

## NCS 기반 사회맞춤형 전기시퀀스 학습 장치 개발

이호덕<sup>1</sup>, 이효진<sup>2</sup>, 김병희<sup>2</sup>, 김성진<sup>2</sup>, 김도영<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>(주)한미르, <sup>2</sup>울산과학기술대학교 전기전자공학부 반도체응용전공 LINC+

### The Development of Industry-friendly Electrical Sequence Learning Trainer Based on a National Competency Standards (NCS)

Ho-Duck Lee<sup>1</sup>, Hyo-Jin Lee<sup>2</sup>, Byeong-Hee Kim<sup>2</sup>, Sung-Jin Kim<sup>2</sup>, Doyoung Kim<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Hanmir Co., Ltd.

<sup>2</sup>School of Electrical and Electronic Engineering, Applied Semiconductors, LINC+, Ulsan College

**요약** 본 논문은 국가직무능력표준 (National Competency Standards, NCS)에서 요구하는 수행준거 및 지식, 기술을 기반으로 다양한 직무에서 사용되는 전기 시퀀스 능력단위를 확인하였다. 또한 산업체에 입직하는 신입사원이 전기 시퀀스 직무를 수행하는 데 있어서 숙련기간을 단축할 수 있도록 사회 맞춤형 전기 시퀀스 학습 장치를 개발하고자 하였다. 이론적 배경으로 학습 장치 개발을 위하여 NCS의 능력단위 12,848개 중에 전기 시퀀스와 관련된 7개의 능력단위를 분석하여 학습에 필요한 부품모듈과 학습 프로그램모듈을 구성하였다. 이러한 과정으로 개발된 전기 시퀀스 학습 장치는 견고한 알루미늄 프로파일을 토대로 파워 모듈, 컨트롤 모듈, 센서 모듈, 모터 모듈, 제어 스위치 및 파일럿 램프 모듈로 구성되었으며 부품의 개수는 각각 44, 47, 23, 1, 28개로 구성되었다. 각 부품은 기존의 학습 장치에서 사용하는 바나나 플러그를 사용하지 않고 실무현장에서 사용하는 원터치 단자대로 연결할 수 있도록 하였으며 포토 센서를 이용한 입력과 무접점 릴레이를 사용할 수 있도록 하였다. 학습 프로그램은 수준별 3개의 레벨로 15개의 단계로 수행할 수 있도록 구성하였다.

**Abstract** In this work, we analyzed an electrical sequence competency element in various job areas related to performance criteria, knowledge, and skill using the National Competency Standards (NCS). From this analysis, we developed a learning trainer to reduce the probation period for the excellent performance of the electrical sequence job. We organized part and program modules based on seven competency elements related to the electrical sequence work among 12,848 NCS competency elements to develop the learning trainers. The learning trainer for the electrical sequence is based on a solid aluminum profile. It consisted of 5 modules, namely the power module, control module, sensor module, motor module, control switch and pilot lamp module, and the number of parts was 44, 47, 23, 1, and 28, respectively. All parts were connected to one-touch terminal blocks and to not use banana plugs. It is also possible to input the photo sensor input and apply a solid-state relay. The learning trainer was organized to perform 15 programs with three performance levels.

**Keywords** : National Competency Standards (NCS), Electrical Sequence, Learning Program, Aluminum Profile, Control Module

---

이 논문은 2021년도 교육부의 재원으로 울산과학기술대학교 LINC+ 사업단의 지원을 받아 수행된 연구임.

\*Corresponding Author : Doyoung Kim(Ulsan College)

email: dykim@uc.ac.kr

Received July 6, 2021

Accepted September 3, 2021

Revised August 24, 2021

Published September 30, 2021

## 1. 서론

### 1.1 국가직무능력표준(NCS)

#### 1.1.1 정의

국가직무능력표준 (NCS, National Competency Standards)은 산업현장에서 직무를 수행하기 위해 요구되는 지식, 기술, 소양 등의 내용을 국가가 산업부문별, 수준별로 체계화한 것으로, 산업현장의 직무를 성공적으로 수행하기 위해 능력 (지식, 기술, 태도)을 국가적 차원에서 표준화한 것을 의미한다.

국가직무능력표준은 1999년부터 논의가 시작되어 2002년 처음으로 표준을 개발하기 시작하였으며 2014-2015년까지 1500여개의 분야에서 NCS가 완성되어 현재는 시대변화에 따라 지속적인 수정, 보완이 이루어지고 있으며 과정평가형자격, 일학습병행자격, 공공기관의 블라인드채용에 활용되고 있다.

#### 1.1.2 국가직무능력표준의 구성 및 체계

국가직무능력표준은 다양한 산업별 직무를 일목요연하게 검색할 수 있도록 분류체계를 가지고 있다. 분류체계는 대분류, 중분류, 소분류, 세분류로 구성되어 있으며 2021년 기준 각각 24, 80, 257, 1,022개로 구성되어 있으며 매년 산업변화에 따라 폐기되거나 신규로 만들어진다.

여기서 직무는 분류체계상 세분류를 의미하고 세분류 단위에서 표준이 개발되어 있다. 각각의 직무는 수행능력을 확인하기 위한 능력단위와 능력단위요소로 구성된다. 능력단위요소에는 능력단위 요소별로 성취여부를 판단하기 위하여 개인이 도달해야 하는 수행의 기준을 제시하는 수행준거와 능력단위요소를 수행하는데 필요한 지식, 기술, 태도가 기술되어 있다. 이외에도 적용범위 및 작업사항, 평가지침, 직업기초능력등 다양한 정보를 포함하고 있으며 직무를 수행하는 데 있어서 꼭 필요한 소양을 제공하고 있다. 본 논문에서는 각 직무에서 요구하는 능력단위요소를 기준으로 전기시퀀스를 요구하는 직무를 확인하고 필요한 지식, 기술을 바탕으로 산업체 중심에서 단기간에 전기 시퀀스를 학습하는 방법을 제시하고자 한다.

### 1.2 전기 시퀀스(Electrical Sequence)

#### 1.2.1 정의

전기 시퀀스는 NCS의 학습모듈[1]에 따르면 정해진

순서에 따라 제어의 각 단계를 차례로 행하는 제어로 정의된다. 또한 전기 시퀀스를 구체적으로 포함하고 있는 NCS의 능력단위인 시퀀스 회로 제어[2]에서 능력단위에서 시퀀스 회로 제어 운영이란 자동 제어 운영의 목적을 달성하기 위해 미리 정해진 순서 또는 일정한 논리에 의해 기계설비 동작을 순차적으로 제어할 수 있는 능력이라고 정의하고 있다.

기존의 전기 시퀀스 학습 장치[3]는 여러 산업체를 통하여 개발되어 있으나 차단기, 계전기와 모터를 주요 구성품으로 이루어져 있으나 센서 입력을 통한 제어가 어렵고 바나나 플러그로 회로배선을 하도록 되어 있어 실제 산업 현장에서 활용하는 단자대를 이용한 배선을 학습하기에는 어렵다.

본 논문에서 제안하는 전기 시퀀스 제어는 NCS에서 요구하는 순서제어와 동시에 외부 자동 입력기기인 센서를 이용한 피드백 제어가 가능하도록 요구하고 있으며 최근 디지털 시스템이 고도화 됨에 따라서 기존의 유접점 시퀀스 뿐만 아니라 반도체를 활용한 무접점 시퀀스 또한, 수요가 증가하고 있다. 본 연구에서는 입력으로 센서나 스위치를 사용하고 순서제어를 통하여 모터나 램프 출력을 제어하고 유접점 제어와 무접점 제어를 동시에 교육, 학습할 수 있는 장치와 학습 방법을 개발하고자 한다.

#### 1.2.1 정의

NCS에서 전기시퀀스를 능력단위요소로 사용하는 능력단위는 아래의 Table 1과 같다. Table 1에 따르면 전기 시퀀스를 요구하는 능력단위는 총 7개로 순수 전기분야 이외에도 금속 재료등을 생산하는 설비에서 요구되는 전기 계측 자동제어와 제조 장비 자동시스템에서 적극적으로 활용되고 있으며 순수 전기분야에서는 수변전설비, 동력제어, 자동제어, 보호계전기와 같은 전기응용설비의 전분야에서 사용되고 있음을 알 수 있다. 또한 전기 시퀀스라는 키워드를 사용하고 있지는 않지만 반도체 장비 전장 설계 학습 모듈[4]에서 능력단위 요소인 전력 소자 선정하기의 내용은 전기 시퀀스 부품을 제시하고 있어 제조 산업분야에서 넓게 적용됨을 알 수 있다.

실제 직업훈련을 전문으로 하는 교육기관에서 발표한 논문[5]으로부터 자동화 설비 운영 및 유지보수 직무에서 능력단위로서 시퀀스 논리회로 분석이나 제어시스템 분석과 같은 사례도 발견되고 있다.

Table 1. Competency to apply an electrical sequence

Specification number	Competency name
1601020703_16v1	Metal-material manufacturing equipment electrical analysis control diagram reading
1601020717_16v1	Metal-material manufacturing equipment control system maintenance
1901060331_19v1	Power motor sequence control circuit maintenance
1901060323_16v1	Protection relay maintenance
1901060330_19v1	Switching board sequence control circuit maintenance
1901080411_20v3	sequence circuit control maintenance
1901080301_16v3	Auto control system analysis

## 2. 본론

### 2.1 학습 장치의 토대 준비

#### 2.1.1 알루미늄 프로파일

본 과제에서 전기 시퀀스 학습을 위한 장치의 토대는 알루미늄 프로파일을 사용하였다. 알루미늄 프로파일은 하중을 지지하는 선반이나 기계장치의 프레임으로 많이 사용되고 있으며 중량에 대비하여 강도가 크지만 가벼운 재료[6]로 시퀀스 교육장치의 토대로 사용하기에 적합하다.

Fig. 1에서 나타낸 것과 같이, 알루미늄 프로파일의 토대는 520mm×600mm의 면적에 20mm×20mm 프

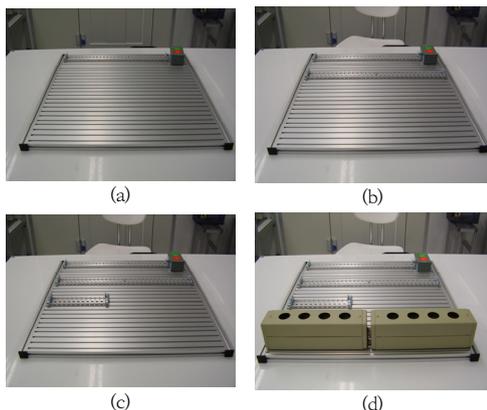


Fig. 1. Plate for electrical sequence learning (a) power sequence module, (b) control sequence module, (c) sensor and motor sequence module, (d) control switch and pilot lamp module.

로파일 규격으로 구성되어 있으며 위에서부터 4부분으로 구분하여 전원 시퀀스 모듈, 제어 시퀀스 모듈, 센서 및 모터 시퀀스 모듈, 컨트롤 스위치 및 파일럿 램프 시퀀스 모듈로 구성되어 있다.

#### 2.1.2 기타 부품과의 연결

토대 알루미늄 프로파일 규격은 20mm×20mm와 20mm×40mm을 프로파일 브라켓에 의하여 서로 단단히 결속되어 있으며 절단 부분을 보호하기 위하여 엔드 캡으로 밀봉되어 있다. 전기 시퀀스 부품을 배치하기 위하여 35mm 단레일을 사용하였다. 사용된 부품은 Table 2에 나타내었다.

Table 2. The lists of base plate for electrical sequence learning.

Parts	Spec.	Num.
2020 Al profile	20mm×20mm	2
2040 Al profile	20mm×40mm	13
Profile bracket	M4	26
End cap	20×20 black	4
Din rail	35mm, 1mm	1
25∅ switch box	4 hole, metal	2

### 2.2 전기 시퀀스 학습 장치의 구성

#### 2.2.1 전기 시퀀스 부품

Fig. 2와 같이 기존의 전기 시퀀스 학습 장치에서 사용하던 기존의 바나나 플러그를 사용하지 않고 실제 현장에서 사용하는 원터치 단자대를 사용함으로써 실제 직무를 익힐 수 있도록 차별화 하였다.

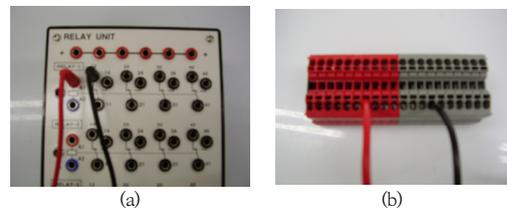


Fig. 2. Wiring connection method (a) as is banana plug (b) to be one touch terminal.

전기 시퀀스 학습을 위해서 부품은 크게 6개의 부분으로 구분되었으며 Fig. 3에 각 부분을 나타내었다. 파워 시퀀스 모듈은 전원스위치, 배선용 차단기, 전자접촉기, 회로용 차단기, 직류 파워 서플라이로 구성되어 있다. 파

위 시퀀스 모듈에서는 AC 220V 전원을 기반으로 전자 접촉기와 전원스위치를 이용한 자기유지회로를 구성하고 회로용 차단기를 통과하여 DC 24V 파워 서플라이로 공급되도록 구성하였다. 파워 시퀀스 모듈을 통하여 전원의 공급과 차단을 학습할 수 있을 것으로 사료된다.

Fig. 3(b)의 컨트롤 시퀀스 모듈은 DC 24V를 전원으로 사용하도록 하였으며 릴레이 6개와 타이머 2개, 카운터 1개 그리고 무접점 릴레이 (SSR) 2개를 이용하여 다양한 제어회로를 구성하도록 하였다. 무접점 릴레이는 종래의 학습 장치에서 사용하지 않았던 부품으로 최근 반도체산업이 발전하면서 전기 시퀀스 회로의 소형화에 기여하는 부품으로 사용방법을 학습할 수 있도록 기존 제품의 성능을 향상시켰다.

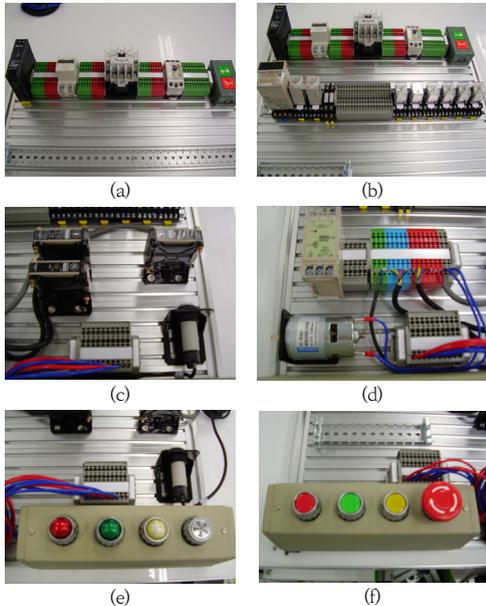


Fig. 3. Parts placement for electrical sequence learning (a) power sequence module, (b) control sequence module, (c) sensor module, (d) motor module, (e) control switch module, (f) pilot lamp and buzzer module.

Fig. 3(c)의 센서 모듈은 투과형 광센서, 확산반사형 광센서 그리고 정전용량형 근접센서로 이루어져있으며 각 센서는 입력으로 작용하여 자동화 전기 시퀀스를 익히도록 구성하였다. 여기서 사용한 광센서는 NCS 능력 단위에서 요구하는 전기 시퀀스 제어에서 핵심적인 입력 부품으로 본 논문의 부품으로 사용함으로써 기존의 제품에 비하여 차별적인 성능개선을 이루었다. Fig. 3(d)과

Fig. 3(e)의 모터 모듈, 파일럿 램프와 부저 모듈은 전원 24V DC를 사용하여 출력으로 활용할 수 있도록 하였다. 또한 Fig. 3(f)는 푸시 버튼 스위치 3개와 비상정지 스위치로 구성하여 입력장치로 활용할 수 있도록 하였다.

Table 3에 모듈별로 상세한 부품의 명칭과 사양, 수량을 정리하였다.

Table 3. The list of parts for electrical sequence learning.

Module	Parts	Spec.	Num.
Power	Power switch	ON/OFF	1
	Magnetic contractor	3 phase 220V, 2a2b	1
	Circuit breaker	30A	1
	Power supply	Input 220VAC Output 24VDC	1
	Terminal block	4pin Green and Red	40
Control	Relay	14pin, 24VDC	6
	Relay terminal	14pin	6
	Timer	14pin, 24VDC	2
	Counter	8pin, 4digit 12VDC	1
	Solid state relay	24VDC, 300VAC	2
	Terminal block	4pin, Grey	30
Sensor	Photo sensor	Transmission 7pin	1
	Photo sensor	Diffusion reflection 5pin	1
	Proximity sensor	Capacities type 3pin	1
	Terminal block	4pin, Grey, blue, green, red	22
Motor	DC motor	24VDC	1
Control switch and Pilot lamp	Push button Switch	1a1b, Red, green, yellow	3
	Emergency OFF	1a1b	1
	Pilot lamp	24VDC, Red, green, yellow	3
	Buzzer	24VDC	1
	Terminal block	3pin, Grey	20

### 2.2.2 전기 시퀀스 부품의 연결

배치된 전기 시퀀스 부품은 학습을 위하여 부품과 단자대를 연결하도록 한다. 컨트롤 스위치의 a 접점과 파일럿 램프 스위치 모듈은 3pin 단자대에 연결하고 교육 프로그램에서 제시하는 회로도에 따라서 결선한다. 센서 모듈 역시 전원과 제어배선을 4pin 단자대에 연결하여 교육 프로그램에서 제시하는 회로도에 따라서 결선한다. 파워 모듈의 전원 스위치와 전자 접촉기, 회로 차단기, 배선 차단기는 자기유지회로를 구성할 수 있도록 기본 배선을 Fig. 4와 같이 완성시킨다.

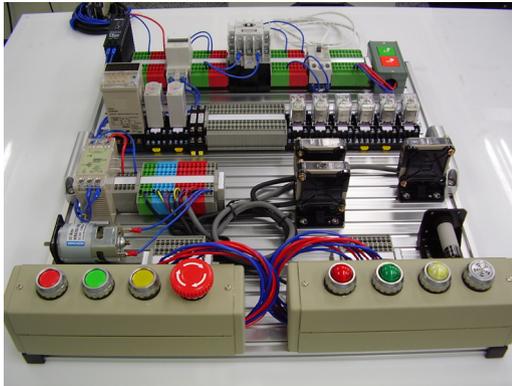


Fig. 4. Component wiring for electrical sequence learning.

### 2.2.3 전기 시퀀스 학습 프로그램 목차

전기 시퀀스 학습 프로그램은 Table 4와 같이 15개로 구성하였으며 각각의 모듈을 모두 연계하여 활용할 수 있도록 구성하였다. 배치된 전기 시퀀스 부품은 학습을 위하여 부품과 단자대를 먼저 연결, 고정하도록 하였다. 광센서와 근접센서 역시 전원과 제어선은 모두 단자대와 연결되어 있고 학습자는 단자대간 회로 배선만 할 수 있도록 하였다.

Table 4의 학습 프로그램 리스트에서 1에서 5 단계까지는 초급 수준으로 AC 전원 공급 방법과 제어용 릴레이의 사용법을 학습하여 논리회로 구성과 자기유지회로를 학습하도록 하였다.

모든 단계에서는 컨트롤 스위치와 파일럿 램프를 공통적으로 사용하도록 하였으며 Table 4의 6에서 12 단계는 중급의 수준으로 제어 모듈, 출력으로 램프와 모터, 그리고 입력으로 센서를 활용한 전기 시퀀스 제어 학습이 가능하도록 하였다.

마지막으로 13에서 15단계에서는 모터의 정역회전 제어 회로와 비상정지스위치 응용 회로 그리고 무접점 릴레이의 사용 방법을 학습하도록 구성하였다.

Table 4. The list of programs for electrical sequence learning

Step	Title	Module	Level
1	AC Power self holding circuit	Power	Low
2	Pilot lamp ON circuit using a push button switch	Control	Low
3	Logic circuit configuration for AND, OR, NOT	Control	Low
4	Logic circuit configuration for NAND, NOR	Control	Low

5	Self holding circuit using a relay	Control	Low
6	Motor forward and reverse motion using a interlock circuit	Control Motor	Middle
7	Motor motion using a timer	Control Motor	Middle
8	Pilot lamp ON/OFF/flicker operation using a timer	Control Lamp	Middle
9	Counter application circuit from photo sensor input	Control Sensor	Middle
10	Counter application circuit from a proximity sensor input	Control Sensor	Middle
11	Auto and manual motor operation with PB switch	Control Motor	Middle
12	Lamp and buzzer operation from photo sensor input	Control Sensor	Middle
13	Motor forward and reverse motion using a timer	Control Motor	High
14	Emergency stop application circuit with EMO	Control	High
15	Motor forward and reverse operation with solid state relay	Control Motor	High

### 3. 결론

본 논문을 통하여 국가직무능력표준(NCS)에서 제시하는 12,848개의 능력단위에서 전기 시퀀스에 관련된 7개의 능력단위를 바탕으로 신입직원이 산업체에 입직하였을 때 전기 시퀀스 학습이 가능하도록 장치를 개발하였다. 또한 기존의 실습 장치에서 사용하던 바나나 플러그 회로 연결선을 현장에서 사용되는 원터치 단자재로 변경하였고 광센서와 무접점 릴레이를 전기 시퀀스 부품으로 사용하여 차별화하였다.

본 논문에서 개발된 전기 시퀀스 학습장치는 파워 모듈, 컨트롤 모듈, 센서 모듈, 모터 모듈, 제어 스위치와 파일럿 램프 모듈로 구성되었으며 각 부품의 개수는 각각 44, 47, 23, 1, 28개였으며 단자대와 연결하여 3개의 수준으로 구성된 학습 프로그램의 15개의 주제에 따라서 결선하도록 구성하였다. 본 학습 장치를 통하여 전기 시퀀스를 활용하는 직무를 가진 산업체에 입사할 때 기술 습득 기간을 단축시킬 수 있을 것으로 사료된다.

### References

[1] Korea Research Institute for Vocational Education & Training, [www.ncs.go.kr](http://www.ncs.go.kr), Learning modules code number LM1601020703\_16v1, Metal material

manufacture equipment and Analysis of electrical & instrumental control drawing plan, pp. 26, 2016.

- [2] Human Resources Development, [www.ncs.go.kr](http://www.ncs.go.kr), NCS competency unit code number 19010870411\_20v3, 2020.
- [3] Chungpa EMT, [www.chungpaemt.co.kr](http://www.chungpaemt.co.kr), Electrical Sequence Control Trainer CPS-3100A.
- [4] Korea Research Institute for Vocational Education & Training, [www.ncs.go.kr](http://www.ncs.go.kr), Learning modules code number LM1903060307\_14v1, The electrical sequence design of semiconductor equipment, pp. 16, 2014.
- [5] Y. J. Jeong, G. Y. Sim, H. C. Jo, G. Y. Song, J. Y. An, Electrical & Electronic Materials (E2M), Vol. 29, pp.16-27, 2016.
- [6] J. W. Hur, B. C. Shin, J. Kor. Soc. Manufact. Pro. Eng., Vol. 14, No. 2, pp 99-104, 2015.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.14775/ksmpe.2015.14.2.099>

**이 호 덕(Ho-Duck Lee) [정회원]**



- 1996년 2월 : 서울과학기술대학교 산업대학원 제품설계금형공학과 (공학석사)
- 2004년 7월 ~ 2006년 1월 : (주) 디이엔티 설계실장
- 2006년 2월 ~ 2012년 2월 : 인베니아(주) 기술연구소 수석연구원
- 2018년 12월 ~ 현재 : 한미르(주) 기술부 이사

<관심분야>  
반도체, 나노테크놀러지, 디스플레이

**이 호 진(Hyo-Jin Lee) [준회원]**



- 2020년 9월 : 울산과학기술대학교 전기전자공학부 L:INC+ 설비보전인재양성과정 프로그램 참여
- 2017년 3월 ~ 현재 : 울산과학기술대학교 전기전자공학부 반도체응용전공 재학중

<관심분야>  
반도체 제조, 반도체공정장비

**김 병 희(Byeong-Hee Kim) [준회원]**



- 2020년 9월 : 울산과학기술대학교 전기전자공학부 L:INC+ 설비보전인재양성과정 프로그램 참여
- 2019년 3월 ~ 현재 : 울산과학기술대학교 전기전자공학부 반도체응용전공 재학중

<관심분야>  
반도체 제조, 반도체공정장비

**김 성 진(Sung-Jin Kim) [준회원]**



- 2020년 9월 : 울산과학기술대학교 전기전자공학부 L:INC+ 설비보전인재양성과정 프로그램 참여
- 2017년 3월 ~ 현재 : 울산과학기술대학교 전기전자공학부 반도체응용전공 재학중

<관심분야>  
반도체 제조, 반도체공정장비

**김 도 영(Doyoung Kim) [정회원]**



- 1999년 2월 : 성균관대학교 전기전자컴퓨터공학부 (공학석사)
- 2004년 2월 : 성균관대학교 전기전자컴퓨터공학부 (공학박사)
- 2004년 8월 ~ 2008년 9월 : 삼성 SDI 책임연구원
- 2011년 3월 ~ 현재 : 울산과학기술대학교 전기전자공학부 교수

<관심분야>  
반도체제조, 반도체공정장비, 스마트 팩토리