



화재현장에서

전기화재(Electrical Fire)를 보는 눈

국립과학수사연구소 화재연구실장 박 남 규

1. 개요

대부분 화재사건의 경우 초기에 특정한 원인이 밝혀지지 않을 경우 전기화재로 의심을 하거나 그렇게 되기에 뚜렷한 반론이 없는 한 전기를 원인으로 추정하는 경우가 많이 있어왔다. 그것이 수사상 또는 이해 당사자간의 큰 다툼이 없는 경우 이를 용인하는 사회적 관념 또한 부인하기 어렵다.

그러나 전기 설비나 전기에너지와 관련되어 일어나는 화재를 증명하기 위해서는 여러 가지 필요적 증거와 합리적 해석이 동반되어야 한다.

현재 우리나라의 연간 화재 건수의 전기화재 점유율이 30%(2001년 8월까지 34.5%, 2000년 34%:행자부 통계)를 넘고 있는 사실은 미국이나 일본 등 선진국의 10% 대 이하의 결과와 비교한다면 무언가 많은 결함을 가지고 있다고 볼 수 있다.

그 결함 가운데 화재원인을 밝히는 직업을 갖고 있는 한 사람으로서 전기적 결함이 선진국보다 3-4배 높다고는 믿어지지 않으며, 조사결과, 사회현상, 수사기법, 통계분류방법 등의 요인 등이 있을 수 있으나 화재조사에 관련된 분야의 소위 전문가 집단에서 올바른 조사지원과 기술 제공 등 책임의 일부를 나누어야 할 것이고, 이를 위해 현장에서 겪는 전기화재로 판명되기 위해 간과할 수 없는 여러 가지 중요 요인들을 짚어 보고자 한다.

2. 전기화재의 원인

전기화재의 가장 보편적인 원인으로는 전기합선, 누전을 비롯하여 불완전 접촉, 과전류, 정전기, 낙뢰 등을 들 수 있고, 현상적으로 트래킹, 그라파이트화, 아산화동 증식 등을 떠올릴 수 있다. 이들은 각각 완전한 독립적 현상이라기 보다는 발화단계에 이르러서는 서로의 인과관계(因果關係)속에 영향을 미칠 수 있다. 예를 들어 과전류(과부하)에 의한 절연손상이 일어나면 전기합선이나 누전이 발생할 수 있고, 전기합선에 의해서는 과전류를 발생시키거나 연결부 미완(未完) 부분에서 불완전접촉에 의한 발열이 일어난다.

3. 화재현장과 전기화재

가. 현장조사의 전제

화재원인에 대한 결론은 여러 가지 현장의 연소형태 조사와 발화 의심/가능물에 대한 감정, 주변수사 등의 복합적 짜임으로 도출되어야 한다.

현재 우리나라에서 이러한 과정의 조사 및 검사는 경찰 수사와 국과수를 비롯한 분야별 전문부서의 감정이 조화를 이룰 때 이상적이다.

특히, 화재현장에 전기화재 여부에 대해 조사를 함에 있어 화재현장의 전반적 식견이 없이 전기 지식만으로 무리한 해석을 하거나 안이한

조사로 볼 것을 다 보지 못하면 화재원인 규명 절차에 되돌릴 수 없는 과오를 범하는 경우가 많다.

따라서 전기화재가 의심되어 전기 전문가가 현장에 입장해서 화재원인 조사에 협력하는 경우에는 몇가지 전제를 잊지 말아야 한다.

그 첫째는 화재현장 전반(연소, 도괴특징, 변형, 배선구조 등이 포함됨)이 감정 대상인지, 특정 전기 설비에 국한된 감정인지를 수사 주체에 확실히 밝히고 스스로 명확히 할 필요(보고서에 필히 남김)가 있다.

두 번째는 정밀분석이 필요하여 직접 수거할 경우나 제시받을 경우에는 현장의 연소상태에서의 위치나 설치 이력을 파악하고, 수거 이유(출화부위, 잦은 고장, 발화원으로 의심) 등을 명확히 하여 정밀 분석 후 나타나는 결과와 결부되는 해석을 첨가해 둔다.

세 번째는 전기적 특이점이 있는 배선은 최종 부하 기기를 함께 검사하고, 이를 통제하는 개폐기구의 상태를 검사하여 최초 직기적특이사항의 원인과 2차로 발생되는 통제(차단)기능이 원할 하였는지를 밝혀 전기화재로 판명시 그 합리성을 극대화시킨다.

마지막으로, 특이사항 식별을 위한 조사는 '충분한 조사 후에 발견되지 않는 것과 도괴나 변형, 손실 등으로 발견을 위한 검사가 충분하지 않은 것' 을 구분하여 기록에 남기는 것이다.

나. 현장조사와 배선

화재현장 조사에서 주변 수사를 제외하고 대부분의 조사 관련자들은 전기배선을 검사하는 것을 잊지 않는다. 그 목적에는 조사자의 현장 상황 판단에 따라 다를 수 있을 것이나 화재 대상물의 벽면이나 천장 등이 모두 소훼되고 바닥과 연소 잔유물만 남아 있는 경우 또는 벽면 천장이 남아 있으나 심한 연소로 연소호름흔적이 남아있지 않은 경우에는 대부분 건축 구조물에서 설치되어 있는 전기배선을 검사함으로써 출화부위 축소에 증거로 삼을 수 있다.

다. 전기합선흔 발견은 조사의 시작

일반 화재현장에서 1.6mm, 2.0mm 옥내 배선용 동선이나 0.75mm², 1.25mm²코드의 연소물을 쉽게 발견할 수 있고, 이들에게서 전기합선흔(대부분 육안으로 식별가능)이 발견되면 일단 전기화재의 가능성을 염두해 두게 된다. 그러나 이들의 발견 자체는 동 배선이 활선(活線) 상태에서 연소(발화원으로 작용되었든, 화재로 피복 손상이 있었든)된 것이라는 사실을 확증하고 단일 배선보호설비(배선용 차단기 등)하의 배선계통에서 합선 중 최말단 부하측에 위치한 합선은 동 부분이 적어도 동일 배선상에서 가장 먼저 연소된(또는 화염이 도달된)것으로 볼 수 있어서 분전반과 배선 계통의 정리에 따라 초기 출화부위 판정에 판별 기준이 되는 경우가 많지만 합선흔 발견 자체에 의존하여 전기 화재 관련 유무로 이어지는 것은 매우 위험한 발상이다.

따라서 배선 부하측의 전기합선 존재의 발견은 화재원인 조사의 끝이 아니라, 시작일 뿐이다.

라. 전기합선의 물리적 해석

전기합선의 물리적 현상은 일정 전위차가 있는 도선에 절연상태(공기, 피복, 이격거리)가 제거되면서 직접 또는 간접으로 접촉되는 현상이며, 이로 인해 극히 낮은 저항체인 도선만으로 폐회로(閉回路)를 구성하면서 과전류가 발생하여 전류의 제곱과 전기저항에 비례하는 줄(Joule)열이 발생하여 도선을 감싸는 절연피복 등에 착화되거나 접촉부에 강한 스파크가 발생하면서 용점 1080℃의 동선을 쉽게 녹이면서 인접 가연물이나 가연성 가스 등에 착화를 일으킨다.

이렇게 발화원으로 충분한 전기이고 보면 현장에서 전기합선 부분에 대해 애착을 갖는 것도 무리는 아니라고 본다.

그러나 절연파괴의 원인 중에서 절연피복 손상이 가장 대표적인데 그 중에서 화재에 의한 절연피복 소실은 당연히 전기합선의 요인이 되며, 화재현장에서 전기합선이 발견되는 것은 오히려

화재의 일반적인 현상으로 보는 것이 타당할 것이고, '전기합선흔이 발견되지 않아서 전기화재가 아니다'라는 과거 일부 조사자들의 견해는 동의할 수 없다. 이는 전기합선 흔적을 찾는 노력이 부족하였거나 화재현장의 구조가 배선 검사가 불가능한 경우였을 것으로 여겨진다.

마. 차단기와 전기합선

근래에는 안전과 편리성을 고려한 차단기의 분기화로 인해 메인차단기가 차단되기 전까지는 각각의 분기 차단기 부하측 배선에서는 한 곳 이상에서 합선이 나타날 수 있다. 이때는 차단기끼리 서로 다른 각각의 배선에서 일어난 합선에 대하여 선후관계를 단순히 판별할 수 없게 된다.

따라서 일부 배선의 합선흔적 획득만으로 무리한 의미를 부여하는 것은 금물이다.

바. 합선흔의 현상

합선 자체의 과정은 화재를 일으키는 합선이나 화재에 의한 절연피복 소실의 합선 모두 물리적 현상 자체는 근본적으로 같다. 외형의 용융 형태나 광택 등에서 보여지는 일부 특징 등은 몇 개의 소규모적 집단에서 변별이 가능한 경우도 있으나 화재현장에서 화염으로 발생된 것으로 확증(방화 등)된 합선 흔의 모집단을 살펴보면 이의 구분은 결국 쉽지가 않다.

다만 합선되는 외부 조건이나 피복과의 관계 등을 고려하여 내부 조성이나 조직, 함유물질 분석 등으로 실험실에 일부 발화원으로 작용된 합선흔과 화염으로 합선된 합선흔의 구별을 위한 노력이 진행되고는 있으나 이 또한 실험실에서 판별기준으로 세운 몇가지 변별 기준이 화재현장에서 일어나는 수많은 합선의 주변 변수에 턱없이 미치지 못하며 화재현장에서 수거된 배선에 대한 발화원 유무의 직접 적용은 무리이며 합선과 외열 용융이 모호하거나, 아산화동 증식 발열 유무 등의 구별을 위해 하나의 시험 항목으로 유익하다고 본다. 반대로 어떤 조건에서 2차 합선으로 확인된 합선흔이라 할지라도

현장조사와 주변 검사가 충분한 경우에는 전기화재 판정에 도움이 되는 경우가 많기 때문에 결국 현장을 도외시한 발화원 판정은 한계가 있을 수밖에 없다.

사. 전기화재의 판정

지금까지 화재현장 조사의 유의점과 전기합선의 해석에 대해 고찰해 보았다.

그러나, 화재 현장에서 전기화재의 단초를 잡는데 제일 출발점이고 근거가 되는 것은 역시 전기합선의 유무와 그 발견이다. 또한 합선에 대한 여러 가지 실험적 검증은 다양한 형태로 나타나는 유형별 기지시료에 대한 지속적 데이터베이스화로 그 변별력을 높이는데 주력하여야 할 것이다.

4. 재해현장과 전기화재

- 가. 전기합선이 발생한 부분은 최소한 활선상태에서 연소된 결과를 나타내고,
- 나. 따라서 이보다 상위 전원측 배선보다 먼저 연소되어 초기 출화 지점에 주로 분포하기 때문에 상대적 선행 연소지점을 파악하는데 하나의 증거가 된다.
3. 전기합선이 나타나는 배선 부하측 기기의 이상 여부를 검사할 필요성을 제공하며, 이웃한 부분에 누전이나 불완전 접촉, 반단선, 트래킹 등의 전기적 발열 선행 여부를 검사할 충분한 단서를 제공한다.
4. 또한 그 자체에서 꺾임이나 눌림, 장력, 기타 절연 열화에 의한 절연피복의 충분한 이유가 발견되고 기타 발화원이 존재하지 않을 경우 전기합선 자체에서 발화를 의심할 수 있다.

▶마침



전력계통 해석을 위한 상용 프로그램 소개 ①

글/ 김 세 용(과장)
신 승 결(소장/기술사)
이 성 우(실장/기술사)
(주)서울유일엔지니어링

1. 서 론

전력수요의 증가에 따라 전력시스템이 갈수록 복잡해지고 있기 때문에 전력계통의 신뢰도를 유지하고, 안정된 상태에서 고품질의 전력을 공급하기 위하여 고장전류계산, 전력조류계산, 경제급전, 고조파해석, 전압강하, 모터기동분석, 안정도해석 등의 다양한 해석기법 및 제어기법들이 소개되어 발전되어 왔다.

현재 전력시스템을 감시, 제어, 분석하기 위해서는 높은 전문성과 많은 경험이 필요하며 전력계통의 특성상 새로운 기법을 실제통에 적용하여 실험하기는 거의 불가능하므로 시뮬레이션에 의한 방법으로 그 타당성을 검증하고 있다.

전력계통에서 신뢰할 수 있고 효율적인 전력시스템을 개발하기 위해서, 설계 엔지니어들이 현재의 상황에서 가장 효율적인 디자인을 위한 연구가 필요하다. 전통적으로 내려오는 분석 방법들은 정확한 분석을 위해 많은 시간동안 교육을 받으며, 그러한 교육을 받은 전문가들에게 의존할 수 밖에 없다. 그러나 단시간의 시뮬레이션을 통한 결과가 많은 전문가들이 연구하고 분석한 결과보다 더 뛰어난 성능을 제공하는 소프트웨어가 있어 이를 소개하고자 한다. EDSA

는 전력계통의 전기적 시뮬레이션과 분석 기술을 제공하는 프로그램으로서, 비전문가라도 EDSA 프로그램을 사용한다면 전문가 이상의 연구결과를 얻을 수 있을 것이다.

따라서, 정확한 전력시스템의 운용과 해석 및 개개인의 생산성 향상을 도모하기 위해 전력계통의 설계나 해석을 위해 국내외에서 널리 사용되는 상용프로그램인 EDSA Technical 2000을 중심으로 몇가지 소프트웨어를 비교 소개하고자 한다.

2. 전력계통 해석용 프로그램

국내외에서 사용되는 EDSA Technical 2000, EMTP, PSS/E, Matlab Power System Toolbox, CYME, ETAP, SKM, PSCAD/EMTDC 등을 소개하겠다.

2.1 EDSA Technical 2000

EDSA Technical 2000은 1983년 미국에서 개발되어 꾸준히 업그레이드되고 있으며, 전력계통 해석을 위한 표 1과 같은 항목들로 구성되

어 있으며, Package에 따라 100, 300, 500, 1000, 2000, 50000+ BUS까지 구성하여 시뮬레이션이 가능하며, 방대한 양의 매뉴얼을 PDF 파일로 제공하고 있어 사용자가 쉽게 접근할 수 있게 해준다. 보다 자세한 정보는 <http://www.edsa.com>에서 찾을 수 있다.

표 1 EDSA 프로그램 사용가능 분야

EDSA로 해석 가능한 프로그램 항목
ANSI/IEEE AC Short Circuit - 1, 3 Phase
AC Load Flow - 1, 3 Phase
Motor Starting
Device Coordination - 1, 3 Phase
Arcing Faults
IEC 909 Short Circuit
Reactor Sizing
Panel Schedules
Transformer Sizing - Load Profile Method
Wire Sizing & Conduit Sizing
Bare Wire Sizing
Power Factor Correction
Transmission Line Constants
Short Line Parameters
Generator Sizing
Motor Torque & Performance
Cable Ampacity N-M and IEC
Ground Grid Design
Unbalanced Load Flow
Load Forecasting
Cable Pulling in 3D
Cable Tray Analysis
Shielding Effectiveness
Transmission Line Sag & Tension
Motor Generator Parameters Est
AC Load Flow with DC Lines
Harmonics Analysis
Transient Stability
AC Short Circuit - IEC 363
Active & Reactive Optimal Power Flow
AC Voltage Profile
AC/DC Load Flow
DC Short Circuit
Battery Sizing
Distribution Reliability Analysis
Substation Reliability Analysis
Block Based Reliability Analysis
EMTAP
Capacitor
Robotics Welders

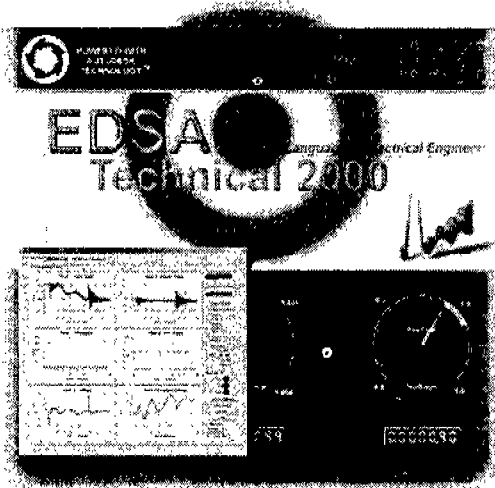


그림 1 EDSA Technical 2000 소개화면

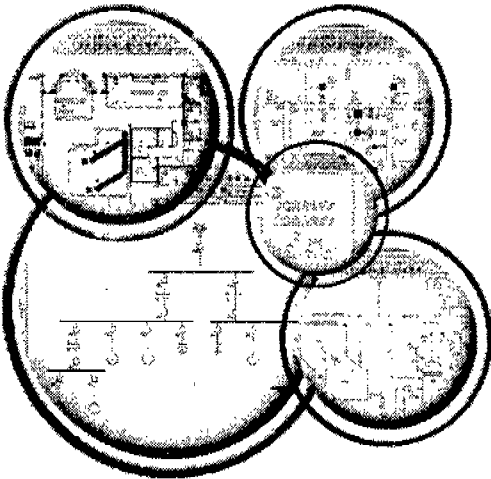


그림 2 각종 프로그램 실행화면

2.2 EMTP

전력계통의 과도현상 분석용으로 개발된 수치 계산 프로그램으로 미국 BPA(Bonneville



Power Administration)에서 개발한 EMTP (Electromagnetic Transient Program)를 한전, 연구소, 전기관련 업체 등에서 널리 사용하고 있다.

EMTP는 초기에 전력계통의 서지 현상만을 분석하기 위하여 개발되었으나, 그후 동기발전기, 싸이리스터, 제어계, 회전기 등의 모델이 추가되고 터빈발전기의 SSR(Subsynchronous Resonance)과 교류·직류 연계 계통의 해석, 고조파 해석까지 가능한 기능이 보강되어 범용성이 풍부한 프로그램이 되었다. EMTP는 단상 및 다상회로에서 정상상태는 물론 과도상태에 있어서의 전압, 전류, 전력, 에너지 등을 사용자의 선택에 따라 시간영역에서 계산할 수 있는데 이 중에서 해석 가능한 대표적인 분야를 예시하면 표 2와 같으며, 주의할 점은 EMTP 데이터 입력시 데이터의 자릿수를 정확히 맞춰 입력하여야 한다.

표 2 EMTP 프로그램 사용가능 분야

분석대상 분야	주요 관련 기기
뇌서지 과도전압	변전소, 모선, 송전선
개폐서지 과도전압	변전소, 차단기, 송전선
파도회복전압	차단기
교류·직류 연계 계통	변환장치
고장계산	송전선, 변전소, 모선
SSR	발전기, 여자기, 조속기, 터빈
철공진	변압기
제어회로	논리회로, 적분기, 가산기

보다 자세한 정보는 http://www.keri.re.kr/~keug/index_k.html에서 찾을 수 있다.

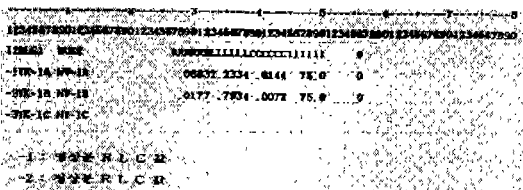


그림 3 EMTP에 분포정수선으로 모델 데이터 입력시 화면

2.3 PSS/E

현재 국내에서 기능이나 신뢰도 면에서 인정을 받는 시뮬레이션 프로그램으로 한국전력, 연구소, 대학 등에서 널리 쓰이고 있으며, PC보다는 워크스테이션 위주로 사용되고 있다.

PSS/E 프로그램은 계통의 운용에 있어 필수적인 고장계산, 조류계산, 스위칭 해석 등의 프로그램이 통합 환경 하에서 계산할 수 있는 프로그램으로서 4000, 12000, 50000 BUS의 방대한 양의 데이터와 다양한 형태의 출력을 활용할 수 있도록 되어있다.

PSS/E는 미국 PTI사에서 1976년 개발하였으며, 고장계산, 전력조류 계산, 송전선로 정수 계산, 스위칭 해석, 고유치 해석, 계통 축약, 안정도 해석, 동기화기능 등 정적, 동적 계통 현상 해석에 널리 사용되고 있으며, 전력계통 계획을 위한 해석 및 다양한 계통조건 해석에 적합하나 새로운 모델의 추가가 용이하지 않다. 이밖에 자세한 내용은 <http://www.pti-us.com>에서 찾을 수 있다.

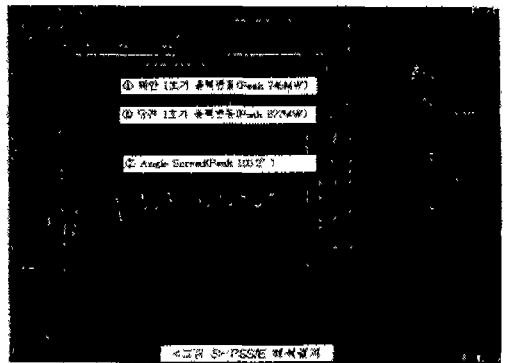


그림 4 4기종의 PSS/E 프로그램 운용시 실행 화면

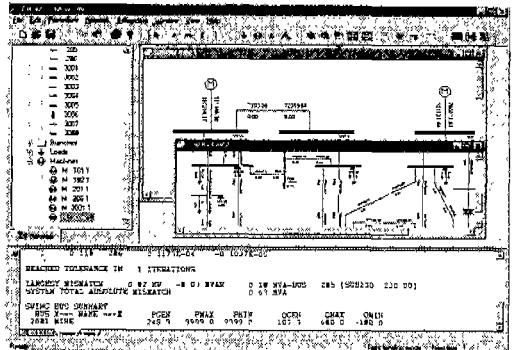


그림 5 최근의 PSS/E BETA Version

2.4 Power System Blockset with Matlab

Power System Blockset은 전력시스템 모델을 구성하고 시뮬레이션을 쉽게 할 수 있는 디자인 도구를 제공하는 것으로서 Matlab 5.2 Version부터 새롭게 추가된 기능이다. 현재 Matlab Version은 Matlab 6.1과 Simulink 4.1까지 개발되어 있다.

Power System Blockset은 복잡한 전력시스템을 시뮬레이션하고 분석하는 데 있어 Matlab의 Simulink 환경을 사용하며 모델을 쉽게 구성할 수 있게 해준다. 또한 포함된 라이브러리는 변압기, 선로, 기계, 전력용 반도체 소자와 같은 전형적인 전력 설비 모델을 포함하고 있어 전력 시스템 구성을 쉽게 할 수 있을 뿐 아니라 회로 분석에 있어 기계, 열, 제어 시스템, 그리고 다른 분야들과의 상호작용을 분석할 수 있도록 도와준다. 자세한 내용은 <http://www.mathworks.com>에서 찾을 수 있다.

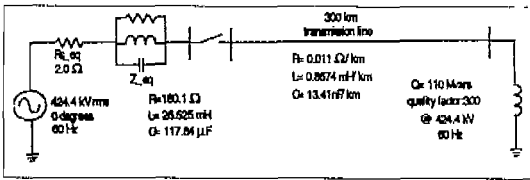


그림 6 시뮬레이션 구성회로 예

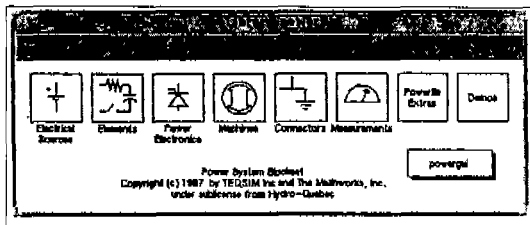


그림 7 입력 라이브러리 예

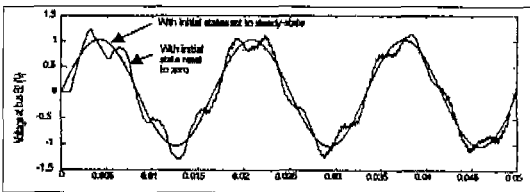


그림 8 시뮬레이션 결과 예

그외에도 수학적 계산을 하는데 도움을 주는 유용한 Tool들로는 Matlab과 비슷한 기능을

가진 Mathematica, Maple 등이 있다.

2.5 CYME

이 프로그램은 캐나다 CYME사에서 개발하였고 표 3 처럼 9개의 Modules로 구성되었다.

9개의 모듈로 구성된 이 프로그램은 조류계산, 고장전류계산, 보호협조, 접지계산, 고조파 해석, 안정도해석 등이 가능하므로, 전력계통의 송·배전 시스템 분석 및 설계에 많은 도움을 주고 있다.

자세한 내용은 <http://www.cyme.com>에서 찾을 수 있다.

표 3 CYME 프로그램 구성내역

프로그램	내용
PSAF-FLOW	Power Flow
PSAF-FAULT	Short Circuit
PSAF-LINE	One-Line Diagram
CYMDIST	Distribution Primary Analysis
CYMTCC	Protective Device Coordination
CYMGRO	Substation Grounding
CYMHARMO	Harmonic Analysis
CYMTSTAB	Transient Stability
CYMCYP	Cable Ampacity Calculation

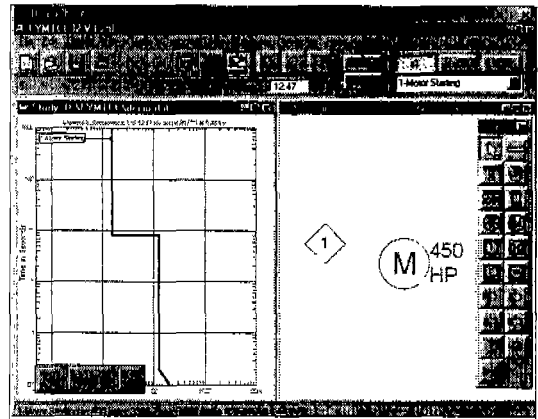


그림 9 CYMTCC Demo 화면

2.6 ETAP

미국의 OTI사에서 개발된 ETAP는 다음과 같은 Modules로 구성되어 있으며, MODULE



종류에 따라 Class, Millennium 등의 패키지 구성이 가능하다.

현재, ETAP Workshop을 국내 개최 준비중에 있으며, Hardware Lock Key가 있어야만 프로그램 운용이 가능하다. 보다 자세한 내용은 <http://www.etap.com>에서 찾을 수 있다.

표 4 ETAP MODULE 구성도

MODULES	
SHORT-CIRCUIT	CABLE PULLING
LOAD FLOW	GROUND GRID
PANEL SCHEDULE	UNIT TRANSFORMER SIZING
MOTOR-STARTING	DC SYSTEM
UNDERGROUND SYSTEM	OPTIMAL POWER FLOW
TRANSIENT STABILITY	RELIABILITY ANALYSIS
PARAMETER ESTIMATION	GENERATOR START-UP
HARMONIC ANALYSIS	POWER PLOT

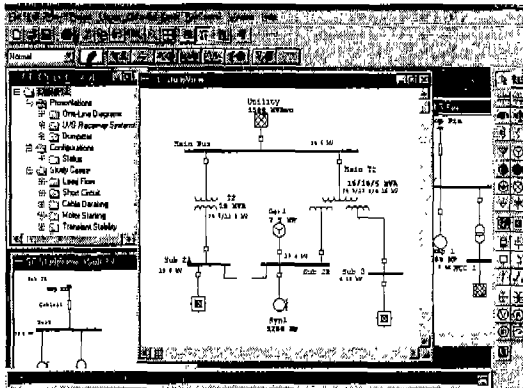


그림 10 ETAP 실행화면

2.7 SKM

SKM(Power Tools for Windows)은 캘리포니아 공대에서 개발된 소프트웨어로 전력계통 해석을 위해 표 5와 같은 Study module들로 구성되어 있으며, Hardware Lock Key가 있어야만 프로그램 운용이 가능하다. 또한 한국산업안전공단에서 과전류 보호 강좌가 개설되고 있어, 관련 업무종사자들에게 많은 도움이 되리라 생각된다.

자세한 내용은 <http://www.skm.com>에서 찾을 수 있다.

표 5 SKM 구성도

프로그램	내용
DAPPER	고장계산, 전력조류계산 등
CAPTOR	보호협조 곡선 산출 등
HI-WAVE	고조파 해석
!SIM	과도현상 해석
TMS	과도현상 해석
A_FAULT	ANSI 기준에 의한 고장계산
IEC_FAULT	IEC 기준에 의한 고장계산

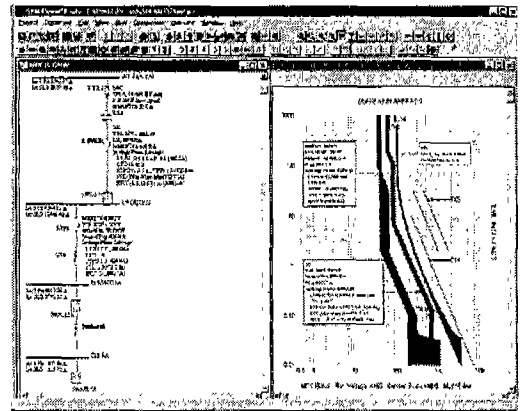


그림 11 SKM 실행 화면

2.8 PSCAD/EMTDC

EMTDC Program은 Electromagnetic Transient DC analysis program의 약어로 캐나다의 Manitoba HVDC Research Center에서 개발한 전력시스템 시뮬레이션 프로그램이다. 이 프로그램은 복잡한 전력계통의 연구를 위해 개발된 전자기 과도 상태 해석용 Software이며, 계산 알고리즘은 EMTP와 마찬가지로 Dommel 알고리즘을 사용한다. 이 프로그램은 초기에는 소프트웨어의 이름에서도 알 수 있듯이 HVDC와 관련한 DC시스템 해석용으로 개발되었으나 점차 발전하여 지금은 표 6과 같이 DC 및 AC 시스템, 사고해석, 전력전자, 제어시스템, 회전기, 송전라인 등에 이르기까지 다양한 분야를 시뮬레이션 할 수 있으며 주파수 영역에서의 분석도 가능한 소프트웨어로 발전하였다.

EMTDC와 Subroutine Library는 Fortran 77을 사용해서 개발되었으며, PSCAD는 Window Manager와 UNIX Workstaion에서 사용된다.

현재 전력연구원의 전력연구센터에서 전력계통 해석용 시뮬레이터(RTDS)를 이용한 급전 시뮬레이션, 계통운전 시뮬레이션, 상정사고 시나리오 구현 등을 원활히 수행하기 위해 4단계 시뮬레이터 훈련코스를 준비중에 있다.

보다 자세한 내용은 <http://www.hvdc.ca>에서 찾을 수 있다.

표 6 EMTDC 사용가능 범위

EMTDC를 이용시 모의실험 가능 범위	
일반적인 전력계통의 과도상태 연구	송전선과 CABLE
DC 송전과 제어	변압기 철심 포화 등
FACT 장치 효과	절연 설계
동기기, 유도 기기의 Torsional Effect, 자기여자	철두 썬지
Static Compensations	Harmonic Interaction
비선형 제어계	새로운 제어계 개념 개발

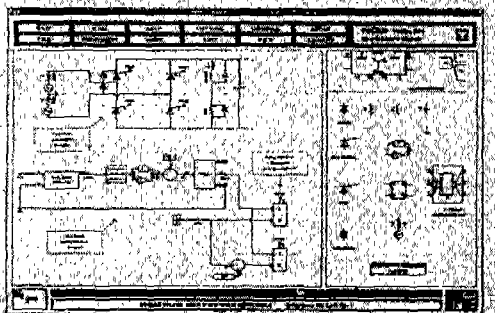


그림 12 EMTDC 실행 화면

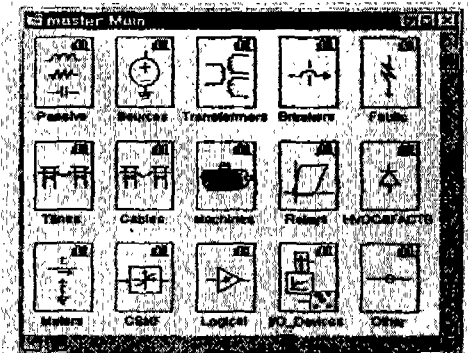


그림 13 : EMTDC 라이브러리

3. EDSA Technical 2000의 특징

3.1 데이터 입력

EDSA Technical 2000 프로그램은 계통 해석을 위하여 그림 15와 같이 계통의 단선도를 구성하고 데이터를 입력할 수 있는 기능을 가지고 있다. 그리기 도구를 이용하여 VISIO, AutoCAD 프로그램 처럼 간단히 계통모델에 대한 단선도를 그릴수 있고, 이렇게 그려진 단선도는 AutoCAD와 완벽한 호환이 가능하며, 라이브러리를 이용한 데이터의 입력이 가능하다. 그러므로 해석하고자 하는 계통이 방대할 경우 각각의 구성요소에 대하여 데이터를 입력할 필요없이 EDSA Technical 2000 프로그램이 제공하는 국내외 케이블 및 변압기, 각종 보호기기, 고조파 source, 발전기 및 조속기, 여자기, PSS 등의 라이브러리를 사용함으로써 데이터 입력시간을 절약할수 있다.

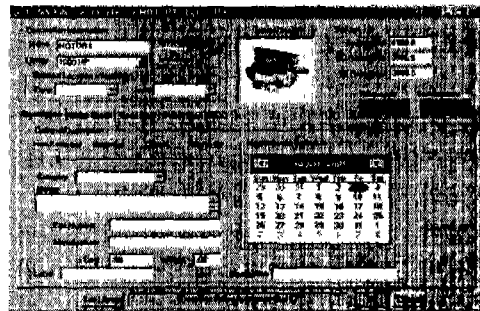


그림 14 각종 Data Library 화면

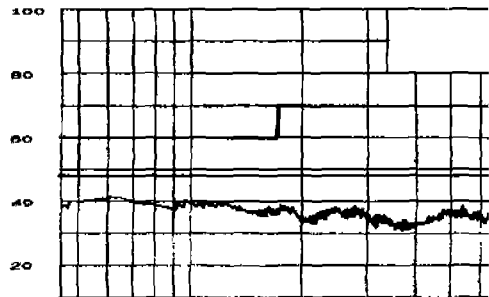


그림 15 AC Fault Calculation 화면

다음호에 계속됩니다