

〈節電事例〉

배전반 표시등 개선에 의한 에너지 절감 사례

Energy Reduction Case by Improvement
of Power Board Display Lamp

李 豊 九

한전 에너지관리실 에너지계획부장대리

1. 서 언

수변전설비의 배전반이나 전기기기의 현장 조작용 패널 등에는 많은 표시등이 설치되어 있으며 이 표시등은 일반적으로 백열전구를 사용하고 있어 전력소모가 많을 뿐만 아니라 전구수명도 짧아 자주 교체를 해야 하는 불편이 있다.

따라서 이를 개선하기 위해 종래에 사용하던 백열전구 대신 절전이 되면서 수명도 반영구적인 발광 다이오드 램프(LED Lamp)를 기존설비의 램프 소켓 규격에 맞게 개발 제작하여 설치함으로써 연간 1,828천kWh의 전력절감(절감률 77%)과 63,726천원의 금액절감을 가져오게 되었다.

이와 같은 개선사례가 전국적으로 널리 확산 적용되어 국가적인 에너지 절감과 설비의 효율적인 보수관리에 기여하고자 그 개선내용을 소개한다.

2. 개선추진 개요

가. 개선목적

배전반 표시등을 절전, 내구형으로 개선하여 소내 소비전력 절감과 빈번한 교체작업에 따른 자재 및 인력소모의 절감에 기여하고자 한다.

나. 개선내용

백열전구식 표시등을 700mcd의 고휘도 발광다이오드(LED: Light Emitting Diode)식 표시등으로 교체한다.

다. 추진경과

○'86. 3~'87. 7 : 고휘도 LED 램프 개발 및 시험설치 평가(154kV 용산변전소 등 21개소)

- 식별상태 : 백열전구와 차이가 없으며 양호함.

- 절전율(저항손실 포함) : 77%(개선전 8.3W, 개선후 1.9W, 절감전력 6.4W)

○'87. 8~'88. 8 : 개선시행계획 수립 및 전변전소 확대설치(설치수량 16,639개)

○'88. 5 : 발전소 개선대상 수량파악

○'88. 8 : 시험설치 및 평가(인천화력 등 4개 발전소)

- 식별상태 및 절전율 : 변전소와 동일한 결과를 얻음

○'88. 9 : 전발전소 확대 시행계획 수립 및 자재 확보

- 설치수량 : 15,977개 ('89 1/4분기 설치 예정)

라. 개선효과 및 경제성

○ 절감전력량 : 1,828천kWh/년

- $6.4W \times 24H \times 365\text{일} \times 32,616\text{개} = 1,828$ 천 kWh/년

○ 절감금액 : 63,726천원 /년

- $1,828\text{천kWh} \times 34.85\text{원} ('88\text{년도 사내전력료 예산단가}) = 63,726\text{천원/년}$

○ 투자비 : 30,332,880원

- $32,616\text{개} \times 930\text{원} (\text{램프 } 880\text{원} + \text{저항 } 50\text{원}) = 30,332,880\text{원}$

○ 투자비 회수기간 : 0.5년 (6개월)

- $30,332,880\text{원} \div 63,726,000\text{원} = 0.5\text{년} (6\text{개월})$

※ LED 램프는 수명이 반영구적이므로 백열전구 사용시의 빈번한 교체에 따른 자재 및 인력소모 등을 감안하면 경제적 효과는 더욱 증대될 것이다.

마. 시공방법

○ 시공 회로도 (아래 그림 참고)

※ 기설저항(R_1)에 직렬로 5W 용량의 신설저항(R_2)을 추가로 설치하거나 기설저항을 철거하고 합성저항치가 6~7k Ω 이 되도록 저항을 신설하는 방법중에서 현장 여건에 맞게 선택한다(교류일 경우는 저항결정산식이 상이하므로 저항치가 다르다 : 3항의 사용방법 참조).

※ LED 램프는 사용전류가 20mA를 초과하지 않도록 해야 한다(초과할 경우는 램프 수명이 단축된다).

※ 직류용 LED 램프 극성은 꼭지부분이 \oplus , 측면이 \ominus 이다(반대로 할 경우에는 점등되지 않음).

3. 발광 다이오드 램프 사용방법

가. 기본적인 사용방법

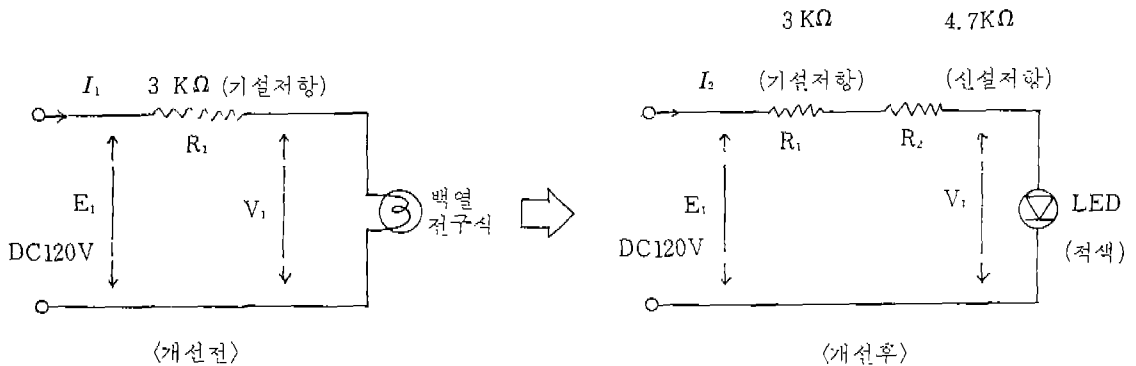
그림 1의 회로에 전류 IF를 흐르게 하기 위하여 보호저항 R를 사용하여야 한다. 저항 R는 다음에 의하여 결정한다.

E : 공급전압 (VF의 2배 이상이 좋음)

VF : LED의 순방향 전압

IF : LED의 순방향전류

$$R(\Omega) = (E - VF) / IF$$



나. 사용상의 주의사항

저항 R를 사용하지 않고 LED를 구동할 경우 공급전압 E가 VF₂를 초과하게 되면 대전류의 IF가 흐르게 되어 LED의 Chip Junction이 파괴되어 LED의 기능을 상실하게 된다(그림2 참조).

저항 R를 접속하여 동작시킬 경우 공급전압 E가 그림 2의 VF₂를 초과하여도 최대허용전류 범위내에서 LED의 내부저항 rf와 보호저항 R의 직렬저항값 rf+R의 기울기 1/(rf+R)을 갖게 되므로 대전류의 IF가 흐르지 않기 때문에 LED의 Chip Junction 파괴를 방지할 수 있다(그림3 참조).

다. 사용회로 및 저항의 결정(예시)

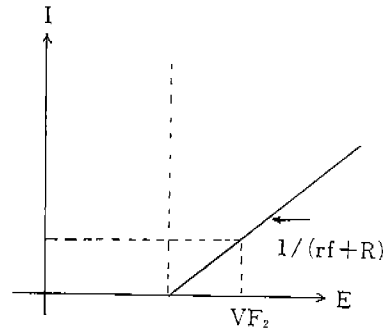
○전원이 DC일 경우(그림 4)

$$R(\Omega) = (E - VF) / IF$$

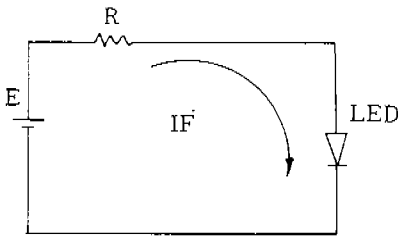
$$= (120 - 1.75) / (20 \times 10^{-3})$$

$$= 5912.5(\Omega) = 5900(\Omega)$$

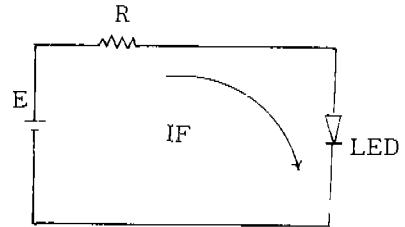
E : 120V
VF : LED의 순방향전압(1.75V)



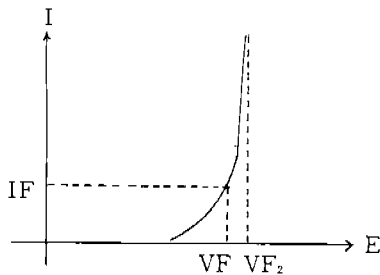
<그림 3>



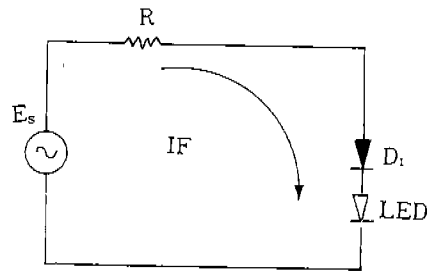
<그림 1>



<그림 4>



<그림 2>



<그림 5>

IF : LED의 순방향전류 (20mA)

○전원이 AC일 경우 (그림 5)

$$R(\Omega) = (E_s/2 - V_F/\sqrt{2})/I_F$$

$$= (55 - 2.5/\sqrt{2}) / (20 \times 10^{-3})$$

$$= 2662.5 = 2660 (\Omega)$$

E_s : AC110V (실효치)

V_F : (LED+D₁)의 순방향전압 (2.5V)

I_F : LED의 순방향전류 (20mA)

4. 발광 다이오드 램프 규격

가. 재료 및 규격

○일반적인 규격은 KS C 7506 (배전반용 전구)에 의한다.

○베이스의 치수는 KS C 7702 (전구류의 베이스 및 소켓의 종류와 치수)에 의한다.

○LED 램프의 평균 휘도는 700mcd이어야 하

며, 최저 휘도는 500mcd 이상이어야 하고 빛의 색깔은 적색이어야 한다.

○LED 램프에 20mA가 흘렀을 때 순방향 전압이 평균치 1.75V (직류용), 2.5V (교류용), 최대치 2.5V (직류용), 4.0V (교류용)이어야 한다.

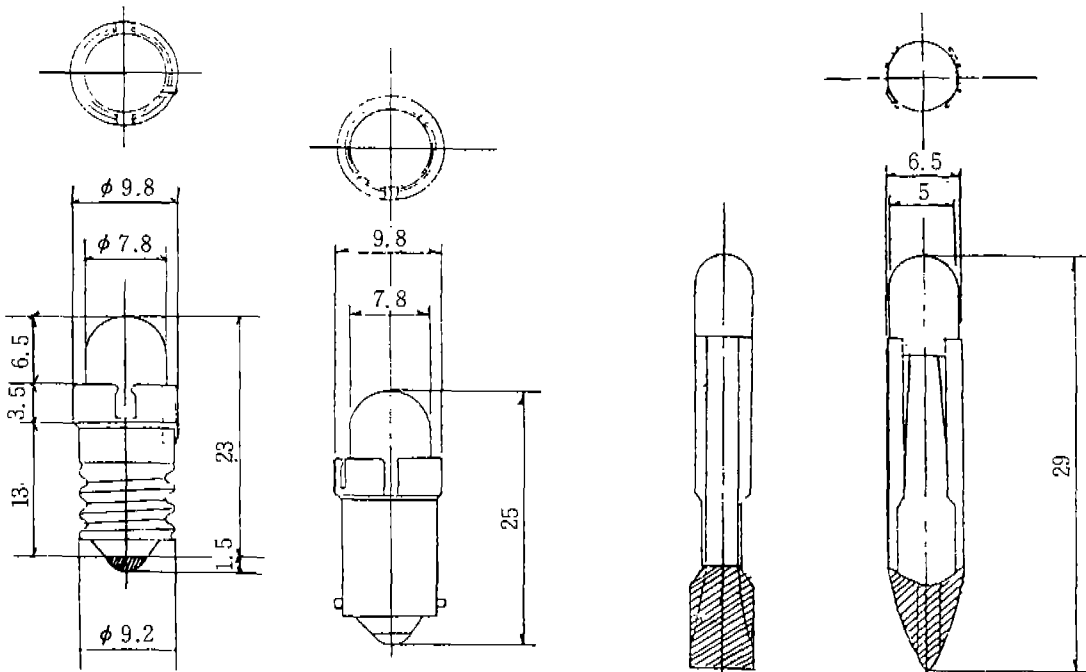
○LED 램프의 양단에 3V를 인가했을 때 역방향 전류치는 10μA 이하이어야 한다.

○LED는 Epoxy 계 합성수지를, Case는 Noryl계 합성수지를 각각 재료로 사용하여야 한다.

○램프에는 AC용과 DC용을 구분, 식별할 수 있는 표시와 정격전류 20mA를 각각 표시하여야 한다.

나. 형식 및 치수

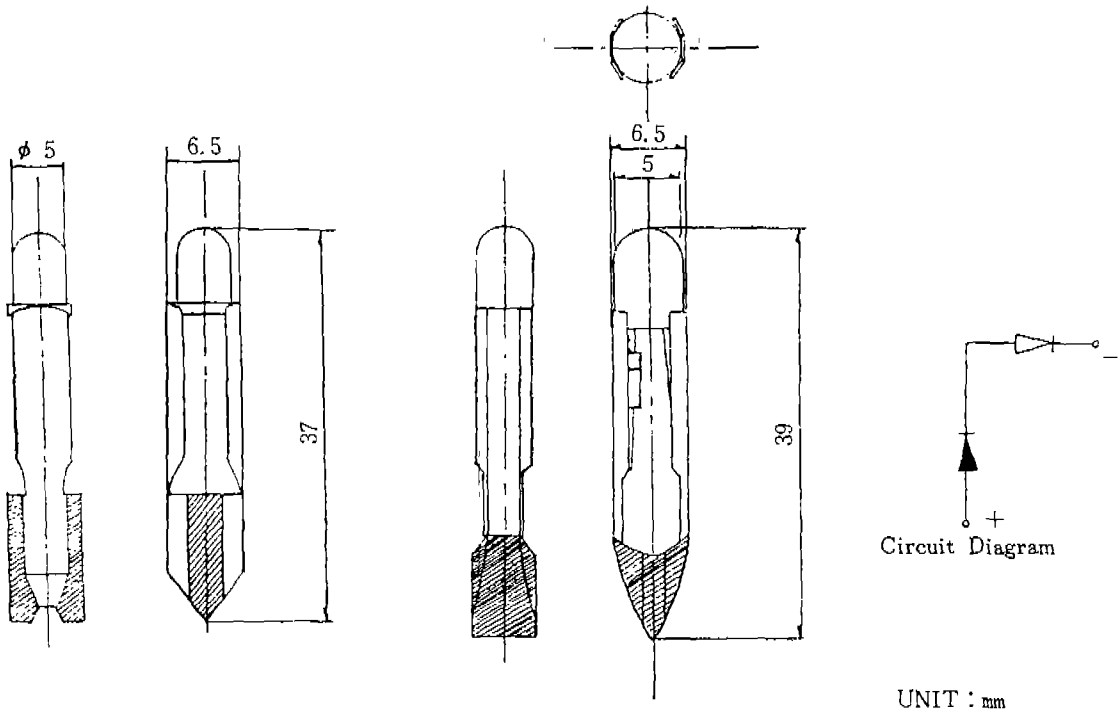
○램프도면



<직류용 나사형 10mm>

<직류용 꽂임형 9mm>

<직류형 핀형 20mm>



〈직류용 편형 (B) 32mm〉

〈교류용 편형 (A) 32mm〉

○ 램프의 종류

구분	품명	형식	규격
직류용	LED Lamp	나사형	10 mm
		"	12 mm
		꽃임형	9 mm
		핀형	20 mm
		" (A)	32 mm
		" (B)	32 mm
교류용	LED Lamp	나사형	10 mm
		"	12 mm
		꽃임형	9 mm
		핀형	20 mm
		" (A)	32 mm
		" (B)	32 mm

※ 필요에 따라 다른 형식과 규격의 제품을 제작하여 사용할 수 있다.

5. 결 어

한국전력공사에서는 많은 시험설치와 평가 등을 통하여 기존 배전반 표시등을 절전형으로 개선하여 많은 에너지 절감효과를 거양하였을 뿐만 아니라 램프 수명의 연장으로 보수상의 문제 점도 해소할 수 있게 되었다.

우리 주위에서 흔히 볼 수 있는 표시등의 소비전력이 얼마되지 않는다는 관념때문에 그냥 지나쳐 버리기가 쉬우나 공장 및 건물 등을 살펴 보면 표시등의 설치수량이 상당히 많이 있으며, 24시간 계속 점등상태에 있기 때문에 티끌 모아 태산이 되듯이 많은 에너지 절감효과를 가져올 수 있다고 확신한다.

본 사례가 전국적으로 확산되어 기존설비의 교체시공은 물론 신규설비는 제작시부터 LED 램프 사용을 제도화하여 국가적인 에너지 절약 차원에서 크게 기여할 수 있기를 기대한다.