

인터넷기반의 원격 계측 실험실 구축에 관한 연구

곽문규*, 정경권**, 신재호**

*동국대학교 기계공학과, **동국대학교 전자공학과
(2000. 8. 30. 접수)

Development of Remote Experimental Laboratory Based on Internet

Moon K. Kwak*, Kyung-Kwon Chung**, Jae-Ho Shin**

**Department of Mechanical Engineering, Dongguk University*

***Department of Electrical Engineering, Dongguk University
(received August. 30. 2000)*

국문요약

본 논문은 인터넷을 이용한 공학 교육의 효과를 높이기 위한 수단으로서 원격 계측 실험실의 구축에 대하여 연구한 결과를 포함하고 있다. 최근에 멀티미디어를 이용한 가상 실험 실습실의 구축이 가시화되고 있으나 실제 시스템을 대상으로 한 인터넷 실험 실습실은 널리 보급되고 있지 않다. 본 논문에서는 실험실 자동화를 위하여 사용된 GPIB 제어 기술과 인터넷 연결 기술을 결합하여 원격으로 실험 실습이 가능한 시스템을 구축하였다. 함수발생기, LCR 미터, 오실로스코우프에 대한 제어 프로그램을 구축하고 몇 가지 전자 회로를 대상으로 실험을 수행해 본 결과 다양한 종류의 실험을 원격으로 수행할 수 있으며 교육 효과 또한 매우 높음을 발견할 수 있었다. 본 연구에서는 원격 계측 실험실 구축과 관련된 기술을 소개하고 문제점을 토의하고자 한다.

Abstract

This paper is concerned with the development of remote engineering laboratory using the internet. Recently, various virtual laboratories are introduced using the multimedia technologies but the internet laboratory using the real hardware system is not present. In this study, we developed the remote engineering laboratory by combining the GPIB program which controls the hardwares with the web programming which controls the internet. The function generator, LCR meter, and oscilloscope were considered as the measurement devices. The client program includes the user-interface which carry out experiment remotely. Several electrical experiments were set up to verify the experimental process. It has been found that the remote engineering experiments are

feasible and valid. The methodologies will be discussed in detail.

I. 서론

공과대학의 기반 학과인 전기, 전자, 기계공학과 등의 실험 실습 기기는 대부분이 전자 장비이며 이를 이용한 실험 실습은 이들 기기에 대한 사용방법을 익히는 것으로 출발한다. 계측 및 실험 실습의 궁극적인 교육 목적은 학생들이 이론적인 내용을 계측 및 실험을 통하여 그 개념을 이해하고 실습을 통해서 현장 적응력을 높여 창의적인 설계능력을 배양하는데 있다. 그러나 본 실험에 앞선 기본 기기의 사용방법 숙지에 많은 시간이 소요되고 있으며 실험 실습 기기가 충분히 제공되지 못함으로 인하여 실질적인 실험 실습 교육이 어려운 상황이다. 예를 들어 기계공학의 제어공학 실험에 있어 간단한 멀티미터와 같은 계측장비는 기본장비라고 말할 수 있는데 기계공학과에 입학한 학생들의 대부분이 가장 간단한 멀티미터조차 만져보지 못한 것이 현실이다. 더 나아가서 산업 현장에서 요구하고 있는 현장 적응력을 배양하기 위해서는 실습 기기를 이용한 공학교육이 필수적이라고 말할 수 있는데 실습 기자재가 고가여서 많은 양을 보유하고 있지 못하며 안전 및 시간상의 문제로 사용이 제한되고 있다. 또한 첨단 장비의 출현은 기존의 실험 실습 기자재를 쓸모 없게 만들어 실습 교육에 필요한 기자재의 구입을 주저하게 만드는 한 원인이 되고있다.

계측 및 실험 실습 장비의 사용법 및 그 기능에 대하여는 교과서에 의존하여 교육이 이루어지고 있는데 이와 같은 교육에서 탈피하기 위해서는 사용자가 마음대로 그 특성을 조사하도록 계측 및 실험 실습 장비를 제공하여야 한다. 그러나 이러한 조건은 위에서 언급한 것처럼 비현실적이다. 최근에는 컴퓨터의 발달과 인터넷의 발달로 원격 실험 실습 교육의 가능성[1,2]이 예고되고 있다. 그러나 전자, 전기 및 기계공학 교육은 하드웨어에 기반을 두고 있어 미래사회의 정보 통신을 이용한 열린 교육을 위해서는 이러한 계측 및 실험 실습 장비를

가상으로 구현 또는 실제의 계측 및 실험 실습 장비를 원격으로 제어할 수 있는 방법을 강구해야 한다. 그렇지 못할 경우 인터넷을 통한 원격강의는 오직 이론 교육에 치우칠 수밖에 없으며 따라서 효과적인 공학 교육은 불가능하다는 결론이 나온다.

가상 실험실의 경우 JAVA applet을 이용하여 인터넷 상에서 실험이 가능하도록 만들고 있으나 이는 실제 값이 아닌 이론적인 내용을 인터넷 상에서 확인하는 것에 치우쳐 있다. 따라서 본 연구에서는 실험 실습 기자재가 실제로 컴퓨터에 연결되어 인터넷을 통한 원격 실험 실습이 가능하도록 인터넷 기반 실험 실습 환경(그림 1. 참조)의 구축[3]을 도모하였다. 이를 위하여 Data Acquisition Board를 통한 기기의 제어 문제 연구와 인터넷을 이용한 원격 제어 기법의 개발에 관한 연구를 수행하였다.

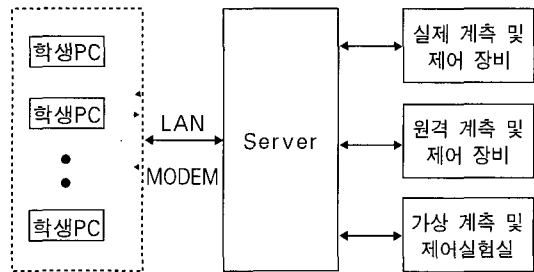


그림 1. 원격 계측 및 실험 실습실

원격 계측 및 실험 실습 장비가 개발될 경우 현재 전자, 전기 및 기계 공학교육의 걸림돌이 되고 있는 실험 실습 교육이 획기적으로 발전될 것으로 예상된다. 특히 방송 통신을 이용한 원격 공학교육이 실험 실습을 수행할 수 없다는 이유로 불가능한 점을 감안할 때 이와 같은 원격 계측 및 실험 실습 장비의 개발은 효과적인 교육 매체로서 사용될 수 있을 것으로 예상된다. 또한 원격 계측 장비의 구현은 실험 실습비용의 절감, 계측장비의 수명 연장, 다양한 실험 실습 교육의 확대, 안전

사고 예방 및 신속 설계 및 가공 생산의 관점에서 교육 및 경제적인 효과를 거둘 것으로 기대된다. 이와 같은 원격 계측 장비의 개발은 실험 실습을 통한 공학 교육의 활성화로 이어질 것이며 공학 교육의 활성화는 국가적으로 산업체 사원 재교육비의 절감 및 연구 기술 인력의 질적 향상을 도모하게 될 것으로 예상된다.

본 연구에서 개발된 인터넷 기반의 원격 계측 및 실험 장비 기술은 열악한 실험 실습 환경을 가지고 있는 공과대학에 대안을 제시할 수 있을 것으로 기대되며 산업체 기술 인력의 재교육에 활용되어 산업체 투입 대기 시간을 절감할 수 있을 것으로 예상된다. 또한 계측 장비의 개발시 사용자가 미리 사용해 봄으로써 대외 의존도가 매우 높은 계측 장비 및 실험 장비의 국내 개발을 촉진할 것으로 예상된다.

II. 원격 계측 및 제어 실험실습실 구축을 위한 계측장비의 선택

본 연구에서는 고가의 계측 장비에 기본으로 장착되는 GPIB(General Purpose Interface Bus : 범용 인터페이스 버스)를 이용하여 컴퓨터와 연결하고 각각의 컴퓨터는 다시 서버와 연결되는 구성을 고려하였다.

GPIB는 계측의 자동화를 위해 컴퓨터와 측정기를 포함하는 기계와 기계 사이의 데이터 전송을 규정하는 버스, 8개의 신호선으로 된 데이터 버스, 3개의 신호선으로 된 제어 버스, 5개의 신호선으로 된 관리 버스로 이루어지며, 제어 버스에 의한 핸드셰이크(handshake)에 의해 데이터를 주고받는다. 버스에 접속되는 기기는 Controller, Listener, Talker 중 하나 이상의 기능을 가지고 있으며 IEEE 488 버스와 동등하다. GPIB의 초기 형태는 1965년에 Hewlett-Packard사에서 자사의 컴퓨터와 계측장비간의 연결을 위해서 Hewlett-Packard 인터페이스 버스(HP-IB)를 설계하였는데 1Mbytes/s의 전송 속도로 널리 사용하게 되었다. 1975년에 IEEE에서 IEEE 488로 표준안을 받아들였고, 1987년에 IEEE 488.1로

확장하였고, 1987년에 IEEE 488.2로 확장하였다. 이를 GPIB라 하여 널리 사용되고 있다.

GPIB 장비는 인터페이스 시스템을 통해서 장비와 무관한 메시지와 인터페이스 메시지를 보내면서 통신을 한다. 통신과 무관한 메시지는 데이터 또는 데이터 메시지라고 하며, 프로그램 명령이나 측정 결과, 장비의 상태 등의 정보로 구성되어 있다. 또한 인터페이스 메시지는 명령 또는 명령메시지라고 하며, 버스를 관리한다. 즉, 버스를 초기화하거나 어스레싱을 한다. 일반적으로 GPIB 장비는 Talkers, Listeners, Controllers로 구성되어 있다. Talkers는 데이터 메시지를 보내고, Listeners는 데이터 메시지를 받는다. Controllers는 대부분 컴퓨터로써 정보 흐름을 관리한다.

이와 같은 시스템을 구축하는데 있어 제한 조건은 다음과 같다. 두개의 장비는 최대 4m이내로 있어야 하고, 보통 2m이내로 버스를 구성한다. 전체 케이블의 길이는 20m이내로 한다. 최대 15개의 장비를 연결하여서 사용할 수 있다. (2/3이상 전원이 켜있어야 한다.) 고속으로 시스템을 사용할 때(3 wire IEEE 488.1 handshake : T1 delay=350ns) 장비를 1m에 한대씩 연결할 때 케이블 길이는 최대 15m이내로 한다. 모든 장비는 전원이 켜있어야 한다. 이렇게 시스템을 구축할 경우의 장점은 기기의 증설이 쉬우며 커넥터 규격이 통일되어 있고 접속할 기기의 전송속도를 가리지 않는다. (빠른 기기나 느린 기기나 접속할 수 있다.) 또한 프로그램 작성에 필요한 커맨드 체계가 통일되어 있고 전송 속도가 빠르다(1Mbytes/s). 그러나 단점으로는 전체적인 기능이 복잡하기 때문에 이해하기까지가 힘들며 총 케이블 길이가 20m이내 이여야 하고 기기의 증설 대수는 15대까지로 제한되어 있다는 점과 전송 속도가 늦다는 것이다. 또한 기기를 쉽게 증설할 수 있기 때문에 통신이 정상적으로 이루어지지 않을 때 원인규명이 곤란하다.

본 연구에서는 계측 장비의 제어를 위하여 기본적으로 IEEE 488이 지원되고 IEEE 488.1 및 IEEE 488.2와 호환되며 DOS 및 Windows 프로그램이 가능한 GPIB(HP-IB) 카드를 구입하여

사용하였다. 또한 함수발생기는 HP사의 33120A를 사용하였으며 오실로스코프는 VC-6165를 사용하였다.

III. 계측 및 실험장비의 인터넷 구현

앞에서 소개한 GPIB 보드와 GPIB를 장착한 계측장비들을 이용하여 인터넷 상에서 계측 및 제어가 가능하도록 하기 위해서는 먼저 개개의 계측 및 실험 장비를 가상 공간상에서 구현하여야 한다. 본 연구에서는 먼저 학생들로 하여금 인터넷 상에서 계측 장비의 기능을 숙지하고 조작 방법을 익힐 수 있는 가상 실험실을 구축하였다. 이를 위하여 인터넷 프로그램에서 입력된 값이 서버 프로그램을 통해 GPIB와 연결된 계측 및 실험 장비에 전달되도록 하였다.

원격 계측 및 실험 장비의 전체적인 구성도는 그림 2와 같다. 원격 계측 및 제어실험을 위한 실험실에서는 실험 실습에 필요한 계측 장비를 연결하고, 실험 실습 모습을 볼 수 있는 CCD 카메라가 연결된다.

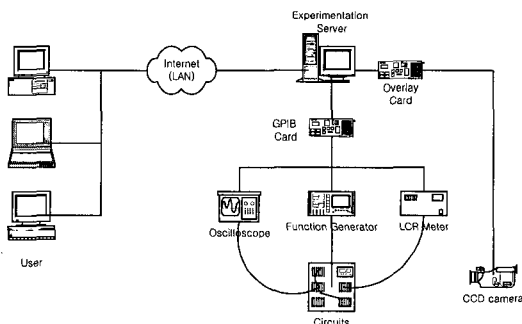


그림 2. 원격 계측 및 실험 실습실 구성도

앞에서 언급한 GPIB 프로그래밍을 사용하면 로컬 상태로 오실로스코프, 함수발생기, LCR 미터를 GPIB로 PC와 연결하여 프로그램으로 각각의 계측기를 제어할 수 있다. 또한 오버레이 카드를 통해 CCD 카메라의 영상을 화면에 나타낼 수도 있다. 제어 프로그램은 MS Visual C++를 사

용하였으며 윈도우즈 프로그램으로 작성하였다.

로컬 상에서의 메인 프로그램은 그림 3과 같다. CCD 카메라에서 입력되는 영상이 화면에 나타나고, 각각의 장비를 제어하는 프로그램을 실행시킬 수 있다.

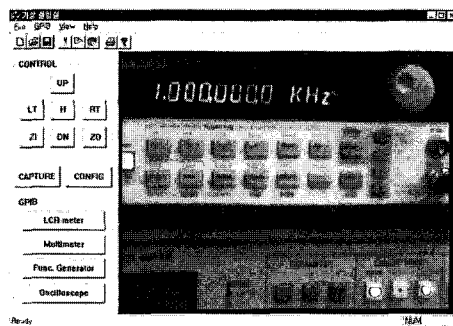


그림 3. 원격 실험실의 메인 화면

각각의 Control 메뉴는 카메라를 제어하는 메뉴판으로 다음과 같은 기능을 한다. H 명령어는 카메라를 초기 상태 즉 기준 위치로 이동시키며, LT, RT, UP, DN은 각각 카메라를 좌우상하로 움직이는 명령어이다. 또한 ZI와 ZO는 Zoom IN과 Out을 나타낸다.

Capture 메뉴는 실험 장면을 이미지로 저장하는 버튼이며 Config 메뉴는 카메라 각도 스텝이나 오버레이 화면 설정을 위한 메뉴 버튼이다. 장비 메뉴는 계측 장비들의 제어를 위한 메뉴인데 현재 LCR meter, Multimeter, Function

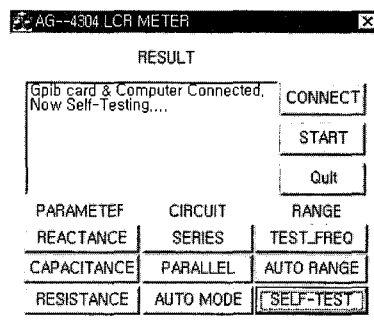


그림 4. LCR 미터

Generator, Oscilloscope 등을 선택할 수 있도록 되어 있다. 장비가 선택되면 각각의 장비를 제어할 수 있는 프로그램이 실행된다. 이를 이용하여 구성된 테스트 회로에 대해서 실험을 컴퓨터로 수행할 수 있다.

그림 4는 LCR 미터 제어 프로그램으로 기본적으로 L, C, R 값을 측정하는 장비로 회로 전체의 L, R, C를 측정할 수 있다.

LCR 미터 프로그램을 살펴보면 다음과 같다. CONNECT는 장비와 연결을 수행하는 명령어이며, START는 측정 시작, QUIT는 프로그램 종료를 나타낸다. REACTANCE는 L 측정, CAPACITANCE는 C 측정, RESISTANCE는 R 측정을 나타낸다. SERIES, PARALLEL은 각각 직렬 모드와 병렬 모드를 나타낸다. AUTO MODE는 모드를 자동으로 설정하는 명령어이며 TEST FREQ는 테스트 주파수를 설정한다. AUTO RANGE는 측정 범위를 자동으로 설정하고 SELF-TEST는 장비를 자체검사하는 명령어이다.

프로그램의 조작 방법은 우선 CONNECT로 장비와 연결을 한다. 그리고 측정하고자 하는 파라미터(L, C, R)를 선택한다. 연결 모드를 선택할 수 있으며 기본값으로는 AUTO MODE로 되어있다. 테스트 주파수 역시 설정가능하다. 측정값의 범위는 AUTO RANGE로 되어있어서 자동으로 조정된다. START를 누르면 측정하고자 하는 소자나 회로의 파라미터(L, C, R) 값을 측정한다.

그림 5는 함수발생기 제어 프로그램으로 정현파, 삼각파, 사각파, Ramp 파형을 발생시키는 역할을 하며, 파형 함수와 주파수, 입력, 전압 크기 입력이 가능하다.

함수 발생기 프로그램을 살펴보면 다음과 같다. SINUSOID, SQUARE, RAMP, TRIANGLE

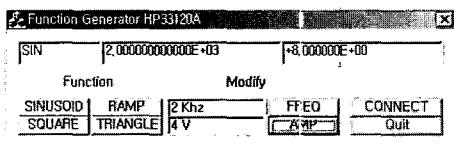


그림 5. 함수 발생기

는 각각 정현파, 사각파, RAMP파, 삼각파를 발생하는 명령어이며, 주파수 입력창은 Hz와 kHz 단위로 주파수 값을 입력하면 된다. FREQ는 입력한 주파수로 장비를 설정하게 되며, 전압 입력창은 mV와 V 단위로 전압 값을 입력하게 된다. AMP는 입력한 전압으로 장비를 설정한다.

프로그램의 조작 방법은 CONNECT로 장비와 연결한다. 원하는 파형(SINUSOID, SQUARE, RAMP, TRIANGLE)을 선택하고 주파수를 입력창에 쓰고 FREQ를 누른다. 전압의 진폭 입력은 전압 입력창에 값을 쓰고, AMP를 누른다. 프로그램 종료 시에는 QUIT를 누른다.

그림 6는 오실로스코프 제어 프로그램으로 전압의 파형을 관찰한다. 2 채널이 표시 가능하고, TIME/DIV와 VOLT/DIV가 표시된다.

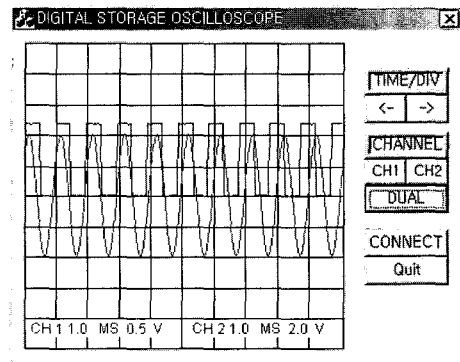


그림 6. 오실로스코프

오실로스코프 프로그램을 살펴보면 다음과 같다. CH1과 CH2는 각각 입력 채널 1과 2를 선택하여 화면에 표시하는 버튼이며 DUAL은 모든 입력 채널을 선택하여 화면에 표시하는 버튼이다. (- 와 -)는 TIME/DIV를 작게하거나 크게하는데 사용한다.

프로그램의 조작 방법은 CONNECT로 장비와 연결하고 CH1, CH2, DUAL로 화면에 보고 싶은 파형을 선택한다. TIME/DIV로 눈금의 시간을 조정하고, CH1, CH2, DUAL로 화면 다시 그린다. 프로그램 종료 시에는 QUIT를 누른다.

IV. 원격 계측 실험 실습실 환경

앞에서 소개한 전자·전기 및 기계 공학과의 계측실험에 사용되고 있는 전자 계측 기기들을 원격 서버에 설치한 후 원격지에서 인터넷 또는 LAN을 통해 사용자가 조작할 수 있는 원격 계측 실험 실습실의 모형은 그림 7과 같다. 또한 원격 실험의 원활한 관리를 위해서 관리프로그램에서 허락이 있을 때만 클라이언트가 실험 실습 서버에 접속할 수 있다. 실험 수행 과정은 그림 7에서와 같이 우선 클라이언트가 웹상에서 실험 수행을 선택하면 ① 관리서버에서 실험서버의 IP 주소를 넘겨준다 ②. 클라이언트는 IP 주소를 가지고 클라이언트 프로그램을 실행하여 서버에 접속한다 ③. ④. 실험 서버에 접속이 되었으면 스트림 방식으로 데이터를 교환하면서 원격지에서 계측 장비를 제어할 수 있고, 결과를 볼 수 있다 ⑤. 이와 같은 기술은 [4]에서 상당히 많은 부분을 설명하고 있다.

그림 8은 서버에서 실행되는 서버 프로그램을 보여주고 있다. 서버 프로그램은 클라이언트의 접속 상태나 명령 상태를 나타낸다. 실험 서버에 연결되어 있는 장비마다 헤더를 부여하여 클라이언트 프로그램에서 보내온 명령에서 계측 장비의 헤더를 분리하여 장비를 선택하고, 장비를 조작한다. 헤더와 명령어에 대하여 조작 상태를 서버 프로그램에 표시를 한다. 이를 바탕으로 서버 측에서는 클라이언트의 실험과정을 확인할 수 있으며,

조작상의 에러를 감지할 수 있다. 서버 프로그램에서 클라이언트 프로그램으로의 측정 데이터 전송에는 장비의 헤더 없이 측정 데이터만을 전송한다. 이것은 클라이언트 프로그램으로 실험 서버에 연결된 장비를 선택하면 서버 프로그램과 선택된 장비가 1:1로 연결되기 때문에 측정 데이터를 헤더 없이 보낼 수 있다.

원격지에 있는 사용자는 그림 9과 같은 클라이언트 프로그램을 이용하여 실험을 수행한다. 실험에 필요한 장비인 오실로스코프와 LCR 미터, 함수 발생기를 제어할 수 있다. 이 프로그램은 앞에서 소개한 계측기기를 통합한 프로그램이다.

실제로 실험 실습실에는 그림 10과 같이 실험에 필요한 장비를 설치해 놓고 사용자는 실험 실습실이 아닌 집이나 전산실습실 등 인터넷과 연결이 가

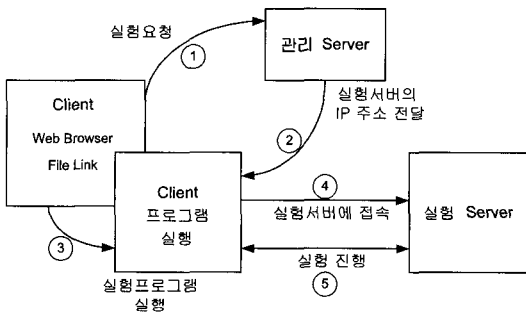


그림 7. 실험 수행 과정

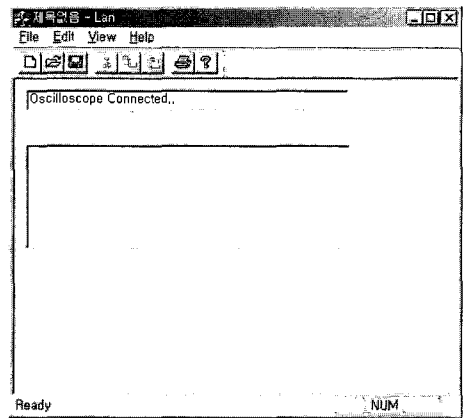


그림 8. 서버 프로그램

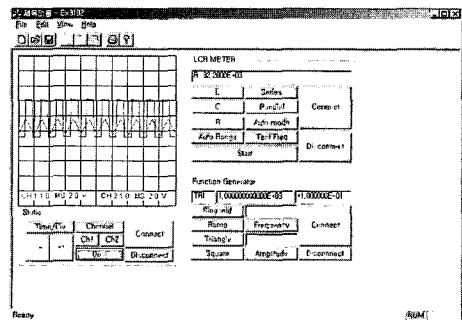


그림 9. 클라이언트 프로그램

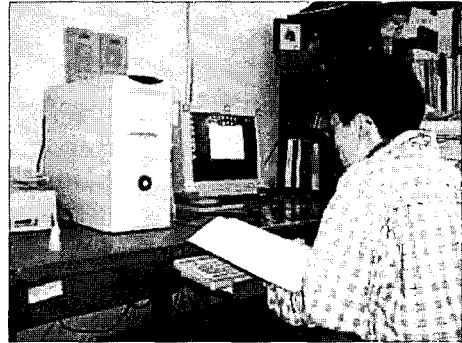
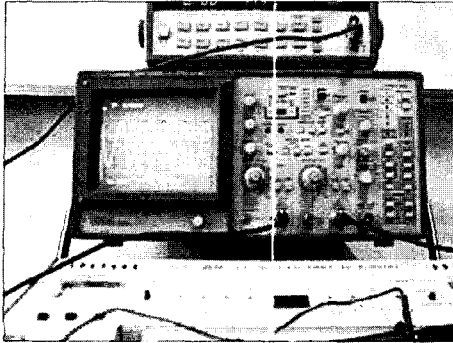


그림 10. 원격계측 실험 장치 구성 및 원격지 사용자

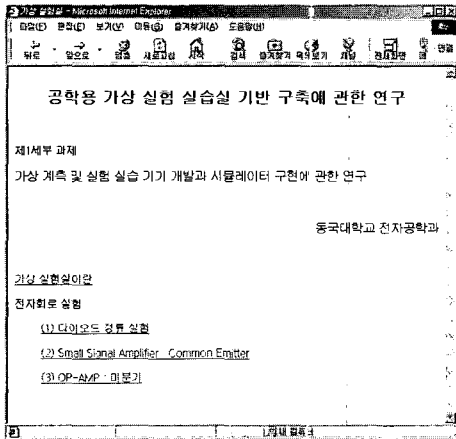


그림 11. 원격 실험 실습실 홈페이지

능한 원격지에서 실험 실습을 수행 할 수 있다.

사용자는 먼저 그림 11과 같은 원격 실험 실습 홈페이지에 접속을 하여 원하는 과정을 선택한 후 실험을 수행하게 된다.

V. 전자 회로 실험 실습실 환경 구축

본 연구에서 구축한 실험 실습실 환경의 타당성 조사를 위하여 3가지 실험을 원격으로 실험할 수 있는 환경을 구축하였다. 다음에서 각각의 실험에 대하여 간략하게 소개한다.

5.1 다이오드 정류 실험

반파 정류 실험을 위해 그림 12과 같이 실험 회

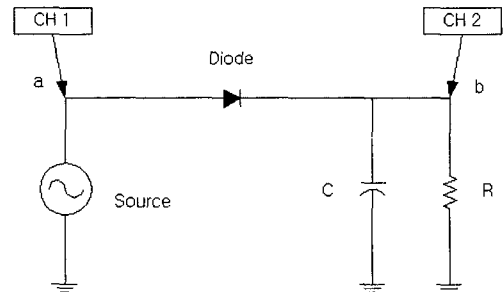


그림 12. 반파 정류 회로

로가 구성되어 있다. 함수 발생기를 이용해서 교류 입력 신호를 발생시키고 a점과 b점의 파형을 오실로스코프로 관찰한다.

실험순서는 함수발생기를 연결하여 [SIN]파를 선택하고 전압과 주파수를 입력한다. 그 다음 오실로스코프를 연결고 채널을 선택하여 파형을 관찰한다. 함수발생기의 입력 파형이나 전압, 주파수를 재조정하려면 연결[Connect]을 누르고 값을 변경하고, 다시 오실로스코프의 연결[Connect]을 누르고 파형을 관찰한다. 출력 결과를 확인하여 회로의 이상 유무를 판단한다. 그림 13과 같은 입력 파형을 넣으면 그림 14와 같은 출력 파형이 나온다.

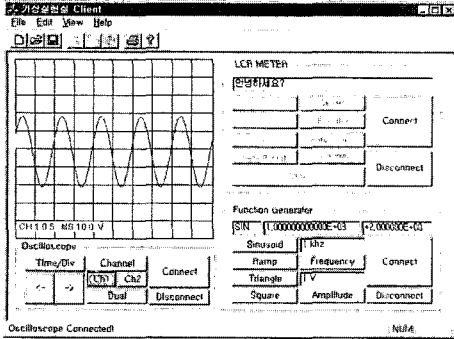


그림 13. 입력 파형 - CH 1

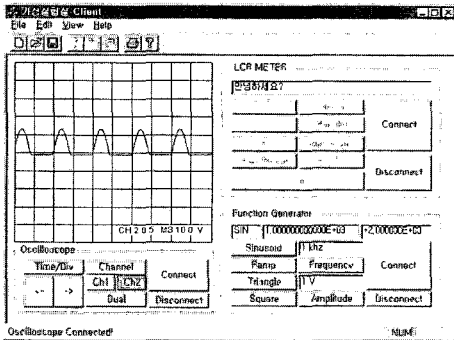
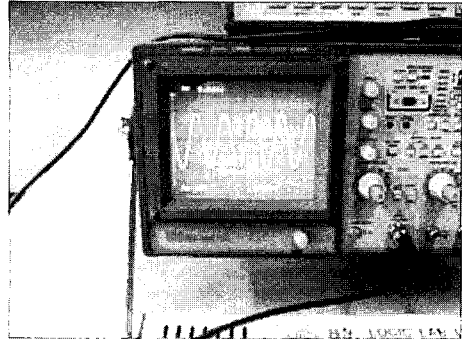
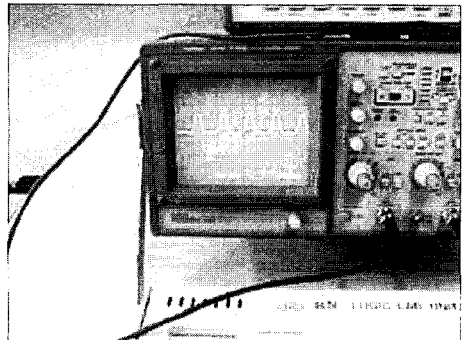


그림 14. 출력 파형 - CH 2



5.2 트랜지스터 증폭 회로 실험

Common Emitter 증폭기의 ac동작을 조사하기 위하여 다음 그림과 같은 회로를 구성하고 실험을 수행하였다.

신호발생기와 전원을 연결하지않고 회로를 결선하고 연결상태를 확인한 후, 브레드 보드에 15V의 전원을 공급하고 VOM 또는 DMM으로 각각 접지에 대한 트랜지스터의 직류 베이스전압, 이미터전압, 콜렉터전압을 측정하였다. 또한 입력과 출력 파형의 위상 변화를 살펴볼 수 있다. 그림 16은 Dual 채널을 사용한 경우의 파형이다.

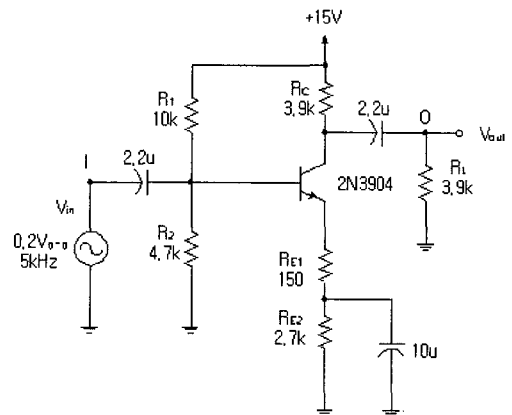


그림 15. Common Emitter 증폭 회로

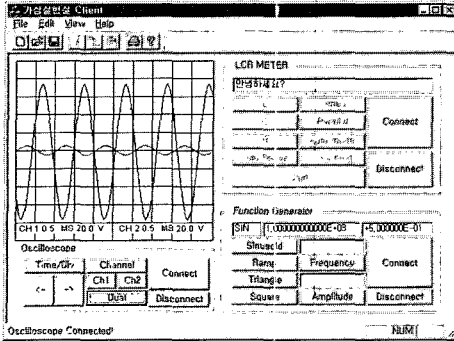
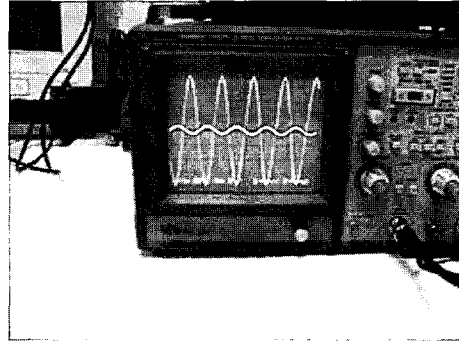


그림 16. Dual 채널 파형



5.3 OP-AMP를 이용한 미분기 회로 실험

미분기의 동작을 조사하는 회로를 구성하고 실험을 수행하였다. 그림 17에서 먼저 미분기 회로를 결선하고 오실로스코프를 채널 1은 0.5V/DIV, 직류결합, 채널 2 : 0.05V/DIV, 직류결합, 시간축은 0.5ms/DIV로 조정하였다. 출

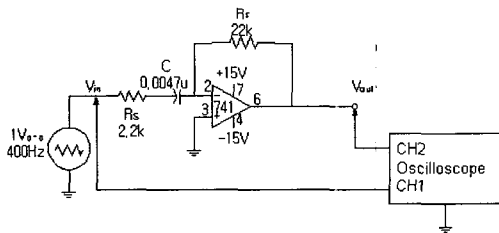


그림 17. 미분기 회로

력 신호의 파형을 관찰하면 그림 18과 같이 미분된 출력파형이 나오음을 알 수 있다.

VI. 토의 및 결론

본 연구의 목적은 하드웨어 기반의 공학 실험 실습 교육이 인터넷 상에서 가능한 시스템의 개발이다. 이를 위하여 실제의 기기들을 컴퓨터에 연결하고 각종 기기들을 GPIB 프로그램과 인터넷 프로그램을 통하여 제어할 수 있는 환경을 구축하였다. 먼저 함수발생기, LCR 미터, 오실로스코프를 컴퓨터에 연결하고 이를 제어하는 클라이언트 프로그램을 개발하였다. 그 다음 이들 프로그램들을 원격으로 구현하는 서버 프로그램을 작성하였다. 구축된 환경의 타당성 및 교육의 효과를 조사하기 위하여 다이오드 정류 실험, 트랜지스터

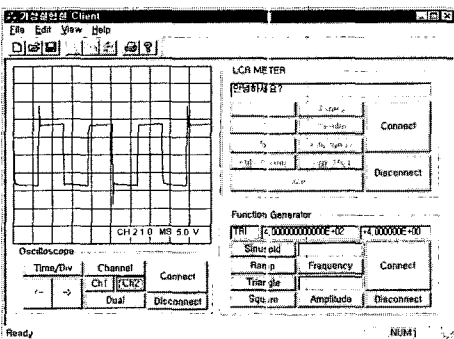
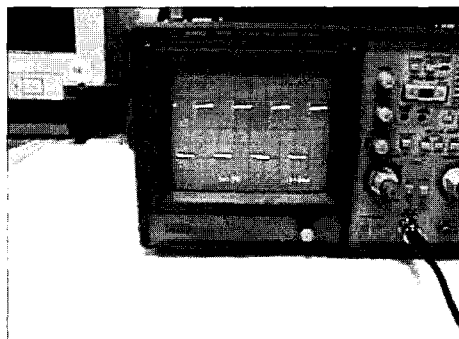


그림 18. 출력 파형 - CH 2



증폭 회로 실험, OP-AMP를 이용한 미분기 회로 실험을 수행하였다. 원격 실험 결과 계측 장비를 이용하는 공학 실험 실습 교육이 인터넷 상에서 충분히 구현 가능함을 알 수 있었으며 앞으로 좀 더 다양한 실험이 개발될 경우 효과적인 교육 매체로서 사용될 수 있을 것으로 예상된다.

본 논문은 원격 계측 및 제어 실험에 관한 연구 결과를 포함하고 있으나 JAVA를 이용한 완벽한 가상 실험실의 구축도 동시에 진행되었다. 또한 PHP와 A/D, D/A 보드를 이용한 Data Acquisition 가상 실험실[5]의 구현도 가능함이 입증되었다. 이 둘을 통합하여 학부 교육에 사용할 예정이며 이를 통해 그 효과가 검증될 수 있을 것으로 예상하고 있다.

본 연구에서는 GPIB를 이용하여 계측 장비를 제어하였으나 이외에도 A/D, D/A 보드와의 결합된 원격 계측 실험실의 구현도 가능할 것으로 예상되며, 초기 연구 단계에서 확인된 원격 CCD Camera 기술이 포함된다면 좀더 재미있고 흥미로운 원격 계측 실험실을 구축할 수 있을 것으로 기대된다. 본 연구에서 개발된 프로그램은 C++ 프로그램을 기반으로 하고 있으나 앞으로 JAVA 나 ASP 기반의 웹 프로그램이 활성화 될 경우 좀더 사용자에게 편리한 환경을 구축할 수 있을 것으로 예상된다.

후기

본 연구는 1997년도 한국학술진흥재단의 중점 연구소 과제 지원에 의해 수행되었다. 담당자께 감사사를 드린다.

[참고문헌]

- [1] 인터넷 가상 실험실 URL : (http://www.kangwon.ac.kr/~sericc/sci_lab/)
- [2] 호남대학교 사이버 과학 실험실 URL : (<http://www.honam.ac.kr/~ywlee>)
- [3] 광문규, 조형제, 박준영, 이의수, 이호용 (1998) "가상실험 실습실 구현에 관한 연구", 한국공학기술학회 공학교육학술대회, 1998년 11월, pp. 109-114.
- [4] 한상훈, 유성현, 조형제 (2000), "공학용 가상 실험실을 위한 Web용 기반 시스템의 구축", 공학교육 연구, 제 3권 1호, 2000년 6월, pp. 27-41.
- [5] 광문규, (2000), "인터넷을 이용한 원격 계측 시스템 개발", 한국소음진동공학회 추계학술대회, pp. 322-326.