

퓨전전기기술을 응용한 전력기기의 상용화 연구기반

- 구자윤 / 한양대학교 퓨전전기기술응용연구센터
- 장용무 / 한양대학교 퓨전전기기술응용연구센터
- 이준호 / 호서대학교 전기공학과
- 김정태 / 대진대학교 전기공학과

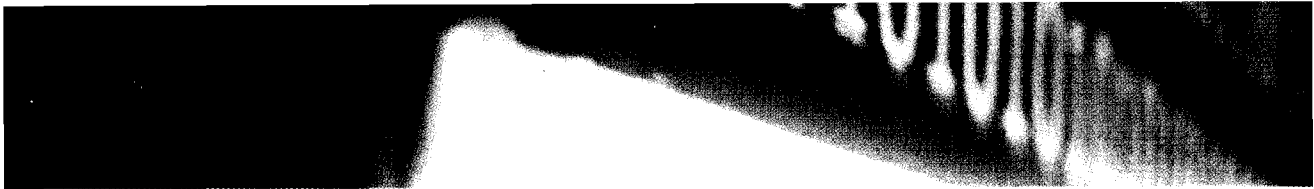
서 론

세계 전력산업 시장의 매출규모는 1999년의 2,385억 유로에서 2004년에는 3500억 유로로 증가될 것으로 선진기업들은 예측하고 있으며, IT기술과 융합된 전력산업 부분의 증가율은 기존 설비의 매출규모 증가율의 6배 이상으로 전체 매출규모의 46.9%에 달할 것으로 예측되고 있다. 이러한 예측 근거는 전력설비 신규 전력설비 증가 보다는 전기에너지 공급 신뢰성 확보에 필수적인 전력설비의 관리 및 유지보수를 위한 자동화 및 진단 평가 기술 관련 산업이 크게 팽창하기 때문이다. 지난 10년간의 자료에 의하면, 미국, 유럽 등 선진국의 경우, 전력수요 증가는 거의 포화에 이르러 전력설비의 새로운 설치보다는 이미 설치 운영 년 수가 30~40년이 된 기존 설비들의 운전 수명연장이 요구되어 보수 및 교체를 중점적으로 추진하고 있으며, 이러한 목적으로 절연열화진단이 포함된 운영자동화 기술의 개발과 상용화를 위해 정보통신기술과 각종 센서 기술을 접목시키고 있다.

또한, 세계 중전기 업체들의 송변전 및 배전 분야의 전략적인 포트폴리오에 의한 경제적 기여도를 살펴보면, 기존의 단순한 전력설비 생산은 2000년의 50%에서 2005년에는 40%로 줄어들고 반면에 감시제어가 가능한 전력설비의 생산은 30%에서 35%, 운영 및 유

지보수와 같은 서비스 부분은 20%에서 25%로 증대 될 것으로 예측되고 있다. 따라서, IT와 SI(System Integration) 및 디지털 기술 등이 기존의 전력기술에 접목되는 정도가 급속히 심화 될 것으로 예측 된다. 이러한 변화에 부응하기 위하여 국제적인 각종 규정들이 통합이 진행되고 있으며, 아울러 정보통신 기술접목이 가장 빠르게 진행되는 분야는 변전소 자동화(SA : Substation Automation) 분야이며, 한 예로서, IEC 61850(변전소 IT의 국제 표준화 방법)이 제정되어 관련 기술개발이 다각도로 구체화되고 있다.

해외 선진 기업들은 향후 전력설비의 운영관리 시스템을 그림 1과 같이 구상하고 있다. 그 기본 구상에 의하면, IT 접목 양상은 기존의 GIS, 케이블, 변압기 등과 같은 송변전 전력설비에 운전 감시 및 이상 진단이 가능한 각종 센서들을 부착하여 운전 상태분석 데이터 및 정보를 유무선 통신 및 인공위성을 이용하여 지역 및 종합 네트워크 감시제어 센터 뿐 아니라 제조업체에도 전달하여 설비의 안전성 유무 판단을 포함한 감시 제어 및 사고 발생 가능성 여부를 파악하여 신속히 대처하고 적절한 시기에 유지보수 및 설비교체를 결정할 수 있는 시스템의 구현을 추진하고 있다. 이러한 개념에서 유럽 및 일본의 거대 선진 기업들은 기존 센서기술과 정보통신 기술이 접목된 상용화 시스템으로 에너지 산업에 대한 전반적인 솔루션을 제공하고 있



다. 아울러, 이들 기업은 자국보다는 미국 및 동남 아시아 지역을 주요 수요처로 공략하고 있고, 대상국 전력회사에 설비와 운영 시스템 및 정보기술을 제공하기도 하며 Turn key 방식으로 서비스 및 운영과 유지관리를 대행하기도 한다.

이와 같이 미래의 전력산업 시장은 현재와 같은 설비의 설계 및 제조 기술 외에 전력설비의 진단을 위하여 IT 및 신 개념의 센서 기술 등이 접목된 하나의 완전한 설비시스템의 요구로 전력설비의 실시간 안전성 확인을 위하여 상기 여러 기술이 복합된 Fusion Technology 응용 상용화 원천 기술 개발을 위한 연구 기반 확보가 절실히 요구된다.

상기한 바와 같은 전력설비의 안전성 확인을 위한 중전기기 분야의 미래형 기술은 기존의 전력기기 진단 기술에 IT 및 나노 센서기술이 연계된 것으로 예를 들면 다음과 같다. 나노 개념이 적용된 신개념 센서, 고전자계 환경 속에서 고속신호 검출 및 처리를 위한 디지털 회로 설계기술, 비접촉식 계측 기술을 포함하는 각종 전자회로 기술과 시스템 종합(SI: System Integration) 기술, 정보 기술(IT: Information Technology) 등의 시스템 기술 등이다. 미래의 전력산업기술 분야의 Fusion Technology는 이러한 기술들이

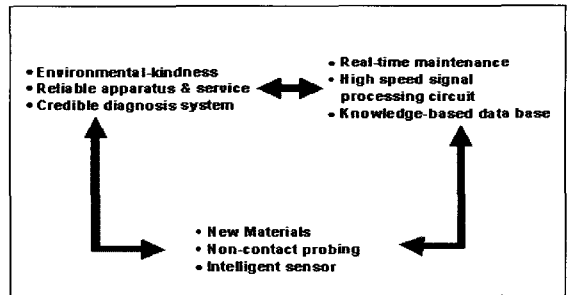


그림 2 Fusion Technology가 접목된 미래 대전력 설비의 개념

복합된 것으로 정의 될 수 있으며, 종합적인 개념은 그림 2와 같다. 선진기업은 이러한 Fusion Technology를 접목하여 세계 시장을 석권하려고 하고 있어 국내에서도 이에 대한 대비가 필요하다

연구 기반의 필요성

정부의 기술 방향 제시 및 산업 여건의 변화

정부는 역동적인 대처방안을 수립하기 위하여 과학기술부가 중심이 되어 1988년에 작성된 과학기술분류를 2001년도에 재검토하여 국가과학기술표준분류 작업을 수행하였다. 대분류로서 '전기·전자'를 하나의 분야로 독립시켜 세계의 기술변화에 부합되도록 세부핵심기술들을 분류하였고, 그중의 하나로서 '전기설비 진단·평가기술'이 신설되었다. 또한, 고신뢰성 전력시스템 기술'이 전력산업 분야에 국가의 지원이 시급히 요구되는 분야로 선정되어 5개의 개발 대상 핵심기술을 도출하였다. 그중의 하나로서 전기에너지의 효율적인 이용을 위해 '설비진단 및 수명 예측기술'이며, 세부기술로서 센서 설계 및 신호처리기술, 열화특성 변화 추이분석 기술 및 네트워크 기반 기술 등 기존의 전력설비 진단기술에 정보통신 기술이 접목된 기술들

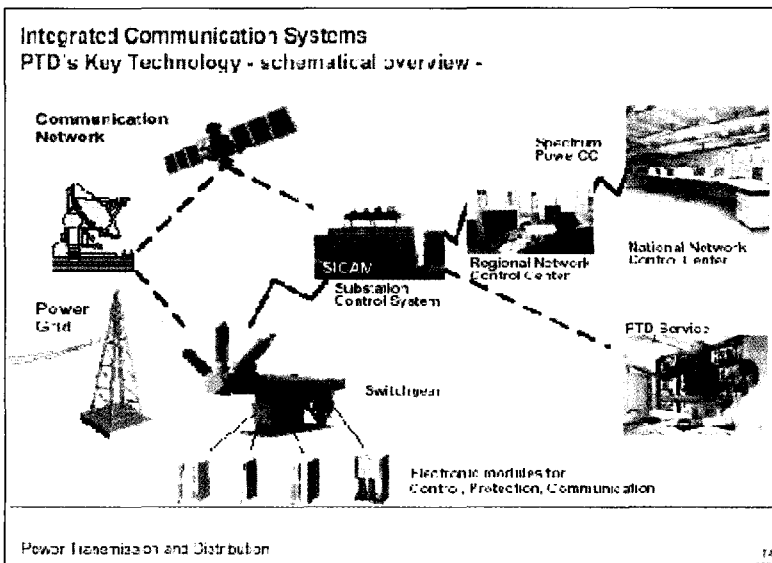


그림 1 IT가 접목된 미래의 전력설비 운영 감시시스템 개념도

이 포함되어 '스마트형 전력설비 진단 및 수명예측 기술'의 개발과 열화진단 기술의 개발의 필요성이 제시되어 있다. 이러한 선정배경은 전력수요 증가 뿐 아니라 클린 에너지의 사용이라는 환경적 요구에 의해 전기에너지의 사용 및 중요성이 증대되고 있으며, 이에 따라 전력의 고품질 및 전력공급의 신뢰성 향상이 요구될 뿐 아니라 전력 에너지 공급 인프라를 구축할 용지도 부족하게 됨에 따른 결과라 할 수 있다.

국가 기술지도에 이와 같은 기술이 포함되어 있는 것은 중전기 산업분야의 향후 발전방향을 제시하는 것이며, 국내에서도 세계적인 중전기 산업의 변화 추세에 대한 대비가 필요하다는 공감대가 형성되어, 이를 구현하기 위한 연구개발 인프라 구축은 필수적이다.

전력산업 구조개편이 정책적으로 전개됨에 따라 향후, 국내 전력시스템의 구성 및 운영은 개방형의 상호 운전이 가능한 체제로 발전될 것이며, 전력설비는 자동화 또는 무인화 될 뿐만 아니라 자기진단도 가능한 종합시스템으로 변환, 운영될 것으로 예상된다. 따라서 전력설비의 모든 운용상태 분석을 위하여 신개념 센서, 디지털 회로 및 데이터 프로세싱을 비롯한 비접촉식 계측을 위한 새로운 개념의 광기술등이 접목된 고감도 고신뢰성 지능형 센서의 개발이 필요하며, 측정기술은 디지털화 되고 IT 응용 인공지능 전문가형 분석기술이 요구된다.

원천 기반기술 및 산·학·연 연계고리 부재

1970년대에 시작된 중공업 진흥정책에 의거하여 성장 잠재력이 확보된 국내 전력기기 시장에서 국내인력에 의한 기술력 경쟁 보다는 해외기술 도입과 로비에 의존한 기업의 국내시장 확보 경쟁이 시장 환경이 변화된 오늘날에도 지속되고 있다.

산업체, 학계 및 연구소의 국내 기술개발 방향을 살펴보면 다음과 같다. 산업체에서는 상품화 기술 개발에 주력하고 있으며 산업체가 필요로 하는 실규모 원천기술 개발을 위한 장비 및 인력이 부족하고 또한 국내기업 여건에서 연구개발 전용의 고가의 실규모 장비 구입이 쉽지 않을 뿐 아니라 구입하더라도 능력을 갖춘 전문인력의 부족으로 원천기술의 개발은 어려운 상

황이다. 전문연구 기관들은 적용기술 연구를 중점적으로 하고 있으나 산업체와 마찬가지로 장비와 인력 및 연구비 부족으로 세세한 요소 및 실규모 원천 기술에 대한 연구가 미흡한 실정이다. 현장 적용보다는 논문 위주의 연구가 진행되고 있는 대학은 전문인력의 80% 이상이 소속되어 있으나, 실규모 수준의 연구 및 교육 시설이 전무하여 기업에서 직접 활용할 수 있는 원천 기술 개발이 불가능하고 현장 적용과는 거리가 있는 소규모의 실험에 의존한 소규모 논문 위주의 연구가 이루어져 대학의 연구가 쓸모없다는 인식을 기업이 갖게 되었다. 따라서, 산·학·연 연계가 원활하지 않은 상태가 오랫동안 지속되어 대학교육 과정을 통해 배출된 인력의 수준이 기업에 전혀 도움이 안 된다는 평가와 함께 대학 교육 역시 소용없다는 인식이 증대되어 왔다.

원활한 연구/개발을 위하여 아래의 그림 3과 같은 연결 체계가 형성 되어야 하지만, 상기 언급된 관련기관의 상호인식으로 인하여 R&D에 참여하는 연구 주체들간의 유기적인 연결고리가 이어지지 않아 관련분야의 특화된 고급 인력 양성 및 공급이 가능한 환경조성이 매우 어려운 상태이다.

원천기술 상용화 연구기반 설비

이상의 여건변화 및 문제점의 해결을 위해서는 산업체와 대학이 만날 수 있는 단순한 인력의 인프라 구축이 아니라 실제적인 차원의 연구로서 산업체와 대학이 실규모 연구 장비의 인프라 구축을 통해서 원천기술개발 연구가 가능하다고 볼 수 있다. 미래기술 개발에 필

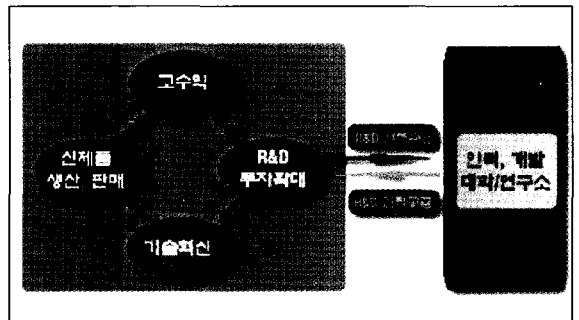
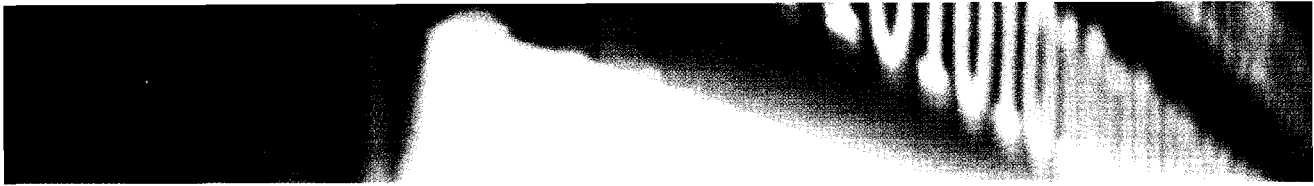


그림 3 정상적인 R&D 연결체계도



요한 실규모 연구개발 장비가 구축되고 대학의 전문 연구인력이 투입되면, 자연스럽게 기업이 필요로 하는 실규모 원천기술이 개발되고 기업의 경상수지가 개선되어 생명력이 살아나고, 나아가 이 과정을 통해 배출된 전문인력의 공급으로 기업의 발전을 이룰 수 있다. 그러나 연구 시설 및 장비 인프라 구축만 단순히 실현된 센터의 역할만으로는 상기에 언급된 문제점들을 충분히 해결할 수 없으며 관련 산업체의 지속적인 투자와 연구 참여가 뒷받침되어야 한다.

산업체에서 필요로 하는 실규모 원천기술 개발을 위한 연구 인프라 구축에는 산업체의 적극적인 참여가 요구되며 본 인프라 구축 사업의 성공 여부에 지대한 영향을 미치고, 또한 전력산업기술의 세계적인 변화에 적응할 수 있는 원천기술의 개발을 현실적으로 기업이 필요로 하고 있다. 요구되는 기술은 대학이나 연구소가 아닌 산업체에 의하여 제시될 수 있으며, 설립후 구축될 연구시설 및 장비 역시 이러한 연구를 수행하는데 적합하도록 인프라가 구축되어야 한다.

전력산업의 IT접목과 연구기반조성

선진 해외기업의 IT 접목 현황

전술한 바와 같이 선진 해외기업들은 기존의 중전기 기술에 IT 등의 기술을 접목시켜 변화를 추진하고 있으며, SIEMENS는 변전소 자동화를 위해 최종 단말에 스위치 제어, 측정, 국부 I&M, 보호, 전력품질, 전력검침, 요금계량 등의 장치를 설치하고 100 Mbit/s 이더넷의 광통신 루프를 통해 중앙감시센터 및 RTU Gateway, Web 기반 실시간 엔지니어링, C&S 플러스 진단 HMI 브라우저 등의 감시 체제를 구축하였다. 지역적으로 멀리 떨어져 설치된 많은 전력설비의 원격 감시 및 제어와 유지보수 체제를 갖추기 위하여 원격 Web 브라우저 액세스, SCADA, 인터넷 Web, ISDN 및 UMTS 등의

구축기술을 상품화 하고 있다.

일본의 TM은 변전소의 각종 감시 센서에 의하여 검출된 다양한 전기적 신호들은 Data Acquisition 및 제어 유닛과 보호장치와 연계되며, 수집된 데이터는 Star Coupler를 통해 집합된다. 이들은 LAN을 통해 스테이션 제어 유닛으로 전송되어 운전 지원 유닛과 연계하여 전력설비의 유지보수를 위하여 제어기술을 제시하고 있다.

General Electric은 GE 서버로 구축된 인터넷(Firewall 구축)을 통해, 변전소에 설치된 e-BOX (Fire wall 구축)로부터 전송된 전력설비의 다양한 정보가 ADSL, 케이블, 유무선 모뎀 등의 VPN(Virtual Private Network)을 통하여 사용자(SSL : Secure Socket Layer)에게 데이터가 전달되는 시스템 기술을 제안하고 있다.

관련기술의 연계성

Fusion Technology를 접목한 전력설비의 상용화 연구를 위한 인프라구축의 성공적인 수행을 위하여 체계적으로 연관이 되어야 할 세가지 기술은 절연진단기술, 네트워크 기반 지능 기술, 그리고 지능형 진단 센서 기술이며, 서로의 관련성은 그림 4와 같다. 향후 절연진단기술은 설비의 무인화 및 자동화를 위하여 정보네트워크를 기반으로 구축되어야 하며, 이를 위하여 네트워크 기반 지능 기술 적용으로 다양한 정보의 축적과 활용이 가능하고 광범위하게 분산된 정보를 능동적으로 연결하여 최적의 의사결정을 도출하는 지능형 시스템과 인프라가 구축되어야 한다. 이러한 목적으로

지능형 진단 센서들이 미래의 나노 기술이 적용되어 초소형화 되고 지능을 갖추어 설비진단을 위한 신호처리 및 데이터의 무선 통신을 위한 실용화 기술이 뒷받침되어야 한다.

Fusion Technology의 개념은 상기 그림 4와 같이 스마트형 전력설비 진단 기술, 전력설비 안전성 분석 기술, 네트워크 기반 진단 기술, 설비의 환경 친화적 활용 기술 등이 대전력 설비의 설계·제작 기술

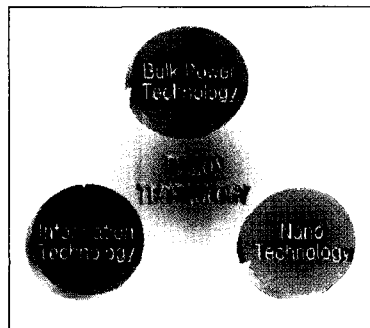


그림 4 주요 기술들의 연계성

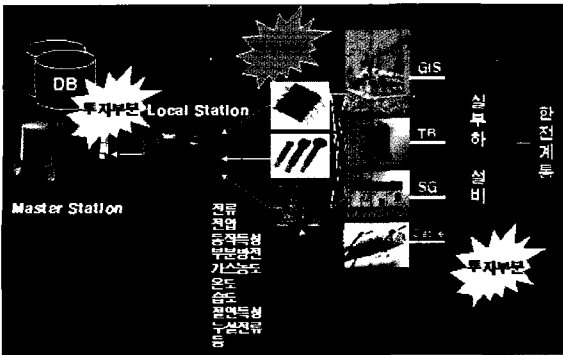


그림 5 Fusion Technology 연구기반을 위한 투자 및 연구부분

에 접목되는 것을 의미하며, 기술들 간의 접목이 구체화되면 극한 상황하에서 전력설비의 안전성 여부판단과 국제적 환경 규제 속에서 전력설비의 환경 친화성이 확보될 수 있다.

연구기반의 기대효과

○생산성 증대효과

- 자기진단이 가능한 종합시스템 개발로 전력설비의 자동화, 무인화기술을 통한 전력산업의 생산성 증대
- 진단설비의 집적화, 소형경량화 및 분포화를 통한 작업효율 향상과 설비생산 원가 절감
- 전력설비의 사고방지 및 전기에너지 공급 안정화를 통한 국가 사회적 손실 비용 저감

○고용창출 효과

- Fusion Technology를 접목한 전력기기 및 시스템의 개발과 생산을 위한 새로운 인력수요확대

○매출증대효과 등

- Fusion Technology가 응용된 실규모 원천기술을 상용화함으로써 저부가가치인 기존의 전력설비를 고부가가치상품으로 전화하여 관련기업의 경영상수지를 개선

○기술적 측면

- 기존 진단기술에 Fusion Technology를 적용하여 미래전력설비 상용화 진단기술 기반구축
- 신뢰도가 향상된 진단기술을 토대로 한 수명평가기술과 리사이클링 기술 기반구축

○경제 산업적 측면

- 관련산업에의 기술개발능력을 향상시켜 해외시장 개척 및 확대와 국제 경쟁력을 제고

○잠재적 경제효과

- 기술혁신에 의한 연구시험설비 인프라를 구축함으로써 R/D 사이클을 확대 재생산

○인프라 향상 수준 등

- '실규모 연구설비를 이용한 교육을 통해 전문인력 인프라 구축
- 상용화 원천기술에 대한 인프라 향상
- 실규모 연구시험설비 인프라 구축을 통한 세계 시장에서의 경쟁력 확보

연구기반의 공동활용

관련 산업체에 대한 기술수요조사를 통한 문제점을 발굴하고 이를 해결하여 실용화 가능한 기술을 개발 보급

- 산·학·연의 관련연구자들에게 실규모 원천기술개발 및 상용화 기술개발 연구를 수행할 수 있는 환경제공
- 침체화되고 있는 전력산업분야에 Fusion Technology를 접목시킴으로써 우수한 잠재신규 인력의 유입을 증대
- 전문인력양성과 더불어 관련 산업체 인력에게 새로운 기술습득의 기회제공
- 전력기기 사고사례 수집 및 원인분석에 대한 D/B를 구축하여 관련 전력산업계와 공동활용

결 론

세계적인 전력설비분야의 IT 기술 등을 접목하는 Fusion Technology화 경향으로 국내에도 산·학·연 연구기반 구축의 필요성이 특히 강조되고 있다. 이를 통하여 세계적인 수준의 국내 IT 기술 분야를 활용하여 국내 원천 설계기술을 개발하고 상용화시켜 우리나라가 전력설비 분야의 세계시장을 주도할 수 있는 도약의 기회를 가지고자 한다.