

**PRIMERA PARTE: MODELOS DINÁMICOS DEL BOGIE Y LA VÍA**

<b>Introducción - Sistemas lineales</b> .....	<b>25</b>
<b>Capítulo 1 - El sistema dinámico más sencillo. Un grado de libertad</b> .....	<b>33</b>
1.1.- Solución analítica. Vibraciones libres. Amortiguamiento nulo. Frecuencia propia del sistema .....	36
1.2.- Solución analítica. Vibraciones libres. Amortiguamiento no nulo .....	37
1.3.- Solución analítica. Vibraciones forzadas .....	40
1.4.- Solución analítica por series de potencias .....	42
1.5.- Solución analítica por la respuesta del sistema al impulso. La integral de Convolución o de Duhamel .....	43
1.6.- Sistema masa-resorte. Soluciones numéricas .....	48
1.6.1.- <i>Diferencias finitas, vibraciones libres</i> .....	49
1.6.1.1.- <i>Integración con Excel del sistema de diferencias finitas, vibraciones libres</i> ....	50
1.6.2.- <i>Integración por diferencias finitas, vibraciones forzadas</i> .....	51
1.6.3.- <i>Diferencias finitas. Algoritmos de Runge-Kutta</i> .....	54
1.6.4.- <i>Solución numérica con las ode45 de Matlab</i> .....	55
1.6.5.- <i>Solución numérica con Simulink de Matlab</i> .....	59
1.6.6.- <i>Soluciones analítica y numérica de una masa o un sistema lineal                 por la Transformada de Laplace</i> .....	61
1.6.7.- <i>Solución numérica por la Función de Transferencia de Laplace con Matlab.                 El comando "tf" y el comando "lsim"</i> .....	65
1.6.8.- <i>Solución numérica por la Ecuación de Estado</i> .....	67
1.6.8.1.- <i>Expresión matricial de la ecuación diferencial del                         movimiento del modelo</i> .....	68
1.6.8.2.- <i>Integración de la Ecuación diferencial matricial</i> .....	69
1.6.8.3.- <i>Cálculo iterativo</i> .....	70
1.6.8.4.- <i>Cálculo de la Matriz de Transición de Estado y de la Matriz                         de Respuesta Parcial</i> .....	72
1.6.8.5.- <i>Integración de la Ecuación de Estado directamente con Matlab</i> .....	72
1.6.8.6.- <i>Integración de la Ecuación de Estado con Matlab. El comando                         "lsim" para sistemas lineales</i> .....	74
1.6.9.- <i>Soluciones por la Transformada z</i> .....	77
1.6.10.- <i>Soluciones por la Transformada de Fourier</i> .....	78
1.6.11.- <i>Los esfuerzos dinámicos sobre la vía. Una masa con resorte</i> .....	79
Diferenciación e integración en Matlab .....	80
1.7.- Sistema masa-resorte-amortiguamiento. Soluciones numéricas .....	83
1.7.1.- <i>Diferencias finitas, vibraciones libres</i> .....	83
1.7.1.1.- <i>Amortiguamiento. Integración con Excel del sistema, vibraciones libres</i> .....	83
1.7.2.- <i>Diferencias finitas, vibraciones forzadas</i> .....	84

1.7.3.- Solución numérica por la Ecuación de Estado, directa con Matlab	85
1.7.4.- Solución numérica con Simulink de matlab	87
1.7.5.- Soluciones analítica y numérica por la Transformada de Laplace	88
1.7.6.- Solución numérica por la Función de Transferencia de Laplace con Matlab y el comando "lsim"	89
1.7.7.- Solución numérica por la Función de Transferencia de Laplace con Simulink	90
1.7.8.- Solución numérica por la Ecuación de Estado. Visual C++	92
1.7.9.- Solución numérica por la Ecuación de Estado, directa con Matlab	97
1.7.10.- Solución numérica por diferencias finitas en Excel	98
1.7.11.- Solución numérica por convolución o la integral de Duhamel	99
1.7.12.- Los esfuerzos dinámicos sobre la vía. Una masa con resorte y amortiguador	99
1.8.- Influencia de la frecuencia propia en las oscilaciones de la masa	100
<b>Capítulo 2 - El cuarto de bogie. Sistema dinámico de dos grados de libertad</b>	<b>107</b>
2.1.- Ecuaciones diferenciales del movimiento del modelo	109
2.2.- Solución por diferencias finitas	111
2.3.- Integración del sistema por diferencias finitas	112
2.4.- Rutina de cálculo en C++ para este algoritmo	114
2.5.- Integración por diferencias finitas en Excel	117
2.6.- Integración directa por diferencias finitas en Matlab	118
2.7.- Integración por el método de la Ecuación de Estado con Visual C++	119
2.8.- Integración por el método de la Ecuación de Estado directa con Matlab	125
2.9.- Obtención de la función de transferencia a partir de la Ecuación de Estado del sistema	127
2.10.- Solución numérica del movimiento de dos masas con las rutinas ode45 de Matlab	129
2.11.- Solución numérica del movimiento de dos masas con Simulink	132
2.12.- Movimiento de dos masas por la Ecuación de Estado con el comando "lsim" de Matlab para sistemas lineales	134
2.13.- Movimiento de dos masas por la Función de transferencia de Laplace con Matlab y el comando "lsim"	137
2.14.- Dos sistemas lineales en serie. La función de transferencia de varias masas vibrantes	140
2.15.- Frecuencias propias del sistema de dos masas	143
2.16.- Los esfuerzos dinámicos sobre la vía. Modelo de dos masas	144
<b>Capítulo 3 - Los modelos de bogie de tres y cuatro masas. Sistemas lineales dinámicos de tres y cuatro grados de libertad</b>	<b>147</b>
3.1.- Solución numérica del movimiento de tres masas con las rutinas ode45 de Matlab	149
3.2.- Solución por la Ecuación de Estado, directa con Matlab	153
3.3.- Solución numérica del movimiento de tres masas con Simulink	155
3.4.- Movimiento de tres masas por la Función de transferencia de Laplace con Matlab y el comando "lsim"	159
3.5.- Tres sistemas lineales en serie. Función de transferencia de tres masas vibrantes	160
3.6.- Los esfuerzos dinámicos sobre la vía. Modelo de tres masas	164
3.7.- Vibraciones del tren. Aplicaciones del modelo de 3 masas	165
3.8.- Solución numérica del movimiento de cuatro masas con Matlab	166
3.8.1.- Solución numérica del movimiento de cuatro masas con las rutinas ode45 de Matlab	166

3.8.2.- Solución numérica del movimiento de 4 masas con Simulink .....	169
3.8.3.- Solución numérica del movimiento de 4 masas con Matlab por acoplamiento en serie de las funciones de transferencia de cada masa .....	169
3.9.- Frecuencias propias del sistema de tres y cuatro masas .....	171
3.10.- Los esfuerzos dinámicos sobre la vía. Modelo de cuatro masas .....	173
<b>Capítulo 4 - El modelo de medio bogie. Sistema dinámico de cuatro grados de libertad.</b>	
<b>Balanceo del vehículo .....</b>	<b>175</b>
4.1.- El modelo de medio bogie. Ecuaciones del movimiento .....	177
4.2.- El modelo de medio bogie. Solución por diferencias finitas .....	180
4.2.1.- Medio bogie. Solución por diferencias finitas (matricial) con Visual C++ .....	183
4.2.2.- Medio bogie. Solución por diferencias finitas (matricial) con Matlab .....	188
4.3.- El modelo de medio bogie. Solución por el método de la Ecuación de Estado .....	190
4.4.- Solución por el método de la Ecuación de Estado con Matlab con los comandos lsim y ss .....	193
4.5.- El modelo de medio bogie con eje rígido .....	199
4.5.1.- El modelo de medio bogie con eje rígido. Solución por diferencias finitas .....	202
4.5.2.- Solución del medio bogie con eje rígido por diferencias finitas, matricial .....	204
4.5.3.- Listado del programa en Visual C++ .....	205
4.5.4.- Medio bogie con eje rígido. Solución por diferencias finitas (matricial) con Matlab .....	209
4.5.5.- Solución por el método de la Ecuación de Estado .....	209
<b>Capítulo 5 - El modelo de bogie entero con ruedas independientes</b>	
<b>Sistema dinámico de siete grados de libertad. Balanceo y cabeceo del vehículo .....</b>	<b>213</b>
5.1.- El modelo de bogie entero. Ecuaciones del movimiento .....	215
5.2.- El modelo de bogie entero con ruedas independientes. Solución por diferencias finitas .....	220
5.2.1.- Solución por iteraciones .....	223
5.2.1.1.- Solución por diferencias finitas matricial con Matlab .....	226
5.3.- Solución por el método de la Ecuación de Estado .....	229
5.3.1.- Solución por el método de la Ecuación de Estado directo con Matlab .....	233
5.4.- Solución por el método de la Ecuación de Estado con lsim y ss. en Matlab .....	235
<b>Capítulo 6 - El modelo de bogie entero con ejes rígidos .....</b>	<b>239</b>
6.1.- El modelo de bogie entero con eje rígido .....	241
6.2.- Solución por el método de la Ecuación de Estado .....	246
<b>Capítulo 7 - La mecánica vertical de la vía .....</b>	<b>257</b>
7.1.- Viga continua sobre terreno elástico. Método de Zimmermann-Timoshenko .....	259
7.1.1.- Cargas estáticas. Las ecuaciones de Zimmermann-Timoshenko .....	261
7.1.2.- Cargas estáticas. La vía sobre traviesas. Adaptación de las ecuaciones de Zimmermann-Timoshenko .....	269
7.1.3.- Ejemplo de aplicación de las ecuaciones de Zimmermann-Timoshenko para un eje aislado .....	271
7.1.4.- Ejemplo de aplicación de las ecuaciones de Zimmermann-Timoshenko para un bogie .....	273

7.2.- Cargas cuasiestáticas sobre la vía .....	279
7.3.- Cargas dinámicas sobre la vía .....	282
7.3.1.- Expresiones empíricas para el coeficiente dinámico .....	282
7.3.2.- Expresiones empíricas de la DB, Alemania .....	283
7.3.3.- Expresiones empíricas de la SNCF, Francia .....	284
7.3.4.- Otras expresiones empíricas del factor de amplificación dinámica $\phi$ .....	286
7.3.5.- Estimación actual de las sobrecargas dinámicas .....	286
<b>Capítulo 8 - Carril como viga continua sobre apoyos elásticos discretos .....</b>	<b>287</b>
8.1.- Método de Unold-Dischinger-Lorente de Nó .....	289
8.2.- Carga aislada en un tramo entre dos traviesas .....	293
8.3.- Carga encima de un apoyo, caso de la rueda sobre una traviesa .....	294
Ejemplo de la vía del AVE de Zaragoza (1ª parte) .....	294
8.4.- Carga en el centro de un vano .....	296
Ejemplo de la vía del AVE de Zaragoza (2ª parte) .....	296
8.5.- Valores en el tramo contiguo descargado .....	297
Ejemplo de la vía del AVE de Zaragoza (3ª parte) .....	298
8.6.- Relación de recurrencia para los siguientes tramos descargados .....	297
8.7.- Rueda sobre una traviesa: cargas y descensos de las demás traviesas .....	300
<b>Capítulo 9 - Los esfuerzos dinámicos de la masa no suspendida sobre el carril .....</b>	<b>307</b>
9.1.- Deformación del carril al pasar el eje entre dos traviesas. Esfuerzos dinámicos .....	309
9.2.- Asientos diferenciales de la vía al variar su rigidez vertical .....	317
9.3.- Ejemplo de utilización de los modelos: Esfuerzos dinámicos sobre el carril para distintas rigideces verticales globales de la vía .....	319
9.4.- Las transiciones de terraplén a obra de fábrica .....	323
9.5.- El modelo de tres masas. Efecto de la caja sobre los esfuerzos dinámicos de la masa no suspendida .....	329
9.6.- Energía disipada en la vía en función de su rigidez vertical al paso del eje .....	335
9.7.- Planos de rueda, ovalización. Juntas de carriles .....	338
<b>Capítulo 10 - Algunos valores de las constantes de la vía .....</b>	<b>345</b>
10.1.- Los trabajos de Francia y la ORE en los años 70 .....	347
10.2.- Valores actuales .....	352
Rigidez del contacto entre rueda y carril .....	352
Rigideces de las placas de asiento o "pad" bajo el carril .....	355
Rigideces de la infraestructura: balasto, subbalasto y plataforma .....	356
Rigidez vertical normal .....	357
Valores medidos en Suecia (Dahlberg, 2006) .....	358
Valores recomendados por López Pita .....	359
Valores de la rigidez vertical en las vías de balasto en Alemania .....	362
Otros valores que aparecen en la literatura .....	365
Valores para ferrocarriles de vía métrica de balasto en Japón .....	366
10.3.- Rigidez de las vías AVE de Sevilla y Barcelona .....	367
Una posible explicación al movimiento lateral de la vía AVE de Barcelona .....	370
10.4.- La vía en placa española del tramo Ricla-Calatorao .....	373

10.5.- La vía en placa del Shinkansen japonés .....	375
10.6.- La vía en placa Rheda 2000 .....	378
10.7.- Los tramos de ensayo de vía en placa de Benicassim .....	380
10.8.- Las cuñas de transición terraplén-estructura o bloques técnicos .....	383
10.9.- La diferencia entre el comportamiento dinámico del camión y del AVE .....	392
10.10.-Soluciones para el problema de los saltos en la rigidez vertical de la vía .....	394
<b>Capítulo 11 - Algunos valores de las constantes del material móvil .....</b>	<b>397</b>
11.1.- Tren Siemens ICE3, AVE serie 103 .....	399
11.1.1.- Masas no suspendidas .....	400
11.1.2.- Masas sometidas a suspensión primaria .....	400
11.1.3.- Masas sometidas a suspensión secundaria .....	401
11.2.- Trenes Talgo 250 y Alta Velocidad 350 .....	402
11.3.- Trenes AVE Alstom .....	404
11.4.- Tren CAF-Siemens-Bombardier serie 3000 Metro de Madrid .....	405
11.5.- Datos de los trenes series 2000, 5000, 6000, 7000 y 9000 de Metro de Madrid .....	407
11.6.- Datos de los trenes Shinkansen de Japón .....	415
<b>Capítulo 12 - Los sistemas reales con centenares de grados de libertad</b>	
<b>El software multibody. SIMPACK y ADAMS .....</b>	<b>419</b>
12.1.- La solución de los sistemas reales con centenares de grados de libertad .....	421
12.2.- El software multibody, MBS .....	423
<b>Capítulo 13 - Un indicador de la calidad de la vía .....</b>	<b>431</b>
13.1.- El indicador IRI de la regularidad de un pavimento .....	433
13.2.- El indicador de la calidad de una vía férrea .....	441
Indice de calidad conjunta de los dos hilos: Índice de Balanceo .....	449
<b>Capítulo 14 - Causas de los cambios de rigidez vertical de la vía. Ejemplos en</b>	
<b>trazados de alta velocidad .....</b>	<b>451</b>
14.1.- Ejemplo nº 1.- Los terraplenes del AVE de Sevilla. El cruce de Sierra Morena .....	459
14.2.- Ejemplo nº 2.- AVE Madrid-Barcelona .....	473
14.3.- Ejemplo nº 3.- El tramo de Alta Velocidad reducida de Córdoba-Málaga .....	489
14.4.- Ejemplo nº 4.- El AVE de Valencia-Levante. Tramos Cuenca-Motilla y Motilla- Valencia .....	499
14.5.- Ejemplo nº 5.- El AVE del Noroeste. Tuneles de Guadarrama y de San Pedro .....	507
14.6.- Ejemplo nº 6.- El AVE del Noroeste. AVE de Galicia. Tramo Lubián-Orense .....	512
14.7.- Ejemplo nº 7.- El AVE del Noroeste. AVE de Galicia. Tramo Orense-Lalín-Santiago .....	518
14.8.- Ejemplo nº 8.- Los Shinkansen de Japón .....	522
14.9.- Conclusiones para el alumno .....	531

SEGUNDA PARTE: LAS SEÑALES DIGITALES EN INGENIERÍA FERROVIARIA

<b>Capítulo 1 - Las señales digitales</b> .....	<b>543</b>
1.1.- Introducción .....	545
1.2.- Las señales digitales y el mantenimiento de la vía ferroviaria .....	547
1.3.- Las señales digitales y los pavimentos de las carreteras .....	551
<b>Capítulo 2 - El desarrollo en serie de Fourier. La Transformada Discreta, TDF</b> .....	<b>553</b>
2.1.- El desarrollo en serie de Fourier .....	555
2.2.- La Transformada Discreta de Fourier, TDF .....	560
2.3.- Rutina de cálculo en Visual C++ de la Descomposición Discreta de Fourier .....	565
2.4.- Rutina de cálculo de la TDF en Matlab .....	567
2.5.- Rutina de cálculo de la TDF en Visual Basic en Excel .....	570
2.6.- La varianza de la serie. El teorema de Parseval de funciones discretas .....	572
2.7.- Características de la TDF. Frecuencias de Nyquist, Aliasing y Leakage .....	573
2.8.- Características de la TDF. La pendiente de la vía .....	579
<b>Capítulo 3 - La Transformada Rápida, FFT</b> .....	<b>581</b>
3.1.- La Transformada rápida de Fourier (Fast Fourier Transform, FFT) .....	583
3.2.- La rutina FFT del Profesor José Puy .....	584
3.3.- La FFT en Matlab .....	594
3.4.- Reconstrucción del perfil original de la vía .....	596
3.5.- Ventajas y desventajas de la FFT sobre la TDF .....	596
<b>Capítulo 4 - La "Densidad espectral de energía de los defectos de la vía"</b> .....	<b>597</b>
4.1.- La "densidad espectral de energía" .....	599
4.2.- Inclinación de los espectros de amplitudes de vías férreas y carreteras .....	604
4.3.- Espectros de energía de oleaje y espectros de registros de marea .....	605
4.4.- Las irregularidades del carril o del pavimento y la pendiente de la vía férrea o la carretera .....	606
4.5.- Perfil y periodograma de una vía real. Línea 9 de Metro de Madrid .....	608
Análisis de un tramo horizontal .....	611
Tramo de Viaducto horizontal .....	614
Primeras diferencias del perfil de la vía .....	615
Segundas diferencias del perfil de la vía .....	617
4.6.- Ejemplos de análisis espectrales de pavimentos de autovías españolas .....	618
4.7.- Un ejemplo de análisis. Defectos horizontales de montaje de vía en Línea 8 .....	621
4.8.- Otro ejemplo. Losa de calzada del bypass sur de la M-30 en Madrid .....	623
4.9.- Cómo debe Interpretarse el periodograma o espectro del perfil longitudinal de una vía férrea o una carretera .....	625
A.- División del número de puntos del perfil a la mitad y análisis de las dos mitades .....	626
B.- Eliminación de la pendiente del perfil longitudinal (o "tendencia de la serie") .....	626
C.- Variación del intervalo de muestreo .....	627

<b>Capítulo 5 -</b>	<b>Los Filtros Digitales</b>	<b>629</b>
5.1.-	Introducción	631
5.2.-	Los filtros analógicos más sencillos. Las medias móviles, la regla de 3 m, el antiquísimo viógrafo y las modernas bateadoras	631
	Las medias móviles	631
	Media móvil de 3 puntos	631
	Media móvil de 2 puntos	633
	La Regla rodante de 3 m	634
	El antiquísimo viógrafo	638
	Los coches auscultadores de vía Mauzin	641
	Las bateadoras modernas	641
	5.2.1.- <i>La primera diferencia de la serie de cotas</i>	644
	5.2.2.- <i>La segunda diferencia de la serie</i>	645
5.3.-	El filtro autorregresivo de Butterworth	647
	5.3.1.- <i>Serie de datos</i>	647
	5.3.2.- <i>Expresión del perfil longitudinal como ecuaciones en diferencias</i>	648
	5.3.3.- <i>La transformada z del perfil y el operador de retardo</i>	649
	5.3.4.- <i>Los filtros digitales. Paso alto, paso bajo, banda de rechazo y pasabanda o banda de paso</i>	652
	Filtros MA (de Moving Average. Media móvil). Filtros FIR	655
	Filtros AR (de Autoregresivos). Filtros IIR	655
	Filtros ARMA (de MA y Auto regresivos)	655
5.4.-	Diseño de un filtro digital sencillo. Filtro AR seno de Butterworth, de paso bajo de orden 2	656
5.5.-	Diseño de un filtro seno de Butterworth general de paso bajo. Método de Otnes-Enochson	661
<b>Capítulo 6 -</b>	<b>Los métodos paramétricos de estimación</b>	<b>665</b>
6.1.-	Generalidades	667
6.2.-	Deducción de la densidad espectral por métodos paramétricos	668
6.3.-	Densidad espectral de la sucesión AR	668
6.4.-	Cálculo de los coeficientes $a_i$ . Autocorrelación de la sucesión. Ecuaciones de Yule-Walker	669
6.5.-	Otros métodos de estimación de los parámetros	670
6.6.-	Cálculo de la matriz $X'X$	672
6.7.-	Solución del sistema Yule-Walker. Algoritmo de Levinson-Durbin	673
6.8.-	Cálculo del módulo del denominador	674.
6.9.-	Módulo de la función de densidad espectral	676
6.10.-	Aplicaciones prácticas y ejemplo	676
6.11.-	Conclusiones	678
<b>Capítulo 7 -</b>	<b>Programas de filtrado en Matlab</b>	<b>681</b>
7.1.-	Introducción	683
7.2.-	Filtrado en longitudes de onda	684
	7.2.1.- <i>Filtros de paso bajo (pasan frecuencias bajas y longitudes de onda altas)</i>	684
	Filtros Butterworth	684

1ª parte: creación del perfil, creación del filtro y filtrado del perfil .....	684
2ª parte: obtención de los periodogramas de los perfiles original y filtrado .....	685
Filtros Chebyshev .....	686
Filtros elípticos .....	687
7.2.2.- Filtros de paso alto (pasan frecuencias altas y longitudes de onda bajas) .....	688
7.2.3.- Filtros pasabanda (pasan longitudes de onda comprendidas entre las dos de corte) .....	688
7.3.- Filtrado en frecuencias .....	690
7.3.1.- Filtros de paso alto (pasan las frecuencias altas) .....	690
Filtros Butterworth .....	690
Filtros Chebyshev y Elípticos .....	692
7.3.2.- Filtros de paso bajo y pasabanda .....	692
7.4.- El filtrado por convolución. Rutinas de G.Banzo .....	693
7.5.- El filtro perfecto: filtrado por borrado en el periodograma. Rutinas de C. Rodríguez y J. Blanquer .....	698
7.6.- Ejemplo: AVE de Barcelona. Aceleraciones laterales .....	701
<b>Capítulo 8 - Ejemplo de aplicación global (I). Aceleraciones y frecuencias propias del eje montado, bogie y caja .....</b>	<b>707</b>
8.1.- El modelo de una masa, eje montado y vía .....	709
8.2.- El modelo de dos masas, eje montado y bogie .....	712
8.3.- El modelo de tres masas, eje montado, bogie y caja .....	715
<b>Capítulo 9 - Ejemplo de aplicación global (II). Gráficos waterfall de los periodogramas de aceleraciones laterales del AVE de Zaragoza .....</b>	<b>719</b>
9.1.- El esquema waterfall de los 500 km del tramo .....	721
9.2.- Gráfico waterfall de detalle del tramo de terraplenes Guadalajara-Calatayud .....	725
<b>Capítulo 10 - La medida del perfil longitudinal del carril .....</b>	<b>729</b>
<b>Capítulo 11 - El confort ferroviario y la Norma UNE-ENV 12299 .....</b>	<b>745</b>
11.1.- Medición de los datos para la comodidad media .....	747
Programa en Matlab. Trabajo en frecuencias .....	751
Programa en Matlab. Dominio del tiempo .....	755
<b>Capítulo 12 - Reducción de vibraciones .....</b>	<b>759</b>
Análisis previos al estudio de vibraciones debidas al tren .....	761
Ejemplo. Edificio en Madrid .....	763
12.1.- La manta elástica bajo la vía .....	765
12.1.1.- Solución por diferencias finitas .....	767
La reducción de vibraciones en la nueva vía de Metrosur en Madrid .....	771
- Sistema bloque con corkelast y sujeción Vossloh .....	772
- Sistema bloque con sujeción Vanguard de Pandrol .....	772
- Sistema bloque Edilon EDL-BS-201 ms. Bloque "superelástico" .....	773
- Manta elástica Sylomer bajo placa de hormigón .....	774
- Manta elástica Tiflex bajo placa de hormigón .....	774

Aceleraciones medidas en hastiales del túnel .....	776
Aceleraciones medidas en superficie de la calle .....	777
Descenso de apoyos .....	778
Deformación horizontal. Variación del ancho de vía .....	779
12.1.2.- <i>La reducción de vibraciones en el Teatro Real de Madrid</i> .....	779
<b>Índice de programas de ordenador</b> .....	<b>783</b>
<b>Bibliografía</b> .....	<b>789</b>