

Περιγραφή του Προβλήματος

Η δυναμική αναγνώριση και η ανίχνευση βλαβών σε μια δοκό από σύνθετα υλικά που λειτουργεί υπό μεταβαλλόμενη θερμοκρασία και διαφορετικές συννοριακές συνθήκες. Η κατασκευή προσομοιώνει υπό κλίμακα την πρόσδεση του ουραίου ενός μη-επανδρωμένου αεροσκάφους στην άτρακτο του.

Στόχοι της Εργασίας

➤ Αναγνώριση της δυναμικής συμπεριφοράς και Ανίχνευση των βλαβών της σύνθετη δοκού όταν λειτουργεί σε μεταβαλλόμενες συνθήκες λειτουργίας διαμέσου των παραμετρικών μοντέλων TF-ARX-OLS, TF-IV, ARMA με χρήση της μεθόδου των πολλαπλών μοντέλων (MM).

Υποθέσεις και Παραδοχές

- ✓ Σύστημα γραμμικό και χρονικά αμετάβλητο.
- ✓ Εξωτερικός θόρυβος μέτρησης ανεξάρτητος της διέγερσης.
- ✓ Σύστημα στην μόνιμη κατάσταση

Παραμετρική Μοντελοποίηση

❖ **Μοντέλα TF-ARX** $y_1 + \sum_{i=1}^{n_a} a_i \cdot y_1[t-i] = \sum_{i=0}^{n_b} b_i \cdot y_2[t-i] + e[t]$

1) **Ordinary Least Squares** $\hat{\theta}_{OLS} = \left(\frac{1}{N} \sum_{t=0}^{N-1} \varphi[t] \cdot \varphi^T[t] \right)^{-1} \cdot \left(\frac{1}{N} \sum_{t=0}^{N-1} \varphi[t] \cdot y_1[t] \right)$

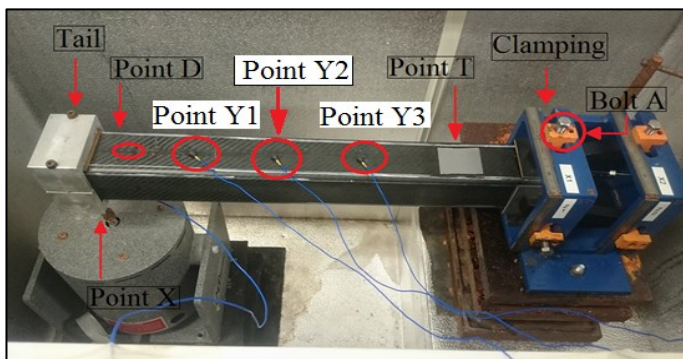
2) **Instrumental Variables** $\hat{\theta}_{IV} = \left(\frac{1}{N} \sum_{t=0}^{N-1} \zeta \cdot \Phi_k^T \right)^{-1} \cdot \left(\frac{1}{N} \sum_{t=0}^{N-1} \zeta \cdot y_1 \right)$

❖ **Μοντέλα ARMA**

$y_1[t] = \sum_{j=1}^{n_a} \delta_j y_1[t-j] + \sum_{j=1}^{n_b} \xi_j e[t-k] + \varepsilon[t]$

με $e[t]$ να αποτελούν τα υπόλοιπα ενός μοντέλου AR

Περιγραφή Πειραματικής Διαδικασίας



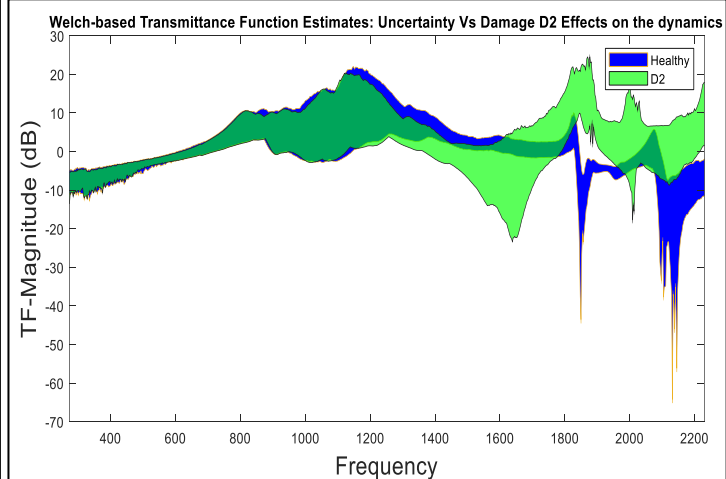
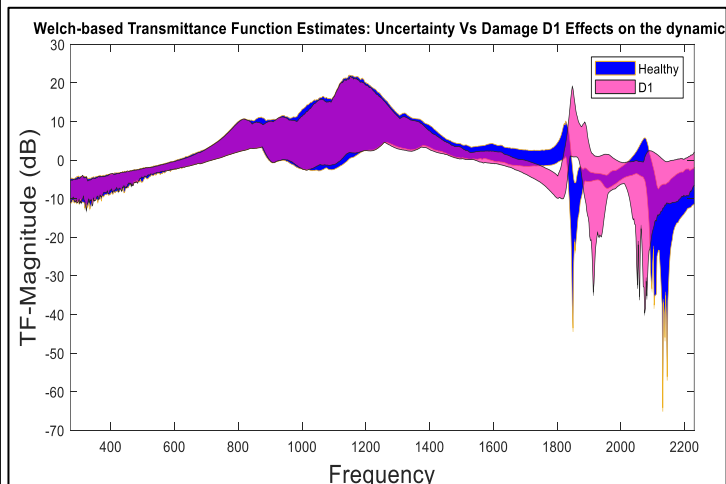
Βλάβες	Μέγεθος
Μικρή μάζα	4.5 g(0.72% της μάζας της δοκού)
Μεγάλη μάζα	12.6 g(2% της μάζας της δοκού)

$F_s = 4\,654.5\text{ Hz}$; Μήκος σήματος: $N = 100.001\text{ samples}$
Συχνотικό εύρος: $[5 - 2\,327.25]\text{ Hz}$, Διέγερση: λευκή ακολουθία

Λεπτομέρειες Πειραμάτων

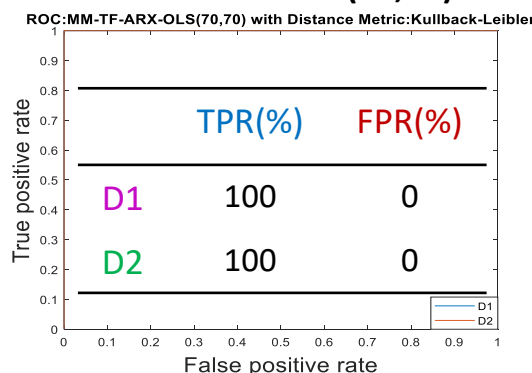
Κατάσταση Δοκού	Θερμοκρασιακό Εύρος	Ροπή Σύσφιξης	Αριθμός πειραμάτων
Φάση Εκπαίδευσης			
Υγιής	$A = [0 - 28]\text{ με βήμα } 2$	1, 2, 3, 4	60
Φάση Επιθεώρησης			
Υγιής (H)	$A \& \{3, 21\}$	1	85
	$A \& \{9, 19, 25\}$	2	90
	$A \& \{15, 25\}$	3	85
	$A \& \{3, 9, 15, 19, 21\}$	4	100
Υγιής (H1) (μικρή κολλητική ταινία)	$[0\ 1\ 3\ 7\ 9\ 10\ 14\ 15\ 17\ 21\ 23\ 25\ 27]$	1, 3, 4	195
Υγιής (H2) (μεγάλη κολλητική ταινία)	$[0\ 1\ 3\ 7\ 9\ 10\ 14\ 15\ 17\ 21\ 23\ 25\ 27]$	1, 3, 4	195
Βλάβη (D1) (μάζα 4.5g)	$[0\ 1\ 3\ 7\ 9\ 10\ 14\ 15\ 17\ 21\ 23\ 25\ 27]$	1, 3, 4	195
Βλάβη (D2) (μάζα 12.6g)	$[0\ 1\ 3\ 7\ 9\ 10\ 14\ 15\ 17\ 21\ 23\ 25\ 27]$	1, 3, 4	195

Επίδραση Αβεβαιοτήτων και Βλαβών

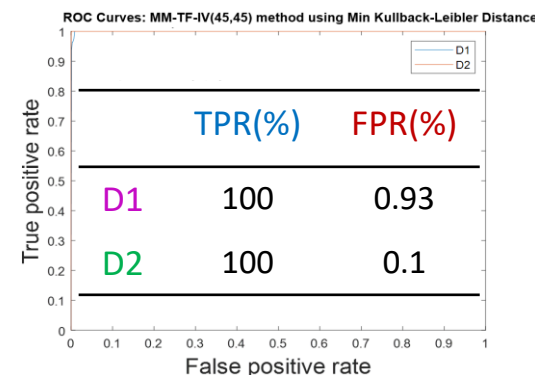


Ανίχνευση Βλαβών με την μέθοδο Πολλαπλών Μοντέλων (MM)

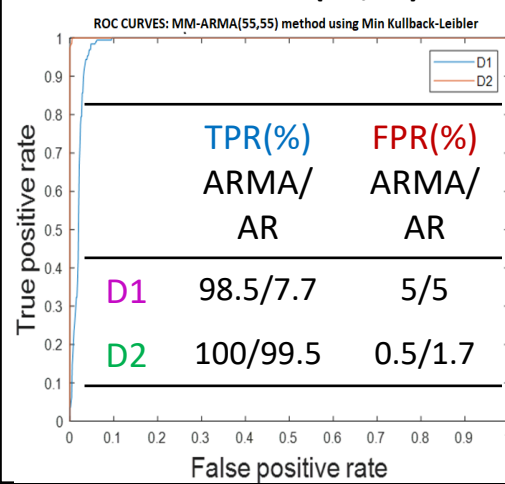
MM-TF-ARX-OLS(70,70)



MM-TF-IV(45,45)



MM-ARMA(55,55)



Συμπεράσματα

- Η δυναμική αναγνώριση με όλα τα παραμετρικά μοντέλα είναι επιτυχής.
- Η ανίχνευση των βλαβών με όλα τα παραμετρικά αποτελέσματα είναι επιτυχής, με το TF-IV οδήγησε με μειωμένη τάξη παρόμοια αποτελέσματα με το TF-ARX-OLS με λιγότερες παραμέτρους.
- Εξαιρετικά αποτελέσματα επιτυγχάνονται με το μοντέλο ARMA για την ανίχνευση της βλάβης μικρής μάζας ξεπερνώντας κατά πολύ αντίστοιχα αποτελέσματα με την μέθοδο MM-AR.