به نام ایزد دانا

(کاربرگ طرح درس) تاریخ به‌روز رسانی: 99/08/06

دانشکده مهندسی عمران نیمسال اول سال تحصیلی 00-99

نام درس	فارسی: **ارتعاشات تصادفی**	تعداد واحد: نظری 3 واحد	مقطع: کارشناسی☐ کارشناسی ارشد*☐ دکتری*☐
	لاتین: Random Vibrations	پیش‌نیازها : زمان ارائه : ترم دوم دوره کارشناسی ارشد رشته مهندسی عمران گرایش زلزله و سازه یا دکتری مهندسی زلزله.	

مدرس/مدرسین: **دکتر رضا وهدانی**	شماره تلفن اتاق: 02331535172
پست الکترونیکی: rvahdani@semnan.ac.ir	منزلگاه اینترنتی: www.civil.semnan.ac.ir

برنامه تدریس در هفته و شماره کلاس: سه شنبه 15-13 و چهارشنبه 17-15 - کلاس 208 دانشکده مهندسی عمران.

اهداف درس:

Vibrations of engineering systems are analysed using random vibration theory considering the excitation as stochastic process. The course is focused on practical engineering problems and is designed to develop the students' appreciation for application of peak responses that often govern the design. Specifically, students will learn what are the Ergodic processes and temporal statistics; how to model the wind and earthquake excitations as stochastic excitations; how to evaluate the parameters of the probability distribution for the up crossing and first passage problems; how to assess the peak response of single- and multi-degree-of freedom systems and their incorporation in design code; The students will also learn simple techniques to assess non stationary responses and nonlinear random vibrations. The general topics are Stochastic processes: definition, interpretation, representation in frequency domain and power spectra density function; Modeling of wind and earthquake excitations: characteristics of commonly used power spectral density functions for wind and earthquake; Peak response of single-degree-of-freedom linear elastic system: time domain versus frequency domain approach, power spectral density of the response, introduction to up crossing problem and first passage problem, assessment of peak response; Peak response of multi-degree-of-freedom linear elastic system: power spectra density function of the response; peak response, practical combination rules; Codification and peak responses: discuss how the peak responses and combination rules are implemented or used in design codes; Non stationary and/or nonlinear responses: an introduction to the Priestley's representation of non stationary processes, assessment of probability distribution of peak responses with uncertain structural properties, use of stochastic Newmark's method and stochastic central difference method in solving structural vibration problem.

امکانات آموزشی مورد نیاز: کتاب های معروف و معتبر در زمینه دینامیک سازه ها و ارتعاشات تصادفی و کتب معتبر در زمینه بسط و توسعه مسائل کاربردی دینامیک سازه های پیشرفته و تصادفی در حوزه مهندسی عمران گرایش سازه و زلزله و همچنین امکانات لپ تاب و سایت کامپیوتر و ویدئو پروژکتور و استفاده از راهنمای تئوریک نرم افزار های تحلیل گر دینامیکی سازه ها در این مهم می تواند بسیار سودمند و مؤثر و کارا باشند.

نحوه ارزشیابی	فعالیت‌های کلاسی و آموزشی و حل تمرین و کوئیزهای کلاسی	تحقیق و مقاله ترمی (پروژه پایان ترم)	امتحان میان‌ترم	امتحان پایان‌ترم
درصد نمره	2.0 نمره (10درصد)	2.0 نمره (10 درصد)	5.5 نمره (27.5 درصد)	10.5 نمره(52.5درصد)
منابع و مآخذ درس	Distribution of peak responses Cartwright, D. E. and Longuet-Higgins, M. S. 1956. The statistical distribution of the maxima of a random function, Pro. Royal Soc. London, A237, 212-223. Davenport, A. 1964. Note on the distribution of the largest value of a random function with application to gust loading, Proceedings Institute of Civil Engineering, 28, pp. 187-196. Vanmarcke, E. 1976. Structural response to earthquakes, in Seismic risk and engineering decision, (Eds. Lomnitz C. and Rosenblueth, E.) Elsevier, Amsterdam, pp. 287-337. (Focus on the distribution of the peaks) Representation of nonstationary processes Priestly, M. B. 1965. Evolutionary spectra and non-stationary process, J. R. Statis. Soc. B27, 204-237. Huang N. E. et al. 1998. The empirical mode decomposition and the Hilbert spectrum for nonlinear and non-stationary time series analysis, Proc. R. Soc. London, 454, pp. 903-995. (Focus on the representation of non-stationary process) Numerical simulation of Gaussian and non-gaussian processes Shinozuka, M. 1972. Monte Carlo solution of structural dynamics, Computers & Structures, Vol. 2, pp. 855-874 Samaras, E., Shinozuka, M., Tsurui,, A. ARMA Representation of Random Processes Journal of Engineering Mechanics, Vol. 111, No. 3, March 1985, pp. 449-461 Li, Y. and Kareem, 1995. Stochastic decomposition and application to probabilistic dynamics, Journal of Engineering Mechanics, Vol. 121, No. 1, pp. 162-173. Grigoriu, M. 1998. Simulation of stationary non-Gaussian translation processes, Journal of Engineering Mechanics, Vol. 124, No. 2, 121-126. Paola, M. 1998. Digital simulation of wind field velocity, Journal of wind engineering and industry aerodynamics, 74-76, pp. 91-109. (Focus on the simulation of stochastic processes) Hysteresis and dynamic systems under random excitations Wen, Y. K. 1976. Method for random vibration of hysteretic systems, Jouranl of Eng. Mech. Div., ASCE, Vol. 102, No. EM2, pp. 249263. Baber, T.T. and Wen, Y. K. 1981. Random vibration of hysteretic degrading systems, Journal of Eng. Mech. Vol. 107, No. EM6, pp. 1069-1087. Ang, A. H-S. 1987. Seismic damage analysis of reinforced concrete buildings, in Stochastic method in structural dynamics, Martinus Nijhoff Publishers, pp. 172-199. Wen Y. K. 1989. Method of random vibration for inelastic structures, Appl. Mech. Rev. ASME, vol. 42, No. 2., pp. 39-52. Ma, F., Zhang, H., Bockstedte, A., Foliente, G. C. and Paevere, P. [2004] “Parameter analysis of the differential model of hysteresis,” .Transactions of the ASME 71(3), 342-349 Wen, Y. K. 1980. Equivalent linerization for hysteretic system under random excitation, Transaction, ASME, vol. 47, pp. 150-154. Casciati, F. 1987. Approximate			

method in nonlinear stochastic dynamics, in Stochastic method in structural dynamics, Martinus Nijhoff Publishers, pp. 154-171 CEE603 – Application of Random Vibration Course Outline Jan. -May 2008 To, C.W.S. 1992. A stochastic version of the Newamrk Family of algorithms for discretized dynamic systems, Computers and Structures, Vol. 44, No.3, pp. 667-673. Zhang, L., Zu, J. W. and Zheng, Z. 1999. The stochastic Newmark algorithm for random analysis of multi-degree-of-freedom nonlinear systems, Computers & .Structures, Vol. 70, pp. 557-568 Focus on the approximate solution to nonlinear dynamic systems under stochastic) (random excitation Fractiles and peak responses of multi-degree-of-freedom system Rosenblueth, E. and Elorduy J. 1969. Responses of linear system to certain transient disturbances, Fourth World Conference on Earthquake Engineering, Santiago, Chile, I, A-1, 185-196. Vanmarcke, E. 1976. Structural response to earthquakes, in Seismic risk and engineering decision, (Eds. Lomnitz C. and Rosenblueth, E.) Elsevier, Amsterdam, pp. 287-337. Der Kiureghian, A. 1981. A response spectrum method for random vibration analysis of MDF systems, Earthquake Engineering and Structural dynamics, Vol. 9, No. 5, pp. 419-435. Li, C. C. and Der Kiureghian, A. 1997. Large mean out crossing of nonlinear response to stochastic input, in Engineering Probabilistic design and maintenance for flood protection, Eds. Cook, R. et al. Kluwer Academic Publishers, pp. 141-160. Hong, H.P. and Wang, S.S. 2002. Probabilistic analysis of peak response with uncertain PSD function, Earthquake Engineering and Structural dynamics., Vol. .31, pp. 1719-1733 (Focus on the fractiles of the peak response of MDOF systems)	

بودجه‌بندی درس

شماره هفته آموزشی	مبحث	توضیحات
1	مقدمه و معرفی درس دینامیک سازه ها و بیان ضرورت های یادگیری خوب این درس در حوزه مهندسی زلزله و سازه و یادآوری اصول اولیه مدلسازی دینامیکی سیستم های مرتعش مکانیکی و سازه ای و همچنین بیان مشخصات و ماهیت بارهای دینامیکی و لرزه ای و تفاوت های میان اندازه بزرگی های نیروها و تلاش های داخلی اجزاء سازه ای در شرایط بارهای استاتیکی و دینامیکی و مثال های مربوطه.	
2	معرفی مدل های قاب های ساختمانی مدل یکدرجه آزادی به عنوان پایه ای ترین سیستم های مرتعش معادل یکدرجه آزادی و تعاریف مربوط به سختی جانبی قاب ها، جرم ارتعاشی و میرایی مدل ویسکوز و یادآوری روابط و معادلات بنیادین تشکیل تعادل دینامیکی نظیر قوانین نیرو – جرم – شتاب نیوتنی و اصول دالامبر و معادلات هامیلتون و انرژی لاگرانژ و نوشتن معادلات تعادل ارتعاشی قاب ها و مثال های کاربردی آن.	
3	معرفی مفاهیم پارامترهای اساسی و مهم در دینامیک سازه ها نظیر پریود قاب ، فرکانس ارتعاشی طبیعی ، ضریب میرایی ، درصد میرایی و تشکیل معادلات دیفرانسیل حاکم بر ارتعاش قاب و معرفی ارتعاش آزاد و ارتعاش اجباری و برآورد پاسخ تغییرمکان دینامیکی قاب با استفاده از روش حل مستقیم معادله دیفرانسیل حرکت ارتعاشی سازه های یکدرجه آزادی تحت شرایط اولیه و تحت بارگذاری دینامیکی مشخص و بررسی	

	و تحلیل مسایل مربوط به آن.	
4	معرفی روش تحلیل تقریبی سازه ها از روش بارگذاری مدل ضربه ای (زمان کوتاه) و تحلیل پاسخ در زمان بارگذاری (پاسخ خصوصی) و تحلیل ارتعاش آزاد پس از قطع بار پالسی و همچنین معرفی روش انتگرال دوهامل پیوسته برای تحلیل پاسخ دینامیکی دلخواه قاب ها و معرفی فرمولبندی انتگرال دوهامل گسسته و بررسی مثال های مروبوط به روش دوهامل پیوسته و گسسته.	
5	معرفی روش تحلیل قاب های مدل یکدرجه آزادی تحت بارگذاری هارمونیکی و یادآوری اهمیت این نوع بارگذاری در حوزه مهندسی زلزله و سازه و تحلیل پاسخ هارمونیکی قاب ها و سیستم های مرتعش (پی ها) با استفاده از مفاهیم ضریب بزرگنمایی دینامیکی و زاویه فاز و پاسخ حالت ماندگار سازه و همچنین معرفی ضرایب بزرگنمایی پاسخ سازه و ضریب انتقال از زمین به پی و از پی به سازه و تحلیل مسایل مرتبط با بارگذاری هارمونیکی و روش نیم توان در برآورد و تخمین درصد میرایی مؤثر سازه.	
6	معرفی و آشنایی با روش بسط سری فوریه و روش انتگرال فوریه در توسعه مدل های بارگذاری پریودیک (تکرار شونده در حوزه زمان) به سری های هارمونیکی با فرکانس های متوالی و دامنه های مشخص و همچنین معرفی روش انتگرال فوریه برای تحلیل دینامیکی سیستم های ارتعاشی ساده در حوزه فرکانس و بررسی مدل ها و مسایل مرتبط به روش فوریه.	
7	آشنایی با تحلیل ارتعاشی و دینامیکی سیستم های سازه ای و مکانیکی با جرم و سختی و میرایی تعمیم یافته (معادل با یکدرجه آزادی) به صورت سیستم های سازه ای صلب سرهم بندی شده و سیستم های انعطاف پذیر سرهم بندی شده و ارزیابی سختی ، جرم و میرایی و بارگذاری دینامیکی تعمیم داده شده و معرفی سختی کل و سختی هندسی و سختی مؤثر سازه های معادل یکدرجه آزادی و بررسی مسائل و مثال های کاربردی در این حوزه.	انجام آزمون میان ترم
8	معرفی روش های عددی تحلیل دینامیکی سیستم های سازه ای و مکانیکی معادل یکدرجه آزادی نظیر روش های مبتنی بر انتگرال گیری از بارگذاری و انتگرال گیری از پاسخ شتاب سازه نظیر انواع روش های نیومارک – بتا و روش هوبولت و روش ویلسون- تتا و همچنین روش های عددی مبتنی بر حل معادلات دیفرانسیل خطی ارتعاشی سازه نظیر روش های تفاضلات محدود و رانج – کوتا و ارائه الگوریتم های مبتنی بر کدهای کامپیوتری حل عددی معادلات حرکت ارتعاشی سازه در نرم افزار متلب و ارائه مثال های کاربردی در این زمینه.	طی دو هفته تدریس می گردد
9	معرفی و آشنایی با روش رایلی در برآورد و محاسبه پریود و فرکانس اصلی و مؤثر ارتعاشی قاب ها و سیستم های سازه ای ظاهراً چند درجه آزادی با استفاده از روش های مبتنی بر انرژی جنبشی و انرژی کرنشی سازه های مرتعش و معرفی روش رایلی – ریتز تغییر یافته برای برآورد دقیق تر پریود و فرکانس اصلی ارتعاشی سازه ها و بررسی و ارائه مثال های کاربردی در روش رایلی – ریتز.	
10	معرفی روش آنالیز مودال برای تحلیل ارتعاش آزاد و ارتعاش اجباری سازه های با چندین درجه آزادی و معرفی روش های تحلیلی و عددی انجام آنالیز مقادیر ویژه و بردارهای ویژه و معرفی فرکانسهای مودال و اشکال مودال ارتعاشی سازه ها و محاسبه ماتریس مودال و جرم مودال و میرایی و سختی مودال سازه و معرفی ماتریس میرایی وابسته به جرم و سختی سازه (میرایی رایلی) و ارائه روش های مدلسازی اجزاء محدود مقدماتی برای برآورد ماتریس های جرم و سختی سازه های چند درجه آزادی و ارائه مسائل کاربردی در این زمینه.	طی دو هفته تدریس می گردد.
11	معرفی روش تحلیل شبه دینامیکی سازه ها (تحلیل طیفی) و معرفی روش های تولید و توسعه طیف های بازتاب سه جانبه سازه ها و طیف طرح سازه ها به صورت طیف الاستیک و غیر الاستیک با استفاده از روش هاووزنر و چوپرا و ارائه مسائل کاربردی در حوزه مهندسی زلزله و آنالیز لرزه ای سازه ها.	
12	آشنایی با ارتعاشات مکانیکی و معرفی مفاهیم فرکانس و پریود نوسانی اجسام مرتعش و مدلسازی حرکت ارتعاشی اجسام ساده و تحلیل در حوزه زمان اجسام مرتعش.	
13	معرفی اجمالی روش های تحلیل و طراحی در حوزه فرکانسی سازه ها با استفاده از روش های تحلیلی و عددی انتگرالی فوریه و هنکل و همچنین اشاره ای مختصر به الگوریتم ها و روال های تحلیل غیر خطی دینامیکی سازه های ساده .	
14	معرفی عنوان پروژه های پایان ترم و بررسی مقالات ترمی دانشجویان درس دینامیک سازه ها و معرفی اجمالی نرم افزارهای قدرتمند تحلیل گر دینامیکی سازه ها و بررسی امکانات این نرم افزار ها در انجام مدلسازی مربوط به مقالات ترمی دانشجویان محترم.	
15	پایان درس دینامیک سازه ها	آزمون پایان ترم.
16		