

# 트랙터용 자동 트랜스미션 제어기 소개 Introduction of Automatic Transmission Control Unit for Tractor

정창도 · 김진상 · 박세하

Chang Do Jung, Jin Sang Kim and Se Ha Park

## 1. 서 론

농업용 트랙터에 탑재되는 auto power shift 변속기를 대상으로 속도와 부하에 따라 유압을 이용하여 주 변속 8단 자동변속기능을 구현하는 변속제어기 (이하 TCU, Transmission Control Unit) 개발하였다.

트랙터의 작업환경에 맞추어 ECU 전용 방수 커넥터와 상부 케이스는 다이캐스팅을 사용하였고 하부 케이스는 프레스를 이용하여 제작하였다. 차량용 IC 류를 사용하여 내구 및 신뢰성이 높다.



Fig 1.1 TCU for Tractor

기본 사양은 아래 표와 같다.

Table 1.1 Specification of TCU

구 분	사 양
작동전압	8~20VDC(정격 12VDC)
작동/방치 온도	-30 to + 85 °C/-40 to + 105 °C
보호회로	과전압, 역전압, 과전류, 정전기, 과온도 방지
MCU/Memory	TI社 32bit DSP for automotive(TMS320F2812) 128KB*16 FLASH/128KB*16 ROM
Case	W214 * H150 * D35
방수등급	IP67
입출력	32CH Digital IO, 13CH AD, 8CH hall speed, 2CH Temperature, 10CH PWM, 2CH CAN, 1CH UART, ETC.
커넥터	Water proof type, AMP 94p connector

## 2. 기능 소개 및 TCU 커넥터와 IO

### 2.1 기능 소개

본 TCU는 전후진 주변속 8단과 부변속 3단의 조합으로 총 24단계의 변속 기능을 구현하였다. 또한 파워셔틀과 파워시프트 변속이 가능하며 농업용 트랙터에 특화된 4WD와 Quick-Turn 제어가 추가되었다. 특히, 중립 전후진 변속시 부하감지를 위해 미션의 슬립량을 피드백 받아 적응적 변속 알고리즘이 구현되어 부하 시에도 항상 동일한 변속 품질을 얻을 수 있는 것이 장점이다. PC와 TCU간 UART 통신을 통해 실시간 모니터링, 변속 프로파일 튜닝 및 기타 설정이 가능하며, 자가진단 기능 및 안전작동 모드를 탑재하였다.

Table 2.1 Function list

구 분	사 양
주 기능	전진 및 후진 24 단 자동변속 (주변속 8 단 x 부변속 3 단)
보조 기능	파워셔틀 및 파워시프트 변속
부가 기능	2WD, 4WD, Quick-Turn, 부하감지 변속 등
진단 기능/안전작동	셔틀 레버 신호 감지 불량, 각클러치 PSV open/short, 림프홈(Limphone) 모드

### 2.2 TCU 커넥터와 IO

TCU 커넥터는 자동차ECU전용 방수타입TE connectivity社 94P Header를 사용하였다.

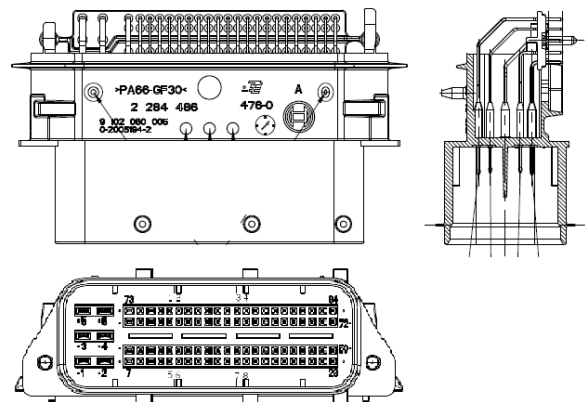


Fig 2.1 94Pin connector

TCU의 IO는 전원, PWM, 디지털 입출력, 아날로그 입출력, 스피드 센서 홀타입 입력, 온도센서 입력, CAN 및 시리얼통신으로 구성된다.

Table 2.1 IO list

구분	사양
전원 입력	정격 12V(8~20V 동작)
PWM 출력	10 채널
디지털 입출력	32 채널
아날로그 입력	13 채널
스피드 센서 입력	8 채널
온도 센서 입력	2 채널
통신	UART 1 채널, CAN 2 채널

### 3. PCB 및 케이스 설계

#### 3.1 PCB 설계

PCB는 EMC를 고려하여 소자의 위치를 최적화 하였고 케이스와 절연되도록 설계하였다. PCB 두께는 1.6t이며 차량용 설계에 맞춰 제작되었다.

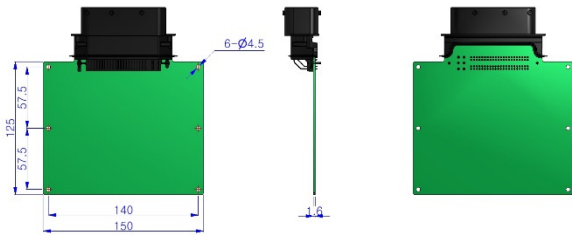


Fig 3.1 PCB design

#### 3.2 케이스 설계

케이스 설계는 그림 3. 2와 같다. 특히, 내압조절을 위해 그림 3. 3과 같이 내압조절필터를 적용하였고

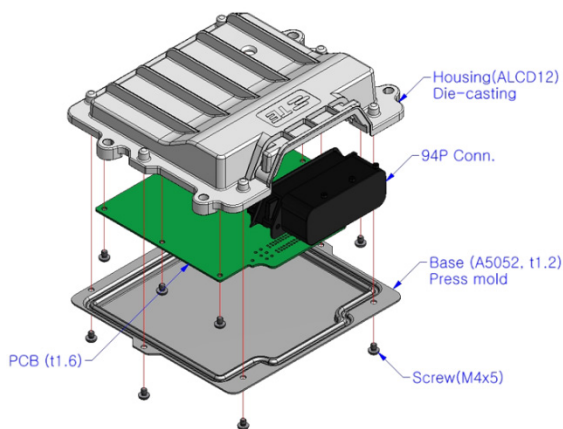


Fig 3.2 Case 3D modeling

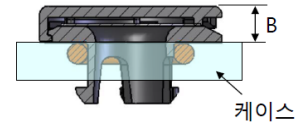


Fig 3.3 Internal pressure control design

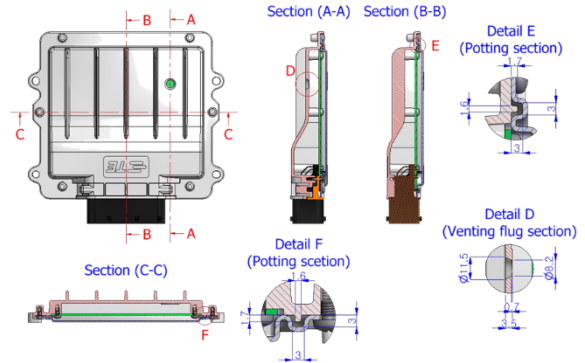


Fig 3.4 Potting section

케이스 상부는 알루미늄 다이캐스팅으로 제작하였으며 하부는 프레스로 제작되었다. 그림 3. 4와 같이 상부와 하부 케이스는 에폭시로 포팅되며 6각 볼트로 6군대 고정이 된다.

### 4. 시험 항목 및 결과

#### 4.1 시험 항목

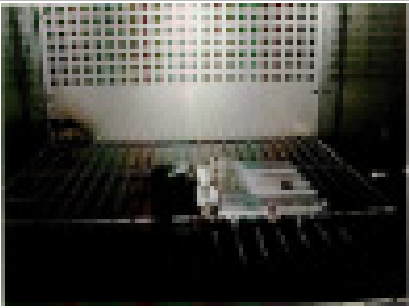
TCU의 신뢰성 검증을 위해 아래와 같이 고온, 저온 작동 시험, 살수(방수) 시험, 내진성 시험, EMC 시험을 하였으며, SW의 안정성 검증을 위해 MISRA-C, cppCheck 시험을 하였다.

시험 방법 및 결과는 아래와 같다.


#### ㉓ 고온 작동 시험

시험 방법 / 기준 / 기관	- 제어기 ASS'Y를 항온항습조에 정규의 사용상태로 설치 한 후 105°C의 고온에서 72시간 동안 10분 ON / 50분 OFF를 반복 작동 시험한 후 상온에 놓아둔다. - 기준 : 정상작동 - 시험기관 : 자동차부품연구원
결과	기준 만족
시험 사진	


㉔ 저온 작동 시험

시험 방법 / 기준 / 기관	- 제어기 ASS'Y를 항온항습조에 정규의 사용상태로 설치 한 후 -30℃의 고온에서 72시간 동안 10분 ON / 50분 OFF를 반복 작동 시험한 후 상온에 놓아둔다. - 기준 : 정상작동 - 시험기관 : 자동차부품연구원
결과	기준 만족
시험 사진	

㉕ 살수(방수) 시험

시험 방법 / 기준 / 기관	- 제어기 ASS'Y를 KS R 0015의 S2 시험 조건으로 시험을 실시한다. - 기준 : 분해 후 침수흔적 없을 것 - 시험기관 : 자동차부품연구원
결과	기준 만족
시험 사진	

㉖ 내진성 시험

시험 방법 / 기준 / 기관	- 제어기 ASS'Y를 진동 33.3HZ, 가속도 5.5G, Z/Y/Z 조건으로 시험을 실시한다. - 기준 : 시험후 정상작동 - 시험기관 : 자동차부품연구원
결과	기준 만족
시험 사진	

㉗ EMC 평가

시험 방법 / 기준 / 기관	75/322/EEC 2009, ES 96200 ver k의 EMC 기준에 의해 시험을 실시하고 평가한다. - 시험기관 : 경북차량용임베디드기술연구원	
결과	방사성 전자파 장애 측정 75/322/EEC 2009	만족
	방사 내성시험 ES 96200 ver k	만족
	BCI 내성시험 ES 96200 ver k	만족
	전기적 과도 장애측정 ES 96200 ver k	만족
	전기적 과도 내성시험 ES 96200 ver k	만족
	정전기 방전 내성시험 ES 96200 ver k	만족

㉘ S/W 성능 평가

시험 방법	정적 소프트웨어 검사툴을 이용하여 각 Rule 검사한다. - 기준 : 적용된 룰 준수율 90% 이상 - 시험기관 : 외부기관	
결과	MISRA-C 2004 (Mandatory Rule은 42개, Required Rule은 48개, Optional Rule은 51개)	90.24 % 만족
	cppCheck (내장 규칙 75개)	93.33 % 만족

5. 결 론

농기계용 TCU는 열악한 작업환경으로 인해 고내구성을 요구하기 때문에 케이스 디자인, 회로설계 및 IC류 선정이 중요하다. 본 TCU는 트랙터의 환경에 적합하게 개발되었으며 공인인증 시험을 통해 신뢰성이 확보되어 있다.

현재 고마력이며 대형 트랙터에만 적용되고 있는 자동미션에 적합한 TCU를 개발했으나 향후, 수동미션이 주를 이루고 있는 농기계 시장에서 고효율 자동미션의 개발이 필요하며 본사에서는 이를 위해 지속적 개발을 진행할 예정이다.

[저자 소개]



정창도

E-mail : cdjung@te.com

Tel : 053-850-0404

2010년 경북대학교 수학과 박사. 2011년 디지털기술연구소 책임연구원. 2013년~

현재 타이코에이애플(주) 선임연구원. 농기계, 건설기계 유공압제어용 제어기, 전기차 VCU, 차량용 카메라 개발에 종사. 유공압건설기계학회 등의 회원, 이학박사

김진상

E-mail : js.kim@te.com

Tel : 053-850-0143

2012년 영남대학교 전자공학과 석사 졸업. 1994년 타이코에이애플(주) 입사, 현재 타이코에이애플(주) 연구소 수석연구원.

농기계, 건설기계 제어기, 전기차 VCU,

배터리 팩 BMS 개발에 종사

[저자 소개]



박세하

E-mail : parksh@te.com

Tel : 010-9356-1766

2009년 영남대학교 컴퓨터공학과 학사. 2012년이후 타이코에이애플(주) 재직.

R4FCE, 1G/10G Ethernet PHY, Inkjet Passbook Print Module 개발, 8bit/32bit

마이크로 펌웨어, 변속제어기 개발에 종사