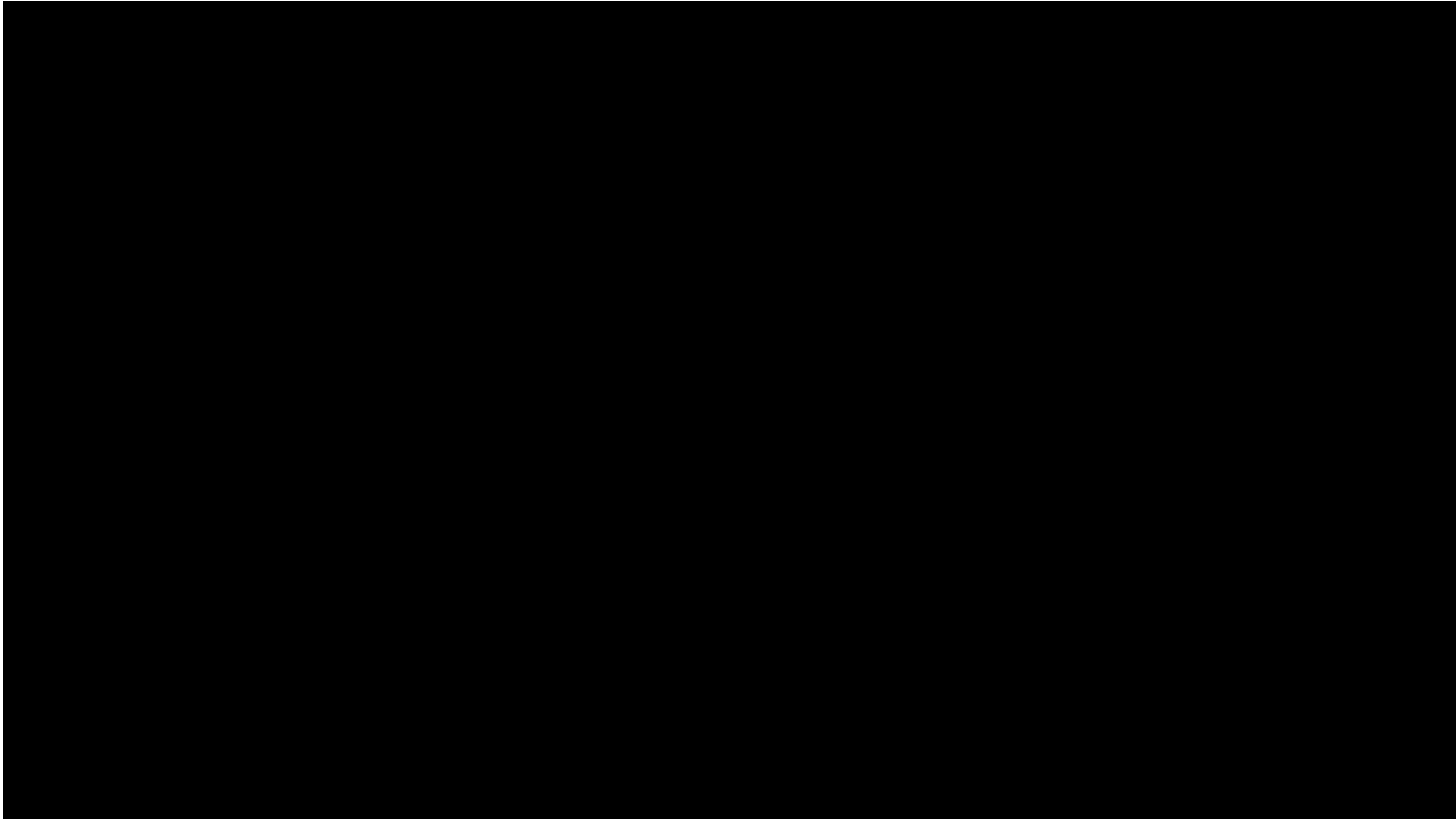


**ЩО ТАКЕ ДИЗАЙН ДЛЯ
ВИРОБНИЦТВА ТА
СКЛАДАННЯ?**

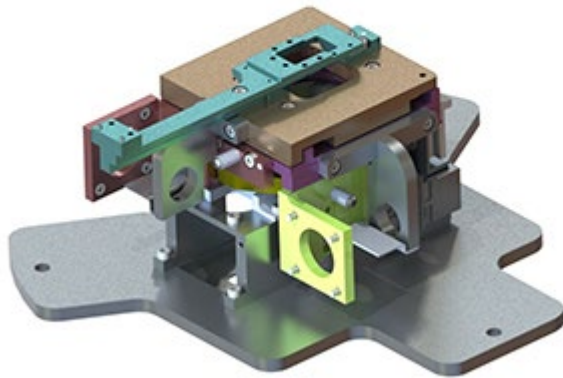


DFMA

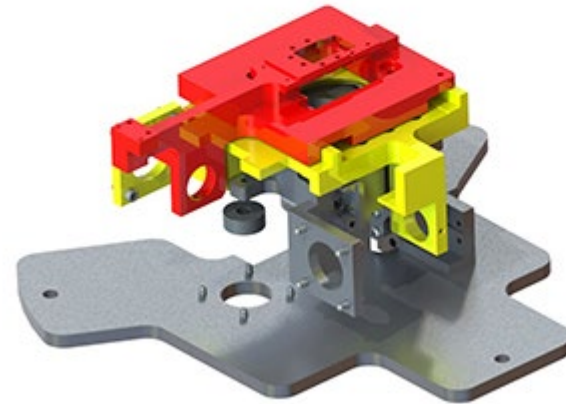


DFMA

Before DFMA
111 Parts



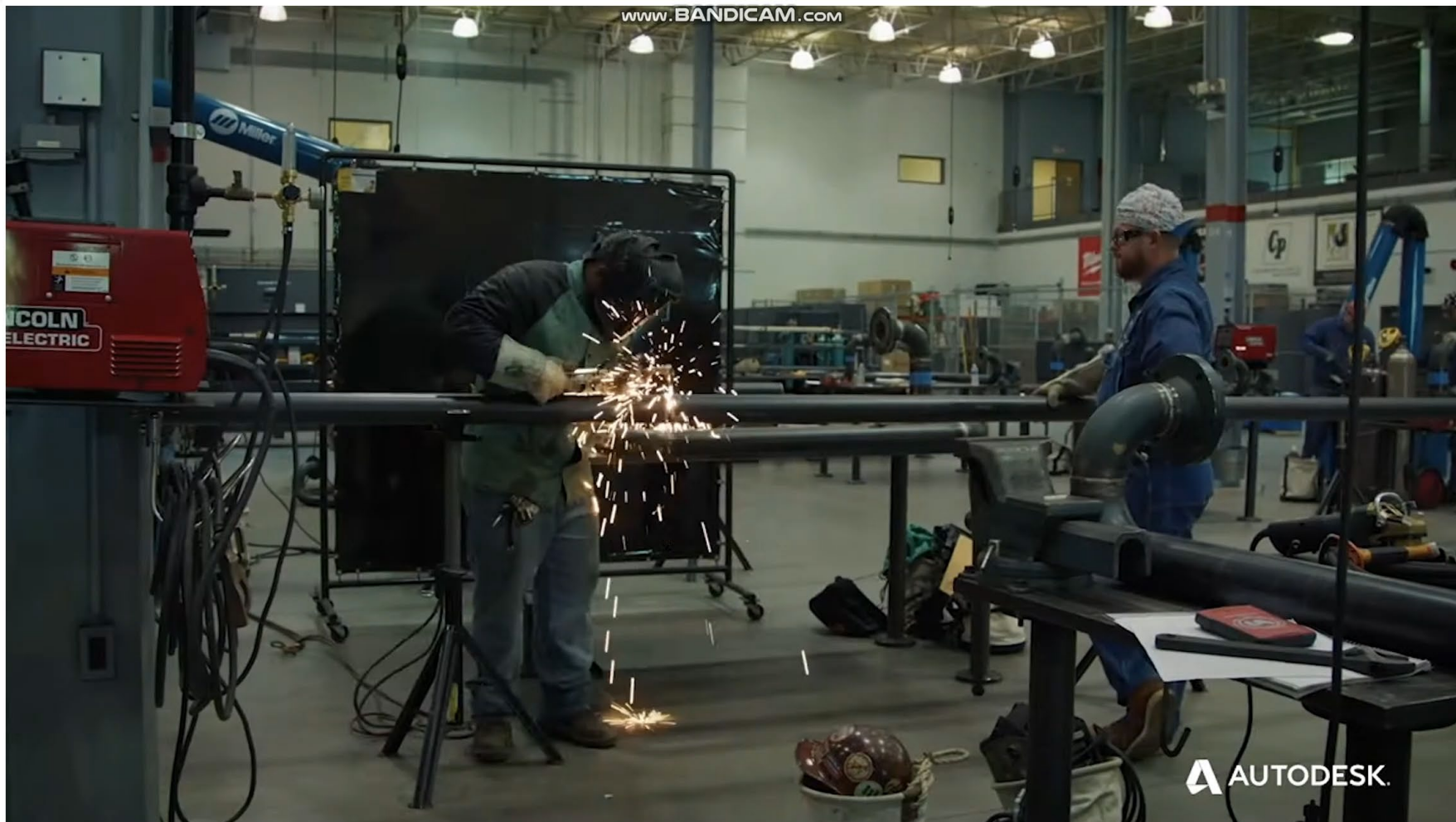
After DFMA
32 Parts

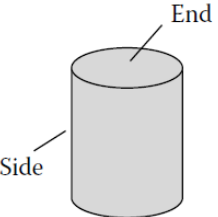


DFMA використовується для трьох основних видів діяльності

- 1. Як основа для одночасних інженерних досліджень, щоб надати вказівки групі проектувальників щодо спрощення структури продукту для зменшення витрат на виробництво та складання, а також для кількісної оцінки вдосконалень.
- 2. Як інструмент порівняльного аналізу для вивчення продукції конкурентів і кількісної оцінки труднощів у виробництві та складанні.
- 3. Як інструмент оцінки витрат, який допомагає контролювати витрати та допомагає укласти контракти з постачальниками

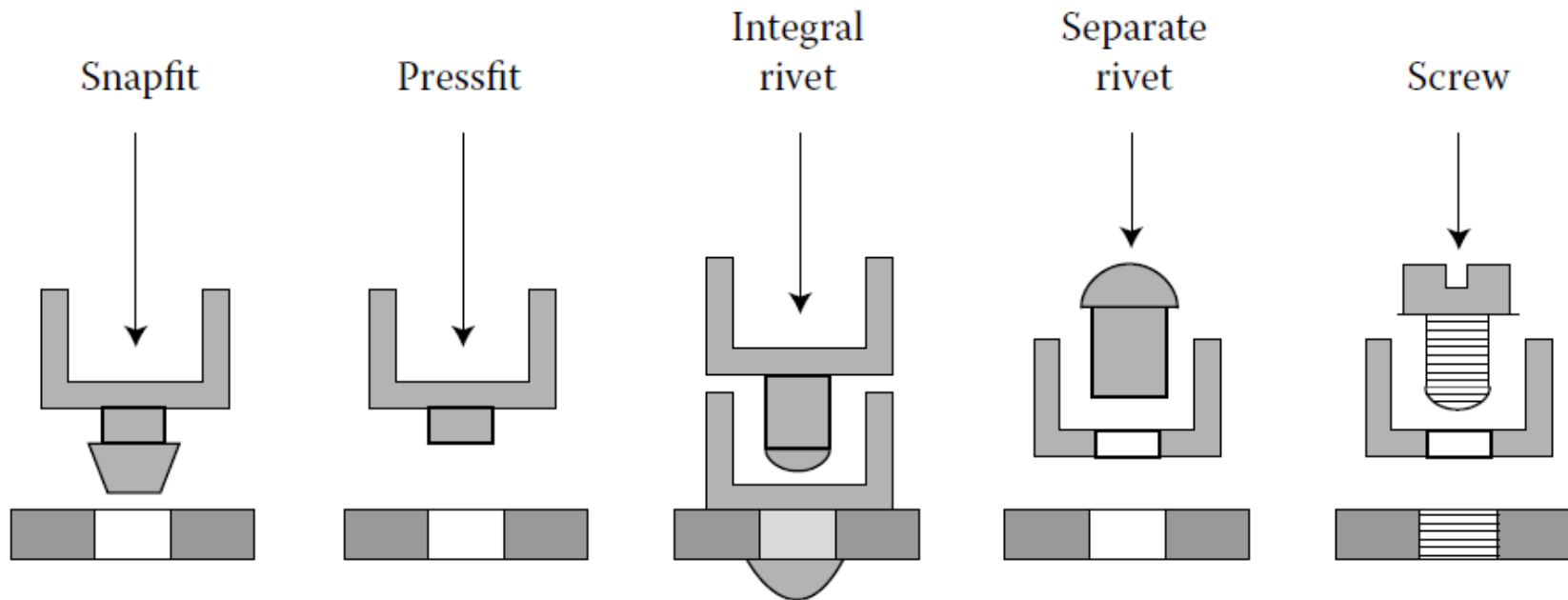
Історія



		Part is BETA symmetric (symmetric about its principal axis)	Part is not BETA symmetric (code the main feature requiring orientation about the principal axis)						Slightly asymmetric or small features	
			BETA asymmetric projections, steps or chamfers			BETA asymmetric grooves or flats (can be seen in silhouette)				
			On side surface only	On end surface only	On side and end surfaces	Groove seen in end view	Through groove can be seen in side view			
On end surface	On side surface									
		0	2	3	4	5	6	7	8	
Part is ALPHA symmetric (does not need end-to-end orientation)		0								
Part is not ALPHA symmetric (code the main feature requiring end-to-end orientation)	Can be fed in a slot supported by protruding flange	1		Easy to feed and orient						
	BETA symmetric steps on external surfaces	2								
	BETA symmetric grooves, holes or recesses	On side and end	3							
		On side only	4		Difficult to feed and orient					
		On end only	5							
	BETA symmetric hidden features	6								
	BETA asymmetric features on side or end	7								
	Slightly asymmetric or small features	8		Cannot be fed and oriented						

Система кодування для автоматичної подачі та орієнтації малих обертових частин. (Адаптовано з Boothroyd, G. Assembly Automation and Product Design, 2nd Ed., CRC Press, Boca Raton, FL, 2005.)

Приклади конструктивних особливостей, що впливають на складання

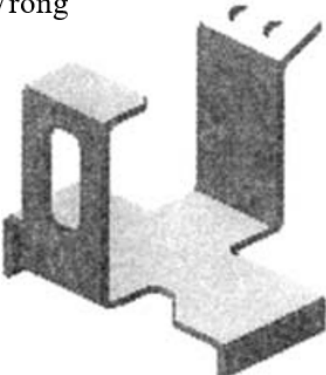



Це ілюструє два основні принципи проектування для простоти складання виробу: зменшити кількість операцій складання шляхом зменшення кількості частин і зробити операції складання легшими для виконання.

Chicago Assembly Plant: Inside the Factory



Оманливі рекомендації щодо продуктивності для проектування деталей з листового металу

Guideline	Wrong	Right
Avoid complex bent parts (material waste); rather split and join		

Автори цих рекомендацій помилково припустили, що виготовлення кількох деталей простої форми за своєю суттю дешевше, ніж одна складна частина, і що будь-які витрати на складання з лишком компенсуються економією вартості деталей.

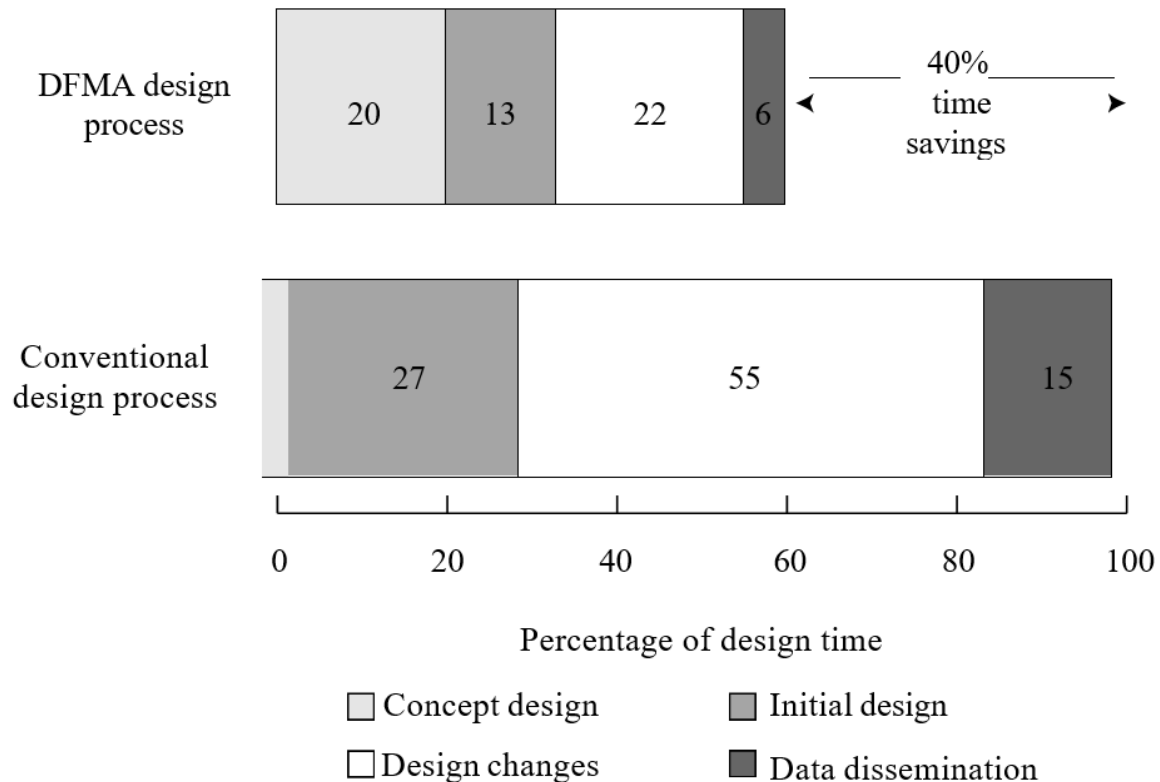
Оманливі рекомендації щодо продуктивності для проектування деталей з листового металу

Estimated Costs in Dollars for the Two Examples in Figure 1.3 if 100,000 are Made

	Wrong	Right
Setup	0.015	0.023
Process	0.535	0.683
Material	0.036	0.025
Piece part	0.586	0.731
Tooling	0.092	0.119
Total manufacture	0.678	0.850
Assembly	0.000	0.200
Total	0.678	1.050

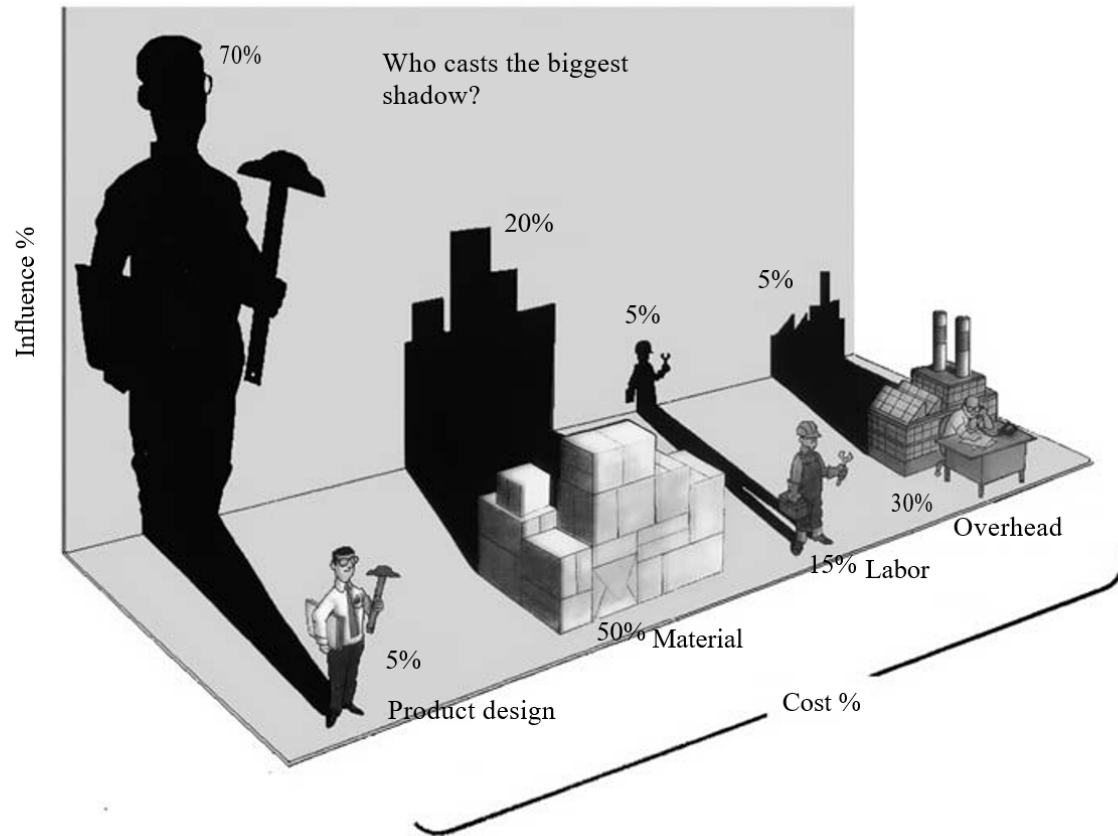
Навіть якщо ігнорувати витрати на складання, дві деталі в «правильному» дизайні значно дорожчі, ніж одна деталь у «неправильному» дизайні — навіть вартість деталей (нехтуючи витратами на інструменти) є дорожчою.

DFMA скорочує процес проектування



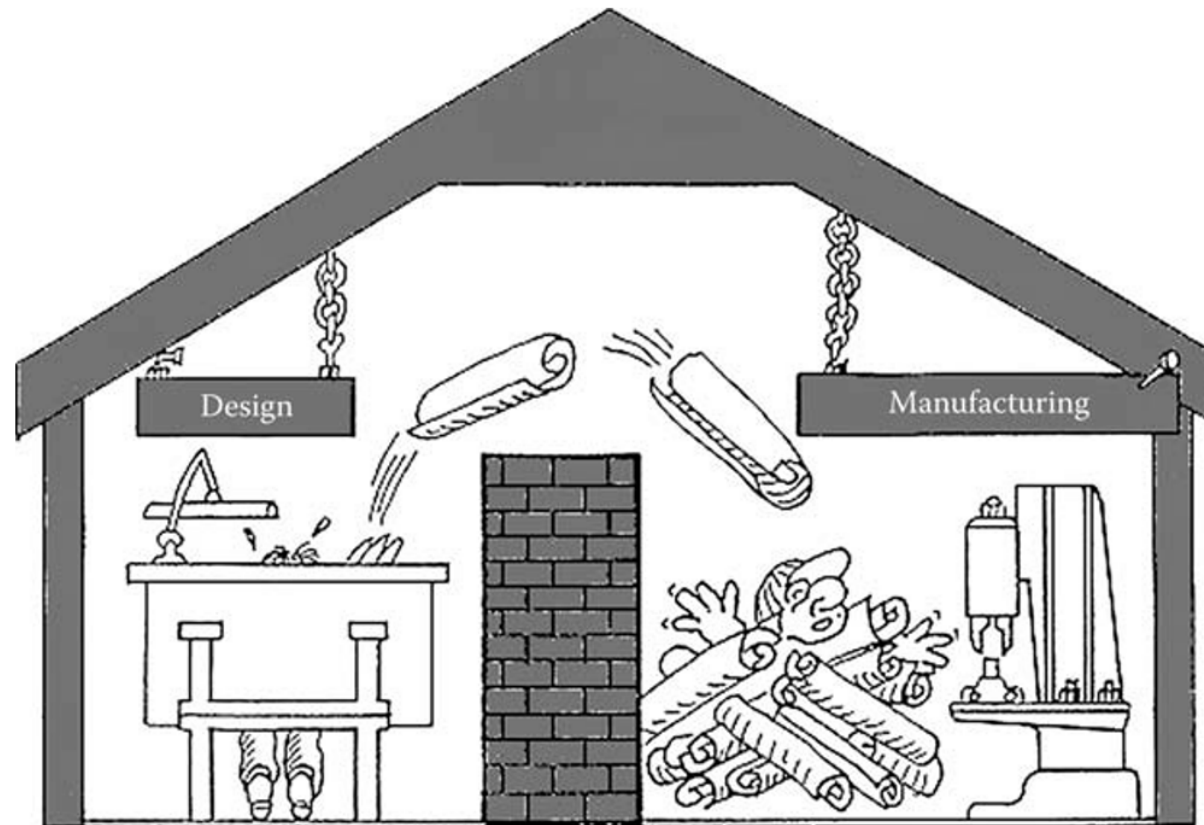
Додатковий час, витрачений на початку процесу проектування, більш ніж компенсується економією часу під час створення прототипу. Таким чином, окрім зниження собівартості продукту, застосування DFMA скорочує час виведення продукту на ринок.

Хто відкидає найбільшу тінь?

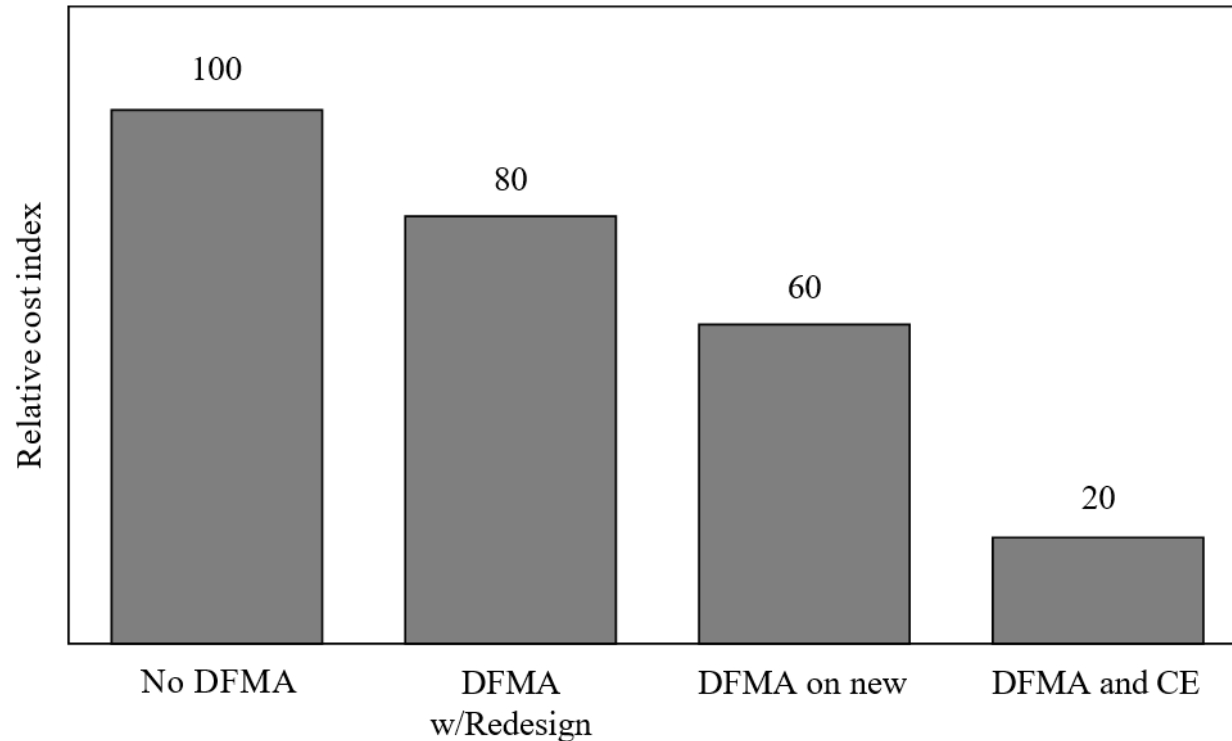


Ще одна причина, чому ретельний розгляд виробництва та складання слід брати до уваги на ранніх етапах циклу проектування

Дизайн «за стіною», історично спосіб ведення бізнесу



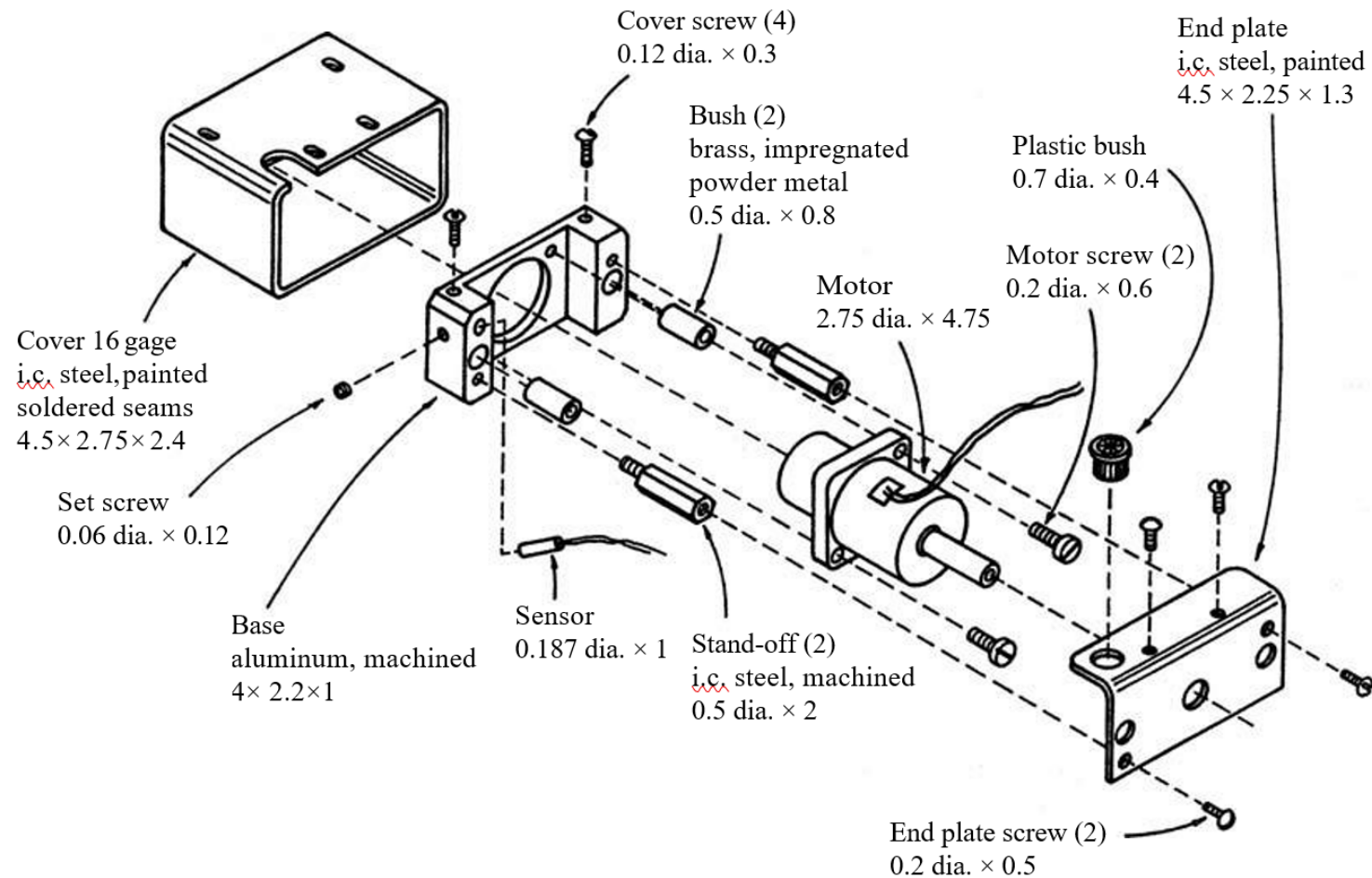
Вплив DFMA та CE на вартість продукту в Hewlett Packard





Як працює DFMA?

Оригінальний дизайн вузла приводу двигуна



Розміри в дюймах.

Оригінальний дизайн вузла приводу двигуна

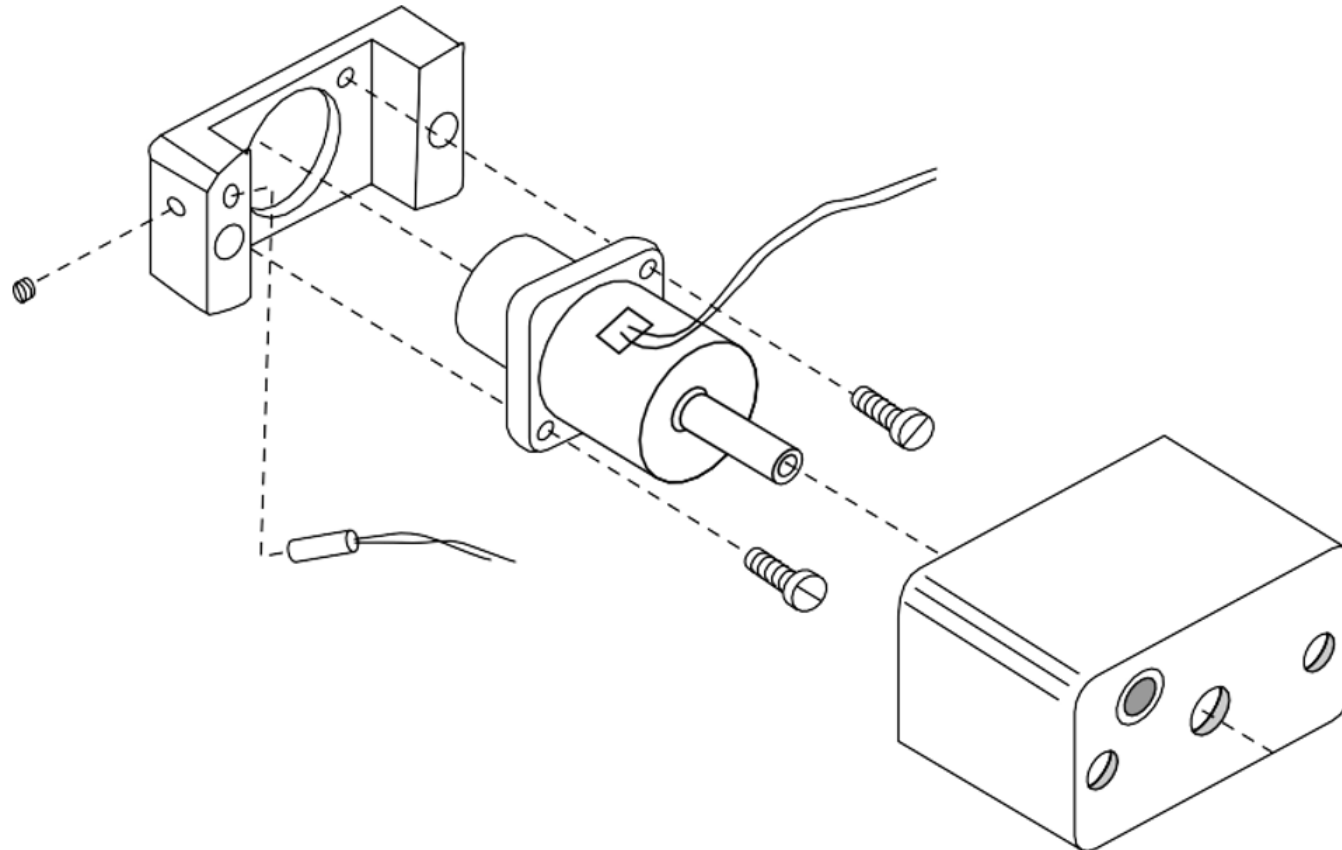
1. Чи рухається деталь під час роботи виробу відносно всіх інших уже зібраних частин. Слід розглядати лише грубі рухи — невеликі рухи, які можуть вмістити, наприклад, цілісні пружні елементи, недостатні для позитивної відповіді.
2. Чи повинна бути ця деталь з іншого матеріалу чи бути ізольованою від усіх інших уже зібраних частин? Прийнятні лише фундаментальні причини, пов'язані з властивостями матеріалу.
3. Частина повинна бути окремою від усіх інших уже зібраних частин, оскільки в іншому випадку необхідне складання або розбирання інших окремих частин було б неможливим.

Results of DFA Analysis for the Motor Drive Assembly Original Design

	No.	Theoretical Part Count	Assembly Time (s)	Assembly Cost (¢) ^a
Base	1	1	3.5	2.9
Bushing	2	0	12.3	10.2
Motor subassembly	1	1	9.5	7.9
Motor screw	2	0	21.0	17.5
Sensor subassembly	1	1	8.5	7.1
Set screw	1	0	10.6	8.8
Standoff	2	0	16.0	13.3
End plate	1	1	8.4	7.0
End plate screw	2	0	16.6	13.8
Plastic bushing	1	0	3.5	2.9
Thread leads	—	—	5.0	4.2
Reorient	—	—	4.5	3.8
Cover	1	0	9.4	7.9
Cover screw	4	0	31.2	26.0
Totals	19	4	160.0	133

$$\text{Assembly index} = \frac{4 \times 3}{160} = 7.5\%$$

Редизайн вузла приводу двигуна після аналізу DFA



Результати аналізу DFA для редизайну вузла приводу двигуна

	No.	Theoretical Part Count	Assembly Time (s)	Assembly Cost (€) ^a
Base	1	1	3.5	2.9
Motor subassembly	1	1	4.5	3.8
Motor screw	2	0	12.0	10.0
Sensor subassembly	1	1	8.5	7.1
Set screw	1	0	8.5	7.1
Thread leads	—	—	5.0	4.2
Plastic cover	1	1	4.0	3.3
Totals	6	4	46.0	38.4

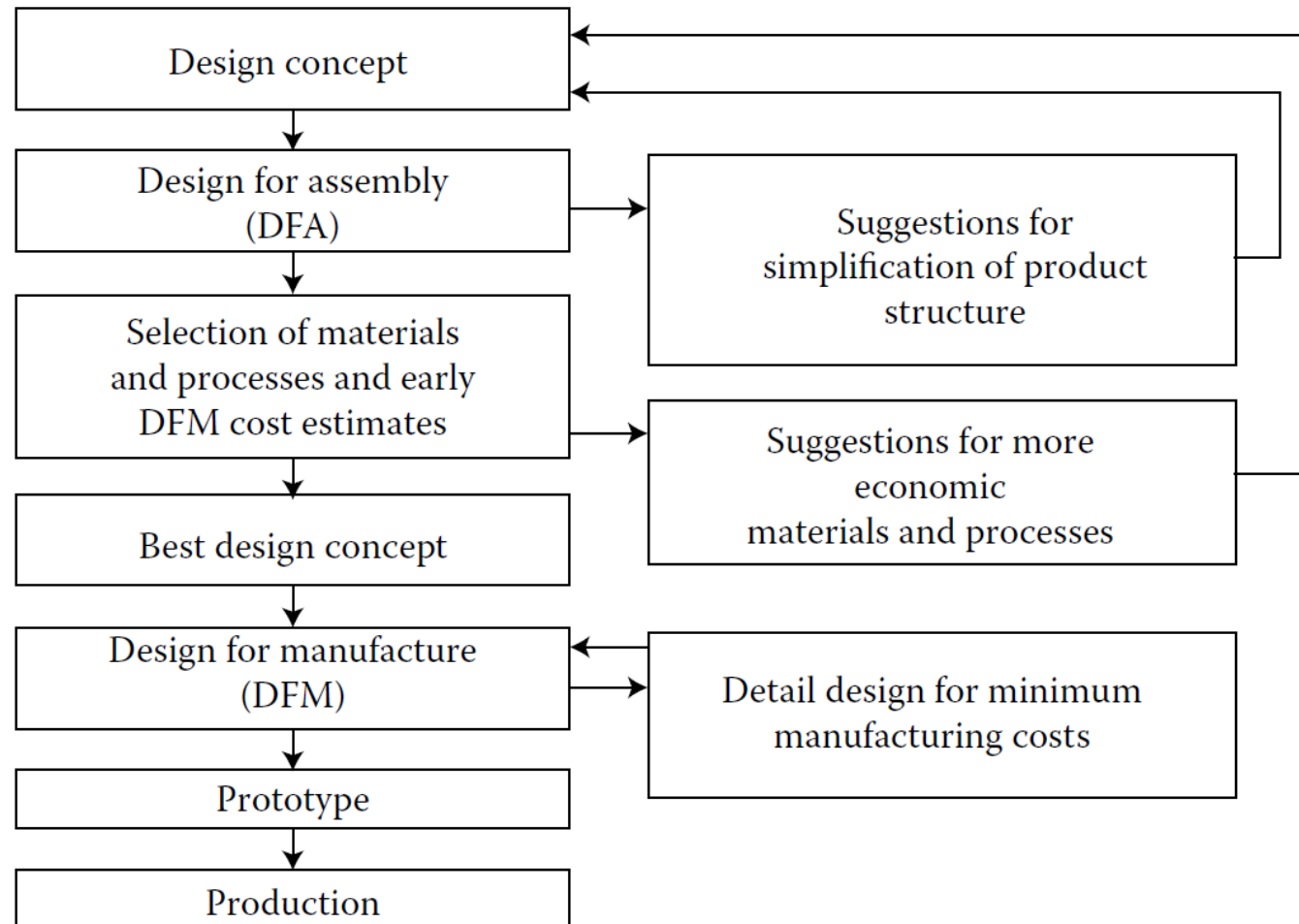
$$\text{Assembly index} = \frac{4 \times 3}{46.0} = 26\%$$

Порівняння вартості деталей для оригінального дизайну та після модернізації вузла приводу двигуна (придбані вузли двигуна та датчика не включені)

(a) Original Design		(b) Redesign	
Item	Cost (\$)	Item	Cost (\$)
Base (aluminum)	12.91	Base (nylon)	13.43
Ushing (2)	2.40 ^a	Motor screw (2)	0.20 ^a
Motor screw (2)	0.20 ^a	Set screw	0.10 ^a
Set screw	0.10 ^a	Plastic cover	6.71
Standoff (2)	5.19	(includes tooling)	
End plate	5.89	Total	20.44
End plate screw (2)	0.20 ^a	Tooling cost for plastic cover, \$6307	
Plastic bushing	0.10 ^a		
Cover	8.05		
Cover screw (4)	0.40 ^a		
Total	35.44		

a - Придбано у великій кількості

Типові кроки в дослідженні DFMA за допомогою програмного забезпечення DFMA



Висновки

Використання програмного забезпечення DFMA має величезний вплив при належному застосуванні в паралельному інженерному середовищі.

Було встановлено, що загальний цикл розробки дизайну скорочується завдяки використанню ранніх інструментів аналізу виробництва, оскільки дизайнери можуть отримати швидкий зворотний зв'язок щодо наслідків своїх проектних рішень там, де це важливо — на стадії концептуальної розробки.

Навчальне відео по розділу

DFMA 1

1. Introduction to DFMA

Dr. Mohamed El-Hachimi
Faculty of Mechanical Engineering, Suez Canal University
Suez, Egypt



Завдання

Виконайте пошук літератури, щоб виявити статті або звіти, де застосування досліджень типу DFA або DFMA привело до спрощення продукту або зниження витрат на виробництво. Надайте зображення, або відео продукту до і після, зробіть аналіз. Для кожного звіту надайте короткий виклад висновків.

Доповідь 10-15 хвилин, обов'язкова презентація.

Література

1. Boothroyd, G., Poli, C.R., and Murch, L.E. Handbook of Feeding and Orienting Techniques for Small Parts, University of Massachusetts, Amherst, MA, 1970.
2. Boothroyd, G. and Ho, C. Coding system for small parts for automatic handling, SME paper ADR76-13, Assemblex 111. Chicago, October 1976.
3. Boothroyd, G. and Wilson, W.R.D. Design for Manufacturability, NSF Final Report. University of Massachusetts, Amherst, MA, 1981.
4. Dargie, P.P., Parmeshwar, K., and Wilson, W.R.D. MAPS-1: Computer-aided design system for preliminary material and manufacturing process selection, ASME Trans., 104, 126-136, 1982.
5. Boothroyd, G. Design for Producibility—The Road to Higher Productivity, Assembly Engineering, March 1982, p. 42.
6. Boothroyd, G. Design for Assembly—A Designer's Handbook, University of Massachusetts, Amherst, MA, 1979.
7. Boothroyd, G. Assembly Automation and Product Design, 2nd Ed., CRC Press, Boca Raton, FL, 2005.
8. Dewhurst, P. and Boothroyd, G. Computer-Aided Design for Assembly, Assembly Engineering, February 1983, p. 18.
9. Womak, J.P., Jones, D.T., and Roos, D. The Machine that Changed the World, Macmillan, New York, 1990.
10. Pahl, G. and Beitz, W. Engineering Design, English Edition, The Design Council, London, 1984.
11. Dewhurst, P. and Boothroyd, G. Early cost estimating in product design, Journal of Manufacturing Systems, 7(3), 1988, 183-191.
12. Boothroyd, G. and Dewhurst, P. Product design for manufacture and assembly. Manufacturing Engineering, April 1988, 42-46.
13. Boothroyd, G., Dewhurst, P., and Knight, W.A. Research program on the selection of materials and processes for component parts. International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 6, 1991, 98-111.
14. Bauer, L. Team Design Cuts Time, Cost, Welding Design Fabrication, September, 1990, p. 35.
15. Munro and Associates, Inc., 911 West Big Beaver Road, Troy, MI 48084.
16. Williams, R.A. Concurrent engineering delivers on its promise: Hewlett Packard's 34401A multimeter. In S.G. Shina, ed., Successful Implementation of Engineering Products and Processes. Van Nostrand, New York, 1994.
17. Mikhail, S. Decision-making Process for Implementing DFMA at IGT, International Forum on DFMA, Providence, RI, June 2009.
18. Hale, J. A Level-headed Approach to Costing and Machining, International Forum on DFMA, Providence, RI, June 2009.
19. Burke, G.J. and Carlson, J.B. DFA at Ford Motor Company, DFMA Insight, Vol. 1, No. 4. Boothroyd Dewhurst, Inc., Wakefield, RI, 1989.
20. McCabe, W.J. Maximizing Design Efficiencies for a Coordinate Measuring Machine, Des. Insight, Vol. 1, No. 1, Boothroyd Dewhurst, Inc., Wakefield, RI, 1988.
21. Marunic, G. Getting Faster through the Early Use of Innovative Tools, International Forum on DFMA, Newport, RI, June 2001.
22. Dell computer builds a framework for success, Computer-Aided Engineering, February 2000.