

전력계통의 종합적인 해석을 위한
대화형 소프트웨어의 개발

신명철, 홍진표
성균관 대학교 전기공학과

김철환
제주 대학교 전기공학과

Development of Interactive Software for Integrated Analysis in Power System

Myong Chul Shin, Jin Pyo Hong
Dept. of Electrical Eng.
Sung Kyun Kwan University

Chul Hwan Kim
Dept. of Electrical Eng.
Cheju National University

Abstract

Analyzing and simulating of today's complex electrical networks require the use of computer-aided engineering tools. In recent years, the rapid advances in micro-computer hardware technology have increased the availability of power application software on the personal computer, once the domain of mainframes and minicomputers, enabling efficient and cost-effective power system analysis. An interactive simulation and analysis software for a power system is developed and presented in this paper. The software is written in PASCAL and is designed for PC use.

This paper presents an integrated software package to run PC-DOS for the analysis of electric power networks. The software is menu driven and controlled by prompts. These programs are intended to help users understand the process of power system analysis and design.

1. 서론

인간이 컴퓨터와 대화할 수 있는 방법은 1950년대 후반의 범용 컴퓨터 개발 이후에 많이 변화되어 왔다. 사용자와 기계간의 인터페이스(user-machine interface)의 발전방향은 사용자가 더욱 쉽게 배울 수 있고, 사용할 수 있는 방식으로 진보되고 있으며, 오늘날 사용되고 있는 사용자와 기계사이의 인터페이스 형태는 일괄 처리(batch processing)와 대화형 처리(Interactive processing)방식으로 대별할 수 있다. [1-4] 일괄 처리 방식은 사용자와 컴퓨터간 상호작용의 가장 간단한 형태로, 사용자와 컴퓨터 사이에 직접적인 상호작용을 할 수 없으므로 비효율적이다. 이러한 단점을 해결하기 위하여 직접적인 사용자-기계간 인터페이스가 가능하도록 한 방식이 대화형 처리 방식이며,

1970년대 부터 널리 연구되고 있다. 대화형 처리의 기본적인 형태는 사용자가 일련의 영문자나 숫자 프롬프트와 컴퓨터의 응답에 의해 컴퓨터와 직접 처리를 하는 방식이며, 더욱 진보된 대화형 처리 방식은 풀다운 메뉴(pull down menu), 팝업 메뉴(pop up menu) 그리고 그래픽을 통해 컴퓨터와 사용자가 직접 원하는 작업을 수행하는 것이다. [5-8]

프로그램은 어떤 문제의 해법, 즉 알고리즘을 설명하고, 이해할 수 있는 최선의 방법이기 때문에 전력계통의 여러가지 알고리즘을 프로그램으로 작성하여, 이들 프로그램을 사용자가 쉽게 사용할 수 있도록 구성된 대화형 처리 방식은 교육적 목적 및 연구목적에 유용하다. 그러므로, 본 연구에서는 사용자가 메뉴얼의 도움없이도 소프트웨어를 쉽게 사용할 수 있고, 컴퓨터의 응답에 의해 사용자와 컴퓨터 간의 대화형 처리가 가능하도록 풀다운 메뉴와 팝업메뉴로 구성된, 메뉴방식의 전력계통 해석 소프트웨어를 제시하였다. 전력계통 해석 분야로는 행렬연산(matrix operation), 대칭성분(symmetrical component)등을 계산할 수 있는 기본적인 해법, 조류해석, 고장해석, 과도 안정도, 그리고, 경제급전, 상태추정등을 취급할 수 있도록 구성되며, 이들 해석 알고리즘의 소프트웨어와 풀다운 메뉴와 팝업 메뉴로 구성된 메뉴구동 방식(menu-driven scheme) 소프트웨어는 PASCAL로 작성되었다.

2. 소프트웨어 구성

2.1 전력계통 해석 분야

대화형 소프트웨어로 해석가능한 분야는 다음과 같다.

- (1) 기본적인 해석 도구(Basic Analysis Tool)
- (2) 조류 해석(Load Flow Analysis)
- (3) 고장 해석(Fault Study)
- (4) 과도 안정도(Transient Stability)
- (5) 안전도(Security)
- (6) 경제 급전(Economic Dispatch)

(7) 상태 추정(State Estimation)

기본적인 해석 도구는 행렬의 덧셈, 뺄셈, 곱셈, 나눗셈을 처리하는 행렬연산부분, LU Decomposition, 가우스 소거법, 그리고, 대칭성분을 계산하는 소프트웨어로 구성되어 있다. 조류해석은 뉴턴-랩슨(Newton-Raphson)법을 이용한 방법과 이외의 조류해석 기법들로 이루어지며, 고장해석에는 1선지락 고장, 2선지락 고장, 선간단락 고장, 3상 고장 및 1선단선 고장, 2선단선 고장을 산정할 수 있는 프로그램, 그리고, 상정사고 해석(contingency analysis), 경제 급전, 상태추정 부분들로 구성되며, 전체적인 구조는 그림 1과 같다.

2.2 대화형 소프트웨어

고성능이고, 엄격한 컴퓨터가 보급됨에 따라 컴퓨터는 전력계통의 계획, 운용, 설계등을 경제적, 효율적으로 처리할 수 있는 수단으로 널리 사용되고 있다. 컴퓨터에 의해 전력계통의 여러가지 문제를 해결하기 위해서는, 먼저 문제를 명확하게 이해하여야 하고, 그 후 프로그램을 작성하여야 한다. 프로그램 작성시에는 적절한 수치해석 기법을 이용하여 알고리즘을 구성하여야 효율적인 프로그램을 작성할 수 있는데, 환언하면, 우수한 알고리즘이 우수한 프로그램을 작성하는데 기여한다고 할 수 있다.

전력계통의 각 분야를 효율적으로 해석하기 위해 작성한 대화형 소프트웨어의 메뉴는 풀다운 메뉴와 팝업 메뉴로 구성되어 있으며, 팝업 메뉴는 경우에 따라 또 다른 팝업 메뉴로 구성된다. 사용자는 컴퓨터 화면에 나타난 풀다운 메뉴중에서 상, 하, 좌, 우 및 home, end 키이를 이용하여

해석하고자 하는 분야로 cursor를 이동시킨 후, 리턴(return) 키이를 누르면 사용자가 원하는 해석대상이 선택되며, 팝업 메뉴가 표시된다. 팝업 메뉴 가운데서 해석하고자 하는 항목을 위해 언급한 방법과 같이 선택하면, 선택된 전력계통의 알고리즘이 실행되어 모니터에 메시지가 나타난다. 이러한 메시지는 모선 수(number of bus), 행렬의 값, 차원, 또는 대칭성분 계산 소프트웨어 실행시에는 각 상의 전압 및 전류등을 요구하는, 입력 데이터 요구 메시지로 구성되어 있으므로, 모니터의 응답에 따라 적절한 데이터를 입력한 후 리턴 키이를 누르면 프로그램이 수행되어 출력결과가 모니터 상에 표시된다.

프로그램 메뉴의 도움없이도 소프트웨어를 사용자와 컴퓨터간 대화식으로, 쉽게 사용하고자 하는 것이 본 연구에서 제시한 대화형 소프트웨어의 개발 목적이며, 이러한 메뉴와 전력계통 해석 소프트웨어는 PASCAL 로 작성되었고, 풀다운 메뉴와 팝업 메뉴의 모든 작동은 컴퓨터 키이 보드 상의 ←, →, ↑, ↓ 키이 및 home, end 키이들을 이용하여 쉽게 사용할 수 있다. 또한, esc 키이를 사용하므로써, 팝업 메뉴에서 벗어나 풀다운 메뉴로 돌아오거나, 원하는 작업을 완성한 후 풀다운 메뉴로 부터 빠져 나올 수 있도록 구성되어 있다. 그림 2는 실제 작성된 대화형 소프트웨어의 풀다운 메뉴이며, 그림 3은 풀다운 메뉴상에 팝업 메뉴가 나타나 있는 메뉴 출력 결과의 일부분이다.

3. 실험 예

대화형 소프트웨어의 실험 예로, 풀다운 메뉴중의 basic tool을 선택하면 팝업 메뉴가 나타나는데, 팝업 메뉴

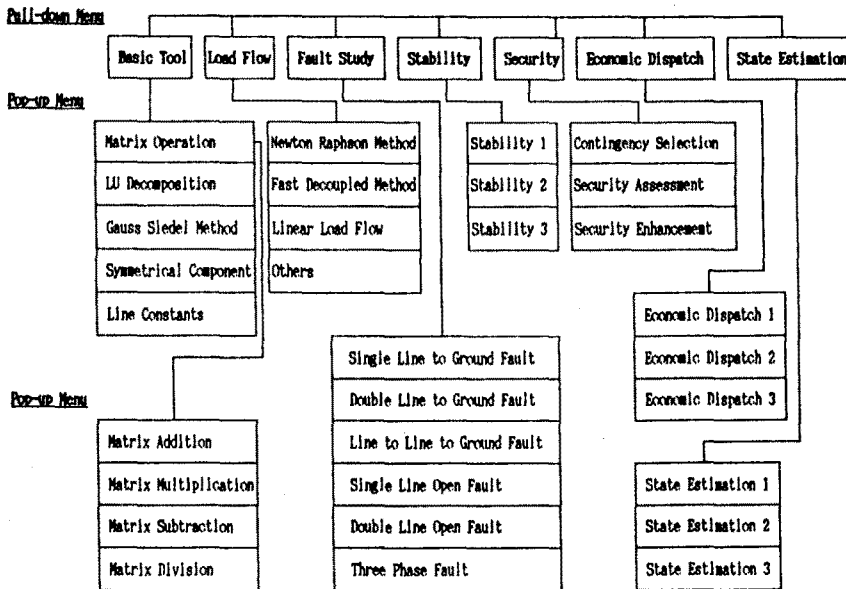
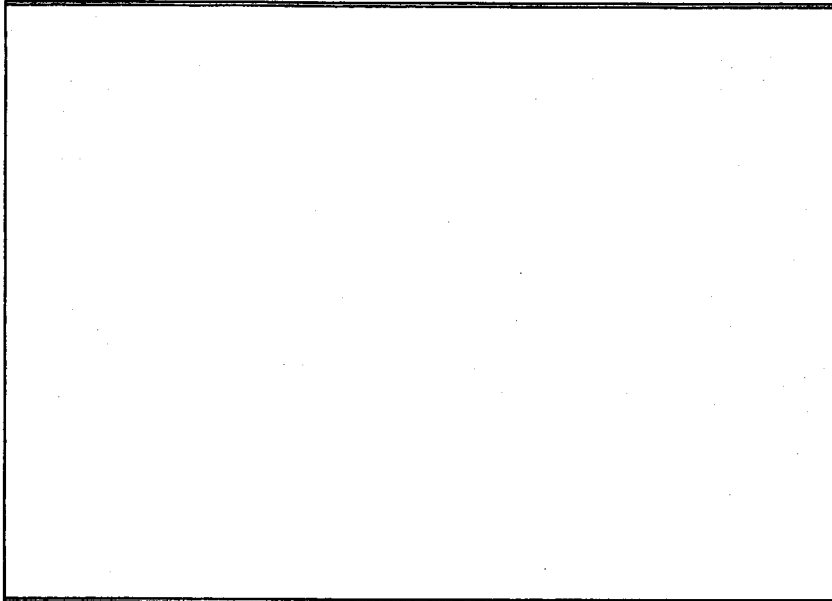


그림 1. 대화형 소프트웨어의 전체 구조

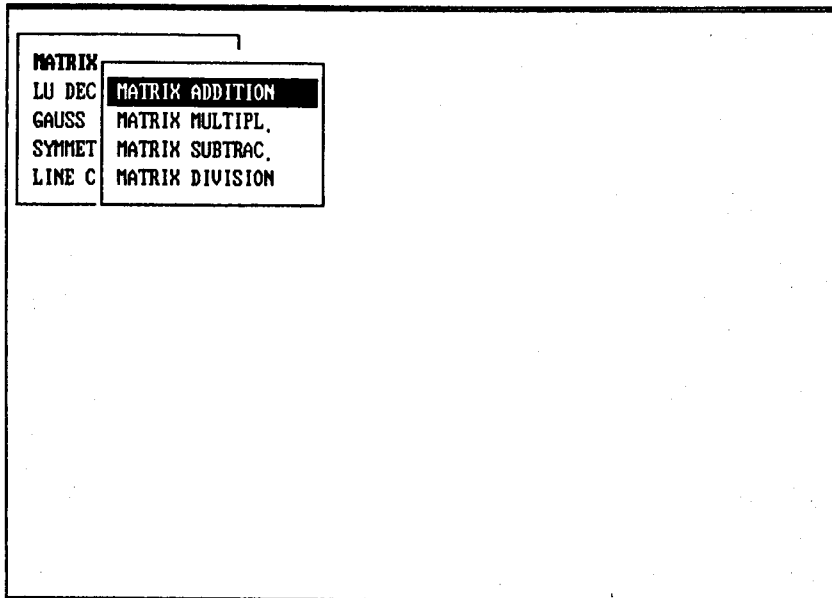
BASIC TOOL LOAD FLOW FAULT STUDY STABILITY SECURITY ECONO.DIS. STATE ESTI.



<Esc>-Exit +↑↓←-Cursor <Home>-First_Column <End>-Last_Column

그림 2. 풀다운 메뉴

BASIC TOOL LOAD FLOW FAULT STUDY STABILITY SECURITY ECONO.DIS. STATE ESTI.



<Esc>-Exit +↑↓←-Cursor <Home>-First_Column <End>-Last_Column

그림 3. 풀다운 메뉴와 팝업 메뉴

가운데에서 LU 분해법, 대칭성분 계산, 그리고, 대칭성분을 이용하여 각 상의 3상성분을 구하는 소프트웨어를 실행시켜 보았으며, 그 결과는 그림 4, 5, 6과 같다.

```
Input matrix A ?
2 4 8
4 4 12
8 12 -6
Input vector b ?
27 38 7
```

*** Matrices L,U and vectors x,z ***

```
(1) matrix L
2.0 0.0 0.0
4.0 -4.0 0.0
8.0 -4.0 -34.0
```

```
(2) matrix U
1.0 2.0 4.0
0.0 1.0 1.0
0.0 0.0 1.0
```

```
(3) vector x
0.5 1.5 2.5
```

```
(4) vector z
13.5 4.0 2.5
```

그림 4. LU 분해법의 실행 결과

```
Input Current of Phase A ? (IA=AX + j AY) AX,AY ?
150 0
Input Current of Phase B ? (IB=BX + j BY) BX,BY ?
-20 -70
Input Current of Phase C ? (IC=CX + j CY) CX,XY ?
-30 50
```

***** Calculation of Symmetrical Components *****

```
IA=150.0000 +j 0.0000 = ( 150.0000, 0.0000 )
IB=-20.0000 +j -70.0000 = ( 72.8011,-105.9453 )
IC=-30.0000 +j 50.0000 = ( 58.3095,120.9637 )
```

```
I0= 33.3333 +j -6.6667 = ( 33.9935,-11.3099 )
I1= 92.9743 +j 6.2201 = ( 93.1822, 3.8274 )
I2= 23.6923 +j 0.4466 = ( 23.6965, 1.0799 )
```

그림 5. 대칭성분 계산의 실행 결과

```
Input Current of Zero Seq. ? (I0=OX + j OY) OX,OY ?
7.7 4.78
Input Current of Positive Seq. ? (I1=PX + j PY)PX,PY ?
30.6 -1.7
Input Current of Negative Seq. ? (I2=QX + j QY)QX,QY ?
-10.3 -7.9
```

***** Calculation of Three Phase Currents *****

```
I0= 7.7000 +j 4.7800 = ( 9.0630, 31.8312 )
I1= 30.6000 +j -1.7000 = ( 30.6472, -3.1798 )
I2=-10.3000 +j -7.9000 = ( 12.9808,-142.5121 )
```

```
IA= 28.0000 +j -4.8200 = ( 28.4118, -9.7673 )
IB= 2.9194 +j -25.8404 = ( 26.0048,-83.5543 )
IC= -7.8194 +j 45.0004 = ( 45.6747, 99.8573 )
```

그림 6. 3상성분 계산의 실행 결과

4. 결론

본 연구에서는 전력계통의 해석을 효율적으로 수행하기 위한 대화형 방식의 소프트웨어를 제시하였다. 대화형 소프트웨어는 풀다운 메뉴와 팝업 메뉴들로 구성되어 있으므로, 프로그램 메뉴얼의 도움 없이도, 컴퓨터 키보드 상의 키들을 사용하여 쉽게 이용할 수 있도록 작성되었다. 따라서, 컴퓨터의 응답에 의해 사용자와 컴퓨터간 대화형 방식의 전력계통 해석이 가능하므로 효율적이다. 메뉴 방식 소프트웨어와 전력계통 해석 소프트웨어의 일부는 개발이 완료 되었으며, 전력계통 해석 알고리즘의 일부 분야는 본 소프트웨어의 유용성을 높이기 위해, 연구가 진행중이다.

5. 참고 문헌

- [1]. M.Daneshdoost,R.Shaat, "A pc based integrated software for power system education", IEEE Trans.Power Systems,Vol.4,No.3, pp.1285-1292. 1989.
- [2]. David C.Yu,Shin-Tzo Chen, "A pc-based interactive graphical simulation and analysis package for a power plant electrical auxiliary system", IEEE Trans. Power Systems, Vol.5, No.2, pp.628-634, 1990.
- [3]. M.S.Sachdev,M.Nagpal,T.Adu, "Interactive software for evaluating and teaching digital relaying algorithms", IEEE Trans. Power Systems, Vol.5, No.1, pp.346-352, 1990.
- [4]. Sherman Chan, "Interactive graphics interface for power system networks analysis", IEEE Computer Applications in Power, pp.34-38. January 1990.
- [5]. J.Duncan Glover, "A personal computer software package for power engineering education. IEEE Trans. Power Systems, Vol.3, No.4, pp.1864-1871, 1988.
- [6]. A.K.Jampala,S.S.Venkata, "Think PASCAL", IEEE Trans. Power Systems, Vol.PWRS-1, No.1, pp.185-192, 1986.
- [7]. Y.Wallach, "Calculations and programs for power system networks", Prentice-Hall, 1986.
- [8]. Ben Ezzell, "Programming the IBM user interface using TURBO PASCAL", Addison-Wesley Publishing Company, 1989.