

시스템엔지니어링...
개발기간 단축 현황 및 미래

2003. 11. 13.

국방대학교
권 용 수

목 차

- 시스템엔지니어링의 배경/개념
- 시스템엔지니어링 적용사례 분석
 - 경부고속철도
 - 자동차 산업
 - F/A-18 E/F
 - 차세대 공격핵잠수함(NSSN) 사업
- 시스템엔지니어링의 미래

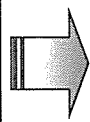
시스템엔지니어링의 배경

□ 현대시스템의 특징

- 대형복합시스템(large scale and complex)
- 광범위한 동시 참여(extensive concurrency)
- 많은 수의 협력업체와 분산된 작업장
- 고도의 복잡 및 통합성/기술의 위험성

□ 기존 연구개발방식의 문제점

- 전체시스템의 관점 부족
- 사업목표의 불명확
- 불명확한 시스템 정의



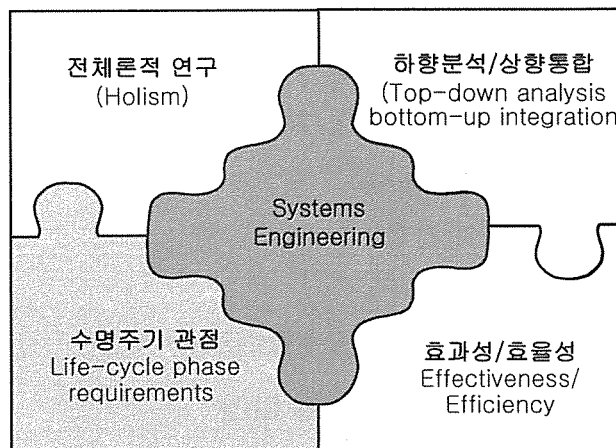
- ✓ worse system quality/value
- ✓ higher cost
- ✓ longer schedule

03-11-13

국방대학교 무기체계학과

3

시스템엔지니어링 개념



고객(이해관계자)의 만족 추구

03-11-13

국방대학교 무기체계학과

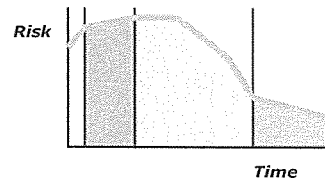
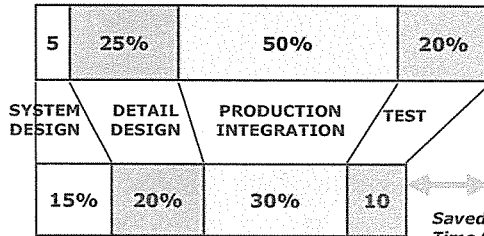
4

시스템엔지니어링이란...

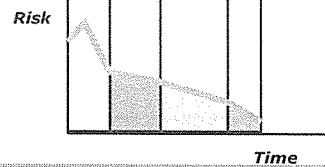
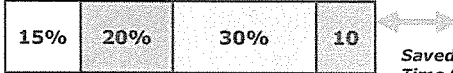
□ Better systems engineering leads to

- Better system quality/value
- Lower cost
- Shorter schedule

Traditional Design



"System Thinking" Design



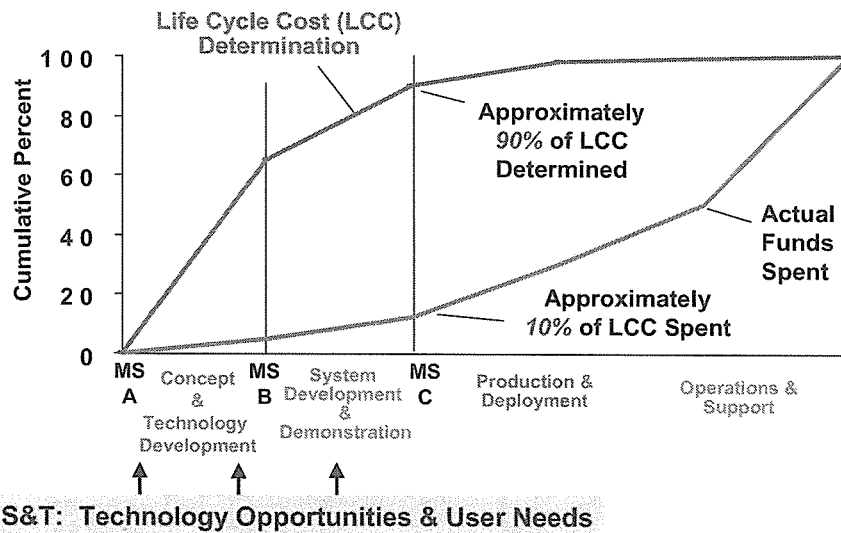
← Saved Time/Cost

03-11-13

국방대학교 무기체계학과

5

Early Decisions Affect Life-Cycle Costs



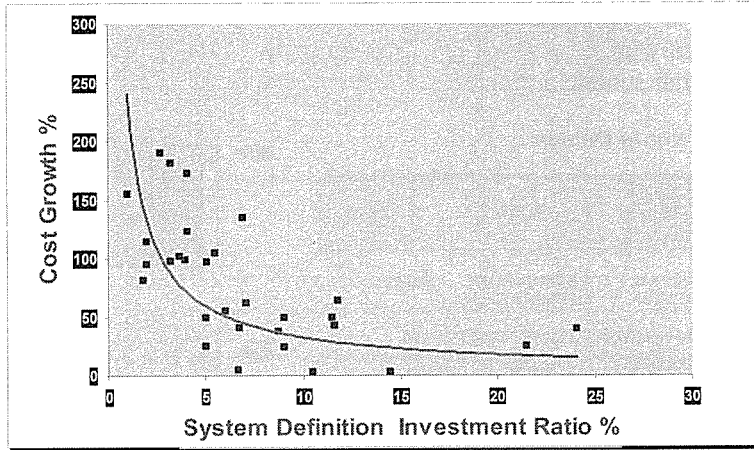
S&T: Technology Opportunities & User Needs

03-11-13

국방대학교 무기체계학과

6

초기투자 대 비용증가

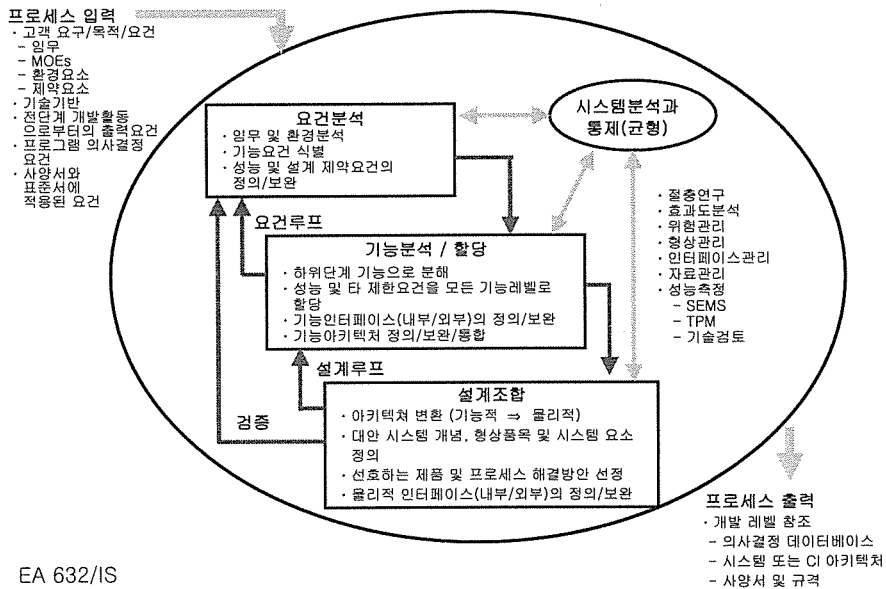


03-11-13

국방대학교 무기체계학과

7

시스템엔지니어링 프로세스



Constructing Your View of the Systems Eng.

- What is in your system? (Hint: look at paper, people, decisions, deliverables, etc.)
- What is the environment of your system? (Hint: you are influenced by them but you have no control over them)
- What are the internal processes? (Hint: What do you and the people you work with do during the day?)
- What are the products? (Hint: What do you produce that ends up part of the system?)
- Who is the customer for the system? (Hint: who controls the money or wants your product?)
- Who is the supplier for the system? (Hint: who gets the money or the tasking to supply a product?)
- What is the next bigger system containing your system? (Hint: same as defining your system above, may be your customer's system)

03-11-13

국방대학교 무기체계학과

9

시스템엔지니어링 적용 사례 분석

- 국내
 - 경부고속철도 사업
- 국외
 - 자동차 산업
 - 항공기 산업
 - 차세대 공격핵잠수함(NSSN) 사업

03-11-13

국방대학교 무기체계학과

10

경부고속철도 사업

□ 사업 추진 경과

- '83 ~ '84년 서울-부산간 고속철도 사업 타당성 조사
- '89.7 ~ '91.2 경부고속철도 기술조사
- '90년 6월 사업기본계획 발표



- 노선(서울-전원-대전-대구-경주-부산)
- 사업비: 5조 8400억원
- 사업기간: 6년('92 ~ '98)
- '93년 6월 제1차 사업계획 수정
- 사업비: 5조 8400억원 → 10조 7400억원
- 사업기간: 6년('92 ~ '98) → 9년('92 ~ '01)
- 대전, 대구역사 지상건설

03-11-13

국방대학교 무기체계학과

11

경부고속철도 사업

□ 사업 추진 과정(계속)

- '97년 9월 사업계획 2차 수정
 - 사업비: 5조 8400억원 → 10조 7400억원 → 17조 6995억 ~ 18조 5994억원
 - 사업 기간: 6년('92 ~ '98) → 9년('92 ~ '01) → 13년('92 ~ '05)
- '98. 3 감사원 「고속철도는 경제성과 재산성이 없으므로 전면적인 사업 재검토 건의」
- '98. 3 건교부 「경부고속철도 건설을 서울~부산 구간으로 확장해 강행키로 결정」
- '98. 4 감사원 「경제성에 맞추어 재검토할 것을 재건의」
- '98. 4 국무총리 「김대중 대통령 임기 내 부분적으로 개통 추진」 발표

03-11-13

국방대학교 무기체계학과

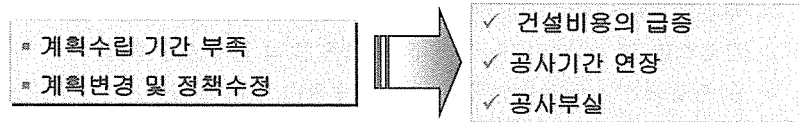
12

경부고속철도 사업

□ 외국과 한국의 고속철도 사업비교

	계획수립기간	공사기간	비고
일본	20년	5년 5개월	동해선(64년 준공)
프랑스	21년	5년 5개월	동남선(81년 준공)
한국	11년	18년	2010년 완공예정

□ 문제점



03-11-13

국방대학교 무기체계학과

13

자동차 산업

□ GM

- '95~'97 신차 개발 비용 25%절감
- 신차 개발 기간: 31개월('97)→18개월('02), 플랫폼: 14개→7개('05)
- 연구개발 체제를 VLE(Vehicle Line Executives)로 개편

□ Ford

- 2000년 신차 개발비 '95년 수준으로 동결
- 플랫폼: 24개→16개, E/G & T/M조합: 30% 감소
- Platform당 Model수 50%증가

□ Chrysler

- 시장점유율: 10%('91)-순이익면에서 빅3의 정상진입(23억불, '93)
- 5개 차종별 개발관련요원(7,200명) 재편성 후 일체화를 위한 CTC건설
- 동일한 CAD시스템 전환으로 표준 DB구축 및 정보공유/CAE기법 활성화

03-11-13

국방대학교 무기체계학과

14

GM의 시스템엔지니어링센터(SEC)

□ GM에서의 SEC 도입 배경

- '80년대 신차개발에 QFD기법과 기술규격서에 부분적으로 적용 시작
- '88년 SEC 설립 후 전반적인 SE프로세스 적용 시도.
- '90년 Hughes사 전자분야 인수 후, 방산 분야의 SE 전문기술과 경험 활용 및 전면적인 SE기반 구축

□ SEC 업적

- SE에 대한 전사적 개념 정립과 차량 개발 프로세스 표준 개발
- 자동차 시스템 표준구조 개발
 - 8개 주요 하부시스템과 40개 기타 하부시스템
- 시스템, 하부시스템 및 부품의 3단계 레벨 표준규격서 모형 개발
- 프로젝트 및 엔지니어링 관련 정보 저장 방식 및 D/B표준화
- SE프로세스와 적용방법론에 관한 지속적인 대내외 교육 훈련 실시

03-11-13

국방대학교 무기체계학과

15

Ford사의 SE 도구 적용사례

□ Ford사 선행차량기술로 CASE(Computer-Aided Systems Engineering) 모델링 도구 적용

- 개발 초기단계에 시스템 모델링을 통해 요건에 대한 오류 방지
- 커뮤니케이션 업무 중복, 누락, 모호 등 재작업 및 고비용 방지
- 시뮬레이션을 통한 시제품 개발 가능
- 신기술 사전적용 가능성 판단 용이
- 대량의 규격서 작성 및 검토 효율성 증대
- 부서간 사용 자료 및 용어 해석 차이 극복 가능

□ 효율적인 커뮤니케이션 표준화를 위한 모델설계 시스템 구축-C3P

□ 정보공유에 의한 시스템 모델의 재활용-MBSE

□ 선진형 시제품 제작-DMU와 PMU

03-11-13

국방대학교 무기체계학과

16

F/A-18E/F(Boeing Super Hornet)

□ 사업개요

- 기존의 F-18C/D의 성능개량을 통한 미해군의 전술항공기 개발
- 주 계약업체: McDonnell Douglas Corporation(MDC)
- IPPD(Integrated Product and Process Development)와 IPTs(Integrated Product Teams)을 포함한 새로운 획득 및 개발 방법을 사용한 국방사업

※ IPPD is a management technique that simultaneously integrates all essential acquisition activities through the use of multidisciplinary teams to optimize the design, manufacturing, and supportability processes.
→ facilitates meeting cost, schedule, and performance objectives from product concept through production, including field support.

03-11-13

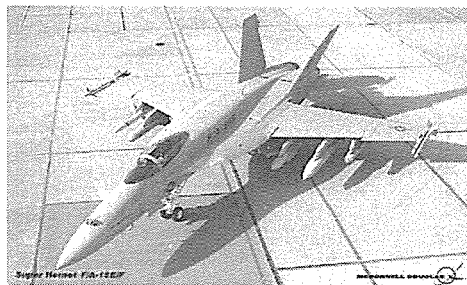
국방대학교 무기체계학과

17

F/A-18E/F(Boeing Super Hornet)

□ F/A-18E/F(Boeing Super Hornet) 주요 사업일정

- '92년: EMD 진입
- '94년: CDR(Critical Design Review)
- '99년: 5대의 E 버전과 2대의 F 버전에 대한 비행시험 및 LRIP
- '01년: 최초운용능력(IOC) 시험평가
- 현재 164대 배치 운용 중



03-11-13

국방대학교 무기체계학과

18

F/A-18E/F(Boeing Super Hornet)

□ IPPD 적용 사례 분석

➤ 고객중심(customer focus)

- 의사결정과 다분야전문팀에 고객을 포함시킴으로써 고객의 요구를 보다 좋고, 빠르고, 그리고 싼 가격으로 만족시키기 위해서 사용
- F/A 사업의 초기부터 MDC와 고객간의 빈번하고 개방된 의사소통을 통해 F/A-18E/F 사업을 이전의 사업인 C/D로부터 과도한 비용의 증가없이 진화적으로 개발 가능

➤ 제품 및 프로세스의 동시개발(concurrent development of product and process)

- 불필요한 비용 또는 운용/지원프로세스의 유발을 억제
- 하드웨어 설계를 생산프로세스와 동시에 수행함으로써 생산비용, 결점, 재작업을 감소
- F/A-18E/F 부품수는 C/D보다 25%가 커짐에도 불구하고 약 42% 감소

03-11-13

국방대학교 무기체계학과

19

F/A-18E/F(Boeing Super Hornet)

□ IPPD 적용 사례 분석(계속)

➤ 다분야전문 팀워크(multidisciplinary teamwork)

- 고객과 공급자를 포함한 기술, 비용, 제작 및 지원조직 등 다분야전문가로 구성
- F/A-18E/F WBS 레벨 5까지 작성

➤ 사전 위험인식 및 관리(preactive identification and management of risk)

- F-18C/D 개발 경험을 바탕으로 비용, 일정 및 중량 등의 위험요소를 참고하여 사전에 잠재적 위험요소 식별
- IPPD를 적용하여 조직적이고, 포괄적이며, 반복적인 접근으로 위험관리

➤ 통합정보환경(integrated information environment)

- IPPD로 요건, 계획, 자원할당 및 제조 등 제품 전수명주기의 사업추적과 관련된 관리체계 설정
- 하루 100건 이상의 전자메일로 이해관계자 상호간 긴밀한 의사교환 (F-18C/D 개발 시에는 거의 없었음)

03-11-13

국방대학교 무기체계학과

20

민간항공기 분야

□ 민간 항공기 개발: 보잉 777 프로젝트

- 보잉 777 항공기(승객 300~400명, 쌍발엔진, 4,560마일)
 - '86 ~ '90 개념 설계, '90~'95 전면 개발, '95 생산/운행
- 다분야 전문가팀에 의한 동시 설계와 생산공정 설계
- 개발과정에 고객(항공사) 참여, 고객의 요구 반영
- 컴퓨터에 의한 설계 및 시뮬레이션 의한 성능시험
- 보잉-777 항공기 개발 SE 적용 효과(보잉-767 대비)
 - 재작업을 50% 감소
 - 시험기간 60% 감소
 - 정비작업 비용 35% 절감
 - 운용비용 10%(A340 대비), 8%(MD-11 대비) 절감

03-11-13

국방대학교 무기체계학과

21

차세대 공격핵잠수함(NSSN)

□ 사업 배경 및 개요

냉전시대에 대비해 건조된 SSN Seawolf의 대체모델이 요구
획득예산의 축소 하에서 미국의 잠수함 전력소요와 성능의 요구
능력을 만족시킬 수 있는 차세대 공격용 원자력잠수함(NSSN)
획득 필요

NSSN 적당 건조비용: 적당 21.6억불(Seawolf 대비 1/2)

주 계약업체: Electric Boat(1, 3번함), Newport News(2, 4번)

냉전 이후의 전장환경 변화, 예산감소 및 주 계약업체인
Electric Boat사의 방지 못한 잠수함 수주 전망에 따른 새로운
획득방안 요구

→ 사스런엔지니어링관리 프로세스 기반 적용

03-11-13

국방대학교 무기체계학과

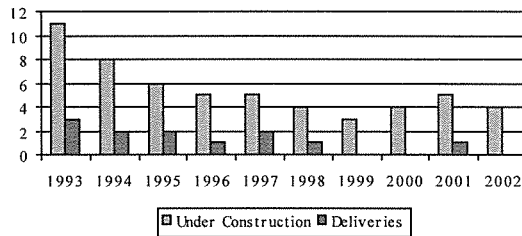
22

차세대 공격핵잠수함(NSSN)

□ 주요 사업일정

- '96년: NSSN 2척에 대한 ADP(Advanced Design Procurement) 시작
- '98~'01년: 4척의 NSSN 연차적으로 건조
- 30척의 NSSN 건조 및 획득 계획(총 예산: 648.9억불, 척당 21.6억불)

Electric Boat Construction Workload



03-11-13

국방대학교 무기체계학과

23

차세대 공격핵잠수함(NSSN)

□ IPPD 수행 방법

- ✓ Step 1: Learn about other IPPD implementation
 - Northrop-Groumman B-2
 - 보잉 777
 - 록히드 마틴 F-22 등
- ✓ Step 2: The leadership commit to IPPD
- ✓ Step 3: Commit to the new sequence
- ✓ Step 4: Organize to enable communications, authority and accountability appropriate to the new sequence

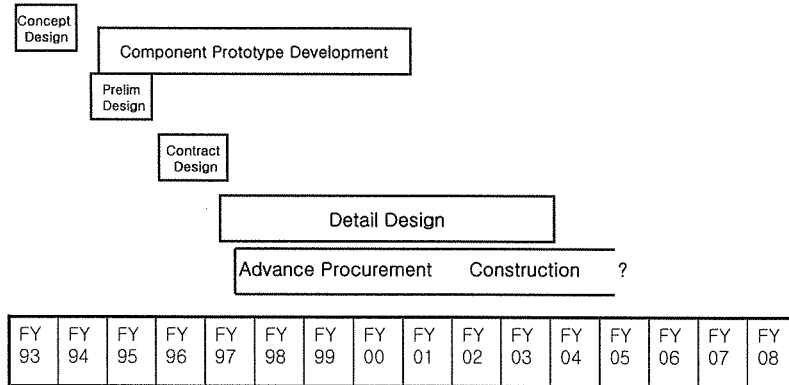
03-11-13

국방대학교 무기체계학과

24

차세대 공격핵잠수함(NSSN)

□ 전통적인 함정획득 시퀀스



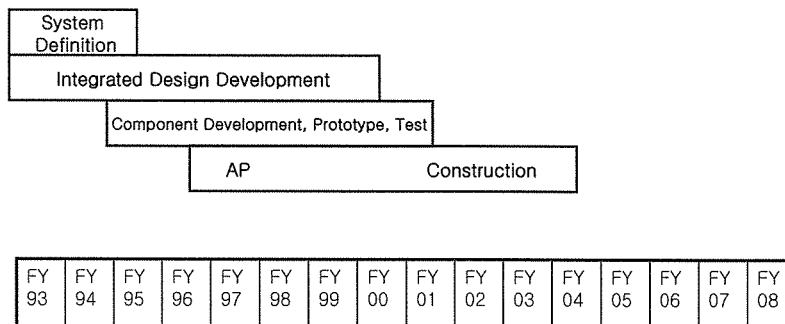
03-11-13

국방대학교 무기체계학과

25

차세대 공격핵잠수함(NSSN)

□ 동시적 개발 개념의 함정획득 시퀀스



03-11-13

국방대학교 무기체계학과

26

차세대 공격핵잠수함(NSSN)

□ functional and specialist organization

- 특정분야 전문기능조직이 아닌
다분야 전문가의 통합팀 구성
 - System Integration Teams(SITs)
 - Process Integration Teams(PITs)
 - Major Area Teams(MATs)
- SITs와 PITs 인력에 의해 MATs를
구성함으로써 MAT와의 원활한
의사소통 보장

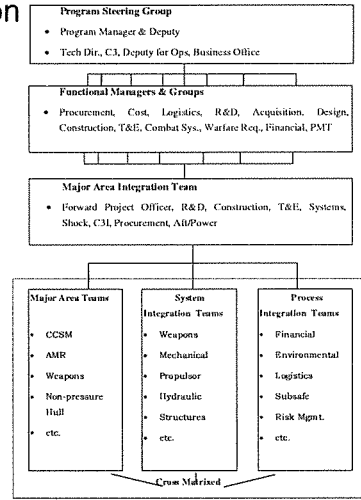


Figure 1 PMS450 IPPD Organization

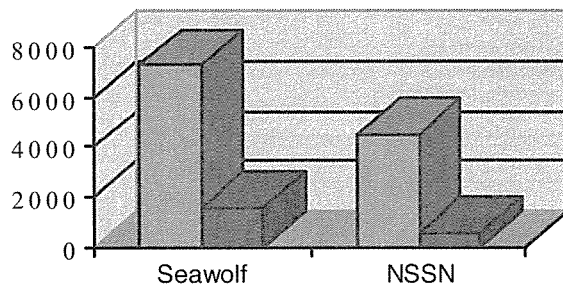
03-11-13

국방대학교 무기체계학과

27

차세대 공격핵잠수함(NSSN)

□ 요구도면의 감소



▣ Drawings ▣ Requiring Approval

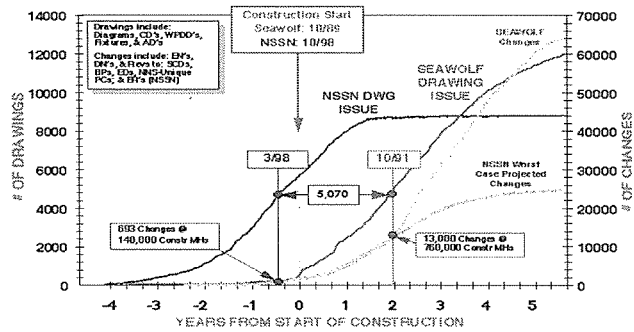
03-11-13

국방대학교 무기체계학과

28

차세대 공격핵잠수함(NSSN)

□ 개발기간에 따른 설계도면 및 도면변경 건수



▽ NSSN IPPD의 이득(Seawolf 사업 대비)

- ▣ 5,070건의 설계도면 작성시 2.5년 단축
- ▣ 설계 변경 13,000건 대비 693건으로 약 95% 감소
- ▣ 건조시작 이후 6년 동안 65,000 대비 25,000건으로 약 63% 감소

03-11-13

국방대학교 무기체계학과

29

시스템엔지니어링의 미래는...

A systems engineering approach could help provide answers to world technology needs.

