

بسم الله الرحمن الرحيم

روشهای طراحی مهندسی

مفاهیم، راهبردها و رهیافت‌های سازمان یافته

ترجمه و تدوین

دکتر محسن رضائیان

عضو هیئت علمی دانشگاه صنعتی امیرکبیر

تابستان ۱۳۸۷

مدرسنامه
عنوان و نام پدیدآور: ر. سه‌لای طراحی مهندسی، مفاهیم، راهبردها و رهیافت‌های سازمان یافته /
ترجمه و تدوین: محسن رضائیان
مشخصات نشر: تهران: دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران): ۱۳۸۷.
مشخصات ظاهری: ۵۶۹ ص.: مصور، جدول، نمودار.
شابک 978-964-463-355-3

وضعیت فهرست‌سی: فبا.
نمادداشت: ص: خ: انگلیسی.
M.Rezaeian, Engineering Design Method Concepts Strategies and
Systematic Approaches

پادداشت: کتابخانه.
پادداشت: وازه نامه.
موضوع: طراحی -- مهندسی.
شماسه افزوده: دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران). مرکز نشر.
رده‌بندی کنگره: TA ۱۷۲/۶۹۱۳۰۱
رده‌بندی دیوینی: ۶۲۰/۰۰۲
نماد کتابشناسی ملی: ۱۲۲۷۳۱۱

این کتاب در جلسه مورخ ۸۵/۷/۲۵ شورای چاپ و
نشر دانشگاه صنعتی امیرکبیر به تصویب رسید.



انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر
(پلی تکنیک تهران)

عنوان کتاب: روشهای طراحی مهندسی (مفاهیم، راهبردها و رهیافت‌های سازمان یافته)

ترجمه و تدوین: دکتر محسن رضائیان

ناشر: انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)

لیتوگرافی، چاپ و صحافی: انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)

چاپ اول: تابستان ۱۳۸۷

تیراژ: ۵۰۰ نسخه

قیمت: ۱۱۰۰۰ تومان

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۴۶۳-۳۵۵-۳

تلفن مرکز پخش: ۶۶۲۹۸۸۶۸

ISBN: 978-964-463-355-3

آدرس: خیابان ولی عصر، رویروی خیابان بزرگمهر، فروشگاه کتاب مرکز نشر دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)

حق چاپ برای ناشر محفوظ است

روشهای طراحی مهندسی

فهرست مندرجات

پیشگفتار

بخش اول: روش شناسی

فصل ۱ ماهیت طراحی

- ۱-۱ مقدمه ۳
- ۱-۲ اهداف در طراحی ۵
- ۱-۳ چرا به روشهای جدید طراحی نیاز است؟ ۶

فصل ۲ روشها و راهبردها در طراحی مهندسی

- ۲-۱ مقدمه ۱۱
- ۲-۲ مروری کلی بر روشهای جدید طراحی ۱۱
- ۲-۳ طراحی بعنوان یک فرآیند سه مرحله ای ۱۲
- ۲-۳-۱ جستجوی همه جانبه در شناخت وضعیت موجود ۱۳
- ۲-۳-۲ ایجاد تغییرات ۱۵
- ۲-۳-۳ جستجو و انتخاب راه حل ۱۵
- ۲-۴ دستاوردهای تجزیه عملیات طراحی ۱۷
- ۲-۵ راهبردها در طراحی ۱۷
- ۲-۶ روشهای نوین طراحی مهندسی ۲۰
- ۱ روشهای راهبردی پیش ساخته ۲۱
- ۲ روشهای کنترل راهبرد ۲۵
- ۳ روشهای شناخت وضعیت طرح ۲۶
- ۴ روشهای ایده یابی ۳۱
- ۵ روشهای مکاشفه ساختار مسئله ۳۳

۳۳	۶ روشهای ارزیابی
۳۴	۷-۲ انتخاب روشهای طراحی
۳۹	۸-۲ خلاصه و جمع بندی

فصل ۳ فرآیند طراحی سامانه

۴۱	۳-۱ مقدمه
۴۱	۳-۲ طراحی مفهومی با نگرش فراگیر در تامین اهداف کلی
۴۲	۳-۲-۱ الزامات عملکرد سامانه
۴۴	۳-۲-۲ الزامات نگهداری و تامین تداوم عملکرد سامانه
۴۵	۳-۳ طراحی اولیه سامانه
۴۷	۳-۴ مدلسازی برای ارزیابی و بهینه یابی
۴۹	۳-۵ طراحی تفصیلی
۵۰	۳-۶ الزامات طراحی تفصیلی
۵۲	۳-۷ ارزیابی سامانه
۵۳	۳-۸ طبقه بندی نقشه های مهندسی

فصل ۴ روشهای افزایش خلاقیت

۵۵	۴-۱ مقدمه
۵۷	۴-۲ تعریف ابداع
۵۷	۴-۳ خصوصیات افراد خلاق
۶۰	۴-۴ روش عمومی ابداع و اختراع
۶۰	۴-۵ تقسیم بندی ویژگیهای اختراعات
۶۱	۴-۶ عادت
۶۲	۴-۷ تجارب در شکستن عادت
۶۳	۴-۸ طوفانی کردن ذهن

- ۶۴ ۹-۴ معکوس نمودن
- ۶۴ ۱۰-۴ تشابه یابی
- ۶۵ ۱۱-۴ قدرت تجسم در جانشینی
- ۶۵ ۱۲-۴ آروز و خیال پروری
- ۶۶ ۱۳-۴ جدول مورفولوژی یا ترکیب امکانات راه حل‌های جدید
- ۶۸ ۱۴-۴ انگیزش خلاقیت

- ۶۸ ۱-۱۴-۴ کار گروهی
- ۶۹ ۲-۱۴-۴ اطلاعات وسیع در مورد مسأله
- ۶۹ ۳-۱۴-۴ محیط سازنده
- ۶۹ ۴-۱۴-۴ تعلیق قضاوت
- ۷۰ ۵-۱۴-۴ الزامات کار گروهی در طراحی
- ۷۲ ۱۵-۴ جمع بندی و توصیه
- ۷۴ مسائل

فصل ۵ شیوه درخت تقسیم و اشتقاق

- ۸۳ ۱-۵ درخت نیازها
- ۸۶ ۱-۱-۵ ارتباطات و استنادات
- ۸۸ ۲-۱-۵ خلاصه نکات اساسی
- ۸۹ ۳-۱-۵ رویکرد بالا به پایین
- ۹۱ ۲-۵ تجزیه و تحلیل ارزشها
- ۹۲ ۱-۲-۵ مطالعه یک مسئله
- ۹۸ ۲-۲-۵ کمیت مواد
- ۹۸ ۳-۲-۵ خصوصیات مورد نیاز
- ۱۰۳ ۴-۲-۵ محدودیتهای موجود بر روش ارزش گذاری

فصل ۶ برنامه ریزی پروژه

- ۱۰۵ ۱-۶ مقدمه
- ۱۰۷ ۲-۶ نمودار پیشرفت پروژه
- ۱۱۰ ۳-۶ روش مسیر بحرانی
- ۱۱۶ مسائل

فصل ۷ تصمیم گیری

- ۱۱۹ ۱-۷ مقدمه
- ۱۲۰ ۲-۷ تصمیم گیری از دیدگاه روانشناسی
- ۱۲۳ ۳-۷ ویژگیهای اصلی یک مسئله تصمیم گیری
- ۱۲۴ ۴-۷ تئوری کارائی
- ۱۲۵ ۵-۷ تصمیم گیری بر مبنای حصول نتایج احتمالی
- ۱۲۶ ۶-۷ تصمیم گیری بر مبنای حصول نتایج با احتمال نامعلوم
- ۱۲۸ ۷-۷ کارائی
- ۱۳۲ ۸-۷ آرایه تصمیم گیری
- ۱۳۷ ۹-۷ درخت تصمیم
- ۱۳۹ ۱۰-۷ فرآیند سلسله مراتبی AHP
- ۱۴۲ ۷-۱۰-۱ مراحل شیوه AHP در حصول آرایه تصمیم گیری
- ۱۵۰ مسائل

فصل ۸ روشهای انتخاب مواد

- ۱۵۳ ۱-۸ مقدمه
- ۱۵۴ ۲-۸ تشخیص نا کارآمدیها در گزینش اولیه مواد
- ۱۵۶ ۱-۲-۸ تجزیه و تحلیل الزامات عملکرد مواد
- ۱۵۸ ۲-۲-۸ روشهای کمی سنجی در انتخاب اولیه

- ۱۵۹ ۸-۲-۱ روش محدوده های خواص مواد
- ۱۶۰ ۸-۲-۲ روش هزینه ویژه خواص مواد
- ۱۶۱ ۸-۲-۳ روش انشبی
- ۱۶۳ ۸-۲-۴ روش دارجی
- ۱۶۴ ۸-۳ روشهای تشکیل معیارهای مقایسه ای
- ۱۶۴ ۸-۳-۱ روش توزین خواص
- ۱۶۵ ۸-۳-۲ رهیافت منطق رقمی
- ۱۶۶ ۸-۳-۳ معیار نسبی عملکرد
- ۱۶۸ ۸-۴ مثالی در انتخاب ماده
- ۱۶۸ ۸-۴-۱ الزامات عملکردی ماده
- ۱۶۹ ۸-۴-۲ گزینش اولیه مواد
- ۱۷۰ ۸-۴-۳ مقایسه راه حلها
- ۱۷۳ ۸-۴-۴ انتخاب راه حل بهینه
- ۱۷۵ ۸-۵ جایگزینی مواد
- ۱۷۵ ۸-۵-۱ روش پو
- ۱۷۶ ۸-۵-۲ تجزیه و تحلیل هزینه و منافع
- ۱۷۸ ۸-۶ مطالعه ای در جایگزینی مواد

فصل ۹ مدل سازی ریاضی و بهینه سازی

- ۱۸۱ ۹-۱ مقدمه
- ۱۸۴ ۹-۲ بهینه یابی به روش حساب دیفرانسیل (مشتق گیری)
- ۱۸۹ ۹-۲-۱ کاهش تعداد متغیرها
- ۱۹۰ ۹-۳ ضرایب لاگرانژ
- ۱۹۱ ۹-۳-۱ حالت کلی شیوه ضرایب لاگرانژ
- ۱۹۲ ۹-۴ روشهای جستجوی عددی

۱۹۳	۹-۴-۱ روشهای عددی برای مسائل یک متغیره
۱۹۳	۹-۴-۱-۱ روش جستجوی یکنواخت
۱۹۴	۹-۴-۱-۲ روش جستجو با زوج نقاط متساوی الفاصله
۱۹۵	۹-۴-۱-۳ روش جستجو با زوج نقاط در تقسیمات متوالی
۱۹۶	۹-۴-۱-۴ روش فیبوناچی
۱۹۷	۹-۴-۱-۵ روش تقسیمات طلانی
۱۹۸	۹-۴-۱-۶ مقایسه روشها
۱۹۸	۹-۴-۲ روشهای عددی برای مسائل چند متغیره
۱۹۹	۹-۴-۱-۲ روش جستجوی مختصاتی
۲۰۰	۹-۴-۲-۲ روش تغییرات نوبتی
۲۰۱	۹-۴-۲-۳ روش بزرگترین شیب
۲۰۳	۹-۵ برنامه ریزی خطی
۲۰۸	۹-۵-۱ الگوریتم سیمپلکس
۲۱۱	۹-۶ برنامه ریزی هندسی
۲۱۶	مسائل
	فصل ۱۰ تحلیل اقتصادی
۲۲۱	۱۰-۱ مقدمه
۲۲۱	۱۰-۲ فرمولهای بهره
۲۲۲	۱۰-۳ بهره مرکب
۲۲۸	۱۰-۴ مقایسه هزینه‌ها
۲۳۱	۱۰-۵ تورم
۲۳۳	۱۰-۶ استهلاک
۲۳۶	مسائل

فصل ۱۱ احتمالات و آمار مهندسی

۲۴۱	۱-۱۱ مقدمه
۲۴۲	۲-۱۱ تئوری احتمال
۲۴۳	۳-۱۱ احتمال وقوع یک حادثه
۲۴۷	۴-۱۱ نمونه برداری
۲۴۷	۵-۱۱ توزیع فراوانی
۲۵۱	۶-۱۱ شاخص تعیین تمایل مرکزی و پراکندگی
۲۵۴	۷-۱۱ توزیع نرمال
۲۵۷	۸-۱۱ آزمایش تطبیق پذیری نتایج با منحنی نرمال
۲۵۸	۹-۱۱ توزیع میانگین نمونه ها
۲۶۰	۱۰-۱۱ توزیع فراوانی ویبال
۲۶۳	۱۱-۱۱ آزمون تطبیق نتایج با توزیع ویبال
۲۶۴	۱۲-۱۱ توزیع نمایی
۲۶۵	۱۳-۱۱ توزیع باینومیل
۲۶۵	۱۴-۱۱ توزیع پواسون
۲۶۶	۱۵-۱۱ تجزیه و تحلیل رگرسیون
۲۶۷	۱۶-۱۱ روش حداقل مربعات
۲۶۹	۱۷-۱۱ کاربرد آمار برای تحلیل نتایج آزمایشات
۲۷۲	مسائل

فصل ۱۲ قابلیت اطمینان

۲۷۵	۱-۱۲ مقدمه
۲۷۵	۲-۱۲ تعریف قابلیت اطمینان
۲۷۷	۳-۱۲ تابع قابلیت اطمینان
۲۷۹	۴-۱۲ آهنگ از کار افتادن

۲۸۱	۱۲-۵ قابلیت اطمینان سامانه ساده در وابستگی به اجزاء
۲۸۸	۱۲-۶ قابلیت اطمینان سامانه پیچیده در وابستگی به اجزاء
۳۰۰	۱۲-۷ تحلیل حالتهای شکست و اثرات آنها
۳۰۲	۱۲-۸ دسترس پذیری
۳۰۳	۱۲-۹ تئوری تداخل
۳۰۸	۱۲-۱۰ بررسی آماری ضریب ایمنی بر اساس قابلیت اطمینان
۳۱۳	مسائل

فصل ۱۳ فاکتورهای انسانی

۳۲۱	۱۳-۱ مقدمه
۳۲۲	۱۳-۲ الزامات فاکتورهای انسانی
۳۲۳	۱۳-۲-۱ فاکتورهای ابعادی
۳۲۶	۱۳-۲-۲ فاکتورهای تأثیرات حسی
۳۳۰	۱۳-۲-۳ فاکتورهای فیزیکی
۳۳۴	۱۳-۲-۴ فاکتورهای روانی
۳۳۷	۱۳-۳ تجزیه و تحلیل فاکتورهای انسانی
۳۳۷	۱۳-۳-۱ نمودار توالی عملیات
۳۳۸	۱۳-۳-۲ تجزیه و تحلیل جزئیات عملیات
۳۳۹	۱۳-۳-۳ تجزیه و تحلیل خطاهای محتمل در انجام عملیات
۳۳۹	۱۳-۳-۴ تجزیه و تحلیل ایمنی و خطر

بخش دوم: پروژه های نمونه بر اساس روش طراحی سازمان یافته

۳۴۳	مقدمه ای بر بخش دوم
-----	---------------------

شناخت نیاز ، تعریف مسأله ، تعیین مشخصات طرح و ساختار عملکرد بهینه ،
بهینه یابی مفهومی ، طراحی اولیه بهینه ، بهینه یابی ابعادی طرح کلی

فصل ۱۴

۳۴۹ پروژه شماره ۱ : دستگاه پرچکاری لنت ترمز

فصل ۱۵

۳۷۷ پروژه شماره ۲ : قید و بند فرزکاری

فصل ۱۶

۳۹۹ پروژه شماره ۳ : ماشین پوشش بودر

فصل ۱۷

۴۲۷ پروژه شماره ۴ : دستگاه آزمایشگاهی جوشش و مبعان

فصل ۱۸

۴۵۵ پروژه شماره ۵ : دستگاه نوار جمع کن

فصل ۱۹

۴۷۹ پروژه شماره ۶ : دستگاه چای دم کنی

فصل ۲۰

۵۰۹ پروژه شماره ۷ : تلمبه خودکار تخلیه آب

پیوست

۵۳۵

فهرست مراجع کتاب

۵۴۹

واژه نامه

۵۵۱

فهرست راهنما

۵۶۳

پیشگفتار

کتاب حاضر برگرفته از تالیفات در زمینه روش شناسی طراحی و در راستای پاسخگویی نیازهای مهندسی و مبتنی بر روشهای نوین راهبردها و رهیافتهای سازمان یافته می باشد . با مروری بر نگرشهای صاحب نظران فن ، طراحی مهندسی به عنوان یک فرایند و آمیخته ای از هنر ، علم و ریاضیات مورد توجه قرار دارد که صرفا با تجزیه مراحل آن و شناسائی فعالیتهای ضروری و در پی آن کمیت سنجی عوامل مربوطه می توان فعالیتی متناسب و خلاق در ایجاد هر آن چیز جدید و مفید و مورد مکاشفه به عنوان امکانات نهفته در آینده نائل آمد .

در بخش نخست کتاب ، مفاهیم و روشهای اساسی در ۱۳ فصل و مشتمل بر عناوین زیر شکل گرفته است :

آشنائی با روشها و راهبردها در طراحی مهندسی ، فرآیند طراحی سامانه ، روشهایی برای افزایش خلاقیت ، شیوه های درخت اشتقاق و جدول تقسیمات ، برنامه ریزی پروژه ، تصمیم گیری ، روشهای انتخاب مواد ، مدلسازی ریاضی و بهینه سازی ، تحلیل اقتصادی ، احتمالات و آمار مهندسی ، قابلیت اطمینان ، فاکتورهای انسانی .

در بخش دوم ، تعداد ۷ پروژه نمونه طراحی سازمان یافته برای سامانه های تکنیکی به منظور آشنائی بیشتر با روش کار ارائه شده است . برای هر یک از پروژه ها یک فصل اختصاص یافته و الگوی ثابتی از مراحل فرآیند طراحی در قالب و شکلهای مسائل گوناگون مهندسی مکانیک تکرار شده است تا تمرین و فهم همه جانبه ای در چارچوب کسب مهارت برای خواننده فراهم شود . مراحل فرآیند با عناوین زیر ، ترتیب فعالیتهای مقرر می نماید :

شناخت نیاز ، تعریف مسئله ، تعیین مشخصات طرح ، تبیین ساختار عملکرد ، بهینه یابی مفهومی ، طراحی اولیه ، بهینه سازی و ارائه طرح کلی .

به امید آن که این مکتوب نقشی هر چند کوچک در ترویج و نهادینه شدن روشهای مناسبتر برای مهندسان طراح به ویژه در رشته مهندسی مکانیک ایفا نماید .

محسن رضائیان