

# ATPDraw의 기능 및 사용 방법

황광욱, 김철환 / 성균관대학교  
한병문 / 명지대학교  
이병하 / 인천대학교  
채영무 / 충주대학교

## 1. ATP 및 ATPDraw

전력계통은 수많은 발전소, 변전소 및 송배전 선로 등의 요소를 포함하는 매우 복잡한 구조로 되어있다. 이러한 전력계통은 일정한 전압과 주파수를 가져야 하고, 수요에 맞는 전력을 공급하도록 신뢰성 있게 운영되어야 한다. 그러나, 수용가의 의사에 따라 항상 변동하는 전력 수요와 사용자의 부주의 및 자연재해에 의한 고장은 전압, 주파수 등에 영향을 미쳐 신뢰성 있는 전력의 공급을 어렵게 만든다. 특히 계통에서 고장이 발생할 경우, 고장 지점에서는 매우 큰 고장 전류가 발생하여 인명 피해나 수많은 재산 피해는 물론 대규모 정전을 유발할 수 있다. 따라서, 이와 같은 전력계통의 발생 가능한 다양한 현상을 시뮬레이션 할 수 있는 도구가 있다면, 정전을 유발하지 않고도 여러 가지 현상의 원인과 결과를 유추함으로써 대책을 수립할 수 있다. 이러한 목적으로 미국 BPA(Bonneville Power Administration)에서 개발한 범용과도해석 프로그램이 EMTP(Electromagnetic Transients Program)이다. EMTP는 대규모 전력계통에서 실제적으로 사고발생 등을 모의할 경우, 수용가에 정전을 유발시키므로 수학적인 알고리즘을 소프트웨어적으로 모델링 한 것이다. 이의 개발 역사는 40여년에 이르며, 세계 각국에 사용자 그룹(User Group)이 결성되어 있다. 한국에도 1986년도에 한국 EMTP 사용자 그룹(KEUG ; Korean EMTP User Group, 한국 EMTP 위원회를 계승)가 결성되어 오늘에 이르고 있다. EMTP는 초기에 IBM, VAX

등 대형컴퓨터에서 사용되다가, 컴퓨터 연산속도의 증가 및 컴퓨터 부품의 소형화에 따라, 개인용 컴퓨터(PC)의 보급에 수반하여 PC용 버전이 개발되었으며, 이를 ATP(Alternative Transients Program)라 한다. ATP는 전자과도현상 디지털 시뮬레이션용 프로그램으로 전 세계적으로 가장 많이 사용되고 있다.

ATP는 개인용 컴퓨터에서 사용가능하여 EMTP 보다는 편리해졌지만, 입력 데이터 처리방식은 EMTP와 여전히 동일한 Text 기반에 의한 입력 데이터 처리방식이었다. 따라서, GUI(Graphic User Interface) 방식으로 입력방식의 편의를 도모한 것이 ATPDraw이다. 즉, ATPDraw는 ATP 입력 데이터 파일을 생성시키기 위한 Graphical Preprocessor 이다. 따라서, 이를 사용하면 매우 효율적이므로 본 고에서는 ATPDraw의 기능 및 사용방법을 소개하고자 한다.

## 2. ATPDraw 개발의 역사

ATPDraw는 1991년 Leuven에서 있었던 EEUG(European EMTP User Group) 모임에서 처음 선보였다. 최초의 상태는 다음 그림 1과 같은 형태 이었다.

이후, BPA에서 1994년부터 재정적인 투자를 시작하여, GIGS기반의 도스버전이 제작되어, 640kB의 제약에서 벗어나게 되었다. 이후 발전을 거듭하여, Borland Delphi기반의 Windows 버전을 출시하였으며, 1997년 6월 Ver. 1.0을, 1998년 12월에 Ver. 2.0, 2002년 상반기에 Ver. 3.0을 출시하였고, 현재에는 Ver. 4.0XX에

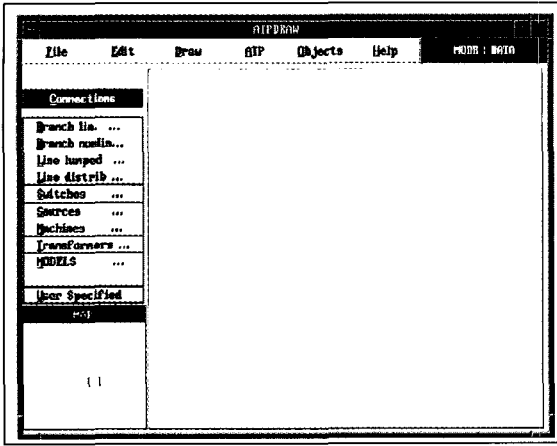


그림 1. 최초 개발상태의 ATPDraw의 주 화면

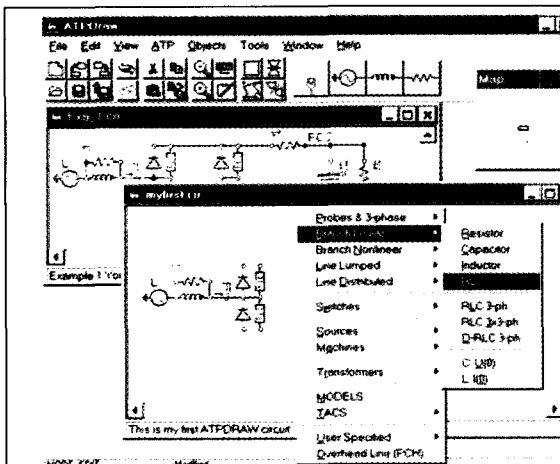


그림 2. ATPDraw Ver. 2.0의 주 화면

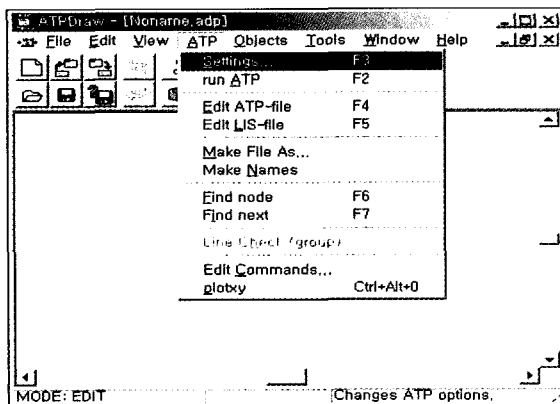


그림 3. ATPDraw Ver. 3.0의 주 화면

이르고 있다. 다음 그림 2는 Ver. 1.0을, 그림 3은 Ver. 3.0의 주 화면을 나타낸 것이다.

## 3. ATPDraw의 기능 및 동작환경

### 3.1 ATPDraw의 기능

- (1) Menu를 이용하여 회로의 소자 선택
  - 대부분의 ATP 소자 지원
  - 일반소자, TACS, MODELS, Modules
  - Lines/Cable, Transformers, Non-linearities, Universal Machines
- (2) 소자들의 연결
  - 각 회로 소자들의 노드를 마우스를 이용해 직접 연결
  - 노드명이 자동으로 지정
- (3) Dialog Box 들을 이용하여 데이터의 변수들을 손쉽게 입력
- (4) ATP가 요구하는 정확한 데이터 파일을 자동으로 작성
- (5) 여러 가지의 편집기능이 내장
  - Copy/Paste (Data & Graphics), Rotate, Undo/Redo, Grouping
- (6) 비교적 상세한 Help 기능이 내장되어 있음
- (7) ATPDraw 구성
  - 197개의 기본 소자
  - 최대 5000개의 소자와 10000개의 결선이 가능
  - 한 소자에 최대 12개의 노드와 36개의 데이터 취급 가능
  - 38900개의 Source code lines

### 3.2 ATPDraw의 동작 환경

- (1) 최소 사양
  - 펜티엄 100MHz
  - Memory 32MB 이상
- (2) 기본 사양
  - 일반적인 펜티엄 PC Memory
  - 128MB(Win2000, WinXP에서는 256MB) 이상
  - 100MB 이상의 하드 디스크

■ XVGA 그래픽

## 4. ATPDraw 의 설치 방법

ATPDraw를 사용하기 위해 컴퓨터에 설치하는 방법은 다음 순서와 같다.

- (1) ATPDraw37/Disk1폴더의 SETUP.EXE 파일 실행
- (2) 프로그램설치 시 실행 폴더(그림 4 참조)
  - : (ProgramFiles/ATPDraw)를 변경 → 폴더의 이름에 여백이 있는 경우 Error 발생 가능
- (3) ATPDraw 설치 후 ATPDraw 3.7의 패치 설치
  - : ATPDraw37P1 폴더에 있는 ATPDraw.exe 파일과 ATPDMan3.pdf 파일을, 다음 그림 5와 같이

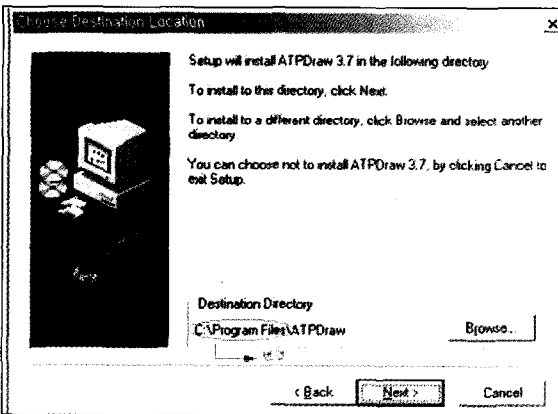


그림 4. ATPDraw 설치 시 실행폴더 변경 화면

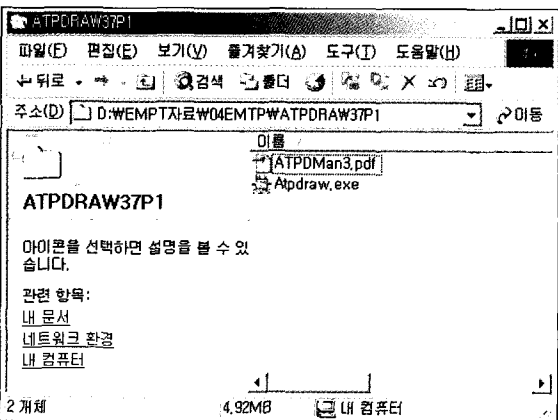


그림 5. ATPDraw.exe 및 ATPDMan3.pdf 를 설치한 화면

ATPDraw를 설치한 폴더에 복사한다.

(4) ATPDraw의 패치 및 업그레이드는 European EMTF-ATP Users Group Association Web-site (<http://www.eeug.org/files/secret>)를 통해 가능하나, ID 및 Password가 필요하므로 KEUG 홈 페이지 (<http://www.keug.or.kr>)를 참조한다.

## 5. ATPDraw의 실행 방법

컴퓨터에 ATPDraw를 설치한 이후, 실행하는 방법은 다음 과정과 같다.

- (1) 시작 → 프로그램 → ATPDraw실행(그림 6 참조)
- (2) 처음 실행 시키면 그림 7과 같은 메시지가 나온다.
- (3) 그림 7과 같이, 필요한 Sub-Folder의 생성을 묻는 질문이 나타나면, "Yes" 로 응답을 한다.
- (4) 위와 같은 질문이 /ATP, /BCT, /GRP, /LCC, /MOD, /Project폴더의 생성시 계속 나타나며, 모두 "Yes"로 응답을 한다. 최종적으로 다음 그림

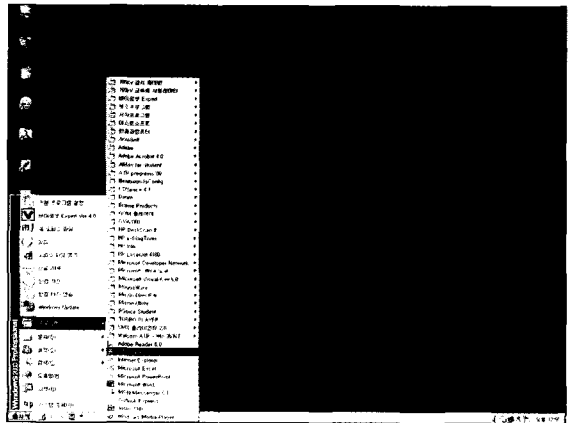


그림 6. 최초 실행 명령 수행 화면

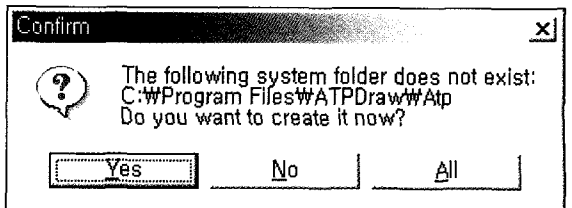


그림 7. 처음 실행 시의 메시지 화면

# 기획 특집 ATPDraw의 기능 및 사용 방법

8과 같은 화면이 나타나게 된다.

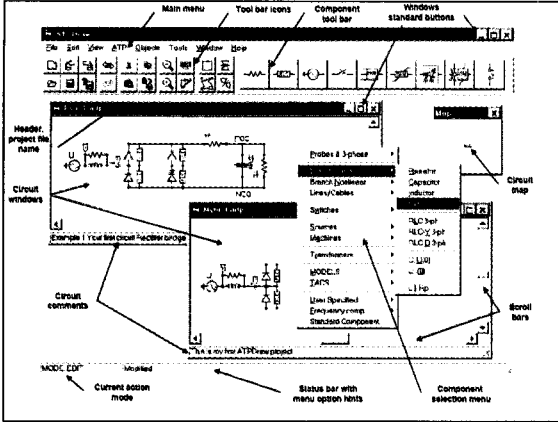


그림 8. 실행시의 기본 화면

실행이 완료되면, 그림 8과 같은 화면이 생성되며, 그림 8은 여러 부분으로 구성되어 있다. 그러므로, 이 들을 각 부분으로 나누어 상술하면, 다음과 같다.

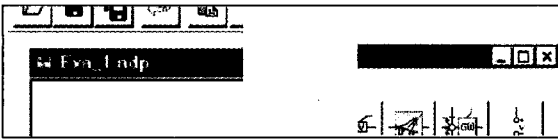


그림 9. Header와 Frame 부분

## 5.1 Header + Frame 부분

일반적인 Windows의 버튼들로서 최소화, 최대화, 닫기 버튼이 있으며 Header text에는 프로그램명 (ATPDraw)과 직접 구성한 회로의 파일명(Ex : Exe\_1.adp)을 나타낸다. Window를 이동시키기 위해서는 Header부분을 클릭하고 Drag하면 이동을 시킬 수 있다.(그림 9 참조).

## 5.2 Main Menu 부분

그림 8의 상단에 위치한 Main Menu에는 ATPDraw에서 제공되는 모든 기능들이 나타나 있다. 또한, Menu는 다음과 같은 각각의 세부 부분들로 구성되어 있다.

(1) File : 다음 그림 10과 같은 Pop-up 메뉴가 나타나며, 회로 file(\*.adp)의 저장, 불러오기, Import,

Export등이 가능하며, 그림 file(\*.wmf, \*.ps)등으로 저장도 가능하다.

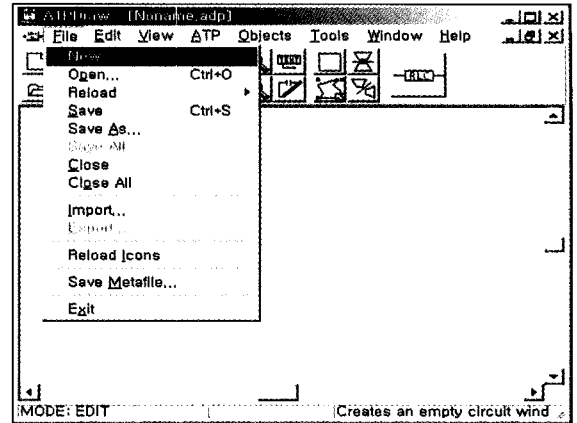


그림 10. [ File ] Menu 부분

(2) Edit : 작성된 회로도의 수정 작업을 위한 부분이다. 구성 요소 각각이나 Group으로 선택이 가능하며, 이동이나 회전, 복사, 삭제 등이 가능하며, UNDO를 통해서 이전의 작업 상태로의 전환도 가능하다. 회로의 압축(Compress) 기능도 있다(그림 11 참조).

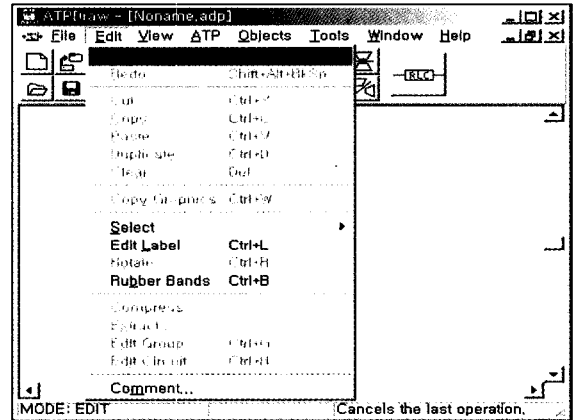


그림 11. [ Edit ] Menu 부분

(3) View : Toolbar 등의 표시 여부, 화면 표시 방법 등을 선정할 수 있으며 화면의 확대, 축소 등의 기능이 있다(그림 12).

(4) ATP : ATP File의 작성시에 선언되는 각종 기본 파라미터를 설정(Setting)할 수 있으며, 현재 화면에서

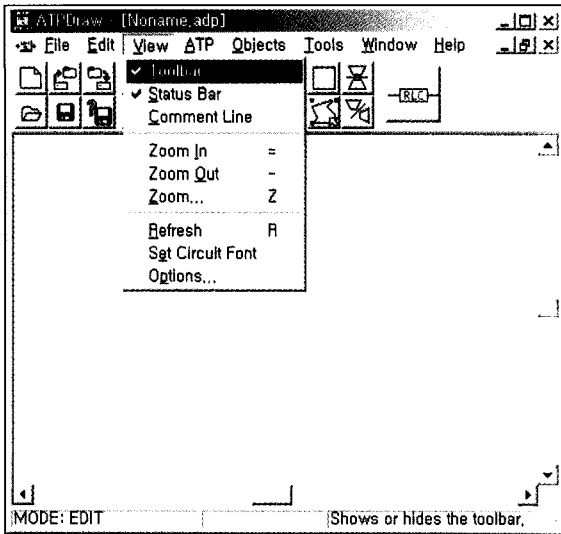
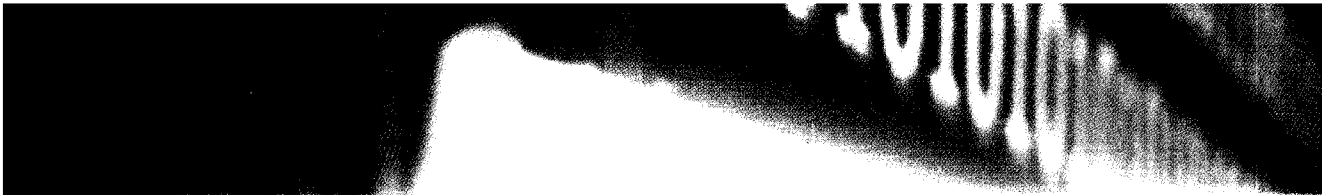


그림 12. [ View ] Menu 부분

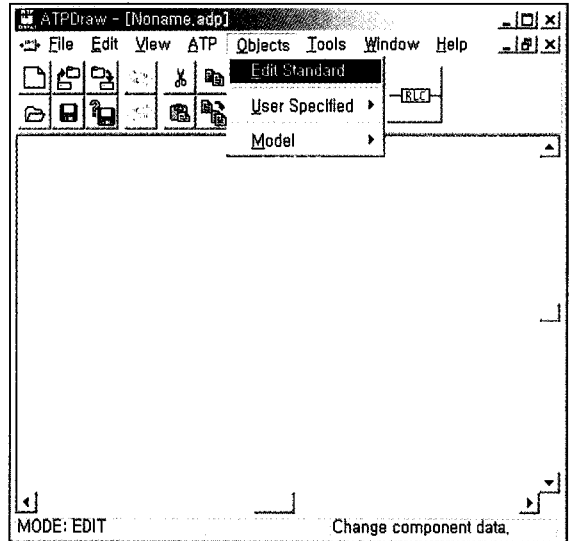


그림 14. [ Object ] Menu 부분

수정도 가능하다. 또한 각 소자별로 노드이름을 지정할 수도 있지만 Make Names를 사용하면 자동으로 지정되지 않았던 노드부분에 그 이름들을 만들어 준다. 노드 이름을 만든 후에 Make File을 실행하면 원하는 ATP File(\*.ATP)이 ATP Format에 맞게 생성된다. 그리고 Edit File을 실행시키면 또 다른 하나의 활성창이 열

리면서 편집기가 열리고, 작성된 File을 편집 가능한 상태로 나타내 준다. 이때 사용자의 임의대로, 필요한 부분의 수정이 가능하고 수정이 완료되었으면 \*.ATP File을 ATP Program을 이용하여 실행시킨다(그림 13 참조).

(5) Object : 일반소자, 사용자 정의 소자, MODELS소자들을 편집, 수정할 수 있다(그림 14 참조).

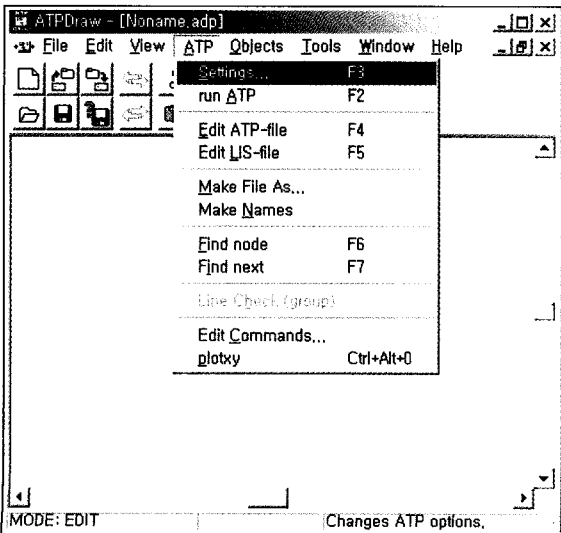


그림 13. [ ATP ] Menu 부분

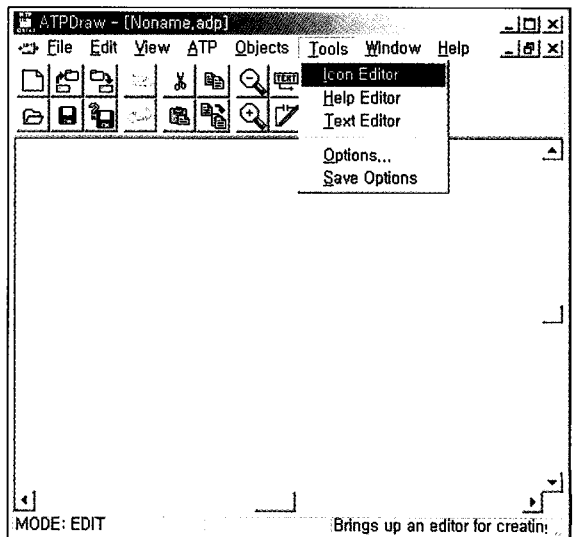


그림 15. [ Tools ] Menu 부분

(6) Tools : 다음 그림 15와 같은 화면이 활성화 되며, 각종 Icon, Help File의 편집과 수정을 행할 수 있다. 아울러, Options 에서는 ATPDraw 프로그램의 Option 값을 수정할 수 있다.

(7) Window : 다음 그림 16과 같은 [ Window ] 메뉴 화면에서는, 회로 화면 보기와 회로도의 위치를 조정할 수 있다.

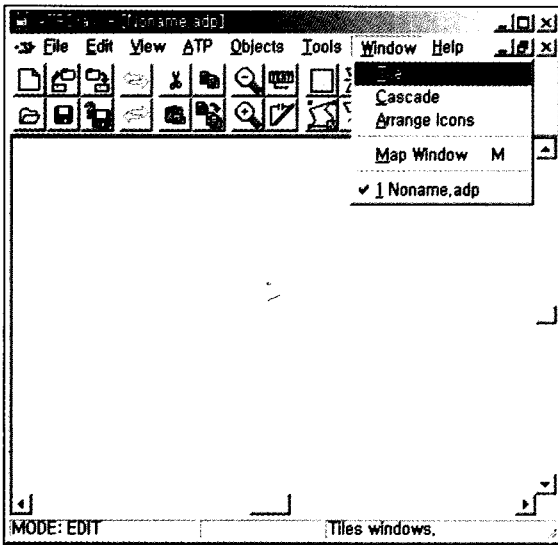


그림 16. [ Window ] Menu 부분

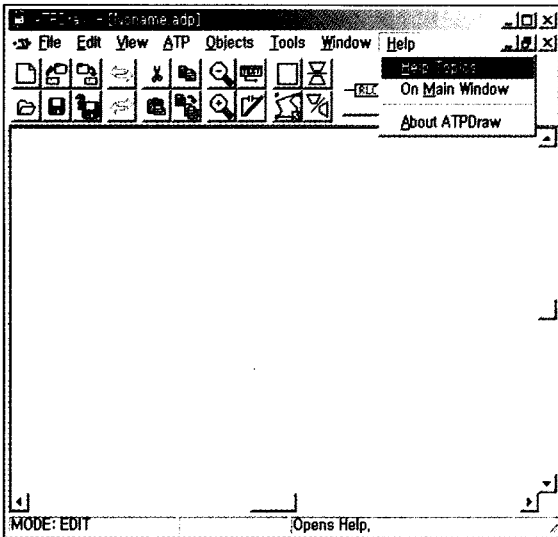


그림 17. Help Menu 부분

(8) Help : Menu, Component, Model들에 대한 간략한 도움말(ATPDraw.hlp)을 볼 수 있다(그림 17 참조).

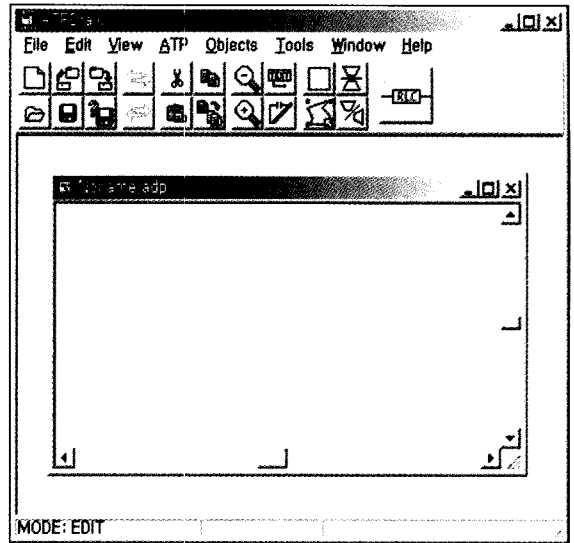


그림 18. Circuit Window 부분

### 5.3 Circuit Window 부분

그림 8의 가운데에 위치한 [ Circuit Window ] 부분은 실제로 시뮬레이션 하고자 원하는 회로를 구성하는 창으로, 회로의 구성요소로 기본적인 ATP 소자와 MODELS, TACS(Transient Analysis of Control System) 결선 등이 있다. Circuit Window의 다른 부분을 보기 위해서는 스크롤바를 이용하거나 Map Window의 직사각형 부분을 마우스로 Drag하여 볼 수 있다(그림 18 참조).

### 5.4 Component selection menu 부분

그림 8의 오른쪽 중앙에 위치한 Component selection menu 부분으로, 회로를 만들 때 필요한 소자들을 선택할 수 있도록 보여주는 메뉴이다. 따라서, 원하는 회로를 구성하기 위해 각종 구성요소(component)들을 선택하려면, 그림 18과 같은 Circuit Window의 빈 공간에서 마우스의 오른쪽 버튼을 클릭하면, 다음 그림 19의 중앙에 위치한 형태와 같은 Pop-up 메뉴가 생성된다. 또한, Pop-up 메뉴 항목 중 원하는

는 Sub-Menu로 이동하여 필요한 소자를 선택하면, Circuit Window에 선택되어진 소자가 생성된다.

### 5.5 Circuit Comments 부분

그림 8의 좌측 및 아래쪽에 위치한 [Circuit Comments] 부분은, 다음 그림 20과 같이 Circuit Window의 아래쪽에서 볼 수 있으며 사용자가 이 Circuit Window에 나타낸 회로에 대한 Comment를 보여줄 수 있는 Line이다. 또한, Main menu → Edit → Comment에서 작성, 수정할 수 있다.

### 5.6 MAP Window 부분

그림 8의 오른쪽 상단에 위치한 Map Window는 Circuit Window에 구성된 전체의 회로도를 보여준다. 따라서 구성된 회로가 커질 경우 MAP Window를 통해 다른 곳을 찾아볼 수 있다. 현재 Circuit Window에 나타나는 것은 다음 그림 21과 같은 직사각형안의 회로만 보여 지며 직사각형을 클릭한 후 드래그를 함으로

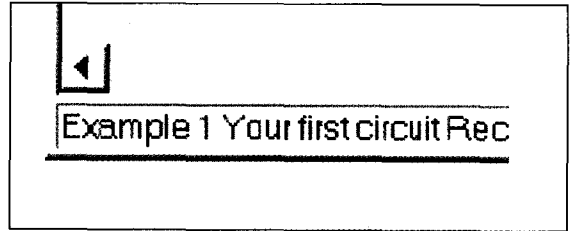


그림 20. Circuits comments 부분

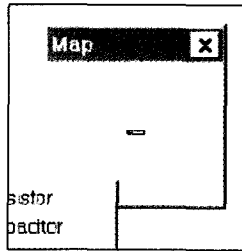


그림 21. MAP Window 부분

써 다른 곳을 찾아볼 수 있다. 또한, Main Menu → Window → Map Window를 선택하면 볼 수 있다.

### 5.7 Tool bar Icon & Component Tool bar 부분

그림 8의 상단에 위치한, Tool bar Icon은 불러오기, 저장하기, 자르기, 붙이기 등 File이나 Edit Menu에서 자주 사용하는 것들을 Icon화하여 쉽게 사용하도록 한 것이다(그림 22 참조).

다음 그림 22의 오른쪽에 위치한, Component Tool bar는 회로를 만들면서 사용된 소자들을 다시 사용할 때, 보다 쉽게 소자의 선택이 가능하도록 메인 화면에 나타내주고 있는 것이다.

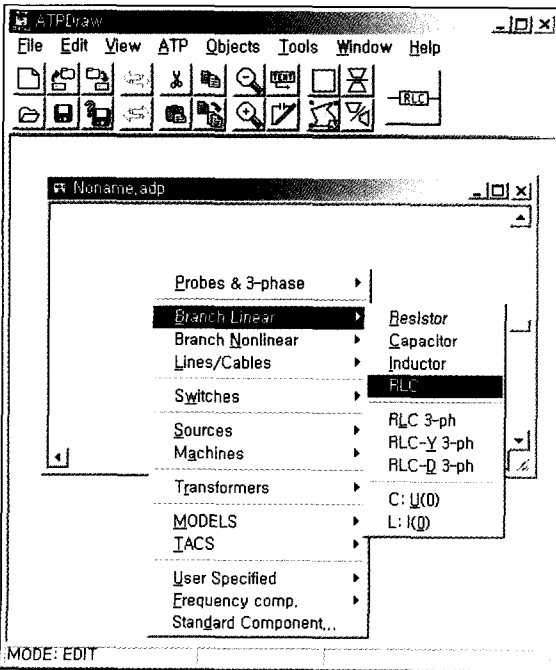


그림 19. Component selection menu 부분

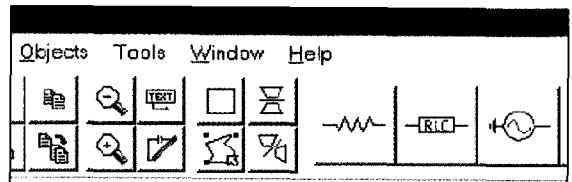


그림 22. Toolbar Icon & Component Toolbar 부분

### 5.8 Status bar Action modefield 부분



그림 23. Status bar Action mode field 부분

그림 23과 같은 [ Status bar Action mode field ] 부분은, 현재 활성화된 Circuit Window창의 현재 상태를 나타내 주고 있으며, 그 의미는 각각 다음과 같다.

(1) EDIT - 보통 상태

(2) CONN.END - 각각의 소자들을 결선하기 위해 소자의 노드를 마우스 왼쪽 버튼으로 클릭하면 결선할 수 있는 상태가 되면서 CONN.END 상태가 된다. 결선을 취소하려면 ESC키를 누르거나 마우스 오른쪽 버튼을 누른다.

(3) MOVE LABEL - 소자나 회로도에 나타나는 Text를 이동시킬 경우 나타나는 상태로 Text label위에서 마우스 왼쪽버튼을 클릭하거나 Menu → Edit → Move label을 선택하면 MOVE LABEL모드로 변환된다.

(4) GROUP - 여러 소자들을 Group으로 묶어 한번에 이용이 가능하도록 하는 것으로 빈 공간에 마우스 왼쪽 버튼을 더블 클릭하면 Active Mode가 GROUP으로 바뀌고 Polygon shaped region으로 묶을 수 있다. 지역 선택을 취소하려면 ESC키를 누른다.

(5) INFO.START, INFO.END - TACS에서 TACS의 Relation을 사용할 때 변하는 모드

### 5.9 Status bar Modified and Hints field 부분

다음 그림 24와 같은, 상태바의 두 번째 공간은 활성화된 회로의 Modified된 상태에 대해 표시해주고 있다. 회로를 만들거나 수정을 하게 되면 'Modified'가 표시되며 회로를 저장할 시에서 'Modified'가 없어진다. 그리고 상태바의 제일 오른쪽의 공간에서는 선택한 메뉴 또는 아이콘이 어떤 것인지에 대한 간략한 설명을 볼 수 있다.

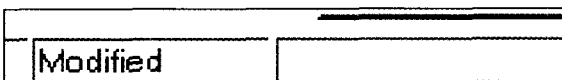


그림 24. Status bar Modified and Hint field 부분

## 6. 마우스 사용법

ATPDraw 프로그램을 구동한 이후, 화면상에서 마우스를 사용하는 방법을 설명하면 다음과 같다.

(1) Left simple click

① On object - 소자나 결선의 선택

Mouse + Shift 키 - 소자나 결선을 복수로 선택

② On object node - 각 소자간의 연결의 시작, 마우스 이동시켜 다른 소자의 노드에 마우스 왼쪽버튼 클릭하면 결선완료, 오른쪽 버튼은 취소

③ In open area of the circuit window - 선택되었던 것들의 취소

(2) Right simple click

① In open area of the circuit window - Component 선택메뉴 열림, 시작된 결선이 취소됨

② On object node - Node Data window가 열림

③ On unselected object - Component의 Dialog box가 열림, Mouse + Shift 키 - Shortcut menu가 열림

④ On selected object(s) - 선택된 대상들이 Rotate가됨, Mouse + Shift 키 - Shortcut menu가 열림

(3) Left click and hold

① On object - 대상이나 그룹으로 구성된 대상들의 이동

② On node - 결선의 크기를 조정

③ In open area of the circuit window - 그룹 설정을 위한 직사각형이 그려진다.

(4) Left double click

① On object node - Node data window가 열림

② On selected or unselected single object - Component dialog box 열림

③ On selected group of objects - Open Group dialog box 열림

④ In open area of the circuit window - polygon shaped region으로 group 만들기를 시작, 왼쪽 버튼을 클릭하면서 Group의 공간이 설정이 되며 오른쪽 버튼을 클릭하면 Group 설정 모드가 해제된다.



## 7. ATPDraw의 편집 기능

ATPDraw에서 복사하기, 자르기, 붙이기, 삭제하기와 같이 보편적으로 많이 쓰이는 편집 메뉴들을 사용하기 쉽게 단축키(Shortcut Key) 또는 단축 메뉴(Shortcut menu)를 통해 사용할 수 있다(표 1 참조). 원하는 회로를 편집하려면, 다음 그림 25와 같이 Circuit Window 상에 소자를 선택하고(예: 저항 소자), 소자 위에서 Shift + 마우스 오른쪽 버튼을 클릭하면 그림 25의 중앙에 위치한 Shortcut Menu가 생성된다. 따라서, 원하는 편집 작업을 수행할 수 있다.

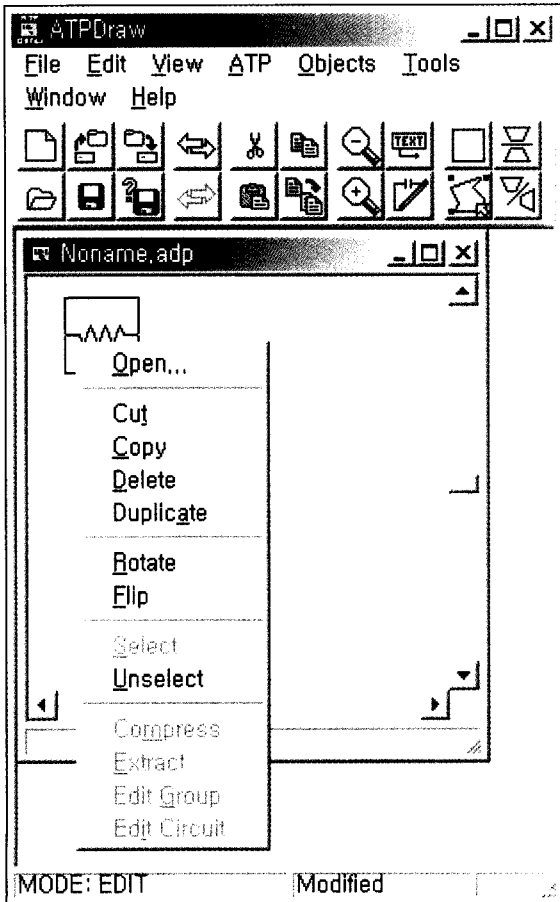


그림 25. 편집 메뉴 사용 예

표 1. 편집을 위한 단축키 및 단축 메뉴

Tool	Shortcut key	Equivalent in menus
UNDO	Alt+BkSp	Edit   Undo
REDO	Shft+Alt+BkSp	Edit   Redo
Cut/Copy	Ctrl+X/Ctrl+C	Edit   Cut/Copy
Paste	Ctrl+V	Edit   Paste
Duplicate	Ctrl+D	Edit   Duplicate
Select/All	Ctrl+A	Edit   Select All
Select/Polyg	Ctrl+P	Edit   Select Group
Select/Type	Ctrl+T	Edit   Select Type/ Group No.
Label	Ctrl+L	Edit   Label
Rotate	Ctrl+R	Edit   Rotate
Rubber Band	Ctrl+B	Edit   Rubber Band
Edit Group/Circuit	Ctrl+G/Ctrl+H	Edit   Edit Group/ Circuit
Zoom In/Out	+/-	View   Zoom In/Out
Zoom Window	Z	View   Zoom
Refresh	R	View   Refresh

## 8. ATPDraw를 이용한 ATP 실행 방법

각 사용자가 특정한 작업을 위해, ATPDraw를 이용하여 회로를 구성한 후, ATP를 실행하는 과정을 단계별로 설명하면 다음과 같다.

(1) 회로도 작성

① ATPDraw를 이용하여 필요 소자들을 선택한 후, 회로를 다음 그림 26과 같이 결선

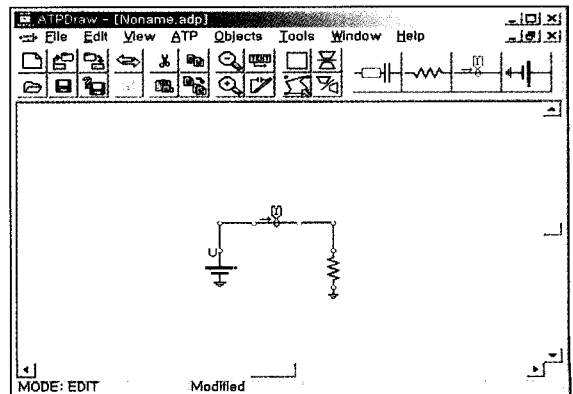


그림 26. 회로도 작성 화면

- ② 회로를 구성하는 각 소자의 파라미터를 입력
- (2) ATP 데이터 파일로 저장
  - ① 지정된 포맷의 ATP 데이터 파일(\*.atp) 생성
  - ② Text-editor를 이용하여 생성된 데이터 파일 수정 및 추가도 가능함

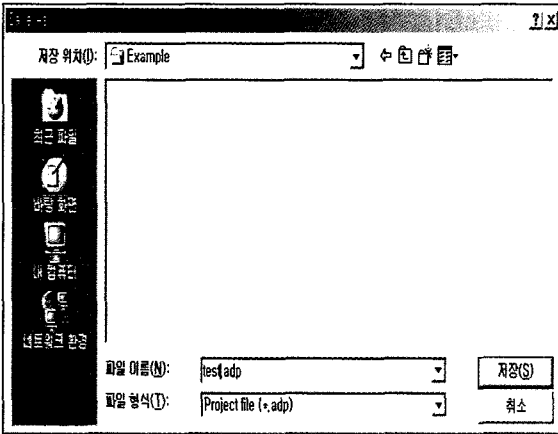


그림 27. ATP 데이터 파일 저장 화면

- (3) ATP 실행 (그림 13 참조)
  - ① ATPDraw내에 ATP 실행 프로그램을 내장하고 있지 않음(즉, ATPDraw는 ATP 입력 데이터 파일을 생성시키기 위한 Graphical Preprocessor 임)
  - ② 별도의 실행 프로그램 구동 가능

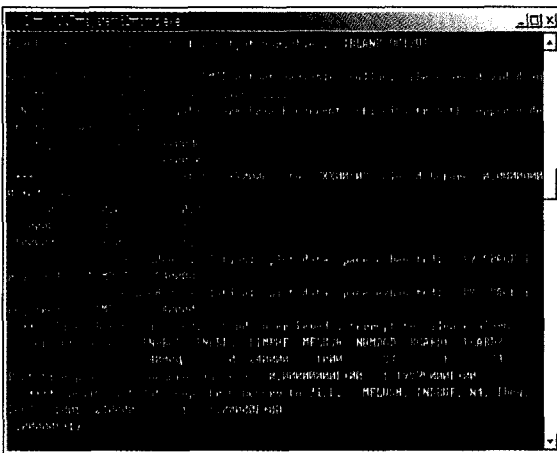


그림 28. ATP 실행 화면

- (4) 실행결과 확인
  - ① 별도의 그래프 출력 프로그램(PLOTXY..)으로 Plotting 결과 확인
  - ② Text-editor에 의해 실행결과 파일(\*.lis)의 편집 가능

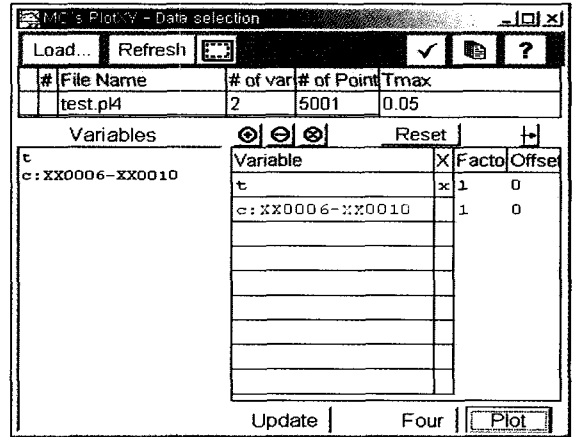


그림 29. 실행결과를 plot 하기 위한 화면

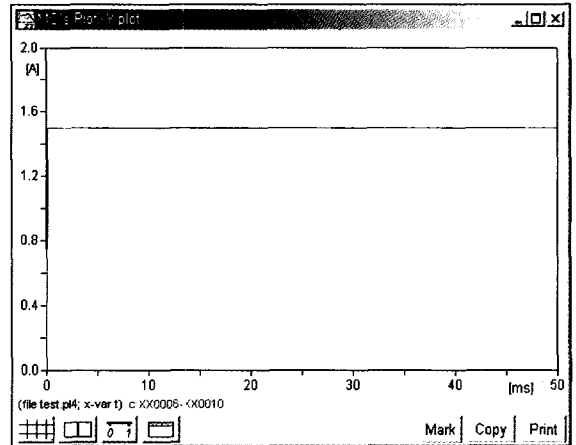


그림 30. 실행결과

## 9. ATPDraw에서 모의 가능한 요소

ATPDraw에서 사용 가능한 구성요소 및 소자들은 전력계통에서 사용되는 대부분의 요소들이 포함되어 있다. 모의 가능한 전체 소자들은 다음 그림 31과 같고, 상세한 내용은 아래 내용과 같다.

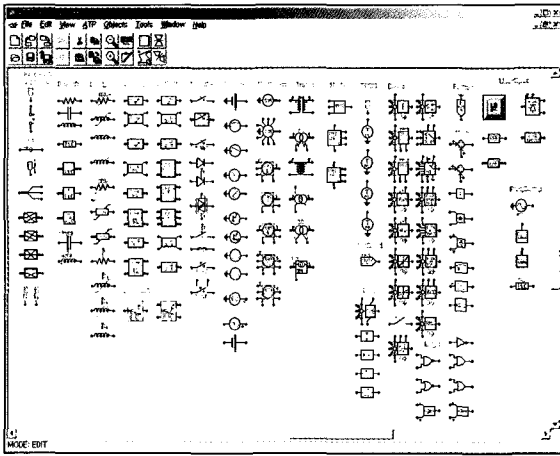
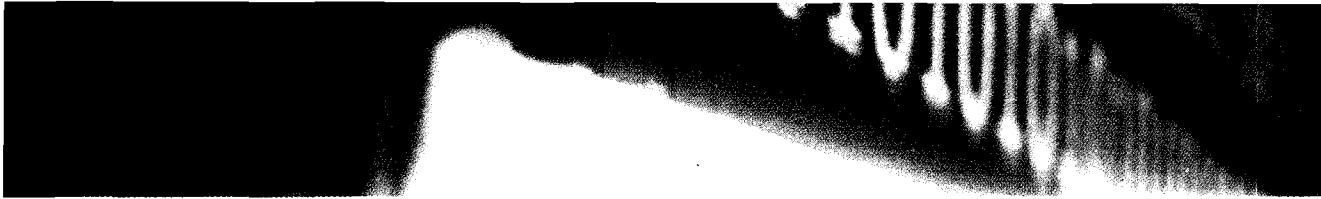




그림 31. ATPDraw에서 사용가능한 전체 소자들

(1) Probes & 3-Phase


① Probe Volt

 Node의 전압을 출력


② Probe Branch volt.

 Branch 전압을 출력 ( $10^9 \Omega$  저항)

③ Probe Cur.


 노드간 전류를 출력 (measuring switch)


④ Probe TACS

 TACS 변수 출력

\* 위의 Probe들은 단상 뿐만 아니라 3상 전체나 3상 중 출력을 필요로 하는 상에 대해서 볼 수 있다.


⑤ Splitter


 3상 노드를 단상으로 분리


 왼쪽 그림과 같이 회전을 시키면 각각의 단


상 노드를 단일 3상 노드로 표현가능

⑥ Transp 1 (ABC-BCA) ... Transp 4 (ABC - ACB)


 ABC → BCA로 연가

 ABC → CAB로 연가


 ABC → CBA로 연가

 ABC → ACB로 연가

⑦ ABC Reference

 상 시퀀스 기준점 설정

DEF Reference

 상 시퀀스 기준점 설정

\* ABC Reference와 DEF Reference을 같이 사용하면 6상 회로를 구성할 수 있다.

(2) Branch Linear

선형 branch들의 부 메뉴는 그림 32와 같으며,

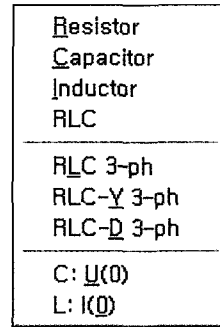


그림 32. Linear Branch Component의 Sub-menu

각 소자의 Dialog box에서 'Help' 를 선택하면 소자에 대한 간단한 설명을 그림 33과 같이 확인할 수 있으며, 사용가능한 선형 branch들은 다음 표 2와 같다.

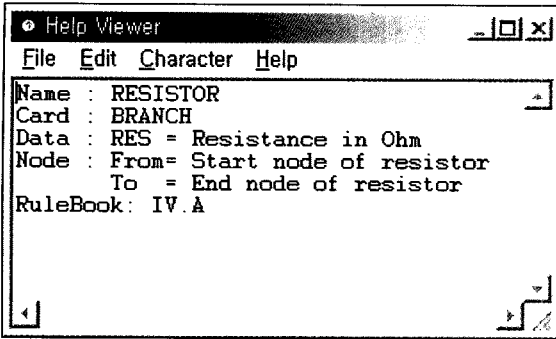


그림 33. 각 소자에 대한 설명의 일예

표 2. 사용가능한 선형 branch 들

메뉴이름	Icon	A.T.P. Card	Description
Resistor		BRANCH Type 0	순수저항(단위 : Ω)
Capacitor		BRANCH Type 0	커패시터(수치진동 억제용 직렬저항 포함), (단위: μF)
Inductor		BRANCH Type 0	인덕터(수치진동 억제용 병렬저항 포함), (단위: mH)
RLC		BRANCH Type 0	단상 직렬 RLC
RLC 3-ph		BRANCH Type 0	3상 직렬 RLC(각 상에 대해 독립적임)
RLC-Y 3-ph		BRANCH Type 0	3상 Y-결선 RLC(각 상에 대해 독립적임)
RLC-D 3-ph		BRANCH Type 0	3상 D-결선 RLC(각 상에 대해 독립적임)
C:U(0)		BRANCH+Initial Condition	초기값을 갖는 커패시터
L:I(0)		BRANCH+Initial Condition	초기값을 갖는 인덕터

표 3. 사용가능한 비선형 branch 들

메뉴이름	Icon	ATP Card	Description
R(i) Type 99		Branch Type 99	비선형 시분변 저항
R(i) Type 92		Branch Type 92	True-비선형 시분변 저항
R(i) Type 97		Branch Type 97	비선형 시변 저항
R(i) Type 91		Branch Type 91	비선형 시변 저항
L(i) Type 98		Branch Type 98	비선형 시분변 인덕터
L(i) Type 93		Branch Type 93	True-비선형 시분변 인덕터
L(i) Type 96		Branch Type 96	Pseudo-비선형 시분변 인덕터
L(i) Hevia 98→96		Branch Type 98	Hysteresis가 포함된 비선형 시분변 인덕터
MOV Type 92		Branch Type 92	지수특성을 가진 비선형 시분변 저항
MOV Type 3-ph		Branch Type 92	지수특성을 가진 비선형 시분변 저항(3상)
R(TACS) Type 91		Branch Type 91	TACS-제어 시변 저항
L(i) Type 98, init		Branch Type 98	초기 Flux값을 갖는 비선형 시분변 인덕터
L(i) Type 96, init		Branch Type 96	초기 Flux값을 갖는 Pseudo-비선형 hysteresis 인덕터
L(i) Type 93, init		Branch Type 93	초기 Flux값을 갖는 True-비선형 시분변 인덕터

표 4와 같다.

### (3) Branch nonlinear

사용가능한 비선형 branch들은 다음 표 3과 같다.

### (4) Lines/Cables

선로 및 케이블을 모의하기 위한 요소들은 다음

표 4. 사용 가능한 선로 및 케이블 요소들

메뉴이름	Icon	Description
RLC Pi-equiv. 1		Pi 등가행렬 (1~3상 회로)
RL Coupled 51		상호결합 RL (2,3,6상 회로)
RL Sym.51		상호결합 RL(3,6상) 연가 선로
Transposed Lines(Clarke)		연가분포선로 (1,2,3,6,6mutual,9상)
Untransp. Lines(KCLee)		비연가 분포선로(2,3상)
LCC		"Line Constants" 또는 "Cable Constants"를 이용하는 분포정수선로(1~9상)
Read PCH file		PCH 파일 포함

(5) Switches

다양한 형태의 스위치들이 모의 가능하며, 사용가능한 스위치들은 다음 표 5와 같다.

표 5. 사용 가능한 스위치들

메뉴이름	Icon	ATP Card	Description
Switch time controlled		SWITCH Type 0	시간 제어 단상 스위치
Switch time 3-ph		SWITCH Type 0	시간 제어 3상 스위치
Switch voltage contr.		SWITCH Type 0	전압 제어 스위치
Diode(Type 11)		SWITCH Type 11	다이오드, Type 11 스위치
Valve(Type 11)		SWITCH Type 11	단방향 Thyristor (TACS 제어 스위치)
Triac(Type 12)		SWITCH Type 12	쌍방향 Thyristor (TACS 제어 스위치)
TACS Switch(Type 13)		SWITCH Type 13	GIFU 제어 가능한 TACS Switch
Measuring		SWITCH Type 0	전류측정용 (상시 폐로) 스위치
Statistic switch		SWITCH	통계 스위치 (난수 이용)
Systematic switch		SWITCH	통계 스위치 (고정된 값 이용)

(6) Sources

사용가능한 전원들은 다음 표 6과 같다.

표 6. 사용 가능한 전원들의 종류

메뉴이름	Icon	ATP Card	Description
DC Type 11		SOURCE type 11	DC step-function Source, 전압원 및 전류원 가능
Ramp Type 12		SOURCE	Ramp Source, T_0 동안 AMP값까지 선형 증가, 전압원 및 전류원 가능
Slope-Ramp Type 13		SOURCE type 13	2 Slope Ramp Source, T0시간 동안 AMP값까지 선형 증가, T1 시간 동안 A1의 크기까지 선형 증가, 전압원 및 전류원 가능
AC Type 14		SOURCE	AC 정상상태 전원 (Cos 함수), 전압원 및 전류원 가능
Surge Type 15		SOURCE	Surge function, $K \cdot (e^{At} - e^{Bt})$ 와 같은 식으로 지수적으로 전원을 표현할 수 있다. 전압원 및 전류원 가능
Heidler Type 15		SOURCE	Surge function, Heidler type, 전압원 및 전류원 가능
Standler Type 15		SOURCE type 15	Surge function, Standler type, 전압원 및 전류원 가능
Cigre Type 15		SOURCE type 15	Surge function, Cigre type, 전압원 및 전류원 가능
TACS Source		SOURCE type 60	TACS/MODELS에서 제어되는 전원, 전압원 및 전류원 가능
AC 3-ph. Type 14		SOURCE type 14	AC 전원, 3상 대칭 전원 (Cos 함수) 전압원 및 전류원 가능
AC Underground		SOURCE type 14+18	비 접지 교류 전원(교류 전원 + 이상변압기), 전압원만 가능
DC Underground		SOURCE type 11+18	비 접지 직류 전원(직류 전원 + 이상 변압기), 전압원만 가능

# 기획 특집 ATPDraw의 기능 및 사용 방법

## (7) Machines

ATPDraw에서 모의 가능한 기기들은 다음 표 7과 같다.

표 7. 사용 가능한 기기들의 종류

메뉴이름	Icon	ATP Card	Description
SM 59 (No Control)		MACHINE type 59	내부 변수 비 제어 등기기
SM 59 (8 Control)		MACHINE type 59	내부 변수 제어 등기기
UM1 Synchronous		UM-MACHINE type 1	등기기
UM3 Induction		UM-MACHINE type 3	유도기
UM4 Induction		UM-MACHINE type 4	유도기
UM 6 Single Phase		UM-MACHINE type 6	단상 회전기
UM & DC		UM-MACHINE type 8	직류기

## (8) Transformers

회로 모의를 위해 사용 가능한 변압기들의 종류는 다음 표 8과 같다.

표 8. 사용 가능한 변압기들의 종류

메뉴이름	Icon	ATP Card	Description
Ideal 1 phase		SOURCE type 18	이상적인 단상 변압기
Ideal 3 phase		SOURCE type 18	이상적인 3상 변압기
Saturable 1 phase		BRANCH TRANSFORMER	포화특성을 갖는 단상 변압기
Saturable 3 phase		BRANCH TRANSFORMER	포화특성을 갖는 3상 변압기
#Sat. Y/Y 3-leg		BRANCH TRANSFORMER THREE PHASE	3-leg core type 변압기
BCTRAN		BRANCH Type 1~9	보조프로그램(BCTRAN) 구동

## (9) TACS

TACS 요소들은 최초 제어계 구현을 위해 작성된 것으로, 제어함수들을 이용하여 과도해석 시스템의 제어기가 가능하다. ATPDraw를 이용하여 모의 시, 사용 가능한 것들은 다음 표 9와 같다.

표 9. 사용 가능한 TACS 요소들

메뉴이름	Icon	ATP Card	Description
Coupling to Circuit		TACS Type 90-93	회로와 연결
Sources		TACS Type 11, 14, 23, 24	전원
Transfer function		TACS	전달함수
Devices		TACS Type 88, 98, 99	내장된 장치류
Initial Cond.		TACS Type 77	초기값 설정
FOTRAN Statement t		TACS Type 98	FORTRAN, 함수

(10) MODELS

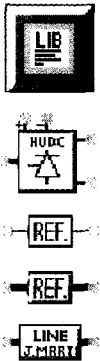
① ATP에서 MODELS의 Simulation language를 이용하여 사용자가 직접 MODELS들을 선택할 수 있다.

② 이용 시 유의점

- INPUT, OUTPUT, DATA는 USE 상태에서 지원된다.
- USE 상태에서 다른 MODELS를 불러올 수 없다.
- MODELS간의 DATA교환은 제한적이다.
- USE 아래에서 DELAY CELLS의 HISTORY를 열거할 수 없다.

(11) 사용자 정의 모델(User Specified)

Data Base Module을 이용하여 다음 그림들과 같이 사용자가 지정한 외부 모델을 데이터에 추가할 수 있다.



(12) Frequency component

주파수 응답 특성을 해석하기 위한 요소들은 다음 표 10과 같다.

표 10. Frequency component

메뉴 이름	Icon	ATP Card	Description
HFS Source		SOURCE type 14	고조파 전원
Cigre load 1 ph		BRANCH type 0	CIGRE 형식의 주파수 증속 단상 부하
Cigre load 3 ph		BRANCH type 0	CIGRE 형식의 주파수 증속 3상 부하
Linear RLC		BRANCH type 0	HFS 위한 선형 RLC

\* HFS(Harmonic Frequency Scan)

## 10. ATPDraw 실행시 시뮬레이션 환경설정

실행 시 환경설정에 따라 의도하지 않은 수행결과를 얻을 수 있으므로, 시뮬레이션 환경설정이 중요하며, 그 방법은 다음과 같다.

(1) ATPDraw를 실행시키기 위한 기본 환경설정

: Menu → ATP → Setting 실행(단축키 : F3)

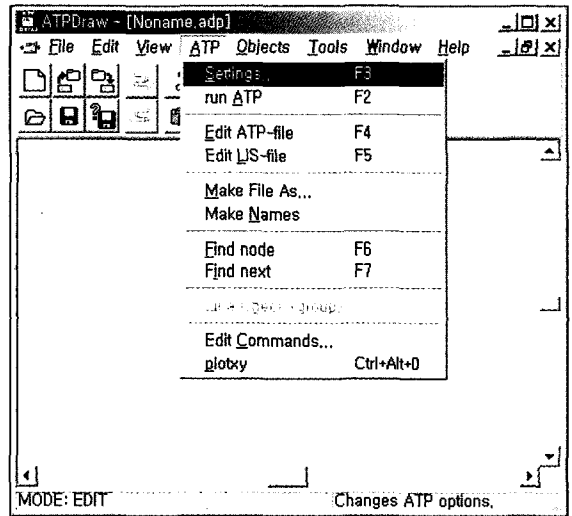


그림 34. Menu-ATP-Setting 을 실행한 화면

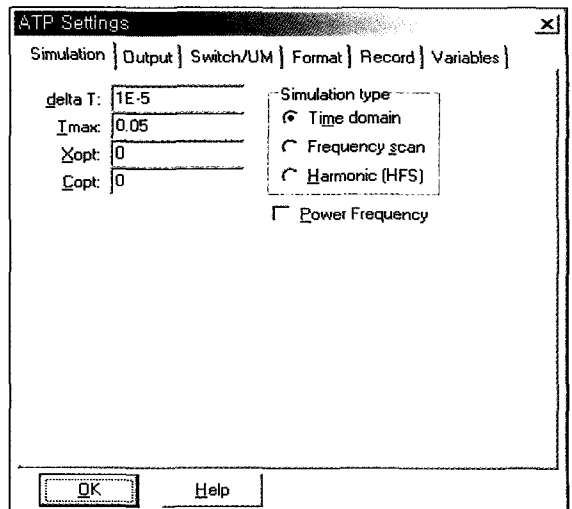


그림 35. ATP Settings-Simulation 화면

## (2) ATP Settings

- ① Delta T : 시뮬레이션 간격(단위 : s)
- ② Tmax : 시뮬레이션 시간(단위 : s)
- ③ Xopt : 0인 경우 mH단위의 인덕턴스 그렇지 않은 경우 주파수 입력 시 Ohm단위의 인덕턴스
- ④ Copt : 0인 경우  $\mu$ F단위의 커패시턴스 그렇지 않은 경우 주파수 입력 시 uMho단위의 커패시턴스

## (3) 실행 환경, 프로그램 설정

Option 실행시 다음 그림 36과 같이, Menu - Tools - Options를 실행한다.

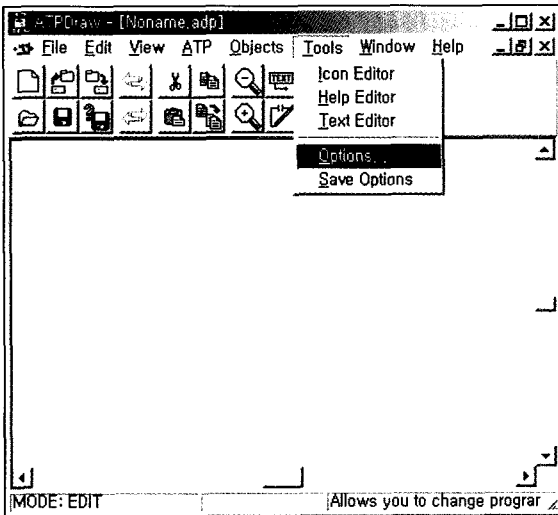


그림 36. Menu-Tools-Options 실행화면

## (4) Preferences 설정

- ① Undo/redo : 되돌리기의 저장량 설정
- ② Color : 윈도우 화면의 바탕색 지정
- ③ Programs : ATP-Draw 프로그램 실행 시 필요한 프로그램 설정.
  - (a) Text editor : list파일이나 data파일을 편집할 때 사용할 프로그램 설정(Notepad나 기타 Text editor 사용)
  - (b) ATP : ATP 프로그램 설정. (runATP\_W.bat 사용)
  - (c) Armafit : Line/Cable Models 위한 Armafit

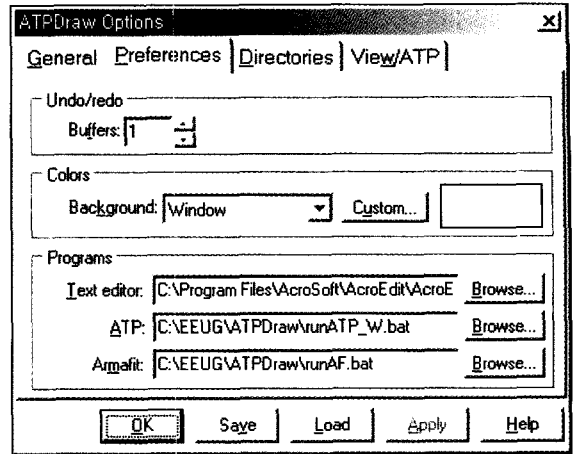


그림 37. ATPDraw Preferences 설정 화면

## Program 설정(runAF.bat 사용)

## (5) Edit Commands

시뮬레이션을 하면서 사용하는 외부 프로그램들을 등록시켜 쉽게 실행시키도록 할 때, 사용할 수 있으며, 실행 결과를 보기 위한 PLOTXY 프로그램을 설정하는 과정을 나열하면 다음과 같다.

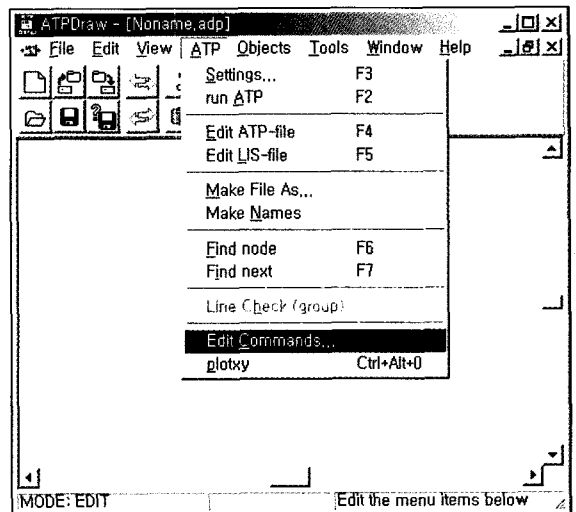


그림 38. Edit Commands를 실행시키기 위한 화면



① Edit commands 설정방법

- (a) 그림 39 상단의 New를 클릭
- (b) Name에 원하는 이름으로 변경(초기값 : New)
- (c) Command에는 실행시키려는 프로그램 (PLOTXY)의 경로와 파일명을 적음. 아래의 Browse를 이용해 경로를 찾아 프로그램을 선택
- (d) 우측의 Parameter에서 Current PL4에 체크
- (e) Update를 클릭

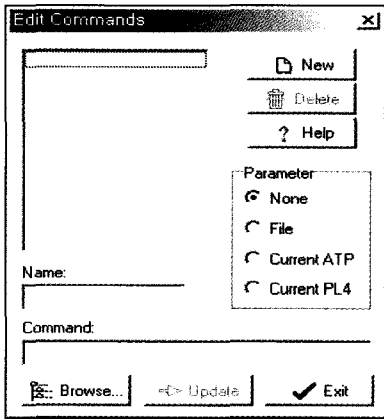


그림 39. Edit command 화면

② Edit commands 사용 방법

- (a) 회로를 작성 후 Run ATP를 실행
- (b) Edit commands에 설정이 된 PLOTXY를 그림 40과 같이, 실행시키면 PLOTXY 프로그램이 실행되면서 그래프로 결과 확인 가능

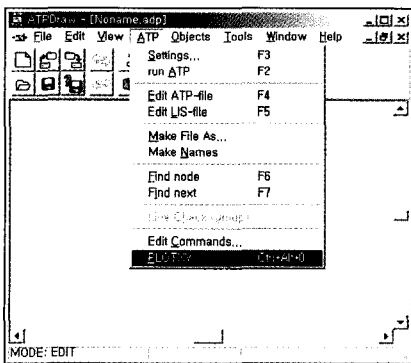


그림 40. PLOTXY 실행 방법

II. ATPDraw를 이용한 회로 모의 예

지금까지 설명한, ATPDraw를 이용한 시뮬레이션 방법의 전체 과정을 예시하기 위하여, 그림 41과 같이 간단한 회로에서  $1k\Omega$ 의 저항에 흐르는 전류  $i$ 를 구하는 과정을 살펴보면 아래와 같다.

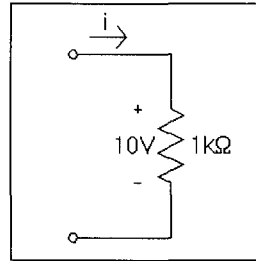


그림 41. ATPDraw로 모의하기 위한 회로

(1) ATPDraw 회로도 작성

다음 그림 42와 같이 새 파일을 불러온다.

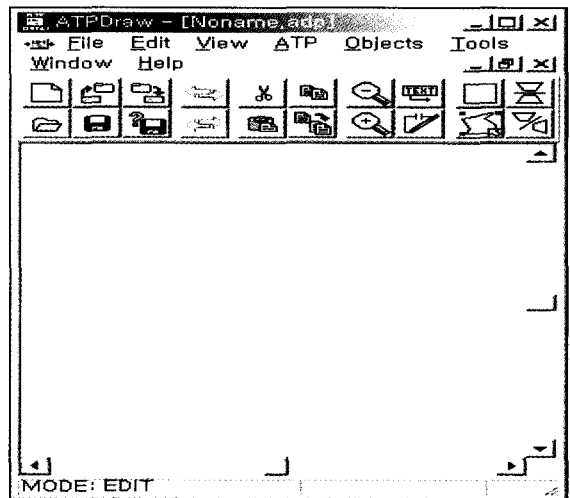


그림 42. ATPDraw로 새 파일을 작성하는 화면

(2) 그림 41의 회로를 구성하기 위해, 회로에 필요한 소자들을 그림 43과 같이 호출하여 배치한다(전압원(DC Source), 저항, 전류 Probe 등).

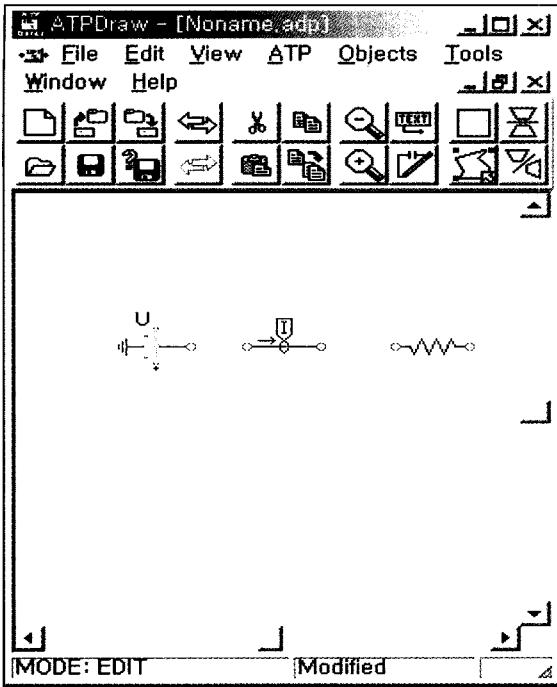


그림 43. 그림 42에 필요한 소자들을 불러온 화면

(3) 그림 43의 각 소자들을 그림 41의 회로도 와 같이 결선한다(그림 44참조).

(4) 각 소자들의 파라미터 값을 입력한다(그림 45 참조).

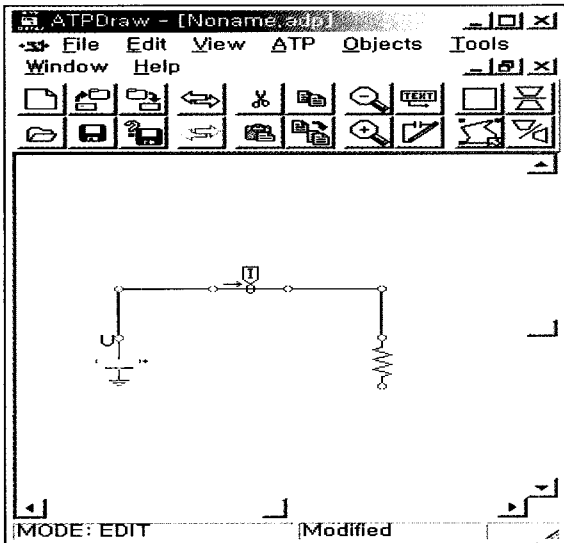


그림 44. 각 소자들을 결선하여 완성한 화면

(5) 말단(end)을 그림 46과 같이 접지시켜 준다.

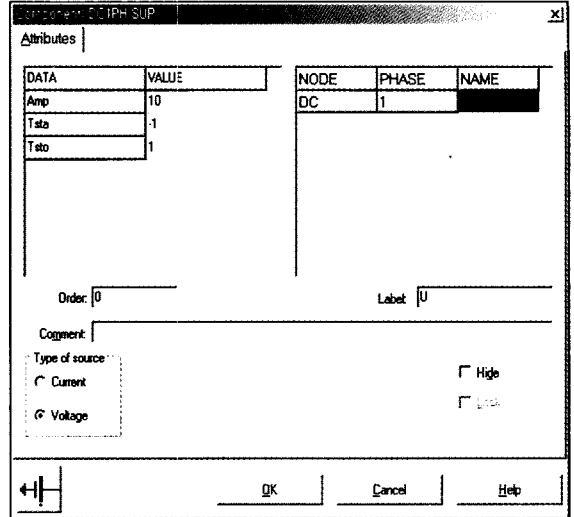


그림 45. 각 소자들의 파라미터 값을 입력하는 화면

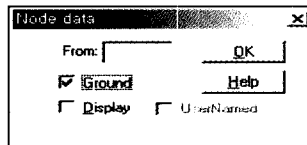


그림 46. 접지시키기 위한 화면

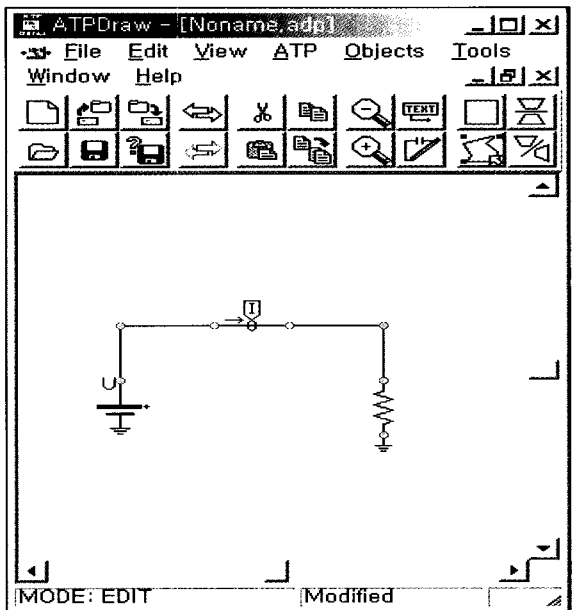


그림 47. 그림 44의 양단을 접지시킨 이후의 회로

(6) 파일을 저장시키고 실행결과를 얻기 위해, Run ATP 명령어를 실행시킨다(그림 48 참조).

(7) ATP 시뮬레이션 결과를 Plotxy로 확인한다.

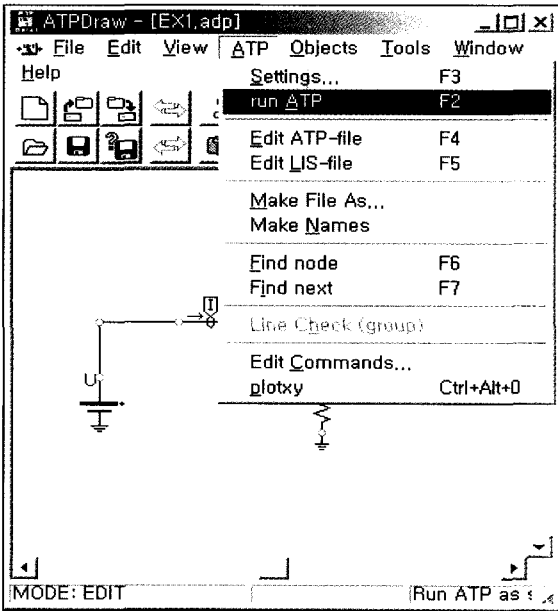


그림 48. Run ATP 명령어를 실행하는 화면

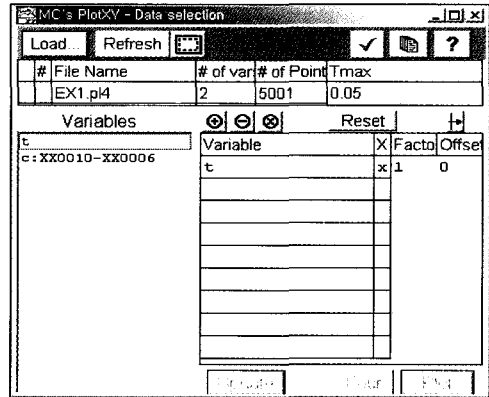


그림 50. 그래프 출력을 위한 plotxy의 출력변수 화면

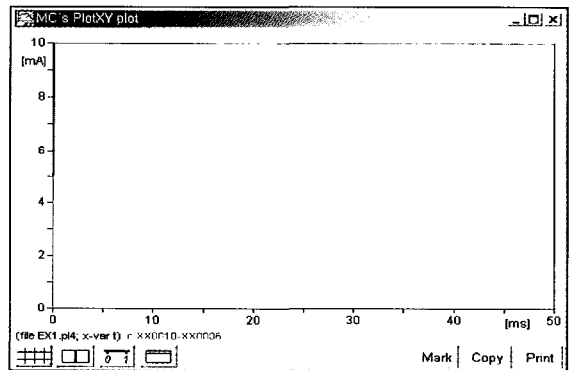


그림 51. 그림 41의 실행 결과 화면

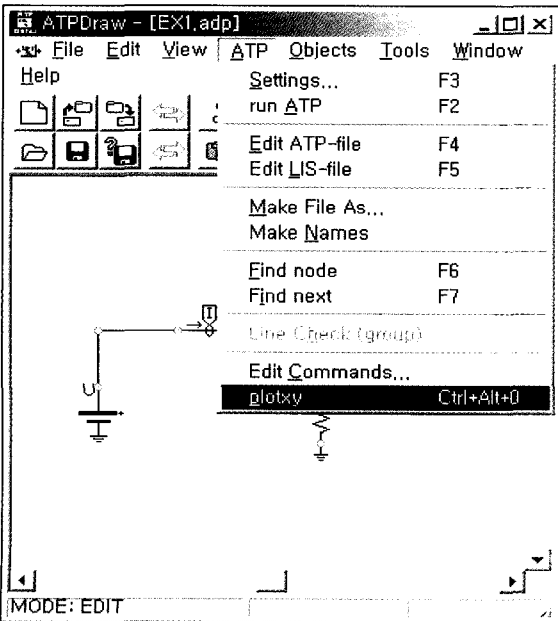


그림 49. Plotxy 명령어 실행 화면

(8) Text editor를 이용하여 ATPDraw로 구현한 회로의 EMTP source를 확인할 수 있다. EMTP source란 ATP-EMTP 프로그램을 실행하기 위해, 입력 데이터 파일(input data file)을 작성하여야 하며, 이를 의미하는 것이다. ATP-EMTP 입력 데이터 파일은 기존에 사용하여 오던 사용자에게 그리 불편하지 않으나, ATP-EMTP를 새로 사용하는 초심자들에게는 Text 기반에 의한 입력 데이터 처리방식이므로 다소 불편할 수 있었다. 따라서, GUI(Graphic User Interface) 방식으로 입력방식의 편의를 도모한 것이 ATPDraw이다. 즉, ATPDraw는 ATP 입력 데이터 파일을 생성시키기 위한 Graphical Preprocessor 이므로, ATPDraw를 이용하여 상기 (1) - (7) 항과 같이 모의 대상 회로를 수월하게 시

```

BEGIN NEW DATA CASE
C Generated by ATPDRAW 10월_월요일 11. 2004
C A Bonneville Power Administration program
C Programmed by H. K. Haldalen at SEFAS - NORWAY 1994-2002
:
: dtf >< Taux >< Kopt >< Copt >
: 1.E-5 .05
: 5000 1 1 1 1 0 0 1 0
: 34567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890
: BRANCH
: C < n 1> < n 2><ref1><ref2>< R >< L >< C >
: C < n 1> < n 2><ref1><ref2>< R >< A >< B >< Leng>><>0
: XX0006 1 E3 0
: SWITCH
: C < n 1> < n 2>< Tclose ><Top/Tde >< Ie ><Vf/CLOP >< ttype >
: XX0101XX0006 MEASURING 1
: SOURCE
: C < n 1><>< Ampl. >< Freq. ><Phase/T0>< A1 >< T1 >< TSTART >< TSTOP >
: 11V0010 10 -1 1
: INITIAL
: OUTPUT
: BLANK BRANCH
: BLANK SWITCH
: BLANK SOURCE
: BLANK INITIAL
: BLANK OUTPUT
: BLANK PLOT
: BEGIN NEW DATA CASE
: BLANK
    
```

그림 52. EMTP source(입력 데이터 파일) 화면

플레이션 할 수 있다. 또한, 실행이후 다음 그림 52와 같은 기존 Text 기반 형태의 입력 데이터 파일을 참조하여, ATP-EMTP의 초심자는 기존 입력방식을 학습하는 도구로, 기 사용자(expert)는 시물레이션 결과의 검증 목적으로 사용도 가능하다.

## 12. 결 론

EMTP 프로그램은 약 40년 전 개발된 이래로 현재까지도 사용되고 있다. 전력계통의 여러 가지 현상을 연구하기 위한 목적으로 선로를 차단시키면, 수용가에 정전이라는 불편을 초래하므로, 컴퓨터상에서 실행 및 모의를 가능하게 한 디지털 시물레이션 프로그램이 EMTP 이다. 이러한 프로그램은 최초 개발자인 W. S. Meyer 및 H. W. Dommel의 개인적인 헌신 및 미국 BPA의 재정지원에 크게 의존하였다. 이후 H. W. Dommel은 미국 EPRI(Electric Power Research Institute)가 주도한 DCG-EMTP 그룹을 구성하여 EMTP의 상업화에 관여하였다. 그러나, W. S. Meyer 박사는 오늘날 까지 상업화에 반대하고, 헌신을 계속하여 현재 ATP-EMTP 및 ATPDraw를 커다란 비용 없이 단지 사용자 그룹(User Group)에 가입함으로써 사용이 가능하다. EMTP와 유사한 상업용 프로그램으로

서는 PSCAD-EMTDC, DCG-EMTP 및 EMTP RV 등이 있으며, 이를 구입하기 위해서는 이윤을 추구하므로, 비용지출이 필요하다. 특이한 사실은 상기 상업용 프로그램들은 국가의 산업화의 기반이 약한 특정국가에서 계속되어 개발되고 있다는 사실이다. 이들은 기존 EMTP와 유사한 계산엔진을 탑재하였으나, 사용자 편의를 도모하기 위해 주로 GUI 기능을 보완한 것이다. ATP-EMTP 프로그램은 40여년에 걸쳐 신뢰도 및 정확도가 입증된 우수한 프로그램이며, GUI기능을 이용한 ATPDraw도 개발되어 상업용 프로그램과 마찬가지로 사용이 편리하며 별도의 비용지출도 요구되지 않는다.

또한, 세계 각국 및 국내에도 사용자 그룹이 설립되어 사용자의 의견교환이 가능하며, 서울대학교 기초전력연구원에서 매년 2회(2월 및 8월) ATP-EMTP 초급자 교육 및 중급자 교육을 개최하여, 사용자가 계속적으로 사용법 습득 및 정보획득이 가능하므로, 이러한 것들은 ATP-EMTP 사용자들에게 커다란 장점이라고 여겨진다.

따라서, 지금까지 설명한 ATPDraw의 사용법을 익혀, 전자과도현상 해석 프로그램 ATP-EMTP를 보다 효율적으로 사용하였으면 한다.

### [참고문헌]

- [1] ATPDRAW version 3, User Manual, TR A4389, EFI, Norway, 1996.
- [2] Ned Mohan, Computer Exercises for Power Electronic Education, 1990, Department of Electrical Engineering, University of Minnesota.
- [3] ATP-EMTP Rule Book, Canadian-American EMTP User Group, 1997.
- [4] Lauren Dube, MODELS in ATP, Language manual, February 1996.
- [5] H.W.Dommel, Electromagnetic Transients Program. Reference Manual (EMTP Theory Book), Bonneville Power Administration, Portland. 1986.
- [6] L.Prikler, Main Characteristics of Plotting Programs for ATP, EEUG News Vol. 6, No. 3-4, August-November 2000, pp. 28-33.