

Σεισμική Απόκριση Μονοβάθμιου Συστήματος

(συνέχεια)

Φάσματα Απόκρισης (...)

- Βήματα κατασκευής φασμάτων απόκρισης για ένα σεισμό $\ddot{u}_g(t)$
1. Επιλογή ιδιοπεριόδου T_n και λόγου απόσβεσης ζ ενός μονοβάθμιου συστήματος.
 2. Επίλυση της διαφορικής εξίσωσης με οποιαδήποτε αριθμητική μέθοδο και προσδιορισμός της μετατόπισης του συστήματος $u(t)$.
 3. Υπολογισμός της μέγιστης μετατόπισης u_0 .
 4. Υπολογισμός των τιμών των φασμάτων μετατόπισης D , ψευδοταχύτητας V και ψευδοεπιτάχυνσης A :

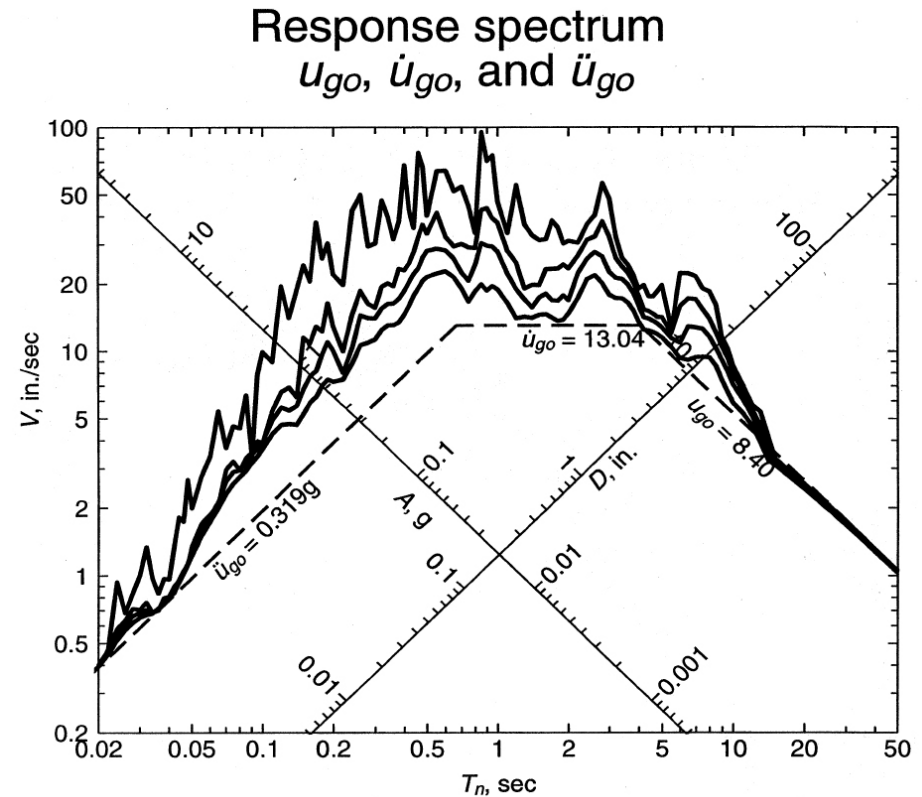
$$D = u_0, \quad V = \omega_n D = \left(\frac{2\pi}{T_n}\right) D, \quad A = \omega_n^2 D = \left(\frac{2\pi}{T_n}\right)^2 D$$

5. Επανάληψη των βημάτων 1-4 για εύρος τιμών ιδιοπεριόδου T_n για τον ίδιο λόγο απόσβεσης ζ .
6. Απεικόνιση των τιμών σε γραφικές παραστάσεις $D-T_n$, $V-T_n$, και $A-T_n$.

Φάσματα Απόκρισης (...)

□ Χαρακτηριστικά φασμάτων απόκρισης

Στο σχήμα φαίνονται τα τρία φασμάτα μετατόπισης, ψευδοταχύτητας και ψευδοεπιτάχυνσης για το σεισμό El Centro για λόγους απόσβεσης $\zeta=0\%$, 2% , 5% και 10% σε λογαριθμικές κλίμακες. Επίσης φαίνονται οι μέγιστες τιμές της μετατόπισης του σεισμού u_{g0} , της ταχύτητας του σεισμού \dot{u}_{g0} και της επιτάχυνσης του σεισμού \ddot{u}_{g0} .



- Για συστήματα με ιδιοπεριόδους $T_n < 0.035$ sec, $A \rightarrow \ddot{u}_{g0}$
- Για συστήματα με ιδιοπεριόδους $T_n > 15$ sec, $D \rightarrow u_{g0}$

Φάσματα Απόκρισης (...)

□ Πιο αναλυτικά...

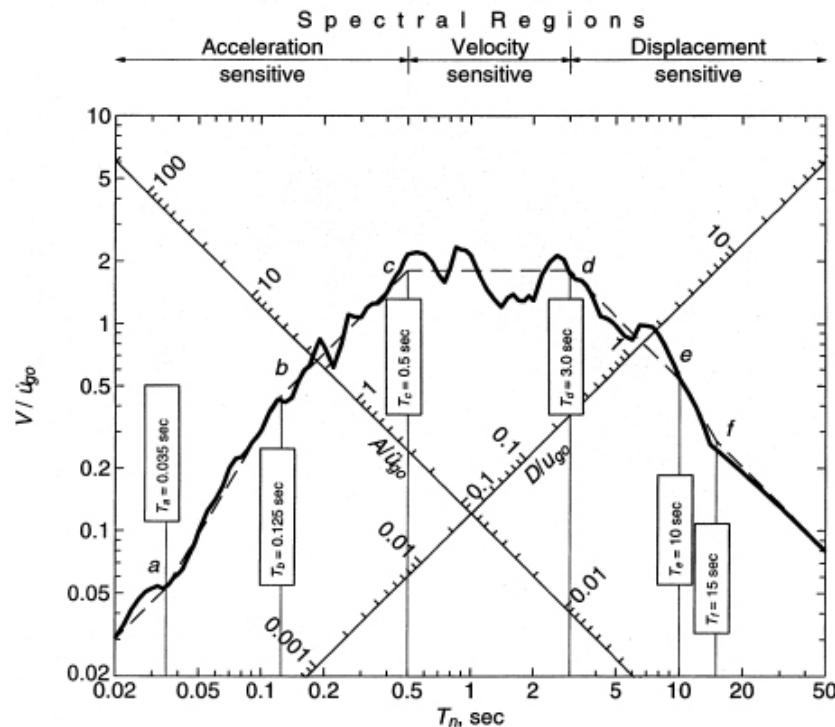
- Για συστήματα με ιδιοπεριόδους $T_n < 0.035 \text{ sec}$, $A \rightarrow \ddot{u}_{g0}$ και D πολύ μικρό, για όλες τις τιμές του ζ .
Για πολύ μικρές ιδιοπεριόδους, το σύστημα είναι πολύ άκαμπτο και η μάζα κινείται όπως ακριβώς και το έδαφος, με πολύ μικρή σχετική μετατόπιση.
- Για συστήματα με ιδιοπεριόδους $T_n > 15 \text{ sec}$, $D \rightarrow u_{g0}$ και A πολύ μικρό, για όλες τις τιμές του ζ .
Για πολύ μεγάλες ιδιοπεριόδους, το σύστημα είναι πολύ εύκαμπτο και η μάζα πρακτικά παραμένει ακίνητη ενώ το έδαφος κινείται. Δηλαδή, $\ddot{u}^t(t) \approx 0 \Rightarrow A \approx 0$ και άρα $u(t) \approx -u_g(t) \Rightarrow D \approx u_{g0}$.
- Για συστήματα με ιδιοπεριόδους $0.125 < T_n < 0.5 \text{ sec}$, $A > \ddot{u}_{g0}$. Το A μπορεί να εξιδανικευτεί ως μία σταθερά ίση με \ddot{u}_{g0} επαυξημένη με ένα συντελεστή που εξαρτάται από το ζ .
- Για συστήματα με ιδιοπεριόδους $3 < T_n < 15 \text{ sec}$, $D > u_{g0}$. Το D μπορεί να εξιδανικευτεί ως μία σταθερά ίση με u_{g0} επαυξημένη με ένα συντελεστή που εξαρτάται από το ζ .
- Για συστήματα με ιδιοπεριόδους $0.5 < T_n < 3 \text{ sec}$, $V > \dot{u}_{g0}$. V μπορεί να εξιδανικευτεί ως μία σταθερά ίση με \dot{u}_{g0} επαυξημένη με ένα συντελεστή που εξαρτάται από το ζ .

Φάσματα Απόκρισης (...)

□ Είναι λογικό να χωρίσουμε το φάσμα σε τρεις περιοχές.

- $T_n < 0.5 \text{ sec}$ περιοχή ευαίσθητη στις επιταχύνσεις
- $0.5 < T_n < 3 \text{ sec}$ περιοχή ευαίσθητη στις ταχύτητες
- $T_n > 3 \text{ sec}$ περιοχή ευαίσθητη στις μετατοπίσεις

Response spectrum and spectral regions



Φάσματα Απόκρισης (...)

- Η επιρροή της **απόσβεσης** στα φάσματα απόκρισης είναι πολύ μεγάλη. Όπως είναι γνωστό η απόσβεση μειώνει την απόκριση μιας κατασκευής. Σε κάθε μία από τις περιοχές που διαχωρίσαμε το φάσμα η μείωση είναι διαφορετική.
 - $T_n \rightarrow 0$ η απόσβεση **δεν επηρεάζει** την απόκριση, επειδή η κατασκευή κινείται με το έδαφος.
 - $T_n \rightarrow \infty$ η απόσβεση **δεν επηρεάζει** την απόκριση, επειδή η κατασκευή παραμένει ακίνητη όσο το έδαφος κινείται.
 - Η απόσβεση **επηρεάζει πολύ** την απόκριση του συστήματος στις **μεσαίες ιδιοπεριόδους**, δηλαδή, στην περιοχή του φάσματος που είναι ευαίσθητη στις ταχύτητες. Η επίδραση της απόσβεσης σε αυτήν την περιοχή εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά του σεισμού.

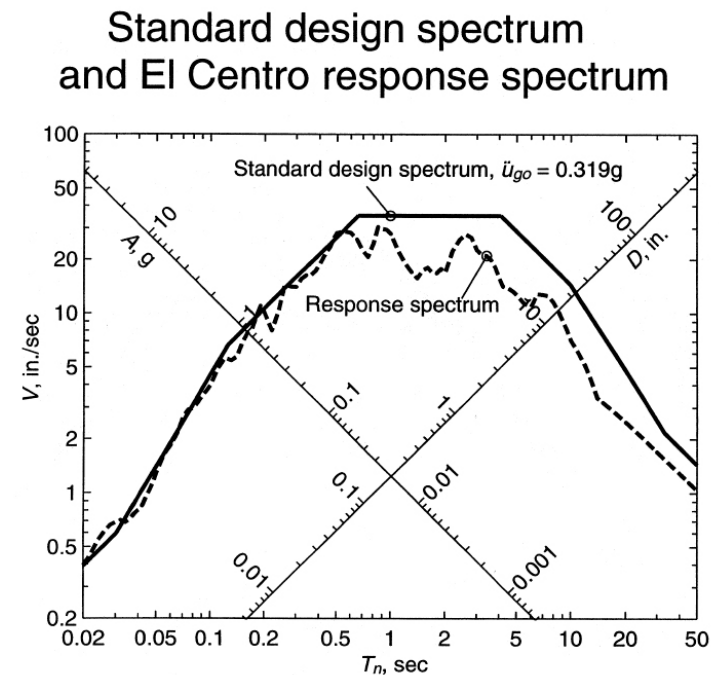
Ελαστικά Φάσματα Σχεδιασμού

- Κάθε φάσμα απόκρισης αντιστοιχεί σε συγκεκριμένη καταγραφή και αντανακλά τις ιδιαιτερότητες του κάθε σεισμού. Η εξάρτηση του φάσματος από τα χαρακτηριστικά του σεισμού περιορίζει κατά πολύ τη χρησιμότητα του, καθώς είναι μαθηματικά βέβαιο πως η συγκεκριμένη δόνηση δεν πρόκειται να επαναληφθεί στο μέλλον.
- Η αναγκαιότητα απεξάρτησης του φάσματος από τις ιδιαιτερότητες συγκεκριμένων καταγραφών για τον αντισεισμικό σχεδιασμό των κατασκευών οδήγησε στην δημιουργία **φασμάτων σχεδιασμού**.
- Τα φάσματα σχεδιασμού είναι ομαλοποιημένα φάσματα ψευδοεπιτάχυνσης που προκύπτουν από στατιστική επεξεργασία φασμάτων πολλών καταγραφών ισχυρής εδαφικής κίνησης, που έχουν κάποια στοιχειώδη ομοιογένεια ως προς το μέγεθος, το μηχανισμό γένεσης, το δρόμο διάδοσης και τις τοπικές εδαφικές συνθήκες.
- Πέρα από τα σεισμολογικά και εδαφικά τους χαρακτηριστικά, τα φάσματα σχεδιασμού πρέπει να λαμβάνουν υπόψη και

Ελαστικά Φάσματα Σχεδιασμού (...)

κάποιους παράγοντες που αφορούν στην υπό μελέτη κατασκευή. Αυτοί οι παράγοντες περιλαμβάνουν τη σπουδαιότητα της κατασκευής, το υλικό του φέροντα οργανισμού, το δομικό σύστημα και το είδος της θεμελίωσης.

- Από τα ελαστικά φάσματα σχεδιασμού μπορούμε να υπολογίσουμε τη δύναμη σχεδιασμού και τη μετατόπιση ενός μονοβάθμιου συστήματος έτσι ώστε να σχεδιαστεί για να συμπεριφέρεται ελαστικά.
- Στο σχήμα φαίνεται ένα φάσμα σχεδιασμού για μία περιοχή με $\ddot{u}_{g0} = 0.319g$, τη μέγιστη επιτάχυνση του σεισμού El Centro. Επίσης φαίνεται το πραγματικό φάσμα απόκρισης του σεισμού El Centro. Τα δύο φάσματα έχουν διαφορές λόγω του ότι το φάσμα σχεδιασμού αντιπροσωπεύει τα χαρακτηριστικά πολλών σεισμών.



Ελαστικά Φάσματα Σχεδιασμού (...)

- Συνήθως τα φάσματα σχεδιασμού δίνονται σε άξονες ψευδοεπιτάχυνσης–ιδιοπεριόδου, και έχουν τη μορφή που φαίνεται στο σχήμα. Για μία περιοχή το φάσμα σχεδιασμού μπορεί να είναι η περιβάλλουσα δύο φασμάτων λόγω της ύπαρξης διαφορετικών τύπων σεισμών.

