

# 일체형 CCR에 대한 동작 실험 사례

## Operation test case for integrated CCR

이기민

LK11 연구원

### 초 록

A-SMGCS(Advanced Surface Movement Guidance and Control system)의 ILCMS(Individual Light Control&Monitoring System) 고도화의 목표를 달성하기 위한 일체형 CCR(CONSTANT CURRENT REGULATOR)을 제작하고, 개발되어진 LCU(LOCAL CONTROL UNIT)모듈 및 LK CCR FILTER가 일체형 CCR의 실제 동작에 끼치는 영향과 일체형 CCR의 동작 상태를 실험을 통해 결과를 표현 하였다.

### 1. 서 론

본문은 현재 개발 진행 중인 A-SMGCS 과제 중 ILCMS 고도화 개발의 목표를 달성하기 위해 일체형 CCR을 개발 하고 PLC(POWER LINE COMMUNICATION) 통신의 성능 및 출력의 노이즈를 제거하기 위한 LK CCR FILTER의 성능을 분석 하고 실험을 통하여 일체형 CCR의 성능이 개선되었는지 시험 결과를 표현하였다.

5091과 국외 규격인IEC 61822 과 FAA AC 150/5345-10의 규격에 만족한 제품으로 개발 완료 될 것이다.

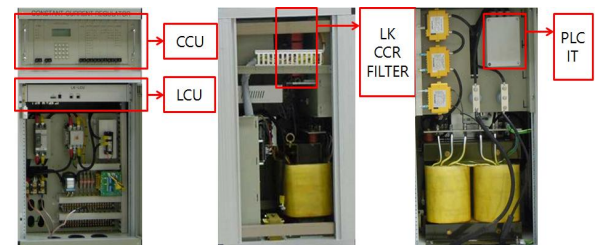


Fig 1. 일체형 CCR

### 2. 일체형 CCR

본 장에서는 현재 개발 진행 중인 일체형 CCR에 대하여 설명하도록 한다.

현재 개발 진행 중인 일체형 CCR의 경우는 가장 효과적인 항공등화의 구성의 상위 모델로서 개별적으로 하나의 시스템으로 관리되어 지던 CCR(CONSTANT CURRENT REGULATOR)과 PLC(POWER LINE COMMUNICATION)통신모듈인 LCU(LOCAL CONTROL UNIT)와 PLC 통신시 CCR부로 신호가 전송되지 않게 하기 위한 디 커플링 회로와 출력부 노이즈를 제거하기위한 LK CCRFILTER 및 PLC 통신용 절연 변압기인 PLC IT를 하나의 시스템으로 구성하였으며 아래 그림 1과 같이 구성이 된다. 일체형 CCR의 경우 국내 정전류 조정기 규격 KS W

### 3. LCU MONITORING

일체형 CCR은 지금까지 개별적으로 관리 되어 지던 LCU가 일체형 CCR로 일체화됨에 따라 LCU의 상태정보창이 일체형 CCR의 제어부인 CCU(CCR CONTROL UNIT)에 상태창인 LCU-MONITORING을 개발하여 삽입 되게 설계 되어졌다. LCU-MONITORING 보드는 그림 2와 같이 9개의 상태 LED를 가지며 LCU의 동작 상태와 ILCMS서버와의 인터페이스상태 PLC 통신 상태 등을 감시할 수 있게 설계 되어져 있으며, 일체형 CCR의 외부에서 생성될 수 있는 서지 등에 대응하기 위해 트랜지스터로 설계하였다.

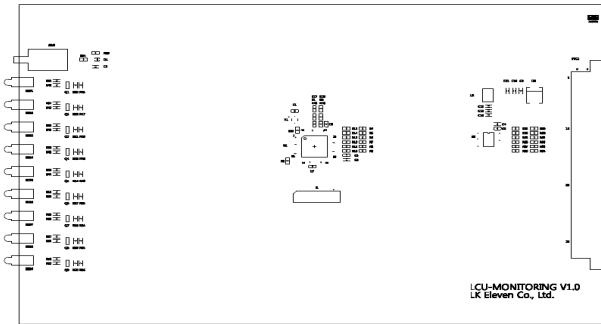


Fig 2. LCU MONITORING

#### 4. LK CCR FILTER

LK CCR FILTER의 경우 LCU에서 전력선 통신 시에 발생하는 고주파를 CCR 쪽으로 넘어가지 않게 차단해야 하며, 또한 CCR에서 발생하는 전류는 통과시켜야 하기 때문에 특정한 대역의 주파수만 차단시키는 Band stop Filter의 특성을 가져야 한다. 그림 3은 일체형 CCR의 구성품인 LK CCR FILTER의 회로도이다.

LK CCR FILTER는 출력 15KW에 견딜 수 있는 부품으로 구성되어 있으며 회로도의 1은 출력 전압의 노이즈를 방지하기 위한 LC필터로 구성 되어 있으며, 2는 CCR으로 PLC통신 신호의 유입을 차단하기 위해 고압 커패시터로 구성된 커플링회로로 구성 되었다. 또한, 필터는 그림 4와 같이 메인트랜스포머와 출력 터미널 단자의 사이에 구성되어진다.



Fig 3. LK CCR FILTER 회로도

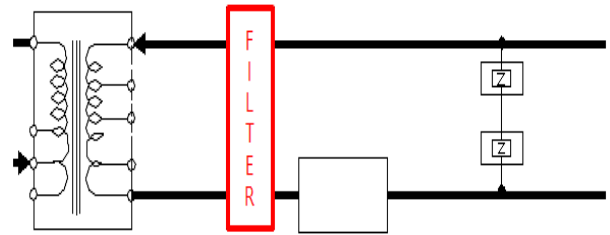


Fig 4. 출력 구성도

#### 5. 실험 환경

일체형 CCR의 동작 전압은 단상 60Hz AC 380V의 전원으로 동작이 되며, 정격 출력 15KW의 용량에 견딜 부하기와 출력단의 파형 및 특성을 파악하기 위하여 1000V 이상을 측정할 수 있는 디퍼런셜 프로브 2대와 오실로스코프 1대 그리고 각 전류 단계의 전류값을 정밀하게 측정할 수 있는 1000:1 전류 센서가 준비되어져 있어야 한다.

그림 5는 엘케이일레븐의 실제 시험 환경으로 정격 출력 15KW의 20%까지 테스트가 가능한 실험 환경이다.



Fig 5. 엘케이일레븐 실험 환경

그림 6은 정격 출력 15KW에 대하여 출력 100%까지 테스트가 가능한 유양산전의 실험 환경이다.



Fig 6. 유양산전 실험 환경

### 6. 동작 실험

이 장에서는 일체형 CCR의 구성품을 모두 조립한 후 규격 FAA AC 150/5345-10의 규격중 성능 및 기능을 테스트 한 결과 값이다. 테스트 결과 값을 확인하여 일체형 CCR의 성능 및 특성을 확인 할 수 있다.

아래 표1은 일체형 CCR의 최대 출력 단계의 풀 부하시의 값을 표로 나타내었으며 규격을 만족 하였다.

Table 3. 일체형 CCR 최대 출력

Step(전류단계)	5 단계
U4(입력 전압)	380.21 V rms
I4(입력 전류)	43.528 A rms
P4(입력 전력)	15.294 kW
$\lambda$ 4(역률)	0.9241
V5(출력 전압)	2.2496 kW rms
I5(출력 전류)	6.600 A rms
P5(출력 전력)	14.846 kW
$\eta$ 1(효율)	97.07 %

또한, 리액티브 부하 테스트 진행한 결과 표 2의 리액티브 부하 테스트를 만족 하지 못하였음을 나타내었다.

Table 4. 리액티브 부하

Step(전류단계)	5 단계
U4(입력 전압)	416.59 V rms
I4(입력 전류)	43.527 A rms
P4(입력 전력)	10.948 kW
$\lambda$ 4(역률)	0. 6038
V5(출력 전압)	2.0514 kW rms
I5(출력 전류)	6.701 A rms
P5(출력 전력)	10.445 kW
$\eta$ 1(효율)	95.41 %

그림 7은 일체형 CCR의 구성품인 LK CCR FILTER의 입력 단과 일체형 CCR의 최종 출력단의 전압과 최종 출력단의 전류의 값을 오실로스코프와 전류센서를 사용하여 측정하였으며, 파형으로 결과 값을 표현하여 각 특성을 비교 분석하였다. LK CCR FILTER의 입력단의 전압과 일체형 CCR의 출력을 비교 분석하면 입력 전압보다 출력 전압의 값이 감소 된 것을 육안으로 확인 할 수 있으며, LK CCR FILTER와 PLC 통신용 PLC IT가 일체형 CCR에 미치는 영향을 육안으로 확인 할 수 있다.

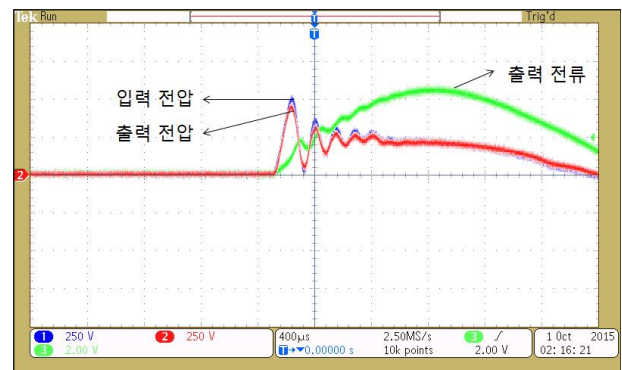


Fig 7. 전압 비교 파형

### 7. 결과

본 논문에서는 A-SMGCS 과제중 ILCMS 고도화를 위하여 개발된 일체형 CCR을 표시하였으며 새로운 구성품인 LCU MONITORING 보드와 LK CCR FILTER 및 PLC IT가 일체형 CCR에 미치는 성능을 실험을 통해 파형으로 확인을 하

였으며, LK CCR FILTER의 경우 15KW 출력에 대응되게 설계가 되었음을 실제 테스트시 확인 할 수 있었으며, LCU에서 전력선 통신 시에 발생하는 고주파를 CCR 쪽으로 유입 되지 않게 설계 하였으며, 실제 테스트를 통하여 노이즈 성분을 감쇄된 것을 파형을 통해 확인 할 수 있다. 그리고 일체형 CCR은 개별적인 시스템인 CCR과 LCU를 하나의 시스템으로 통합하여 유지보수자가 육안으로 LED 상태 정보창을 두 번 확인해야 했던 문제점을 보완하여 유지보수성을 향상시켰다. 또한 LCU와 CCR이 일체형 CCR이 되며 추가 적으로 생성된 구성품 들이 일체형 CCR에 미치는 영향을 육안으로 확인 할 수 있었으며, 추가된 PLC IT의 합성 임피던스 성분을 고려하여 LK CCR FILTER를 설계해야 함을 확인 할 수 있다.

## 후 기

본 연구는 국토교통부 항공안전기술개발사업 연구비지원(15ATRP-C069188-03)에 의해 수행되었습니다.

## 참고문헌

- [1] 한재용, 2011, Design and Implementation of an Effective Airfield Lighting System, pp.12~20.
- [2] 윤탈구, 이기민, 2014, CCR Filter & Power Line Coupling Circuit의 성능 개선에 관한 고찰, 한국항공운항학회 2014 추계학술대회, pp. 90~93.