

웹 기반 전자회로 가상실험실의 구현

김동식, 최관순, 이순흠
순천향대학교 공과대학 정보기술공학부
(2002. 4. 25 접수)

Implementation of A Web-based Virtual Laboratory For Electronic Circuits

Kim Dongsik, Choi Kwansun, Lee Sunheum

Division of Information Technology Engineering, Soonchunhyang University

(Received April 25, 2002)

국문요약

본 논문에서는 클라이언트/서버 분산 환경을 설계하여 전자회로에 대한 웹 기반 가상실험 시스템을 개발하였다. 제안된 가상실험실은 실제 대학에서 운영되는 실험실 환경을 묘사하도록 구현되었기 때문에 학습자들은 실제 실험실 유사한 실험결과를 가상실험실에서 얻을 수 있다.

제안된 가상실험시스템은 원리학습실, 가상실험학습실, 평가학습실 그리고 전체 관리시스템의 4가지 중요한 구성요소로 이루어져 있다. 제안된 가상실험실을 통해 학습자들은 전자회로 실험과 관련된 개념이나 이론을 학습할 수 있으며, 멀티미터나 신호발생기 그리고 디지털 오실로스코프나 DC전원공급기 같은 측정장비의 동작방법을 웹상에서 학습할 수 있다. 또한 가상실험실에서 일어나는 모든 실험 활동은 전체 관리시스템에 의해 데이터베이스에 기록되어 예비보고서 형태로 출력된다. 웹상에서 데이터베이스의 연결은 PHP에 의해 이루어지며 가상실험실 환경은 각 학습자들에 대해 조금씩 다른 결과가 나타나도록 구성하였다.

마지막으로 가상실험실을 운영한 결과 전체 실험시간과 실험장비의 손상율이 감소되며, 교수생산성이나 학습효율이 증가되는 긍정적인 결과를 얻을 수 있었다.

Abstract

In this paper, we designed and implemented a client/server distributed environment and developed a web-based virtual laboratory system for electronic circuits. Since our virtual laboratory system is implemented to describe the on-campus laboratory, the learners can obtain similar experimental data through it.

The proposed virtual laboratory system is composed of four important components : Principle Classroom, Virtual Experiment Classroom, Evaluation Classroom and Overall Management System. Through our virtual laboratory, the learners will be capable of learning the concepts and theories related to electronic circuit experiments and how to operate the experimental equipments such as multimeters, function generators, digital oscilloscopes and DC power supplies. Also, every experimental activity occurred in our virtual laboratory is recorded on database and printed out on the preliminary report form. All of these can be achieved by the aid of the Management System. The database connectivity on the web is made by PHP and the virtual laboratory environment is set up slightly differently for each learner.

Finally, we have obtained several affirmative effects such as reducing the total experimental hours and the damage rate for experimental equipments and increasing learning efficiencies as well as faculty productivity.

1. 서론

전기전자공학을 전공하는 학생들에게 이론교육에 기초한 실험실습교육은 자칫하면 추상적으로 흐르기 쉬운 이론교육에 대한 이해도를 높이고 실무에 대한 응용능력을 배양하는데 있어 매우 중요한 비중을 차지한다고 할 수 있다.

또한 학생들이 이론교육 시 습득한 내용을 얼마나 효과적으로 실험에 적용할 수 있는가에 대한 문제와 제한된 시간 내에 정해진 분량의 실험실습을 얼마나 효율적으로 수행할 수 있는가에 대한 문제는 실제 교육현장에서 자주 부딪히는 문제이다. 이런 문제들을 해결하기 위한 방법은 교과과정을 비롯한 실험내용 그리고 실험 진행방법 등에 대해 전반적으로 개선하는 방법외에는 그 해결책이 없다고 해도 과언은 아닐 것이다.

그러나 국내대학이 처해 있는 실험실 환경의 열악성은 부인할 수 없는 사실이며 실험진행과정에 대한 교과과정의 개발도 미진한 형편이므로 효율적인 실험실습교육을 위한 해결책을 찾기 위해 지금까지의 실험교육에 있어서의 문제점에 대한 원인분석을 시도하였다.

그 결과 기존의 실험교재에 나열된 정적인 내용만을 가지고는 학생들이 실제 실험상황을 상상하기가 무척 어렵기 때문에 정확한 실험내용의 이해

가 불가능하다는 결론에 도달하여 효율적인 실험실습교육을 위한 보조 교육도구로서의 실험진행에 있어서 동적인 요소를 가미한 새로운 형식의 디지털 콘텐츠의 개발이 매우 필요하다는 것을 절감하였다.

따라서 본 논문에서는 효율적인 전자회로 실험실습교육에 국한하여 실제 실험실과 유사하게 계측장비나 회로소자 등을 웹상에 소프트웨어적으로 구현하여 실제실험에 임하기 전에 학생들로 하여금 간단한 마우스 조작을 통해 흥미로운 예비실험을 진행하여 실험결과 데이터를 서버로 전송하여 예비실험 결과보고서를 출력할 수 있도록 하는 가상실험환경을 구축하였다. 학생들은 이러한 가상실험환경에 접속하여 기존의 텍스트기반 학습형태에서 탈피하여 보다 진일보된 웹상의 가상공간에서 학습함으로써 실험원리 및 실험내용에 대해 보다 명확하게 이해가 가능할 뿐만 아니라 개인별로 실험원리 및 실험과정에 대한 이해도를 측정하여 평가할 수 있도록 하였다.

양질의 전자회로 실험교육용 콘텐츠를 제작하는 방안은 여러 가지 다양성을 가질 수 있겠으나 본 논문에서는 주로 교수자와 학습자간의 상호작용성이 뛰어난 자바애플릿을 이용하여 가상실험환경을 구축하였으며 전자회로 실험원리나 개념학습을 위해서는 플래시 애니메이션과 같은 멀티미디어 요

소를 첨가하여 학습자의 학습흥미를 유발하고자 하였다. 더욱이 PHP와 같은 서버측 스크립트언어를 이용하여 웹상에서 데이터베이스를 직접 연동하여 가상실험 시 발생하는 결과데이터 처리 및 효율적인 가상실험실 관리가 이루어지도록 하였다. 본 논문에서 제시된 웹 기반 전자회로 가상실험실은 교수-학습 자료를 자바애플릿 및 멀티미디어를 이용하여 구현한 새로운 접근방법의 디지털 콘텐츠이며, 기존의 면대면 교육방식과 융화하여 운영된다면 매우 큰 교육효과를 기대할 수 있을 것으로 생각된다.

2. 웹 기반 전자회로 가상실험실의 학습모형

본 논문에서 제안하는 웹 기반 전자회로 가상실험실은 실험원리학습실, 자바가상실험학습실 그리고 실험이해도를 측정할 수 있도록 하는 실험이해도 평가학습실 등의 3개의 학습실과 가상실험실의 효율적인 관리 및 가상실험 데이터 처리를 위한 가상실험 관리시스템으로 구성되어 있다. 그림 1에 본 논문에서 제안한 웹 기반 전자회로 가상실험실 학습모형도를 도시하였다.

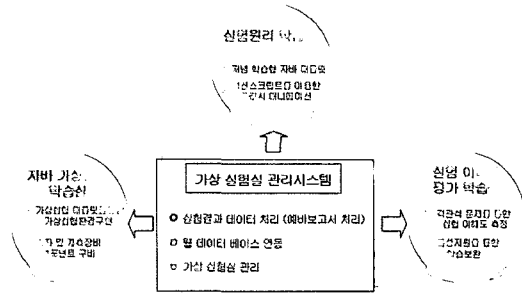


그림 1. 웹 기반 전자회로 가상실험실 학습모형도

3. 웹 기반 전자회로 가상실험실 세부 학습실

3.1 실험원리학습실

실험원리 학습실에서는 실험에 대한 전반적인 이해를 위한 준비단계로서 전자회로 전반에 걸친 중요한 개념이나 원리를 쉽게 이해할 수 있도록 하는 개념학습형 콘텐츠를 제작하여 학습자에게 제공된다.

본 논문에서 제안된 개념학습형 콘텐츠는 자바 애플릿과 플래시 애니메이션 형태로 제작되어 학습자 스스로 간단한 마우스 조작을 통하여 자율학

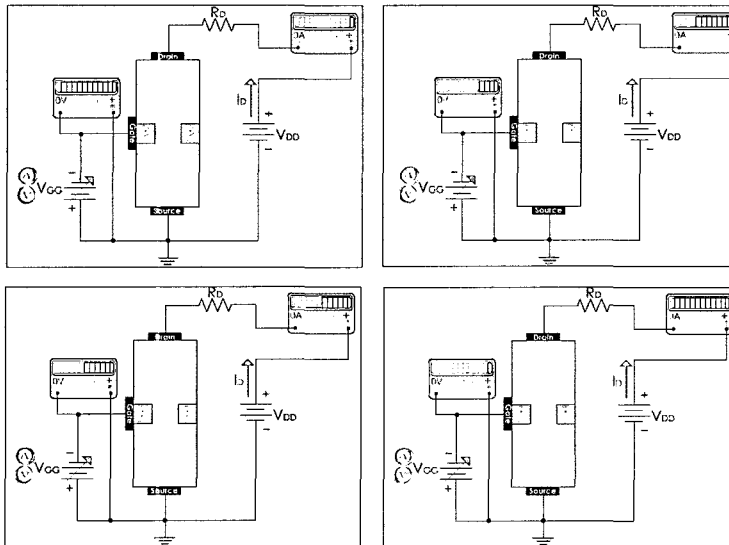


그림 2. JFET 특성에 대한 개념학습 플래시 애니메이션

웹 기반 전자회로 가상실험실의 구현

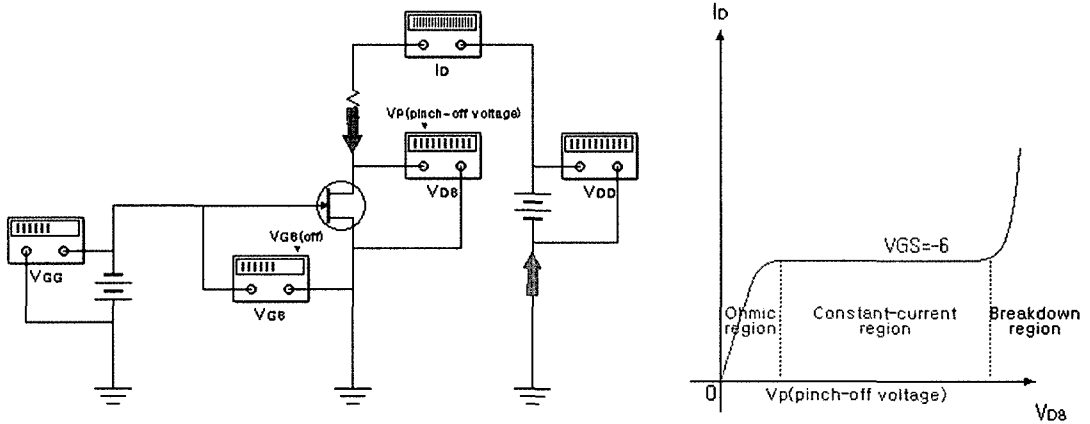


그림 3. JFET 드레인 특성곡선에 대한 개념학습 자바애플릿

습이 가능하도록 하여 실험원리나 개념을 동적인 화면을 통해 쉽게 시각적으로 이해할 수 있도록 구현하였다.

실험원리 학습실의 한 가지 구현으로서 그림 2에 서는 사용자가 VGG 를 마우스로 클릭하여 VGS 에 역방향 전압을 증가시키면 공핍층(Depletion Layer)이 증가하여 전류 ID가 감소하는 JFET 소

자특성에 대한 원리를 설명하는 동영상에서 중요 프레임을 보여주고 있으며, 그림 3에는 JFET 소자의 드레인(Drain) 특성곡선의 개념설명을 위한 자바 애플릿(Applet) 화면을 도시하였다.

3.2 자바가상실험 학습실

자바가상실험 학습실은 실제 실험실 환경과 거

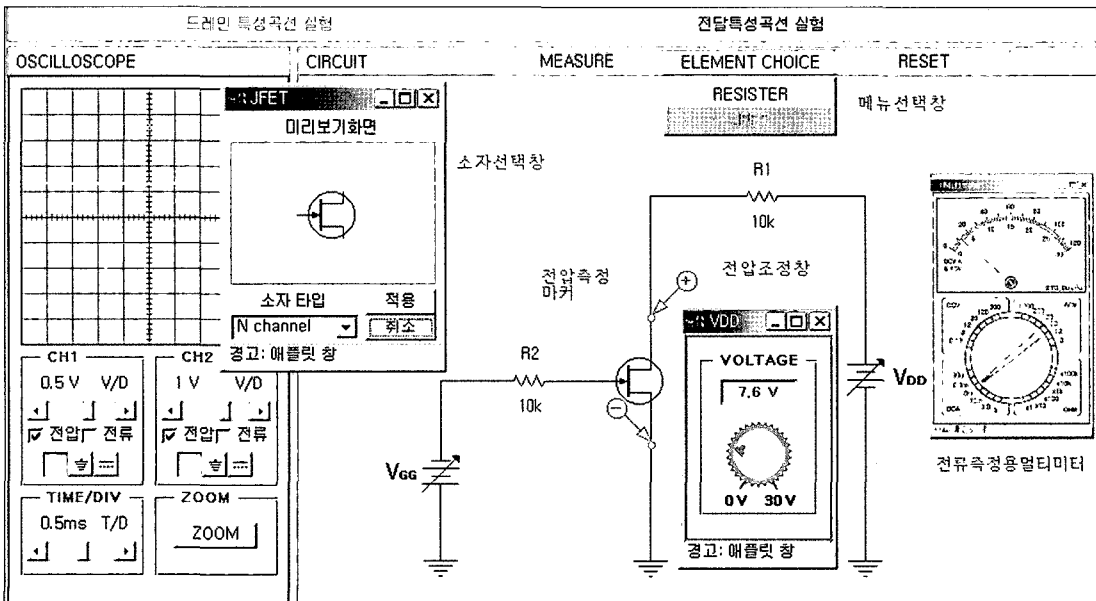


그림 4. JFET 드레인특성에 대한 가상실험 실행화면

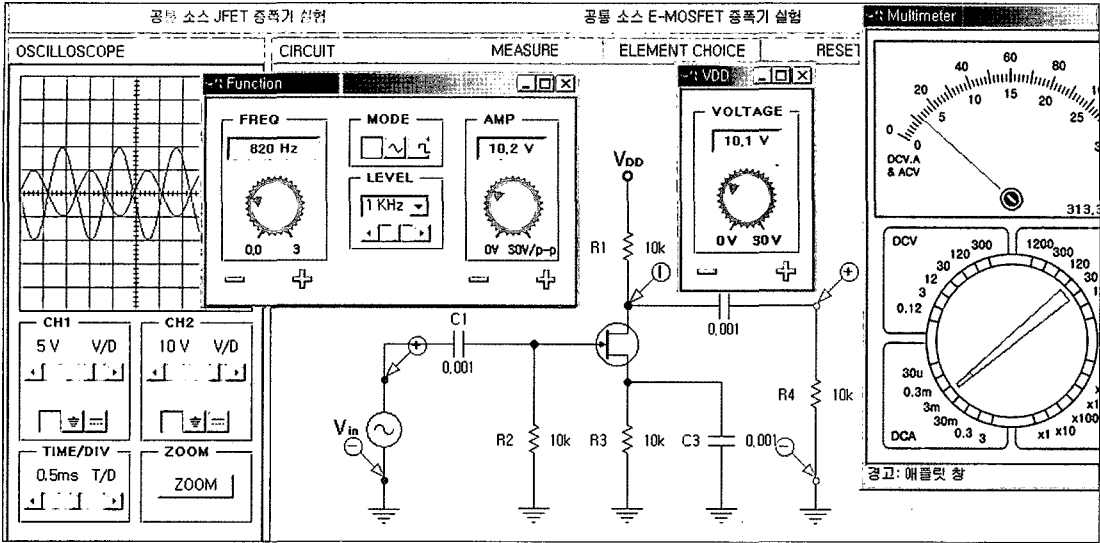


그림 5. JFET 공통소스 증폭기 가상실험 실행화면

의 유사하게 자바 애플릿의 형태로 구현되었으며, 실제 실험시에 진행될 내용을 학습자가 미리 웹상에서 간단한 마우스 조작을 통하여 가상적으로 실험을 할 수 있도록 실험에 필요한 각종 소자 및 계측장비 컴포넌트를 소프트웨어적으로 구현하여 실험에 대한 흥미와 이해도를 높이도록 하였다. 자바가상실험 학습실에서는 학습자가 웹에 접속하여 소프트웨어적으로 구현된 각종 계측장비를 이용하여 주어진 회로에 대한 실험을 웹상에서 수행한다. 그리고 유사한 실험을 회로 소자 값을 변경함으로써 몇 번 반복하도록 하였으며 회로 소자 값은 회로를 결선할 때 소자선택 과정을 거쳐 학습자가 원하는 값으로 변경할 수 있도록 하였다.

자바가상실험 학습실의 구현에로서 그림 4에 JFET 드레인 특성곡선에 대한 자바가상실험과 그림 5에 JFET 공통소스 증폭기의 실행화면을 각각 도시하였다. 이들 그림에서 보는 바와 같이 가상실험 학습실에는 오실로스코프, 멀티미터, 신호발생기 그리고 전원공급기와 같은 계측장비가 구비되어 있고 회로소자의 결선을 위해 메뉴선택 방식에 따른 프레임 창이 화면에 나타나 학습자는 마우스로 회로소자를 드래그 하여 해당 회로부분에 위치시키도록 구성하였다. 이때 회로소자 타입

과 소자 값을 선택할 수 있도록 하여 회로도상의 원하는 위치에 결선할 수 있도록 구현하였다.

3.3 실험 이해도 평가 학습실

가상공간에서 이루어지는 학습에서 중요한 요소 중의 하나는 학습자가 이해한 내용에 대한 평가가 이루어져야 한다. 따라서 본 논문에서는 측정가능한 학습목표를 설정하여 학습목표에 학습자가 얼마나 접근되었는가를 측정하여 평가할 수 있는 실험이해도 평가 학습실을 구비하였다. 이곳에서는 실험원리 학습실 및 자바가상실험 학습실에서 학습한 내용을 간단한 객관식 문항을 통해 실험이해도를 측정한다. 학습자가 객관식 문제를 풀어 보기 중에서 하나의 답을 선택하면 선택한 보기에 따라 메시지 창으로 정답여부 알려주며 잘못된 답을 선택한 학습자에게는 음성으로 보충설명을 하여 학습자가 부족한 부분을 재학습하도록 하였다. 한편, 정확하게 정답을 선택한 학습자들에게는 음성으로 심화학습이 이루어질 수 있도록 유도하였으며 이를 구현하기 위해 자바스크립트 언어를 이용하였다. 그림 6에 실험이해도 평가 학습실을 실행화면을 도시하였다.

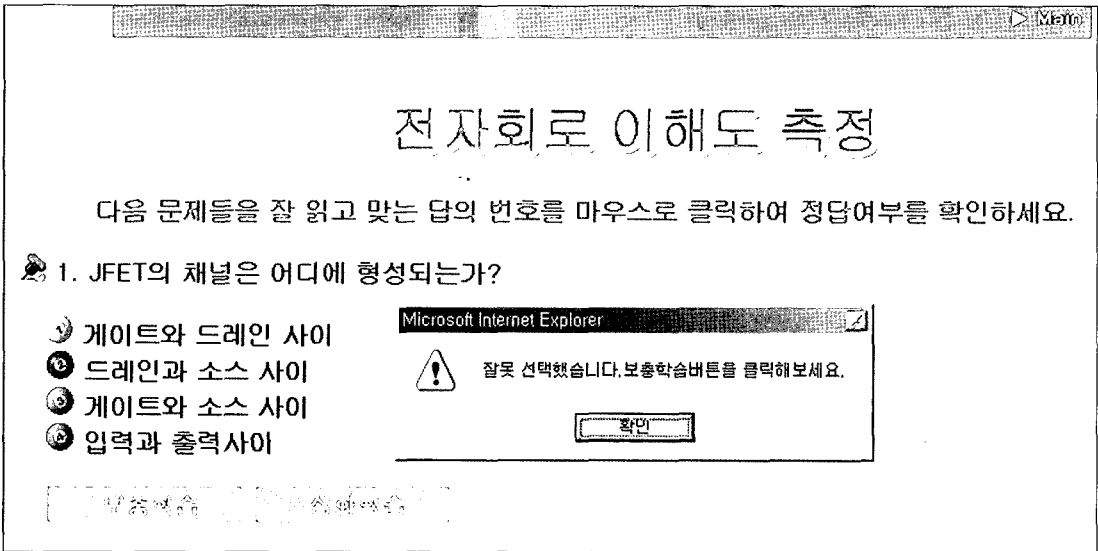


그림 6. 실험이해도 평가 학습실의 실행화면 샘플

3.4 가상실험실 관리시스템

가상실험실에 접속한 학습자는 가상실험을 수행한 후에 발생하는 결과데이터를 자신의 웹브라우저 저장에 나타난 실험결과표에 기록한 후 “보고서 제출” 버튼을 클릭하면 실험결과 데이터가 서버에 전송된다. 이때 가상실험실 관리시스템에서는 자바가상실험 학습실에서 얻어진 실험결과 데이터를 학습자 정보와 함께 데이터베이스에 저장하고 학습자의 이름이나 학번등의 기초정보도 함께 저장한다.

다음으로 학습자가 “결과보고서 출력” 이라는 버튼을 클릭하여 보고서 출력을 요청하면 서버에서는 학습자의 정보를 확인한 후 해당 학습자에 해당되는 정보를 데이터 베이스에서 가져와

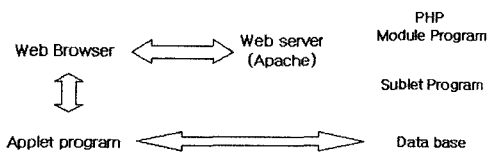


그림 7. 가상실험실 관리시스템의 전체 구성도

HTML 문서형태로 가공하여 제공한다. 이러한 일련의 과정을 처리하기 위하여 본 논문에서는 PHP 스크립트 언어를 이용하였고 데이터베이스는 MySQL을 이용하였다. 그림 7에 가상실험실 관리시스템의 전체 구성도를 도시하였으며 그림 8에는 가상실험을 완료한 후 출력되는 예비보고서 양식의 일부를 도시하였다.

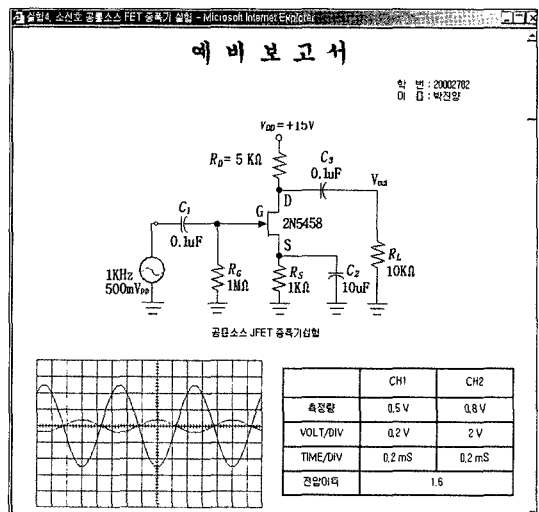


그림 8. 가상실험 결과보고서 출력화면 샘플

4. 웹 기반 전자회로 가상실험실의 구현에

4.1 JFET 및 MOSFET 바이어스 회로 가상실험

전자회로에 있어서 매우 중요한 JFET 및 MOSFET 바이어스 회로에 대한 가상실험을 진행하는 과정을 그림 9에 도시하였다. 가상실험실 환경은 상단부에 필요한 메뉴를 마련하였으며 좌측 단에는 실험에 있어 매우 중요한 계측기인 오실로스코프를 배치하였고 기타 계측기는 실험진행 상황에 따라 프레임창을 통해 나타나도록 하였다.

또한 화면중앙에는 실험하고자 하는 회로의 구조만이 나타나도록 하였다.

가상실험은 (1) 회로결선 단계 (2) 입력인가 단계 (3) 출력측정 단계 (4) 결과 데이터 기록 및 전송단계 (5) 예비보고서 출력단계로 진행된다. 먼저 회로결선 단계에서는 그림 9(a)에 도시된 바와 같이 상단부에 마련된 "Element Choice" 메뉴를 선택한 후 필요한 소자의 타임과 소자각도를 선택한 후 마우스로 드래그하여 회로의 적당한 상자부분에 위치시키도록 하여 회로를 결선하도록 한다. 이때 선택한 회로소자가 적절한 위치에 놓

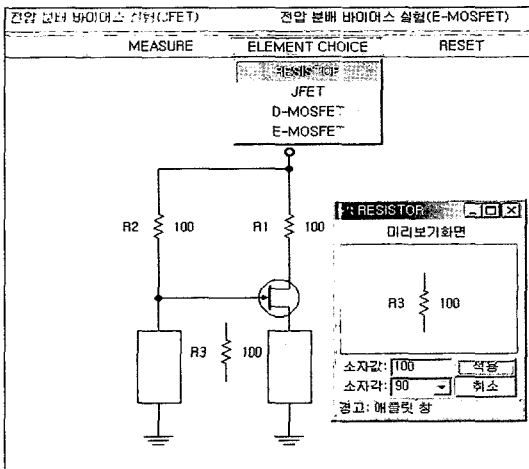


그림 9(a). 회로결선 단계

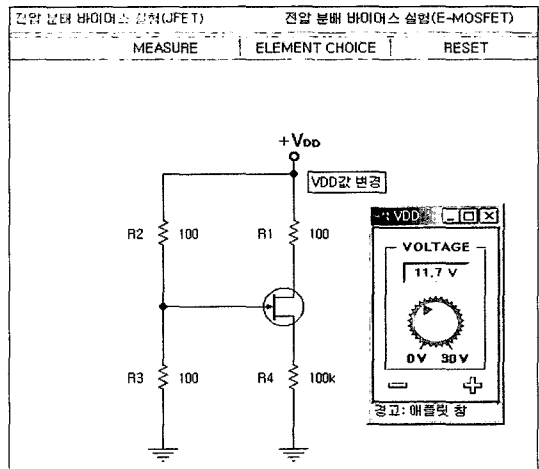


그림 9(b). 입력인가 단계

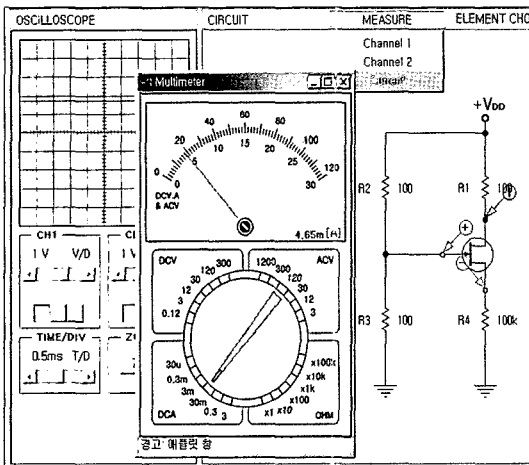


그림 9(c). 출력측정 단계

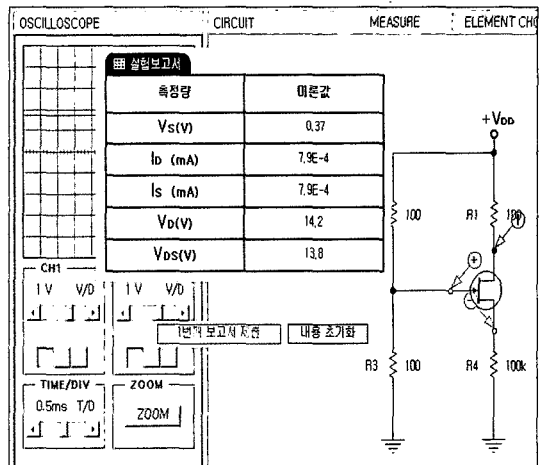


그림 9(d). 결과데이터 기록 및 전송단계

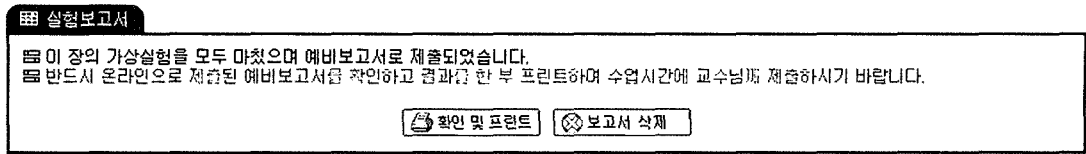


그림 9(e). 예비보고서 출력단계

이지 못하면 회로의 결선이 이루어지지 않도록 하여 회로구성에 대한 이해도를 높이고자 하였다.

입력인가 단계에서는 그림 9(b)에 도시된 바와 같이 직류전원부에 마우스를 가져가면 “VDD 값 변경”이라는 팝업창이 나타나며 전원부를 마우스로 더블클릭하면 전원공급기가 프레임 창에 나타나게 된다. 전원공급기의 원부분을 마우스로 클릭한 후 드래그하여 원하는 값만큼 돌리면 직류전압 값을 입력할 수 있도록 하였다. 또한 미세한 조정을 위하여 프레임 하단부에 있는 + 및 - 기호를 클릭하면 일정간격씩 전압값을 변경할 수 있도록 하였다.

출력측정 단계에서는 그림 9(c)에 도시된 바와 같이 상단부에 있는 메뉴중 “Measure”를 클릭하여 “채널”이라는 소메뉴를 선택하면 마커(Marker)가 나타나 오실로스코프로 회로전압을 측정할 수 있도록 하였다. 한편 “Measure” 메뉴중 “전류”라는 소메뉴를 선택하면 마찬가지로 마커가 나타나며 원하는 부분에 마커를 위치시키면 멀티미터가 프레임에 나타나 전류를 측정할 수 있도록 하였다. 멀티미터의 작동은 마우스로 아암(Arm) 부분을 드래그하여 원하는 측정범위를 선택하면 멀티미터의 바늘이 움직이도록 되어 있으며 계기판 하단부에는 디지털 값이 나타나도록 하였다.

결과데이터 기록 및 전송단계에서는 그림 9(d)에 도시된 바와 같이 가상실험시 발생한 결과데이터를 실험결과표에 기록한 다음 “보고서 제출” 버튼을 클릭하면 서버로 실험결과가 전송되도록 되어 데이터베이스에 저장되도록 하였으며, 또한 가상실험실에 로그인할 때 학습자의 정보도 함께 데이터베이스에 저장되도록 하였다.

마지막 단계로서 가상실험을 모두 마친 후에 그

때까지 실험한 모든 실험 결과데이터를 출력하기 위해서는 그림 9(e)에 도시된 바와 같이 확인 및 프린트 버튼을 누르면 그림 8과 같은 예비보고서를 프린터로 출력하여 실제 실험시 예비보고서로 대체할 수 있도록 하였다.

4.2 소신호 공통소스 FET 증폭기 가상실험

소신호 공통소스 FET 증폭기에 대한 가상실험도 4.1절에서의 가상실험방법과 동일한 과정을 통해 진행되므로 구체적인 설명은 생략하기로 하며 그림 10에 전체적인 가상실험 진행화면을 도시하

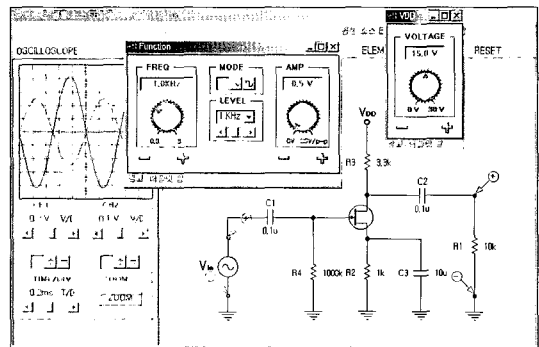


그림 10. 소신호 공통소스 FET 증폭기에 대한 가상실험

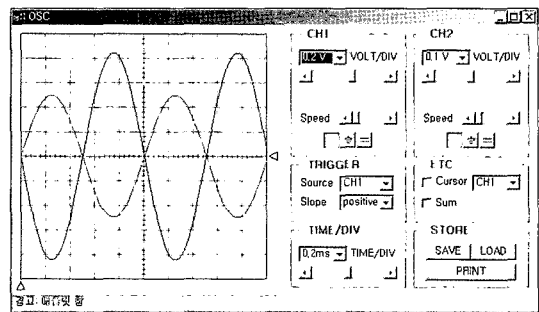


그림 11. 오실로스코프의 확대화면

었다. 그림 11은 그림 10에 좌측단의 오실로스코프 “Zoom” 버튼을 클릭하였을 때 나타나는 오실로스코프 확대화면이다. 여기에서 “ETC” 메뉴에 있는 “Cursor” 메뉴를 클릭하면 두 파형간의 위상차를 측정할 수 있으며 “Sum” 메뉴를 클릭하면 두 파형을 합한 파형을 얻을 수 있다. “STORE” 메뉴에 있는 “Save” 와 “Load” 메뉴는 오실로스코프 화면상에 있는 파형을 저장하거나 이전에 저장하였던 파형을 다시 오실로스코프로 불러올 때 사용한다.

5. 결론

본 논문에서 전통적인 실험교육시스템의 문제점을 극복할 수 있는 방안으로 가상공간에서 양질의 전자회로 실험을 수행할 수 있는 웹 기반 전자회로 가상실험실을 제안하였다. 창의적인 시나리오를 바탕으로 상호 작용이 가능한 본 가상실험 시스템은 학습자들이 실제 실험에 준하는 실험 환경을 경험함으로써 그 자체로 실제 실험을 대체하거나 실제 실험의 완성도를 높이는 사전 준비과정으로 활용될 수 있다. 본 논문에서 제안된 가상실험실은 순천향대학교 정보기술공학부의 정규 실험과정에 삽입되어, 기존에 형식적으로 제출되던 기존의 실험준비 예비 리포트의 문제점을 상당히 개선할 수 있었으며 실제 실험의 완성도도 높일 수 있음을 확인하였다.

본 논문의 전자회로 가상실험실은 효율적인 교육을 위해 제시된 많은 방법 중의 하나이나, 실제 정규교육과정에 적용하여 운영한 경험을 바탕으로 공학 분야뿐만 아니라 다른 과학 분야에 까지 확대적용이 가능할 것이며 기존의 실험교육 시스템에서 발생하는 문제의 많은 부분을 보완할 수 있을 것으로 생각된다.

제안한 웹 기반 전자회로 가상실험실은 <http://bk21.sch.ac.kr> 에 구축되어 있으

며, 현재는 전자회로 실험 수강학생들만이 가상실험실에 로그인하여 이용할 수 있도록 하였다. 가상실험실 방문자를 위해 공개된 ID와 비밀번호를 이용하여 로그인하여 가상실험실에 접근하여 제한된 내용만을 둘러볼 수 있도록 하였다.

[참고 문헌]

- [1] 김 동식, "효율적인 공학교육을 위한 웹 기반 가상교육 강좌 개발방안," 대한전기학회 논문지, 49권 6호, 2000.
- [2] 김 동식, 서 삼준, "웹 기반 전기전자 가상실험실 구현방안," 공학교육연구, 4권 1호, 2001
- [3] 권순창, "하이퍼텍스트를 이용한 데이터베이스 프로젝트 교육을 위한 전자교재의 설계방법," 한국컴퓨터교육학회, 제2권 제1호, 1999.
- [4] 김 동식, "인터넷을 이용한 효율적인 공학실험실습 교육을 이용한 가상실험실의 개발," 공학교육연구, 3권 2호, 2000.
- [5] Dongsik Kim et al, " Practical Implementation of A Web-based Virtual Laboratory in the Area of Electrical Engineering," IASTED International Conference on Computers and Advanced Technology in Education, Banff, Canada, 2001.
- [6] 김 동식, 최 관순, 이 순흠, "멀티미디어를 이용한 웹 기반 디지털 논리회로 가상실험실의 구현," 공학교육연구, 5권 1호, 2002
- [7] 김 동식, 최 관순, 이 순흠, "웹 기반 기초전기회로 가상실험실," 공학교육연구, 5권 1호, 2002