

# 다채널 동시 충전을 위한 부하 분산형 300kW 이상급 급속 충전 시스템에서의 전력 공유 기술 제안

전기차의 보급 확대는 COVID-19라는 사상 초유의 감염병의 여파로 세계가 혼란에 빠진 속에서도 2021년 제조사를 중심으로 한 다양한 차량의 모델 출시로 시장을 넓히고 있다. 이러한 보급 속도는 인프라의 부족을 야기한다. 따라서 사용자의 편의 제공을 위한 인프라 확대가 정부 주도로 진행되고, 이와 함께 다양한 충전 기술 개발이 진행되고 있다. 본 글에서는 인프라 확대를 위해 다채널 동시 충전을 하는 부하 분산형 충전 시스템에서의 전력 공유 기술에 대해 소개하고, 다양한 충전 서비스를 통해 전기차 사용자의 요구에 대응하는 부분에 대해 논의하고자 한다.

## 1. 서론

정부는 2018년 미래차 산업 발전 전략을 시점으로 급속 이상 충전기의 보급에 노력하고 있다. '25년까지 전기차 급속 충전기 1만 5천 기 보급을 목표로 보급 사업을 진행 중이다.

'21년 현대차의 아이오닉5를 시작으로 국내 자동차 제조사의 차량 파워트레인도 기존 400V 시스템에서 800V 시스템으로 전환하여 충전 시간 단축에 대한 고객 요구에 대응하기 위해 초급속 충전 시스템 개발의 전환기를 열어가고 있다. 400V 시스템에서는 초급속 충전을 위해 전류량을 높이는 부분에 한계가 있기에 800V 시스템에서 적용 전류량을 높이면서 도체의 증가에 대한 무게와 단가의 부담을 줄이고 전압을 높여 충전 시간을 단축하려는 변화를 이끌고 있다.

이러한 상황 속에서 기존의 전기차 제조사들은 파워트레인의 변화에 고민이 필요하다. 향후 1충전 주행 거리 등에서 경량화 등으로 주행거리 목표를 늘려야 하는 전기차 입장에서 고전압화될 것으로 예상된다.

전기자동차용 충전기는 전기 공급 방식에 따라 급속과 완속으로 구분되며 이는 충전 시간을 기준으로 볼 때 30분 이내 배터리 용량의 80% 이상을 기준으로 급속, 2시간 이상 충전을 완속 충전기로 본다. 1-2시간 사이 충전은 중속으로 분류한다.

여기서 전압 공급 방식에 따라 교류 전압을 공급해 차량 내 탑재형 충전기로 충전하는 방식을 완속(완속과 중속 포함) 충

전기로 구분하고 직류 전압으로 차량 내 배터리를 직접 충전하는 방식을 급속(급속, 중속 향후로 양방향 시 완속도 포함) 충전기로 구분한다.

완속 충전기는 전기자동차 내의 탑재형 충전기(On-board Charger)를 통해서 변화된 에너지를 이용하여 전기차 내부의 배터리를 충전하는 시스템으로 구성된다. 완속 충전기는 내장형 충전기에 교류 전력을 공급하고 충전 시의 문제점을 점검하며 과급하는 형태로 구성된다. 이는 용도가 다른 과급형 콘센트나 이동형 충전기, 비공용(홈 충전기), 부분 공용·공용 충전기 등으로 구분된다.

과급형 콘센트는 이동형 충전기에 3.5kW 미만의 전력을 공급하는 장치고 충전 인프라가 부족한 개소나 긴급용으로



그림1 충전기 종류





그림 2 완속 충전 시스템 구성 예시



그림 3 급속 충전 시스템 구성 예시

사용하기 위하여 구비되는 시설이다. 이동형 또는 비상용 충전기가 반드시 있어야 하는 번거로움이 있다. 비공용 충전기는 차량 제조사에서 보급하거나 개인이 구입 후 설치하여 이용하는 충전기로 전기요금만 납부하면 된다. 부분 공용·공용 충전기는 아파트 등의 공동주택시설이나 상업시설, 공공시설 등의 공공장소 주변에 설치해 운영되는 과금 기능이 있는 충전기다.

급속 충전기는 충전기 내부에 전력 변환 모듈을 내장해 교류 전력을 직류 시스템으로 변환한 뒤 배터리에 직접 공급 가능한 영역으로 변환하여 배터리를 직접 충전하는 충전기다. 배터리의 기본 충전을 대비 1C(C-rate, 충전율) 이상의 전력으로 배터리에 직접 전원을 공급하여 완속보다는 빠른 시간에 충전할 수 있도록 한다. 2017년까지는 50kW가 표준이었으나 볼트나 코나 등의 64kWh 배터리 장착 차량의 출시 이후로는 100kW 충전기가 표준으로 이용되고 있다.

이외에 다른 충전 방식으로 무선 전력 전송 방식과 전지 교환 방식으로 구분되며 무선 전력 전송 방식은 기술적 분류에 따라 자기 유도 방식과 자기 공명 방식으로 전기에너지를 전자기파로 변환하여 에너지를 전송하는 방식이다.

3.3kW와 6.6kW급에서 연구가 진행되었으며 11kW 이하의 무선 충전까지를 표준에서 규정하는 수준에 이르렀다. 해외는 일본 중심의 기업들이 적극적인 검토를 진행하였으며 국내 기업의 경우도 일본 기업의 기술이전 형식이거나 자체 개발하여 대전력 전송의 실증 단계에 있다.

무선충전기술은 해외의 경우 Qualcomm-Halo, WiTricity 등에서 개발을 진행하고 있으며 WiTricity는 도요타와 함께 3.3kW급 자기공명 방식 전기자동차 무선충전기의 실험검증을 시작하였다(그림 4).



그림 4 도요타의 자기공명 방식 무선 충전기 실증

국내의 경우 중소기업 중심에서 대전력 전송을 중심으로 WiTricity의 기술 기반으로 기술 개발을 진행하고 있으며 한국과학기술원을 중심으로 기술 개발 중이다<sup>3)</sup>.

## 2. 전기차 시장 현황과 충전 요구

2018년 미래차 산업 발전 전략을 시장으로 BIG3 산업 집중 계획에 따라 급속 충전기는 2025년까지 1만 5천 기를 보급해야 한다. 이에 따라 급속 충전기 보급도 에너지공단의 충전기 설치 보조금 사업이나 환경부 주도의 설치 사업 외에 민간 충전 사업자를 중심으로 활발하게 보급될 전망이다.

또한 전기자동차 수요가 매년 급증하면서 전기자동차 충전 인프라 확대도 가속화되고 있다. 현대차를 중심으로 한 민간 사업자의 초급속 충전소 보급이 활성화되고 있고 민간 충전 사업자들을 통해서도 급속 충전기 보급이 활발해지고 있다.

이는 전기차의 배터리 용량이 2배 이상 증가하여(그림 5) 주행거리가 확대되면서 충전 시간에 대한 요구도 증대되었기 때문이다.

작년에 출시된 아이오닉5와 EV6 등의 차량을 기준으로 기존의 64kWh에서 74kWh대로 배터리 용량은 더욱 증가되고 있으며 전기차 사용자의 요구는 다양하게 세분화되고 있다고 판단된다.

앞서도 언급했지만 전기차는 연평균 40% 이상의 높은 수준으로 보급되고 있으며 전기차 구매 고객의 부담으로 작용

에너지 신형 전기차 14종 개관 비교																	
모델명	배터리 용량	주행거리	충전속도	가격	출시연도	모델명	배터리 용량	주행거리	충전속도	가격	출시연도	모델명	배터리 용량	주행거리	충전속도	가격	출시연도
IONIQ 5	74kWh	480km	150kW	47,000,000	2022.11	IONIQ 6	74kWh	480km	150kW	47,000,000	2022.11	EV6	74kWh	480km	150kW	47,000,000	2022.11
IONIQ 5	58kWh	430km	150kW	42,000,000	2022.11	IONIQ 6	58kWh	430km	150kW	42,000,000	2022.11	EV6	58kWh	430km	150kW	42,000,000	2022.11
IONIQ 5	43kWh	320km	150kW	37,000,000	2022.11	IONIQ 6	43kWh	320km	150kW	37,000,000	2022.11	EV6	43kWh	320km	150kW	37,000,000	2022.11
IONIQ 5	28kWh	240km	150kW	32,000,000	2022.11	IONIQ 6	28kWh	240km	150kW	32,000,000	2022.11	EV6	28kWh	240km	150kW	32,000,000	2022.11
IONIQ 5	13kWh	100km	150kW	27,000,000	2022.11	IONIQ 6	13kWh	100km	150kW	27,000,000	2022.11	EV6	13kWh	100km	150kW	27,000,000	2022.11

그림 5 전기차 제원 비교(출처: 전자신문)

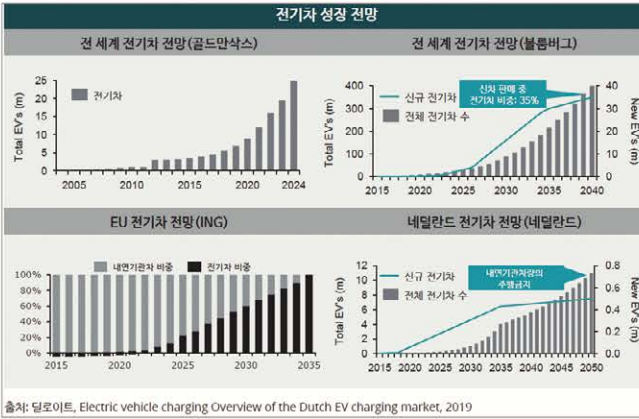


그림 6 전기차 성장 시장 전망

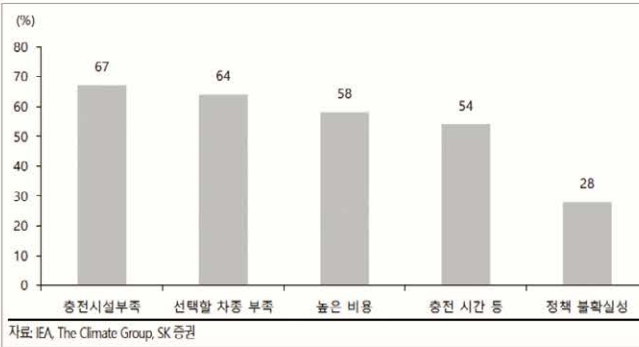


그림 7 전기차 구매 고객의 부담 순위 조사

하는 것이 부족한 인프라와 충전 시간에 관한 내용이 상위권에 자리하고 있어 충전 인프라의 보급과 급속 충전기의 보급이 중요한 이유가 되고 있다<sup>13),14)</sup>.

최근 들어 수면에 올라오는 문제가 주차 문제다. 기존 내연기관차에서도 부족한 주차 문제는 골칫거리였으나 전기차 보급에 따라 전기차 충전 구역을 전기차 전용구역으로 하면서



그림 8 충전소 내 내연기관 주차(출처: 환경닷컴)

형평성 문제 등과 더불어 분쟁의 소지가 되고 있고 이에 과태료까지 부과되는 실정이다<sup>15),16)</sup>.

이에 대한 대책으로 급속 충전기가 필요하나 주차 구역당 1대의 설치 비용이 막대하고 비효율적이어서 전력 분산형 멀티 충전이 가능한 급속 충전기가 개발되고 있다.

또한 전기자동차의 보급이 늘면서 구매 시 부담이었던 긴 충전 시간에 대한 인식도 전기차 소유주들을 중심으로 변화하고 있으며 충전하려면 반드시 있어야 하는 시간을 불편하게 생각하지 않고 당연시하는 분위기가 확대되면서 전기차의 충전 시간을 여가 시간, 개인의 시간으로 이용하려는 경향이 나타나고 있다.

이렇게 전기자동차의 대중화를 위한 초기 단계에서 향후 충전사업이나 공공장소에서의 다양한 충전기 운영에 대한 요구가 증대됨에 따라 상기의 주차 구역당 1대의 충전기 설치에 대한 불합리보다 분산형 충전기에 대한 시장의 요구가 커지고 있다.

분산형 충전기는 대용량 에너지 변환부를 전력부로 해서 따로 분리된 구조를 갖는다. 또한 에너지를 공급하는 충전부를 여러 개 구비하고 개개의 충전부에서 사용자 정보 등을 받아 제어되도록 구성하며, 사용자의 충전 의도에 따라 충전량이나 시간 등을 설정하고 이에 맞추어 충전한다.

분산형 충전기는 충전기의 설치 공간을 최소화하는 것이 가능하고 별도의 여유 공간에 전력 변환부를 설치하고 운용할 수 있는 시스템이다.



그림 9 분산형 충전기 개념도

항목	내용
모델명(품번)	EVD-4D40140A 01
정격입력	AC 380V, 60Hz, 669A, 440kW (3P, 4W)
	디스펜서: DC 200~1000Vdc, 200A
정격출력	DC 콤보1: DC 400~1000V, ~200A, 200kW
동작온도	-25°C ~ 50°C
충전타입	형식: IEC 61851-1 Type C 커넥터: IEC 62196-3 (DC Combo1)
크기	TBD
LCD	12.1" Conductive Touch LCD
결제	회원카드: ISO14443 A/B, Mifare(필수), 신용카드: ISO 7810/16(옵션)
LTE 모델	인증종 진행 (옵션)
인증	전력부: EMC, 디스펜서: 형식승인

그림 10 400kW 분산형 충전기 사양



이 충전기의 주요 기술로는 충전 인터페이스 범용화를 위한 기술로, 충전 방식 변경 등의 용이성을 확보하며, 600kW 이상까지의 충전 용량 대용량화 기술, 동시 충전 전력 분배 제어 기술, 전력부분리 기술 등이 확보되어야 한다.

주요 기술인 충전 인터페이스 범용화 기술은 급속 충전 방식의 인터페이스 보드 설계와 향후 A/S를 고려한 고장 수리 및 충전 방식 변경의 용이성 등을 확보한다. 충전 용량 대용량화는 차량의 배터리 용량 증설에 대응이 용이한 구조의 대용량화 기술이 될 수 있을 것이며, 동시 충전 전력 분배 제어 기술은 여러 대의 차량을 동시 충전하더라도 전력이 문제없이 분배될 수 있도록 하는 기술이다. 마지막으로 전력부분리 기술은 전원 공급부와 충전부를 분리하면서도 전기차 충전이 안정적으로 될 수 있도록 하는 기술이다<sup>7)</sup>.

### 3. 전력 분산형 충전기 종류

#### 3.1 일체형 충전기

일체형 충전기는 에너지 변환을 담당하는 전력 변환부와 충전부를 분리하지 않은 기존 충전기와 동일한 구조를 가지나, 출력단을 멀티로 구성한 충전기를 말한다.



그림 11 100kW 충전기 예시

전기차 볼트의 출시로 기존 50kW 급속 충전기에서 100kW 충전기 수요가 발생하였고, 코나와 니로 등의 보급 확대로 100kW 충전기가 주류로 자리하였다. 그러나 최대로 충전 가능한 용량은 약 70kW로 100kW 충전기로 2대 충전이 가능하도록 설계하였다. 이 충전기는 50kW씩 2대 충전을 기본으로 하고 70kW로 충전할 시, 나머지 채널로 30kW를 공급하는 형태로 사용할 수 있다.

즉 100kW 용량에서 1대만 충전할 때는 최대 100kW까지 충전하고, 2대 충전 시는 기능에 따라 50kW씩 충전할 수 있다. 전기차가 70kW로 충전하는 경우 나머지 차는 30kW로 충전하며, 충전 차량 중에 충전이 완료된 차량이 생기면 다시 최대 용량으로 충전하는 시퀀스를 제어할 수 있다.

다음은 200kW까지 확장되는 개념으로 4대까지 충전이 가능한 충전기이다. 기본 동작은 전술한 100kW 충전기와 같으나 전력 셰어링 부분에서 확장된다<sup>8)</sup>.

200kW 충전 용량 내에서 50kW씩 4대의 전기차를 충전하거나 전력 셰어링 기술을 통해 수전 가능한 최대 용량으로 충전하고, 4번째로 충전하는 차량은 자신의 충전용량보다 작은 출력값으로 충전하다가 충전 완료된 차량이 생기면 수전 가능한 최대 용량으로 충전되도록 할 수 있다.

고객은 빠른 충전을 위해서 급속 충전기를 사용하므로 순서에 따라 급속 충전을 우선 제공하고 적정한 시퀀스에 따라 충전이 보장되도록 하는 것이다. 여기서 3대의 차량이 충전기 최대 용량을 사용하는 경우 4번째로 접속한 차량은 전술한 대로 수전 용량이 없으므로 대기하다가 이후에 충전 완료 차량이 생기면 충전을 시작하는 방식으로 진행된다.



그림 12 200kW 4대 충전 급속 충전기(컨셉)

### 3.2 분리형 충전기

분리형 구조 충전기는 일체형 충전기 구조에서 에너지 변환 설비 부분을 전력부로 분리하고 전력 변환 모듈 뒷단부터 충전케이블까지를 합하여 충전부로 구성된 충전기이다. 일체형 충전기는 구조적 한계 등으로 인해 최대 200kW까지 구성이 가능하다. 이는 350kW 이상일 때 충전기의 출력 전류로 약 350A 이상을 충전할 수 있도록 하여야 하므로 충전기 내부에 냉각 시스템을 탑재해야 한다. 출력 케이블의 온도 상승을 억제해서 고전류의 사용을 원활하게 하기 위해서는 냉각 시스템이 대안이다.

증가하는 채널 수에 따라 냉각 시스템도 부가적으로 장착되어야 하는 구조적 한계로 인해 일체형 충전기보다는 분리형 구조의 충전기가 대용량 충전기로의 확장성이 크다. 또한 전력부 미관을 해치지 않는 범위에서 매립 등의 방법으로 적용이 가능하기 때문에 향후 분리형 충전기가 대세가 될 것으로 예상된다.

## 4. 대용량 전력 분배 시스템

### 4.1 전력 공급을 위한 기본 구조

급속 충전기는 그림 13과 같은 배치를 기본으로 개발한다. 물론 2020년부터 충전기가 13번째 전력량계로 되면서 전력량계의 위치가 출력단으로 바뀌었다. 이를 제외하고는 동일 구조로 개발되고 있고 본 구조를 적용한 제품이 일체형 충전기의 구조라 할 수 있다.

일체형 전력 분산형 충전기는 그림 14처럼 급속 충전기 구조를 기본으로 케이블을 제외한 모든 부품을 외함 내부에 조립하고 LCD 정보표시기를 통하여 사용자가 충전 방식과 충전량 등을 설정해 과금할 수 있는 구조로 설계되었다.

전력부 분리 구조의 분산형 충전기는 전원 인입부와 전력 변환 모듈부, 전력 분배부 그리고 이의 제어를 위한 메인 제어기 등으로 구성된다. 전력 분배부는 전력 공유를 위한 핵심

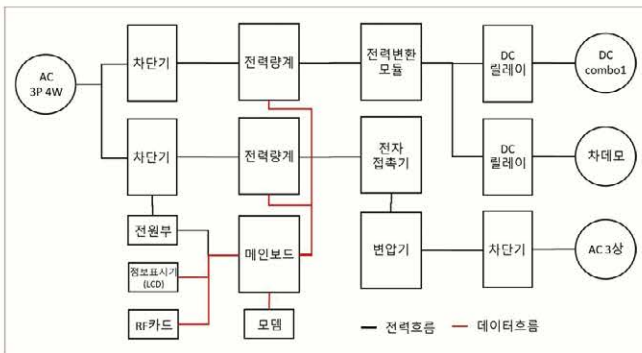


그림 13 급속 충전기 블럭다이어그램(3mode)

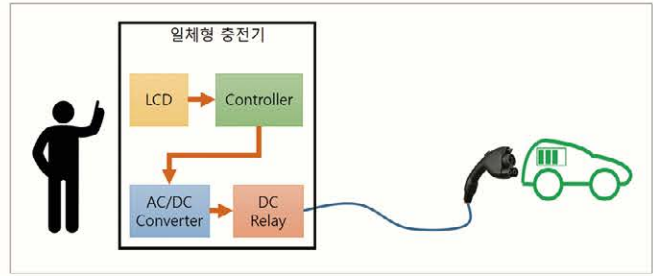


그림 14 일체형 충전기 개념도

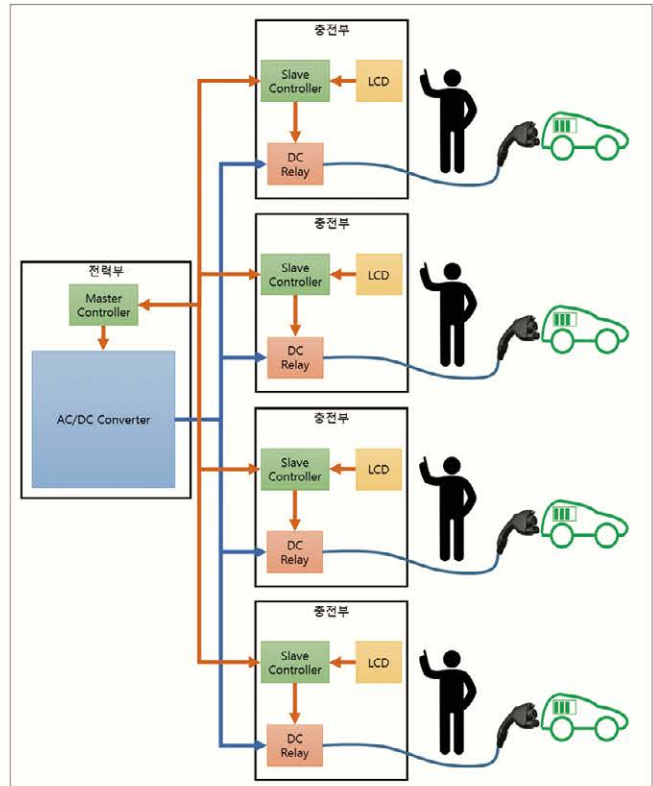


그림 15 분산형 충전기 개념도

부로, 전력 변환 모듈에서 생성된 DC 전력을 전력변환 모듈의 용량에 맞추어 멀티 충전을 위한 충전 용량 설정을 할 수 있도록 구성해야 한다.

사용자가 원하는 출력 구성을 위하여 다양한 출력 패턴이 존재하게 되는데, 기본 출력 용량을 기준으로 모듈들의 bank를 정하거나 기본 모듈을 기준으로 출력단을 구성할 수도 있다.

기존에는 다양한 패턴으로의 충전보다는 출력단을 고정하여 출력 가능한 정도에서 충전을 수행하는 구조였다. 왜냐하면 개개의 전력 변환 모듈과 출력단을 다시 원활하게 연결하는 기법이 완성되지 않아 기능과 단가 측면에서 전체를 구성하는 것에 한계가 있기 때문이다.

예를 들어 4개의 출력단을 구성해야 하는 경우 8개의 전력 변환 모듈이 소요된다고 가정할 시 4가지 출력을 위해 기본 릴레이 32개와 출력 릴레이 4개를 사용한 약 36개의 릴레이를 구성하여야 한다. 여기에 출력단(+), 출력단(-)를 감안하면



72개의 릴레이가 필요하게 되는데, 기능 구현의 어려움이나 비용적 측면에서 한계가 있어 대부분은 출력단의 용량에 맞춰 간략화하여 전력 분산형 충전기를 구성하였다.

이러한 문제점을 해결하고자 개발된 것이 매트릭스 방식의 출력단 대응 구조 방식이다. 이 시스템은 전력 변환 모듈을 매트릭스처럼 가상의 2개 축으로 구성하고 이들의 교차점에 릴레이를 구성하여 출력부로의 전력 공급을 원활하게 한다.

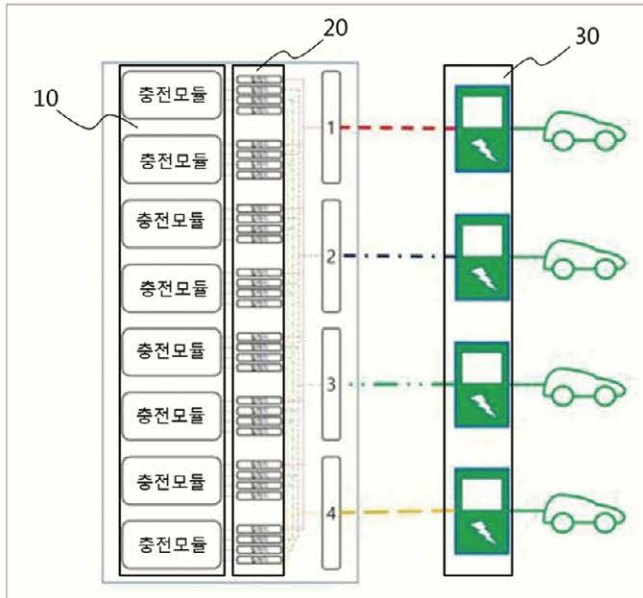


그림 16 출력 4채널 기준 출력단 기본 구성 예시

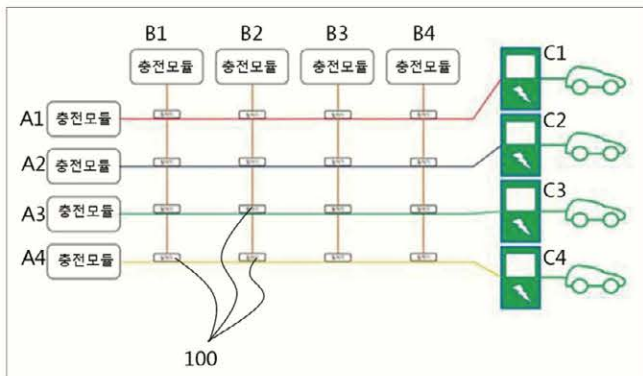


그림 17 매트릭스 방식의 출력단 구성 예시

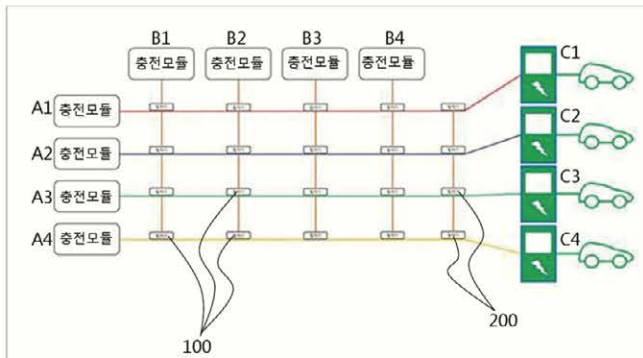


그림 18 매트릭스 방식의 개선된 출력 구조 예시

또한 접점의 수가 증대함에 따라 고객이 요구하는 충전 용량에 대응하기에 적합하도록 설계되었다.

그러나 이러한 방식으로 출력단을 구성하더라도 다양한 충전 패턴 대응에 한계점이 나타나 이를 보완한 형태로 시스템을 구성하였다.

하지만 그림 18과 같은 시스템의 단점은 출력 채널 수가 홀수이거나 출력단이 증가할 시, 좀 더 세밀한 출력 패턴구조를 가지고 제어할 시 한계가 있어 새로운 출력 구조의 필요성이 대두되었다.

기존 시스템에서도 출력 수가 증가할 시 사용되는 모듈의 개수에 따라 증분을 더해야 하는데, 매트릭스 방식의 경우 홀수 채널 구성에 단점이 존재하고 계속되는 충전 전력 공급에서 매트릭스 변화에 따른 공급이 안 되는 채널 구성이 발견되어 새로운 출력단 공급 방식의 필요성이 대두되었다.

#### 4.2 제안된 전력 공급 구조

제안된 방식의 출력단 구성은 전력 변환 모듈에 해당하는 각각 노드들의 연결점에 릴레이를 배치하고 노드 간 에너지 전송을 단속하는 구조로 하여 출력되는 출력단의 출력량 요구에 대응하도록 구성하였다.

즉 상용 전원으로부터 전력을 공급받는 복수의 충전 모듈을 기준으로, 각각의 무리 또는 모듈 개별에 따라 각각의 모듈 간과 상대 모듈 간에도 릴레이를 구성한다. 그림 20처럼 R과 t에 해당하는 릴레이 구성을 통해 Cx로 출력되는 출력단 구성을 가정하여 에너지의 원활한 공급이 가능하도록 릴레이 구성을 자유롭게 하여 기존 전력 분배 방식 대비 지속적인 원활한 에너지 공급이 가능하도록 설계하였다.

본 설계를 통해 기본 전력 모듈의 최대 용량을 기준으로 개별 단위 최대치가 정해지고, 이를 묶는 방법에 따라 묶은 개수의 최대치 곱만큼 전기차에 에너지 공급을 할 수 있다. 최소치는 개별 모듈을 기준으로, 모듈당 최대치에서 최소치까지 공급이 가능하다.

본 제안에서 전력 분배는 내보내고자 하는 출력 수를 기준으로 전력 변환 모듈의 조합에 따라 최대치를 가지며, 소프트

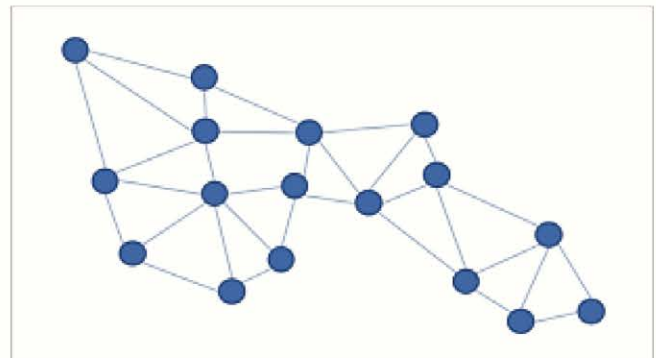


그림 19 메쉬 구조 예시

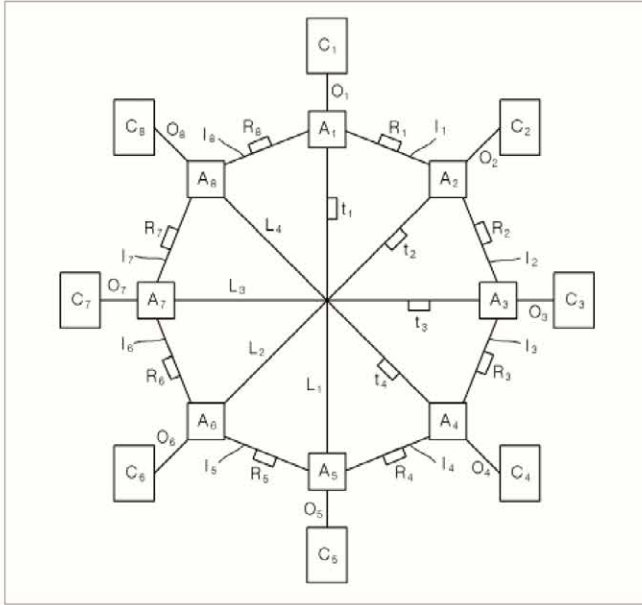


그림 20 제안된 메쉬 네트워크 구조 예시

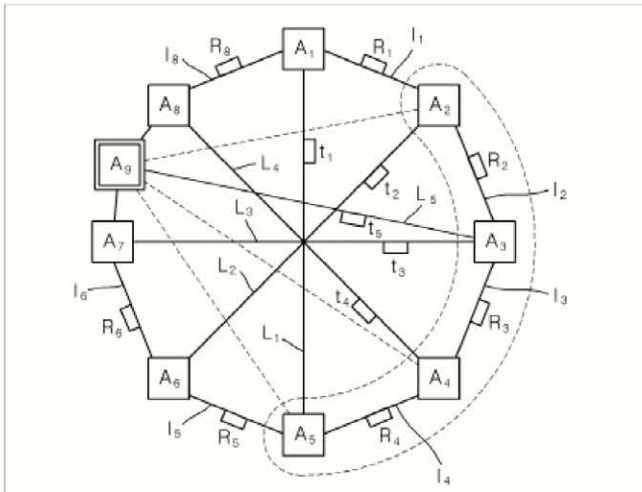


그림 21 출력단의 구성이 흡수일 때 예시

웨어적으로 분류되는 방식에 따라 설계된 최대 출력 용량을 기준으로 나누어 전기차의 충전이 가능하다.

그림 21은 출력단 채널이 흡수 개로 구성되었을 때 릴레이 구성을 나타내었다. 본 구조를 적용하게 되면 짝수 채널일 때는 근접부 연결이 원활한데 흡수 구성에서는 근접부 연결이 원활하지 않은 것을 개선한 내용이다.

본 구성을 응용한다면 다량의 채널 구성에도 적용할 수 있어 급속이나 초급속 전기차 사업을 하는 주차장 또는 충전 사업자의 경우 충전부의 전용 면적이나 원활한 제어를 위하여 고민해야 하는 부분에 대해 대안이 될 수 있을 것으로 예상된다.

그림 22는 메쉬 네트워크의 전력 셰어링에 대한 제어 알고리즘을 단순 순서도화하여 기술한 내용이다. 충전 모듈의 사용 가능 여부를 판단하고 가능한 경우 출력을 위해 사용하고, 안 될 경우 대기 등을 통해 원활한 제어 구조를 구성하도록 하였다.

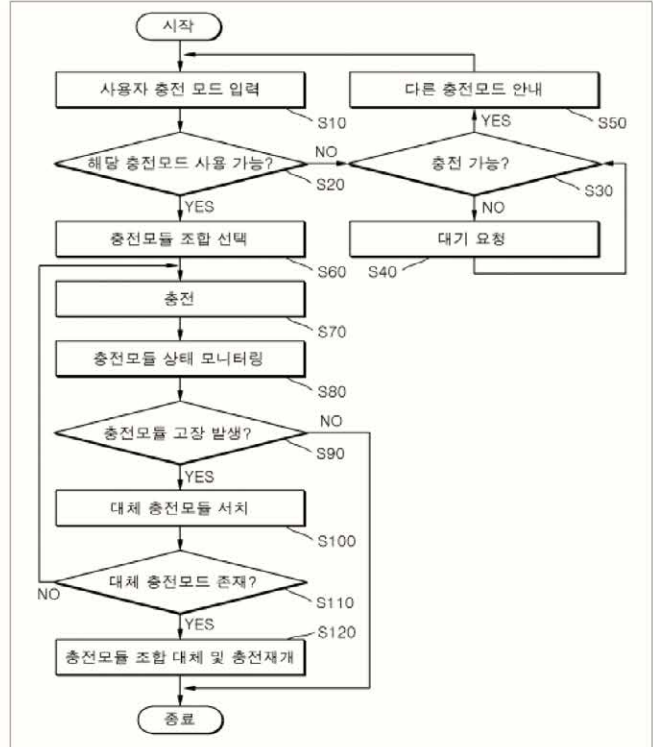


그림 22 메쉬 네트워크 제어 순서도

## 5. 결론

정부가 미래차 산업 발전 전략을 발표하고 BIG3 산업별 중점 추진과제를 발표하면서 충전 인프라 보급이 활발하게 이루어지고 있다.

2025년까지 누적 기준 급속 1.5만 기, 완속 50만 기를 보급한다는 계획을 발표함에 따라 2021년 시장은 시장의 방향과 달리 과금형 콘센트를 필두로 하여 활발한 보급이 이루어졌지만, 2022년에 과금형 콘센트의 타당성에 의구심이 생기며 멀티충전기 중심으로 바뀌고 있다. 전력을 셰어링하고, 최대 출력량을 기준으로 연결된 채널만큼 셰어링하는 전력 분산형 기술의 충전기들이 보급될 것으로 생각한다.

고질적인 주차 공간의 부족과 전기차 전용 공간에 대한 차별 등으로부터 건전한 충전 문화의 보급을 위해서는 전력 분산형 충전을 통해 셰어링하는 방법이 전기차 충전의 기본이 되어야 할 것으로 판단한다.

전기차는 앞으로 내연기관을 밀어내고 중심이 될 것이다. 기존의 인프라와 연계하고 안정된 충전 인프라 보급의 실마리는 멀티 출력 기준의 충전 방식이 될 것으로 기대한다. ■

본 원고는 국토부 2021년 국토교통 기술 사업화 지원 사업의 “400kW급 충전 시스템이 적용된 8대 멀티충전이 가능한 지능형 기계식주차장 개발” 과제로 작성되었습니다.

## 참고문헌

- [1] 김종춘, “전기자동차 충전 시스템,” 오토저널, 2015. 7.
- [2] 스마트앤컴퍼니, “산업자원부, 전기차 충전은 표준으로 통한다,” Electronic Science, 2015.5.
- [3] 김성민, 문정익, 조인귀, 윤재훈, 변우진, “무선전력전송 기술동향과 발전방향,” ETRI, 전자통신동향분석, 29권, 3호, pp. 98-106, 2014.6.
- [4] 임소현, “글로벌 민간업체의 전기차 충전소 구축 사례,” 딜로이트 인사이트 편집국, No. 18, pp. 6-21, 2021.
- [5] 권순우, 나승두, “전기차 충전산업, 어디까지 알고 있니,” SK증권, Industry Analysis, 2021.8.
- [6] 박종관, “전기차 아닌데 주차... 충전구역은 무법지역,” 환경닷컴, A29, 2021.2.23.
- [7] 유동수, 홍영근, 김혁, 박의성, “멀티충전기 스마트 전력 분배 시스템,” 특허청, 10-2021-0106139.
- [8] 홍영근, 정민교, 김윤재, “매트릭스 방식의 전기자동차 충전장치,” 특허청, 10-2017-0115470.
- [9] 홍영근, 유동수, “메쉬네트워크 연결 방식을 이용한 전기자동차 충전 장치와 방법,” 특허청, 10-2020-0115534.

### 홍영근 (주)에버온 기업부설연구소 연구소장

1970년 1월 27일생. 1993년 청주대 물리학과 졸업. 2000년 중앙대 전기공학과 졸업(석사). 2001년~2011년 삼성전기 책임연구원. 2011년~2015년 LG전자 수석연구원. 2016년~2019년 대영채비(주) 기업부설연구소 연구소장. 2020년~현재 (주)에버온 기업부설연구소 연구소장.

