



## 모터의 성능 분석부터 품질 검사까지

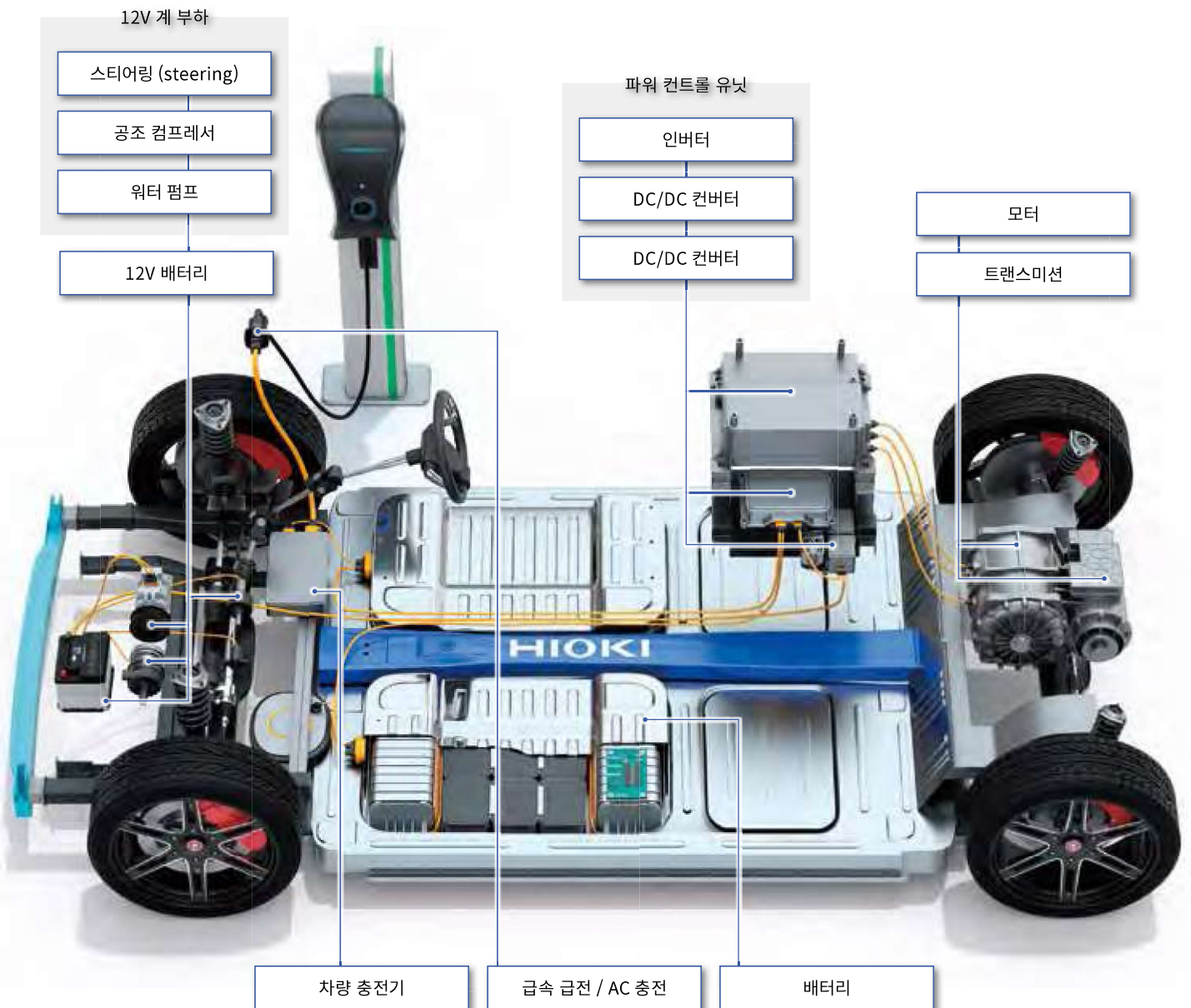
계측 솔루션 소개

# 모터의 성능, 품질 향상 고정밀도 계측 솔루션

HIOKI 에서 제공하는 다양한 계측 솔루션은

모터의 성능 분석부터 품질 검사까지 여러 부문에 적용할 수 있습니다 .

고정밀도 계측기술을 통한 현상파악과 분석으로 모터의 성능 , 품질 향상을 지원합니다 .

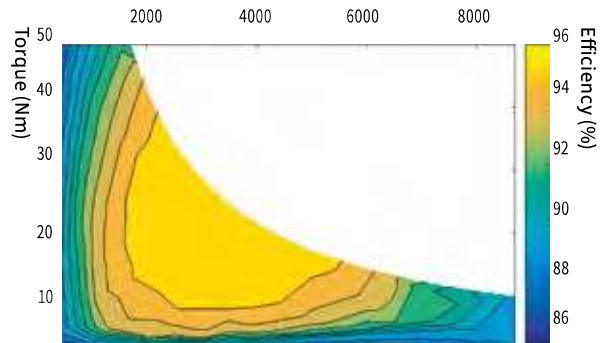
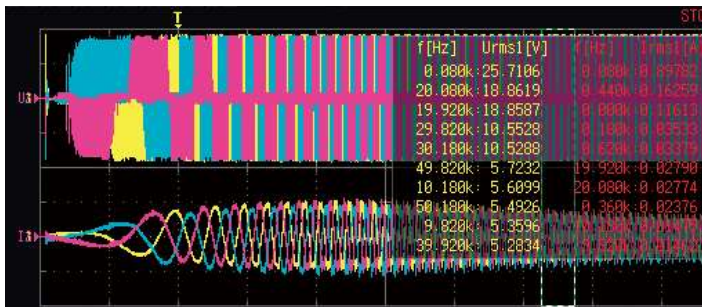
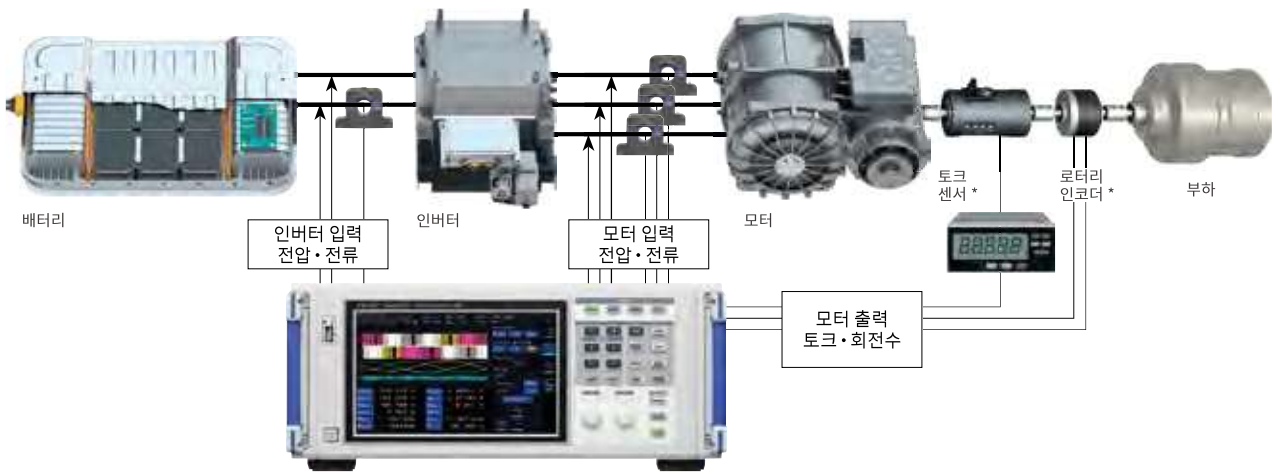
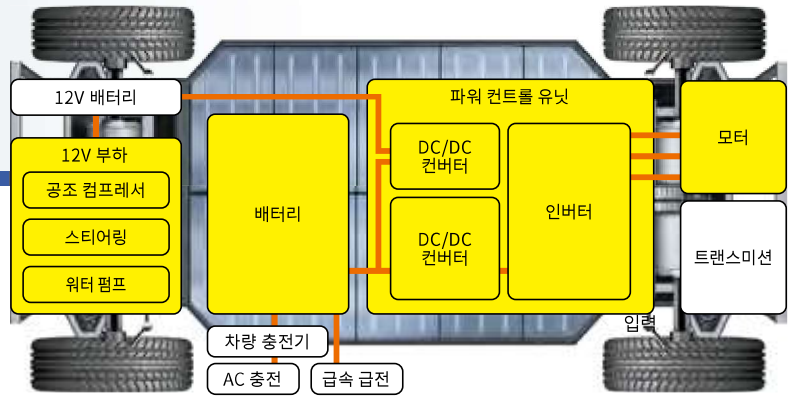


설계 / 개발	<b>인버터 모터 효율 평가 · 손실 평가</b>	P.4
인버터 입출력의 전력과 모터 출력을 동시에 측정해 인버터 / 모터 / 시스템 전체의 효율과 손실을 정확하고 우수한 재현성으로 평가할 수 있습니다 .		
설계 / 개발	<b>인버터 모터 ECU 계측과 적합</b>	P.5
파워 아날라이저 PW6001 과 INCA*1 의 링크기능으로 PW6001 의 정확한 전력 · 동력 측정값을 이용해 PCU 의 적합작업을 빠르게 실시할 수 있습니다 . CAN 버스 데이터와 ECU 의 RAM 값도 동시에 모니터링할 수 있습니다 .		
설계 / 개발	<b>PMSM 모터 파라미터 동정</b>	P.6
실가동 상태에서 측정된 모터 파라미터를 설계 윗단계에서 이용함으로써 더욱 정확한 모터 제어를 실현할 수 있습니다 .		
설계 / 개발	<b>차량의 연비 (전비) 성능평가시험</b>	P.7
국제기준 WLTP 에 대응한 연비 계측에서는 각 배터리의 충방전의 전류적산과 전력적산이 요구됩니다 . 고정확도 클램프 전류 센서와 PW3390 의 뛰어난 DC 정확도 , 50ms 인터벌의 전류적산과 전력적산은 연비성능평가에 매우 유효합니다 .		
설계 / 개발	<b>모터의 온도 측정</b>	P.8
모터 프레임이나 권선에 열전대를 부착해 온도의 변화를 기록합니다 . 측정환경과의 온도차를 실시간으로 파형 표시하고 기록하는 것도 가능합니다 .		
설계 / 개발	<b>CAN·CAN FD 를 이용한 EV/EV 모터 평가</b>	P.9
CAN 버스에 흐르는 제어정보 및 센서정보와 실제 아날로그 값을 동시에 계측함으로써 HILS 및 차량 평가에서의 거동을 정확하게 파악할 수 있습니다 .		
설계 / 개발	<b>동적 모터 특성 측정</b>	P.10
모터 시동부터 정지까지 인버터 출력 전압 · 전류 , 토크 , 회전수를 기록합니다 . 파형 연산을 사용해 인버터 출력 전력 , 모터 파워 , 모터 효율을 산출할 수 있습니다 .		
설계 / 개발	<b>모터 토크 진동 측정</b>	P.11
토크 , 진동을 측정해 모터 동작 중 거동을 해석합니다 . FFT 연산을 통해 주파수 해석을 실시해 공진현상 등 예상하지 못했던 주파수 성분을 발견할 수 있습니다 .		
설계 / 개발	<b>리졸버 (resolver) 회전각 측정</b>	P.12
리졸버 모터의 여자신호와 출력신호를 기록해 파형연산기능으로 회전각을 산출합니다 . 리졸버 회전각과 그 외 신호 간의 관계를 해석함으로써 모터 제어 시퀀스를 검증할 수 있습니다 .		
생산 / 검사	<b>모터 권선의 레이어 쇼트 시험</b>	P.13
모터 권선의 절연 고장 (레이어 쇼트) , 열화를 검출합니다 . 응답파형을 수치화함으로써 기존보다 고정밀도로 양불판정을 할 수 있습니다 .		
생산 / 검사	<b>모터 권선의 유지보수</b>	P.14
임펄스 시험을 실시함으로써 모터 권선의 유지보수와 경향 관리에도 활용할 수 있습니다 .		
생산 / 검사	<b>내압시험에서의 부분방전 관측</b>	P.15
내압시험 시의 전류와 전압의 파형을 관측함으로써 부분방전을 포착할 수 있습니다 . 부분방전이 발생하면 절연파괴로 이어질 수 있습니다 . 부분방전을 확인하면 코일의 잠재 불량량을 파악하는 것이 가능합니다 .		
생산 / 검사	<b>모터 · 권선의 절연저항측정 · 내압시험</b>	P.16
절연저항시험 , 내압시험을 실시합니다 . 출하검사로서 절연상태를 검사함으로써 높은 안전성을 유지할 수 있습니다 .		
생산 / 검사	<b>권선 저항 측정</b>	P.17
권선의 저항을 고정밀도로 측정할 수 있습니다 . 권선의 저항을 측정함으로써 단선 유무를 알아볼 수 있습니다 . 고정밀도 저항계를 사용해 측정하면 선재의 두께나 권수가 잘못되지 않았는지도 판별할 수 있습니다 .		
생산 / 검사	<b>모터 코일의 인덕턴스 측정</b>	P.18
권선의 인덕턴스를 측정합니다 . 상 간의 밸런스 , 모터의 동작 성능 , 회전의 기복 , 구동 드라이버와 모터의 정합성 등을 확인할 수 있습니다 .		
생산 / 검사	<b>모터의 용접저항측정</b>	P.19
평각선 스테이터 (stator) 의 용접 품질 (용접 결함) 을 고분해능 , 고정확도 직류저항계로 검사합니다 .		

설계 / 개발

# 인버터 모터 효율 평가 · 손실 평가

인버터 입출력의 전력과 모터 출력을 동시에 측정해 인버터 / 모터 / 시스템 전체의 효율과 손실을 정확하고도 우수한 재현성으로 평가할 수 있습니다.



## 모터 시동 시의 파형 해석

모터 시동 시의 순간파형을 확실하게 포착해 해석합니다.

## 효율 · 손실맵

측정 데이터를 사용해 MATLAB<sup>®</sup>로 작성  
※ MathWorks 사의 등록상표입니다.

## 사용기기



파워 아날라이저 PW6001



AC/DC 커런트 센서 CT6875, CT6876

### 파워 아날라이저 PW6001

- 1 대로 6ch, 2 대 연결해 최대 12ch 전력 측정
- 전력 기본 정확도 ± 0.05%
- 오실로스코프가 필요 없는 파형 해석, 모터 해석 전용 트리거

### 커런트 센서 CT6875, CT6876

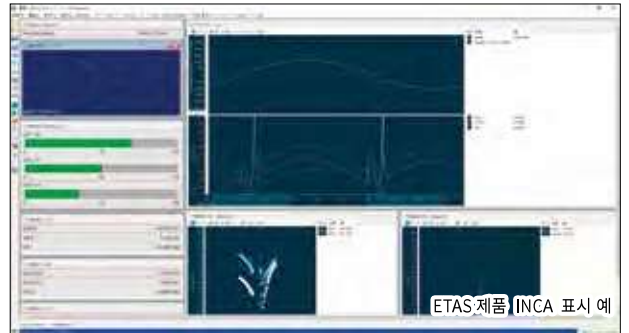
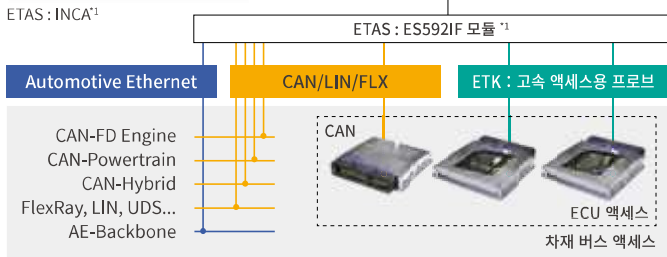
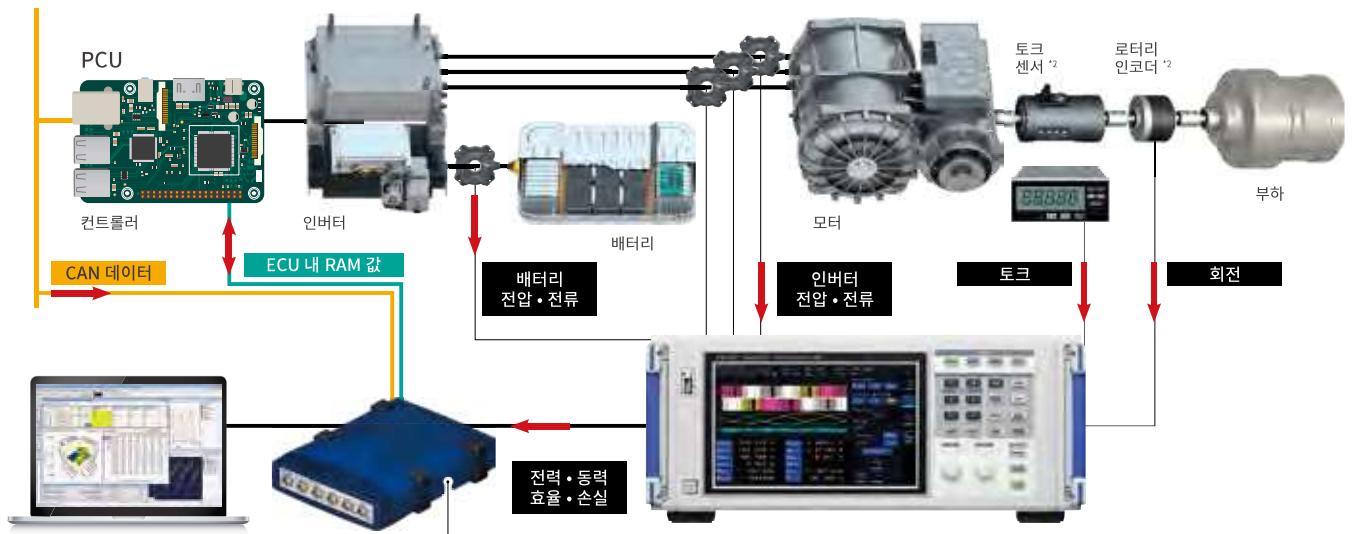
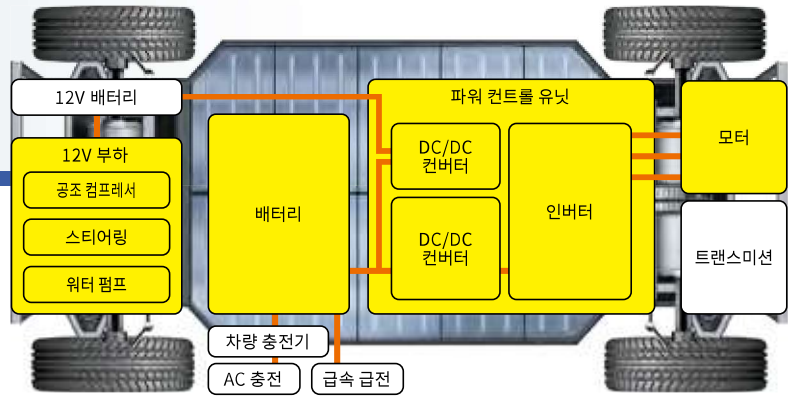
- AC/DC 500A, DC ~ 2MHz (CT6875)
- AC/DC 1000A, DC ~ 1.5MHz (CT6876)
- 기본 정확도 ± 0.048%

\* 토크센서, 로터리 인코더는 별도로 준비해 주십시오.

설계 / 개발

# 인버터 모터 ECU 계측과 적합

파워 아날라이저 PW6001 과 INCA<sup>1</sup> 의 링크기능으로 PW6001 의 정확한 전력·동력 측정값을 이용해 PCU 의 적합작업을 빠르게 실시할 수 있습니다. CAN 버스 데이터와 ECU 의 RAM 값도 동시에 모니터링할 수 있습니다.



## 적합 · 계측시험의 효율화 계측 · 적합 · 진단 툴 INCA<sup>1</sup>

- 동작 중에도 제어 파라미터 수정 가능
- 복수의 계측 시스템 · 버스의 데이터를 1 개에 집약
- 마이크로 컴퓨터 RAM 을 고속 / 대량으로 모니터링

파워 아날라이저 PW6001 에서 취득한 측정값과 CAN 데이터, ECU 내 RAM 값을 비교

## 사용기기



파워 아날라이저 PW6001



AC/DC 커런트 센서 CT6904, 6904-60

- 파워 아날라이저 PW6001**
- 1 대로 6ch, 2 대 연결해 최대 12ch 전력 측정
  - 전력 기본 정확도 ± 0.05%
  - 오실로스코프가 필요 없는 파형 해석, 모터 해석 전용 트리거

- AC/DC 커런트 센서 CT6904, CT6904-60**
- AC/DC 500 A, DC ~ 4 MHz (CT6904)
  - AC/DC 800 A, DC ~ 4 MHz (CT6904-60)
  - 기본 정확도 ± 0.048%

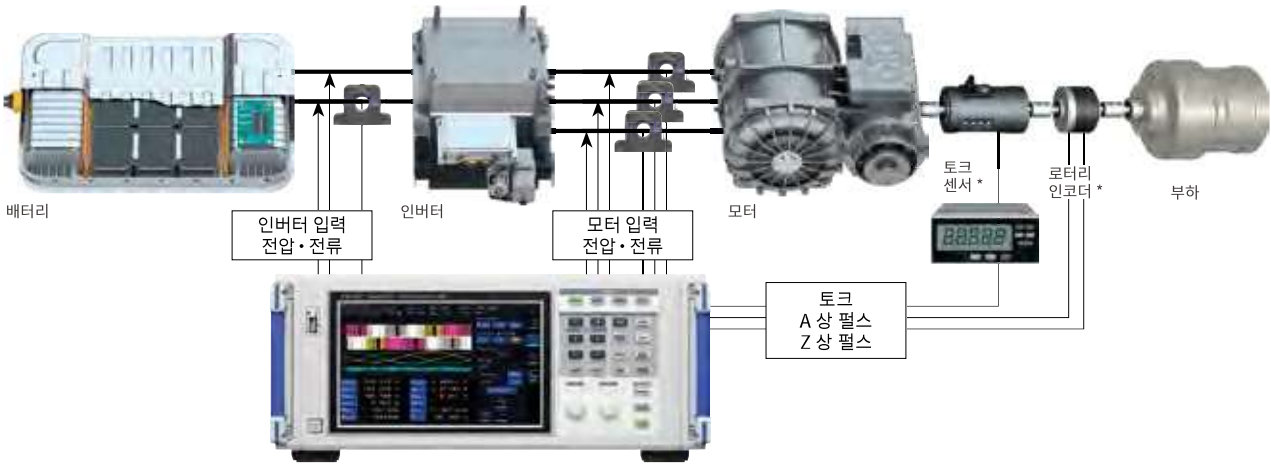
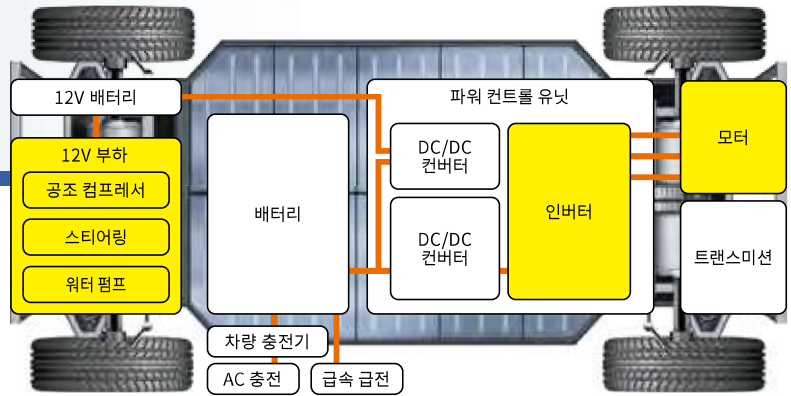
\* 토크센서, 로터리 인코더는 별도로 준비해 주십시오.

설계 / 개발

# PMSM 모터 파라미터 동정

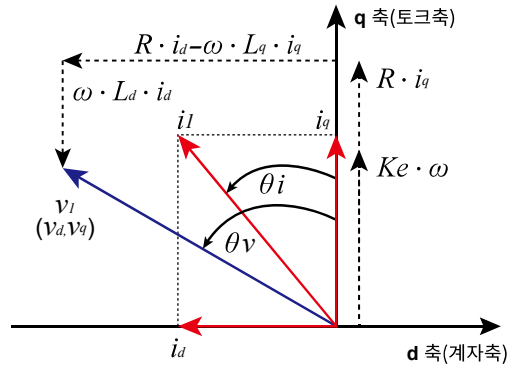
실가동 상태에서 측정한 모터 파라미터를 설계 뒷단계에서 이용함으로써 더욱 정확한 모터 제어를 실현할 수 있습니다.

**PMSM 이란**  
영구 자석 동기 전동기 (Permanent Magnet Synchronous Motor 의 약어) 삼상 교류 모터의 일종으로, 에너지 손실이 적고 소비전력을 대폭 줄일 수 있는 모터로써 최근 주목받고 있습니다.



## 고도의 모터 제어를 실현

고도의 모터 제어를 실현하기 위해서는 기존에 정수로 취급하던 d 축 /q 축 인덕턴스  $L_d, L_q$  를, 전류 의존성을 지닌 변수라는 점까지 고려해서 제어하는 것이 중요합니다. PW6001 은 모터 동작 상태의 전압·전류의 d 축 /q 축 벡터 해석이 가능합니다. 또한 이들을 이용해  $L_d, L_q$  를 실시간으로 연산해 표시할 수 있기 때문에 모터 파라미터의 전류 포화 특성을 측정할 수가 있습니다.



$$L_d = \frac{v_d - K_e \cdot \omega - R \cdot i_d}{\omega \cdot i_q} \quad L_q = \frac{R \cdot i_d - v_q}{\omega \cdot i_q}$$

## 사용기기



파워 아날라이저 PW6001



AC/DC 커런트 센서 CT6875, CT6876

### 파워 아날라이저 PW6001

- 벡터 제어 해석에 필요한 전기각 측정기능을 탑재
- d 축과 q 축을 기준으로 한 전압·전류 벡터 표시가 가능
- 모터 파라미터 측정에 유효한 사용자 정의 연산기능을 탑재

### 커런트 센서 CT6875, CT6876

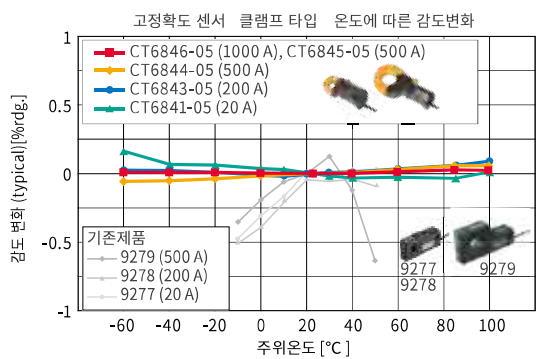
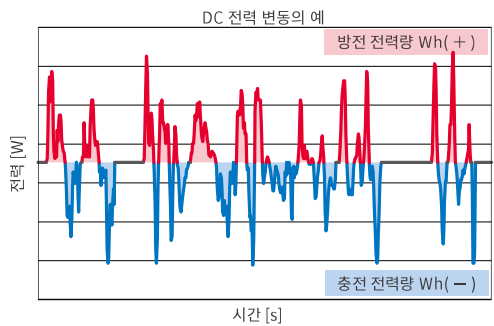
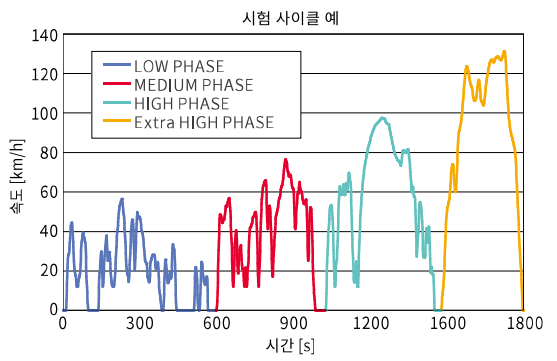
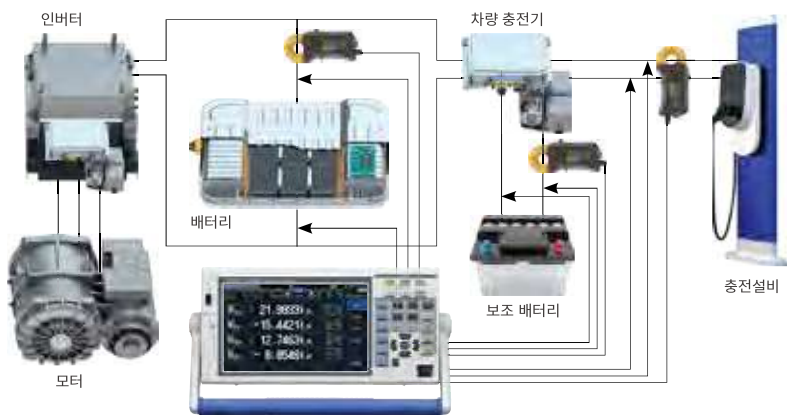
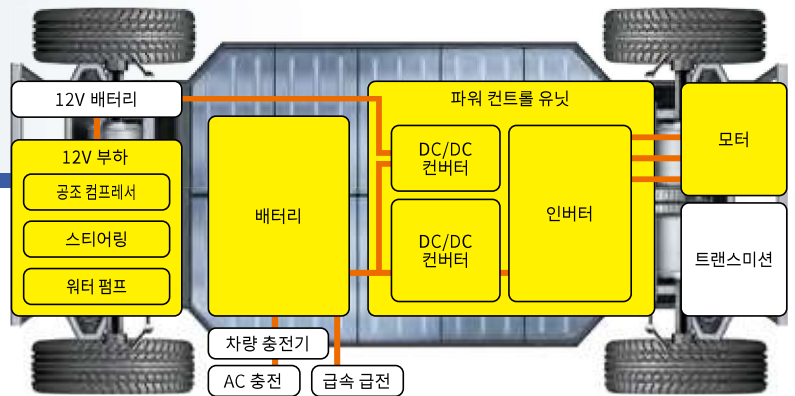
- AC/DC 500A, DC ~ 2MHz (CT6875)
- AC/DC 1000A, DC ~ 1.5MHz (CT6876)
- 기본 정확도  $\pm 0.048\%$

\* 토크센서, 로터리 인코더는 별도로 준비해 주십시오.

설계 / 개발

# 차량의 연비 (전비) 성능평가시험

국제기준 WLTP 에 대응한 연비 예측에서는 각 배터리의 충방전의 전류적산과 전력적산이 요구됩니다. 고정확도 클램프 전류 센서와 PW3390 의 뛰어난 DC 정확도, 50ms 인터벌의 전류적산과 전력적산은 연비성능평가에 매우 유효합니다.



## 극성별 전류 · 전력 적산기능

500ks/s 샘플링마다 충전전력과 방전전력을 극성별로 적산해 + 방향 전력량, - 방향 전력량, + 방향 전력량 합을 측정합니다. 배터리에 대한 충방전이 급격하게 반복되는 경우에도 정확하게 충전량과 방전량을 측정할 수 있습니다.

## 차량 측정에 최적의 전류 센서

클램프 타입의 고정확도 센서는 라인을 끊지 않고 간단히 결선할 수 있습니다. 사용온도범위는 -40°C~85°C이고, 뛰어난 온도특성을 지녀, 차량의 엔진룸 내에서도 고정확도로 측정할 수 있습니다.

## 사용기기



파워 아날라이저 PW3390



AC/DC 커런트 프로브 CT6840 시리즈

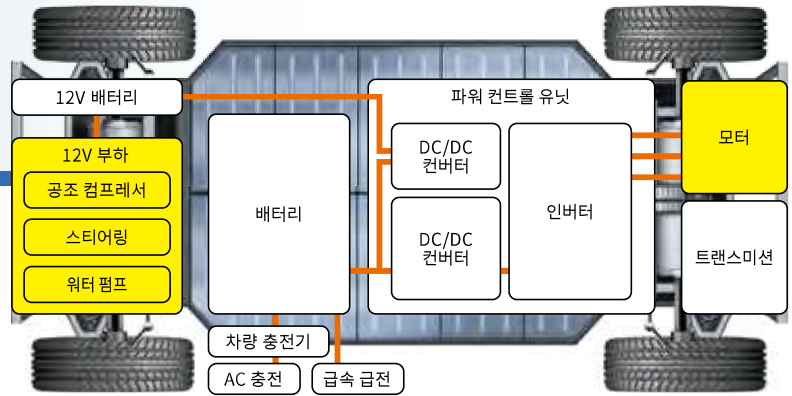
파워 아날라이저 PW3390  
· 전력 기본 정확도  $\pm 0.04\%rdg. \pm 0.05\%f.s.$

- 커런트 센서 CT6840 시리즈
- AC/DC 20A, DC ~ 1MHz (CT6841-05)
  - AC/DC 200A, DC ~ 500kHz (CT6843-05)
  - AC/DC 500A, DC ~ 200kHz (CT6844-05)
  - AC/DC 500A, DC ~ 100kHz (CT6845-05)
  - AC/DC 1000A, DC ~ 20kHz (CT6846-05)

설계 / 개발

# 모터의 온도 측정

모터 프레임이나 권선에 열전대를 부착해 온도의 변화를 기록합니다.  
 측정환경과의 온도차를 실시간으로 파형 표시하고 기록하는 것도 가능합니다.



용도에 맞춰  
 4 대까지 장착 가능  
 전압 : 1ms ~  
 온도 : 10ms ~  
 왜곡 : 1ms ~  
 샘플링 : 10ms ~  
 저역 : 10ms ~



U8550



환경 온도

LR8450



## 파형 · 수치 · 코멘트를 한 화면에 표시

파형과 수치를 동시에 표시할 수 있고 입력한 코멘트도 함께 표시 가능하기 때문에 기록 데이터를 명확하게 식별할 수 있습니다.

## 환경 온도와 권선 온도의 온도차를 기록

파형연산기능으로 연산식을 설정함으로써 측정된 온도의 온도차를 함께 기록할 수 있습니다.

## 사용기기



메모리 하이로거  
 LR8450



전압·온도 유닛  
 U8550

### LR8450

본체 장착식 각종 유닛을 연결할 수 있습니다.  
 온도뿐만 아니라 1ms 샘플링으로 전압 측정 및 왜곡 측정도 가능합니다.

### LR8450-01 (무선 LAN 탑재 모델)

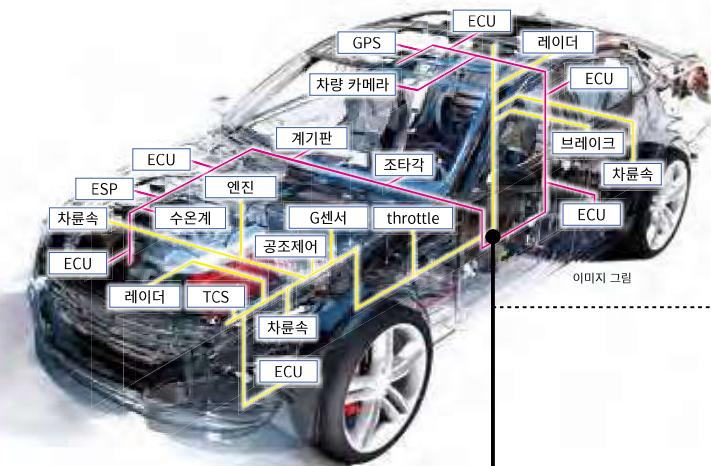
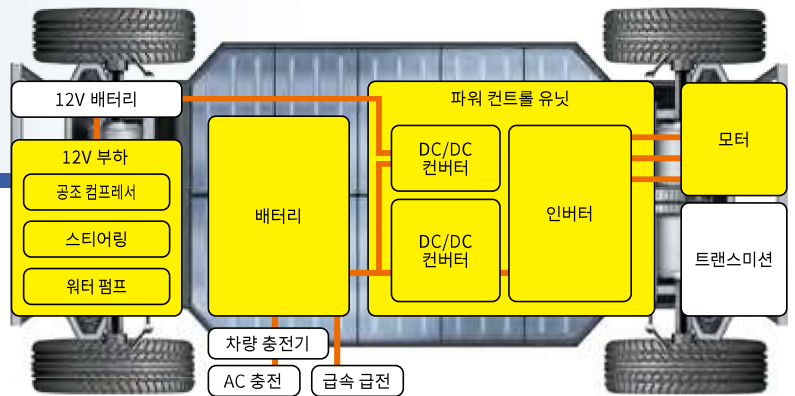
LR8530 무선 전압·온도 유닛 등 무선타입 유닛을 사용할 수 있어 본체와 유닛 간의 무선화가 가능합니다.



설계 / 개발

# CAN•CAN FD 를 이용한 EV/EV 모터 평가

CAN 버스에 흐르는 제어정보 및 센서정보와 실제 아날로그 값을 동시에 계측함으로써 HILS 및 차량 평가에서의 거동을 정확하게 파악할 수 있습니다.



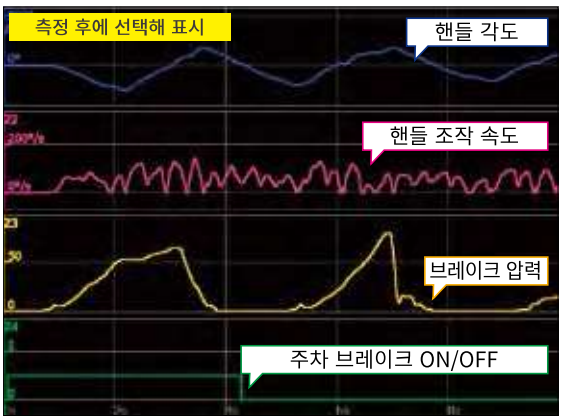
서브 하네스 또는 SP7001/SP7002 로 연결



SP7001/SP7002 피복 위에서 신호 검출, 차량 평가에서도 안심



- USB 포트에 간단 연결
  - CAN 버스의 데이터를 전부 취득
  - 본체상에서 DBC 파일 읽어오기 가능
  - CAN 트리거 기능 탑재
- 데이터 프레임  
리모트 프레임  
에러 프레임



## 차량 평가

차량의 상태로 계측하기 어려운 파라미터가 있는 경우, CAN 버스상의 데이터를 활용함으로써 차량의 상태를 파악할 수 있습니다. 비접촉 CAN 센서 SP7001, SP7002 를 사용하면 서브 하네스 준비나 케이블 가공 등 번거로운 작업 없이 CAN 버스를 모니터링할 수 있습니다. 또한 시험 후에는 센서를 분리하기만 하면 되므로 차량에 영향을 남기지 않고 작업이 완료됩니다.

## 사용기기



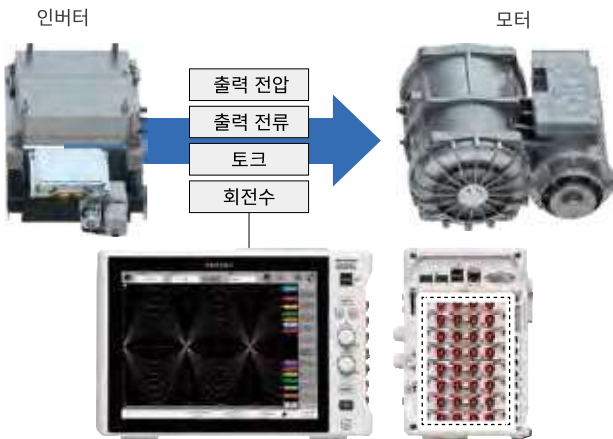
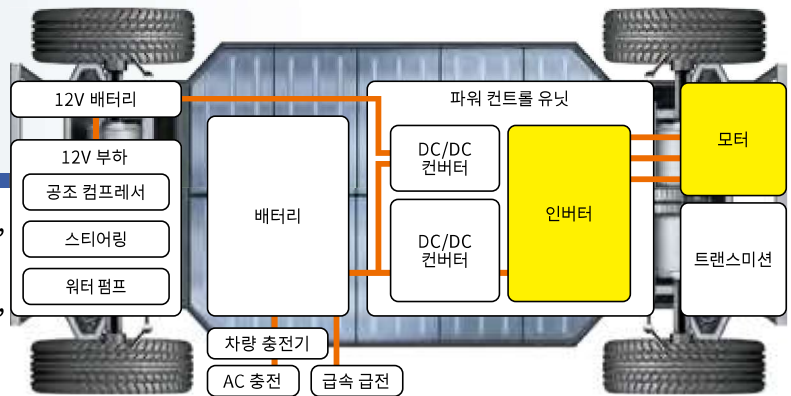
- 메모리 하이코더 MR6000/MR6000-01
- 비접촉 CAN 센서 SP7001-90/SP7002-90
- 4ch 아날로그 유닛 U8978
- 차동 프로브 9322
- 3ch 전류 유닛 U8977
- 전류 센서 CT6843-05
- 주파수 유닛 8970
- 접속코드 L9197
- 스트레인 유닛 U8969
- 토크 센서 \*1

\*1 토크 센서 (스트레인 게이지식 변환기)  
(센서에 대해서는 센서 제조사측에 문의해 주십시오.)

설계 / 개발

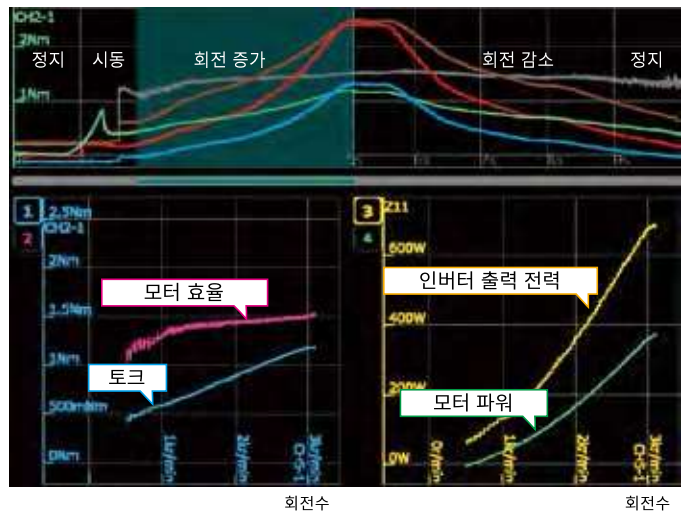
### 동적 모터 특성 측정

모터 시동부터 정지까지 인버터의 출력 전압·전류, 토크, 회전수를 기록합니다.  
 파형 연산을 사용해 인버터 출력 전력, 모터 파워, 모터 효율을 산출할 수 있습니다.



- 모터 효율
- 모터 파워
- 인버터 출력
- 회전
- 토크

출력 전압		출력 전류	
U8978	9322	U8977	CT6841-05
토크		회전수	
U8969		8970	L9197



### 파형 연산으로 인버터 출력 전력 · 모터 파워 · 모터 효율을 산출

고속 파형 연산으로 측정 후에 모터 파워, 모터 효율, 인버터 출력 전력을 구하고 X-Y 표시기능을 사용해 표시합니다.  
 유닛을 통한 입력신호뿐만 아니라, 파형 연산 결과에 대해서도 X-Y 표시할 수 있어 폭넓게 해석할 수 있습니다.  
 또한 모터의 시동부터 정지까지의 변동파형에 대해 임의의 부분을 선택하면서 X-Y 표시할 수 있어 지정부분의 X-Y 해석을 실시할 수 있습니다.

### 사용기기



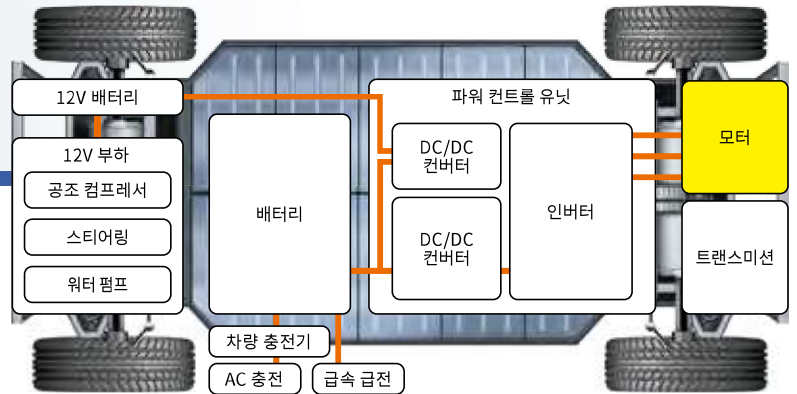
- 메모리 하이코더 MR6000/MR6000-01
- 4ch 아날로그 유닛 U8978
- 차동 프로브 9322
- 3ch 전류 유닛 U8977
- AC/DC 커런트 프로브 CT6841-05
- 주파수 유닛 8970
- 접속코드 L9197
- 스트레인 유닛 U8969
- 토크센서 \*1

\*1 토크센서 ( 스트레인 게이지식 변환기 )  
 (센서에 대해서는 센서 제조사에 문의해 주십시오)

설계 / 개발

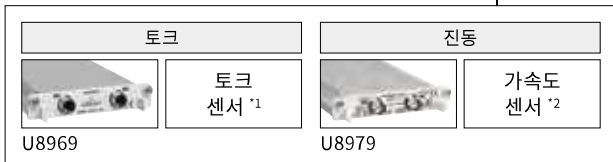
### 모터 토크 진동 측정

토크, 진동을 측정해 모터 동작 중 거동을 해석합니다. FFT 연산을 통해 주파수 해석을 실시함으로써 공진현상 등 예상하지 못했던 주파수 성분을 발견할 수 있습니다.

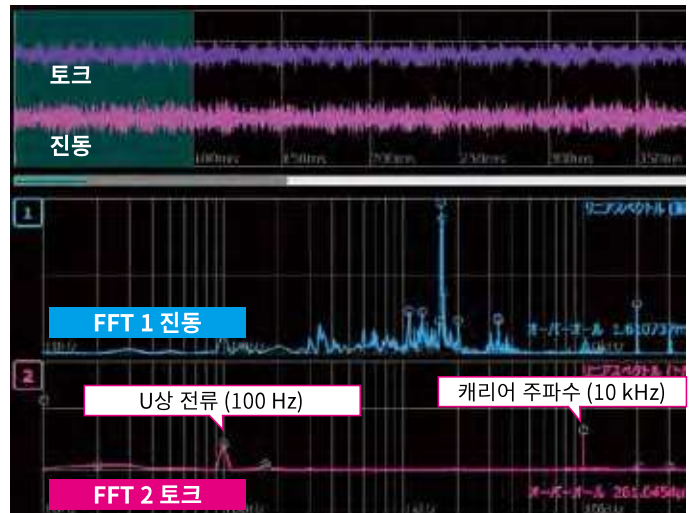


모터

- 토크
- 진동



### 토크 · 진동을 기록



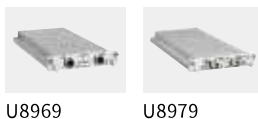
### FFT 연산으로 주파수 해석

MR6000/MR6000-01의 FFT 연산기능으로 토크와 진동신호의 주파수 해석을 실시합니다. MR6000/MR6000-01의 FFT 연산은 1회 측정으로 동시에 8현상에 대해 해석을 실시할 수 있습니다. 서로 다른 채널에 입력된 신호를 각각 FFT 해석함으로써 동일 시각에 발생한 채널별 주파수 성분을 분석할 수 있습니다.

### 사용기기



MR6000/MR6000-01



- U8969
- U8979
- 메모리 하이코더 MR6000 /MR6000-01
- 스트레인 유닛 U8969
- 토크 센서<sup>\*1</sup>
- charge 유닛 U8979
- 가속도 센서<sup>\*2</sup>

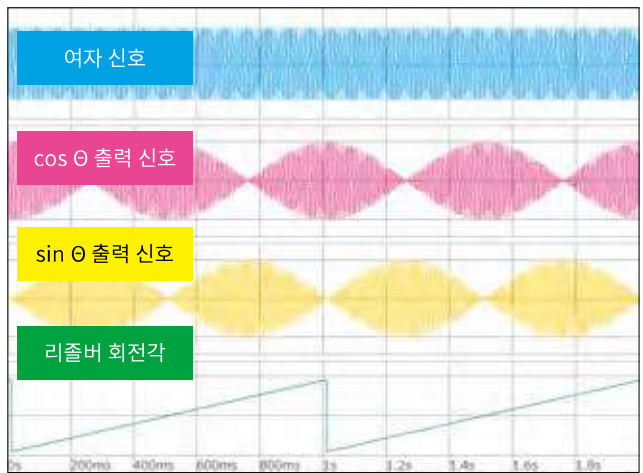
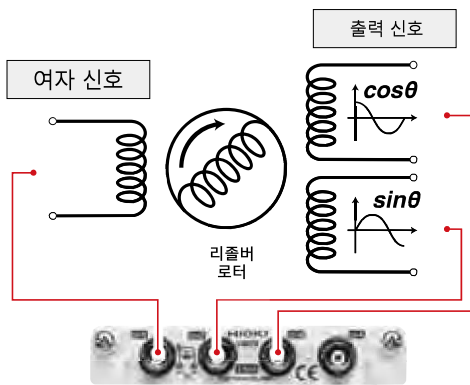
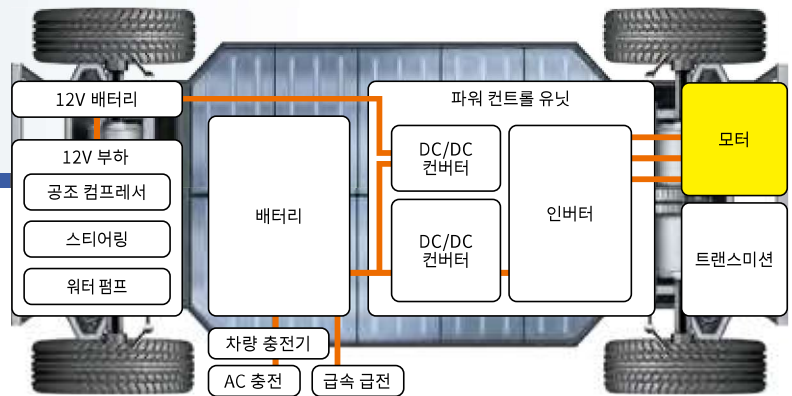
토크 센서 (스트레인 게이지식 변환기) 를 스트레인 유닛 U8969 에 연결해 토크를 측정합니다. 모터 장착 샤프에 고정된 가속도 센서를 charge 유닛 U8979 에 연결하고 샤프에 전해지는 진동을 측정합니다.

\*1 토크 센서 (스트레인 게이지식 변환기) (센서에 대해서는 센서 제조사에 문의해 주십시오)  
 \*2 프리앰프 내장형·전하 출력형 (센서에 대해서는 센서 제조사에 문의해 주십시오)

설계 / 개발

# 리졸버 (resolver) 회전각 측정

모터의 정확한 각도위치를 측정하기 위한 센서로 리졸버가 사용됩니다. 장시간에 걸쳐 까다로운 조건에서 동작이 가능하다는 점에서 산업용 모터, 서버, EV 등 혹독한 환경에서 사용되고 있습니다.  
 항속거리의 신장이 요구되는 EV에서는 모터 제어의 에너지 효율 향상이 필요하여 정밀하게 모터를 제어해야 합니다.



## 파형 연산에 의한 리졸버 회전각의 산출

리졸버의 여자 신호 및 출력 신호를 4ch 아날로그 유닛 U8978에 입력합니다. 기존제품에서는 2 유닛이 필요했던 구성도 1 유닛으로 구현할 수 있어 그 밖에 온도나 각종 제어신호, 토크, 전류 신호도 동시에 측정할 수 있습니다. 파형연산기능을 사용해 리졸버 회전각을 구합니다. 리졸버 회전각과 기타 신호 간의 관계를 해석함으로써 모터 제어 시퀀스를 조정합니다.

## 사용기기



MR6000/MR6000-01



U8978

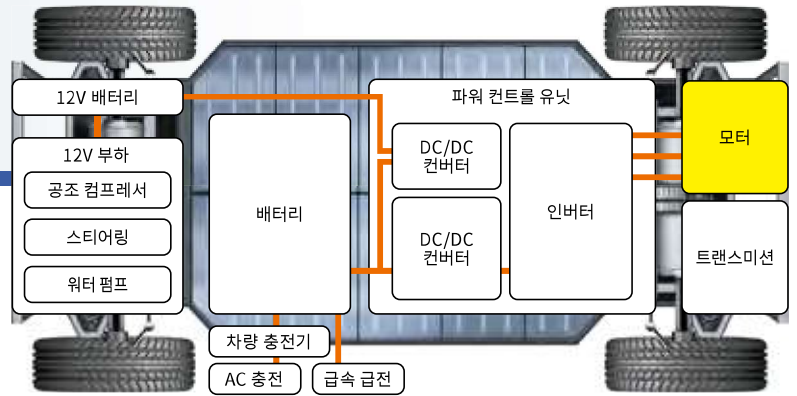
- 메모리 하이코더 MR6000 /MR6000-01
- 4ch 아날로그 유닛 U8978

4ch 아날로그 유닛 U8978 을 이용해 1 개의 슬롯만 가지고 리졸버의 여자 신호 , 출력 신호 (sin θ , cos θ ) 를 측정할 수 있습니다 . 또한 MR6000/MR6000-01 의 고속파형 연산기능을 이용해 회전각을 표시할 수 있습니다 .

생산 / 검사

# 모터 권선의 레이저 쇼트 시험

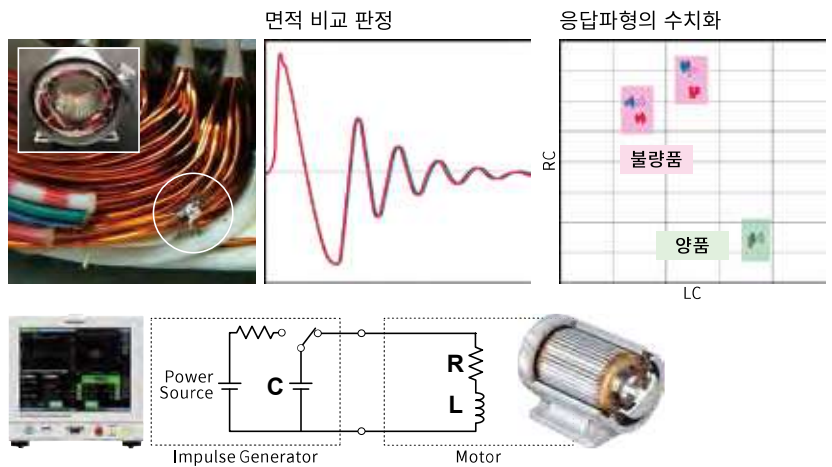
모터 권선의 절연 고장 (레이저 쇼트), 열화를 검출합니다.  
 응답파형을 수치화함으로써 기존 방식보다 고정밀도로 양불판정을 할 수 있습니다.



## 응답파형에 나타나지 않는 미세한 변화를 포착

임펄스 권선 시험기 ST4030A 는 응답파형을 수치화함으로써 기존의 면적 비교 판정 (AREA, DIFF AREA) 에서는 발견하기 어려운 미세한 불량을 검출할 수 있습니다.

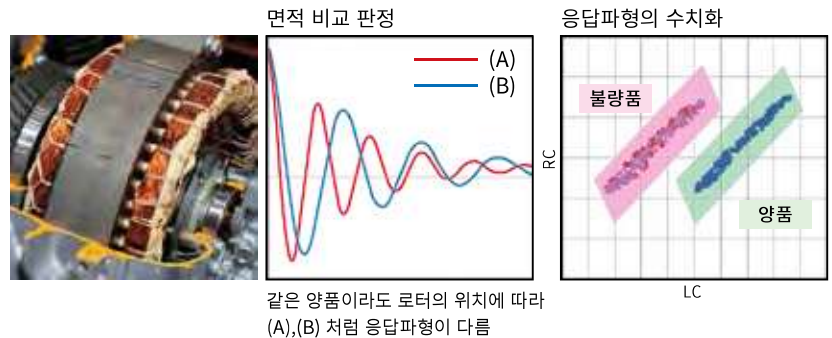
1 턴 쇼트와 같은 미세한 불량은 양품의 응답파형과의 차이가 작기 때문에 면적 비교 판정으로는 어렵습니다.



## 로터를 장착한 상태에서도 검사 가능

로터의 위치에 따른 응답파형의 변화도 수치화 할 수 있습니다.  
 양품 영역, 불량품 영역을 설정하여 양불판정이 가능합니다.

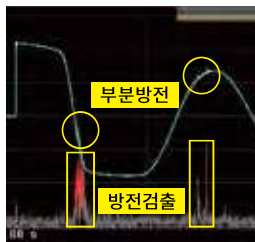
기존의 면적 비교 판정은 로터의 위치에 따라 응답파형이 변해버리기 때문에 모터의 양불판정을 할 수 없습니다.



## 사용기기



임펄스 권선 시험기 ST4030A

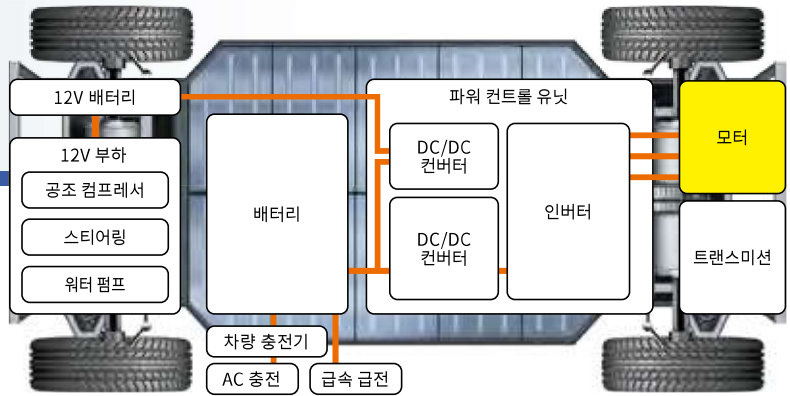


방전검출기능 ST9000

- 고정밀도로 파형을 검출 : 200 MHz, 12 bit
- 응답파형을 수치화 (TOENEC CORPORATION 사 특허 사용)
- 노이즈에 묻힌 방전을 검출 (음선)

## 모터 권선의 유지보수

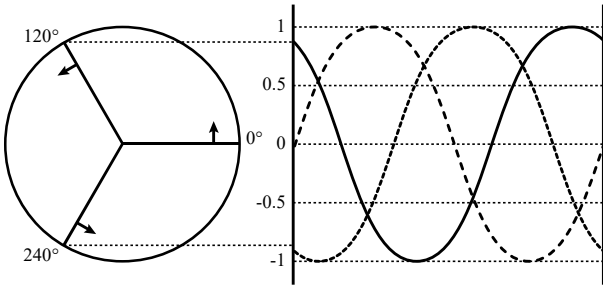
임펄스 시험은  
모터 권선의 유지보수와 경향 관리에도  
활용할 수 있습니다.



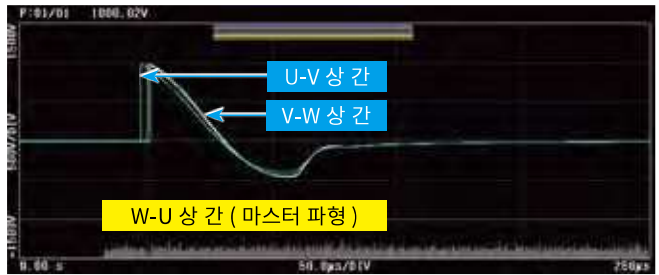
### 양품이 없더라도 절연 불량 / 열화를 확인 가능

일반적으로 정상적인 3 상모터라면 각 상 (U, V, W) 의 밸런스가 맞습니다.  
따라서 U-V, V-W, W-U 의 각 상 간에 임펄스 전압을 인가하여 얻게되는  
응답파형은 거의 동일합니다.

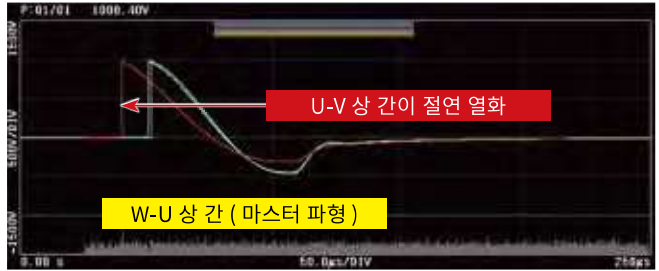
1 개의 상 간에서 얻어진 응답파형을 양품이라 가정하고  
다른 상 간에서 얻어지는 응답파형과 비교함으로써  
절연 고장 / 열화의 판단이 가능합니다.



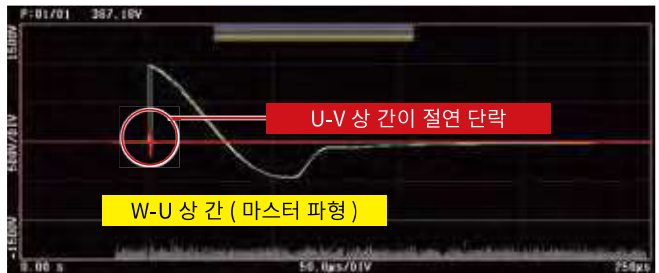
정상적인 3 상모터  
각 상 (U, V, W) 의 밸런스가 맞음



양품의 응답파형



절연 열화의 응답파형 예

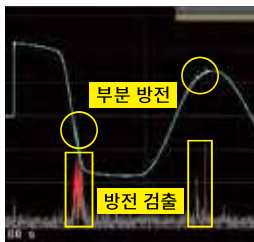


절연 단락 (쇼트) 의 응답파형 예

### 사용기기



임펄스 권선 시험기  
ST4030A



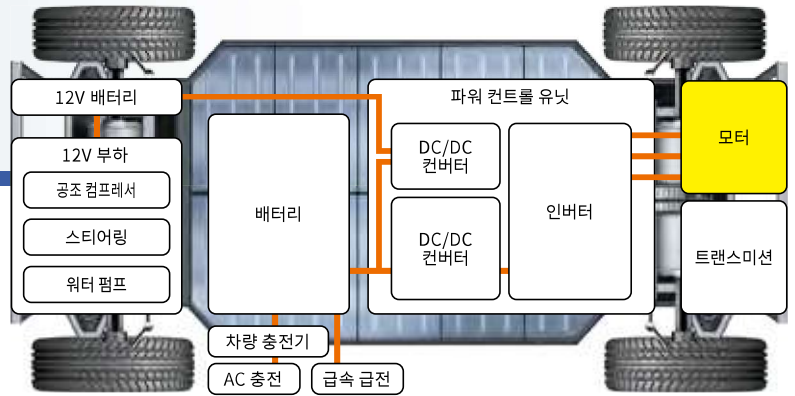
방전검출기능  
ST9000

- 고정밀도로 파형을 검출 : 200 MHz, 12 bit
- 응답파형을 수치화 (TOENEC CORPORATION사 특허 사용)
- 노이즈에 묻힌 방전을 검출 (음선)

생산 / 검사

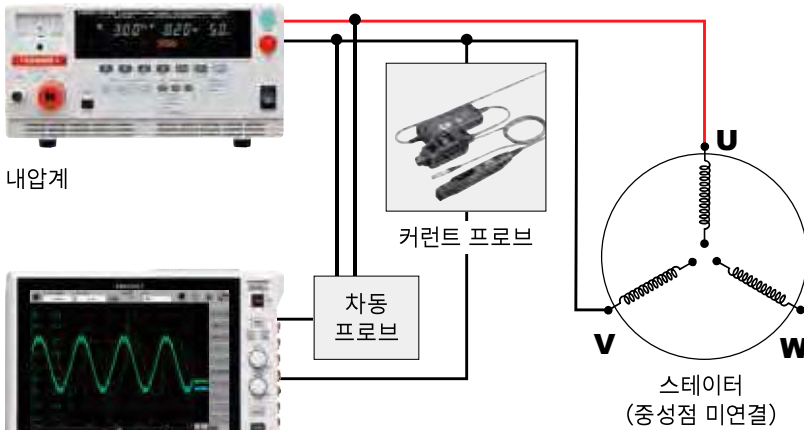
### 내압시험에서의 부분방전 관측

내압시험 시의 전류와 전압의 파형을 관측함으로써  
부분방전을 포착할 수 있습니다.  
부분방전이 발생하면 절연파괴로 이어질 수 있습니다.  
부분방전을 확인하면 코일의 잠재 불량을 파악하는  
것이 가능합니다.



### 내압계를 인가원으로 한 부분방전의 관측

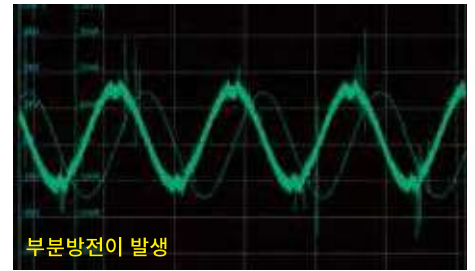
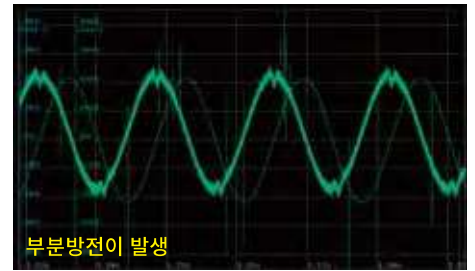
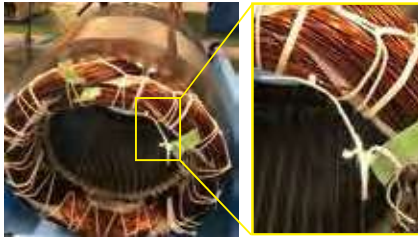
중성점이 미연결상태인 스테이터를 사용해 내압계의 +측을 U 상에 연결하고  
-측을 V 상에 연결해 고전압을 인가합니다. 절연이 양호한 상태와,  
U 상과 V 상 코일을 접촉시킨 상태의 부분방전 시작전압의 변화를 비교합니다.



내압계



유사 불량상태



### 사용기기



자동 절연 내압 시험기  
3153



메모리 하이코더  
MR6000



전류 프로브  
CT6711

#### 3153

- 시험전압 : AC60HZ, 1000V 부터 100V 단위로 상승

#### MR6000

- 샘플링 속도 : 200MS/s
- 스토리지 시간 : 2.5 초
- 커플링 방식 : AC 커플링

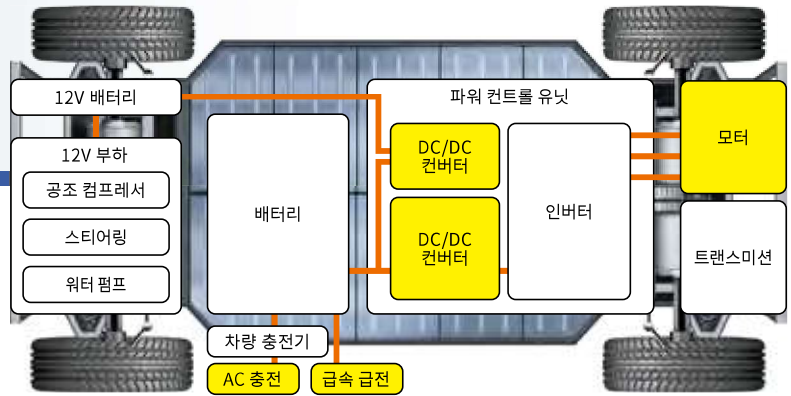
#### CT6711

- 사용 레인지 : 0.5A
- 출력율 : 10V / A
- 주파수대역 : DC ~ 120MHZ

생산 / 검사

### 모터 · 권선의 절연저항측정과 내압시험

절연저항시험, 내압시험을 실시합니다. 출하검사로 절연상태를 검사함으로써 높은 안전성을 유지할 수 있습니다.



### 제품의 출하검사에서 절연저항 · 내압을 측정

절연 열화의 발생은 감전과 누전의 위험으로 이어집니다. 제품의 안전성을 확보하기 위해 출하 검사 시에 절연상태를 검사합니다.

절연 열화 발생

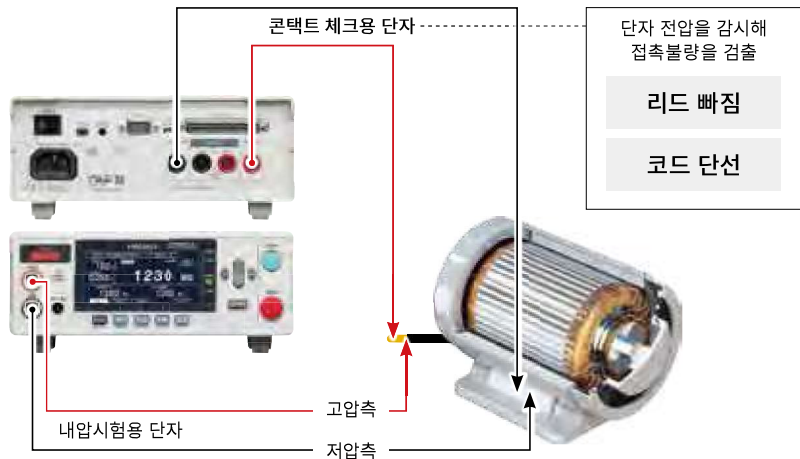
감전의 위험

누전의 위험



### 콘택트 체크로 확실하게 검사

프로브의 접촉불량과 케이블 내부 단선에 의해 검사대상에 올바르게 콘택트하지 못하는 경우가 있습니다. 그 경우, 불량품이라 하더라도 잘못 양품이라 판정할 우려가 있습니다. 확실한 검사에는 콘택트 체크가 효과적입니다.



사용기기



절연저항시험기 ST5520



자동 절연 내압 시험기 3153

측정값에 영향을 주지 않고 상시 콘택트 체크가 가능

ST5520 절연저항시험기

- DC25 ~ 1000V/0.002M ~ 9990M Ω

3153 자동 절연 내압 시험기

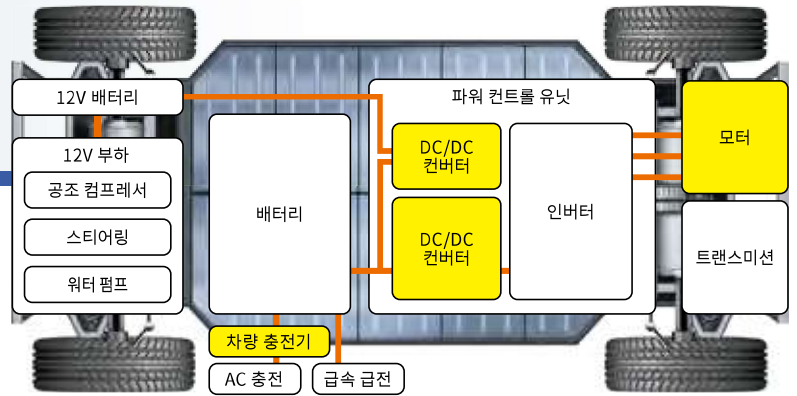
- AC 내압 시험 AC 0.2 ~ 5kV/100mA
- 절연저항시험 DC50 ~ 1200V/0.100M ~ 9999M Ω



생산 / 검사

### 권선 저항 측정

권선의 저항을 고정밀도로 측정할 수 있습니다. 권선의 저항을 측정함으로써 단선 유무를 알아볼 수 있습니다. 고정밀도 저항계를 사용해 측정하면 선재의 두께나 권수가 잘못되지 않았는지도 판별할 수 있습니다.



### 저항 측정으로 권선의 품질 검사

모터를 효율적으로 동작시키기 위해서는 모터에 대전류를 흘려보내야 합니다. 대전류를 흘려보내기 위해 권선은 굵고 저저항일 것이 요구됩니다.

저항값으로 알 수 있는 사항

- 선재 두께가 틀렸는지 여부
- 권수가 틀렸는지 여부
- 권선의 단락



모터의 권선



트랜스의 권선



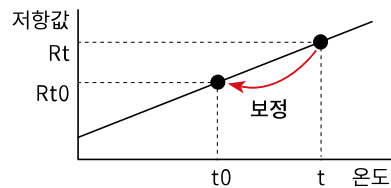
코일의 권선

### 저항 측정에서 요구되는 성능

저항계를 사용하면 저저항화 되어가는 권선 저항을 정확하게 측정할 수 있습니다.

요구 성능

- 저저항 측정: 특히 저저항화 되어가는 대형 권선에서는 10  $\mu\Omega$ 대에서 관리가 필요합니다.
- 환경 온도 보정: 선재의 저항값은 온도에 따라 변동하기 때문에 온도 보정을 실시할 필요가 있습니다.



### 사용기기



저항계 RM3545



멀티플렉서 유닛 Z3003



저항계 RM3548

RM3545

- 최소 분해능 0.01  $\mu\Omega$ 의 고정밀도 저항계
- RM3545-02 는 멀티플렉서 내장 가능
- 여러 포인트의 저항을 효율적으로 측정

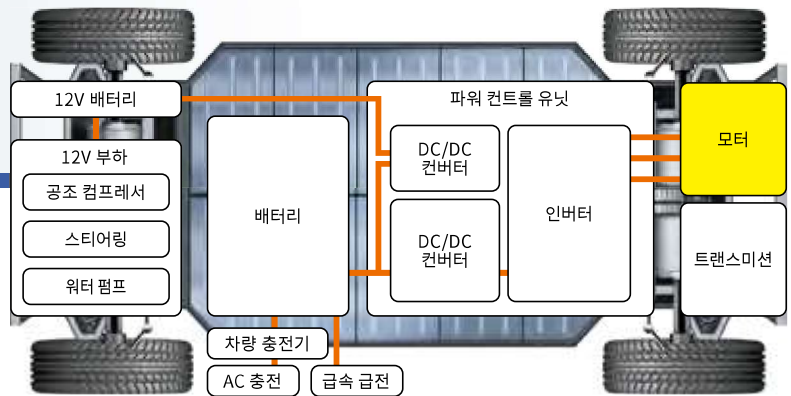
RM3548

- 모터, 트랜스의 온도 상승 시험에 편리한 온도보정기능과 인터벌 측정
- 대형 모터, 대형 트랜스 측정에 적합한 휴대형

생산 / 검사

# 모터 코일의 인덕턴스 측정

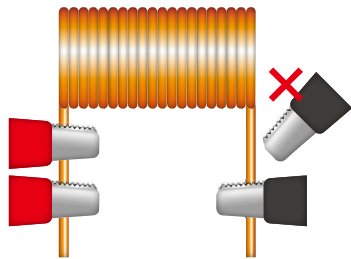
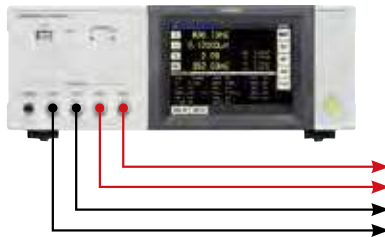
권선의 인덕턴스를 측정합니다.  
상 간의 밸런스, 모터의 동작 성능, 회전의 기록, 구동 드라이버와 모터의 정합성 등을 확인할 수 있습니다.



## 권선의 인덕턴스로 모터 성능을 검사

인덕턴스로 알 수 있는 사항

- 상 간의 밸런스
- 모터의 동작 성능
- 회전의 기록
- 구동 드라이버와 모터의 정합성



콘택트 체크  
오측정을 방지해 확실하게 검사



케이블 길이 4m  
측정 케이블 최장 4m 까지 정확도 보증  
모터용 대형 장치에 대응



Labview 드라이버 지원  
다른 계측기와 연계

## 사용기기



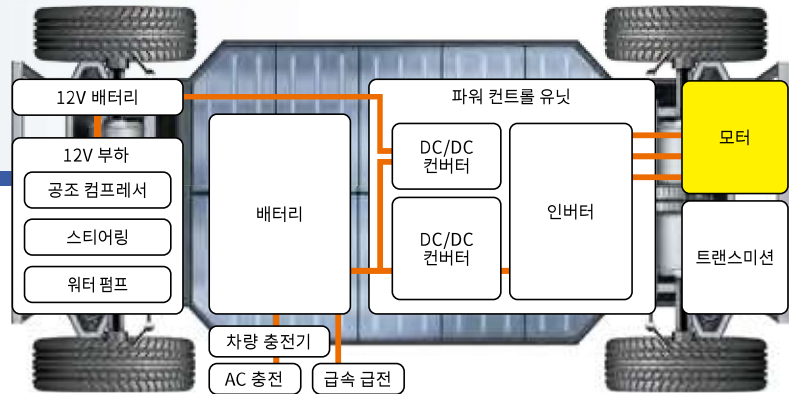
- 4Hz 부터 8MHz 의 넓은 주파수 범위로 측정
- 판정기능으로 권선 인덕턴스 값을 관리

LCR 미터  
IM3536

생산 / 검사

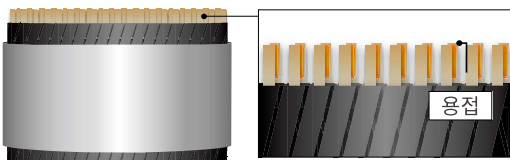
### 모터의 용접 저항 측정

평각선 스테이터의 용접 품질 (용접 결함) 을 고분해능, 고정확도 직류저항계로 검사합니다.

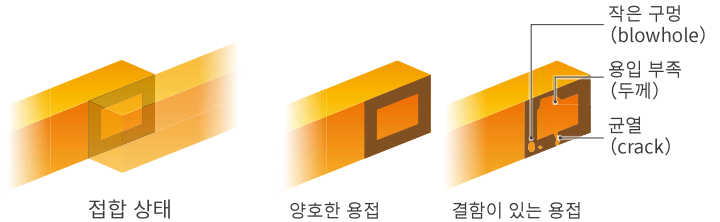


### 평각선 스테이터 (stator) 란 ?

스테이터 코어에 가공한 평각 구리선을 붙여서 같은 상의 평각선끼리를 로봇으로 용접해 접합한 것입니다. 용접 상태가 허술하면 용입 (penetration) 부족, 균열, 핀 홀이 생겨 잠재적 불량 발생합니다.



평각선 스테이터



### 직류저항측정에 의한 용접 품질 검사

용접부 양쪽에 각각 전압 검출용 프로브를 세워서 각 용접부의 저항을 검사합니다. 멀티플렉서 유닛 Z3003 을 사용하면 다점 저저항 검사설비를 간단히 구성할 수 있습니다.

저항계 RM3545 는 12m Ω 이하의 저항을 0.01 μΩ 분해능으로 측정할 수 있습니다. 평각선과 같은 μΩ 급 용접저항도 고정확도로 검사할 수 있습니다.

※온도의 영향을 억제하려면 RM3545 의 온도보정기능을 사용해 주십시오.



### 사용기기



저항계 RM3545-02



멀티플렉서 유닛 Z3003

세계 최고 수준의 정확도와 분해능

- 10 μΩ 측정 시의 최고 정확도 약 ± 0.1 μΩ
- 최소 분해능 0.01 μΩ
- 온도보정기능을 사용해 온도에 따른 저항값 변화를 보정 가능