

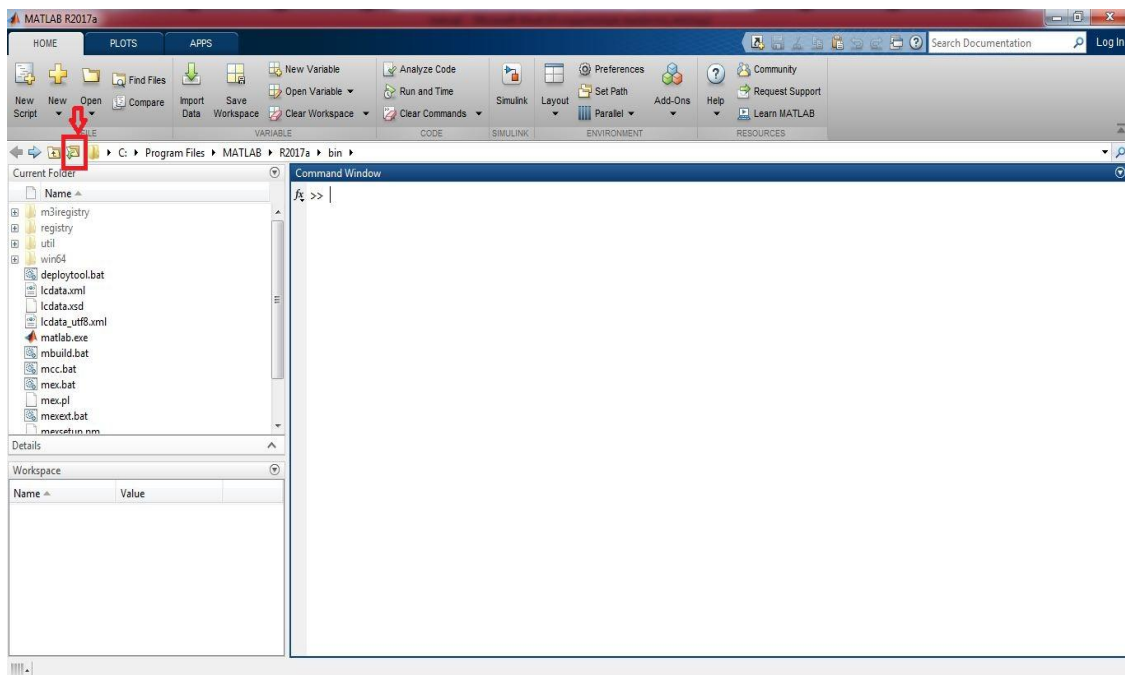
Εγχειρίδιο χρήσης προτεινόμενης πλατφόρμας

1.1 Εκκίνηση γραφικού περιβάλλοντος

Το γραφικό περιβάλλον (graphical user interface – GUI) της προτεινόμενης πλατφόρμας **System Identification & Equivalent Models Toolbox (SIEMToolbox)** έχει σχεδιαστεί εξολοκλήρου στο λογισμικό MATLAB. Ο έλεγχος της πλατφόρμας έχει πραγματοποιηθεί στην έκδοση R2017a του συγκεκριμένου λογισμικού.

Τα βήματα που απαιτούνται για την εκκίνηση της πλατφόρμας είναι τα ακόλουθα:

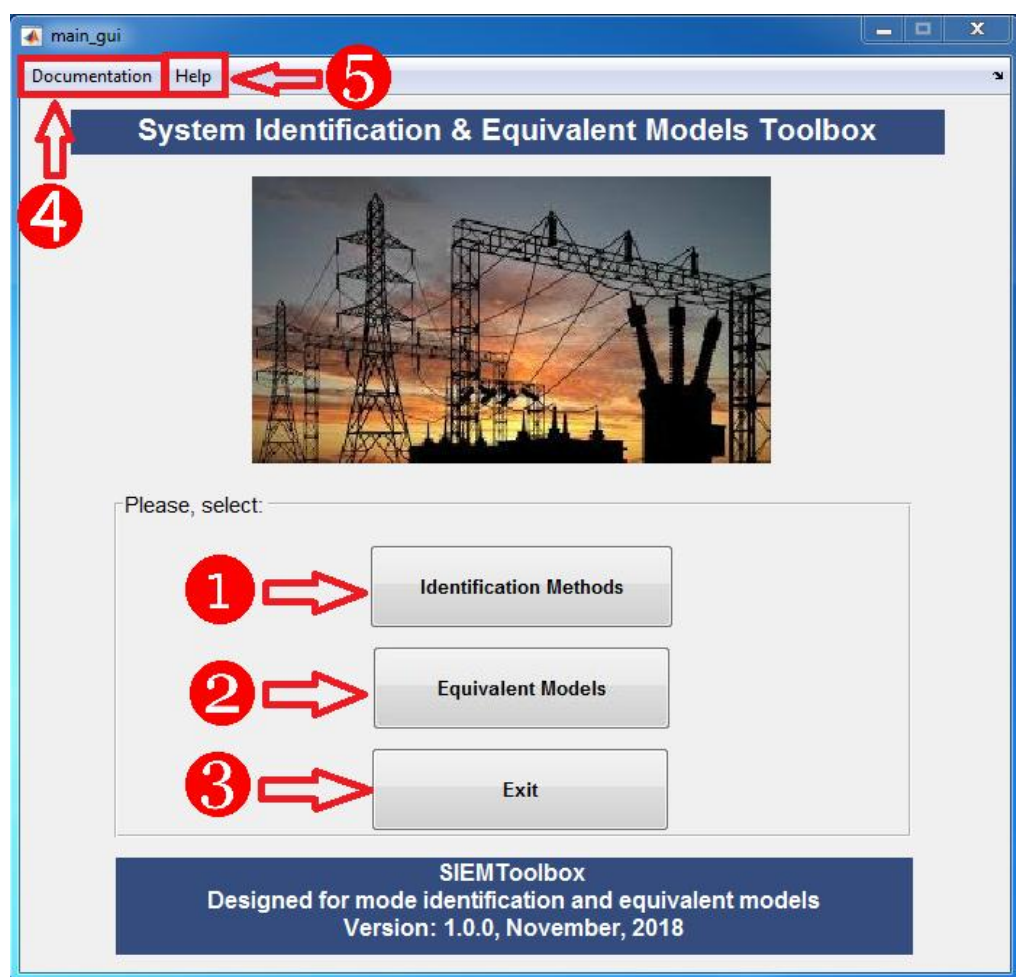
- 1) Αρχικά, απαιτείται η εκκίνηση του MATLAB.
- 2) Ακολούθως, ο χρήστης πρέπει να εκκινήσει το SIEMToolbox από το φάκελο στον οποίο αυτό είναι αποθηκευμένο.



Σχήμα 3.1 – Αρχική σελίδα στο MATLAB

Σε πρώτη φάση, ο χρήστης πρέπει να επιλέξει από την αρχική σελίδα του MATLAB το κουμπί που βρίσκεται εντός του κόκκινου πλαισίου στην εικόνα του σχήματος 3.1. Στο αναδυόμενο παράθυρο θα πρέπει να επιλέξει τον κατάλληλο φάκελο στον οποίο είναι αποθηκευμένο το SIEMToolbox.

Εφόσον ο χρήστης επιλέξει τον κατάλληλο φάκελο, μπορεί να εκκινήσει το SIEMToolbox πληκτρολογώντας απλώς στο παράθυρο εντολών (command window) του MATLAB την εντολή «**main_gui**». Με την εκκίνηση του SIEMToolbox εμφανίζεται το παράθυρο του σχήματος 3.2:



Σχήμα 3.2 – Αρχική παράθυρο SIEMToolbox

Το παράθυρο εκκίνησης προσφέρει στο χρήστη τις ακόλουθες επιλογές:

1) Identification Methods

Πατώντας το κουμπί αυτό, η πλατφόρμα θα προχωρήσει στις μεθόδους ταυτοποίησης συστήματος που υποστηρίζονται από το λογισμικό.

2) **Equivalent Models**

Πατώντας το κουμπί αυτό, η πλατφόρμα θα προχωρήσει στα ισοδύναμα μοντέλα που υποστηρίζονται από το λογισμικό.

3) **Exit**

Η επιλογή του συγκεκριμένου πλήκτρου τερματίζει τη λειτουργία της πλατφόρμας.

4) **Documentation**

Το συγκεκριμένο πλήκτρο προσφέρει στο χρήστη τη δυνατότητα να πλοηγηθεί στο εγχειρίδιο της πλατφόρμας.

5) **Help**

Το κουμπί αυτό προσφέρει στο χρήστη τρεις επιλογές:

➤ **SIEMToolbox Website**

Ο χρήστης μπορεί να επισκεφθεί την ιστοσελίδα της πλατφόρμας.

➤ **AUTH Power Systems Lab**

Ο χρήστης μπορεί να επισκεφθεί την ιστοσελίδα του εργαστηρίου Συστημάτων Ηλεκτρικής Ενέργειας του Αριστοτέλειου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης.

➤ **About**

Περιέχονται τα στοιχεία επικοινωνίας των δημιουργών της πλατφόρμας.

1.2 Μέθοδοι ταυτοποίησης συστήματος

Η καρτέλα για τις μεθόδους ταυτοποίησης συστήματος ενεργοποιείται πατώντας το κουμπί «**Identification methods**», το οποίο παρουσιάζεται στο Σχήμα 3.2.

1.2.1 Εισαγωγή δεδομένων

Αρχικά, ο χρήστης θα πρέπει να εισάγει τα διαθέσιμα δεδομένα μετρήσεων. Για το σκοπό αυτό, ενεργοποιείται το παράθυρο του σχήματος 3.3.

Το συγκεκριμένο παράθυρο προσφέρει στο χρήστη τις ακόλουθες δυνατότητες:

1) Number of Signals

Με τη βοήθεια του συγκεκριμένου πλαισίου, ο χρήστης μπορεί να προσδιορίσει τον αριθμό των σημάτων (μετρήσεων) που θα χρησιμοποιήσει για τις ανάγκες της ανάλυσης που διεξάγει. Συγκεκριμένα, πατώντας στο αντίστοιχο πλαίσιο ελέγχου (checkbox), ο χρήστης μπορεί να επιλέξει ανάμεσα σε:

- Εισαγωγή ενός μοναδικού σήματος (**single signal**).
- Εισαγωγή πολλαπλών σημάτων (**multiple signals**).

Παρατηρήσεις:

➤ Για να προχωρήσει ο χρήστης στην εισαγωγή των δεδομένων, θα πρέπει να επιλέξει μεταξύ των δύο διαθέσιμων επιλογών. Αν δεν έχει προσδιοριστεί το πλήθος το δεδομένων εισόδου, δεν μπορούν να ορισθούν οι τιμές των πεδίων «Maximum observation time», «Sampling rate» και «Number of signals». Στα πεδία αυτά ο χρήστης εισάγει το μέγιστο χρόνο καταγραφής, τον ρυθμό δειγματοληψίας και τον αριθμό των χρησιμοποιούμενων σημάτων.

➤ Για να συνεχίσει η πλατφόρμα σε επόμενο παράθυρο, θα πρέπει ο χρήστης να έχει εισάγει δεδομένα σε μορφή που υποστηρίζεται από την πλατφόρμα. Περισσότερες πληροφορίες παρέχονται στο πεδίο «Insert data» που αναλύεται παρακάτω.

2) Maximum observation time

Ο χρήστης εισάγει το μέγιστο χρόνο καταγραφής. Ο χρόνος αυτός χρησιμοποιείται ώστε να ελεγχθεί η ορθότητα των δεδομένων που θα καταχωρηθούν και να αποφευχθούν ανεπιθύμητα σφάλματα.

3) Sampling rate

Ο χρήστης εισάγει τον ρυθμό δειγματοληψίας. Ο ρυθμός δειγματοληψίας χρησιμοποιείται επίσης για έλεγχο των δεδομένων εισόδου.

4) Number of signals

Ο χρήστης εισάγει τον αριθμό των χρησιμοποιούμενων σημάτων. Η επιλογή αυτή είναι διαθέσιμη μόνο στην περίπτωση που ο χρήστης θα επιλέξει την ανάλυση

πολλαπλών σημάτων. Χρησιμοποιείται από την πλατφόρμα για τον έλεγχο της ορθότητας των δεδομένων εισόδου.

5) Insert data

Χρησιμοποιώντας το πεδίο αυτό, ο χρήστης μπορεί να εισάγει τα διαθέσιμα δεδομένα μετρήσεων των αποκρίσεων του συστήματος που αυτός θέλει να μελετήσει. Τα δεδομένα αυτά θα πρέπει να είναι ένα αρχείο **.mat** και σε πλήρη αντιστοιχία με τις προδιαγραφές της πλατφόρμας.

Πιο συγκεκριμένα, τα δεδομένα θα πρέπει να είναι σε μορφή πινάκων. Στην περίπτωση ενός **μοναδικού σήματος (single signal)**, τα δεδομένα που εισάγει ο χρήστης θα πρέπει να αποθηκεύονται σε ένα πίνακα με την ακόλουθη μορφή:

η πρώτη στήλη θα πρέπει να περιλαμβάνει το χρόνο, ενώ η δεύτερη στήλη την απόκριση του σήματος. Τα δεδομένα, δηλαδή, θα πρέπει να αποθηκεύονται σε ένα πίνακα $n \times 2$. Σε αντίθετη περίπτωση, η εισαγωγή δεδομένων με διαφορετική μορφή από την υποστηριζόμενη, θα οδηγήσει στην εμφάνιση του μηνύματος του σχήματος 3.4. Σε αυτή την περίπτωση, η πλατφόρμα δε συνεχίζει σε επόμενο παράθυρο και περιμένει από το χρήστη την εισαγωγή δεδομένων σε υποστηριζόμενη μορφή.

Στην περίπτωση **πολλαπλών σημάτων (multiple signals)**, τα δεδομένα που εισάγει ο χρήστης θα πρέπει και πάλι να αποθηκεύονται με τη μορφή πινάκων. Η πρώτη στήλη του αντίστοιχου πίνακα περιλαμβάνει και πάλι το διάνυσμα του χρόνου. Σε κάθε επόμενη στήλη, αποθηκεύεται η απόκριση της m -οστής μέτρησης. Απαιτείται, δηλαδή, η δημιουργία ενός πίνακα $n \times m$, όπου m είναι ο αριθμός των σημάτων που θέλει να επεξεργαστεί ο χρήστης. Σε περίπτωση εισαγωγής δεδομένων που δεν ακολουθούν τη συγκεκριμένη δομή, η πλατφόρμα εμφανίζει το μήνυμα του σχήματος 3.4, περιμένοντας την εισαγωγή σωστών δεδομένων.

Μετά την εισαγωγή των δεδομένων, ακολουθεί μια φάση ελέγχου της ορθότητάς τους. Συγκεκριμένα, η πλατφόρμα αξιολογεί την ορθότητα των δεδομένων εισαγωγής κάνοντας χρήση του μέγιστου χρόνου καταγραφής, του ρυθμού δειγματοληψίας και του αριθμού των σημάτων που έχουν δηλωθεί από το χρήστη. Εφόσον επαληθευτεί η ορθότητα των δεδομένων, ενεργοποιείται το κουμπί «Next» και η πλατφόρμα μπορεί να προχωρήσει στο επόμενο παράθυρο.

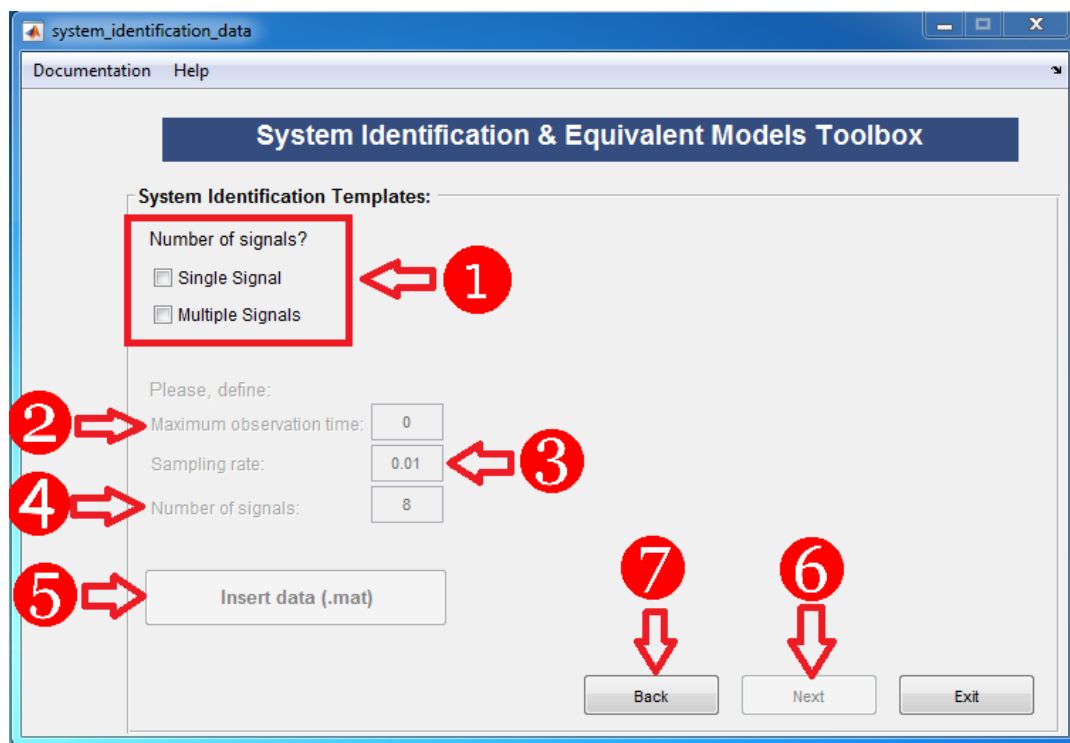
Σε αντίθετη περίπτωση, εμφανίζεται το μήνυμα του σχήματος 3.5 και το κουμπί «Next» παραμένει απενεργοποιημένο.

6) Next

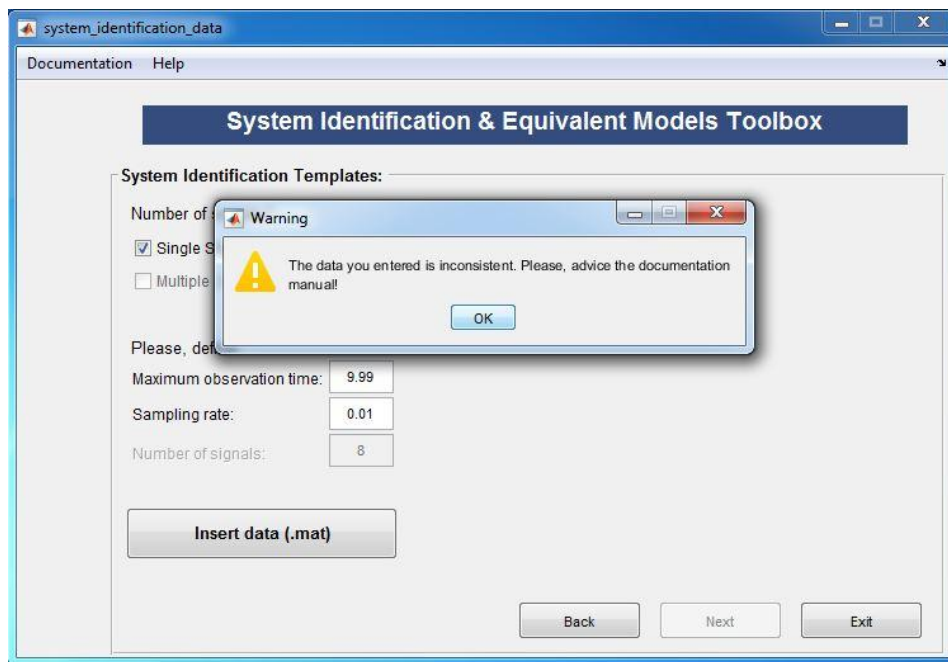
Εφόσον έχει ελεγχθεί η ορθότητα των δεδομένων εισόδου, η πλατφόρμα δίνει τη δυνατότητα στο χρήστη να προχωρήσει στο επόμενο παράθυρο («**system_identification_method**»). Αναλυτική περιγραφή του συγκεκριμένου παραθύρου παρουσιάζεται στην ενότητα 3.2.2.

7) Back

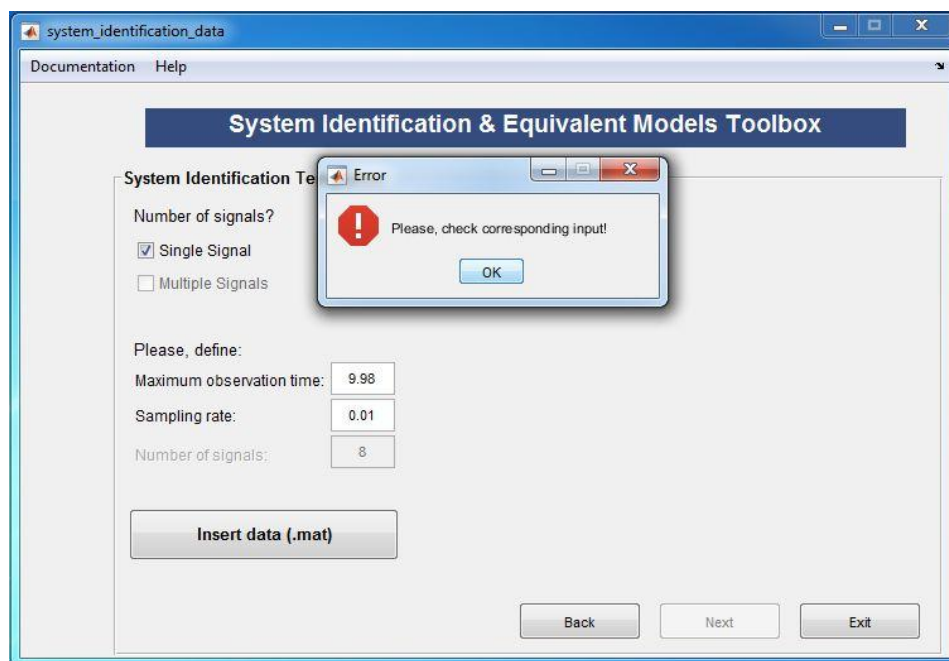
Το συγκεκριμένο κουμπί δίνει τη δυνατότητα στο χρήστη να επιστρέψει στο αρχικό παράθυρο της πλατφόρμας.



Σχήμα 3.3 – Παράθυρο εισαγωγής δεδομένων στο *System Identification Templates*

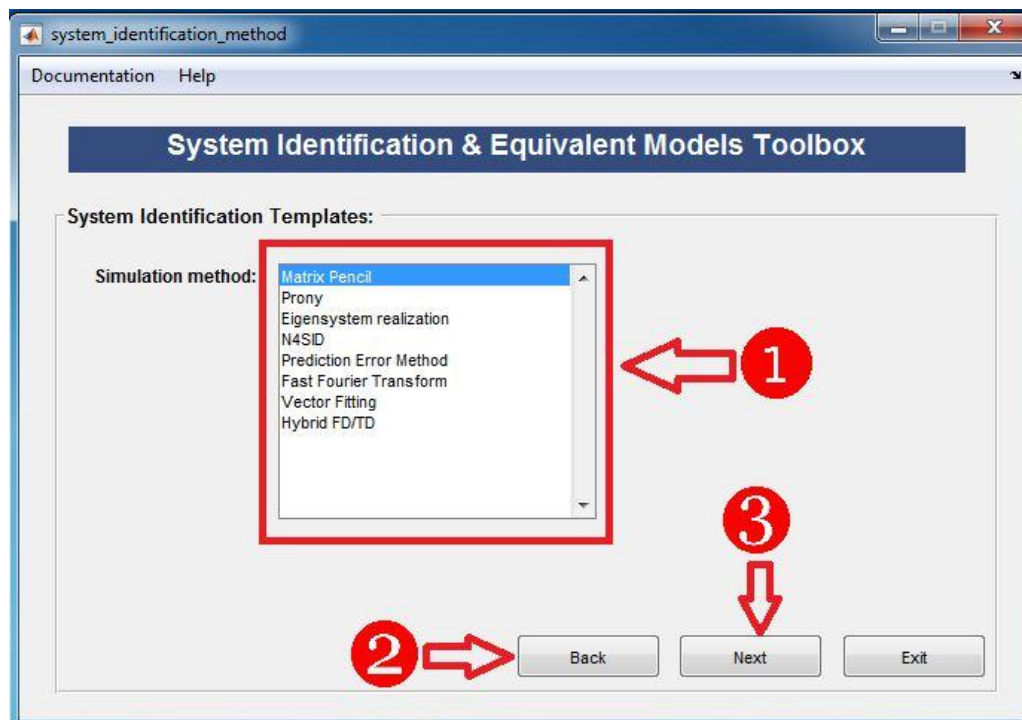


Σχήμα 3.4 – Λανθασμένη είσοδος δεδομένων στο *System Identification Templates*



Σχήμα 3.5 – Αδυναμία αντιστοιχίας δεδομένων εισόδου και παραμέτρων στο *System Identification Templates*

1.2.2 Επιλογή μεθόδου ταυτοποίησης συστήματος



Σχήμα 3.6 – Παράθυρο επιλογής μεθόδους αναγνώρισης ΣΗΕ

Το σχετικό παράθυρο παρουσιάζεται στο σχήμα 3.6. Ο χρήστης έχει τις εξής δυνατότητες:

1) Simulation method

Ο χρήστης επιλέγει μέσω ενός καταλόγου (listbox) τη μέθοδο ταυτοποίησης που επιθυμεί. Οι μέθοδοι που υποστηρίζονται από την πλατφόρμα είναι οι εξής:

Matrix Pencil

Prony

Eigenvalue Realization

N4SID

Prediction Error Method

Fast Fourier Transfer

Vector Fitting

Hybrid FD/TD.

2) Back

Η πλατφόρμα επιστρέφει στο παράθυρο εισαγωγής δεδομένων («system_identification_data»).

3) Next

Εφόσον ο χρήστης έχει επιλέξει μέθοδο ταυτοποίησης, μπορεί να προχωρήσει στο επόμενο βήμα, πατώντας το κουμπί «Next».

1.2.3 Προσδιορισμός της τάξης του μοντέλου

Στο παράθυρο με όνομα «system_identification_order_tolerance» του σχήματος 3.7 ο χρήστης έχει τις εξής επιλογές:

1) Model Order & Range

Ο χρήστης έχει δυο δυνατότητες. Πρώτον, μπορεί να επιλέξει την τάξη προσέγγισης. Σε αυτή την περίπτωση τσεκάρει το κουτί «**Model Order**» και εισάγει την τάξη που επιθυμεί. Δεύτερον, μπορεί να δώσει στην πλατφόρμα τη δυνατότητα να υπολογίσει αυτόματα τη βέλτιστη τάξη. Σε αυτή την περίπτωση, τσεκάρει το κουμπί «**Range**» και εισάγει το εύρος των τάξεων που θα πρέπει να διερευνήσει η πλατφόρμα. Η διαδικασία για την εύρεση της βέλτιστης τάξης αναλύεται στην ενότητα 2.1.10.

***Παρατήρηση:** Για να προχωρήσει ο χρήστης στο επόμενο παράθυρο πρέπει να επιλέξει μεταξύ των δύο διαθέσιμων επιλογών.*

2) Επιλογή Model order

Εφόσον ο χρήστης έχει επιλέξει το πλαίσιο ελέγχου «Model Order», μπορεί να προσδιορίσει σε αυτό το πεδίο την τάξη του μοντέλου που τελικά θα αναπτυχθεί. Η προεπιλεγμένη τάξη τίθεται ίση με 1.

3) Επιλογή Range selection

Εφόσον ο χρήστης έχει επιλέξει το πλαίσιο ελέγχου «**Range**», μπορεί στη συνέχεια να προσδιορίσει σε αυτό το πεδίο το εύρος των τάξεων στο οποίο θα πρέπει να αναζητηθεί η βέλτιστη τάξη.

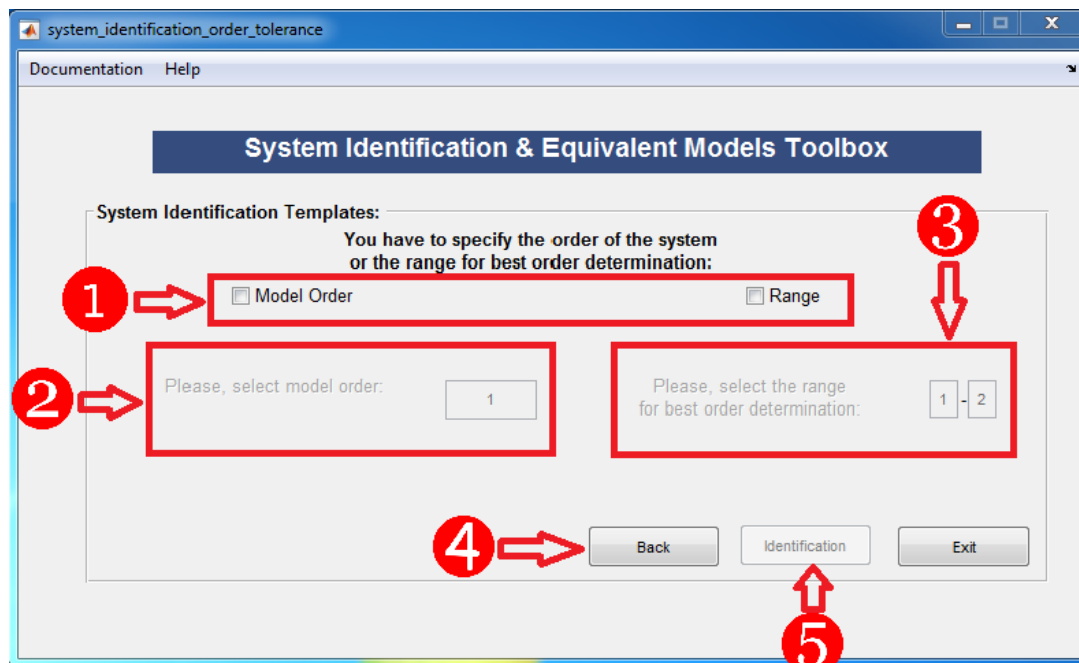
4) Back

Πατώντας το κουμπί της επιστροφής, η πλατφόρμα επιστρέφει στο παράθυρο επιλογής μεθόδου αναγνώρισης συστήματος («system_identification_method»).

5) Identification

Ο ορισμός των τιμών των πεδίων 1 και 2 ή 3, ενεργοποιεί το πλήκτρο «**Identification**». Με το συγκεκριμένο πλήκτρο, εκκινεί η διαδικασία υπολογισμού των παραμέτρων του μοντέλου.

Το επόμενο παράθυρο της πλατφόρμας διαφοροποιείται ανάλογα με τα δεδομένα εισόδου (πολλαπλά σήματα ή ανάλυση ενός σήματος) καθώς και την επιλογή του χρήστη για την τάξη του μοντέλου (χρήση προκαθορισμένης τάξης ή εύρεση βέλτιστης τάξης). Οι διαφοροποιήσεις αυτές παρουσιάζονται αναλυτικά στη συνέχεια.



Σχήμα 3.7 – Παράθυρο επιλογής τάξης μοντέλου ή εύρους για εύρεση βέλτιστης τάξης στο *System Identification Templates*

1.2.4 Αποτελέσματα μεθόδων ταυτοποίησης συστήματος

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται τα παράθυρα της πλατφόρμας που χρησιμοποιούνται για την οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων.

1.2.4α Μοναδικό σήμα και προκαθορισμένη τάξη

Η μορφή του παραθύρου παρουσιάζεται στο σχήμα 3.8. Το αναδυόμενο παράθυρο παρέχει στο χρήστη τις ακόλουθες πληροφορίες και δυνατότητες:

1) Figure

Σε αυτό το πλαίσιο, η πλατφόρμα συγκρίνει την πραγματική με την εκτιμώμενη απόκριση. Με μαύρο χρώμα και όνομα «**original**» εμφανίζεται η πραγματική μέτρηση. Με κόκκινο χρώμα και όνομα «**estimated**» εμφανίζεται η εκτιμώμενη απόκριση.

Ο άξονας των x αναπαριστά το χρόνο. Μονάδες είναι τα δευτερόλεπτα. Ο άξονας των y αναπαριστά την απόκριση.

2) Model Results

Σε αυτό το πλαίσιο, η πλατφόρμα εμφανίζει αποτελέσματα για τη μέθοδο ταυτοποίησης που εξετάζεται. Συγκεκριμένα, εμφανίζει:

- Την τάξη του μοντέλου που εισήγαγε ο χρήστης (**Model order**).
- Το μέσο απόλυτο σφάλμα (Mean Absolute Error/**MAE**) της μεθόδου.
- Το μέσο απόλυτο ποσοστιαίο σφάλμα (Mean Absolute Percentage Error/**MAPE** της μεθόδου.
- Την ρίζα του μέσου τετραγωνικού σφάλματος (Root Mean Squared Error/**RMSE**) της μεθόδου.
- Το συντελεστή προσδιορισμού (**RSquare**) ως ποσοστό για τη συγκεκριμένη μέθοδο.
- Τους συντελεστές απόσβεσης που υπολογίζονται από την εξεταζόμενη μέθοδο (**sigma (1/s)**).
- Τις συχνότητες που υπολογίζονται από την εξεταζόμενη μέθοδο (**mode frequencies (Hz)**)
- Τη μέθοδο αναγνώρισης (**Identification Method**).

3) Export Figure

Ο χρήστης πατώντας το κουμπί αυτό μπορεί να εξάγει σε ένα ξεχωριστό παράθυρο τις γραφικές παραστάσεις για περαιτέρω επεξεργασία.

4) Export Results

Πατώντας το κουμπί αυτό, ο χρήστης μπορεί να αποθηκεύσει σε ένα αρχείο .txt τα αποτελέσματα της ταυτοποίησης.

5) Toolbar

Στη γραμμή εργαλείων (toolbar) εμφανίζονται οι εξής επιλογές:

➤ Save Button

Πατώντας το κουμπί αυτό, ο χρήστης μπορεί να αποθηκεύσει σε ένα αρχείο .txt τα αποτελέσματα της μεθόδου (τα αποτελέσματα του πεδίου «**Model Results**»). Επίσης μπορεί να αποθηκεύσει σε ένα αρχείο .jpg τις αντίστοιχες γραφικές παραστάσεις. Η επιτυχής αποθήκευση των αποτελεσμάτων και των γραφικών παραστάσεων συνοδεύεται από σχετικό μήνυμα, όπως αυτό που παρουσιάζεται στο σχήμα 3.9.

➤ Zoom In

Με αυτό το κουμπί ο χρήστης μπορεί να κάνει ζουμ στις γραφικές παραστάσεις.

➤ Zoom Out

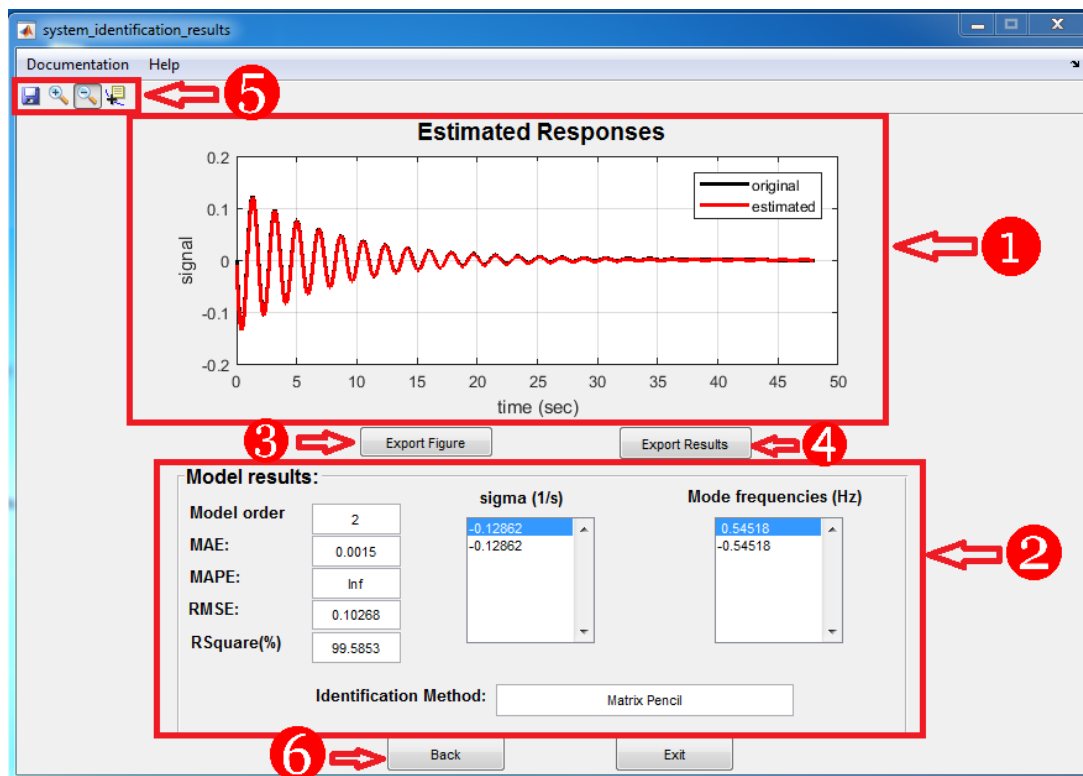
Επιτρέπει στο χρήστη να μικρύνει το ζουμ.

➤ Data Cursor

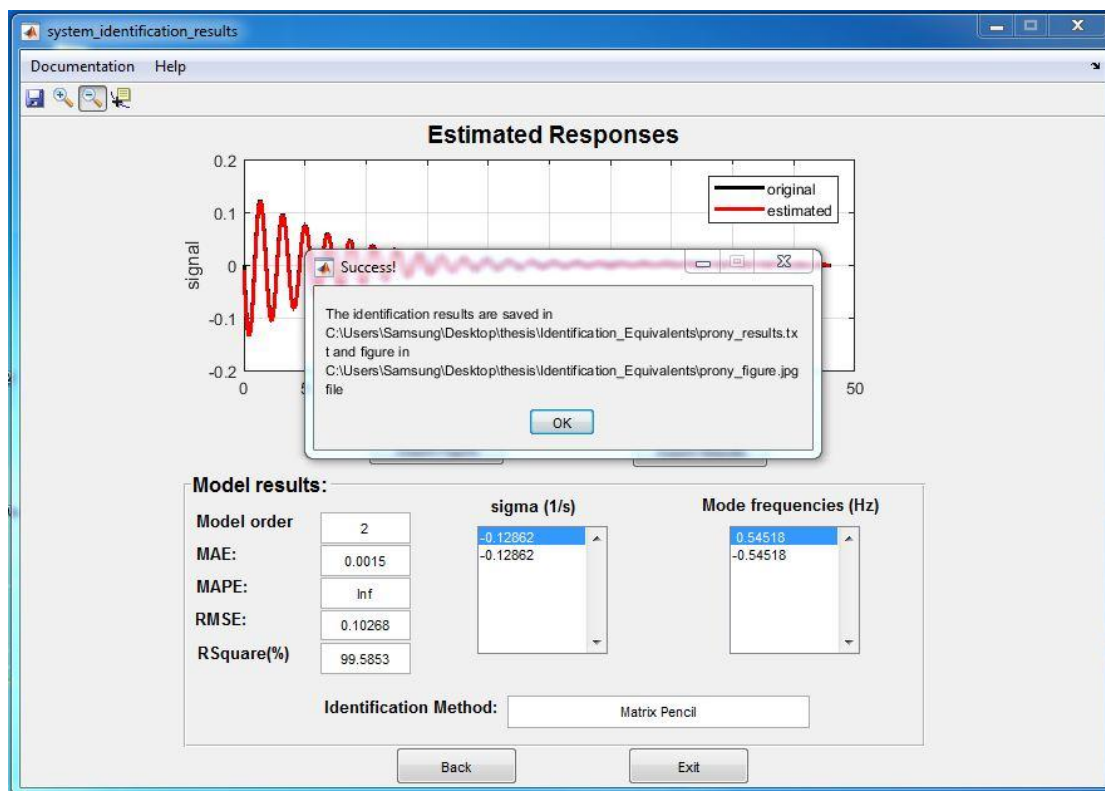
Ο χρήστης πατώντας το κουμπί αυτό, μπορεί να βρει την τιμή της γραφικής παράστασης για μια συγκεκριμένη χρονική στιγμή.

6) Back

Πατώντας το κουμπί της επιστροφής, η πλατφόρμα επιστρέφει στο προηγούμενο παράθυρο («**system_identification_order_tolerance**»).



Σχήμα 3.8 – Παράθυρο αποτελεσμάτων ταυτοποίησης συστήματος με προκαθορισμένη τάξη με είσοδο ένα μοναδικό σήμα



Σχήμα 3.9 – Παράθυρο μετά την επιτυχή αποθήκευση των αποτελεσμάτων και της γραφικής παράστασης με είσοδο ένα μοναδικό σήμα και προκαθορισμένη τάξη

1.2.4β Πολλαπλά σήματα και προκαθορισμένη τάξη

Η μορφή του παραθύρου παρουσιάζεται στο σχήμα 3.10. Το αναδυόμενο παράθυρο παρέχει στο χρήστη τις ακόλουθες πληροφορίες και δυνατότητες:

1) Signal Listbox + Export Figure

Σε αυτό το πλαίσιο, η εργαλειοθήκη εμφανίζει σε μια λίστα (listbox) όλες τις εισαγόμενες μετρούμενες αποκρίσεις. Από αυτήν τη λίστα, ο χρήστης μπορεί να επιλέξει το σήμα που επιθυμεί και να συγκρίνει την πραγματική και την εκτιμώμενη απόκρισή του.

Επιλέγοντας κάποιο σήμα από τη διαθέσιμη λίστα και πατώντας το πλήκτρο «**Export Figure**», ο χρήστης εξάγει σε ένα ξεχωριστό παράθυρο τις γραφικές παραστάσεις της πραγματικής και της εκτιμώμενης απόκρισης. Με κόκκινο χρώμα και όνομα **original** εμφανίζεται η πραγματική μέτρηση. Με μαύρο χρώμα και όνομα **estimated** εμφανίζεται η εκτιμώμενη απόκριση.

Ο άξονας των x αναπαριστά το χρόνο. Μονάδες είναι τα δευτερόλεπτα. Ο άξονας των y αναπαριστά την απόκριση.

Παρατήρηση: Ο χρήστης μπορεί να εξάγει πολλαπλά παράθυρα για τις γραφικές παραστάσεις όσων σημάτων επιθυμεί.

2) Model Results (Mean Values)

Σε αυτό το πλαίσιο, η πλατφόρμα εμφανίζει αποτελέσματα για τη μέθοδο ταυτοποίησης που εξετάζεται. Οι τιμές αντιστοιχούν στις μέσες τιμές για όλες τις αποκρίσεις που εισήγαγε ο χρήστης. Συγκεκριμένα, εμφανίζει:

- Την τάξη του μοντέλου που εισήγαγε ο χρήστης (**model order**).
- Τη μέση τιμή του μέσου απόλυτου σφάλματος (Mean Absolute Error/**MAE**) της μεθόδου.
- Τη μέση τιμή του μέσου απόλυτου ποσοστιαίου σφάλματος (Mean Absolute Percentage Error/**MAPE**) της μεθόδου.
- Τη μέση τιμή της ρίζας του μέσου τετραγωνικού σφάλματος (Root Mean Squared Error/**RMSE**) της μεθόδου.
- Τη μέση τιμή του συντελεστή προσδιορισμού (**RSquare**) ως ποσοστό για τη συγκεκριμένη μέθοδο.

- Τη μέση τιμή των συντελεστών απόσβεσης όλων των εισαγόμενων αποκρίσεων (**sigma (1/s)**) που υπολογίζονται από την εξεταζόμενη μέθοδο.
- Τη μέση τιμή των συχνοτήτων που υπολογίζονται από την εξεταζόμενη μέθοδο (**mode frequencies (Hz)**)
- Τη μέθοδο αναγνώρισης (**Identification Method**).

3) Export Results

Πατώντας το κουμπί αυτό, ο χρήστης μπορεί να αποθηκεύσει σε ένα αρχείο .txt τις μέσες τιμές των αποτελεσμάτων της ταυτοποίησης.

4) Export damping factors and frequencies for selected signal

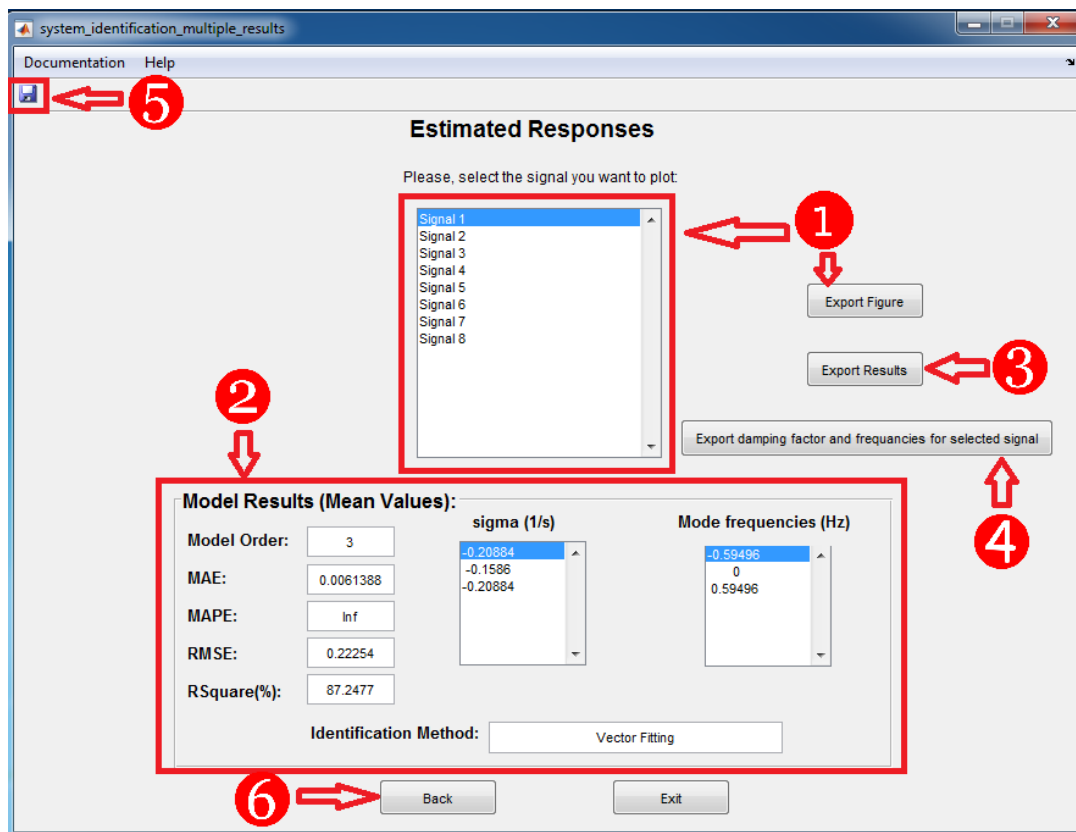
Πατώντας το πλήκτρο αυτό, ο χρήστης μπορεί να αποθηκεύσει σε ένα αρχείο .txt τους συντελεστές απόσβεσης και τις συχνότητες που υπολογίζονται από την εξεταζόμενη μέθοδο για το σήμα που έχει επιλέξει από τη λίστα (listbox) (στα αποτελέσματα του πεδίου «**Model Results Mean Values**» εμφανίζεται η μέση τιμή για όλα τα σήματα). Η επιτυχής αποθήκευση των αποτελεσμάτων συνοδεύεται από σχετικό μήνυμα, όπως αυτό που παρουσιάζεται στο σχήμα 3.11.

5) Save Toolbar

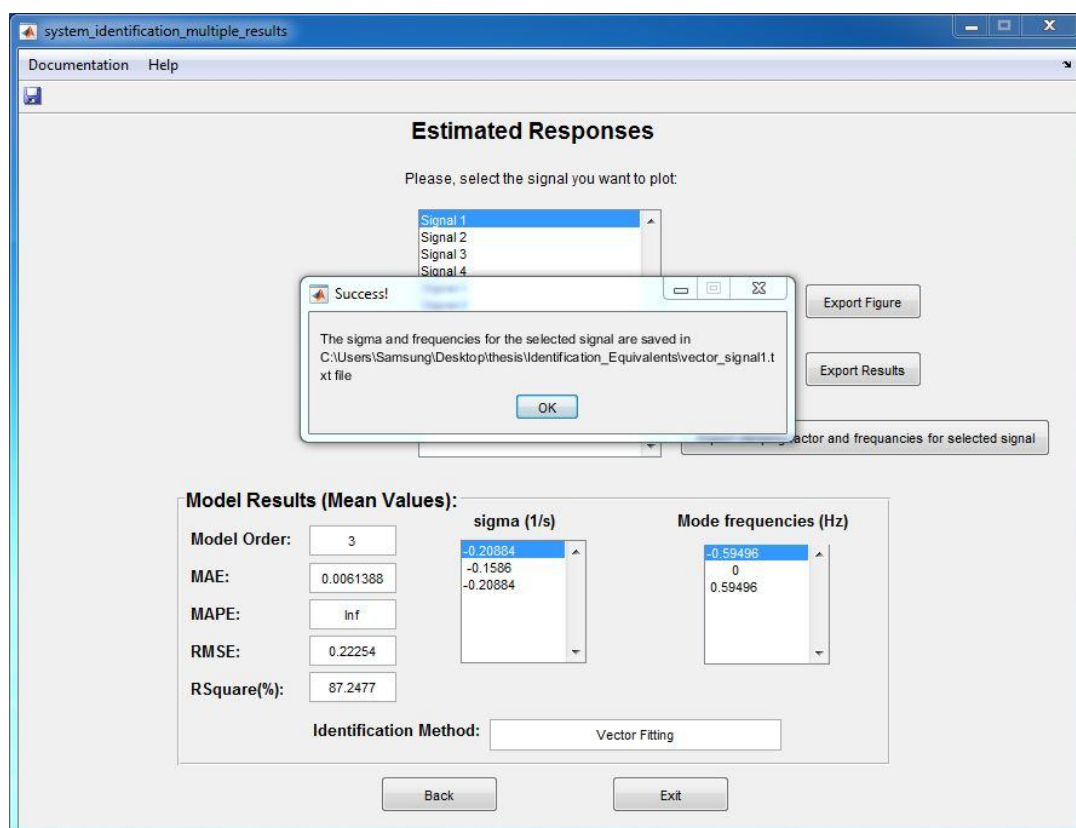
Πατώντας το κουμπί αυτό, ο χρήστης μπορεί να αποθηκεύσει σε ένα αρχείο .txt τα αποτελέσματα της μεθόδου (τα αποτελέσματα του πεδίου «**Model Results Mean Values**»). Επίσης μπορεί να αποθηκεύσει σε ένα αρχείο .jpg τις αντίστοιχες γραφικές παραστάσεις για το σήμα που έχει επιλέξει εκείνη τη στιγμή. Η επιτυχής αποθήκευση των αποτελεσμάτων και των γραφικών παραστάσεων συνοδεύεται από σχετικό μήνυμα, όπως αυτό που παρουσιάζεται στο σχήμα 3.12.

6) Back

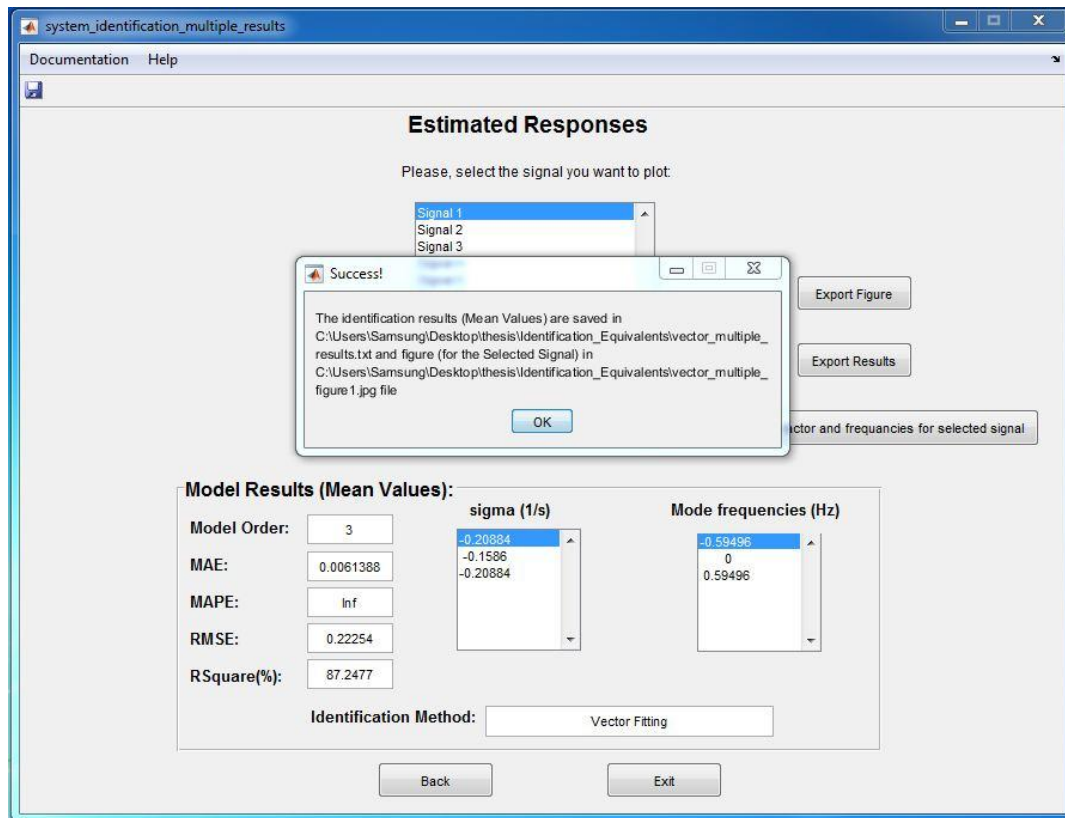
Πατώντας το κουμπί της επιστροφής, η πλατφόρμα επιστρέφει στο προηγούμενο παράθυρο («**system_identification_order_tolerance**»).



Σχήμα 3.10 – Παράθυρο αποτελεσμάτων ταυτοποίησης συστήματος με προκαθορισμένη τάξη με είσοδο πολλαπλά σήματα



Σχήμα 3.11 – Παράθυρο μετά την επιτυχή αποθήκευση των συντελεστών απόσβεσης και των συχνοτήτων για κάποιο συγκεκριμένο σήμα των πολλαπλών σημάτων και προκαθορισμένη τάξη



Σχήμα 3.12 – Παράθυρο μετά την επιτυχή αποθήκευση των αποτελεσμάτων και της γραφικής παράστασης με είσοδο πολλαπλά σήματα και προκαθορισμένη τάξη

1.2.4.γ Μοναδικό σήμα και εύρεση βέλτιστης τάξης

Η μορφή του παραθύρου παρουσιάζεται στο σχήμα 3.13. Το αναδυόμενο παράθυρο παρέχει στο χρήστη τις ακόλουθες πληροφορίες και δυνατότητες:

1) Figure

Σε αυτό το πλαίσιο, η εργαλειοθήκη συγκρίνει την πραγματική με την εκτιμώμενη απόκριση, για τη βέλτιστη τάξη. Με μαύρο χρώμα και όνομα «**original**» εμφανίζεται η πραγματική μέτρηση. Με κόκκινο χρώμα και όνομα «**best order**» εμφανίζεται η εκτιμώμενη απόκριση για τη βέλτιστη τάξη.

Ο άξονας των x αναπαριστά το χρόνο. Μονάδες είναι τα δευτερόλεπτα. Ο άξονας των y αναπαριστά την απόκριση.

2) Model Results

Σε αυτό το πλαίσιο, η πλατφόρμα εμφανίζει αποτελέσματα για τη μέθοδο ταυτοποίησης που εξετάζεται, για τη βέλτιστη τάξη. Συγκεκριμένα, εμφανίζει:

- Τη βέλτιστη τάξη της μεθόδου (**best order**).
- Το μέσο απόλυτο σφάλμα (Mean Absolute Error/**MAE**) της μεθόδου, για τη βέλτιστη τάξη.
- Το μέσο απόλυτο ποσοστιαίο σφάλμα (Mean Absolute Percentage Error/**MAPE**) της μεθόδου, για τη βέλτιστη τάξη.
- Την ρίζα του μέσου τετραγωνικού σφάλματος(Root Mean Squared Error/**RMSE**) της μεθόδου, για τη βέλτιστη τάξη.
- Το συντελεστή προσδιορισμού (**RSquare**) ως ποσοστό για τη συγκεκριμένη μέθοδο, για τη βέλτιστη τάξη.
- Τους συντελεστές απόσβεσης που υπολογίζονται από την εξεταζόμενη μέθοδο (**sigma (1/s)**), για τη βέλτιστη τάξη.
- Τις συχνότητες που υπολογίζονται από την εξεταζόμενη μέθοδο (**mode frequencies (Hz)**)
- Τη μέθοδο αναγνώρισης (**Identification Method**).

3) Export Figure

Ο χρήστης πατώντας το κουμπί αυτό μπορεί να εξάγει σε ένα ξεχωριστό παράθυρο τις γραφικές παραστάσεις για περαιτέρω επεξεργασία.

4) Export Results

Πατώντας το κουμπί αυτό, ο χρήστης μπορεί να αποθηκεύσει σε ένα αρχείο .txt τα αποτελέσματα της μεθόδου (τα αποτελέσματα του πεδίου «**Model Results**») για τη βέλτιστη τάξη, αλλά και τις τιμές των σφαλμάτων MAE, MAPE, RMSE και RSquare για όλες τις τάξεις που αξιολογήθηκαν. Έτσι, ο χρήστης μπορεί να εντοπίσει αν κάποια άλλη τάξη πλην της βέλτιστης καλύπτει τις ανάγκες του και είναι κοντά στα επιθυμητά, τελικά αποτελέσματα.

Σημείωση: Οι συντελεστές απόσβεσης και οι συχνότητες του μοντέλου εμφανίζονται μόνο για τη βέλτιστη τάξη και όχι για τις υπόλοιπες τάξεις.

5) Toolbar

Στη γραμμή εργαλείων (toolbar) εμφανίζονται οι εξής επιλογές:

➤ Save Button

Πατώντας το κουμπί αυτό, ο χρήστης μπορεί να αποθηκεύσει σε ένα αρχείο .txt τα αποτελέσματα της μεθόδου (τα αποτελέσματα του πεδίου «**Model Results**»). Επίσης μπορεί να αποθηκεύσει σε ένα αρχείο .jpg τις αντίστοιχες γραφικές παραστάσεις. Η επιτυχής αποθήκευση των αποτελεσμάτων και των γραφικών παραστάσεων συνοδεύεται από σχετικό μήνυμα, όπως αυτό που παρουσιάζεται στο σχήμα 3.14.

➤ Zoom In

Με αυτό το κουμπί ο χρήστης μπορεί να κάνει ζουμ στις γραφικές παραστάσεις.

➤ Zoom Out

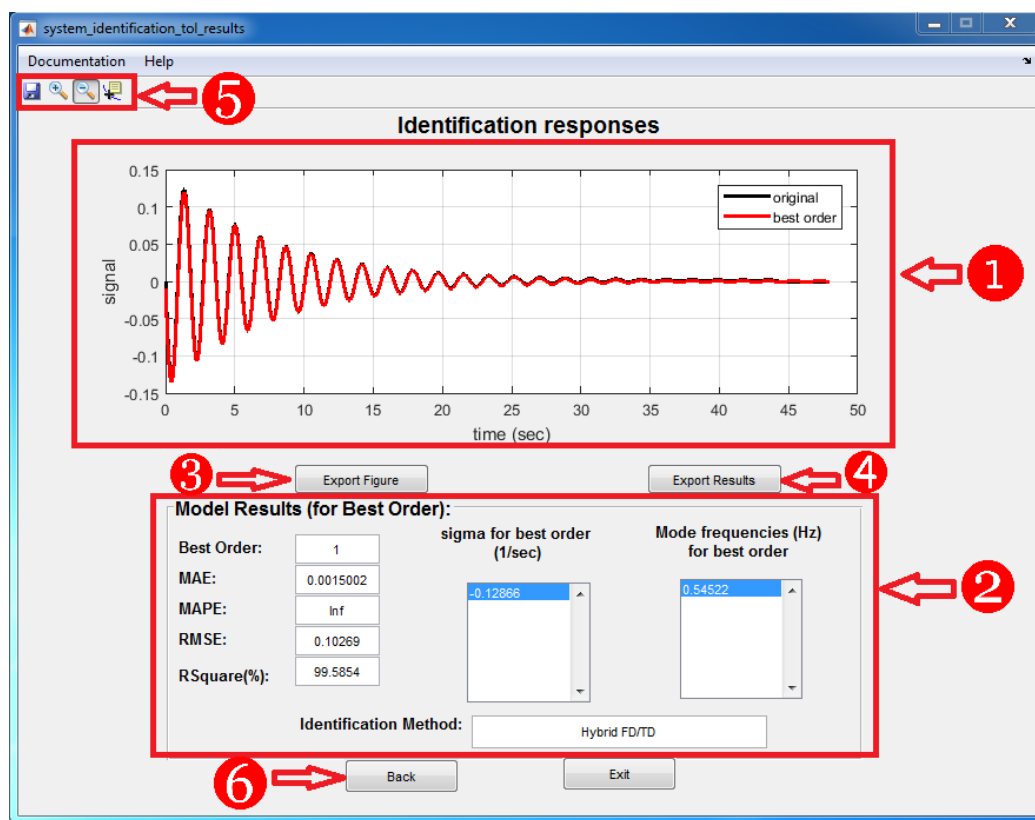
Επιτρέπει στο χρήστη να μικρύνει το ζουμ.

➤ Data Cursor

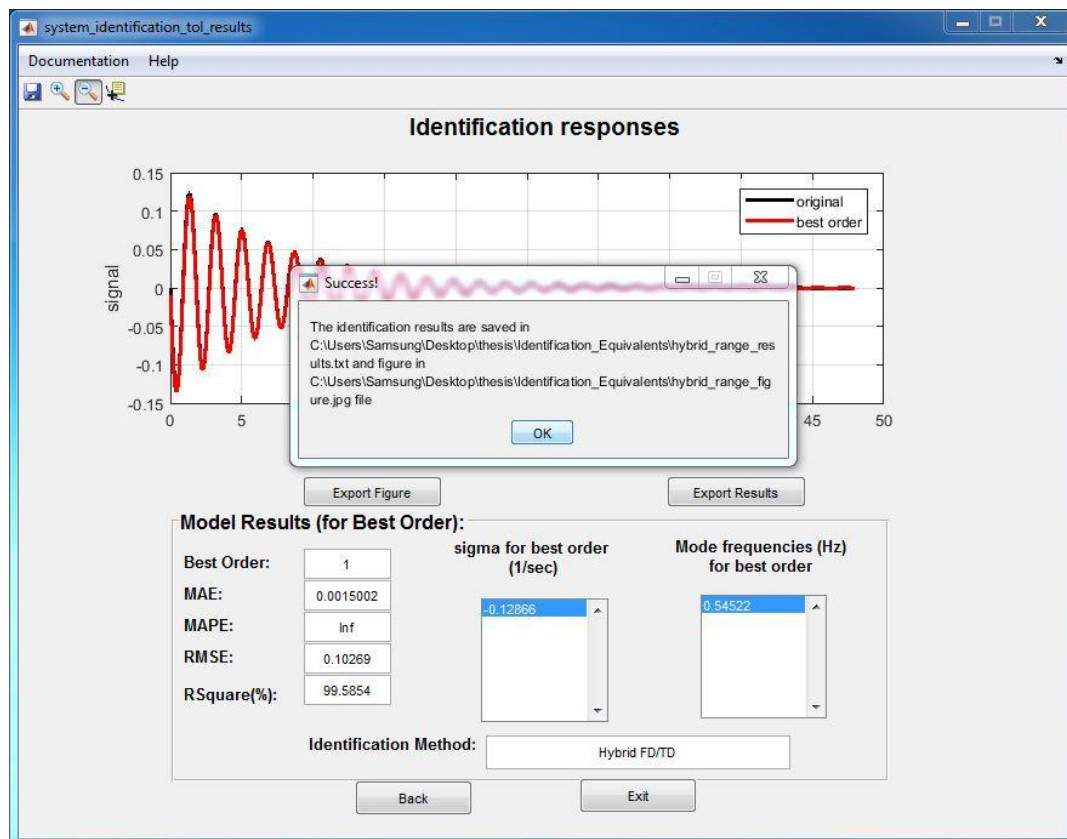
Ο χρήστης πατώντας το κουμπί αυτό, μπορεί να βρει την τιμή της γραφικής παράστασης για μια συγκεκριμένη χρονική στιγμή.

6) Back

Πατώντας το κουμπί της επιστροφής, η πλατφόρμα επιστρέφει στο προηγούμενο παράθυρο («**system_identification_order_tolerance**»).



Σχήμα 3.13 – Παράθυρο αποτελεσμάτων ταυτοποίησης συστήματος με εισαγωγή του εύρους με είσοδο ένα μοναδικό σήμα



Σχήμα 3.14 – Παράθυρο μετά την επιτυχή αποθήκευση των αποτελεσμάτων και της γραφικής παράστασης με είσοδο ένα μοναδικό σήμα και εύρος από το χρήστη

1.2.4.δ Πολλαπλά σήματα και εύρεση βέλτιστης τάξης

Η μορφή του παραθύρου παρουσιάζεται στο σχήμα 3.15. Το αναδυόμενο παράθυρο παρέχει στο χρήστη τις ακόλουθες πληροφορίες και δυνατότητες:

1) Signal Listbox + Export Figure

Σε αυτό το πλαίσιο, η εργαλειοθήκη εμφανίζει σε μια λίστα (listbox) όλες τις εισαγόμενες μετρούμενες αποκρίσεις. Από αυτήν τη λίστα, ο χρήστης μπορεί να επιλέξει το σήμα που επιθυμεί και να συγκρίνει την πραγματική και την εκτιμώμενη απόκρισή του, για τη βέλτιστη τάξη.

Επιλέγοντας κάποιο σήμα από τη διαθέσιμη λίστα και πατώντας το πλήκτρο «**Export Figure**», ο χρήστης εξάγει σε ένα ξεχωριστό παράθυρο τις γραφικές παραστάσεις της πραγματικής και της εκτιμώμενης απόκρισης, για τη βέλτιστη τάξη. Με μαύρο χρώμα και όνομα **original** εμφανίζεται η πραγματική μέτρηση. Με κόκκινο χρώμα και όνομα **best order** εμφανίζεται η εκτιμώμενη απόκριση, για τη βέλτιστη τάξη.

Ο άξονας των x αναπαριστά το χρόνο. Μονάδες είναι τα δευτερόλεπτα. Ο άξονας των y αναπαριστά την απόκριση.

Παρατήρηση: Ο χρήστης μπορεί να εξάγει πολλαπλά παράθυρα για τις γραφικές παραστάσεις όσων σημάτων επιθυμεί.

2) Model Mean Results

Σε αυτό το πλαίσιο, η πλατφόρμα εμφανίζει αποτελέσματα για τη μέθοδο ταυτοποίησης που εξετάζεται. Οι τιμές αντιστοιχούν στις μέσες τιμές για όλες τις αποκρίσεις που εισήγαγε ο χρήστης αποκλειστικά για τη βέλτιστη τάξη. Συγκεκριμένα, εμφανίζει:

- Τη βέλτιστη τάξη της μεθόδου (**best order**).
- Τη μέση τιμή του μέσου απόλυτου σφάλματος (Mean Absolute Error/**MAE**) της μεθόδου, για τη βέλτιστη τάξη.
- Τη μέση τιμή του μέσου απόλυτου ποσοστιαίου σφάλματος (Mean Absolute Percentage Error/**MAPE**) της μεθόδου, για τη βέλτιστη τάξη.
- Τη μέση τιμή της ρίζας του μέσου τετραγωνικού σφάλματος (Root Mean Squared Error/**RMSE**) της μεθόδου, για τη βέλτιστη τάξη.
- Τη μέση τιμή του συντελεστή προσδιορισμού (**RSquare**) ως ποσοστό για τη συγκεκριμένη μέθοδο, για τη βέλτιστη τάξη.
- Τη μέση τιμή των συντελεστών απόσβεσης όλων των εισαγόμενων σημάτων που υπολογίζονται από την εξεταζόμενη μέθοδο για τη βέλτιστη τάξη (**sigma (1/s)**).
- Τη μέση τιμή των συχνοτήτων που υπολογίζονται από την εξεταζόμενη μέθοδο για τη βέλτιστη τάξη (**mode frequencies (Hz)**).
- Τη μέθοδο αναγνώρισης (**Identification Method**).

3) Export Results

Πατώντας το κουμπί αυτό, ο χρήστης μπορεί να αποθηκεύσει σε ένα αρχείο .txt τα αποτελέσματα της μεθόδου (τα αποτελέσματα του πεδίου «**Model Mean Results**») για τη βέλτιστη τάξη, αλλά και τις τιμές των σφαλμάτων MAE, MAPE, RMSE και RSquare για όλες τις τάξεις που αξιολογήθηκαν. Έτσι, ο χρήστης μπορεί να εντοπίσει αν κάποια άλλη τάξη πλην της βέλτιστης καλύπτει τις ανάγκες του και είναι κοντά στα επιθυμητά, τελικά αποτελέσματα.

Σημείωση: Η μέση τιμή των συντελεστών απόσβεσης και οι συχνότητες του μοντέλου εμφανίζονται μόνο για τη βέλτιστη τάξη και όχι για τις υπόλοιπες τάξεις.

4) Export damping factor and frequencies for selected signal

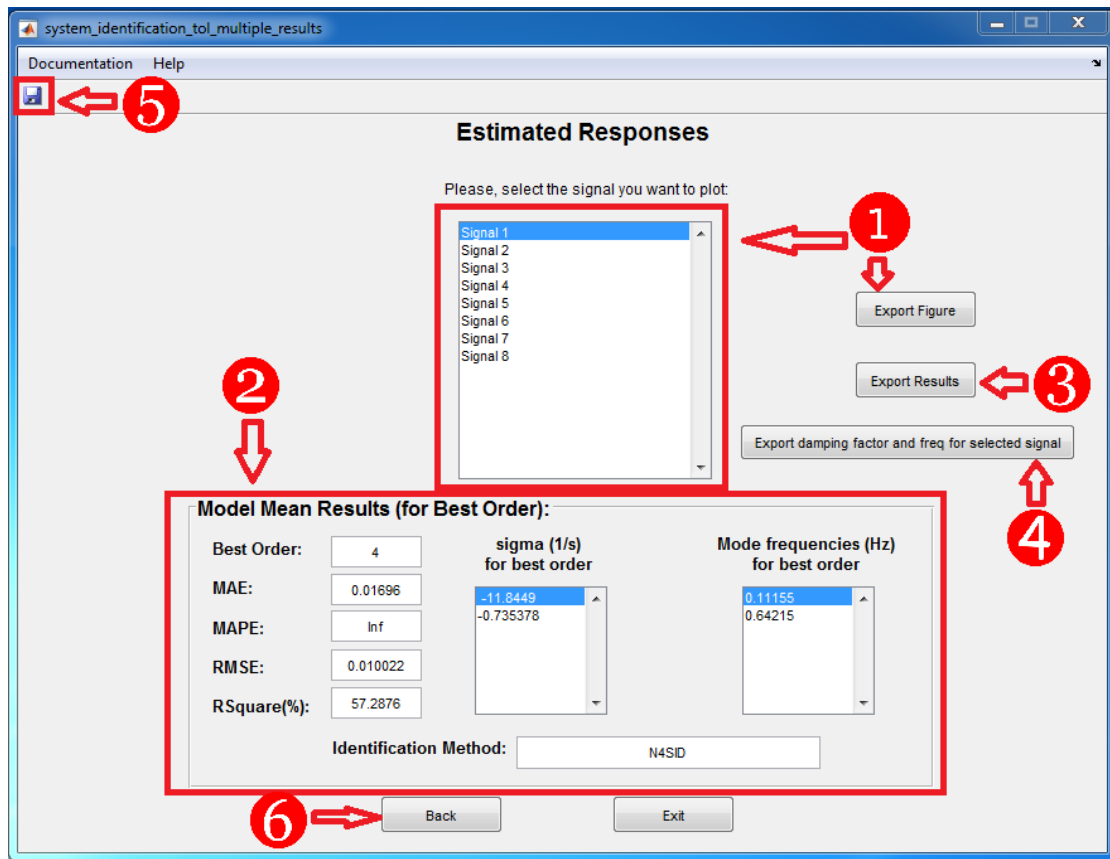
Πατώντας το πλήκτρο αυτό, ο χρήστης μπορεί να αποθηκεύσει σε ένα αρχείο .txt τους συντελεστές απόσβεσης και τις συχνότητες που υπολογίζονται από την εξεταζόμενη μέθοδο για το σήμα που έχει επιλέξει από τη λίστα (listbox) για τη βέλτιστη τάξη (στα αποτελέσματα του πεδίου «**Model Results Mean Values**» εμφανίζεται η μέση τιμή για όλα τα σήματα). Η επιτυχής αποθήκευση των αποτελεσμάτων συνοδεύεται από σχετικό μήνυμα, όπως αυτό που παρουσιάζεται στο σχήμα 3.16.

5) Save Toolbar

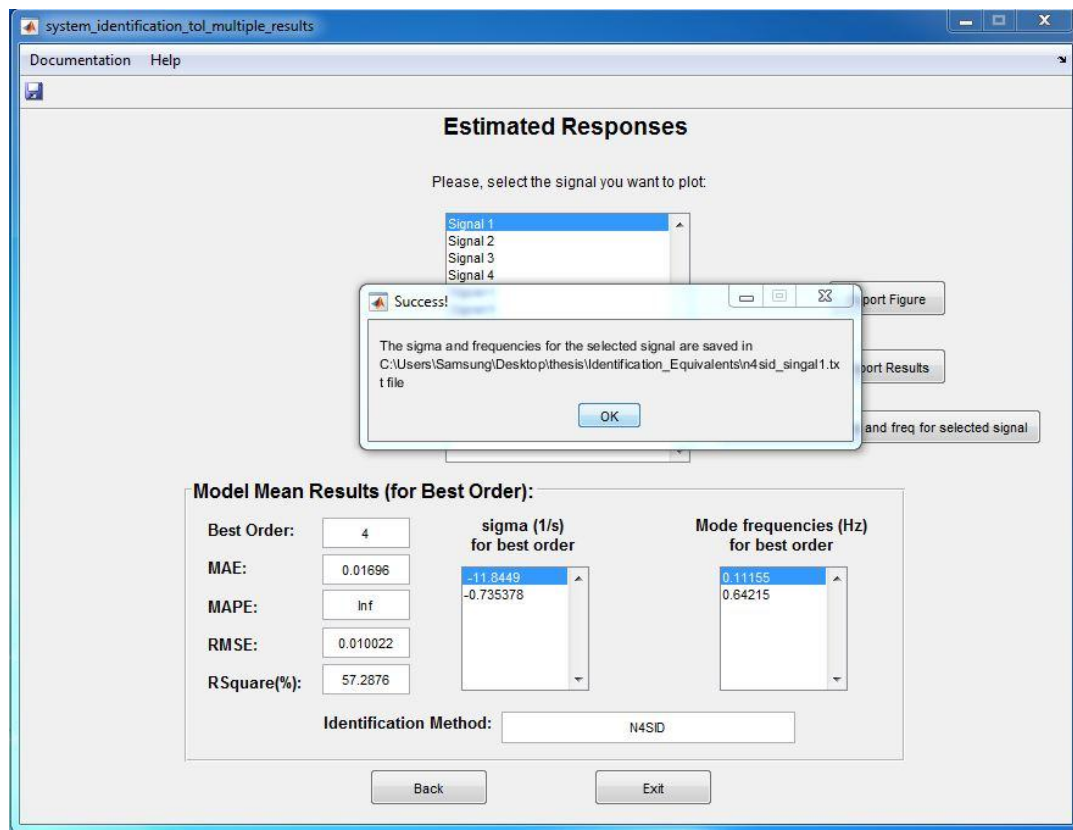
Πατώντας το κουμπί αυτό, ο χρήστης μπορεί να αποθηκεύσει σε ένα αρχείο .txt τα αποτελέσματα της μεθόδου (τα αποτελέσματα του πεδίου «**Model Results Mean Values**»). Επίσης μπορεί να αποθηκεύσει σε ένα αρχείο .jpg τις αντίστοιχες γραφικές παραστάσεις για το σήμα που έχει επιλέξει εκείνη τη στιγμή. Η επιτυχής αποθήκευση των αποτελεσμάτων και των γραφικών παραστάσεων συνοδεύεται από σχετικό μήνυμα, όπως αυτό που παρουσιάζεται στο σχήμα 3.17.

6) Back

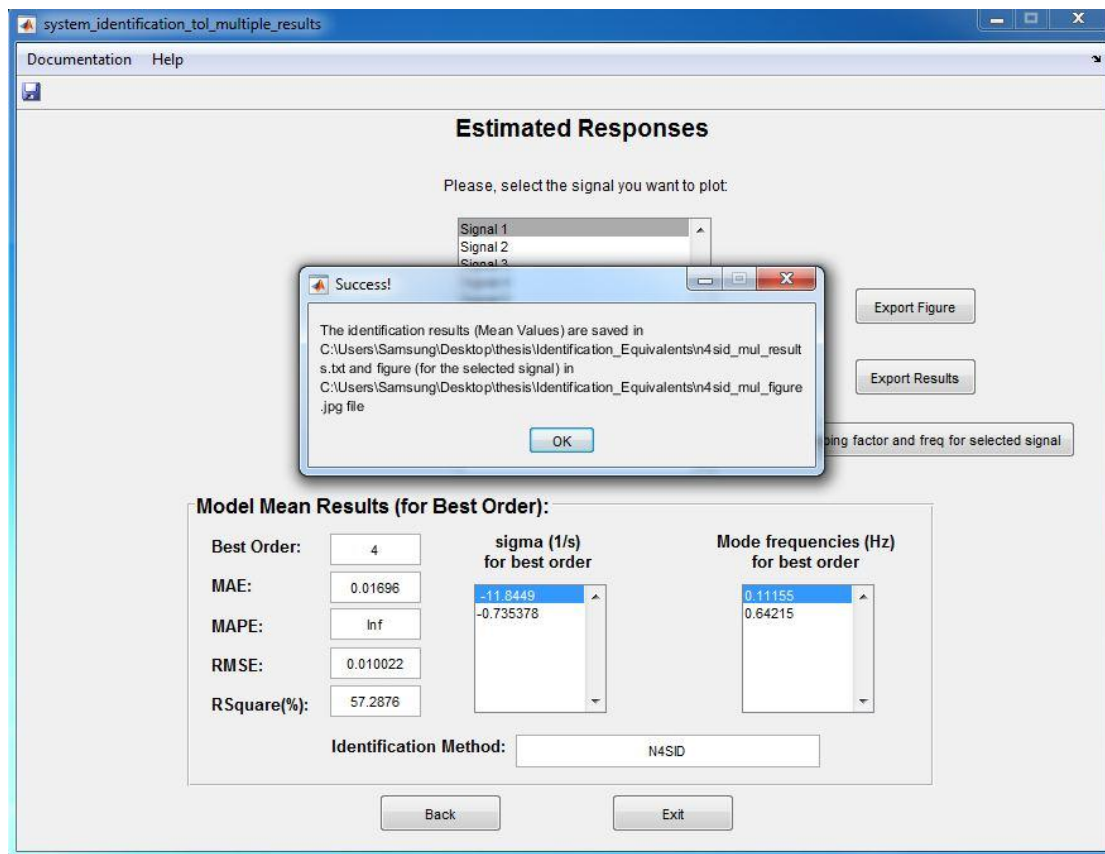
Πατώντας το κουμπί της επιστροφής, η πλατφόρμα επιστρέφει στο προηγούμενο παράθυρο («**system_identification_order_tolerance**»).



Σχήμα 3.15 – Παράθυρο αποτελεσμάτων ταυτοποίησης συστήματος με εισαγωγή του εύρους με είσοδο πολλαπλά σήματα



Σχήμα 3.16 – Παράθυρο μετά την επιτυχή αποθήκευση των συντελεστών απόσβεσης και των συχνοτήτων για κάποιο συγκεκριμένο σήμα των πολλαπλών σημάτων και εύρος από το χρήστη



Σχήμα 3.17 – Παράθυρο μετά την επιτυχή αποθήκευση των αποτελεσμάτων και της γραφικής παράστασης με είσοδο πολλαπλά σήματα και εύρος από το χρήστη

1.3 Ισοδύναμα μοντέλα

Η καρτέλα για τις μεθόδους ισοδύναμων μοντέλων ενεργοποιείται πατώντας το κουμπί «**Equivalent Methods**» στο αρχικό παράθυρο του SIEMToolbox, το οποίο παρουσιάζεται στο Σχήμα 3.2.

1.3.1 Εισαγωγή δεδομένων προς επεξεργασία

Αρχικά, ο χρήστης θα πρέπει να εισάγει τα διαθέσιμα δεδομένα μετρήσεων. Για το σκοπό αυτό, ενεργοποιείται το παράθυρο του σχήματος 3.18.

Το συγκεκριμένο παράθυρο προσφέρει στο χρήστη τις ακόλουθες δυνατότητες:

1) Number of Signals

Με τη βοήθεια του συγκεκριμένου πλαισίου, ο χρήστης μπορεί να προσδιορίσει τον αριθμό των σημάτων (μετρήσεων) που θα χρησιμοποιήσει για τις ανάγκες της ανάλυσης που διεξάγει. Συγκεκριμένα, πατώντας στο αντίστοιχο πλαίσιο ελέγχου (checkbox), ο χρήστης μπορεί να επιλέξει ανάμεσα σε:

- Εισαγωγή ενός μοναδικού σήματος (**single signal**).
- Εισαγωγή πολλαπλών σημάτων (**multiple signals**).

Παρατηρήσεις:

➤ Για να προχωρήσει ο χρήστης στην εισαγωγή των δεδομένων, θα πρέπει να επιλέξει μεταξύ των δύο διαθέσιμων επιλογών. Αν δεν έχει προσδιοριστεί το πλήθος το δεδομένων εισόδου, δεν μπορούν να ορισθούν οι τιμές των πεδίων «Maximum observation time», «Sampling rate» και «Number of signals». Στα πεδία αυτά ο χρήστης εισάγει το μέγιστο χρόνο καταγραφής, τον ρυθμό δειγματοληψίας και τον αριθμό των χρησιμοποιούμενων σημάτων.

➤ Για να συνεχίσει η πλατφόρμα σε επόμενο παράθυρο, θα πρέπει ο χρήστης να έχει εισάγει δεδομένα σε μορφή που υποστηρίζεται από την πλατφόρμα. Περισσότερες πληροφορίες παρέχονται στο πεδίο «Insert data» που αναλύεται παρακάτω.

2) Maximum observation time

Ο χρήστης εισάγει το μέγιστο χρόνο καταγραφής. Ο χρόνος αυτός χρησιμοποιείται ώστε να ελεγχθεί η ορθότητα των δεδομένων που θα καταχωρηθούν και να αποφευχθούν ανεπιθύμητα σφάλματα.

3) Sampling rate

Ο χρήστης εισάγει τον ρυθμό δειγματοληψίας. Ο ρυθμός δειγματοληψίας χρησιμοποιείται επίσης για έλεγχο των δεδομένων εισόδου.

4) Number of signals

Ο χρήστης εισάγει τον αριθμό των χρησιμοποιούμενων σημάτων. Η επιλογή αυτή είναι διαθέσιμη μόνο στην περίπτωση που ο χρήστης θα επιλέξει την ανάλυση πολλαπλών σημάτων. Χρησιμοποιείται από την πλατφόρμα για τον έλεγχο της ορθότητας των δεδομένων εισόδου.

5) Insert data

Χρησιμοποιώντας το πεδίο αυτό, ο χρήστης μπορεί να εισάγει τα διαθέσιμα δεδομένα μετρήσεων των αποκρίσεων του συστήματος που αυτός θέλει να μελετήσει. Τα δεδομένα αυτά θα πρέπει να είναι ένα αρχείο **.mat** και σε πλήρη αντιστοιχία με τις προδιαγραφές της πλατφόρμας.

Πιο συγκεκριμένα, τα δεδομένα θα πρέπει να είναι σε μορφή πινάκων. Απαιτούνται **5 πίνακες** με ονόματα **P**, **Q**, **f**, **V** και **t**. Ο πρώτος πίνακας περιέχει την απόκριση της ενεργού ισχύος, ο δεύτερος της άεργου ισχύος, ο τρίτος της συχνότητας και ο τέταρτος της τάσης. Ο πέμπτος πίνακας **t** περιλαμβάνει το χρ.

Στην περίπτωση **ενός μοναδικού σήματος (single signal)**, τα δεδομένα που εισάγει ο χρήστης θα πρέπει να αποθηκεύονται σε πέντε διαφορετικούς πίνακες με την ακόλουθη μορφή: ο κάθε πίνακας από τις μεταβλητές **P**, **Q**, **f**, **V** του συστήματος θα πρέπει να περιλαμβάνει την απόκριση του αντίστοιχου σήματος για το συγκεκριμένο χρόνο από τον πίνακα των χρόνων **t**, σε μια μοναδική στήλη. Τα δεδομένα, δηλαδή, θα πρέπει να αποθηκεύονται σε πέντε εσωτερικούς πίνακες διαστάσεων $n \times 1$. Σε αντίθετη περίπτωση, η εισαγωγή δεδομένων με διαφορετική μορφή από την υποστηριζόμενη, θα οδηγήσει στην εμφάνιση του μηνύματος του σχήματος 3.19. Σε αυτή την περίπτωση, η πλατφόρμα δε συνεχίζει σε επόμενο παράθυρο και περιμένει από το χρήστη την εισαγωγή δεδομένων σε υποστηριζόμενη μορφή.

Στην περίπτωση **πολλαπλών σημάτων (multiple signals)**, τα δεδομένα που εισάγει ο χρήστης θα πρέπει να αποθηκεύονται και πάλι σε πέντε διαφορετικούς εσωτερικούς πίνακες. Ο κάθε πίνακας από τις μεταβλητές **P**, **Q**, **f**, **V** του συστήματος θα πρέπει να περιλαμβάνει την απόκριση του σήματος για τη συγκεκριμένο χρόνο από τον πίνακα των χρόνων **t**. Σε κάθε στήλη των πινάκων **P**, **Q**, **f**, **V** αποθηκεύεται η απόκριση της m -οστής μέτρησης για την εκάστοτε μεταβλητή. Απαιτείται, δηλαδή, η δημιουργία πέντε εσωτερικών πινάκων $n \times m$, όπου m είναι ο αριθμός των σημάτων που θέλει να επεξεργαστεί ο χρήστης. Σε περίπτωση εισαγωγής δεδομένων που δεν ακολουθούν τη συγκεκριμένη δομή, η πλατφόρμα εμφανίζει το μήνυμα του σχήματος 3.19, περιμένοντας την εισαγωγή σωστών δεδομένων.

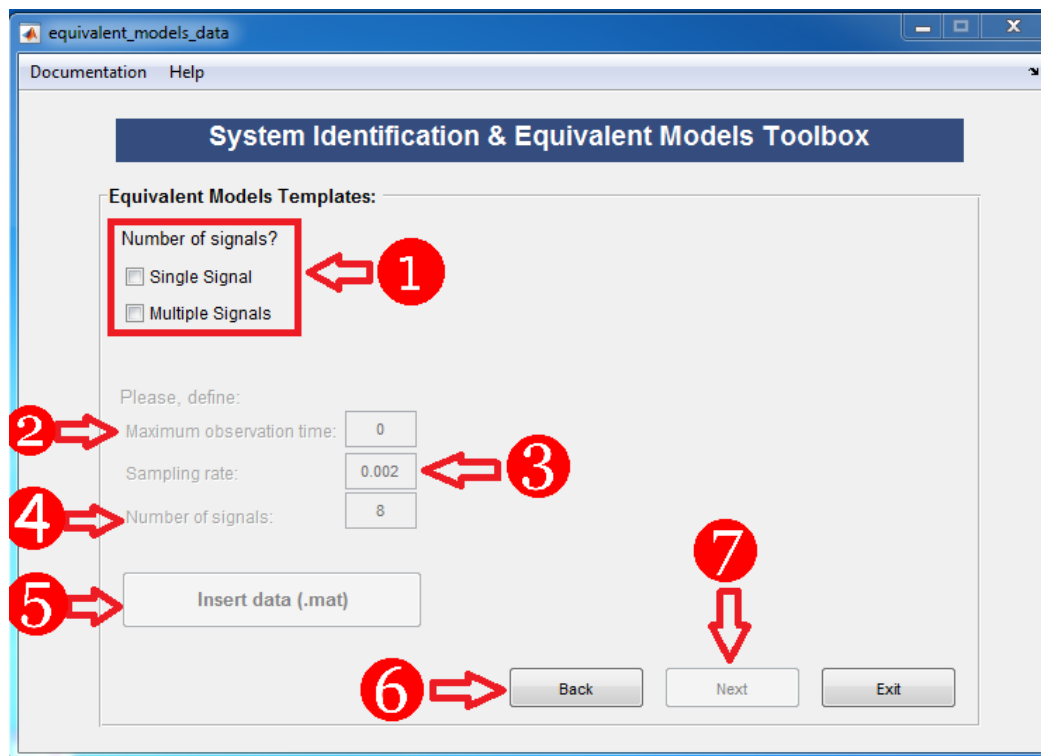
Μετά την εισαγωγή των δεδομένων, ακολουθεί μια φάση ελέγχου της ορθότητας τους. Συγκεκριμένα, η πλατφόρμα αξιολογεί την ορθότητα των δεδομένων εισαγωγής κάνοντας χρήση του μέγιστου χρόνου καταγραφής, του ρυθμού δειγματοληψίας και του αριθμού των σημάτων που έχουν δηλωθεί από το χρήστη. Εφόσον επαληθευτεί η ορθότητα των δεδομένων, ενεργοποιείται το κουμπί «Next» και η πλατφόρμα μπορεί να προχωρήσει στο επόμενο παράθυρο. Σε αντίθετη περίπτωση, εμφανίζεται το μήνυμα του σχήματος 3.20 και το κουμπί «Next» παραμένει απενεργοποιημένο.

6) Back

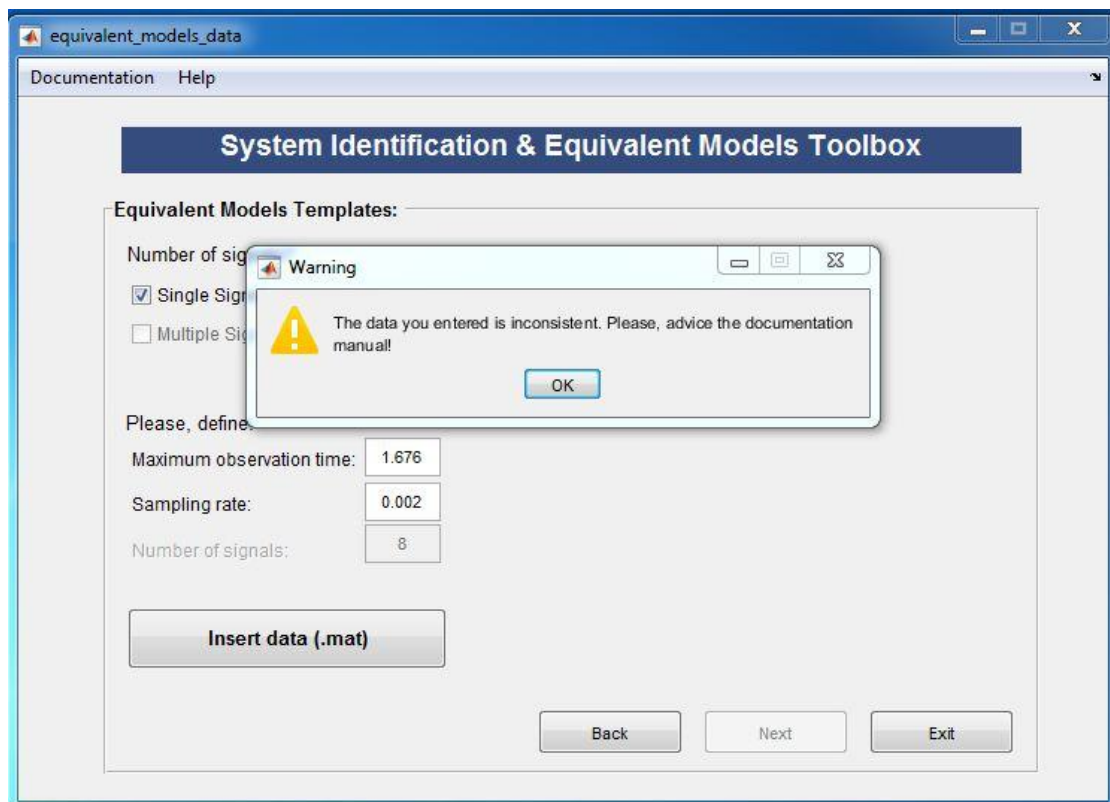
Το συγκεκριμένο κουμπί δίνει τη δυνατότητα στο χρήστη να επιστρέψει στο αρχικό παράθυρο της πλατφόρμας.

7) Next

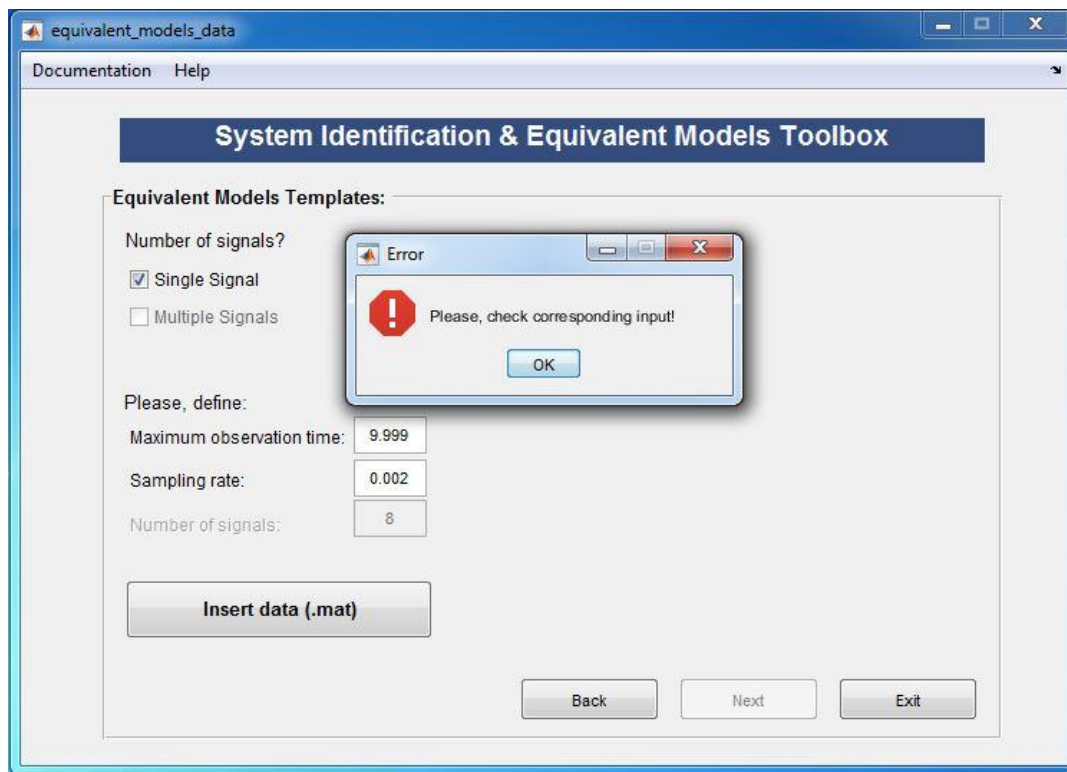
Εφόσον έχει ελεγχθεί η ορθότητα των δεδομένων εισόδου, η πλατφόρμα δίνει τη δυνατότητα στο χρήστη να προχωρήσει στο επόμενο παράθυρο («**equivalent_models_method**»). Αναλυτική περιγραφή του συγκεκριμένου παραθύρου παρουσιάζεται στην ενότητα 3.3.2.



Σχήμα 3.18 – Παράθυρο εισαγωγής δεδομένων στο Equivalent Models Templates



Σχήμα 3.19 – Λανθασμένη είσοδος δεδομένων στο Equivalent Models Templates



Σχήμα 3.20 – Αδυναμία αντιστοιχίας δεδομένων εισόδου και παραμέτρων στο *Equivalent Models Templates*

1.3.2 Επιλογή μεθόδου ισοδύναμου μοντέλου

Το σχετικό παράθυρο παρουσιάζεται στο σχήμα 3.21. Ο χρήστης έχει τις εξής δυνατότητες:

1) **Equivalent method**

Σε αυτό το σημείο, ο χρήστης επιλέγει μέσω ενός καταλόγου (listbox) το μοντέλο ισοδυναμικής μοντελοποίησης που επιθυμεί. Τα μοντέλα που υποστηρίζονται από την πλατφόρμα είναι τα εξής:

EPRI+freq

Exponential+freq

ZIP+freq

ZIP+Exponential +freq

EPRI

Exponential

ZIP

ZIP+Exponential

Sabir-Lee

OWNT

Frantz-Gentile-Ihara

Linear Transfer Function και

Non-linear Transfer Function.

2) Tolerance, evaluations, iterations & algorithm

Ο χρήστης επιλέγει την ανοχή, τις εκτιμήσεις, τις επαναλήψεις και τον αλγόριθμο για την εκτίμηση της απόκρισης. Οι προεπιλεγμένες τιμές για τις τρεις πρώτες παραμέτρους είναι:

Ανοχή: 10^{-8}

Εκτιμήσεις: 10000

Επαναλήψεις: 10000

Για τον αλγόριθμο υλοποίησης της εκτιμώμενης απόκρισης, η εργαλειοθήκη δίνει δύο επιλογές, μέσω ενός καταλόγου:

- Trust-region-reflective
- Levenberg-marquardt.

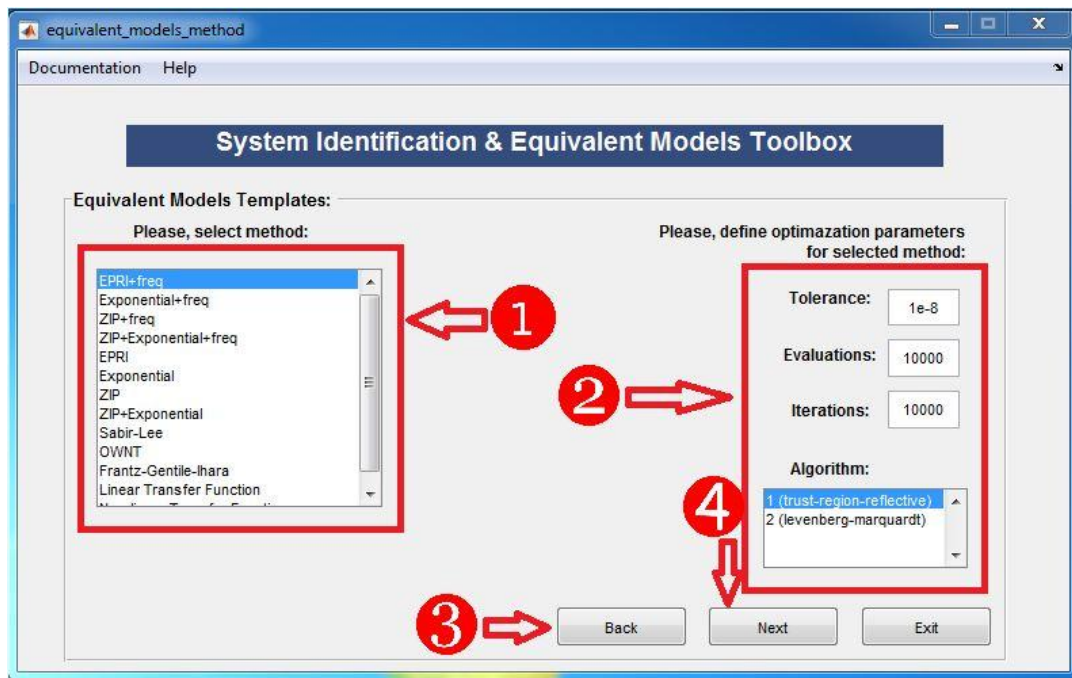
3) Back

Η πλατφόρμα επιστρέφει στο παράθυρο εισαγωγής των δεδομένων («**equivalent_models_data**»).

4) Next

Εφόσον ο χρήστης έχει επιλέξει τη μέθοδο του ισοδύναμου μοντέλου, μπορεί να προχωρήσει στο επόμενο βήμα, πατώντας το κουμπί «**Next**».

Το επόμενο παράθυρο διαφοροποιείται ανάλογα με τα δεδομένα εισόδου (πολλαπλά σήματα ή ανάλυση ενός σήματος) καθώς με την επιλογή του χρήστη για τη μέθοδο της μοντελοποίησης, όπου η λειτουργία της πλατφόρμας για τις δύο τελευταίες μεθόδους (**Linear Transfer Function, Non-linear Transfer Function**) είναι διαφορετική σε σχέση με τις υπόλοιπες (EPRI freq έως Frantz-Gentile-Ihara). Οι διαφοροποιήσεις αυτές παρουσιάζονται αναλυτικά στη συνέχεια.



Σχήμα 3.21 – Παράθυρο επιλογής μεθόδου ισοδύναμης μοντελοποίησης

1.3.3 Αποτελέσματα ισοδύναμων μοντέλων

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται τα παράθυρα της πλατφόρμας που χρησιμοποιούνται για την οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων.

1.3.3.α Μοναδικό σήμα

Η μορφή του παραθύρου παρουσιάζεται στο σχήμα 3.22. Το αναδυόμενο παράθυρο παρέχει στο χρήστη τις ακόλουθες πληροφορίες και δυνατότητες:

1) Figures

Σε αυτό το πλαίσιο, η εργαλειοθήκη συγκρίνει την πραγματική με την εκτιμώμενη απόκριση, τόσο για την ενεργό ισχύ (αριστερό γράφημα), όσο και για την άεργο ισχύ (δεξί γράφημα). Με μαύρο χρώμα και όνομα **original** εμφανίζεται η πραγματική μέτρηση. Με κόκκινο χρώμα και όνομα **estimated** εμφανίζεται η εκτιμώμενη απόκριση.

Ο άξονας x αναπαριστά το χρόνο. Μονάδες είναι τα δευτερόλεπτα. Ο άξονας y αναπαριστά την απόκριση

2) Model Results

Σε αυτό το πλαίσιο, η πλατφόρμα εμφανίζει αποτελέσματα για το συγκεκριμένο μοντέλο. Συγκεκριμένα, εμφανίζει:

- Το μέσο απόλυτο σφάλμα (Mean Absolute Error/**MAE**) του μοντέλου για την ενεργή ισχύ (**Active Power**) και για την άεργη ισχύ (**Reactive Power**).
- Το μέσο απόλυτο ποσοστιαίο σφάλμα (Mean Absolute Percentage Error/**MAPE**) του μοντέλου για την ενεργή ισχύ (**Active Power**) και για την άεργη ισχύ (**Reactive Power**).
- Την ρίζα του μέσου τετραγωνικού σφάλματος (Root Mean Squared Error/**RMSE**) του μοντέλου για την ενεργή ισχύ (**Active Power**) και για την άεργη ισχύ (**Reactive Power**).
- Το συντελεστή προσδιορισμού (**RSquare**) ως ποσοστό για το συγκεκριμένο μοντέλο, για την ενεργή ισχύ (**Active Power**) και για την άεργη ισχύ (**Reactive Power**).
- Τις παραμέτρους του μοντέλου (**Model Parameters**) που υπολογίζονται, τόσο για την ενεργή ισχύ (**Active Power**) όσο και για την άεργη ισχύ (**Reactive Power**).
- Το ισοδύναμο μοντέλο (**Identification Method**).

3) Export P Figure

Ο χρήστης πατώντας το κουμπί αυτό μπορεί να εξάγει σε ένα ξεχωριστό παράθυρο τις γραφικές παραστάσεις της ενεργού ισχύος για περαιτέρω επεξεργασία.

4) Export Q Figure

Ο χρήστης πατώντας το κουμπί αυτό μπορεί να εξάγει σε ένα ξεχωριστό παράθυρο τις γραφικές παραστάσεις της άεργου ισχύος για περαιτέρω επεξεργασία.

5) Export Results

Πατώντας το κουμπί αυτό, ο χρήστης μπορεί να αποθηκεύσει σε ένα αρχείο .txt τα αποτελέσματα του μοντέλου.

6) Toolbar

Στη γραμμή εργαλείων (toolbar) εμφανίζονται οι εξής επιλογές:

- **Save Button**

Πατώντας το κουμπί αυτό, ο χρήστης μπορεί να αποθηκεύσει σε ένα αρχείο .txt τα αποτελέσματα της μεθόδου (τα αποτελέσματα του πεδίου «**Model Results**»). Επίσης μπορεί να αποθηκεύσει σε δύο ξεχωριστά αρχεία .jpg τις αντίστοιχες γραφικές παραστάσεις για την ενεργό και την άεργο ισχύ. Η επιτυχής αποθήκευση των αποτελεσμάτων και των γραφικών παραστάσεων συνοδεύεται από σχετικό μήνυμα, όπως αυτό που παρουσιάζεται στο σχήμα 3.23.

➤ **Zoom In**

Με αυτό το κουμπί ο χρήστης μπορεί να κάνει ζουμ στις γραφικές παραστάσεις.

➤ **Zoom Out**

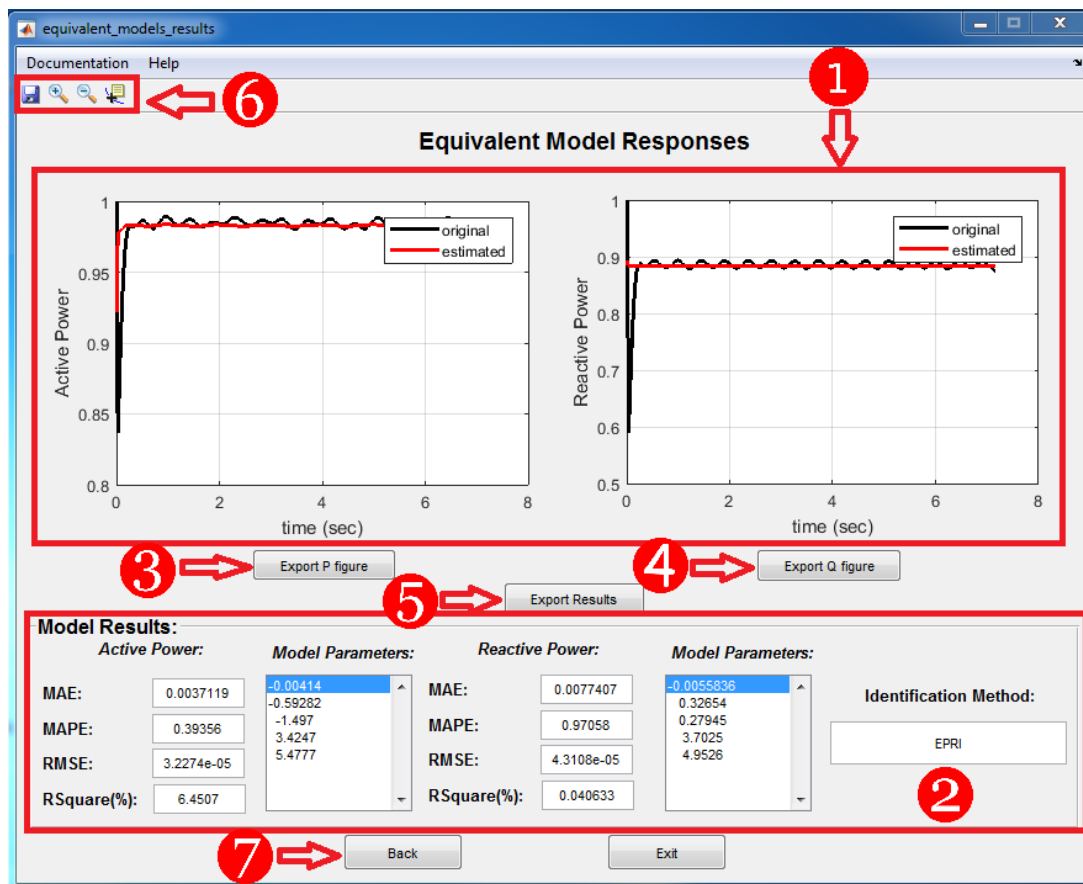
Επιτρέπει στο χρήστη να μικρύνει το ζουμ.

➤ **Data Cursor**

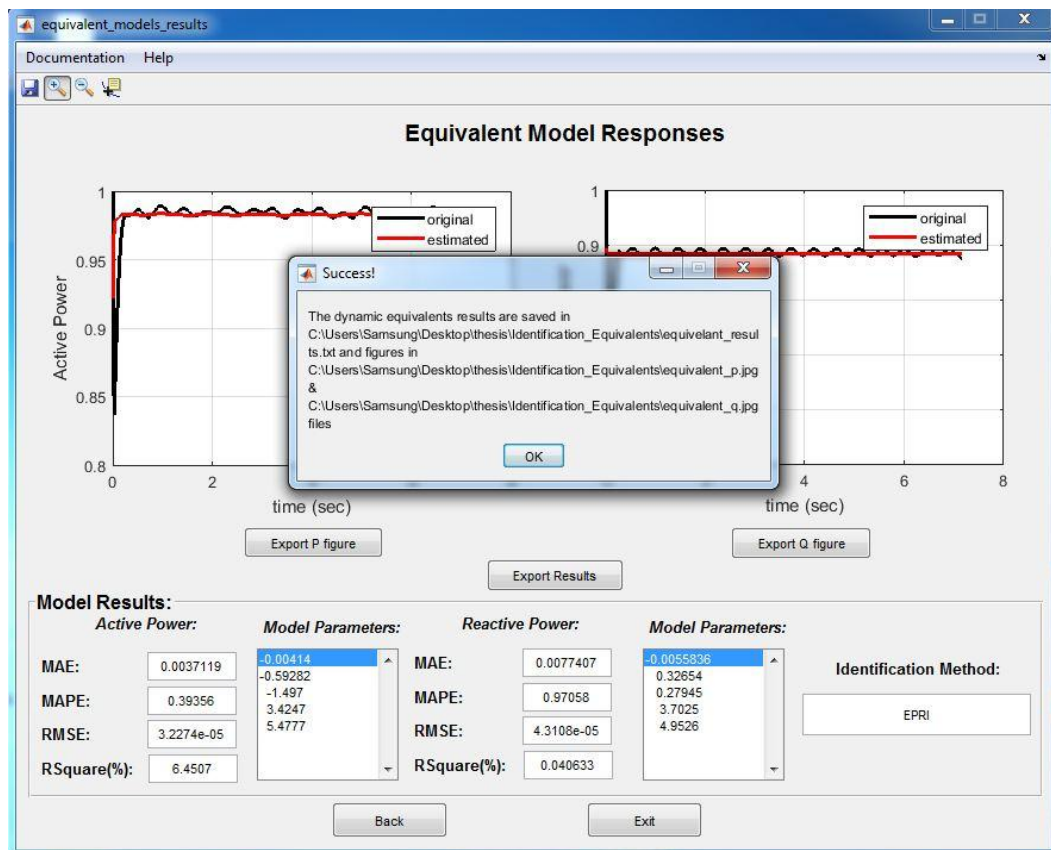
Ο χρήστης πατώντας το κουμπί αυτό, μπορεί να βρει την τιμή των γραφικών παραστάσεων για μια συγκεκριμένη χρονική στιγμή.

7) **Back**

Πατώντας το κουμπί της επιστροφής, η πλατφόρμα επιστρέφει στο προηγούμενο παράθυρο («**equivalent_models_method**»).



Σχήμα 3.22 – Παράθυρο αποτελεσμάτων ισοδύναμων μοντέλων με είσοδο ένα μοναδικό σήμα



Σχήμα 3.23 – Παράθυρο μετά την επιτυχή αποθήκευση των αποτελεσμάτων του ισοδύναμου μοντέλου και των γραφικών παραστάσεων με είσοδο ένα μοναδικό σήμα

1.3.3.β Πολλαπλά σήματα

Η μορφή του παραθύρου παρουσιάζεται στο σχήμα 3.24. Το αναδυόμενο παράθυρο παρέχει στο χρήστη τις ακόλουθες πληροφορίες και δυνατότητες:

1) Signal Listbox + Export P, Q Figure

Σε αυτό το πλαίσιο, η εργαλειοθήκη εμφανίζει σε μια λίστα (listbox) όλες τις εισαγόμενες μετρούμενες αποκρίσεις. Από αυτήν τη λίστα, ο χρήστης μπορεί να επιλέξει το σήμα που επιθυμεί και να συγκρίνει την πραγματική και την εκτιμώμενη απόκρισή του.

Επιλέγοντας το σήμα από τη διαθέσιμη λίστα και πατώντας το πλήκτρο «Export P Figure», ο χρήστης εξάγει σε ένα ξεχωριστό παράθυρο τις γραφικές παραστάσεις της πραγματικής και της εκτιμώμενης απόκρισης για την ενεργό ισχύ.

Επιλέγοντας το σήμα από τη διαθέσιμη λίστα και πατώντας το πλήκτρο «**Export Q Figure**», ο χρήστης εξάγει σε ένα ξεχωριστό παράθυρο τις γραφικές παραστάσεις της πραγματικής και της εκτιμώμενης απόκρισης για την άεργο ισχύ. Με μαύρο χρώμα και όνομα **original** εμφανίζεται η πραγματική μέτρηση. Με κόκκινο χρώμα και όνομα **estimated** εμφανίζεται η εκτιμώμενη απόκριση. Ο άξονας των x αναπαριστά το χρόνο. Μονάδες είναι τα δευτερόλεπτα. Ο άξονας των y αναπαριστά την απόκριση.

Παρατήρηση: Ο χρήστης μπορεί να εξάγει πολλαπλά παράθυρα για τις γραφικές παραστάσεις όσων σημάτων επιθυμεί.

2) Model Results (Mean Values)

Σε αυτό το πλαίσιο, η πλατφόρμα εμφανίζει αποτελέσματα για το ισοδύναμο μοντέλο που εξετάζεται. Οι τιμές αντιστοιχούν στις μέσες τιμές για όλες τις αποκρίσεις που εισήγαγε ο χρήστης. Συγκεκριμένα, εμφανίζει:

- Τη μέση τιμή του μέσου απόλυτου σφάλματος (Mean Absolute Error/**MAE**) του μοντέλου για την ενεργή ισχύ (**Active Power**) και για την άεργη ισχύ (**Reactive Power**).
- Τη μέση τιμή του μέσου απόλυτου ποσοστιαίου σφάλματος (Mean Absolute Percentage Error/**MAPE**) του μοντέλου για την ενεργή ισχύ (**Active Power**) και για την άεργη ισχύ (**Reactive Power**).
- Τη μέση τιμή της ρίζας του μέσου τετραγωνικού σφάλματος (Root Mean Squared Error/**RMSE**) του μοντέλου για την ενεργή ισχύ (**Active Power**) και για την άεργη ισχύ (**Reactive Power**).
- Τη μέση τιμή του συντελεστή προσδιορισμού (**RSquare**) ως ποσοστό για το συγκεκριμένο μοντέλο, για την ενεργή ισχύ (**Active Power**) και για την άεργη ισχύ (**Reactive Power**).
- Τη μέση τιμή των παραμέτρων του μοντέλου (**Model Parameters**) που υπολογίζονται, τόσο για την ενεργή ισχύ (**Active Power**) όσο και για την άεργη ισχύ (**Reactive Power**).
- Το ισοδύναμο μοντέλο (**Identification Method**).

3) Export Results

Πατώντας το κουμπί αυτό, ο χρήστης μπορεί να αποθηκεύσει σε ένα αρχείο .txt τα αποτελέσματα του μοντέλου.

4) Export model parameters for selected signal

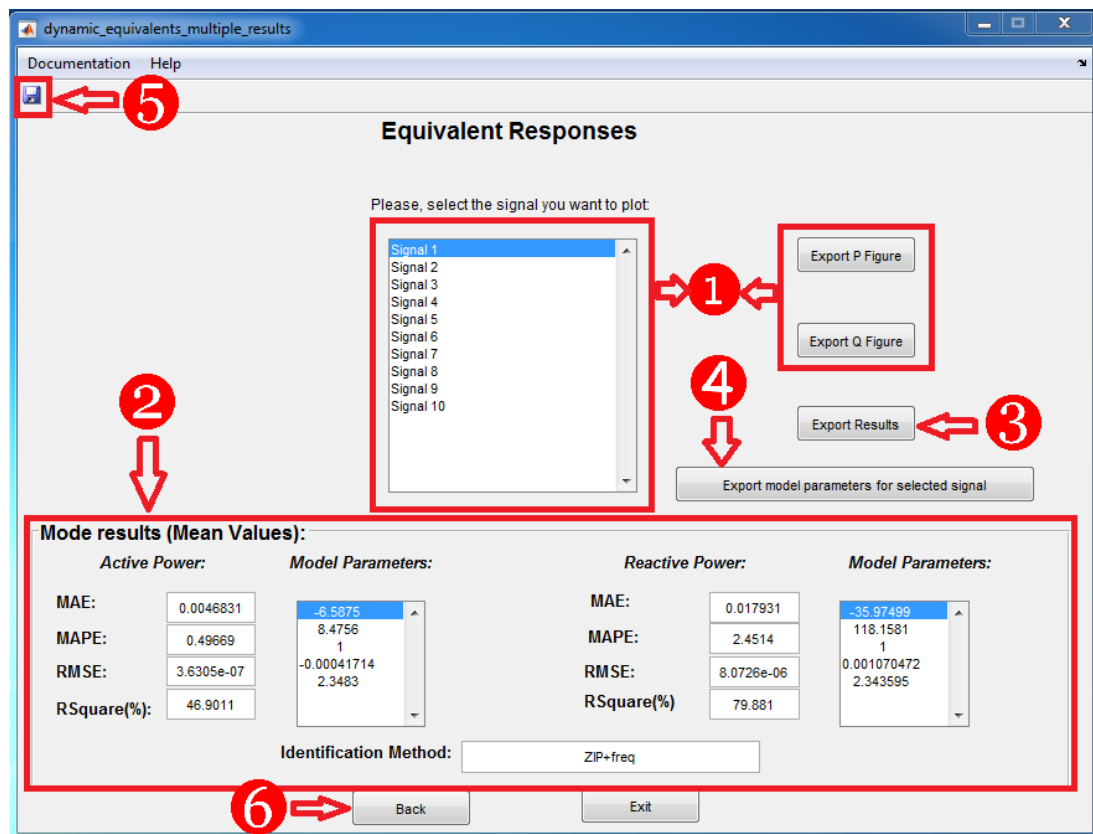
Πατώντας το πλήκτρο αυτό, ο χρήστης μπορεί να αποθηκεύσει σε ένα αρχείο .txt τις παραμέτρους του ισοδύναμου μοντέλου για το σήμα που έχει επιλέξει από τη λίστα (listbox) (στα αποτελέσματα του πεδίου «**Model Results Mean Values**» εμφανίζεται η μέση τιμή για όλα τα σήματα). Η επιτυχής αποθήκευση των αποτελεσμάτων συνοδεύεται από σχετικό μήνυμα, όπως αυτό που παρουσιάζεται στο σχήμα 3.25.

5) Save Toolbar

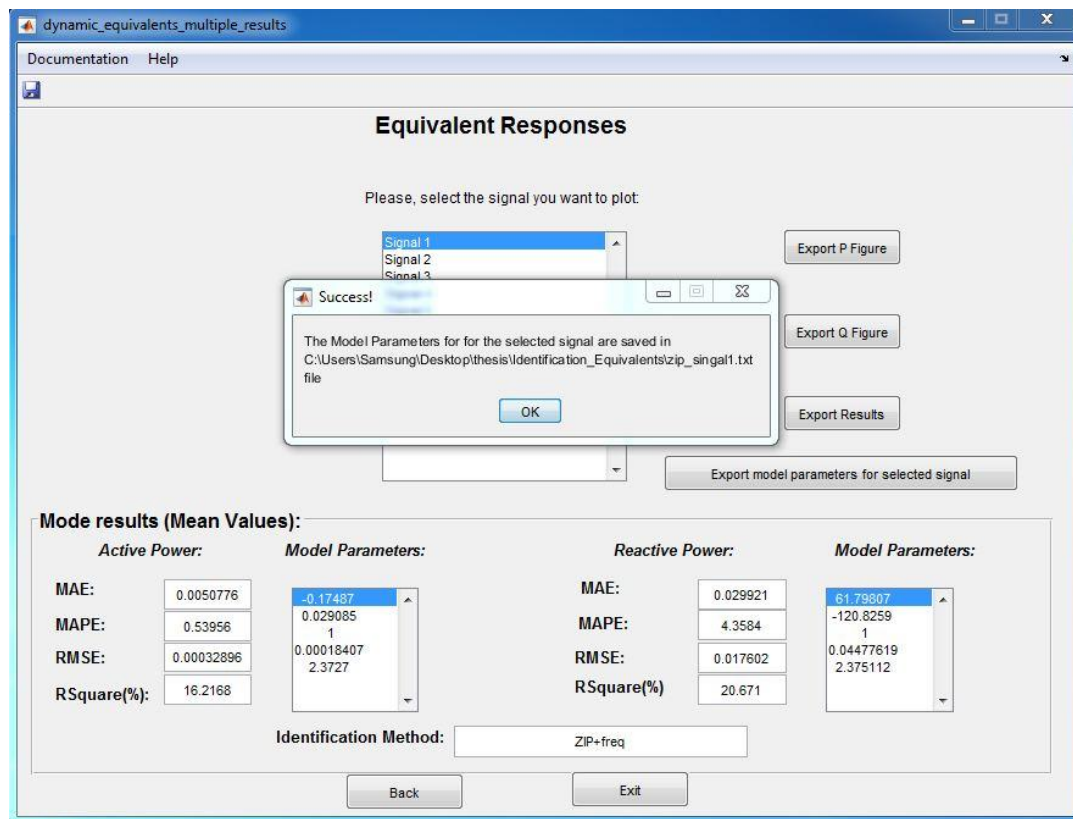
Πατώντας το κουμπί αυτό, ο χρήστης μπορεί να αποθηκεύσει σε ένα αρχείο .txt τα αποτελέσματα του μοντέλου (τα αποτελέσματα του πεδίου «**Model Results Mean Values**»). Επίσης μπορεί να αποθηκεύσει σε δύο ξεχωριστά αρχεία .jpg τις αντίστοιχες γραφικές παραστάσεις για το σήμα που έχει επιλέξει εκείνη τη στιγμή, τόσο για την ενεργό όσο και για την άεργο ισχύ. Η επιτυχής αποθήκευση των αποτελεσμάτων και των γραφικών παραστάσεων συνοδεύεται από σχετικό μήνυμα, όπως αυτό που παρουσιάζεται στο σχήμα 3.26.

6) Back

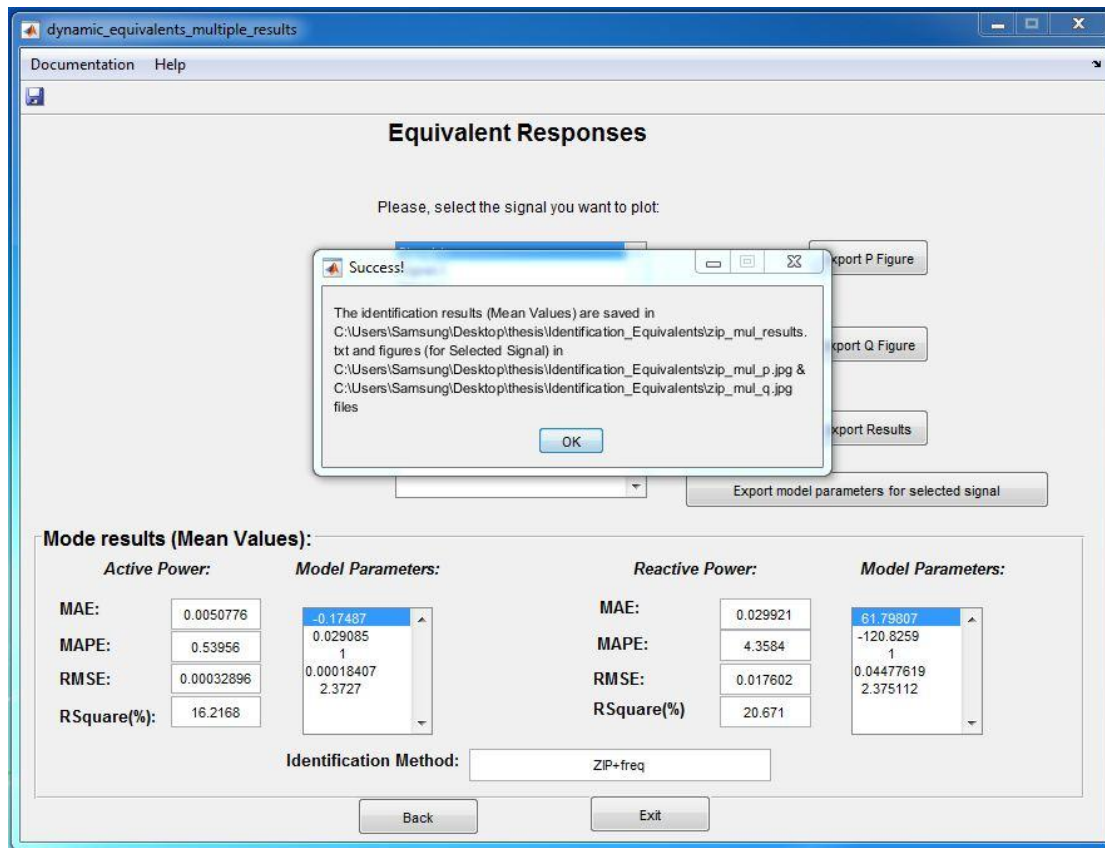
Πατώντας το κουμπί της επιστροφής, η πλατφόρμα επιστρέφει στο προηγούμενο παράθυρο («**equivalent_models_method**»).



Σχήμα 3.24 – Παράθυρο αποτελεσμάτων ισοδύναμων μοντέλων με είσοδο πολλαπλά σήματα



Σχήμα 3.25 – Παράθυρο μετά την επιτυχή αποθήκευση των παραμέτρων για κάποιο συγκεκριμένο σήμα των πολλαπλών σημάτων στο ισοδύναμο μοντέλο



Σχήμα 3.26 – Παράθυρο μετά την επιτυχή αποθήκευση των αποτελεσμάτων και των γραφικών παραστάσεων με είσοδο πολλαπλά σήματα στο ισοδύναμο μοντέλο

1.3.4 Προσδιορισμός τάξης ισοδύναμων μοντέλων που χρησιμοποιούν τις συναρτήσεις μεταφοράς

Εφόσον ο χρήστης έχει επιλέξει για μοντέλο είτε **Linear Transfer Function** είτε **Non-linear Transfer Function** στο παράθυρο «equivalent_models_method», στο επόμενο παράθυρο με όνομα «transfer_order_tolerance» του σχήματος 3.27 ο χρήστης έχει τις εξής επιλογές:

1) Transfer Function Order & Range

Ο χρήστης έχει δυο δυνατότητες. Πρώτον, μπορεί να επιλέξει την τάξη προσέγγισης της συνάρτησης μεταφοράς. Σε αυτή την περίπτωση τσεκάρει το κουτί «**TF Order**» και εισάγει την τάξη που επιθυμεί για την ενεργό και την άεργο ισχύ. Δεύτερον, μπορεί να δώσει στην πλατφόρμα τη δυνατότητα να υπολογίσει αυτόματα τη βέλτιστη τάξη. Σε αυτή την περίπτωση, τσεκάρει το κουμπί «**Range**» και εισάγει το εύρος των τάξεων που θα πρέπει να διερευνήσει η πλατφόρμα. Η

διαδικασία για την εύρεση της βέλτιστης τάξης στη συνάρτηση μεταφοράς αναλύεται στην ενότητα 2.2.14.

Παρατήρηση: Για να προχωρήσει ο χρήστης στο επόμενο παράθυρο πρέπει να επιλέξει μεταξύ των δύο διαθέσιμων επιλογών.

2) Επιλογή Transfer function

Εφόσον ο χρήστης έχει επιλέξει το πλαίσιο ελέγχου «**TF Order**», μπορεί να προσδιορίσει σε αυτό το πεδίο την τάξη της συνάρτησης μεταφοράς που τελικά θα αναπτυχθεί, τόσο για την ενεργό όσο και για την άεργο ισχύ. Η προεπιλεγμένη τάξη τίθεται και στις δύο ίση με 1.

3) Επιλογή Range

Εφόσον ο χρήστης έχει επιλέξει το πλαίσιο ελέγχου «**Range**», μπορεί στη συνέχεια να προσδιορίσει σε αυτό το πεδίο το εύρος των τάξεων στο οποίο θα πρέπει να αναζητηθεί η βέλτιστη τάξη για την ενεργό και για την άεργο ισχύ.

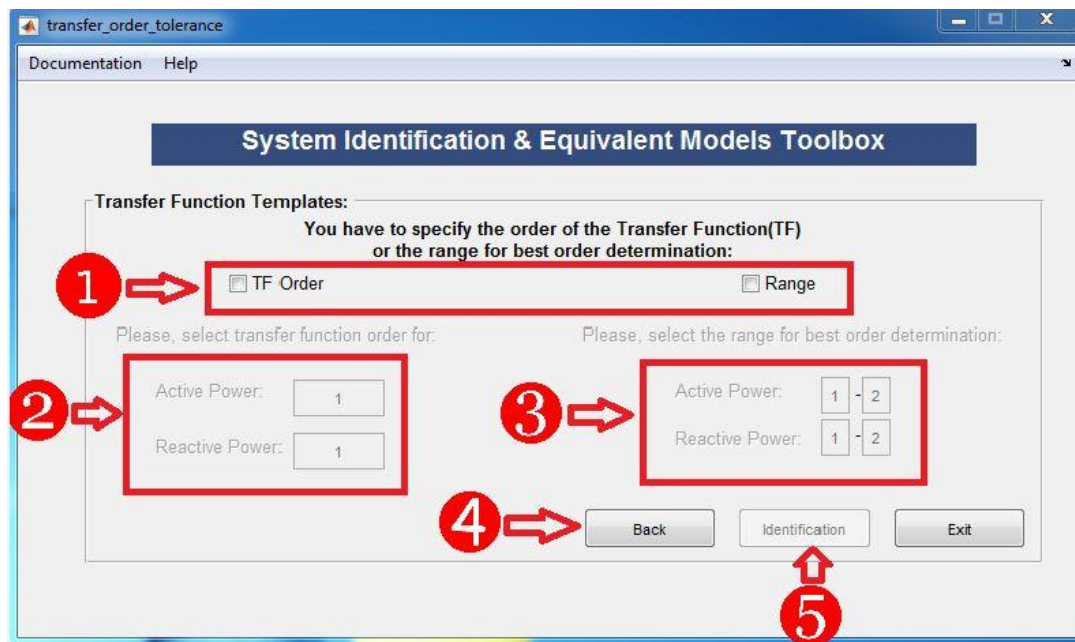
4) Back

Πατώντας το κουμπί της επιστροφής, η πλατφόρμα επιστρέφει στο παράθυρο επιλογής της μεθόδου μοντελοποίησης («**equivalent_models_method**»).

5) Identification

Ο ορισμός των τιμών των πεδίων 1 και 2 ή 3, ενεργοποιεί το πλήκτρο «**Identification**». Με το συγκεκριμένο πλήκτρο, εκκινεί η διαδικασία υπολογισμού των παραμέτρων της συνάρτησης μεταφοράς.

Το επόμενο παράθυρο της πλατφόρμας διαφοροποιείται ανάλογα με τα δεδομένα εισόδου (πολλαπλά σήματα ή ανάλυση ενός σήματος) καθώς και την επιλογή του χρήστη για την τάξη του μοντέλου (χρήση προκαθορισμένης τάξης ή εύρεση βέλτιστης τάξης). Οι διαφοροποιήσεις αυτές παρουσιάζονται αναλυτικά στη συνέχεια.



Σχήμα 3.27 – Παράθυρο επιλογής τάξης συνάρτησης μεταφοράς ή εύρους για εύρεση βέλτιστης τάξης

1.3.5 Αποτελέσματα μοντέλων που στηρίζονται στη χρήση συναρτήσεων μεταφοράς

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται τα παράθυρα της πλατφόρμας που χρησιμοποιούνται για την οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων των μοντέλων που στηρίζονται στη χρήση συναρτήσεων μεταφοράς.

1.3.5α Μοναδικό σήμα και προκαθορισμένη τάξη

Η μορφή του παραθύρου παρουσιάζεται στο σχήμα 3.28. Το αναδυόμενο παράθυρο παρέχει στο χρήστη τις ακόλουθες πληροφορίες και δυνατότητες:

1) Figures

Σε αυτό το πλαίσιο, η εργαλειοθήκη συγκρίνει την πραγματική με την εκτιμώμενη απόκριση, τόσο για την ενεργή ισχύ (αριστερό γράφημα), όσο και για την άεργο ισχύ (δεξί γράφημα).

Με μαύρο χρώμα και όνομα «**original**» εμφανίζεται η πραγματική μέτρηση. Με κόκκινο χρώμα και όνομα «**estimated**» εμφανίζεται η εκτιμώμενη απόκριση.

Ο άξονας των x αναπαριστά το χρόνο. Μονάδες είναι τα δευτερόλεπτα. Ο άξονας των y αναπαριστά την απόκριση.

2) Transfer Function Results

Σε αυτό το πλαίσιο, η πλατφόρμα εμφανίζει αποτελέσματα για τη συγκεκριμένη συνάρτηση μεταφοράς. Συγκεκριμένα, εμφανίζει:

- Την τάξη του μοντέλου που εισήγαγε ο χρήστης για την ενεργό ισχύ (**Transfer Function Order for P**).
- Την τάξη του μοντέλου που εισήγαγε ο χρήστης για την άεργο ισχύ (**Transfer Function Order for Q**).
- Το μέσο απόλυτο σφάλμα (Mean Absolute Error/**MAE**) του μοντέλου για την ενεργή ισχύ (**Active Power**) και για την άεργη ισχύ (**Reactive Power**).
- Το μέσο απόλυτο ποσοστιαίο σφάλμα (Mean Absolute Percentage Error/**MAPE**) του μοντέλου για την ενεργή ισχύ (**Active Power**) και για την άεργη ισχύ (**Reactive Power**).
- Την ρίζα του μέσου τετραγωνικού σφάλματος (Root Mean Squared Error/**RMSE**) του μοντέλου για την ενεργή ισχύ (**Active Power**) και για την άεργη ισχύ (**Reactive Power**).
- Το συντελεστή προσδιορισμού (**RSquare**) ως ποσοστό για τη συγκεκριμένη μέθοδο.
- Τους συντελεστές του αριθμητή (**TF Numerator**) και του παρανομαστή (**TF Denominator**) της συνάρτησης μεταφοράς, τόσο για την ενεργή ισχύ (**Active Power**) όσο και για την άεργη ισχύ (**Reactive Power**).
- Τη μέθοδο μοντελοποίησης για τη συνάρτηση μεταφοράς (**Transfer Plot Method**).

3) Export P Figure

Ο χρήστης πατώντας το κουμπί αυτό μπορεί να εξάγει σε ένα ξεχωριστό παράθυρο τη γραφική παράσταση της ενεργού ισχύος για περαιτέρω επεξεργασία.

4) Export Q Figure

Ο χρήστης πατώντας το κουμπί αυτό μπορεί να εξάγει σε ένα ξεχωριστό παράθυρο τη γραφική παράσταση της άεργου ισχύος για περαιτέρω επεξεργασία.

5) Export Results

Πατώντας το κουμπί αυτό, ο χρήστης μπορεί να αποθηκεύσει σε ένα αρχείο .txt τα αποτελέσματα του μοντέλου.

6) Toolbar

Στη γραμμή εργαλείων (toolbar) εμφανίζονται οι εξής επιλογές:

➤ Save Button

Πατώντας το κουμπί αυτό, ο χρήστης μπορεί να αποθηκεύσει σε ένα αρχείο .txt τα αποτελέσματα της μεθόδου (τα αποτελέσματα του πεδίου «**Transfer Function Results**»). Επίσης μπορεί να αποθηκεύσει σε δύο αρχεία .jpg τις αντίστοιχες γραφικές παραστάσεις για την ενεργό και την άεργο ισχύ. Η επιτυχής αποθήκευση των αποτελεσμάτων και των γραφικών παραστάσεων συνοδεύεται από σχετικό μήνυμα, όπως αυτό που παρουσιάζεται στο σχήμα 3.29.

➤ Zoom In

Με αυτό το κουμπί ο χρήστης μπορεί να κάνει ζουμ στις γραφικές παραστάσεις.

➤ Zoom Out

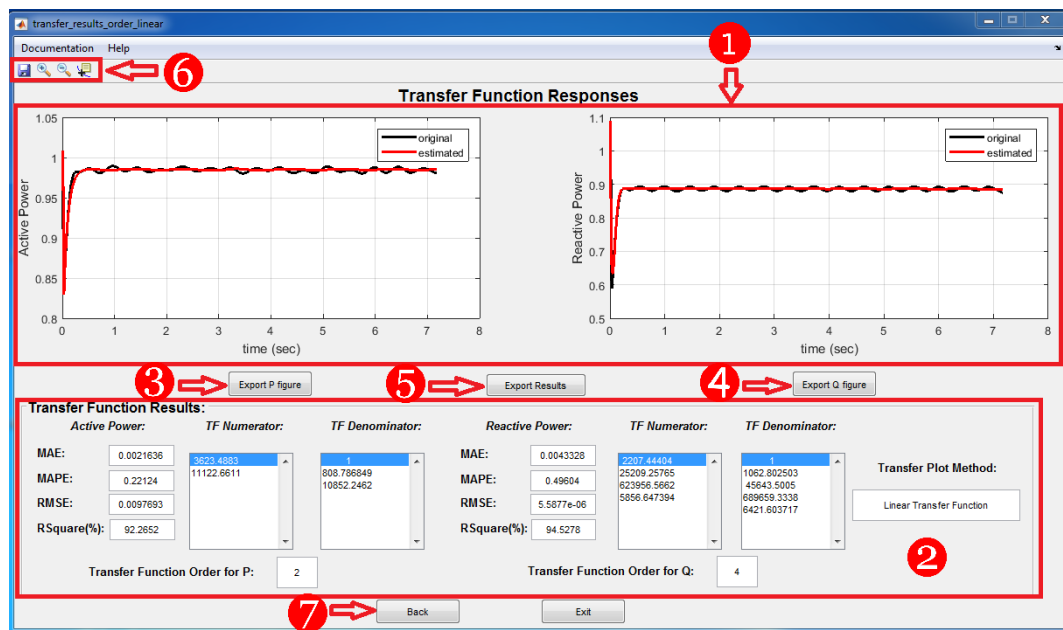
Επιτρέπει στο χρήστη να μικρύνει το ζουμ.

➤ Data Cursor

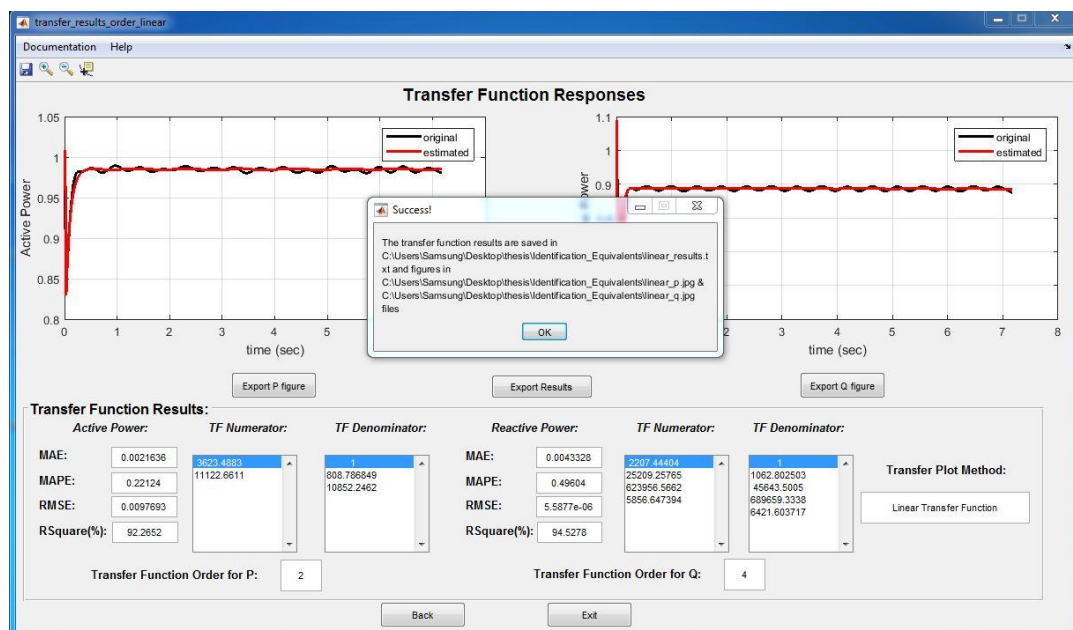
Ο χρήστης πατώντας το κουμπί αυτό, μπορεί να βρει την τιμή της γραφικής παράστασης για μια συγκεκριμένη χρονική στιγμή.

7) Back

Πατώντας το κουμπί της επιστροφής, η πλατφόρμα επιστρέφει στο προηγούμενο παράθυρο («**transfer_order_tolerance**»).



Σχήμα 3.28 – Παράθυρο αποτελεσμάτων συνάρτησης μεταφοράς με προκαθορισμένη τάξη με είσοδο ένα μοναδικό σήμα



Σχήμα 3.29 – Παράθυρο μετά την επιτυχή αποθήκευση των αποτελεσμάτων και των γραφικών παραστάσεων με είσοδο ένα μοναδικό σήμα στη συνάρτηση μεταφοράς

1.3.5.β Πολλαπλά σήματα και προκαθορισμένη τάξη

Η μορφή του παραθύρου παρουσιάζεται στο σχήμα 3.30. Το αναδυόμενο παράθυρο παρέχει στο χρήστη τις ακόλουθες πληροφορίες και δυνατότητες:

1) Signal Listbox + Export P & Q Figure

Σε αυτό το πλαίσιο, η εργαλειοθήκη εμφανίζει σε μια λίστα (listbox) όλες τις εισαγόμενες μετρούμενες αποκρίσεις. Από αυτήν τη λίστα, ο χρήστης μπορεί να επιλέξει το σήμα που επιθυμεί και να συγκρίνει την πραγματική και την εκτιμώμενη απόκρισή του.

Επιλέγοντας το σήμα από τη διαθέσιμη λίστα και πατώντας το πλήκτρο «**Export P Figure**», ο χρήστης εξάγει σε ένα ξεχωριστό παράθυρο τις γραφικές παραστάσεις της πραγματικής και της εκτιμώμενης απόκρισης για την ενεργό ισχύ.

Επιλέγοντας το σήμα από τη διαθέσιμη λίστα και πατώντας το πλήκτρο «**Export Q Figure**», ο χρήστης εξάγει σε ένα ξεχωριστό παράθυρο τις γραφικές παραστάσεις της πραγματικής και της εκτιμώμενης απόκρισης για την άεργο ισχύ.

Με μαύρο χρώμα και όνομα **original** εμφανίζεται η πραγματική μέτρηση. Με κόκκινο χρώμα και όνομα **estimated** εμφανίζεται η εκτιμώμενη απόκριση.

Ο άξονας των x αναπαριστά το χρόνο. Μονάδες είναι τα δευτερόλεπτα. Ο άξονας των y αναπαριστά την απόκριση.

Παρατήρηση: Ο χρήστης μπορεί να εξάγει πολλαπλά παράθυρα για τις γραφικές παραστάσεις όσων σημάτων επιθυμεί.

2) Model Results (Mean Values)

Σε αυτό το πλαίσιο, η πλατφόρμα εμφανίζει αποτελέσματα για τη συνάρτηση μεταφοράς που εξετάζεται. Οι τιμές αντιστοιχούν στις μέσες τιμές για όλες τις αποκρίσεις που εισήγαγε ο χρήστης. Συγκεκριμένα, εμφανίζει:

- Την τάξη του μοντέλου που εισήγαγε ο χρήστης για την ενεργό ισχύ (**Transfer Function Order for P**).
- Την τάξη του μοντέλου που εισήγαγε ο χρήστης για την άεργο ισχύ (**Transfer Function Order for Q**).
- Τη μέση τιμή του μέσου απόλυτου σφάλματος (Mean Absolute Error/**MAE**) του μοντέλου για την ενεργή ισχύ (**Active Power**) και για την άεργη ισχύ (**Reactive Power**).
- Τη μέση τιμή του μέσου απόλυτου ποσοστιαίου σφάλματος (Mean Absolute Percentage Error/**MAPE**) του μοντέλου για την ενεργή ισχύ (**Active Power**) και για την άεργη ισχύ (**Reactive Power**).

- Τη μέση τιμή της ρίζας του μέσου τετραγωνικού σφάλματος (Root Mean Squared Error/**RMSE**) του μοντέλου για την ενεργή ισχύ (**Active Power**) και για την άεργη ισχύ (**Reactive Power**).
- Τη μέση τιμή του συντελεστή προσδιορισμού (**RSquare**) ως ποσοστό για το συγκεκριμένο μοντέλο, για την ενεργή ισχύ (**Active Power**) και για την άεργη ισχύ (**Reactive Power**).
- Τη μέση τιμή των συντελεστών του αριθμητή (**TF Numerator**) και του παρανομαστή (**TF Denominator**) για τη συνάρτηση μεταφοράς, τόσο για την ενεργή ισχύ (**Active Power**) όσο και για την άεργη ισχύ (**Reactive Power**).
- Τη μέθοδο μοντελοποίησης για τη συνάρτηση μεταφοράς (**Transfer Plot Method**).

3) Export Results

Πατώντας το κουμπί αυτό, ο χρήστης μπορεί να αποθηκεύσει σε ένα αρχείο .txt τα αποτελέσματα της συνάρτησης μεταφοράς (τα αποτελέσματα του πεδίου «**Model Results Mean Values**»).

4) Export TF numerator & denominator for selected signal

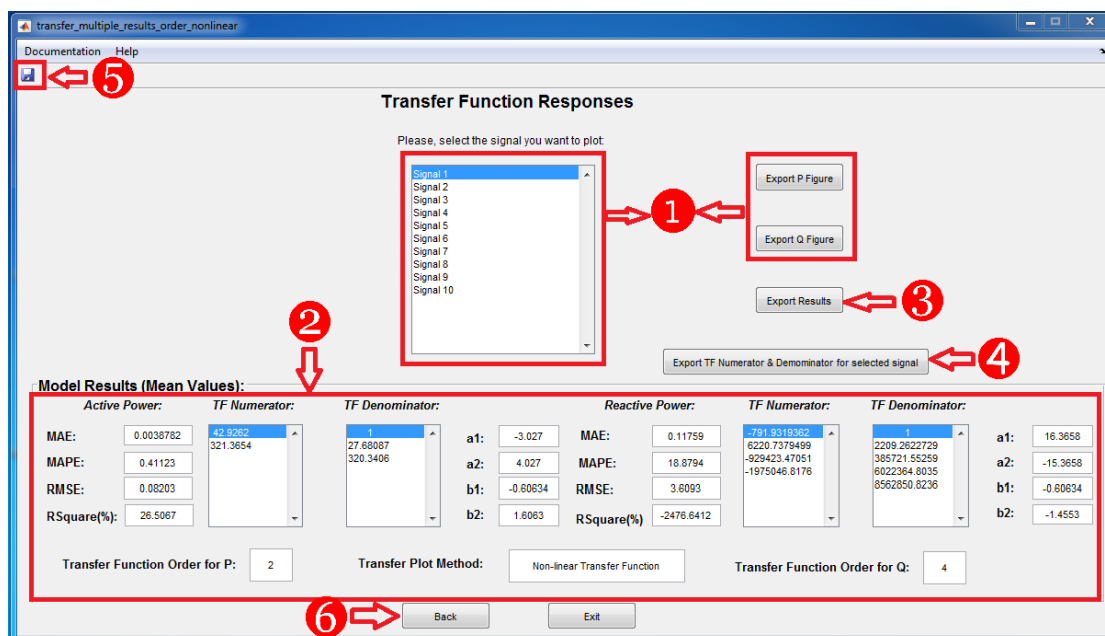
Πατώντας το πλήκτρο αυτό, ο χρήστης μπορεί να αποθηκεύσει σε ένα αρχείο .txt τις παραμέτρους τους συντελεστές του αριθμητή και του παρανομαστή της συνάρτησης μεταφοράς για το σήμα που έχει επιλέξει από τη λίστα (listbox) (στα αποτελέσματα του πεδίου «**Model Results Mean Values**» εμφανίζεται η μέση τιμή για όλα τα σήματα). Η επιτυχής αποθήκευση των αποτελεσμάτων συνοδεύεται από σχετικό μήνυμα, όπως αυτό που παρουσιάζεται στο σχήμα 3.31.

5) Save Toolbar

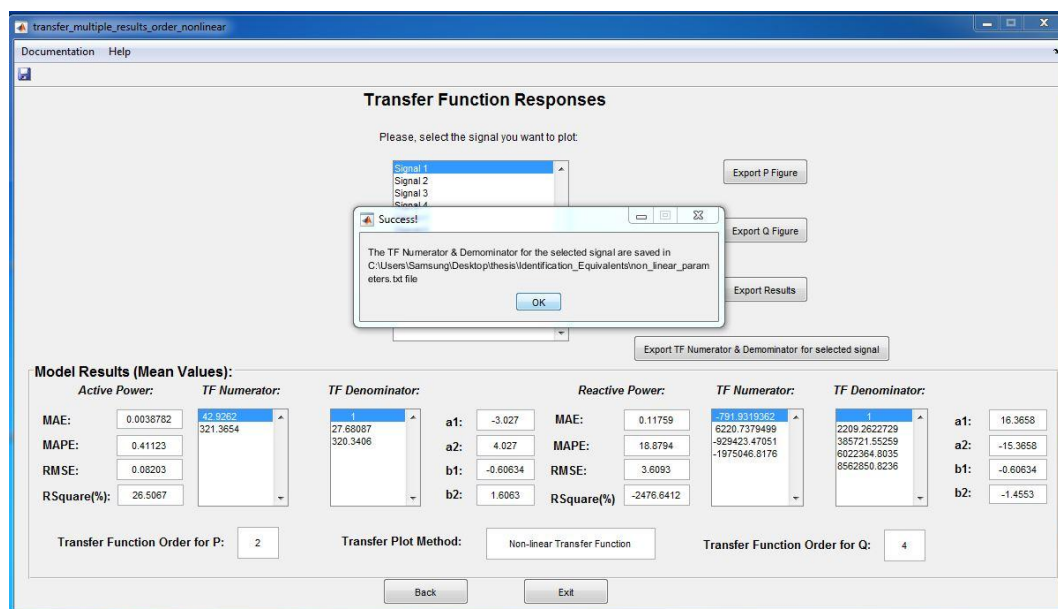
Πατώντας το κουμπί αυτό, ο χρήστης μπορεί να αποθηκεύσει σε ένα αρχείο .txt τα αποτελέσματα της μεθόδου (τα αποτελέσματα του πεδίου «**Model Results Mean Values**»). Επίσης μπορεί να αποθηκεύσει σε δύο ξεχωριστά αρχεία .jpg τις αντίστοιχες γραφικές παραστάσεις για την ενεργό και την άεργο ισχύ. Η επιτυχής αποθήκευση των αποτελεσμάτων και των γραφικών παραστάσεων συνοδεύεται από σχετικό μήνυμα, όπως αυτό που παρουσιάζεται στο σχήμα 3.32.

6) Back

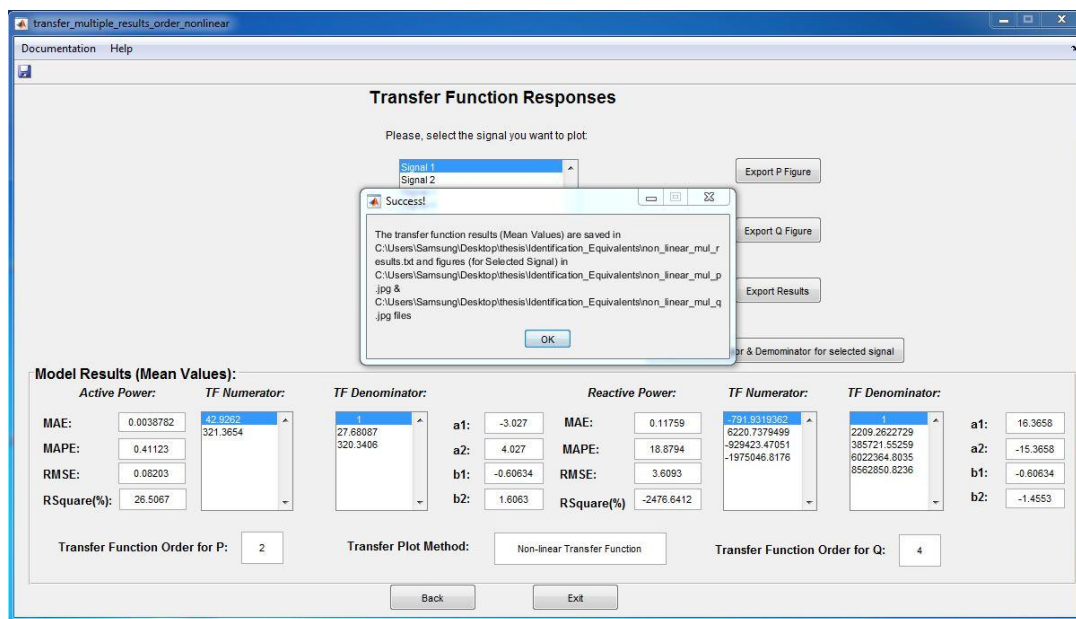
Πατώντας το κουμπί της επιστροφής, η πλατφόρμα επιστρέφει στο προηγούμενο παράθυρο («transfer_order_tolerance»).



Σχήμα 3.30 – Παράθυρο αποτελεσμάτων συνάρτησης μεταφοράς με προκαθορισμένη τάξη με είσοδο πολλαπλά σήματα



Σχήμα 3.31 – Παράθυρο μετά την επιτυχή αποθήκευση των παραμέτρων του αριθμητή και του παρονομαστή για ενεργό και άεργο ισχύ για κάποιο συγκεκριμένο σήμα των πολλαπλών σημάτων και προκαθορισμένη τάξη



Σχήμα 3. 32 – Παράθυρο μετά την επιτυχή αποθήκευση των αποτελεσμάτων της συνάρτησης μεταφοράς και των γραφικών παραστάσεων με είσοδο πολλαπλά σήματα για προκαθορισμένη τάξη

1.3.5.γ Μοναδικό σήμα και εύρεση βέλτιστης τάξης

Η μορφή του παραθύρου παρουσιάζεται στο σχήμα 3.33. Το αναδυόμενο παράθυρο παρέχει στο χρήστη τις ακόλουθες πληροφορίες και δυνατότητες:

1) Figures

Σε αυτό το πλαίσιο, η εργαλειοθήκη συγκρίνει την πραγματική με την εκτιμώμενη απόκριση, τόσο για την ενεργή ισχύ (αριστερό γράφημα), όσο και για την άεργο ισχύ (δεξί γράφημα).

Με μαύρο χρώμα και όνομα «**original**» εμφανίζεται η πραγματική μέτρηση. Με κόκκινο χρώμα και όνομα «**best order P**» και «**best order Q**» εμφανίζεται η εκτιμώμενη απόκριση, για τη βέλτιστη τάξη της ενεργού ισχύος και της άεργου ισχύος αντίστοιχα.

Ο άξονας των x αναπαριστά το χρόνο. Μονάδες είναι τα δευτερόλεπτα. Ο άξονας των y αναπαριστά την απόκριση.

2) Model Results

Σε αυτό το πλαίσιο, η πλατφόρμα εμφανίζει αποτελέσματα για τη συνάρτηση μεταφοράς που εξετάζεται. Συγκεκριμένα, εμφανίζει:

- Τη βέλτιστη τάξη του μοντέλου για την ενεργό ισχύ (**Transfer Function Best Order for P**).
- Τη βέλτιστη τάξη του μοντέλου για την άεργο ισχύ (**Transfer Function Best Order for Q**).
- Το μέσο απόλυτο σφάλμα (Mean Absolute Error/**MAE**) του μοντέλου για τη βέλτιστη τάξη της ενεργής ισχύς (**Active Power**) και για τη βέλτιστη τάξη της άεργης ισχύς (**Reactive Power**).
- Το μέσο απόλυτο ποσοστιαίο σφάλμα (Mean Absolute Percentage Error/**MAPE**) του μοντέλου για τη βέλτιστη τάξη της ενεργής ισχύς (**Active Power**) και για τη βέλτιστη τάξη της άεργης ισχύς (**Reactive Power**).
- Την ρίζα του μέσου τετραγωνικού σφάλματος (Root Mean Squared Error/**RMSE**) του μοντέλου για τη βέλτιστη τάξη της ενεργής ισχύς (**Active Power**) και για τη βέλτιστη τάξη της άεργης ισχύς (**Reactive Power**).
- Το συντελεστή προσδιορισμού (**RSquare**) ως ποσοστό για τη συγκεκριμένη μέθοδο για τη βέλτιστη τάξη της ενεργής ισχύς (**Active Power**) και για τη βέλτιστη τάξη της άεργης ισχύς (**Reactive Power**).
- Τους συντελεστές του αριθμητή (**TF Numerator**) και του παρανομαστή (**TF Denominator**) της συνάρτησης μεταφοράς, τόσο για τη βέλτιστη τάξη της ενεργής ισχύς (**Active Power**) όσο και για τη βέλτιστη τάξη της άεργης ισχύς (**Reactive Power**).
- Τη μέθοδο μοντελοποίησης για τη συνάρτηση μεταφοράς (**Transfer Plot Method**).

3) Export P Figure

Ο χρήστης πατώντας το κουμπί αυτό μπορεί να εξάγει σε ένα ξεχωριστό παράθυρο τη γραφική παράσταση της ενεργού ισχύος για περαιτέρω επεξεργασία.

4) Export Q Figure

Ο χρήστης πατώντας το κουμπί αυτό μπορεί να εξάγει σε ένα ξεχωριστό παράθυρο τη γραφική παράσταση της άεργου ισχύος για περαιτέρω επεξεργασία.

5) Export Results

Πατώντας το κουμπί αυτό, ο χρήστης μπορεί να αποθηκεύσει σε ένα αρχείο .txt τα αποτελέσματα της συνάρτησης μεταφοράς για τη βέλτιστη τάξη (τα αποτελέσματα του πεδίου «**Model Results**»), αλλά και τις τιμές των σφαλμάτων MAE, MAPE, RMSE και RSquare για όλες τις τάξεις πριν της βέλτιστης. Έτσι, ο χρήστης μπορεί να εντοπίσει αν κάποια άλλη τάξη πλην της βέλτιστης καλύπτει τις ανάγκες του και είναι κοντά στα επιθυμητά, τελικά αποτελέσματα.

6) Toolbar

Στη γραμμή εργαλείων (toolbar) εμφανίζονται οι εξής επιλογές:

➤ Save Button

Πατώντας το κουμπί αυτό, ο χρήστης μπορεί να αποθηκεύσει σε ένα αρχείο .txt τα αποτελέσματα της μεθόδου (τα αποτελέσματα του πεδίου «**Model Results**»). Επίσης μπορεί να αποθηκεύσει σε δύο ξεχωριστά αρχεία .jpg τις αντίστοιχες γραφικές παραστάσεις της ενεργού και άεργου ισχύος. Η επιτυχής αποθήκευση των αποτελεσμάτων και των γραφικών παραστάσεων συνοδεύεται από σχετικό μήνυμα, όπως αυτό που παρουσιάζεται στο σχήμα 3.34.

➤ Zoom In

Με αυτό το κουμπί ο χρήστης μπορεί να κάνει ζουμ στις γραφικές παραστάσεις.

➤ Zoom Out

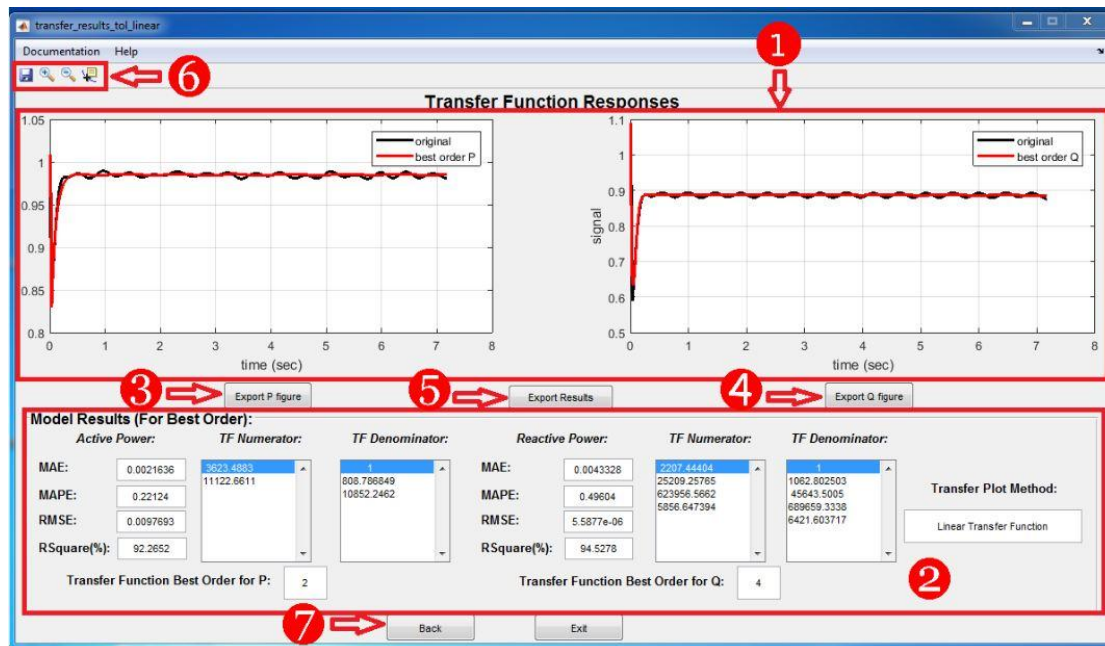
Επιτρέπει στο χρήστη να μικρύνει το ζουμ.

➤ Data Cursor

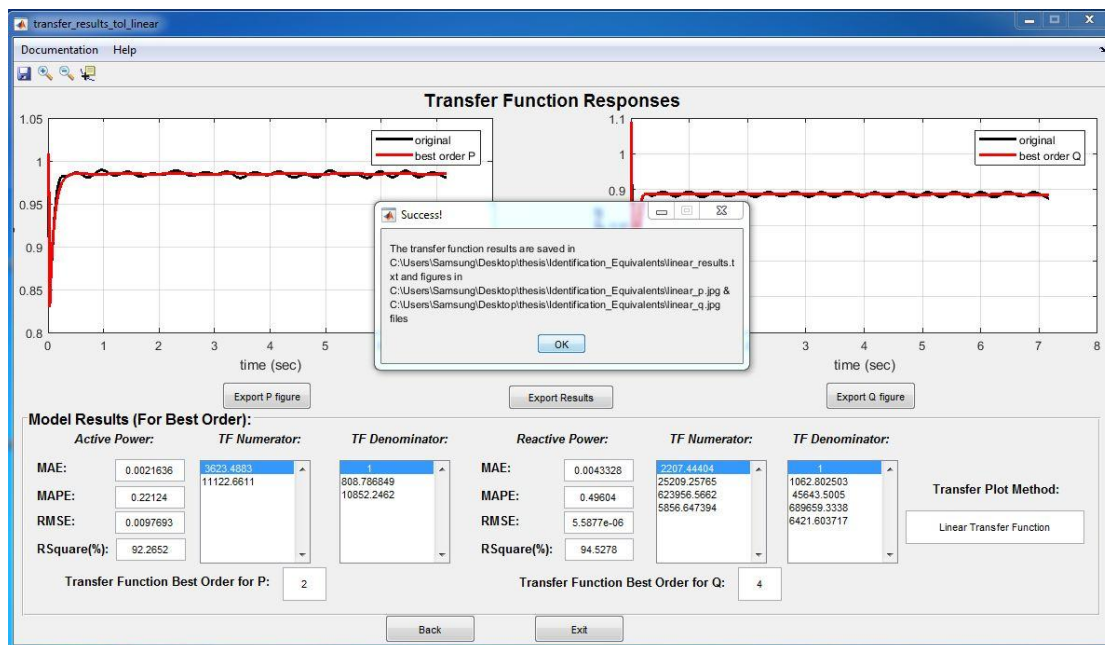
Ο χρήστης πατώντας το κουμπί αυτό μπορεί να βρει την τιμή της γραφικής παράστασης για μια συγκεκριμένη χρονική στιγμή.

7) Back

Πατώντας το κουμπί της επιστροφής, η πλατφόρμα επιστρέφει στο προηγούμενο παράθυρο («**transfer_order_tolerance**»).



Σχήμα 3.33 – Παράθυρο αποτελεσμάτων συνάρτησης μεταφοράς με εισαγωγή του εύρους με είσοδο ένα μοναδικό σήμα



Σχήμα 3.34 – Παράθυρο μετά την επιτυχή αποθήκευση των αποτελεσμάτων της συνάρτησης μεταφοράς και των γραφικών παραστάσεων με είσοδο ένα μοναδικό σήμα και εύρεση βέλτιστης τάξης

1.3.5.γ Πολλαπλά σήματα και εύρεση βέλτιστης τάξης

Η μορφή του παραθύρου παρουσιάζεται στο σχήμα 3.35. Το αναδυόμενο παράθυρο παρέχει στο χρήστη τις ακόλουθες πληροφορίες και δυνατότητες:

1) Signal Listbox + Export P & Q Figure

Σε αυτό το πλαίσιο, η εργαλειοθήκη εμφανίζει σε μια λίστα (listbox) όλες τις εισαγόμενες μετρούμενες αποκρίσεις. Από αυτήν τη λίστα, ο χρήστης μπορεί να επιλέξει το σήμα που επιθυμεί και να συγκρίνει την πραγματική και την εκτιμώμενη απόκρισή του.

Επιλέγοντας το σήμα από τη διαθέσιμη λίστα και πατώντας το πλήκτρο «**Export P Figure**», ο χρήστης εξάγει σε ένα ξεχωριστό παράθυρο τις γραφικές παραστάσεις της πραγματικής και της εκτιμώμενης απόκρισης για την ενεργό ισχύ.

Επιλέγοντας το σήμα από τη διαθέσιμη λίστα και πατώντας το πλήκτρο «**Export Q Figure**», ο χρήστης εξάγει σε ένα ξεχωριστό παράθυρο τις γραφικές παραστάσεις της πραγματικής και της εκτιμώμενης απόκρισης για την άεργο ισχύ.

Με μαύρο χρώμα και όνομα **original** εμφανίζεται η πραγματική μέτρηση. Με κόκκινο χρώμα και όνομα **estimated** εμφανίζεται η εκτιμώμενη απόκριση.

Ο άξονας των x αναπαριστά το χρόνο. Μονάδες είναι τα δευτερόλεπτα. Ο άξονας των y αναπαριστά την απόκριση.

Παρατήρηση: Ο χρήστης μπορεί να εξάγει πολλαπλά παράθυρα για τις γραφικές παραστάσεις όσων σημάτων επιθυμεί.

2) Model Results (Mean Values)

Σε αυτό το πλαίσιο, η πλατφόρμα εμφανίζει αποτελέσματα για τη συνάρτηση μεταφοράς που εξετάζεται για τη βέλτιστη τάξη. Οι τιμές αντιστοιχούν στις μέσες τιμές για όλες τις αποκρίσεις που εισήγαγε ο χρήστης. Συγκεκριμένα, εμφανίζει:

- Τη βέλτιστη τάξη για την ενεργό ισχύ (**Transfer Function Best Order for P**).
- Τη βέλτιστη τάξη για την άεργο ισχύ (**Transfer Function Best Order for Q**).
- Τη μέση τιμή του μέσου απόλυτου σφάλματος (Mean Absolute Error/**MAE**) του μοντέλου για τη βέλτιστη τάξη της ενεργής ισχύς (**Active Power**) και για τη βέλτιστη τάξη της άεργης ισχύς (**Reactive Power**).
- Τη μέση τιμή του μέσου απόλυτου ποσοστιαίου σφάλματος (Mean Absolute Percentage Error/**MAPE**) του μοντέλου για τη βέλτιστη τάξη της ενεργής ισχύς (**Active Power**) και για τη βέλτιστη τάξη της άεργης ισχύς (**Reactive Power**).

- Τη μέση τιμή της ρίζας του μέσου τετραγωνικού σφάλματος (Root Mean Squared Error/**RMSE**) του μοντέλου για τη βέλτιστη τάξη της ενεργής ισχύς (**Active Power**) και για τη βέλτιστη τάξη της άεργης ισχύς (**Reactive Power**).
- Τη μέση τιμή του συντελεστή προσδιορισμού (**RSquare**) ως ποσοστό για τη συγκεκριμένη μέθοδο για τη βέλτιστη τάξη της ενεργής ισχύς (**Active Power**) και για τη βέλτιστη τάξη της άεργης ισχύς (**Reactive Power**).
- Τη μέση τιμή των συντελεστών του αριθμητή (**TF Numerator**) και του παρανομαστή (**TF Denominator**) της συνάρτησης μεταφοράς, τόσο για τη βέλτιστη τάξη της ενεργής ισχύς (**Active Power**) όσο και για τη βέλτιστη τάξη της άεργης ισχύς (**Reactive Power**).
- Τη μέθοδο μοντελοποίησης για τη συνάρτηση μεταφοράς (**Transfer Plot Method**).

3) Export Results

Πατώντας το κουμπί αυτό, ο χρήστης μπορεί να αποθηκεύσει σε ένα αρχείο .txt τα αποτελέσματα της συνάρτησης μεταφοράς για τη βέλτιστη τάξη (τα αποτελέσματα του πεδίου «**Model Results (Mean Values)**» αλλά και τις μέσες τιμές των σφαλμάτων MAE, MAPE, RMSE και RSquare για όλες τις τάξεις που αξιολογήθηκαν). Έτσι, ο χρήστης μπορεί να εντοπίσει αν κάποια άλλη τάξη πλην της βέλτιστης καλύπτει τις ανάγκες του και είναι κοντά στα επιθυμητά, τελικά αποτελέσματα.

4) Save numerator & denominator for selected signal

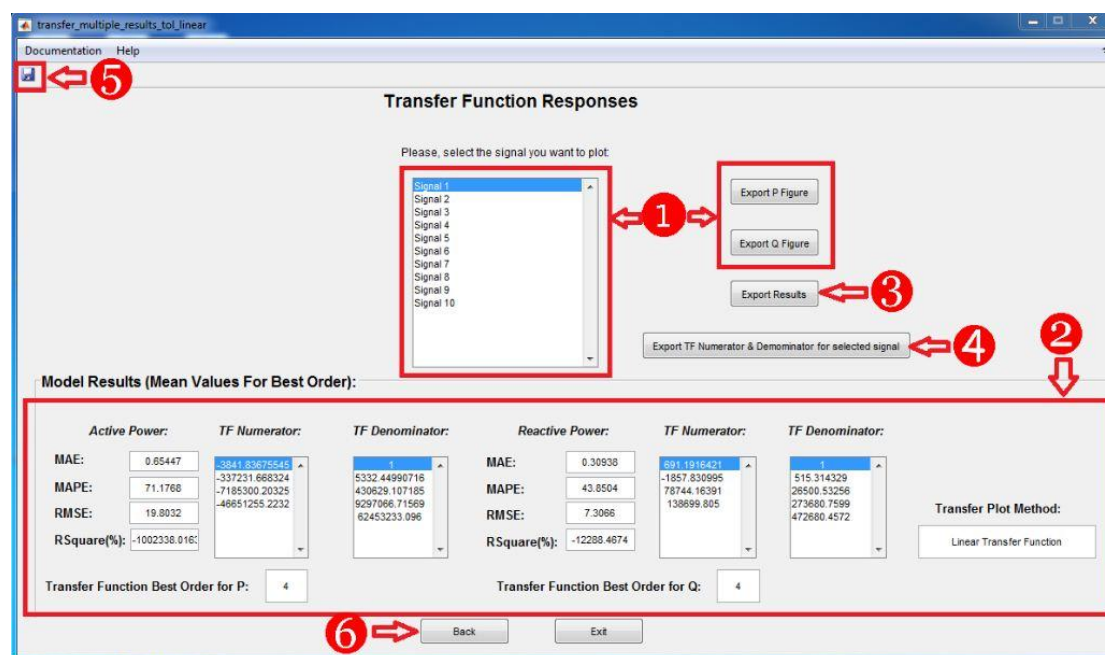
Πατώντας το πλήκτρο αυτό, ο χρήστης μπορεί να αποθηκεύσει σε ένα αρχείο .txt τους συντελεστές του αριθμητή και του παρανομαστή της συνάρτησης μεταφοράς για το σήμα που έχει επιλέξει από τη λίστα (listbox), τόσο για την ενεργό όσο και για την άεργο ισχύ (στα αποτελέσματα του πεδίου «**Model Results (Mean Values)**» εμφανίζεται η μέση τιμή για όλα τα σήματα). Η επιτυχής αποθήκευση των αποτελεσμάτων συνοδεύεται από σχετικό μήνυμα, όπως αυτό που παρουσιάζεται στο σχήμα 3.36.

5) Save Toolbar

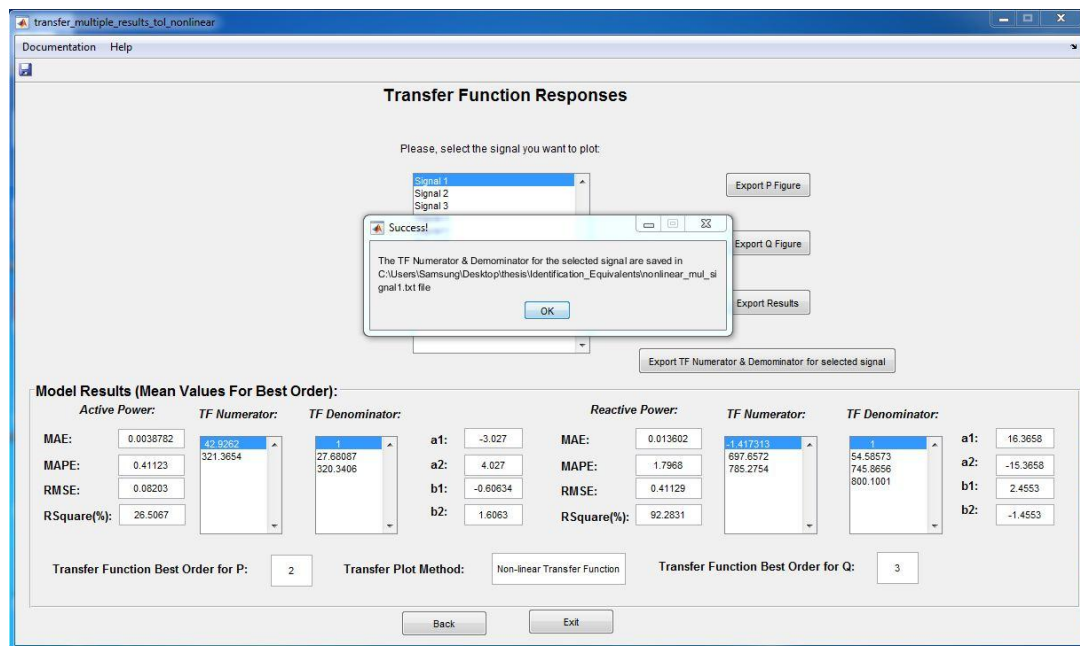
Πατώντας το κουμπί αυτό, ο χρήστης μπορεί να αποθηκεύσει σε ένα αρχείο .txt τα αποτελέσματα της μεθόδου (τα αποτελέσματα του πεδίου «**Model Results Mean Values**»). Επίσης μπορεί να αποθηκεύσει σε δύο ξεχωριστά αρχεία .jpg τις αντίστοιχες γραφικές παραστάσεις για την ενεργό και την άεργο ισχύ. Η επιτυχής αποθήκευση των αποτελεσμάτων και των γραφικών παραστάσεων συνοδεύεται από σχετικό μήνυμα, όπως αυτό που παρουσιάζεται στο σχήμα 3.47.

6) Back

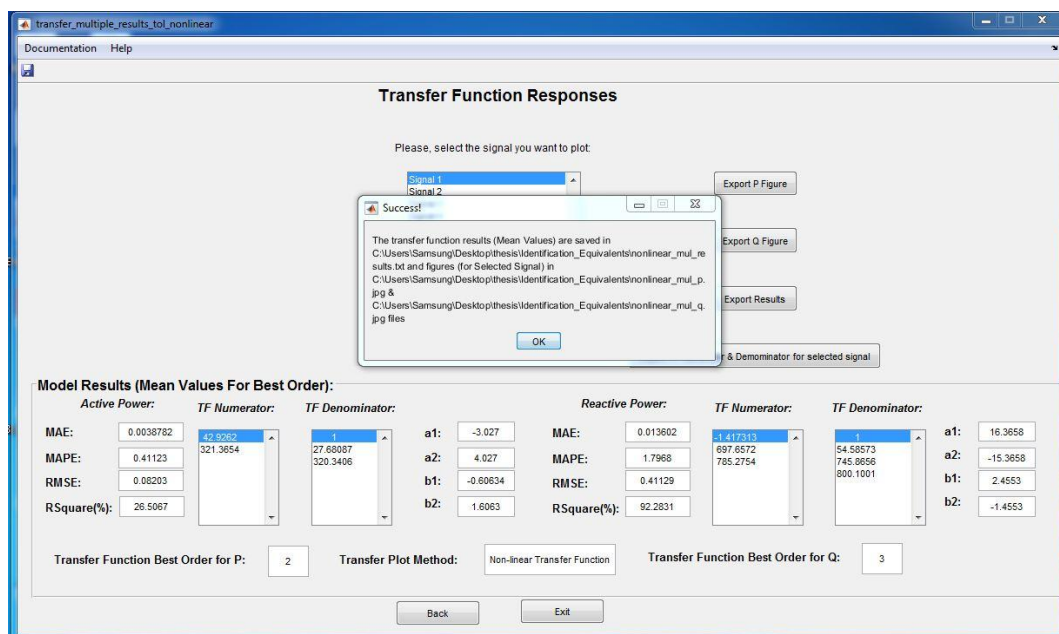
Πατώντας το κουμπί της επιστροφής, η πλατφόρμα επιστρέφει στο προηγούμενο παράθυρο («**transfer_order_tolerance**»).



Σχήμα 3.35 – Παράθυρο αποτελεσμάτων συνάρτησης μεταφοράς με εισαγωγή του εύρους με είσοδο πολλαπλά σήματα



Σχήμα 3.36 – Παράθυρο μετά την επιτυχή αποθήκευση των παραμέτρων του αριθμητή και του παρονομαστή για ενεργό και άεργο ισχύ για κάποιο συγκεκριμένο σήμα των πολλαπλών σημάτων και εύρος από το χρήστη



Σχήμα 3.47 – Παράθυρο μετά την επιτυχή αποθήκευση των αποτελεσμάτων της συνάρτησης μεταφοράς και των γραφικών παραστάσεων με είσοδο πολλαπλά σήματα και εύρος από το χρήστη