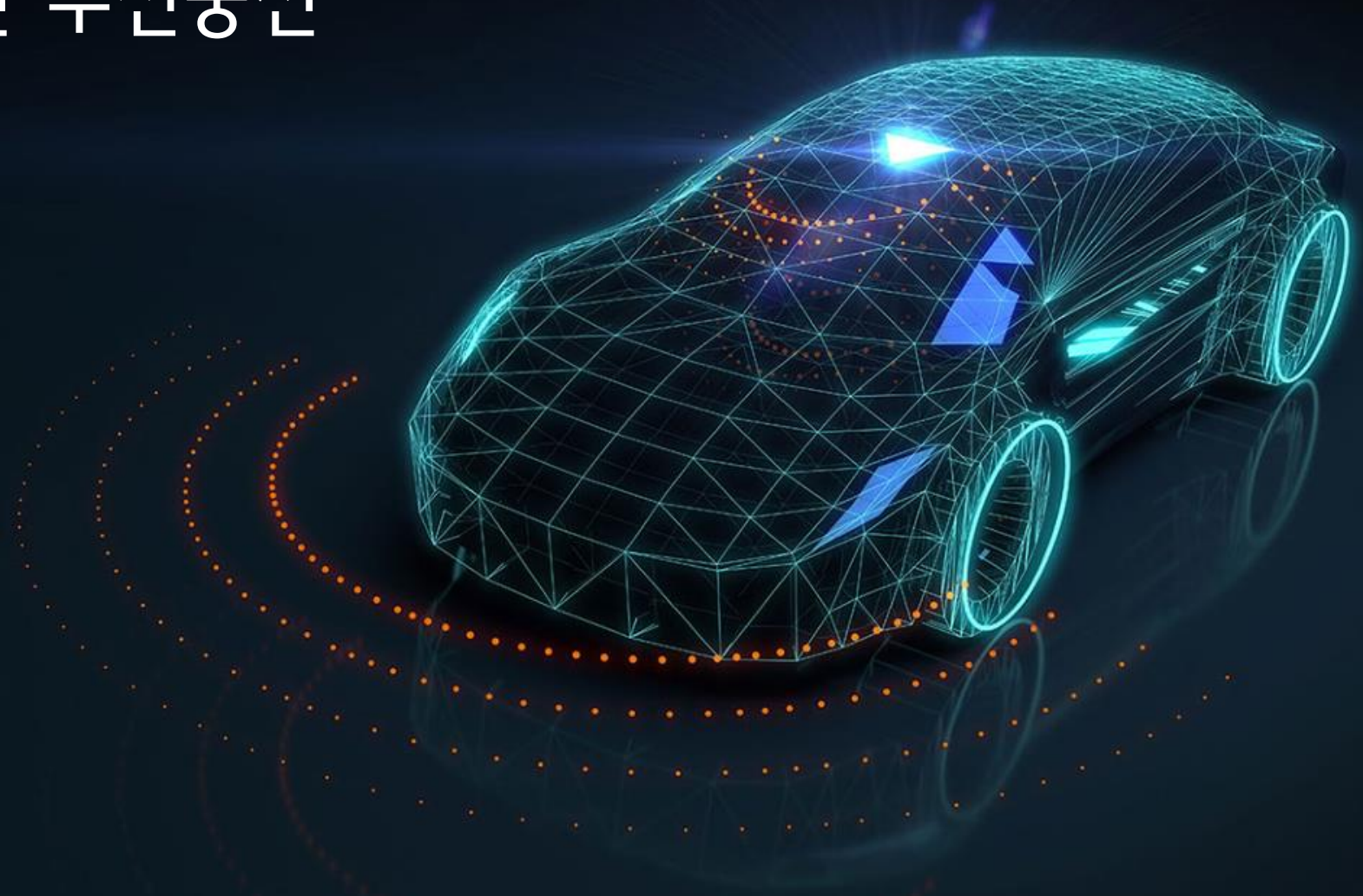
자기공명을 이용한 무선충전

CAE 프로젝트



미래자동차공학과

2017036926 강 임 주

2017037074 박 호 렬

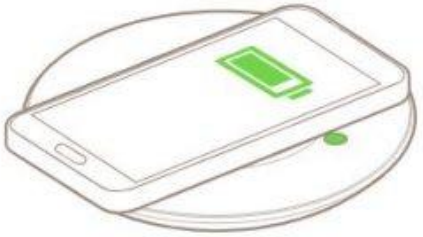
2017037329 최 수 형

전기자동차 무선충전

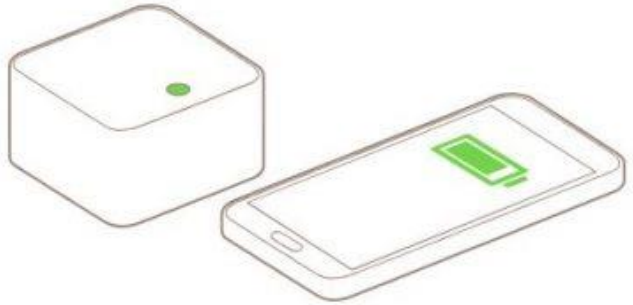
무선충전방식 비교

	자기유도	자기공진	안테나
동작원리	코일 간 전자기 유도 현상	코일간 자기공진현상	방사현상
장점	"근거리 전송 가능 코일 소형화 가능"	"1m 이내 전송 유리 코일간 정렬 자유도 높음"	1m 이상 원거리 전송 가능
단점	"전송거리 짧음 코일간 정렬에 민감"	"코일설계 어려움 인체유해한 전자파 노출환경"	"전송효율 낮음 인체유해한 전자파 노출환경"

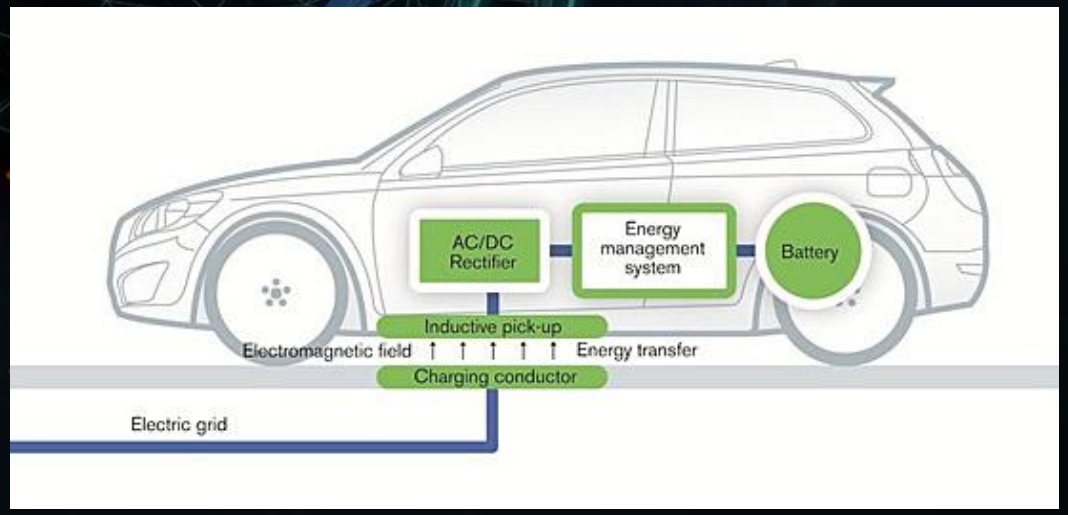
자료: 한국전자통신연구원



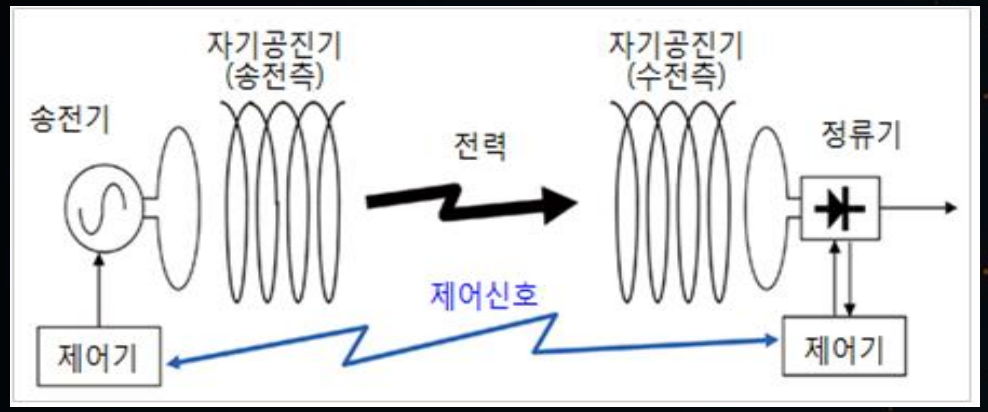
유도 방식



공진 방식



자기공명 등가회로



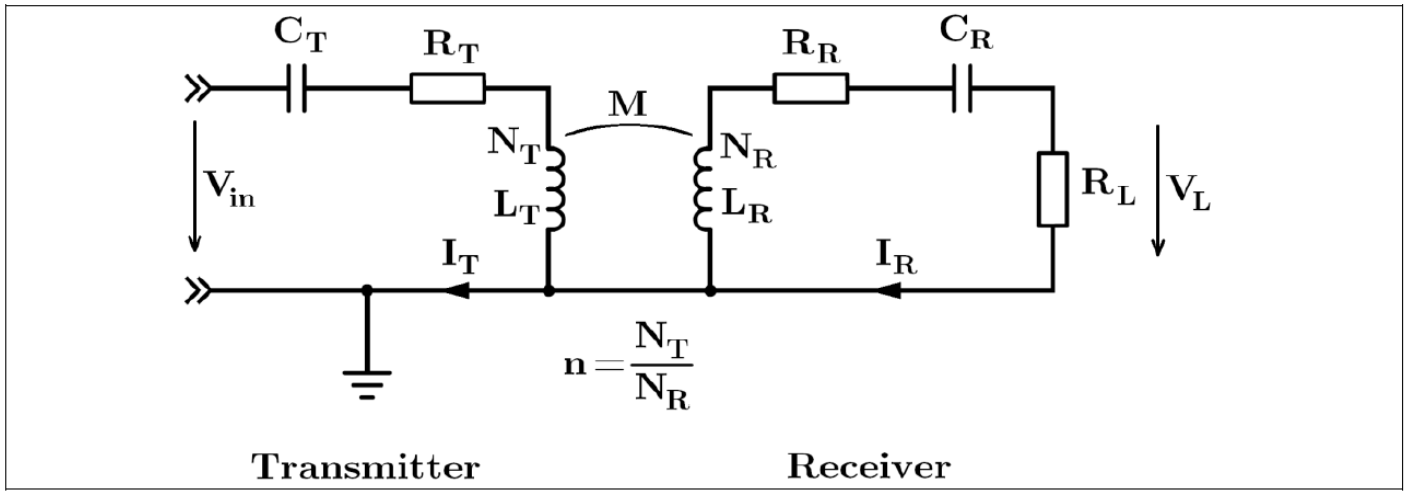


Figure 2 Wireless Power Transmission circuit with resonant coupled coils

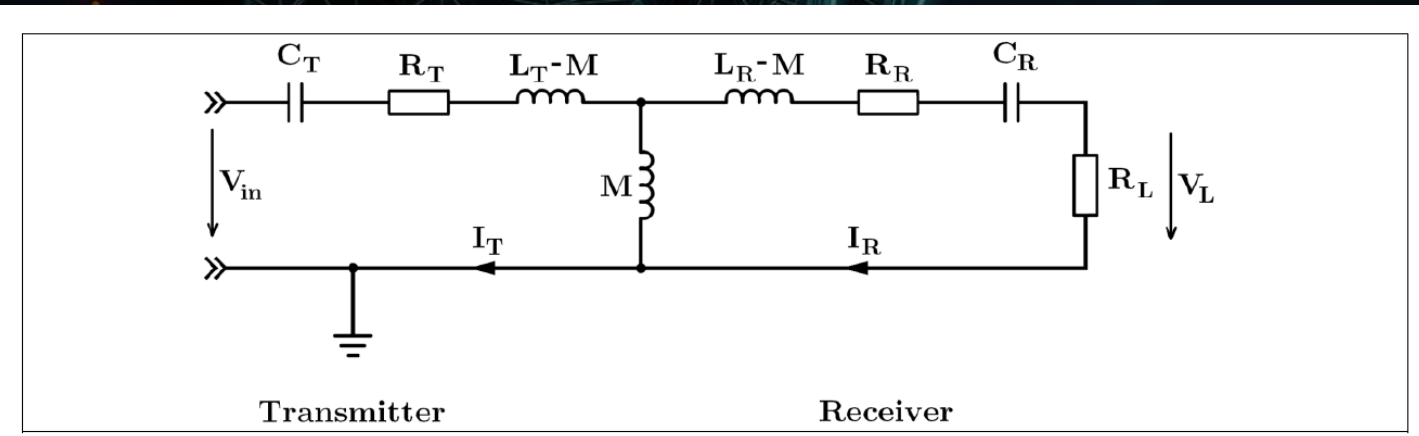


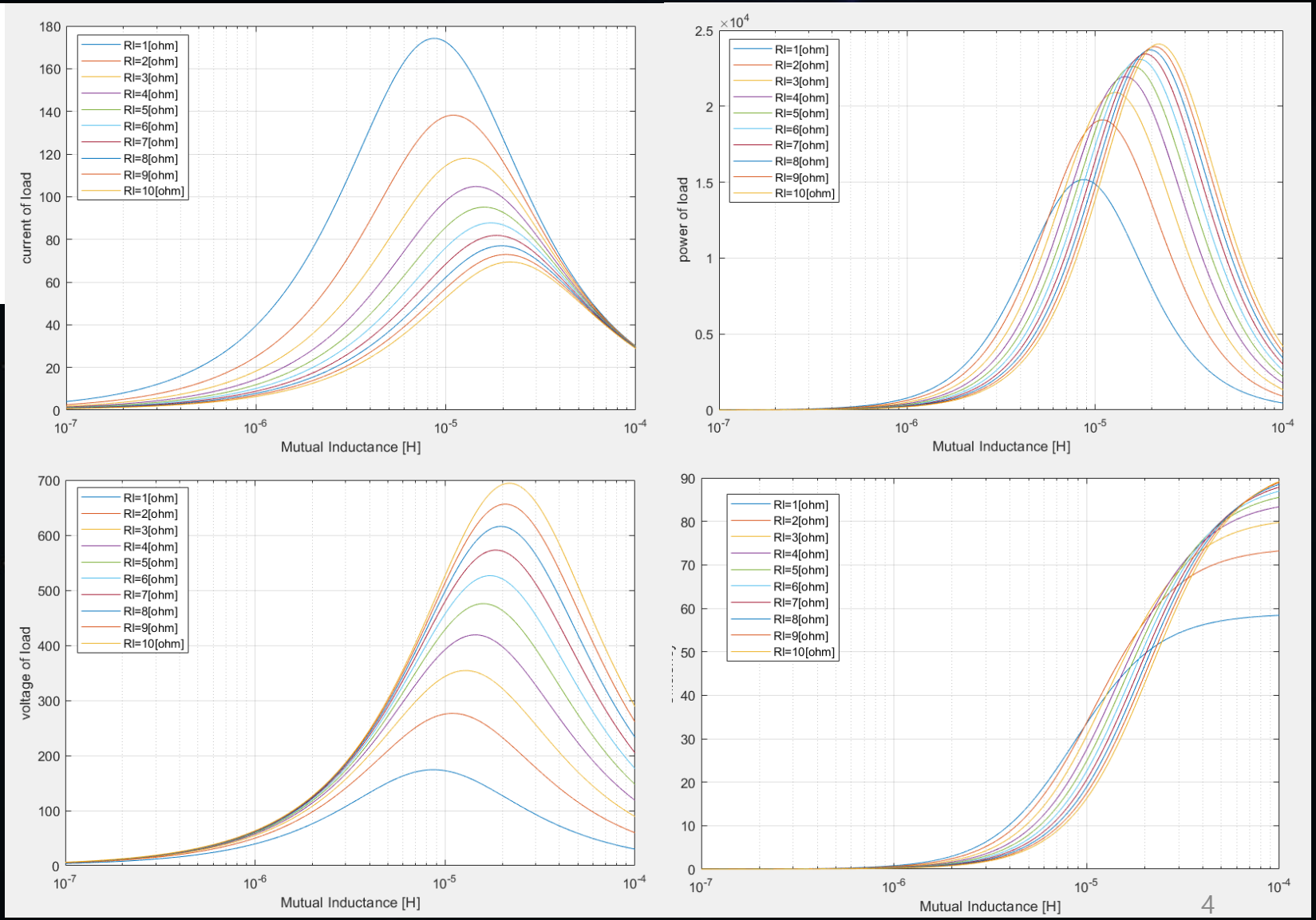
Figure 3 Equivalent of the WPT circuit with resonant coupled coils

Matlab을 이용한 회로 상수결정

```
k=0.3;
freq=20000;
Lm= logspace(-7,-4,10000);
Rl_change= [1 2 3 4 5 6 7 8 9 10];
R= 0.7;
Vg=380;
```

$$f_{r(p,s)} = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_{p,s} \cdot C_{p,s}}}$$

$$k = \frac{L_m}{\sqrt{L_p L_s}}$$



Matlab을 이용한 회로 상수결정

```
k=0.3;
freq=20000;
Lm= logspace(-7,-4,10000);
R_change= [0.1 0.2 0.3 0.4 0.5 0.6 0.7 0.8 0.9 1];
Rl= 7;
Vg=380;
```

R= 0.5 $[ohm]$

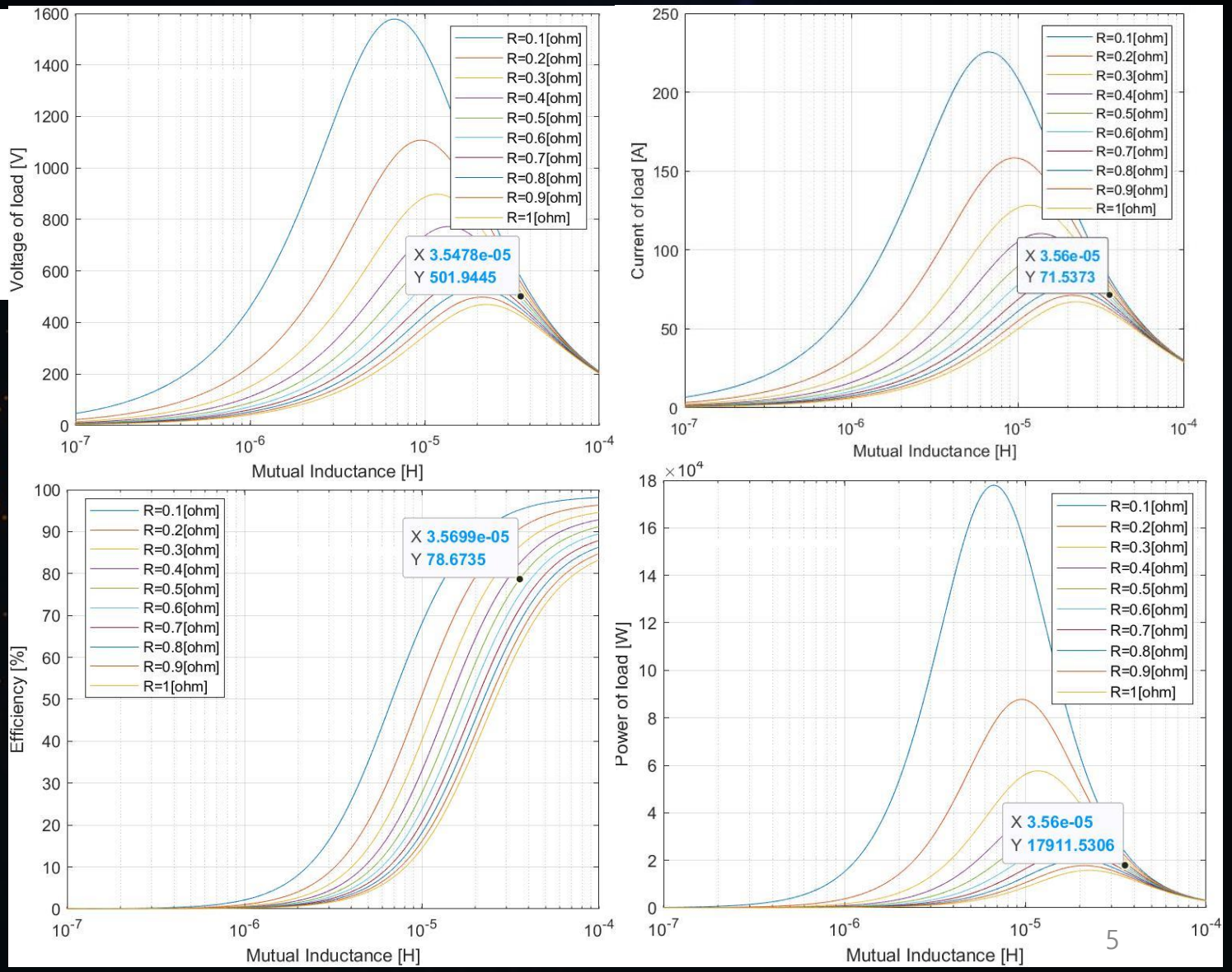
Lm= $3.55e-5$ $[H]$

V= 500 $[V]$

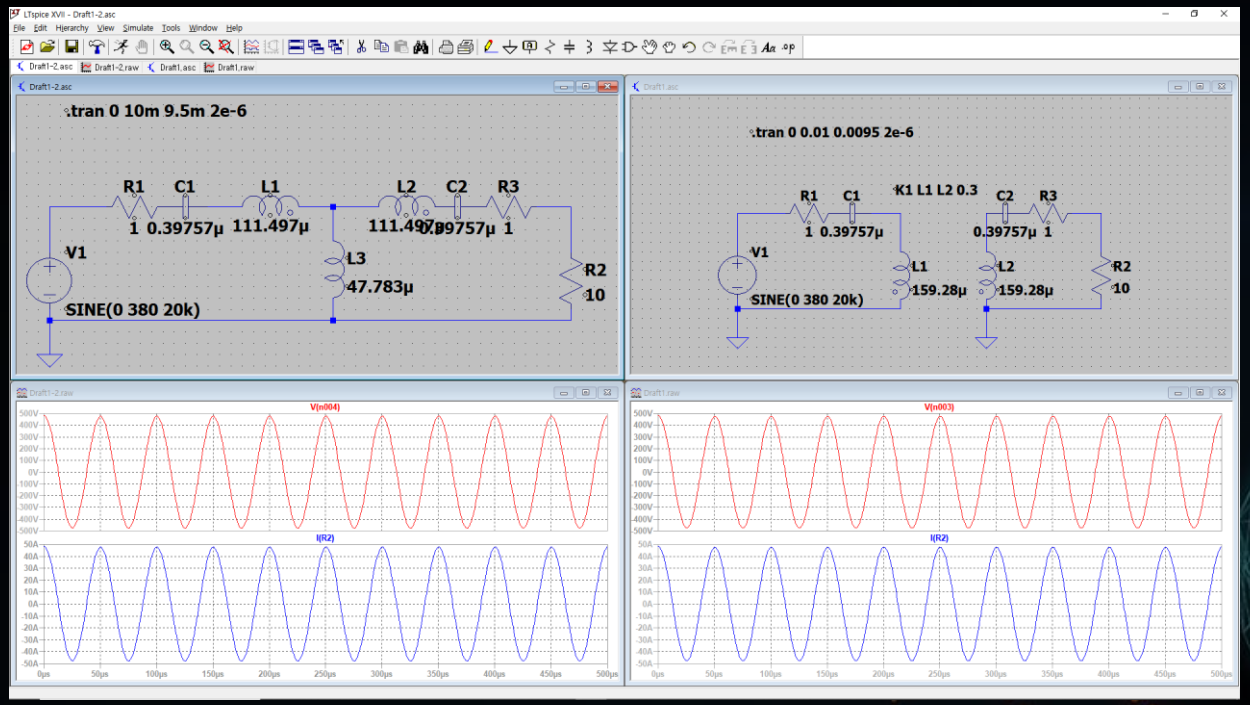
I= 71 $[A]$

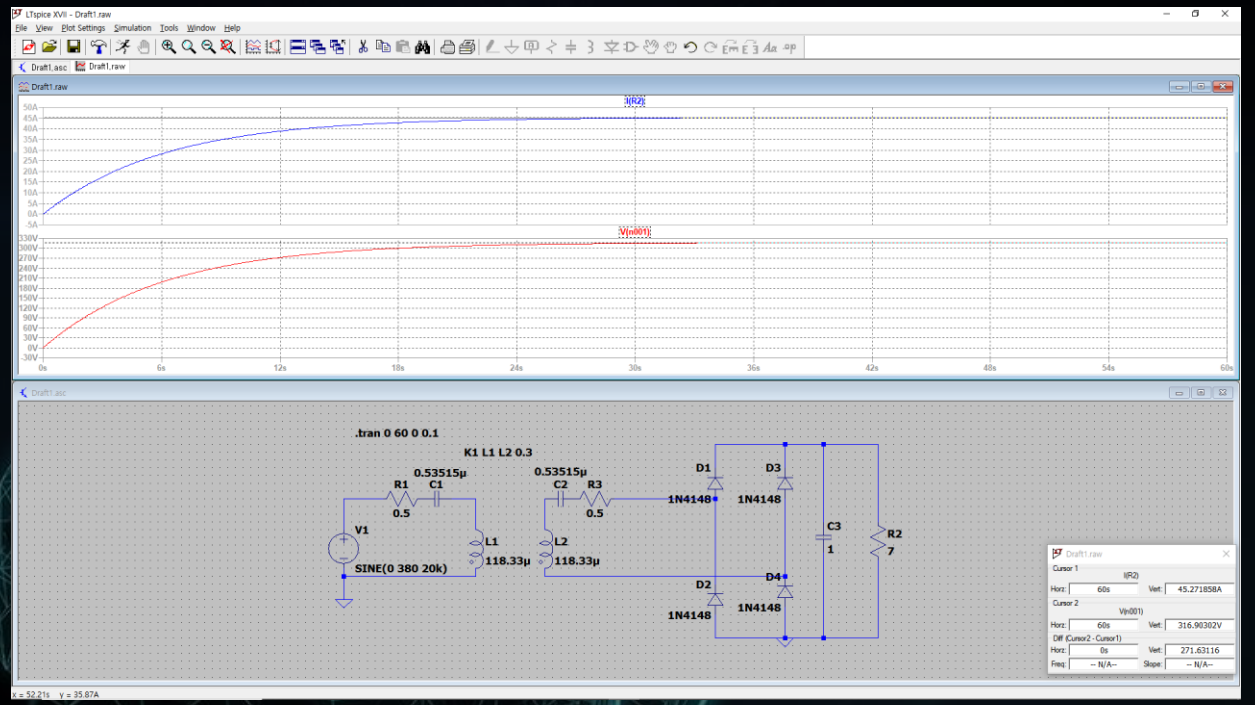
P= 18000 $[W]$

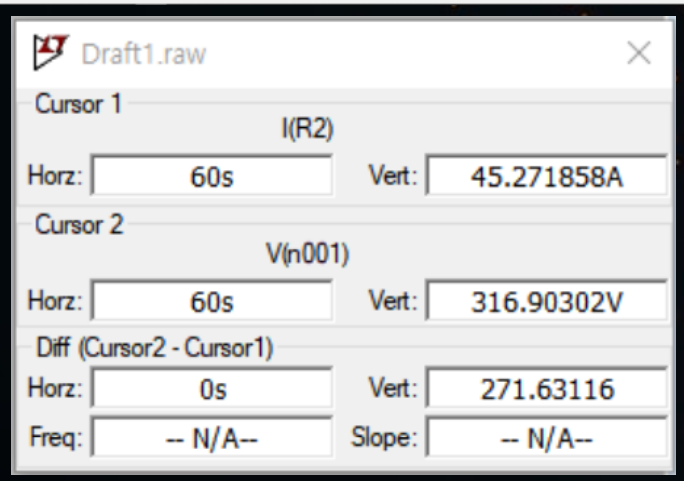
효율 = 78.7%



Amesim와 Ltspice를 이용한 회로 비교분석







출력전압 : 317V
출력: 17.43kW

SOC와 충전시간 분석

X
98

	1cell당
전압[V]	317/98=3.2347
전류[A]	174300/317=54.98
저항[ohm]	3.2347/54.98=0.058834

항목	제원
셀 구성	98셀
정격 전압 (V)	352.8 (240~412.8)V
공칭 용량 (Ah)	180AH
에너지 (KWh)	64
중량 (kg)	445
냉각 시스템	수냉식

SOC와 충전시간 분석

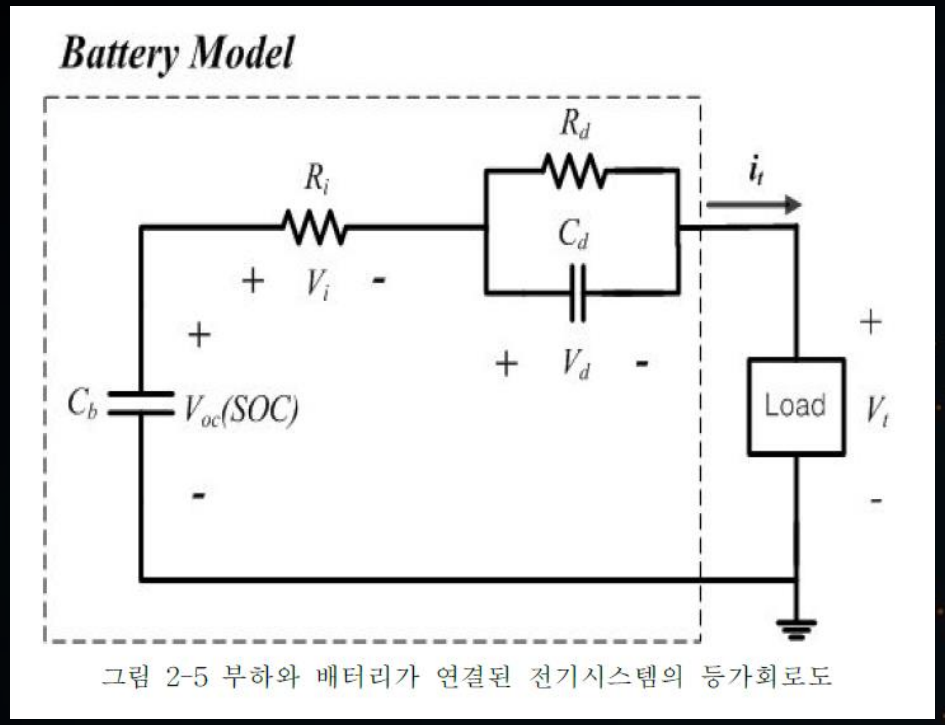
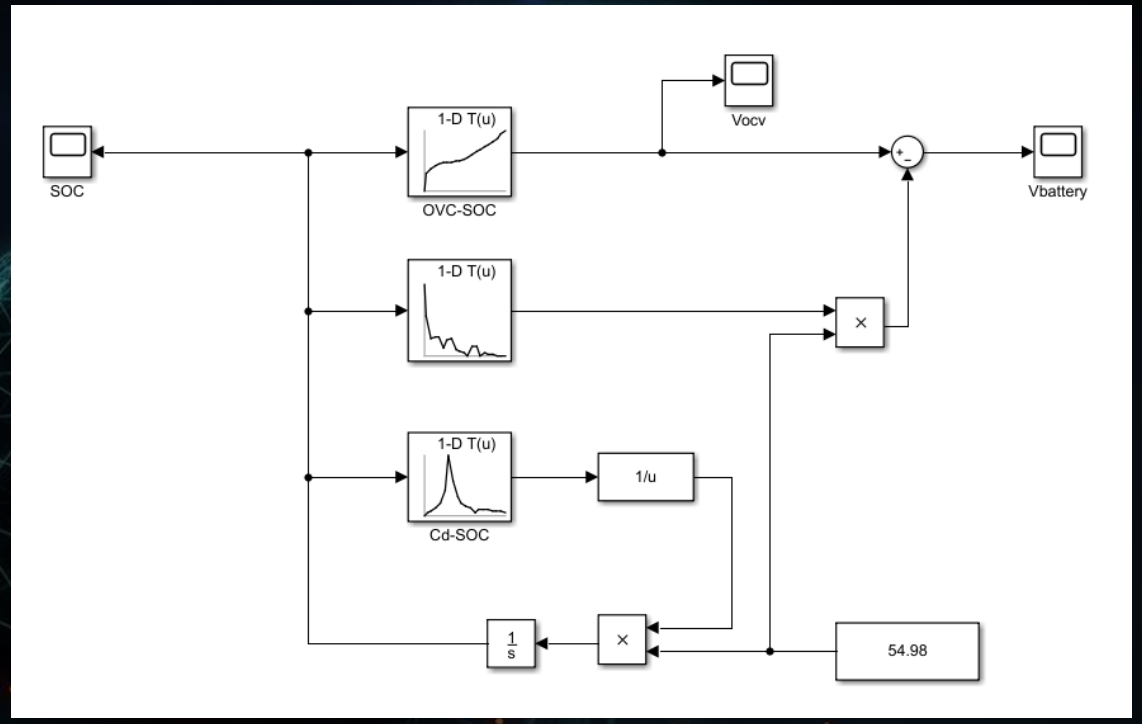
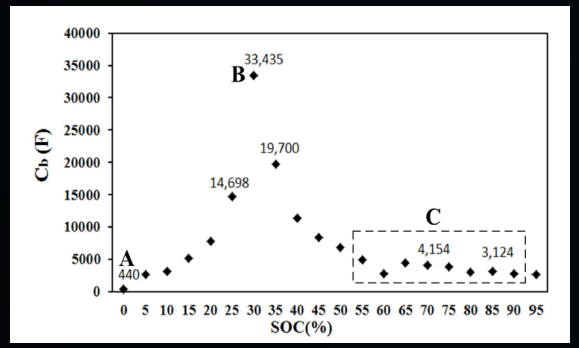
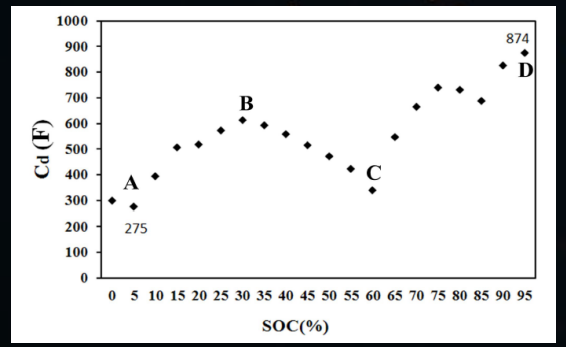
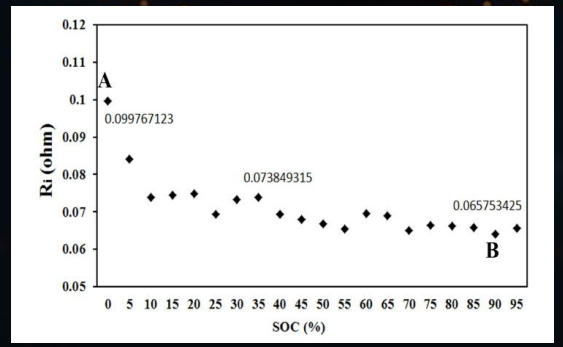


그림 2-5 부하와 배터리가 연결된 전기시스템의 등가회로도









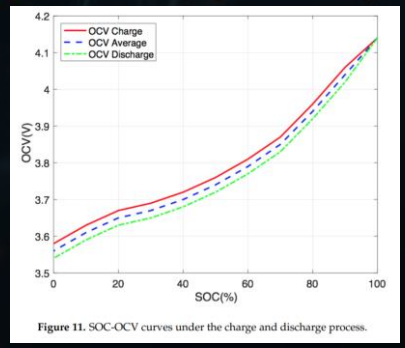
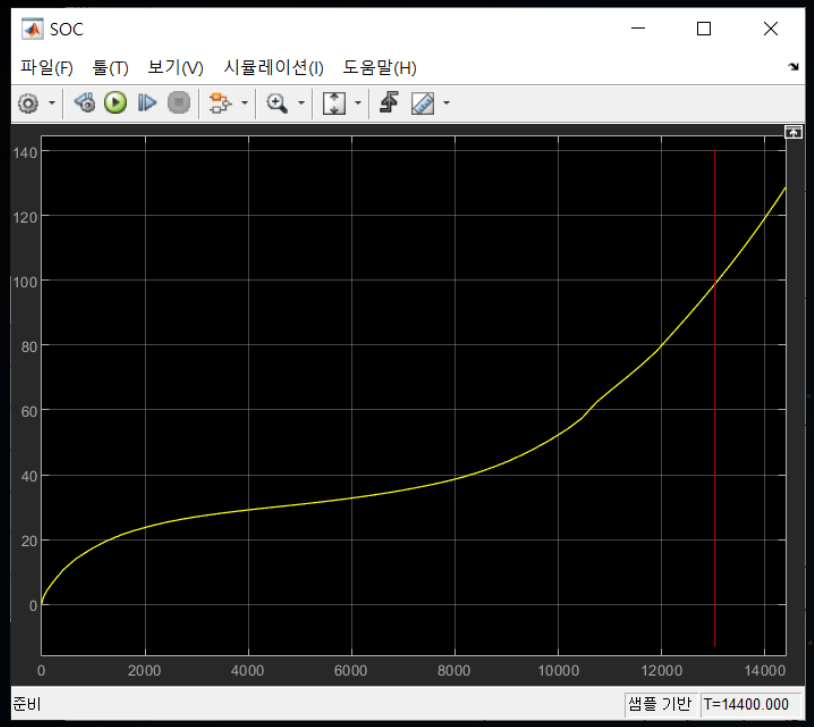
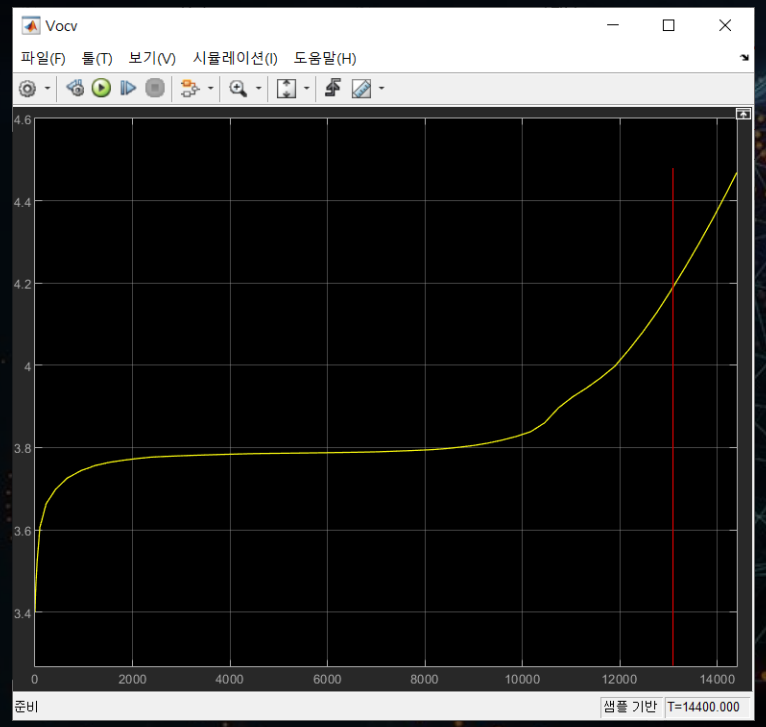
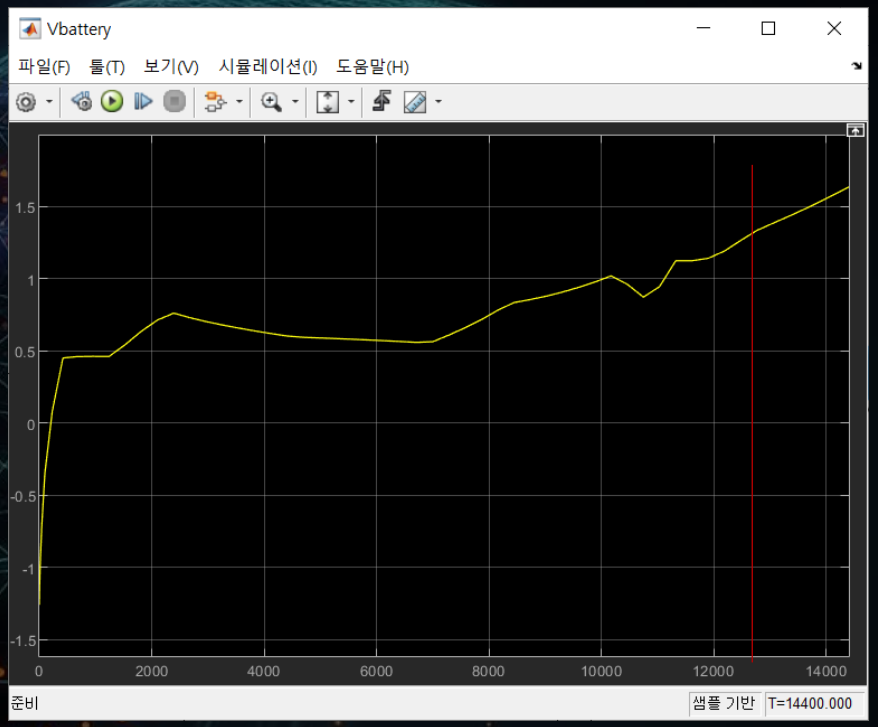


Figure 11. SOC-OCV curves under the charge and discharge process.

SOC와 충전시간 분석

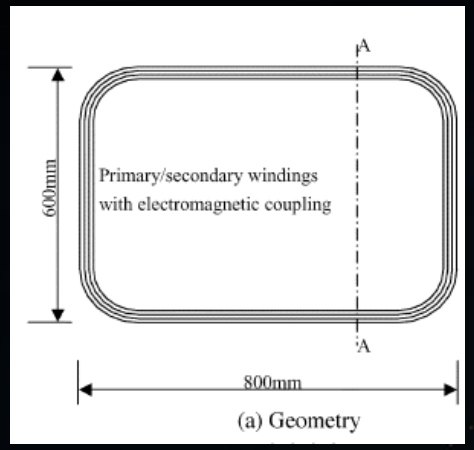


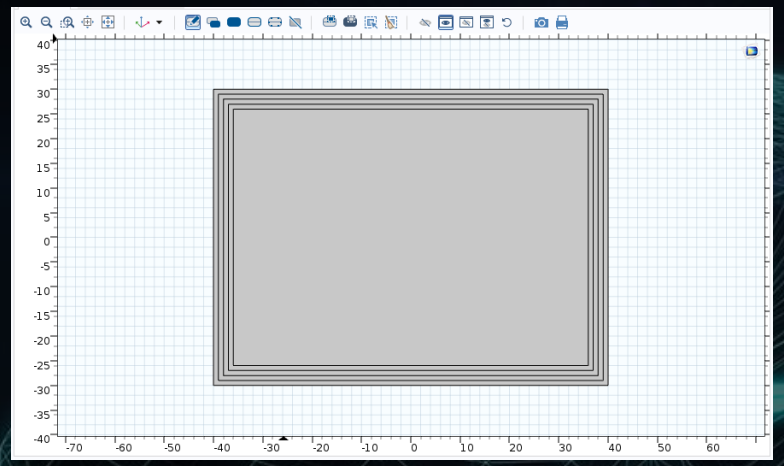


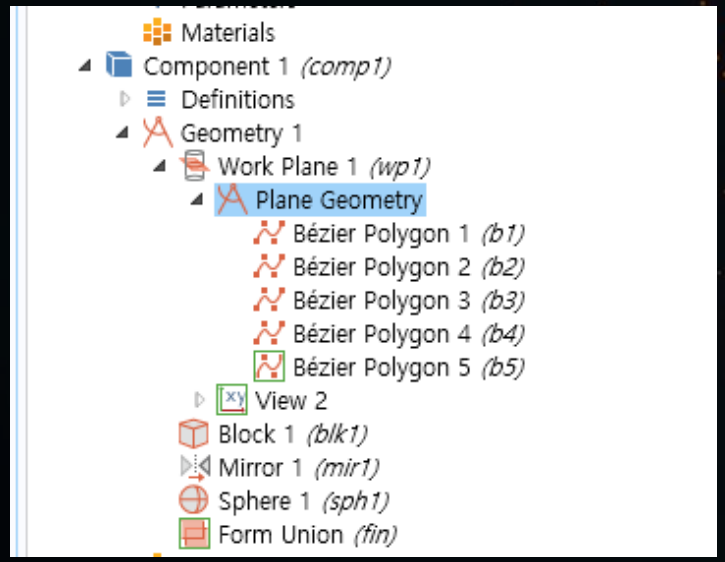


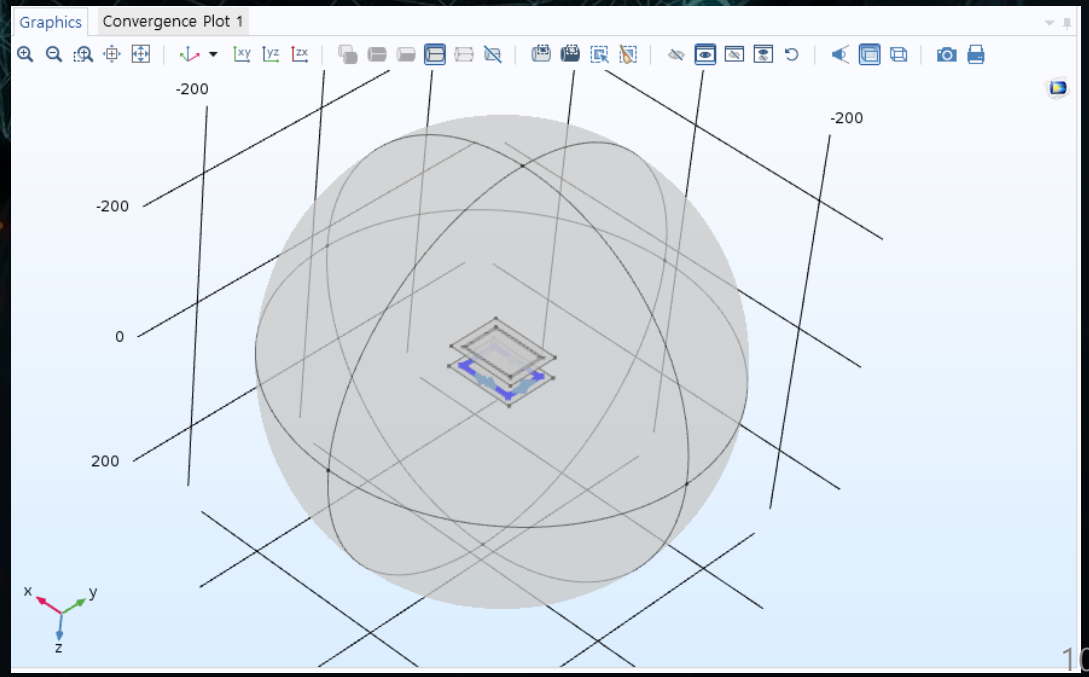
충전시간: 약 13000초 = 3시간 40분

충전 패드 모델링

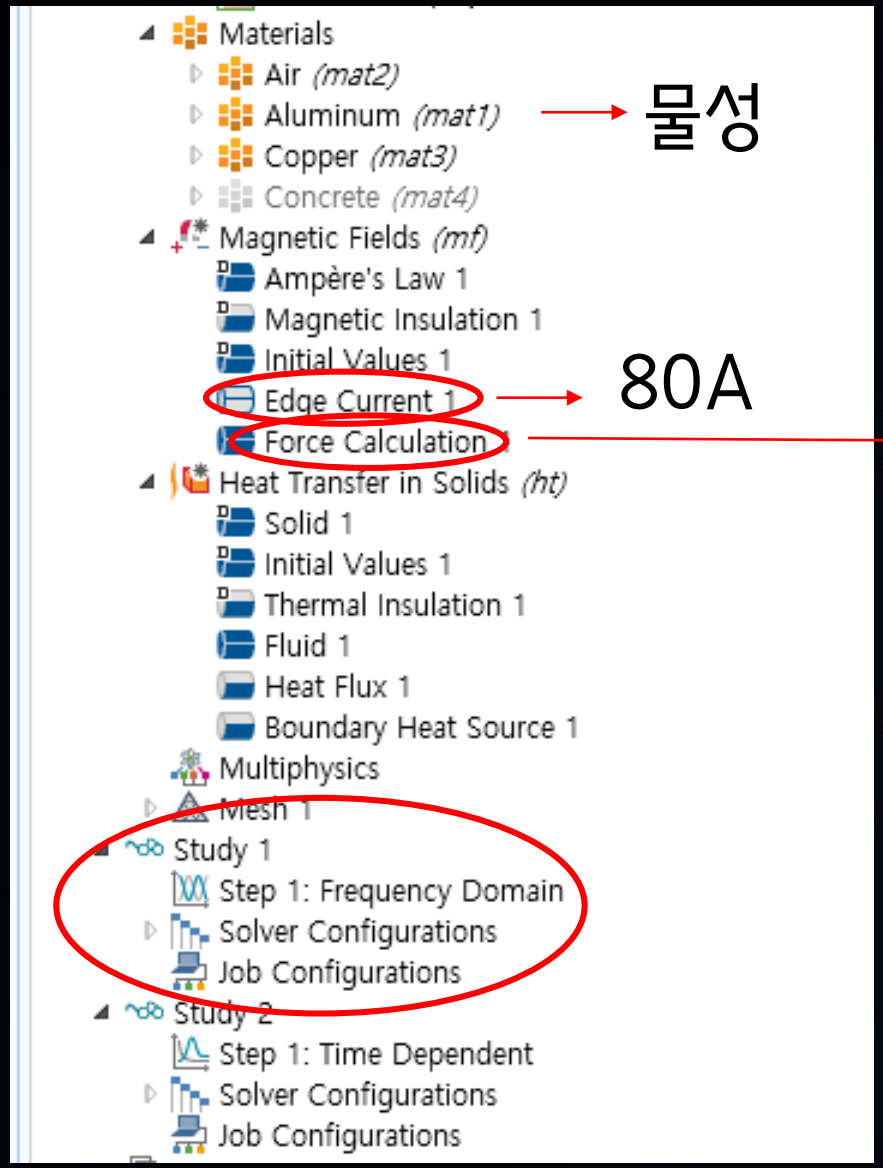

A
600mm
Primary/secondary windings
with electromagnetic coupling
A
800mm
(a) Geometry




Materials
Component 1 (comp1)
Definitions
Geometry 1
Work Plane 1 (wp1)
Plane Geometry
Bézier Polygon 1 (b1)
Bézier Polygon 2 (b2)
Bézier Polygon 3 (b3)
Bézier Polygon 4 (b4)
Bézier Polygon 5 (b5)
View 2
Block 1 (blk1)
Mirror 1 (mir1)
Sphere 1 (sph1)
Form Union (fin)

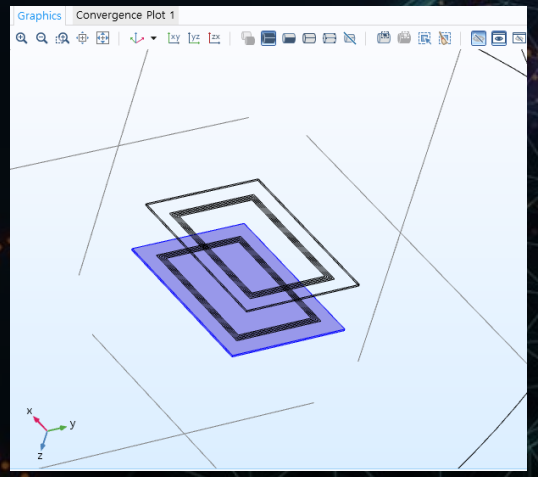

Graphics
Convergence Plot 1
-200
-200
-200
0
200
x
y
z

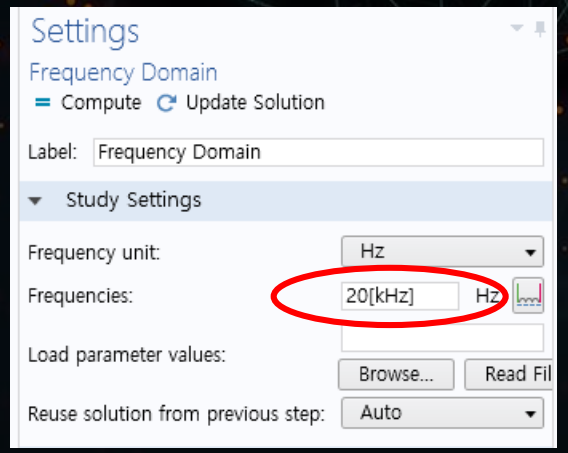
충전 패드 모델링 (전기장 및 자기장)



물성

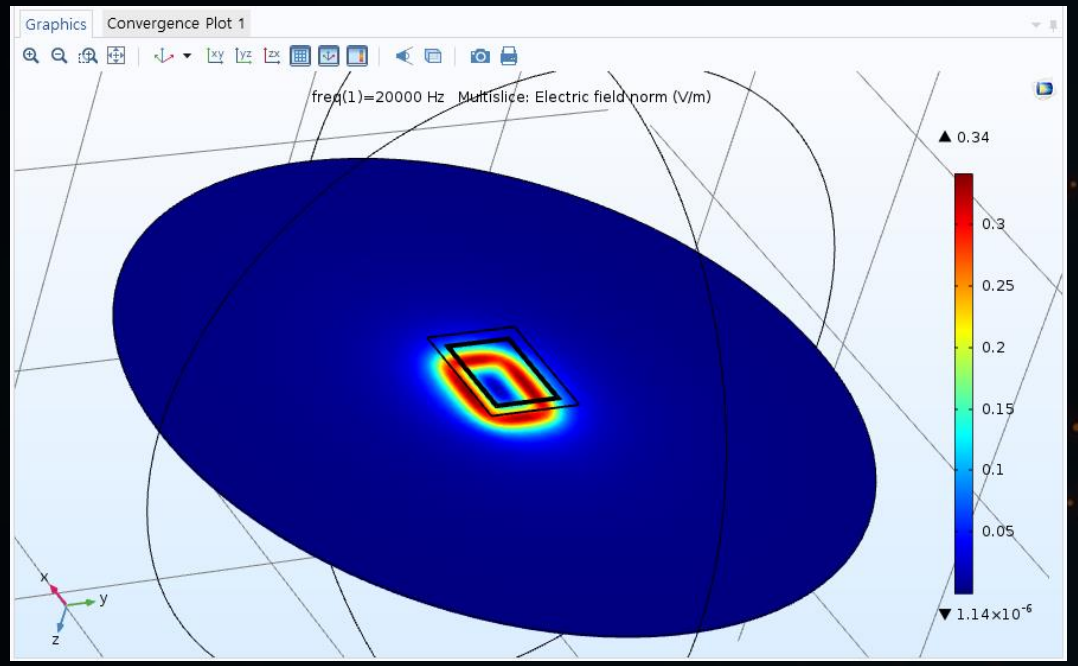
80A



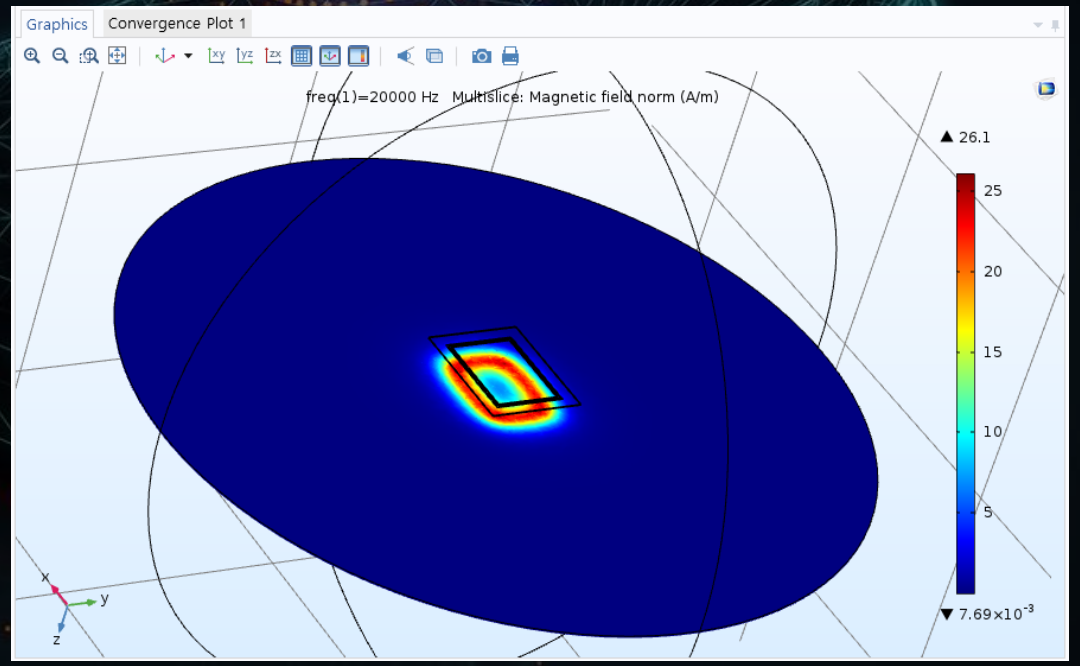


전기장 및 자기장 분석

전기장



자기장



전기장과 자기장이 인체에 미치는 영향

전파 발생원에 따라, 또한 발생원으로 부터의 거리에 따라 전기장과 자기장 분포가 크게 달라진다. 참고문헌[3]의 고주파접착기(RF Sealer)의 경우 기기 부근(파장에 비하여 충분히 가까운)에서는 전기장은 큰 값으로 나타나지만, 상대적으로 자기장은 약하다. 반면에, 공진형 코일에 흐르는 전류에 의한 자기 유도 방식을 이용하는 WPT의 경우는 기기 부근(파장에 비하여 충분히 가까운)에서는 자기장은 큰 값으로 나타나지만, 상대적으로 전기장은 약하다.

따라서 근역장의 전파의 경우 전자파 강도에 따른 규제가 합리적일 수 있다. 표 2.는 일반인에 때한 국내 전자파 강도 기준을 보인 것이다.

주파수 범위	전기장강도 (V/m)	자기장강도 (A/m)	자속밀도 (μT)	전력밀도 (W/m^2)
1 Hz 이하	-	3.2×10^4	4×10^4	
1 Hz 이상 ~ 8 Hz 미만	10,000	$3.2\times10^4/f^2$	$4\times10^4/f^2$	
8 Hz 이상 ~ 25 Hz 미만	10,000	4,000/f	5,000/f	
0.025 kHz 이상 ~ 0.8 kHz 미만	250/f	4/f	5/f	
0.8 kHz 이상 ~ 3 kHz 미만	250/f	5	6.25	
3 kHz 이상 ~ 150 kHz 미만	87	5	6.25	
0.15 MHz 이상 ~ 1 MHz 미만	87	0.73/f	0.92/f	
1 MHz 이상 ~ 10 MHz 미만	$87/f^{1/2}$	0.73/f	0.92/f	
10 MHz 이상 ~ 400 MHz 미만	28	0.073	0.092	2
400 MHz 이상 ~ 2,000 MHz 미만	$1.375f^{1/2}$	$0.0037f^{1/2}$	$0.0046f^{1/2}$	f/200
2 GHz 이상 ~ 300 GHz 미만	61	0.16	0.20	10

표 1-2. 일반인에 대한 전자파강도기준

Log(87) = 1.94

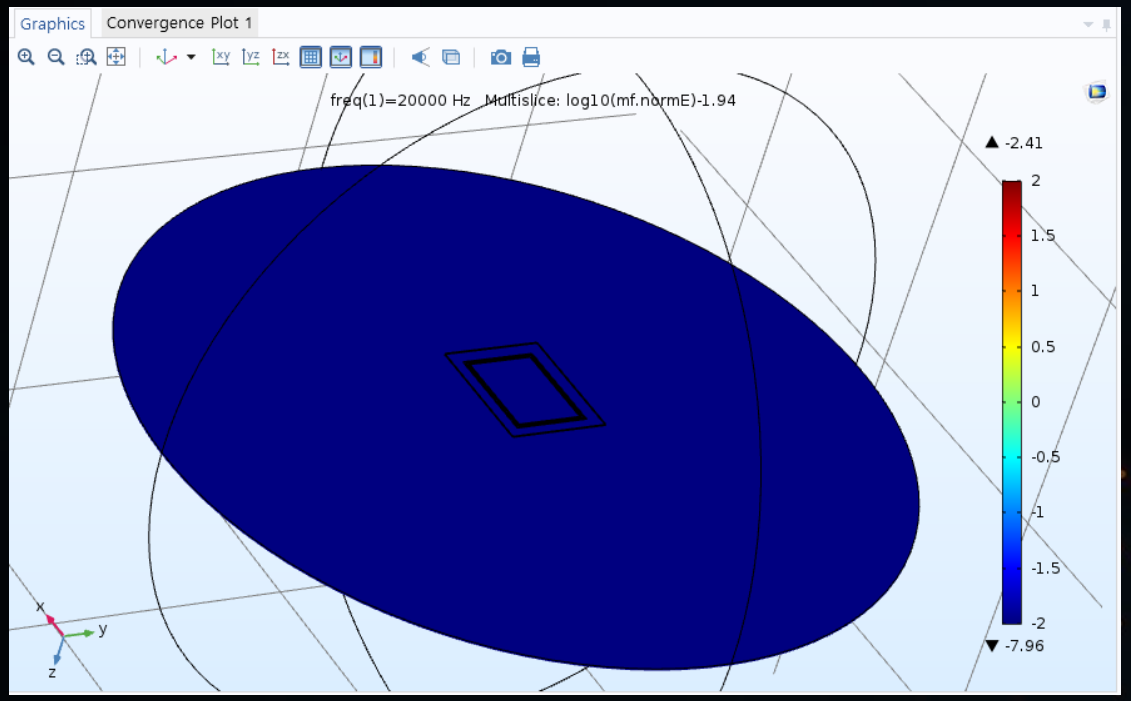
전기장 = log(mf.normE)-1.94

Log(5) = 0.7

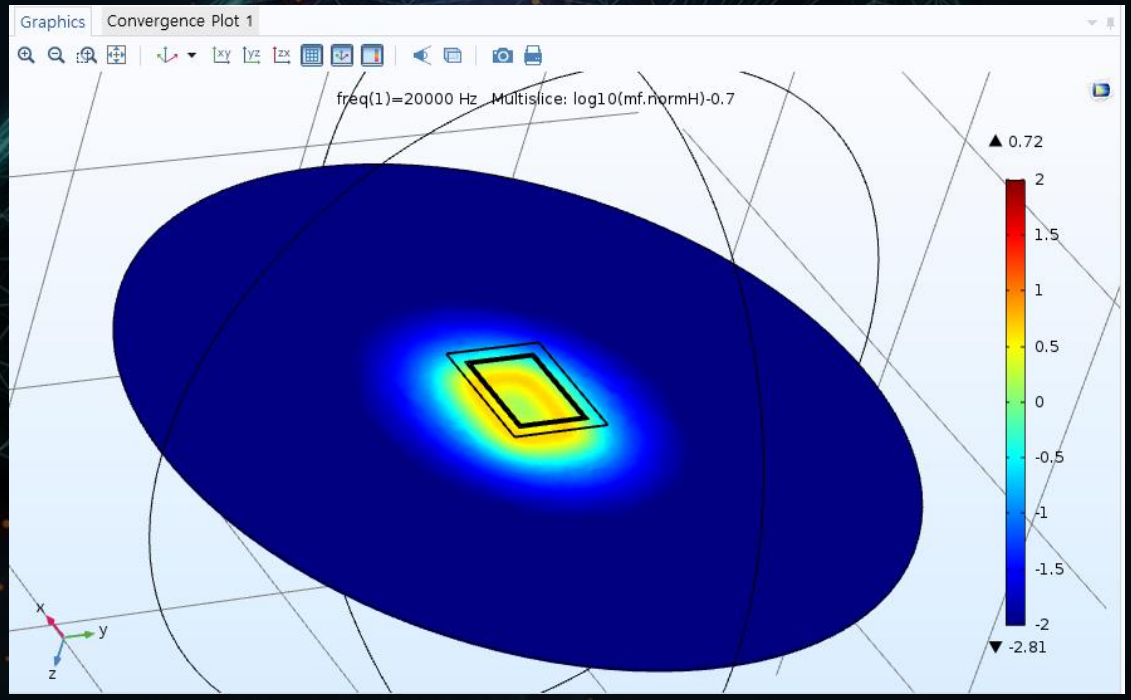
자기장 = log(mf.normH)-0.7

전기장과 자기장이 인체에 미치는 영향

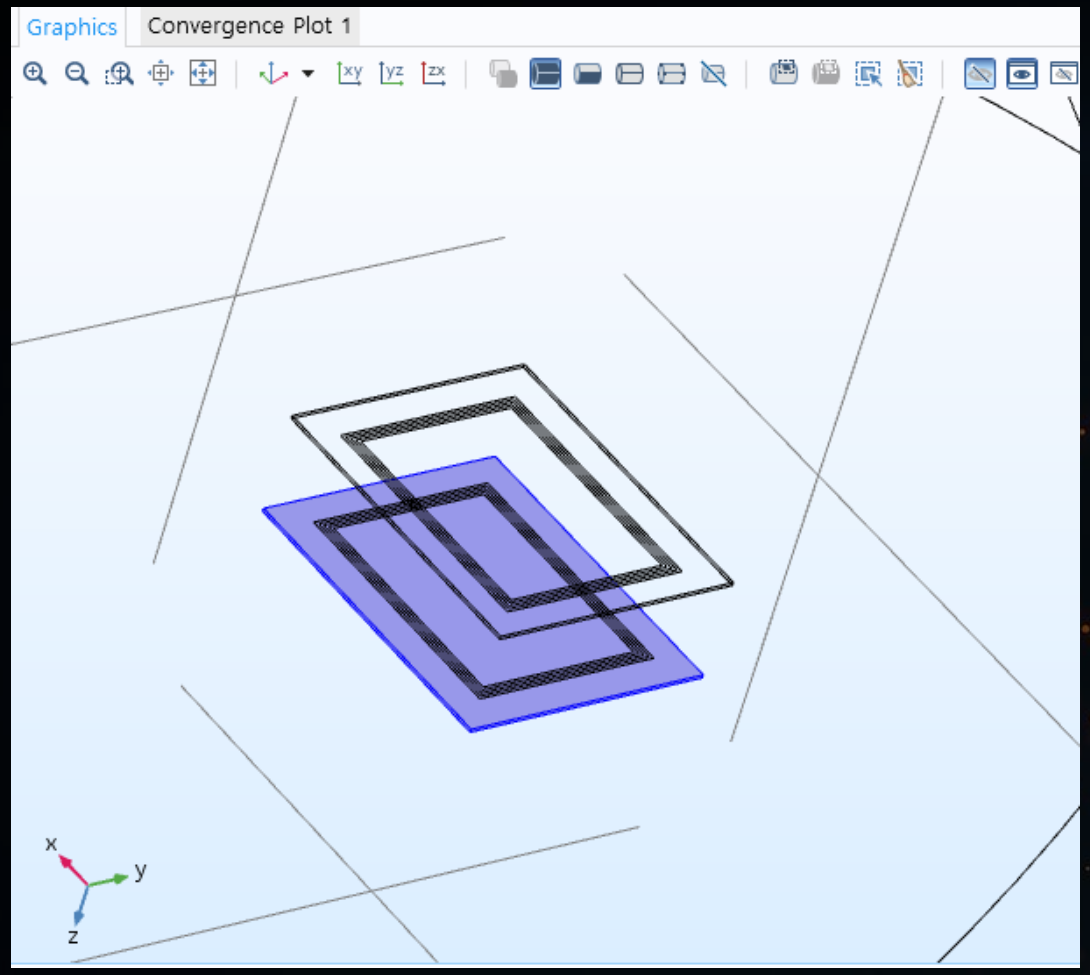
전기장



자기장



자기력 분석



Settings

Global Evaluation

Evaluate

Label: Global Evaluation 1

Data

Data set: Study 1/Solution 1 (sol1)

Parameter selection (freq): All

Expressions

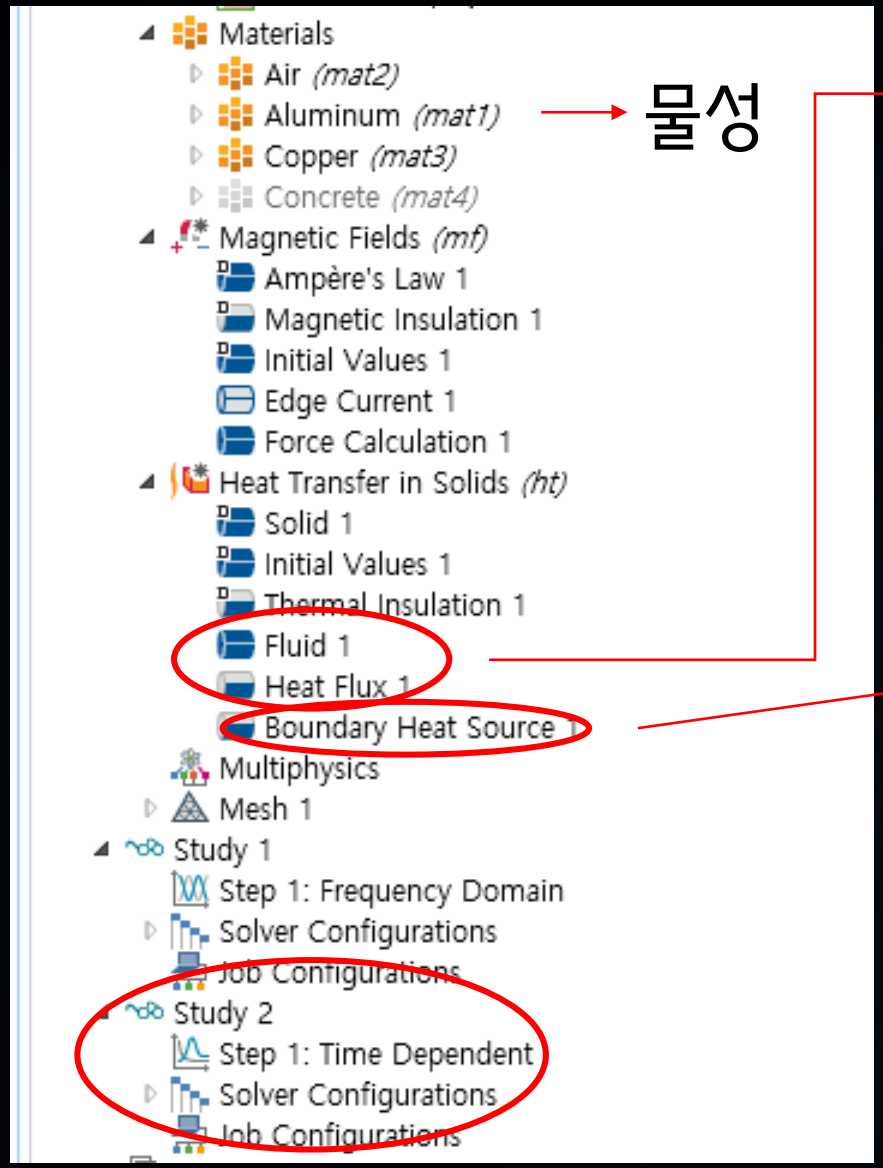
Expression	Unit	Description
mf.Forcez_0	N	Electromagnetic force, z...

영향을 줄 정도의 힘은 아님

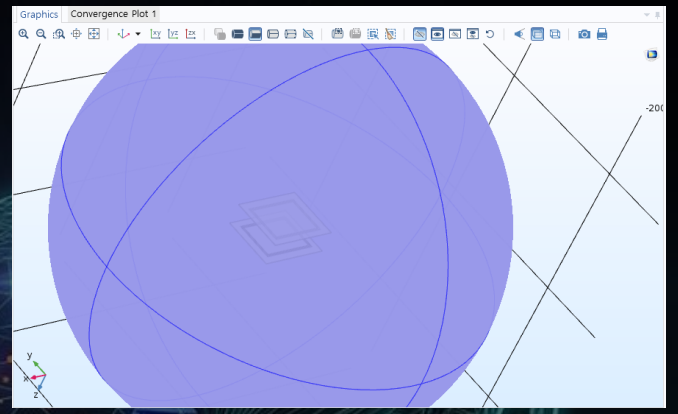
Messages | Progress | Log | Table 1

freq (Hz)	Electromagnetic force, z component (N)
20000	1.7943

충전 패드 모델링 (열)



물성

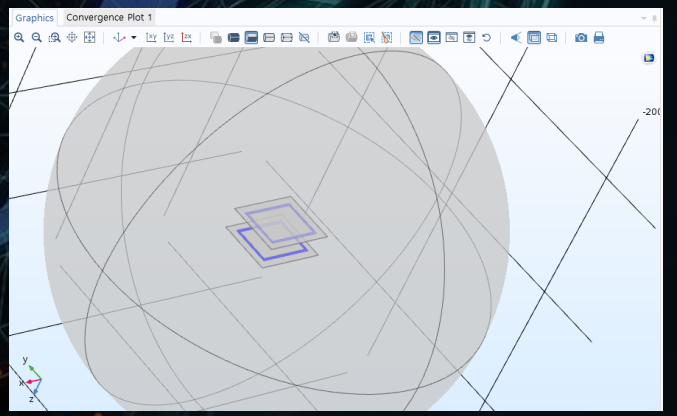


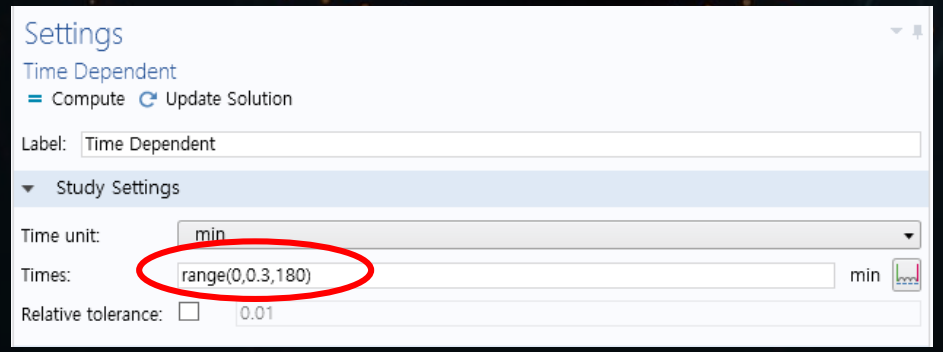
$$R = \rho(\ell/A)$$

평균 소비 전력

주기전류 I 또는 주기전압 v가 인가될때 저항 R의 에서 소비되는 평균소비 전력은 아래와 같다.

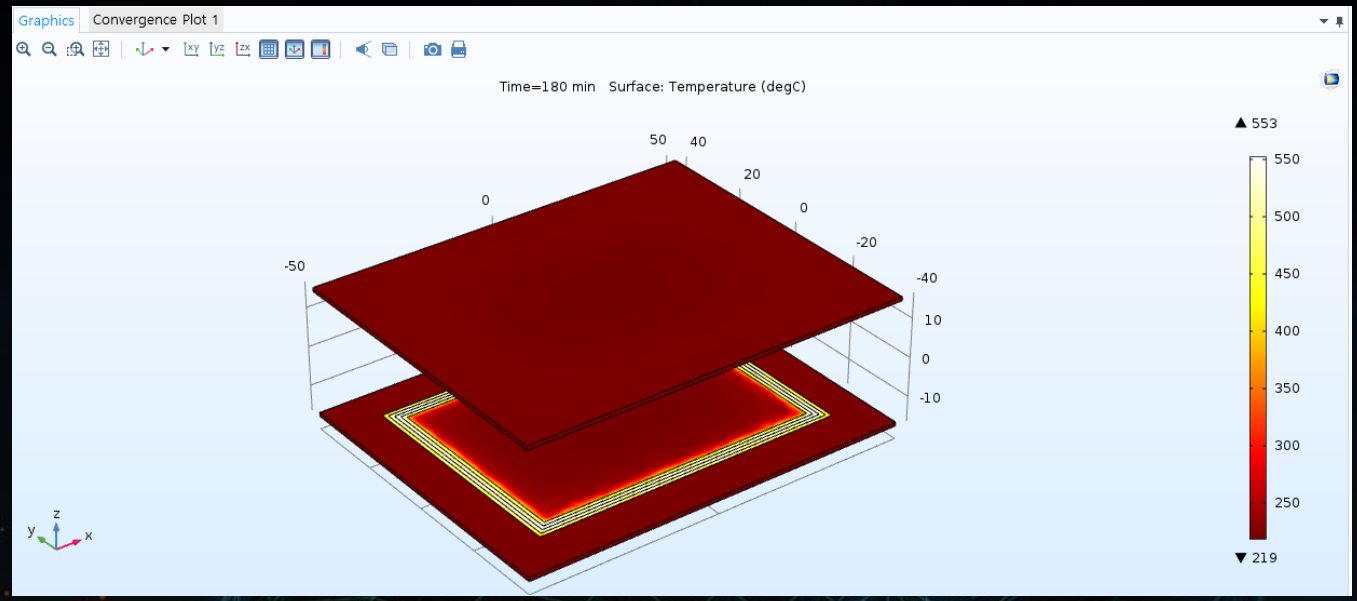
$$P_R = < Ri^2 > = R < i^2 > = RI^2$$



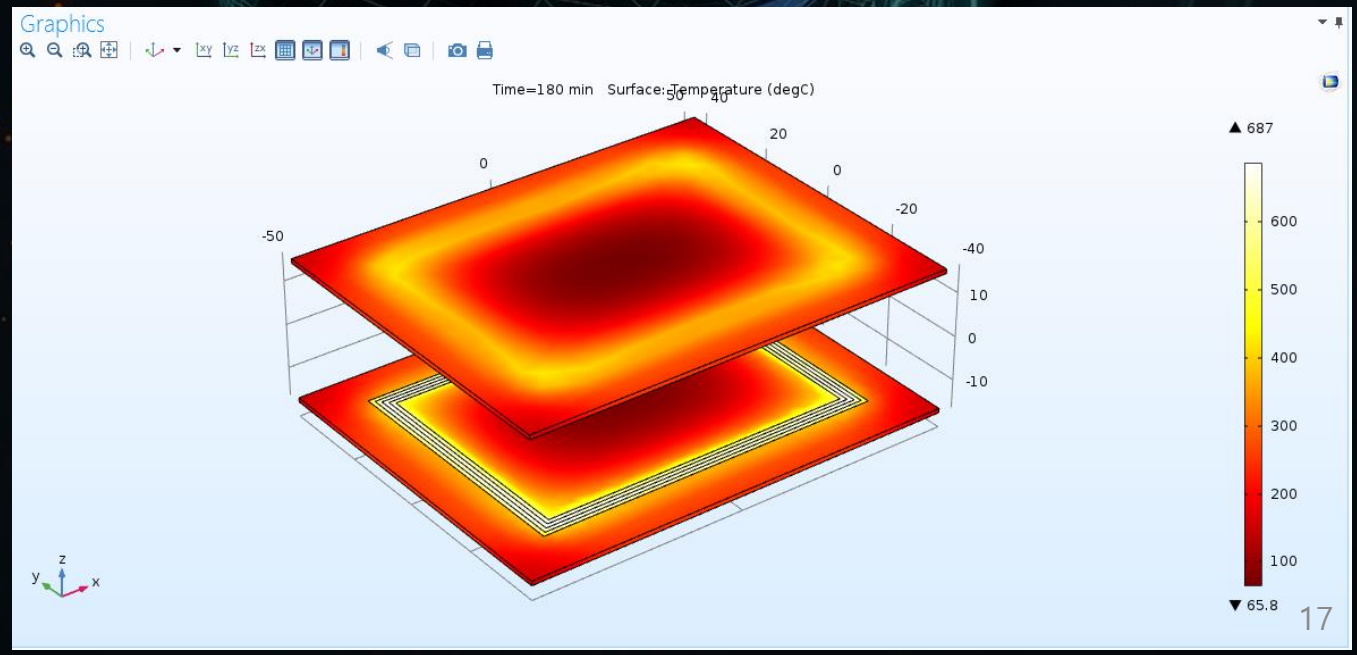


물성에 따른 열 분석

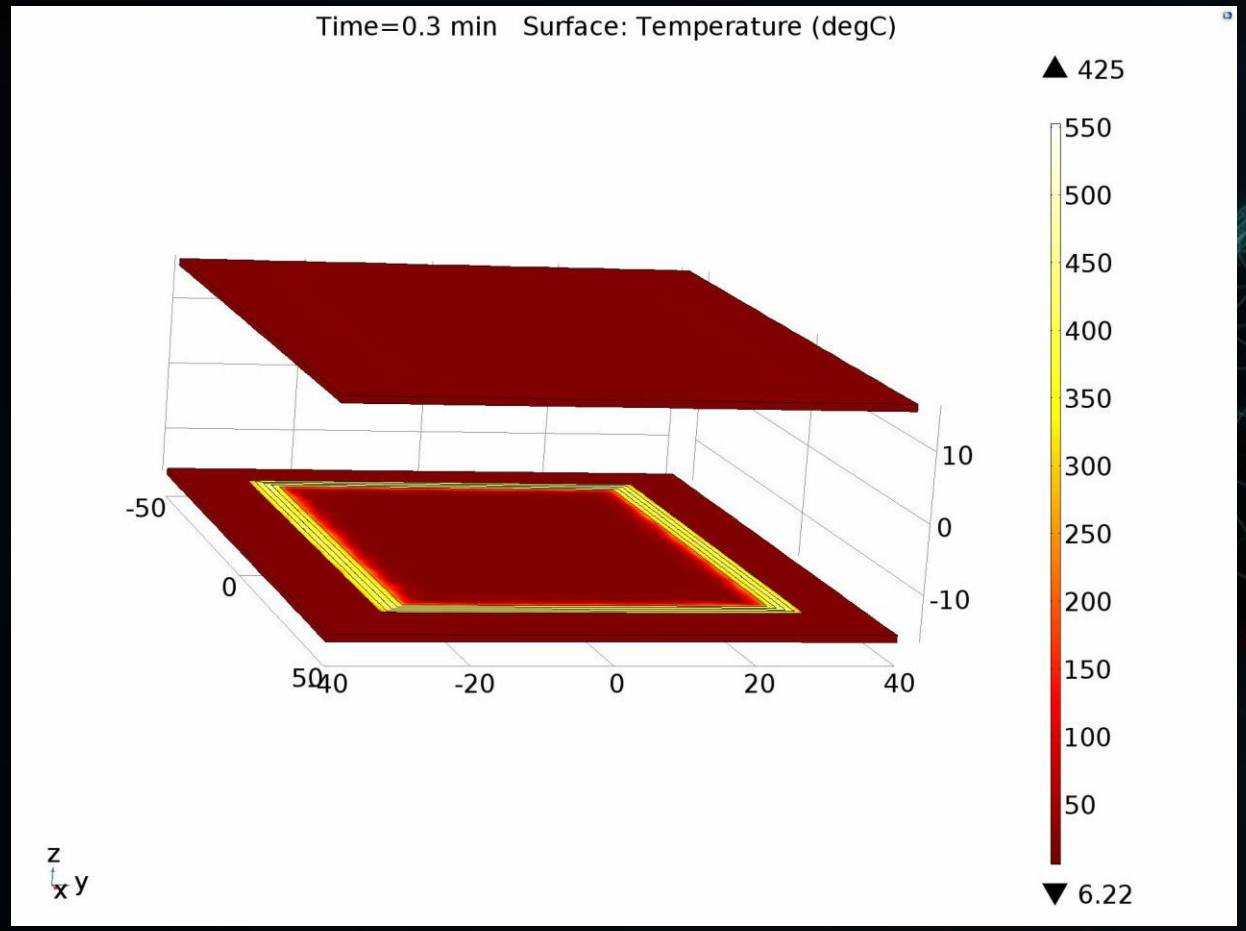
알루미늄

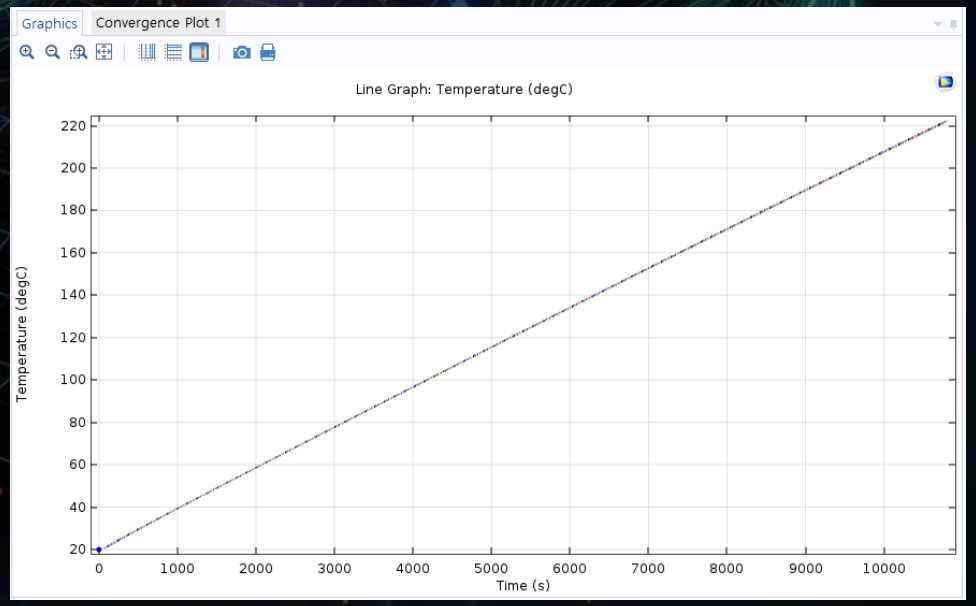


콘크리트

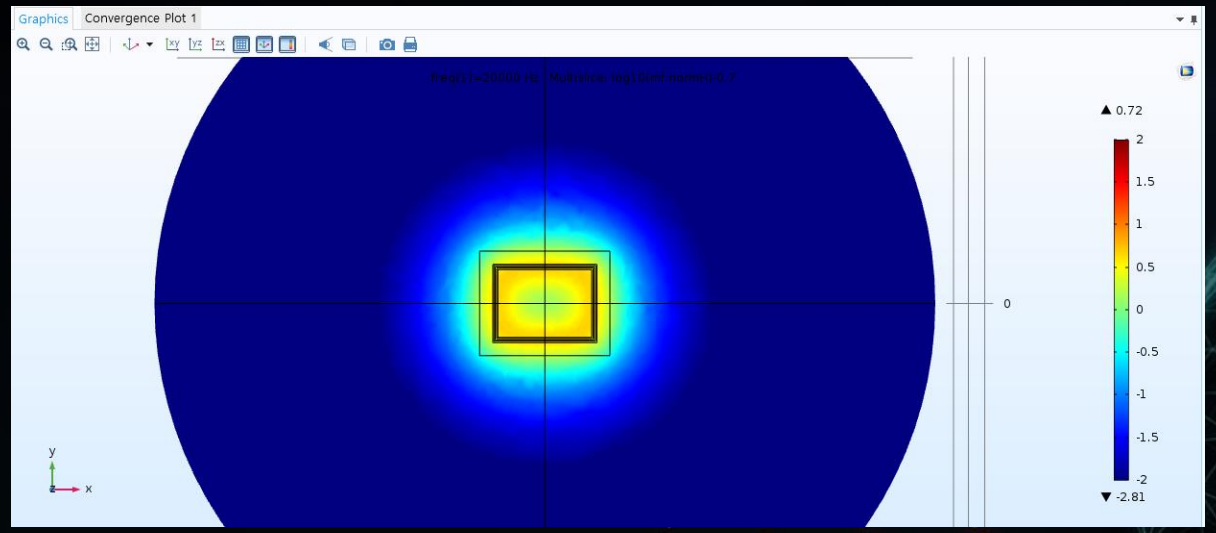


시간에 따른 온도 변화

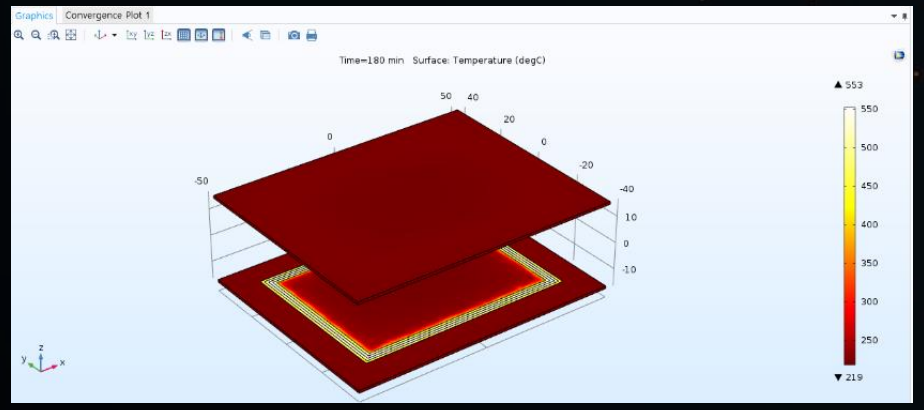

Time=0.3 min Surface: Temperature (degC)
▲ 425
550
500
450
400
350
300
250
200
150
100
50
▼ 6.22
10
0
-10
-50
0
50
40
-20
0
20
40
z
x y

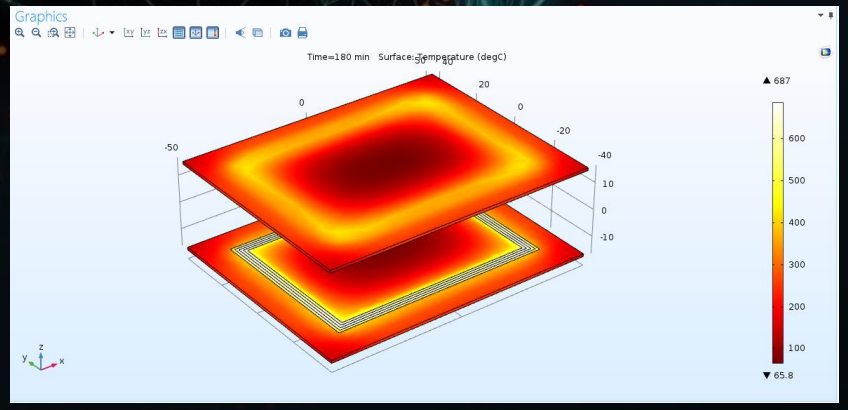

Graphics
Convergence Plot 1
Line Graph: Temperature (degC)
Temperature (degC)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
1000
2000
3000
4000
5000
6000
7000
8000
9000
10000
Time (s)

COMSOL을 이용한 충전 패드 형태와 재료 결정



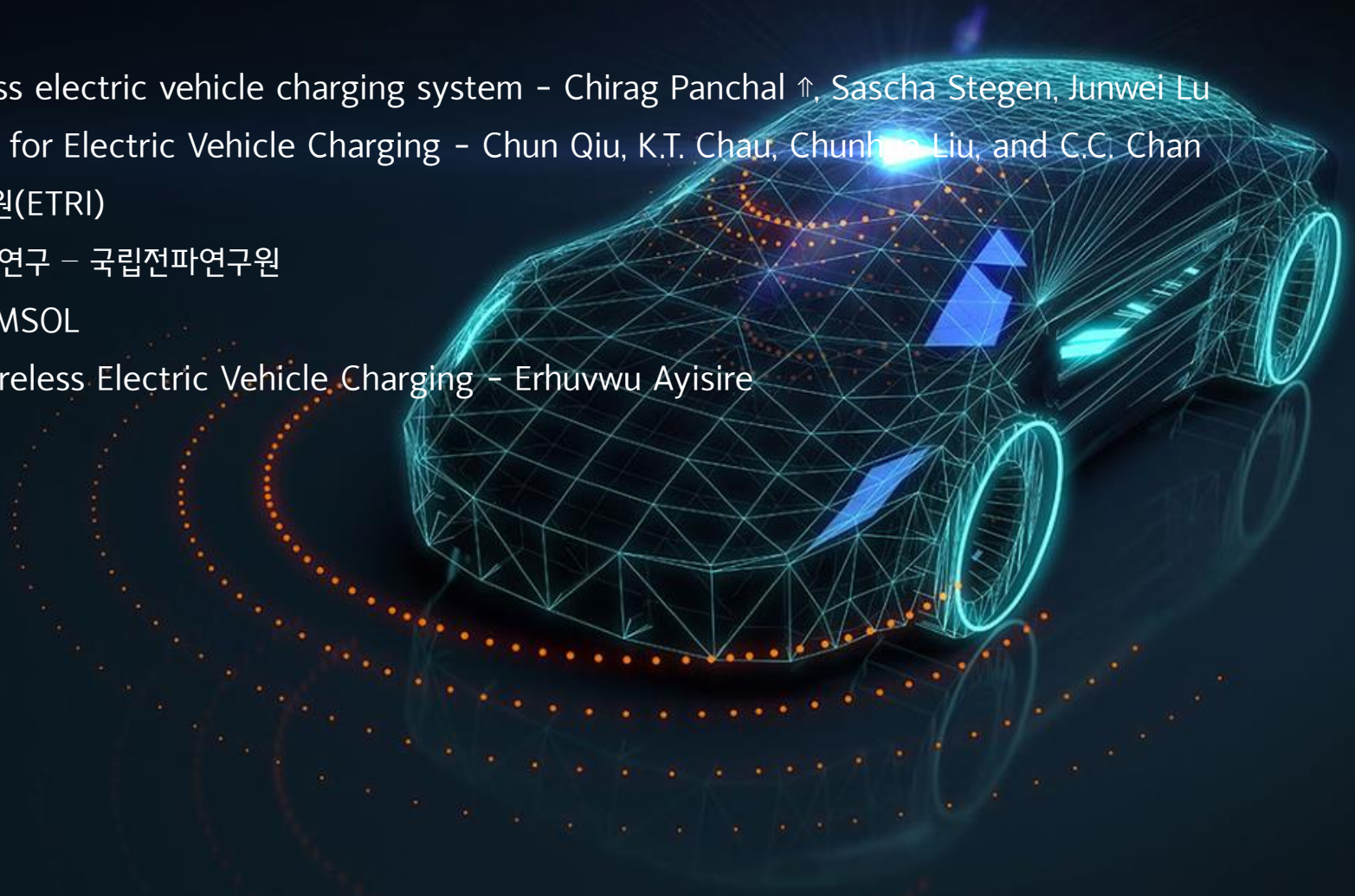
알맞은 모양 및 크기의
패드 제작





참고문헌

1. Design Considerations for a Contactless Electric Vehicle Battery Charger - Chwei-Sen Wang, Oskar H. Stielau, and Grant A. Covic, Senior Member, IEEE
2. Review of static and dynamic wireless electric vehicle charging system - Chirag Panchal ⇑, Sascha Stegen, Junwei Lu
3. Overview of Wireless Power Transfer for Electric Vehicle Charging - Chun Qiu, K.T. Chau, Chunhua Liu, and C.C. Chan
4. 무선전력전송 기술 동향 – 한국전자통신연구원(ETRI)
5. 무선전력전송기기의 전자파 인체노출량 분석 연구 – 국립전파연구원
6. ACDCApplicationLibraryManual – COMSOL
7. Modeling of Magnetic Resonance Wireless Electric Vehicle Charging - Erhuvwu Ayisire



감사합니다.

Q&A

자기공명을 이용한 전기자동차 무선충전