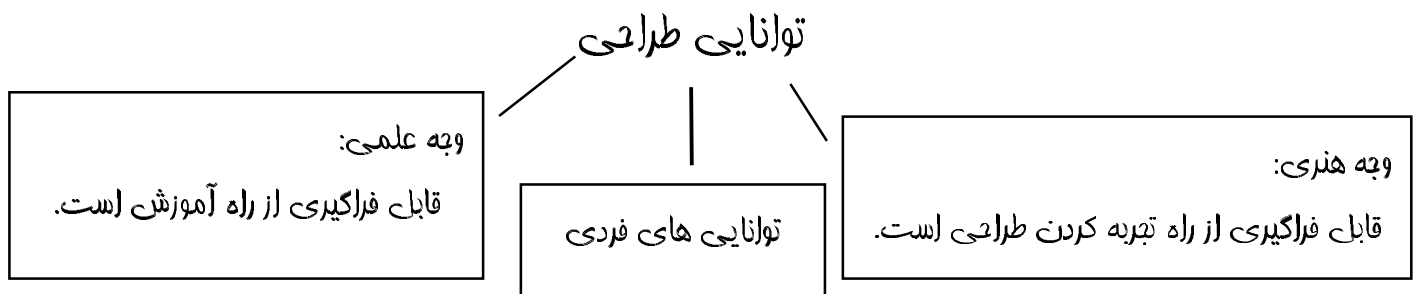
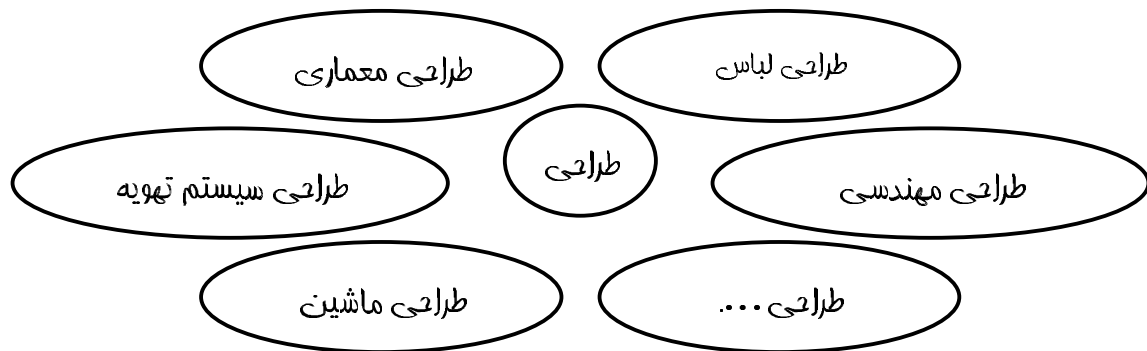


▪ طراحی:

فلاقیت، ابتکار و هنر برای پاسخگویی مطمئن به نیازهایی مشخص که قبلاً از بدان پاسخ داده نشده است یا از راه دیگری پاسخ داده شده است.



▪ مهندسی:

هنر بکارگیری منابع انرژی و ذخایر طبیعی برای رفع نیازها و تامین رفاه انسان

▪ طراحی مهندسی:

رویه ای برای تبدیل ایده ها، فلاقیت ها و ابتکارات به وسیله ای که پاسخگوی نیازهای مشخص باشد.

▪ ماشین:

ترکیبی از اجزاء مختلف برای تبدیل یا استفاده از منابع انرژی و انتقال نیرو یا حرکات برای مقصودی خاص

▪ طراحی ماشین:

هنر خلق یا بهبود یک سیستم مکانیکی با کارکرد مطمئن و قابل اعتماد برای کاربردی خاص

▪ سیستم مکانیکی:

مجموعه ای از اجزای ماشین که برای مقصودی گسترده تر از کارآیی هر یک از اجزاء آن طراحی شده است.

▪ طراحی اجزاء ماشین:

طراحی اجزای جداگانه تشکیل دهنده یک ماشین که در یک مجموعه با هم کار می کنند. مراحل کلی طراحی اجزای ماشین عبارتند از:

- ۱- انتخاب نوع مناسب اجزاء با توجه به کارکرد آن در ماشین
- ۲- تعیین تقریبی ابعاد و اندازه های اجزا که به نظر مناسب می آیند
- ۳- ارزیابی عملکرد اجزاء ماشین نسبت به شرایط کار
- ۴- بازنگری و اصلاح ابعاد و اندازه ها تا دست یابی به ویژگی های مطلوب

❖ دو قدم آخر (وجه علمی طراحی) به سادگی توسط افرادی که مفاهیم پایه مهندسی را آموزش دیده اند برداشته می شود.

❖ دو قدم اول مشکل ترین قسمت کار است و قابل فراگیری از راه تجربه کردن طراحی است.

♦ الزامات و قیود طراحی:

هر طراحی شامل الزامات، قیود و ویژگیهایی است که با توجه به کاربری آن مشخص می گردد. این ویژگی ها بر طراحی اجزاء و گاهی بر روند طراحی کل سیستم تاثیر می گذارد. نمونه هایی از این ویژگی ها عبارتند از:

- مقاومت مکانیکی	- اصطکاک	- صدا
- قابلیت اعتماد	- قیمت	- ابعاد
- ویژگی های حرارتی	- روشن ساخت	- کنترل
- خوردگی	- اطمینان	- نگهداری
- سایش	- وزن	-

❖ در هر پروژه، الزامات خاصی مورد نظر هستند و باید آن موارد ارضا شوند و نمی توان کلیه الزامات را به همه پروژه ها عمومیت بخشید.

❖ کیفیت طراحی را می توان به کمک معیارها و موازینی مورد بررسی قرارداد که این معیارها برای ارزیابی بسیاری الزامات و قیود با هدف تضمین کیفیت طراحی وضع شده اند.

♦ اطمینان:

- ❖ قانون هامورابی (۱۰۰ سال قبل از میلاد): اگر معماری ساختمان بسازد و ساختمان ساخته شده فرار شود و باعث مرگ کسی شود، سازنده خانه محکوم به مرگ است!
- ❖ مثال: تست کشش ۱۰۰ نمونه میلگرد مشابه و همجنس، به شرط دقت و صحت در اندازه گیری ها، به ۱۰۰ تنش تسلیم یا استحکام نهایی متفاوت منجر خواهد شد!
- ❖ بنابراین: مقاومت مکانیکی یکی از مشخصه های ذاتی یک قطعه خاص است و مشخصه ذاتی مصالح نمی باشد و هیچیک از تنش های اندازه گیری شده نمی تواند مبنای طراحی قطعات قرار گیرد.

♦ ضریب اطمینان:

معمولاً مهندس طراح تنش را مبنای طراحی قرار می دهد که از تنش های اندازه گیری شده حاصله دارد. بر این اساس ضریب اطمینان به صورت زیر تعریف می شود.

$$F_s = \frac{\sigma}{\sigma_{\text{allowable working stress}}}$$

$F_s < 1$: طراحی ممکن است نامطمئن باشد! (ریسک بالا)
 $F_s > 1$: هر چه F_s بزرگتر باشد طراحی مطمئن تر است.

- ❖ توجه: امکان دسترسی طراح به مقادیر دقیق σ میسر نیست و معمولاً نتایج حاصل از آزمایش قطعات در شرایط استاندارد در دمای محیط (20°C) مد نظر قرار می گیرد.
- ❖ استفاده از ضریب اطمینان باعث کاهش ریسک ناشی از شرایط ناشناخته بارگذاری یا اطلاعات نامطمئن از خواص مکانیکی در روند طراحی می شود.

▪ تعیین مقدار ضریب اطمینان

- ❖ بر اساس تجربیات طراحی گذشته، ضریب اطمینان مناسب برای طراحی های آینده تعیین می شود.
- ❖ در عمل یک رویه قطعی برای تعیین ضریب اطمینان وجود ندارد اما رویه هایی ارائه شده است که در بسیاری از کاربردها مفید هستند.

F_s	Application
1.3-1.5	For use with highly reliable materials where loading and environmental conditions are not severe, and where weight is an important consideration.
1.5-2	For applications using reliable materials where loading and environmental conditions are not severe.
2-2.5	For use with ordinary materials where loading and environmental conditions are not severe.
2.5-3	For less tried and for brittle materials where loading and environmental conditions are not severe.
3-4	For applications in which material properties are not reliable and where loading and environmental conditions are not severe, or where reliable materials are to be used under difficult loading and environmental conditions.

▪ ضرایب اطمینان عمومی توصیه شده توسط Pugsley(1966)

$$F_s = F_{s_x} F_{s_y}$$

F_{s_x} : ضریب اطمینان براساس کیفیت طراحی، بهره برداری و شرایط نگهداری (ضرایب A,B,C)

F_{s_y} : ضریب اطمینان براساس اهمیت شرایط ایمنی و عوارض اقتصادی (ضرایب D,E)

Characteristic ^a	D=		
	ns	s	vs
E=ns	1.0	1.2	1.4
E=s	1.0	1.3	1.5
E=vs	1.2	1.4	1.6

^avs=very serious, s=serious and ns=not serious

D=danger to personnel

E=economic impact

Characteristic ^a		B=				
		vg	g	f	p	
A=vg	C = {	vg	1.1	1.3	1.5	1.7
		g	1.2	1.45	1.7	1.95
		f	1.3	1.6	1.9	2.2
		p	1.4	1.75	2.1	2.45
A=g	C = {	vg	1.3	1.55	1.8	2.05
		g	1.45	1.75	2.05	2.35
		f	1.6	1.95	2.3	2.65
		p	1.75	2.15	2.55	2.95
A=f	C = {	vg	1.5	1.8	2.1	2.4
		g	1.7	2.05	2.4	2.75
		f	1.9	2.3	2.7	3.1
		p	2.1	2.55	3.0	3.45
A=p	C = {	vg	1.7	2.15	2.4	2.75
		g	1.95	2.35	2.75	3.15
		f	2.2	2.65	3.1	3.55
		p	2.45	2.95	3.45	3.95

^avg=very good, g=good, f=fair and p=poor

A=quality of materials, workmanship, maintenance and inspection

B=control over load applied to part

C=accuracy of stress analysis, experimental data, or experience with similar parts

▪ مثال: کابل آسانسور یک سافتمان مسکونی:

ظرفیت : ۶ نفر با وزن متوسط

مبهم: گنجایش ۹ نفر را دارد. (امکان ۵۰٪ بار اضافی وجود دارد)

مجهز به سوئیچ اعلام خطر برای وزن اضافی؛ برای بیش از ۵۰٪ بار اضافی تنظیم شده است.

$$\left. \begin{array}{l} A: vg \\ B: p \\ C: vg \\ D: vs \\ E: vs \end{array} \right\} \Rightarrow \left. \begin{array}{l} F_{s_x} = 1.7 \\ F_{s_y} = 1.6 \end{array} \right\} F_s = F_{s_x} F_{s_y} = 2.72$$

❖ کمترین ضریب اطمینان توصیه شده برای کابلها توسط استاندارد ANSI A17.1(1978) و سایر

مراجع بر اساس کاربردهای خاص (شامل شرایط فستگی نمی شود)

Track cables	3.2	Passenger elevators, fpm:	
Guys	3.5	50	7.60
Mine shafts, ft:		300	9.20
Up to 500	8.0	800	11.25
1000-2000	7.0	1200	11.80
2000-3000	6.0	1500	11.90
Over 3000	5.0	Freight elevators, fpm:	
Hoisting	5.0	50	6.65
Haulage	6.0	300	8.20
Cranes and derricks	6.0	800	10.00
Electric hoists	7.0	1200	10.50
Hand elevators	5.0	1500	10.55
Private elevators	7.5	Powered dumbwaiters, fpm:	
Hand dumbwaiter	4.5	50	4.8
Grain elevator	7.5	300	6.6
		500	8.0

❖ توجه: در مواردی که ضرایب اطمینان توسط مراجع معتبر توصیه نشده است استفاده از ضرایب عمومی مناسب است.

♦ Redundancy:

طراحی باید به گونه ای باشد که اثرات از کار افتادگی اجزا، منجر به وقوع حوادث فاجعه بار نگردد.

❖ مثال:

- اگر به هر دلیلی میل گاردان خودروی سواری از گیربکس جدا شود باید منتظر چه حوادثی باشیم؟

- اگر به عللی لوله روغن ترمز پرخ سمت راست عقب صدمه ببیند چه پیش فواید آمد؟

- اگر کابل آسانسور صدمه دید چه حادثه ای رخ فواید داد؟

❖ یک طرح **Redundant** همیشه شامل اجزای اضافی است.

اجزای اضافی فعال: دو یا چند جزء زیر بار هستند اما در شرایط عادی فقط یک جزء مورد نیاز است.

اجزای اضافی غیر فعال: جزء اضافی غیر فعال در صورت صدمه دیدن جزء فعال وارد کار فواید شد.

❖ تمرین: سه نمونه از طرحهای **Redundant** را شناسایی نمایید.

♦ قابلیت اعتماد Reliability :

سؤال: با توجه به تعریف ضریب اطمینان، نتایج به چه میزانی قابل اعتماد است؟

$$F_s = \frac{\sigma}{\sigma_{\text{allowable working stress}}} = \frac{\text{مداکثر بار قابل تحمل}}{\text{بار وارده در شرایط طراحی}}$$

▪ **مداکثر بار قابل تحمل مصالح مهندسی:**

❖ مواد دارای خواص مکانیکی قطعی (**deterministic material**):

اغلب فلزات و اکثر روشهای تولید آنها منجر به تولید قطعاتی می شود که با توجه به نتایج آزمایش های متعدد می توان مداکثر بار قابل تحمل را با قطعیت بالایی تعیین نمود.

❖ مواد دارای خواص مکانیکی احتمالی (**probabilistic material**):

برای بعضی از مصالح فلزی و بسیاری از مصالح غیر فلزی مثل لاستیک ها، پلاستیک ها و سرامیک ها، امکان تعیین مقداری مشخص برای مداکثر بار قابل تحمل میسر نیست، در این شرایط فقط می توان گفت:

به احتمال $x\%$ مداکثر بار قابل تحمل از میزان y بیشتر است.

❖ بار وارده در شرایط طراحی:

بارگذاری مشفص؛
مثال: بار وارده به لولای در کلاس
بارگذاری تصادفی یا نا مشفص
مثال: بار وارده به پایه صندلی های کلاس

▪ طراحی بر اساس بدترین شرایط:

در صورتی که بارگذاری مشفص و مواد دارای خواص مکانیکی قطعی باشند طراحی بر اساس بدترین شرایط دارای قابلیت اعتماد نزدیک به ۱۰۰٪ است.

▪ طراحی بر اساس قابلیت اعتماد:

برای حالاتی که بدترین شرایط قابل تعیین نباشد، هدف طراحی این است که با احتمال قابل قبولی سیستم در اثر بارگذاری های ممتدل در عمر خود صدمه نبیند.

❖ استفاده از روشهای آماری برای استخراج نتایج قابل اعتماد از آزمایشات محدود

❖ افزایش قابلیت اعتماد معادل افزایش ضریب اطمینان و در نتیجه افزایش هزینه ها است

♦ استانداردها و کدها:

▪ استانداردها (Standards):

مجموعه ای از مشفصات برای قطعات، مواد یا فرایندها به منظور دست یابی به همگونی و کیفیت مشفص.

▪ آیین نامه های دولتی (Codes):

مجموعه ای از حداقل مشفصات برای تحلیل، طراحی و رویه سافت به منظور دست یابی به عملکرد، کیفیت و اطمینان مشفص

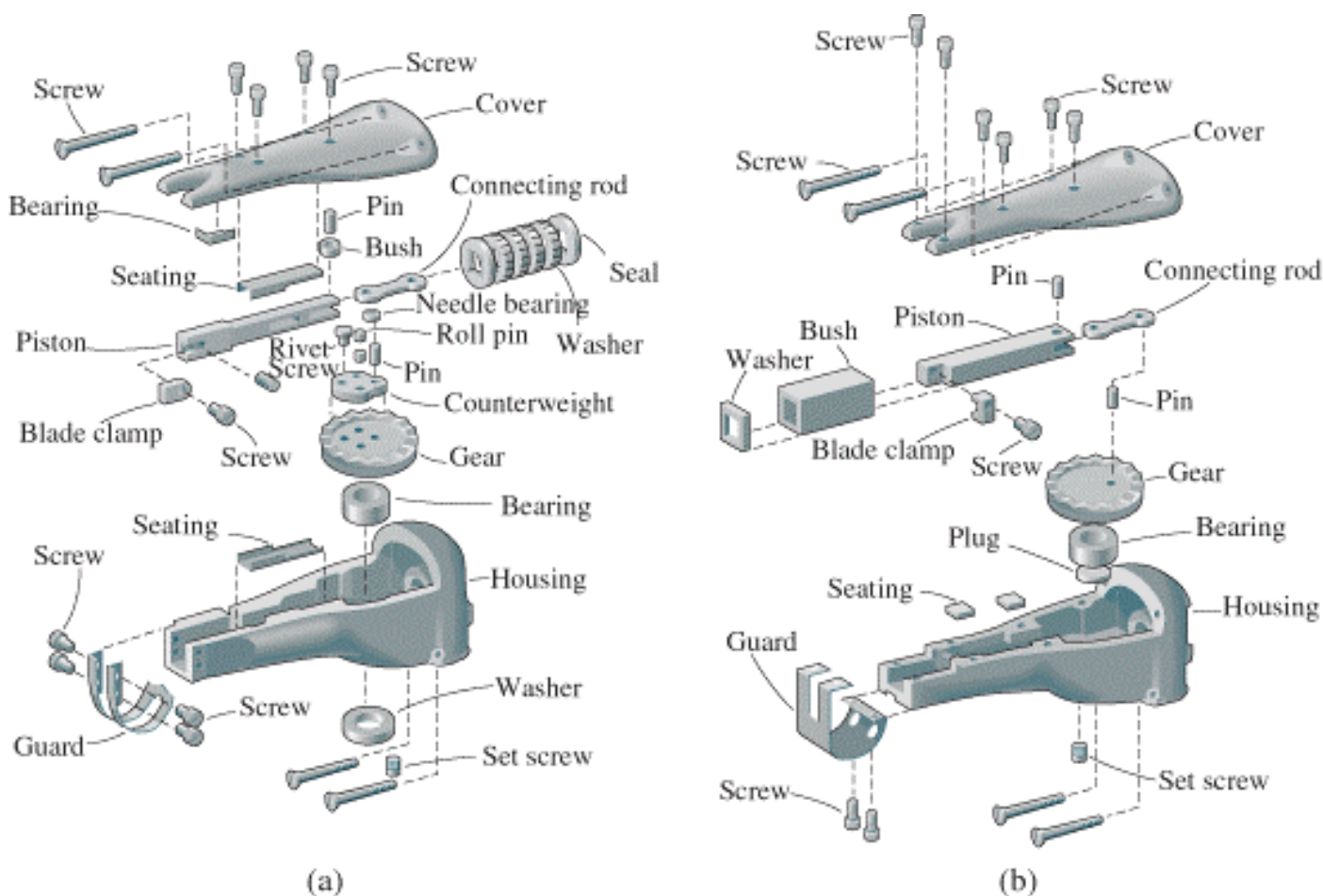
▪ سازمانها و مؤسسات معتبر تدوین کننده کدها و استانداردها در حوزه مهندسی مکانیک:

ISIRI	<i>Institute of Standards and Industrial Research of Iran</i>
ISO	<i>International Organization of Standardization</i>
DIN	<i>Deutsches Institut fur Normung</i>
ASME	<i>American Society of Mechanical Engineers</i>
SAE	<i>Society of Automotive Engineers.</i>
ANSI	<i>American National Standards Institute</i>
AWS	<i>American Welding Society</i>
AGMA	<i>American Gear Manufacturers Association</i>
AISC	<i>American Institute of Steel Construction</i>
AISI	<i>American Iron and Steel Institute</i>
ASTM	<i>American Society for Testing and Materials</i>

♦ طراحی با قابلیت سافت: Design for Manufacturability (DFM)

DFM یک متدولوژی برای طراحی محصول با دیدگاه سافت است، که بطور همزمان همه اهداف طراحی و قیود و الزامات محصول در نظر گرفته می شود.

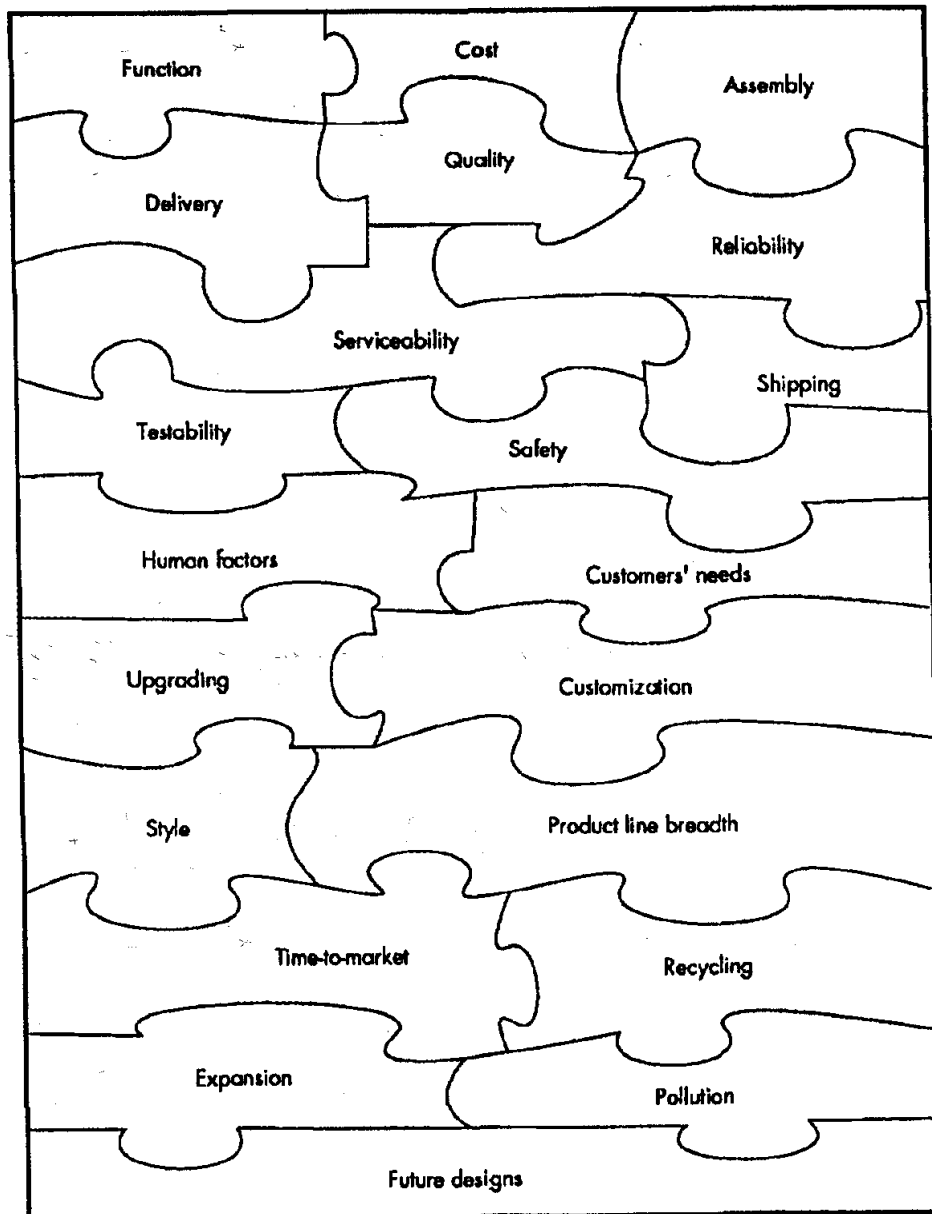
- ❖ حداقل زمان و حداقل هزینه در طراحی مورد نظر قرار گیرد.
- ❖ سریعترین و آسانترین مسیر را به سوی تولید طی کند.
- ❖ قابلیت مونتاژ و آزمایشات کیفی با حداقل هزینه و حداقل زمان را داشته باشد.
- ❖ پاسخگوی نیازهای مشتری و قابل رقابت در بازار باشد.
- ❖ اکثر هزینه های سافت در مرحله طراحی مشخص می گردد، بنابراین توفیق در بازار بستگی به پیچیدگی طراحی دارد



reciprocating power saw

(a) Original design, with 41 parts and 6.37 min assembly time.

(b) modified design, with 29 parts and 2.58 min assembly time.



DFA: Design For Assembly
DFT: Design For Testability
DFQ: Design For Quality
DFR: Design For Reliability
DFS: Design For Serviceability
Design For

Design For X