

계통진단용 ON-LINE 전력조류프로그램 개발

곽준혁 백영식 이희춘*
 경북대학교 *광양제철소

On-Line Load Flow Program Development For Power System Diagnosis

Jun-Hyuck Kwak Young-Sik Baek Hee-Choon Lee*
 Kyungpook National University *Kwangyang Steel Works

Abstract - In KwangYang steel works power system operation, the ON-LINE application of power system diagnosis technology is indispensable to not only power quality, but also stable operation and economical generation. In cases of stability constraint violation, stable power system operation is obstructed. Steel works power system is consist of 154KV transmission lines, and 345, 154, 22, and 6.6(KV) distributed lines, 5 numbers of substation, 17 units of generators. For this power system operation, loadflow program is developed. Database is tied with Windows GUI application, is designed, and is interfaced with this program. This program put up with loadflow solution of assembled MMI power system, and planed to diagnose of overloads or to imitate entrance, and isolation of equipment.

로, 엔진에 해당되는 작동만을 하며, MMI를 비롯한 그 이외의 제어부분은 별도로 개발하도록 함으로써 프로그램의 범용성을 높였다. 또한 본 패키지는 LTC 변압기에 대하여 고려하였으며, 이 프로그램의 정확성과 신뢰도는 다른 프로그램과의 결과비교에 의하여 검증하였다. 참고로, Matpower, Powerworld, EDSA 등과 결과를 비교하였다. Database와 연계하는 과정에서 T초간의 지연을 주면, CPU의 자원을 낭비하지 않는다. 윈도우 프로그램의 결과로, 시간지연에 CPU의 자원을 사용하지 않아도 되었다.

1. 서 론

본 논문은 전력계통의 기본이 되는 전력조류계산의 실시간 운용에 관한 연구이다. 계통의 현재 상태를 사용하여 추후의 관심 있는 계통 상황을 즉시 모의할 수 있어 운용 보조용으로 사용할 수 있도록 하였으며, 본 시스템을 광양제철소에 실제로 적용할 예정이다.

광양제철소 전력계통은 1기 제철설비의 가동 이래, 지속적인 확장과 구성상의 변경을 가져왔고, 이러한 전력계통의 변경은 전력설비의 안정적 운영과 경제적 운영이라는 두 가지 측면에서 많은 기술적 과제를 야상해 오고 있다. 제철소 전력계통을 운영함에 있어서 운전조건에 따른 전력계통 해석의 ON-LINE 적용은 공급전력의 품질 확보 뿐만 아니라, 계통의 안정 운전, 경제적 발전의 위한 필수적인 사항이다. 전력계통운용상 안정도 제약조건을 위배하는 문제점이 발생할 수 있어 전력 계통의 안정운용상 저해요인이 된다. 제철소 전력계통은 154KV 송전라인과 사용전압 345, 154, 22, 6.6KV의 배전선로와 5개의 변전설비, 17기의 발전설비로 구성된 실계통이다. 여기서는 전력설비를 안정적으로 운용하기 위한 방안으로 전력조류프로그램을 개발하였다. 또한 윈도우 GUI 환경의 프로그램과 연계하였으며, 방대한 양의 DATA를 관리하기 위해 DATABASE를 설계하고 본 프로그램과 연동하였다. 이 프로그램은 MMI 통합 전력시스템에서 전력조류계산을 담당하고, 현 계통에서 발생한 선로, 변압기 과부하를 판단하거나, 설비의 투입 및 차단에 대한 모의를 한다.

2. 본 론

2.1 전력조류계산

전력조류계산 프로그램은 FDLF(3)를 기반으로 개발하였다. 또한 본 프로그램은 데이터베이스와 연계가 가능하도록 하였으나, MMI와는 별개로 하여 개발되었으므로,

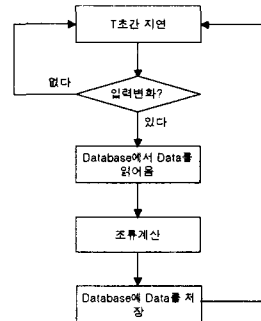


그림 1 조류계산절차

2.2 광양제철소의 전력계통

2.2.1 특성

본 소의 전력계통은 345[KV] 수전라인과 5개의 154[KV]변전소에 설비로는 17기의 발전기와 기타설비로 구성되어 있다. 최대 약 1200[MW]의 부하전력을 가지며, 최소 부하전력은 약 580[MW]이다. 특징으로는 LTC 변압기를 가지고 있으며, 한전계통과 연계되어 있고, 약간의 루프를 가지는 배전계통이다.

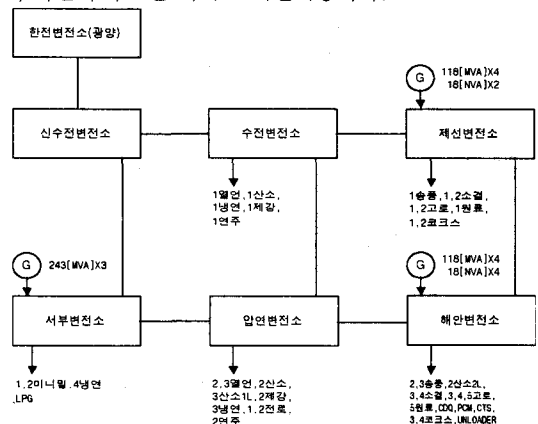


그림 2 광양의 전력계통 구성도

2.2.2 전력 시스템

전력 신호(차단기, 단로기 동작 상태, 전력량 등)는 LAN을 경유하여 전력조류와 설비 가동 상태 감시가 이루어지고 차단기의 ON/OFF 등 제어 조작이 실행된다.

2.3 데이터베이스

DBMS는 관계형 데이터베이스 관리시스템(RDBMS)을 사용한다. RDBMS는 오늘날 대부분의 클라이언트/서버(C/S) 시스템의 필수적인 부분이다. 데이터베이스를 설계하여 데이터베이스에 저장되어질 데이터에 대한 데이터 유형, 구조, 그리고 제약 조건들을 지정하였다. RDBMS로 MSSQL 서버를 사용한다. 각 테이블은 아래와 같이 정의하였다.

2.3.1 모선테이블

테이블은 전력조류계산에 필수적인 항목과 본 소에서 요구하는 항목을 포함하여 정의하였다. 발전기의 투입상태만 있고, 부하의 투입상태에 대한 정의가 없는 이유는 부하는 부하가 투입 안된 상태를 부하의 크기가 0이라고 생각해 주었기 때문이다.

필드	설명
모선번호	.
이름	.
종류	PV,PQ,Slack
부하량(유효전력, 무효전력)	MW, MVar
발전량(유효전력, 무효전력)	MW, MVar
전압(크기, 각)	KV, Degree
발전기의 무효전력의 상·하한	MVar
Shunt Capacitance	MVar
발전기의 투입상태	1:투입, 0:차단

표 2 모선테이블

2.3.2 선로테이블

선로테이블은 전선규격과 길이, 그리고 연결정보를 가지고 있으며, 결과로서 전력조류를 나타내기 위한 항목을 추가하였다.

필드	설명
선로번호	.
이름	.
From 모선번호	.
To 모선번호	.
용량	MW
전압	KV
단위길이당 저항	Ω /km
단위길이당 인덕턴스	mH/km
단위길이당 커패턴스	μ F/km
길이	km
전력조류(MW, MVAR)	
선로의 투입상태	1:투입, 0:차단

표 3 선로테이블

2.3.3 변압기테이블

변압기테이블에서는 변압기의 연결정보와 규격에 추가로 1·2차 전압을 나타내었으며, 결선방식을 추가하였다.

필드	설명
변압기번호	.
이름	.
From 모선번호	.
To 모선번호	.
From 전압	.
To 전압	.
결선방식	.
용량	MW
누설리액턴스	%
Tap Setting	.
전력조류(P, Q, S)	MW, MVar, MVA
변압기의 투입상태	1:투입, 0:차단

표 4 변압기테이블

2.4 사용자 인터페이스

사용자 인터페이스는 Windows 95와 Windows NT GUI 표준들을 준수하는 InTouch GUI 사용자 인터페이스를 사용한다. InTouch에서 제공하는 인터페이스로는 단추, 창, 글자, 다각형, 선과 그림을 제공한다.

본 인터페이스의 특징은, 모든 객체가 데이터베이스를 통하여 연결되도록 되어있다. 따라서 프로그램과는 데이터베이스를 경유하여 정보교환이 가능하다. 그러므로 기존의 프로그램들이 MMI를 내포하여, 시스템의 유지보수에 어려운 점이 있었으나 본 방법은 독립적인 개발이 가능하며, 복잡한 프로그램에 전혀 영향을 주지 않고도 시스템의 개발이 가능하다.

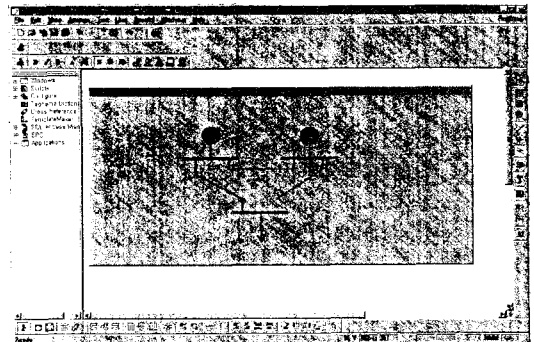


그림 3 InTouch 작업화면

2.4.1 입력 모의

선로차단 및 투입은 선로 차단기 설치 부위이며 이 부분을 Mouse로 Click하여 입력한다(Toggle Switch).

- 정상연결 상태 : 붉은 네모
- 차단상태 : 흰색 네모

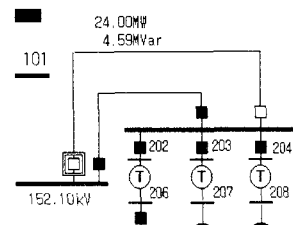


그림 4 선로차단모의

발전기 투입 및 차단은 발전기단에 있는 차단기를 마우스로 click함으로써 입력된다.(Toggle Switch) 또한 발

전기 출력 창을 사용하여, 상태에 대한 변수를 0 또는 1로 설정함으로써 입력할 수도 있다.

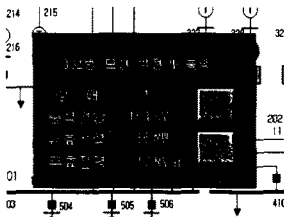


그림 5 발전기출력수정

발전기 출력변화에 대한 모의를 위하여 출력용량을 직접 입력 가능하도록 한다. 부하 투입 및 차단은 부하 단에 있는 차단기를 마우스로 클릭함으로써 입력된다.(Toggle Switch)

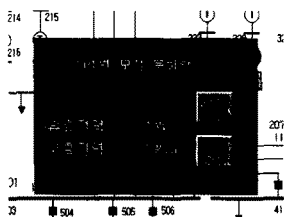


그림 6 부하크기수정

부하용량 변화에 대한 모의를 위하여 부하수요를 직접 입력 가능하도록 한다.

2.4.2 출력 모의

출력은 MMI 화면상에 Alarm 및 색깔로 표시한다. 선로 용량을 초과 시 선로조류의 색이 적색경보를 발하도록 한다. 전압크기가 제약을 벗어날 경우 적색경부를 발한다.

2.4.3 출력 사항

주요모선의 부하와 전압을 나타낸다. 그리고, 주요선로의 전력을 표시한다.

2.5 데이터베이스 연동

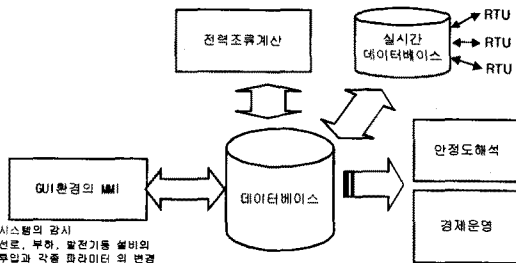


그림 7 데이터베이스 연동

시시각각 들어오는 실 데이터는 데이터베이스에 저장된다. 본 프로그램을 시행하면 우선 현재의 데이터를 Logging 하여 또 다른 이름으로 데이터베이스에 복사하여 계통의 진단이 가능하도록 하는 기본 데이터베이스를 만들어 준다. 즉 이 값을 현재의 상태로 하여 계통 변경에 따른 모든 상태가 모의된다. 또한 실행된 결과는 결과 데이터베이스에 저장되어 계통운용에 활용된다.

2.5.1 사용자 인터페이스의 데이터베이스 연동

선로, 모선, 변압기의 데이터 변경은 모두가 조류계산에 바로 입력되는 것이 아니라, 데이터베이스를 경유하도록 한다. 때문에 데이터의 갱신이 약간 느린 것이 단점이다. 그러나, 모든 개발이 독립적으로 추진될 수 있다. 또한 조류계산의 제어는 사용자인터페이스에서 데이터베이스를 경유하여 수행하게 된다.

2.5.2 조류계산프로그램의 데이터베이스 연동

조류계산프로그램도 사용자인터페이스와 마찬가지로 방법으로 주기적으로, 데이터베이스와 입출력한다. 조류계산의 주기가 1초, 사용자인터페이스의 주기가 2초라면, 최대 갱신시간은 3초가 된다. 주기가 짧아지면, 시스템이 불안해지기 때문에 여유를 주어야한다.

3. 결 론

계통진단용 ON-LINE 전력조류프로그램 개발에서는 제철소 전력계통을 운영함에 있어서 운전조건에 따른 전력계통의 ON-LINE 해석이 가능한 시스템을 개발하였으며, 이로써 계통의 안정적 운전과 경제적 운용을 위한 기반을 구축하였다.

또한 전력계통시스템의 전력조류프로그램을 개발하였다. 사용자 인터페이스로는 Windows 95와 NT에 기반을 두고 있는 패키지를 사용하였고, 데이터베이스를 설계하고, 본 프로그램과 연동시켰다.

본 연구에서는 엔진부분인 조류계산프로그램과 사용자 인터페이스 부분을 독립적으로 개발하도록 하였으므로 기존에 문제가 되었던 프로그램의 유지보수가 쉬워졌으며, 시스템 개발에 드는 시간과 비용도 아울러 단축될 수 있다. 이 방법은 앞으로 안정도 해석, 경제운영, 고장진단 등의 분야에도 적용할 수 있을 것으로 기대된다.

(참 고 문 헌)

- [1] 이재용, "컴퓨터 그래픽기능을 이용한 전력조류패키지의 개발", 경북대학교 대학원, 1992
- [2] 김정년, "객체지향기법을 이용한 전력조류계산 및 스파시터 연구", 대한전기학회논문집, pp.519-523, 1995
- [3] B. Stott and O. Alsac, "Fast decoupled load flow." IEEE Trans. Power App. Syst., vol. PAS-93, pp.859-869, 1974
- [4] Wendy Sarrett, "Visual C++ 6 database programming.", 정보문화사, 1999
- [5] "Intouch Training Manual.", Wonderware, 1998