

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης

Ενίσχυση Ερευνητικών Ομάδων στο ΤΕΙ Πάτρας» με MIS **383592** του Ε.Π. «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» που συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση «Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο (ΕΚΤ)» και Εθνικούς Πόρους

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ

Αγγελική Παπαλού, Ηλίας Στρεπέλιας, Ευστάθιος Μπούσιας, Αθανάσιος Τριανταφύλλου, Μιχάλης Μιαούλης

Υπόεργο 12: «Πειραματική μελέτη της συνεισφοράς αποσβεστήρα σωματιδίων στην μείωση της απόκρισης μνημείων σε σεισμική διέγερση »

Επιστημονική Υπεύθυνος : Δρ. Αγγελική Παπαλού

Μέλη Κύριας Ερευνητικής Ομάδας: Δρ. Αγγελική Παπαλού, Δρ. Διονύσιος Ρουμπιέν, Δρ. Ευστάθιος Ν. Μπούσιας, Δρ. Αθανάσιος Τριανταφύλλου

Μέλη Εξωτερικής Ομάδας Συνεργατών: Ηλίας Στρεπέλιας, Μιχάλης Μιαούλης

Πακέτο εργασίας 2: Διερεύνηση της δυναμικής συμπεριφοράς του κίονα-δοκιμίου και του αποσβεστήρα σωματιδίων (1/7/2013 έως 31/12/2013)

1. Διερεύνηση της δυναμικής συμπεριφοράς του κίονα-δοκιμίου και του αποσβεστήρα σωματιδίων

Λόγω της αργοπορίας κατασκευής του κίονα μεγάλες διαστάσεων και την πολυπλοκότητα των πειραμάτων με τις διαστάσεις του μεγάλου κίονα στο πλαίσιο του έργου αποφασίστηκε να κατασκευαστεί ένας επιπλέον κίονας μικρότερων διαστάσεων. Ο κίονας-δοκίμιο προσομοίωσε κίονα μικρότερων διαστάσεων και συγκεκριμένα κίονα από τον ναό του Ηφαιστείου στην Αθήνα. Χρησιμοποιήθηκε κλίμακα 1:8. Η διάμετρος του κίονα για το μικρό μοντέλο αποφασίστηκε να είναι σταθερή για όλους τους σφονδύλους ώστε να μπορεί να ελεγχθεί εύκολα η αποτελεσματικότητα του αποσβεστήρα σωματιδίων σε διαφορετικές θέσεις στον κίονα.

Περιγραφή του κίονα-δοκιμίου

Στα πλαίσια του προγράμματος πραγματοποιήθηκαν δοκιμές στο εργαστήριο σεισμικής τράπεζας του Πανεπιστημίου Πατρών. Οι δοκιμές πραγματοποιήθηκαν σε έναν μαρμάρινο κίονα σε κλίμακα 1:8. Ο κίονας αποτελείται από 7 σφονδύλους ύψους 120mm και διαμέτρου 93mm ο καθένας. Ο κάθε σφόνδυλος έχει υποστεί επεξεργασία έτσι ώστε να εκτραχυνθεί η πάνω και η κάτω επιφάνειά του σε διάμετρο 60 mm. Οι ακριβείς διαστάσεις του κάθε σφονδύλου μετρήθηκαν με παχύμετρο και μετρήθηκε το βάρος του (Πίνακας 1).

Πίνακας 1: Διαστάσεις και βάρος σφονδύλων

Σφόνδυλος	Διάμετρος (mm)	Ύψος (mm)	Βάρος (kgr)
#1	120	93.1	2.82
#2	120	93	2.83
#3	120	92.8	2.82
#4	120	93	2.82
#5	120	92.8	2.83
#6	120.25	92.85	2.83
#7	119.65	92.85	2.83

Ο κίονας εδράζεται σε μαρμάρινη πλάκα διαστάσεων 120mmx 120mm η οποία πακτώθηκε μέσω ρητίνης στο κέντρο μεταλλικής πλάκας διαστάσεων 400mmx 400mm. Ιδιαίτερη προσοχή δόθηκε στην επιπεδότητα της μαρμάρινης πλάκας (Εικ. 2.1)



Εικ. 1.1: Προετοιμασία μεταλλικής πλάκας (αριστερά) και μαρμάρινη πλάκα πακτωμένη (δεξιά)

Η μεταλλική πλάκα πακτώθηκε στη σεισμική τράπεζα μέσω τεσσάρων ντιζών διαμέτρου M26. Σε κάθε σφόνδυλο τοποθετήθηκαν και αγκυρώθηκαν μέσω ρητίνης στο μέσο του ύψους του ντιζες διαμέτρου M6 οι οποίες χρησιμοποιήθηκαν για την πρόσδεση τους έτσι ώστε να αποφευχθεί η πιθανή πτώση τους κατά την διάρκεια των πειραματικών δοκιμών (Εικ. 2.1).



Εικ. 2.1: Κίονας τοποθετημένος στην σεισμική τράπεζα

Περιγραφή των πειραμάτων και της εκτέλεσής τους

Οι δοκιμές πραγματοποιήθηκαν στο εργαστήριο σεισμικής τράπεζας του Πανεπιστημίου Πατρών. Η τράπεζα αποτελείται από μια άκαπτη χαλύβδινη πλάκα διαστάσεων 3 x 5m με την κίνηση να παρέχεται από ένα σερβουδραυλικό έμβολο ικανότητας 250kN κατά μήκος της μεγάλης διάστασης της πλάκας. Ο σεισμικός προσομοιωτής μπορεί να εφαρμόσει δυναμικά σήματα μέγιστης επιτάχυνσης 0.75 g (7.5m/sec²) σε πλήρες φορτίο (10ton) . Ένα σημαντικό χαρακτηριστικό του προσομοιωτή είναι η ικανότητά του να εφαρμόσει σεισμικού τύπου σήματα με ταχύτητες έως 1.2m/sec.

Αρχικά πραγματοποιήθηκαν προκαταρκτικές δοκιμές στην σεισμική τράπεζα για να ταυτοποιηθούν οι βέλτιστοι παράμετροι που θα πρέπει να εισαχθούν στο σύστημα έτσι ώστε η επιβαλλόμενη διέγερση να ταυτίζεται με αξιοπιστία με την διέγερση εισόδου. Πραγματοποιήθηκαν δοκιμές τόσο με ημιτονοειδείς παλμούς σε ένα εύρος συχνοτήτων, όσο και με επιταχυνσιογραφήματα και με τυχαίες διεγέρσεις.

Οι παραπάνω δοκιμές πραγματοποιούνται έτσι ώστε να υπολογιστεί η κατάλληλη συνάρτηση μεταφοράς η οποία θα εφαρμοστεί στην επιθυμητή διέγερση της σεισμικής τράπεζας. Σε ένα ιδεατό σύστημα αυτή η συνάρτηση δε θα χρειαζόταν, όμως στην πραγματικότητα πρέπει να υπολογιστεί και να εφαρμοστεί έτσι ώστε να συμπεριληφθούν όλα τα δυναμικά χαρακτηριστικά του συστήματος. Ο υπολογισμός της συνάρτησης μεταφοράς πραγματοποιείται μέσω μιας επαναληπτικής διαδικασίας. Το σήμα εισόδου (η επιθυμητή διέγερση) συγκρίνεται με το σήμα

ανάδρασης και στην συνέχεια χρησιμοποιώντας ένα συνδυασμό από μαθηματικούς υπολογισμούς, πολλαπλασιαστές και φίλτρα υπολογίζεται η συνάρτηση μεταφοράς η οποία εφαρμόζεται στο σήμα εισόδου στην επόμενη δοκιμή. Η παραπάνω διαδικασία επαναλαμβάνεται έως ότου το σήμα εισόδου και το σήμα ανάδρασης να έχουν καλή συνοχή.

Ο κίονας υποβλήθηκε σε μια σειρά δοκιμών με διεγέρσεις που φαίνονται παρακάτω. Σε κάθε πείραμα καταγράφονταν οι επιταχύνσεις των σφονδύλων του κίονα (Εικ. 2.3). Χρησιμοποιήθηκαν συνολικά 6 επιταχυνσιόμετρα τα οποία κατέγραφαν την επιτάχυνση του σφονδύλου στην διεύθυνση φόρτισης. Σε ορισμένα πειράματα καταγράφηκε η επιτάχυνση του 7ου σφονδύλου στην εγκάρσια και στην κατακόρυφη διεύθυνση φόρτισης. Σε κάθε καταγραφή από τους παραπάνω αναφερόμενους αισθητήρες εφαρμόστηκε στην συνέχεια ένα ζωνοδιαπερατό ψηφιακό φίλτρο Butterworth από 0.1Hz έως 20Hz. Τέλος από τις καταγραφές των επιταχυνσιομέτρων μέσω μετασχηματισμού Fourier υπολογίζονται οι συχνότητες ταλάντωσης του κάθε σφονδύλου.



Εικ. 2.3: Επιταχυνσιόμετρα τοποθετημένα στον κίονα

Διεγέρσεις

Η παραπάνω διαδικασία εφαρμόστηκε σε μια σειρά από φυσικά επιταχυνσιογραφήματα, σε ημιτονοειδείς παλμούς και σε τυχαίες διεγέρσεις (Πίνακας 2). Σε όλα τα επιταχυνσιογραφήματα ο χρόνος πολλαπλασιάστηκε με $\sqrt{1/8}$ λόγω της κλίμακας του δοκιμίου.

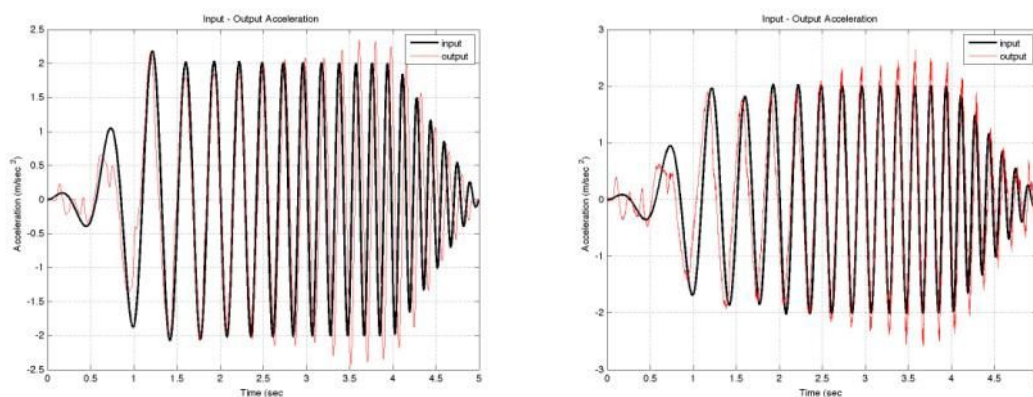
Πίνακας 2: Διεγέρσεις που δοκιμάστηκαν στην σεισμική τράπεζα

Διέγερση	Ένταση (m/sec ²)
Sinesweep 1-7Hz	2
Sinesweep_90	2
Sinesweep 1.1-1.7Hz	1
Sinesweep 1.6-2.2Hz	1
Sinesweep 3.6-4.7Hz	2
Sinesweep 4.6-5.6Hz	2
Random 1-10Hz	0.6
New_random 1-10Hz	2.5
Λευκάδα 2003	3.3
Αίγιο 1995	4.95
Πάτρα 1993	4
Αθήνα 1999	2.58
Irpinia	3.5
Friuli	3.45

Στην συνέχεια ακολουθούν τα αποτελέσματα της διαδικασίας εξισορρόπησης για τις παραπάνω αναφερόμενες διεγέρσεις.

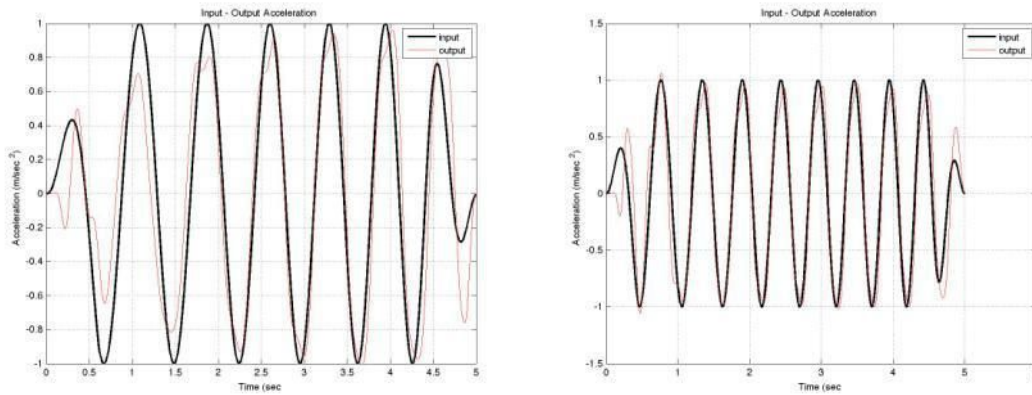
Αρμονικές διεγέρσεις

Ο κίονας αρχικά δονήθηκε με ημιτονοειδή σήμα (sine-sweep) από 1-7 Hz. Το σήμα διέγερσης που χρησιμοποιήθηκε παρουσιάζεται στην Εικ. 2.4. Το σήμα αυτό χρησιμοποιήθηκε αρχικά για να μας δώσει τις ιδιοσυχνότητες του κίονα.

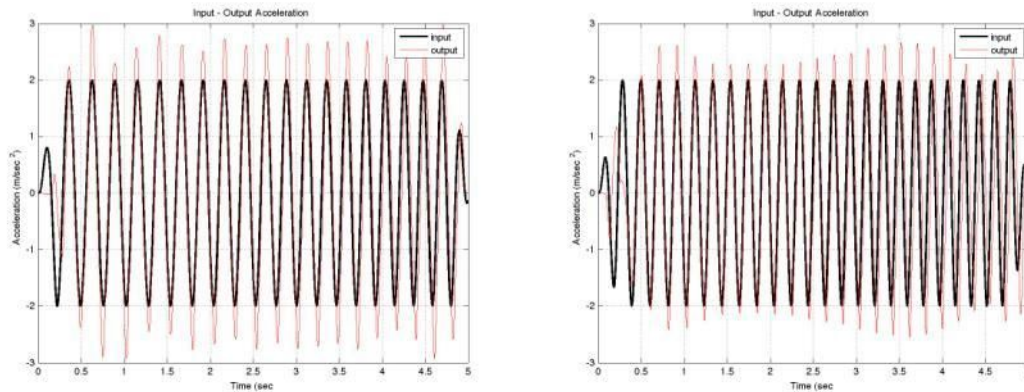


Εικ. 2.4: Σήμα διέγερσης και σήμα ανάδρασης σεισμικής τράπεζας, διέγερση sinesweep 1-7Hz (αριστερά), sine-sweep_90 (δεξιά)

Στην συνέχεια ημιτονοειδή σήματα διέγερσης με μικρότερο πεδίο χρησιμοποιήθηκε όπως φαίνεται στις Εικόνες 2.5-2.6.



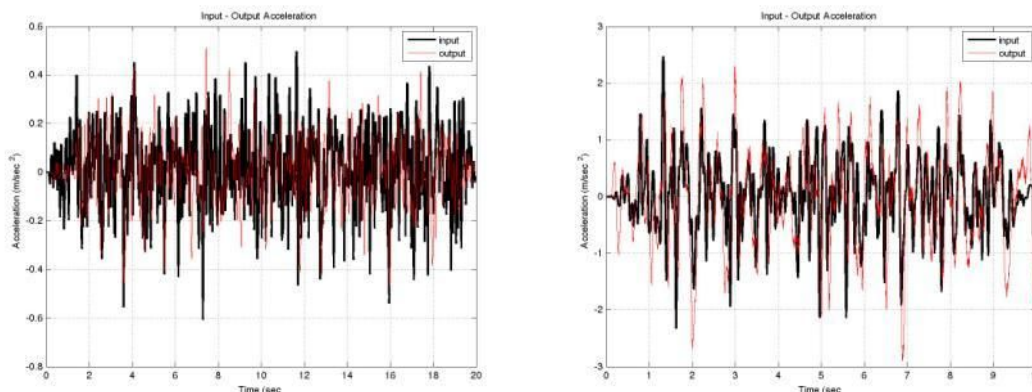
Εικ. 2.5: Σήμα διέγερσης και σήμα απόκρισης σεισμικής τράπεζας, διέγερση sinesweep 1.1-1.7Hz (αριστερά), sinesweep 1.6-2.2Hz (δεξιά)



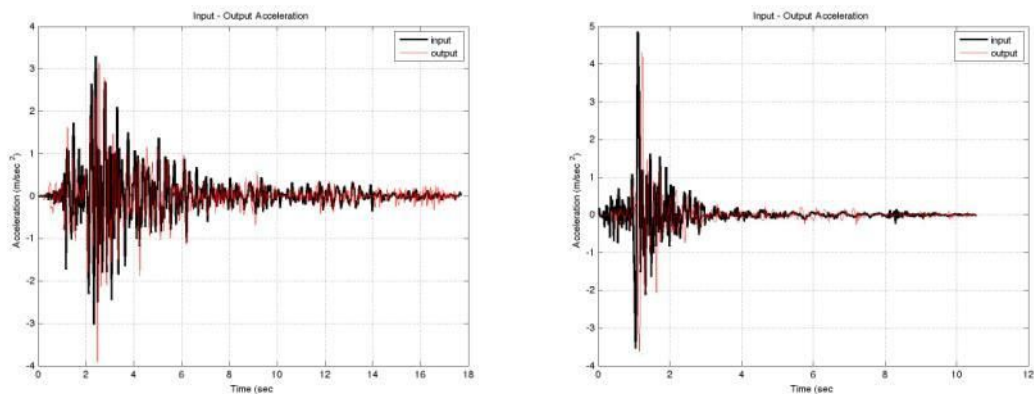
Εικ. 2.6: Σήμα διέγερσης και σήμα απόκρισης σεισμικής τράπεζας, διέγερση sinesweep 3.6-4.7Hz (αριστερά), sinesweep 4.6-5.6Hz (δεξιά)

Τυχαίες και σεισμικές διεγέρσεις

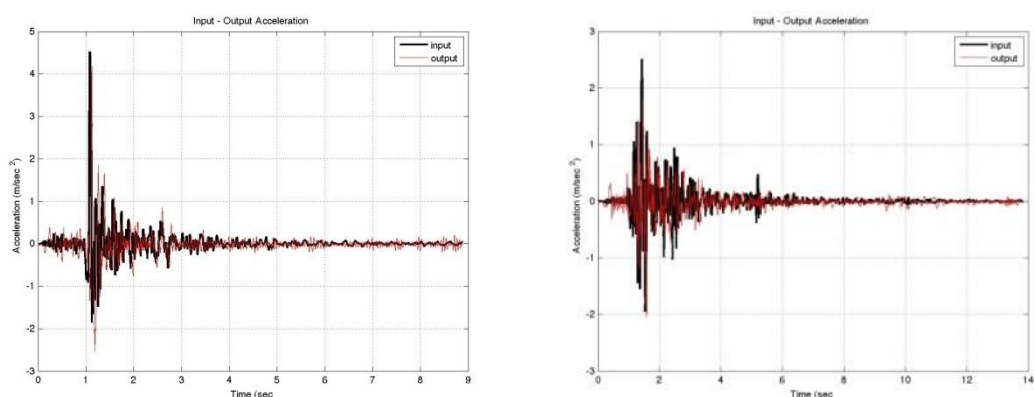
Η συμπεριφορά του κίονα-δοκιμίου μελετήθηκε για τυχαίες (random) και σεισμικές διεγέρσεις (Εικ. 2.7-2.10)



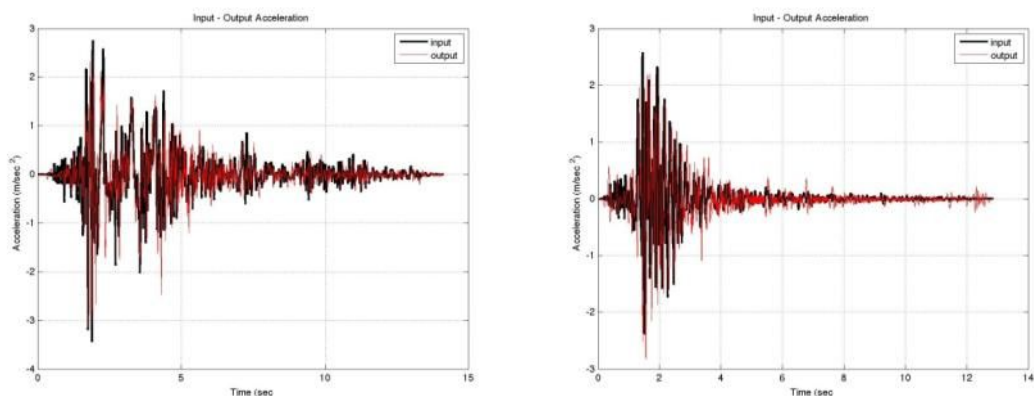
Εικ. 2.7: Σήμα διέγερσης και σήμα απόκρισης σεισμικής τράπεζας, διέγερση random1-10Hz (αριστερά), new_random1-10Hz (δεξιά)



Εικ. 2.8: Σήμα διέγερσης και σήμα ανάδρασης σεισμικής τράπεζας, διέγερση Λευκάδα 2003 (αριστερά), Αίγιο 1995(δεξιά)



Εικ. 2.9: Σήμα διέγερσης και σήμα ανάδρασης σεισμικής τράπεζας, διέγερση Πάτρα 1993 (αριστερά), Αθήνα 1999(δεξιά)



Εικ. 2.10: Σήμα διέγερσης και σήμα ανάδρασης σεισμικής τράπεζας, διέγερση Ipirinia(αριστερά), Friuli(δεξιά)

Προβλήματα που παρουσιάστηκαν κατά την διάρκεια των δοκιμών

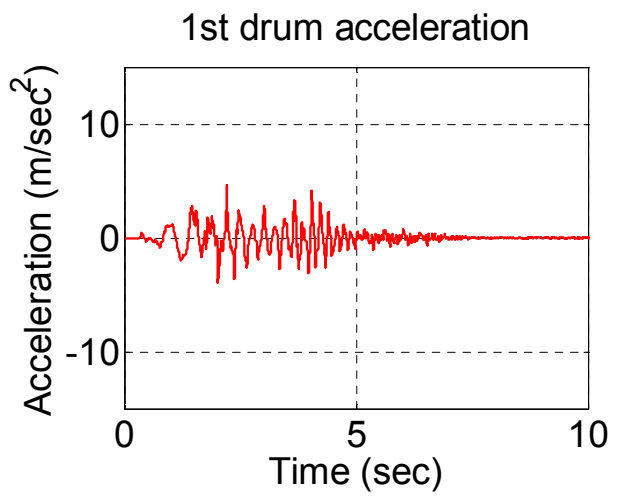
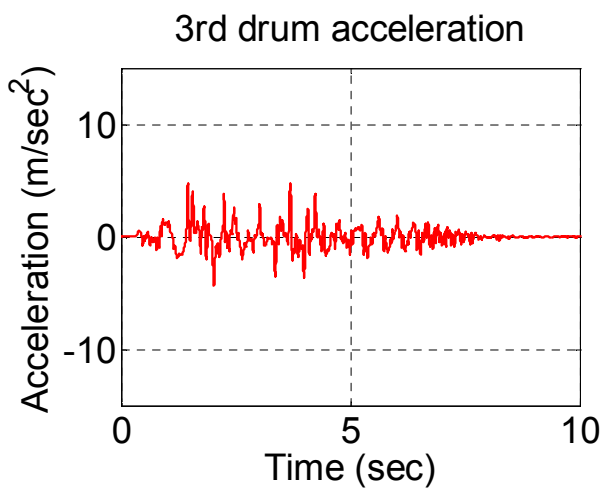
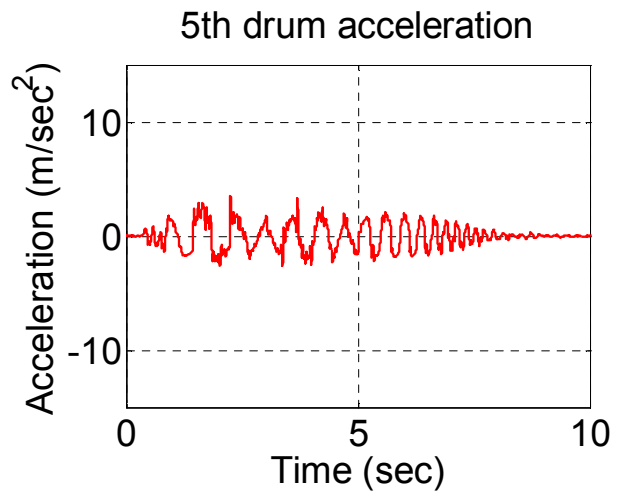
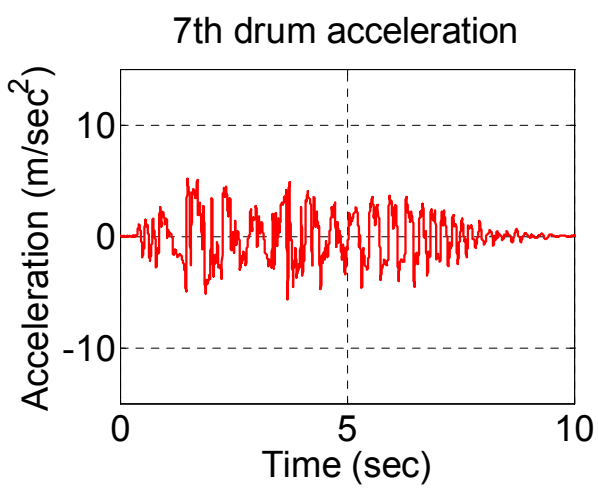
Παρατηρήθηκε ότι τα πειράματα δεν είναι επαναλαμβανόμενα δηλαδή για την ίδια διέγερση ο κίονας δεν συμπεριφέρεται ίδια γι' αυτό αποφασίστηκε τα ίδια πειράματα να επαναληφθούν πολλές

φορές και με στατιστική ανάλυση να βγάλουμε συμπεράσματα για την δυναμική συμπεριφορά του. Επίσης οι επαναλαμβανόμενες δοκιμές αλλοιώνουν τα χαρακτηριστικά του κίονα. Σκόνη αναδύεται με την ολίσθηση ή λικνισμό των σφονδύλων, τμήματα μικρά αποσπώνται από τις άκρες των σφονδύλων. Επιπλέον η σεισμική τράπεζα μερικές φορές πριν την αρχή των πειραμάτων έκανε απότομη κίνηση με αποτέλεσμα να μετακινεί βίαια τους σφονδύλους με κίνδυνο να τους καταστρέψει.

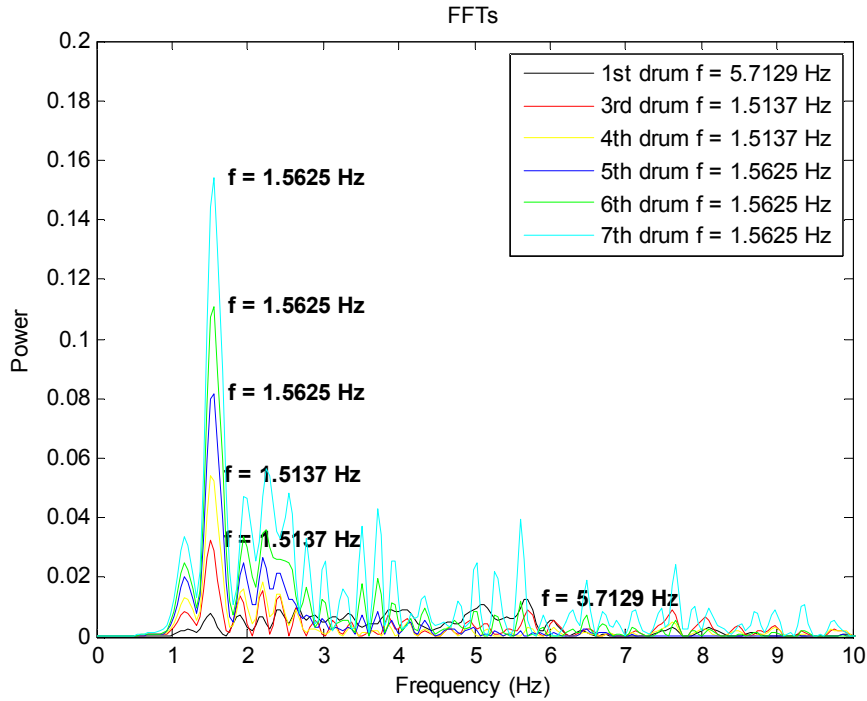
Πειραματικά αποτελέσματα

A. Αρμονικές διεγέρσεις

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης των αρμονικών ταλαντώσεων παρουσιάζονται στην συνέχεια. Λόγω του μεγάλου αριθμού των δοκιμών που γίνανε παρουσιάζονται μόνο τα αποτελέσματα κάποιων ενδεικτικών δοκιμών. Στην Εικ. 2.11 παρουσιάζονται οι χρονοϊστορίες των επιταχύνσεων των σφονδύλων στην διεύθυνση της διέγερσης και στην Εικ. 2.12 το φάσμα της επιτάχυνσης των σφονδύλων.

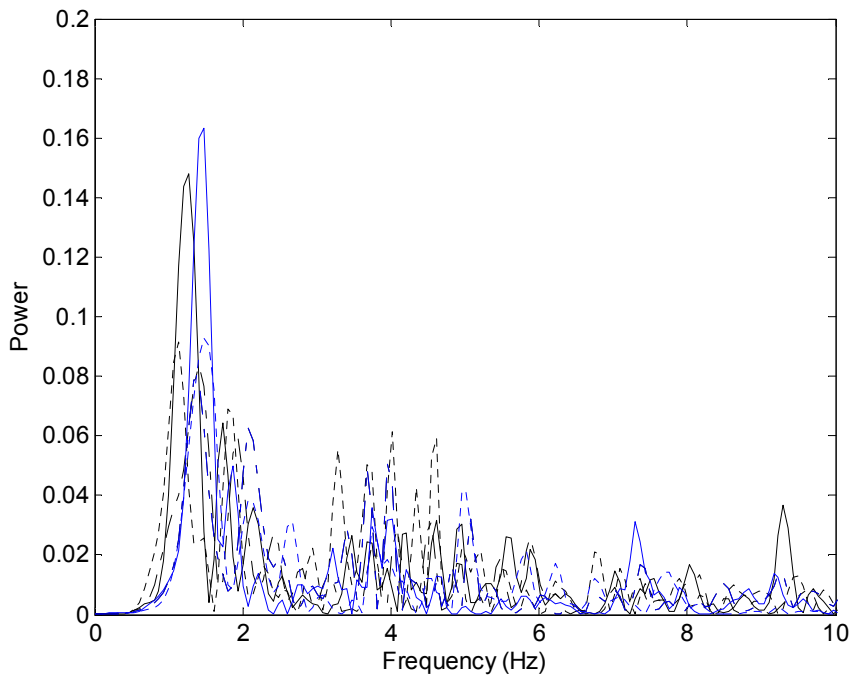


Εικ. 2.11: Χρονοϊστορία επιταχύνσεων των σφονδύλων του κίονα-δοκιμίου για ημιτονοειδή διεγέρση



Εικ. 2.12: Φάσμα επιτάχυνσης των σφονδύλων του κίονα-δοκιμίου για ημιτονοειδή διέγερση

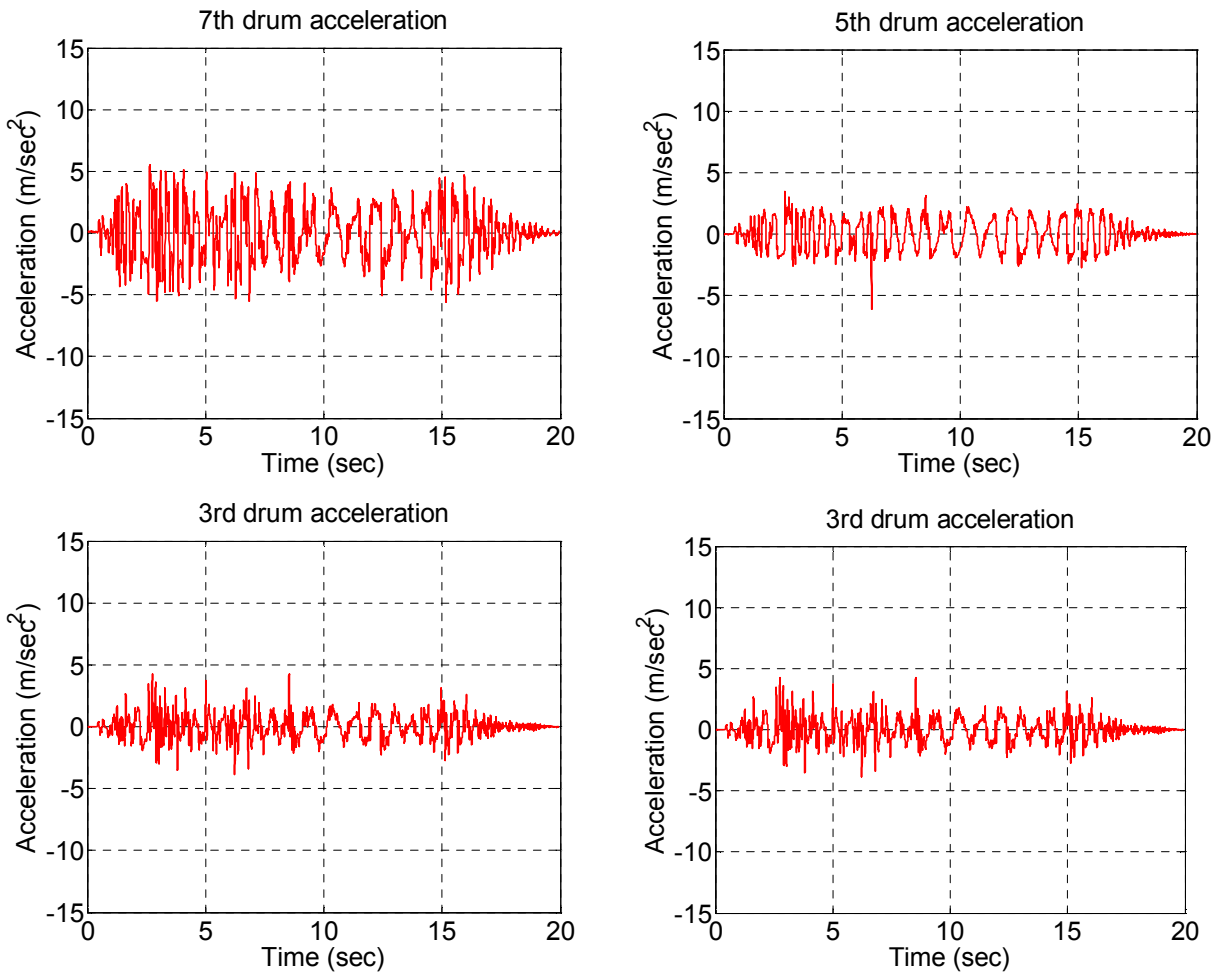
Η Εικ. 2.13 παρουσιάζει συνοπτικά το φάσμα της επιτάχυνσης του 7^{ου} σφονδύλου για μία σειρά δοκιμών με ημιτονοειδή διέγερση.



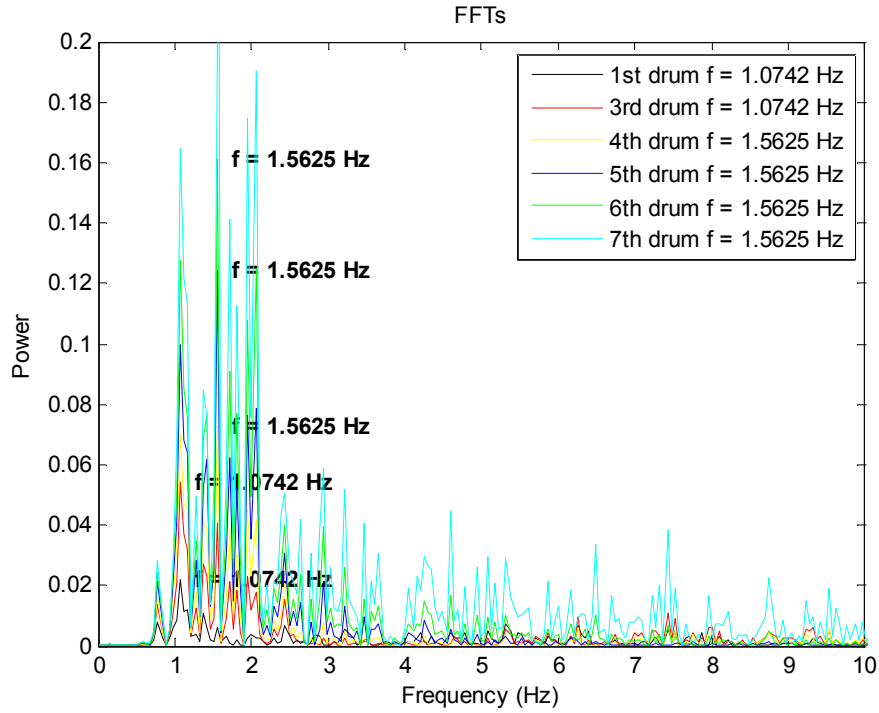
Εικ. 2.13: Φάσμα επιτάχυνσης του 7^{ου} σφονδύλου για μία σειρά δοκιμών για ημιτονοειδή διέγερση.

B. Τυχαίες και σεισμικές διεγέρσεις

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης των τυχαίων και σεισμικών ταλαντώσεων παρουσιάζονται στην συνέχεια. Λόγω του μεγάλου αριθμού των δοκιμών που γίνανε παρουσιάζονται μόνο τα αποτελέσματα κάποιων ενδεικτικών δοκιμών. Στην Εικ. 2.14 παρουσιάζονται οι επιταχύνσεις των σφονδύλων κατά την διάρκεια της διέγερσης και στην Εικ. 2.15 το φάσμα της επιτάχυνσης των σφονδύλων.

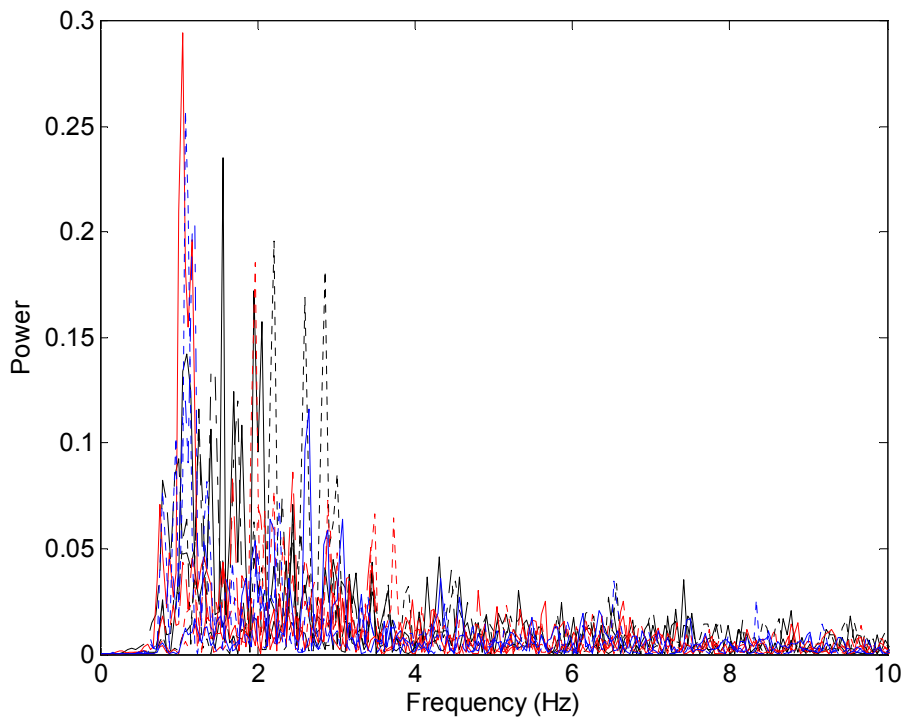


Εικ. 2.14: Χρονοϊστορία επιταχύνσεων των σφονδύλων του κίονα-δοκιμίου για τυχαία διέγερση



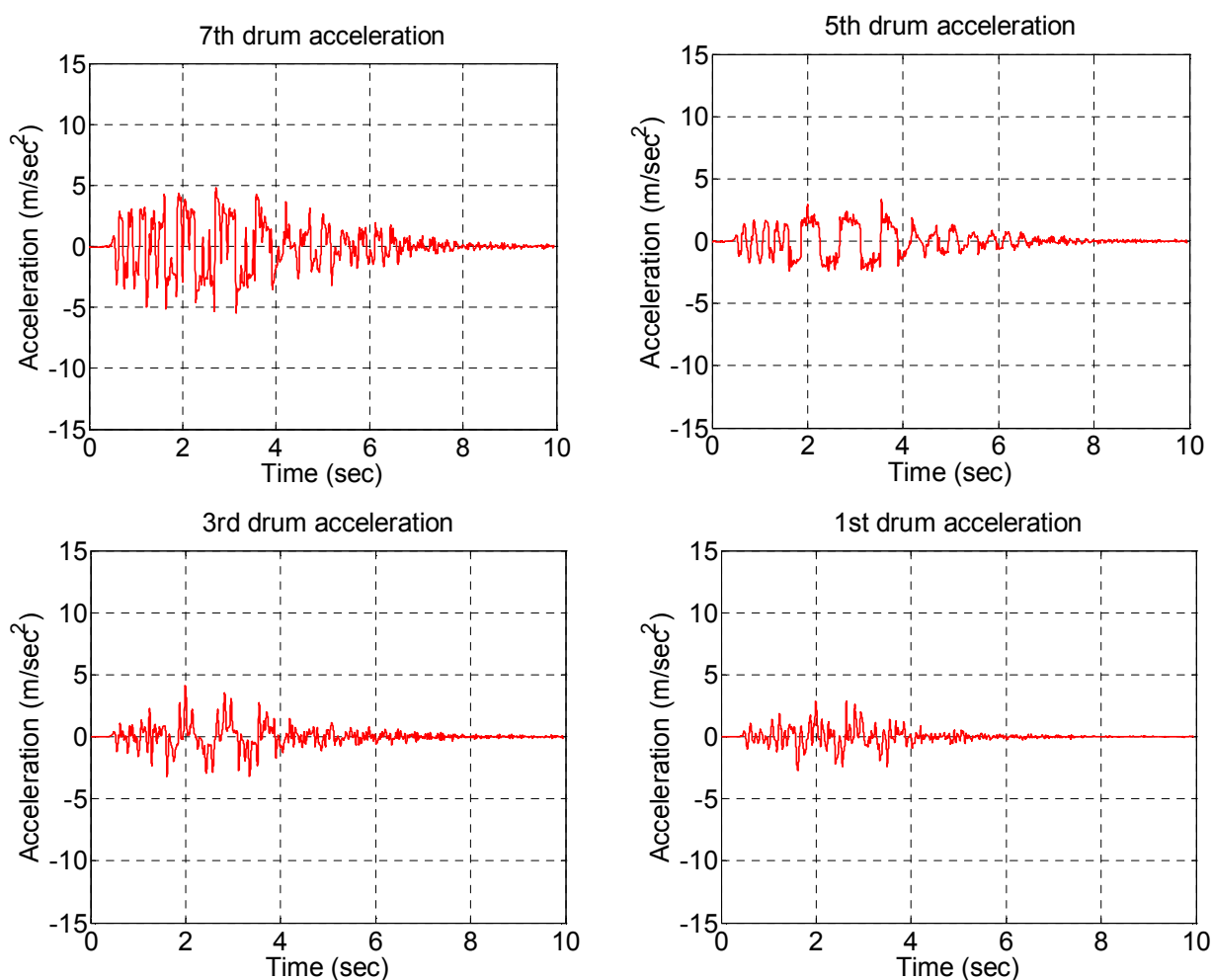
Εικ. 2.15: Φάσμα επιτάχυνσης των σφονδύλων του κίονα-δοκιμίου για τυχαία διέγερση

Η Εικ. 2.16 παρουσιάζει συνοπτικά το φάσμα της επιτάχυνσης του 7^{ου} σφονδύλου για μία σειρά δοκιμών για τυχαία διέγερση.

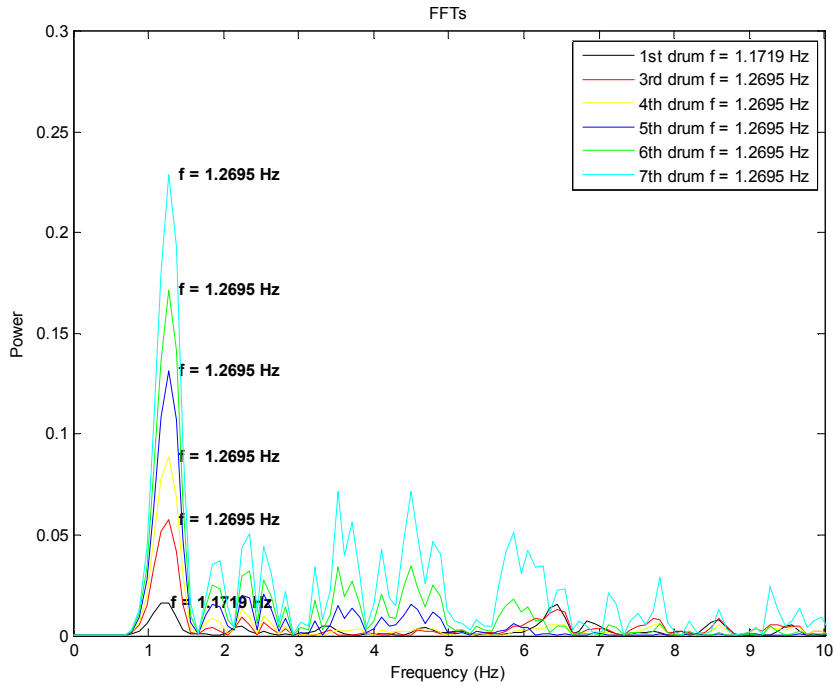


Εικ. 2.16: Φάσμα επιτάχυνσης του 7^{ου} σφονδύλου για μία σειρά δοκιμών για τυχαία διέγερση.

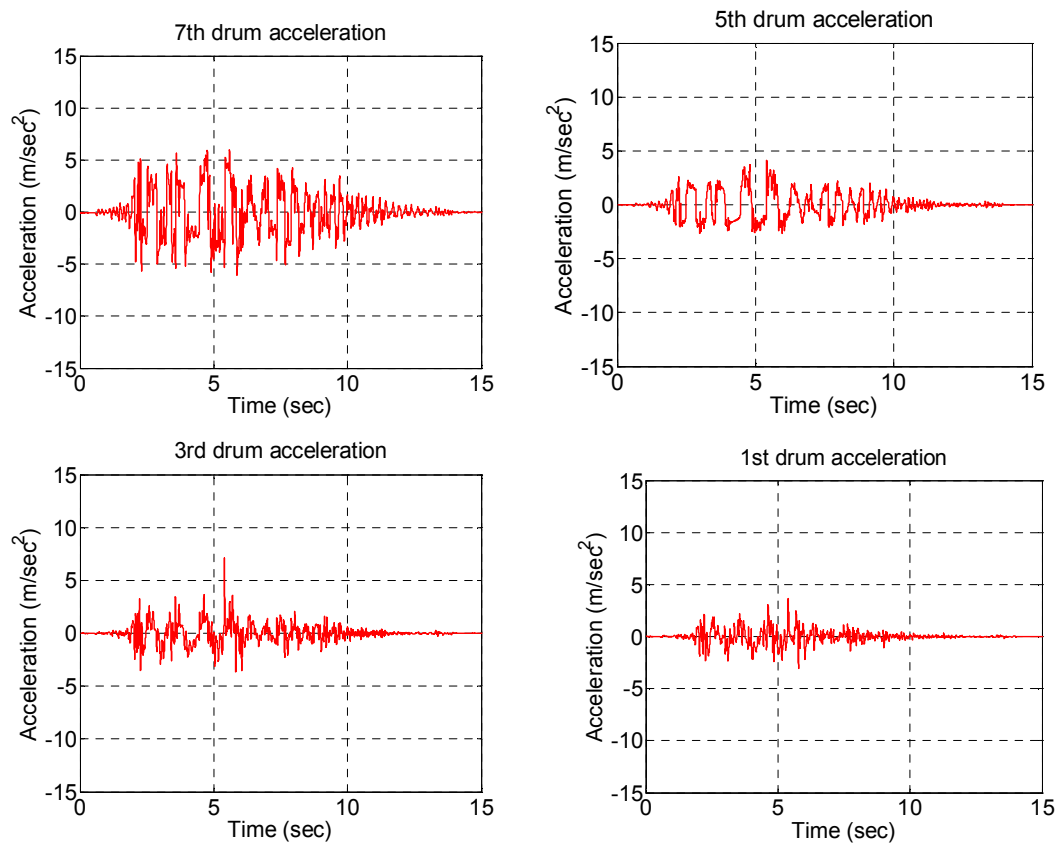
Οι σεισμικές δονήσεις που αρχικά θεωρήθηκαν ότι μπορούν να χρησιμοποιηθούν ήταν αρκετές. Από αυτές όμως μόνο δύο μπορούσαν να δημιουργήσουν στην κλίμακα που χρησιμοποιήσαμε (1:8) αρκετή μετατόπιση ώστε να μπορέσει να ελεγχθεί η αποτελεσματικότητα του αποσβεστήρα σωματιδίων. Οι σεισμοί αυτοί είναι της Καλαμάτας και της Ιρρινία. Γίνανε πολλές δοκιμές με αυτές τις διεγέρσεις και παρουσιάζονται ενδεικτικά κάποια αποτελέσματα. Στις Εικ. 2.17 και 2.19 παρουσιάζονται οι επιταχύνσεις των σφονδύλων κατά την διάρκεια της διέγερσης του κίονα-δοκιμίου από τον σεισμό της Καλαμάτας και της Ιρρινία αντίστοιχα και στις Εικ. 2.18 και 2.20 το φάσμα της επιτάχυνσης των σφονδύλων για τον σεισμό της Καλαμάτας και της Ιρρινία αντίστοιχα.



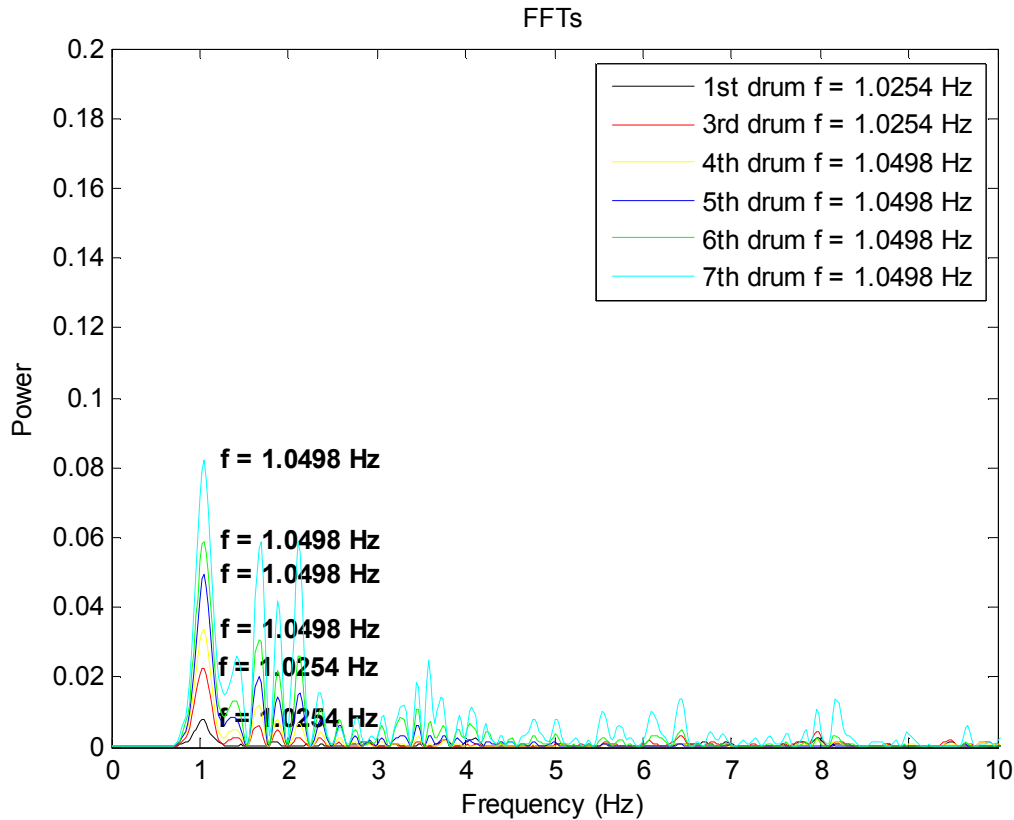
Εικ. 2.17: Χρονοϊστορία επιταχύνσεων των σφονδύλων του κίονα-δοκιμίου για σεισμική διέγερση



Εικ. 2.18: Φάσμα επιτάχυνσης των σφονδύλων του κίονα-δοκιμίου για σεισμική διέγερση



Εικ. 2.18: Φάσμα επιτάχυνσης των σφονδύλων του κίονα-δοκιμίου για σεισμική διέγερση



Εικ. 2.19: Φάσμα επιτάχυνσης των σφονδύλων του κίονα-δοκιμίου για σεισμική διέγερση

Διερεύνηση της δυναμικής συμπεριφοράς αποσβεστήρα σωματιδίων

Ο αποσβεστήρας κατασκευασμένος από μάρμαρο μοιάζει εξωτερικά με τους άλλους σφονδύλους αλλά το εσωτερικό του είναι κούφιο. Τρεις αποσβεστήρες χρησιμοποιήθηκαν. Η διάμετρος του κενού χώρου για τον πρώτο αποσβεστήρα είναι 9 cm για τον δεύτερο 8 cm και για τον τρίτο 6.5 cm. Ο αποσβεστήρας μαζί με σωματίδια τοποθετήθηκε στην σεισμική τράπεζα και η κίνηση των σωματιδίων διερευνήθηκε για διάφορες διεγέρσεις. Παρατηρήθηκε ότι για σωματίδια που δεν καλύπτουν την επιφάνεια του αποσβεστήρα η κίνηση είναι έντονη και οι κρούσεις με τα τοιχώματα του αποσβεστήρα γίνεται αντιληπτή κι από τους κρουστικούς ήχους που ακούγονται. Η Εικ. 2.20 δείχνει την κίνηση των σωματιδίων στον αποσβεστήρα με 1 μπάλα των 50 mm, με 3 μπάλες των 30-mm και με 8 μπάλες των 20 mm. Όταν τοποθετούνται πολλά σωματίδια στον αποσβεστήρα αυτά σφηνώνουν και οι κρούσεις μειώνονται.

Συμπεράσματα

Οι σφόνδυλοι του κίονα μετακινούνται μεταξύ τους, περιστρέφονται, λικνίζονται και ολισθαίνουν (Εικ. 2.20). Το πείραμα είναι μη επαναλήψιμο ακόμα και για την ίδια διέγερση. Οι ελάχιστες διαφορές που μπορεί να υπάρξουν από το ένα πείραμα στο άλλο επηρεάζουν την συμπεριφορά του

κίονα. Οι αλλαγές που μπορεί να οφείλονται στην μη τοποθέτηση των σφονδύλων ακριβώς στο ίδιο σημείο, στην ελάχιστη διαφορά που μπορεί να υπάρχει στην διέγερση μια και η σεισμική τράπεζα δεν μπορεί να δώσει επακριβώς το ίδιο σήμα, στη σκόνη που αναπτύσσεται μεταξύ των σφονδύλων κατά την διάρκεια της δόνησης καθώς και στα μικρά σπασίματα που αναπτύσσονται στις άκρες των σφονδύλων λόγω λικνισμού τους μπορεί να επηρεάσουν την συμπεριφορά του κίονα. Θα πρέπει να γίνονται αρκετές επαναλήψεις στα πειράματα με την ίδια διέγερση ώστε να εξάγονται με βεβαιότητα συμπεράσματα για την αποτελεσματικότητα του αποσβεστήρα στην απόσβεση ταλαντώσεων. Επίσης πολλά σωματίδια παρέα όταν δεν έχουν χώρο να κινηθούν δεν μπορούν να παίξουν σημαντικό ρόλο στην απόσβεση των δονήσεων.



Εικ. 2.20: Κίνηση σφονδύλων κατά την διάρκεια διεγέρσεως

Ερευνητές:

Αγγελική Παπαλού: Συμμετοχή σε όλα τα πακέτα εργασίας 1,2,3,4 και 5.

Στο Π.Ε. 2: Διερεύνηση της δυναμικής συμπεριφοράς του κίονα-δοκιμίου και του αποσβεστήρα σωματιδίων

2.1: Τεχνική έκθεση αποτελεσμάτων δοκιμών και αναλύσεων της δυναμικής συμπεριφοράς του κίονα-δοκιμίου και αποσβεστήρα λόγω δυναμικών διεγέρσεων

Αντικείμενο εργασιών:

- περιγραφή των πειραμάτων όπου ο κίονας δονείται υπό σεισμική διέγερση
- παρουσίαση των αποτελεσμάτων των πειραμάτων

Στρεπέλιος Ηλίας: Συμμετοχή στα πακέτα εργασίας 2,3 και 4.

Στο Π.Ε. 2: Διερεύνηση της δυναμικής συμπεριφοράς του κίονα-δοκιμίου και του αποσβεστήρα σωματιδίων

2.1: Τεχνική έκθεση αποτελεσμάτων δοκιμών και αναλύσεων της δυναμικής συμπεριφοράς του κίονα-δοκιμίου και αποσβεστήρα λόγω δυναμικών διεγέρσεων

Αντικείμενο εργασιών:

- Παρουσίαση της ανάλυσης των αποτελεσμάτων

Ευστάθιος Μπούσιος: Συμμετοχή στα πακέτα εργασίας 2,3 και 4.

Στο Π.Ε. 2: Διερεύνηση της δυναμικής συμπεριφοράς του κίονα-δοκιμίου και του αποσβεστήρα σωματιδίων

2.1: Τεχνική έκθεση αποτελεσμάτων δοκιμών και αναλύσεων της δυναμικής συμπεριφοράς του κίονα-δοκιμίου και αποσβεστήρα λόγω δυναμικών διεγέρσεων

Αντικείμενο εργασιών:

- περιγραφή των δοκιμών στις οποίες ο αρχικός κίονας δονείται υπό αρμονική διέγερση,
- παρουσίαση των αποτελεσμάτων των δοκιμών

Αθανάσιος Τριανταφύλλου: Συμμετοχή στα πακέτα εργασίας 2,3,4 και 5.

Στο Π.Ε. 2: Διερεύνηση της δυναμικής συμπεριφοράς του κίονα-δοκιμίου και του αποσβεστήρα σωματιδίων

2.1: Τεχνική έκθεση αποτελεσμάτων δοκιμών και αναλύσεων της δυναμικής συμπεριφοράς του κίονα-δοκιμίου και αποσβεστήρα λόγω δυναμικών διεγέρσεων

Αντικείμενο εργασιών:

- διεξαγωγή συμπερασμάτων για την απόκριση του κίονα στις διεγέρσεις και τις επιπτώσεις που έχουν στα επιμέρους τμήματά του (σφονδύλους)

Μιχάλης Μιαούλης: Συμμετοχή στα πακέτα εργασίας 2,3 και 4.

Στο Π.Ε. 2: Διερεύνηση της δυναμικής συμπεριφοράς του κίονα-δοκιμίου και του αποσβεστήρα σωματιδίων

2.1: Τεχνική έκθεση αποτελεσμάτων δοκιμών και αναλύσεων της δυναμικής συμπεριφοράς του κίονα-δοκιμίου και αποσβεστήρα λόγω δυναμικών διεγέρσεων

Αντικείμενο εργασιών:

Περιγραφή της εκτέλεσης των πειραμάτων και των προβλημάτων που θα παρουσιαστούν



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ