

# UL 8750 LED Power 규격에 대한 개요 및 규격 인증을 위한 시험 방법 이해

이상훈 (한국승강기대학 승강기전기설계과 전임강사) · 박성준 (전남대학교 전기공학과 부교수)

## 1 서론

### 1.1 조명용 LED System 기술 동향

현재의 고출력 LED (Light Emitting Diode)는 긴 수명시간, 적은 유지보수 비용, 그리고 고효율의 특징으로 차세대 조명 소자로 각광받고 있다. 더욱이 오염물질이나 유해가스 배출 등이 없으며, 수은을 사용하지 않는 광원이기에 친환경적인 면에서도 그 위치가 두드러진다. 여기에 LED 조명 확대의 가장 큰 걸림돌이었던 초기 구매비용이 기술 개발로 점차 낮아지면서 백열등이나 할로젠등을 전면 대체할 날도 머지않았다. EU와 미국 등을 중심으로 백열등을 LED로 대체하려는 정책 수립도 잇따르고 있다. 호주와 뉴질랜드는 2010년부터 에너지 효율이 낮은 백열등 사용을 전면 금지한다. 미국과 캐나다도 2012년부터 100(W) 이상, 2014년부터 40(W)급 이상의 백열등 사용을 금지하기로 했다. EU 소속 27개 회원국은 2012년까지 백열등 사용금지 법안에 합의했다. 국제환경보호단체인 그린피스는 6억5000만개의 조명기기 중 98[%] 이상이 백열등인 인도에 대해 에너지 효율이 높은 조명으로 전환할 것을 권고하기도 했다. 한국은 2015년까지 조명광원의 30[%]를 LED

로 전환한다는 'LED조명 15/30 프로젝트'를 수립해 추진 중이다[1].

발광 다이오드(LED; Light-Emmitting Diode)의 기술 동향을 살펴보면 현재 제품화되고 있는 LED는 GaAlAs, AlInGaP, AlnGaN 등 3-4족 혼정반도체(3원,4원)재료를 이용하여 제작되고 있다. 최근에 이것들의 반도체 에피택셜 성장기술과 발광소자 프로세스 기술이 급속도로 진보하여 전기에서 빛으로의 변환효율이 매우 높은 가시광 LED가 개발됐다. 특히 적색에서 청색에 있어서는 매우 높은 광도를 갖는 표시용 고체광이 실용화될 수 있게 되었다. 따라서 LED용 기능은 표시(보는 빛, 유도하는 빛)에서 조명(비추는 빛)으로 변하여 종래의 백열전구, 형광등과 같은 조명특성을 가지는 고체광원 기구로 변모해가고 있다[2]. LED를 이용한 조명 시스템의 기술동향을 살펴보면 LED를 이용한 조명용 광원을 구성할 경우 LED 자체가 점광원이므로 면광원 구성을 위해서는 많은 수의 LED Array 구성이 필요하다. LED Array 구성에 있어 직 병렬 구성 및 조합은 직류 공급 장치의 출력 사양을 결정하는 중요한 요인이 된다. LED 직 병렬 구조에 영향을 미치는 요인은 광원의 광출력 특성 및 배광특성이외에도 규격의 제한 사항이 존재 한다.

LED 조명 이전의 조명 제품들은 사람과 밀접한 연관이 있는 제품으로서 대부분 강제인증 대상 품목으로 지정되어 국가에서 관리되어왔다. 이에 차세대 친환경 조명용 광원인 LED 조명시스템 또한 현재 기존 광원에서 재정된 규격을 토대로 다양한 인증제도를 재정해 나가고 있다. 본고에서는 LED 조명시스템 개발 시 고려되어야 할 규격에 대한 동향을 살펴보고 국내에서 생소한 UL8750에 포함된 조명용 LED Power 규격인 UL1310 UL1012에 대한 규격 소개와 인증을 위한 시험방법을 소개하여 제품 설계 시 UL에서 제시한 규격 요구사항이 설계 단계에서부터 제품에 반영될 수 있도록 하고자 한다.

## 2. 조명용 LED Power 규격(UL8750)

### 2.1 각 국 조명용 LED System 규격 동향

조명용 LED System에 대해 UL에서는 크게 LED Package, LED Array, LED Module, LED Control Module로 구분지어 정의한다.

#### LED PACKAGE (NEMA revised)

An assembly of one or more LED die that contains wire bond connections, possibly with an optical element and thermal, mechanical, and electrical interfaces. The device does not include a POWER SOURCE and is not connected directly to the branch circuit.

#### LED ARRAY - (NEMA revised)

An assembly of LED packages on a printed circuit board, possibly with optical elements and additional thermal, mechanical, and electrical interfaces. The device does not contain a POWER SOURCE and is not

connected directly to the branch circuit.

#### LED MODULE - (NEMA revised)

A component part of an LED light source that includes one or more LEDs that are connected to the load side of LED power source or LED driver. Electrical, electronic, optical, and mechanical components may also be part of an LED module. The LED module does not contain a power source.

#### LED CONTROL MODULE -(NEW)

electronic circuitry interposed between the POWER SOURCE and an LED ARRAY to limit voltage and current, dim, switch or otherwise control the electrical energy to the LED ARRAY

출처- UL LED Summit Roadshow

앞서 살펴본 UL에서 정의한 조명용 LED System에 대한 각 Part 별 적용 규격 동향은 그림 2와 같다. 그림 2는 미주, 유럽, 한국, 동남아에서 적용되는 조명용 LED 제품에 대한 각 Part별 적용 규격을 나타내고 있다. 미주 지역은 미국(UL)과 캐나다(CSA)로 나누어진다. 미국과 캐나다의 경우 조명 제품은 강제인증 대상 품목으로서 제품안전규격을 적용받는다. 조명용 LED system의 Power part는 UL1310, UL1012, UL60950-1, UL935를 적용받는다. 각 규격은 Power의 용량 및 사용자에게 노출되는 출력전압의 크기에 따라 달라지며, 특히 출력전압의 경우 LED 모듈의 직병렬 조합에 영향을 미치는 중요한 설계 사양이므로 제품 설계 시 반드시 반영되어야 한다.

국가	Safety (제품 안전규격)			EMC (전자파 규격)	Energy (대기전력)
	AC/DC, DC/DC Driver	LED Module	LED Luminaries		
미국 (미국 UL, 캐나다 CSA)	UL8750, UL1310(Class 2), UL1012(Non-Class2), or UL60950-1 (LPS), UL935 CSA No.223 & 60950-1	UL8750 (LED Driver)	UL1599(General)등 약 45개 규격, Application별 다양 CSA No.250 & 207(강제)	FCC Part 1518	Energy star Ver.1.0
유럽 (TUV SUD (NEMKO)노)	IEC61347-1, IEC61347-2-13	IEC62471, IEC60825-1	EN60598-1, EN60598-2-1 or EN60598-2-2	IEC61547, IEC1000-3-2, IEC1000-3-3, EN55015	Energy Star
한국 (KTL, KETI)	K61347-1 (General) K61347-2-2 K61047 (성능요구조건)	K60598-1 (General) K60598-2-1 (일반용, 가로등용, 원내용 등 적용규격 다양)		K61547(EMC내성) K60015 (전자기 적합성)	고효율 기가재 인증
상기들 (PSB)	단품으로 수출시 인증대상	천장 분박이식, 비강제 LED Downlight용: 강제		N/A	N/A

그림 1. 각 국 조명용 LED System 규격 동향

LED Module의 경우 2008년에 기존의 조명 규격을 토대로 재정의된 UL 8750을 적용 받는다. LED Luminaires의 경우 일반 Luminaires의 경우 UL1598을 적용받으며 Luminaires의 종류에 따라 UL153(Potable Luminaires), UL1573(Stage and Studio Luminaires), UL48(Signs), UL924(Emergency Lighting & Exit Signs), UL676(Submersible Luminaires) 등과 같은 15종의 UL 규정들을 적용 받게 된다. 전자파 규격의 경우 가전제품에 적용되는 FCC Part 15/18을 적용 받는다. 미주는 조명용 LED system에 대해 고효율 인증을 의무화하고 있으며 Energy star에서 요구하는 사양을 만족하여야 한다. 대표적으로 Module/Array의 경우 가정용 실내용은 25,000 시간, 가정용 실외용은 35,000 시간, 모든 상업용은 35,000 시간 (초기 성능의 70[%]를 유지해야함)을 만족해야 하며 Power의 경우는 PF(Power Factor)를 가정용의 경우 0.7 이상, 상업용의 경우 0.9 이상을 만족해야 한다. 또한 최소 동작온도의 경우 -20[°C] 이하를 만족해야 한다.

유럽의 경우 기존의 조명 규격을 개정하여 조명용 LED System에 적용하고 있다. Power의 경우 IEC 규격인 EN61347-1, EN61347-2-43을 적용받으며, LED Module의 경우 IEC62471, IEC60825-1을 적용받으며, LED Luminaries

의 경우 EN60598-1, EN60598-2-1 또는 EN60598-2-2를 적용 받는다. EMC 규격의 경우 IEC61000-3-2의 Class C등급을 적용 받는다.

한국의 경우는 유럽의 IEC 규격을 도입하여 적용하므로 CE 규격 취득 시 KS 인증을 같이 취득할 수 있다. 현재 1단계 추진 대상 품목인 컨버터 내장형 LED램프(백열전구 대체용), 컨버터 외장형 LED램프(할로젠 램프 대체용), 매입형 LED 등기구, LED 비상유도등기구(비상 형광등기구 대체용)에 대한 KS 인증 제도가 도입되었으며, 2단계로는 매입형 및 고정형 LED 등기구, LED 모듈 전원 공급용 컨버터, 이동형 LED 등기구, LED 센서 등기구, LED 가로등 및 보안 등기구, 문자 간판용 LED 모듈에 대한 KS 표준을 추가로 제정하였다. 2단계로 제정된 LED 조명기기의 경우 제품에 적용 시 주의 깊게 살펴봐야 할 몇 가지 사항들이 있다.

LED 모듈 전원 공급용 컨버터의 경우 출력 전압 및 출력 측 커넥터를 규정하였다. 출력전압은 12[V], 24[V], 48[V], 60[V], 120[V] 250[V]로 규정하였다. 그러나 이 출력전압은 모든 컨버터에 해당되는 것은 아니며, 범용 컨버터가 아닌 제조자가 LED 조명기기를 설계함에 있어 출력전압이 바뀔 수 있는 일체형 및 내장형 컨버터의 경우에는 해당되지 않는다. 또한 출력 방식이 정전류 방식일 경우에는 해당되지 않는다. 따라서 아직은 LED 구동 드라이브를 포함한 Power Module의 경우는 강제 인증 규격 대상이 되지 않는다. 만약 Power의 출력방식이 정전압 방식이라면 출력전압도 위에서 언급한 전압으로 바뀌어야 하는 어려움이 있다.

LED 가로등 및 보안등기구의 경우 일반 실내 조명이 아닌 실외 사용하는 도로조명에 포함된 제품이므로 도로조명 기준과 설치 높이를 규정한다. 이에 우리나라에서는 아직 실측 시험장소가 없기 때문에 Goniometer에서 측정된 배광 데이터 값을 토대로 생성된 IES 파일을 이용하여 시뮬레이션 프로그램

(리스크)으로 LED 가로등의 평균노면조도 및 조도 균제도값을 얻을 수밖에 없다. IES 파일을 이용하여 시뮬레이션 프로그램을 이용하는 것은 원래부터 각 지자체 및 수요처에서 대부분 사용해왔던 방식이다. 설치 높이는 LED 가로등은 8[m], 10[m], 12[m]로 규정하였고, LED 보안등은 4[m], 5[m], 6[m]로 규정하였다. 이는 기존에 설치된 가로등 및 보안등의 설치 높이를 토대로 규정하였으며, 현재 각 지자체 및 수요처마다 가로등 및 보안등의 설치 높이가 각각 다르기 때문에 이를 통일함으로써 보다 효율적인 관리가 가능하게 된다.

동남아시아 및 호주의 경우 조명용 LED system에 대한 규격 적용대상이 서로 상이하어 규격특성이 신중한 선택이 필요하다. 싱가포르의 경우 Power에 경우 Set가 아닌 Power 단품으로 수출시에는 Power 자체는 강제인증 대상 품목으로 지정되어 있다. LED Module 및 LED Luminaires의 경우 제품의 종류에 따라 인증대상 품목이 다르다. 천장 붙박이식의 경우는 아직은 비강제 인증 대상 품목으로 지정되었다. 하지만 LED Downlight용의 경우 강제 인증 대상 품목으로 지정되어 규격인증이 필요하다. 호주의 경우도 싱가포르와 비슷하여 Power 단품으로 판매시는 강제 인증 대상 품목으로 지정되어 규격 인증이 필요하다. 그러나 천장 또는 벽 매입형 LED Luminaries와 Power가 일체된 제품의 경우 비강제 인증 대상 품목으로서 규격 인증 없이 수출이 가능하다.

## 2.2 UL8750 LED Power 규격 개요

앞서 조명용 LED System에 대한 국 내외 규격 동향에 대해서 살펴보았다. LED 조명 시장의 경우 미국이 세계 최대 규모이며, 미국의 LED 시장은 '08년 11.9억 달러에서 연평균 159(%) 성장세를 지속해 '13년에는 30.8억 달러에 이를 것이며 조명용

LED 분야는 '08년 대비 400(%) 이상 성장할 것으로 전망하고 있다. 이러한 지표는 조명용 LED 광원의 미주로의 수출의 필요성을 대변하고 있다. 그러나 미국은 다른 나라에 비해 일찍 LED 조명제품에 대한 안전규격인 UL8750을 제정하여 안전인증 획득을 필수로 요구하고 있으며 LED 조명제품의 활성을 위한 Energy star 인증을 '09년부터 시행 중에 있다. 본고에서는 UL8750에서 요구하는 Power 규격인 UL1310과 1012에 대한 소개와 시험 요구사항을 소개하고자 한다.

현재 LED 조명 시스템을 위해 UL에서는 기존의 조명 규격 정리한 UL 8750을 제정하고 시행하고 있다. UL8750 Power supply 요구사항을 정리하면 다음과 같다.

- Power supplies evaluated to :

- UL1310 < Class 2 power limited
- UL1012 > Class 2
- UL60950 SELV, EVL, LPS

SELV(Safety Extra Low Voltage), ELV (Extra Low Voltage), LPS(Low Power System)

- Transformers evaluated to :

- UL1585 < Class 2 power limited
- UL1411 Either
- UL506 or UL1561 > Class 2

- Mechanical (UL1310 & 1598)

- Enclosure & barriers
- Conductor protection
- Strain Relief

- Electrical (UL879, 879A, 935 & 1310)

- Accessibility
- Input/Output Connection & Terminals
- Internal wiring
- Insulating materials & PWB's
- Spacings

- Protective Devices
- Performance Tests
  - Input
  - Normal Temperature Test
  - Dielectric Withstand
- Abnormal Test(UL1310)
  - 50(w) Power measurements
  - Unreliable Component fault

UL에서는 적용 부하에 따라 Power 등급을 그림 2와 같이 분류하고 있다. UL8750에서 LED 구동을 위한 전원장치에 적용되는 규격은 UL1310과 UL1012이며, UL1310의 경우 Class 2의 전원등급을 요구하고 있다.

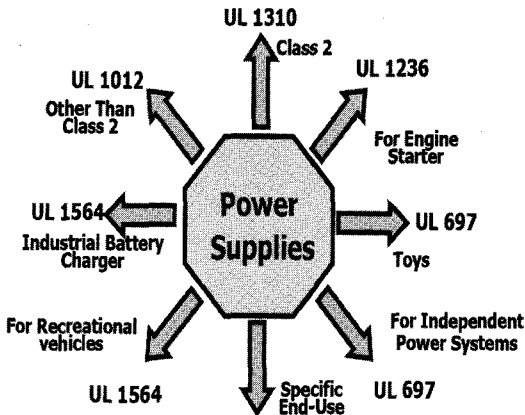


그림 2. UL에서 지정한 Power 등급

UL 1310을 간략히 정리하면 다음과 같다.

- AC 공급전압이 150(Vac) 이내의 실내/외용 Power supply 또는 Battery chargers
- AC 공급전압이 120(Vac) 또는 240(Vac) 15(A)에 바로 연결하여 쓰는 Class 2 Power Units
- AC 공급전류가 15(A) 또는 20 Aac인 콘센트에 코드를 꼽아 쓸 수 있는 Class 2 Power

Units

- Input power <660(W)
- 이러한 제품은 National Electric Code, (ANSI/NFPA70)에 의거하여 Class 2 Power Level을 부착한다.

UL1310에서 제시하는 Class 2 전압은 전압과 전력용량이 제한된 전원을 지칭하며 용량의 경우 100(VA) 미만으로 제한하며 사람이 접촉할 수 있는 환경의 전원에 대해 미국의 경우 정형파 및 비정형파 AC의 겨우 42.4(Vpk) 이하를 요구하고 있으며, DC 전압의 경우 60이하를 요구하고 있다. 또한 누설 전류의 경우 0.5(mA) 이하를 요구하고 있다. 캐나다의 경우 출력 전압의 형태와 무관하게 42.6(V)이하를 요구하고 있으며, 누설전류의 경우 0.5(mA) 이하를 요구하고 있다. 또한 유럽에서 사용하고 있는 SLEV의 경우 출력 전압 120(V) 미만을 요구하고 있다. 따라서 LED 조명 시스템 구동을 위한 Power Unit의 경우 출력전압이 제한적이다. 따라서 규격적 요구사항을 만족하는 LED 조명용 직류공급 장치 설계를 위해서는 저 전압 대 전류 형태의 직류공급 장치 설계가 필요하며 이에 따라 광원의 형태도 규격이 허용하는 출력전압 범위의 직렬연결 군(이것을 1채널이라 정의함)을 다시 병렬군으로 조합하고 효과적인 시스템 제어를 위해 각 채널의 전류를 제어할 수 있는 형태의 다 채널 LED 구동 Driver를 설계해야 한다. 그림 3은 각 Power stage에 대한 규격 등급을 나타낸다. 그림에서 나타낸 Power stage는 다채널 조명용 LED system에서 일반적으로 사용되는 Power module을 나타낸다. LED 구동 드라이브를 제외한 Power module의 경우 용량이 100(VA)를 넘지 않을 경우 Class 2 Power Unit 사용을 요구하고 있으며 100(VA) 이상 1000(VA) 이하의 경우 Class 1 Power Unit 사용을 요구하고 있다[3].

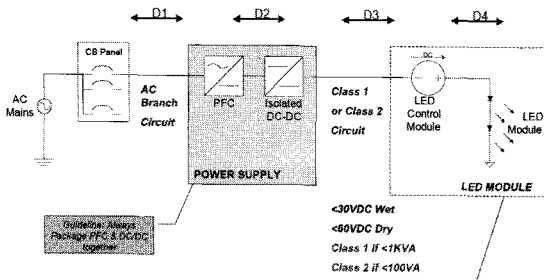


그림 3. 각 Power Stage에 대한 규격 요구 등급

### 2.3 UL8750 LED Power 규격 시험

UL 8750 규격 인증을 위한 조명용 LED Power 시험은 UL1310에 시험에 의거하여 시험을 실시한다. UL 8750 시험항목은 다음과 같다.

1. Available Power Analysis  
(Trans 2차회로 50[W] Power determination시험)
2. 누설전류 시험(UL1310 & UL935, As received)
3. 내전압 시험 (As received)
4. 내습시험(168Hr, UL935)
5. 내습 후 누설전류 시험
6. 내습, 누설전류 시험 후 내압시험
7. Maximum output voltage(60[Vdc])
8. Maximum Input voltage(660[W])
9. Output current and power test
10. Full-load output current test
11. 부품 온도 시험
12. 부품고장 시험(부품 Short, Open)
13. Output loading test(15 Day s/c 시험)
14. Trans Burnout test
15. PCB bare board pattern간 내전압 시험
16. Trans Insulation 내전압 시험
17. Capacitor stored energy test
18. Pattern間 동작전압 측정 및 절연거리 검토

### 19. 구조검토 및 Mechanical test(250N)

여기서 1번부터 18번까지는 화재 및 감전에 대한 위험성 검증항목으로 구분되며 19번 항목은 기구안 전성(상해)에 대한 검증항목이다.

그림 4는 UL8750 규격 시험을 위한 Test 전압을 나타내고 있다. 미국의 전력망은 국가가 관리하지 않고 자가 발전사업이 가능하므로 전원체계가 단상인 경우120[V], 240[V], 277[V]가 존재한다. 따라서 넓은 Rated Voltage 범위를 요구하므로 Rated Voltage에 따른 Test Voltage를 정하여 시험을 실시한다.

Rated Voltage	Test Voltage
110-120	120
121-219	Rated Voltage
220-240	240
241-250	Rated Voltage

그림 4. Class 2 Power Units Tes 전압조건

다음은 주요 시험 항목들을 정리하여 나타내었다.

시험항목	LED Power 규격 (277Vac)
입력소비전류	Label상의 전류 표기(특정값 90%이상)
부품온도 시험	시험장소: 60도, 무풍 Chamber
내전압 시험	1554Vac; 1min. (1000+2U.U:입력전압) (초기, 누설전류, 내습, 부품고장 시험등 전기적 시험 완료 후 내압시험 실시)
내습시험	1. 습도: 88±2% 2. 온도: 32±2도 3. 시간: 168hr
누설전류	1. 시험전압: 277Vac/60Hz 2. Spec.: < 0.75mA or 0.5mA ( AC Line(L or N) Open후 시험)
최대출력전압	출력전압: < 60Vdc, 42.4Vdc (CSA) (Class 2 전압 만족 필수)
Transformer Burnout test	1. 최대 Input A/Output A에서 7hr 시험. 2. 최상의 결과 도출(화재, 감전, 상해, 폭발등)
부품고장 시험	1. 부품 Short/Open 후 출력전압 60Vdc이하 2. 화재, 감전, 상해, 폭발 위험 없을 것

시험항목	LED Power 규격
Transformer 절연저 내압시험	Method A(실온): 5000Vac, 1분 Method B(내습 후): 3000Vac, 1분
Output loading (S/C) 시험	1. 시험 조건 - 출력(+, -) Short circuit 2. 시험기간: 15 Days 3. 온도측정 부분 a) Transformer coil, core, Case 외부면
절연거리 적용	1. 절연 적용 구분 없음(기본, 부가, 강화절연) 2. 1차, 2차 Pattern 포함, Pattern-Pattern 사이 동작전압 측정 (시험항목 過多) 3. 절연거리 미달 부분: Pattern short 시험 대체 4. 전압대별 거리: Opening 유, 무에 따라 상이 ~250Vrms: > 2.5mm ~300Vrms: > 3.2mm ~400Vrms: > 4.0mm
50W Power 측정 (Trans 후단)	1. Trans 후단: 50W 이하 시 - OK 2. Trans 후단: 50W 초과시 a) Pattern간 내압 Pass (Bare board) or b) 절연거리 유지(~150Vrms, >0.3mm)

시험항목	LED Power 규격
EMI	EN55015, Class A 1. Conducted emission(9KHz-30MHz): 3M 2. Radiated emission(9KHz-30MHz): - 직경 2m loop antenna 사용
EMS	1. Harmonics 규격 (EN61000-3-2) - Class C limits(조명 제품) (Power factor > 0.9) 2. EMS: EN61547:2000

시험항목	LED Power 규격
Power factor	• Residential(주거용): ≥ 0.70 • Commercial(상업용): ≥ 0.90
대기전력	-

그림 5. 주요 시험 항목별 분석

### 3. 결 론

현재 조명용 LED System은 에너지 절감, 환경보  
고, 신산업의 일자리 창출 등 차세대 핵심 산업으로  
부각되면서 미국, 중국, 일본을 비롯한 세계 각국에서  
신성장동력 산업으로 경쟁적으로 추진해 나가고 있  
다. 이에 따라 세계 각 국은 조명용 LED System의  
성능향상과 표준화 작업의 일환으로 각 제품에 대한

규격 제정을 서두르고 있다. 이에 조명용 LED  
System을 생산 하는 업체들은 각 국에서 제정하는  
규격을 제품 설계 단계부터 적용하여 개발하여야만  
한다. 본고에서는 국내에서는 생소한 UL8750  
Power 규격인 UL1310 에 대한 규격 개요와 규격  
인증에 필요한 규격 시험 방법들을 소개함으로써  
UL8750 Power 규격에 대한 이해를 돕고자 하였다.

### 참 고 문 헌

- (1) 굿모닝신한증권(주) “ LED 조명” 시장동향서, 2009.
- (2) LED 조명기술의 최신동향(하)“, 월간 전기기술, 2006.
- (3) F. Welsh and R. Advisors, “USDOE SSL 2009 Multi-Year  
Plan : Technology R&D”, 2009 DOE Solid-State Lighting R&D  
Workshop: Transformations in Lighting.

### ◇ 저 자 소 개 ◇



#### 이상훈(李相勳)

1974년 8월 11일생. 2000년 경성대  
학교 전기공학과 졸업. 2006년 부산대  
학교 메카트로닉스협동과정 졸업(박사).  
2002년~2004년 9월 KT전기 기술  
연구소 주임연구원. 2007~2009년 삼성  
전기 Power 사업팀 책임연구원. 2010년~현재 한국  
승강기 대학 승강기 전기설계과 전임강사.



#### 박성준(朴晟濬)

1965년 3월 20일생. 1991년 부산대  
전기공학과 졸업. 1993년 동 대학원  
전기공학과 졸업(석사). 1996년 동 대  
학원 전기공학과 졸업(박사). 2002년  
동 대학원 지능기계공학과 졸업(박사).  
1996년 3월~2000년 2월 거제대학 전기과 조교수.  
2000년 3월~2003년 8월 동명대학 전기공학과 조교수.  
2003년 8월~현재 전남대학교 전기공학과 부교수.