

릴레이를 이용한 차량용 HID램프의 헤드라이트 컨트롤러 개발

(Development of headlight controller using relay for Automotive HID Lamp)

노재엽*¹ · 황명근¹ · 신상욱¹ · 최병노²

(Jae-Yeop Rho*¹ · Myung-Keun Hwang¹ · Sang-Wuk Shin¹ · Byong-Rho Choi²)

한국조명기술연구소¹ · 브이엘케이²

(Korea Institute of Lighting Technology¹ · VLK²)

Abstract

본 논문에서는 After-market에서 자동차 헤드라이트 상·하향 빔 전환 시스템으로 주로 사용하고 있는 solenoid 방식의 여러 문제점을 개선하기 위하여 차량용 릴레이를 이용한 HID램프의 헤드라이트 상·하향 전환 컨트롤 방식을 제안하였다.

특히, 차종에 따라 달라지는 상·하향 빔 전환 입력신호에 대하여 릴레이가 일정하게 상·하향 동작을 할 수 있는 signal selector 회로를 구성하고, 두 개의 램프를 relay로 전환하는 방식을 채택함으로써 그 동안 자동차 하우징 구조상 기존 H4 타입에만 국한되어 오던 차량용 HID램프의 헤드라이트 상·하향 빔 전환 시스템을 H1, H3, H7, H11, 9004, 9006, 9007 등 다른 베이스타입의 벌브에도 적용이 가능하도록 하여 우수한 범용성을 갖도록 하였다.

1. 서론

자동차 헤드라이트용 HID램프 시스템은 지난 1992년 유럽과 일본에서 도입되어 1996년에는 링컨 차량에 최초로 장착되어 소개된 바가 있다. 자동차 헤드라이트용 HID 시스템은 운전자가 야간 운전 시 풍부한 광량과 긴 사거리로 도로 위 전방에 방해물이나 보행자의 유무 등을 인지하는데 도움을 주기 위하여 채택된 것으로 할로겐램프와 비교하여 2배 이상의 우수한 지향성 및 밝기 특성을 가지며 안전성, 편의성, 시인성 및 장수명 측면에서 할로겐램프보다 우수하여 세계적으로 고급차량에 널리 사용되고 있는 차량용 조명 시스템이다.



(a) 할로겐 램프



(b) HID램프

표 1. 할로겐램프와 HID램프의 특성 비교

	Halogen Lamp	HID Xenon Lamp
광원	필라멘트	아크방전
색온도[K]	~3,000	~4,100
광속[lm]	700~1,000	3,200~4,000
전력[W]	55	35
수명[hour]	320~1,000	3,000 이상

그림 1. 할로겐 램프와 HID램프의 시인성 비교

표 1과 그림 1은 각각 기존의 할로겐램프 전조등과 HID램프 전조등의 특성 및 도로면에서의 시인성의 차이를 비교한 것으로 HID램프의 우수성을 보여주고 있다.

하지만, 차량용 HID램프는 초기점등을 위하여 고전압 펄스가 필요하고(Philips D2S 35[W] 램프의 경우 cold

start 시 2[kV], hot re-strike 시 25[kV]), 상대천이전류 등과 같은 특별한 과도특성으로 인하여 이를 제어하기 위한 매우 복잡한 구조의 고가 안정기 회로가 필요하다.

특히, HID램프를 차량의 상·하향 빔 전환 시스템에 적용할 경우 각각의 램프 수만개의 안정기가 필요하기 때문에 원가절감을 위하여 현재 after-market에서는 대부분 램프 베이스에 전자석 코일을 감은 solenoid방식을 이용하여 광원의 위치를 바꾸어 상향등의 효과를 얻는 방식을 사용하고 있다.

하지만 이러한 solenoid방식은 자동차의 하우징 구조상 H4타입의 베이스에만 적용이 가능하며 야간에 전조등을 장시간 사용 시 HID램프의 발열에 의한 자성체 자화특성 저하로 인하여 그 기능이 현저하게 떨어져 전조등의 상·하향 동작이 원활히 이루어지지 않는 단점이 있다.

따라서 본 논문에서는 두 개의 램프를 차량용 릴레이로 상·하향 전환하는 방식을 이용하여 기존 solenoid방식에서 나타난 문제점을 해결함은 물론, 그동안 자동차 하우징 구조상 H4 타입에만 국한되어 사용해 오던 상·하향 빔 전환 시스템을 전 차종에 적용할 수 있는 컨트롤러를 제안하였다.

2. 본 론

2.1 Solenoid를 이용한 상·하향 빔 전환

현재 after-market에서 solenoid를 이용하여 차량의 상·하향 빔을 전환하는 방식은 크게 외부 컨트롤러를 이용하는 방식과 극성 변환용 connector를 직접 이용하는 두 가지 방식이 있다.

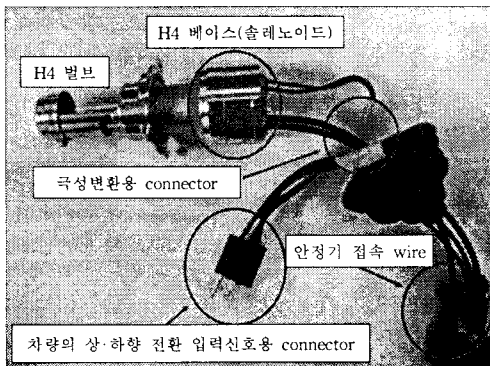


그림 2. 극성 변환용 connector를 이용하는 방식

외부 컨트롤러를 사용하지 않는 방식은 그림 2와 같이 차량으로부터 약 12[V]의 상·하향 입력신호를 H4 베이스 내부에 위치한 solenoid에 직접 인가함으로써 입

력신호의 극성에 따라 램프의 위치를 전·후로 움직임으로서 상·하향 전환시킨다. 하지만 차종에 따라 달라지는 상·하향 입력신호를 단지 극성변환용 connector를 이용하여 변환시키기 때문에 두 가지 입력신호 방식에 대해서만 적용이 가능하다는 단점이 있다.

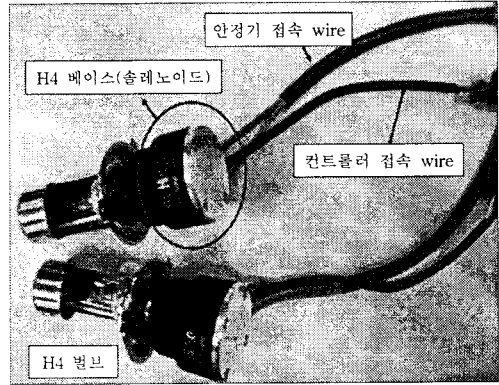


그림 3. 외부 컨트롤러를 이용하는 방식

그림 3은 외부 컨트롤러를 사용하는 방식으로 램프의 상향과 하향 전환은 외부에 위치한 컨트롤러가 차량으로부터 신호를 받아 이들의 변화에 관계없이 항상 일정한 동작을 유지하도록 제어하여 H4 베이스 내부에 위치한 solenoid에 전압을 인가함으로써 이루어진다.

2.2 차종에 따른 상·하향 입력신호

차종에 따라서 전조등의 상·하향 빔을 전환하는 신호의 형태는 표 2에서 보는 바와 같이 크게 5 가지가 있다.

이들 차량의 신호는 그림 4와 같이 3개의 단자를 갖는 connector에 의해 컨트롤러 또는 베이스 내부의 solenoid로 전압을 인가하며 인가되는 전압의 극성에 따라 전조등을 상향 또는 하향으로 전환시킨다.

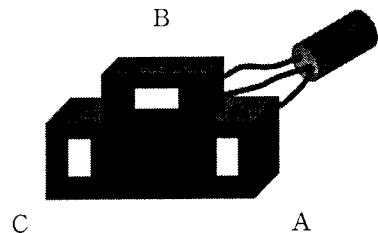


그림 4. 차량의 상·하향 입력 신호용 connector

표 2. 차종에 따른 상·하향 입력신호

차종별 상·하향 빔 입력신호	Switch OFF	Low	High
		Beam	Beam
Positive Control	A[V]	0	12
	B[V]	0	0
	C[V]	0	Earth
Negative Control	A[V]	0	Earth
	B[V]	0	0
	C[V]	0	12
Other Type 1	A[V]	0	Earth
	B[V]	0	12
	C[V]	0	12
Other Type 2	A[V]	0	Earth
	B[V]	12	12
	C[V]	12	12
Special Type 3	A[V]	Earth	Earth
	B[V]	0	0
	C[V]	0	12

2.3 제안한 컨트롤러 설계

그림 5는 본 논문에서 제안한 차량용 HID램프의 상·하향 컨트롤러의 블록도이다.

차량으로부터 인가되는 상·하향 입력신호는 컨트롤러 내부의 signal selector를 통해 항상 일정하게 신호를 relay driver에 공급하고 relay driver는 selector로부터 인가받은 상·하향 신호에 따라 릴레이를 동작시킨다. 이때 램프의 점등은 릴레이의 점접 변환이 완전히 이루어진 후 밧테리와 안정기 사이에 위치한 차량용 릴레이를 On시켜 안정기에 전원을 인가함으로써 이루어진다.

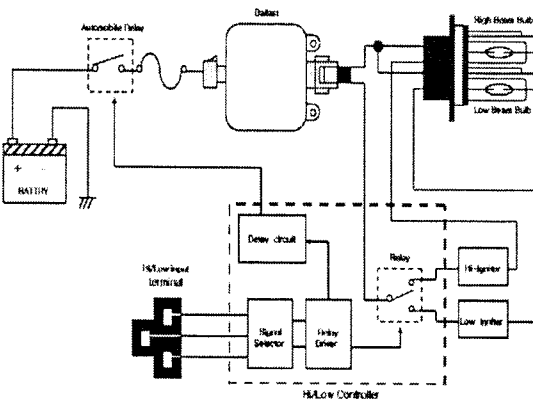


그림 5. 릴레이를 이용한 HID램프의 상·하향 전환 시스템 블록도

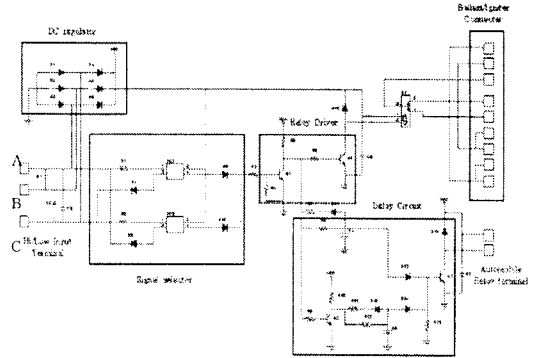


그림 6. 제안한 컨트롤러 회로도

그림 6은 본 논문에서 제안한 컨트롤러의 회로로서 컨트롤러의 구성은 크게 DC regulator, signal selector, relay driver, delay circuit의 4부분으로 이루어진다.

DC regulator는 차량으로부터 인가되는 상·하향 입력신호의 극성 변화에 대하여 항상 일정한 크기의 DC전압을 릴레이에 공급하기 위한 회로로서 간단히 6개의 다이오드로 구성이 가능하다.

Signal selector는 차종에 따라 달라지는 상·하향 입력신호를 릴레이가 신호값에 관계없이 항상 일정한 패턴으로 전환될 수 있도록 입력신호를 두 가지 출력 형태로 변환시켜주는 회로이며 표 3에서 보는 바와 같이 각 단자의 상·하향 입력신호의 전압극성에 대한 공통부분을 간략화하여 회로적으로 A, C단자에 photocoupler와 diode를 각각 직렬 접속시켜 구성하였다.

표 3. 차량의 상·하향 입력신호별 전압극성

차종별 상·하향 빔 입력신호	Low Beam	High Beam
Positive Control	V_{BA}	V_{CA}
Negative Control	V_{AB}	V_{AC}
Other Type 1	V_{AB}, V_{CB}	V_{AC}
Other Type 2	V_{AB}	V_{AC}
Special Type 3	V_{AB}	V_{AB}, V_{AC}

Delay circuit는 차량의 배터리 전원과 안정기 사이에 위치한 차량용 릴레이를 극히 짧은 시간동안 지연시켜 컨트롤러 내부의 상·하향 전환 릴레이가 점점을 변경할 때 안정기가 안정되게 재시동 될 수 있도록 구성된 회로이다.

본 논문에서는 relay driver의 스위치 Q₁ 및 Q₂의 동작에 따라 스위치 Q₃가 동작하도록 회로를 구성하였으며 시간의 지연은 R₃과 C₄, R11과 C₅의 조합에 의해 시정수를 0.1[sec]로 조정하였다.

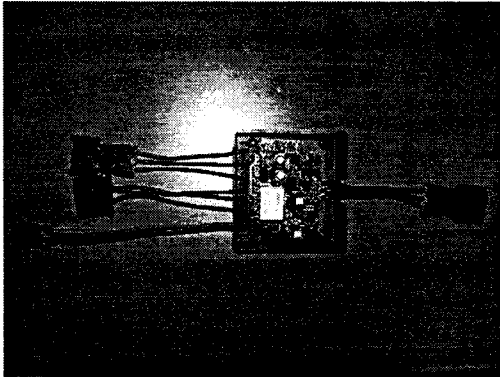


그림 7. 제안한 상·하향 컨트롤러의 시제품

그림 7은 본 논문에서 제안한 상·하향 컨트롤러의 시제품으로 릴레이는 후지쯔사의 56ND12-W(12[V], 30[A])를 사용하였으며 6~18[V]사이의 DC전압 및 차종별 입력신호의 변화에 대하여 컨트롤러가 안정하게 램프를 상·하향 전환시킴을 확인할 수 있었다.

3. 결 언

본 논문에서는 현재 after-market에서 차량용 HID램프의 상·하향등 전환 시스템으로 주로 사용하고 있는 solenoid방식의 단점을 보완하기 위하여 릴레이를 이용한 HID램프의 상·하향 빔 전환 컨트롤러를 제안하였다.

제안한 컨트롤러는 기존의 방식보다 다양한 차종에 적용이 가능하며 현재, 중국, 대만 등에서 일부 출시되고 있는 차량용 two-bulb HID램프에 적용이 가능하다.

하지만 시동 시 인가되는 20[kV] 이상의 높은 이그니션 펄스 전압의 영향으로 램프의 점등 또는 상·하향 빔 전환 시 릴레이 점점 간 arc가 발생하며 그로 인해 램프의 소등현상이 발생하기 때문에 이를 억제하기 위한 릴레이 점점 간 충분한 이격거리가 필요하다.

실험에 의하면 arc발생 억제를 위해선 릴레이 점점 간 약 1.4[cm]이상의 이격거리가 필요했으며 이는 온도,

습도 등 주위 환경에 따라 그 영향이 달라지기 때문에 본 논문에서는 arc발생을 최소화하기 위하여 릴레이를 igniter 앞단에 위치시킬 수 있는 igniter외장형(D1 타입 포함)에 대해서만 제안한 컨트롤러를 적용할 수 있었다.

자동차 헤드라이트시스템은 야간 운전 시 운전자의 안전과 사고에 직접적인 영향을 미치는 중요한 요소로서 아직 컨트롤러의 신뢰성 보증을 위한 시험을 실시하지 못한 상태이므로 본 논문에서는 릴레이를 이용하여 차량 전조등의 상·하향 빔을 전환시킬 수 있는 컨트롤러의 개발 방법 제안으로 논문의 범위를 한정한다.

본 연구는 중소기업청에서 지원된 과제의 일환으로 수행된 연구결과입니다.

참 고 문 헌

- [1] 지철근, "조명원론", 문운당, 1998.
- [2] 강영록, "차세대 차량조명용 고전압 HID 기술개발에 관한 연구", 부품소재기술개발사업 최종보고서, 2007.
- [3] Yongxuan Hu, "Analysis and Design of High-Intensity-Discharge Lamp Ballast for Automotive Headlamp" Virginia Polytechnic Institute and State University, 2001.
- [4] P. Flesch and M. Neiger, "AC modelling of D2 automotive HID lamps including plasma and electrodes", Journal of Physics D, pp. 2848-2861, 2004.
- [5] Jack L. Lindsey, "Applied Illumination Engineering Second Edition", The Fairmont Press, Inc.
- [6] W W Byszewski, Y M Li, A B Budinger and P D Gregor, "Advances in starting high-intensity discharge lamps", Plasma source Sci. Technol.5, pp.720-735, 1996