctica de ingeniería?

- 10.1 Historia y evolución del proyecto de City Square 276
 - 10.1.1 1948-1962: los ingenieros piensan por primera vez en City Square 277
 - 10.1.2 1962-1974: los ingenieros retoman el proyecto de City Square 288
 - 10.1.3 1974-1981: "un lugar digno para vivir..." 293
- 10.2 Los métodos de diseño formales llevan a un resultado exitoso 297
 - 10.2.1 Producción y descripción de objetivos 297

10.2.2	Funciones que realizan los objetivos planteados	298
10.2.3	Sistemas de medición que evalúan los objetivos planteados	298
10.2.4	Medios alternativos para realizar funciones	303
10.2.5	Evaluación de alternativas y selección de un diseño	305
10.3	City Square, como lo ven ahora los ingenieros	307
10.4	Referencias comentadas	308
10.5	Ejercicios	308
	Bibliografía	311
	Índice	319