

ارتعاشات ماشین‌های دوّار

اصول دینامیک روتورها

مقدمه‌ای بر تحلیل ارتعاش کاربردی

نویسندگان:

Osami Matsushita

Masato Tanaka

Hiroshi Kanki

Masao Kobayashi

Patrick Keogh

مترجمان:

دکتر فرزاد ابراهیمی "دانشیار، دانشکده مهندسی مکانیک، دانشگاه صنعتی امیرکبیر (ره)"

مهندس سید سام سهام "دانش‌آموخته رشته مهندسی مکانیک، دانشکده مهندسی مکانیک، دانشگاه صنعتی امیرکبیر (ره)"

شابک	978-600-5024-74-6
شماره کتابشناسی ملی	00-2700
عنوان و نام پدیدآور	ارتعاشات ماشین‌های دوار : اصول دینامیک روتورها، مقدمه‌ای بر تحلیل ارتعاش کاربردی/اسامی ماتسوشیتا، و دیگران]؛ مترجمان فرزاد ابراهیمی، سیدسام سهام
مشخصات نشر	قزوین: دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)، ۱۳۹۷.
مشخصات ظاهری	۲۱۸ ص:؛ مصور، جدول، نمودار
یادداشت	عنوان اصلی: Introduction to: Introduction to practical vibration, c2016.
یادداشت	نویسندگان اوسامی ماتسوشیتا، ماساتو تاناکا، هیروشی کانکی، ماساتو کوبایاشی، پاتریک کیو
یادداشت	کتابنامه.
یادداشت	نمایه.
عنوان دیگر	اصول دینامیک روتورها، مقدمه‌ای بر تحلیل ارتعاش کاربردی
موضوع	ماشین‌های دوار -- ارتعاش
موضوع	Rotors -- Vibration
رده بندی دیویی	۶۲۱/۸۱۱
رده بندی کنگره	۱۳۹۷ ۴ الف / ۵۸ Tj۱
شناسه افزوده	ماتسوشیتا، اوسامی، ۱۹۲۲ - م.
شناسه افزوده	Matsushita, Osami, 1944-
شناسه افزوده	ابراهیمی، فرزاد، ۱۳۵۸ - مترجم
شناسه افزوده	Ebrahimi, Farzad
شناسه افزوده	سهام، سیدسام، ۱۳۷۲ - مترجم
شناسه افزوده	Saham, Sayyed Sam
شناسه افزوده	دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)
وضعیت فهرست نویسی	

عنوان	ارتعاشات ماشین‌های دوار، (اصول دینامیک روتورها، مقدمه‌ای بر تحلیل ارتعاش کاربردی)
مؤلف	Osami Matsushita • Masato Tanaka & Hiroshi Kanki • Patrick Keogh
ترجمه	فرزاد ابراهیمی و سیدسام سهام
ناظر فنی	حمید کلهر
شابک	۹۷۸-۶۰۰-۵۰۲۴-۷۴-۶
نوبت چاپ	نخست ۱۳۹۷
قیمت	۴۳۰۰۰ تومان
شمارگان	جلد ۵۰۰
ناشر	انتشارات دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)
قزوین، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)، تلفن	۰۲۸ - ۳۳۹۰۱۴۲۶

کلیه حقوق برای ناشر محفوظ است.
مسئولیت حقوقی و قانونی محتوای کتاب بر عهده مترجم است

فهرست مطالب

پیش‌گفتار مترجم.....	۱
مقدمه.....	۳
فصل ۱: معرفی دینامیک روتورها.....	۷
۱-۱ موانع ارتعاشی در ماشینهای دوار.....	۸
۱-۱-۱ انواع ماشینهای دوار.....	۸
۱-۱-۲ یاتاقانها.....	۱۱
۱-۱-۳ نقص‌های موجود در اجزاء مختلف و ارتعاش ایجاد شده از آن.....	۱۳
۱-۱-۴ دینامیک روتورها.....	۱۴
۲-۱ انواع ارتعاش در ماشین‌های دوار.....	۱۵
۳-۱ طبقه‌بندی ارتعاش بر اساس مکانیزم وقوع.....	۱۶
۴-۱ ساده‌سازی پدیده‌های پیچیده.....	۱۸
فصل ۲: اصول روتور یک درجه آزادی.....	۲۱
۲-۱ ارتعاشات آزاد.....	۲۲
۲-۱-۱ فرکانس طبیعی.....	۲۲
۲-۱-۲ محاسبه ثابت فنر.....	۲۳
۲-۱-۳ بقای انرژی.....	۲۳
۲-۱-۴ تأثیرات جرم فنر بر فرکانس طبیعی.....	۲۴
۲-۲ ارتعاش آزاد میراشده.....	۲۷
۲-۲-۱ سیستم میراشده جرم-فنر-ویسکوز.....	۲۷
۲-۲-۲ اندازه‌گیری نسبت میرایی.....	۲۹
۲-۲-۳ تقدم/تاخر فاز متناظر با نسبت میرایی.....	۳۴

- ۳-۲ ارتعاش ناشی از نابالانسی شفت دوار..... ۳۶
- ۳-۲-۱ جابجایی مختلط و معادله حرکت..... ۳۶
- ۳-۲-۲ دامنه مختلط ارتعاش نابالانس..... ۳۸
- ۳-۲-۳ منحنی‌های تشدید..... ۳۹
- ۳-۲-۴ نمودار نایکویست..... ۴۰
- ۳-۲-۵ نیروی عکس‌العمل یا تاقان در تشدید..... ۴۲
- ۳-۲-۶ انتقال پذیری ارتعاش نابالانس به پایه دستگاه..... ۴۵
- ۳-۲-۴ ارزیابی مقدار Q ۴۶
- ۳-۲-۱-۱ میا، O ۴۶
- ۳-۲-۲ اندازه‌گیری Q با روش نصف کردن توان..... ۴۷
- ۳-۲-۳ اندازه‌گیری Q با استفاده از نمودار نایکویست..... ۴۸
- ۳-۲-۴ ارزیابی مجدد مقدار Q برای حالت شتاب زیاد..... ۴۹
- ۳-۲-۵ ارتعاش در عبور از سرعت بحرانی..... ۵۴
- فصل ۳: تحلیل مودال سیستم‌های چند درجه آزادی..... ۵۵
- ۳-۱ معادله حرکت برای یک سیستم چند درجه آزادی..... ۵۶
- ۳-۱-۱ سیستم‌های چند جرمی..... ۵۶
- ۳-۱-۲ معادله حرکت برای سیستم دو درجه آزادی..... ۵۷
- ۳-۱-۳ معادله حرکت برای سیستم چند درجه آزادی..... ۵۸
- ۳-۲ تحلیل مودال (روش مد نرمال)..... ۶۱
- ۳-۲-۱ تحلیل مقدار ویژه..... ۶۱
- ۳-۲-۲ تعامد..... ۶۱
- ۳-۲-۳ مدل مودال کاهش یافته..... ۶۲

- ۴-۲-۳ پاسخ ارتعاش ۶۴
- ۳-۳ تحلیل مودال تیرها ۶۹
- ۱-۳-۳ فرکانس‌های طبیعی و مدهای ویژه ۶۹
- ۲-۳-۳ تطابق تحلیل‌های مودال برای سیستم‌های چند درجه آزادی و زنجیری ۷۰
- ۲-۳-۳ مدل‌های مودال کاهش یافته ۷۲
- ۴-۲-۳ خروج از مرکز مودال ۷۴
- ۴-۳ مدل‌های غیریک بدست آمده از مدل‌های مودال کاهش یافته ۷۸
- ۱-۴-۳ جرم مودال ۷۸
- ۲-۴-۳ روش جرم معادل ۸۰
- ۵-۳ تخمین فرکانس‌های طبیعی ۸۲
- ۱-۵-۳ روش رایلی ۸۲
- ۲-۵-۳ روش استفاده از ضرایب تأثیر ۸۵
- ۳-۵-۳ رابطه دانکرلی ۸۶
- ۴-۵-۳ روش تکرار (روش توان) ۸۸
- ۵-۵-۳ روش ماتریس سفتی ۹۰
- ۶-۵-۳ روش ماتریس انتقال ۹۳
- فصل ۴: ترکیب مد و روش شبه مودال ۹۹
- ۱-۴ مدل‌های ترکیب مد ۱۰۰
- ۱-۱-۴ چرا ترکیب مد؟ ۱۰۰
- ۲-۱-۴ روش کاهش گیان ۱۰۱
- ۳-۱-۴ مدل‌های ترکیب مد ۱۰۵

- ۲-۴ مدل‌های شبه مودال ۱۱۲
- ۱-۲-۴ اصول مدل شبه مودال ۱۱۲
- ۲-۲-۴ مثال‌هایی از مدل شبه مودال ۱۲۰
- فصل ۵: بالانس و نابالانسی** ۱۲۷
- ۱-۵ نامیزانی در روتور صلب ۱۲۸
- ۱-۱-۵ نامیزانی استاتیکی و دینامیکی ۱۲۸
- ۲-۱-۵ نامیزانی استاتیکی و نامیزانی کوپلی ۱۳۰
- ۳-۱-۵ اثرات منفی ارتعاش ناشی از نامیزانی ۱۳۰
- ۴-۱-۵ نامیزانی مجاز در یک روتور صلب ۱۳۱
- ۲-۵ میدان بالانسینگ یک صفحه‌ای (بالانسینگ مودال) ۱۳۴
- ۱-۲-۵ روابط بین تحریک برخوردی، نامیزانی و بردار ارتعاش ۱۳۴
- ۲-۲-۵ رابطه خطی ۱۳۷
- ۳-۲-۵ شناسایی ضریب تأثیر ۱۳۷
- ۴-۲-۵ جرم اصلاحی ۱۳۸
- ۳-۵ بالانسینگ با روش ضریب مؤثر ۱۴۰
- ۴-۵ بالانسینگ مودال ۱۴۶
- ۵-۵ بالانس n -صفحه ای یا $(n+2)$ -صفحه ای؟ ۱۵۰
- ۱-۵-۵ مقایسه ۱۵۰
- ۲-۵-۵ تعداد صفحات تصحیح مورد نیاز جهت بالانس یونیورسال ۱۵۵
- ۳-۵-۵ عدد "۲" در روش $(n+2)$ -صفحه ای چیست؟ ۱۵۶
- ۶-۵ بالانس کردن روتور با یاتاقان‌های مغناطیسی ۱۶۰
- ۱-۶-۵ بالانس کردن با تحریک پیشرو (FF) ۱۶۰

- ۵-۶-۲ مورد مطالعه: کمپرسور گریز از مرکز با تکیه‌گاه‌های AMB ۱۶۵
- ۵-۷-۷ بالانس کردن بدون پالس‌های دوار ۱۶۷
- ۵-۷-۱ روشی با چهار راه‌اندازی ۱۶۷
- ۵-۷-۲ بالانسینگ با قرار دادن جرم آزمون در گام فازی منظم ۱۷۱
- ۵-۸-۸ حل بالانس دو صفحه‌ای ۱۷۲
- ۵-۸-۱۱ اصول محاسبه ۱۷۲
- ۵-۸-۲ بالانسینگ درون‌فازی و برون‌فازی ۱۷۴
- فصل ۶: اثر ژيروسکوپ در ارتعاشات روتور ۱۷۹
- ۶-۱-۱ دینامیک روتور ۱۸۰
- ۶-۲-۱ گشتاور ژيروسکوپی و حرکت روزه بالا ۱۸۲
- ۶-۲-۱-۱ گشتاور ژيروسکوپی ۱۸۲
- ۶-۲-۲-۱ حل معادله حرکت چرخشی روزه بالا ۱۸۴
- ۶-۳-۱ ارتعاش طبیعی سیستم روتور ۱۸۵
- ۶-۳-۱-۱ فرکانس طبیعی چرخشی ۱۸۵
- ۶-۳-۲-۱ تأثیر ضریب ژيروسکوپ ۱۸۸
- ۶-۳-۳-۱ محاسبه فرکانس طبیعی چرخش در سیستم روتور چند درجه آزادی ۱۸۹
- ۶-۴-۱ ارتعاش نابالانس و تشدید ۱۹۱
- ۶-۴-۱-۱ شرایط برای تشدید نامیزانی و سرعت بحرانی ۱۹۱
- ۶-۴-۲-۱ منحنی‌های تشدید برای ارتعاش نابالانس ۱۹۳
- ۶-۴-۳-۱ محاسبه سرعت بحرانی سیستم روتور چند درجه آزادی ۱۹۵
- ۶-۵-۱ ارتعاش و تشدید با تحریک پایه ۱۹۶

- ۱-۵-۶ شرایط تشدید ۱۹۶
- ۲-۵-۶ حل ارتعاش اجباری برای تحریک پایه ۱۹۷
- ۳-۵-۶ منحنی‌های تشدید و مسیرهای چرخشی ۲۰۰
- ۶-۶ ارتعاش عبور ساچمه و تشدید ناشی از نقص‌های بلبرینگ ۲۰۴
- ۱-۶-۶ مشخصات بلبرینگ ۲۰۴
- ۲-۶-۶ تحریک با فرورفتگی روی رینگ خارجی ۲۰۵
- ۳-۶-۶ تحریک با یک فرورفتگی در رینگ داخلی ۲۰۶
- ۴-۶-۶ شرایط تشدید ۲۰۷
- ۵-۶-۶ مطالعه: درایو هارد دیسک (HDD) ۲۰۸
- فصل ۷: محاسبه تقریبی مقادیر ویژه سیستم‌های روتور-یاتاقان ۲۱۱**
- ۱-۷ معادله حرکت برای سیستم روتور یک درجه آزادی ۲۱۲
- ۲-۷ مشخصه‌های ارتعاش سیستم روتور با تکیه‌گاه‌های متقارن ۲۱۴
- ۱-۲-۷ فرکانس‌های طبیعی یک سیستم بسته ۲۱۴
- ۲-۲-۷ اثرات پارامترهای سیستم غیر بسته ۲۱۵
- ۳-۲-۷ بررسی پارامتر ۲۱۸
- ۳-۷ فرکانس‌های طبیعی روتور با یاتاقان‌های ناهمسانگرد ۲۲۰
- ۱-۳-۷ فرکانس طبیعی یک سیستم بسته ۲۲۰
- ۲-۳-۷ چرخش بیضوی سیستم بسته ۲۲۱
- ۳-۳-۷ تأثیر اثر ژيروسکوپ ۲۲۳
- ۴-۳-۷ شکل مسیر چرخش بیضوی ۲۲۴
- ۵-۳-۷ اثرات پارامترهای سیستم باز ۲۲۶
- ۶-۳-۷ بررسی پارامتر ۲۲۹

- ۴-۷ مشخصات ارتعاش یک روتور جفکات..... ۲۳۱
- ۱-۴-۷ معادله حرکت..... ۲۳۱
- ۲-۴-۷ مشخصات ارتعاش..... ۲۳۲
- ۳-۴-۷ تحلیل مد حقیقی..... ۲۳۴
- ۴-۴-۷ تحلیل مد مختلط..... ۲۳۵
- ۵-۷ تحلیل مشخصات ارتعاش نابالانس..... ۲۳۷
- ۱-۵-۷ معادله حرکت..... ۲۳۷
- ۲-۵-۷ ارتعاش نابالانس یک سیستم روتور با تکیه‌گاه همسان‌گرد..... ۲۳۷
- ۳-۵-۷ ارتعاش نابالانس روتور با یاتاقان‌های ناهمسان‌گرد..... ۲۳۹
- ۶-۷ مورد مطالعه: ارتعاشات روتور تحت‌الشدید با یاتاقان‌های استوانه‌ای..... ۲۴۰
- ۱-۶-۷ نمودار سرعت بحرانی..... ۲۴۱
- ۲-۶-۷ ارزیابی مقادیر ویژه مختلط و مدار Q ۲۴۲
- ۳-۶-۷ ریشه لوسی..... ۲۴۳
- ۴-۶-۷ منحنی‌های تشدید برای ارتعاش نابالانس..... ۲۴۴
- فصل ۸: ارزیابی سیستم روتور با استفاده از مشخصه‌های حلقه باز..... ۲۴۷
- ۱-۸ تحلیل حلقه باز سیستم یک درجه آزادی..... ۲۴۸
- ۱-۱-۸ پاسخ فرکانس حلقه باز سیستم یک درجه آزادی..... ۲۴۸
- ۲-۱-۸ اندازه‌گیری پاسخ فرکانس حلقه باز..... ۲۵۷
- ۲-۸ پاسخ فرکانسی حلقه باز مودال..... ۲۵۸
- ۱-۲-۸ مدل مودال..... ۲۵۸
- ۲-۲-۸ پاسخ فرکانسی حلقه باز مودال..... ۲۶۰
- ۳-۸ پاسخ فرکانس حلقه باز روتور جفکات..... ۲۶۴

- ۸-۳-۱ سری‌های کوپلینگ و تابع پیش فاز..... ۲۶۴
- ۸-۳-۲ پاسخ فرکانسی حلقه باز..... ۲۶۶
- ۸-۳-۳ فرکانس بهره متقاطع و حاشیه فاز..... ۲۶۶
- ۸-۳-۴ دقت حل‌های تقریبی..... ۲۶۹
- ۸-۳-۵ میرایی بهینه..... ۲۷۱
- ۸-۳-۶ پاسخ فرکانسی..... ۲۷۵
- فصل ۹: ارتباط بین دستگاه مرجع لخت و چرخان..... ۲۷۹
- ۹-۱-۱ شکن موج‌های ارتعاش (جابجایی و تنش ناشی از کرنش)..... ۲۸۰
- ۹-۲-۱ فرکانس‌های طبیعی..... ۲۸۲
- ۹-۳-۱ شرایط تشدید..... ۲۸۳
- ۹-۴-۱ نمایش معادله حرکت..... ۲۸۴
- ۹-۴-۱-۱ گشتاور ژیروسکوپ و نیروی کوریولیس..... ۲۸۴
- ۹-۴-۲ مورد مطالعه: فن چند پره‌ای (فن بادسام)..... ۲۸۷
- فصل ۱۰: تحلیل ارتعاش سیستم‌های پره‌ای و پروانه‌ای..... ۲۹۳
- ۱۰-۱-۱ فرکانس‌های طبیعی سیستم‌های دوار..... ۲۹۴
- ۱۰-۱-۱-۱ فرکانس‌های طبیعی دیسک نازک..... ۲۹۴
- ۱۰-۱-۲ فرکانس‌های طبیعی پره‌ها..... ۲۹۹
- ۱۰-۱-۳ تحلیل ارتعاش سیستم‌های با ساختار چرخه‌ای متقارن..... ۳۰۱
- ۱۰-۱-۴ تحلیل کلی ارتعاش پره‌ها و پروانه‌ها در دستگاه مرجع چرخان..... ۳۰۹
- ۱۰-۲-۱ ارتعاش و تشدید پره‌ها و پروانه‌ها..... ۳۱۰
- ۱۰-۲-۱-۱ شرایط ارتعاش محور کوپل شده با پره..... ۳۱۰
- ۱۰-۲-۲ مدهای ارتعاش طبیعی پره‌ها و چرخ پره‌ها..... ۳۱۲

- ۳-۲-۱۰ نیروهای خارجی مؤثر بر پره‌ها و پروانه‌ها..... ۳۱۲
- ۴-۲-۱۰ شرایط تشدید پره‌ها..... ۳۱۳
- ۵-۲-۱۰ ضابطه تشدید پره: نمودار کمپل..... ۳۱۷
- ۶-۲-۱۰ مورد مطالعه: تشدید در پره‌های پروانه کمپرسور گریز از مرکز..... ۳۲۲
- ۳-۱۰ ارتعاش تحریک شده پره/پروانه در قسمت ساکن..... ۳۲۶
- ۱-۳-۱۰ اختلاف در روش‌های تحریک و شرایط تشدید..... ۳۲۶
- ۳-۱۰ نمایش ارتعاش پره‌ها و پروانه‌ها در یک دستگاه مرجع لخت..... ۳۲۶
- ۳-۳-۱۰ شرایط تشدید ۱..... ۳۲۹
- ۴-۳-۱۰ شرایط تشدید ۲..... ۳۳۰
- فصل ۱۱: مسائل پایداری در سیستم‌های روتوری..... ۳۳۱**
- ۱-۱۱ ارتعاش نابالانس ناشی از میرایی داخلی روتور..... ۳۳۲
- ۲-۱-۱۱ شرایط پایداری..... ۳۳۳
- ۳-۱-۱۱ تحلیل پایداری..... ۳۳۴
- ۲-۱۱ ارتعاش ناپایدار یک سیستم روتور نامتقارن..... ۳۳۸
- ۱-۲-۱۱ معادله حرکت..... ۳۳۸
- ۲-۲-۱۱ مسائل کلی ارتعاش در یک شفت دوار نامتقارن..... ۳۴۰
- ۳-۲-۱۱ شبیه‌سازی ارتعاش روتور نامتقارن..... ۳۴۷
- ۳-۱۱ ارتعاش ناشی از خمیدگی حرارتی توسط اصطکاک تماسی..... ۳۵۱
- ۱-۳-۱۱ خمیدگی حرارتی..... ۳۵۱
- ۲-۳-۱۱ مدل انحراف حرارتی..... ۳۵۳
- ۳-۳-۱۱ تحلیل پایداری..... ۳۵۴
- ۴-۳-۱۱ تفسیر فیزیکی پایداری..... ۳۵۶

۳-۱۱-۵	شبیه‌سازی خمش حرارتی ایجاد کننده ارتعاش	۳۵۷
۴-۱۱	ارتعاش ناشی از خمش حرارتی روتور مجهز شده به یاتاقان مغناطیسی	۳۶۰
۴-۱۱-۱	مدل خمش حرارتی	۳۶۰
۴-۱۱-۲	تحلیل پایداری	۳۶۲
۴-۱۱-۳	تفسیر فیزیکی پایداری	۳۶۴
۴-۱۱-۴	شبیه سازی خمش حرارتی ایجاد کننده ارتعاش	۳۶۵
فصل ۱۲:	نامه تحلیل ارتعاش روتور MyROT	۳۶۷
۱۲-۱	اطلاعات در سیستم‌های روتوری	۳۶۸
۱۲-۱-۱	ترسیم و سته‌سازی روتور	۳۶۸
۱۲-۲-۱	سازمندی اطلاعات یک سیستم روتور	۳۷۰
۱۲-۲	ماتریس‌ها	۳۷۳
۱۲-۲-۱	ماتریس‌ها در سیستم اصلی	۳۷۳
۱۲-۲-۲	ماتریس‌های کاهش یافت در روش توان	۳۷۴
۱۲-۲-۳	ماتریس‌ها در مدل‌های ترکیب	۳۷۷
۱۲-۳	تحلیل مطابق با دستورات کاربر	۳۸۰
۱۲-۳-۱	منوی تحلیل	۳۸۰
۱۲-۳-۲	مثال‌های تحلیل	۳۸۲
۱۲-۳-۳	صفحه EDIT	۳۸۷
	ضمیمه‌ها	۳۸۹
	ضمیمه الف: معادله حرکت مودال تقریبی	۳۸۹
	ضمیمه ب: تأثیرات متغیرهای سیستم باز	۳۹۳

نمایه ۳۹۵

مراجع ۴۰۳

www.ketab.ir

پیش گفتار مترجم

مبحث تئوری ارتعاشات یکی از جالب‌ترین و در عین حال پیچیده‌ترین بحث‌ها مهندسی مکانیک است. به جرأت می‌توان گفت تسلط بر بحث ارتعاشات، مستلزم تسلط بر بحث‌های دیگر مکانیک از قبیل استاتیک، دینامیک و... است. در این کتاب در زمینه ارتعاشات ماشین‌آلات در تا حد امکان بحث توسعه یافته و جنبه‌های مختلف آن مورد بررسی قرار می‌گیرد. بحثی که شده بر اساس منابع کاربردی و معتبر ارتعاشات و آخرین یافته‌ها و دستاوردهای علمی و صنعتی تهیه شده است. مطالب به گونه‌ای تنظیم شده که دید وسیع و خوبی نسبت به موضوع حاصل شود. استفاده از مطالب کاربردی از ویژگی‌های این کتاب است.

این کتاب با توضیح و بررسی ارتعاشات یک درجه آزادی ویژه مبتدیان آغاز شده، و در ادامه با مبحث سیستم‌های چنددرجه آزادی می‌پردازد. سپس مدل‌سازی ترکیب مد، با هدف کاهش درجه سیستم معرفی می‌شود که در رفتار روتور کمک می‌کند. روش‌های بالانس روتورهای صلب و انعطاف‌پذیر نیز با کمک بحث مثال معرفی شده‌اند؛

علاوه بر این، ارتعاشات شفت دوار و پره‌های نصب شده بر روی آن در دستگاه مرجع بحث، و با در نظر گرفتن نیروی کوریولیس در دستگاه مرجع پرخان، مورد تحلیل قرار می‌گیرد. همچنین عواملی از جمله: مشخصه‌های پایداری ناشی از میرایی روتور، ناشی از بودن شفت (نامیزانی جرمی) و نامیزانی حرارتی در این دو دستگاه مرجع ارزیابی می‌شوند.

در ترجمه این کتاب سعی بر آن بوده است که علاوه بر ارائه متنی رسیده و بلیغ از واژه‌های فنی-مهندسی رایج استفاده شود. امید است این کتاب برای دانشجویان رشته مهندسی و اساتید محترم دانشگاه مفید واقع شود.

شایسته است از زحمات خانم رضوان کشاورز در ویرایش این اثر قدردانی و تشکر بعمل آوریم. در ضمن خوانندگان می‌توانند از طریق رایانامه Mr.S.Saham@gmail.com نظرات و پیشنهادات ارزنده خود را با ما در میان بگذارند.

با تشکر

دکتر فرزاد ابراهیمی (عضو هیئت علمی دانشگاه بین المللی امام خمینی (ره))

مهندس سید سام سهام (فارغ‌التحصیل مهندسی مکانیک-دانشگاه بین المللی امام خمینی (ره))