

원방감시 시스템의 원리와 응용(2)

글/윤 갑 구(에이스기술단 대표/기술사)

목 차

I. 서론	III. 단말장치
II. 사업수행과 관리	IV. 원격통신
1. 일반적 고려사항	V. 중앙제어소 구성
2. 사업관리	VI. 인간-기계 연락장치
3. 사업의 정의	VII. 진보된 SCADA 개념
4. 공급자 선정	VIII. 국내현황
5. 사업의 수행	IX. 외국의 기술동향
6. 결론	X. 결론

II. 사업수행과 관리

요 약

본 내용은 최신기술의 공익설비 원방감시 시스템의 일반고려사항과 사업관리에 관하여 설명하고자 한다.

원방감시 시스템 설계사업의 수행과 관리를 성공적으로 하기 위해서는 자원의 제공과 적절한 통신방법의 적용이 동시에 요구되고 있다.

여기서의 성공은 사용자가 요구한 시스템을 제안된 금액으로 공기내에 조달하는 것이다.

어떤 한 회사의 최근 경험과 다수의 경험있는 제어소의 사업관리자들의 언급내용이 이와같은 사업을 고려하고 있는 회사에 지침을 줄 수 있다. 이러한 언급내용은 사업관리자가 직면하였던 전형적인 상황들이나 의사결정의 요점을 반영하고 있다.

또한 본 내용은 원방감시 시스템의 사양을 결정하고 구매, 설치하는 과업에 있어서도 엔지니어들을

도울 수 있도록 노력하였다.

1. 일반적 고려사항

(1) 적용되는 표준

- ANSI : American National Standards Institute
- Bulletins
- CCITT : International Telegraph and Telephone Consultative Committee
- EIA : Electronic Industries Association
- ES : Korea Electric Power Corp. Standards
- IEEE : The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.
- IEC : International Electrotechnical Commission
- ISO : International Standard Organization
- KS : Korean Industrial Standard
- Mil Std : Military Standard
- NEMA : National Electrical Manufacturers Association

(2) 시스템 설계상의 특성

○ 신뢰도(Reliability)

MTBF(Mean Time Between Failurs)

신뢰도 향상은 일반적으로 기능의 단순화와 간략화 사용부품의 감소로 이루어지며 예방보수가 큰 변수로 작용

- 단 한개의 부품의 고장이 시스템의 중요 고장을 유발치 않을 것
- 다중 부품고장과 연쇄 부품고장(Cascading

component failure)이 발생치 않도록 해야 한다.

○ 보수율(Maintainability)

MTTR(Mean Time To Repair)

- 시험 및 진단기능
- 보수요원의 숙달
- 적절한 예비품과 시험기기
- 보수 설명서의 품질

○ MTTR에 고려되는 시간

- 행정관리시간
- 교통시간
- 보수시간

○ 가동률(Availability)

- 가동률 A는

$$A = \text{가동시간} / (\text{가동시간} + \text{정지시간})$$

- 부품가동률(Component availability) A_c 는

$$A_c = \text{MTBF} / (\text{MTBF} + \text{MTTR})$$

- 설계 가동률

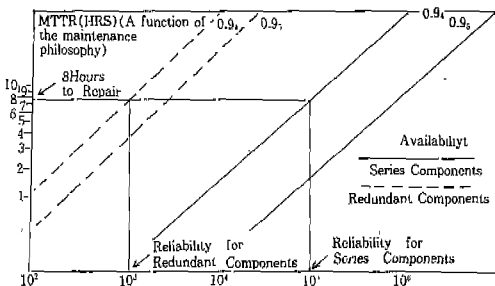
높은 가동률은 2중화, 고신뢰도, 그리고 신속한 보수에 의해서 이루어진다.

가동률 계산은 설계시 고려되어야 한다.

- 중요기능 가동률 : 0.9995
- 일반기능 가동률 : 0.995
- 지역제어소와 중앙제어소간 통신망 가동률 : 0.9999

- 개선된 가동률

- 99.96 ~ 99.6%



<그림 1> 신뢰성대 보수율 및 다중화의 효과

○ 중복설계(Redundant design)

예) 8시간 이내에 보수 가능한 경우 99.99%의 최소가동률을 필요할 때 병렬요소의 MTBF는 10^3 이고, 직렬요소의 MTBF는 10^2 이 요구된다. 따라서 10^4 시간이상의 MTBF를 갖는 부품이 없는 부분은 중복 시킨다 <그림 1>.

(3) 온라인 진단(On-Line Diagnostics)

- 아날로그 기능 점검 : RTU에 기준전압(또는 전류)입력시켜 A/D변환기, 경보한계 점검
- 제어/표시기능점검 : 계전기의 정기적 제어로 외부관련기구 점검
- 고장순서기록(SOE) : kWh동결(Freeze)명령을 SOE입력에 연결시켜 동작점검 가능
- 원격소장치 자료처리기능점검 : Report by Exception (아날로그 또는 상태), 데이터 필터링 등을 루프백 입력을 응용해서 자료처리 검증

(4) 확장성(Expandability)

○ 확장성의 3단계

- 예비점 (Points, Spare)
 - 완전한 결선과 기기는 설치되어 있으나 미사용점
- 결선된 점(Point Wired)
 - 공동기기, 완전한 결선과 공간확보는 되어 있으나 해당사용기기가 미설치
- 예비공간점(Points, Space Only)
 - 공간만을 확보 기타 모든 것 미비

○ 전형적 성능요구

- CPU이용률 : 40%(평균부하조건), 50%(최대부하조건)
- 예비 기억 : 50%(주기억), 100%(보조기억)
- 디스크 I/O 이용률 : 25%

(5)설치시 고려사항

- 설비와 함께 공급되는 설치 설명서에 준하여 설치
 - 원격소장치 설치
 - RTU현장 시험기를 이용 중앙장치 설치전에 현장설치 완료
 - 중앙제어소 설치

- 주요부분 : 공급자의 공장승인과 선적전 시운전
- 기타부분 : 무정전 전원장치, 모의 계통반, 현장과 원격전산기 통신 인터페이스
- 예비전원(현장 발전기 등)
- 소음(acoustic noise)
 - Mil-Std-1472 고려(기준초과시 대화곤란 및 피로증가) <그림 2>.

- 제어실 : NC-30dB 이하
- 보수지역 : NC-45dB 이하
- 이전 SCADA와 병렬운전계획
- 기존 RTU와 새 SCADA를 전화회선을 이용한 공장 승인시험(FAT)
- 기타

(6)보수시 고려사항

○ 보수지원

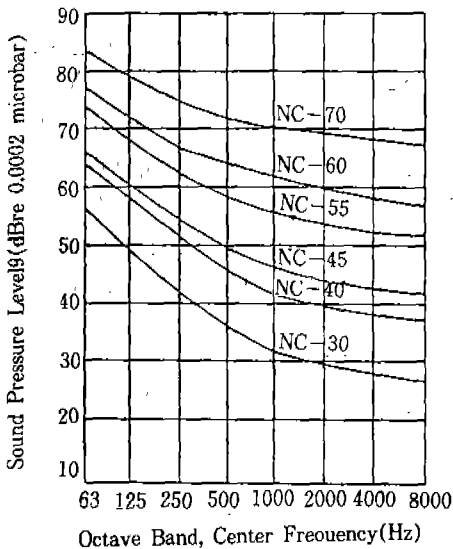
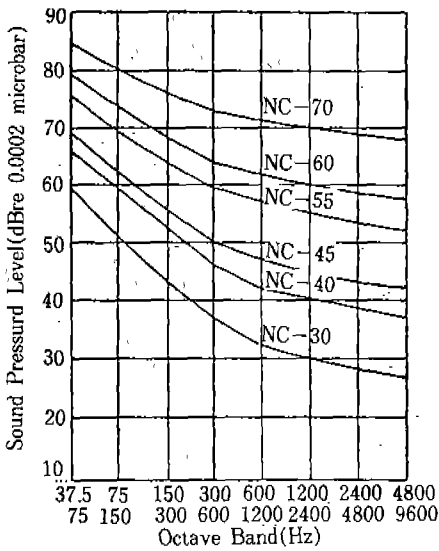
- 모든 보수를 사용자가 수행
- 모든 보수를 보수계약 체결
- 일부 사용자, 일부 보수계약 체결
 - RTU's : 사용자
 - 중앙제어소 : SCADA공급자 또는 주요장비 공급자(컴퓨터, 표시생성기 등)와 보수계약 체결

○ 예방보수

- 기기수명 연장, 일반적으로 전자기계장치인 디스크구동기, 테이프구동기, 키보드, 프린터, 로저, 차트레코더 등 수명한계가 있는 기계장치가 포함된 기기의 예방보수가 중요하다.
- CRT의 브라운관은 3~4년마다 오버홀
- 공급자 지원 예방보수 계획
- 소프트웨어/Firmware 유지보수
 - 훈련된 소프트웨어 기술자에 의한 보수
 - 완벽한 개발 툴(Tools)
 - 운용기간중 타시스템과 통신연계 변경
 - RTU's 증설 등에 따른 변경

(7)설명서

- 설명서 형태
 - 설계 설명서
 - 설치 설명서
 - 운전지침과 기록
 - 유지보수 지침과 기록
 - 시험 설명서
- 사용자가 승인한 최종 설명서이고, 그후 변동은 사용자에게 의해 수정
- 설명서 매체
 - 종이 책자



<그림 2> 대화 잡음 기준(NC) 곡선

- 마이크로 필름(진단 지침서)
- 자기테이프(프로그램 리스트와 교체)

2. 사업관리

(1) 사업관리의 목적

- 사업계획에 따른 정상기간내 사업수행
- 만족스런 시스템 설치
- 예산의 적정관리 수행

(2) 문제의 정의

- 자체검토
- 용역회사의 도움을 받을 것인가?
 - 3~4개월 전담 검토
 - 선정기준
 - 유사경험을 보유했는가?
 - 충분히 책임지고 대화하며 전담 수행할 수 있는가?
 - 유능한 전문가를 보유했는가?

○ 사내 검토팀

- 최소:
 - 기술자/사업관리자(PM)1명
 - 하드웨어 기술자 1명
 - 소프트웨어 기술자/컴퓨터공학 전공 1명
 - 운전분야/계획분야 능력 검비자 1명(또는 2명)

- 최대:

- PM 1명
- 통신/변전소나 지소 기술자 1명
- 컴퓨터 H/W 기술자 1명
- 컴퓨터 S/W(실시간S/W)기술자 1명
- 운전분야 기술자 2명
- 계획분야 기술자 1명

○ 경영자의 승인

- 의사결정
 - 미래의 자원 배분
 - 시스템의 운용문제

○ 초기평가

- 최대, 최소, 최빈도 발생 예측

○ 정리

- 단기 또는 장기이득 산출근거의 정당화

3. 사업의 정의

(1) 보고서

- 사업의 정의 단계
 - 가능성 검토 보고서
 - 타당성 검토 보고서
 - 요구사항 검토 보고서
- 공급자의 선정 단계
 - 구매 사양서
 - 계약서
- 사업의 수행 단계
 - 수행계획서
 - 기능설계 설명서
 - 상세설계 설명서
 - 최종 설명서
 - 공장 및 현장 승인시험 절차서

(2) 타당성 검토

- 현상검토와 평가: 운용방식, 설비, 조직
- 신설비에의 적용방안
- 미래의 대상설비의 변동(전원, 송전선로, 배관망 등)
- 자동화 방식검토
 - 선택할 제어시스템 구성검토와 설계방식 선택
- 현금 흐름과 예산의 집행계획: 기본시스템, 인력, 필요설비
 - 운전비에서 0.3% 절감
 - 총 발전설비 용량의 1% 감소화 실현
 - 발전기 기동정지 프로그램에 의한 연료비의 0.5% 절감
 - 연료비의 2.5% 절감

(3) 시스템 요구사항 검토

- 요구사항 검토팀과 계획일정
 - 팀: 3~5명, 기술용역
 - 일정: 6~12개월; 타당성 검토와 경영진을 위한 보고서 작성 및 보고
- 사양작성 기간과 팀요건
 - 기간
 - 사양: 4~9개월
 - 입찰준비: 3~4개월

- 입찰평가 : 3~4 개월
- 계약업무 : 4~6 개월
- 팀
 - 상근 전담 요원 3~10명 : 기술관리, 운용, 소프트웨어, 통신, 하드웨어와 RTU's, 자문
 - 비상근 요원 : RTU통신, 계통반 연결, 자료 연계(MIS와 기타), 발전제어, 응용 프로그램, 안전기능 응용 프로그램 등

- 시스템 수명
 - 시스템의 수명 : 10~15년
 - 교체연수 8년 : 196시스템 평균치

- 일반검토
 - 새시스템의 목표
 - 초기 및 장기를 고려한 업무내용
 - 신뢰성 및 유용성의 기준
 - 설비의 필수조건
 - 설비확장계획, 운전상 필수조건, 예상수명 고려
 - 설비운용중 : 신설비로 인한 구설비의 이용방안도 고려하여 경제성 평가 이루어져야 한다.

이 내용은 기술검토 결과를 위한 승인이 아니고 전 반적인 사업의 승인을 얻기 위해서 경영자에게 제출해야 될 핵심자료가 될 것이다.

(4) 제어소 시설 요구조건

- 특별한 환경조건과 전원공급장치 필요
 - 공간
 - 약세스 플로어가 설치된 컴퓨터실 : 1000-15000 Square feet
 - 전원
 - 무정전 전원장치(UPS) : 예) 축전기부 30kVA CVCF
 - 전원후 비용 디젤발전기

- HVAC(Heating, Ventilating and Air Conditioning)
 - 에어컨 : 75,000BTUs
 - 향온 향습기

특히 전원공급장치와 향온 향습설비는 제어시스템 또는 제어센터에 2중화 되어 있어야 한다.

(5) 예 산

- 시스템 구비기능과 제어소 시설 요구조건 등을 고려한 예산액의 추정이 이루어져야 한다.
- 예산에는 구입비, 설치비, 엔지니어링 인건비, 교육비, 설치후 운전보수 조직의 유지보수비 등을 포함한다.

4. 공급자 선정

(1) 구매사양

- 상업조건
 - 기간과 조건(T&Cs)
 - 지불조건
 - 시스템 가격의 25% : 선적시 지불
 - 시스템 가격의 15% : 계약조건 완료후 지불
 - 하드웨어 측면에서 공정표는 승인되어야 하고 그에 준하여 지불이 될 수 있어야 한다.
 - 주요 공급자들이 절대적시간(공기)계약(Time of the essence)으로 입찰서 제출이 곤란해질 경우가 있다.
 - “낮게 부르는 입찰자”보다는 “낮은 것으로 평가된 입찰자가 이긴다.”로 표현, 예비품, 유지보수, 가동률과 보증, 차관조건 등에 따른 비용 등을 평가에 고려가능
 - 구매부서와 계약부서간의 긴밀한 협조 필요
- 기술사양
 - 일반적이고 기능적이어야 하며 너무 자세하거나 단일 공급자의 설비에 집중되어서는 안된다.
 - 입찰서 작성비용 \$25,000 - \$50,000
 - 사양 작성시 고려사항
 - 선택조건(Options)을 과다하게 요구치 않는다.
 - 승낙표를 요청한다(Table of compliance)
 - 적절한 설명서 요청
 - 확장조건을 명시한다.
 - 완벽하게 시스템이 확장되었을 때의 한계치 고려(권고치)
 - 컴퓨터 부하 : 정상운전시 75%
 - 주기억장치 : 상시이용 영역 90%
접치는 영역 95%
 - 자료취득 제어기 부하 : 75%~95%

- 가동률 : 중복(Redundant) : 99.95%
- 비중복(Non-Redundant) : 99.0%

(2) 공급자 자격

- 공급자의 능력조사와 구매방안 결정(지명 경쟁입찰 등)
- 사전경험
 - 100개 이상의 RTU를 포함한 전체시스템 공급자 또는
 - 동일한 컴퓨터와 소프트웨어를 2~3개 이상 공급하여 성공적으로 운용해본 경험이 있는 공급자
 - 4~6개회사 제한하고
 - 실제 입찰참가자는 3~5개 사이가 적당하다. 입찰자가 5개 이상되면 입찰평가를 힘들게 하고 지연시키게 된다.

(3) 공급자 제안서와 입찰평가(Vender Proposals/Bid Evaluation)

- 입찰평가 과정
 - 평가 기준 확립
 - 예비 심사
 - 입찰 해명
 - 세부 평가
 - 최종평가와 공급자 선정
- 평가방법
 - Scorecard approach : 기술부분을 점수제로 평가
 - Low compliant bid approach : 질의 답변을 강화하여 사양에 맞는 시스템을 갖도록 평가
 - Low evaluated vid approach : 입찰서에 제외된 부분에 대한 보수비용 평가
 - Full life cycle analysis : 투자비용, 보수비용, 교체이득, 라이프 사이클 코스트(유지비, 전력비, 시설비, 인건비) 등을 고려한 시스템 수명기간의 비용을 험가화하여 평가
 - 보이지 않는 부분평가 : 경험과 인력, 기술의 성숙도, 신기술, 공급자의 일과다 여부, 계획상 위험도 판단 등
- 평가기간
 - 간이평가(1~3주) : 낮은 능력자를 탈락시키고 2-3개 회사로 축소

- 세부평가(4~6주) : 질문서에 대한 답변서가 평가에 포함되도록 하고, 입찰평가 규약의 경영자에 의한 사전승인 필요

(4) 계약낙찰(Contrat Award)

- 낙찰방법
- 공개낙찰(Award Outright) 또는
 - 구매 의향서(Letter of Intent) 발행 : 몇가지 확인과 문제점 협상 후 결정
- 계약교섭(Contract Negotiation)
 - 상업적 협상
 - 계약서 작성 협상
 - 사양과 입찰서 사이의 공백을 메우기 위한 작업과 새로운 기능의 추가요구 등 고려, 그 결과 사업설명서(Work Statement)는 최신의 사양이 될 수 있다.
 - 공급자형이 아닌 구매자형 시스템일 경우 특히 사업설명서가 요구된다.
 - 계약이 체결되기전 모든 것이 해결되어야 한다. 계약후엔 권한이 축소된다.

5. 사업의 수행

(1) 수행계획

- 계획지원 패키지
 - PERT/CPM(PERT/Time, PERT/Cost)
 - GANT
 - PRL(Personnel Resource Loading) : 인력 관리
 - PMS(Performance Measurement System) : 사업진행에 따른 예산관리
- 적정기간
 - SCADA시스템 : 2~3년
 - 자동발전제어(AGC)와 경제급전(ED)포함 시스템 : 4~5년 사업수행
 - 진보된 안전제어기능 포함 시스템 : 5~7년 사업수행
- 가장 성공적 시스템
 - 공급자와 프로젝트팀의 긴밀한 관계
 - 구매자와 공급자 사이의 상호 협조

- 구매자와 기술자가 시스템의 설계, 개발 그리고 결합 참여

- 위험을 감안한 창조정신

(2) 시스템 설명서와 설계 재점검

- 승인요청 설명서 제출과 요구

- 하드웨어 도면
- 기능과 자세한 소프트웨어 설계사양
- RTU와 중앙장치 입출력 목록 정보 제출요구

- 재점검이 이루어져야 할 조직적 단계 (Systematic Steps)

- 예비설계 완료시
- 세부설계 완료시
- 단위 업무별 시험완료시와 결합시
- 승인시험과 설치완료시

(3) 훈련

- 중요 고려사항

- 일찍 시작한다.
- 훈련에 소요되는 비용이 시스템 운용에 직결된다는 것을 인식하고 충분히 투자한다.
- 유지보수와 운용의 각 분야에 적어도 2명씩을 참여 시킨다.
- 정규훈련과 현장교육(OJT)을 실시한다.

- 정규훈련

- 공급자 공장에서의 현장교육(OJT)

- 시스템 결합기간중 설계 및 설치에 구매자측 기술자 참여
- 소프트웨어 기술자는 하드웨어 훈련과정 참여

- OJT에

- 기술자 10명을 표시 및 데이터베이스 입력에 참여
- S/W개발에 20명 참여

(4) 공장 인수시험(FAT)

- 큰 시스템의 FAT

- 3~4개월 기간 소요
- 시험과정은 사업관리팀(Project Team)에 의해 승인 및 참여되어야 한다.
- 훈련받은 하드웨어 기술자는 공장인수 시험의 하드웨어 분야에 참여 및 승인해야 한다.

- 시험항목

- RTU스캔타임 간격
- 경보 처리 부하
- 운전원 MMI요청에 대한 응신
- 표시 호출 응답
- 응용 프로그램에 경과되는 시간
- 초기 확장 성능시험

(5) 설치와 현장 시운전

- 설치장소의 설비 준비(중앙제어소)

- 설비 및 지원시스템
 - 설치공간, 장비, 배치, 케이블
 - 바닥
 - 방재
 - 환경 : 온도, 습도, 진동, EMI, 먼지.
 - 냉방
 - 전원 : kVA, 중복, UPS, 비상발전기
 - 제어소의 인간공학적 배려 : 조도, 소음, 콘솔 배치, 계통반
 - 프로그래머와 기술자 근무장소

- RTU설치 : 일반 고려사항 참조

- 컴퓨터 시스템 설치

- 일반적으로 시스템 중앙장치는 항공운송이 일반적이다.
- 공급회사 기술자의 기술감독하에 실시 설치
 - 전원공급은 공급자측 전문기술자에 의한 보증이 있는 후 사용하고 설비를 보증토록 한다.

- 하드웨어 진단시험(1~2주)

- 현장점검(Checkout)

- 통신선 점검
- 자료 점검
- AGC조정(Tuning)

- 현장 시험(Test)

- 공장 하드웨어 진단시험 반복
- 현장입력 데이터베이스 점검
- 현장자료로 FAT 반복
- 현장 운전원(급전원)에 의한 시험

(6) 신규설비 교체(Cutover)

- 교체시스템의 복잡한 문제해결

- 두 시스템의 공존
- 추가설비 요구조건
- 두시스템의 병행운전(Concurrent operation)

(7)시스템 가동률 시험(SAT)

- 가동률 : $A=U/(U+D)$
 - A : 시스템 가동률
 - U : 시스템 가동시간(Uptime)
 - D : 시스템 정지시간(Downtime)
 - U+D : 성공적 시험을 위한 최소한의 시간
- U+D
 - 최소 1~3개월(700-2200시간)소요

(8)보증(Warranty)

- 보증기간
 - 공급자측 : 선적후 18개월
 - 구매자측 : 6~12개월 연장(가동률 시험 성공 완료 후)

(9)시스템 유지보수와 기능강화

- 하드웨어 유지보수
 - 공급자의 교육을 받을 기술사
 - 5~10%의 예비품(전원장치, 기계부분 등)
 - 컴퓨터화 시험장비로 진단
- 소프트웨어 유지보수
 - 처음은 공급자

- 내부 요원에 의한 R&D
- 요원관리 : 공급, 승진, 권태
- 새로운 응용프로그램의 설계와 개발
- 시스템 구성변경과 확장

6. 결 론

(1)사업성공을 위한 관리상 알아야 할 몇가지

- 최대목표는 문제점 조기 발견
- 모든 요구사항은 공급자와 사업관리자 사이에 회합수행
- 상호 긴밀한 협조 유지
- 반드시 필요한 기능만 조화 시킬 것
- 합리적 의사결정 : 완벽 추구보다는 원만한 진척

(2)문제가 자주 대두되는 분야

- 계획 착오
- 예산과다 지출
- 시스템 자원의 부족
- 요원의 이동(전출)
- 원활치 못한 시스템 성능

(3) 문제해결방안

- 문제발생 즉시 경영자에게 신속히 위험을 보고 하여 대처할 수 있는 체제구축

<다음호에 계속.....>



전기를 아껴쓰는 생활의 습관

전기절약은 아주 작은 관심에서 시작됩니다.
 전기절약! 알고 보면 쉬운 일!
 주위의 손쉬운 일부터 한 가지씩 실천하여
 지금부터라도 생활화합시다.

- 에어콘 낮시간(오후1시~오후3시)사용을 억제합시다.
- 조 명 불필요한 전등 사용을 억제합시다.
- 냉장고 냉장고 문여닫는 회수를 줄입니다.
- 세탁기 세탁물은 한꺼번에 모아서 세탁합시다.
- T V 원하는 프로그램을 선택하여 시청합시다.