

# V2G를 고려한 전기자동차용 충전기의 피크부하보상 제어 기법

최성춘\*, 최가강\*, 정두용\*, 이우원\*\*, 이수원\*\*, 원충연\*  
 성균관대학교\* 이엔테크놀로지\*\*

## Peak Load Compensation Control Method of 10kW Rapid charger for Electric Vehicle

Seong Chon Choi\*, Ga Gang Choi\*, Doo Young Jung\*, Woo Won Lee\*\*, Su Won Lee\*\*,  
 Chung Yuen Won\*

Sungkyunkwan University\* Entechologies\*\*

### ABSTRACT

The utility grid has a supply of electric energy which is larger than the usually required power consumption under peak load condition. So, power distribution is required to have a heavy capacity because of peak load period. To solve the problem, this paper proposes a 10kW rapid charger system which has a function of load compensation at the peak load condition. The proposed system supplies power demanded by peak load through transferring energy in the battery of electric vehicle to the grid. V2G operation is verified through simulation performed by 10kW rapid charger.

### 1. 서론

최근에 스마트 그리드 사업이 활발하게 추진되면서 기존의 전력의 흐름이 공급자에서 소비자에게 전달되는 방식에 국한되지 않고 전력을 공급자와 소비자가 실시간으로 교환함으로써 에너지 효율을 최적화 하는 방법이 활발하게 연구되고 있다. 또한 화석 연료 고갈과 이산화탄소 저감의 대책에 그린카 시장은 지속적으로 성장하고 있는 추세이다. 하루 중 전력망이 감당하는 부하 전력은 일반적으로 오전 10 ~ 12시와 오후 4 ~ 6 시 경에 피크 부하가 발생된다. 이런 피크 부하 때문에 부하율이 하락하게 되며 순간적인 피크 부하는 정전 사고로 이어질 수 있다. 한편, 일반적으로 EV 차량 내부에는 높은 전류 밀도를 가진 리튬 계열의 대용량의 배터리가 내장되어 있다. 그렇기 때문에 위에서 제시한 피크 부하로 인한 문제점을 EV에 내장된 배터리를 이용한 역전송 방법을 통하여 해결 할 수 있다. 즉, EV가 충전기와 연결되면 피크 부하에서 요구되는 전력 수요를 계통과 연계되어 있는 배터리에서 에너지를 충족시킨다. 또한 리튬 계열의 배터리는 방전 효율이 높아 순간적인 피크 부하에도 효과적으로 보상될 수 있다.[1] [2]

본 논문에서는 양방향 전력 이동이 가능한 토폴로지를 이용하여 피크 부하 보상 기능을 갖는 준속속 충전기를 제안하였다. 본 시스템은 AC DC PWM 컨버터와 절연형 DC DC로 구성되어 있으며, 제안된 절환 알고리즘과 제어 기법을 적용하여 부하의 상태에 따라 역/전송 동작을 수행하였다.

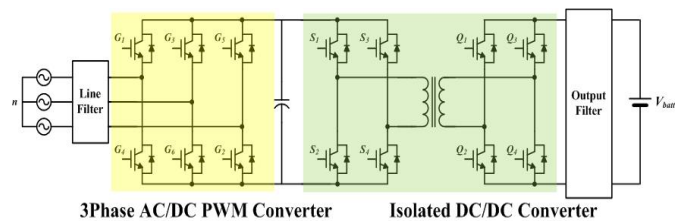


그림 1 10kW 준속속 충전기 회로도  
 Fig. 1 10kW rapid-charger system schematic

### 2. 제안된 시스템의 모드 절환 알고리즘 및 제어방법

#### 2.1 모드 절환 알고리즘

그림 2는 제안된 모드 절환 알고리즘을 나타낸다. 제안된 시스템은 부하의 상태에 따라 모드를 선택하게 된다. 배터리 충전 중에 계통에서 감당해야 할 부하 전력 상태를 AMI(Advanced Metering Infrastructure)을 통하여 관찰하고 있다가 피크 부하가 발생하게 되면, 먼저 BMS(Battery Management System)를 이용하여 배터리의 SOC를 체크한다. 배터리의 SOC가 60%이상 경우에 충전기는 V2G 모드로 전환되며 배터리 SOC가 20%가 되거나, 피크부하가 해제되면 다시 충전모드로 전환된다.

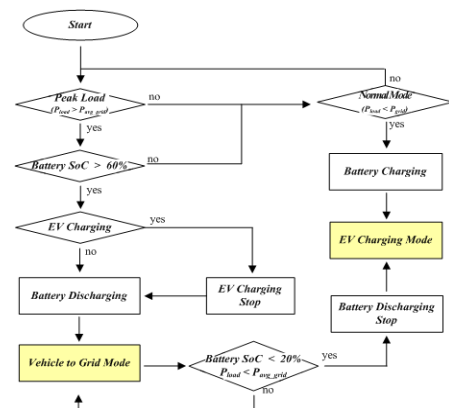


그림 2 제안된 모드 절환 알고리즘  
 Fig. 2 The proposed mode change algorithm

## 2.2 제안된 시스템의 제어방법

그림3는 시스템의 전체적인 제어 블록도를 나타낸다. 모드 전환 알고리즘을 통하여 모드가 선택되면 제안된 제어방식을 통하여 배터리 충전 혹은 V2G 동작이 수행된다. AC DC PWM 컨버터는 동기좌표계 상에서 d축은 단위 역률 제어를 하기 위해 0으로 제어하며, 모드에 따라 q축의 부호는 달라지게 되는데, 본 시스템의 경우에는 충전 모드일 경우 q축을 양의 지령으로 제어되며, 계통에서 배터리로 에너지가 전송되고, V2G모드일 경우에는 음의 지령으로 제어 되어 배터리에서 계통으로 에너지가 역전송하게 된다. DC DC 컨버터는 phase shift 방식을 이용하여 모드에 따라 배터리 입력단의 정전류 제어를 수행한다.

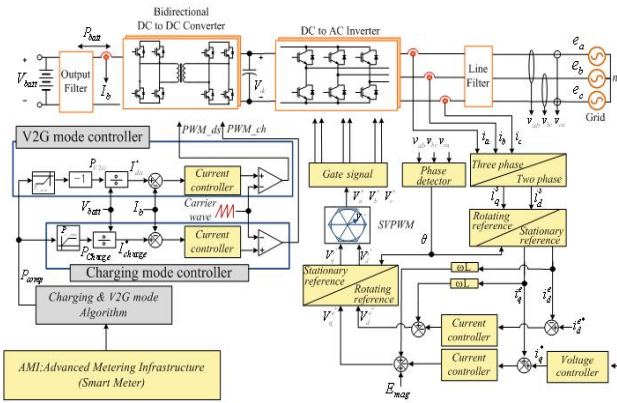


그림 3 10kW 준급속 충전기의 충/방전 제어 블록도  
Fig. 3 10kW rapid-charger charging-discharging control block diagram.

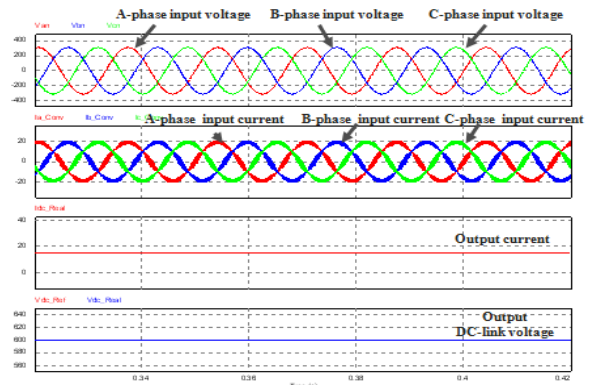
## 3. 시뮬레이션 결과

본 논문에서 제안한 V2G 동작을 증명하기 위해 PSIM 9.1를 이용하여 시뮬레이션을 실행하였다. 시뮬레이션 파라미터는 표1에 나타내었다.

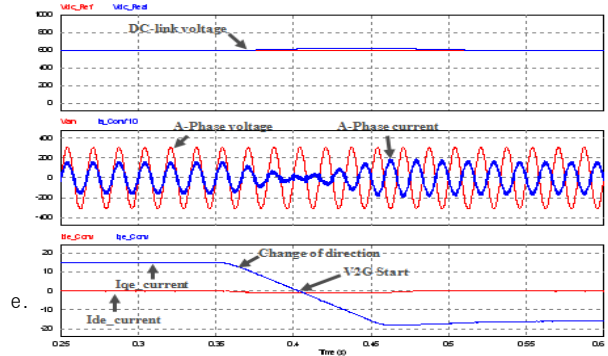
표 1 시뮬레이션 파라미터  
Table 1 Parameters of the simulation

Parameter	Value	Unit	
시스템 용량	10	kW	
계통 전압	380	V	
스위칭 주파수	10	kHz	
DC_link 전압	650	V	
LCL 필터	계통 측 인덕터	0.7	mH
	커패시터	50	uF
	컨버터 측 인덕터	1.2	mH
배터리 정격 전압	300	V	
배터리 충전 전류	30	A	
고주파 변압기	턴 비	50:41	turn
	1차측 누설인덕턴스	40	uH
	2차측 누설인덕턴스	4	uH

그림4는 제안된 시스템이 두 가지 모드로 동작 할 때의 각 부 파형을 나타낸다. 그림 4.(b)에서는 충전모드에서 V2G 모드로 전환 될 때의 각부 파형을 나타낸다.



(a) 충전 모드



(b) V2G 모드

그림 4 충전/V2G 모드에서 제안된 시스템의 주요 파형  
Fig. 4 Key waveforms of the proposed system in charger and V2G mode.

## 4.결 론

본 논문에서는 피크부하를 보상하기 위한 10kW급 준급속 충전기의 모드 전환 알고리즘과 제어방법을 제안하였다. 피크 부하가 발생 시에 본 시스템은 배터리의 SOC가 60% 이상 일 때 V2G 모드로 전환된다. 배터리의 SOC 20% 미만이 되거나 피크 부하가 해제되면 충전모드로 전환된다. 제안된 모드 전환 알고리즘과 제어 방법은 시뮬레이션을 통해 증명하였다.

본 연구는 2012년도 지식경제부의 재원으로 한국에너지 기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구 과제입니다.  
(No. 2012T100200295)

## 참고 문헌

- [1] 이현구 외 "V2G를 이용한 전력계통 서비스" 대한전기학회 학술대회 논문집, No.7, p.141-142, 2011
- [2] Kramer, B, Chakraborty, S, Kroposki, B, "A review of plug in vehicles to grid capability", Industrial Electronics, IECON 2008. 34<sup>th</sup> Annual, 2278-2283, 10-13, Nov. 2008