



ÍNDICE

	Página
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1. ANTECEDENTES	8
1.1 Definiciones	8
1.1.1 Tensión de fase a neutro	8
1.1.2 Tensión de fase a fase	8
1.1.3 Corriente	9
1.1.4 Frecuencia	9
1.1.5 Armónicos	9
1.1.6 Potencia	12
1.1.7 Energía	12
1.1.8 Factor de potencia	13
1.1.9 Transitorios de voltaje y de corriente	14
1.2 Sistemas de distribución	14
1.2.1 Disposiciones básicas de circuitos: plantas industriales	18
1.2.2 Disposiciones de circuitos básicos: edificaciones comerciales	27
1.2.3 Selección de tensiones del sistema: plantas industriales	28
1.2.4 Selección de tensiones de sistema: edificios comerciales	33
CAPÍTULO 2. CALIDAD DE LA ENERGÍA	34
2.1 Definición	34
2.2 Antecedentes de la calidad de la energía	35
2.3 Importancia de la calidad de la energía	36
2.4 Descripción de los principales disturbios en los sistemas eléctricos que afectan la calidad de la energía	37
2.4.1 Variación de voltaje de corta duración.	38
2.4.1.1 Amplificación “swells”	38
2.4.1.2 Depresión “sags”	39
2.4.2 Variaciones de voltaje de larga duración	39
2.4.2.1 Sobrevoltaje “overvoltage”	39
2.4.2.1 Bajovoltaje “undervoltage”	40
2.4.3 Transitorios	40
2.4.3.1 Impulso	40
2.4.3.2 Oscilación	41
2.4.4 Distorsión de forma de onda	41
2.4.4.1 Muesca “notch”	42



2.4.4.2	Ruido	42
2.4.4.3	Armónicos	43
2.4.4.4	Interarmónicos “interharmonics”	44
2.4.4.5	DC offset	45
2.5	Parpadeo “flickers”	45
2.6	Interrupciones de energía	46
2.7	Voltaje desbalanceado	46
2.8	Tecnologías comerciales de protección y mejora de la calidad de la energía	47
2.8.1	Nivel 1	47
2.8.1.1	Supresores de picos	47
2.8.1.2	Transformadores de aislamiento	50
2.8.2	Nivel 2 Acondicionadores de línea	52
2.8.3	Nivel 3	53
2.8.3.1	UPS	53
2.8.3.2	Plantas de emergencia	55
2.9	Corrección del factor de potencia y potencia reactiva	56
2.10	Visión de la tecnología que nos ayuda a mejorar la calidad de la energía	61
CAPÍTULO 3. CONFIABILIDAD		62
3.1	Definición	62
3.1.1	Método de Monte Carlo	63
3.1.2	Método de Harkov	63
3.2	Índices de confiabilidad	64
3.3	Clasificación de estados	65
3.4	Disponibilidad de energía eléctrica de un equipo eléctrico	65
3.5	Confiabilidad de un equipo eléctrico	67
3.6	Confiabilidad en sistemas paralelo	68
3.6.1	Sistema serie	68
3.6.2	Confiabilidad de elementos en paralelo	70
3.7	Tierras físicas	72
3.7.1	Conexión a tierra física	72
3.7.2	Valor de la resistencia de conexión a tierra física	73
3.7.3	Afectaciones de la resistencia de conexión a tierra física	73
3.7.3.1	Longitud y profundidad del electrodo de tierra física	74
3.7.3.2	Diámetro del electrodo de tierra física	74
3.7.3.3	Número de electrodos de tierra física	74
3.7.3.4	Diseño del sistema de conexión a tierra física	75
3.8	Método de medición a tierra física	75
3.8.1	Comprobación del conductor de tierra física	75
3.8.2	Medición de la resistividad del terreno	76
3.8.3	Métodos de caída de potencial	77
3.8.4	Método selectivo	78



3.8.5	Medición sin estacas (picas)	79
3.9.6	Método bipolar	80
3.9	Pararrayos	81
3.9.1	Claves para un buen proyecto de (SPDA)	82
3.9.2	Mitos y verdades	83
3.9.3	Cobre y pararrayos	84
3.10	Tiempo de Interrupción por Usuario (TIU)	85
CAPÍTULO 4. REGULADORES DE TENSIÓN		86
4.1	Fluctuación y regulación de tensión	86
4.2	Definición de regulador de tensión	95
4.3	Tipos de configuraciones en los reguladores de tensión	96
4.3.1	Regulación de tensión con zener	96
4.3.2	Reguladores de tensión con transistores	98
4.3.3	Reguladores de tensión con circuitos integrados	98
4.3.4	Reguladores conmutados	100
4.3.5	El autotransformador regulable	102
4.4	Tipos de reguladores por funcionamiento	103
4.4.1	Reguladores electromecánicos	104
4.4.2	Reguladores electrónicos	105
4.4.3	Reguladores ferrosónicos	107
4.5	Importancia y necesidad de mantenimiento a reguladores de tensión	110
4.6	Necesidad de regular la tensión	110
4.7	Razones para usar un regulador de tensión	111
CAPÍTULO 5. UNIDADES DE POTENCIA ININTERRUMPIDA “UPS”		112
5.1	Generalidades	112
5.2	Descripción general	117
5.2.1	Rectificador	118
5.2.2	Inversor	119
5.2.3	Interruptor estático	119
5.2.4	Detector y sensores	121
5.2.5	Especificaciones del sistema de energía ininterrumpible	122
5.3	Operación	124
5.3.1	Modo normal	125
5.3.2	Modo con batería	126
5.3.3	Modo a línea de derivación (bypass)	127
5.4	Procedimientos de operación	128
5.4.1	Procedimientos de arranque del sistema	128
5.4.2	Procedimiento a línea de derivación	130
5.4.3	Procedimiento de regreso a modo normal desde modo en derivación	131



5.4.4	Procedimiento de apagado por mantenimiento o total	132
5.5	Banco de baterías	133
5.5.1	Instalación y puesta en servicio	135
5.5.1.1	Carga de flotación	135
5.5.1.2	Carga de igualación	136
5.5.2	Pruebas de operación	136
5.5.2.1	Pruebas de descarga de capacidad	137
5.5.2.2	Pruebas de capacidad	138
5.5.3	Mantenimiento al banco de baterías	140
5.6	Mantenimiento a los sistemas de energía ininterrumpible	142
5.6.1	Información de seguridad	143
5.6.2	Instrucciones de operación y servicio	144
5.6.3	Tareas periódicas y mantenimiento preventivo	144
5.6.4	Mantenimiento correctivo	147
5.7	Recomendaciones de seguridad para operadores de los UPS	147
CAPÍTULO 6. REQUERIMIENTOS PARA LA SELECCIÓN DE UN UPS		150
6.1	Análisis de la carga	150
6.2	Requerimientos eléctricos generales para la instalación del UPS	158
6.2.1	Requerimientos de área	158
6.2.2	Cambios por hacer en la instalación actual	160
6.2.3	Canalización	160
6.2.4	Conexión principal del tablero general regulado hacia los tableros de distribución ubicados en la vertical de cada piso	161
6.2.5	Distribución del UPS	161
6.3	Análisis de trayectorias e instalación eléctrica	163
6.4	Tuberías	164
6.5	Cables en charolas	164
6.6	Selección y preparación del área adecuada para la instalación del UPS	165
6.7	Instalación de Planta de Emergencia para Energía Regulada e Ininterrumpida	167
6.8	Sistema de Escape	167
6.9	Aislamiento	169
6.10	Silenciador	169
6.11	Tubos flexibles	170
6.12	Material	171
6.13	Descarga de aire caliente	171
6.14	Admisión de aire frío	172
6.15	Otros Sistemas de enfriamiento	172
6.16	Máquinas enfriadas por aire	173
6.17	Sistema de combustible	173
6.18	Cuarto de máquinas	175



6.19	Cimentación	176
6.20	Conexiones eléctricas	177
6.21	Cables de fuerza	178
6.22	Conexión de tierra	178
6.23	Verificaciones finales	179
6.24	Condiciones externas con las que los equipos deben ser compatibles	181
CONCLUSIONES		184
ANEXOS		191
BIBLIOGRAFÍA		259