

# INDICE

## PRESENTACIÓN

<b>INSTRUMENTACIÓN EN VOLCANOLOGÍA. INTRODUCCIÓN</b>	1
Qué es un instrumento	1
Sistemas automáticos	4
Primer nivel de automatización	6
Segundo nivel de automatización	7
Tercer nivel de automatización	8
Cuarto nivel de automatización	8
Red de comunicaciones	10
Qué es una unidad de adquisición de datos	12
Computadores personales como sistemas de adquisición de datos	14

<b>REPRESENTACIÓN MATEMÁTICA</b>	17
Qué nos dice un instrumento	17
Medidas multiparamétricas	18
Sistemas analógicos y digitales	19
Muestreo y retención	20
Digitalización	21
Frecuencia de muestreo	23
Representación matemática	23
Filtros	27
Conversión analógico digital	28
Determinación de la respuesta en frecuencia	28
Aritmética binaria	29
Suma de números binarios	31
Números positivos y negativos	31
Multiplicación	32
Tipos de datos	33
Filtros digitales	35
Filtros FIR	36
Filtros IIR	42
Consideraciones sobre filtrado	43

<b>INTRODUCCIÓN A LA ELECTRÓNICA ANALÓGICA</b>	45
El amplificador operacional. Principios básicos	45
Función de transferencia de un circuito con realimentación negativa	46
Configuraciones básicas	47
Circuito con impedancia de entrada negativa	50

Filtros. Introducción	52
Filtros pasivos	53
Filtros activos	55
Filtros de orden elevado	57
Filtros de Butterworth	58
Diseño de un filtro anti-aliasing	60
Resolución de un conversor	61
Diseño de un filtro anti-aliasing para un conversor delta sigma	63
<b>SISTEMAS DE CONVERSIÓN ANALÓGICA DIGITAL</b>	67
Introducción	67
Conversión digital analógico	67
Errores de digitalización	69
Conversión analógico digital (ADC)	71
Conversores de alta resolución	75
Conversores analógico digital de alta resolución y aplicación general	76
Conversores de 12 bits.	83
Fuentes de alimentación	85
Software para el control de conversores analógico digital	86
Sistemas multiparamétricos. Formato de los datos	87
Procesado de los datos	88
Sistemas operativos	90
Sistemas de microcontrolador	90
Transmisión en serie	91
Software para computadores PC	98
Gestión del puerto serie	98
Recomendaciones	102
<b>MEDIDA DE GASES VOLCÁNICOS</b>	131
Introducción	131
Técnicas para el análisis de gases	134
Muestreo y análisis de gases volcánicos	137
Análisis de gases. Dispositivos de muestreo	138
Análisis de gases ácidos. Proceso	140
Determinaciones analíticas	140
Dispositivo electrónico	149
Determinación del CO <sub>2</sub> mediante detectores de infrarrojo	151
Métodos de la sonda y la cámara de acumulación	159
Sensores de estado sólido para la detección de gases volcánicos	161
Otros sensores	163
Medida del Radón	164
<b>MEDIDA DE DEFORMACIONES</b>	167
Métodos geodésicos. Introducción	167

Medida de la inclinación	167
Red geodésica	171
Redes GPS	172
Nivelación de lagos	175
Marcas y referencias	176
Sistemas automáticos	180
Medida electrónica de pequeñas deformaciones	180
Sensores de desplazamiento	182
Realización de un inclinómetro de péndulo vertical	194
Inclinómetro de burbuja	196
Extensómetro	197
Clinómetro de agua	201
Mareógrafo	203
Sensor para grandes desplazamientos	204

<b>OTRAS TÉCNICAS PARA EL SEGUIMIENTO DE LA ACTIVIDAD VOLCÁNICA</b>	205
Medida de temperaturas	205
Radiómetro	208
Pirómetro óptico	209
Termómetros mecánicos	210
Termómetros eléctricos	211
Vigilancia visual de volcanes	219
Métodos electromagnéticos	222
Detección de lahares	229
Micro-barógrafo	232

<b>GEÓFONOS</b>	235
Introducción	235
El geófono electromagnético	236
Geófonos capacitivos	238
Circuito equivalente a un geófono electromagnético	239
Ampliación de la respuesta de un geófono electromagnético	242
Otras consideraciones	250

<b>REGISTRO SÍSMICO ANALÓGICO</b>	251
Introducción	251
Registrador sísmico de tambor	252
Sistemas de telemetría sísmica analógica	261
Estación sísmica con telemetría analógica	262
Red sísmica analógica con registro digital centralizado	268
Realización practica	271
Otras posibilidades: sistemas híbridos	272

<b>SISTEMA DE REGISTRO SÍSMICO DIGITAL</b>	273
Introducción	273
Características de la señal sísmica en áreas volcánicas activas	274
Estación sísmica digital autónoma	277
Sistema de registro sísmico con telemetría	278
Software para el registro de la actividad sísmica	282
Implementación e Interfase de usuario	289
<b>TÉCNICAS DE ANTENA SÍSMICA EN VOLCANOLOGÍA</b>	293
Introducción	293
Técnicas de antenas sísmicas	294
Software para la operación de la antena	300
Instalación y operación	301
Análisis de los registros	302
<b>CENTRO DE ATENCIÓN PERMANENTE PARA LA GESTIÓN DE UNA CRISIS VOLCÁNICA</b>	305
Introducción	305
Centro de Atención Permanente	306
Sistema de computación	307
Comunicaciones entre aplicaciones	310
Protocolos de comunicación	312
Información de acceso público durante una crisis	312
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	315
<b>DIRECCIONES ÚTILES EN INTERNET</b>	325
<b>APENDICES</b>	327
Prácticas de instrumentación	327
Mástiles y soportes	331
Casetas para instrumentos	333
Amplificación anómala: efecto suelo	335
Mini bomba para pequeños flujos de gas	337
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	313
<b>DIRECCIONES ÚTILES EN INTERNET</b>	323
<b>APENDICES</b>	
Prácticas de instrumentación	325
Mástiles y soportes	329
Casetas para instrumentos	331
Amplificación anómala: efecto suelo	333