

Scada/EMS 기술동향 검토

윤갑구*, 한영석, 한설아 에 이 스 기 술 단

Current trends in the Scada/EMS

Kap-Koo Yoon, Young-Suk Han, Seol-A Han ACE Engineering, Inc.

ABSTRACT

Many different industries use Supervisory Control and Data Acquisition/ Energy Management Systems (Scada/EMS) to guide a wide range of operations and processes.

This paper provides an overview of the functions of Scada/EMS and the fundamentals of operation of Scada/EMS.

The paper concludes with the current trends toward open systems, distributed architecture, improved man-machine interface(MMI), advanced applications, artificial intelligence(AI), distribution automation, smarter remote terminal units(RTUs) and expended system scope.

1. 서론

최근 컴퓨터와 정보통신 및 제어기술의 발전과 더불어 Scada/EMS 기술이 비약적으로 발전되고 있으며, 그의 응용 범위가 크게 확대되고 있다. 아울러 관련 시스템들과 시스템통합(SI: System Integration)이 이루어지고 있다.

우리나라에서는 1979년 6월말 부터 운영되기 시작한 한국 전력공사의 Scada시스템을 시발로해서 가스관망설비와 다목적댐 및 용수관리사무소등의 수자원설비, 상수도설비, 하수도 및 우수배제장등의 수방설비, 지하철 및 전기철도설비, 공항과 항만설비, 인텔리전트빌딩설비등의 운영관리를 위한 Scada/EMS의 도입이 활발하다[1].

이러한 실정에서 Scada/EMS기술의 발전동향을 소개하므로서 앞으로의 시스템 구성을 더욱 경제적이고 합리적으로 접근 시키고자 한다. 나아가서 장래성이 있고, 성능이 좋으면서도 단순한 설계와 유지보수가 쉬운 새롭게 발전된 Scada/EMS구성 기법을 제안한다.

2. Scada/EMS의 역사

(1) Scada 명칭의 역사

1890년대 초에 원격제어(RC:remote control)와 원격지시(remote indication)가 현장에 적용되기 시작했다[1].

1892년에 AEC사(Automatic Electric Co.)가 라포트사(LaPorte, In.)에 설치한 최초의 자동전화교환기 기술이 RC와 원방감시(SV:supervision)에 가깝다[3].

1900년에서부터 1920년대 전반까지 많은 여러가지 RC와 SV시스템이 개발 되었다[3].

1921년 할로우(John B. Harlow)에 의해서 현대식 원방 감시제어(SC:supervisory control)시스템 설계가 이루어졌다[3].

1923년 벨라미(John J. Bellamy)와 리차드슨(Rodney G. Richardson)이 제어점을 선택한 후에 제어를 실행하는 점검 후제어(check-before-operate)기술을 적용한 현대식 RC 시스템을 적용하였다[3].

1927년에 헐씨(Harry E. Hershey)가 원격지로부터 감시 되는 정보를 기록하는 시스템을 처음 설계했다[3].

1970년대 중반부터 디지털 컴퓨터 기술을 원격측정(TM:telemetry)과 원격제어(TC:telecontrol)또는 SC에 본격적으로 활용하면서부터[4] SCADA(Supervisory Control and Data Acquisition)라는 용어가 등장하였다.

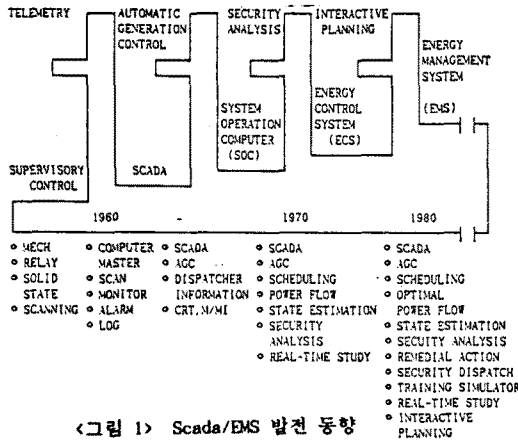
(2) EMS발전 역사

현재의 에너지 관리시스템 (EMS:Energy Management Systems)은 60여년의 역사를 갖고 있다. 크기는 세가지 선구자가 있다고 보고 있는데 그 하나는 아나로그 부하주파수제어(LFC)와 경제급전(ED)시스템이다. 또 하나는 전자 및 릴레이 조작 원방제어 시스템이고, 나머지 하나는 선행 네트워크 해석 풀이다[5].

표 1에 EMS 발전 역사를 나타냈다[5]. 아울러 Scada/EMS의 발전 동향을 그림 1에 좀더 자세히 나타냈다.

<표 1> EMS 발전 역사

년	도	1950	1960	1970	1980	1990
아나로그	LFC/EDC					
하드 와이어드	Scada					
디지털	LFC/EDC					
디지털	Scada					
칼라 그래픽						
네트워크 해석						
분산 시스템						
릴레이셔널 데이터베이스						
데이터베이스						
네트워크 통신						
분산 데이터 베이스						
워크스테이션						



〈그림 1〉 Scada/EMS 발전 동향

(3) Scada 시스템 형태의 변천

Scada 시스템의 감시제어형태의 변천을 년대별로 요약하면 표 2와 같다[6][7].

표 2 Scada 시스템 감시제어형태의 변천 [6][7]

년 대	형태의 변천 [제어형태]	기능의 변천	
		제어 기능	프린트
1940년대 [직접제어]	○ 분산 기술 ○ 고전 기술	[제1단계의 기능] ○ 시스템의 상태감시만	소규모 일체형
1950년대 [원방감시 제어]	[진공관시대] ○ 원방감시제어 기술 ○ 통신 기술 ○ 아날로그 기술	[제 2 단계의 기능] ○ 시스템의 상태감시와 제어 ○ 제어결과의 확인	소규모 분산형
1960년대 [집중감시 제어]	[트랜지스터 시대] ○ 반도체 기술 ○ 전자화 기술 ○ 컴퓨터 기술 ○ 디지털 기술	[제3단계의 기능] ○ 시스템의 상태감시와 제어 ○ 제어결과의 확인과 비교	중규모 분산형
1970년대- [대규모 집중감시 제어]	[IC, LSI 시대] ○ 집적화 기술 ○ 광일렉트로닉스 기술 ○ 광통신 기술 ○ 화상처리 기술	[제4단계의 기능] ○ 시스템의 상태감시와 자동제어 ○ 제어결과의 확인과 비교 ○ 부가기능의 개발과 기록	대규모 분산형

3. 기술동향

(1) 개방형시스템

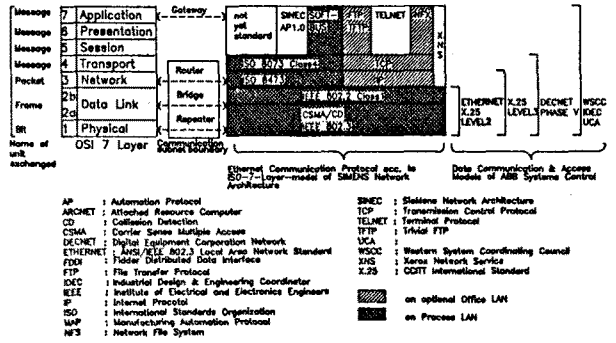
개방형시스템(open systems)의 진전은 컴퓨터산업과 같이 부진했지만 Scada/EMS 분야에서는 급격히 침투되었다. 그 동기는 다음의 문제점을 해소하기 위한 것이다.

- ① 계획상의 문제 : 예측못할 증대한 사상의 실수
- ② 기술의 변경에 따른 문제 : 도입설치 소요기간(5년)과 가동후 수명기간(15년)의 기술혁신에 따른 이득 상실
- ③ 공급의 일과성 문제 : 공급자의 폐업 또는 제품 전환으로 공급곤란

개방시스템은 표준화된 프로토콜(protocol)을 사용하여 다른 제작사의 H/W와 S/W를 사용할 수 있다. 확장이 필요할 때는 단지 필요한 만큼의 부분만 추가하여 쉽게 확장 할 수 있다. 따라서 분산투자가 가능하고 특정업체가 폐업을해도 시스템의 유지보수와 확장등에 지장이 없다. 개방시스템의 제1단계는 유틸리티 통신구조(UCA:Utility Communications Architecture)라고 부르는 표준모형(format)의 설정이다.

이 구조는 그림 2의 개방시스템연계(OSI:open systems

interconnection) 모델을 기초로 한다[2][8]. 제 2단계 목표는 서로다른 데이터 베이스들의 정보를 공유할 수 있는 능력을 구비하는 것이다[8].



〈그림 2〉 개방시스템 연계 모델

(2) 분산형 구조

최근 개방형시스템으로 이행되면서

- ① 분산형 구조(distributed architecture)의 채택이 활성화 되었다.
- ② 중앙컴퓨터는 상대적으로 소규모화(down sizing)되고있다.
- ③ 터미널은 단순기기 대신 워크스테이션(WS: workstation)으로 되고있다.
- ④ 워크스테이션들은 근거리 통신망(LAN:local area network)으로 연결되어 네트워킹(networking)되고있다.

분산형 구조의 장점은

- ① 고신뢰도: 한 WS의 고장은 전체 시스템 기능발휘에 지장을 주지않고 다른 WS이 그 일을 부담한다.
- ② 저가격: WS는 싸고 어디서나 쉽게 구입가능하며, 증설비용도 낮다[8].

(3) 운전원 인터페이스

최근 시스템과 운전원의 인터페이스(operator interfaces) 또는 인간기계연락장치(MMI:man-machine interface)는 풀그래픽(FG:full-graphics)기능의 개발이 중요한 영향을 주었다.

FG 기능의 특징은

- ① 패닝(Panning):도면내의 표시 윈도우의 이동
- ② 줌링(Zooming):디스플레이 되는 데이터의 범위 증감
- ③ 디클러터링(Decluttering):줌링중에 정보의 이동이나 추가 기능
- ④ 다중화면:한 화면에 여러파라미터의 화면구성
- ⑤ 인텔리전트 그래픽스:그림이나 정보가 데이터 베이스(database)와 연동하는 기능

향후계획은 인공지능형(AI:artificial-intelligence) 인터페이스를 개발하여 공급하는 것이다[8].

(4) 진보된 응용의 고도화

새로운 응용은 큰 공공기업(Large utilities)으로부터 나오고, 사용이 늘어나서 가격이 떨어지면 작은회사에도 그의 적용이 늘어난다. 저렴한 WS기술의 발전이 기여하고 있다[8].

- ① 자동발전제어(AGC):새 Scada시스템에는 표준으로 적용되어 Scada/AGC라고 부를정도이다.

계통 주파수와 용량전력을 한계치 이내로 유지하기 위하여 지역제어오차(ACE)를 최소화하고 운전계약 범위내에서 계통발전 비용을 최소화한다.

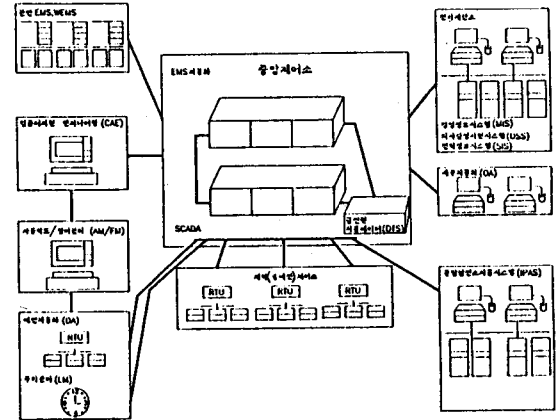
- ② AGC수행감시: 제어효과감시와 사후분석을 한다.
- ③ 경제급전(ED): 물사용 효율을 최대로 조정하며, 송전손실을 고려한 발전비용의 합계가 최소가 되도록 발전유니트에 출력을 배분한다.
- ④ 예비력감시: 미에측발전요구(부하변동 또는 발전변동)를 만족시키는 수준의 적정운전예비력(operating reserve)를 결정한다.
- ⑤ 전력용량계획: 연계계통과 유효전력조류의 시간별 용량계획을 제시한다.
- ⑥ 상태추정(state estimator): 취득한 데이터의 오차를 보완한다(보통 15분 주기).
- ⑦ 상정사고해석(contingency analysis): 미리상정해 놓은 시나리오를 통해 우발사고가 계통안정도에 미치는 영향을 평가한다.
- ⑧ 네트워크 최적화(network optimization): 안전제약급전(security-constrained dispatch)과 전압/무효전력계획 및 최적전력조류(optimal power flow)등을 포함하여 계통이 운전계약내에서 사전에 설정된 목표치에 부합되도록 한다.
- ⑨ 운전원 훈련 시뮬레이터(operator or dispatcher training simulator): 여러조건의 비상시에 대처하여 모의해보므로써 초보자와 숙련자를 돕는다.

(8) 시스템 범위의 확장과 시스템 통합

시스템의 관장범위는 예전보다 넓어지고 있다. 부하관리, 자동작도 및 설비관리(AM/FM: automatic mapping/facility management) 프로그램등을 처리하는 다른 컴퓨터시스템과 자료연계 능력이 있고 이들 정보는 인공위성을 통해 연결된다(예: Southern Company).

Scada는 전자식 계량기와도 연결된다(예: Water, Gas & Light Commission of Albany, Ga).

EMS와 관련 컴퓨터와의 인터페이스가 강화된 시스템통합(SI: system intergration) 전망을 그림 3에 나타냈다.



<그림 3> EMS 관련 시스템통합 전망

(5) 인공지능의 대책

진보된 응용의 고도화의 한방법으로서 인공지능(AI: artificial intelligence)을 채택하고 있다.

AI 적용사례로서

지능형 정보처리기능(IAP: intelligent alarm processor)이 있다. 이것은 긴급도에 따라 경보메세지에 우선 순위를 부여하고 그것을 통상적인 시간대별 리스트와 즉각 주의환기용 우선순위별 경보리스트등의 형태로 표시한다[8].

(6) 배전자동화의 발전

시험용 또는 현장실증용 소규모 시스템이 보급되고 있다[8]. 최근에는 무선원방감시제어시스템(MOSCAD)이나 패킷라디오방식의 종합배전 자동화시스템(NetComm)이 적용되고 있다. NetComm은 광역통신망(WAN: wide area network)으로는 900MHz대의 UHF 양방향통신을 이용하고 LAN으로는 저압선 반송(PLC: power line Carrier)을 이용하고 있으며 배전선로 구분개폐기의 원방감시제어와 자동원격점침(RMR: remote meter reading) 및 온수기와 냉난방기등을 직접제어하고 있다[9]-[12]

(7) 스마트 RTUs

최근의 RTUs는 마이크로 프로세서 능력향상과 가격인하에 힘입어 고장순서기록(SOE: sequence of events)을 표준기능으로 적용하고, 이중포트(dual-port)를 구비하여 두 제어소로부터 다른 메세지 프로토콜로 동작될 수 있다. 자기구성(self-configuration)과 자기진단(self-diagnostic)기능을 구비할 것이다.

보호계전기 기능과 폐회로제어(closed-loop control) 및 디지털 고장기록을 포함할 것이다.

데이터베이스와 자동백업, 웨일세이프(fail-safe), 현장 MMI 및 프로그래밍과 같은 전형적 S/W기능을 구비해갈 것이다[3].

4. 결론

Scada/EMS는 개방형 시스템으로 발전되고 있으며, 새로운 응용과 저가격화가 이루어지고 있다.

더우기 시스템 범위가 확장되고 시스템통합(SI)이 강화되고 있다. 이에 대비하여 전력, 가스, 수자원, 상하수도, 전철, 공항, 항만, 빌딩설비관리는 물론이고, 관련 프랜트와 공장자동화 시스템 및 기업정보시스템과의 연계기술을 개발하는 것이 소망스럽겠다.

참고문헌

- [1] 윤갑구, Scada/EMS 기술동향 : 한국수자원공사 연수원, 1992. 5
- [2] Dennis J. Gausshell, Henry T. Darlington : Supervisory Control and Data Acquisition Proceedings of the IEEE, Vol. 75, No. 12, December 1987
- [3] IEEE Tutorial Course Text 81 EMO 188-3-PWR, Fundamentals of Supervisory Control Systems, IEEE Power Engineering Society 1981
- [4] H. Amelink, A.G. Hoffmann: Current trends in control centre design, Electrical Power & Energy Systems, Vol.5, No.4, October 1983
- [5] Ralph D. Masiello : Evolution of Energy Management Systems, 1989 IFAC Symposium on Power Systems and Power Plant Control
- [6] 윤갑구 : 전기설비의 자동화와 전력계통분석, 에이스기술단, 1992. 2
- [7] 수력발전소-변전소감시제어시스템 : 전기평론, 1988. 9
- [8] Greg Paula : Scada/EMS : New applications, lower cost, open system, Electrical world, July 1991
- [9] 윤갑구 : 컴퓨터자동화와 정보통신망, 제40회 전기기술강습회, 대한전기기사협회 1992. 4. 14
- [10] MOSCAD, Motorola SCADA, 1991년, 한국첨단기술(주)
- [11] Spencer T. Carlisle : NetComm Communication System, Southern California Edison Company, June 1991
- [12] 김영한, 김재영, 윤갑구, 한영석 : 최대부하 직접제어 방식 실용화를 위한 연구, 한국전력공사 1990. 12