

Contenido



Agradecimientos 7

Prefacio 9

Introducción 17

Significado de Seis-Sigma 17

Estructura humana de Seis-Sigma 17

Definición de "problema" 18

Selección de un proyecto Seis-Sigma 19

Determinación del objetivo 19

El Ciclo Shewhart/Deming 20

Fases y pasos de Seis-Sigma 20

Desarrollo de la metodología Seis-Sigma 21

1. Definir el problema/seleccionar el proyecto 23

Diagrama de Pareto 24

Histograma 27

Gráfica de tendencias 32

Soluciones 39

2. Definir y describir el proceso 41

Elaboración de un diagrama de flujo usando la simbología del sector automotriz 42

Elaboración de un diagrama de flujo usando la simbología universal 45

Diagrama de Ishikawa 46

Técnica de grupo nominal 48

Soluciones 55

3. Evaluar los sistemas de medición 57

Importancia de las mediciones 58

Diferencia entre precisión y exactitud 58

Propiedades estadísticas de los sistemas de medición 59

Exactitud 60

	Linealidad	61
	Estabilidad	66
	Repetibilidad (precisión)	67
	Reproducibilidad	67
Evaluación de la repetibilidad y la reproducibilidad (GR&R)		68
	Método del rango (método corto)	76
	Método del Anova	77
	Estudio de atributos	83
Maneras alternas de evaluar los sistemas de medición		86
	Pruebas destructivas	91
	Incertidumbre	93
	Regla de decisión	94
	Soluciones	96

4. Determinar las variables significativas 101

	Teorema del límite central (TLC)	102
	Pruebas de hipótesis e intervalos de confianza	103
	<i>Prueba de hipótesis (PH) e intervalo de confianza (IC)</i>	
	<i>para una media</i>	104
<i>Prueba de hipótesis (PH) e intervalo de confianza (IC) para la</i>	<i>diferencia de medias</i>	105
	<i>Caso de observaciones no independientes</i>	
	<i>(observaciones en parejas)</i>	107
	<i>Prueba de hipótesis (PH) e intervalo de confianza (IC)</i>	
	<i>para proporciones</i>	108
	<i>Prueba de hipótesis para más de dos proporciones</i>	109
<i>Pruebas de hipótesis e intervalos de confianza para varianzas</i>		110
	Diseño y análisis de experimentos (DOE)	112
	Análisis de varianza (Anova)	113
	Anova de un factor fijo	113
	Elaboración del Anova de un factor fijo	116
	Región de rechazo (RR) de H_0 y decisión	118
	Pruebas de comparación de medias	119
	Suposiciones del Anova	122
	Transformación de datos	130
	Anova de un factor con bloques	135
	Anova de dos factores	138
	Anova de dos factores con bloques	142
	Diseños factoriales 2^k	144
	Diseño 2^2	145
	Diseño 2^3	146
	Obtención de los residuos	149
	Prueba de Daniel	150

	<i>Tamaño de muestra</i>	155
	<i>Diseño con bloques</i>	158
	<i>Diseños fraccionados 2^k-P</i>	165
	<i>Fracciones mitad ($p = 1$)</i>	165
	<i>Fracciones cuartas ($p = 2$)</i>	174
	<i>Diseños con bloques</i>	176
Aplicación de un diseño fraccionado para disminuir el desperdicio		177
	<i>Gráficas multivari</i>	181
	<i>Soluciones</i>	184
5. Evaluar la capacidad del proceso		193
	<i>Gráficas de Control (GC)</i>	194
	<i>Gráficas de Control para variables</i>	195
	<i>Gráfica de control de medias y rangos</i>	196
	<i>Gráfica de lecturas individuales</i>	200
	<i>Gráficas de control para atributos</i>	204
	<i>Recálculo de límites de control</i>	214
Guía para la selección de gráficas de control		214
	<i>Interpretación de gráficas de control</i>	216
	<i>Capacidad del proceso</i>	221
	<i>Rendimiento de un proceso (Yield)</i>	237
	<i>Métrica de Seis-Sigma</i>	239
	<i>Soluciones</i>	248
6. Optimizar y robustecer el proceso		253
	<i>Diagrama de dispersión</i>	253
	<i>Causalidad y casualidad</i>	257
	<i>Análisis de regresión</i>	257
	<i>Regresión lineal simple</i>	258
	<i>Regresión lineal múltiple</i>	280
	<i>Regresión polinomial</i>	287
	<i>Métodos de selección de variables</i>	293
	<i>Superficies de respuesta (RSM)</i>	295
<i>Método del ascenso/descenso más pronunciado</i>		295
	<i>Obtención del punto estacionario</i>	310
	<i>Soluciones</i>	328
7. Controlar el proceso		335
	<i>Elementos de la producción</i>	335
<i>Análisis de modo y efecto de fallas (AMEF)</i>		337

Marco de referencia del AMEF	338
Pasos del AMEF (diseño y proceso)	339
Plan de control	350
Concepto de autocontrol	350
Concepto de dominancia	350
Formato del plan de control	351
Precontrol	352
Requisitos del precontrol	352
Reglas de operación	354
Ventajas del precontrol	355
Precontrol vs gráficas de control	355
Gráfica Cusum	356
Uso de las gráficas de Shewhart	356
Uso de la gráfica Cusum	356
Cusum tabular	356
Gráfica EWMA	359
Diseño de la gráfica EWMA	360
Soluciones	364

8. Resumen de un proyecto Seis-Sigma 369

1. Definir el problema	369
2. Describir el proceso	370
3. Evaluar el sistema de medición	372
4. Determinar las variables significativas	372
5. Evaluar la estabilidad y capacidad del proceso	374
6. Optimizar el proceso	374
7. Validar la mejora	376
8. Controlar el proceso	376
9. Mejorar continuamente	378

9. El método Taguchi 379

Conceptos	379
Diagrama P	380
Los siete puntos del Dr. Taguchi	381
Elementos del método Taguchi	383
Experimento introductorio: la catapulta	384
Diseño y análisis de experimentos	386
Análisis de atributos	390
Diseño de parámetros	393
Experimento avanzado: la catapulta	399
Plan de experimentación	401
Soluciones	402

Bibliografía 405

Referencias 409

Apéndice 411

Tablas F 413

Tabla t de Student 422

Tabla normal estándar (Z) 423

Tabla ji-cuadrada 424

Tablas para el Anom 425

Tabla para la prueba de Cochran 426

Tabla para la prueba de Duncan 426

Generación de diseños fraccionados 427

Tabla de constantes de gráficas de control 428

Tabla para la prueba de Durbin-Watson 429

Arreglos ortogonales y gráficas lineales 430