

가정용 DC 조명

김태영 | 스마트홈사업부 HDC아이콘트롤스(주)



1. 서 론

HDC 아이콘트롤스(주)가 개발한 Connected Lighting System(이하, 커넥티드 라이팅 시스템)은 전등(조명)의 전원을 기존 교류(AC)방식에서 직류(DC)로 통합 공급하여, 배선과 결선을 간소화하고, 안정성을 증대시키며, 조명등과의 통신을 가능하게 하는 IoT 솔루션이다. 한국전력공사가 <DC배전 기술 개발 및 확대 기본 계획>에서 2020년부터는 실계통에 AC와 DC를 병

행 공급할 계획이라고 밝힌 것과 같이, 국내외에서는 신재생 에너지를 이용한 분산전원의 확대를 정책적으로 추진하고 있으며 향후 5년 내 직류기반 디지털 부하가 50% 이상 점유할 것으로 예상하고 있다. 이런 추세에 맞춰 당사의 DC배전을 활용한 커넥티드 라이팅 시스템은 향후 성장할 DC배전 시장에 대비하기에 적합한 시스템이다.

현재 신재생에너지와 같은 DC기반 발전원을 AC배전 계통에 연결하기 위해서는 DC를 AC로 변환해야 하는 DC/AC 인버터가 필요하며, AC로 변환된 전원은 디지털 부하를 사용하기 위

해 또다시 DC로 변경해야 하는 AC/DC 컨버팅 과정이 필요하다. 이때 변환 손실이 증가할 수밖에 없다. 조명 등에 사용하는 LED소자는 DC를 사용하는 전형적인 반도체 소자이다. 현재 공동주택에는 DC전원이 공급되지 않기 때문에 당사는 공동주택 세대 내에 DC중앙 공급 장치를 설치하여 저압 직류 배전을 통한 커넥티드 라이팅 시스템을 구현하였다. 본 고에서는 당사가 공동주택 최초로 개발한 커넥티드 라이팅 시스템에 대하여 소개하고자 한다.

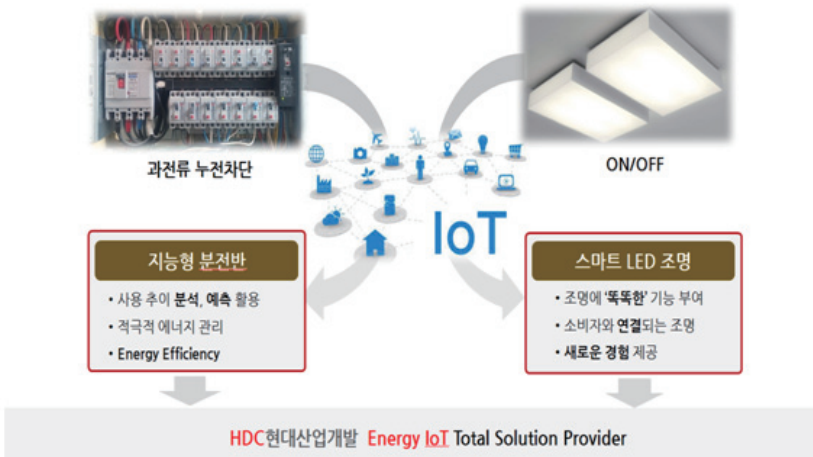


그림 1. 커넥티드 라이팅 시스템 개요

2. DC 배전과 스마트 분전반

2.1 가정용 DC 배전 개요

당사가 커넥티드 라이팅 시스템을 구현하기 위하여 첫 번째로, DC 인프라 구성이 필요하였다. 세대에 공급되는 220V 교류 전원을 조명용 DC 전원으로 전송하기 위하여 DC 공급장치가 필요했으며, DC 공급장치 선정에는 대용량에 대한 고효율, 전력품질, 신뢰성을 고려하였다. 또한, 일반 접점형 스위치로는 아크(Arc)와 같은 위험성이 발생하기 때문에 DC 전용 스위치를 개발하였고, DC전송 시 발생할 수 있는 전압강하를 고려하여 스위치 간의 케이블 선정과 스위치에서의 DC 전력을 제어하는 컨트롤러를 개발하였다.

두 번째로, 스마트 분전반과 연계하였다. 과거의 분전반은 단순히 누전차단기능을 위한 전력차단용 제품이었다면, 스마트 분전반은 전력차단뿐만 아니라 조명등을 포함한 모든 전력을 실시간으로 분석하고 통합 제어하는 지능형 분전반이다. 스마트분전반은 ELB, 통합전력제어기(APU 기능 탑재), DC APU, 에너지컨트롤러, DC 공급장치로 구성되어 있는데 통합전력제어기는 한전의 수요반응과 연계할 수 있도록 전력 차단 우선순위 설정 등 세부적인 전력 제어가 가능하며, DC 공급장치를 통해 홈네트워크 제품 및 커넥티드 라이팅 시스템에 DC전원을 공급한다. 분전반에 매입되는 주요 제품에 관한 내용은 다음 단락에서 소개하도록 하겠다. HDC아이콘트롤스(주)가 자체 개발한 스마트 분전반은 실시간 검침 및 지능형 자동제어 기능으로 실질적인 에너지 절감을 실현하고, 건축 시 배관/배선을 최적화할 뿐만 아니라 사용자에게는 스마트 LED조명으로 새로운 가치를 제공한다.

에너지컨트롤러는
세대 에너지를 총괄하는
중앙처리장치

2.2 스마트 분전반 구성 및 기능

스마트 분전반을 통해 우리는 평소 모르던 전력 사용의 세부적 내용을 알게 되며, 불필요한 에너지 사용을 줄여 에너지 절감을 유도할 수 있도록 가이드라인을 제시하고 직접적 제어 솔루션을 제공한다. 부하별 전력량 예측을 통해 누진세 예측, 시간대별, 실(ROOM) 등 다양한 에너지 사용 데이터 수집이 가능하며, 이는 개인정보동의를 통해 추후 개인별 데이터 기반의 맞춤형 서비스의 기초 자료로 활용할 수 있다. 다음으로 스마트 분전반을 구성하는 주요 제품의 기능에 대해 소개하겠다.

(1) 통합전력제어기

세대 내 제어가능한 대기전력차단콘센트(이하, 대기콘센트)를 제외한 에어컨, 욕실, 세탁기, 조명의 기타 전력을 통합 제어하는 장치이다. 대기콘센트 이외의 일반 콘센트에 대한 에너지 사용량을 검침하고 개별 제어기능을 수행한다.

(2) 에너지컨트롤러

에너지컨트롤러는 세대 에너지를 총괄하는 중앙처리장치로서 분전반 내부에 장착되며 각 실별 에너지미터와 통합전력제어기, DC APU 그리고 홈네트워크 시스템과 연동하여 세대의 전력뿐만 아니라 각 조명등을 파악하여 DC배전 조명시스템에 대한 상태를 실시간으로 원격 모니터링 할 수 있다

(3) DC APU(DC전력자동차단기)

스마트분전반에서 DC전력제어부를 담당하며 DC 공급장치의 입력전원과 DC부하측의 출력전원을 분석하여 안정적으로

표 1. 커넥티드 라이팅 시스템 구성 요소

커넥티드 라이팅 시스템 구성 요소	
스마트 분전반 5종	ELB, 통합전력제어기(비상전원 절체기능 탑재), DC APU(DC전력 차단기능 탑재), 에너지컨트롤러, DC 공급장치
에너지미터 2종	거실에너지미터, 침실에너지미터
DC 스위치	On/Off 전용 조명등용 스위치
대기전력차단콘센트 4종	거실통합수구 TV측, 거실통합수구 소파측, 침실통합수구, 대기콘센트
LED조명등제어부	LED조명등 컨트롤러

DC전력을 공급하는 역할로서 2개의 입력부와 2개의 출력부를 갖추고 있다

주요 기능으로는 첫째, DC 공급장치의 전원상태를 분석하여 고장 및 불량 예측을 통한 사전 조치가 가능하도록 한다. 둘째, 부하 측의 과전류 및 쇼트를 판단하여 자동 차단 및 복구하는 기능을 한다. 셋째, 1개의 DC 공급장치가 고장 나더라도 나머지 DC 공급장치를 이용하여 불편함이 없도록 전력을 공유한다. 이때 조명등은 DC 공급장치의 용량을 넘지 않도록 밝기를 자동으로 조절한다.

스마트 LED 조명은
커넥티드 라이팅 시스템의
주요 제품

밍값 변경을 통해 부드럽게 밝아지고 꺼지는 기능을 구현했다. 사용자의 기호에 맞게 밝기와 색상 변경이 자유롭게 가능하며 모델하우스에서 선보인 기본 모드는 기상, 집중, 독서, 취침 모드가 있다. 밝기 및 색상 변경은 조그다이얼이 있는 거실의 월패드, 각 실의 에너지미터와 스마트폰 앱을 통해서 제어할 수 있다. 스마트 LED 조명은 통신이 가능하여 스마트폰을 통해 집안 전체 조명제어와 주방과 거실을 묶어 한 개의 조명처럼 동작시킬 수 있다.

스마트 LED 조명은 단순히 색상과 밝기 변화만 가능한 조명이 아니다. 등기구에 내장되어있는 안정기를 분전반의 DC 공급 장치가 대체하면서 등기구의 두께가 슬림해져, 등기구 디자인의 새로운 영역이 가능해졌다.

또한, 스마트 LED 조명에 사용하는 케이블은 통신용 UTP 케이블이다. 형광등을 기준으로 조명 1회로를 켜기 위해서는 HIV 케이블 3개가 필요하고, 통신이 가능하기 위해서는 통신용 케이블 1개가 더 필요하다. 커넥티드 라이팅 시스템은 스마트 분전반 내부 DC를 공급하는 대용량 SMPS(DC 공급장치)를 적용하여 UTP 통신 케이블을 이용하여 전원과 통신을 동시에 전송한다. RJ45로 연결하는 구조로 AC 결선 공사없이 체결형으로 설치하고, 저압이므로 감전의 위험이 없다.

3. 스마트 LED 조명과 DC함을 위한 제품들

3.1 제품 개요

스마트 LED 조명은 커넥티드 라이팅 시스템의 주요 제품으로, 조명의 색온도(3000K~5700K)와 밝기가 자유롭게 변경되는 조명이다. 세대 내 DC 배전을 구현하기 위한 인프라로서 스마트 분전반을 개발하였다면, 스마트 LED 조명은 커넥티드 라이팅 시스템을 공동주택에 적용함으로써 사용자가 느끼는 가치를 극대화한 아이템이다. 이와 함께 세대에 설치되는 제품으로 거실/주방 에너지미터, 대기전력 차단 콘센트, LED 조명등 컨트롤러, DC 스위치 등이 있다.

3.2 스마트 LED 기능

스마트 LED 조명은 조명의 색온도(3000K~5700K)와 밝기가 자유롭게 변경되는 조명이다. 단순히 ON/OFF 기능만 가진 과거 조명에서 탈피하여 Fade In-Out 기능을 구현하여 빠른 디

3.3 주요 제품 기능

(1) 에너지미터

에너지미터는 주방, 안방, 침실에 적용하며 온도조절기, DC조명등, 대기콘센트를 연동하는 장치이다. 조그다이얼로 조명의 색온도와 디밍값을 조절하고 대기 전력 차단 콘센트는 무선으



그림 2. 2017 굿 디자인 어워드와 2018 red dot 디자인에 선정된 홈네트워크 제품

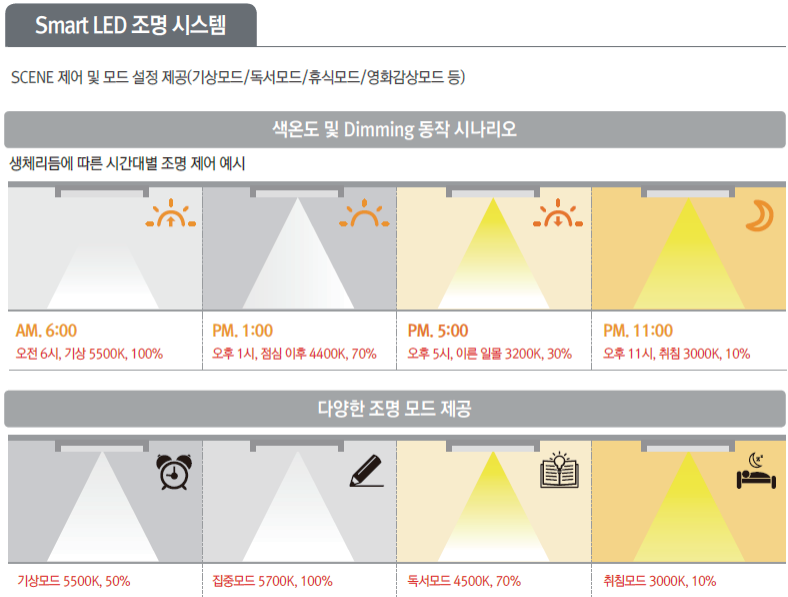


그림 3. 스마트 LED 조명 씬(모드) 예시

로 연결되어 실시간 전력 사용량을 모니터링하고 제어할 수 있으며 BLE기능으로 스마트폰을 이용하여 조명을 조절할 수 있다. 거실은 중앙등, 간접등, 복도등과 같이 다양한 조명을 별도의 조명스위치가 필요 없이 월페드를 이용하여 개별 또는 그룹으로 제어할 수 있다. 또한 조명등이 동작될 경우 조명등에 연결된 케이블 상태를 점검하고 조명 축의 전류와 온도를 분석하여 조명등의 안전 상태를 스마트분전반의 에너지컨트롤러에 통보하여 메인서버에 전달한다.

(2) 대기전력차단콘센트(대기콘센트)

거실통합수구, 침실통합수구, 대기콘센트, 일반콘센트로 구분되며 독립적으로 동작 가능하고 에너지미터와 무선통신으로 실시간 사용량 및 누적 사용량을 제공하는 대기전력자동차단콘센트이다. 과거 대기전력차단스위치를 통해 제어 하던 부분을 콘센트끼리 연결하는 직렬 구조로 변경하여 배관/배선을 절감하였고, 사용성을 고려하여 에너지미터와 무선통신을 통해 콘센트 제어 및 전력 사용량을 모니터링 할 수 있도록 설계하였다.


(3) DC 스위치

DC 스위치는 에너지미터와 연동되는 조명을 제외한, 욕실, 과

우더룸, 드레스룸, 발코니와 같이 스위치를 사용하는 조명등에 사용할 수 있도록 하는 DC전용스위치이다. 주요 기능은 DC전원 입출력, 조명등 부하 감지, Fade In-Out 신호를 출력하여 조명의 부드러운 ON/OFF가 가능하고, 부하 측 쇼트 및 과전류 차단, 조명등의 체결 상태를 감지하여 조명등이 없을 경우 전원을 자동 차단하도록 설계하였다.

4. 결 론

본 고에서 소개한 HDC아이콘트롤스(주)의 커넥티드 라이팅은 향후 사용자가 스스로 구성하여 사용할 수

있는 시스템을 구현하는 방향으로 확장하려고 한다. 또한, 현재 자체적으로 DC 전력을 세대 내 고가의 전력변환장치(AC/DC컨버터)를 통해 전송하여 DC배전을 구현하였지만, 이는 한전에서 DC전력이 공급될 경우 DC/DC컨버터만으로 바로 적용 할 수 있는 DC 부하단을 만들었다는 데에 의미가 있다. 향후 가정용 에너지 저장장치와 신재생에너지 발전원인 태양광 그리고 당사가 만든 DC부하 요소 기술의 결합을 통해 차세대 마이크로 DC 그리드라는 에너지 체계 변화를 선도하고자 한다. 

참고문헌

- [1] DC배전 조명 시스템의 안전성 및 전력품질 평가 산업자문 결과 보고서, 2017.05
- [2] 분전반 및 분전반을 포함하는 에너지 관리 시스템, 특허등록번호 10-1731349, 2017.04
- [3] DC조명모듈 및 이를 포함하는 조명시스템, 특허등록번호 10-1830643, 2018.02
- [4] 조명분전반 및 이를 포함하는 조명시스템, 특허등록번호 10-1839642, 2018.02