

## 래치릴레이 개발 및 적용을 통한 대기전력 자동 차단 콘센트의 효율 개선방안 고찰

(Improvement of Power Consumption of Automatic Quiescent Power Cut-off Receptacle  
by Developing Latch Relay)

김주철\* · 이준호 · 김진태 · 김선구 · 이상중\*\*

(Ju-Chul Kim · Joon-Ho Lee · Jin-Tai Kim · Sun-Gu Kim · Sang-Joong Lee)

### Abstract

The automatic quiescent power cut-off receptacles(QPCR from now on) have achieved a noticeable energy saving so far. The government is preparing a new code for wider promotion of the QPCRs. This paper presents a new QPCR that adopts the latch relay instead of the conventional coil-operated relay. Measurement results of the prototype have shown up to 0.22W improvement of quiescent power compared with existing products.

Key Words : QPCR - Automatic Quiescent Power Cut-Off Receptacle, Energy Saving, Latch Relay

### 1. 서 론

자동절전제어장치란 연결기기의 작동을 감지 또는 주위의 밝기를 감지하거나 일정시간을 설정하여 연결기기의 대기전력을 자동차단하는 멀티탭, 대기전력 자동차단 콘센트, 대기전력 자동차단 스위치(컨트롤러) 또는, 제품의 외형에 관계없이 규정에서 정한 대기전

력 자동차단기능을 만족하는 대기전력 자동 차단장치(단, 부품 등 사용자가 쉽게 장착하여 사용할 수 없는 장치는 제외)를 말한다[1]. 국내에 판매되고 있는 대기전력 자동차단 콘센트(Automatic quiescent power cut-off receptacle, QPCR)의 경우, 정격전압이 50V 이상 250V이하이며 정격전류가 16A이하인 가정용 및 유사용도의 교류전용 QPCR에 적용된다. 제어방식에 따라 부하 감지형, 조도 감지형, 타이머형, 복합형(부하/조도/인체감지 등)으로 분류되며 제품의 형태(구분)는 멀티탭과 콘센트 형태, 스위치(컨트롤러), 기타 대기전력 자동 차단장치로 구분된다. 대기전력 차단장치는 콘센트 방식을 시작으로 스마트 전력제어기, 전력량계, 월패드, 스위치 등 관련기술의 융·복합화로 발전해왔다. 또한 대기전력자동 차단 시 소비전력은 1W이하이고 대기전력 자동 차단기능 이행시간은 3분 이내의 제품이 해당된다[1]. 본 논문에서는 일반

\* 주저자 : 상도전기통신(주) 부설연구소 소장  
\*\* 교신저자 : 서울과학기술대학교 전기정보공학과 교수  
\* Main author : Sangdo E&GC Co., Ltd, Corporate R&D Institutes, Chief Technology Officer  
\*\* Corresponding author : Seoul National University of Science and Technology, Dept. of Electrical Engineering, Professor, PE  
Tel : 02-970-6411, Fax : 02-978-2754  
E-mail : sjlee@seoultech.ac.kr  
접수일자 : 2013년 7월 25일  
1차심사 : 2013년 7월 27일  
심사완료 : 2013년 8월 9일

적으로 사용되는 벽 매입형 대기전력 자동 차단장치에 대한 소비전력 동향을 조사 분석하고, 래치릴레이를 사용한 시제품을 제작하여 특성을 검토하였다[2].

## 2. 본 론

### 2.1 해외 에너지정책 관련 현황

중국은 최저소비효율기준을 마련하여 저효율 기기 퇴출을 목적으로 효율기준 및 에너지 라벨링 제도(Labeling system)를 시행중이며 에너지 절감정책과 제품의 성능이 빠른 속도로 성장해 가고 있다. 또한 저효율 기기의 생산이나 판매를 금지하고 있다[3]. QPCR의 생산업체는 많지 않은 상황이며, 대부분 사람이 직접 대기전력 차단버튼을 눌러야 하는 수동형 제품이 주를 이루고 있다. 미국은 Energy Star Program을 운영하여 제조업체의 자발적인 참여를 기초로 에너지 절약기기를 보급하는 프로그램을 시행, 연방정부 최저소비효율기준 미달제품은 생산 및 판매를 금지하고 있다. 또한 Energy Guide Label 표시 및 조달구매 기준 등 1W이하(Federal Energy Management Program) 제품을 의무적으로 규정하고 있다[3]. 일본의 Top Runner Program은 에너지 최고 효율 수준을 달성하도록 제조자에게 일정한 기간을 주어 유도하는 프로그램으로써 미달 시 권고조치, 업체명 공포 및 벌금을 부과한다[3]. 유럽연합(EU)에서는 Nordic Swan, Blue Angel, Eup 지침, Code of Conduct, EU 최저효율기준, ESR 제품 등 지침이나 기준, 협약프로그램을 운영중이다[3]. 또한 오스트레일리아는 2002년부터 2012년까지 대기전력 1W 목표 달성을 선언하였다.

### 2.2 국내 대기전력 프로그램 운영 현황

현재까지 보급된 QPCR는 매년 수십 억원의 에너지 비용절감 효과를 달성하였고, 정부에서는 QPCR의 보급을 확대하기 위한 법안을 마련하여 운용하고 있다. 대기전력차단장치 중 자동절전콘센트 매입형이 전체

의 32.6%를 차지하고 있고 멀티탭이 26.8%를 차지하며 기타는 스위치(컨트롤러)와 자동차단 장치 등이 있다[4]. QPCR 관련 정책현황으로는 대기전력저감프로그램 운용규정(지식경제부고시 제2012-176호), 소형건축물의 에너지 성능 향상 기준(서울특별시 조례), 친환경 주택의 건설기준 및 성능(국토해양부고시 제2012-661호), 건축물의 에너지절약 설계기준(국토해양부고시 제2012-1473호), 공공기관 에너지이용합리화 추진 지침(국무총리지시 제2010-03호), 한국토지주택공사 표준시방서 등이 있다[2]. 표 1은 QPCR 향후 보급전망 자료이다[5].

표 1. 대기전력 자동차단 콘센트 보급전망  
Table 1. Demand forecasting of QPCR

구 분	2012년	2013년	2014년	2015년
누적 호수	453,673	907,356	1,361,034	1,814,712
보급 현황(개)	2,722,038	5,444,136	8,166,204	10,888,272

### 2.3 국내 전기용품안전인증 현황

QPCR의 안전인증표준은 K 10026으로써 현재 고시 중이며 QPCR 기술의 지속적인 발전과 국제적 수준의 안전성을 확보하는 것이 필요하다. QPCR 관련 국내 안전기준에는 K 60884-1(가정용 및 이와 유사한 용도의 플러그와 콘센트, 제1부 : 일반요구사항), K 60669-2-1(가정용 및 이와 유사한 용도의 고정 전기 설비용 스위치, 제2부 : 전자스위치 개별요구사항)이 외에 다양한 표준이 인용되었다. 작동 시의 소비전력과 차단 시의 소비전력을 제품에 표기하도록 요구하고 있으며, 연결되는 기기의 꺼짐 또는 스위치 오픈나 조도설정 등을 자동으로 감지하여 연결기기의 전원을 3분 이내에 차단할 수 있어야 하고, 이 때 자체 소비전력이 1W 이하이어야 한다[6].

### 2.4 기존 QPCR의 소비전력 분석

QPCR의 소비전력을 분석하기 위해서 시중에 판매

되는 콘센트를 제조사별로 1개씩(전자회로부가 동일) 구매하여 측정 및 분석을 하였다[2]. 이를 통해 현재 판매되는 제품의 기술적 분류, 성능을 분석하고 문제점을 도출하여 소비전력이 향상된 QPCR를 개발하고자 하였다. 표 2는 기존 QPCR의 전력측정결과이다[2].

**표 2. 기존 대기전력 자동차단 콘센트의 전력측정**  
Table 2. Power measurement of existing QPCRs

제작 업체	측정값 - 일반릴레이 2개(2극 차단)	
	대기전력자동 차단 전(Watt)	대기전력자동 차단 후(Watt)
A사	0.94	0.34
B사	1.05	0.38
C사	0.97	0.34
D사	0.72	0.17
E사	1.48	0.72

소비전력 측정결과 1W를 초과하는 제품이 있었으며 대기전력자동 차단전(릴레이 구동) 피상전력은 2.55~3.01VA로 분석되었다[2].

### 2.5 래치릴레이 개발

QPCR내에는 전원을 자동 차단하기 위한 릴레이가 내부에 1~2개가 사용되며 정격전류는 10~16A가 사용된다. 이러한 릴레이는 전력사용을 증가시키는 원인이 되는 것으로 코일에 전원을 넣어 줄때만 on이 되었다가 전원을 제거하면 off가 된다. 릴레이 동작시에는 코일 동작전류가 계속 통전되므로 전력소비와 발열의 문제를 가지고 있다. 이러한 릴레이를 대체하여 전력소비를 감소시킬 수 있는 릴레이가 래치릴레이이다. 래치릴레이는 영구자석을 이용하며 코일에 DC전류를 50~100ms만 흘려주면 on이 된다. 이후 코일에 흐르는 전류를 제거해도 on상태가 계속 유지된다[2]. 전류의 방향을 반대로 하거나 다른 코일 쪽에 전류를 흘려주면 off가 된다. 시제품 래치릴레이(기구부 설계) 사양은 다음과 같다.

#### 1. 구조

- ① 접점구조 및 코일형태 : 2 form a, 2 coil

latching

#### 2. 정격

- ① 동작전압 : 정격의 90~120%
- ② 접점 정격부하 : 10A, 250VAC
- ③ 접점저항 : 100mΩ 이하
- ④ 접점동작 및 복구시간 : 20ms 이하
- ⑤ 코일 정격전압 : DC 5V
- ⑥ 코일저항 : 50Ω

#### 3. 특성

- ① 절연저항 : 접점간, 접점 코일간 : 100MΩ 이상
- ② 절연내력 : 접점간 700V, 접점 코일간 1,000V 이상
- ③ 수명 : 전기적 10,000 Operations min

설계된 래치릴레이 제품은 2극을 차단하며 정격전류는 10A 사용을 기준으로 설계하였다. 그림 1은 시제품 래치릴레이의 내부사진이다.



**그림 1. 시제품 래치릴레이**  
Fig. 1. prototype latch relay

또한 PCB 내부에는 과부하시에 전원을 자동으로 차단할 수 있는 감지회로가 내장되어 있다. 그림 2는 일반릴레이(2개) 배치사진과 시제품 래치릴레이(1개) 사진이다.



**그림 2. 일반릴레이와 시제품 래치릴레이**  
Fig. 2. An existing relay and prototype latch relay

### 2.6 개선된 QPCR 시제품의 시험결과 분석

개발된 시제품의 차단 전(대기상태) 제품자체의 소비전력은 0.22W로 나타났다. 표 3은 QPCR의 시제품 평가항목 및 시험결과로써 공인기관(KTR)의 시험설비를 사용하여 2012년 12월에 측정한 결과이다.

표 3. 시제품 평가항목 및 시험결과  
Table 3. Test results of prototype QPCR




평가항목	단위 (SI)	기준치 (국내)	목표치	시험결과
1. 온도상승	K	45	38	36
2. 내전압	V	2,000	2,500	2,500
3. 정상동작	스트로크	10,000	12,000	12,000
4. 대기전력 (차단 전)	W	1이하	0.4이하	0.22

제품의 피상전력은 0.76VA(차단 전)로써 기존의 제품에 비해 약 3배 이상 감소하였으며, 전자회로부에 SMPS(Switching Mode Power Supply)를 사용한 상태에서 측정된 값이다[2]. SMPS는 AC 220V의 전원을 DC전원으로 변경하는 장치이고 출력전류는 100~300mA가 대부분으로써 QPCR에 필수적으로 사용되는 전자부품이다. 출력전압은 5~12V이고 릴레이 가동에 따른 전압변동을 방지하기 위해 콘센트 회로내에서 CPU전원을 별도로 공급하는 경우도 있다. 소비전력 증가요인은 SMPS내부의 전압강하(5V)에 따른 손실 및 릴레이구동(출력)에 따른 손실 등이 있으며 전원사용대비 30%의 여유를 주어 설계를 하므로 회로설계의 최적화(부품, 방열, 부하특성)를 통한 소비전력의 추가적인 절감도 기대할 수 있다. 표 4는 Power Analyzer시험장비로 QPCR의 소비전력을 측정한 사진이다.

현재 국내에서 시행중인 에너지 저감 정책은 대기전력저감기준을 1W에서 향후 0.5W이하로 단계적으로 강화하고 그 외 손 건조기나 전자레인지 등에도 기준을 적용할 예정이다. 또한 대기전력 자동 차단장치 의무설치 비율도 30%에서 50%로 상향조정될 예정이다[2].

따라서 QPCR에 사용되는 SMPS의 전력소비를 감소시키기 위한 방안이 추가로 검토되어야 한다.

표 4. 개선된 자동차단 콘센트의 대기전력 전력측정  
Table 4. Power measurement of new QPCR

시제품	측정값
	대기 전력 자동 차단 전 
	대기 전력 자동 차단 후 

### 3. 결 론

QPCR 전자 회로부 내에서 외부전원을 제어하는 일반릴레이를 래치릴레이로 변경, 시제품을 제작하였고 이를 토대로 시험한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

첫째, 코일 구동 릴레이를 영구자석을 사용한 래치릴레이로 대체함으로써 코일에서 소모되는 대기전력을 제거하였고, 2극(일반릴레이 2개 사용조건) 차단경우에도 소비전력은 증가되지 않았다.

둘째, 래치릴레이를 사용하는 시제품의 대기전력을 측정한 결과 소비전력이 0.22W까지 감소되었다.

향후, 대기전력 자동차단장치의 소비전력을 개선하기 위한 에너지 관리정책이 성공을 거두려면 제품을 생산하는 기업, 인증기관과 정부기관 모두의 관심과 노력이 필요하며, 또한 전력소모가 많은 기존의 제품을 대체하기 위한 기술개발과 더불어 저 전력형 대기전력 자동차단장치의 확대 보급을 위한 추가적인 정책검토도 필요할 것으로 사료된다.

이 논문은 한국조명·전기설비학회 2013년도 춘계학술대회에서 발표하고 우수추천논문으로 선정된 논문임.

## References

- [1] Standby Power Reduction Program Operating Regulations, Ministry of Knowledge Economy Notification, No.2012-176, 2012.
- [2] J.C. Kim, S.H. Kwak, S.G. Kim, G.H. Yi, S.J. Lee "Measurement and Analysis of Power Consumption of Quiescent Power Cut-off Receptacle", Proceedings of 2013 Spring Conference of the Korean Institute of Illuminating and Electrical Installation Engineers(KIIE), pp.240-241, 2013.
- [3] S. Moon, G.Y. Kim, S.H. Park "Study on Standard of standby power", Proceedings of 2012 Fall Conference of the Korean Institute of Electrical Engineers(KIEE), pp.1628-1629, 2012.
- [4] Korea Energy Management Corporation Home page, Efficiency Management System, Standby Power Reduction Program, Energy-saving Control Device, [http://bpms.kemco.or.kr/efficiency\\_system/product/pd0040.aspx](http://bpms.kemco.or.kr/efficiency_system/product/pd0040.aspx), 2013.
- [5] S.J. Yun, J.H. Lee "Standby power disconnect device supply Status Survey" Korea Energy Management Corporation, Korea Testing & Research Institute, 2010.
- [6] K 10026 : Automatic socket-outlet to cut-off standby power, Agency for Technology and Standards Notification, No.2013-175, 2013.

## ◆ 저자소개 ◆



**김주철 (金柱鐵)**

1974년 1월 20일생. 서울과학기술대학교 전기공학과 졸업. 2009년 서울과학기술대학교 산업대학원 전기공학과 졸업(석사). 1991년 서울특별시 기능경기대회 옥내 배선 입상. 1991년 전국기능경기대회 옥내 배선 입상. 전기기능장. 중소기업우수 기능인. 우수숙련기술자. 한국제품안전협회 배선기구 협의회 기술분과위원. 중소기업기술개발지원사업 R&D 평가위원. 지식경제 기술혁신 평가단위원. 국가인적자원개발컨소시엄 분과위원회 분과위원, 서울특별시 북부기술교육원 강사. 한국표준협회 국제인증본부/인증심사원. 대한민국산업현장교수. 2002년~현재 상도전기통신(주) 부설연구소 소장.

Tel : (02)990-5539

E-mail : cjfwnxkq@hanmail.net



**이준호 (李俊浩)**

1979년 11월 2일생. 2005년 숭실대 정보통신전자공학과 졸업. 2012년 한양대 대학원 전기공학과 졸업(석사). IEC TC 23 기술위원. KS인증심사원. 조달청 품질검사원. 2005년~현재 한국화학융합시험연구원 선임연구원.



**김진태 (金眞泰)**

1969년 11월 19일생. 2001년 아주대 전자공학과 졸업. 2003년 동 대학원 전자공학과 졸업(석사). 2008년 동 대학원 전자공학과 박사수료. 신제품인증(NEP) 심사위원. 산업통산자원부 에너지 정책위원. KS인증심사원. 2008년~현재 한국화학융합시험연구원 신뢰성평가팀 팀장.



**김선구 (金善球)**

1961년 2월 25일생. 1985년 한양대학교 전기공학과 졸업. 2009년 서울시립대학교 산업대학원 전자전기공학과 졸업(석사). 본 학회 정회원 및 편수위원. 현재 한국전기안전공사 전기안전연구원 수석연구원.

Tel : (031)580-3070

E-mail : ksg@kesco.or.kr



**이상중 (李尙中)**

1955년생. 부산공업고등전문학교 전기과 5년 졸업. 성균관대학교 전기공학과 졸업. 충남대학교 대학원 졸업(박사). 1987~1988년 PSEC 수료(Power System Engineering Course, GE Research Center in Schenectady, NY).

1976년 한국전력 입사. 1988~1996년 한전전력연구원 계통연구실. 1995년 한전전력연구원 수화력발전연구실 부장. 1996년 한전보령화력본부 복합시운전, 제어계측부장. 1998년~현재 서울과학기술대학교 전기정보공학과 교수.