

INDICE

Prefacio	XI
Del Prefacio a la Primera Edición	XIII
1. Panorama	
1.0. Introducción	1
1.1. Señales	1
1.2. Sistemas	3
1.3. El dominio de la frecuencia	4
1.4. Del concepto a la aplicación	7
2. Señales Analógicas	
2.0. Alcance y objetivos	8
2.1. Señales	8
2.2. Operaciones sobre señales	12
2.3. Simetría de señales	14
2.4. Señales armónicas y senoides	16
2.5. Señales encontradas comúnmente	18
2.6. La función impulso	21
2.7. El doblete	26
2.8. Momentos	28
Problemas	30
3. Señales Discretas	
3.0. Alcance y objetivos	39
3.1. Señales discretas	39
3.2. Operaciones sobre señales discretas	41
3.3. Diezmación e interpolación	44
3.4. Señales discretas comunes	47
3.5. Armónicas y senoides de tiempo discreto	49
3.6. Alias y teorema de muestreo	52
3.7. Señales aleatorias	55
Problemas	59
4. Sistemas Analógicos	68
4.0. Alcance y objetivos	68
4.1. Introducción	68
4.2. Clasificación de sistemas	70
4.3. Análisis de sistemas LTI	76
4.4. Sistemas LTI descritos con ecuaciones diferenciales	76
4.5. Respuestas al impulso de los sistemas LTI	81
4.6. Estabilidad de sistemas	85
4.7. Ejemplo orientados a la aplicación	86
Problemas	89
5. Sistemas en Tiempo Discreto	96
5.0. Alcance y objetivos	96
5.1. Operadores en tiempo discreto	96
5.2. Clasificación de sistemas	97
5.3. Filtros digitales	101
5.4. Filtros digitales descritos con ecuaciones de diferencias	103
5.5. Respuesta al impulso de los filtros digitales	111
5.6. Estabilidad de los sistemas LTI discretos en tiempo	115

5.7. Conexiones; representación de sistemas en varias formas	116
5.8. Ejemplos orientados a aplicaciones	117
Problemas	121
6. Convolución Continua	130
6.0. Alcance y objetivos	130
6.1. Introducción	130
6.2. Convolución de algunas señales comunes	133
6.3. Algunas propiedades de la convolución	135
6.4. Convolución por intervalos (convolución gráfica)	138
6.5. Estabilidad y causalidad	144
6.6. Respuesta de entradas periódicas	146
6.7. Convolución periódica	150
6.8. Conexiones: convolución y método de transformadas	151
6.9. Propiedades de la convolución basadas en momentos	153
6.10. Correlación	156
Problemas	160
7. Convolución Discreta	169
7.1. Alcance y objetivos	169
7.1. Convolución discreta	169
7.2. Propiedades de la convolución	171
7.3. Convolución de secuencias finitas	172
7.4. Estabilidad y causalidad de sistemas LTI	177
7.5. Respuestas de los sistemas a entradas Periódicas	178
7.6. Convolución periódica	180
7.7. Relaciones: convolución discreta y métodos de transformadas	183
7.8. Convolución inversa	185
7.9. Correlación discreta	187
Problemas	189
8. Series de Fourier	197
8.0. Alcance y objetivos	197
8.1. Series de Fourier	197
8.2. Simplificadores mediante la simetría de la señal	201
8.3. Teorema de Parsival y potencia en señales periódicas	205
8.4. Espectro de señales periódicas	207
8.5. Propiedades de las serie de Fourier	210
8.6. Reconstrucción de la señal y fenómeno de Gibbs	216
8.7. Respuesta de un sistema a entradas periódicas	221
8.8. Ejemplo orientados a aplicaciones	224
8.9. Núcleo de Dirichlet y efecto Gibbs	226
8.10. Series de Fourier, ortogonalidad y mínimos cuadrados	230
8.11. Existencia, convergencia y unicidad	232
8.12. Perspectiva histórica	234
Problemas	238
9. Transformada de Fourier	248
9.0. Alcance y objetivos	248
9.1. Introducción	248
9.2. Pares de transformadas de Fourier y sus propiedades	252
9.3. Análisis de sistemas mediante la transformada de Fourier	271

9.4. Respuesta en frecuencia de filtros	275
9.5. Energía y densidad espectral de potencia	282
9.6. Medidas tiempo – ancho de banda	284
Problemas	289
10. Modulación	300
10.0. Alcance y objetivos	300
10.1. Modulación en amplitud	300
10.2. AM de banda lateral única	310
10.3. Modulación angular	312
10.4. Modulación angular de banda ancha	316
10.5. Demodulación de señales de F;	319
10.6. Transformada de Hilbert	321
Problemas	326
11. Transformada de Laplace	330
11.0. Alcance y objetivos	330
11.1. Transformada de Laplace	330
11.2. Propiedades de la transformada Laplace	332
11.3. Polos y ceros de la función de transferencia	339
11.4. Transformada inversa de Laplace	340
11.5. El plano s y la estabilidad BIBO	344
11.6. La transformada de Laplace y el análisis de sistemas	347
11.7. Conexiones	358
Problemas	360
12. Aplicación de la Transformada de Laplace	367
12.0. Alcance y objetivos	367
12.1. Respuesta en frecuencia	367
12.2. Filtros de fase mínima	369
12.3. Gráficas de Bode	370
12.4. Medidas de desempeño	378
12.5. Retroalimentación	382
12.6. Aplicación de la retroalimentación: lazo de amarre en fase	387
Problemas	390
13. Filtros Analógicos	398
13.0. Alcance y objetivos	398
13.1. Introducción	398
13.2. Proceso de diseño	402
13.3. Filtro de Butterworth	403
13.4. Aproximación de Chebyshev	412
13.5. Aproximación de Chebyshev inversa	421
13.6. Aproximación elíptica	427
13.7. Aproximación de Bessel	432
Problemas	440
14. Muestreo y Cuantización	446
14.0. Alcance y objetivos	446
14.1. Muestreo ideal	446
14.2. Muestreo, interpolación y recuperación de la señal	456
14.3. Cuantificación	460
14.4. Procesamiento digital de señales analógicas	465

14.5. Disco compacto de audio digital	470
14.6. Procesadores de intervalo dinámico	472
Problemas	475
15. Transformada de Fourier de Tiempo Discreto	482
15.0. Alcance y objetivos	482
15.1. Transformada discreta de Fourier	482
15.2. Conexiones: la DTFT y la transformada de Fourier	483
15.3. Propiedades de la DTFT	487
15.4. Función de transferencia	494
15.5. Análisis de sistemas usando la DTFT	499
15.6. Conexiones	501
15.7. Filtros ideales	504
15.8. Algunos filtros tradicionales y no tradicionales	509
15.9. Respuesta en frecuencia de algoritmos discretos	512
15.10. Sobremuestreo y conversión de la tasa de muestreo	515
Problemas	520
16. La DFT y la FFT	535
16.0. Alcance y objetivos	535
16.1. Introducción	535
16.2. Propiedades de la DFT	536
16.3. Conexiones	542
16.4. Aproximación de la DTFT por medio de la DFT	544
16.5. La DFT de señales periódicas y las DFS	546
16.6. DFT de señales no periódicas	552
16.7. Alisamiento espectral por medio de ventanas de tiempo	555
16.8. Aplicaciones en el procesamiento de señales	563
16.9. Estimación del espectro	566
16.10. Formulación matricial de la DFT y la IDFT	569
16.11. La FFT	571
16.12. ¿Por qué longitudes iguales para la DFT y la IDFT?	577
Problemas	581
17. Transformada z	592
17.0. Alcance y objetivos	592
17.1. Transformada z bilateral	592
17.2. Propiedades de la transformada z bilateral	596
17.3. Polos, ceros y el plano z	600
17.4. Función de transferencia	602
17.5. Transformada z inversa	605
17.6. Transformada z unilateral	613
17.7. Transformada z y análisis de sistemas	618
17.8. Respuesta de frecuencia	621
17.9. Conexiones	624
Problemas	625
18. Aplicaciones de la Transformada z	637
18.0. Alcance y objetivos	637
18.1. Obtención de la función de transferencia	637
18.2. Sistemas interconectados	640
18.3. Sistemas de fase mínima	672

18.4. Interpolación gráfica de la respuesta en frecuencia	645
18.5. Ejemplos orientados a las aplicaciones	649
18.6. Filtros pasa – todo	658
18.7. Ejemplo orientados a las aplicaciones: efectos audiodigitales	660
Problemas	664
19. Filtros Digitales IIR	673
19.1. Alcance y objetivos	673
19.2. Introducción	673
19.3. Diseño de filtros IIR	674
19.4. La transformada z equivalente para formas factorizadas	684
19.5. Proyecciones a partir de algoritmos discretos	685
19.6. Transformación bilineal	691
19.7. Transformaciones espectrales para filtros IIR	694
19.8. Procedimiento de diseño para filtros IIR	703
Problemas	707
20. Filtros Digitales FIR	715
20.0. Alcance y objetivos	715
20.1. Secuencias simétricas y fase lineal	715
20.2. Diseño con base en ventanas	720
20.3. Filtros FIR de media banda	733
20.4. Diseño de filtros FIR mediante el muestreo de la frecuencia	736
20.5. Diseño de filtros FIR de fase lineal óptima	740
20.6. Aplicación: interpolación y decimación de etapas múltiples	744
20.7. Filtros FIR máximamente planos	748
20.8. Diferenciadores FIR y transformadores de Hilbert	749
20.9. Mínimos cuadrados y procesamiento de señales adaptables	751
Problemas	754
21. Ejemplos en MATLAB	762
21.0. Introducción	762
21.1. La caja de herramientas ADSP y su instalación	762
21.2. Sugerencias y señalamiento de MATLAB	763
21.3. Programas de interfaz gráfica del usuario	765
21.4. La caja de herramientas ADSP	766
21.5. Ejemplos del código MATLAB	769
Referencias	798
Índice	801