Εκτίμηση Μορφικών Χαρακτηριστικών Σύνθετης Αεροκατασκευής Μέσω Διανυσματικών Στοχαστικών Μοντέλων Συνάρτησης Μεταφοράς και Χώρου Κατάστασης

Βλαχοσπύρος Γεώργιος Α.Μ.:246714
Πανεπιστήμιο Πατρών
Τμήμα Μηχανολόγων & Αεροναυπηγών Μηχανικών
Εργαστήριο Στοχαστικών Μηχανολογικών Συστημάτων & Αυτοματισμού
Επιβλέπων: Σ.Δ. Φασόης, Καθηγητής
Πάτρα, 2019

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ

Αποκλειστικό στόχο της παρούσας μελέτης αποτελεί ο καθορισμός των δυναμικών χαρακτηριστικών της δοκού κατασκευασμένη από άγνωστο σύνθετο υλικό που είναι μέρος του ουραίου τμήματος ενός UAV. Η εξαγωγή των μορφικών χαρακτηριστικών (φυσικές συχνότητες, λόγοι απόσβεσης, ιδιομορφές) βασίζεται στην μοντελοποίηση μέσω πολυωνυμικών μεθόδων (VARX & VAR models) και μεθόδων χώρου κατάστασης (Subspace Identification) του σήματος εισόδου και των σημάτων εξόδου του συστήματος.

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Μοντέλα | *Εξισώσεις* | *Εκτίμηση Παραμέτρων*

Residual Sequence i.i.d $N(0,\sigma_w^2)$

VAR :

$$\boldsymbol{y}[t] = \sum_{i=1}^{na} \boldsymbol{A}_i * \boldsymbol{y}[t-i] + \boldsymbol{w}[t]$$

VARX :

$$\boldsymbol{y}[t] + \sum_{i=1}^{n_a} \boldsymbol{A}_i * \boldsymbol{y}[t-i] = \sum_{i=0}^{n_b} \boldsymbol{B}_i * \boldsymbol{x}[t-i] + \boldsymbol{w}[t]$$

AR - part | X - part

Linear Least Squares Estimator *(Φασόης, 2012)* **:**

$$\hat{\boldsymbol{\theta}} = \left(\frac{1}{N}\sum_{t=1}^{N} \boldsymbol{\Phi}[t]\boldsymbol{\Phi}^T[t]\right)^{-1}\left(\frac{1}{N}\sum_{t=1}^{N} \boldsymbol{\Phi}[t]\boldsymbol{y}[t]\right)$$

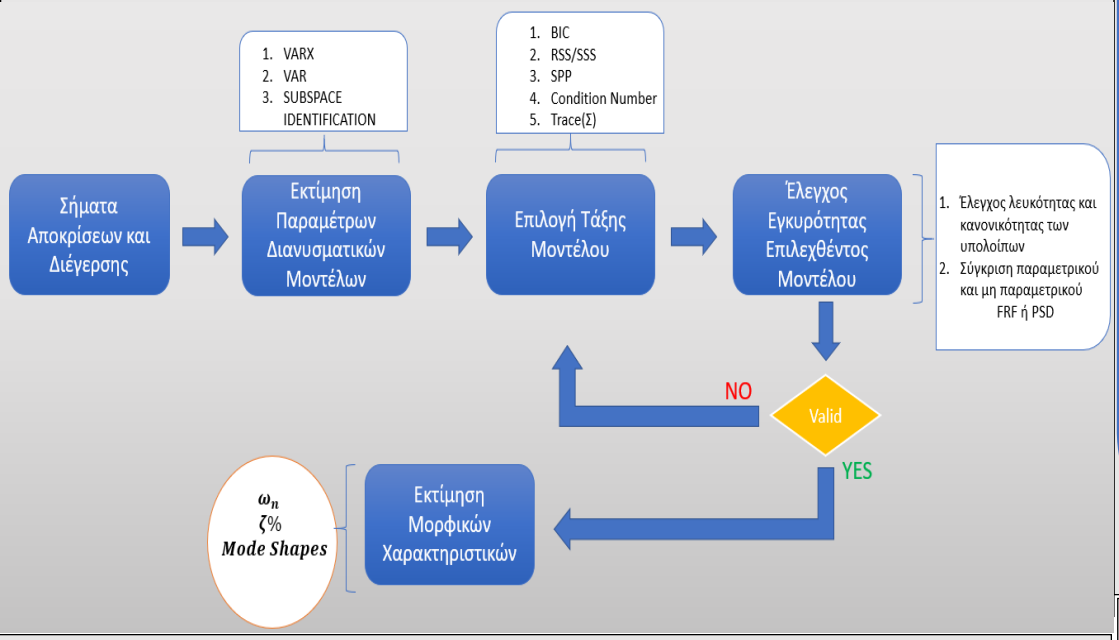
SUB_ID :

$$z_{k+1} = Az_k + Bu_k + Ke_k$$
$$y_k = Cz_k + Du_k + e_k$$

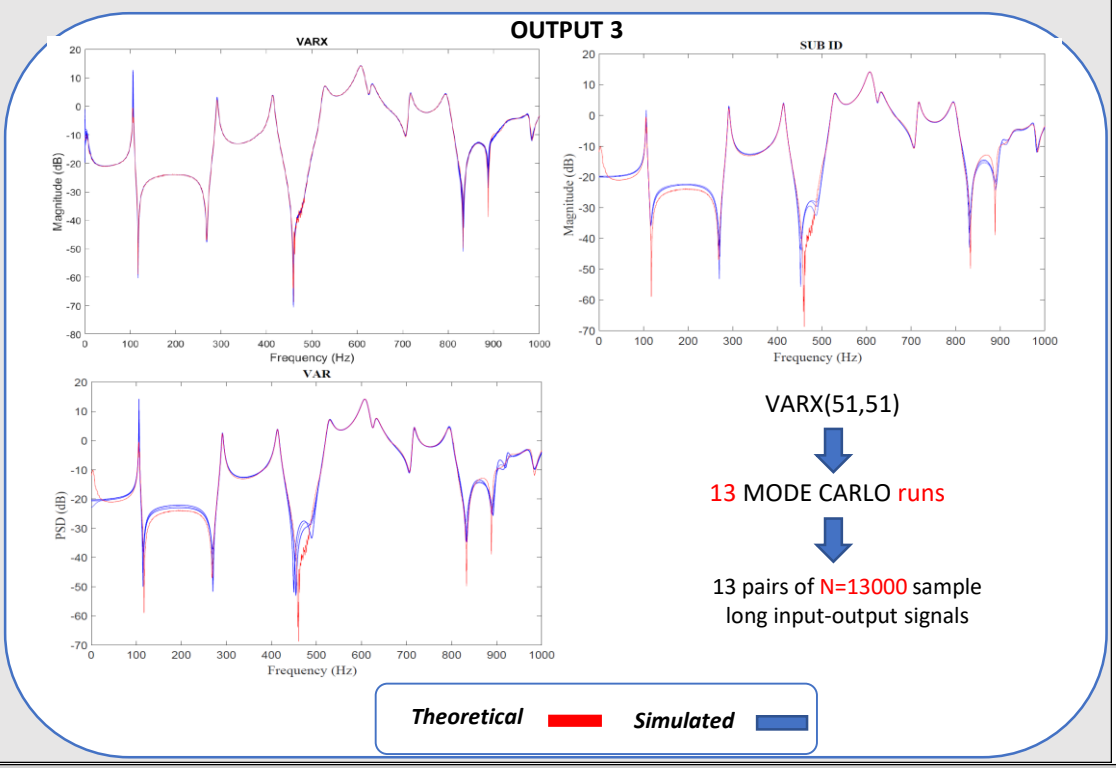
State Space

Αλγόριθμος
Numerical Subspace State Space System Identification (**N4SID**)
(VAN OVERSCHEE & DE MOOR, 1994)

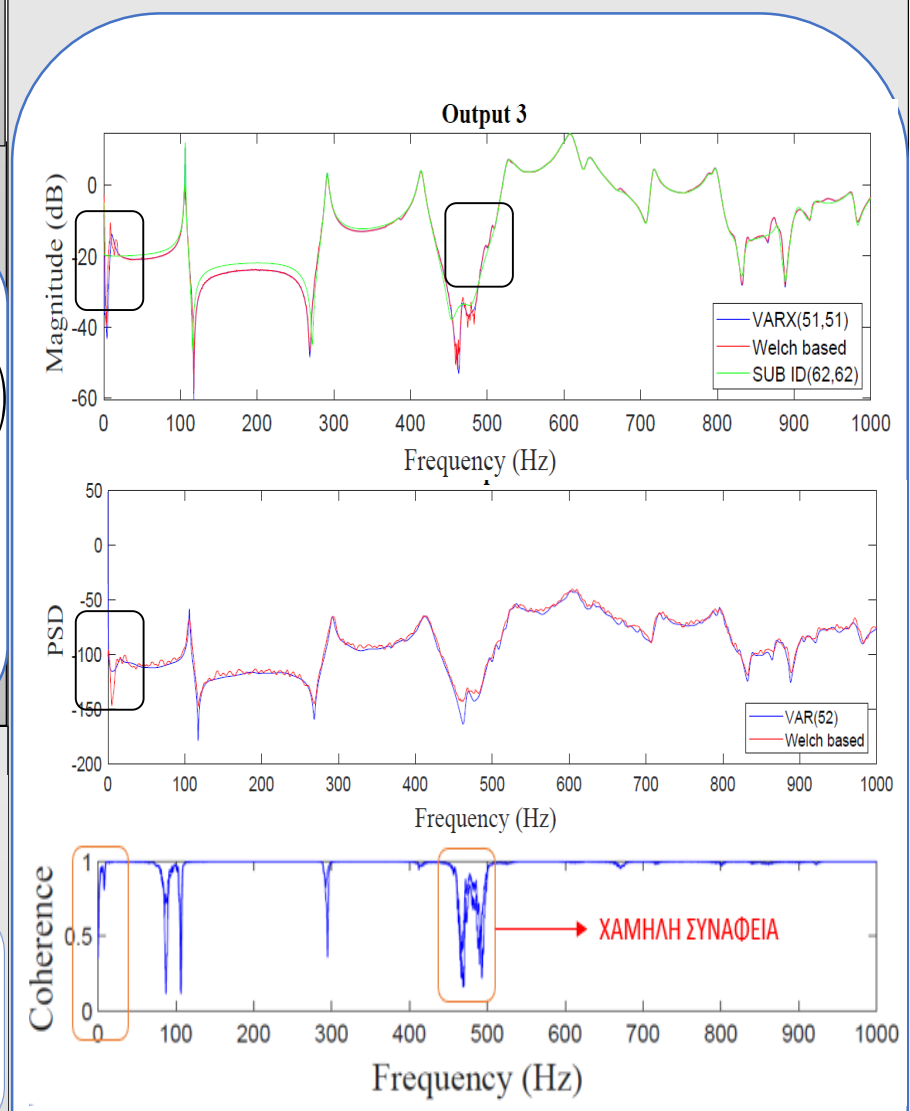
ΒΗΜΑΤΑ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ



ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΕΙΣ MONTE CARLO

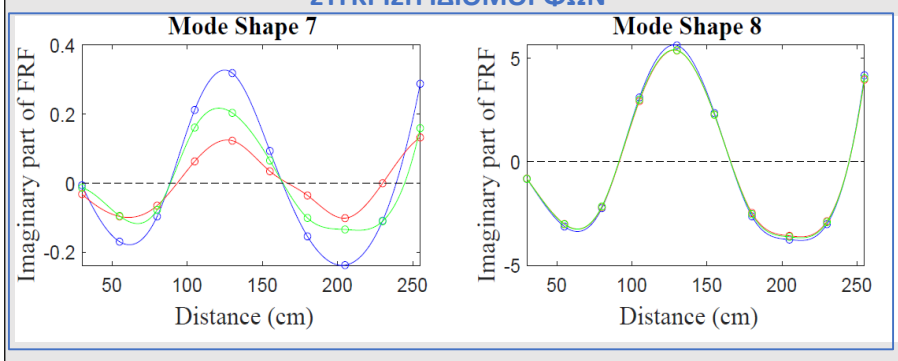


ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΔΥΝΑΜΙΚΗΣ ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗΣ

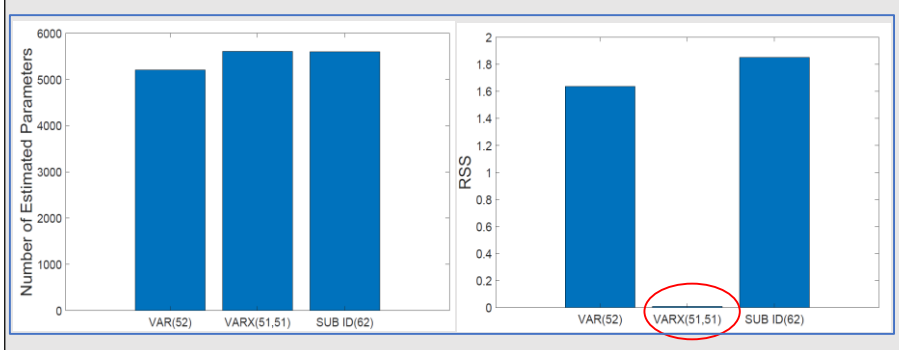


MODELS	ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΜΕΝΕΣ ΙΔΙΟΣΥΧΝΟΤΗΤΕΣ
VARX(51,51)	17/17 (100%)
SUB_ID(62)	14/17 (82.3%)
VAR(52)	16/17 (94%)

ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΙΔΙΟΜΟΡΦΩΝ



ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΑ ΓΡΑΦΗΜΑΤΑ



ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- ✓ Η αναγνώριση των δυναμικών χαρακτηριστικών του συστήματος και με τις 3 μεθόδους κρίνεται ικανοποιητική.
- ✓ Το μοντέλο VARX αναγνωρίζει 100% τα δυναμικά χαρακτηριστικά της κατασκευής.
- ✓ Η χαμηλή συνάφεια επηρεάζει την ικανότητα αναγνώρισης των μοντέλων VAR και χώρου κατάστασης (Subspace Identification).
- ✓ Παρόλο που η εκτίμηση των τριών μοντέλων βασίζεται σε περίπου ίδιο αριθμό παραμέτρων, το μοντέλο VARX επιτυγχάνει την πιο αξιόπιστη εκτίμηση (<< RSS).
- ✓ Η απουσία του σήματος εισόδου στην μοντελοποίηση VAR παραπέμπει σε περισσότερες αβεβαιότητες σε σχέση με τα άλλα μοντέλα, σύμφωνα με τις προσομοιώσεις Monte Carlo.