

Action Thématique

"Les systèmes à dérivées non entières"

*Bibliothèque Simulink et fonctionnalités associées
de la
"CRONE toolbox : Fractional Systems Toolbox"*

N. PETIT, P. MELCHIOR, P. LANUSSE, M. AOUN et A. OUSTALOUP

Plan

- 1 - Présentation de la toolbox CRONE**
- 2 - Contenu de la bibliothèque**
- 3 - Fonctionnalités d'exportation**
- 4 – Conclusion et perspectives**

1 - Présentation de la toolbox CRONE

Thématique générale

Dérivation non entière

- Calcul
- Synthèse
- Applications en mathématiques et dans les sciences pour l'ingénieur, notamment en automatique, en identification et en commande.

Objectifs

Transférer, diffuser et valoriser les travaux du laboratoire

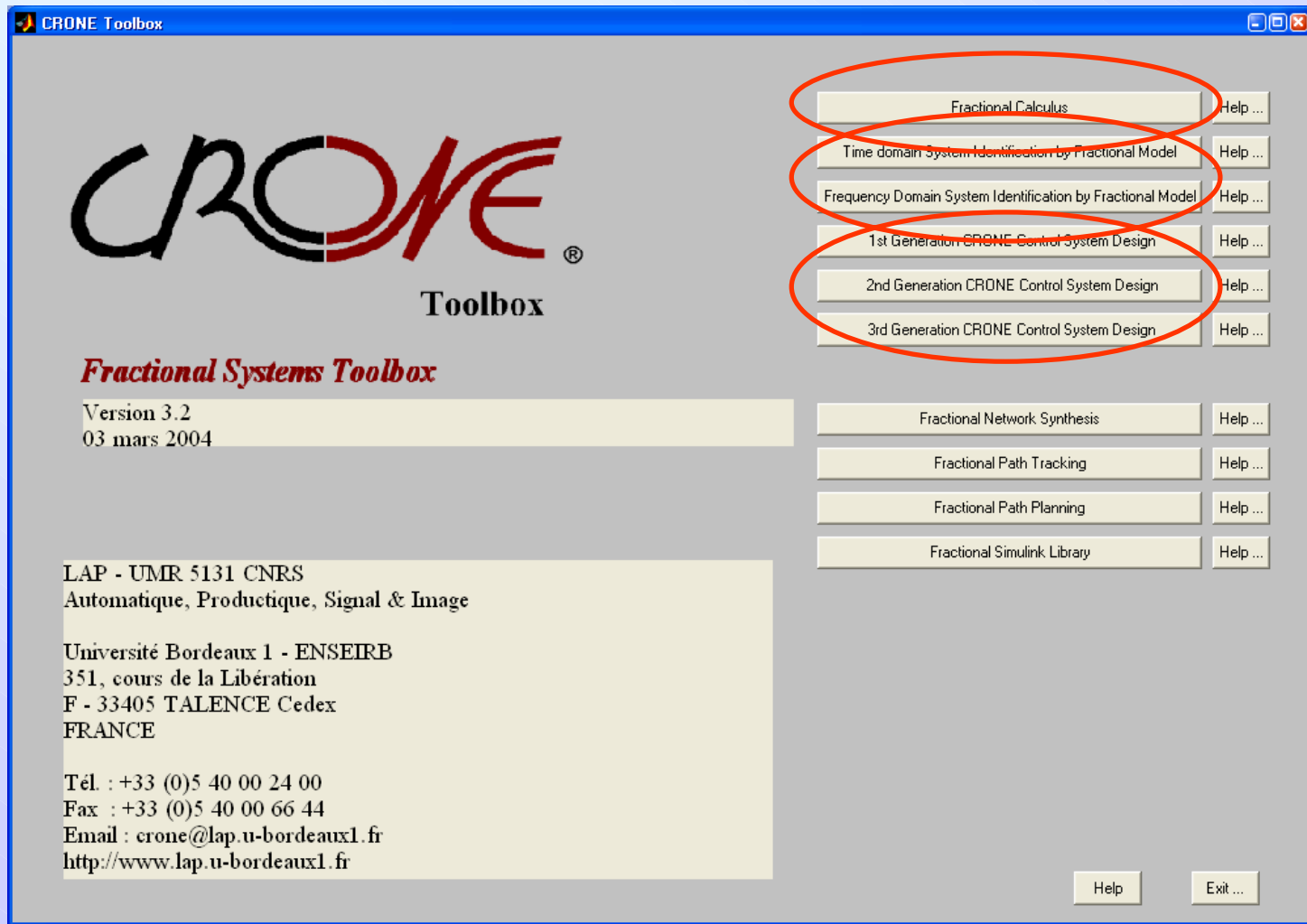
- Au plan international
- En enseignement et en recherche
- Dans l'industrie

1 - Présentation de la toolbox CRONE

- **Développée depuis les années 90**
- **Objet de plusieurs publications et déposé auprès de l'Agence pour la Protection des Programmes (APP) en 1993 et 1994**
- **Choix de Matlab pour :**
 - **standard mondial des logiciel de calcul pluridisciplinaire**
 - **algorithmes de calculs numériques sur des matrices complexes**
 - **langage de programmation haut niveau**
 - **fonctions d'affichage graphique**
 - **création aisée d'IHM**
 - **portabilité sur d'autres systèmes**
- **Développée en collaboration contractuelle avec le groupe PSA**

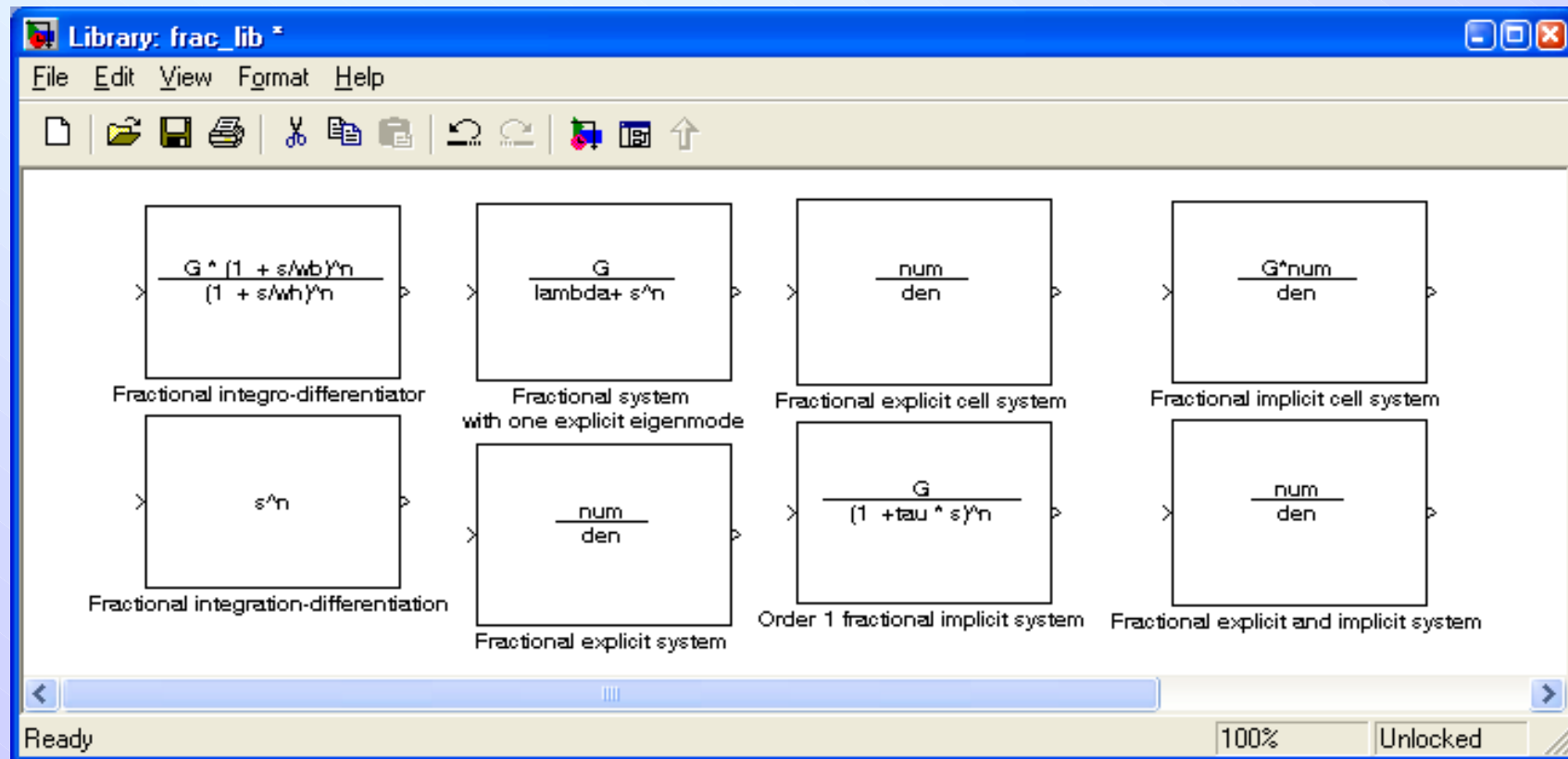
1 - Présentation de la toolbox CRONE

Existence de 3 modules principaux



2 – Bibliothèque

Existence d'une bibliothèque Simulink
créée pour faciliter l'utilisation de transferts non entier



2 – Bibliothèque

2.1 - Principe de simulation de la dérivée explicite

2.2 - Principe de simulation d'une fonction de transfert à dérivées implicites

2.3 - Bloc Simulink Fractional integro-differentiator

2.4 - Bloc Simulink Fractional integration-differentiation

2.5 - Bloc Simulink Fractional system with one explicit eigenmode

2.6 - Bloc Simulink Fractional explicit system

2.7 - Bloc Simulink Fractional explicit cell system

2.8 - Bloc Simulink Fractional order 1 implicit system


2.9 - Bloc Simulink Fractional implicit cell system


2.10 - Bloc Simulink Fractional explicit and implicit system

2 – Bibliothèque

2.1 - Principe de simulation de la dérivée explicite

$$S^n \cong S_{[\omega_A, \omega_B]}^n, \quad \omega_A < \omega < \omega_B$$


$$S_{[\omega_A, \omega_B]}^n = C_{(n)} \left(\frac{1 + \frac{s}{\omega_b}}{1 + \frac{s}{\omega_h}} \right)^n$$


$$S_{[\omega_A, \omega_B]}^n \cong \left(\frac{1}{\omega_h} \right)^n \prod_{k=-N}^N \left(\frac{1 + \frac{s}{\omega_k}}{1 + \frac{s}{\omega'_k}} \right)$$

2 – Bibliothèque

2.2 - Principe de simulation d'une fonction de transfert à dérivées implicites

$$H(s) = \frac{\prod_i (1 + \tau_i s)^{n_i}}{\prod_j (1 + \tau_j s)^{n_j}}$$



$$H(s) = \prod_i \left(\frac{1 + \tau_i s}{1 + \tau s} \right)^{n_i} * \prod_j \left(\frac{1 + \tau s}{1 + \tau_j s} \right)^{n_j}$$

$$\tau \ll \min(\tau_i, \tau_j)$$

2 – Bibliothèque

2.3 - Fractional integro-differentiator

$$H(s) = G \left(\frac{1 + \frac{s}{\omega_b}}{1 + \frac{s}{\omega_h}} \right)^n$$

Block Parameters: Fractional integro-differentiator

Fractional integro-differentiator (mask) —
Fractional integro-differentiator

Parameters

Gain (G)
2

Order (n)
0.8

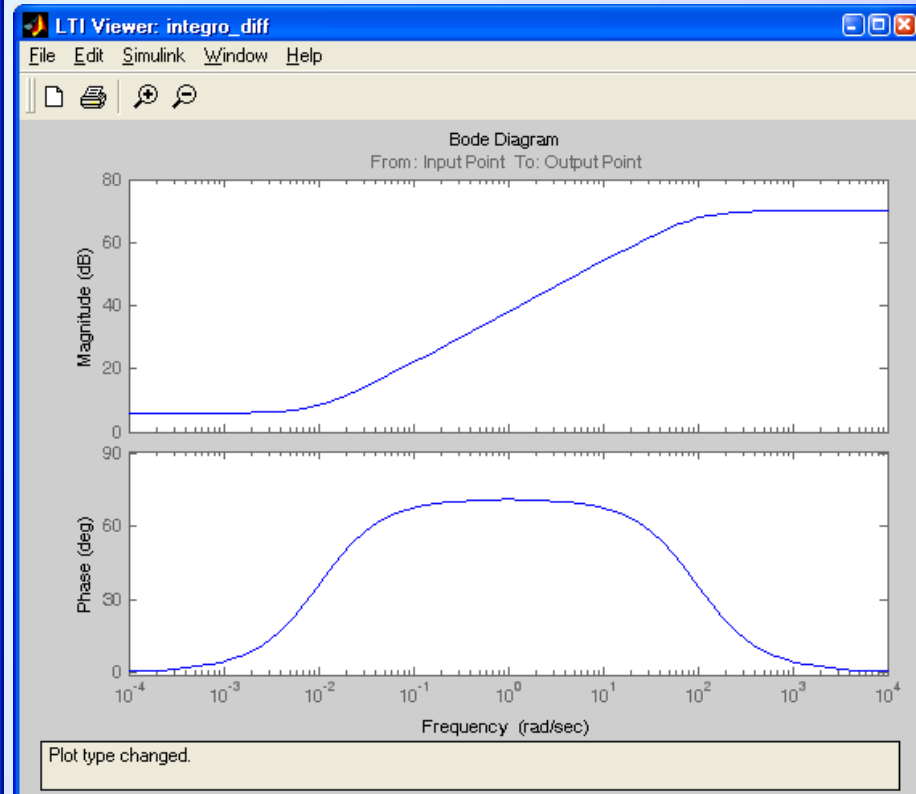
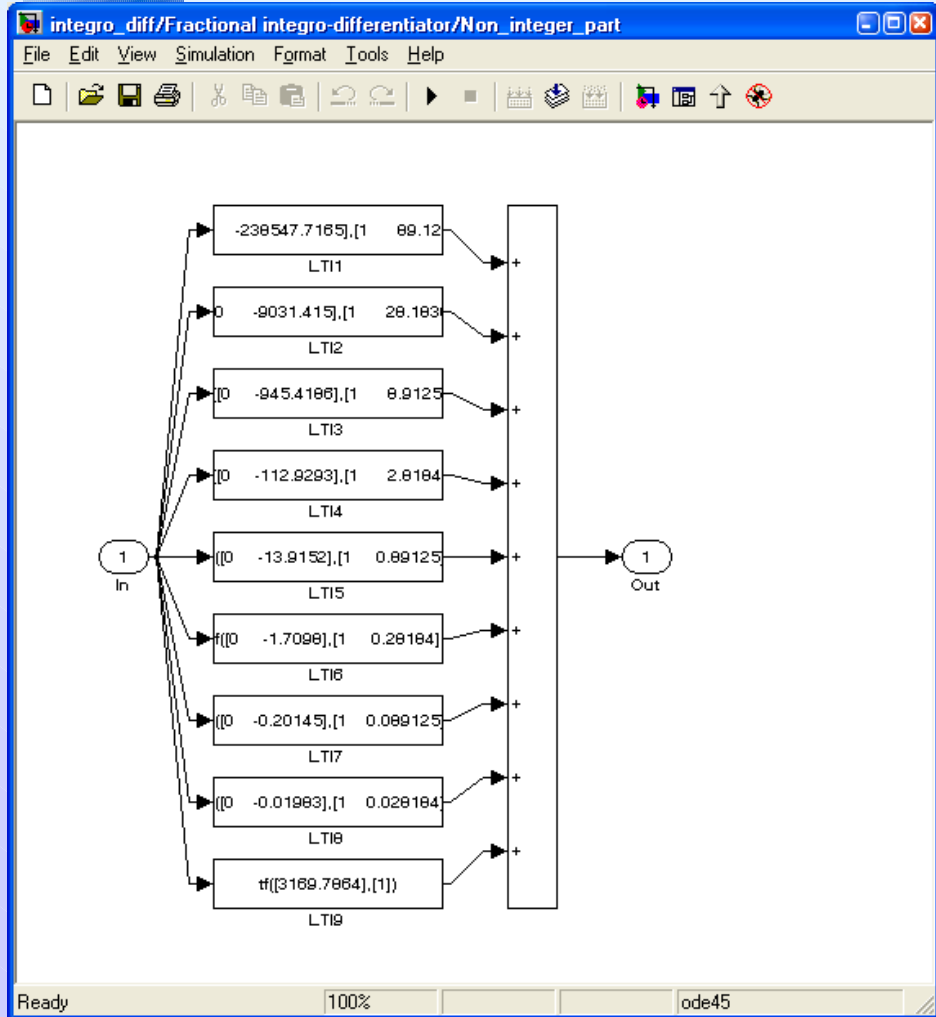
Wb
0.01

Wh
100

Poles and zeros number
8

OK Cancel Help Apply

2 – Bibliothèque



2 – Bibliothèque

2.4 - Fractional integration-differentiation

$$H(s) = s^n$$

Block Parameters: Fractional integration-differentiation

Fractional integration-differentiation (mask)
Fractional integro-differentiator

Parameters

Order (n)
-0.2

Low frequency (wA)
0.01

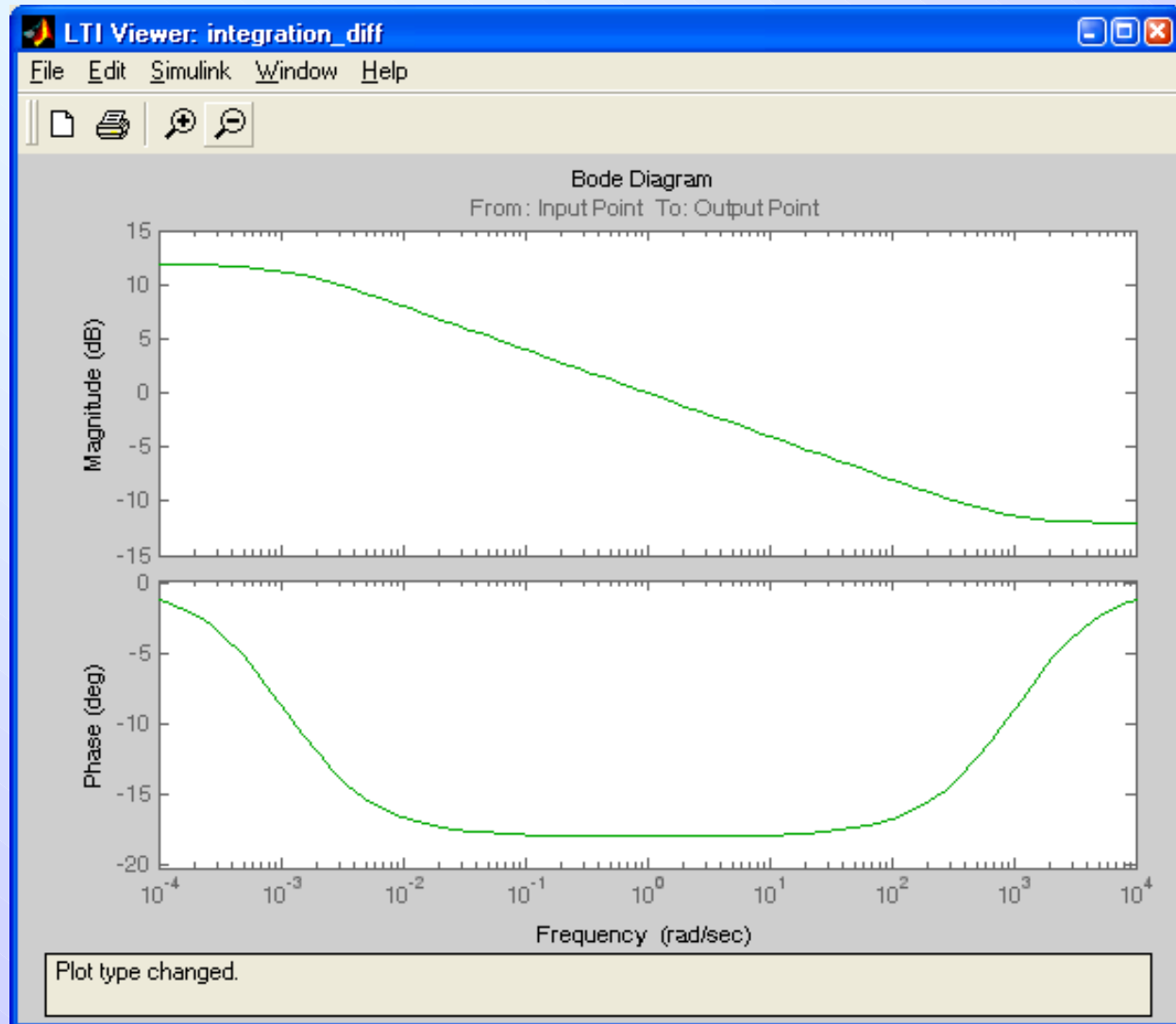
High frequency (wB)
100

Precision

Poles and zeros number or Max phase error (method auto)
12

OK Cancel Help Apply

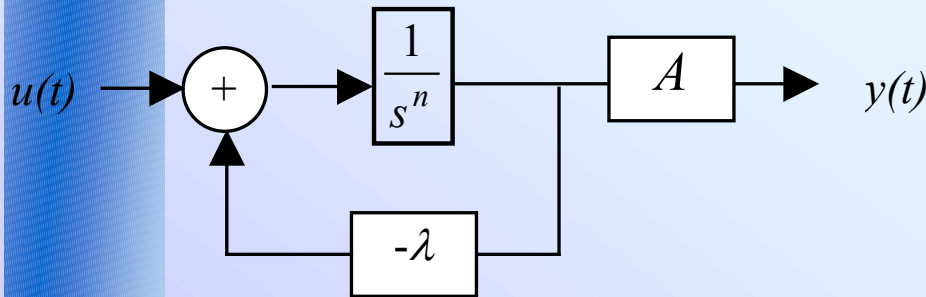
2 – Bibliothèque



2 – Bibliothèque

2.5 - Fractional system with one explicit eigenmode

$$H(s) = \frac{A}{s^n + \lambda}$$



Block Parameters: Fractional system with one explicit eigenmode

Fractional system with one explicit eigenmode (mask)

Parameters

Gain (G)
2

Lambda
2.7

Order (n)
0.6

Low frequency (wA)
0.01

High frequency (wB)
100

Poles and zeros number
8

OK Cancel Help Apply

2 – Bibliothèque

2.6 - Fractional explicit system

Systeme à dérivée fractionnaire:
$$H(s) = \frac{b_1 s^{n_{b1}} + \dots + b_J s^{n_{aJ}}}{s^{n_{a1}} + \dots + a_L s^{n_{aL}}}$$

détermination de l'ordre commensurable



$$H(s) = \frac{\beta_1 s^{0*n} + \beta_2 s^{1*n} + \beta_3 s^{2*n} \dots + \beta_q s^{(q-1)*n}}{\alpha_1 s^{0*n} + \alpha_2 s^n + \alpha_3 s^{2*n} \dots + \alpha_r s^{(r-1)*n}}$$

2 – Bibliothèque

Block Parameters: Fractional explicit system

Fractional explicit system (mask)
Fractional explicit system : transfer function

Parameters

Numerator coefficients

Numerator orders

Denominator coefficients

Denominator orders

Low frequency (ω_A)

High frequency (ω_B)

Precision

Poles and zeros number or Max phase error (method auto)

Method

OK Cancel Help Apply

2 – Bibliothèque

2.7 - Fractional explicit cell system

$$H(s) = \frac{\prod_i (1 + (\tau_i s)^{n_i})}{\prod_j (1 + (\tau_j s)^{n_j})}$$



$$H(s) = \frac{b_1 s^{n_{b1}} + \dots + b_J s^{n_{aJ}}}{s^{n_{a1}} + \dots + a_L s^{n_{aL}}}$$



$$H(s) = \frac{\beta_1 s^{0*n} + \beta_2 s^{1*n} + \beta_3 s^{2*n} \dots + \beta_q s^{(q-1)*n}}{\alpha_1 s^{0*n} + \alpha_2 s^n + \alpha_3 s^{2*n} \dots + \alpha_r s^{(r-1)*n}}$$

2 – Bibliothèque

Block Parameters: Fractional explicit cell system

Fractional explicit cells system (mask) (link)

Parameters

Numerator Tau
[2.3 4.5]

Numerator orders
[0.3 0.8]

Denominator Tau
[1.3 0.9 2.4]

Denominator orders
[0.2 0.5 0.9]

Low Frequency (wA)
0.001

High frequency (wB)
1000

Precision Poles and zeros number

Poles and zeros number or Max phase error (method auto)
8

Method asymptotic : 1

OK Cancel Help Apply

2 – Bibliothèque

2.8 - Fractional order 1 implicit system

$$H(s) = \frac{G}{(1 + \tau s)^n}$$

Block Parameters: Order 1 fractional implicit system

Order 1 fractional implicit system (mask)
Système implicite simple

Parameters

Gain (G)
2

Tau
0.01

order (n)
0.6

wA
0.0001

wB
10000

Poles and zeros number
12

OK Cancel Help Apply

2 – Bibliothèque

2.9 - Fractional implicit cell system

$$H(s) = \frac{\prod_i (1 + \tau_i s)^{n_i}}{\prod_j (1 + \tau_j s)^{n_j}}$$

Block Parameters: Fractional implicit cell system

Fractional implicit cell system (mask)

Parameters

Gain (G)
2

Numerator taus
0.1

Numerator orders
0.6

Denominator taus
[0.01 1 10]

Denominator orders
[0.4 0.8 1.4]

Low frequency
0.0001

High frequency
10000

Poles and zeros number
12

OK Cancel Help Apply

2 – Bibliothèque

2.10 - Fractional explicit and implicit system

$$H(s) = \frac{\prod_i (1 + (\tau_i s)^{n_i})}{\prod_j (1 + (\tau_j s)^{n_{ji}})} \frac{\prod_i (1 + \tau_i s)^{n_i}}{\prod_j (1 + \tau_j s)^{n_j}}$$

Block Parameters: Fractional explicit and implicit system

Fractional explicit and implicit system (mask)

Parameters

Numerator explicit taus
1

Numerator explicit orders
0.2

Denominator explicit taus
[1.5 2.3]

Denominator explicit orders
[0.6 1.7]

Numerator implicit taus
[5 0.2]

Numerator implicit orders
[0.3 0.7]

Denominator implicit taus
[0.02 10]

Denominator implicit orders
[0.2 0.5]

Low frequency(wA)
0.001

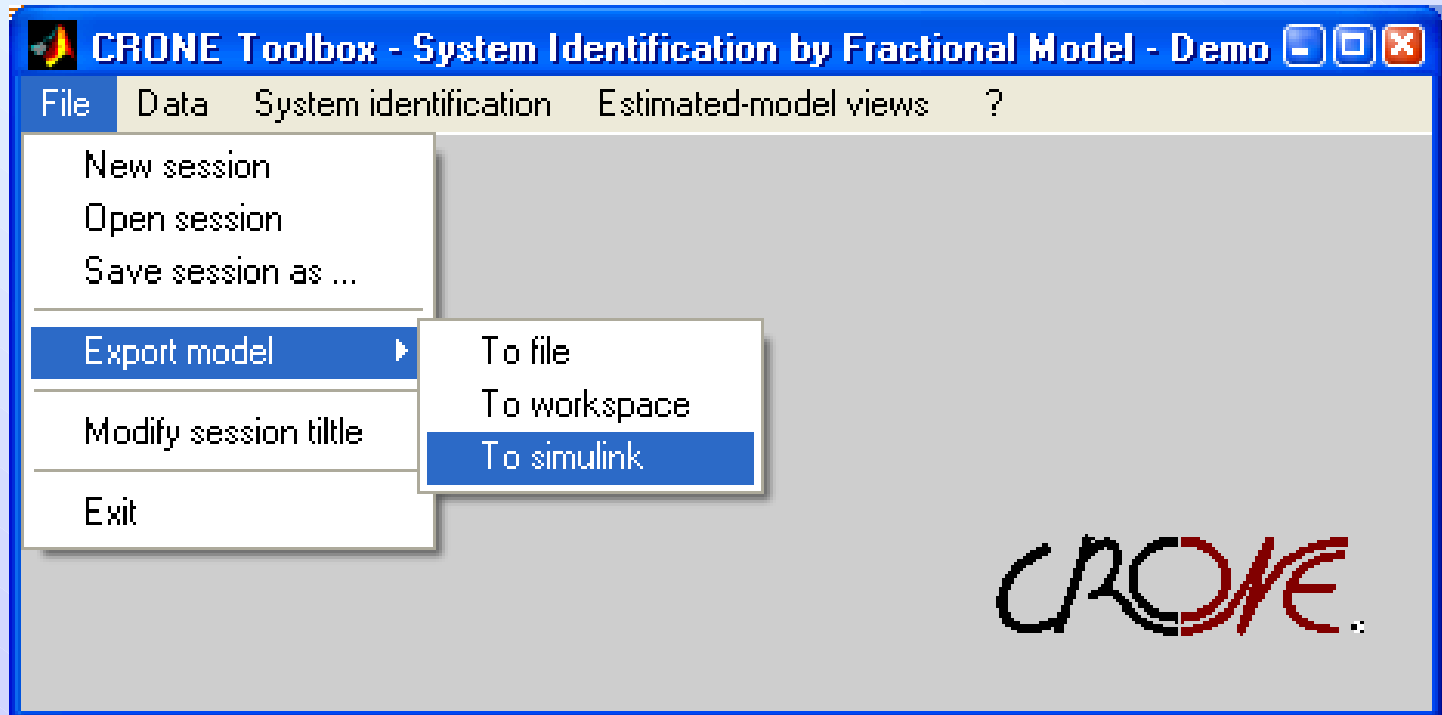
High frequency(wB)
1000

Numbers of poles and zeros
7

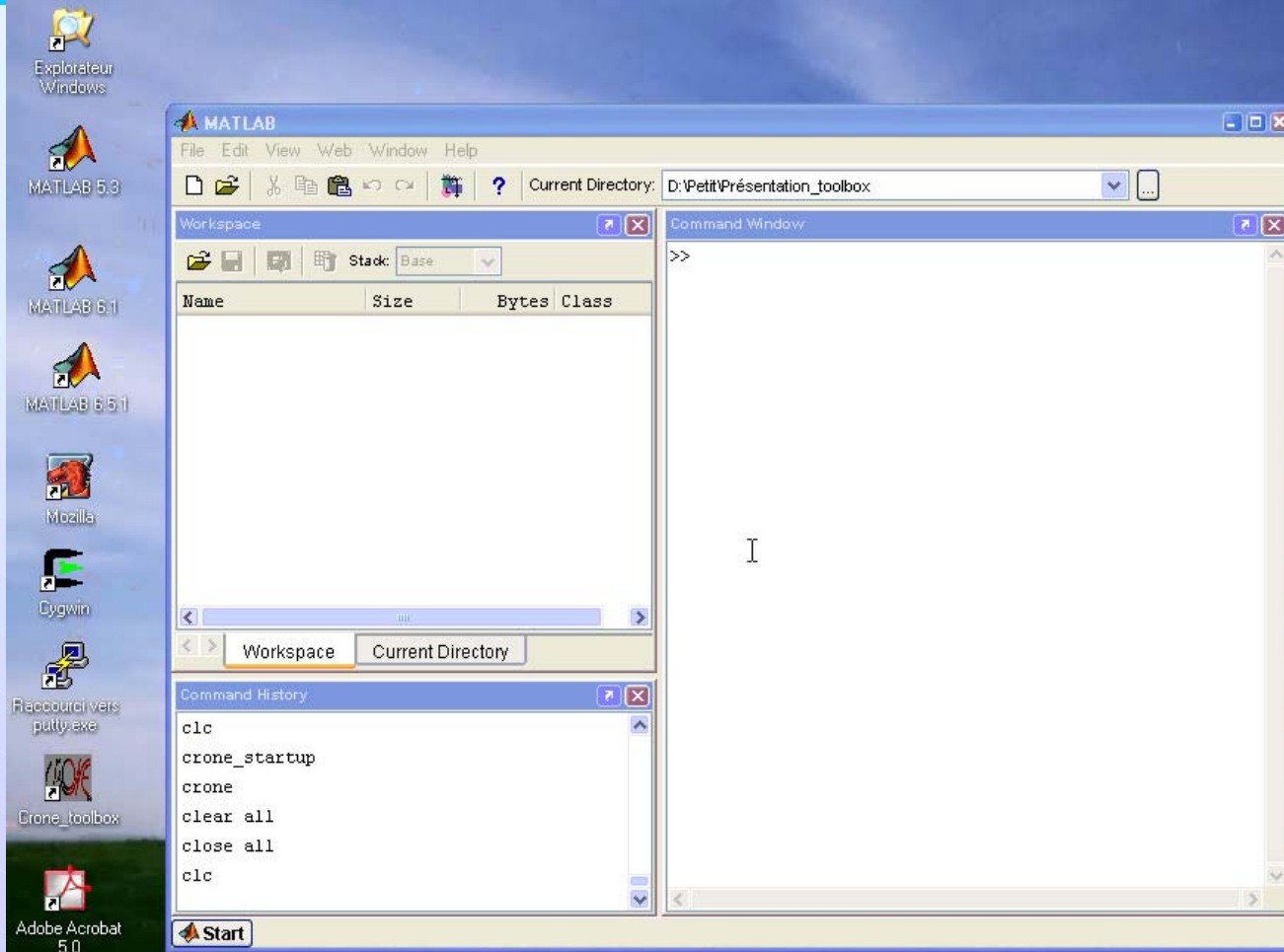
OK Cancel Help Apply

3 – Fonctionnalités d'exportation

3.1 - Exportation de modèles à partir des modules identification



3 – Fonctionnalités d'exportation



3 – Fonctionnalités d'exportation

3.2 - Exportation de régulateur à partir des modules commande

CRONE Toolbox - Second Generation Crone Control-System Design - Exemple académique - Variation de gain

File Data Design Frequency-domain performance Frequency responses Time responses Help

Fractional open-loop

Rational controller

- Synthesis
- Parameters
- Save as
- Parameters for Simulink model

$$\left(\frac{1+s/\omega_l}{s/\omega_l}\right)^{m_1} \left(\frac{1+s/\omega_h}{1+s/\omega_h}\right)^n \frac{1}{(1+s/\omega_h)^{n_h}}$$
$$C_r(s) = C \frac{\prod_{i=1}^{N_n} s + \omega_{ni}}{\prod_{i=1}^{N_d} s + \omega_{di}}$$

CRONE

4 – Conclusion et perspectives

Conclusion

- Développement de la bibliothèque Simulink
- Amélioration de la convivialité de l'utilisation de la toolbox CRONE

Perspectives

- Utilisation d'une méthode d'identification pour la méthode de calcul de la fonction de transfert explicite
- Résolution des problèmes numériques encore rencontrés sur certains blocs