

DCT 클러치/변속 제어용 모터의 고장 진단 강화

신 황 철

콘티넨탈 오토모티브 시스템

Improve Motor UVW Diagnosis Function for DCT system

Hwangchul Shin

Continental Automotive System

Key words : DCT(듀얼 클러치 트랜스미션), BLDC Motor(BLDC Motor), Diagnosis(진단), TCU(변속기 컨트롤 유닛), CARB (California Air Resource Board), OBD(On Board Diagnostic)

*hwangchul.shin@continental-corporation.com

최근 차량의 연비 향상의 목적 및 사용자의 편의를 위하여, 기존 유압식 자동변속기 대신 DCT 변속기를 많이 채택하고 있다.

DCT가 적용된 차량은 연비가 기존 유압제어를 통한 자동변속기 보다 연비가 좋고, 빠른 변속이 가능한 장점이 있다. 특히, 홀/짝수 변속단 분리제어로 응답성이 향상됨을 물론이고, 사전에 기어를 목표단에 위치 시킴에 따라, 빠른 변속이 가능하게끔 한다. 이때 클러치 및 목표 기어단으로 움직이게 해주는 것은, TCU가 각 클러치 및 기어 시스템 내의 BLDC Motor를 제어함으로써 기능이 수행되게 된다.

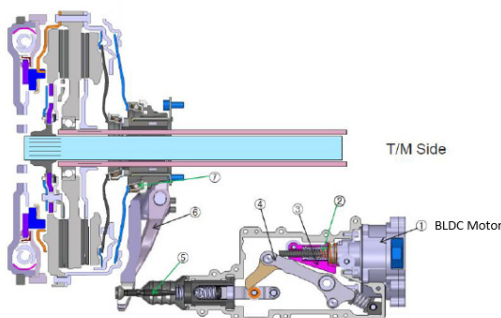
TCU는 DCT에 적용된 BLDC Motor의 고장에 대하여, 다양한 고장 진단을 수행하고 있으나, 실제 모터가 구동 될 시, BLDC Motor 제어 ASIC의 기능 한계로 인하여, 실제 단락 고장이 발생되더라도 관련 고장정보를 확인하는 방법에는 한계가 존재한다. 이는 CARB OBD 범규에 명시된 모든 회로 고장은 명확히 관련 진단을 수행되어야 한다는 요구사항에 미치지 못하는 상황이 발생할 수 있다.

본 논문에서는 DCT에 적용되는 Motor UVW line의 단락 고장 발생 시 이 고장을 진단할 수 있는 방법을 제안한다.

이에 따라 Motor UVW line의 진단 영역을 보완할 뿐 아니라 시스템 강건 설계 및 TCU 및 DCT 시스템 품질확보에 이바지 할 수 있다.

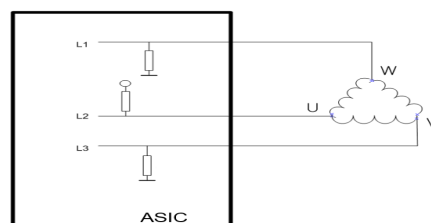
1. DCT 변속기 내의 BLDC Motor의 역할

DCT(Dual Clutch Transmission)내에는 클러치 및 기어의 ODD/EVEN 축에 각각 1개(클러치: 2개, 기어: 2개)의 BLDC Motor가 사용되고 있으며, 각각의 모터는 클러치 제어 및 기어 체결을 위한 용도로 사용된다.



2. BLDC Motor의 진단 방법 및 진단구간

1) TCU가 제어하는 DCT Motor의 회로 고장 진단은 아래 그림과 같이 Motor 제어 ASIC에 의하여 판정되고 있으며, 이 때 Motor는 제어되지 않는, 즉, Power가 인가되지 않을 경우 SCB/OPEN/SCG 고장에 대하여 모두 판정 가능하다.



2) 하지만 아래 표와 같이 Motor가 제어되는 상황에서 고장이 발생 시에는 ASIC에 의한 고장 판정이 불가능하다.

모터구동 상태	SCB	SCG	OPEN
OFF	OK	OK	OK
ON	OK	No	No

표1 : 모터 구동 상태에 따른 ASIC 고장 판정 구간

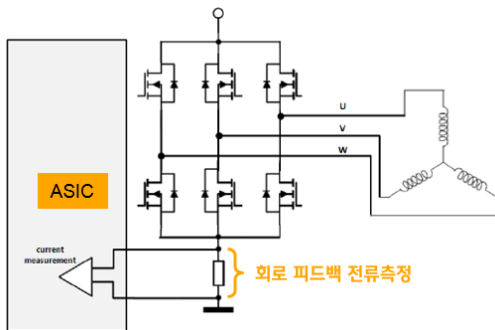
3. Motor 구동 시의 고장 진단 강화

본 논문에서는, Motor 구동 시 ASIC에 의하여 고장 진단이 수행되지 않을 시, 이를 보완하는 방법을 소개하고자 한다.

1) 단락 고장

TCU는 Motor UVW line 단락 고장의 경우, 실제 Target 전류 대비 Motor feedback 전류 측정을 통하여, 단락 고장을 진단할 수 있다.

아래 그림과 같이 TCU는 Motor UVW line에 흐르는 전류를 Shunt 저항을 통하여 측정이 가능하다. 이 때 실제 Motor에 흐르는 Target 전류 대비 일정량 미만의 전류가 흐르게 되면, Motor UVW line이 단락 고장으로 진단 할 수 있다.



2) 단선 고장

단선 고장의 경우, 위 단락 고장의 방법으로 진단할 수 는 있으나, 더욱 강건한 방식으로 진단 가능하다.

위 논의된 ASIC에 의한 진단 방식의 한 방법으로, 실제 클러치 및 기어를 움직이지 않는, 즉, 비 구동 축에 한하여, 강제로 Motor에 인가된 Power를 강제로 Off시켜 ASIC에 의한 진단을 수행 하도록 한다. 이 때 비 구동축의 경우, 실제 Motor가 움직임에 의해 발생될 수 있는

Back EMF의 영향을 없애기 위하여, Motor가 완전히 정지 된 경우, 즉, 클러치인 경우 비 구동 축, 기어의 경우 기어 체결 완료 및 중립 상태에서, 제어에 영향을 미치지 않는 아주 짧은 시간 동안에만 Motor power를 Off 시켜 ASIC에 의한 진단을 수행하도록 한다.

위 정의 된 1)과 2) 방법을 통하여, Motor의 구동 여부에 상관없이 전 제어 영역에서 회로 진단이 가능함을 알 수 있다. 더 나아가 단락 고장의 경우도 단선 고장의 방법과 같이 feedback 전류 측정을 통한 진단이 아닌, ASIC에 의한 진단으로 구현하여 시스템 강건 설계에 이바지 할 수 있다.

모터구동 상태	SCB	SCG	OPEN
OFF	OK	OK	OK
ON	OK	OK	OK

표2 : 강화 진단 방식에 따른 모터 진단 가능 구간

4. 결 론

과거 대비 현재 출시되는 모든 차량의 경우, 자동차는 많은 제어를 ECU 및 많은 전자 부품에 의하여 제어된다. 이에 따라 각 부품에 대한 고장 진단 방법도 복잡해 지는 추세이다.

만약 차량 고장이 발생될 경우 자동차 정비 시 정확한 고장 원인을 알 수 없게 된다면, 불필요한 정비를 하게 될 것이고 그에 따른 정비 비용 및 시간도 증가하게 될 것이다.

본 논문에서는 진단의 강건성 및 진단 데이터의 정확성을 위하여, Hardware에 근거한 회로 진단 방식을 제공함으로써, CARB¹⁾법규에 명시된 모든 회로 고장에 대하여 명확한 진단을 수행이라는 요구사항을 만족시킬 수 있을 뿐만 아니라, DCT 시스템 품질확보에 기여할 수 있다.

References

- 1) OBD II regulation, section 1968.2 of title 13, California Code of Regulation
- 2) H.C Shin, Improve Coverage of Transmission Solenoid Diagnosis by S/W Method, (정기)학술대회 및 전시회 335-336, 2013