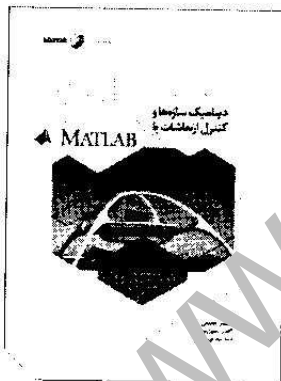


۷۱۲۳ ۱۹۴



دینامیک سازه‌ها و کنترل ارتعاشات با MATLAB



مؤلفان:

محسن عظیمی (دانشگاه بریتیش کلمبیا)

اکبر رسول‌نیا (دانشگاه علم و صنعت ایران)

دکتر سید مهدی زهرانی (دانشگاه تهران)



سرشناسه:	عظیمی، محسن، ۱۳۶۶ -
عنوان و نام پدیدآور:	دینامیک سازه‌ها و کنترل ارتعاشات با MATLAB / مولفان محسن عظیمی، اکبر رسول‌نیا، سیدمهدی زهرایی.
مشخصات نشر:	تهران: نوآور، ۱۳۹۹.
مشخصات ظاهری:	۳۳۶ ص.
شابک:	۹۷۸-۶۰۰-۱۶۸۴۹۴-۴
وضعیت فهرست نویسی:	فیا
موضوع:	MATLAB — متلب
موضوع:	دینامیک سازه‌ها — Structural dynamics
موضوع:	مهندسی سازه — برنامه‌های کامپیوتری — Structural engineering -- Computer programs
شناسه افزوده:	رسول‌نیا، اکبر، ۱۳۶۵ -
شناسه افزوده:	زهرایی، سیدمهدی، ۱۳۳۳ -
رده بندی کنگره:	۶۵۴TA
رده بندی دیویی:	۱۷۱/۶۳۴
شماره کتابشناختی ملی:	۶۲۰۷۵۷۹

دینامیک سازه‌ها و کنترل ارتعاشات با MATLAB

مؤلفان: محسن عظیمی، اکبر رسول‌نیا، سیدمهدی زهرایی



نشر نوآور

ناشر: نوآور

مدیر فنی: محمدرضا نصیرنیا

شمارگان: ۱۰۰ نسخه

نوبت چاپ: اول - ۱۳۹۹

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۱۶۸-۴۹۴-۴

قیمت: ۷۵۰۰۰ تومان

مرکز بخش:

نوآور، تهران، خیابان انقلاب، خیابان فخررازی، خیابان شهدای
ژاندارمری نرسیده به خیابان دانشگاه ساختمان ایرانیان، پلاک ۵۸
طبقه دوم، واحد ۶ تلفن: ۶۶۴۸۴۱۹۱-۹۲ www.noavarpub.com

کلیه حقوق چاپ و نشر این کتاب مطابق با قانون حقوق مؤلفان و
مصنفان مصوب سال ۱۳۴۸ برای ناشر محفوظ و منحصراً متعلق به نشر
نوآور می‌باشد. لذا هر گونه استفاده از کل یا قسمتی از این کتاب (از قبیل
هر نوع چاپ، فتوکپی، اسکن، عکس‌برداری، نشر الکترونیکی، هر نوع
انتشار به صورت اینترنتی، سی‌دی، دی‌وی‌دی، فیلم فایل صوتی یا
تصویری و غیره) بدون اجازه کتبی از نشر نوآور ممنوع بوده و شرعاً حرام
است و متخلفین تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.

لطفاً جهت دریافت الحاقات و اصلاحات احتمالی این کتاب به سایت انتشارات نوآور مراجعه فرمایید.

www.noavarpub.com

<https://telegram.me/noavarpub>

<https://www.instagram.com/noavarpub/>

فهرست مطالب

۷	مقدمه
۹	فصل اول / مفاهیم بنیادی دینامیک سازه‌ها
۱۰	۱-۱- انواع مختلف بارهای دینامیک
۱۱	۲-۱- تفاوت بین مسائل دینامیک و استاتیکی
۱۲	۳-۱- ارتعاشات
۱۳	۴-۱- تعیین معادلات حرکت سیستم یک‌درجه‌آزادی
۱۳	۱-۴-۱- تعیین معادله حرکت بر اساس قانون دوم نیوتن
۱۳	۲-۴-۱- روش تان دینامیکی بر اساس اصل دالامبر
۱۷	۳-۴-۱- اصل دار مجازی
۲۰	۴-۴-۱- روش انرژی
۲۰	۱-۴-۴-۱- انرژی نوسان‌ها
۲۲	۵-۴-۱- اصل همپتون
۲۴	۵-۱- سیستم‌های یک‌درجه‌آزادی میب‌فته
۲۴	۱-۵-۱- سیستم با پارامترهای گسسته
۲۹	۲-۵-۱- سیستم با پارامترهای پیوسته
۳۱	فصل دوم / ارتعاش آزاد سیستم‌های یک‌درجه‌آزادی
۳۱	۱-۲- میرایی
۳۲	۲-۲- ارتعاش آزاد سیستم‌های یک‌درجه‌آزادی بدون میرایی
۴۰	۳-۲- ارتعاش آزاد میرا
۴۱	۱-۳-۲- سیستم با میرایی بحرانی
۴۲	۲-۳-۲- سیستم با میرایی زیربحرانی
۴۷	۳-۳-۲- سیستم با میرایی فوق‌بحرانی
۵۰	۴-۲- کاهش لگاریتمی (استهلاک ارتعاش)
۵۴	۵-۲- اتلاف انرژی در میرایی ویسکوز
۵۵	۶-۲- میرایی هیستریزس
۵۷	۷-۲- میرایی کولمب (میرایی اصطکاک خشک)
۶۴	فصل سوم / سیستم‌های یک‌درجه‌آزادی تحت بارگذاری یکنواخت و هارمونیک
۶۴	۱-۳- سیستم‌های نامیرا تحت نیروی یکنواخت
۶۶	۲-۳- سیستم‌های میرا تحت نیروی یکنواخت
۶۷	۳-۳- سیستم‌های نامیرا تحت نیروی هارمونیک
۷۱	۴-۳- تشدید
۷۴	۵-۳- ضربان
۷۷	۶-۳- سیستم‌های میرا تحت بارگذاری هارمونیک

۸۳	۳-۶-۱- فرکانس‌های تشدید و پاسخ‌های تشدید
۸۹	۳-۷-۱- بارهای وابسته به فرکانس
۹۲	۳-۸-۱- انتقال نیرو و مجزاسازی ارتعاش
۹۶	۳-۹-۱- ارتعاش پایه
۹۶	۳-۹-۱-۱- ارتعاش پایه به صورت جابجایی
۹۸	۳-۹-۲- تحریک پایه به صورت شتاب
۱۰۱	۳-۱۰-۱- ارزیابی میرایی
۱۰۱	۳-۱۰-۱-۱- استهلاک ارتعاش آزاد
۱۰۱	۳-۱۰-۲- آزمایش تشدید
۱۰۱	۳-۱۰-۳- روش نیم‌توان

فصل چهارم / سیستم‌های یک‌درجه‌آزادی تحت بارگذاری ضربه‌ای ۱۰۴

۱۰۴	۴-۱- سیستم‌های میرا تحت ضربه مستطیلی
۱۰۸	۴-۲- سیستم‌های نامیرا تحت ضربه تکی
۱۱۳	۴-۳- سیستم‌های نامیرا تحت ضربه سینوسی
۱۱۴	۴-۴- طیف جابجایی تحت بار ضربه
۱۱۶	۴-۵- تحلیل تقریبی برای بار ضربه‌ای کوتاه مدت
۱۱۶	۴-۶- انتگرال دوهمال
۱۲۱	۴-۷- کاربرد تابع STEP در سیستم‌های یک‌درجه‌آزادی

فصل پنجم / پاسخ دینامیکی سازه‌ها با استفاده از روش عددی ۱۲۶

۱۲۶	۵-۱- روش‌های گامبندی زمانی
۱۲۸	۵-۲- انواع روش‌های گامبندی زمانی
۱۲۸	۵-۲-۱- درون‌یابی تابع تحریک
۱۳۲	۵-۲-۲- انتگرال‌گیری مستقیم معادله حرکت
۱۳۷	۵-۳-۲- روش‌های گام واحد
۱۴۲	۵-۴-۲- روش‌های شتاب مفروض
۱۴۷	۵-۵-۲- روش شتاب مفروض
۱۵۰	۵-۶-۲- روش‌های گامبندی
۱۵۳	۵-۷-۲- روش پایدار مشروط
۱۵۷	۵-۳- پاسخ به تحریک پایه
۱۶۱	۵-۴- روند ویلسون (توصیه شده)
۱۶۱	۵-۴-۱- ارتعاش آزاد میرا به دلیل شرایط اولیه
۱۶۲	۵-۴-۲- جواب عمومی تحت بارگذاری تصادفی
۱۶۶	۵-۵- پاسخ سیستم یکدرجه‌آزادی الاستو-پلاستیک
۱۷۱	۵-۶- طیف پاسخ با انتگرال عددی
۱۷۲	۵-۷- روش عددی برای ارزیابی انتگرال دوهمال
۱۷۲	۵-۷-۱- برای یک سیستم نامیرا
۱۷۴	۵-۷-۲- برای سیستم با میرایی زیربحرانی
۱۷۵	۵-۸- انتخاب روش انتگرال‌گیری مستقیم

فصل ششم / سیستم‌های دودرجه آزادی ۱۷۶

- ۱-۶- ارتعاش آزاد سیستم دودرجه آزادی بدون میرایی ۱۷۷
- ۱-۱-۶- تعیین ماتریس‌های ضرایب به روش سختی و نرمی ۱۸۰
- ۲-۱-۶- سیستم دودرجه آزادی نامیرا تحت نیروی هارمونیک ۲۰۲
- ۲-۶- سیستم دودرجه آزادی میرا (ارتعاش آزاد و واداشته) ۲۱۱

فصل هفتم / ارتعاش سیستم‌های چنددرجه آزادی ۲۲۷

- ۱-۷- مدل سازی سیستم پیوسته به صورت چنددرجه آزادی ۲۲۸
- ۲-۷- مشخصات الاستیک سیستم‌های چنددرجه آزادی ۲۲۸
- ۱-۲-۷- نرمی ۲۲۸
- ۲-۲-۷- سختی ۲۲۹
- ۳-۲-۷- پیرس ۲۲۹
- ۴-۲-۷- میرایی ویسکوز ۲۳۰
- ۳-۷- ارتعاش آزاد سیستم‌های دودرجه آزادی نامیرا ۲۳۰
- ۴-۷- قانون بتی ۲۳۹
- ۵-۷- اصل تعامد اشکال مود ۲۴۱
- ۶-۷- تغییر مختصات (تبدیل مد کوسر) ۲۴۲
- ۷-۷- نرمال کردن مودها ۲۴۴
- ۸-۷- تراکم استاتیکی ماتریس سختی ۲۴۷
- ۹-۷- معادلات مودال برای تحلیل سیستم نامیرا تحت نیروی وابسته به زمان ۲۴۸
- ۱۰-۷- معادلات مودال ارتعاش واداشته میرا ۲۵۴

فصل هشتم / کنترل سازه‌ها ۲۶۱

- ۱-۸- کنترل فعال ساختمان چندطبقه با استفاده از تاندون‌های فعال ۲۶۷
- ۱-۱-۸- معادلات حرکت کنترل لرزه‌ای با استفاده از میراگرهای جرمی ۲۷۰
- ۲-۱-۸- معادلات حرکت سازه کنترل شده به شکل معادلات حالت ۲۷۲
- ۳-۱-۸- قانون بازخورد و طراحی کنترلر ۲۷۴
- ۴-۱-۸- حل معادله حالت ۲۷۶
- ۵-۱-۸- الگوریتم‌های کنترل ۲۷۹
- ۱-۵-۱-۸- الگوریتم اختصاص قطب‌ها ۲۸۸
- ۶-۱-۸- بهینه‌سازی با ازدحام ذرات (PSO) ۲۹۱
- ۷-۱-۸- کنترل منطق فازی ۲۹۴
- ۲-۸- میراگرهای هیدرولیکی و اصول عملکردی آن ۲۹۵
- ۳-۸- میراگرهای مغناطیسی و اصول عملکردی آن ۲۹۷
- ۴-۸- مثال ۱: کنترل ساختمان‌های نامنظم با میراگر جرمی تنظیم شده دوقلو ۳۰۰
- ۵-۸- مثال ۲: کنترل ساختمان با جداگرهای لرزه‌ای همراه با آلیاژهای حافظه‌دار ۳۰۷
- ۶-۸- مثال ۳: کنترل سازه سه‌بعدی با در نظر گرفتن اندرکنش خاک-سازه ۳۱۴
- منابع و مأخذ ۳۲۴

با گذر زمان شاهد تغییرات قابل ملاحظه‌ای در سبک زندگی مردم، و متناسب با درک مخاطره‌ها و فرصت‌ها، شاهد ساخت سازه‌های بزرگ و پیچیده در قرن اخیر هستیم. بالطبع تغییر در جوامع انسانی مستلزم بوجود آمدن تسهیلات و ساخت سازه‌هایی نظیر برج‌ها، پل‌ها، سدها، دکل‌های مخابراتی، دودکش‌ها و غیره برای زندگی در کنار یکدیگر است. این قبیل سازه‌ها در طول عمر خود در معرض انواع مختلف بارها قرار می‌گیرند که می‌توان در دو دسته کلی استاتیکی و دینامیکی جای داد. در عمل باری که به سازه وارد می‌شود کاملاً استاتیکی نیست. با توجه به دخیل بودن عامل زمان در حین اعمال بار به سازه و ماهیت طبیعی عالم خاکی، برای تحلیل دقیق این سازه‌ها باید عامل زمان در اعمال بار را در تحلیل لحاظ کرد. بنابراین، اکثر ماشین‌ها و سازه‌های مهندسی تا حدودی با تغییر بار به این که روش‌های دینامیکی روش‌های پیچیده و در اکثر مواقع مستلزم محاسبات عددی پیچیده‌ای است، رایانه به عنوان وسیله محاسباتی با سرعت بالا توجه مهندسان را بدختر جلب کرده است و مهندسان و شرکت‌های مهندسی سعی در تدوین و ایجاد نرم‌افزارهایی که قابلیت تحلیل سیستم‌های دینامیکی را دارا باشند کرده‌اند. در این بین نرم‌افزار متلب (MATLAB) به عنوان ابزاری قدرتمند در عرصه محاسبات عددی و پیچیده ریاضی چند دهه است که جلوه نموده و پیشتاز است.

در این کتاب سعی شده مباحث پایه دینامیک سازه‌ها پوشش داده‌شده و توضیحات اجمالی برای هر مبحث آورده شود. با توجه به فزاینده علم دینامیک سازه‌ها، بدون دارا بودن توانایی در کاربرد آن و فقدان منبع مناسب برای فارسی در زمینه کاربرد نرم‌افزار متلب در دینامیک سازه‌ها و عدم آشنایی دانشجویان مهندسی عمران با دستورات مربوط، عمده تلاش در این کتاب به ارائه مثال‌های کاربردی دینامیک سازه‌ها در محیط متلب متمرکز شده است.

ضمن تشکر از دوستانی که در نوشتن و ویرایش محتوا همراه ما بودند، از خوانندگان گرامی نیز خواهیم‌دیم که ما را از نظرات و انتقادات سازنده خود در ارتباط با این کتاب مطلع سازند، تا در ویرایش‌های آتی راهگشا و راهنمای ما باشند.