

아날로그 전자회로와 마이크로프로세서를 함께한 프로젝트 기반학습에 관한 연구

이찬주¹

¹신한대학교 IT융합공학부 교수

A Study on the PBL (Project-Based Learning) with Microprocessors for Analog Electronics

Chan-Joo Lee¹

¹Professor, Department of IT Convergence, Shinhan University

¹Corresponding author: cjlee@shinhan.ac.kr

Received August 17, 2021; Accepted August 31, 2021

ABSTRACT

이 프로젝트는 전자공학과관련 학과의 필수 교과목인 ‘전자회로’에서 PBL을 수행한 결과이며, 제품을 설계하고 제작하는데 주안점을 두었다. 제품을 만들어 보는 경험은 많은 공학교육관련 프로그램에서는 중요한 주제이며, 실제로 경험이 있는 엔지니어를 요구하는 취업시장에서도 큰 경쟁력을 가지고 있다. 본 연구에서는 아날로그 전자회로는 물론 디지털이론, 마이크로프로세서와 C 언어 등 다양한 교과목의 내용을 통합하고, 공학적인 설계능력을 배양하도록 문제를 구성하였다. 팀활동을 강조하였으며 브레인스토밍을 통하여 다양한 아이디어를 제안하고, 개발하고자 하는 장치의 타당성을 검토하였다. 적외선 방출기 및 검출기, 그리고 마이크로프로세서를 이용하여 모터와 디스플레이를 제어하는 하드웨어를 최종적으로 구현하는 것을 목표로 하였다. 강의중심 수업과 비교하여 강의평가의 결과는 매우 우수한 편이었으며, 특히 PBL 만족도의 경우 학생들은 협업(Collaboration)의 항목에 가장 긍정적으로 답변하였다.

This project is the result of performing PBL in ‘Electronic Circuit’, a compulsory subject of the Department of Electronic Engineering, and focused on designing and manufacturing products. The experience of making a product is an important topic in many engineering education-related programs, and it has great competitiveness in the job market that requires engineers with practical experience. In this study, the contents of various subjects such as digital theory, microprocessor and C language as well as analog electronic circuits were integrated. The problem was structured to cultivate engineering design ability. Team activity was emphasized, various ideas were proposed through brainstorming, and the feasibility of the device to be developed was reviewed. The ultimate goal was to implement a hardware including an infrared emitter and detector, and a microprocessor to control the motor and LCD display. Compared to lecture-oriented classes, the results of class assessment were very good. In particular, in the case of PBL satisfaction survey, students answered the keyword of Collaboration most positively.

Keywords: Project-base learning (PBL), Analog electronics, Microprocessor, LED, Counter



1. 서론

1.1 연구 배경

프로젝트 기반 학습 PBL(project-based learning)은 공학분야에서 강력한 학습도구중 하나로 알려져 있다. 기존의 강의중심 학습은 이미 정해진 커리큘럼을 따라서 주차별로 정해진 분량은 수업을 듣고 시험의 결과를 중심으로 평가하고 성적을 부여하는 경직된 교육이었다면, 프로젝트 기반 학습은 학생이 중심이 되어서 특정한 주제에 대한 깊이 있는 학습과 참여로 이루어지는 수업이다. 이 과정을 통하여 학습자들은 문제해결(problem solving)능력, 비판적 사고(critical thinking), 창의력(creativity) 뿐만 아니라 실무에서 가장 요구되는 스킬 중 하나인 발표능력, 문서작성 능력과 동료들과의 관계 형성을 통한 협업(collaboration) 능력에도 크게 이바지 한다^{1,2}.

그러나 학부 교육과정은 정해진 교과목을 수강하고, 거기서 강조하는 강의 내용에서 자유롭지 못하기 때문에 각 교과목이 어떻게 통합적으로 적용되는지 알기 어렵다. 실제 수업시간에 이론과목에 함께하는 실험실습의 경우에 전체적인 흐름을 보여주기 보다는 개별적으로 동작하는 하나의 실습회로에 치우치게 된다. 반면에, 제품 설계는 매우 다양한 전공 분야의 지식이 요구되며, 제품 개발과정에서 필수적으로 다양한 툴과 프로그램의 활용하게 된다. 학생들은 제품 개발을 위한 아이디어를 도출하면서 전체적인 흐름을 이해하고, 함께 로 가르치고 배울 수 있으며 이러한 관점에서 볼 때 PBL은 제품 개발과정에 가장 적합한 프로그램이라고 할 수 있다.

지난 수십 년에 걸쳐서 아날로그 전자회로의 강의내용은 크게 변하지 않았으며, 반면에 마이크로세서는 전자공학전공은 물론 컴퓨터 공학이나 관련 학과에서 모두 필수과목으로 강의내용은 주로 이론적인 지식과 다양한 응용회로를 구동하기 위한 실습을 포함하는 과정으로 이루어졌다. 본 연구는 아날로그 소자와 선형직접회로에 치우쳐 있는 전자회로 교과목의 한계를 벗어나고 현장중심의 프로젝트를 수행하여 다양한 하드웨어를 구현하면서 기존의 학습패러다임을 극복하려는 시도이다.

아날로그 전자회로와 마이크로프로세서를 프로젝트를 수업에 도입한 예는 외국의 대학에서는 Oscar와 Paul은 ASK 송수신기를 포함하는 아날로그 전자회로와 결합하여 다양한 서비스를 추가하는 방식의 서비스 중심의 프로젝트를 진행하였으며³, Harold는 전기자기학을 어려워하는 학생들을 위해서 코일 제작과정을 포함하는 금속탐지기를 제작하고 아두이노 키트와 연결하는 프로젝트를 수행하였다⁴. 국내에서도 커리큘럼에 따라서 정해진 내용을 학습하는 실습이 아니고 학생들이 주제를 자유롭게 선택하는 방식의 PBL 기반의 마이크로프로세서 수업의 결과를 발표하였다⁵.

1.2 연구의 방법 및 범위

이 프로젝트에서는 학부 고학년의 경우를 가정하고 Table 1과 같은 이미 수강한 다양한 교과목을 결합하여 전자회로 설계자의 입장에서 필요한 부품 선정에서부터 시작해서, 프로그램의 구현, 회로의 설계와 동작확인 그리고 최종적으로 어떻게 테스트를 하는지를 고민하고 질문하도록 구성하였다.

Table 1. Relationships between course and derived topics

교과목 명	주요 학습 내용
전자회로	전원 회로, LED와 수광 다이오드
디지털 공학	카운터, 디코더 등
마이크로프로세서	다양한 모터 제어, LCD 제어
프로그래밍 언어	C 언어

이 논문에서는 PBL을 전자회로 수업에 적용하면서 Bloom의 학습목표 분류체계(Bloom's taxonomy)에 따라서 습득(knowledge), 이해(Comprehension), 적용(Application), 분석(Analysis), 융합(Synthesis) 및 평가(Evaluation)의 6단계를 아래와 같이 만족하도록 설계하였다.

1. 학생들은 설계하고자 하는 회로에 필요한 부품을 리스트 할 수 있다
2. 학생들은 다양한 광다이오드, 포토다이오드, 카운터, 모터의 동작 원리를 설명할 수 있다.
3. 학생들은 회로에서 신호의 흐름을 설명할 수 있고, 시뮬레이션 소프트웨어와 계측장비를 사용할 수 있다.
4. 학생들은 다양한 회로에서 부품에서 필요한 정수값을 계산할 수 있다.
5. 학생들은 어떻게 신호가 변화하고 회로의 결과에 어떤 영향을 미치는지 예측할 수 있다.
6. 학생들은 회로의 고장의 원인을 찾고 개선점을 제안할 수 있다.

본 연구에서는 전자회로의 교과목에서 디지털이론과 마이크로프로세서 등 다양한 교과목의 이론을 통합하고 실제 현장에서 활용되는 전자회로의 응용할 수 있도록 문제를 구성하였다. 또한 학생들의 다양한 작품을 완성하면서 공학적인 설계능력을 배양하고 협업과 팀 활동을 강조하였다^{5,6)}.

2. 본론

2.1 PBL의 단계별 학습단계

PBL 진행 주차별 활동은 Table 2와 같으며 학생들은 동일한 스케줄을 따른다. 그러나 큰 주제는 같지만 세부적인 구현 방법은 자유도를 갖도록 하였다. 전체 15주차의 학기중에서 중간고사 이전 7주차에 PBL의 개념과 프로젝트의 구체적인 목표와 진행과정 및 평가방식을 알려주고 각각의 조별 스케줄을 제시하도록 하였다. 중간고사 이후 10주에서 15주차사이에 집중적으로 PBL 활동을 수행하였다. 표시하지 않은 주차에서 정상적인 수업이 진행되었으며, PBL 포함된 10주차는 기본 아이디어를 발표

Table 2. Schedules of weekly learning activities

PBL 적용주차	주요내용	학생 활동	교수자 활동
7주차	오리엔테이션	- 조 편성, 역할분담 - 과제수행 계획세우기 - 브레인스토밍	- 프로젝트 설명 - 가이드라인 및 평가방식 제시
10주차	아이디어 제시	- 문제파악 및 학습 활동 진행 - 1차 Draft 제안 - 리포트	- 아이디어 검토
12주차	중간 발표	- 팀 내 학습내용 공유 및 토론 - 2차 아이디어 제안 - 프레젠테이션 - 디지털 및 마이크로프로세서 회로 부분별 제작	- 교수자 피드백
14주차	최종 발표	- 하드웨어 제작 및 구현 - 팀별 최종 결과물 발표	- 교수자 피드백
15주차	정리 및 평가	- 학습자의 자기평가 및 동료평가 - 성찰저널 작성하기	- 학습내용정리 - 만족도 정리

하고, 최종 14주차에는 하드웨어 동작의 확인하는 시간을 가졌다. 15주차에는 학습내용을 정리하고 성찰저널을 작성하였으며, 강의평가와 만족도 조사를 진행하였다.

대부분 학생들은 작품제작에 소모되는 많은 시간은 수업 밖에서 이루어져서 정규수업시간에서 진도의 방해를 최소화 하였다. 팀원들은 방과 후에 개인별, 조별 시간을 PBL에 투자하여 개인별 학습과 하드웨어를 설계하고 제작 및 측정하였다. 학생들의 방과 후 활동을 위하여 학과의 실험실을 전면 개방하여 브레드보드, 신호 발생기, 오실로스코프 및 컴퓨터 등 실습장비들을 자유롭게 사용하도록 하였다.

2.2 PBL 회로의 요구사항

제안된 문제는 “동그란 물체를 정해진 개수만큼 세어서 포장할 수 있도록 만드는 장치”를 구현하는 것으로 학생들의 창의력과 다양한 응용이 가능하도록 문제를 단순화하였다. 이전의 제안된 시스템은 아날로그 전자회로에서 다이오드의 다양한 응용이 주목표였으며, 정전압 조정된 전원공급기와 LED를 사용한 적외선 방출회로, 포토다이오드를 사용한 적외선 감지회로를 설계하는 것으로

- 정전압 조정기 : 60Hz 220Vrms에서 정전압 5.1V±10%
 - 적외선 방출회로와 검출회로 : 3V 문턱전압 발생
- 와 같은 설계 사양을 만족하는 것이었다⁶⁾.

그러나 최근의 전자회로는 마이크로프로세서를 포함하는 디지털전자회로가 거의 대부분이므로 PBL 과제의 초점을 Fig. 1과 같이 ‘적외선 다이오드를 사용하여 물체를 감지하고 마이크로프로세서를 사용하여 카운터의 출력은 디스플레이로 보내고, 모터를 제어한다.’로 확장하였다. 이 회로는 Fig. 1과 같은 기존 아날로그 전자회로였던 전원공급기와 다이오드 방출회로와 검출회로를 포함하면서 마이크로프로세서를 이용하여 공의 개수를 세고, 주어진 개수가 다 차면 장치를 멈추거나 이동시키는 모터 제어회로 그리고 현재의 상태를 보여주는 디스플레이 등으로 구성된다.

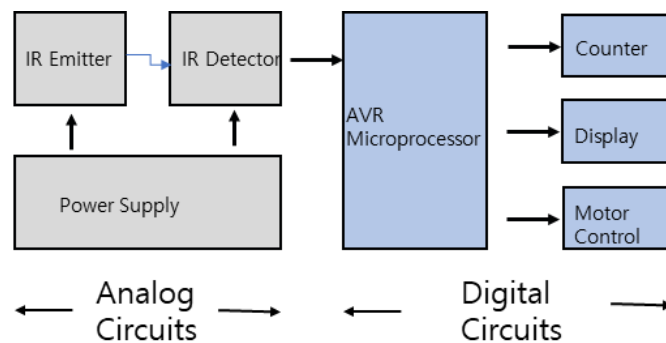


Fig. 1. Block diagram of the PBL circuit

기존의 문제는 아날로그 전자회로 설계하는 과정에서 휴즈의 정격, 제너 다이오드, 제한 저항 등을 어떻게 선택할 것인가가 중요한 요소였던 반면에, 이 PBL에서는 공의 개수를 어떻게 정확하게 세고, 보관함에 밀어 넣고, 시스템을 초기화하고 다시 동작시키는 방법에 대한 현실적인 문제로 변경하고 학생들은 해결방안을 제시하도록 하였다. 전원회로 설계 프로젝트는 시뮬레이션 툴을 사용하여 결과 파형을 관찰하였으며, 조별로 자유롭게 새로운 방식으로 공의 개수를 세고 멈추는 장치를 고안하도록 하였다.

2.3 PBL의 하드웨어 구현 결과

브레인스토밍을 통하여 학생들은 공을 세는 방법과 포장을 위한 다양한 방법을 자유롭게 제안하였고 아이디어를 구체화하였다. 시작단계에서는 Fig. 2와 같이 드래프트를 발표하고 개발하고자 하는 장치의 타당성을 검토하고 교수자의 피드백을 받았다. 실제로 팀 간의 선의의 경쟁이 이루어져서 같은 아이디어를 제시한 경우는 발생하지 않았다.

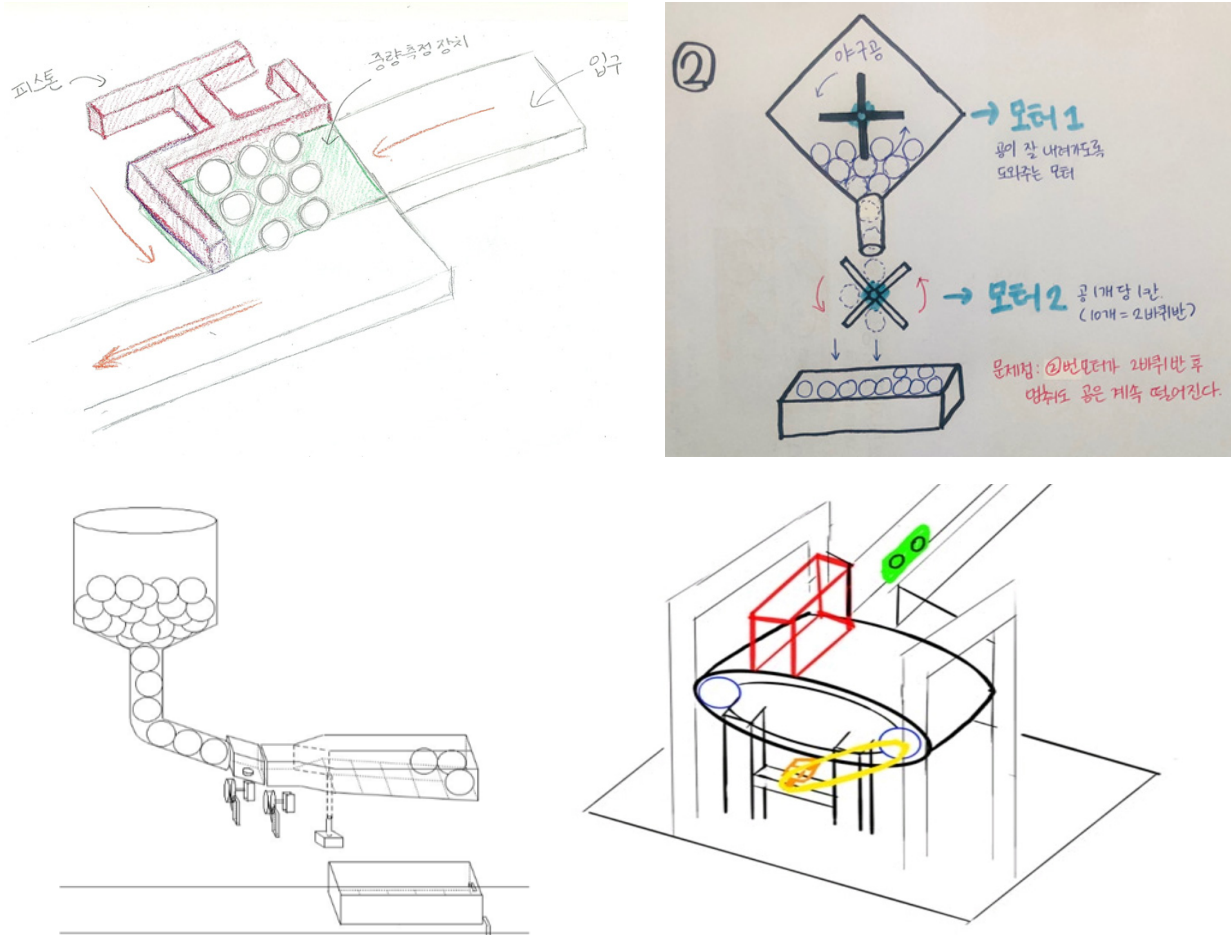


Fig. 2. Proposed draft of various ideas

학기말의 최종 발표에서는 노트북, 전원회로와 함께 구현한 하드웨어를 준비하고 동작을 시연하였다. Table 3은 팀 별로 제작한 프로젝트의 하드웨어 구현결과와 동작설명 그리고 주요부품들을 보이고 있다.

공의 개수를 세는 방식은 주로 적외선 발광다이오드와 수광 다이오드를 사용하였으며, 초음파 센서와 무게센서를 이용해서 공을 세는 팀들도 있었다. 모터를 하나 더 사용하여 10개의 공을 분리하여 5개씩 포장하는 아이디어를 제안한 팀도 있었고, 컨베이어벨트를 이용하여 순차적으로 공을 공급한 팀도 있었다. 마이크로프로세서는 Atmega128을 주로 활용하여 프로그램을 구현하였으며, 스텝모터 제어가 어려운 팀은 아두이노 보드를 활용하기도 하였다. 이 과정에서 수업시간에 다루지 않은 아두이노와 스텝모터의 동작원리는 다양한 시도와 방법을 통하여 스스로에게 필요한 학습이 이루어졌다.

Table 3. Final hardware system of the team project

하드웨어의 구현	동작원리 및 주요 부품
	<ul style="list-style-type: none"> - 회전문의 원리를 이용하여 문이 돌아가면서 공이 하나씩 아래로 떨어지면서 카운트를 시작한다. 공의 감지는 초음파 센서를 이용하였으며 10개의 카운트를 모두 세고 나면 다시 리셋 시키는 방식으로 초음파 센서와 모터를 하나만 사용하여 가격이 가장 저렴하다는 장점이 있음 - 초음파센서, DC 모터, ATmega128
	<ul style="list-style-type: none"> - 서보모터를 사용하여 공을 밀어내는 방식으로 정밀하게 제어하였으며 LED를 사용하여 공을 켜다. 통로를 2개 만들어서 불량인 공이 들어오면 다른 통로로 보내는 기능을 추가하였으며 휴대폰 앱과 연동하여 동작 상태를 확인하는 기능을 추가함 - 적외선 LED, 서보 모터, ATmega128, C-LCD
	<ul style="list-style-type: none"> - 공이 들어있는 통속에서는 DC모터를 사용하여 계속하여 날개를 돌리고 있으면서 공을 밖으로 밀어낸다. 스텝모터의 각도를 조정하여 정확하게 10개를 쉐 수 있으므로 다른 센서에 비하여 오차율이 낮은 장점 - DC 모터, 스텝모터, Arduino UNO

프로젝트를 마무리하고 회로도(Schematics), PSpice 시뮬레이션 결과와 PCB artwork을 포함하는 최종보고서를 제출 하였다. 최종보고서의 내용에는 시험절차서와 동작 방법, 각 단자에서 적정한 파형, 검사 방법, 가장 흔한 고장, 회로의 물리적인 설명과 동작원리를 포함하여 학습한 이론의 정리는 물론 고장진단의 내용도 포함하여 다양한 회로의 오류에도 능동적으로 대처하는 능력을 가지도록 하였다. 최종 제작된 HW와 함께 정상적인 동작상태의 동영상도 제출하였다.

2.4 수업평가 및 만족도 고찰

PBL 수업의 우수성을 정량적으로 입증하는 것은 매우 어려운 일이다. Anad와 Luma는 로보틱스 프로젝트를 수행하면서 3년 동안 학생들의 해당 교과목 평균성적 80.8% 이상이며 교수자의 강의평가는 6.15점/7점으로 매우 높은 편이라고 발표하였다⁷⁾. Archana Mantri와 그의 동료들은 디지털전자회로 수업에 PBL을 적용하였으며 기존의 수업방식과 PBL 수업의 방식의 성적을 비교하였는데 시험성적은 오히려 기존 수업방식의 학생이 약간 더 높았으며 그 이유는 시험공부를 할 시간이 더 많았기 때문이며 반면에 PBL에 많은 시간을 활용한 학생들은 지식이해도가 더 높았으며 동기부여가 훨씬 높았다고 보고하였다. PBL 학생들은 자신감, 평균 학습시간, 학습의 이해도 및 수업의 즐거움까지 일반 수업을 듣는 학생보다 평균이 높았다고 발표하였다^{8,9)}.

Table 4에서 보는 이 과목의 경우 수업평가는 온라인 무기명으로 진행되었으며 ‘매우 그렇다’(5점)에서 ‘매우 그렇지 않다’(1점)까지 5점 척도로 총 12항목으로 구성되어 있다. 이 PBL로 진행한 이 과목의 경우 4.56점/5점으로 학과의 평균 4.36, 과학기술대학 4.24 그리고 전체 대학의 강좌의 만족도 보다 4.4점보다 높았으며 강의중심 수업과 비교하거나 상대적으로 과제의 부담이 많았음에도 학생들의 강의 만족도는 높았다.

Table 4. Comparison of class assessment

연도 (평가인원/수강인원)	PBL 수업평가결과	전자공학과	과학기술융합대학	전체 대학
2019년 (31/33)	4.56점 (표준편차 0.71)	4.36점 (17강좌)	4.24점 (134 강좌)	4.40점 (1436강좌)

Fig. 3은 PBL 수업을 포함한 전자회로 수업평가의 만족도 결과를 보인다. 문항 내용 (a)은 ‘수업진행방식이 수업목표를 달성하는데 효과적이었다.’는 질문에 ‘매우 그렇다’는 48.4%, ‘그렇다’라고 답한 비율은 35.5%로 83.9%가 긍정적으로 답하였으며 절반에 해당하는 학생이 ‘매우 그렇다’고 답하였다. 또한 (b)의 문항은 ‘새로운 용어, 개념, 원리 등을 명료하게 정의되었는가?’이며 ‘매우 그렇다’는 58.1%, ‘그렇다’라고 답한 비율은 22.6%로 80.7%가 긍정적으로 답하였으며 절반이 넘는 60%에 가까운 학생들이 ‘매우 그렇다’고 답하였다. 수업시간에 이론적으로 배웠던 개념들을 좀 더 확실하게 각인한 효과로 볼 수 있다.

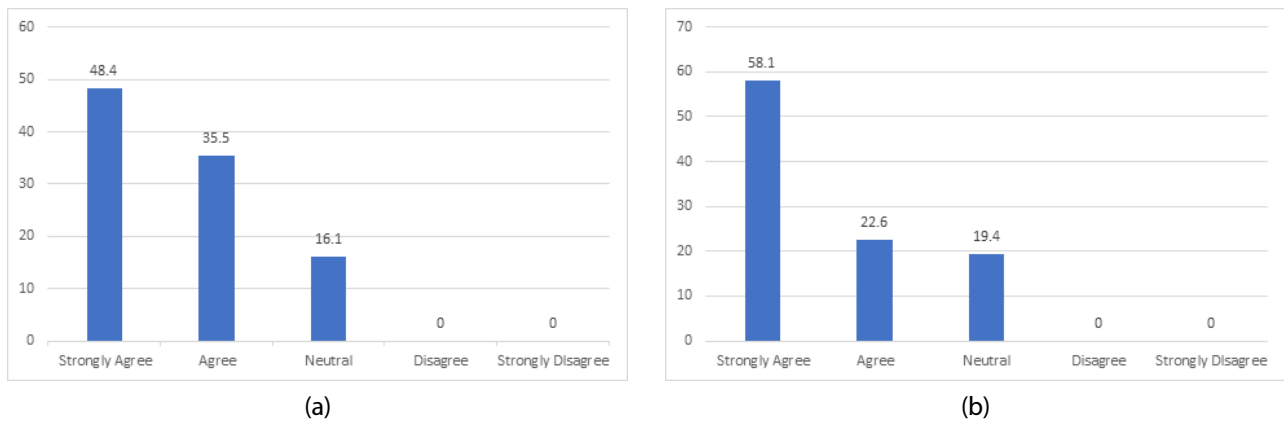


Fig. 3. Course survey results for the statement (a) ‘The class method was effective in achieving the class goal.’ (b) ‘New terms, concepts and principles are clearly defined’

브레인스토밍부터 시작하여 최종 하드웨어 완성까지 총 3회의 발표와 보고서를 작성하면서 학생들은 대략적인 아이디어에서 드래프트를 만들고 점차적으로 발전되고 구체화된 시스템을 완성할 수 있게 되었다. 팀 프로젝트에서 가장 문제가 되는 무임승차를 방지하기 위하여 4명의 조원이 모두 돌아가면서 한 번씩은 무조건 발표하고 보고서를 작성하도록 하였다. 이 과정에서 동료들과 학습이 크게 영향을 미쳤으며 이 결과는 PBL 자체의 만족도 결과와 정성적으로 답변을 통해서도 확인할 수 있었다.

PBL이 끝나는 수업에서 시점에서 자기평가와 동료평가와 함께 PBL 만족도조사는 따로 실시 실시하였다. 만족도는 온라인으로 실시하였으며 무기명으로 제출하였다. 5점 척도의 질문지에 총 16가지의 응답을 하도록 하였으며, 최종적으로 이 자료를 바탕으로 교수자는 전문가의 컨설팅을 받았다.

총 16가지의 질문 중에서 가장 만족도 높은 2개의 문항은 Fig. 4와 같다. Fig. 4에서 동료들부터 정보의 취득(문 5), 팀원들과의 교류와 협력(문 6)에 관한 답변은 90% 이상의 긍정적인 답변을 얻었다. 그리고 팀원들과의 유대관계(문 7)에 대한 답변도 긍정의 만족도가 90%를 넘었다. 학생들은 ‘팀’ 또는 ‘동료와 함께’라고 묻는 질문에 매우 높은 점수를 주었다. 학생들의 참여를 묻는 질문의 경우 ‘개인들은 매우 적극적’이었고, ‘발표나 협력에 크게 문제는 없었다’고 응답하였다.

실제로 고교과정까지 학습하면서 ‘함께 무언가를 해본 경험’이 거의 없는 학생들의 입장에서 보면 PBL은 산업체의 요구 덕목 중에서 협업(Collaboration)에 가장 많은 기여를 한 것으로 보인다.

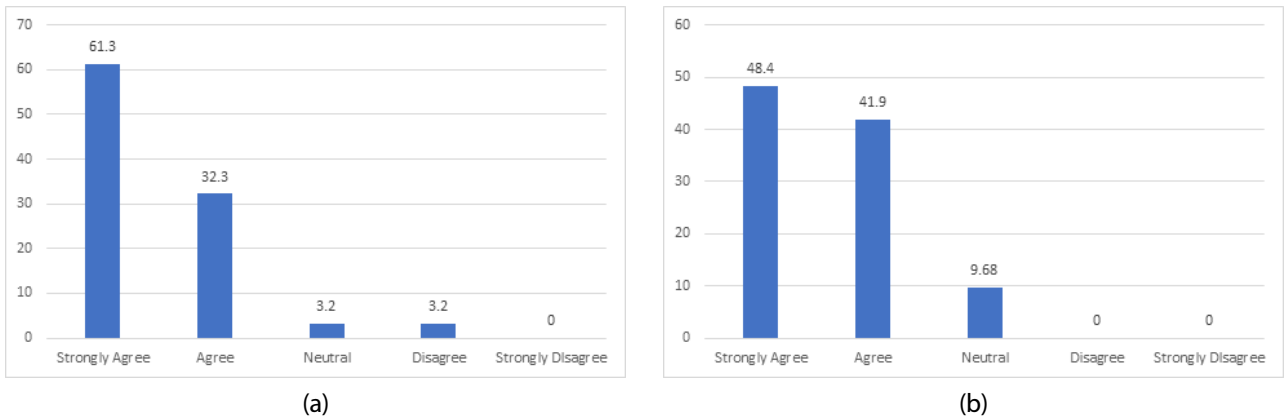


Fig. 4. PBL Satisfaction survey -(focusing on high scores) for the statement (a) ‘It was helpful to get new information from my colleagues.’ (b) ‘To solve problems I actively exchanged and collaborated with my team members’

반면에 상대적으로 가장 낮은 점수를 받은 항목은 Fig. 5와 같다. ‘PBL 수업을 통해서’라는 키워드가 들어가는데 학생들은 수업시간에서 발표하거나 스스로 하드웨어를 탐구하거나 하는 공부하는 습관이 이 수업을 통해서 개발되지는 않았다고 답하였다. 개인적으로 적극적인 참여도(문 2) 또는 개인적인 만족(문 16)은 상대적으로 낮은 점수를 보였다.

수강인원이 모두 33명의 8개의 그룹으로 이루어진 많지 않은 수업 평가의 결과와 PBL 만족도의 결과로 정량적인 비교를 하는 것은 어렵다.

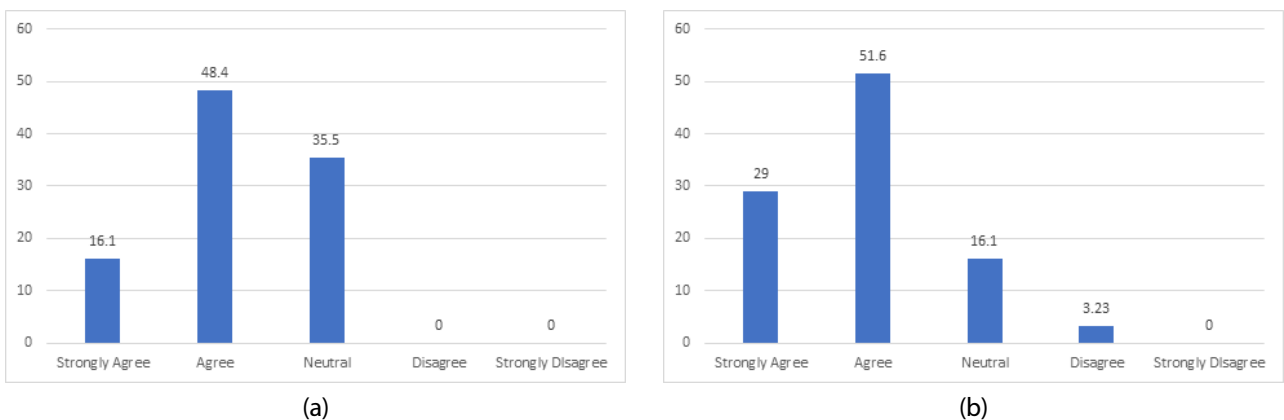


Fig. 5. PBL Satisfaction survey -(focusing on low scores) (a) ‘Through the PBL class, I developed a habit of exploring and analyzing on my own.’ (b) ‘Presentation and discussion skills were developed through the PBL class.’

만족도 조사이외에도 추가적으로 학생들이 답변한 Table 5와 같은 성찰저널을 검토하면서 정성적인 내용을 확인하였다. 성찰저널은 주관식 5문항으로 ‘본 수업을 통해서 무엇을 배웠습니까?’, ‘본 수업에서 학습활동과 과제를 해결하기 위해 어떤 방식으로 접근했습니까?’, ‘당신이 사용한 접근 방식 이외의 다른 대안은 무엇이 있습니까?’, ‘본 수업을 통해서 배운 것을 나의 생활에 어떻게 적용할 수 있습니까?’와 ‘본 수업에 참여하면서 경험한 성공요인과 실패요인은 무엇입니까?’의 5문항이었다. 배운 내용을 묻는 질문에는 대부분의 학생들은 전자회로의 소자, 부품이나 회로의 동작원리를 답하지 않고 협력, 조별활동, 문제해결능력이라고 답했다. 문제의 접근 방법은 대부분 개인적으로 공부하고 조별토론을 통해서 해결했다. 그러나 일부는 잘하는 동료로부터 배웠다고 답하였다. 실패의 요인으로는 대부분 처음 사용하는 부품의 동작원리를 몰라서 시간을 많이 소모하거나 하드웨어 구현에 실패하여 다시 제작하게 되어 시간적으로 촉박한 경험을 언급하였다.

Table 5. Questions and answers of reflection journal

질문 내용	주요 답변
1. 배운 내용	- 팀워크, 리더십, 성실과 끈기, 협력, 문제해결 능력, 조별활동, 문제해결 능력
2. 접근 방법	- 개인적 자료조사, 팀원과 토의, 브레인스토밍, 목표 값의 오차를 줄이는 방식, 우수한 학생으로부터 도움
3. 다른 대안	- 구체적인 자료조사, 다른 팀의 발표 참고, 다른 방식의 하드웨어 구현, 이론과 실재가 많이 다름, 전공서적 참고, 교수의 조언
4. 생활에 적용	- 창의력과 상상력, 타인과 협력, 다른 과제에 적용, 의견조율, 시스템의 원리를 먼저 생각
5. 성공과 실패요인	- 준비시간 부족, 부품구매 시간 촉박 - 수업시간에 배우지 않은 내용, 하드웨어 지식부족 - 역할 분배의 미숙함

3. 결론

본 연구에서는 아날로그 전자회로수업에서 디지털 공학, 프로그래밍 언어 및 마이크로프로세서 등 전자공학과의 핵심전공 교과목을 모두 포함하는 PBL을 진행하였고 실제 운영사례와 함께 다양한 결과물을 제시하였다.

무엇보다도 이러한 프로젝트 수업의 가장 큰 강점은 학생들이 한 과목에서 진도에 따라서 제한된 내용만을 배울 수밖에 없는 반면에 실제 산업현장에서는 다양한 교과목의 지식이 동시에 요구되는 회로를 구현해 보는 경험을 가졌다는 점이다. 대부분 학부교육에서는 주어진 문제를 푸는데 그치고 마는 반면에 PBL을 통해서 학생은 스스로 공학적으로 문제를 인식하고 규정하고 풀 수 있는 능력이 배양되었다. 실습시간에는 정해진 계측 장비만을 사용하게 되는데 이 프로젝트를 통해서 원하는 결과를 얻기 위해서 어떤 회로 측정 장비를 사용해야 하는지 스스로 고민하고 측정 기술을 익혔다. 또한 최종 보고서를 작성하면서 정해진 양식을 따르는 문서를 작성해 보았으며 실무에서 활용되는 최근 툴들을 사용하고 숙달되었다. 부품을 결정하고 설계하고, 최종 하드웨어를 구현하고 테스트하는 과정에서 문제해결 능력이 강화되었으며, 조별 활동을 통하여 협업능력이 배양되었다. 협업과 관련만 만족도 조사결과는 90% 이상의 긍정적인 답변을 얻었다.

제한된 프로젝트는 전자공학 전반의 여러 교과목을 동시에 접근하면서 다양한 관점에서 바라는 통찰력을 가지게 한다는 장점이 있다. 그러나 하드웨어를 동작하기 위한 다양한 기구물의 설계 등에 많은 시간이 소모되었으며 제품의 외관 등 디자인을 전혀 고려하지 않았으며 제품의 단가나 부품의 가격을 고민하거나 마케팅을 고려하지 않았다. 향후 다양한 학제간의 융합 프로젝트를 실시한다면 엔지니어로서 좀 더 통합적인 관점에서 설계능력을 가질 수 있을 것으로 생각된다.

References

1. 최정원, 장경원, “PBL로 수업하기(Problem-Based Learning)”, 2판, 학지사, 2017.
2. 강인애, 정준환, 정득년, “PBL의 실천적 이해 - PBL 수업을 위한 길라잡이”, 제1장. PBL의 이론적 배경: 구성주의, pp.15-47, 문음사, 2016.
3. O. Ortiz, and P. Leiffer, “Project-based Service Oriented Projects as a Way to Learn and Apply Analog Electronics”, American Society for Engineering Education, AC 2012-4009, 2012.
4. H. R. Underwood, “Improving Experience with a Metal Detector Project for Electromagnetics”, American Society for Engineering Education, 2019 ASEE Annual Conference & Exposition, Paper ID #25686, 2019.
5. J. Kim, “An Ill-Structured PBL-Based Microprocessor Course Without Formal Laboratory”, IEEE Transactions on Education, Vol. 55, No. 1, pp. 145-153, Feb. 2012.
6. T. L. Floyd, “Electronic Devices”, Chap.3 Special-Purpose Diodes, pp. 163-169, 4th Ed., Prentice-Hall Inc., 1996.
7. A. Luna, and M. Chong, “A PBL Approach for Teaching Electronics Fundamentals by Developing Robotics Projects”, 2020 XIV Technologies Applied to Electronics Teaching Conference (TAEE), pp. 1-7, 2020, doi: 10.1109/TAEE46915.2020.9163791.
8. A. Mantri, S. Dutt, J. P. Gupta, and M. Chitkara, “Using PBL to Deliver Course in Digital Electronics”, Advanced in Engineering Education, Vol. 1, No. 1, pp. 1-17, Spring, 2009.
9. E. S. Zancul, T. T. Sousa-Zomer, and P. A. Cauchick-Miguel, “Project-based Learning Approach: Improvements of an Undergraduate Course in New Product Development”, Production [online]. 2017, v. 27, n. spe [Accessed 19 September 2021], e20162252.