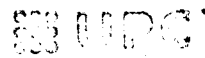


# **APORTACIÓ A LA IDENTIFICACIÓ PARAMÈTRICA DE SISTEMES DINÀMICS**

Memòria presentada al departament  
d'Enginyeria de Sistemes, Automàtica i Informàtica Industrial,  
per accedir al grau de  
Doctor Enginyer Industrial



BIBLIOTECA RECTOR GABRIEL FERRATÉ  
Campus Nord

per  
Teresa Escobet i Canal  
1997

Director  
Joseba Quevedo i Casín  
Dept. ESAII

## A. 4. Procés simulat amb saturació a l'entrada

### A.4.1. Dades normals

#### - Mètode d'estimació OE

**Taula A.13a.** Valors dels criteris paramètrics

Senyal	Distància domini Z		Distància domini S		
	Zeros	Pols	Zeros	Pols	Guany
ml7	0.0002	0.0002	0.0043	0.0036	0.1389
	0.0257	0.0248		1.0241	
		0.0262		1.1408	
sc70	0.0005	0.0001	0.0099	0.0015	0.0210
	0.0596	0.0738		3.0706	
		0.0738		3.0706	
lc70	0.0005	0.0023	0.0101	0.0486	0.0404
	0.0355	0.1109		4.5799	
		0.1109		4.5799	

**Taula A.13b.** Valors dels criteris error

Senyal	Errors temporals		Errors freqüencials			
	Domini-Z		Domini-Z		Domini-S	
	$e_{abs}$	$e_{sqrt}$	$E_{abs}$	$E_{sqrt}$	$E_{abs}$	$E_{sqrt}$
ml7	0.6274	0.5292	0.0980	0.0103	0.0986	0.0104
sc70	0.0419	0.0023	0.0104	0.0001	0.0108	0.0001
lc70	0.1541	0.0330	0.0433	0.0021	0.0439	0.0021

#### - Mètode d'estimació IV òptim

**Taula A.14a.** Valors dels criteris paramètrics

Senyal	Distància domini Z		Distància domini S		
	Zeros	Pols	Zeros	Pols	Guany
ml7	0.0004	0.0011	0.0076	0.0224	0.1249
	0.0274	0.0443		1.8704	
		0.0443		1.8704	
sc70	0.0005	0.0001	0.0091	0.0032	0.0213
	0.0540	0.0772		3.2104	
		0.0772		3.2104	
lc70	0.0007	0.0016	0.0127	0.0326	0.0528
	0.0213	0.0798		3.3453	
		0.0798		3.3453	

Taula A.14b. Valors dels criteris error

Senyal	Errors temporals		Errors freqüencials			
	Domini-Z		Domini-Z		Domini-S	
	$e_{abs}$	$e_{sqrt}$	$E_{abs}$	$E_{sqrt}$	$E_{abs}$	$E_{sqrt}$
ml7	0.6324	0.5420	0.0987	0.0104	0.0993	0.0105
sc70	0.0469	0.0028	0.0112	0.0001	0.0116	0.0001
lc70	0.1545	0.0336	0.0433	0.0021	0.0433	0.0021

## A.4.2. Dades escalades. Igual RMS

## - Mètode d'estimació OE

Taula A.15a. Valors dels criteris paramètrics

Senyal	Distància domini Z		Distància domini S		
	Zeros	Pols	Zeros	Pols	Guany
ml7_e	0.0002	0.0002	0.0043	0.0036	0.1389
	0.0257	0.0248		1.0241	
		0.0262		1.1408	
sc70_e	0.0007	0.0006	0.0127	0.0127	0.2676
	0.3552	0.1686		6.5677	
		0.1686		6.5677	
lc70_e	0.0003	0.0058	0.0060	0.1224	0.2037
	0.0139	0.1407		5.7852	
		0.1407		5.7852	

Taula A.15b. Valors dels criteris error

Senyal	Errors temporals		Errors freqüencials			
	Domini-Z		Domini-Z		Domini-S	
	$e_{abs}$	$e_{sqrt}$	$E_{abs}$	$E_{sqrt}$	$E_{abs}$	$E_{sqrt}$
ml7_e	0.6274	0.5292	0.0980	0.0103	0.0986	0.0104
sc70_e	0.9326	1.1009	0.2075	0.0452	0.2109	0.0464
lc70_e	0.7049	0.6859	0.1904	0.0395	0.1919	0.0400

## - Mètode d'estimació IV òptim

Taula A.16a. Valors dels criteris paramètrics

Senyal	Distància domini Z		Distància domini S		
	Zeros	Pols	Zeros	Pols	Guany
ml7_e	0.0004	0.0011	0.0076	0.0224	0.1249
	0.0274	0.0443		1.8704	
		0.0443		1.8704	
sc70_e	0.0008	0.0014	0.0156	0.0303	0.2772
	0.1500	0.1200		4.9798	
		0.1200		4.8798	
lc70_e	0.0013	0.0049	0.0242	0.1018	0.2269
	0.0269	0.1214		5.0392	
		0.1214		5.0392	

**Taula A.16b.** Valors dels criteris error

Senyal	Errors temporals		Errors freqüencials			
	Domini-Z		Domini-Z		Domini-S	
	$e_{abs}$	$e_{sqrt}$	$E_{abs}$	$E_{sqrt}$	$E_{abs}$	$E_{sqrt}$
ml7_e	0.6324	0.5420	0.0987	0.0104	0.0993	0.0105
sc70_e	0.9504	1.1404	0.2064	0.0454	0.2087	0.0462
lc70_e	0.7053	0.6901	0.1902	0.0394	0.1914	0.0397

## A.5. Procés simulat amb saturació a la sortida.

### A.5.1. Dades normals

- *Mètode d'estimació OE*

**Taula A.17a.** Valors dels criteris paramètrics

Senyal	Distància domini Z		Distància domini S		
	Zeros	Pols	Zeros	Pols	Guany
ml7	0.0093	0.0025	0.1758	0.0536	0.3419
	0.4204	0.1297		4.8531	
		0.2884		18.8552	
sc70	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0062
	0.0240	0.0018		0.0778	
		0.0018		0.0778	
lc70	0.0012	0.0000	0.0216	0.0015	0.0950
	0.5367	0.0563		2.2546	
		0.1537		7.8694	

**Taula A.17b.** Valors dels criteris error

Senyal	Errors temporals		Errors freqüencials			
	Domini-Z		Domini-Z		Domini-S	
	$e_{abs}$	$e_{sqrt}$	$E_{abs}$	$E_{sqrt}$	$E_{abs}$	$E_{sqrt}$
ml7	0.8522	1.0500	0.1352	0.0218	0.1328	0.0218
sc70	0.0225	0.0006	0.0055	0.0000	0.0055	0.0000
lc70	0.1238	0.0248	0.0395	0.0022	0.0390	0.0022

- *Mètode d'estimació IV òptim*

**Taula A.18a.** Valors dels criteris paramètrics

Senyal	Distància domini Z		Distància domini S		
	Zeros	Pols	Zeros	Pols	Guany
ml7	0.0055	0.0024	0.1050	0.0509	0.2574
	0.4242	0.0358		1.4610	
		0.1226		6.0106	
sc70	0.0000	0.0000	0.0005	0.0000	0.0057
	0.0256	0.0078		0.3494	
		0.0082		0.3298	
lc70	0.0145	0.0059	0.2767	0.1246	0.4053
	0.3624	0.0562		2.2494	
		0.1487		7.5632	

**Taula A.18b.** Valors dels criteris error

Senyal	Errors temporals		Errors freqüencials			
	Domini-Z		Domini-Z		Domini-S	
	$e_{abs}$	$e_{sqrt}$	$E_{abs}$	$E_{sqrt}$	$E_{abs}$	$E_{sqrt}$
ml7	0.9172	1.1954	0.1405	0.0231	0.1391	0.0229
sc70	0.0226	0.0006	0.0055	0.0000	0.0055	0.0000
lc70	0.2747	0.1237	0.0639	0.0104	0.0630	0.0104

## A.5.2. Dades escalades. Igual RMS

### - Mètode d'estimació OE

**Taula A.19a.** Valors dels criteris paramètrics

Senyal	Distància domini Z		Distància domini S		
	Zeros	Pols	Zeros	Pols	Guany
ml7_e	0.0093	0.0025	0.1758	0.0536	0.3419
	0.4204	0.1297		4.8531	
		0.2884		18.8552	
sc70_e	0.0003	0.0029	0.0045	0.0604	0.1634
	0.7909	0.1428		6.1696	
		0.1428		6.1696	
lc70_e	0.0030	0.0016	0.0708	0.0336	0.2962
	9.3073	0.1059		4.0460	
		0.6080		24.9471	

**Taula A.19b.** Valors dels criteris error

Senyal	Errors temporals		Errors freqüencials			
	Domini-Z		Domini-Z		Domini-S	
	$e_{abs}$	$e_{sqrt}$	$E_{abs}$	$E_{sqrt}$	$E_{abs}$	$E_{sqrt}$
ml7_e	0.8522	1.0500	0.1352	0.0218	0.1328	0.0218
sc70_e	0.5824	0.4370	0.1036	0.0141	0.1014	0.0138
lc70_e	0.4035	0.2878	0.1297	0.0237	0.1569	0.0279

**- Mètode d'estimació IV òptim**

**Taula A.20a.** Valors dels criteris paramètrics

Senyal	Distància domini Z		Distància domini S		
	Zeros	Pols	Zeros	Pols	Guany
ml7_e	0.0055	0.0024	0.1050	0.0509	0.2574
	0.4242	0.0358		1.4610	
		0.1226		6.0106	
sc70_e	0.0167	0.0027	0.3195	0.0564	0.4777
	0.0961	0.2010		8.0954	
		0.2010		8.0954	
lc70_e	0.0216	0.0068	0.4114	0.1427	0.6039
	2.1215	0.0671		2.6576	
		0.3745		31.4796	

**Taula A.20b.** Valors dels criteris error

Senyal	Errors temporals		Errors freqüencials			
	Domini-Z		Domini-Z		Domini-S	
	$e_{abs}$	$e_{sqrt}$	$E_{abs}$	$E_{sqrt}$	$E_{abs}$	$E_{sqrt}$
ml7	0.9172	1.1954	0.1405	0.0231	0.1391	0.0229
sc70	0.6227	0.5506	0.1115	0.0225	0.1116	0.0225
lc70	0.5178	0.4674	0.1525	0.0394	0.1455	0.0386

## A.6. Procés simulat amb un actuator de dinàmica ràpida.

### A.6.1. Senyals d'entrada al conjunt procés més actuator, $u(kT_s)$ .

**- Mètode d'estimació OE**

**Taula A.21a.** Valors dels criteris paramètrics

Senyal	Distància domini Z		Distància domini S		
	Zeros	Pols	Zeros	Pols	Guany
ml7	0.0012	0.0005	0.0203	0.0102	0.0173
	9.0737	0.1736		6.6794	
		0.1736		6.6794	
sc70	0.0003	0.0006	0.0086	0.0117	0.0008
	19.9319	0.1522		5.9538	
		0.1522		5.9538	
lc70	0.0003	0.0005	0.0091	0.0109	0.0061
	19.5993	0.1512		5.9168	
		0.1512		5.9168	

**Taula A.21b.** Valors dels criteris error

Senyal	Errors temporals		Errors freqüencials			
	Domini-Z		Domini-Z		Domini-S	
	$e_{abs}$	$e_{sqrt}$	$E_{abs}$	$E_{sqrt}$	$E_{abs}$	$E_{sqrt}$
ml7	1.3604	2.7877	0.2214	0.0556	0.2255	0.0576
sc70	0.6759	0.6443	0.2177	0.0542	0.2224	0.0564
lc70	1.2186	1.9377	0.2180	0.0544	0.2224	0.0566

**- Mètode d'estimació IV òptim****Taula A.22a.** Valors dels criteris paramètrics

Senyal	Distància domini Z		Distància domini S		
	Zeros	Pols	Zeros	Pols	Guany
ml7	0.0084	0.0264	0.1588	0.5466	0.4106
	4.1714	0.3359	48.738	11.8891	
		0.3359		11.8891	
sc70	0.0019	0.0061	0.0386	0.1270	0.1220
	14.9663	0.1893	35.484	7.2870	
		0.1893		7.2870	
lc70	0.0004	0.0035	0.0096	0.0733	0.0497
	12.0929	0.1869	36.389	7.1840	
		0.1869		7.1840	

**Taula A.22b.** Valors dels criteris error

Senyal	Errors temporals		Errors freqüencials			
	Domini-Z		Domini-Z		Domini-S	
	$e_{abs}$	$e_{sqrt}$	$E_{abs}$	$E_{sqrt}$	$E_{abs}$	$E_{sqrt}$
ml7	1.5238	3.8148	0.2687	0.0779	0.2722	0.0798
sc70	0.6699	0.6261	0.2232	0.0549	0.2273	0.0569
lc70	1.2260	1.9604	0.2209	0.0548	0.2251	0.0569

**A.6.2. Senyals d'entrada al procés  $x(kT_s)$ .****- Mètode d'estimació OE****Taula A.23a.** Valors dels criteris paramètrics

Senyal	Distància domini Z		Distància domini S		
	Zeros	Pols	Zeros	Pols	Guany
ml7_x	0.0093	0.0025	0.1758	0.0536	0.3419
	0.4204	0.1297		4.8531	
		0.2884		18.8552	
sc70_x	0.0010	0.0006	0.0154	0.0117	0.0120
	1.0041	0.1843	17.209	6.8739	
		0.1843		6.8739	
lc70_x	0.0011	0.0000	0.0175	0.0000	0.0060
	0.8291	0.1190	26.959	4.7187	
		0.1190		4.7187	

**Taula A.23b.** Valors dels criteris error

Senyal	Errors temporals		Errors freqüencials			
	Domini-Z		Domini-Z		Domini-S	
	$e_{abs}$	$e_{sqrt}$	$E_{abs}$	$E_{sqrt}$	$E_{abs}$	$E_{sqrt}$
ml7_x	0.7379	0.9654	0.1227	0.0172	0.1301	0.0793
sc70_x	0.3904	0.2064	0.1290	0.0191	0.1375	0.0217
lc70_x	0.7313	0.7003	0.1290	0.0191	0.1375	0.0217

**- Mètode d'estimació IV òptim****Taula A.24a.** Valors dels criteris paramètrics

Senyal	Distància domini Z		Distància domini S		
	Zeros	Pols	Zeros	Pols	Guany
ml7_x	0.0478	0.0032	0.8849	0.0675	0.7981
	0.4615	0.0431	75.393	1.7470	
		0.0813		3.7766	
sc70_x	0.0094	0.0053	0.1750	0.1114	0.2332
	1.0152	0.2178	16.659	7.9860	
		0.2178		7.9860	
lc70_x	0.0104	0.0056	0.1924	0.1178	0.2586
	1.0169	0.2192	16.583	8.0282	
		0.2192		8.0282	

**Taula A.24b.** Valors dels criteris error

Senyal	Errors temporals		Errors freqüencials			
	Domini-Z		Domini-Z		Domini-S	
	$e_{abs}$	$e_{sqrt}$	$E_{abs}$	$E_{sqrt}$	$E_{abs}$	$E_{sqrt}$
ml7_x	1.3372	2.5654	0.2169	0.0620	0.2222	0.0639
sc70_x	0.4973	0.3211	0.1453	0.0219	0.1539	0.0246
lc70_x	0.7407	0.7118	0.1479	0.0226	0.1565	0.0253

**A.6.3. Senyals modificats freqüencialment.****-Mètode d'estimació OE****Taula A.25a.** Valors dels criteris paramètrics

Senyal	Distància domini Z		Distància domini S		
	Zeros	Pols	Zeros	Pols	Guany
ml7	0.0003	0.0003	0.0074	0.0053	0.0012
	0.2332	0.0729		2.8696	
		0.0729		5.2182	
sc70	0.0001	0.0008	0.0026	0.0018	0.0019
	0.0519	0.0508		2.1324	
		0.0508		2.1324	
lc70	0.0001	0.0000	0.0026	0.0015	0.0017
	0.0535	0.0497		2.0874	
		0.0497		2.0874	



**Taula A.25b.** Valors dels criteris error

Senyal	Errors temporals		Errors freqüencials			
	Domini-Z		Domini-Z		Domini-S	
	$e_{abs}$	$e_{sqrt}$	$E_{abs}$	$E_{sqrt}$	$E_{abs}$	$E_{sqrt}$
ml7	0.0654	0.0088	0.0104	0.0001	0.0116	0.0001
sc70	0.0258	0.0010	0.0093	0.0001	0.0095	0.0001
lc70	0.0550	0.0040	0.0093	0.0001	0.0095	0.0001

**- Mètode d'estimació IV òptim****Taula A.26a.** Valors dels criteris paramètrics

Senyal	Distància domini Z		Distància domini S		
	Zeros	Pols	Zeros	Pols	Guany
ml7	0.0018	0.0101	0.0364	0.2139	0.0987
	0.3884	0.1530		5.6129	
		0.2393		14.1271	
sc70	0.0011	0.0006	0.0212	0.0126	0.0257
	0.0768	0.0553		2.3245	
		0.0553		2.3245	
lc70	0.0008	0.0007	0.0154	0.0547	0.0220
	0.0616	0.0657		2.7525	
		0.0657		2.7525	

**Taula A.26b.** Valors dels criteris error

Senyal	Errors temporals		Errors freqüencials			
	Domini-Z		Domini-Z		Domini-S	
	$e_{abs}$	$e_{sqrt}$	$E_{abs}$	$E_{sqrt}$	$E_{abs}$	$E_{sqrt}$
ml7	0.2184	0.0694	0.0278	0.0014	0.0287	0.0014
sc70	0.0264	0.0010	0.0103	0.0001	0.0105	0.0001
lc70	0.0585	0.0045	0.0101	0.0001	0.0104	0.0001



## Annex B

### Simbologia i acrònims emprats

#### B.1. Simbologia emprada en aquest treball

$A(q^{-1})$  = polinomi d'ordre  $na$ ; veure (3.9)

$A_u$  = amplitud d'oscil·lació del relè

$A_y$  = amplitud d'oscil·lació del procés

$B(q^{-1})$  = polinomi d'ordre  $nb$ ; veure (3.4)

$d$  = nombre de paràmetres del model a estimar

$e_{\text{abs}}$  = mitjana absoluta de l'error temporal, veure (4.32)

$e_{\text{sqrt}}$  = mitjana quadràtica de l'error temporal, veure (4.32)

$Ee_{\text{abs}}$  = mitjana absoluta de l'error freqüencial, veure (4.33)

$Ee_{\text{sqrt}}$  = mitjana quadràtica de l'error freqüencial, veure (4.33)

$f_k$  = freqüència de l'harmònic  $k$

$f_s$  = freqüència de mostreig

$F$  = nombre d'harmònics d'un senyal periòdic

$F(q^{-1})$  = polinomi d'ordre  $nf$ ; veure (3.6)

$g(t)$  = resposta impuls

$G(q^{-1})$  = funció de transferència discreta entre  $u$  i  $y$

$G(s)$  = funció de transferència continua entre  $u$  i  $y$

$G_{BL}(z^{-1})$  = funció de transferència discreta amb senyals de banda limitada; veure (4.23)

$G_{ZOH}(z^{-1})$  = funció de transferència discreta en presència d'un mantenidor d'ordre zero

$h$  = histèresi del relè

$H(q^{-1})$  = funció de transferència discreta entre  $v$  i  $y$

$K$  = guany del procés

$L$  = retard pur

$L(q^{-1})$  = filtre discret

$m$  = nombre de registres a desplaçar per a la generació de senyals PRBS

$M$  = longitud d'un període d'un senyal determinista

$n$  = ordre dels polinomis, cas en que  $na = nb$

$na, nb, nc, nf, nd$  = ordre dels polinomis  $A(q^{-1}), B(q^{-1}), C(q^{-1}), F(q^{-1}), D(q^{-1})$ , respectivament

$nk$  = retard pur dels models discrets

$N$  = nombre de dades d'un vector

$N(A_s)$  = equació descriptiva del relè amb histèresi

$p_i$  = arrel  $i$  del denominador de la funció de transferència, pols

$P$  = matriu de covariància

$q^{-1}$  = operador retard

$Q$  = matriu de la transformació QR

$r(\tau)$  = covariància d'un senyal quan el retard és  $\tau$ , veure (2.1)

$S(\omega)$  = densitat espectral, transformada de Fourier de  $r(\tau)$ ; veure (2.6)

$R$  = matriu de la transformació QR

$T$  = constant de temps d'un procés

$\hat{T}$  = constant de temps estimada d'un procés

$T_s$  = període d'adquisició de dades

$u(t)$  = variable d'entrada

$U_N(\omega)$  = transformada de Fourier discreta del senyal  $u(t)$ ; veure (2.3)

$v(t)$  = variable pertorbació

$V(\hat{\theta})$  = funció residu; veure (3.22)

$\omega_h$  = pulsació natural del sistema.

$W_N$  = criteri d'identificació; veure (6.22)

$x(t)$  = senyal útil del procés

$\dot{x}(t)$  = derivada de  $x(t)$

$y(t)$  = variable de sortida

$\hat{y}(t)$  = valor predit de la sortida

$z_i$  = arrel  $i$  del numerador de la funció de transferència, zeros

$z(t)$  = vector instrument

$Z$  = matriu instrument

$\alpha$  = relació entre la pulsació de mostreig i la pulsació de la banda passant d'un procés (6.44)

$\beta(N,d)$  = terme penalitzador de  $W$ ; veure (6.22)

$\Delta t$  = període de canvi de registres

$\varepsilon(t)$  = error de predicció

$\phi_k$  = fase de l'harmònic  $k$

$\Phi$  = matriu informació; veure (3.20)

$\varphi(t)$  = vector de regressió; veure (3.18)

$\gamma$  = grau de confiança

$\Gamma_{uy}$  = coherència espectral dels senyals  $u(t)$  i  $y(t)$

$\kappa$  = nombre de períodes d'un senyal

$\lambda$  = variància

$\mu$  = mitjana

$\theta$  = vector utilitzat per parametritzar models, dimensió =  $d$ , veure (3.18)

$\hat{\theta}$  = estimació dels paràmetres del model

$\bar{\theta}$  = valor mig; veure (4.29)

$\theta_0$  = valor real dels paràmetres

$\rho$  = interval de confiança; veure (6.14)

$\xi$  = coeficient d'esmortiment d'un procés

$\mathcal{Z}$  = transformada zeta

## **B.2. Acrònims emprats**

AIC : criteri d'informació d'Akaike; veure apartat 6.5

AQ : criteri de l'arrel quadrada; veure apartat 6.5

ARMAX : autoregressius de mitjana mòbil i variables exògenes; veure apartat 3.2

ARX : autoregressiu amb variables exògenes; veure apartat 3.2

BJ : Box-Jenkins; veure apartat 3.2

BP : banda passant; veure (6.38)

CF : factor de cresta; veure (2.25)

DFT : transformada de Fourier discreta; veure (2.3)

EDM : criteri d'Edmunds; veure apartat 6.5

FIR : resposta impuls finita; veure apartat 3.2

IV : variable instrument; veure apartat 3.4

LD : criteri del logaritme decimal quadrat, apartat 6.5

LQ : criteri del logaritme doble; veure apartat 6.5

LS : mínims quadrats; veure apartat 3.3

MA : mitjana ajustada; veure apartat 3.2

MLBS : senyal binari de longitud màxima, veure apartat 2.3

MM : mètode del model; veure apartat 3.5

OE : error de sortida; veure apartat 3.5

PEM : mètode de predicció d'error; veure apartat 3.5

RIS : criteri de Rissermen; veure apartat 6.5

RMS<sub>u</sub> : energia total del senyal  $u(t)$ ; veure (2.2)

SF : factor d'escala; veure apartat 3.5

SNR : relació senyal útil senyal soroll; veure (2.31)

ZOH : mantenidor d'ordre zero; veure (4.2)

# Bibliografia

[Akaike H., (1969)], "Statistics predictor identification". Ann. Inst. Statist. Math., vol. 22, pp. 203-217.

[Åström K.J., Eykhoff P., (1970)]. "System identification - A survey". Automatica, vol. 7, pp. 123-162.

[Åström K.J., Hägglund T., 1988]. "Automatic Tuning of PID Controllers". Instrument Society of America, Research Triangle Park, N.C..

[Backx A.C.P.M., (1993)]. "Engineering Aspects of Industrial Applications of Model-Based Control Techniques and System Theory". Of book "Essays on Control: Perspectives in the Theory and its Applications". Ed. H.L. Trentelman and J.C. Willems, Birkhäuser, Boston

[Boyd S, Barratt C, Norman S., (1990)]. "Linear Controller Design: Limits of Performance Via Convex Optimization". Proceedings of the IEEE, vol. 78, no.3, March.

[Cellier F.E., Magnus Rinval C., (1986)]. "Computed-aided control system design: Techniques and Tools". CERL Report: 86/04.

[Cook P.A., (1986)]. "Nonlinear Dynamical Systems". Prentice-Hall International Series in System and Control Engineering, Series Editor: M.J. Grimble.

[Dong H.N., Landau I.D, (1993)]. "On a criterion for estimating the structure of linear MIMO systems". ECC 93 European Control Conference, Groningen.

[Dong H.N., Landau I.D., (1994)]. "On statical properties of a test for model structure selection using the extended instrumental variable approach". IEEE Transactions on automatic control, vol.39, no. 1, January 1994.

[Edmunds J.M., (1985)]. "Model order determination from state-space control design methods". Int. J. Control, 41, 941-946.

- [Escobet T., Quevedo, J., (1992)]. "Software package for model identification and parameter estimation of systems". IFAC-Symposium on LCA-92, September 1992, Viena.
- [Evans C., Rees D., Jones L. (1992)]. "Design of Test Signals for Identification of Linear Systems with Nonlinear Distortions". IEEE Trans. on Instrumentation and Measurement, vol. 41, n° 6, pp. 768-774.
- [Evans C., Rees D., Jones L., Hill D., (1994)]. "Frequency domain identification of gas turbine dynamics". Annual research report 93/94. Dept. of electronics and information technology. Universitu of Glamorgan.
- [Evans C., Weiss M., Escobet T., Quevedo J., Rees D., Jones L., (1996)]. "Identification in time and frequency domains: a comparition using the ECC bench-mack model". UKACC Identification Conference on Control'96. The Institution of Electronics Engineers, pp. 1290-1296.
- [Goodwin, Zarrop and Payne, 19??]. "Coupled design of test signal, sampling intervals and filters for system identification". IEEE. Trans. Automat. Control, vol.19, n° 6, pp. 748-752, Dec. 1974.
- [Goodfrey, 1980]. "Correlation Methods". Automatica, vol. 16, pp. 527-534.
- [Godfrey, K.R., 1991] "Introduction to binary signals used in system identification", in Proc. IEE Control '91, Edinburg, 1991, vol. 1, pp. 161-166.
- [Gustavsson I., (1972)]. "Comparison of Different Methods for Identification of Industri Process". Automatica, vol. 8, pp. 127-142.
- [Haest M., Sastin G., Gevers M., Wertz V., (1990)]. "ESPION: an expert system for system identification", Automatica 26,1,85-95.
- [Isermann R., Bauer U., (1974)]. "Two-Step Process Identification With Correlation Analysis and Least-Squares Parameter Estimation". Journal of Dynamic Systems, Measurement, and Control, dec., pp.426-432
- [Johansson, (1993)]. "System modeling identification". Prentice Hall Information and System Science Series
- [Kollár I., Franklin G., Pintelon R., (1996)]. "On the Equivalence of z-domain and s-domain Models in System Identification". IEEE Instrumentation and Measurement Technology Conference. Brussels, Belgium, June 4-6.
- [Kabaila P.V., (1983)]. "On Output-Error Methods for System Identification". IEEE Transactions on Automatic Control, vol. 28, no. 1, January, pp. 12-23.



- [Ljung L.,(1987)]. "System Identification". Theory for the user. Prentice Hall
- [Ljung L.,Glad T., (1994)]. "Modeling of dynamic systems". Prentice Hall.
- [Ljung L., (1995)]. "System Identification Toolbox User's Guide", 1995
- [Middleton R.H., Goodwin G.C., (1990)]. "Digital Control and Estimation. A Unified Approach". Prentice-Hall International.
- [Montgomery D.C., (1991)]. "Diseño i análisis de experimentos". Grupo Editorial Iberoamérica. Estados Unidos.
- [Ninness B., Grabe S.F., Goodwin G.C., 1991]. "ECC Adaptive Control Case Study". Proceedings of first European Control Conference, Grenoble, France, vol. 3, pp. 2352-2357.
- [Ogata K., (1987)]. "Discrete-time Control Systems". Prentice-Hall International Editions, United States.
- [Pintelon R., Schouckens J., Chen H., (1994)]. "On the basic assumptions in the identification of continuous time systems". 10<sup>th</sup> IFAC Symposium on System Identification, Preprints, vol.3, pp. 143-152.
- [Quevedo J., Escobet T., Evans C., Weiss M., (1996)]. "A comparison of controllers based on Models estimated in the Time and Frequency Domain". UKACC Identification Conference on Control'96. The Institution of Electronics Engineers, pp. 1303-1308.
- [Rao G. P., Subrahmanyam AVB., (1994)]. "Assumptions on Excitation and their Implications in System Identification". 10<sup>th</sup> IFAC Symposium on System Identification, Preprints, vol.3, pp. 131-136
- [Rees D., Jones L., Evans C., (1992)]. "Practical considerations in the design of multisine test signals for system identification", Conference Record IEEE Instrumentation and Measurement Technology Conference. New York, pp. 174-179.
- [Rees D., Jones L., (1993)]. "Design of non-binary low-peak factor signals for system dynamic measurement", Perturbation Signal for System Identification. K. Godfrey (Ed), Prentice-Hall, April 1993, chapter 12.
- [Scheaffer R.L., McClave J.T., (1995)]. "Probability and Statistics for Engineers". International Thomson Publishing, California.

- [Schoukens J., Pintelon R., Ouderaa E., Renneboog J., (1988)]. "Survey of Excitation Signals for FFT Based Signal Analyzers". IEEE. Trans. on Instrumentation and Measurement, vol. 37, n° 3, pp. 342-352.
- [Schoukens J., Pintelon R., Guillaume P., (1994)]. "On the advantages of periodic excitation in system identification". IFAC Systems Identification, Copenhagen, Denmark, pp. 1115-1120.
- [Schoukens J., Pintelon R., Van Hamme H.,(1994)]. "Identification of Linear Dynamic Systems Using Piecewise Constant Excitations: Use, Misuse and Alternatives". Automatica, vol. 30, no. 7, pp. 1153-1169.
- [Seborg D.E., (1994)]. "Advanced strategies for Process Control". Modelling, Identification and Control Publication, vol. 15, no. 3, pp. 179-189.
- [Slotine J.-J.E., Li W., (1991)]. "Applied Nonlinear Control". Prentice-Hall International.
- [Slotine J.-J.E., Sanner R. M., (1993)]. "Neural Network for Adaptive Control and Recursive Identification: A Theoretical Framework". Of book "Essays on Control: Perspectives in the Theory and its Applications". Ed. H.L. Trentelman and J.C. Willems, Birkhäuser, Boston.
- [Söderström T., (1975)]. "Test of pole-zero cancellation in estimated models". Automatica, vol. 11, pp. 537-541.
- [Söderström T., Stoica P., (1989)]. "System Identification". Prentice Hall International.
- [Söderström T., (1997)]. "Least Square Parameter Estimation of Continuous-Time ARX Models from Discrete-Time Data". IEEE transactions on Automatic Control, vol. 42, no. 5, May., pp. 659-672.
- [Szafnicki, K., (1991)]. "Système à base de connaissances pour l'identification des procédés". These. Institut National Polytechnique de Grenoble.
- [Wellstead P.E., Prager D., Zanker P., (1979)]. "Pole assignment self-tuning regulator". Proceedings of the Institution of Electrical Engineers, vol. 126, no. 8, August.
- [Zhu Y., Backx T., (1993)]. "Identification of Multivariable Industrial Processes for Simulation, Diagnosis and Control". Advanced in Industrial Control. Ed. Springer-Verlag.



