

## JAVA를 이용한 동기교육, 설계 패키지 개발에 관한 연구

김 영 민\*, 이 중 혁, 허 원

공주대학교 전기공학과

### A Study on the Development of an Synchronous Machine Design and Education Package Using JAVA

Young-min Kim\*, Jong-huck Lee and Won Ho

Department of Electrical Engineering, Kongju National University

**Abstract** - There have been great advances in communication and networking in recent times. It is necessary to take advantage of this information infrastructure for the purpose of developing an engineering education system. But the networking system was expensive or hard to develop. The current international networking is converging to the use of the World Wide Web system. It has become a new standard for global network communication. But there are not a great number of applications which take full advantage of this environment.

In this paper, an interactive education system for engineering education using the World Wide Web will be presented. This can be used as a supplementary kit for engineering education of synchronous machine design. The system is developed using JAVA and can be accessed using Web browsers.

#### 1. 서론

공학을 포함한 여러 분야에서 교육은 지금까지 피교육자 스스로가 탐구하고 학습하는 것보다는, 교과 과정에 따른 이론 위주의 주입식 교육이 주류를 이루고 있다. 21세기를 대비하는 미래 지향적인 교육은 다양한 교육 매체를 활용하여 보다 능동적이고 자율적인 학습 환경을 요구한다.

컴퓨터의 출현과 네트워크 기술의 발달은 이러한 요구를 만족할 수 있는 여건을 만들어 주었으며, 상호 교류적 교육, 즉 교육자와 피교육자 양방향의 의사 전달이 가능한 교육에 대한 여러 가지 실험적 방법론이 제시되었다.

본 논문에서는 최근 인터넷용 프로그래밍언어 주목받고 있는 JAVA를 이용하여 동기교육 및 설계 프로그램을 개발하고, 네트워크를 통하여 장소와 시간에 제한 받지 않는 새로운 교육 환경에 대한 모델을 제시하고자 한다.

상호 교류적인 교육은 공학교육, 특히 복합적인 개념의 이해와 원리를 다루는 분야에 대하여 탁월한 교육효과를 거둘 것으로 예상되며 전기기계, 그 중에서도 동기기 분야에 대한 구체적인 프로그램 개발을 통해 교육 및 설계 용도로 사용할 수 있다.

#### 2. 개발 도구 : JAVA

JAVA는 WWW(World Wide Web)에서 운용되는 네트워크 기반 프로그램으로 다른 종류의 시스템에서도 프로그램을 실행할 수 있는 특징이 있다.

JAVA는 C++와 유사한 구조를 갖고 있으며 종래의 html 혹은 CGI 등의 방식에 의해 제한되었던 여러 가지 기능들을 구현 가능하게 하므로, 인터넷용 프로그램으로서 정적인 기능으로부터 동적인 기능을 추가해주는 혁신적인 역할을 담당하고 있다. 세부적인 특징을 살펴보면 다음과 같다.

-임의의 시스템(DOS, Win95, Windows NT, UNIX)에서 운용할 수 있으므로 경제적이며 실용적이다.

-JAVA는 실제의 프로그램이 운영되는 것과 똑같이 홈페이지 지상에서도 프로그램 수준의 기능을 삽입할 수 있으며, 편리한 GUI 환경을 제공한다.

-JAVA는 멀티스레드라는 기능으로 여러 개의 작업을 병렬적으로 처리할 수 있으며, 한 개의 프로그램당 하나의 작업이라는 개념을 뛰어넘어 다중 작업운영이라는 장점을 제공한다.

-JAVA 기술은 네트워크상에서 보안성이 우수하여 외부 침입자로부터 프로그램과 데이터를 보호할 수 있도록 한다.

-JAVA는 객체지향(Object Oriented Programming) 개념의 광범위한 도입으로 프로그램 설계, 유지, 보수가 쉽다.

#### 3. 동기교육, 설계 패키지의 개발

동기기는 전기기계의 주요 교육 분야 중의 하나로 총 8개의 프로그램을 JAVA를 이용하여 개발하였다. 개발 프로그램은 3상 교류전압의 발생원리, 회전자계 원리의 이해, 분포권과 집중권의 이해, 단결권과 견결권의 이해, 회전자의 동기화법, 전

기자 반작용의 이해, 전압변동률과 효율계산, 등가회로와 페이서도 등이다.

개발 프로그램중 3상 교류전압의 발생원리, 분포권과 집중권의 이해, 단절권과 전절권의 이해, 등가회로와 페이서도에 대한 내용을 자세히 살펴보도록 한다.

### 1) 3상 교류전원의 유기

3상 동기 발전기는 고정자에 각상당 1개의 권선이 있으며, 각 권선은 다른 권선에 대하여 120°의 위상차가 있다. 그림 1은 교류 발전기의 회전자가 1회전 할 때 각상당 유기 되는 전압을 보이는데, 곡선  $e_A$ ,  $e_B$ ,  $e_C$ 는 상전압의 순시치를 보인다. 각 상에서 유기 되는 상전압은 다음과 같이 표현된다.

$$E_{\max} = B_m l \omega \gamma \quad (1)$$

$B_m$  : 회전자계자권선에 의하여 생긴 최대자속밀도(T)

$l$  : 자계 속에 있는 두 코일 변의 길이(m)

$\omega$  : 회전자의 각속도(rad/s)

$\gamma$  : 전기자의 반지름(m)

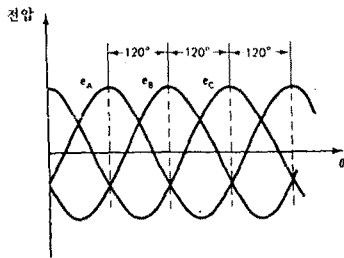


그림 1. 3상 발전기의 유기 전압파형

아래의 그림에서 보는바와 같이 내부의 회전자가 회전하면 각각의 권선에 유기 되는 전압의 의하여 흐르는 전류의 크기가 애니메이션으로 표현되고 각 상의 유기전압은 하단부의 정현파 그래프로 표시된다. 정자, 회전, 역회전등의 동작을 선택하여 조정할 수 있다.

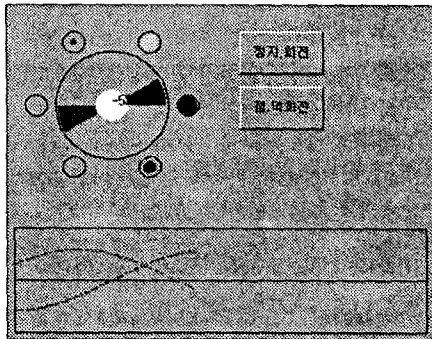


그림 2. 3상 교류 전원의 유기

### 2) 동기기에서 고정자 권선의 설계법

전기자 권선을 감을 때 매극 매상의 코일이 1개의 홈에 모두 들어가게 감는 것을 집중권, 2개 이상의 홈에 나누어 감는 법을 분포권이라고 한다. 분포권으로 권선을 감으면 그 권선전압은 항상 그 선분에 유기된 권선의 대수적 합보다 적어지며 대수적 합에 분포된 정도를 나타내는 분포계수( $K_d$ )를 곱한 것만큼 적어진다.

$$K_d = \frac{\text{벡터 합}(E_a + E_b + E_c)}{\text{대수적 합}(|E_a| + |E_b| + |E_c|)} \quad (2)$$

$$\text{집중권 파형} = E_a + E_b + E_c \quad (3)$$

$$\text{분포권 파형} = K_d \times \text{집중권 파형} \quad (4)$$

$E_a, E_b, E_c$  : 각 상당 유기전압의 순시치

분포권은 고조파분을 감소시키고 유기기전력을 정현파에 근사화 한다.

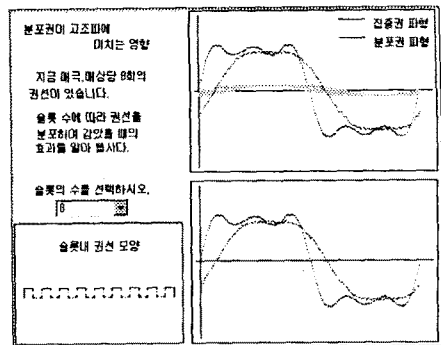


그림 3. 집중권 파형과 분포권 파형

(슬롯의 수 = 8일 때)

전기자선물의 두변이 극간격거리와 같게 감겨 있을 때를 전절권, 짧으면 단절권이라 한다. 단절계수  $k_p$ 는 전절시에 대한 단절시의 유기전압 크기의 비율을 나타낸다.

$$k_p = \sin\left(\frac{\beta\pi}{2}\right) \quad (5)$$

$\beta$  : 단절권 권선 피치와 극 피치와의 비

$k_p$ 는 항상 1보다 작으므로 단절권을 통해 얻는 유기전압은 감소할 수밖에 없으나, 단절의 비율을 조절하여 특정 고조파를 제거하는 효과를 얻을 수 있다.

프로그램을 통하여 단절권의 선분 간격의 비를 선택하고 유기 전압에서 특정 고조파분이 제거되는 것을 그림 5에서 확인할 수 있다.

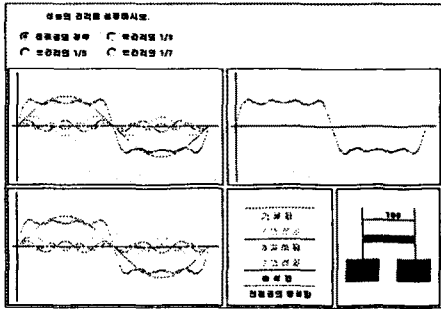


그림 4. 전철권의 파형

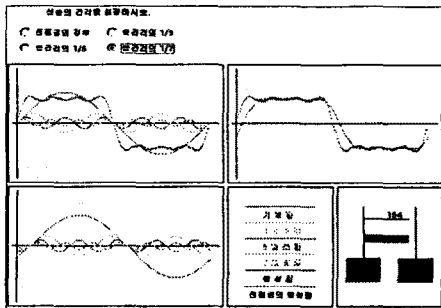


그림 5. 단철권의 파형 (극 간격 154°)

3) 동기발전기의 등가회로와 페이서도

동기 발전기에서 1상에 대한 등가회로를 작성하고, 각각의 파라미터 값을 주어 전기자 권선의 임피던스 전압강하 및 발전기의 전류, 전압을 페이서도로 확인하는 프로그램이다.

$$E_C = V_t + I_a(R_a + jX_s) \quad (6)$$

$E_C$  : 발전기 상전압

$V_t$  : 발전기 단자 전압

$I_a$  : 발전기 전기자 전류

$R_a$  : 발전기 전기자 저항

$X_s$  : 발전기 전기자 리액턴스

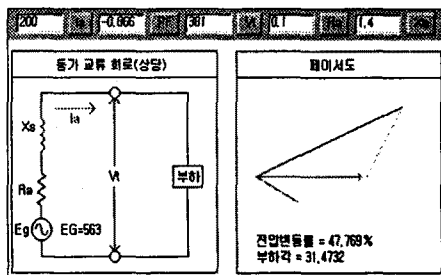


그림 6. 동기발전기의 상당등가회로 및 페이서도

4. 결론

이상의 내용에서 살펴본 바대로 상호 교류적인 교육도구의 개발은 전 교육분야에 걸쳐 이용될 수 있다. 본 논문에서는 소개한 3상 전압유기, 회전자계의 원리, 권선 설계법, 동기전동기의 동기화 시뮬레이션, 동기발전기의 등가회로와 페이서도등을 개발하여 현재 교육과정에 이용하고 있다.

이와 같은 교육도구는 동기기의 대한 전반적인 개념이해와 응용에 큰 도움을 줄 수 있을 것이며 인터넷을 통한 프로그램 수준의 교육도구 개발의 방향을 제시해 준다.

5. 참고 문헌

[1] Paul M.Tyma, and Troy Downing, "JAVA PRIMER PLUS", The Waite Group, Inc 1996.  
 [2] Nataraj Nagratnam, Brian Maso, Arvind Srinivasan, "JAVA NETWORKING AWT API SUPERBIBLE", The Waite Group, Inc 1996  
 [3] Perter F.Ryff, "ELECTRIC MACHINERY", Prentice Hall, Inc 1994  
 [4] A.E.Fitzgerald, Charles Kingsley, Jr and Stephen D.Umans, "ELECTRIC MACHINERY", McGraw-Hill, Inc 1990  
 [5] 천희영의 2명, "전기기기", 야정문화사, 1971  
 [6] Won Ho, Joung-Huck Lee, "Development of an Interactive Education System for Engineering Education" ICEE p640~647  
 [7] 허원, 이종혁 "JAVA를 이용한 직류기 교육, 설계 패키지 작성에 관한 연구", 대한전기학회 창립 50주년 학계학술대회 논문집 p27~29  
 [8] The Joint Task Force on Engineering Education Assessment, "A Framework for the Assessment of Engineering Education", ASEE Assessment White Paper, June, 1996  
 [9] K.C.Hopson and Stephen E.Ingram, "Developing Professional JAVA APPLETS", Same.net.Publishing, 1996, summer 1995  
 [10] H.Bungay, M.w.Kuchinski, "The world wide web for teching chemical engineering", The Division of ASEE, summer 1995