

A world map is centered in the background, rendered in a light blue color against a dark blue gradient. The map is surrounded by abstract light effects, including a bright lens flare in the lower right and a complex, multi-colored light pattern on the left side. The overall aesthetic is high-tech and futuristic.

# 철도신호등 LED적용에 따른 연동장치 최적화 방안 연구 중 간 보 고

연구원 기술연구소  
전기부

I. 추진배경

II. 연구추진 현황

III. 제품개발 방향

IV. 기타사항

## 1. 추진배경

- 열차속도 향상에 따라 투시거리 연장 및 전구형의 단점을 보완하고자 '03년 국가 R&D사업으로 개발 사용
  - \* 전구형 신호기 → LED형 신호기
  
- 취급자, 사용자, 유지보수자의 보완요청에 따라 추가기능 적용
  - \* 추가기능 : 주/야간 밝기, 그룹/삽입, 주부심 차단 기능 등.
  - 제어모듈(CPU) : 선로변 환경 노출 및 규격화 미흡으로 제조사별(5개사) 부품이 서로 상이 [물품 수급시 검수가 곤란]
  
- LED 제어모듈 불량으로 소등검지 계전기 동작하여 장애발생
  - \* 2010년 경영혁신과제 수행 : 적용성, 수용성, 활용성 구체화 미흡으로 실용화 실패

## 2. 연구개발 목표

구분	내 용	비고
성과목표	- 장애요인 최소화로 유지보수 및 건설비 절감에 기여	
세부지표	- LED 신호등 장애 감소, 제품의 간소화 , 제품개발방안 제시	
지표설명	- 2012년 대비 <b>장애감소율</b> - 제어모듈의 <b>간소화 여부</b> , 현장시험 후 <b>실용화</b> 가능성 평가	
지표측정 방법	- 제어모듈 기능 제거 여부, 실용화 여부(1차년) 측정 - 적용 이후 3년간 장애감소율 측정(2차년이후)	
검증 성과물	- 지표측정에 필요한 성과물 [보고서, 장애요인 분석, 초도품, 규격 개정, 실용화 방안제시]	

## 3. 연구개발 추진체계



## 4. 연구수행 내용

- 가. 소등검지회로 및 LED신호등 주요기능 분석
- 나. 소등검지 및 LED신호등 장애요인 분석
- 다. LED신호등 전류값 분석
- 라. LED신호등 및 소등검지 최적화방안 제시
- 마. 제품 개발방안 및 현장검증 방안
- 바. 신제품과 기존제품 인터페이스 방안 제시
- 사. 철도규격 개정(안) 제시
- 아. LED 신호등 활용화방안 제시 및 실용화 추진 계획서 제출

## 1. 소등검지 및 LED 신호등 주요기능 분석

### 가. 소등검지

#### ○ 소등검지 기능

- 유지보수를 위한 신호기 소등 **사전예고** 기능
- 하위신호 현시에 필요한 **소등정보제공** : 열차지연 방지 기능

#### ○ 소등검지와 열차운행

- 소등시 열차운행(역구내) : 절대정지 관제사 협의 후 해당구간 서행
- 소등시 열차운행(역간) : 일단 정지후 해당구간 서행

\* 현 기능 : LED 30% 소등시 검지 정보발생, 50% 소등시 소등 하위신호 현시

#### ○ 소등시 하위신호 현시 체계

구 분	R 현시	Y/Y 현시		Y현시	Y/G현시		G 현시
		Y1	Y		Y	G	
주심 소등시	R	Y/Y	Y/Y	Y	Y/G	Y/G	G
주부심 소등시	소등	R	R	R	R	Y	Y

## II. 연구추진 현황

### ○ 소등시 운전시간

- 소등시 운행 속도 [15km/h] 1폐색 운행시간 195초 + 제동시간

구분						
현시	소등	G	Y/G	Y	YY	R
운행속도	15km/h	150km/h	105km/h	65km/h	25km/h	0
폐색거리	800m	800m	800m	800m	800m	800m
운행시간	195초	19초	27초	44초	195초	정지

### ○ 소등시 후속신호기 신호현시 체계

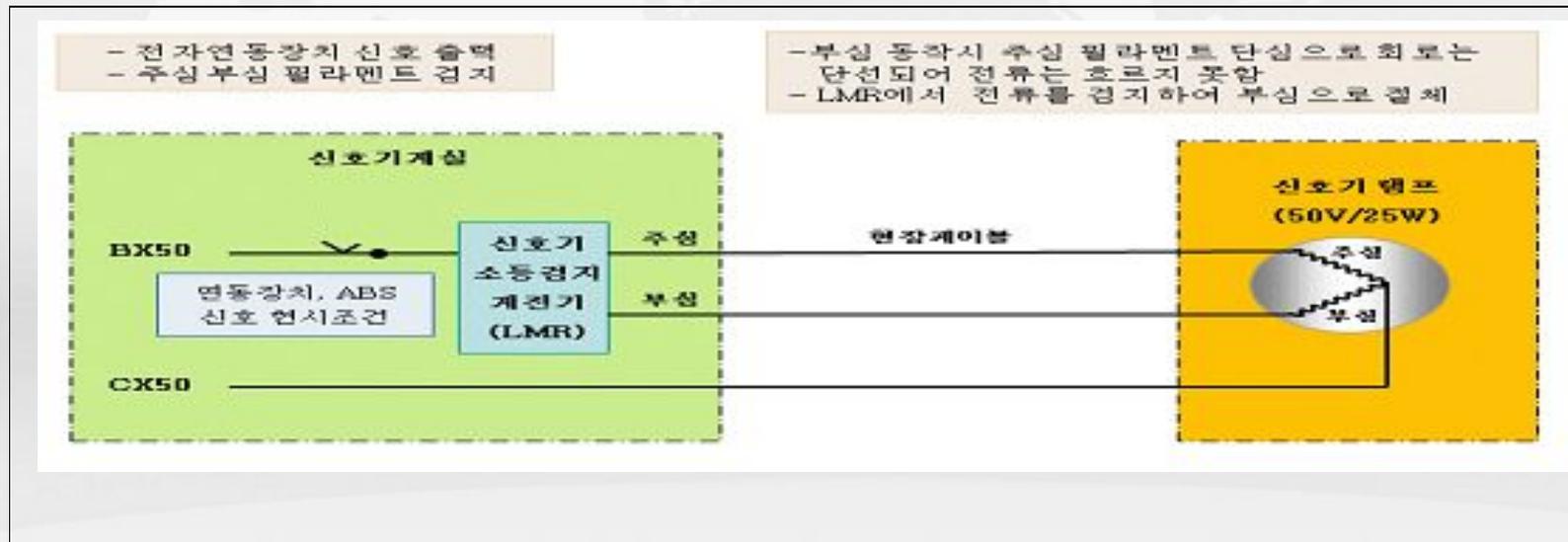
- 소등시 [3분 48초] 지연

구분						
소등시 속도	150km/h	150km/h	105km/h	65km/h	15km/h	150km/h
소등시 운행시간	19초	19초	27초	44초	195초	19초
정상시 운행시간	19초	19초	19초	19초	19초	19초

## II. 연구추진 현황

### ○ 전구형의 소등검지

- 전구와 동일 (Pilament가 주심, 부심으로 구성)



\* 주심 Pilament가 단선되면 부심 Pilament 점등

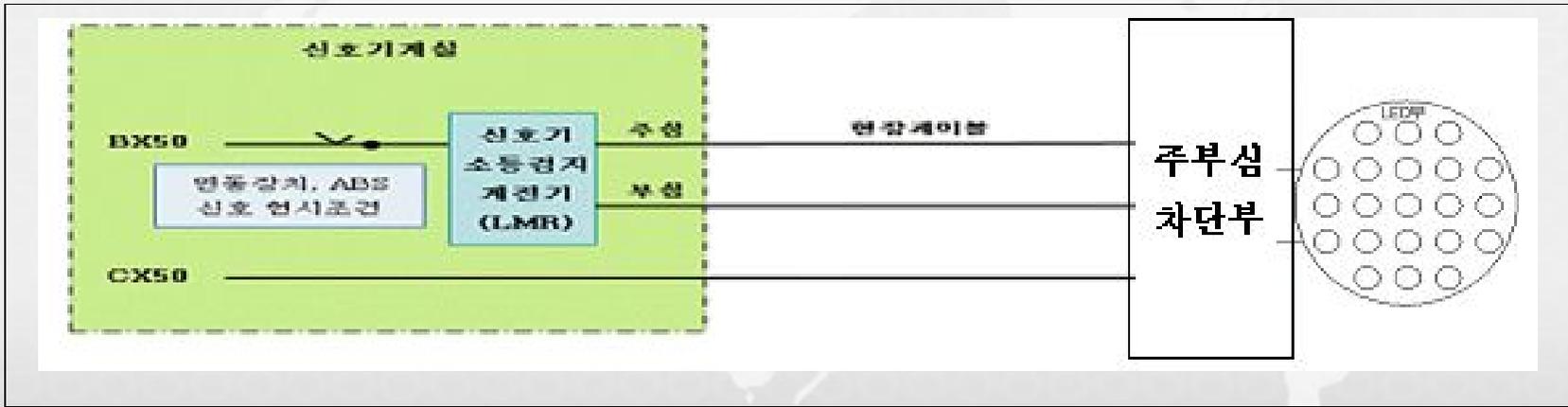
- 계전기실 소등검지계전기(LMR)가 전류유무 검지



## II. 연구추진 현황



### ○ LED형 소등검지

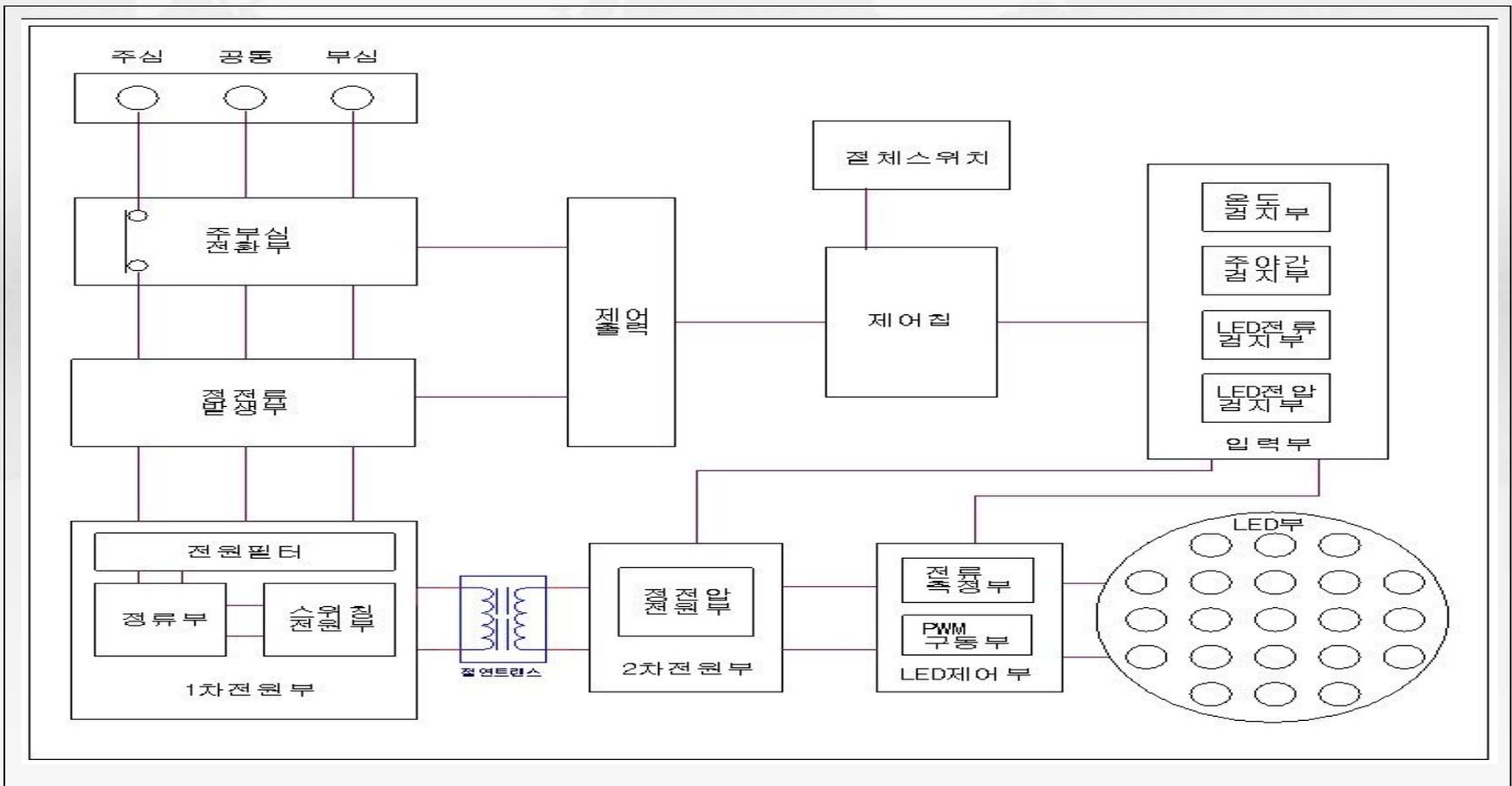


- 소등검지계전기 : 전구형과 동일
- LED 주부심 차단부 : 평상시 주심라인으로 전류를 흐르게 하며 LED의 소등을 30%를 넘게 되면 LED에서 주심라인을 차단하며
- 계전기실 소등검지계전기는 이를 검지 부심으로 전원공급
  - \* LED에 스스로 차단하는 기능 추가
- 소등검지 계전기는 LED 제어모듈 주부심차단부의 반응계전기 역할[役割]
  - \* 제어모듈의 주부심차단 등의 기능추가로 장애발생

## 나. LED 신호등

### ○ LED 신호등의 구성도

- LED의 회로구성



## II. 연구추진 현황

### ○ LED 신호등의 부품

- LED 신호등의 주요 구성품

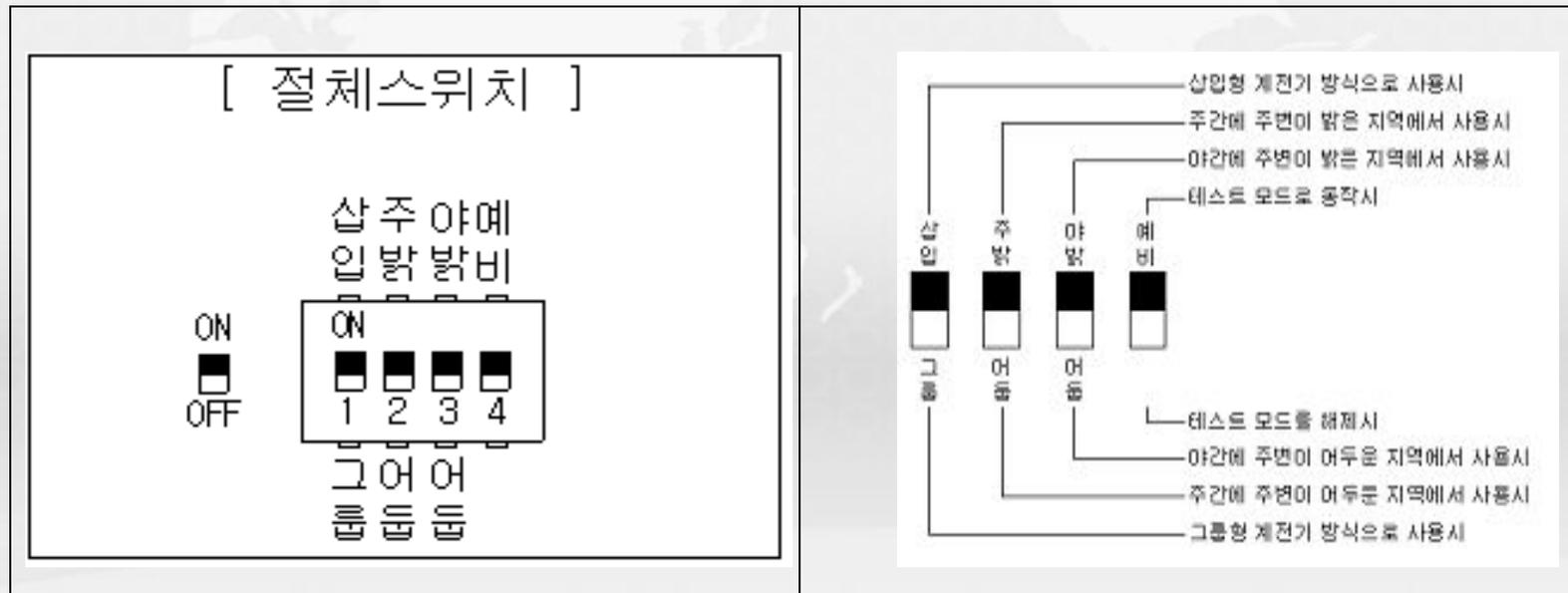
신호기구	LED모듈	제어모듈	방열판
			

- 구성품 : 신호기구(외함), LED 모듈, 제어모듈, 방열판 등

## II. 연구추진 현황

### ○ LED 신호등의 절체스위치 기능

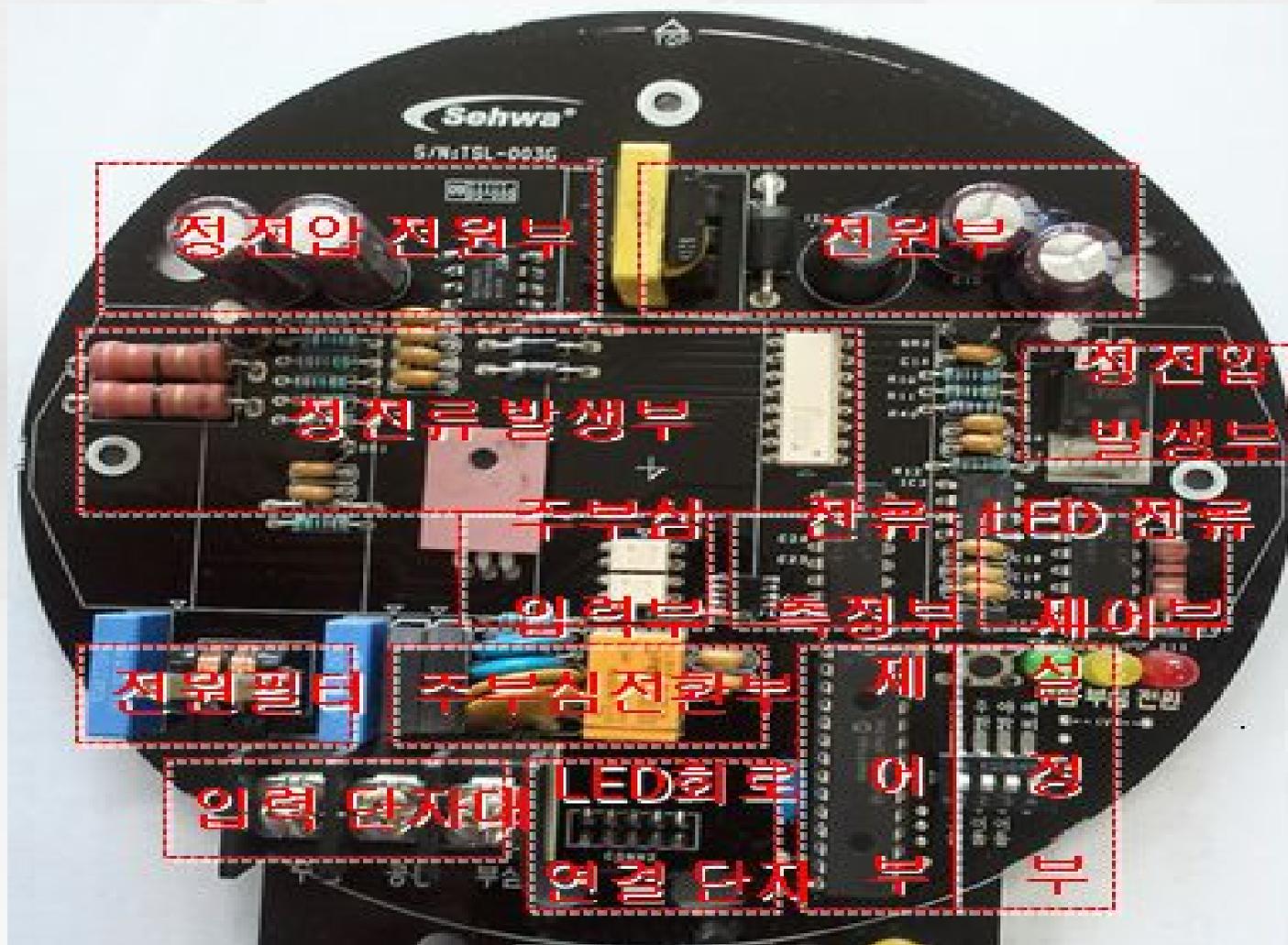
#### - LED 절체 스위치



- 삽입 및 그룹스위치 : 소등검지계전기의 종류에 따른 절체 스위치(역 및 폐색)
- 주간 밝기 조정스위치 : 주간어둡기는 주간밝기의 30%가 감소
- 야간 밝기 조정스위치 : 야간 정상 밝기의 30%가 감소
- 예비스위치 : LED 시험시 사용

## II. 연구추진 현황

- LED 제어모듈 기능
  - 주요 부품의 기능 구성 :



- **주부심 전환부 :**  
평상시 주심으로 전류를 흐르게 하며 LED 소등율 30%가 넘게 되면 주심라인을 차단하고 부심라인으로 전류를 수용
- **정전류 발생부 :**  
그룹형의 경우 전류검지제전기를 동작 및 유지시키기 위한 전류발생
- **1차 전원부 :**  
외부 노이즈나 전압변동에 대한 안정화 기능
- **2차 전원부 :**  
1차전원으로 부터 모듈제어전원과 LED전원 발생
- **LED 제어부 :** LED 광원을 제어
- **입력부 :**  
전압, 전류, 온도, 밝기등의 센서정보가 입력

### 2. LED 신호등 장애현황 및 분석

#### ○ LED 신호등의 장애현황

- LED 제어모듈 불량 내역 [2012년 입고(설치일)일 기준]

제작사	계	(주)세화	(주)삼삼	아이씨디엠테크원	대성전기
불량현황	1,178	70	10	604	494

\* 제어모듈 규격화 미흡으로 제품검사 곤란

- LED 제어모듈 장애현황

구 분	2011년	2012년	비 고
제어모듈 장애	458건	436건	

\* 제어모듈(CPU) 선로변 자연환경에 노출

### ○ LED 신호등 장애원인 분석

#### 1) 선로변 환경분석

##### 가) 온도, 습도의 설치환경

- 제어모듈의 반도체소자나 콘덴서 등은 온도, 습도, 진동, 유해가스, 분진에 의하여 오동작, 소손발생
- 철도선로변 환경영향으로 수명 단축

##### 나) 온도변화에 따른 수명

- 주위온도 10도 상승시 수명 1/2 감소
- 케이스(함)내 온도상승 주위온도 10~20% 상승

##### 다) 온도와 부품의 고장율

- 콘덴서의 경우 10도 상승시 고장율 2배 증가하며 -10도 이하의 경우 급격한 용량감소

\* 보호계전설비 설치환경에 관한연구(2000..12. 충주대학원)

### ○ LED 신호등 장애원인 분석

#### 2) LED제어모듈

##### 가) 제어모듈 기능

- 광원 이외기능이 추가(주부심 차단기능, 주야간 밝기등)
- 제조사별(5개사) 제어모듈 구성품 등 사양 다양

##### 나) 표준화, 규격화 미흡

- 부품 공급원에 따라 성능 다양(철도규격 000이상)
- \* 제어모듈 물품검수 곤란

#### 3) 소등검지제전기

- 신호기 거리별, 다이오드 색상별, LED 기능(6종)에 따른 전류값 다양
- \* LED 주부심 차단기능에 종속
- 30%, 50% 소등 검지 불가
- 자체 소등검지 기능 필요

### ○ LED 신호등 장애원인

- 신호등 다이오드 소등율과 관련없는 제어모듈이 불량하여 소등검지  
제전기 동작으로 장애발생

\* 제어모듈 불량 → 검지전류 변화 → LMR 동작 (소등정보발생)

- 장애 원인

제어모듈 자연환경 노출, 표준화 미흡 등으로 제어모듈 불량

### ○ 운영기관 설문조사 결과

- 설문기간 : 2013.9.26~10.10(2주간)
- 대상 : 철도공사 12개 본부 240명
- 설문결과 장애원인 : 자체 차단기능, LMR 동작전류 발생 등의 제어기능이 주요  
장애원인이며 LED의 특성 및 공급원의 특성에 따라 제조사별 전류값이  
상이하하며 소등검지시 유지보수자의 65%는 다이오드 2~3개 소등 확인

## II. 연구추진 현황



### - 주요 설문내용

설문내용	인원	결과	설문관련 의견
- 소등검지의 활용성	240명	활용 : 24%	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 고장 정보를 이용하여 장애를 인지하고 유지보수를 시행(24%)</li> <li>- 순회 또는 기관사, 운전원으로부터 통보를 받고 유지보수를 시행 (76%)</li> <li>* 설문결과 소등검지가 아니고 제어모듈 고장정보</li> <li>- 점멸, 완전소등, LED제어부 고장, 전류계전기 불량, 등의 장애 발생</li> <li>- 장애의 대부분은 “LED제어부의 고장”</li> </ul>
- 소등검지 정확성	240명	64% 불량	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 2~3개 소등검지로 제어 모듈을 교체</li> <li>* 30% 소등검지</li> </ul>
- 소등검지 필요성	240명	필요없다 : 80%	<ul style="list-style-type: none"> <li>- “필요하다” 라고 설문한 직원은 고장검지로 활용하였고 기능의 정확도를 요구 (필요하다 응답자20% : 소등검지기능이 된다면 좋다)</li> </ul>
- 기타 의견	100명	소등검지 불필요	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 대부분 30% 소등검지 기능 삭제요청 (소등검지를 위한 제어모듈이 장애요인)</li> <li>- 회사별 제품 상이(기능다양, 특성등)</li> <li>- 빠른 점멸 검지 안됨</li> <li>- 전압검지로 변경</li> <li>- 저온에 강한 제품요구</li> <li>- 제어모듈불량으로 점멸과 소등이 대부분의 장애</li> <li>- 제어모듈의 최소화</li> </ul>

### 3. LED 신호등 전류값 분석

#### ○ LED 신호등의 전류값의 종류

- 제어모듈의 특성과 현장여건에 따른 LED 전류값이 다양

구 분	스위치/ 삽입시								스위치/ 그룹시							
	주간				야간				주간				야간			
	밝기		어둡기		밝기		어둡기		밝기		어둡기		밝기		어둡기	
	항색 적색	녹색 청색														
100%점등 유지전류	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
30% 소등시	2															
50% 소등시	3															

\* 기능별, 소등율, 동작, 유지전류(48종) 및 신호기와 제전기실간 거리별 [100m단위]

- LED에 흐르는 전류 (960종류)

### ○ LED 신호등 전류값 분석결과

- 소등검지계전기 : LED신호등에 흐르는 전류값 검지불가
- \* 제어모듈 추가로 검지 전류값 다양
- LED신호등의 광원이외 기능 삭제 필요

## 4. LED 신호등 및 소등검지 최적화 방안제시

### 가. LED 신호등 최적화 방안

#### ○ 주요기능 변경

- 30% 소등검지 기능 삭제 , 30~50% 소등검지를 고장검지기능으로 활용
- 50%이하 소등(전원차단)시 하위신호를 현시토록 구성
- 제어모듈 기능은 삭제 또는 축소
- 제어케이블 2C로 제어
  - \* 광원 이외기능 삭제

## II. 연구추진 현황

### 가. LED 신호등 최적화 방안

#### ○ 기능 비교

구성부품	기 능(현재)	간소화 방안
LED 모듈	광원(다이오드 180개로 구성)	(LED모듈) 기능유지
1,2차 전원부	1차전원 → 다이오드 및 제어전원 발생	
정전류 발생부	소등검지 계전기 동작 및 유지	제어모듈 기능삭제
주부심 전환부	주부심 자체 차단 계전기역활	
LED 제어부	전류등 측정 및 제어(CPU)	
입력부	온도, 주야간 검지 등	

\* 낙뢰등 유도대책 필요

### 나. 소등검지 최적화 방안

#### ○ 주요기능 변경

- LMR(계전기)형 ➡ 모듈형으로 개발
- 최초 검지전류값에 대한 비율(30%,50%) 검지
  - \* 신호기간 제어거리 다양
- 3회선 제어 ➡ 2회선제어[설비축소]
- 전원 AC50V ➡ AC 50V [기존설비 인터페이스]

#### ○ 소등검지 개발제품 활용(안)

구분	동남아 수출용(LS)	개발제품(H사)	비고
제원	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 전원 : AC 90V, 50V</li> <li>- 검지전류 : 100% 점등시 75mA</li> <li>- 검지전류 : 50% 점등시 37.5mA</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 전원 : AC50, 100V, 220V</li> <li>- 검지전류 : 100% 점등시 전류비 70%, 50% 소등 검지</li> </ul>	

\* 터널 등 밝기조정기능 개발

### 다. 최종(안) 전문가 의견수렴

#### ○ 전문가 의견

- 근거 : 기술연주소 - 5024(2013.11.05)호
- 일시 및 장소 : '13.11.06(수) 16:00~18:00 공단회의실 705호
- 일시 및 참석자 : 한국철도공사 : 신호처 및 연구원,  
한국철도시설공단 : 신호통신처, 설계기준처
- 위원별 주요 의견 및 추가연구 검토

전문가 의견	의견검토	비고
<ul style="list-style-type: none"> <li>- 경제성을 검토하여 일반철도 전 구간 전면 개량이 필요함.</li> <li>- 소등검지는 삭제하고 고장검지로 변경필요</li> <li>- 철도공사의 유지보수 애로사항 해결과 철도 건설의 경제성, 수출확대 등 기대</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 기존구간(그룹형 폐색을 제외)개량시 호환성을 검증 예정</li> <li>- 단자이완, 케이블 단선, 낙뢰 등으로 전류변화에 따른 고장검지기능으로 변경</li> </ul>	<p>신호통신처 허상영</p>

## II. 연구추진 현황

### - 위원별 주요 의견 및 추가연구 검토

전문가 의견	의견검토	비고
<ul style="list-style-type: none"> <li>- 색깔렌즈 + 백색 LED 사용시와 색깔LED 사용시 광도나 투시거리, 경제성 등 종합검토 필요</li> <li>- 소등검지 기능은 삭제하고 고장검지를 개발하여 적용할 때 기존 소등검지 모듈의 문제점을 정확히 분석하여 고장검지 모듈의 장애가 발생하지 않도록 철저한 성능검증 필요</li> <li>- 유럽규격이나, 동남아 수출규격, 공항철도 규격 등을 분석하여 수출도 가능하도록 호환되게 개발 할 필요 있음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 백색 다이오드 적용시 대전교육장 시험 및 현장검증 시행 후 적용</li> <li>- 공항철도에 설치한 고장검지 모듈의 기능을 분석 적용</li> <li>- LS 수출규격을 분석하여 적용</li> </ul>	<p>신호통신처 이현묵</p>

## II. 연구추진 현황

### - 위원별 주요 의견 및 추가연구 검토

전문가 의견	의견검토	비고
<ul style="list-style-type: none"> <li>- 장애요인의 근본 해결방안으로 LED 신호등은 광원이외 기능은 삭제되는 것이 바람직 함</li> <li>- 유지보수 예산절감을 위한 백색 LED개발 및 색렌즈개발이 필요 하므로 국가 R&amp;D 연구 또는 공단 위탁연구를 추가수행필요</li> <li>- 지금까지 장애로 인한 유지보수비 증가금액을 산출할 필요 있음</li> <li>- 제어모듈 기능삭제 전후의 경제성 비교가 필요</li> <li>- 소등검지 기능이 아닌 고장검지기능이 역구내 및 역간 폐색의 제품이 동일하도록 개발이 필요</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 기간을 연장하여 색렌즈 및 백색 다이오드 검증 예정</li> <li>- 장애로 인한 최근 2년 유지보수비 산출</li> <li>- 제어모듈의 전후 경제성 검토 예정</li> <li>- 역구내 및 역간 호환성 검토 예정</li> </ul>	<p>설계기준치 김학렬</p>

## II. 연구추진 현황



### - 위원별 주요 의견 및 추가연구 검토

전문가 의견	의견검토	비고
<ul style="list-style-type: none"> <li>- 현장 LED 신호등의 CPU(제어모듈)의 설치장소는 실외로써 IC환경에 적합하지 않으므로 기능제거</li> <li>- LED신호등은 간소화 필요성 있음</li> <li>- 기존 LED신호등의 수명을 분석할 필요 있음로 판단됨)</li> <li>- 제어모듈의 표준화 및 규격화 미흡으로 검수가 불가능 하였던 것으로서 개발품은 신호등을 간소화하고 기능을 최소화 하여야 할 것임.</li> <li>- 순수한 LED 점등기능과 고장기능으로 단순화하는 것은 필요하다고 판단 됨.</li> <li>- 다만 향후 개선되는 제품은 고장검지기능과 연동장치와의 호환 연계성 면에서 시험검증 필요</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 제어모듈의 설치환경 부적합으로 분석 장애요인 제거를 위하여 제어모듈을 삭제하여 LED 간소화 검토</li> <li>- 설비별 호환성을 위하여 현장시험 예정</li> </ul>	<p>철도공사 연구원 최재식</p>

## II. 연구추진 현황

### - 위원별 주요 의견 및 추가연구 검토

전문가 의견	의견검토	비고
<ul style="list-style-type: none"> <li>- 광원발생기능 이외의 기능을 삭제한 LED모듈 개발 시 기존 연동장치 및 폐색장치에 적용 및 호환여부 등 충분한 기술적 검토와 개발 후 확대 적용에 따른 경제성, 유지보수 효율성 등 효과를 면밀히 검토할 필요가 있음</li> <li>- 다색(황,적,녹,청)에서 단색(백색)LED모듈 개발 적용을 위한 유지보수자 의견 수렴과 유지보수 효율적 경제적 기술적 측면에서 충분히 검토가 필요함</li> <li>- AC전원을 DC로 변환하여 다이오드 전원으로 사용하는것은 변화과정에서 장애요인이 되므로 AC다이오드를 검토하기 바람.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 호환성 경제성 등의 효과 분석 예정</li> <li>- 백색 및 색렌즈를 개발품을 이용 현장시험하여 검증</li> <li>- AC전원을 이용 대전교육장 시험 검증 예정</li> </ul>	<p>철도공사 신호제어처 홍래균</p>

### ○ 주요내용

- 기존설비의 호환성 검토
- \* LED 신호등 : 연동장치와 폐색신호기 호환성(그룹형 제외)
- \* 소등검지 : LMR과 개발품의 호환성
- 색렌즈 및 백색 LED의 투시거리 등 검증
- 터널 광도 조정기능, AC전원 및 유도대책 등

# 4. 제품개발 방안 및 현장검증 방안

## 가. 제품개발방안

### ○ LED 신호등 개발(안)

- 제어모듈이 제외된 기존(황, 적, 녹, 청) LED와 동일제품
  - \* 투시거리 800m 확보, 2선제어용으로 제작
- 유지보수 효율화를 위한 백색LED 및 색렌즈
  - \* 전원(AC/DC) 시험이 가능토록 제작

### ○ 소등검지 개발(안)

- 모듈형 소등검지(공항철도/수출용) 제품활용
  - \* 초기전류(100%점등) 대비 70, 50%전류검지 기능
- 전원(AC/DC) 시험이 가능토록 제작

### 나. 현장검증 방안

#### ○ 검증시험 장소

- 대전교육장 및 운행선 측선 활용

#### ○ 시험 내용

- 1차 : 대전 신호교육장 검증

- \* 4종(황,적,녹,청)LED 및 백색LED 광도시험

- \* 광도 조정 기능시험(터널, 거리별 조정기능)

- \* 기존제품 동일 여부시험

- \* 연동장치/폐색 적용성 검증(그룹형제외)

- \* 30, 50% 소등검지 기능시험

- \* 개발품(LED 및 소등검지모듈) 기존설비 인터페이스 시험(LMR, 2선제어)

- 2차 : 운행선 검증 시험

- \* 운행선 측선 활용(철도공사 본사 협의후 검증)

### 다. 문제점

#### ○ 검증 및 운영기관 의견반영

- 최종(안)에 대한 검토의견 반영
  - \* 기존설비의 호환성 검토
  - \* LED 신호등 : 연동장치와 폐색신호기 호환성(그룹형 제외)
  - \* 소등검지 : LMR과 개발품의 호환성
  - \* 색렌즈 및 백색 LED의 투시거리 등 검증
  - \* 터널 광도 조정기능, AC전원 및 유도대책 등
- 당초기간 : 2013. 4.22 ~ 2013. 12.31(8개월)
- 변경기간 : 2013. 4.22 ~ 2013. 05.31(5개월연장)

# 1. 추진계획 및 활용방안 제시

## 가. 추진계획

- 시험제품 제작 : 2013. 12.31
- 1차 시험 (대전교육장) : 2014.01.31
- 2차 운행선 측선 시험 : 2014.02 ~ 2014.3.31
- 현장검증 문제점 및 최종의견 수렴 : 2014. 04
- 최종보고회 및 종료 : 2014. 05

## 나. 활용방안 제시

- 철도표준규격 제시 : 2014. 06
- 실용화 추진계획서 제시 : 2014. 07
- LED 신호등 활용화 방안 제출 : 2014. 08

A faint, light-colored world map is centered in the background of the slide, showing the outlines of continents.

# Q & A



감사합니다.