

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

مثال

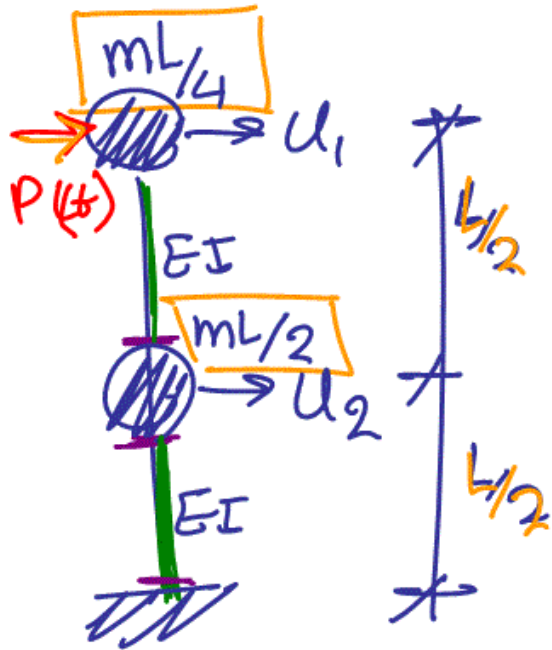
سازه زیر تحت حرکت افقی داده شده قرار دارد مطلوب است

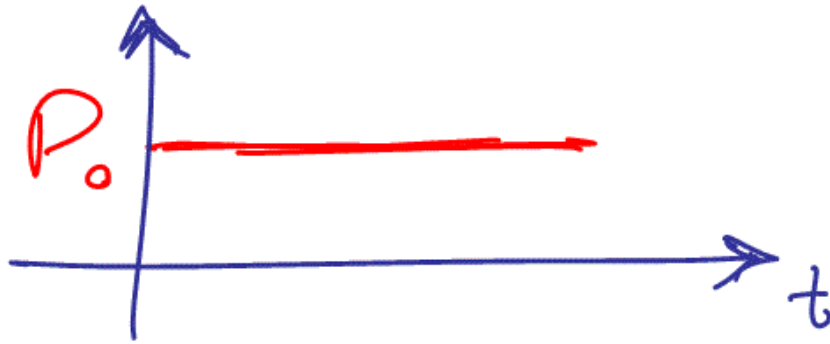
افت میزان تغییر مکان  $u_1(t)$  و  $u_2(t)$   
 با استفاده از روش و برش در

ج. دیاگرام برش و محس در کف  $t = 1/18$   
 Sec

$$E = 29000 \text{ ksi}$$

$$I = 100 \text{ in}^4$$





$$L = 120 \text{ in}$$

$$ML = 0.1672 \frac{\text{kips sec}^2}{\text{in}}$$

$$P_0 = 5 \text{ kips}$$

$$\zeta = 0$$

$$\omega_1 = 10 \text{ rad/sec}$$

$$\omega_2 = 51.51 \text{ rad/s}$$

$$\phi_1 \begin{Bmatrix} 1 \\ 7.3274 \end{Bmatrix}$$

$$\phi_2 \begin{Bmatrix} 1 \\ -1.5274 \end{Bmatrix}$$

$$\begin{array}{c}
 \left[ \varphi_1 \right]^T \quad \quad \quad \left[ M \right] \quad \quad \quad \left[ \varphi_1 \right] \\
 \left\{ M_1 = \left\{ 1 \quad 73274 \right\} \begin{bmatrix} 0.418 & 0 \\ 0 & 0.836 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} 1 \\ 73274 \end{Bmatrix} = 0.51 \right. \\
 \left. M_2 = 0.237 \right.
 \end{array}$$

نبرو، تصدیق موز

$$P_1 = \left\{ 1 \quad 732 \right\}^T \begin{Bmatrix} 5 \\ 0 \end{Bmatrix} = P_0 = 5 \text{ kips}$$

$$P_2 = \left\{ 1 \quad -1.5 \right\}^T \begin{Bmatrix} 5 \\ 0 \end{Bmatrix} = 5$$

$$(m\ddot{u} + ku = P_0) \quad \text{در راستای } \hat{e}_1$$



$$u(t) = \frac{P_0}{k} (1 - \cos \omega t)$$

$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$

$$q_1(t) = \frac{5}{0,51 \times (10)^2} (1 - \cos 10t)$$

$$q_2(t) = \frac{5}{0,237 \times (51,51)^2} (1 - \cos 51,51t)$$

$$q_1(t) = 0,98 (1 - \cos 10t)$$

$$q_2(t) = 0,008 (1 - \cos 51,51t)$$

پاسع جابجایی کلی  
برای هر دو آزادی

$$\{u_i(t)\} = \sum_{\substack{n=1 \\ i=1}}^2 \varphi_{n,i} q_n(t)$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{اول} \\ \text{آزادی} \\ u_1(t) \\ \text{دوم} \\ \text{آزادی} \\ u_2(t) \end{array} \right\} = \left\{ \begin{array}{l} 1/988 = 1/98 \cos 10t - 1/98 \cos 51,51t \\ 9/31 = 9/32 \cos 10t + 9/32 \cos 51,51t \end{array} \right\}$$

$$\begin{aligned}
 u_1 & \left\{ \left( \frac{1}{98} - \frac{1}{98} \cos 510t \right) + \left( \frac{1}{108} - \frac{1}{108} \cos 51,51t \right) \right. \\
 u_2 & \left. \left( \frac{1}{327} \left( \frac{1}{98} - \frac{1}{98} \cos 510t \right) + \left( -\frac{1}{5274} \right) \left( \frac{1}{108} - \frac{1}{108} \cos 51,51t \right) \right) \right\}
 \end{aligned}$$

$f = (\omega^2 (m_i) \{ \phi \} \{ a \})$   
 با استفاده از روش استاینهاوسر

$$\begin{aligned}
 f_1(t) = \begin{Bmatrix} f_{11}(t) \\ f_{21}(t) \end{Bmatrix} &= (10)^2 \begin{bmatrix} 0.418 & 0 \\ 0 & 0.836 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} 1 \\ 1/3274 \end{Bmatrix} q_1(t) \\
 &= \begin{Bmatrix} 4.18 \\ 2.737 \end{Bmatrix} q_1(t)
 \end{aligned}$$

مورد اول

$$f_2(t) = \begin{cases} f_{1,2}(t) \\ f_{2,2}(t) \end{cases} = (51, 51) \begin{bmatrix} \vdots \\ \vdots \end{bmatrix} \begin{cases} 1 \\ -1,5 \end{cases} \begin{matrix} q_1(t) \\ q_2(t) \end{matrix}$$

(۷) ۷۴
= \begin{cases} 110,907 \\ -338,799 \end{cases} \begin{matrix} q\_1(t) \\ q\_2(t) \end{matrix}

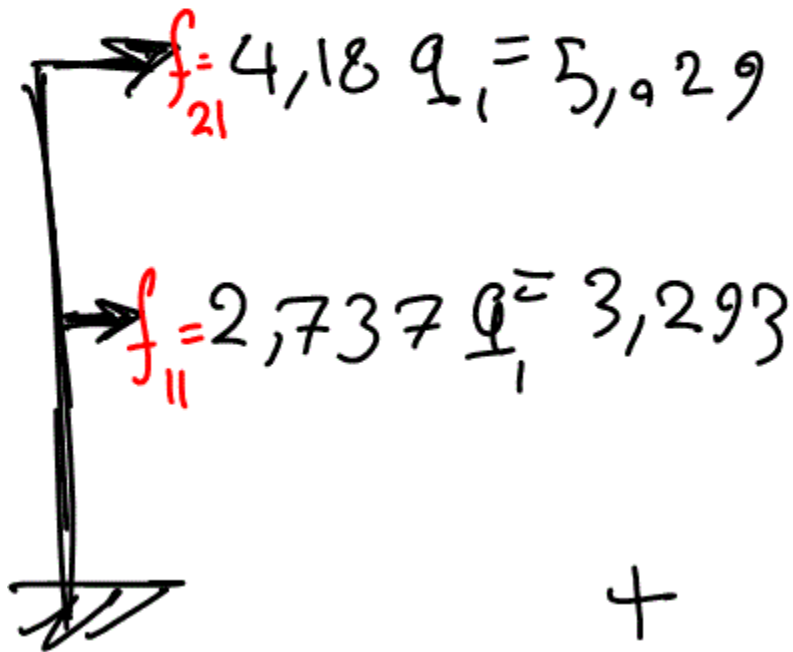
بر ایندیز و
ولردیم
صیغه (دوباره)

$$\begin{cases} f_1(t) \\ f_2(t) \end{cases} = \begin{cases} 4,18 q_1(t) + 110,907 q_2(t) \\ 2,737 q_1(t) - 338,799 q_2(t) \end{cases}$$

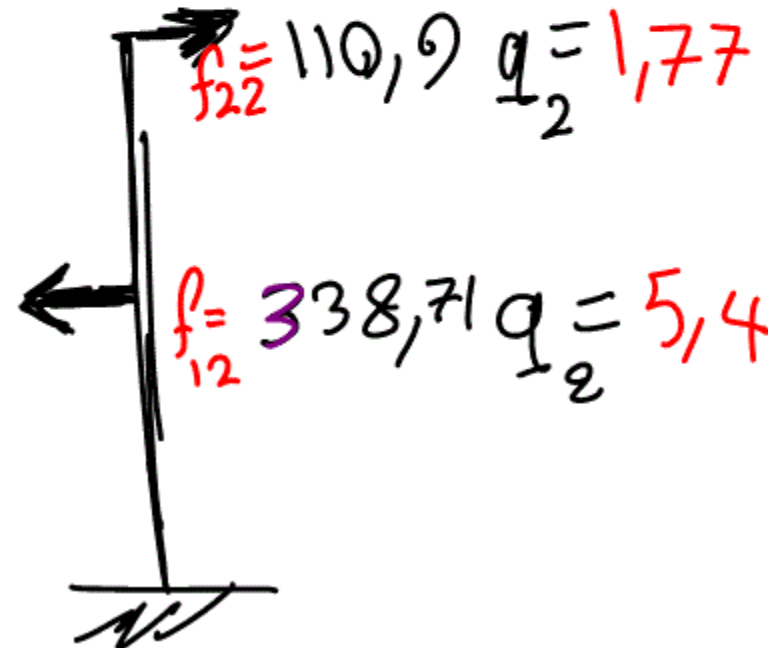


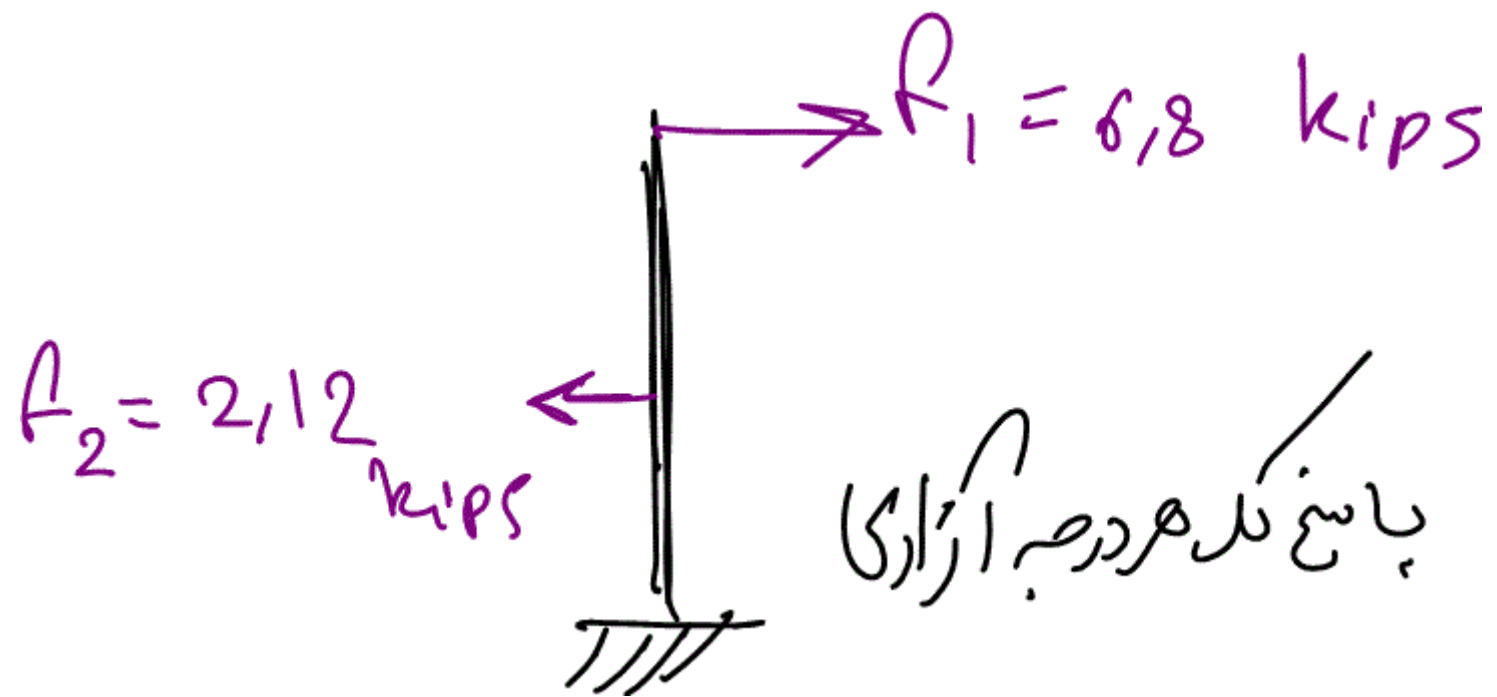
$$\boxed{\tau < \frac{1}{18} \text{ s}}$$

$$\left. \begin{array}{l} q_1 = 1,203 \text{ in} \\ q_2 = 0,016 \text{ in} \end{array} \right\}$$



+





بہت سادہ

حل میں صرف یہ

$$[m]\{\ddot{u}\} + [k]\{u\} = -[m]\{r\} \ddot{u}_g(t)$$



$$\{u(t)\} = \sum_{i=1}^n q_i(t) \{\varphi\} = [\varphi] \{q\}$$

$$[\varphi]^T [m] [\varphi] \{\ddot{q}(t)\} + \underbrace{[\varphi]^T [k] [\varphi]}_{\text{purple}} \{q(t)\} = \underbrace{-[\varphi]^T [m] \{r\}}_{\text{green}} \ddot{u}_g(t)$$

$$[m] = \begin{bmatrix} \dots & m_i & \dots \end{bmatrix}$$

$$[k] = \begin{bmatrix} \dots & k_i & \dots \end{bmatrix}$$

$$L = \begin{Bmatrix} L_1 \\ L_2 \\ \vdots \\ L_n \end{Bmatrix}$$

---


$$M_n \ddot{q}(t) + k_n q_n(t) = -L_n \ddot{u}_g(t)$$

$$\ddot{q}_n + \omega_n^2 q_n = - \frac{L_n}{M_n} \ddot{u}_g(t) = -\gamma \ddot{u}_g(t)$$

$\gamma_n$  ضریب تاثیر زلزله در هر مورد

جرم موثر موردی  $\bar{M}_n = \frac{L_n^2}{M_n} = L_n \gamma_n$

$$q_n(t) = \gamma_n S_{Dn}(t)$$

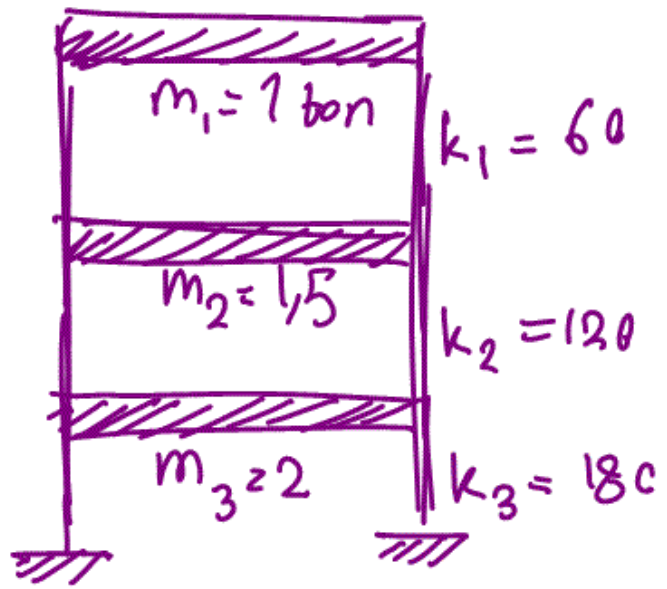
تعریف  $\gamma_n$

تغییر مکان

$$u_n = \varphi_n q_n = \delta \varphi_n S_{Dn}$$

جمع نمودن نتایج حاصل از موردی مختلف ؟  
 مقدار هر حد اکثر تغییر مکان در موردی مختلف در یک لحظه رخ نمی‌دهد  
 بنابراین ترکیب مستقیم آنها صحیح نخواهد بود. برای جمع نتایج معمولاً از  
 از روش جذر مجموع مربعات (SRSS) و یاروشهای مشابه استفاده می‌شود

$$u = \left( \sum_1^n u_n^2 \right)^{1/2}$$



مثال: کثیر لابی ایستود

ماده 5 برای مودها (در نظر گرفته شود)

$$[M] = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1/5 & 0 \\ 0 & 0 & 2 \end{bmatrix}$$

$$K = 60 \begin{bmatrix} 1 & -1 & 0 \\ -1 & 3 & -2 \\ 0 & -2 & 5 \end{bmatrix}$$

حسابہ فرکانس - 1

$$\det [k] - \omega^2 [m] = 0$$


$$\omega_1 = 4,58 \text{ rad/s} \rightarrow T_1 = 1,37 \text{ sec}$$

$$\omega_2 = 9,82 \text{ rad/s} \rightarrow T_2 = 1/640 \text{ sec}$$


$$\omega_3 = 14,59 \rightarrow T_3 = 1/431$$

حسابہ اشکال مودوں - 2


$$\omega_1 = 4,58$$

$$\phi_1 = \begin{Bmatrix} 1 \\ 1/644 \\ 1/3 \end{Bmatrix}$$


$$\omega_2 = 9,82$$

$$\phi_2 = \begin{Bmatrix} 1 \\ -1/601 \\ -1/676 \end{Bmatrix}$$


$$\omega_3 = 14,59$$

$$\phi_3 = \begin{Bmatrix} 1 \\ -2,57 \\ 2,47 \end{Bmatrix}$$




3- محاسبه حرارت موردی ( $M_n$ )

$$M_1 = \varphi_1^T m_i \varphi_1 = \sum_{i=1}^3 m_i \varphi_{1i}^2 = 1(1)^2 + 1.5(7644)^2 + 2(13)^2 = 1,802$$

$$M_2 = 1(1)^2 + 1.5(-7601)^2 + 2(-7676)^2 = 2,456$$

$$M_3 = 23,1$$

4 - (مجموعه کلا در ساقچه‌ها نهی که برت برابر 1 است) محاسبه ضریب تأثیر زلزله در هر مورد

$$\gamma_n = \frac{L_n}{M_n} \rightarrow L_n = \{\varphi\}^T [m] \{1\} = \sum_{i=1}^3 m_i \varphi_{ni}$$

$$L_1 = \sum_{i=1}^3 m_i \varphi_{1i} = (1 \times 1) + (15 \times 1644) + (2 \times 73) = 2566$$

$$\rightarrow \gamma_1 = \frac{2,566}{1,802} = 1,425$$

---


$$L_2 = -1,254 \rightarrow \gamma_2 = \frac{-1,254}{2,455} = -0,51$$

$$L_3 = 2,08 \rightarrow \gamma_3 = \frac{2,08}{23,1} = 9,09$$

$$\sum \gamma = 1,005 \approx 1$$

5 - جرموز موردی  
که بیانگر تأثیر مودها است

$$\bar{M} = \frac{L_n^2}{M_n} = L_n \gamma_n$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \bar{M}_1 = 3,656 \\ \bar{M}_2 = 7,641 \\ \bar{M}_3 = 7,188 \end{array} \right.$$

$$\sum \bar{M} = 4,485$$

(مجموع جرم مؤثر سودی باید با جرم کل ساژه برابر باشد  $\sum \bar{m} = \sum m_n$ )

که مشاهده می شود که ضریب تأثیر زلزله یا جرم مؤثر موردی در موردی بالاتر

گاهی ضریب <sup>قابل</sup> افزایش می یابد و به عبارتی می توان گفت که تأثیر موردی بالاتر در پاسخ

به بیان دیگر معیار اینک می بایست چه تعدادی از موردی را صفاً در نظر بگیریم

معتبر لا یا  $\bar{m}$  است؛ تعداد موردی به گونه ای انتخاب می شود که

در برگیرنده ۹۵ تا ۹۰ (۹۰ در دایره قرمز) جرم کل ساژه باشد  $(\sum \bar{m} = 79 \sum m_i)$

محاسبه پاسخ مورگی - 6

مقدار ضریب  
مقدار ضریب

$$u = \varphi_n \gamma_n S_{dn} = \varphi_n \gamma_n \frac{S_{vn}}{\omega_n} = \varphi_n \gamma_n \frac{S_{an}}{\omega_n^2}$$

مقدار ضریب تغییر مکان

\* مقدار ضریب تبدیلی به فرکانس و ضریب میرایی دارد بالذات باید

ضریب میرایی مناسب سازه انتخاب شود

مطابق ضریب 5٪ برای میرایی مقدار ضریب صورت زیر است

$$\omega_1 = 4,58 \text{ rad/s} = 7,73 \text{ Hz} \rightarrow S_{d1} = 17 \text{ cm} / S_{v1} = 78 \frac{\text{cm}}{\text{sec}} / S_a = 357 \frac{\text{cm}}{\text{sec}}$$

$$\omega_2 = 9,82 = 1,56 \text{ Hz} \rightarrow S_{d2} = 7 \text{ cm} / S_{v2} = 68,7 \frac{\text{cm}}{\text{sec}} / S_a = 675 \frac{\text{cm}}{\text{sec}}$$

$$\omega_3 = 14,59 = 2,32 \text{ Hz} \rightarrow S_{d3} = 5 / S_{v3} = 73 \frac{\text{cm}}{\text{sec}} / S_a = 1065$$

---


$$\boxed{(1,90) u_1 = \begin{Bmatrix} 1 \\ 7,644 \\ 1,73 \end{Bmatrix} (1,425)(17) = \begin{Bmatrix} 24,2 \\ 15,6 \\ 7,3 \end{Bmatrix}}$$

$$\boxed{(2,200) u_2 = \begin{Bmatrix} 1 \\ -1/601 \\ -1/676 \end{Bmatrix} (-1/51)(7) = \begin{Bmatrix} -3,57 \\ 2,15 \\ 2,41 \end{Bmatrix}}$$

$$\boxed{(3,300) u_3 = \begin{Bmatrix} 1 \\ 2,57 \\ 2,47 \end{Bmatrix} (1/09)(5) = \begin{Bmatrix} 1/45 \\ -1/16 \\ 1/11 \end{Bmatrix}}$$



مقاله پانزده تغییر مکان باروش ترکیب موربا - 7

(روش مجموع قدر مطلق) روش ABS - 7-1

$$\sum_{i=1}^3 |u_i| = \left\{ \begin{array}{l} 28, 2 \\ 18, 9 \\ 10, 82 \end{array} \right\}$$

جمع قدر مطلق پانزده هر مورد



## (روش جذر مجموع مربعات) روش SRSS - 7-2

$$U_n = \sqrt{\sum_1^3 (u_i)^2} = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2}$$

$$U^2 = \left\{ \begin{array}{c} 24,2 \\ 15,6 \\ 7,3 \end{array} \right\}^2 + \left\{ \begin{array}{c} -3,57 \\ 2,15 \\ 2,41 \end{array} \right\}^2 + \left\{ \begin{array}{c} 7,45 \\ 1,16 \\ 1,11 \end{array} \right\}^2 = \left\{ \begin{array}{c} 599 \\ 249 \\ 60 \end{array} \right\}$$

$$U = \left\{ \begin{array}{c} 24,24 \\ 15,8 \\ 7,76 \end{array} \right\}$$

## نیروی جانبی و برش طبقات - 8

مسئله مورد نیروی جانبی

$$Q_{S1} = k \phi_1 = 60 \begin{bmatrix} 1 & -1 & 0 \\ -1 & 3 & -2 \\ 0 & -2 & 5 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} 1 \\ 1/644 \\ 1/3 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 21,36 \\ 19,92 \\ 12,72 \end{Bmatrix}$$

$$Q_{S2} = \begin{Bmatrix} 96,1 \\ -87,1 \\ -131 \end{Bmatrix}$$

$$Q_{S3} = \begin{Bmatrix} 214 \\ -819 \\ 1049 \end{Bmatrix}$$

$$f_{Sn} = Q_{Sn} \gamma_n S_{dn}$$

$$f_{S1} = \begin{Bmatrix} 21,36 \\ 19,92 \\ 12,72 \end{Bmatrix} (1,425)(17) = \begin{Bmatrix} 517,4 \\ 482,6 \\ 308,2 \end{Bmatrix}$$

$$\underline{\Sigma = 1308,2}$$

$$f_{S2} = \begin{Bmatrix} -343 \\ 311 \\ 468 \end{Bmatrix}$$

$$\underline{\Sigma = 436}$$

$$f_{S3} = \begin{Bmatrix} 96,3 \\ -369 \\ 472 \end{Bmatrix}$$

$$\underline{\Sigma = 199,3} \checkmark$$

---

ABS  $\sum_{n=1}^3 |f_{Sn}| = \begin{Bmatrix} 517 + 343 + 96 \\ 483 + 311 + 369 \\ 308 + 468 + 472 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 956 \\ 1163 \\ 1248 \end{Bmatrix}$

$$\text{برش پایه} \Rightarrow V = 1308,2 + 436 + 199,3 = 1943,5$$

SRSS روش ۸

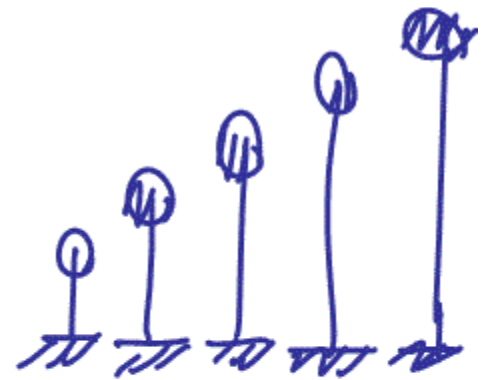
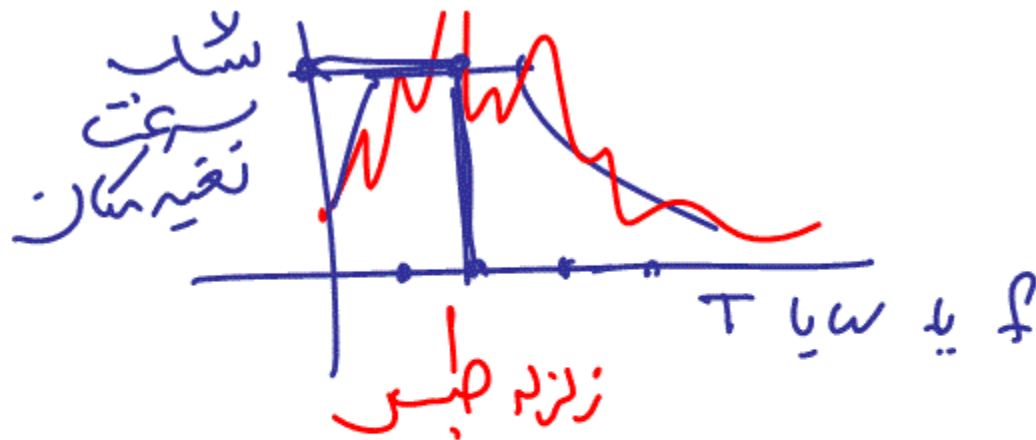
$$f_s = \sqrt{\sum_{i=1}^3 (f_{sn})^2} = \left\{ \begin{array}{l} 517^2 + 343^2 + 96^2 \\ 483^2 + 311^2 + 369^2 \\ 308^2 + 468^2 + 972^2 \end{array} \right\}^{1/2} = \left\{ \begin{array}{l} 627,8 \\ 682,8 \\ 732,6 \end{array} \right\}$$

$$V_{\text{برش پایه}} = \sqrt{1308,2^2 + 436^2 + 199,3^2} = 1393,27$$

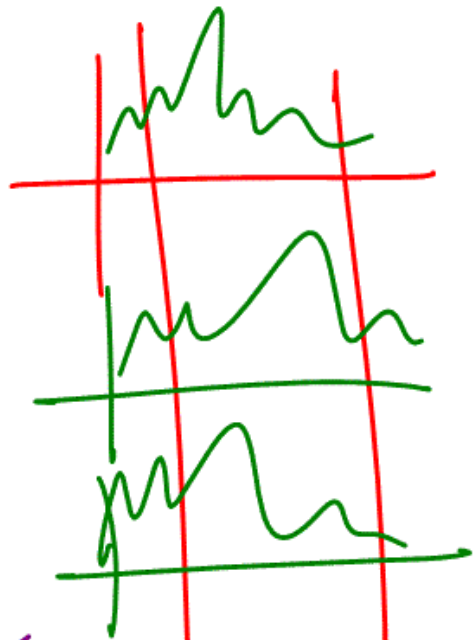
روشهای دیگری نیز در مورد ترکیب آنها مورد ارایه شده

روشهای چون CQC که احتیاج به محاسبه ضریب همبستگی مورد ا دارد  
و یا روش دقیق پاسخ طیفی که در این روش تبدیل فرایندی بعنوان  
ضریب اندرکنش مورد دو محاسبه می شود و سپس محاسبات نهایی  
آن مطابق روابط انسانی شده در مباحث ارتفاعات انجام خواهد شد

مختصری در مورد کیفیات  
 یاسنج و قرانت معادری لطیفی  
 مربوط به گام ششم  
 تحلیل لطیفی

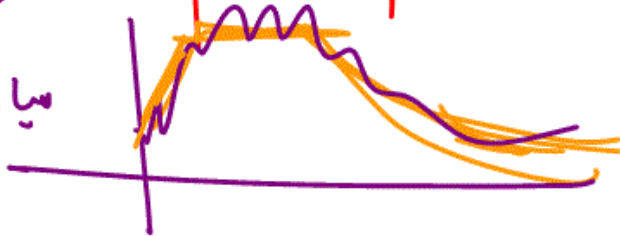


حد اکثر یاسنج سازنه میگذرد به آزادی با دوره تناوبها مختلف رسم شده



(طیف های پاسخ)

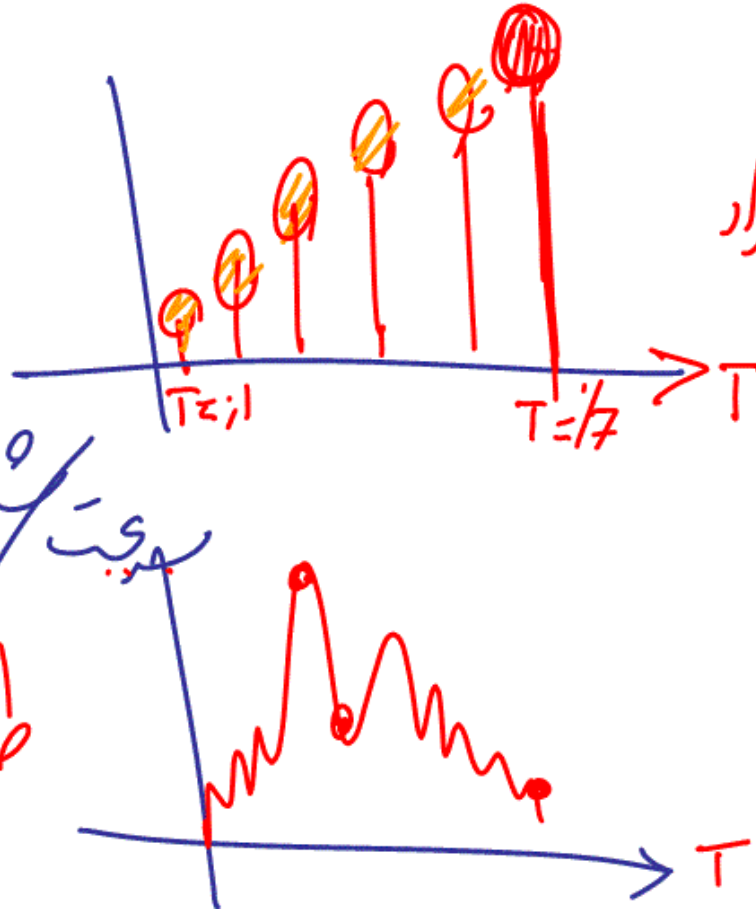
میانگین و نبری  
 محور سارکا



در معرض زلزله  
ایران

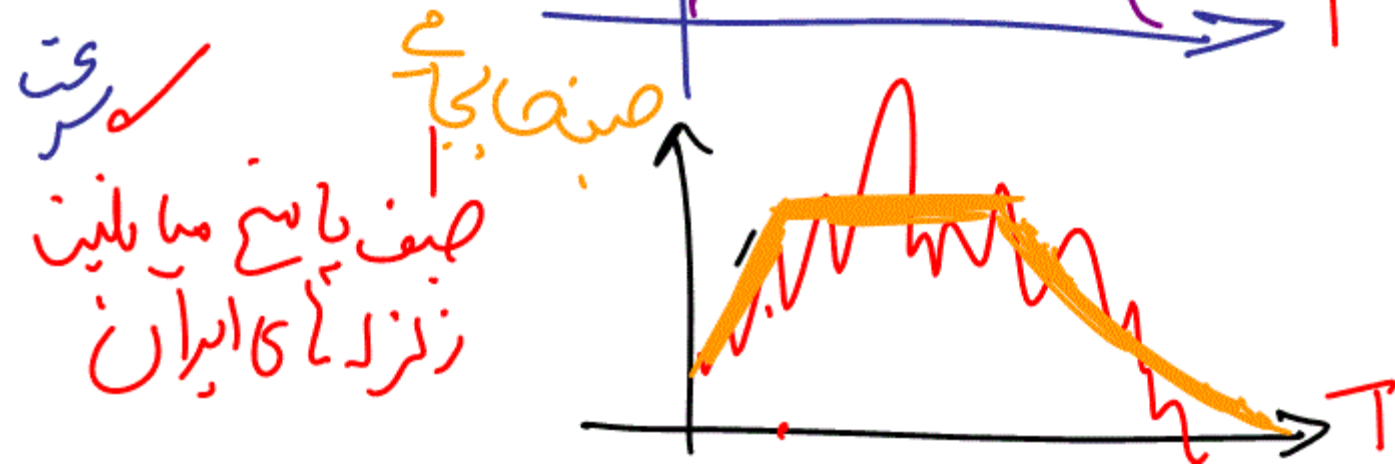
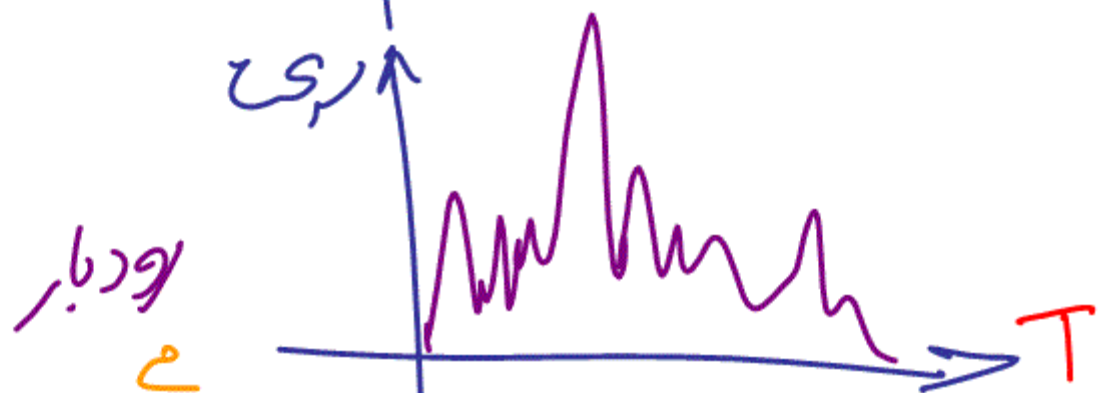
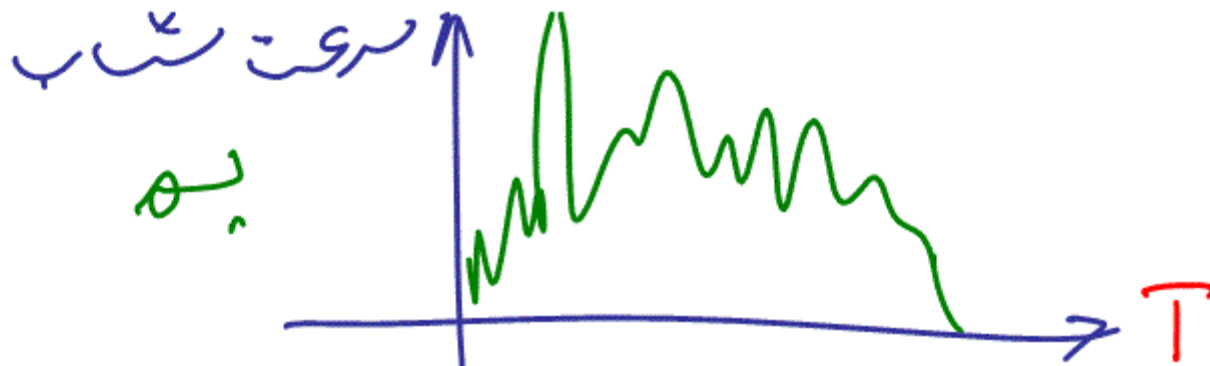
بهت / سبب / تعمیر مکان

طبی



طیف پاشی  
پاشی صدالترتازه با یک درجه لرزه  
با دوره تناوب های مختلف  
تحت تاثیر زلزله های گوناگون



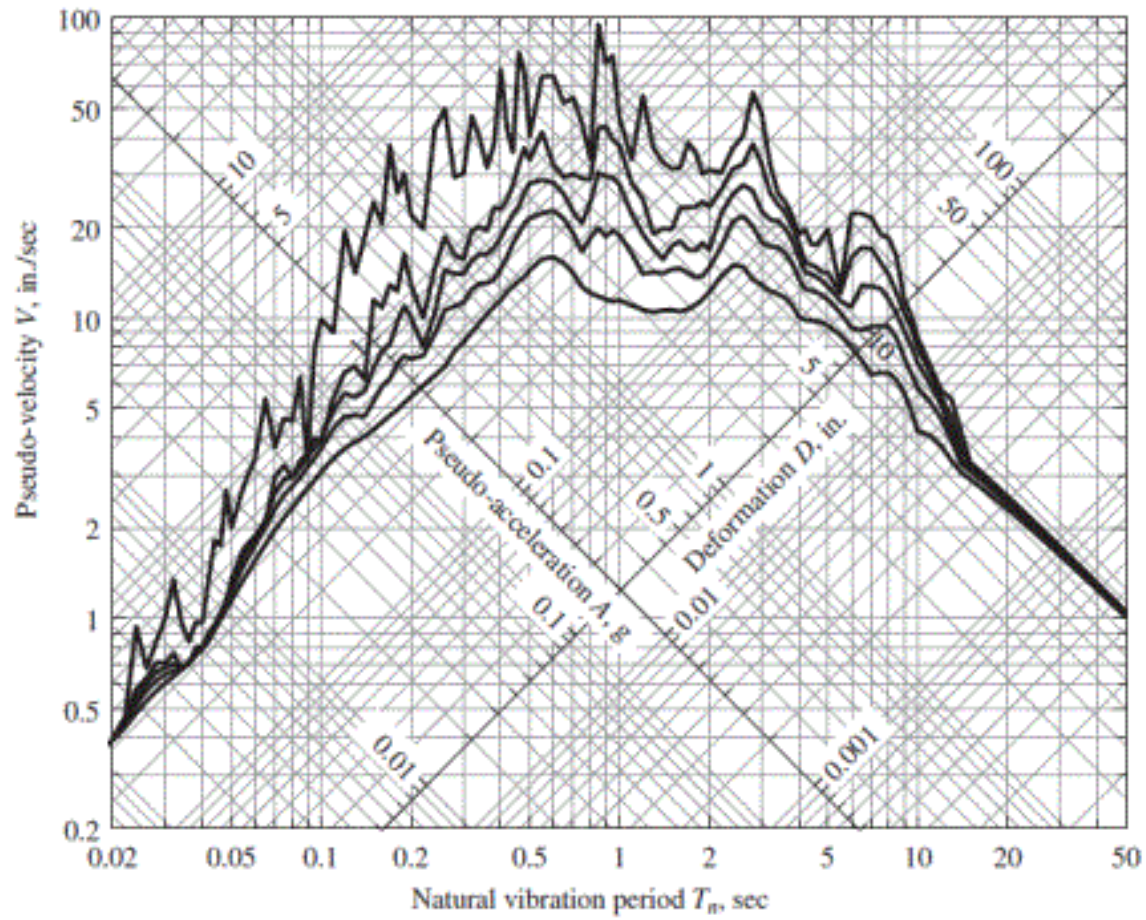


$S_D$  } شتاب یا تغییر مکان  
 $S_v$  } جابجایی سرعت  
 $S_a$  } جابجایی شتاب

جابجایی شتاب  $\rightarrow$  2800 جابجایی

$$S_D \approx \frac{S_v}{\omega} \approx \frac{S_a}{\omega^2}$$

طیف آت‌سهمی دروی  
صفحه 3 نگارشی



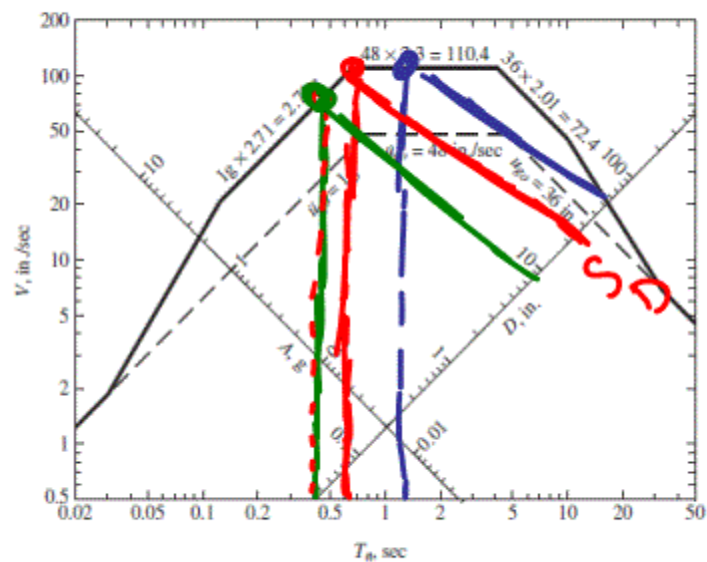
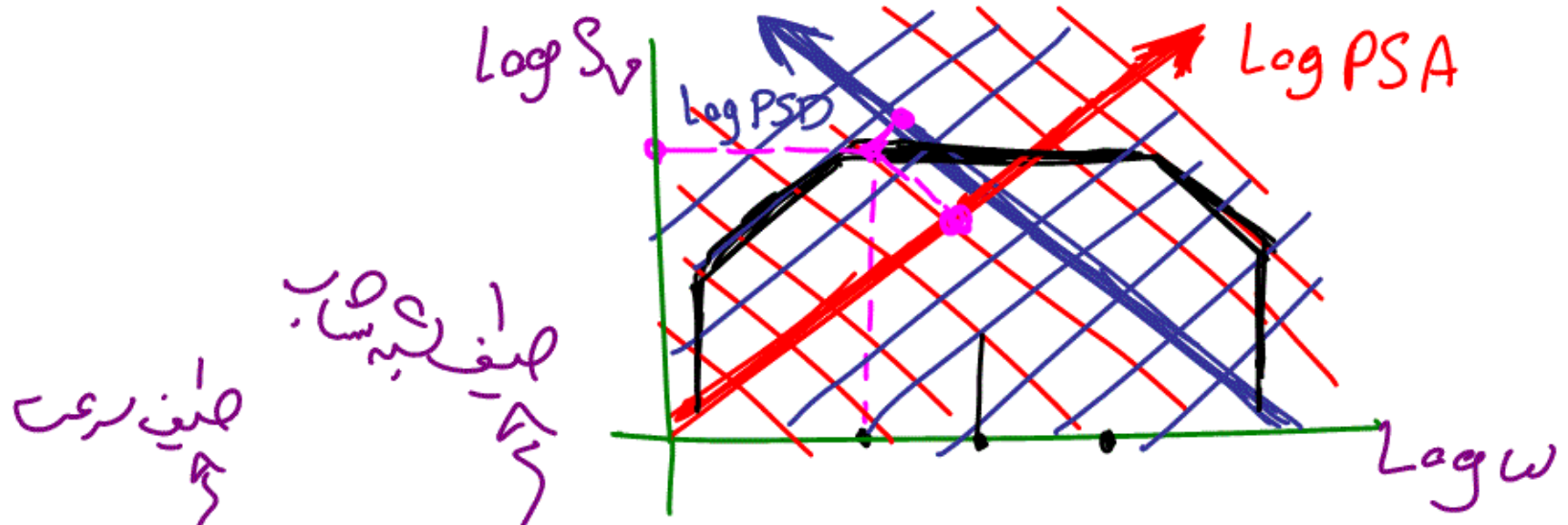


Figure 6.9.4 Construction of elastic design spectrum (84.1th percentile) for ground motions with  $\ddot{u}_{g0} = 1g$ ,  $\dot{u}_{g0} = 48$  in./sec, and  $u_{g0} = 36$  in.;  $\zeta = 5\%$ .



الصفحة 205  
الصفحة 206

$$S_v \times W = PSA$$

$$\underbrace{\text{Log } S_v}_y + \underbrace{\text{Log } W}_x = \text{Log } PSA$$

$$y = -x + \text{Log } PSA$$

معنى ذلك رابطته بالنسبة 45°

$$\frac{S_V}{\omega} = PSD \rightarrow$$

این سبب جایگاه

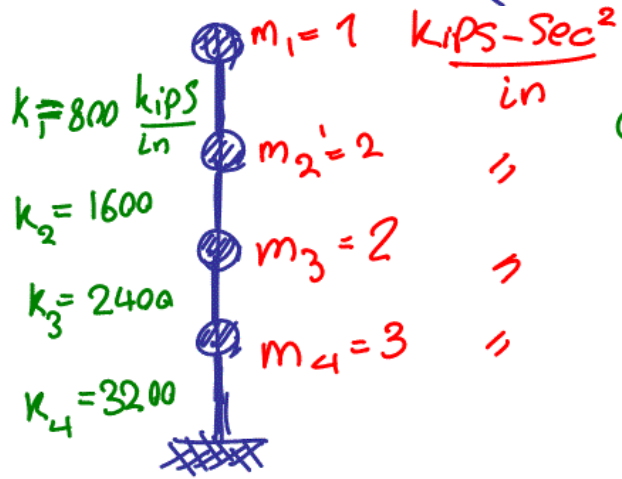
$$\underbrace{\log S_V}_x = \underbrace{\log \omega}_n + \log PSD$$

$$x = n + \log PSD$$

یعنی دارای سبب 45 است

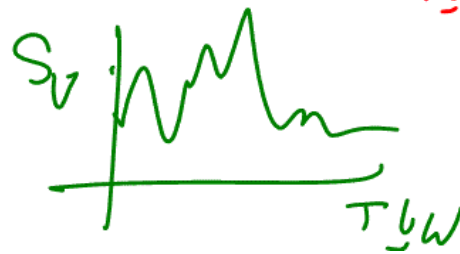
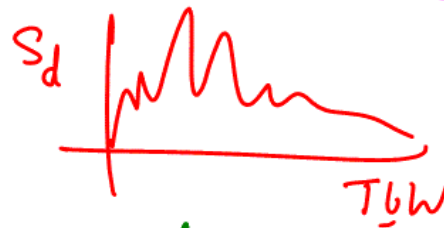
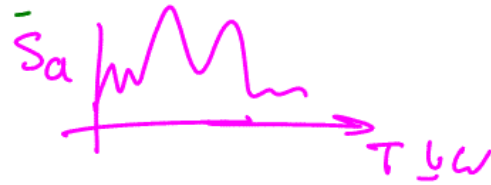
خطوط مورب آبی رنگ

تمرین ۵ تغییر مکان هر طبقه و نیروی برش پایه ساز را به روش طیفی بدست آورید  
 (میرای برای تمامی موارد ۵٪ فرض می‌گردد)



لزنگی لرزه‌نگاری زلزله موجود در کتاب درسی

که نمونه کرده‌اید استفا ده کنید





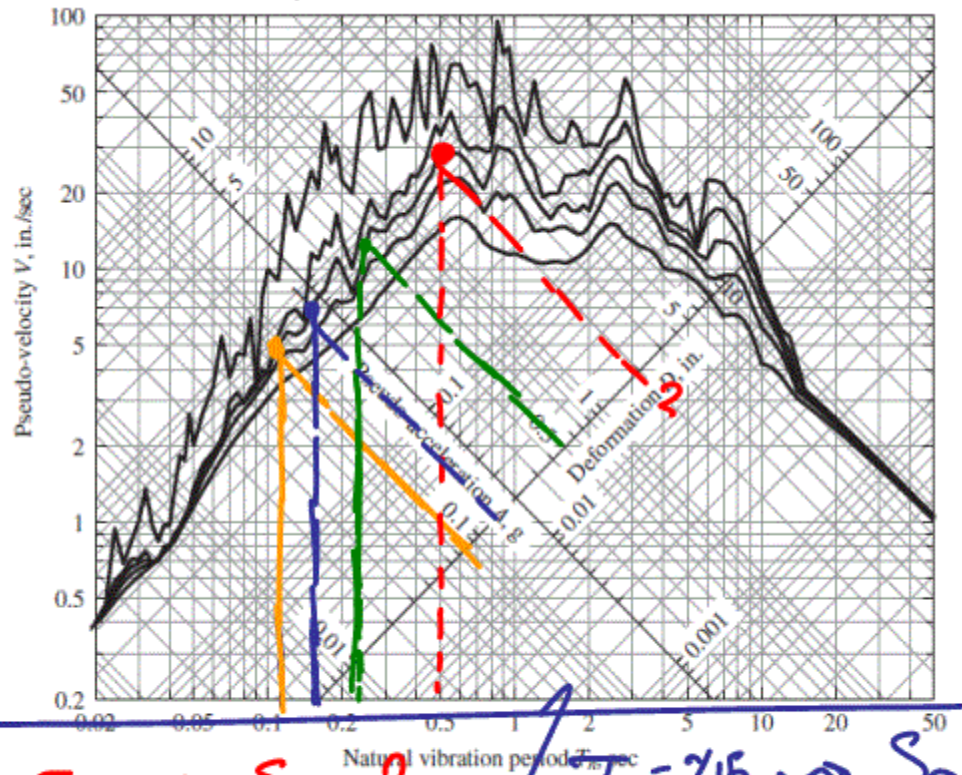


Figure 6.6.4 Combined  $V-A$  response spectrum for El Centro ground motion;  $\zeta = 0, 2, 5, 10, \text{ and } 20\%$ .

$T_1 = 1/47 \rightarrow S_{D1} = 2$   
 $T_2 = 1/21 \rightarrow S_{D2} = 1.5$   
 $T_3 = 1/15 \rightarrow S_{D3} = 1.3$   
 $T_4 = 1/11 \rightarrow S_{D4} = 0.8$



$$[m] = \begin{bmatrix} 1 & & & \\ & 2 & & \\ & & 2 & \\ & & & 3 \end{bmatrix} \quad [K] = 800 \begin{bmatrix} 1 & -1 & 0 & 0 \\ -1 & 3 & -2 & 0 \\ 0 & -2 & 5 & -3 \\ 0 & 0 & -3 & 7 \end{bmatrix}$$

$$\omega = \left\{ \begin{array}{l} 13,249 \\ 29,660 \\ 41,079 \\ 55,882 \end{array} \right\} \quad [\phi] = \begin{bmatrix} 1 & 1 & -0,9015 & 0,9544 \\ 0,7779 & -0,9996 & 1 & -0,4482 \\ 0,4966 & -0,5399 & -0,15859 & 1 \\ 0,2351 & 0,4376 & -0,7078 & -0,6369 \end{bmatrix}$$

$$M_1 = 2,8729 \quad / \quad M_2 = 2,1773 \quad / \quad M_3 = 4,3666$$

$$L_1 = \sum m_i \phi_{ni} = (1 \times 1) + (2 \times 1779) + (2 \times 4966) + (3 \times 2351)$$

$$L_2 = ( \quad ) + ( \quad ) + ( \quad ) + ( \quad )$$

$$L_3 = ( \quad ) + ( \quad ) + ( \quad ) + ( \quad )$$

$$L_4 =$$

---


$$\gamma_1 = \frac{L_1}{M_1} =$$

$$\gamma_2 =$$

$$\gamma_3 =$$

$$\gamma_4 =$$

$$\bar{M}_n = \frac{L_n^2}{m_n}$$

$$\begin{aligned} \bar{M}_1 &= \\ \bar{M}_2 &= \\ \bar{M}_3 &= \\ \bar{M}_4 &= \end{aligned}$$

درآمد اولیه و  
و بر نامه نویسی کنید.

مباحث باقی مانده و

- == آنالیز خورید و با همی حوزه فرکانس
- == سازه های یک بعدی آزادگی غیر خطی
- == عد سازی چرک می پیوسته