

기계설계프로젝트 최종보고서

휠 보호 측 방향 거리감지 센서 연구개발
(Wheel protection lateral sensor development)

팀명 : PIE

지도교수 : 이 동환 교수님

2014. 6. 10

대구대학교 공과대학 기계자동차공학부

제 출 문

기계자동차공학부 학부장 귀하

본 보고서를 “휠 보호 측 방향 거리감지 센서 연구개발”의 연구결과보고서로 제출합니다.

2014. 6. 10

연구기관 : 대구대학교 기계자동차공학부

연구기간 : 2013. 9. 1 ~ 2014. 6. 10

지도교수 : 이 동 활 교수님

연구책임자 : 박 영진

공동연구자 : 김 동우
이 진욱
이 현우
조 영준
허 준영

요 약 문

1. 과제명

“휠 보호 측 방향 거리감지 센서 연구개발”

2. 정량적 개발목표

전류 소모량	66mA→40mA
제품의 중량	500g
회로도 크기	10 * 10cm
초음파 센서 거리 조절	2cm ~ 400cm → 20cm ~ 50cm

3. 개발 내용 및 범위

기구부에 대한 CAE의 열 해석과 회로의 소형화를 위한 기구부를 설계하였다. 해석과 소형화에 의하여 최적의 기구부를 제작 목표로 하였다. 제어에서는 거리에 따른 초음파 센서의 부저울림 빈도와 무선통신의 RF통신을 이용하여 각각의 정보를 받아 무선 송수신하게 하였다. 그리고 초 전력화로 전력 소비를 줄이기 위해 LDO를 이용한 전압강하와 FEP를 이용하여 소비전류를 줄이려고 하였다. 회로를 소형화하기 위하여 MCU등 소형부품을 채택하여 연구, 개발 하였다.

4. 부품 선정

본 아이디어의 필요한 부품

	부품명
재질	PC/ABS
초음파센서	HC-SR04
MCU	ATMEGA8
RF	AirBon-F400u
레귤레이터	LM7805, LM1117

재질선정에 있어 PC/ABS는 차량용 플라스틱으로 많이 쓰이기도 하고 열에 강한 강점.

초음파 센서는 응답속도가 15m/s로 소비전류를 최저로 함.

MCU는 ATMEGA128을 사용하려 했으나 회로의 소형화를 위하여 ATMEGA8을 사용.

RF는 터미널을 열기 쉬운 제품이고 송, 수신에 소비전류가 타제품에 비하여 적음.

레귤레이터는 LM1117 5V→3.3V LM7805 9V→5V로 전압 강하

5. 제작 과정

- 회로 제작 과정

회로도 설계 → 초음파센서, MCU 구동 확인 → RF, RF 간 통신확인 → (휠) 초음파센서, MCU, 부저, RF ⇔ RF 통신확인 → (운전석)MCU, 부저, RF통신 ⇔ RF통신 확인
→ (휠)초음파센서, MCU, RF통신 ⇔ (운전석)MCU, 부저, RF통신 연동 확인 → 회로 제작
(운전석, 휠)

- 기구부 제작 과정

휠캡 규격 선정(현대, 기아) → CATIA 설계 → 부품 교체로 인한 CATIA 수정 → 재료 선정(PC/ABS) → 외주 가공 의뢰 → 간섭 문제로 기구부 재가공 → 기구부 완성

6. 결 론

거리에 따른 초음파 센서의 부저울림은 성공 하였으나 RF통신 문제로 인하여 무선통신은 실패하였다. 소형화에는 성공 하였으나 초 전력화 문제로 인하여 소형 배터리를 쓰지 못하여 배터리 부분의 기구부를 최대한으로 소형화를 시키지 못하였다.

평가항목	현재측정	성공여부
소비전류 측정	66mA	X
초음파 센서 거리 조절	10 ~ 50cm	O
무게	126g(회로도포함)	O
회로도 사이즈	5cm X 5.5cm	O

목 차

제1장 서론	6
제1절 과제의 목적.....	6
제2절 과제의 정량적 목표.....	8
제3절 필요성 및 기대효과.....	9
제2장 과제도출 과정	11
제1절 후보과제.....	11
제2절 과제선정 결과.....	16
제3장 연구내용	19
제1절 이론적 연구	19
제2절 특허조사 분석 및 시장조사.....	24
제4장 상세설계	27
제1절 기본설계.....	27
제2절 시스템 구성도.....	29
제3절 해석 결과 및 분석.....	30
제4절 조립도	31
제5절 부품도	32
제6절 회로도	34
제5장 제작과정	35
제1절 기구부 제작.....	35
제2절 회로 제작.....	39
제3절 사양서.....	48
제6장 성능평가	49
제1절 정량적 목표.....	49
제2절 평가결과 및 분석 결론.....	50
제7장 결 론	51
제1절 결론 및 고찰.....	51
제2절 문제점 및 향후계획.....	53
[참고문헌]	
• 초음파센서 HC-SR04.....	54
• LM1117S.....	56
• AirBon-F400U.....	64
• QuickGuide_AirBon_F400.....	81
• Manual_AirBon_F400.....	92

제 1장 서론

제 1 절 과제의 목적

자동차 산업의 역사는 1770년 프랑스의 조셉퀴뇨가 만든 증기자동차부터 시작되었다. 그 후 100년이 지난 1886년 독일의 칼 벤츠와 고틀리프 다임러가 각각 휘발유 자동차를 발명함으로써 자동차는 획기적인 발전의 출발선에 서게 되었다. 1903년 미국의 헨리 포드가 포드를 설립하고 1913년부터 최초의 일괄 작업 공정을 도입하면서 대량생산의 시대가 열리게 되는 계기가 되었다. 100년이 지난 지금 자동차 산업에 관한 시장은 세계에서 각광 받는 산업분야가 되었다. 대한민국의 자동차 산업은 1950년대부터 시작 되었으나 국제적인 경쟁력을 갖춘 시점은 훨씬 뒤인 1970년대부터 발전하기 시작하였다. 거듭된 성장으로 인하여 국내 자동차 시장은 2013년 600억불이 넘는 거대한 시장으로 변하였다.



국내 자동차 산업의 증가와 함께 국내 자동차 등록대수 또한 매년 증가하고 있다. 국내 자동차 산업이 증가한 가장 큰 이유는 자동차에 대한 수요가 많다는 점이다. 증가하는 연도를 보면 3년당 150만대 이상이 증가하는 것을 알 수 있다,



자동차에 대한 수요가 증가함에 따라 자동차의 기술이 예전과 비교하여 비약한 발전을 이루고 있다. 최첨단 기술이 개발됨에 따라 차량에 내재되어 있는 부품 또한 여러 가지 종류가 있는데, 차량용 내비게이션, 전 후방 감지센서, 타이어 공기압 경보장치(TPMS), 자동 주차 시스템 등 수 만 가지의 기술이 차량 한 대에 내재되어 있다.

이러한 최첨단 기술들이 차량에 내재되어 있음에 따라 자동차의 가격 또한 수 천만원 부터 수 억원을 호가하고 있다.

우리는 차량에 내재되어 있는 여러 가지 기술 중 휠을 보호하는 제품을 제작하는 것이 목적이다.

일반적으로 바퀴를 휠이라고 하며 영어로는 Wheel 이라고 한다. 자동차의 휠은 기계문명의 발전, 자동차 기술의 발달과 함께 진보해왔다. 휠의 시작은 고대문명부터 시작된다고 할 수 있다. 고대의 나무 휠부터 시작하여 현대의 알루미늄 휠에 이르기까지 수 천년의 세월을 거쳐 휠의 기술이 진보하면서, 자동차, 기차, 비행기 등 우리의 주요 운송수단은 휠의 기술과 함께 발전되어 왔다. 특히 우리가 주목하고 있는 것은 자동차 산업에서의 자동차 휠에 대한 것이다.

자동차 산업의 휠에 대한 기술은 재질에 따른 경량화에 초점을 맞추는 기술이 가장 발전되어 왔다. 하지만 휠의 경량화 기술에 비해 휠을 보호하는 기술은 경량화와 재질에 따른 보호 기술 밖에 없는 것이 현실이다.

자동차 휠은 재질, 제조사, 차량에 따라 가격이 틀리고 외제차나 고성능 휠의 경우 수 백만원 까지 가격이 올라간다. 휠의 경우 2 ~ 3년 주기로 교체하는데, 휠의 손상이 생길 경우 주기에 상관없이 바꾸는 상황이 발생하기 때문에 비용적인 측면에서 비효율성이

발생한다.

우리는 휠 보호를 위하여 휠 보호 측 방향 거리 감지 센서라는 제품을 제작함으로써 휠의 손상을 미연에 방지하고 휠에 대한 기술을 발전시킴으로써 향후 자동차 산업의 기술을 발전시키는 것이 목적이다.

제 2 절 과제의 정량적 목표

자동차 산업의 기술 중 타이어 공기압 경보장치(TPMS)의 원리와 비슷한 시스템으로 무선 통신을 사용하여 휠을 보호 하는 감지센서를 만드는 것이 목표이다. 감지센서를 움직이는 전원공급은 배터리이다. 감지센서가 작동할 때의 전원공급량을 저 전력화로 설계하여 전원 공급량을 줄이는 것이 목표이다.

또한 자동차의 무게 부담을 줄임과 동시에 디자인의 중요성을 고려하여 제품의 중량을 최소화 하고 자동차 휠 캡의 사이즈에 맞게 제품을 만들기 위하여 회로도 사이즈의 크기를 줄인다.

또한, 센서의 거리 조절은 기존의 거리를 조절하여 휠을 보호하기 위한 최적의 거리로 조절한다.

전류소모량	66mA→40mA
제품의 중량	500g
회로도 크기	10 * 10cm
초음파 센서 거리 조절	2cm ~ 400cm → 20cm ~ 50cm

제 3 절 필요성 및 기대효과

기대효과에 앞서 휠에 대한 기능을 설명하면, 자동차 휠의 기능은 크게 다음과 같이 나눌 수 있다.

- 타이어와 함께 자동차의 하중을 지지하는 기능
- 구동력, 제동력을 노면에 전달하는 기능
- 노면으로부터 충격을 흡수, 완화하는 기능
- 자동차의 주행방향을 전환, 유지하는 기능
- 브레이크에서 발생하는 열을 외부로 방출하는 기능

이러한 기능들이 정상적으로 작동하기 위해서는 휠의 손상이 없는 상태에서 주행을 되어야 한다. 하지만 휠의 손상이 생기면 여러 가지 문제가 발생 할 수 있다. 휠 손상으로 인한 문제점은 다음과 같다.

- 차량 밸런스가 깨짐으로써 핸들 떨림으로 인한 사고 발생 확률 증가
- 휠 손상으로 인한 공기압 유출
- 차량 서스펜션 손상으로 차량 바디 부분 손상 가능

● 휠 크랙으로 인한 사고사례



(1) 과제 의 필요성

휠 감지센서 개발의 필요성은 차량의 휠에 센서를 부착함으로써 주차 시 연석이나 주변 장애물로부터 휠을 보호 하는 것이다. 야간이나 우천 시에는 사이드 미러를 봐도 주차 공간 이 잘 보이지 않는 경우가 있는데 그럴 경우에 유용하게 쓰일 것으로 생각된다. 만약 휠에 크랙이 생겨 복원을 하는 경우 걸모습은 이전으로 돌릴 수 있지만 내부의 크랙으로 인해 강도가 떨어지고 정상적인 휠의 기능을 못하는 상태가 되어 버리면 큰 사고로 이어질 가능성이 커진다. 내부의 크랙이 발생하게 되면 겉에서 봤을 경우 보이지 않기 때문에 위험한 상황으로 이어질 수 있다. 휠 감지센서는 내부의 크랙으로 인한 사고 위험을 줄이는 것과 휠 교환으로 인한 부가적인 비용을 줄이는 것을 목표로 하고 있다. 현재 휠의 경우 차량을 구입할 때 옵션으로 선택 할 정도로 경량화와 고급화 되어 있다. 만약 휠 센서가 초소형화, 초저전력화에 성공한다면 실제의 차량 휠 캡 크기로 제작이 가능 할 것이며 차후 자동차 시장에 큰 인기를 끌 것으로 기대 된다.

(2) 기대효과

- 휠 센서 초소형화 (1x1)
- 고가 휠의 파손방지
- 초보운전자의 쉬운 주차
- 내부 크랙 손상 미연 방지
- 차량 사고 미연 방지
- 자동차 산업 시장에서의 기술력 발전

제 2장 과제도출 과정

제 1 절 후보과제

◎ 브레인 스토밍이란?

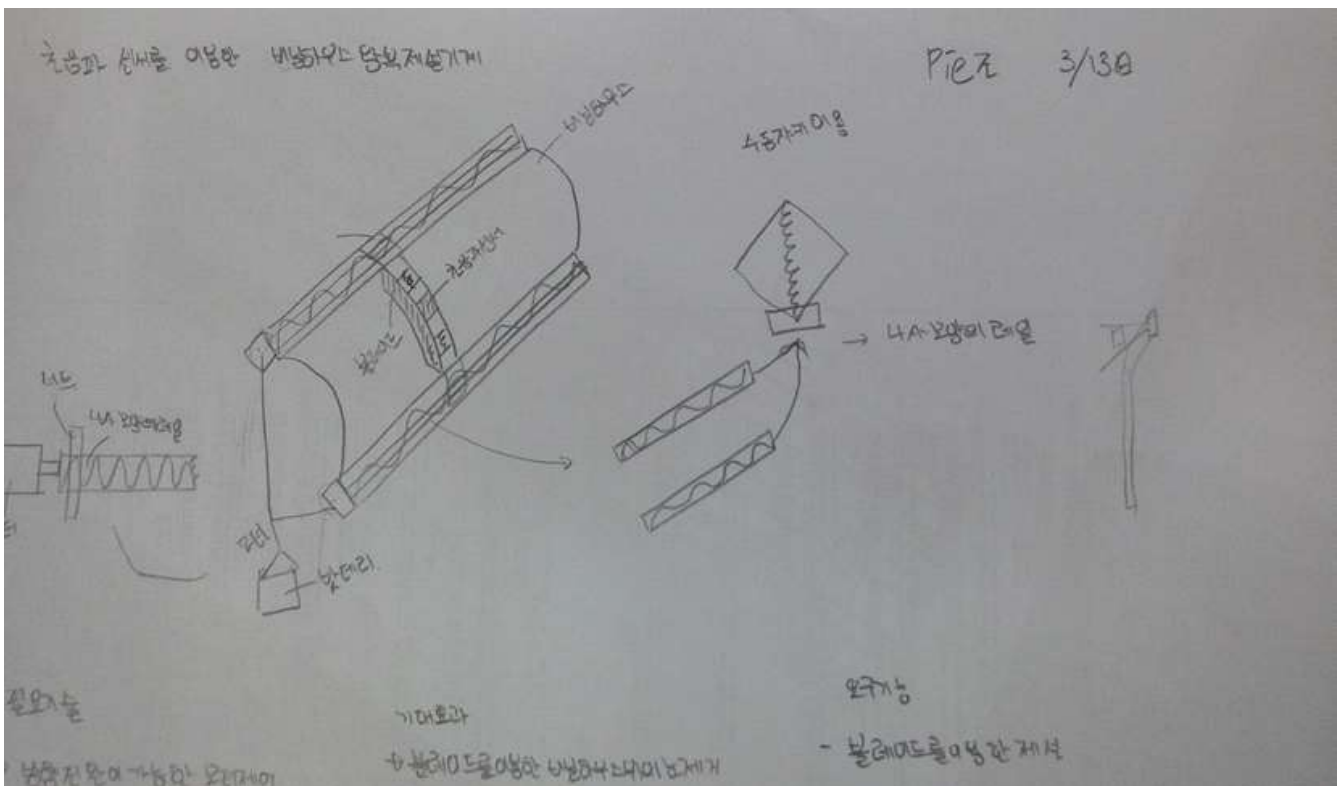
브레인 스토밍은 일종의 자유연상법이라고도 할 수 있다.

- ① 한 사람보다 다수인 쪽에서 제기되는 아이디어가 많다.
- ② 아이디어 수가 많을수록 질적으로 우수한 아이디어가 나올 가능성이 많다.
- ③ 일반적으로 아이디어는 비판이 가해지지 않으면 많아진다.

등의 원칙에서 구할 수 있다. 브레인스토밍에서는 어떠한 내용의 발언이라도 그에 대한 비판을 해서는 안 되며, 오히려 자유분방하고 엉뚱하기까지 한 의견을 출발점으로 해서 아이디어를 전개시켜 나가도록 하고 있다.

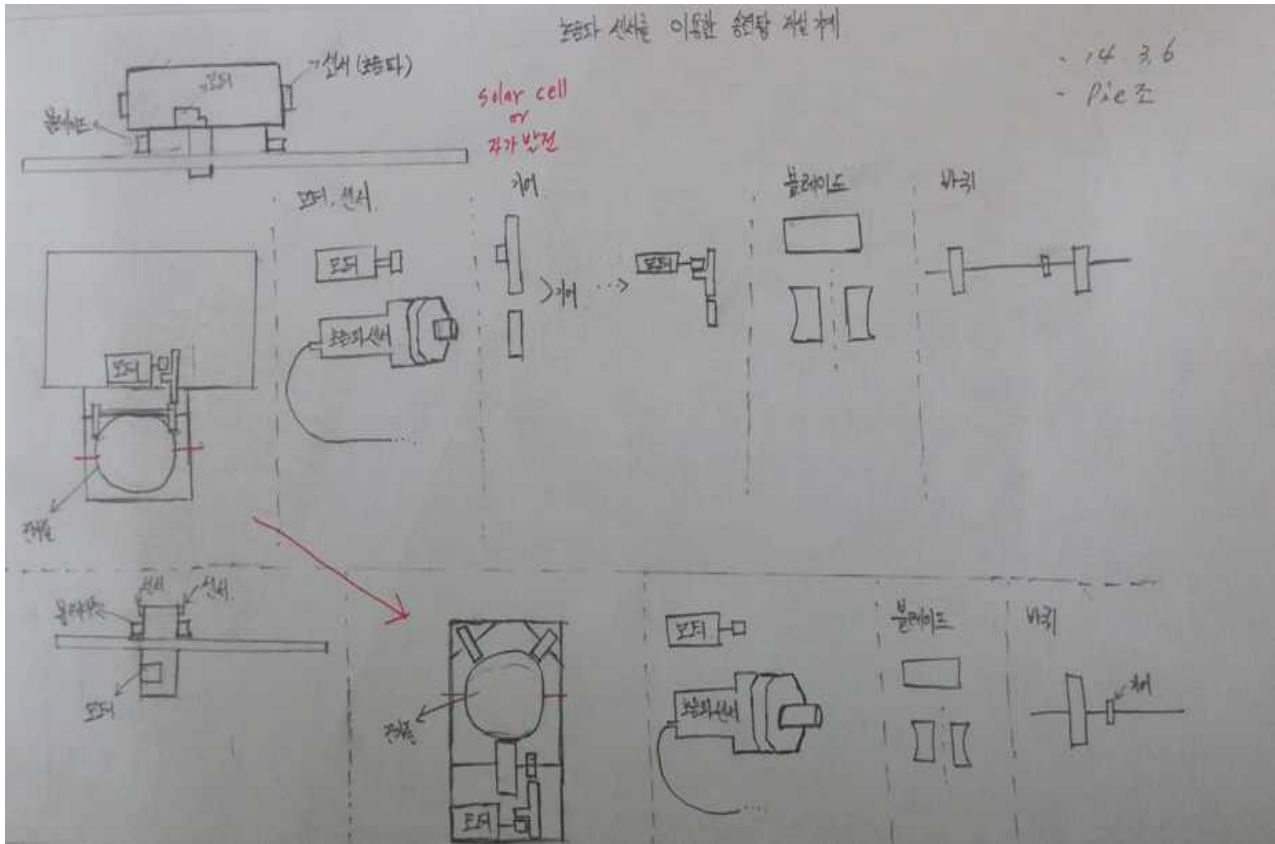
(1) 초음파 센서를 이용한 비닐하우스 제설 기계

※ 송전탑 제설기구의 아이디어와 비슷한 원리로 초음파 센서와 모터, 그리고 레일을 이용하여 비닐하우스를 왕복운동 하면서 겨울철 폭설에 비닐하우스에 쌓인 눈을 제거하는 방법을 고안하여 아이디어를 선정하였다.



(2) 송전탑 제설기구

※송전탑에 눈이 쌓여 처짐이 발생하는 것을 방지하기 위해서 제설 기계가 왕복운동을 하면서 눈을 제거하는 방법의 아이디어를 선정하였다.



필요기술	- 초음파 센서의 감도조절 능력 - 에나멜선과 자석을 이용하여 운동에너지를 전기에너지로 변환하는 기술 - 방향전환이 가능한 모터제어
기대효과	- 자가발전을 이용한 영구적인 에너지 생성 - 블레이드를 이용하여 전기 줄 위의 이물질 제거 - 이물질과 전선 처짐으로 인한 전기사고 예방 - 조류를 쫓아내는 역할
요구기능	- 블레이드를 이용한 제설 - 자가발전 에너지를 이용한 영구적 모터구동 - 초음파센서를 이용한 거리측정 - 스프링을 이용하여 보조롤러와 전기 줄 사이의 접지능력 향상 - 클립형식으로 전기 줄에 탈, 부착가능

(3) 컨버터블 방식을 이용한 휠체어

※ 학교에서 몸이 불편한 학우가 휠체어를 타고 지나가던 중에 비가 내려 곤란한 일을 겪었을 때 도움을 준 적이 있었다. 그 때 주위의 도움 없이 비가 내려도 안전하게 갈 수 있는 방법을 고민하다가 비를 막을 수 있는 컨버터블을 생각하였다. 기구학적 해석과 모터가 기본으로 사용되고 모터의 작동으로 컨버터블이 펼쳐지고 접히는 원리로 접근하였다.



필요기술	- 호루를 칠 수 있는 필요한 모터 - 링크와 조인트의 설계
기대효과	- 우천 시 장애우 혼자 휠체어 덮개조절 - 햇빛이 강한 날 그늘막 역할
요구기능	- 기구학적 해석을 이용한 컨버터블 제작

(4) 휠 보호 측 방향 거리 감지 센서 개발

※ 주차 시 고가의 휠을 보호하기 위해 제시 된 아이디어로 주차 시 연석과 다른 조형물로 인해 쉽게 스크래치가 나기 쉬운 휠을 보호하는 것이 목적이다.

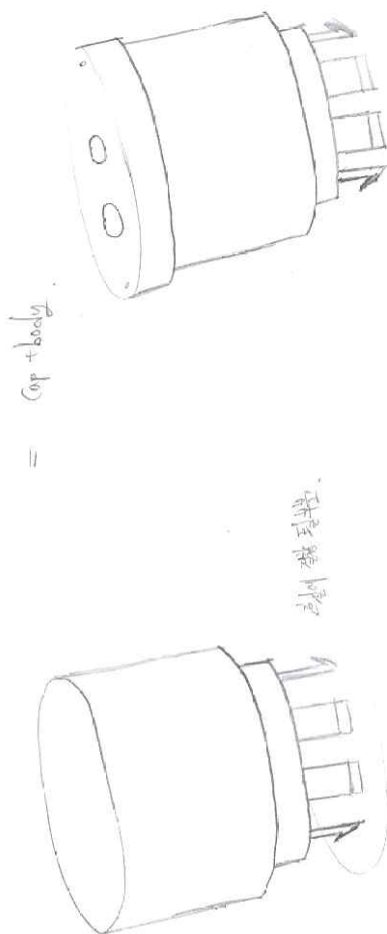
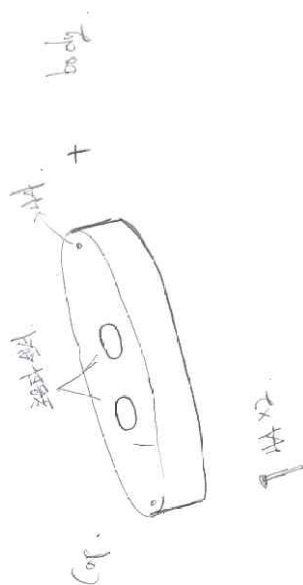
초음파 센서와 RF통신을 사용하여 무선으로 초음파의 신호를 송수신하여 부저 음으로 알려주는 원리를 기본으로 한 무선통신이다. 또한 전력량을 최소화 하여 사용 시간을 늘리기 위해 초저전력화 문제도 같이 해결하는 것으로 아이디어를 선정하였다.

필요기술	- 초음파 센서의 감도 조절 능력 - 전류소모량을 최소화하는 제어 기술
기대효과	- 주차 시 차량의 휠이 연석과 다른 장애물로 부터의 스크래치나 파손을 당하지 않게 보호 - 야간이나 우천 시 사이드 미러의 시야가 확보되지 않을 E 유용하게 쓰임
요구기능	- RF통신을 이용한 무선 송수신 기능 - 초음파 센서를 이용한 거리에 따른 부저울림 기능 - Sleep Mode, FEP 연결기능

2014. 4. 11

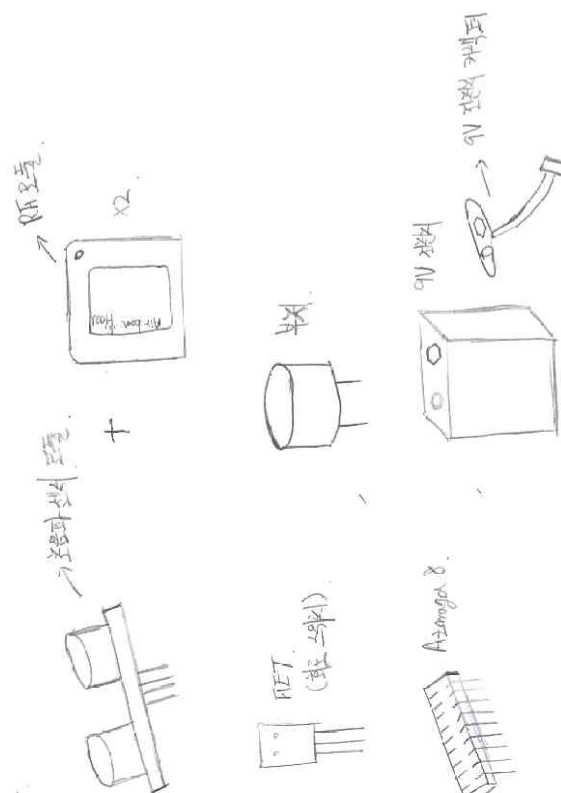
pic

737



Cap + body

1/20/12

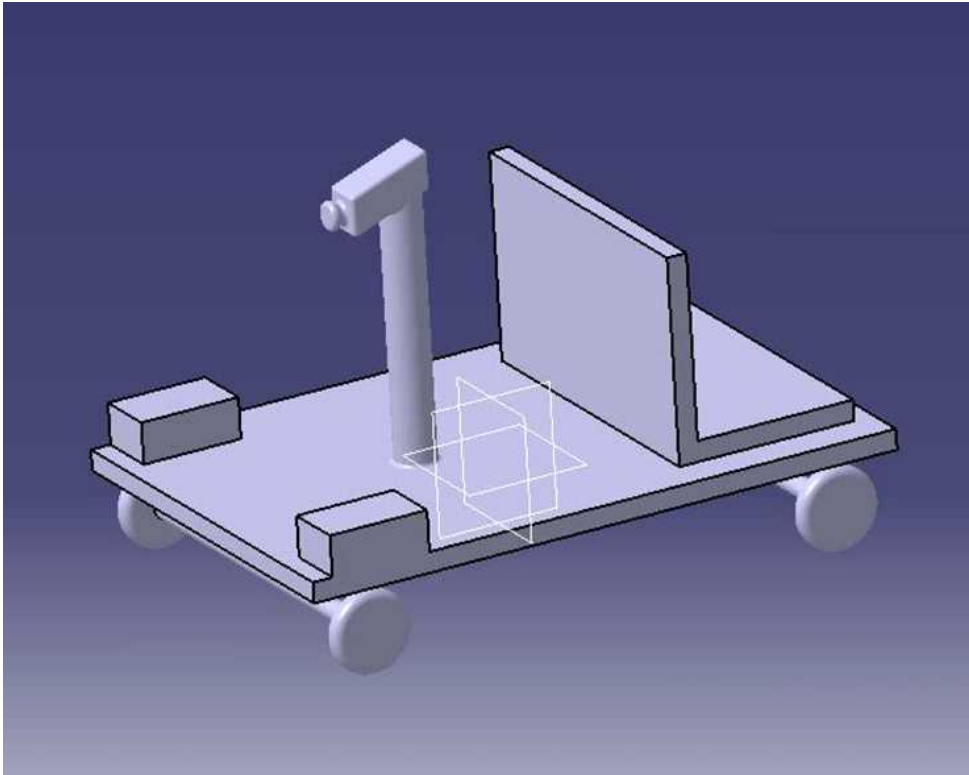


27倍

- RF 동선을 이용해서 두원용선인 기동.
 - 노출과 선적을 이용한 거리에 따른 부하를 기동.
 - sleep Mode, FDET 만일 불.
- 정량적 속도.
- 현재 소모전력 66mW를 FDET 회로 스위치와 sleep Mode로 이동시켜 40mW로 줄이기.
 - 소모전력 변화 정도 정렬 ($2 \sim 400 \text{ mW} \rightarrow 10 \sim 40 \text{ mW}$)
 - 회로 크기를 확장한 새 기부 크기를 차별 도면의 크기는 확대시키기
- 이제 결과.
- 부하가 정량의 행이 변화한 다른 장비를 다른 부하 크기와 관련을 관련시켜 양지 변화.
 - 양지 변화 속도 변화 시 새로 변화 의 이야가 확대 되지 않음 때 확대 되지 않을 수 있다.

(5) 카메라와 적외선 센서를 이용한 무인자동차

※ 현재 대기업이나 많은 회사에서 무인자동차 개발에 힘을 쓰고 있는데 완벽하게 무인자동차를 만들지는 못하더라도 같은 원리로 적외선 센서와 USB카메라를 랩뷰 프로그램을 통해 제어하여 자동으로 주행하는 교육용 무인자동차를 만드는 것을 아이디어로 선정하였다.



필요기술	- 적외선 센서와 카메라의 장애물 인식(감도 조절). - USB카메라와 적외선 센서의 연동.
기대효과	- 많이 회사나 기업에서 연구를 하고 있지만 아직 완벽히 완성 단계가 아니기 때문에 교육용으로 저희가 성공을 한다면 차후 자동차 관련 학과의 교육의 질 향상.
요구기능	- 사람이 없이 자동차의 자동 주행. - 장애물이 발견 되었을 때 정차.

제 2 절 과제 선정 결과

후보과제	독창성	기술성	경제성	실용성
비닐하우스제설 기계	발열용 제설기구가 있음	블레이드의 예민한 거리조절	비닐하우스 하나당 하나씩 설치	폭설시 비닐하우스 붕괴방지
	★★	★	★★	★★
송전탑 제설기구	아이디어는 참신하나 안전상의 문제가 큼	배터리의 초저전력화	송전탑 전기선의 하나씩 설치	폭설시 전기선의 붕괴방지
	★	★	★★	★★
컨버터블 휠체어	현재 수동으로 설치 가능한 제품이 있지만 자동은 없음	링크와 조인트의 해석	전동휠체어의 모두 장착가능	우천 시 버튼하나로 즉각적 설치가능
	★★★	★★★★	★★★★	★★★★
휠 센서	차량차체에 센서는 있지만 휠에 대한 센서는 없음	센서의 감도와 무선통신, 초저전력화 해야 함	휠 복원 비용에 비교하여 가격 저렴	탈부착이 가능하여 설치와 해체 용이
	★★★★	★★	★★★★★	★★★★★
무인자동차	이미 많은 기업체에서 연구, 개발 중	교과목상 배우지 않은 영상 분석 장치 사용	안전성 확인 시 획기적인 기술력 가능	안전의 위험성 때문에 상용화 어려움
	★	★	★★★★★	★★★★★

(개인당 하나씩의 ★ 부여)

◎ 휠 보호 측 방향 거리 감지 센서 개발

선정 기준	선정 이유
경제성	휠은 스크래치가 나게 되면 고가의 복원 비용이 발생하지만 이 제품을 설치하게 되면 스크래치로부터 보호 할 수 있다.
독창성	현재 이 제품은 시중에 판매가 되지 않고 특허에도 없는 제품이다. 고가의 휠에 비해 가격이 저렴하다.
기술성	○ 공학적 기술 요소 1. 제품이 열과 속도에 버티는 최적의 사이즈로 해석한다. 2. 제품이 차량 운행 시 충격에 버티는 재료를 선정, 해석하여 제작 3. AVR과 RF통신을 이용하여 운전석과 휠 사이의 무선통신을 한다. 4. 초음파 센서의 거리조절을 이용하여 거리에 따라 부저 음의 빈도를 다르게 설정한다.
실용성	탈부착이 용이 하여 쉽게 장착과 탈착을 할 수 있으며 배터리 교환이 용이하게 설계하였다.

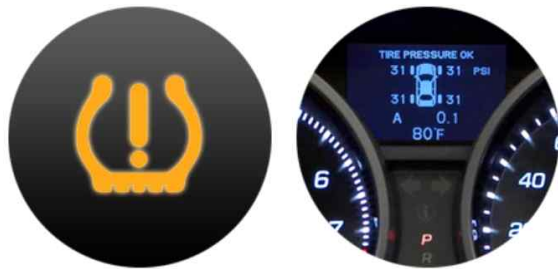
제 3장 연구내용

제 1절 이론적 연구

◎ 타이어 공기압 경고장치(TPMS)란?

타이어 공기압 경고장치(TPMS)는 타이어의 공기압이 일정 수준 이하로 낮아지면 경고신호를 발생시키고, 더 낮아져 위험한 상황이 되면 경보를 발하여 운전자가 자동차를 정차시킬 수 있도록 하는 장치를 말한다.

즉, 자동차가 스스로 타이어 공기압을 감지하여 운전자에게 알려주는 시스템이다.

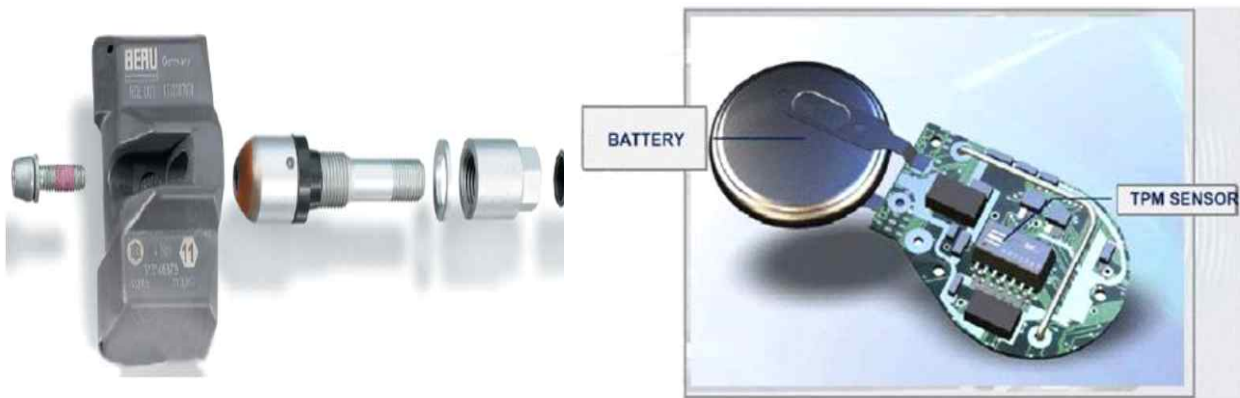


타이어의 성능 및 안정성은 공기압이 규정수준을 유지하고 있을 때에만 보장된다. TPMS는 압력이 규정수준 이하로 내려가는 것을 운전자에게 알려주어 공기압을 항상 규정범위내로 유지할 수 있도록 하는 역할을 한다. 또 적정 공기압을 유지하면 타이어의 마모 촉진 및 연료소비율 증가를 막을 수 있으므로 경제성을 개선시키는 부수적인 효과도 있다.

- 타이어 공기압 정보장치(TPMS)의 구성

- 1) 타이어 공기압 센서

타이어 공기 주입 밸브와 일체형으로 휠림에 조립된다. 볼트 너트 체결이므로 휠림을 교환하는 경우에도 재사용이 가능하다. 내부에는 온도센서, 발신용 안테나, 배터리 등이 집적되어 있다. 배터리 수명은 보통 5 ~ 7년 정도라고 한다. 공기압은 온도에 따라 변하므로 리시버에서 감지한 온도와 압력을 기준온도 20℃에 대한 값으로 환산하여 사용한다. 타이어 교환 시 센서 파손을 방지하기 위해서 센서 설치부의 반대편을 눌러 탈착하여야 한다.



- 2) 리시버

발신 안테나로부터 개별 차륜의 식별 정보(ID), 타이어 온도 및 공기압, 배터리의 상태 등을 입력 받아서 신호를 평가하고 디스플레이를 통해 운전자에게 정보를 제공한다. 타이어의 위치 교환 시 시스템을 초기화해야 하는 방식도 있고, 자동으로 학습하는 방식도 있다.

◎ 무선통신이란?

무선통신이란 전자기파를 이용한 통신 방법과 사람의 가청주파수를 넘는(들을 수 없는) 초음파 영역을 이용한 통신 방법으로, 일반 신호(목소리 등)를 고주파와 합성하여 전파를 통해 전송하고 수신 측에서 이렇게 받은 고변과 같이 수 미터 이내에서 작동하는 것에서부터 위성 통신과 같이 수천 킬로미터 떨어진 곳에서 이루어지는 것까지 다양하다. 전파(공간파)를 이용하는 “Radio Communication“은 일반적으로 “무선통신“이라 불리지만 그 외에 적외선, 가시광선 등 (레이저, LED 등)을 이용한 광무선 통신, 음파 또는 초음파를 이용한 음향통신도 광의의 무선통신(와이어리스)에 속한다.

◎ 초음파란?

초음파란 주파수가 높은 음파를 말하며 음파는 공기 중이나 수중 또는 고체 속을 전달하는 기계적 진동이다 음파 중에서 주파수20Hz~20kHz 범위의 것은 사람들이 들을 수 있으므로 가청음이라 하고 초음파는 일반적으로 이보다 높으므로 사람이 들을 수 없는 주파수의 음파를 가리킨다.

◎ 초음파 센서의 원리?

초음파 센서는 초음파를 측정 대상물을 향해 발사하여 그 음파가 대상물에 반사 되어 돌아올 때까지의 시간을 측정하여 센서와 대상물의 거리를 측정한다.

초음파 센서는 지행성이 있으므로 주의해야 하며 부하 임피던스에 의해 중심 주파수가 감도가 변화 되므로 사용 시 주의해야 한다.

- 초음파센서 거리측정 공식

$$\text{속도 } C = \{ 331.5 + (0.6 \times \text{temp}) \} \times 100\text{cm/sec}$$

◎ PC/ABS

1) 성형가공성

- ABS수지의 장점인 우수한 가공성을 갖고 있어 Polycarbonate 수지와 비교하여 1.5~2배의 우수한 유동성을 보유하여 성형 시 형성된 잔류응력에 의한 비틀림을 최소화하였으며, 진행성 Crack등의 발생이 없다.

2) 기계적 성질

- PC/ABS는 기타의 엔지니어링 플라스틱과 비교하여 매우 우수한 충격강도를 보유하고 있다.
- 저온 및 고온에서도 기타의 플라스틱과 비교하여 기계적 강도가 우수하여 광범위한 온도에서 사용이 가능하며 내한 또는 내열을 요구하는 부품에 적합하다.

◎ 폴리프로필렌(PP)

폴리프로필렌은 PVC(폴리염화비닐), PE(폴리에틸렌), PS(폴리스티렌)등과 대등한 범용 수지로 생활에 밀착한 만큼 넓게 이용되고 있는 수지이다. 또 성형 가공의 용이함과 밸런스를 잡힌 물성으로부터 폭넓은 분야에서 사용되고 있다.

블로우 성형에 의한 용기뿐만 아니라 인적선 성형에 의해서 용기의 캡에 잘 사용되는 수지입니다. 착색제등을 넣지 않는 내추럴 상태에서는 반투명입니다. 또 블로우 용기의 경우 배향 블로우 성형 등 성형법에 의해 투명도를 높일 수 있습니다.

장 점	단 점
• 성형가공성이 뛰어나다.	• 저온에서는 충격에 약하다.
• 전기절연성이 좋다.	• 내구성이 뒤 떨어진다.
• 경첩특성이 있다.	• 대전성이 있다.
• 내수성이 있다.	• 휘어지기 쉽다.
• 가볍다.	• 인쇄, 도장 도금이 어렵다.

● 제품 비교

구 분	PC/ABS	PP(폴리프로필렌)
충격강도 (izod notched)	70(kgf*cm/cm)	46(kgf*cm/cm)
인장강도 (항복점)	530(kgf/cm)	190(kgf/cm ²)
PP 재질은 변색에 취약하고 기체 투과율은 PC/ABS 대비 715%나 높다. 또한 수축률이 높아 조립 시 깔끔한 마무리가 되질 않는다.		

● 재료 선정

우리가 만들려는 제품은 자동차 휠에 부착되기 때문에 열과 충격에 강해야 한다. PC/ABS와 PP를 비교하였을 때 열에 대한 내구성이 뛰어난 것은 PC/ABS이다. 비단 두 재료의 비교뿐만 아니라 다른 플라스틱과 비교를 하였을 때도 열에 강한 것은 PC/ABS이다. PC/ABS가 강한 것은 열 변형 온도가 높아 변형이 쉽게 일어나지 않으며 저온에 있어서 매우 높은 충격강도를 가지고 있어 충격에 의한 변형도 적다.

또한, PC/ABS는 자동차의 내, 외장재 재료로도 많이 쓰이고 있다. 자동차의 범퍼, 헤드램프 등에 이용되는데 기계적 물성으로 휘어도 잘 깨지지 않는다. 차량의 휠에 부착되면 진동에 대한 충격에도 강해야 함으로 PC/ABS를 사용하면 충격에도 쉽게 변형되는 것을 방지할 수 있다.

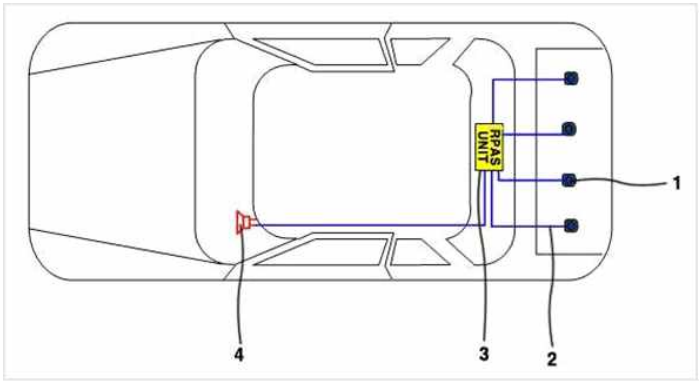
자동차의 휠에 부착되어 열, 충격을 견뎌야 되는 점을 고려하였을 때 PC/ABS가 우리가 요구하는 조건을 갖추어 있고, 자동차에도 쓰이는 재료이기 때문에 선정하였다.

제 2 절 특허조사 분석 및 시장조사

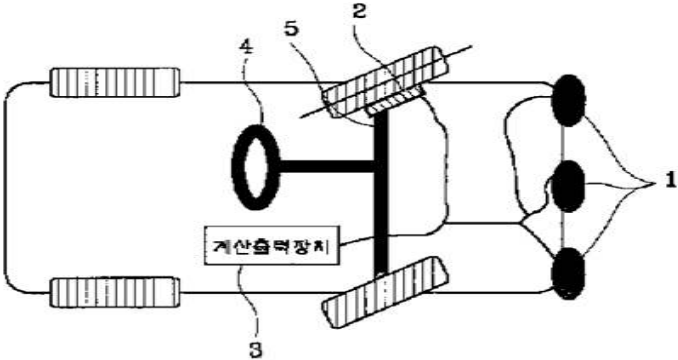
● 차량의 사각지대 표시장치 및 방법

핵심특허 및 관련성	특허명	차량의 사각지대 표시장치 및 방법
	보유국	한국
	등록년도	2012,12,03
	유사점	- 측면의 물체를 감지
	차이점	- 카메라를 이용하여 측면의 사각지대를 감지함
	대표도면	
	특허설명	본 발명은 차량의 사각지대 표시장치 및 방법에 관한 것으로, 주행 중 차선 변경 시 전, 후방카메라를 통해 촬영되지 않는 측면영상이 물체감지센서를 통해 구해지고, 상기 측면영상과 전, 후방영상이 한 개의 영상으로 융합된 완성영상이 한 개의 화면으로 운전자에게 디스플레이 되도록 된 것이다.

● 자동차의 후방 감지기 센서

핵심특허 및 관련성	특허명	자동차의 후방 감지기 센서
	보유국	한국
	등록년도	2011.02.17
	유사점	- 초음파센서를 이용하여 후방의 물체를 인식
	차이점	- 무선방식으로 제품 제작
	대표도면	
	특허설명	본 개발은 차량의 후방감지기에 관한 것으로, 제어유닛, 경고음 발생유닛 및 후진 등이 하나의 하우징에 상호 연동 가능하게 설치되어진 구조를 이루므로, 종래 후진 등을 설치하거나 교체하듯이 본 발명에 따른 후방감지기 하우징을 차량에 설치하는 것만으로 후방감지기를 구성하는 모든 구성요소들을 손쉽게 설치할 수 있게 되고, 각 구성요소들 간의 상호 연계작동을 위한 별도의 배선작업이 불필요하게 된다.

● 자동차의 전방 감지기 센서

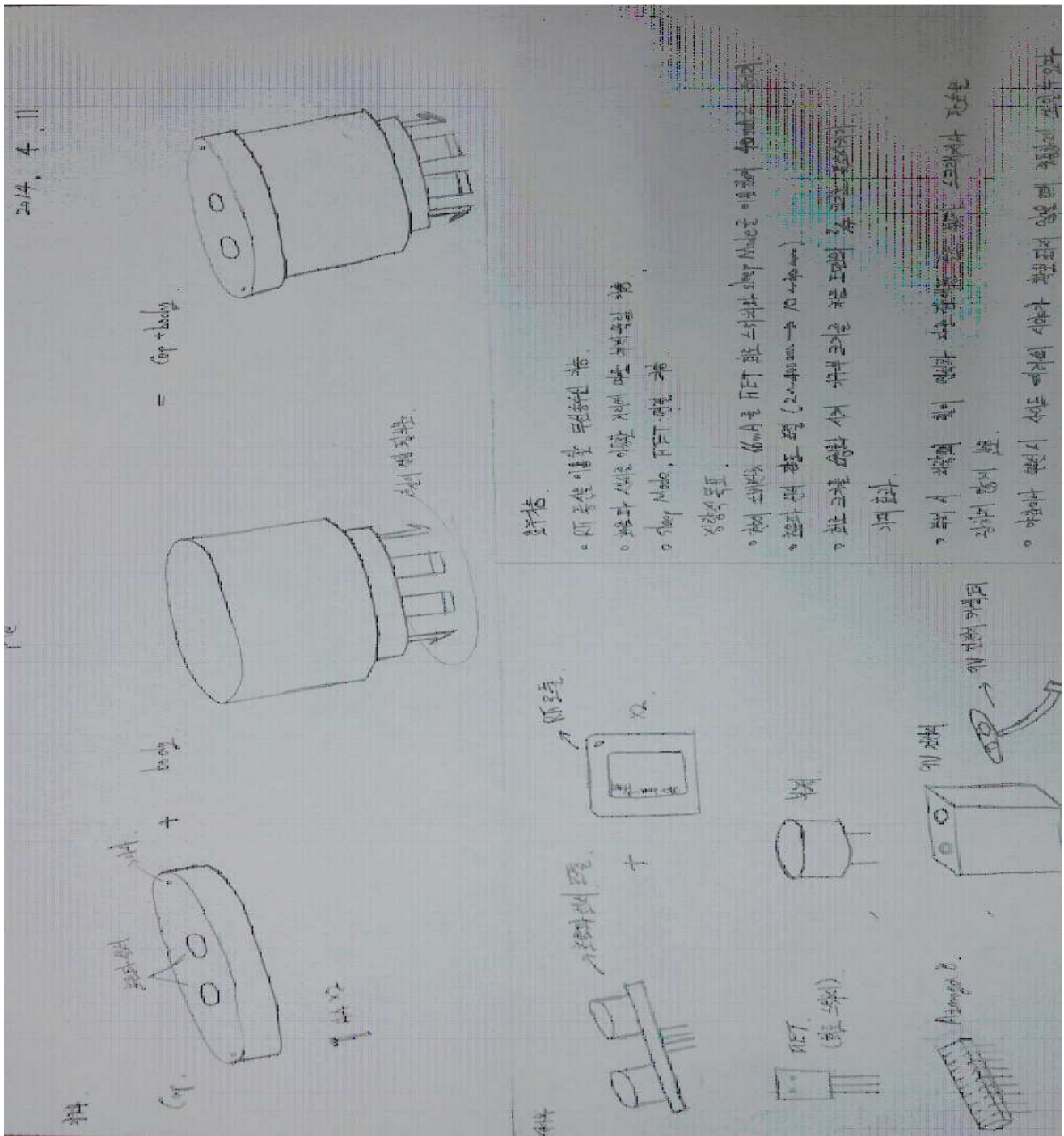
핵심특허 및 관련성	특허명	자동차의 전방 감지기 센서
	보유국	한국
	등록년도	2000,09,25
	유사점	- 초음파센서를 이용하여 전방의 물체를 인식
	차이점	- 무선방식으로 제품 제작
	대표도면	
	특허설명	본 개발은 차량전방에 위치한 장애물을 회피하는 장애물 감지기 관한 것으로, 전방 방해물을 감지하고 이에 따른 장애물을 회피하기 위한 전방바퀴의 각도 조정 값을 운전자에게 알려주어 차량전방의 장애물을 손쉽게 회피할 수 있는 차량전방 장애물 감지기에 관한 것이다. 차량전방에 위치한 장애물의 크기 및 위치를 분석하고 차량의 현재 진행 방향에 따라 장애물을 피해나갈 수 있는 정보를 운전자에게 알리는 차량전방 장애물 감지기를 제공하는데 있다. 위와 같이 구성됨으로서 운전자는 출력수단에 의하여 전달되는 신호에 따라 차량을 조작함으로써 운전자 시야의 사각지대에 놓인 장애물을 쉽게 피할 수 있을 뿐만 아니라 초보자도 장애물을 손쉽게 피할 수 있는 이점이 있다.

제 4장 상세설계

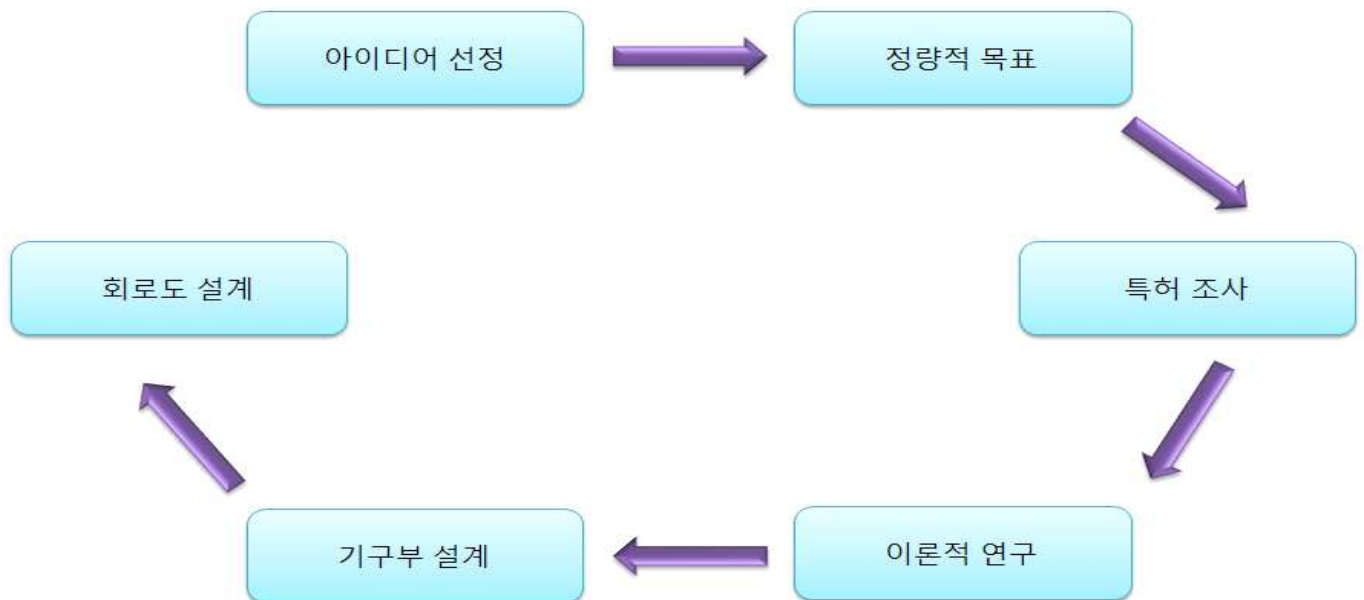
제 1 절 기본 설계

○ 시제품 명칭

- 휠 보호 측 방향 거리 감지 센서 연구개발



○ 상세 설계 계획도



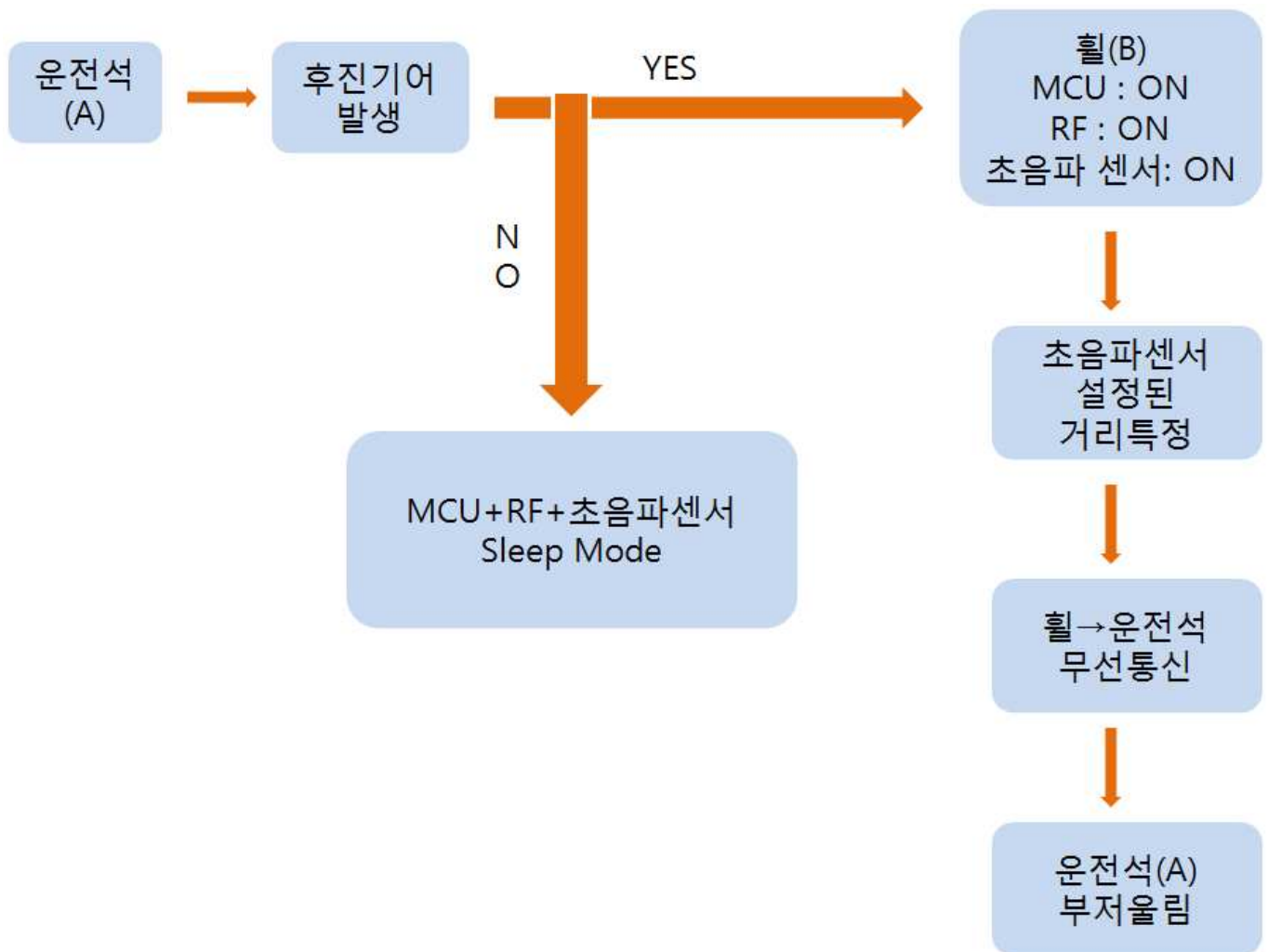
아이디어 선정부터 회로도, 도면 설계까지 하는 것을 상세 설계 계획 설정하였다.

아이디어 선정 후 정량적 목표를 설정하고 특허를 조사한 후 이론적인 연구를 바탕으로 회로도, CATIA 설계를 완성하였다.

우리가 개발하고자 하는 것은 휠 보호 측 방향 거리 감지 센서로서 특허 조사 결과 기존에는 없었던 제품이기 때문에 명확하게 정량적인 목표를 설정하고 목표에 부합하는 정확한 설계를 위하여 이론적인 연구를 하였다.

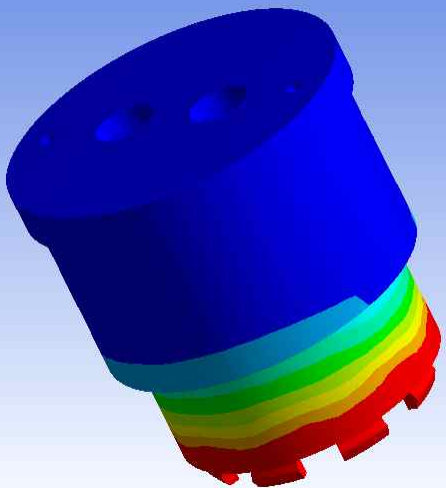
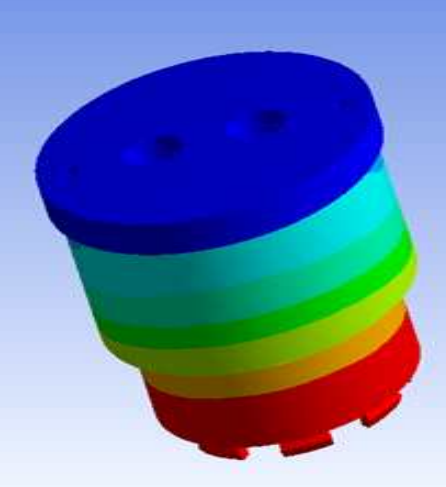
또한, 이론적 계산을 바탕으로 회로도와 도면의 정확한 설계를 한다.

제 2 절 시스템 구성도



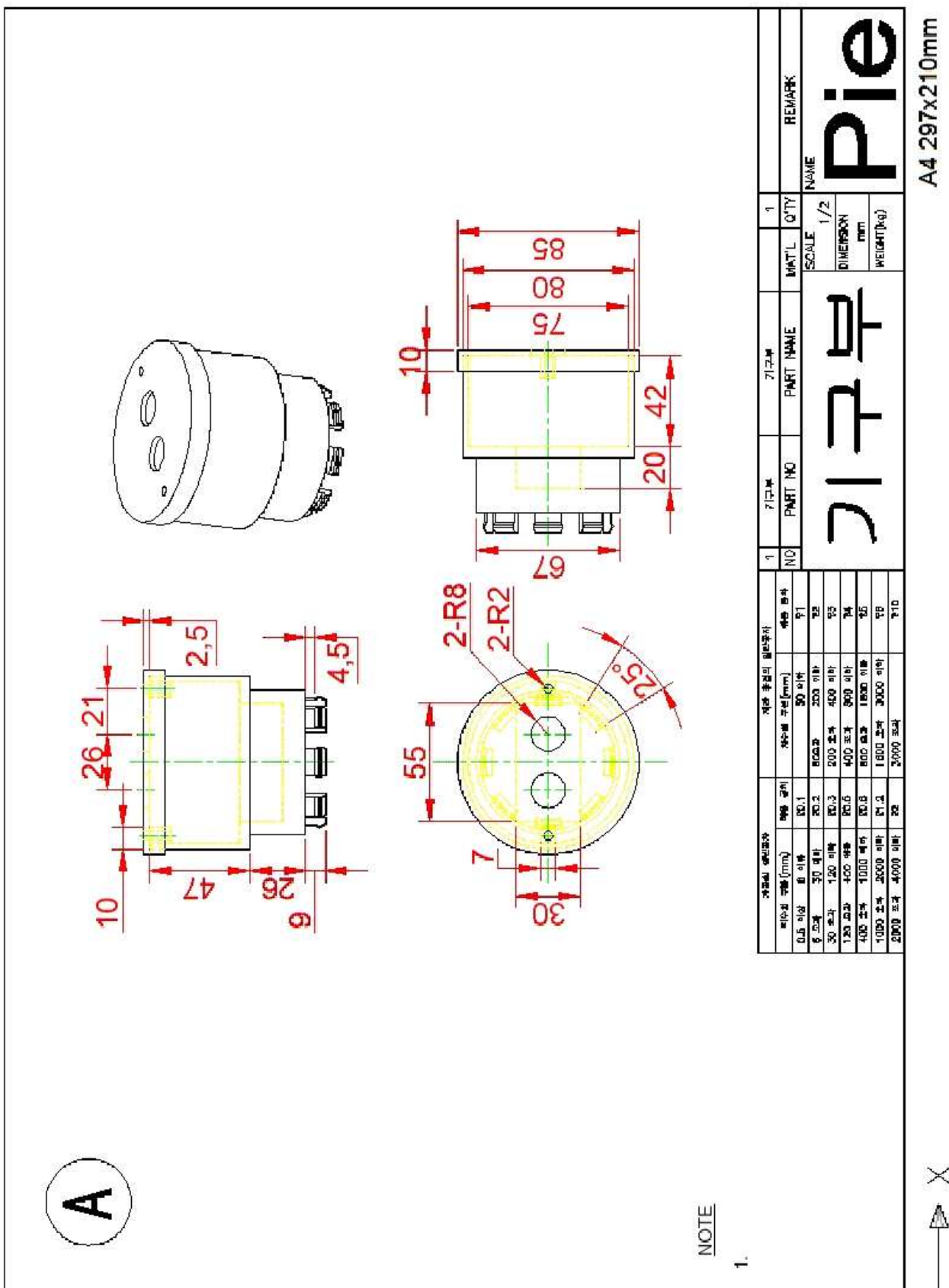
운전석(A)에서 후진기어가 발생하면 휠(B)에서 신호를 받는다. 신호를 받은 회로도 sleep mode상태의 초음파 센서와 MCU가 sleep mode를 해제하고 초음파센서가 MCU에 입력된 설정 값을 읽어서 거리를 측정하게 되고 측정된 값은 다시 운전석(A)로 신호를 보내주어 부저가 울리게 된다. 후진기어가 발생되지 않을 시 MCU와 RF 초음파 센서는 sleep mode로 전환하게 된다.

제 3 절 해석결과 및 분석

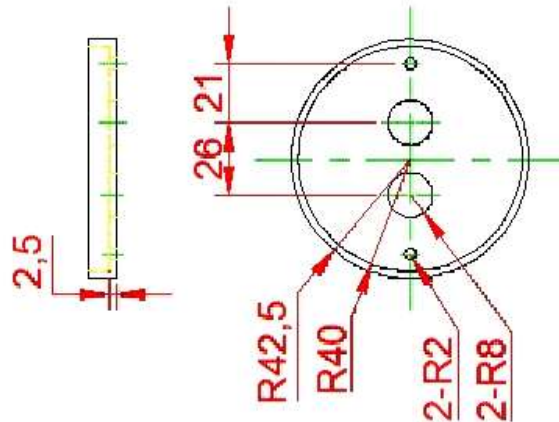
PC/ABS 열전도율 해석결과	
A: Steady-State Thermal Temperature Type: Temperature Unit: °C Time: 1 2014-05-30 오전 5:40 	여름철 최고온도인 50℃를 가정하고 Ansysys 프로그램을 사용하여 기구부의 온도변화를 살펴보았다. 옆의 그림과 같이 파란색인 부분은 45℃로 회로의 사용 가능 범위의 온도로 나타내었다.
PP(폴리프로필렌) 열도해석 결과	
A: Steady-State Thermal Temperature Type: Temperature Unit: °C Time: 1 2014-06-10 오전 11:59 	여름철 최고온도인 50℃를 가정하고 Ansysys 프로그램을 사용하여 기구부의 온도변화를 살펴보았다. 옆의 그림과 같이 회로를 포함하는 곳은 온도변화가 심하게 나타난다는 것을 알 수 있다.

	PC/ABS	PP(폴리프로필렌)
열도도율	0.23 m^*k	2.8 W/m^*k
충격강도	70 kgf^*cm/cm	46 kgf^*cm/cm
결과	해석결과 PP보다 PC/ABS 플라스틱이 열도전을 낮아 제품의 변형과 회로도를 안정적으로 구동시킬 수 있다.	

제 4 절 조립도



2



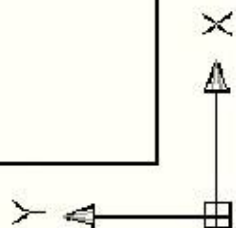
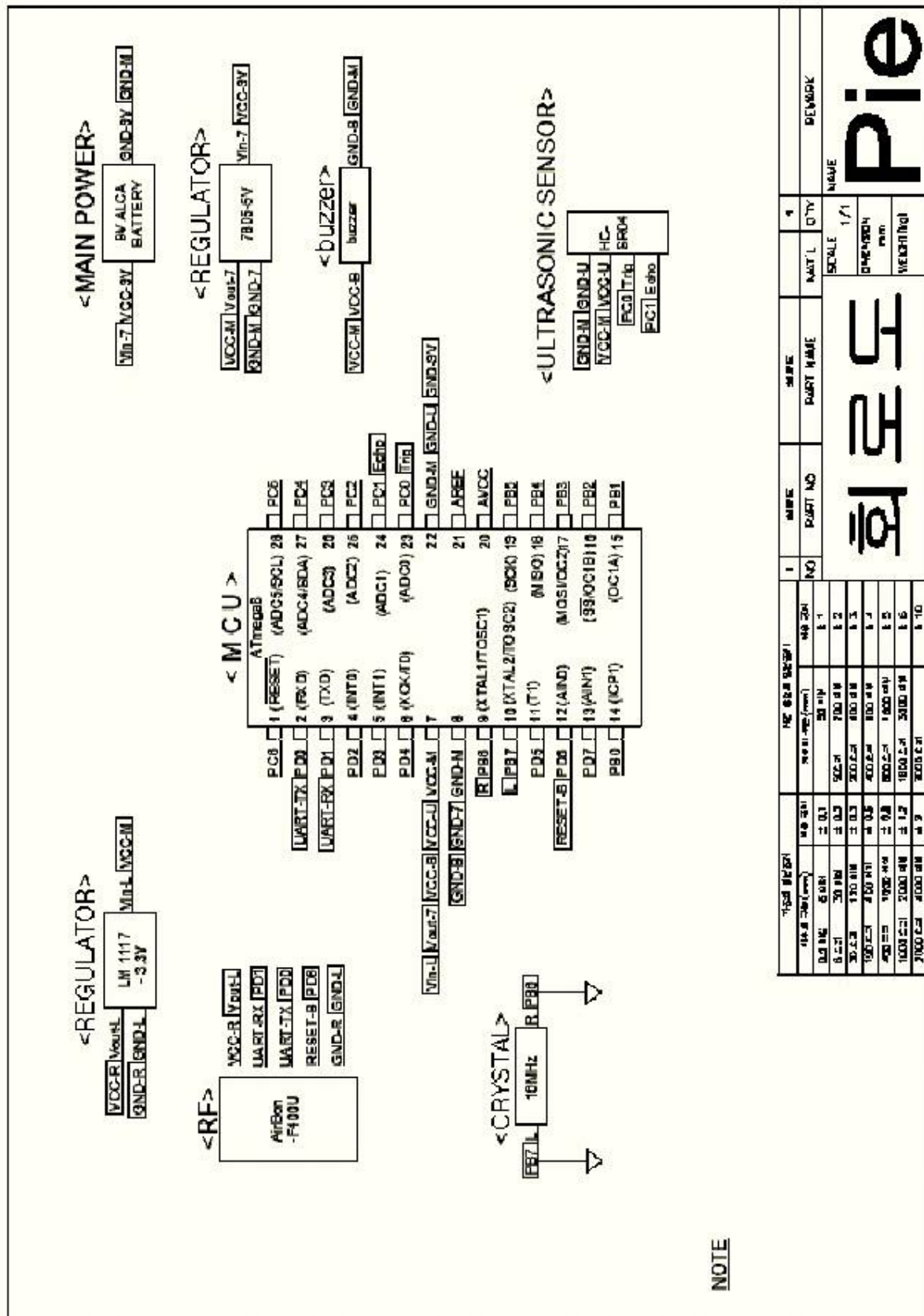
NOTE

1.

[illegible]

A4 297x210mm

제 6 절 회로도



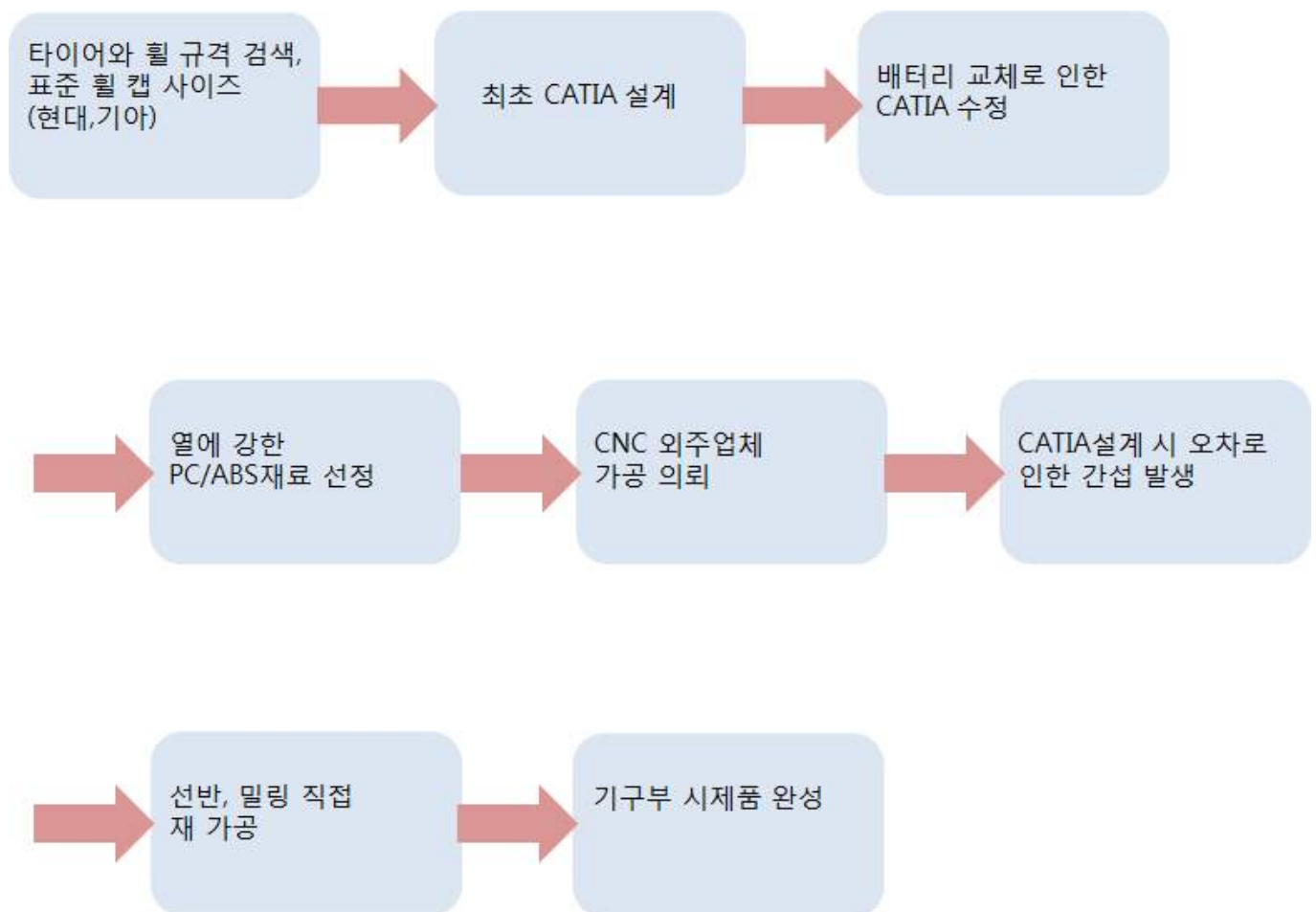
1. General Information		2. Mechanical Information		3. Electrical Information		4. Other Information	
Item	Value	Item	Value	Item	Value	Item	Value
Part No.	297	Part Name	회로도	Part No.	297	Part Name	회로도
Scale	1/1	Scale	1/1	Scale	1/1	Scale	1/1
Unit	mm	Unit	mm	Unit	mm	Unit	mm
Weight	1.0g	Weight	1.0g	Weight	1.0g	Weight	1.0g

A4 297x210mm

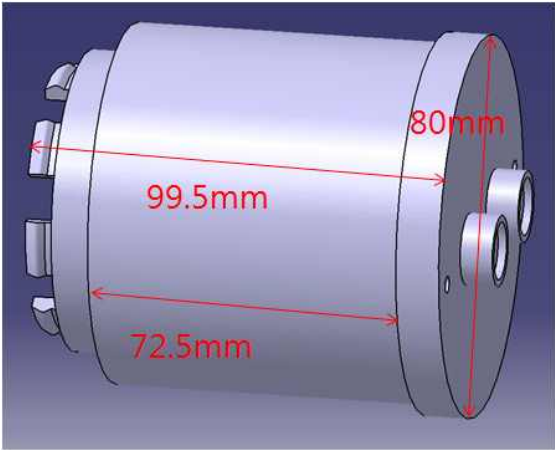
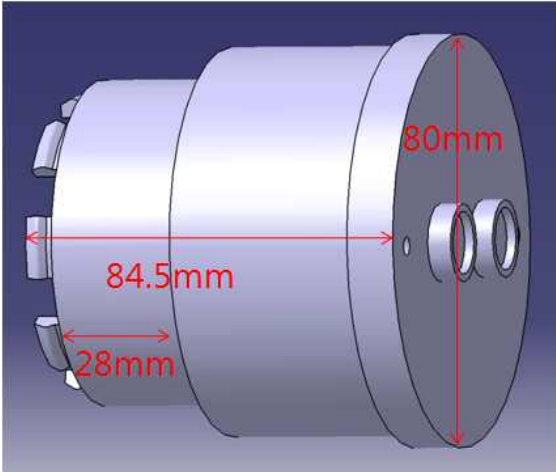
제 5 장 제작과정

제 1 절 기구부 제작

● 기구부 설계과정

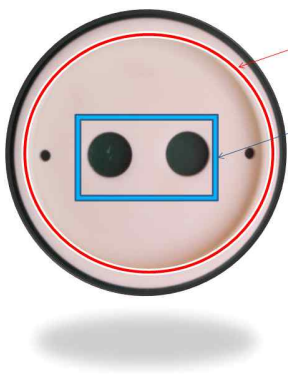


● 1차 시제품 변경사항

	변경 전	변경 후
그림		
차이점	최초 배터리 3.3V를 사용 하려 하였으나 초음파 센서의 5V로 승압을 시키려면 최초의 설계했던 회로 사이즈 보다 커짐. 9V배터리 사용으로 회로를 최초 설계한 회로의 크기와 동일하게 사용이 가능함.	

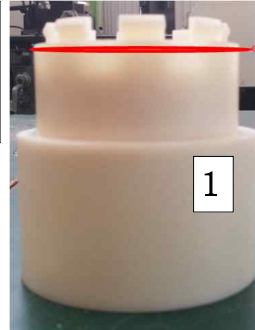
● 외주가공 후 문제점 발생

• CAP 가공



BODY와 CAP부분이
체결이 되지 않음
초음파의 크기가 맞지 않음

BODY 가공



실제 차량의 휠과
체결 시 간섭이 생김

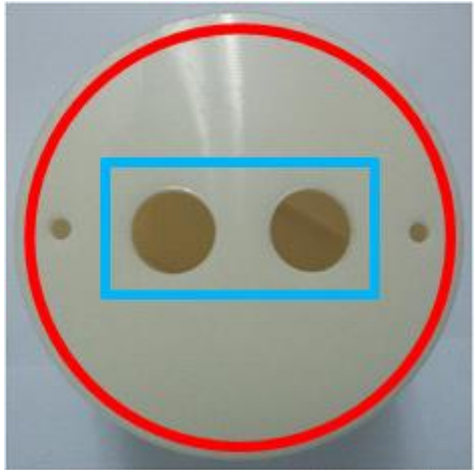
2

CATIA프로그램으로 설계를 하여 외주업체를 통하여 CNC로 가공하였으나 설계의 오차로 인하여 간섭과 체결이 되지 않는 부분이 생겼다.

● 2차 시제품 변경사항

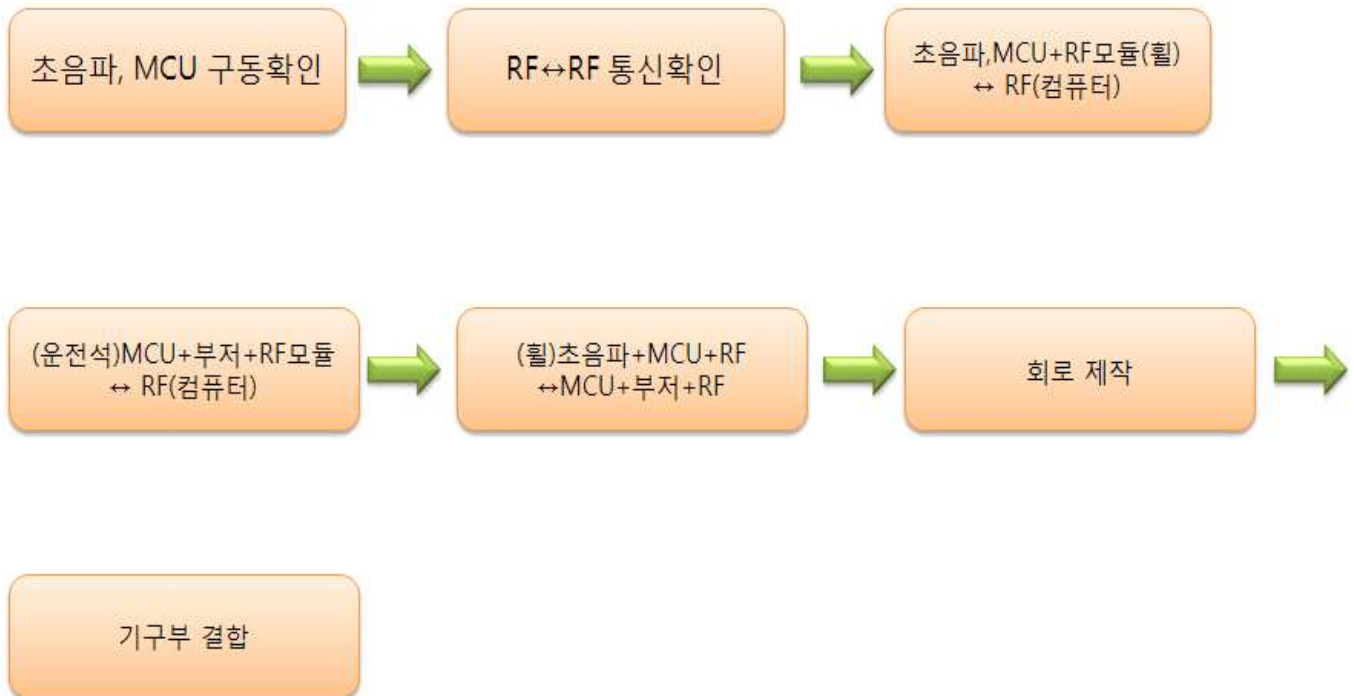
	변경 전	변경 후
크기		
무게	64g	62g
그림과 같이 오차와 간섭이 생기는 부분을 선반과 밀링으로 재가공할 치수		

● 시제품 완성

최종 시제품	
BODY	CAP
	
간섭이 생기는 부분은 2mm선반으로 재가공	1. BODY와 CAP이 체결이 되지 않아 2.5mm 선반으로 재가공 2. 초음파의 크기가 맞지 않아 16mm드릴로 재가공
최초 외주업체에 재가공을 의뢰하려고 하였으나 시간과 금전적 문제로 인하여 학과 기계공작법 과목에서 습득한 선반과 밀링 사용법을 기본으로 자체적으로 재가공을 실시함.	

제 2 절 회로 제작

● 제어 계획도



설계한 회로도를 기본으로 운전석과 기구부에 장착할 회로를 만든다.

먼저, 선정한 부품의 구동 확인을 위하여 컴퓨터와 연결 후 각 부품의 구동을 확인하고 각 부품이 연동 될 수 있도록 프로그램을 사용하여 소스를 설정한다. 설정한 소스를 각 부품에 설정한 후 회로를 제작한다. 제작한 회로는 기구부에 결합한다.

● 부품사양서

◎ RF 통신



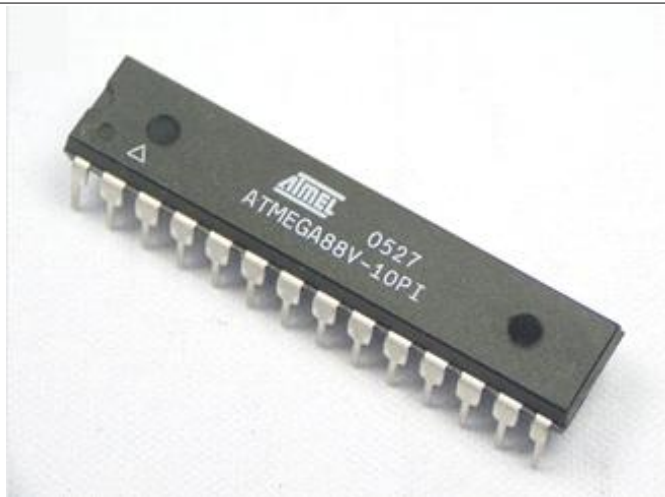
특 징	내 용
주파수	Airbon-F400 : 424.7-424.95Mhz 447.8625-447.9875Mhz
슬립모드 전류 소비량	16uA
Tx 전류 소모량	80mA@10dBm (peak value)
Rx 전류 소모량	26mA
모듈 입력 전압	3.0V ~ 3.6(+_50mV)
모듈 연결방식 (인터페이스)	UART, SPI, IIC
길이 X 넓이 X 높이	36.5mm x 24mm x 8.2mm
동작 온도	-20C ~ 70C
보관 온도	-40C ~ 85C
부품 선정	1. 소비전류가 작아야함.(80mA이하) 2. 동기화, 초기설정이 간편해야함(전용프로그램사용 가능) 3. 일반적으로 쓰이는 주파수 대역 사용 가능(424,474MHz) 4. 고온에서도 작동 가능하여야 함(50℃ 이상) 5. 뒷바퀴와 운전석거리가 약2m이기 때문에 광범위한 거리 6. DATA 신뢰성이 우수한 제품

◎ 초음파센서



특징	내용
입력 전압	5V DC
대기 상태에서의 전류	< 2mA
유효 특정 각도	< 15
유효 측정 거리	20 ~ 5,000mm
크기	2.0 x 4.3 x 15cm
동작 전압	Digital 5V
부품 선정	1. 소비전류가 작아야 함. 2. 센서 인식범위가 20도이하여야함. 3. 사용감지 거리 3 ~ 50cm를 포함.

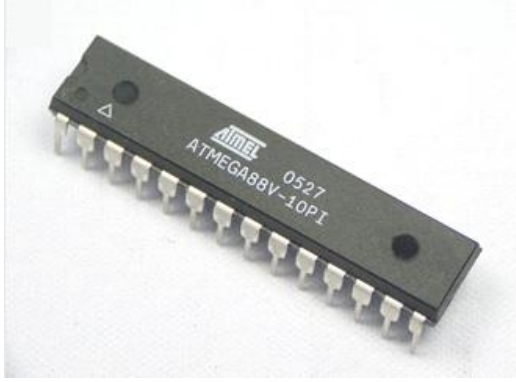
◎MCU



연결성	SPI, UART/USART
주변기기	저전압 감지/리셋, POR, PWM, WDT
전압-공급(Vcc-Vdd)	1.8V ~ 5.5V
작동온도	-40℃ ~ 85℃
부품 선정	1. 소비전류가 작아야함. 2. 소형화된 크기. 3. UART 통신 가능.

● 변경부품

○ MCU

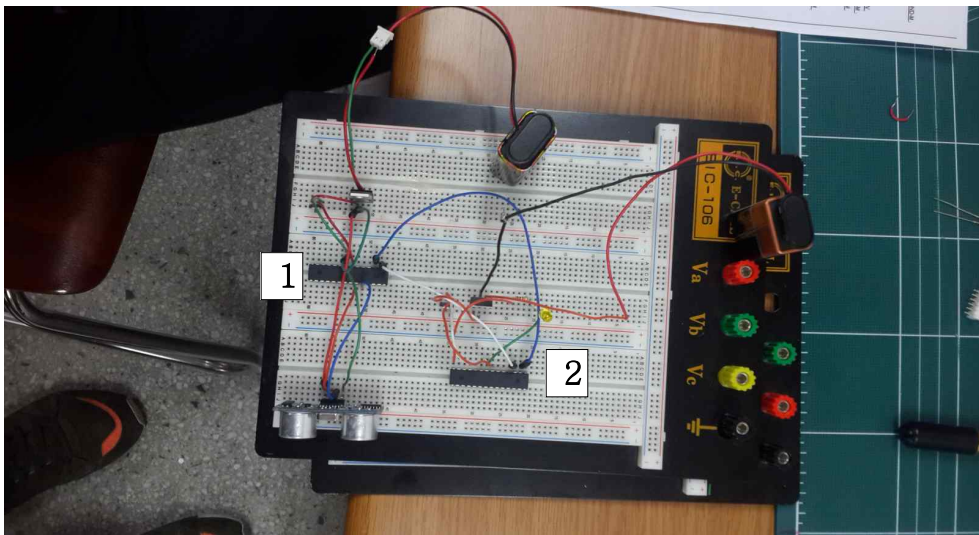
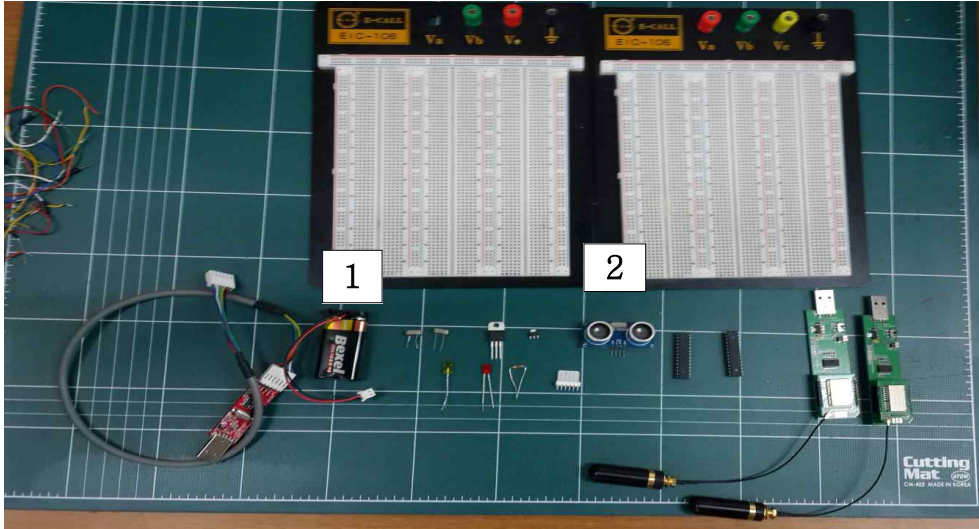
변경 전	변경 후
	
- 회로도의 소형화를 위하여 변경 - 저 전력화를 위해 소비 전류가 적은 부품으로 변경	

○ 배터리

변경 전	변경 후
	
- 기구부의 크기를 줄이기 위하여 변경 - 정량적 목표인 무게를 줄이기 위하여 변경	

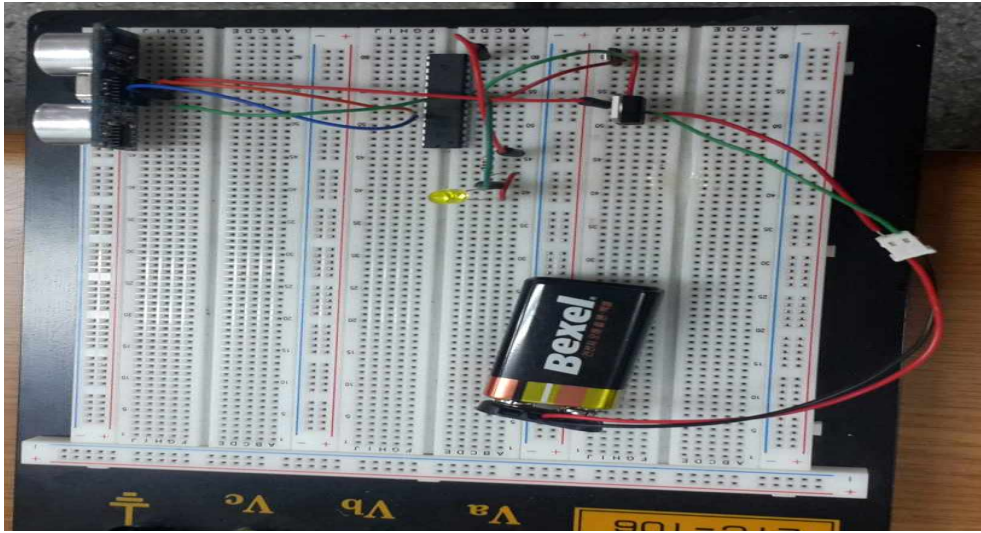
● 회로 제작과정

① ATMEGA8 연동 확인



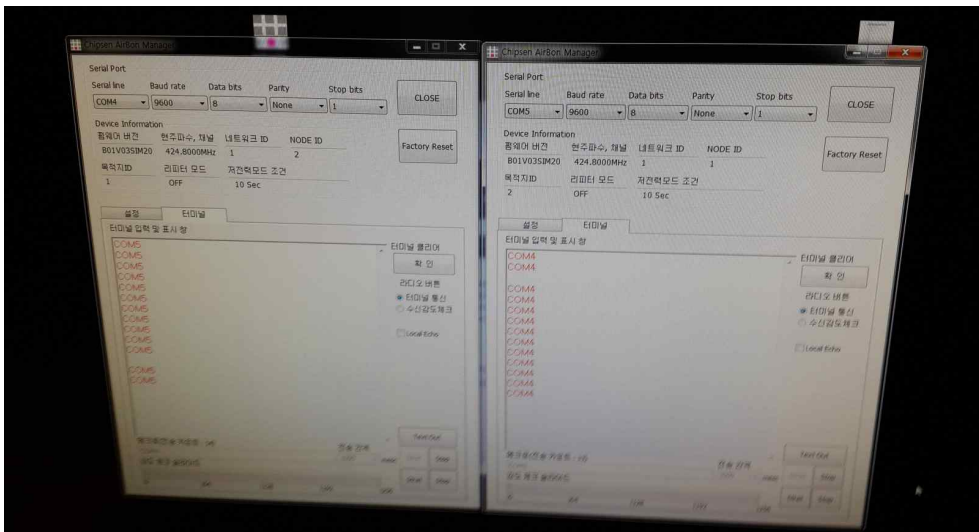
1. 브레드 보드를 이용하여 테스트보드를 만든 후, MCU끼리의 UART 송, 수신 여부확인.
2. 1번 MCU에서 초음파 센서로 거리 값을 읽으면 그 값이 UART통신을 통해 2번 MCU로 송신되고, 2번 MCU에서 1번 MCU의 값을 수신하면 LED의 깜빡임이 초음파 센서가 보낸 거리 값만큼 깜빡임.

② 초음파 센서 연동



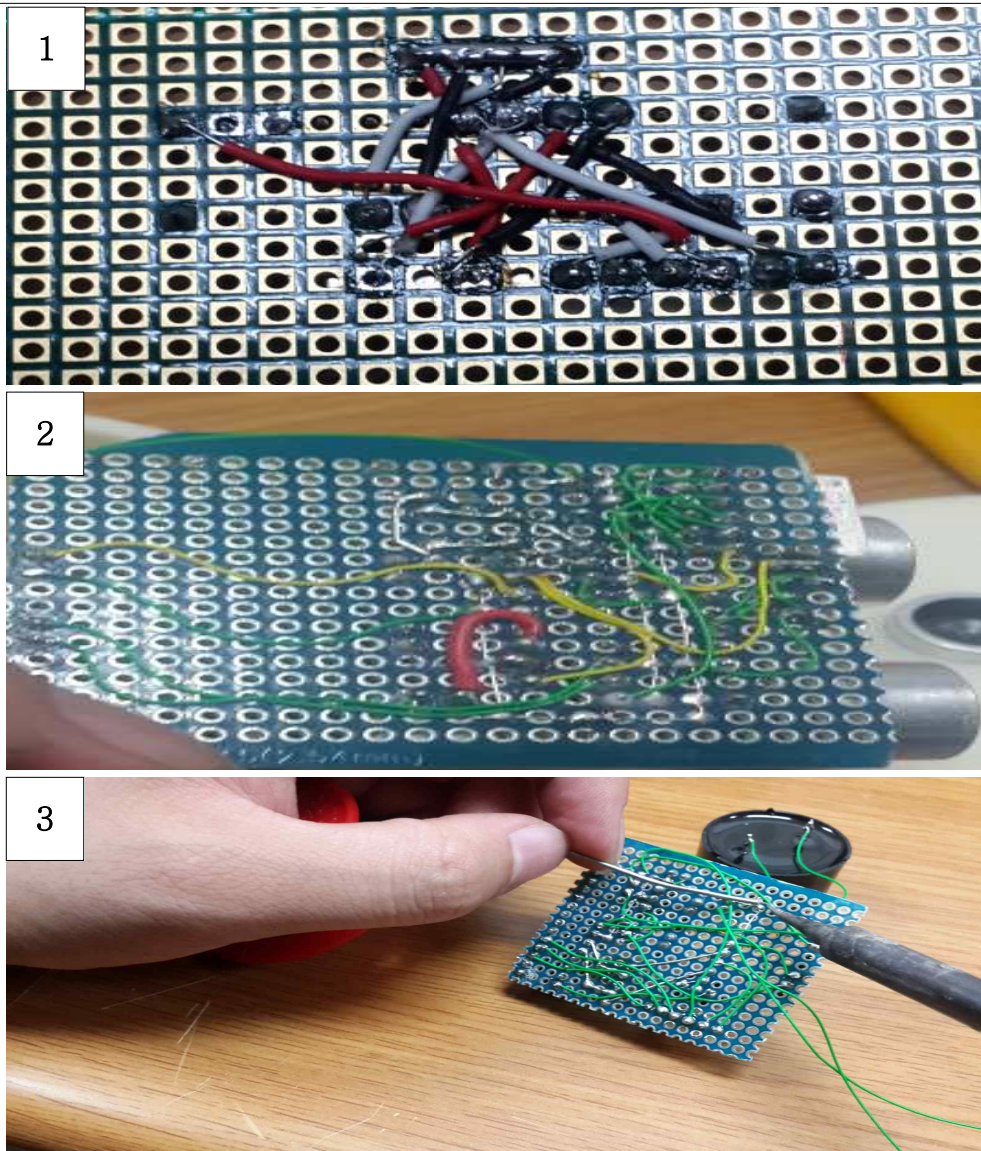
1. 송신부인 휠에 장착될 회로를 TEST하고 MCU 명령어를 수정하기 위해 테스트보드를 제작. 초음파센서가 읽은 값이 멀어질수록 LED의 점등 횟수가 느려지고, 가까워질수록 빨라짐을 확인.
2. 프로그램을 사용하여 하이퍼 터미널로 문자열을 확인한 후, 딜레이를 조절하여 거리에 따른 부저 울림을 조절.
3. 9V건전지와 레귤레이터를 이용한 5v로의 전압 강하와, 5v에서 3.3v로 전압강하를 확인하고 구동 확인.

③ RF통신 확인



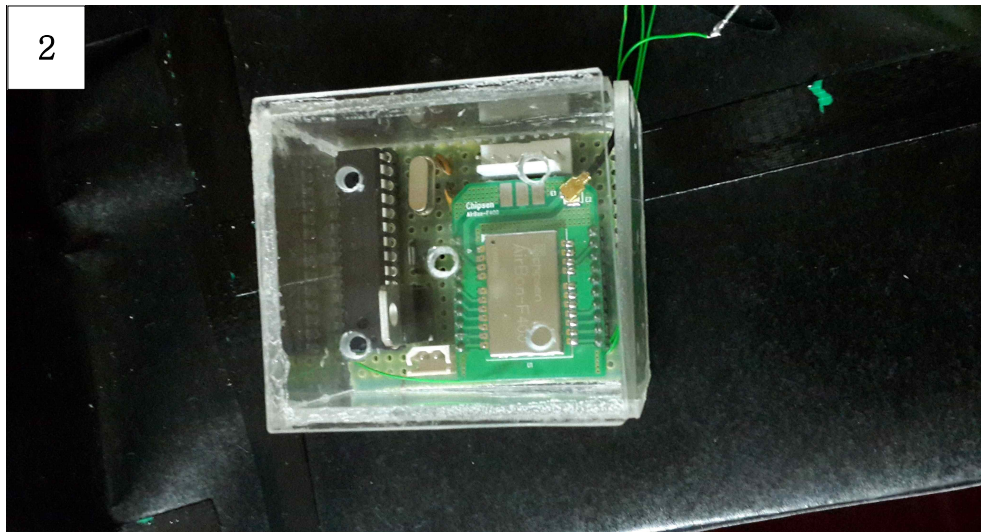
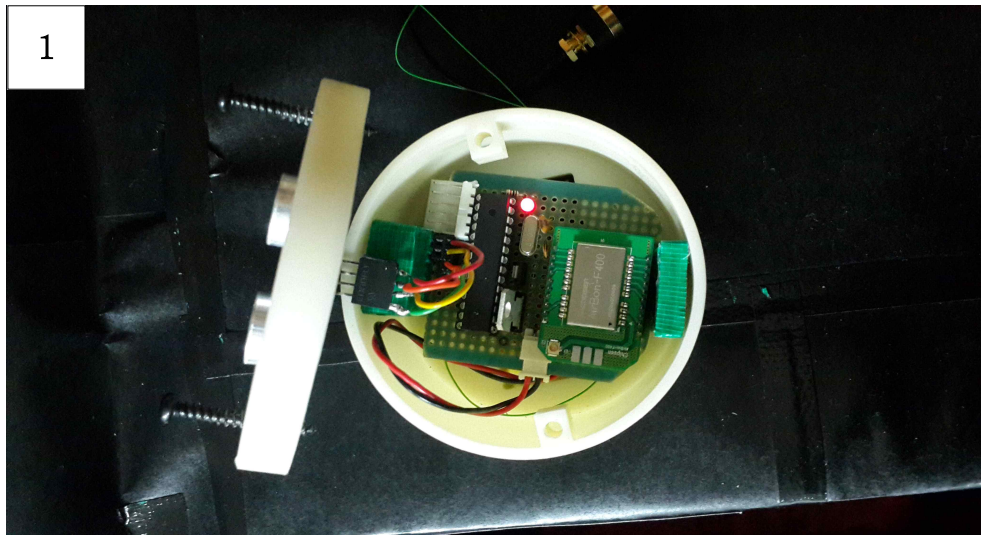
1. RF통신 제조사인 칩센에서 제공한 별도의 드라이버를 이용하여 RF통신끼리의 주파수 설정 및 송수신 여부 확인. 1번에서 보낸 문자열이 2번의 수신 창에 확인되며, 2번에서 보낸 문자열이 1번의 수신 창에서 확인 됨.

④ 만능기판 제작



1. 테스트보드의 회로구성을 토대로 위치를 배치한 후 , 회로의 크기를 조금 더 줄이기 위해 부품을 최대한 좁게 하여 제작함.
2. 회로를 제작한 후 교수님과 상담 후 제작 과정의 문제를 발견하여 수정함. 회로 제작에서 동일한 핀에 많은 연결을 하여 노이즈가 발생할 확률이 높아지고, 전선의 길이가 짧아서 끊어질 확률이 높아지는 것을 확인 함.
3. 교수님과 상담 후 제작 과정의 문제를 토대로 회로를 다시 제작함.

⑤ 회로, Body 결합



1. 제작한 회로를 휠에 장착할 기구부와 결합.

2. 제작한 회로를 운전석 기구부와 결합.

제 3 절 사양서



제품명	휠 보호 측 방향 센서
재질	PC/ABS
회로도사이즈	50mm X 55mm
크기	D80mm X H84.5mm
무게	126g
배터리	9V FC16LF22(사각전지)

제 6장 성능평가

제 1 절 정량적 목표

평가항목	목표	단위	평가(측정)방법	평가횟수
소비전류 측정	40	mA	동작 시 전류계를 사용하여 측정.	10회
초음파 센서 거리 조절	20 ~ 50	cm	줄자를 이용하여 거리측정 후 부저울림 확인	20회
무게	500	g	전자저울	5회
회로도 크기	10X10	cm	버니어 캘리퍼스	5회

제 2 절 평가결과 및 분석 결론

평가항목	목표	단위	평가(측정)방법	현재측정	성공여부
소비전류 측정	40	mA	동작 시 전류계를 사용하여 측정.	66mA	X
초음파 센서 거리 조절	20 ~ 50	cm	줄자를 이용하여 거리측정 후 부저울림확인	10 ~ 50cm	O
무게	500	g	전자저울	126g(회로도포함)	O
회로도 크기	10X10	cm	버니어캘리퍼스	5cm X 5.5cm	O

초음파 센서에 의한 거리조절은 성공하였다. 그리고 좀 더 세밀하게 10cm부터 센서가 반응하게 하였다. 그리고 최초의 목표로 잡은 무게보다 훨씬 가벼운 수치로 나왔다. 그리고 회로도 사이즈도 각 부품들을 소형화한 부품을 사용하여 목표치보다 절반이나 작은 회로도를 만들었다. 하지만 무선통신으로 인한 제어와 저 전력화 부분은 성공하지 못하였다.

제 7장 결론

제 1 절 결론 및 고찰

● 결론

개발 기술의 핵심인 저 전력화 부분과 무선통신 부분에서 많은 문제가 발생하여 결과적으로는 제품의 완성도적인 측면에서는 성공하지 못하였다.

먼저 회로도인 부분에서 MCU인 ATMEGA8과 RF통신 간의 무선통신 연결 부분에서 통신 간의 연동이 되지 않아 회로도의 완성도에서 실패하였다고 볼 수 있다. 컴퓨터로 송, 수신 하였을 때는 ATMEGA8이 연동되는 것을 확인하였고, RF통신 또한 서로 연동되는 것을 확인하였다. 하지만 회로도를 기본으로 하여 PCB만능기판에 작업을 하여 다시 연동을 하였으나 작동되지 않았다. RF통신과 ATMEGA8 모두 전압측정기, 오실로스코프를 통하여 RF통신, ATMEGA8 모두 작동하는 것을 확인 하였으나 송, 수신을 받지 않는 것을 확인하였다. 이 문제에 대하여 교수님과 함께 확인하였으나 명확하게 해결을 하지 못하였다.

다만 초음파 센서와 MCU인 ATMEGA8, 부저는 서로 연동을 통하여 거리 측정에 따른 소리 조절은 완성하였다. 이 실험에서는 ATMEGA8이 정상적으로 작동한다는 것을 확인 할 수 있었으나, RF통신의 문제가 해결되지 않아 회로도의 설계는 완성하였으나 실제 작품은 만들지 못하였다,

저 전력화 부분은 배터리의 문제 때문에 원하는 만큼의 전력을 최소화 하지 못하였다. 처음 생각한 배터리는 3.3V, 19000mA로 이론적인 시간을 통하여 총 49일 정도를 사용할 수 있는 것으로 나왔다. 하지만 기구의 디자인과 회로의 크기를 줄이기 위해 불가피하게 변경하였다. 19000mA의 배터리를 사용할 경우, 3.3V에서 5V로 승압을 하여 사용해야 하지만 승압할 경우 회로의 크기를 줄이는 것이 목표이기 때문에 배터리를 9V, 550mA로 교체하였다. 배터리 교체 후, 레귤레이터를 이용하여 9V의 배터리를 3.3V, 5V로 전압 강하에는 성공하였으나 처음 목표로 하였던 저 전력화는 성공하지 못하였다.

결과적으로 제품의 목표인 회로의 소형화와 무게는 성공하였으나 저 전력화와 RF통신의 무선 연결은 성공하지 못하였다.

● 고찰

1년의 설계프로젝트 과정에서 쉬웠던 적은 단 한 번도 없었다. 아이디어 결정부터 제품의 완성까지 조금이라도 열정의 끈을 놓치면 곧 작품의 성능으로 결과가 나온다는 것이다. 하지만 우리는 가지고 있는 역량을 최대한 발휘하여 프로젝트를 마무리했다고 생각한다. 우리 아이디어인 휠 보호 측 방향 거리 감지 센서의 핵심인 제어 부분은 기계공학도인 우리에게 생소 하고 어려운 부분이었다. 학과 정규과정에서 제어 교과목을 들었지만 우리가 알고 있는 제어에 대한 상식은 절음마 수준이었다. 하지만 제어와 관련된 서적을 찾아보면서 제어의 기본과 프로그램의 구성을 직접 하면서 제어에 대한 이해도를 높여갔다. 프로젝트를 진행하면서 기계공학에서 쉽게 접하지 못한 제어 상식, 프로그램 사용법을 알 수 있는 시간이었다.

초음파 센서에 관해서는 관련된 자료와 여러 전문가와 교수님의 자문을 통하여 거리에 따른 부저의 발생빈도를 제어할 수 있는 소스를 완성, 구동하는 부분은 비교적 빠른 시일 내에 해결할 수 있었다. 하지만 RF통신에 있어서는 잘 쓰이지 않고 관련된 자료와 전문가 분들이 적어서 해결 부분에 있어서 많은 어려움을 겪었다. 무선통신이란 눈에 보이지 않는 통신이다. 만약에 연구개발에서 설계가 잘못되어 제품이 만들어 지더라도 그 제품은 통신이 되지 않는다. 하지만 눈으로는 보이지 않기 때문에 문제점을 찾기가 쉬운 것은 아니다. 우리는 눈에 보이지 않는 문제점을 찾아가는 과정에서 어려움을 겪었다. 또 다른 부분인 초저전력에 관해서는 우리들의 수준으로는 심도 있는 설계를 하지 못하였다. 초저전력의 의미는 기존의 사용량을 절반 혹은 그 이상으로 줄이는 것인데 이 부분은 우리들의 실력으로 많이 하지 못한 아쉬움이 크다. 기구부에 부분은 학과과정에서 배운 CATIA와 CAE을 통하여 설계, 해석으로 완성도를 높였다고 할 수 있다. 다만 회로의 크기를 좀 더 소형화를 하지 못한 점은 아쉬움이다. 무선통신과 초음파제어라는 단어는 생소하였지만 본인이 원하고자 하는 대로 설계, 제어를 통하여 실행시키는 것은 참으로 흥미로운 도전이었다. 기술적 측면과 전문적인 지식 프로그램 활용도 학과생활에서 필요하지만 이렇게 1년 동안 팀원들과 사회의 기업처럼 체계적이고 연구 및 미팅을 가지면서 계획적 일정에 맞추어 성과를 내려는 것은 가치 있는 경험이었다고 생각한다. 특히 현 시대에는 기계공학도는 기계장비와 제어와 같이 접목 시켜야만 번영과 혁신 창조를 이끌어 낼 수 있는 기량을 키울 수 있다고 생각한다.

제 2 절 문제점 및 향후 계획

● 문제점

현재 가장 중요한 통신을 해결하지 못한 아쉬움이 크다. 통신을 성공 시켜야만 저희 정량적 목표인 초저전력화와 소형화를 할 수 있기 때문이다. 그리고 차량의 바퀴에 물체를 부착시킨다는 것은 대단한 위험이 있다. 차량에 진동의 의한 바람의 의한 간섭을 배제한 상황이었다. 바퀴에 부착시킨다는 것은 최대한 소형화 하여 부착 시키는 점에서 기존의 부품들 가지고 하기에는 어려움이 있다.

● 향후계획

현재 초음파 센서의 거리조절, 회로도 사이즈 소형화, 중량은 저희 목표만큼 도달하였다. 하지만 전류 소모량만큼은 아직 큰 숙제로 남아 있다. 향후 계획으로는 PCB설계로 인하여 회로를 새로 설계하여 전류소모량을 줄 일 예정이다. 그리고 전류소비량이 적어질수록 배터리의 크기도 줄어들게 되므로 현재시점의 기구부 크기보다 작은 기구부를 완성 시킬 수 있을 것이다. 차량진동에 의한 바람의 의한 해석도 할 예정이다

[참고문헌]

● 초음파 센서

Ultrasonic ranging module : HC-SR04

Specifications:

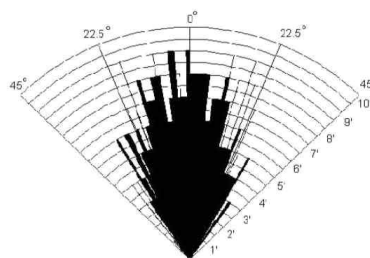
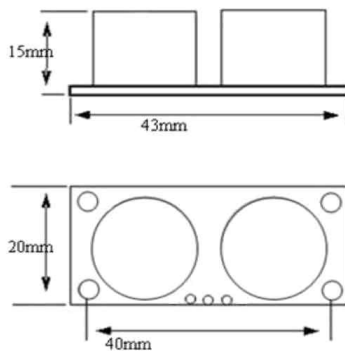
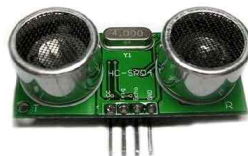
power supply :5V DC

quiescent current : <2mA

effectual angle: <15°

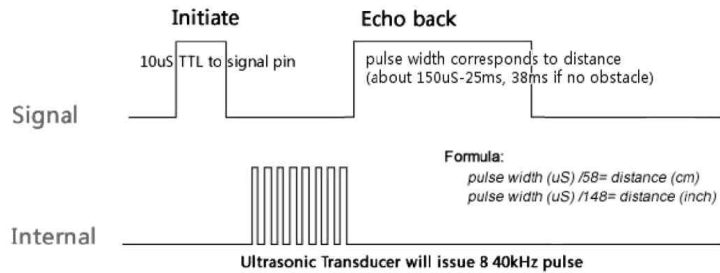
ranging distance : 2cm – 500 cm

resolution : 0.3 cm



*Practical test of performance,
Best in 30 degree angle*

Sequence chart



A short ultrasonic pulse is transmitted at the time 0, reflected by an object. The sensor receives this signal and converts it to an electric signal. The next pulse can be transmitted when the echo is faded away. This time period is called cycle period. The recommended cycle period should be no less than 50ms. If a 10μs width trigger pulse is sent to the signal pin, the Ultrasonic module will output eight 40kHz ultrasonic signal and detect the echo back. The measured distance is proportional to the echo pulse width and can be calculated by the formula above. If no obstacle is detected, the output pin will give a 38ms high level signal.

Library:

<http://iteadstudio.com/store/images/produce/Robot/HCSR04/Ultrasonic.rar>

● LM1117S-3.3

1A LOWDROPOUT VOLTAGE REGULATOR (ADJUSTABLE & FIXED)

LM1117

FEATURES

- Output Current up to 1 A
- **Low Dropout Voltage (700mV at 1A Output Current)**
- Three Terminal Adjustable or Fixed 1.5V, 1.8V, 2.5V, 2.85V, 3.0V, 3.3V, 5.0V
- 2.85V Device for SCSI-II Active Terminator
- **0.04% Line Regulation, 0.1% Load Regulation**
- Very Low Quiescent Current
- Internal Current and Terminal Limit
- Logic-Controlled Electronics Shutdown
- Surface Mount Package SOT-223 & TO-263 (D2-Pack)
- 100% Thermal Limit Burn-In

APPLICATION

- Active SCSI Terminators
- Portable/Plan Top/Notebook Computers
- High Efficiency Linear Regulators
- SMPS Post Regulators
- Mother B/D Clock Supplies
- Disk Drives
- Battery Chargers

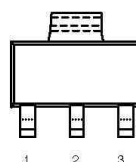
DESCRIPTION

The LM1117 is a low power positive-voltage regulator designed to meet 1A output current and comply with SCSI-II specifications with a fixed output voltage of 2.85V. This device is an excellent choice for use in battery-powered applications, as active terminators for the SCSI bus, and portable computers.

The LM1117 features very low quiescent current and very **low dropout voltage of 700mV at a full load** and lower as output current decreases. LM1117 is available as an adjustable or fixed 1.5V, 1.8V, 2.5V, 2.85V, 3.0V, 3.3V, and 5.0V output voltages.

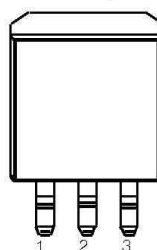
The LM1117 is offered in a 3-pin surface mount package SOT-223 & TO-263. The output capacitor of 10 μ F or larger is needed for output stability of LM1117 as required by most of the other regulator circuits.

SOT-223 PKG (FRONT VIEW)



PIN FUNCTION
1. Adj/Gnd
2. Vout
3. Vin

TO-263 (D2) PKG, FRONT VIEW



PIN FUNCTION
1. Adj/Gnd
2. Vout
3. Vin

ORDERING INFORMATION

Device (Marking)	Package
LM1117S	SOT-223
LM1117S-XX	
LM1117T	TO-263 (D2)
LM1117T-XX	

(X=Output Voltage=1.5V, 1.8V, 2.5V, 2.85V, 3.0V, 3.3V, 5.0V, Adjustable=AD)

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

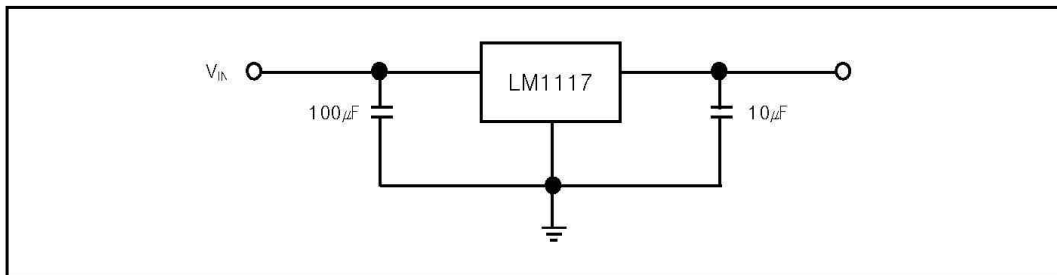
CHARACTERISTIC	SYMBOL	MIN.	MAX.	UNIT
DC Input Voltage	V_{IN}		7	V
Lead Temperature (Soldering, 5 Seconds)	T_{SOL}		260	$^{\circ}$ C
Storage Temperature Range	T_{STG}	-65	150	$^{\circ}$ C
Operating Junction Temperature Range	T_{OPR}	0	125	$^{\circ}$ C

HTC

THERMAL DATA

PARAMETER	SYMBOL	SOT-223	TO-263	UNIT
Thermal Resistance Junction-Case	$R_{THJ-CASE}$	15	3	$^{\circ}\text{C}$

TYPICAL APPLICATION



ELECTRICAL CHARACTERISTICS FOR LM1117 S/T-AD(ADJUSTABLE)

(Refer to the test circuits, $T_J = 0$ to 125°C $C_O = 10\mu\text{F}$ unless otherwise specified)

PARAMETER	SYMBOL	TEST CONDITION	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT
Reference Voltage	V_{REF}	$V_{IN} - V_O = 2\text{V}$, $I_O = 100\text{mA}$, $T_J = 25^{\circ}\text{C}$	1.238	1.25	1.262	V
Reference Voltage	V_{REF}	$I_O = 10$ to 1A , $V_{IN} - V_O = 1.4$ to 10V	1.230		1.270	V
Line Regulation	ΔV_O	$V_{IN} - V_O = 1.5$ to 13.75V , $I_O = 10\text{mA}$		0.035	0.2	%
Load Regulation	ΔV_O	$V_{IN} - V_O = 3\text{V}$, $I_O = 10\text{mA}$ to 1A		0.1	0.4	%
Temperature Stability	ΔV_O			0.5		%
Long Term Stability	ΔV_O	1000 hrs, $T_J = 125^{\circ}\text{C}$		0.3		%
Operating Input Voltage	V_{IN}				7	V
Adjustment Pin Current	I_{ADJ}	$V_{IN} \leq 15\text{V}$, $I_{Load} = 10\text{mA}$		50	120	μA
Adjustment Pin Current Change	ΔI_{ADJ}	$V_{IN} - V_O = 1.4$ to 10V , $I_O = 10\text{mA}$ to 1A		1	5	μA
Minimum Load Current	$I_{O(MIN)}$	$V_{IN} = 15\text{V}$		1.7	5	mA
Output Current	I_O	$V_{IN} - V_O = 5\text{V}$, $T_J = 25^{\circ}\text{C}$	800	950	1200	mA
Output Noise ($\%V_O$)	e_N	$B = 10\text{Hz}$ to 10kHz , $T_J = 25^{\circ}\text{C}$		0.003		%
Supply Voltage Rejection	SVR	$I_O = 40\text{mA}$, $f = 120\text{Hz}$, $T_J = 25^{\circ}\text{C}$ $V_{IN} - V_O = 3\text{V}$, $V_{NIPPLE} = 1V_{PP}$	60	75		dB
Dropout Voltage	V_D	$I_O = 100\text{mA}$, $V_{IN} = V_{OUT} + 0.8\text{V}$		1	1.1	V
		$I_O = 500\text{mA}$, $V_{IN} = V_{OUT} + 0.8\text{V}$		1.00	1.15	V
		$I_O = 1\text{A}$, $V_{IN} = V_{OUT} + 0.8\text{V}$		1.0	1.3	V
Thermal Regulation		$T_A = 25^{\circ}\text{C}$ 30ms Pulse		0.003		%/W

ELECTRICAL CHARACTERISTICS FOR LM1117 S/T-1.5(Refer to the test circuits, $T_J=0$ to 125°C $C_O=10\mu\text{F}$ unless otherwise specified)

PARAMETER	SYMBOL	TEST CONDITION	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT
Output Voltage	V_O	$V_{IN}=4.5\text{V}$, $I_O=10\text{mA}$, $T_J=25^\circ\text{C}$	1.485	1.5	1.515	V
Output Voltage	V_O	$I_O=0$ to 1A , $V_{IN}=3.9$ to 10V	1.475		1.525	V
Line Regulation	ΔV_O	$V_{IN}=3.9$ to 10V , $I_O=0\text{mA}$		0.04	0.2	mV
Load Regulation	ΔV_O	$V_{IN}=3.9\text{V}$, $I_O=0$ to 1A		0.08	0.4	mV
Temperature Stability	ΔV_O			0.5		%
Long Term Stability	ΔV_O	1000 hrs, $T_J=125^\circ\text{C}$		0.3		%
Operating Input Voltage	V_{IN}	$I_O=100\text{mA}$			7	V
Quiescent Current	I_D	$V_{IN}\leq 10\text{V}$		5	10	mA
Output Current	I_O	$V_{IN}=7.5\text{V}$, $T_J=25^\circ\text{C}$	800	950	1200	mA
Output Noise Voltage	e_N	$B=10\text{Hz}$ to 10kHz , $T_J=25^\circ\text{C}$		100		μV
Supply Voltage Rejection	SVR	$I_O=40\text{mA}$, $f=120\text{Hz}$, $T_J=25^\circ\text{C}$ $V_{IN}=5.5\text{V}$, $V_{NIPPLE}=1V_{PP}$	60	75		dB
Dropout Voltage	V_D	$I_O=100\text{mA}$		1	1.1	V
		$I_O=500\text{mA}$		1.05	1.15	V
		$I_O=800\text{mA}$		1.1	1.2	V
Thermal Regulation		$T_A=25^\circ\text{C}$ 30ms Pulse		0.003		%/W

ELECTRICAL CHARACTERISTICS FOR LM1117 S/T-1.8(Refer to the test circuits, $T_J=0$ to 125°C $C_O=10\mu\text{F}$ unless otherwise specified)

PARAMETER	SYMBOL	TEST CONDITION	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT
Output Voltage	V_O	$V_{IN}=4.5\text{V}$, $I_O=10\text{mA}$, $T_J=25^\circ\text{C}$	1.782	1.8	1.818	V
Output Voltage	V_O	$I_O=0$ to 1A , $V_{IN}=3.9$ to 10V	1.772		1.828	V
Line Regulation	ΔV_O	$V_{IN}=3.9$ to 10V , $I_O=0\text{mA}$		0.04	0.2	mV
Load Regulation	ΔV_O	$V_{IN}=3.9\text{V}$, $I_O=0$ to 1A		0.08	0.4	mV
Temperature Stability	ΔV_O			0.5		%
Long Term Stability	ΔV_O	1000 hrs, $T_J=125^\circ\text{C}$		0.3		%
Operating Input Voltage	V_{IN}	$I_O=100\text{mA}$			7	V
Quiescent Current	I_D	$V_{IN}\leq 10\text{V}$		5	10	mA
Output Current	I_O	$V_{IN}=7.5\text{V}$, $T_J=25^\circ\text{C}$	800	950	1200	mA
Output Noise Voltage	e_N	$B=10\text{Hz}$ to 10kHz , $T_J=25^\circ\text{C}$		100		μV
Supply Voltage Rejection	SVR	$I_O=40\text{mA}$, $f=120\text{Hz}$, $T_J=25^\circ\text{C}$ $V_{IN}=5.5\text{V}$, $V_{NIPPLE}=1V_{PP}$	60	75		dB
Dropout Voltage	V_D	$I_O=100\text{mA}$		1	1.1	V
		$I_O=500\text{mA}$		1.05	1.15	V
		$I_O=800\text{mA}$		1.1	1.2	V
Thermal Regulation		$T_A=25^\circ\text{C}$ 30ms Pulse		0.003		%/W

ELECTRICAL CHARACTERISTICS FOR LM1117 $S/T-2.5$ (Refer to the test circuits, $T_J=0$ to 125°C $C_O=10\mu\text{F}$ unless otherwise specified)

PARAMETER	SYMBOL	TEST CONDITION	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT
Output Voltage	V_O	$V_{IN}=4.5\text{V}$, $I_O=10\text{mA}$, $T_J=25^\circ\text{C}$	2.475	2.5	2.525	V
Output Voltage	V_O	$I_O=0$ to 1A , $V_{IN}=3.9$ to 10V	2.46		2.54	V
Line Regulation	ΔV_O	$V_{IN}=3.9$ to 10V , $I_O=0\text{mA}$		0.04	0.2	mV
Load Regulation	ΔV_O	$V_{IN}=3.9\text{V}$, $I_O=0$ to 1A		0.08	0.4	mV
Temperature Stability	ΔV_O			0.5		%
Long Term Stability	ΔV_O	1000 hrs, $T_J=125^\circ\text{C}$		0.3		%
Operating Input Voltage	V_{IN}	$I_O=100\text{mA}$			7	V
Quiescent Current	I_D	$V_{IN}\leq 10\text{V}$		5	10	mA
Output Current	I_O	$V_{IN}=7.5\text{V}$, $T_J=25^\circ\text{C}$	800	950	1200	mA
Output Noise Voltage	e_N	$B=10\text{Hz}$ to 10kHz , $T_J=25^\circ\text{C}$		100		μV
Supply Voltage Rejection	SVR	$I_O=40\text{mA}$, $f=120\text{Hz}$, $T_J=25^\circ\text{C}$ $V_{IN}=5.5\text{V}$, $V_{NIPPLE}=1V_{PP}$	60	75		dB
Dropout Voltage	V_D	$I_O=100\text{mA}$		1	1.1	V
		$I_O=500\text{mA}$		1.05	1.15	V
		$I_O=800\text{mA}$		1.1	1.2	V
Thermal Regulation		$T_A=25^\circ\text{C}$ 30ms Pulse		0.01	0.1	%/W

ELECTRICAL CHARACTERISTICS FOR LM1117 $S/T-2.85$ (Refer to the test circuits, $T_J=0$ to 125°C $C_O=10\mu\text{F}$ unless otherwise specified)

PARAMETER	SYMBOL	TEST CONDITION	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT
Output Voltage	V_O	$V_{IN}=4.85\text{V}$, $I_O=10\text{mA}$, $T_J=25^\circ\text{C}$	2.821	2.85	2.879	V
Output Voltage	V_O	$I_O=0$ to 1A , $V_{IN}=4.25$ to 10V	2.805		2.895	V
Line Regulation	ΔV_O	$V_{IN}=4.25$ to 10V , $I_O=0\text{mA}$		0.004	0.2	mV
Load Regulation	ΔV_O	$V_{IN}=4.25\text{V}$, $I_O=0$ to 1A		0.08	0.4	mV
Temperature Stability	ΔV_O			0.5		%
Long Term Stability	ΔV_O	1000 hrs, $T_J=125^\circ\text{C}$		0.3		%
Operating Input Voltage	V_{IN}	$I_O=100\text{mA}$			7	V
Quiescent Current	I_D	$V_{IN}\leq 10\text{V}$		5	10	mA
Output Current	I_O	$V_{IN}=7.85\text{V}$, $T_J=25^\circ\text{C}$	800	950	1200	mA
Output Noise Voltage	e_N	$B=10\text{Hz}$ to 10kHz , $T_J=25^\circ\text{C}$		100		μV
Supply Voltage Rejection	SVR	$I_O=40\text{mA}$, $f=120\text{Hz}$, $T_J=25^\circ\text{C}$ $V_{IN}=5.85\text{V}$, $V_{NIPPLE}=1V_{PP}$	60	75		dB
Dropout Voltage	V_D	$I_O=100\text{mA}$		1	1.1	V
		$I_O=500\text{mA}$		1.05	1.15	V
		$I_O=800\text{mA}$		1.1	1.2	V
Thermal Regulation		$T_A=25^\circ\text{C}$ 30ms Pulse		0.003		%/W

ELECTRICAL CHARACTERISTICS FOR LM1117 S/T-3.0(Refer to the test circuits, $T_J=0$ to 125°C $C_O=10\mu\text{F}$ unless otherwise specified)

PARAMETER	SYMBOL	TEST CONDITION	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT
Output Voltage	V_O	$V_{IN}=5\text{V}$, $I_O=10\text{mA}$, $T_J=25^\circ\text{C}$	2.97	3	3.03	V
Output Voltage	V_O	$I_O=0$ to 1A , $V_{IN}=4.5$ to 10V	2.95		3.05	V
Line Regulation	ΔV_O	$V_{IN}=4.5$ to 12V , $I_O=0\text{mA}$		0.04	0.2	mV
Load Regulation	ΔV_O	$V_{IN}=4.5\text{V}$, $I_O=0$ to 1A		0.08	0.4	mV
Temperature Stability	ΔV_O			0.5		%
Long Term Stability	ΔV_O	1000 hrs, $T_J=125^\circ\text{C}$		0.3		%
Operating Input Voltage	V_{IN}	$I_O=100\text{mA}$			7	V
Quiescent Current	I_Q	$V_{IN}\leq 12\text{V}$		5	10	mA
Output Current	I_O	$V_{IN}=8\text{V}$, $T_J=25^\circ\text{C}$	800	950	1200	mA
Output Noise Voltage	e_N	$B=10\text{Hz}$ to 10kHz , $T_J=25^\circ\text{C}$		100		μV
Supply Voltage Rejection	SVR	$I_O=40\text{mA}$, $f=120\text{Hz}$, $T_J=25^\circ\text{C}$ $V_{IN}=6\text{V}$, $V_{NIPPLE}=1\text{V}_{PP}$	60	75		dB
Dropout Voltage	V_D	$I_O=100\text{mA}$		1	1.1	V
		$I_O=500\text{mA}$		1.05	1.15	V
		$I_O=800\text{mA}$		1.1	1.2	V
Thermal Regulation		$T_A=25^\circ\text{C}$ 30ms Pulse		0.003	0.1	%/W

ELECTRICAL CHARACTERISTICS FOR LM1117 S/T-3.3(Refer to the test circuits, $T_J=0$ to 125°C $C_O=10\mu\text{F}$ unless otherwise specified)

PARAMETER	SYMBOL	TEST CONDITION	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT
Output Voltage	V_O	$V_{IN}=5.3\text{V}$, $I_O=10\text{mA}$, $T_J=25^\circ\text{C}$	3.267	3.3	3.333	V
Output Voltage	V_O	$I_O=0$ to 1A , $V_{IN}=4.75$ to 10V	3.247		3.353	V
Line Regulation	ΔV_O	$V_{IN}=4.75$ to 15V , $I_O=0\text{mA}$		0.04	0.2	mV
Load Regulation	ΔV_O	$V_{IN}=4.75\text{V}$, $I_O=0$ to 1A		0.08	0.4	mV
Temperature Stability	ΔV_O			0.5		%
Long Term Stability	ΔV_O	1000 hrs, $T_J=125^\circ\text{C}$		0.3		%
Operating Input Voltage	V_{IN}	$I_O=100\text{mA}$			7	V
Quiescent Current	I_Q	$V_{IN}\leq 15\text{V}$		5	10	mA
Output Current	I_O	$V_{IN}=8.3\text{V}$, $T_J=25^\circ\text{C}$	800	950	1200	mA
Output Noise Voltage	e_N	$B=10\text{Hz}$ to 10kHz , $T_J=25^\circ\text{C}$		100		μV
Supply Voltage Rejection	SVR	$I_O=40\text{mA}$, $f=120\text{Hz}$, $T_J=25^\circ\text{C}$ $V_{IN}=6.3\text{V}$, $V_{NIPPLE}=1\text{V}_{PP}$	60	75		dB
Dropout Voltage	V_D	$I_O=100\text{mA}$		1	1.1	V
		$I_O=500\text{mA}$		1.05	1.15	V
		$I_O=800\text{mA}$		1.1	1.2	V
Thermal Regulation		$T_A=25^\circ\text{C}$ 30ms Pulse		0.003		%/W

ELECTRICAL CHARACTERISTICS FOR LM1117 S/T-5.0

(Refer to the test circuits, $T_J = 0$ to 125°C $C_O = 10\mu\text{F}$ unless otherwise specified)

PARAMETER	SYMBOL	TEST CONDITION	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT
Output Voltage	V_O	$V_{IN} = 7\text{V}$, $I_O = 10\text{mA}$, $T_J = 25^\circ\text{C}$	4.95	5	5.05	V
Output Voltage	V_O	$I_O = 0$ to 1A , $V_{IN} = 6.5$ to 15V	4.92		5.08	V
Line Regulation	ΔV_O	$V_{IN} = 6.5$ to 15V , $I_O = 0\text{mA}$		0.04	0.2	mV
Load Regulation	ΔV_O	$V_{IN} = 6.5\text{V}$, $I_O = 0$ to 1A		0.08	0.4	mV
Temperature Stability	ΔV_O			0.5		%
Long Term Stability	ΔV_O	1000 hrs, $T_J = 125^\circ\text{C}$		0.3		%
Operating Input Voltage	V_{IN}	$I_O = 100\text{mA}$			7	V
Quiescent Current	I_D	$V_{IN} \leq 15\text{V}$		5	10	mA
Output Current	I_O	$V_{IN} = 8.3\text{V}$, $T_J = 25^\circ\text{C}$	800	950	1200	mA
Output Noise Voltage	eN	$B = 10\text{Hz}$ to 10kHz , $T_J = 25^\circ\text{C}$		100		μV
Supply Voltage Rejection	SVR	$I_O = 40\text{mA}$, $f = 120\text{Hz}$, $T_J = 25^\circ\text{C}$ $V_{IN} = 6.3\text{V}$, $V_{\text{NIPPLE}} = 1\text{V}_{\text{PP}}$	60	75		dB
Dropout Voltage	V_D	$I_O = 100\text{mA}$		1	1.1	V
		$I_O = 500\text{mA}$		1.05	1.15	V
		$I_O = 800\text{mA}$		1.1	1.2	V
Thermal Regulation		$T_A = 25^\circ\text{C}$ 30ms Pulse		0.003		%/W

LM1117 (ADJUSTABLE) ELECTRICAL CHARACTERISTICS

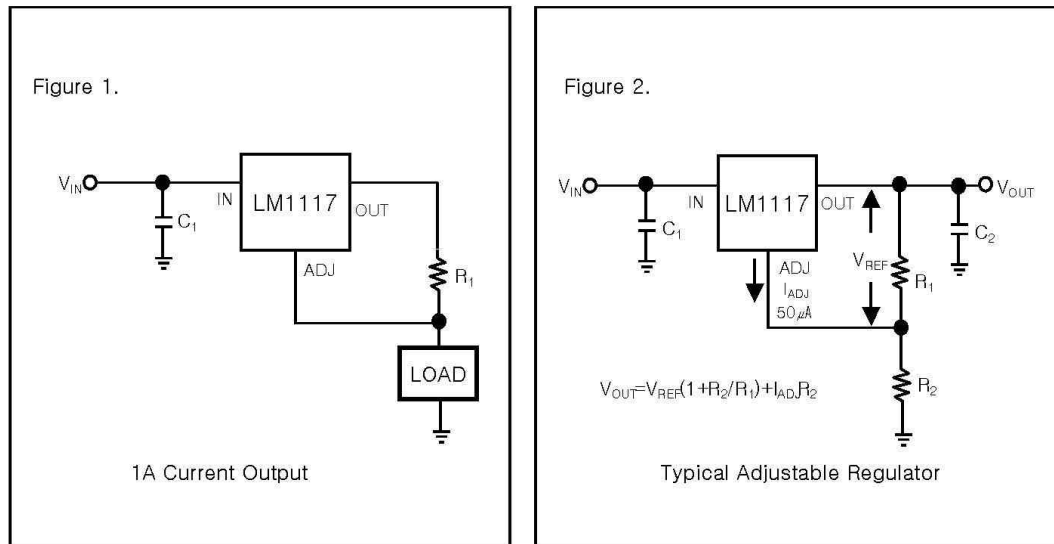


Figure 3. Negative Supply

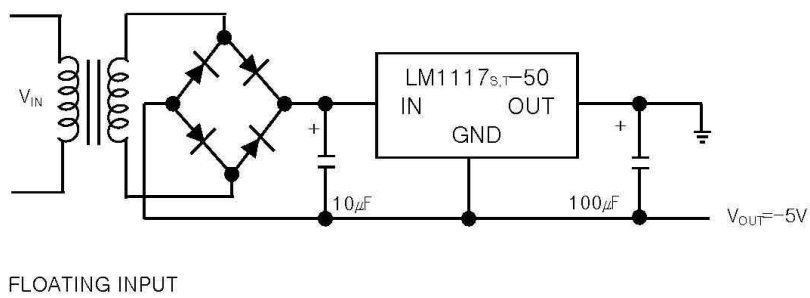


Figure 4. Active Terminator for SCSI-2 BUS

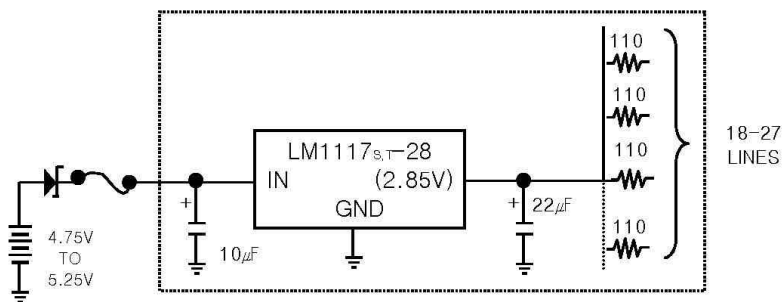


Figure 5. Voltage Regulator With Reference

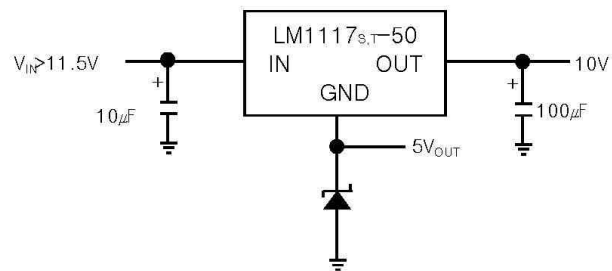
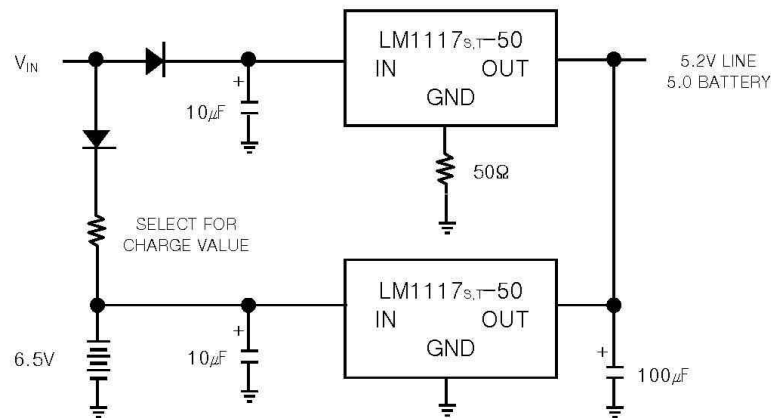


Figure 6. Battery Backed-up Regulated Supply



AirBon-F400

Module Datasheet



버전 v1.0

2013/2/28

 chipser
(주)칩센

AirBon-F400 데이터시트

버전 1.0.0

펌웨어 버전 1.0.X

Printed in Korea

사용자 고지

시스템 고장이 심각한 결과를 유발하는 응용 분야인 경우, 백업 시스템이나 안전 장치를 사용하여 심각한 결과로부터 인명 및 재산을 보호하는 것이 필요합니다. 시스템 고장으로 인한 결과에 대한 보호는 사용자 책임입니다.

예방과 안전

제품을 떨어뜨리지 말고 습하거나 먼지가 많은 환경에서 사용하지 마시기 바랍니다. 무리한 힘으로 버튼을 누르거나 제품을 분해하지 마시고 무거운 물건을 제품 위에 올려놓지 마십시오.

기술지원

㈜칩센 고객센터

경기도 광명시 소하동 광명테크노파크 E동 510호

전화: 1599-6005

팩스: (02) 2083-2288

메일: support@chipsen.com

홈페이지: <http://www.chipsen.com>

목차

1	개요	4
1.1	용어 및 약어	4
1.2	AirBon-F400 overview	4
1.3	AirBon-F400 인터페이스 설명	4
1.4	AirBon-F400 주요특징	5
1.5	AirBon-F400 기능 다이어그램	6
1.6	AirBon 종류	7
1.7	AirBon USB-TB 테스트보드	7
2	응용 인터페이스	8
2.1	AirBon-F400 의 핀설명	8
2.2	전원공급	9
2.3	주변인터페이스	10
2.4	범용입력 및 출력	13
3	안테나 인터페이스	14
3.1	모듈 RF 출력세기	14
3.2	모듈 RF 수신감도	14
3.3	모듈 관련된 주파수	14
4	전기적인 라디오 특성과 신뢰성	15
4.1	절대적인 최대등급	15
4.2	동작온도	15
4.3	전원 공급 수치	15
5	모듈	16
5.1	AirBon-F400 도면	16

1. 개요

이 문서는 Chipsen AirBon-F400 모듈의 특정 응용 분야 및 무선 인터페이스 분야에서 사용할 수 있는 하드웨어 인터페이스에 대해 설명합니다. AirBon-F400 모듈은 광범위한 응용 제품에 통합될 수 있습니다. AirBon-F400의 기능 구성요소는 다음 장으로 세부 사항에 설명되어 있습니다.

이 문서는 AirBon-F400의 사용자가 인터페이스 사양을 이해하기 위해 제공합니다. 이 문서 및 다른 문서의 도움으로 Electrical 사양 및 Mechanical 세부 사양을 빠르게 전달하여 사용자는 AirBon-F400 모듈을 사용하여 신속하게 무선 응용 제품을 설계할 수 있습니다.

1.1 용어 및 약어

● 용어 및 약어 모음

약어	설명
RF	Radio frequency
LIC	Inter-integrated circuit
UART	Universal asynchronous receiver & transmitter
SPI	Serial peripheral interface
SRD	Short range devices
ISP	In system program
DTE	Data terminal equipment

1.2 AirBon-F400 overview

글로벌 시장을 위한 AirBon-F400의 디자인은 semi-duplex, 다중채널, 저전력과 무선 통신을 위한 모듈로 고도로 통합되어 있습니다. 프로그램이 가능한 송신 파워와 데이터 속도를 가진, 고속 MCU와 완벽한 수신 감도를 가진 완벽한 성능의 RF칩을 포함하고, AirBon-F400은 복잡한 사용자 설정 없이 편리한 데이터 전송을 하고, 멀티채널을 지원합니다. UART, IIC, SPI 인터페이스를 모두 지원합니다. 33.5mm x 24mm x 8.2mm 의 작은 사이즈를 가지고 있고, AirBon-F400은 거의 모든 응용분야가 요구하는 공간에 적합합니다. 이와 같은 저비용의 무선데이터 전송, 무선센서, 무선 측량, 무선 의료 진료서비스, 빌딩 자동화 제어, 리모트 콘트롤, 보안시스템, 홈 오토메이션과 같이 대부분의 분야에 적용됩니다. AirBon-F400은 초절전 기술로 설계되어 일반적인 절전모드 전류는 16uA정도로 낮습니다.

1.3 AirBon-F400 인터페이스 설명

- 1개의 전원핀과 그라운드 핀
- UART 인터페이스
- SPI 인터페이스 (reserved)
- IIC 인터페이스 (reserved)

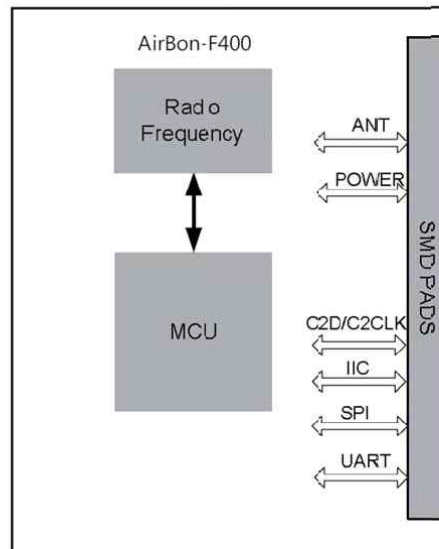
Airbon-F400은 데이터 전송 응용분야에 매우 유용합니다. 오류 감지 및 수정 알고리즘이 통합되어 있습니다.

1.4 AirBon-F400 주요 특징

- AirBon-F400 주요 특징

특징	내용
표준	EISI 전용 300-20, FCC의 Part 15, 중국 SRD 규제 기준
주파수	Airbon-F400: 424.7~424.95Mhz 447.8625~447.9875Mhz
변조 방식	GFSK
채널 간격	12.5Khz
최대 전송출력	10dBm
수신감도	-118dBm@2400bps
UART 인터페이스 데이터 등급	115200bps (기본:9600bps)
인터페이스 체크 모드	8E1/8N1/801
인터페이스 버퍼 크기	512bytes
슬립모드 전류 소비량	16uA
Tx 전류 소모량	80mA @ 10dBm (peak value)
Rx 전류 소모량	26mA
모듈 입력 전압	3.0V ~ 3.6V(+_50mV)
모듈 연결방식 (인터페이스)	UART, SPI, IIC
길이 x 넓이 x 높이	35.5mm x 24mm x 8.2 mm
무게	5 g
동작 온도	-20C ~ 70C
보관 온도	-40C ~ 85C
동작 습도	10% ~ 90%

1.5 AirBon-F400 기능 다이어그램



다음 그림은 Airbon-F400의 기능 다이어그램을 보여줍니다. 주요 기능 부품을 보여줍니다.

- 디지털 기저대역 엔진
Airbon-F400 모듈은 silicon lab의 8bit MCU를 사용했습니다. 이 MCU는 24.5MIPS 까지 실행할 수 있습니다.
- RF 엔진
Airbon-F400 모듈은 silicon lab의 단거리 RF칩을 사용했습니다. 그리고 이 칩은 프로그램이 가능한 power 컨트롤러를 제공합니다. 사용자는 고성능 데이터 검색, 그리고 높은 상관관계 시퀀스를 선택하여 검색성능을 향상시킬 수 있습니다
- Module 인터페이스.
Airbon-F400은 UART, IIC, SPI, 인터페이스를 포함, 20개의 핀을 제공합니다.

1.6 AirBon 종류

제품은 SMA 타입과 연장케이블을 연결할 수 있는 IPEX 타입 두 가지 모델이 있습니다.



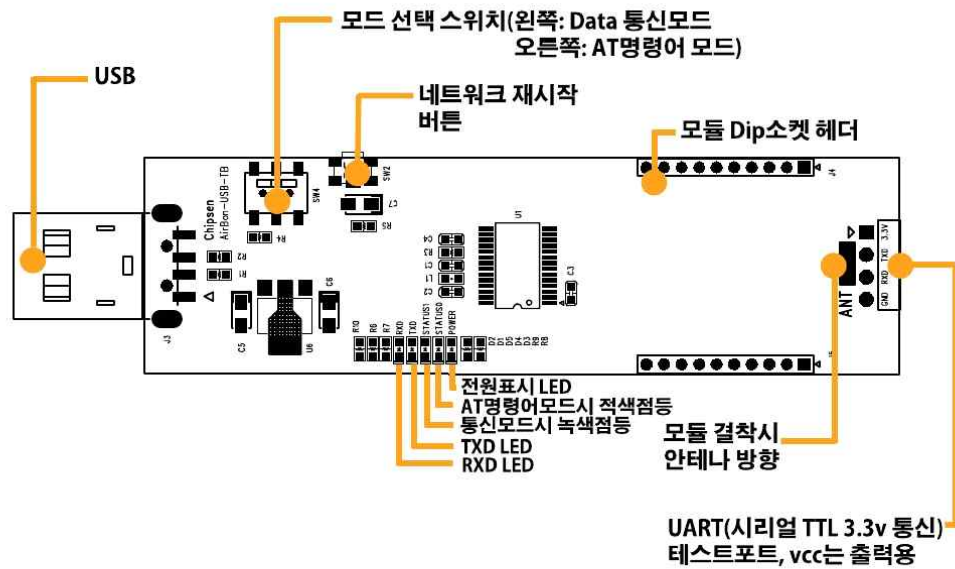
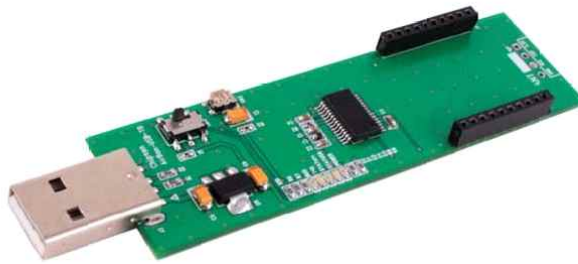
AirBon-F400S



AirBon-F400U

1.7 AirBon USB-TB 테스트보드

사용자가 AirBon-F400 을 개발하는데 도움이 되기 위해, Chipsen 의 적절한 전원공급장치, UART 인터페이스를 통해 테스트 보드(TB)를 공급하고 있습니다. 상세 사용안내는 Airbon USB-TB 메뉴얼을 참조바랍니다.



2. 응용 인터페이스

2.1 AirBon-F400의 핀 설명

다음그림은 AirBon-F400의 핀 할당을 보여줍니다. 자세한 설명은 다음표에 포함되어 있습니다.

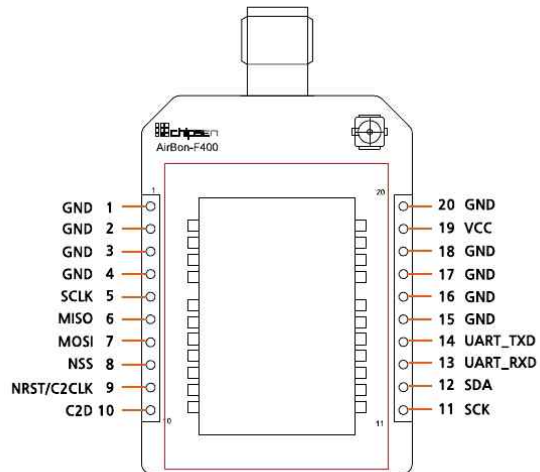


그림 : AirBon-F400 핀 구성

● 핀 이름 및 설명

핀	이름	I/O	설명	DC 특성
20	VCC	Power	Airbon-F400의 전원 공급장치 VCC=3.3V의 단일소스 여야합니다.	Vmax=3.6v Vmin=3.0v
1,2,3,4,15,16,17,18,20	GND	Ground	Ground	
5	SCLK	O	Spi clock	
6	MISO	I	Spi master in slave out	
7	MOSI	O	Spi master out slave in	
8	NSS	O	Spi slave selected output signal	
9	NRST/C2CLK	I	Reset 입력/ C2 디버그 인터페이스를 위한 클럭 신호	
10	C2D	I/O	C2 디버그 인터페이스를 위한 양방향 데이터 신호	
11	SCK	O	IIC 클럭	IIC모드에서,사용자는 높은 전압에 저항을 Pull up 해야 합니다.
12	SDA	I/O	IIC 데이터	IIC모드에서,사용자는 높은 전압에 저항을 Pull up 해야 합니다.
13	RXD	I	수신 데이터	
14	TXD	O	전송 데이터	

2.2 전원공급

AirBon-F400의 전원공급 장치는 3.0~3.6V 사이입니다. 테스트보드 전원 공급장치는 AirBon-F400의 전원공급 장치보다 1V 큰 것이 좋습니다. 그래서 사용자들이 AirBon-F400의 전력 시스템의 유효성을 검사 할 때 적절한 값을 계산 해야 합니다.

전원 공급장치의 회로 설계는 전원이 전원이 배수되는 전원소스에 크게 따라 달라집니다. 다음 그림에서와 같이, 테스트보드는 5V의 전원공급 장치를 가지고 전원 공급장치의 설계 출력은 4.2V입니다. 따라서 선형 레귤레이터를 사용하실 수 있습니다. 4.2V는 AirBon-F400모듈에 LDO로 3.3V로 떨어집니다. 단일 4.2V 리튬 이온 셀 배터리 유형은 AirBon-F400 테스트보드에 직접 전원공급 장치를 연결할 수 있습니다.

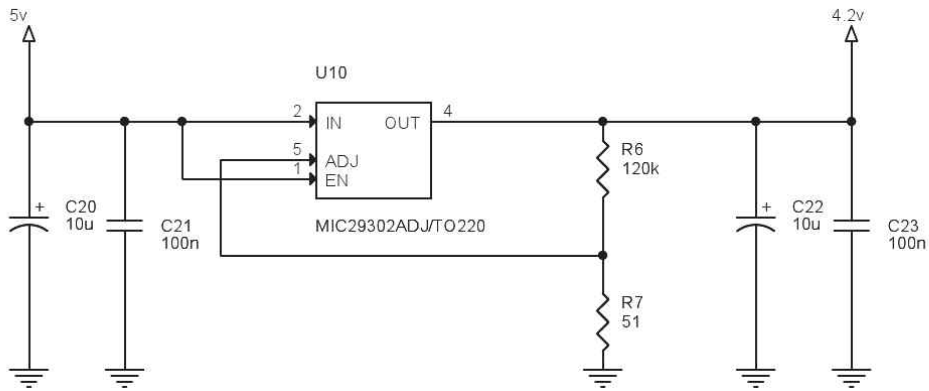


그림 : 전원공급장치 및 참조회로

2.3 주변 인터페이스

AirBon-F400은 3개의 인터페이스를 제공합니다. UART, IIC 그리고 SPI, 모든 하드웨어 인터페이스는 목록에 따라 자세히 설명되어 있습니다.

2.3.1 연결 인터페이스 통신방식

- UART 인터페이스

기본 UART는 통신인터페이스로 사용할 수 있습니다. UART 인터페이스는 기본적으로 115200bps를 지원하며 그림과 같이 일반적으로 사용됩니다.

- Txd : DTE의 RXD 신호라인에 데이터를 전송합니다.
- Rxd : DTE의 TXD 신호라인에서 데이터를 수신합니다.

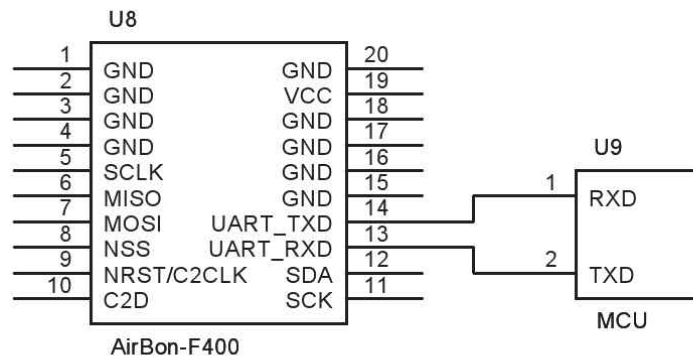
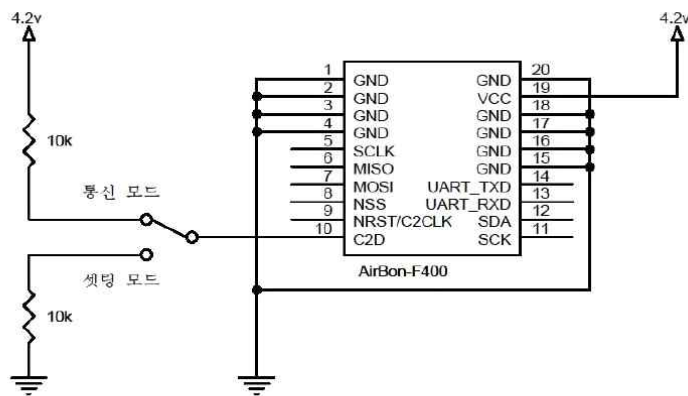


그림 : UART 인터페이스

- C2D 인터페이스
AT 커맨드 셋팅 시 C2D FULL-DOWN
통신모드 시 C2D FULL-UP



- IIC 인터페이스
제한된 IIC 인터페이스, 어플리케이션에서 IIC(SDA & SCK)라인이 4.7K 풀업저항을 통해 VCC(3.3V)에 연결해야 합니다.
IIC는 일반적으로 호스트모드로 작동합니다. 그러나 IIC 인터페이스는 사용자의 요구사항에 따라 마스터 또는 슬레이브로 구성 할 수 있습니다. 다음 그림과 같이 일반적으로 사용합니다.

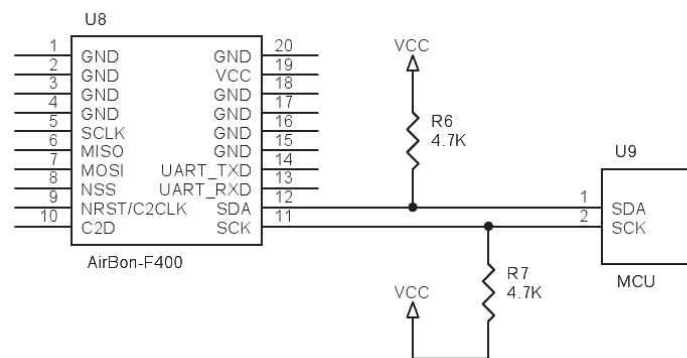


그림 : IIC 인터페이스

- SPI 인터페이스
제한된 SPI 인터페이스는 통신 인터페이스로 사용할 수 있습니다. 모듈은 일반적으로 호

스트 모드로 작동합니다. 그러나 SPI는 사용자의 요구사항에 따라 마스터 또는 슬레이브로 구성할 수 있습니다. 다음 그림과 같이 일반적으로 사용합니다.

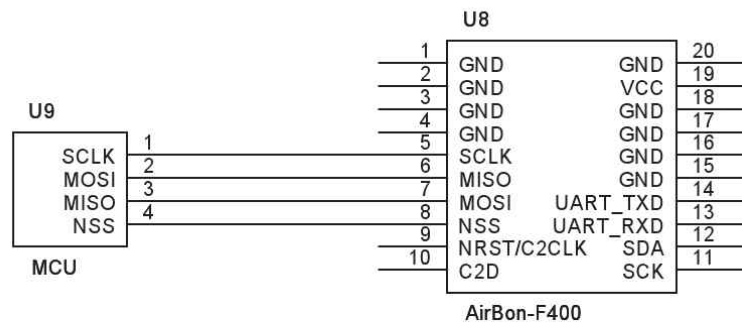


그림 : SPI 인터페이스

설명 :

- Txd: 데이터 전송
- Rxd: 데이터 수신
- Sda: IIC 데이터
- Sck: IIC clock
- SCLK: clock of SPI
- NSS: slave select input of SPI
- MISO: Master in slave out of SPI
- MOSI: Master out slave in of SPI

2.3.2 주변 인터페이스의 Logic 레벨

시리얼 인터페이스의 Logic 레벨

변수	min	max	Unit
Logic low input	-	0.6v	V
Logic high input	Vcc-0.6v	-	V
Logic low output	-	0.6v	V
Logic high output	Vcc-0.7v	-	V

2.4 범용 입력 및 출력

AirBon-F400은 UART, IIC 및 SPI 방식의 3개의 비동기 인터페이스를 제공합니다. 모든 하드웨어 인터페이스는 다음 장에 자세히 설명되어 있습니다.

AirBon-F400의 GPIO

핀	이름	I/O	표준	대체	설명
5	SCLK	GPIO	GPIO	Clock of SPI	범용 입력/ 출력
6	MISO	GPIO	GPIO	Master in slave out of SPI	
7	MOSI	GPIO	GPIO	Master out slave in of SPI	
8	NSS	GPIO	GPIO	Slave select input of SPI	
10	C2D	C2 디버그 인터페이스를 위한 데이터 신호	C2 디버그 인터페이스를 위한 데이터 신호	GPIO	
11	SCK	GPIO	GPIO	IIC clock	범용 입력/ 출력
12	SDA	GPIO	GPIO	IIC data	
13	RXD	데이터 수신	Receive data	GPIO	
14	TXD	데이터 전송	Transmit Data	GPIO	

3. 안테나 인터페이스

3.1 모듈 RF 출력 세기

출력 전원은 4Levels에서 4dBm~10dBm까지 프로그램 가능합니다. 손쉽게 Chipsen의 세팅 소프트웨어에서 설정 할 수 있으며, 출력은 다음 테이블을 설정할 수 있습니다.

AirBon-F400의 RF출력 세기

주파수	출력
424Mhz 447Mhz	18dBm 최대출력, 4dBm ~ 10dBm중 설정가능 Level 0: 4dBm Level1: 6dBm Level2: 8dBm Level3: 10dBm

3.2 모듈 RF 수신 감도

AirBon-F400 수신 감도

주파수	전도성의 수신감도
424MHz 447MHz	-118dBm @ 2400bps, GFSK

3.3 모듈 관련된 주파수

AirBon-F400 수신/전송 주파수

크리스탈 주파수	수신 주파수	IF 주파수
30Mhz	424.7Mhz-424.95Mhz 447.8625Mhz-447.9875Mhz	250 Khz 125 Khz

4. 전기적인 라디오 특성과 신뢰성

4.1 절대적인 최대 등급

AirBon-F400의 디지털 및 아날로그 핀의 전원공급장치 및 전압에 대한 절대적인 최대 등급은 다음 표에 나열되어 있습니다.

절대적인 최대등급

변수	min	max	Unit
전원공급장치의 Peak 전류	0	80	mA
전원공급장치의 RMS 전류	0	30	mA
디지털 핀 전압	0	5.8	V
아날로그 핀 전압	0	5.8	V

4.2 동작온도

AirBon-F400 동작온도

변수	min	typ	max	Unit
동작 온도	-20	25	79	C
보관 온도	-40	25	85	C

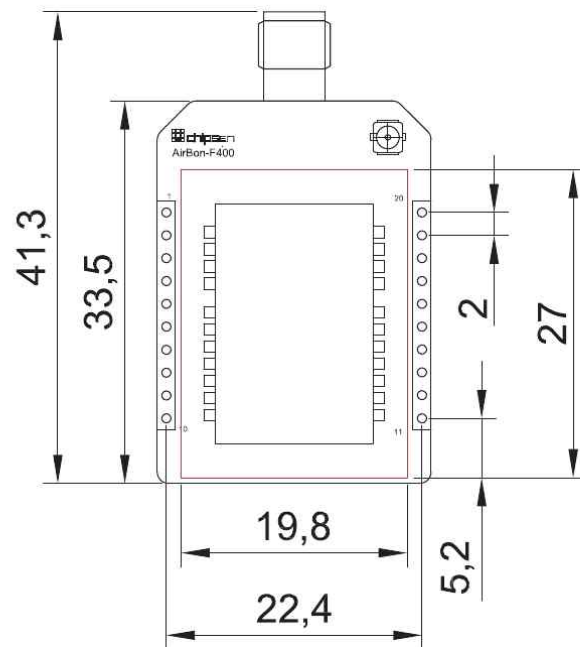
4.3 전원 공급 수치

AirBon-F400 전원공급 수치

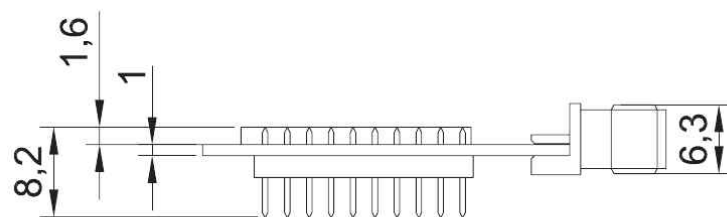
변수	설명	조건	min	typ	max	Unit
VCC	공급 전압	전압은 Ripple 과 Spikes, 전압강하를 포함하여 최소/최대 값 내에 반드시 있어야 합니다.	3.0	3.3	3.6	V
	전송 부하 중 전압강하	일반적 조건, 출력 최대		14		mV
LVCC	TX 모드	RMS 전류		35		mA
	RX 모드	RMS 전류		26		mA
	Peak 공급 전류	80mA @ 18dBm (peak 값)		80		mA

5. 모듈

5.1 AirBon-F400 도면(정면)



5.2 AirBon-F400 도면(측면)



AirBon-F400

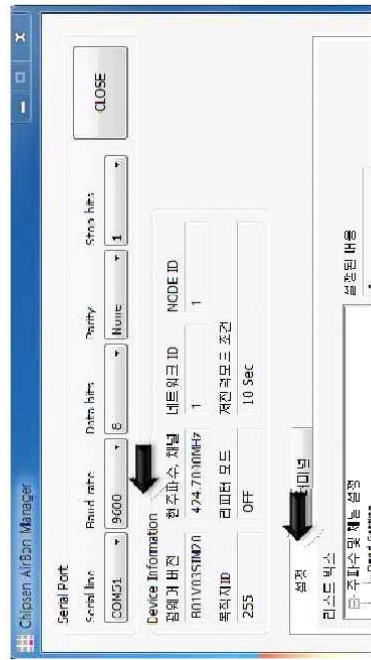
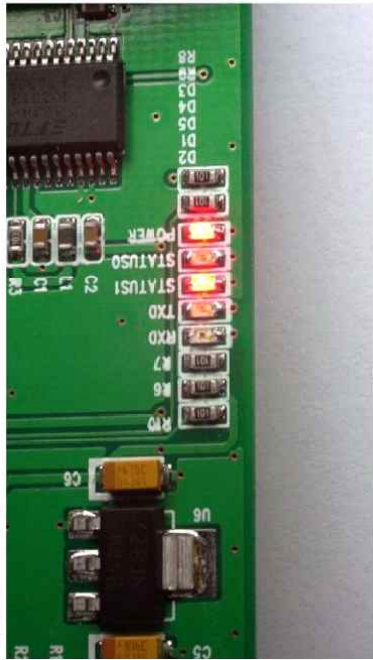
Quick Guide

초간단 사용자 설명서

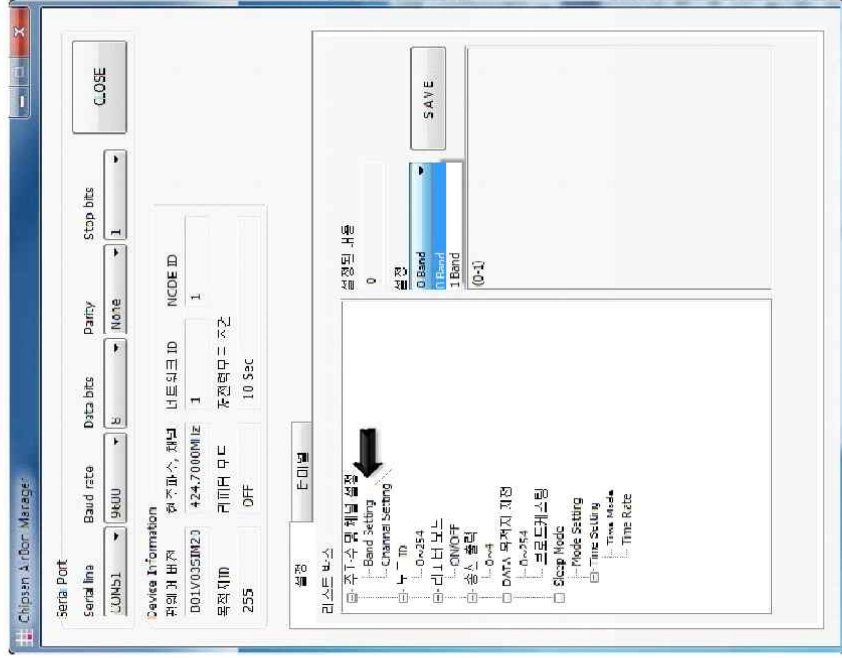


AirBon manager를 이용한 세팅방법

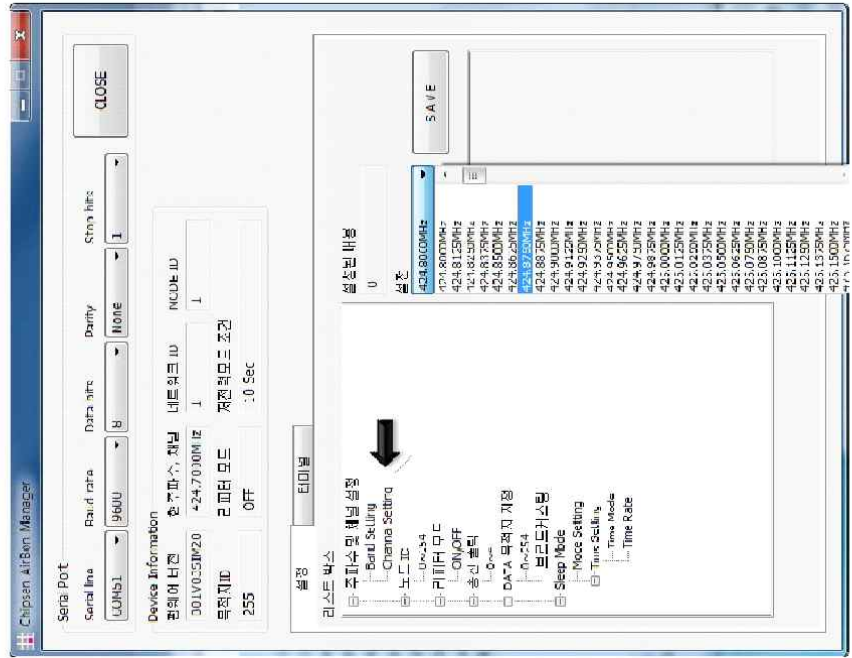
- 1 시리얼포트를 확인 후 매니저 프로그램으로 해당 포트를 열어줍니다. 이때 테스트보드는 **AT명령모드로 스위치를(모듈방향) 이동**합니다. **Status 0번 LED가 적색으로 점등**됩니다. 아래와 같이 Device information 항목에 모듈의 현재 설정값을 확인할 수 있습니다.



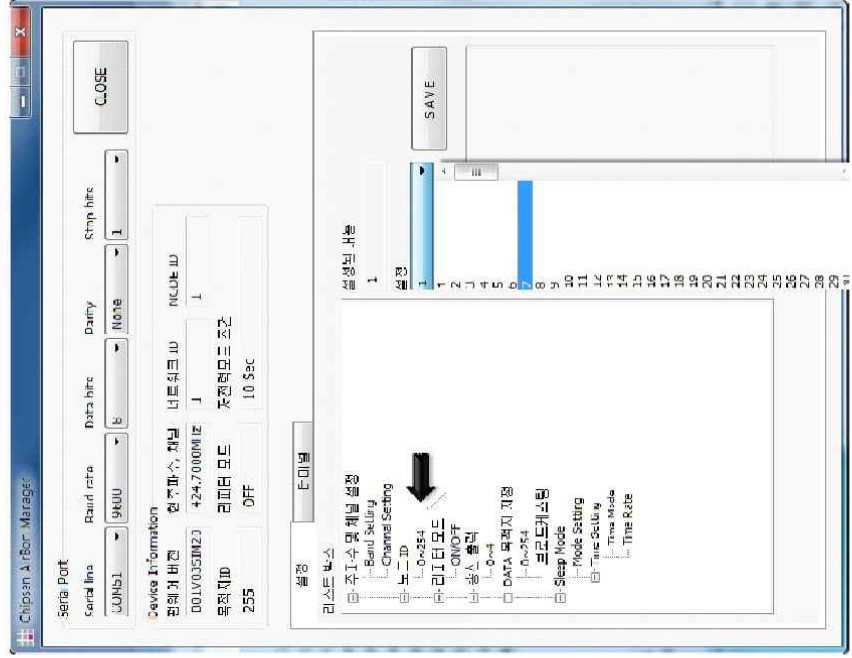
- 2 통신 밴드대역을 설정합니다. 424MHz대역 및 447MHz대역을 사용할 수 있습니다. 0번이 424MHz대역 1번이 447MHz대역입니다. 설정 후 save를 클릭합니다.



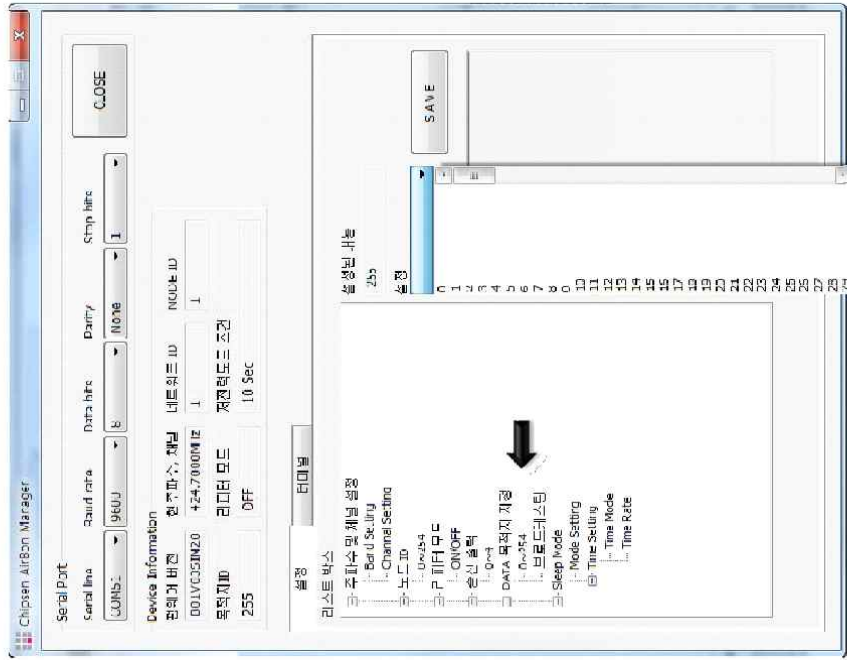
3 Channel Setting 항목을 선택하여 사용할 채널대역을 선택하고 save를 클릭합니다



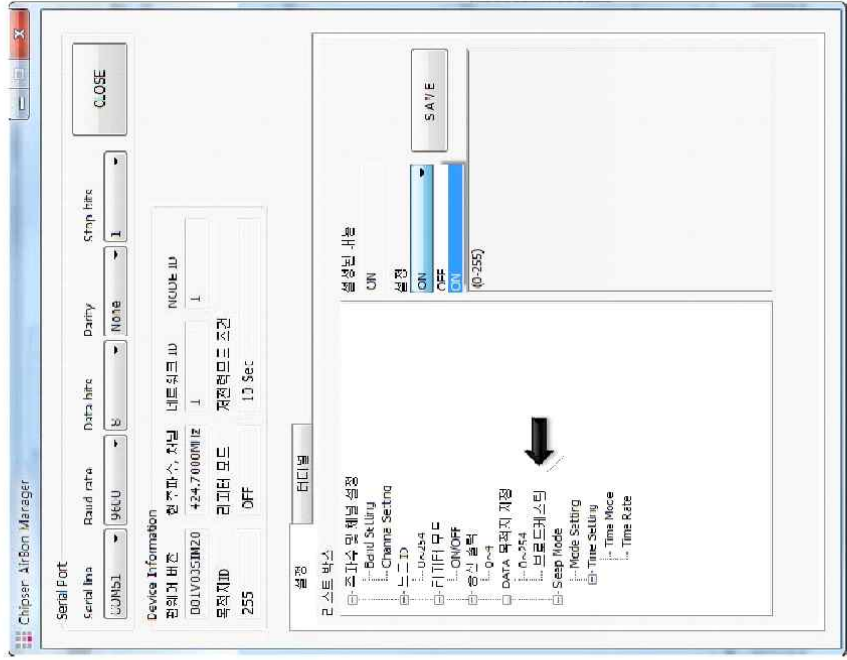
4 노드ID 항목을 선택하여 현재 세팅하고 있는 모듈의 ID (로컬, 자기자신)를 지정하고 save를 클릭합니다.



5 'Data 목적지 지정'을 선택하여 수신모듈의 노드ID 주소를 지정 후 save를 클릭합니다



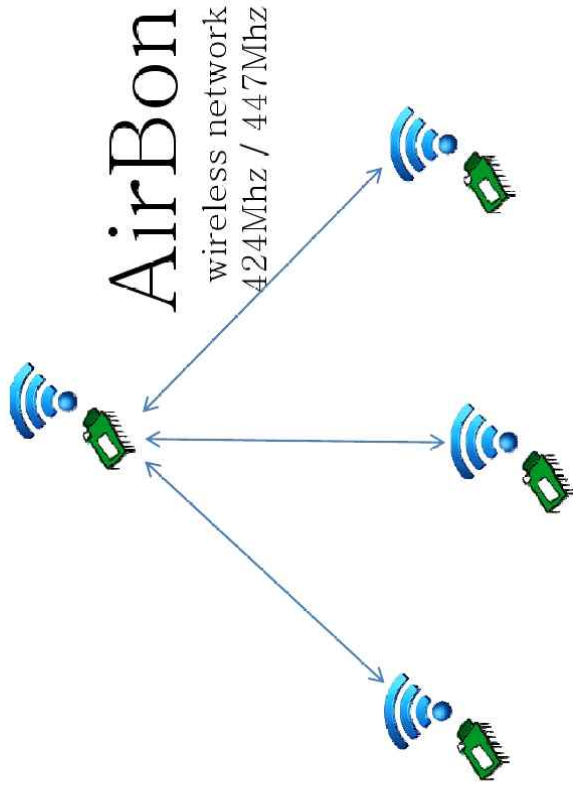
6 브로드캐스팅(전체전송)을 선택하고자 할때는, 브로드 캐스팅 항목을 on 지정 후 save를 클릭합니다.



8 Data가 정상적으로 송수신이 되는지 확인하기 위해서 테스트보드의 모드 스위치를 Data통신모드로 위치시키시면, Status1번 LED가 녹색이 됩니다. 터미널 프로그램으로 데이터 송수신을 확인합니다.

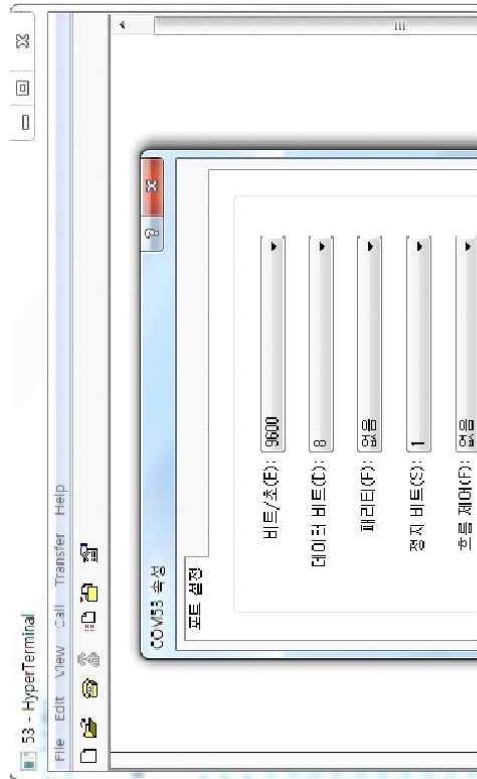
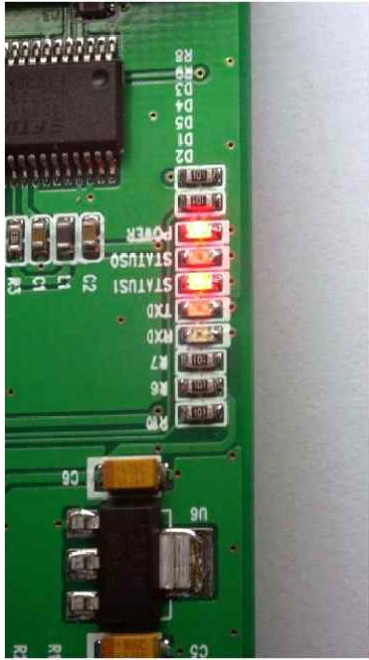


7 각 모듈의 세팅이 완료되면 다음과 같은 무선 네트워크가 형성됩니다.



터미널프로그램을 이용하여 AT명령어로 세팅하는 방법

- 1 윈도우의 하이퍼터미널을 이용하거나 기존 사용하던 터미널프로그램으로 확인된 시리얼 포트를 열어줍니다. 이때 테스트보드는 **AT명령모드로 스위치를 이동(모돌방향)** 합니다. **Status 0번 LED가 적색으로 점등**됩니다.



- 2 먼저 **주파수 대역을 선택**합니다. 같은 대역을 사용해야 모뎀간 통신이 가능합니다. 424Mhz 및 447Mhz대역을 선택할 수 있으며 0번이 424Mhz, 1번이 447Mhz입니다. 구입시 기본값은 0번입니다. 명령어는 다음과 같습니다. **AT+SRDBAND=선택값0또는1<CR>**



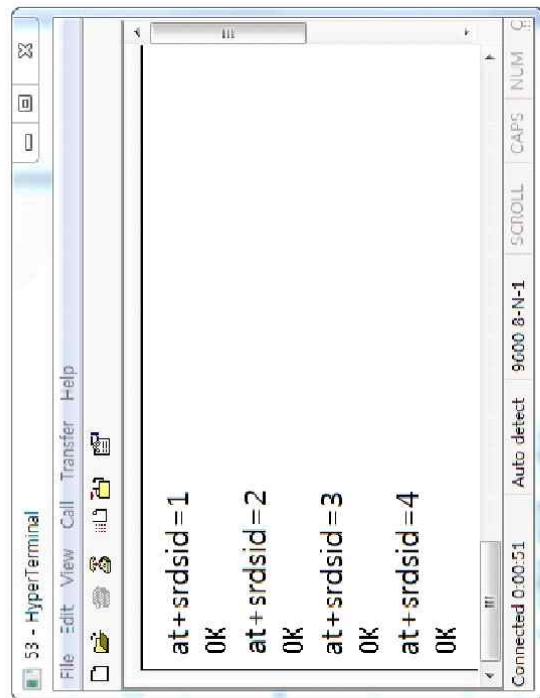
- 3 주파수 세 부 채널을 선택합니다. 같은 채널을 사용해야 통신이 가능합니다. 424Mhz대역은 21채널을 선택가능하고, 447Mhz대역은 11채널로 구분됩니다. 구입시 기본값은 0번입니다. 다음과 같이 입력할 수 있습니다.

AT+SRDCHA=0~20 또는 0~10<CR>



- 4 각 모듈의 **Node ID(로컬 아이디)**를 지정합니다. 1~254번까지 입력할 수 있으며, 모듈이 4개가 있다고 가정하면 각각 1, 2, 3, 4번으로 지정합니다. 구입시 기본값은 1번입니다.

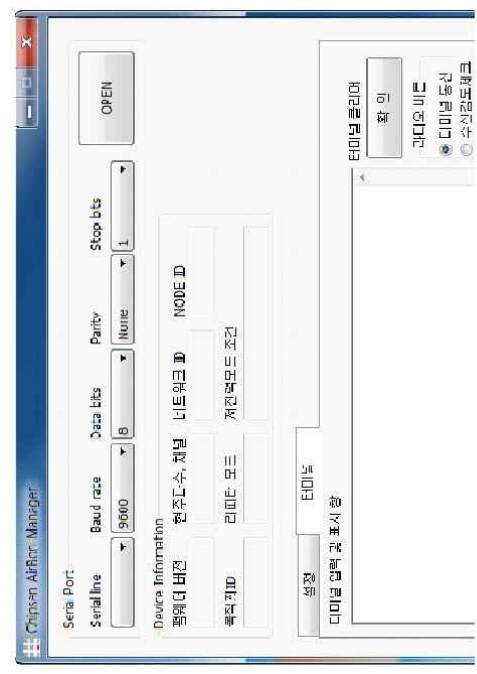
AT+SRDSID=1~254<CR>



5 모듈에서 데이터를 전송할 수신모듈(목적지) 주소를 설정할 수 있습니다. 1~255의 값을 가지며, 기본값은 255입니다. 브로드캐스팅을 하려면 255로 설정하시면 됩니다. 다음과 같이 입력합니다.
AT+SRDDID=1~255<CR>



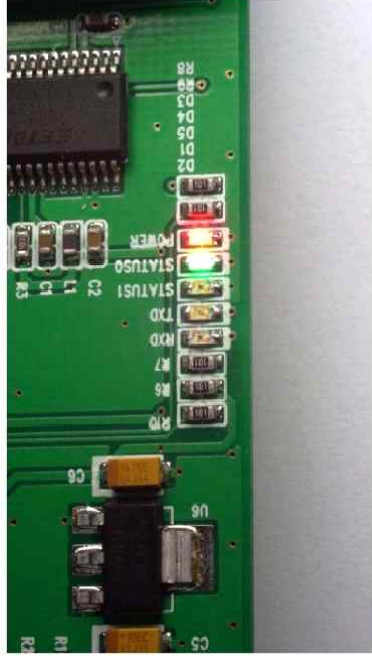
6 Data가 정상적으로 송수신이 되는지 확인하기 위해서 테스트보드의 모드 스위치를 Data통신모드로 위치시키시면, Status1번 LED가 녹색이 됩니다. 터미널 프로그램으로 데이터 송수신을 확인합니다.



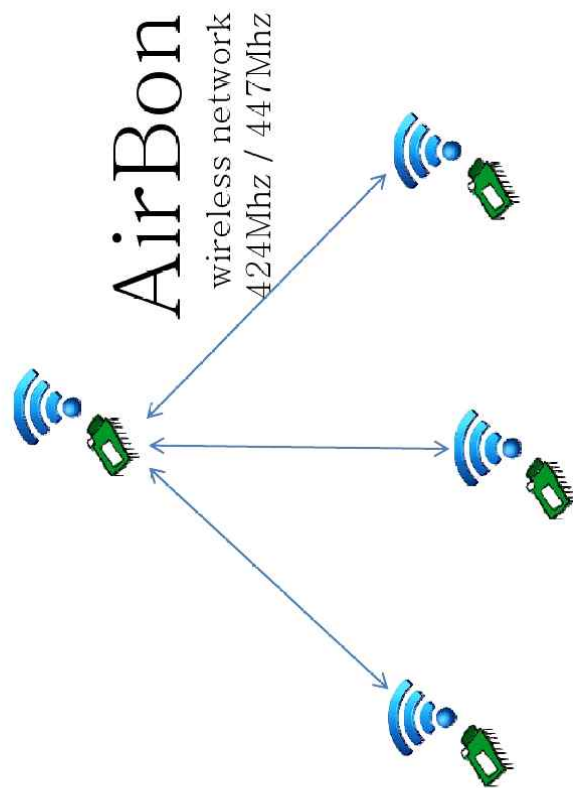
- 5 모듈에서 데이터를 전송할 수신모듈(목적지) 주소를 설정할 수 있습니다. 1~255의 값을 가지며, 기본값은 255입니다. 브로드캐스팅을 하려면 255로 설정하시면 됩니다. 다음과 같이 입력합니다.
AT+SRDDID=1~255<CR>



- 6 Data가 정상적으로 송수신이 되는지 확인하기 위해서 테스트보드의 모드 스위치를 **Data통신모드**로 위치시키시면, Status1번 LED가 녹색이 됩니다. 터미널 프로그램으로 데이터 송수신을 확인합니다.



7 각 모듈의 세팅이 완료되면 다음과 같은 무선 네트워크가 형성됩니다.



본사 : 경기도 광명시 소하동 1345 광명테크노파크 E동 50호

매장 : 서울시 구로구 구로동 1258 구로중앙유통단지 지하C-17

TEL 1599-6005 FAX 02-2083-2288

E-mail support@chipSEN.com

AT Command Manual v0.8

㈜칩센이 설계한 제품을 사용하고 응용 프로그램 및 엔지니어링 노력을 지원하기 위해 고객에게 서비스로 이 정보를 제공합니다. 제공된 정보는 특히 고객이 (주)칩센에 제공한 요구 사항에 기반을 두고 있습니다. ㈜칩센은 고객의 소유가 될 수 있는 정보를 포함하여 추가 관련 정보에 대한 독립적인 검색을 수행하지 않았습니다. 또한 전자 시스템 내에서 ㈜칩센이 설계 한 이 제품의 시스템 유효성 검사는 고객 또는 고객의 시스템 통합 책임이 있습니다. 여기에 제공된 모든 사양은 변경 될 수 있습니다.

저작권

이 문서는 ㈜칩센의 재산이며 독점 기술 정보가 포함되어 있습니다. 이 문서의 복사 등으로 제공하고 사용하거나 그 내용의 통신 등을 명시적 권한 없이 사용을 금지하고 있습니다. 이를 어길시 손해에 대한 지불에 책임이 있습니다. 여기에 제공된 모든 사양은 언제든지 예고 없이 변경 될 수 있습니다.

1. 소개

1.1 범위

이 문서는 (주)집센 AirBon-F400에 대해 설정하는 AT명령어를 제공합니다.

- AirBon-F400 424MHz, 447MHz

1.2 규칙 및 약어

이 문서에서 AirBon-F400모듈은 다음과 같은 용어로 지칭됩니다.

- 1) ME(Mobile Equipment)
- 2) MS(Mobile Station)
- 3) TA(Terminal Station)
- 4) DCE(Data Communication Equipment) or facsimile DCE(FAX modem, FAX board)

고객의 응용 프로그램에서 장치를 제어하면 해당 직렬 인터페이스를 통해 명령에 보내 AirBon-F400 모듈을 제어합니다. 시리얼 케이블로 AirBon-F400에 연결된 제어 장치는 다음과 같은 용어로 지칭됩니다.

- 1) TE(Terminal Equipment)
- 2) DTE(Data Terminal Equipment) or 간단하게 임베디드 시스템에서 실행 "응용프로그램"

1.3 데이터모드 및 명령모드

AirBon-F400은 두가지 작업 모드가 있습니다. 데이터모드와 명령모드이며 두 모드는 C2D핀을 통해 전환할 수 있습니다. AirBon-F400 C2D핀의 기본 상태는 데이터 모드에 있습니다. C2D핀(저항기를 통해 4.7K)은 AirBon-F400 데이터 모드로 연결되어 있습니다. C2D핀을 GND로 내리게 되면 AirBon-F400은 명령 모드로 전환됩니다.

Waittime의 기본값은 120ms입니다. 프레임크기는 255자 입니다.

1.4 AT 커맨드 구문

"AT"또는 "at" 접두사는 각 명령줄의 시작 부분에 설정해야 합니다. 명령 줄 사용자를 종료하려면 <CR>을 입력해야 합니다. AirBon-F400은 문자를 다시 입력하면 사용자가 잘못된 문자를 입력시 "ERROR"를 반환합니다. AT 명령어가 효과적으로 실행되고 있는지 확인하기 위해 사용자가 바르게 입력해야 합니다.

명령은 보통 "<CR> <LF> <response> <CR> <LF>" 이 문서 전체를 포함하는 응답을 통해 준수한 응답이 표시됩니다. <CR> <LF>는 생략되어 있습니다.

참고)

<CR> = 0x0D, <LF> = 0x0A, <NUL> = 0x00

AT 명령은 다음표와 같이 여러가지 모드에서 작동할 수 있습니다.

Table 2 : AT명령어 및 응답의 유형

Test command	AT+ <x>=?	AirBon-F400 모듈은 해당 쓰기 명령 또는 내부 프로세스에 의해 매개변수 및 값 범위의 목록을 반환합니다.
Read command	AT+ <x>?	이 명령은 매개 변수 또는 매개 변수의 현재 설정값을 반환합니다.
Write command	AT+ <x>=<...>	이 명령은 사용자 정의 매개 변수값을 설정합니다.

2. AirBon-F400 모듈 AT 명령어

2.1 개요

명령어	기술
AT+SRDFIRM	GET AirBon-F400 FIRMWARE INFORMATION
AT+SRDBAND	GET/SET AirBon-F400 BAND
AT+SRDRSSI	GET RSSI (RECEIVED SIGNAL STRENGTH INDICATOR)
AT+SRDCHA	GET/SET AirBon-F400 RF CHANNEL
AT+SRDTPWR	GET/SET AirBon-F400 TX POWER
AT+SRDCID	GET/SET AirBon-F400 NETWORK ID
AT+SRDSID	GET/SET LOCAL AirBon-F400 ID
AT+SRDDID	GET/SET DESTINATION AirBon-F400 ID
AT+SRDFORWARD	ENABLE/DISABLE FORWARD
AT+SRDPARAM	GET/SET AirBon-F400 PARAMETERS
AT+SRDSLEEP	GET/SET AirBon-F400 SLEEP TIME IN POWER SAVE MODE
AT+SRDEPS	GET/SET AirBon-F400 POWER SAVE MODE
AT+SRDCONREMOTE	ENABLE/DISABLE CONFIGURE REMOTE AirBon-F400
AT+SRDRESET	RESET AirBon-F400
AT+SRDUART	GET/SET AirBon-F400 UART BAUD RATE

2.2 명령어에 대한 추가설명

2.2.1 AT+SRDFIRM Get AirBon-F400 Firmware Information

AT+SRDFIRM Get AirBon-F400 Firmware Information	
Read command	Response
AT+SRDFIRM?	(Firm Information)

	OK
	Parameter

2.2.2 AT+BAND Get/Set AirBon-F400

AT+SRDSN Get/Set AirBon-F400 SN		
Read command AT+SRDBAND?	Response	
	0 or 1	
	OK	
	Parameter	0 = 424MHz
	0 or 1	1 = 447MHz

2.2.3 AT+SRDRSSI Get RSSI(Received Signal Strength Indicator)

AT+SRDRSSI Get RSSI(Received Signal Strength Indicator)		
Read command AT+SRDRSSI?	Response	
	+SRDRSSI:<signal>	
	OK	
	Parameter <mode>	수신 신호 강도, 0을 식별할 정수 0-230 중 하나 신호여부를 확인 RSSI하기 전에 데이터를 수신을 의미 합니다.
Reference	Note * AirBon-F400이 패킷을 수신한 후 AirBon-F400은 모든 시간을 마지막으로 시간을 패킷을 수신하고, 업데이트 할 때 이 값은 신호 강도입니다.	

2.2.4 AT+SRDCHA Get/Set AirBon-F400 RF Channel

AT+SRDCHA Get/Set AirBon-F400 RF Channel		
Test command AT+SRDCHA=?	Response	
	+SRDCHA : (list of supported <channel>s)	
	OK	
	Parameter See write command	
Write command AT+SRDCHA= <channel>	Response	
	OK	
	ERROR	
	Parameter <channel>	AirBon-F400 RF 채널을 표시하는 정수 매개변수의 기본값은 0 입니다.
Read command AT+SRDCHA?	Response +SRDCHA:<channel> OK	

	Parameter See write command
--	--------------------------------

2.2.5 AT+SRDTPWR Get/Set AirBon-F400 Power

AT+SRDTPWR Get/Set AirBon-F400 Power		
Test command AT+SRDTPWR=?	Response +SRDTPWR : (list of supported <level>s) OK	
	Parameter See write command	
Write command AT+SRDTPWR= <level>	Response OK ERROR	
	Parameter <level>	정수 매개 변수를 0-4은 TX전력 수준을 나타냅니다. 이는 각각 2, 4, 6, 8, 10dBm에 해당합니다. 기본값은 4 입니다.
Read command AT+SRDTPWR?	Response +SRDTPWR : <level> OK	
	Parameter See write command	

2.2.6 AT+SRDCID Get/Set AirBon-F400 Network ID

AT+SRDCID Get/Set AirBon-F400 Network ID		
Test Command AT+SRDCID=?	Response +SRDCID : (list of supported <cid>s) OK	
Write command AT+_SRDCID=<cid>	Response OK ERROR	
	Parameter <cid>	AirBon-F400 하위 네트워크를 식별할 수 있는 정수 는 0-255. 기본값은 1입니다.
Read command AT+SRDCID?	Response +SRDCID : <cid> OK	

	Parameter See write command
Reference	Note * AirBon-F400 모듈은 동일한 네트워크 ID와 통신해야 합니다.

2.2.7 AT+SRDSID Get/Set Local AirBon-F400 ID

AT+SRDSID Get/Set Local AirBon-F400 ID		
Test command AT+SRDSID=?	Response +SRDSID : (list of supported <sid>s) OK	
Write command AT+SRDSID=<sid>	Response OK ERROR	
	Parameter <sid>	하위 네트워크에서 고유한 AirBon-F400을 식별할 정수 0-254. 기본값은 1입니다.
Read command AT+SRDSID?	Response +SRDSID : <sid> OK	
	Parameter See write command	

2.2.8 AT+SRDDID Get/Set Destination AirBon-F400 ID

AT+SRDDID Get/Set Destination AirBon-F400 ID		
Test command AT+SRDDID=?	Response +SRDDID : (list of supported <did>s) OK	
Write command AT+SRDDID=<did>	Response OK ERROR	
	Parameter <did>	0-254까지 노드ID를 데이터 전송 목적으로 설정합니다. 255는 브로드 캐스팅으로 동일 네트워크 ID에 발송합니다.
Read command AT+SRDDID?	Response +SRDDID : <did> OK	

2.2.9 AT+SRDFORWARD Enable/Disable AirBon-F400 Forward(리피터 기능)

AT+SRDFORWARD Enable/Disable AirBon-F400 Forward		
Test command AT+ SRDFORWARD=?	Response +SRDFORWARD : (list of supported <param>s) OK	
Write command AT+SRDFOWRD =<param>	Response OK ERROR	
	Parameter <param>	0---disable forward (default value) 1---enable forward
Read command AT+SRDFOWARD?	Response +SRDFORWARD : <param> OK	
	Parameter See write command	

2.2.10 AT+SRDPARAM Get/Set AirBon-F400 Parameters

AT+SRDPARAM Get/Set AirBon-F400 Parameters		
Write command AT+SRDPARAM= [<cha>],[<cid>],[<sid>], [<did>],[<datar>],[<txp wr>],[<forward>]	Response OK ERROR	
	Parameter <cha> <cid> <sid> <did> <datar> <txpwr> <forward>	RF channel Network ID Local AirBon-F400 ID Destination AirBon-F400 ID AirBon-F400 air interface data rate TX power Forward Enable/Disable
Read command AT+SRDPARAM?	Response +SRDPARAM: <cha>,<cid>,<sid>,<did>,<datar>,<txpwr>,<forward> OK	

2.2.11 AT+SRDSLEEP Get/Set AirBon-F400 Sleep Time in Power Save Mode

AT+SRDSLEEP Get/Set AirBon-F400 Sleep Time in Power Save Mode	
Test Command AT+SRDSLEEP=?	Response +SRDSLEEP : (1-255, 0-2)

	OK	
	Parameter	See write command
Write command AT+SRDSLEEP= <time>,<unit>	Response OK ERROR	
	Parameter	<time> 시간 기본값은 10, 0입니다. Unit이 0일 경우 time은 1-255 Unit이 1일 경우 time은 1-255 Unit이 2일 경우 time은 1-48 해당 기능은 at+srdeps=2/3/6/7 으로 셋팅할 경우 적용됩니다. <unit> 시간/분/초 <unit>은 시간의 단위이며 0~2입니다. 0 - time을 초단위로 설정합니다. 1 - 분단위로 설정합니다. 2 - 시간단위로 설정하며 최대 48시간입니다.
Read Command AT+SRDSLEEP?	Response +SRDSLEEP : <time>,<unit> OK	
	Parameter	See write command
Reference	Note Wake Up 할 경우 UART TX로 MCU WAKE UP을 발송합니다.	

2.2.12 AT+SRDEPS Get/Set AirBon-F400 Power Saver Mode

AT+SRDEPS Get/Set AirBon-F400 Power Saver Mode		
Test Command AT+SRDEPS=?	Response +SRDEPS : (list of supported <mode>s) OK	
	Parameter	See write command
Write command AT+SRDEPS= <mode>	Response OK ERROR	
	Parameter	<mode> 0---nomal(default value) 1---enable power save wake up by UART

		2---enable power save, wake up by timer 3---enable power save wake up by timer or UART 5---enable power save, wake up by UART and send self SID when wake up 6---enable power save wake up by timer and send self SID when wake up 7---enable power save, wake up by timer or UART, and send self SID when wake up
Read command AT+SRDEPS?	Response +SRDEPS : <mode> OK Parameter See write command	

2.2.13 AT+SRDCONREMOTE Enable/Disable Configure Remote AirBon-F400

AT+SRDCONREMOTE Enable/Disable Configure Remote AirBon-F400		
Write command AT+SRDCONREMOTE = <param>	Response OK ERROR	
	Parameter <param>	0---disable AirBon-F400 remote configuration function (default value) 1,---enable AirBon-F400 remote configuration function
Read command AT+SRDCONREMOTE?	Response +SRDCONREMOTE : <param> OK	
	Parameter See write command	

2.2.13.1 Configure remote AirBon-F400

사용자가 원격 구성 기능을 가능하게 하는 경우는 원격 Read/Write를 지원하는 AT명령어는 원격 AirBon-F400 모듈에 의해 실행됩니다. 그리고 피드백은 지역 AirBon-F400 모듈(컨트롤러)로 전송됩니다.

원격 읽기 명령, 응답은 다음과 같습니다.

a) incorrect AT command or parameters

ERROR

b) The AT command executed successfully at the local AirBon-F400 side but failed at the remote side.

OK

C) The AT command executed successfully at both the local and remote AirBon-F400 side.

OK

RM(SID) : result

For remote write command, the response information is as below;

a) incorrect AT command or parameters

ERROR

b) The At command executed successfully at the local AirBon-F400 side failed at the remote side.

OK

RM(SID):Fail

c) The AT command executed successfully at the local and remote AirBon-F400 side.

OK

RM(SID):Success

Table6 : AT command support remote read or write

Commands	Support remote read	Support remote write	Remark
AT+SRDFIRM	Yes	No	
AT+SRDRSSI	Yes	No	
AT+SRDCHA	Yes	Yes	Note
AT+SRDTXPWR	Yes	Yes	
AT+SRDCID	Yes	Yes	Note
AT+SRDSID	Yes	Yes	
AT+SRDDID	Yes	Yes	
AT+SRDFORWARD	Yes	Yes	
AT+SRDPARAM	Yes	Yes	Note
AT+SRDSLEEP	Yes	Yes	
AT+SRDEPS	Yes	Yes	
AT+SRDRESET	No	Yes	

2.2.15 AT+SRDRESET Reset AirBon-F400(초기화)

AT+SRDRESET Reset AirBon-F400		
Write command AT+SRDRESET= <mode>	Response OK ERROR	
	Parameter <mode>	0---전체 초기화 1---UART셋팅 제외하고 초기화

2.2.17 AT+SRDUART Get/Set AirBon-F400 UART Baud Rate

AT+SRDUART Get/Set AirBon-F400 UART Baud Rate	
Test command AT+SRDUART=?	Response +SRDUART : (0-6, 0-5)

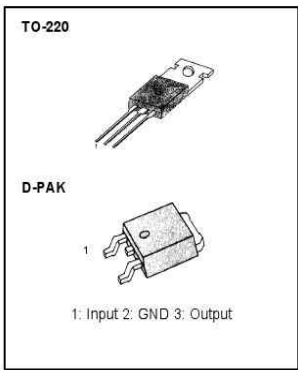
LM78XX (KA78XX, MC78XX) FIXED VOLTAGE REGULATOR (POSITIVE)

3-TERMINAL 1A POSITIVE VOLTAGE REGULATORS

The LM78XX series of three-terminal positive regulators are available in the TO-220/D-PAK package and with several fixed output voltages, making them useful in a wide range of applications. Each type employs internal current limiting, thermal shut-down and safe area protection, making it essentially indestructible. If adequate heat sinking is provided, they can deliver over 1A output current. Although designed primarily as fixed voltage regulators, these devices can be used with external components to obtain adjustable voltages and currents.

FEATURES

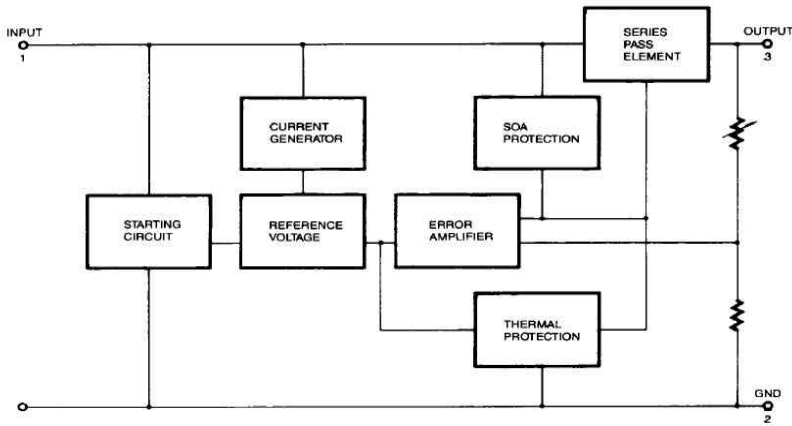
- Output Current up to 1A
- Output Voltages of 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 15, 18, 24V
- Thermal Overload Protection
- Short Circuit Protection
- Output Transistor SOA Protection



ORDERING INFORMATION

Device	Output Voltage Tolerance	Packag	Operating Temperature
KA78XXCT	± 4%	TO-220	0 ~ +125 °C
KA78XXAT	± 2%		-40 ~ +125 °C
KA78XXIT	± 4%		0 ~ +125 °C
KA78XXR	± 2%	D-PAK	-40 ~ +125 °C
KA78XXIR	± 4%		0 ~ +125 °C

BLOCK DIAGRAM



LM78XX (KA78XX, MC78XX) FIXED VOLTAGE REGULATOR (POSITIVE)

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS (T_A = +25°C, unless otherwise specified)

Characteristic	Symbol	Value	Unit
Input Voltage (for V _O = 5V to 18V)	V _I	35	V
(for V _O = 24V)	V _I	40	V
Thermal Resistance Junction-Cases	R _{θJC}	5	°C/W
Thermal Resistance Junction-Air	R _{θJA}	65	°C/W
Operating Temperature Range KA78XX/A/R/RA	T _{OPR}	0 ~ +125	°C
KA78XX/I/RI		-40 ~ +125	°C
Storage Temperature Range	T _{STG}	-65 ~ +150	°C

LM7805/I/R/RI ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(Refer to test circuit. T_{MIN} < T_J < T_{MAX}. I_O = 500mA, V_I = 10V, C_I = 0.33μF, C_O = 0.1μF, unless otherwise specified)

Characteristic	Symbol	Test Conditions	LM7805I			LM7805			Unit
			Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Output Voltage	V _O	T _J = +25 °C	4.8	5.0	5.2	4.8	5.0	5.2	V
		5.0mA ≤ I _O ≤ 1.0A, P _O ≤ 15W							
		V _I = 7V to 20V V _I = 8V to 20V	4.75	5.0	5.25	4.75	5.0	5.25	
Line Regulation	ΔV _O	T _J = +25 °C							mV
		V _O = 7V to 25V V _I = 8V to 12V		4.0	100		4.0	100	
Load Regulation	ΔV _O	T _J = +25 °C							mV
		I _O = 5.0mA to 1.5A I _O = 250mA to 750mA		9	100		9	100	
Quiescent Current	I _O	T _J = +25 °C		5.0	8		5.0	8	mA
Quiescent Current Change	ΔI _O	I _O = 5mA to 1.0A		0.03	0.5		0.03	0.5	mA
		V _I = 7V to 25V					0.3	1.3	
		V _I = 8V to 25V		0.3	1.3				
Output Voltage Drift	ΔV _O /ΔT	I _O = 5mA		-0.8			-0.8		mV/°C
Output Noise Voltage	V _N	f = 10Hz to 100KHz, T _A = +25 °C		42			42		μV/V _O
Ripple Rejection	RR	f = 120Hz V _O = 8 to 18V	62	73		62	73		dB
Dropout Voltage	V _O	I _O = 1A, T _J = +25 °C		2			2		V
Output Resistance	R _O	f = 1KHz		15			15		mΩ
Short Circuit Current	I _{SC}	V _I = 35V, T _A = +25 °C		230			230		mA
Peak Current	I _{PK}	T _J = +25 °C		2.2			2.2		A

* T_{MIN} < T_J < T_{MAX}

LM78XX/I/RI: T_{MIN} = -40 °C, T_{MAX} = +125 °C

LM78XX/R: T_{MIN} = 0 °C, T_{MAX} = +125 °C

* Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in V_O due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty is used.

FAIRCHILD
SEMICONDUCTOR™

LM78XX (KA78XX, MC78XX) FIXED VOLTAGE REGULATOR (POSITIVE)

LM7806/I/R/RI ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(Refer to test circuit, $T_{MIN} < T_J < T_{MAX}$, $I_O = 500mA$, $V_I = 11V$ $C_I = 0.33\mu F$, $C_O = 0.1\mu F$, unless otherwise specified)

Characteristic	Symbol	Test Conditions	LM7806I			LM7806			Unit
			Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Output Voltage	V_O	$T_J = +25^\circ C$	5.75	6.0	6.25	5.75	6.0	6.25	V
		$5.0mA \leq I_O \leq 1.0A$, $P_O \leq 15W$							
		$V_I = 8.0V$ to $21V$ $V_I = 9.0V$ to $21V$	5.7	6.0	6.3	5.7	6.0	6.3	
Line Regulation	ΔV_O	$T_J = +25^\circ C$		5	120		5	120	mV
		$V_I = 8V$ to $25V$ $V_I = 9V$ to $13V$		1.5	60		1.5	60	
Load Regulation	ΔV_O	$T_J = +25^\circ C$		9	120		9	120	mV
		$I_O = 5mA$ to $1.5A$ $I_O = 250mA$ to $750A$		3	60		3	60	
Quiescent Current	I_Q	$T_J = +25^\circ C$		5.0	8		5.0	8	mA
Quiescent Current Change	ΔI_Q	$I_O = 5mA$ to $1A$			0.5			0.5	mA
		$V_I = 8V$ to $25V$						1.3	
		$V_I = 9V$ to $25V$			1.3				
Output Voltage Drift	$\Delta V_O / \Delta T$	$I_O = 5mA$		-0.8			-0.8		mV/ $^\circ C$
Output Noise Voltage	V_N	$f = 10Hz$ to $100kHz$, $T_A = +25^\circ C$		45			45		$\mu V/V_O$
Ripple Rejection	RR	$f = 120Hz$ $V_I = 9V$ to $19V$	59	75		59	75		dB
Dropout Voltage	V_D	$I_O = 1A$, $T_J = +25^\circ C$		2			2		V
Output Resistance	R_O	$f = 1KHz$		19			19		m Ω
Short Circuit Current	I_{SC}	$V_I = 35V$, $T_A = +25^\circ C$		250			250		mA
Peak Current	I_{PK}	$T_J = +25^\circ C$		2.2			2.2		A

* $T_{MIN} < T_J < T_{MAX}$

LM78XX/I/RI: $T_{MIN} = -40^\circ C$, $T_{MAX} = +125^\circ C$

LM78XX/R: $T_{MIN} = 0^\circ C$, $T_{MAX} = +125^\circ C$

* Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Change in V_O due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty is used.

FAIRCHILD
SEMICONDUCTOR™

LM78XX (KA78XX, MC78XX) FIXED VOLTAGE REGULATOR (POSITIVE)

LM7808/I/R/RI ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(Refer to test circuit, $T_{MIN} < T_J < T_{MAX}$, $I_O = 500\text{mA}$, $V_I = 14\text{V}$, $C_I = 0.33\mu\text{F}$, $C_O = 0.1\mu\text{F}$, unless otherwise specified)

Characteristic	Symbol	Test Conditions	LM7808I			LM7808			Unit
			Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Output Voltage	V_O	$T_J = +25^\circ\text{C}$	7.7	8.0	8.3	7.7	8.0	8.3	V
		$5.0\text{mA} \leq I_O \leq 1.0\text{A}$, $P_O \leq 15\text{W}$							
		$V_I = 10.5\text{V to } 23\text{V}$ $V_I = 11.5\text{V to } 23\text{V}$				7.6	8.0	8.4	
Line Regulation	ΔV_O	$T_J = +25^\circ\text{C}$							mV
		$V_I = 10.5\text{V to } 25\text{V}$ $V_I = 11.5\text{V to } 17\text{V}$		5.0	160		5.0	160	
Load Regulation	ΔV_O	$T_J = +25^\circ\text{C}$							mV
		$I_O = 5.0\text{mA to } 1.5\text{A}$ $I_O = 250\text{mA to } 750\text{mA}$		10	160		10	160	
Quiescent Current	I_Q	$T_J = +25^\circ\text{C}$		5.0	8		5.0	8	mA
Quiescent Current Change	ΔI_Q	$I_O = 5\text{mA to } 1.0\text{A}$		0.05	0.5		0.05	0.5	mA
		$V_I = 10.5\text{A to } 25\text{V}$					0.5	1.0	
		$V_I = 11.5\text{V to } 25\text{V}$		0.5	1.0				
Output Voltage Drift	$\Delta V_O/\Delta T$	$I_O = 5\text{mA}$		-0.8			-0.8		mV/°C
Output Noise Voltage	V_N	$f = 10\text{Hz to } 100\text{kHz}$, $T_A = +25^\circ\text{C}$		52			52		$\mu\text{V}/V_O$
Ripple Rejection	RR	$f = 120\text{Hz}$, $V_I = 11.5\text{V to } 21.5$	56	73		56	73		dB
Dropout Voltage	V_D	$I_O = 1\text{A}$, $T_J = +25^\circ\text{C}$		2			2		V
Output Resistance	R_O	$f = 1\text{KHz}$		17			17		$\text{m}\Omega$
Short Circuit Current	I_{SC}	$V_I = 35\text{V}$, $T_A = +25^\circ\text{C}$		230			230		mA
Peak Current	I_{PK}	$T_J = +25^\circ\text{C}$		2.2			2.2		A

* $T_{MIN} < T_J < T_{MAX}$

LM78XX/I/RI: $T_{MIN} = -40^\circ\text{C}$, $T_{MAX} = +125^\circ\text{C}$

LM78XX/R: $T_{MIN} = 0^\circ\text{C}$, $T_{MAX} = +125^\circ\text{C}$

* Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Change in V_O due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty is used.

LM78XX (KA78XX, MC78XX) FIXED VOLTAGE REGULATOR (POSITIVE)

LM7809I/RI ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(Refer to test circuit. $T_{MIN} < T_J < T_{MAX}$, $I_O = 500mA$, $V_I = 15V$, $C_I = 0.33\mu F$, $C_O = 0.1\mu F$, unless otherwise specified)

Characteristic	Symbol	Test Conditions	LM7809I			LM7809			Unit
			Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Output Voltage	V_O	$T_J = +25^\circ C$	8.65	9	9.35	8.65	9	9.35	V
		$5.0mA \leq I_O \leq 1.0A$, $P_D \leq 15W$				8.6	9	9.4	
		$V_I = 11.5V$ to $24V$ $V_I = 12.5V$ to $24V$	8.6	9	9.4				
Line Regulation	ΔV_O	$T_J = +25^\circ C$							mV
Load Regulation	ΔV_O	$T_J = +25^\circ C$							mV
Quiescent Current	I_Q	$T_J = +25^\circ C$							mA
Quiescent Current Change	ΔI_Q	$I_O = 5mA$ to $1.0A$							mA
		$V_I = 11.5V$ to $26V$							
		$V_I = 12.5V$ to $26V$							
Output Voltage Drift	$\Delta V_O / \Delta T$	$I_O = 5mA$							mV/°C
Output Noise Voltage	V_N	$f = 10Hz$ to $100KHz$, $T_A = +25^\circ C$							$\mu V/V_O$
Ripple Rejection	RR	$f = 120Hz$ $V_I = 13V$ to $23V$							dB
Dropout Voltage	V_D	$I_O = 1A$, $T_J = +25^\circ C$							V
Output Resistance	R_O	$f = 1KHz$							m Ω
Short Circuit Current	I_{SC}	$V_I = 35V$, $T_A = +25^\circ C$							mA
Peak Current	I_{PK}	$T_J = +25^\circ C$							A

* $T_{MIN} < T_J < T_{MAX}$

LM78XXI/RI: $T_{MIN} = -40^\circ C$, $T_{MAX} = +125^\circ C$

LM78XX/R: $T_{MIN} = 0^\circ C$, $T_{MAX} = +125^\circ C$

* Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Change in V_O due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty is used.

FAIRCHILD
SEMICONDUCTOR™

LM78XX (KA78XX, MC78XX) FIXED VOLTAGE REGULATOR (POSITIVE)

LM7810/IR/RI ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(Refer to test circuit, $T_{MIN} < T_J < T_{MAX}$, $I_O = 500mA$, $V_I = 16V$, $C_I = 0.33\mu F$, $C_O = 0.1\mu F$, unless otherwise specified)

Characteristic	Symbol	Test Conditions	LM7810I			LM7810			Unit
			Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Output Voltage	V_O	$T_J = +25^\circ C$	9.6	10	10.4	9.6	10	10.4	V
		$5.0mA \leq I_O \leq 1.0A$, $P_D \leq 15W$ $V_I = 12.5V$ to $25V$ $V_I = 13.5V$ to $25V$	9.5	10	10.5	9.5	10	10.5	
Line Regulation	ΔV_O	$T_J = +25^\circ C$		10	200		10	200	mV
		$V_I = 12.5V$ to $25V$ $V_I = 13V$ to $25V$		3	100		3	100	
Load Regulation	ΔV_O	$T_J = +25^\circ C$		12	200		12	200	mV
		$I_O = 5mA$ to $1.5A$ $I_O = 250mA$ to $750mA$		4	400		4	400	
Quiescent Current	I_Q	$T_J = +25^\circ C$		5.1	8		5.1	8	mA
Quiescent Current Change	ΔI_Q	$I_O = 5mA$ to $1.0A$			0.5			0.5	mA
		$V_I = 12.5V$ to $29V$						1.0	
		$V_I = 13.5V$ to $29V$			1.0				
Output Voltage Drift	$\Delta V_O / \Delta T$	$I_O = 5mA$		-1			-1		mV/°C
Output Noise Voltage	V_N	$f = 10Hz$ to $100kHz$, $T_A = +25^\circ C$		58			58		$\mu V/V_O$
Ripple Rejection	RR	$f = 120Hz$ $V_I = 13V$ to $23V$	56	71		56	71		dB
Dropout Voltage	V_D	$I_O = 1A$, $T_J = +25^\circ C$		2			2		V
Output Resistance	R_O	$f = 1KHz$		17			17		$m\Omega$
Short Circuit Current	I_{SC}	$V_I = 35V$, $T_A = +25^\circ C$		250			250		mA
Peak Current	I_{PK}	$T_J = +25^\circ C$		2.2			2.2		A

* $T_{MIN} < T_J < T_{MAX}$

LM78XX/IR/RI: $T_{MIN} = -40^\circ C$, $T_{MAX} = +125^\circ C$

LM78XX/R: $T_{MIN} = 0^\circ C$, $T_{MAX} = +125^\circ C$

* Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Change in V_O due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty is used.

LM78XX (KA78XX, MC78XX) FIXED VOLTAGE REGULATOR (POSITIVE)

LM7811//R/RI ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(Refer to test circuit, $T_{MIN} < T_J < T_{MAX}$, $I_O = 500mA$, $V_I = 18V$, $C_I = 0.33\mu F$, $C_O = 0.1\mu F$, unless otherwise specified)

Characteristic	Symbol	Test Conditions	LM7811I			LM7811			Unit
			Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Output Voltage	V_O	$T_J = +25^\circ C$	10.6	11	11.4	10.6	11	11.4	V
		$5.0mA \leq I_O \leq 1.0A$, $P_D \leq 15W$							
		$V_I = 13.5V$ to $26V$ $V_I = 14.5V$ to $26V$	10.5	11	11.5	10.5	11	11.5	
Line Regulation	ΔV_O	$T_J = +25^\circ C$							mV
		$V_I = 13.5V$ to $26V$ $V_I = 14V$ to $21V$		10	220		10	220	
Load Regulation	ΔV_O	$T_J = +25^\circ C$							mV
		$I_O = 5.0mA$ to $1.5A$ $I_O = 250mA$ to $750mA$		12	220		12	220	
Quiescent Current	I_Q	$T_J = +25^\circ C$		5.1	8		5.1	8	mA
Quiescent Current Change	ΔI_Q	$I_O = 5mA$ to $1.0A$			0.5			0.5	mA
		$V_I = 13.5V$ to $29V$						1.0	
		$V_I = 14.5V$ to $29V$			1.0				
Output Voltage Drift	$\Delta V_O / \Delta T$	$I_O = 5mA$		-1			-1		mV/°C
Output Noise Voltage	V_N	$f = 10Hz$ to $100KHz$, $T_A = +25^\circ C$		70			70		$\mu V / \sqrt{B}$
Ripple Rejection	RR	$f = 120Hz$ $V_I = 14V$ to $24V$	55	71		55	71		dB
Dropout Voltage	V_D	$I_O = 1A$, $T_J = +25^\circ C$		2			2		V
Output Resistance	R_O	$f = 1KHz$		18			18		m Ω
Short Circuit Current	I_{SC}	$V_I = 35V$, $T_A = +25^\circ C$		250			250		mA
Peak Current	I_{PK}	$T_J = +25^\circ C$		2.2			2.2		A

* $T_{MIN} < T_J < T_{MAX}$

LM78XX/I/RI: $T_{MIN} = -40^\circ C$, $T_{MAX} = +125^\circ C$

LM78XX/R: $T_{MIN} = 0^\circ C$, $T_{MAX} = +125^\circ C$

* Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Change in V_O due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty is used.

FAIRCHILD
SEMICONDUCTOR™

LM78XX (KA78XX, MC78XX) FIXED VOLTAGE REGULATOR (POSITIVE)

LM7812I/R/I ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(Refer to test circuit, $T_{MIN} < T_J < T_{MAX}$, $I_O = 500mA$, $V_I = 19V$, $C_I = 0.33\mu F$, $C_O = 0.1\mu F$, unless otherwise specified)

Characteristic	Symbol	Test Conditions	LM7812I			LM7812			Unit
			Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Output Voltage	V_O	$T_J = +25^\circ C$	11.5	12	12.5	11.5	12	12.5	V
		$5.0mA \leq I_O \leq 1.0A$, $P_D \leq 15W$ $V_I = 14.5V$ to $27V$ $V_I = 15.5V$ to $27V$	11.4	12	12.6	11.4	12	12.6	
Line Regulation	ΔV_O	$T_J = +25^\circ C$ $V_I = 14.5V$ to $30V$ $V_I = 16V$ to $22V$		10	240		10	240	mV
Load Regulation	ΔV_O	$T_J = +25^\circ C$ $I_O = 5mA$ to $1.5A$ $I_O = 250mA$ to $750mA$		11	240		11	240	mV
Quiescent Current	I_Q	$T_J = +25^\circ C$		5.1	8		5.1	8	mA
Quiescent Current Change	ΔI_Q	$I_O = 5mA$ to $1.0A$		0.1	0.5		0.1	0.5	mA
		$V_I = 14.5V$ to $30V$					0.5	1.0	
		$V_I = 15V$ to $30V$			1.0				
Output Voltage Drift	$\Delta V_O / \Delta T$	$I_O = 5mA$	0.5	-1			-1		mV/°C
Output Noise Voltage	V_N	$f = 10Hz$ to $100kHz$, $T_A = +25^\circ C$		76			76		mV/V _O
Ripple Rejection	RR	$f = 120Hz$ $V_I = 15V$ to $25V$	55	71		55	71		dB
Dropout Voltage	V_D	$I_O = 1A$, $T_J = +25^\circ C$		2			2		V
Output Resistance	R_O	$f = 1KHz$		18			18		mΩ
Short Circuit Current	I_{SC}	$V_I = 35V$, $T_A = +25^\circ C$		230			230		mA
Peak Current	I_{PK}	$T_J = +25^\circ C$		2.2			2.2		A

$T_{MIN} < T_J < T_{MAX}$

LM78XXI/R/I: $T_{MIN} = -40^\circ C$, $T_{MAX} = +125^\circ C$

LM78XX/R: $T_{MIN} = 0^\circ C$, $T_{MAX} = +125^\circ C$

* Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Change in V_O due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty is used.

LM78XX (KA78XX, MC78XX) FIXED VOLTAGE REGULATOR (POSITIVE)

LM7815I/R/RI ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(Refer to test circuit, $T_{MIN} < T_J < T_{MAX}$, $I_O = 500mA$, $V_I = 23V$, $C_I = 0.33\mu F$, $C_O = 0.1\mu F$, unless otherwise specified)

Characteristic	Symbol	Test Conditions	LM7815I			LM7815			Unit
			Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Output Voltage	V_O	$T_J = +25^\circ C$	14.4	15	15.6	14.4	15	15.6	V
		$5.0mA \leq I_O \leq 1.0A$, $P_D \leq 15W$ $V_I = 17.5V$ to $30V$ $V_I = 18.5V$ to $30V$	14.2 5	15	15.75	14.25	15	15.75	
Line Regulation	ΔV_O	$T_J = +25^\circ C$							mV
		$V_I = 17.5V$ to $30V$ $V_I = 20V$ to $26V$		11 3	300 150		11 3	300 150	
Load Regulation	ΔV_O	$T_J = +25^\circ C$							mV
		$I_O = 5mA$ to $1.5A$ $I_O = 250mA$ to $750mA$		12 4	300 150		12 4	300 150	
Quiescent Current	I_Q	$T_J = +25^\circ C$		5.2	8		5.2	8	mA
Quiescent Current Change	ΔI_Q	$I_O = 5mA$ to $1.0A$			0.5			0.5	mA
		$V_I = 17.5V$ to $30V$						1.0	
		$V_I = 18.5V$ to $30V$			1.0				
Output Voltage Drift	$\Delta V_O / \Delta T$	$I_O = 5mA$		-1			-1		mV/ $^\circ C$
Output Noise Voltage	V_N	$f = 10Hz$ to $100kHz$, $T_A = +25^\circ C$		90			90		$\mu V/V_O$
Ripple Rejection	RR	$f = 120Hz$ $V_I = 18.5V$ to $28.5V$	54	70		54	70		dB
Dropout Voltage	V_D	$I_O = 1A$, $T_J = +25^\circ C$		2			2		V
Output Resistance	R_O	$f = 1KHz$		19			19		m Ω
Short Circuit Current	I_{SC}	$V_I = 35V$, $T_A = +25^\circ C$		250			250		mA
Peak Current	I_{PK}	$T_J = +25^\circ C$		2.2			2.2		A

* $T_{MIN} < T_J < T_{MAX}$

LM78XXI/R/I: $T_{MIN} = -40^\circ C$, $T_{MAX} = +125^\circ C$

LM78XX/R: $T_{MIN} = 0^\circ C$, $T_{MAX} = +125^\circ C$

* Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Change in V_O due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty is used.

LM78XX (KA78XX, MC78XX) FIXED VOLTAGE REGULATOR (POSITIVE)

LM7818/I/R/RI ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(Refer to test circuit, $T_{MIN} < T_J < T_{MAX}$, $I_O = 500mA$, $V_I = 27V$, $C_I = 0.33\mu F$, $C_O = 0.1\mu F$, unless otherwise specified)

Characteristic	Symbol	Test Conditions	LM7818I			LM7818			Unit
			Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Output Voltage	V_O	$T_J = +25^\circ C$	17.3	18	18.7	17.3	18	18.7	V
		$5.0mA \leq I_O \leq 1.0A$, $P_D \leq 15W$ $V_I = 21V$ to $33V$ $V_I = 22V$ to $33V$	17.1	18	18.9	17.1	18	18.9	
Line Regulation	ΔV_O	$T_J = +25^\circ C$ $V_I = 21V$ to $33V$		15	360		15	360	mV
		$V_I = 24V$ to $30V$		5	180		5	180	
Load Regulation	ΔV_O	$T_J = +25^\circ C$ $I_O = 5mA$ to $1.5A$		15	360		15	360	mV
		$I_O = 250mA$ to $750mA$		5.0	180		5.0	180	
Quiescent Current	I_Q	$T_J = +25^\circ C$		5.2	8		5.2	8	mA
Quiescent Current Change	ΔI_Q	$I_O = 5mA$ to $1.0A$			0.5			0.5	mA
		$V_I = 21V$ to $33V$						1	
		$V_I = 22V$ to $33V$			1.0				
Output Voltage Drift	$\Delta V_O / \Delta T$	$I_O = 5mA$		-1			-1		mV/°C
Output Noise Voltage	V_N	$f = 10Hz$ to $100kHz$, $T_A = +25^\circ C$		110			110		$\mu V / V_O$
Ripple Rejection	RR	$f = 120Hz$ $V_I = 22V$ to $32V$	53	69		53	69		dB
Dropout Voltage	V_D	$I_O = 1A$, $T_J = +25^\circ C$		2			2		V
Output Resistance	R_O	$f = 1KHz$		22			22		m Ω
Short Circuit Current	I_{SC}	$V_I = 35V$, $T_A = +25^\circ C$		250			250		mA
Peak Current	I_{PK}	$T_J = +25^\circ C$		2.2			2.2		A

* $T_{MIN} < T_J < T_{MAX}$

LM78XX/I/RI: $T_{MIN} = -40^\circ C$, $T_{MAX} = +125^\circ C$

LM78XX/R: $T_{MIN} = 0^\circ C$, $T_{MAX} = +125^\circ C$

* Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Change in V_O due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty is used.

FAIRCHILD
SEMICONDUCTOR™

LM78XX (KA78XX, MC78XX) FIXED VOLTAGE REGULATOR (POSITIVE)

LM7824I/RI ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(Refer to test circuit, $T_{MIN} < T_J < T_{MAX}$, $I_O = 500mA$, $V_I = 33V$, $C_I = 0.33\mu F$, $C_O = 0.1\mu F$, unless otherwise specified)

Characteristic	Symbol	Test Conditions	LM7824I			LM7824			Unit
			Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Output Voltage	V_O	$T_J = +25^\circ C$	23	24	25	23	24	25	V
		$5.0mA \leq I_O \leq 1.0A$, $P_O \leq 15W$ $V_I = 27V$ to $38V$ $V_I = 28V$ to $38V$	22.8	24	25.2	22.8	24	25.25	
Line Regulation	ΔV_O	$V_I = 27V$ to $38V$		17	480		17	480	mV
		$T_J = +25^\circ C$ $V_I = 30V$ to $36V$		6	240		6	240	
Load Regulation	ΔV_O	$I_O = 5mA$ to $1.5A$		15	480		15	480	mV
		$T_J = +25^\circ C$ $I_O = 250mA$ to $750mA$		5.0	240		5.0	240	
Quiescent Current	I_Q	$T_J = +25^\circ C$		5.2	8		5.2	8	mA
Quiescent Current Change	ΔI_Q	$I_O = 5mA$ to $1.0A$		0.1	0.5		0.1	0.5	mA
		$V_I = 27V$ to $38V$					0.5	1	
		$V_I = 28V$ to $38V$		0.5	1				
Output Voltage Drift	$\Delta V_O/\Delta T$	$I_O = 5mA$		-1.5			-1.5		mV/ $^\circ C$
Output Noise Voltage	V_N	$f = 10Hz$ to $100kHz$, $T_A = +25^\circ C$		160			60		$\mu V/V_O$
Ripple Rejection	RR	$f = 120Hz$ $V_I = 28V$ to $38V$	50	67		50	67		dB
Dropout Voltage	V_D	$I_O = 1A$, $T_J = +25^\circ C$		2			2		V
Output Resistance	R_O	$f = 1kHz$		28			28		$m\Omega$
Short Circuit Current	I_{SC}	$V_I = 35V$, $T_A = +25^\circ C$		230			230		mA
Peak Current	I_{PK}	$T_J = +25^\circ C$		2.2			2.2		A

* $T_{MIN} < T_J < T_{MAX}$

LM78XXI/RI: $T_{MIN} = -40^\circ C$, $T_{MAX} = +125^\circ C$

LM78XX/R: $T_{MIN} = 0^\circ C$, $T_{MAX} = +125^\circ C$

* Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Change in V_O due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty is used.

LM78XX (KA78XX, MC78XX) FIXED VOLTAGE REGULATOR (POSITIVE)

LM7805A/RA ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(Refer to the test circuits. $T_J = 0$ to $+125^\circ\text{C}$, $I_O = 1\text{A}$, $V_I = 10\text{V}$, $C_I = 0.33\mu\text{F}$, $C_O = 0.1\mu\text{F}$, unless otherwise specified)

Characteristic	Symbol	Test Conditions	Min	Typ	Max	Unit
Output Voltage	V_O	$T_J = +25^\circ\text{C}$	4.9	5	5.1	V
		$I_O = 5\text{mA}$ to 1A , $P_D \leq 5\text{W}$ $V_I = 7.5$ to 20V	4.8	5	5.2	
Line Regulation	ΔV_O	$V_I = 7.5$ to 25V $I_O = 500\text{mA}$		5	50	V
		$V_I = 8\text{V}$ to 12V		3	50	
		$T_J = +25^\circ\text{C}$ $V_I = 7.3\text{V}$ to 25V		5	50	
		$V_I = 8\text{V}$ to 12V		1.5	25	
Load Regulation	ΔV_O	$T_J = +25^\circ\text{C}$ $I_O = 5\text{mA}$ to 1.5A		9	100	V
		$I_O = 5\text{mA}$ to 1A		9	100	
		$I_O = 250$ to 750mA		4	50	
Quiescent Current	I_Q	$T_J = +25^\circ\text{C}$		5.0	6	mA
Quiescent Current Change	ΔI_Q	$I_O = 5\text{mA}$ to 1A			0.5	mA
		$V_I = 8\text{V}$ to 25V , $I_O = 500\text{mA}$			0.8	
		$V_I = 7.5\text{V}$ to 20V , $T_J = +25^\circ\text{C}$			0.8	
Output Voltage Drift	$\Delta V/\Delta T$	$I_O = 5\text{mA}$		-0.8		mV/ $^\circ\text{C}$
Output Noise Voltage	V_N	$f = 10\text{Hz}$ to 100kHz $T_A = +25^\circ\text{C}$		10		$\mu\text{V}/V_O$
Ripple Rejection	RR	$f = 120\text{Hz}$, $I_O = 500\text{mA}$ $V_I = 8\text{V}$ to 18V		68		dB
Dropout Voltage	V_D	$I_O = 1\text{A}$, $T_J = +25^\circ\text{C}$		2		V
Output Resistance	R_O	$f = 1\text{kHz}$		17		$\text{m}\Omega$
Short Circuit Current	I_{SC}	$V_I = 35\text{V}$, $T_A = +25^\circ\text{C}$		250		mA
Peak Current	I_{PK}	$T_J = +25^\circ\text{C}$		2.2		A

*Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Change in V_O due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty is used.

LM78XX (KA78XX, MC78XX) FIXED VOLTAGE REGULATOR (POSITIVE)

LM7806A/RA ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(Refer to the test circuits. $T_J = 0$ to $+150^\circ\text{C}$, $I_O = 1\text{A}$, $V_I = 11\text{V}$, $C_I = 0.33\mu\text{F}$, $C_O = 0.1\mu\text{F}$, unless otherwise specified)

Characteristic	Symbol	Test Conditions	Min	Typ	Max	Unit
Output Voltage	V_O	$T_J = +25^\circ\text{C}$	5.58	6	6.12	V
		$I_O = 5\text{mA}$ to 1A , $P_D \leq 15\text{W}$ $V_I = 8.6$ to 21V	5.76	6	6.24	
Line Regulation	ΔV_O	$V_I = 8.6$ to 25V $I_O = 500\text{mA}$		5	60	mV
		$V_I = 9\text{V}$ to 13V		3	60	
		$T_J = +25^\circ\text{C}$ $V_I = 8.3\text{V}$ to 21V		5	60	
		$T_J = +25^\circ\text{C}$ $V_I = 9\text{V}$ to 13V		1.5	30	
Load Regulation	ΔV_O	$T_J = +25^\circ\text{C}$ $I_O = 5\text{mA}$ to 1.5A		9	100	mV
		$I_O = 5\text{mA}$ to 1A		4	100	
		$I_O = 250$ to 750mA		5.0	50	
		$T_J = +25^\circ\text{C}$		4.3	6	
Quiescent Current	I_Q	$T_J = +25^\circ\text{C}$				mA
Quiescent Current Change	ΔI_Q	$I_O = 5\text{mA}$ to 1A			0.5	mA
		$V_I = 9\text{V}$ to 25V , $I_O = 500\text{mA}$			0.8	
		$V_I = 8.5\text{V}$ to 21V , $T_J = +25^\circ\text{C}$			0.8	
Output Voltage Drift	$\Delta V/\Delta T$	$I_O = 5\text{mA}$		-0.8		mV/ $^\circ\text{C}$
Output Noise Voltage	V_N	$f = 10\text{Hz}$ to 100kHz $T_A = +25^\circ\text{C}$		10		$\mu\text{V}/V_O$
Ripple Rejection	RR	$f = 120\text{Hz}$, $I_O = 500\text{mA}$ $V_I = 9\text{V}$ to 19V		65		dB
Dropout Voltage	V_D	$I_O = 1\text{A}$, $T_J = +25^\circ\text{C}$		2		V
Output Resistance	R_O	$f = 1\text{kHz}$		17		$\text{m}\Omega$
Short Circuit Current	I_{SC}	$V_I = 35\text{V}$, $T_A = +25^\circ\text{C}$		250		mA
Peak Current	I_{PK}	$T_J = +25^\circ\text{C}$		2.2		A

* Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Change in V_O due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty is used.

LM78XX (KA78XX, MC78XX) FIXED VOLTAGE REGULATOR (POSITIVE)

LM7808A/RA ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(Refer to the test circuits. $T_J = 0$ to $+150^\circ\text{C}$, $I_O = 1\text{A}$, $V_I = 14\text{V}$, $C_1 = 0.33\mu\text{F}$, $C_O = 0.1\mu\text{F}$, unless otherwise specified)

Characteristic	Symbol	Test Conditions	Min	Typ	Max	Unit
Output Voltage	V_O	$T_J = +25^\circ\text{C}$	7.84	8	8.16	V
		$I_O = 5\text{mA}$ to 1A , $P_D \leq 15\text{W}$ $V_I = 8.6$ to 21V	7.7	8	8.3	
Line Regulation	ΔV_O	$V_I = 10.6$ to 25V $I_O = 500\text{mA}$		6	80	mV
		$V_I = 11$ to 17V		3	80	
		$T_J = +25^\circ\text{C}$ $V_I = 10.4\text{V}$ to 23V $V_I = 11\text{V}$ to 17V		6 2	80 40	
Load Regulation	ΔV_O	$T_J = +25^\circ\text{C}$ $I_O = 5\text{mA}$ to 1.5A		12	100	mV
		$I_O = 5\text{mA}$ to 1A		12	100	
		$I_O = 250$ to 750mA		5	50	
Quiescent Current	I_Q	$T_J = +25^\circ\text{C}$		5.0	6	mA
Quiescent Current Change	ΔI_Q	$I_O = 5\text{mA}$ to 1A			0.5	mA
		$V_I = 11\text{V}$ to 25V , $I_O = 500\text{mA}$			0.8	
		$V_I = 10.6\text{V}$ to 23V , $T_J = +25^\circ\text{C}$			0.8	
Output Voltage Drift	$\Delta V/\Delta T$	$I_O = 5\text{mA}$		-0.8		mV/ $^\circ\text{C}$
Output Noise Voltage	V_N	$f = 10\text{Hz}$ to 100kHz $T_A = +25^\circ\text{C}$		10		$\mu\text{V}/V_O$
Ripple Rejection	RR	$f = 120\text{Hz}$, $I_O = 500\text{mA}$ $V_I = 11.5\text{V}$ to 21.5V		62		dB
Dropout Voltage	V_D	$I_O = 1\text{A}$, $T_J = +25^\circ\text{C}$		2		V
Output Resistance	R_O	$f = 1\text{kHz}$		18		m Ω
Short Circuit Current	I_{SC}	$V_I = 35\text{V}$, $T_A = +25^\circ\text{C}$		250		mA
Peak Current	I_{PK}	$T_J = +25^\circ\text{C}$		2.2		A

* Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Change in V_O due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty is used.

LM78XX (KA78XX, MC78XX) FIXED VOLTAGE REGULATOR (POSITIVE)

LM7809A/RA ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(Refer to the test circuits. $T_J = 0$ to $+125^\circ\text{C}$, $I_O = 1\text{A}$, $V_I = 15\text{V}$, $C_I = 0.33\mu\text{F}$, $C_O = 0.1\mu\text{F}$, unless otherwise specified)

Characteristic	Symbol	Test Conditions	Min	Typ	Max	Unit
Output Voltage	V_O	$T_J = +25^\circ\text{C}$	8.82	9.0	9.18	V
		$I_O = 5\text{mA}$ to 1A , $P_D \leq 15\text{W}$ $V_I = 11.2$ to 24V	8.65	9.0	9.35	
Line Regulation	ΔV_O	$V_I = 11.7$ to 25V $I_O = 500\text{mA}$		6	90	mV
		$V_I = 12.5$ to 19V		4	45	
		$T_J = +25^\circ\text{C}$, $V_I = 11.5\text{V}$ to 24V		6	90	
		$T_J = +25^\circ\text{C}$, $V_I = 12.5\text{V}$ to 19V		2	45	
Load Regulation	ΔV_O	$T_J = +25^\circ\text{C}$ $I_O = 5\text{mA}$ to 1.0A		12	100	mV
		$I_O = 5\text{mA}$ to 1.0A		12	100	
		$I_O = 250$ to 750mA		5	50	
		$T_J = +25^\circ\text{C}$		5.0	6.0	
Quiescent Current	I_Q	$T_J = +25^\circ\text{C}$				mA
Quiescent Current Change	ΔI_Q	$V_I = 11.7\text{V}$ to 25V , $T_J = +25^\circ\text{C}$			0.8	mA
		$V_I = 12\text{V}$ to 25V , $I_O = 500\text{mA}$			0.8	
		$I_O = 5\text{mA}$ to 1.0A			0.5	
Output Voltage Drift	$\Delta V/\Delta T$	$I_O = 5\text{mA}$		-1.0		mV/ $^\circ\text{C}$
Output Noise Voltage	V_N	$f = 10\text{Hz}$ to 100kHz $T_A = +25^\circ\text{C}$		10		$\mu\text{V}/V_O$
Ripple Rejection	RR	$f = 120\text{Hz}$, $I_O = 500\text{mA}$ $V_I = 12\text{V}$ to 22V		62		dB
Dropout Voltage	V_D	$I_O = 1\text{A}$, $T_J = +25^\circ\text{C}$		2.0		V
Output Resistance	R_O	$f = 1\text{kHz}$		17		$\text{m}\Omega$
Short Circuit Current	I_{SC}	$V_I = 35\text{V}$, $T_A = +25^\circ\text{C}$		250		mA
Peak Current	I_{PK}	$T_J = +25^\circ\text{C}$		2.2		A

* Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Change in V_O due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty is used.

LM78XX (KA78XX, MC78XX) FIXED VOLTAGE REGULATOR (POSITIVE)

LM7810A/RA ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(Refer to the test circuits. $T_J = 0$ to $+125^\circ\text{C}$, $I_O = 1\text{A}$, $V_I = 16\text{V}$, $C_1 = 0.33\mu\text{F}$, $C_O = 0.1\mu\text{F}$, unless otherwise specified)

Characteristic	Symbol	Test Conditions	Min	Typ	Max	Unit
Output Voltage	V_O	$T_J = +25^\circ\text{C}$	9.8	10	10.2	V
		$I_O = 5\text{mA}$ to 1A , $P_D \leq 15\text{W}$ $V_I = 12.8$ to 25V	9.6	10	10.4	
Line Regulation	ΔV_O	$V_I = 12.8$ to 25V $I_O = 500\text{mA}$		8	100	mV
		$V_I = 13$ to 20V		4	50	
		$T_J = +25^\circ\text{C}$ $V_I = 12.5\text{V}$ to 25V		8	100	
		$V_I = 13\text{V}$ to 20V		3	50	
Load Regulation	ΔV_O	$T_J = +25^\circ\text{C}$ $I_O = 5\text{mA}$ to 1.5A		12	100	mV
		$I_O = 5\text{mA}$ to 1.0A		12	100	
		$I_O = 250$ to 750mA		5	50	
Quiescent Current	I_Q	$T_J = +25^\circ\text{C}$		5.0	6.0	mA
Quiescent Current Change	ΔI_Q	$V_I = 13\text{V}$ to 26V , $T_J = +25^\circ\text{C}$			0.5	mA
		$V_I = 12.8\text{V}$ to 25V , $I_O = 500\text{mA}$			0.8	
		$I_O = 5\text{mA}$ to 1.0A			0.5	
Output Voltage Drift	$\Delta V/\Delta T$	$I_O = 5\text{mA}$		-1.0		mV/°C
Output Noise Voltage	V_N	$f = 10\text{Hz}$ to 100KHz $T_A = +25^\circ\text{C}$		10		$\mu\text{V}/V_O$
Ripple Rejection	RR	$f = 120\text{Hz}$, $I_O = 500\text{mA}$ $V_I = 14\text{V}$ to 24V		62		dB
Dropout Voltage	V_D	$I_O = 1\text{A}$, $T_J = +25^\circ\text{C}$		2.0		V
Output Resistance	R_O	$f = 1\text{KHz}$		17		$\text{m}\Omega$
Short Circuit Current	I_{SC}	$V_I = 35\text{V}$, $T_A = +25^\circ\text{C}$		250		mA
Peak Current	I_{PK}	$T_J = +25^\circ\text{C}$		2.2		A

* Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Change in V_O due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty is used.

LM78XX (KA78XX, MC78XX) FIXED VOLTAGE REGULATOR (POSITIVE)

LM7811A/RA ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(Refer to the test circuits. $T_J = 0$ to $+125^\circ\text{C}$, $I_O = 1\text{A}$, $V_I = 18\text{V}$, $C_1 = 0.33\mu\text{F}$, $C_O = 0.1\mu\text{F}$, unless otherwise specified)

Characteristic	Symbol	Test Conditions	Min	Typ	Max	Unit
Output Voltage	V_O	$T_J = +25^\circ\text{C}$	10.8	11.0	11.2	V
		$I_O = 5\text{mA}$ to 1A , $P_D \leq 15\text{W}$ $V_I = 13.8$ to 26V	10.6	11.0	11.4	
Line Regulation	ΔV_O	$V_I = 12.8$ to 26V $I_O = 500\text{mA}$		10	110	mV
		$V_I = 15$ to 21V		4	55	
		$T_J = +25^\circ\text{C}$ $V_I = 13.5\text{V}$ to 26V		10	110	
		$V_I = 15\text{V}$ to 21V		3	55	
Load Regulation	ΔV_O	$T_J = +25^\circ\text{C}$ $I_O = 5\text{mA}$ to 1.5A		12	100	mV
		$I_O = 5\text{mA}$ to 1.0A		12	100	
		$I_O = 250$ to 750mA		5	50	
Quiescent Current	I_Q	$T_J = +25^\circ\text{C}$		5.1	6.0	mA
Quiescent Current Change	ΔI_Q	$V_I = 13.8\text{V}$ to 26V , $T_J = +25^\circ\text{C}$			0.8	mA
		$V_I = 14\text{V}$ to 27V , $I_O = 500\text{mA}$			0.8	
		$I_O = 5\text{mA}$ to 1.0A			0.5	
Output Voltage Drift	$\Delta V_O/\Delta T$	$I_O = 5\text{mA}$		-1.0		mV/ $^\circ\text{C}$
Output Noise Voltage	V_N	$f = 10\text{Hz}$ to 100kHz $T_A = +25^\circ\text{C}$		10		$\mu\text{V}/V_O$
Ripple Rejection	RR	$f = 120\text{Hz}$, $I_O = 500\text{mA}$ $V_I = 14\text{V}$ to 24V		61		dB
Dropout Voltage	V_D	$I_O = 1\text{A}$, $T_J = +25^\circ\text{C}$		2.0		V
Output Resistance	R_O	$f = 1\text{kHz}$		18		m Ω
Short Circuit Current	I_{SC}	$V_I = 35\text{V}$, $T_A = +25^\circ\text{C}$		250		mA
Peak Current	I_{PK}	$T_J = +25^\circ\text{C}$		2.2		A

* Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Change in V_O due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty is used.

LM78XX (KA78XX, MC78XX) FIXED VOLTAGE REGULATOR (POSITIVE)

LM7812A/RA ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(Refer to the test circuits. $T_J = 0$ to $+125^\circ\text{C}$, $I_O = 1\text{A}$, $V_I = 19\text{V}$, $C_1 = 0.33\mu\text{F}$, $C_O = 0.1\mu\text{F}$, unless otherwise specified)

Characteristic	Symbol	Test Conditions	Min	Typ	Max	Unit
Output Voltage	V_O	$T_J = +25^\circ\text{C}$	11.75	12	12.25	V
		$I_O = 5\text{mA}$ to 1A , $P_D \leq 15\text{W}$ $V_I = 14.8$ to 27V	11.5	12	12.5	
Line Regulation	ΔV_O	$V_I = 14.8$ to 30V $I_O = 500\text{mA}$		10	120	mV
		$V_I = 16$ to 22V		4	120	
		$T_J = +25^\circ\text{C}$	$V_I = 14.5\text{V}$ to 27V	10	120	
			$V_I = 16\text{V}$ to 22V	3	60	
Load Regulation	ΔV_O	$T_J = +25^\circ\text{C}$ $I_O = 5\text{mA}$ to 1.5A		12	100	mV
		$I_O = 5\text{mA}$ to 1.0A		12	100	
		$I_O = 250$ to 750mA		5	50	
		$T_J = +25^\circ\text{C}$		5.1	6.0	
Quiescent Current	I_Q	$T_J = +25^\circ\text{C}$		5.1	6.0	mA
Quiescent Current Change	ΔI_Q	$V_I = 15\text{V}$ to 30V , $T_J = +25^\circ\text{C}$			0.5	mA
		$V_I = 14\text{V}$ to 27V , $I_O = 500\text{mA}$			0.8	
		$I_O = 5\text{mA}$ to 1.0A			0.8	
Output Voltage Drift	$\Delta V_O/\Delta T$	$I_O = 5\text{mA}$		-1.0		mV/ $^\circ\text{C}$
Output Noise Voltage	V_N	$f = 10\text{Hz}$ to 100kHz $T_A = +25^\circ\text{C}$		10		$\mu\text{V}/V_O$
Ripple Rejection	RR	$f = 120\text{Hz}$, $I_O = 500\text{mA}$ $V_I = 14\text{V}$ to 24V		60		dB
Dropout Voltage	V_D	$I_O = 1\text{A}$, $T_J = +25^\circ\text{C}$		2.0		V
Output Resistance	R_O	$f = 1\text{kHz}$		18		$\text{m}\Omega$
Short Circuit Current	I_{SC}	$V_I = 35\text{V}$, $T_A = +25^\circ\text{C}$		250		mA
Peak Current	I_{PK}	$T_J = +25^\circ\text{C}$		2.2		A

* Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Change in V_O due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty is used.

LM78XX (KA78XX, MC78XX) FIXED VOLTAGE REGULATOR (POSITIVE)

LM7815A/RA ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(Refer to the test circuits. $T_J = 0$ to $+150^\circ\text{C}$, $I_O = 1\text{A}$, $V_I = 23\text{V}$, $C_I = 0.33\mu\text{F}$, $C_O = 0.1\mu\text{F}$, unless otherwise specified)

Characteristic	Symbol	Test Conditions	Min	Typ	Max	Unit
Output Voltage	V_O	$T_J = +25^\circ\text{C}$	14.7	15	15.3	V
		$I_O = 5\text{mA}$ to 1A , $P_D \leq 15\text{W}$ $V_I = 17.7$ to 30V	14.4	15	15.6	
Line Regulation	ΔV_O	$V_I = 17.9$ to 30V $I_O = 500\text{mA}$		10	150	mV
		$V_I = 20$ to 26V		5	150	
		$T_J = +25^\circ\text{C}$	$V_I = 17.5\text{V}$ to 30V		11	150
			$V_I = 20\text{V}$ to 26V		3	75
Load Regulation	ΔV_O	$T_J = +25^\circ\text{C}$ $I_O = 5\text{mA}$ to 1.5A		12	100	mV
		$I_O = 5\text{mA}$ to 1.0A		12	100	
		$I_O = 250$ to 750mA		5	50	
		$T_J = +25^\circ\text{C}$		5.2	6.0	
Quiescent Current	I_Q	$T_J = +25^\circ\text{C}$				mA
Quiescent Current Change	ΔI_Q	$V_I = 17.5\text{V}$ to 30V , $T_J = +25^\circ\text{C}$			0.5	mA
		$V_I = 17.5\text{V}$ to 30V , $I_O = 500\text{mA}$			0.8	
		$I_O = 5\text{mA}$ to 1.0A			0.8	
Output Voltage Drift	$\Delta V_O/\Delta T$	$I_O = 5\text{mA}$		-1.0		mV/ $^\circ\text{C}$
Output Noise Voltage	V_N	$f = 10\text{Hz}$ to 100KHz $T_A = +25^\circ\text{C}$		10		$\mu\text{V}/V_O$
Ripple Rejection	RR	$f = 120\text{Hz}$, $I_O = 500\text{mA}$ $V_I = 18.5\text{V}$ to 28.5V		58		dB
Dropout Voltage	V_D	$I_O = 1\text{A}$, $T_J = +25^\circ\text{C}$		2.0		V
Output Resistance	R_O	$f = 1\text{KHz}$		19		$\text{m}\Omega$
Short Circuit Current	I_{SC}	$V_I = 35\text{V}$, $T_A = +25^\circ\text{C}$		250		mA
Peak Current	I_{PK}	$T_J = +25^\circ\text{C}$		2.2		A

* Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Change in V_O due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty is used.

LM78XX (KA78XX, MC78XX) FIXED VOLTAGE REGULATOR (POSITIVE)

LM7818A/RA ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(Refer to the test circuits. $T_J = 0$ to $+150^\circ\text{C}$, $I_O = 1\text{A}$, $V_I = 27\text{V}$, $C_I = 0.33\mu\text{F}$, $C_O = 0.1\mu\text{F}$, unless otherwise specified)

Characteristic	Symbol	Test Conditions	Min	Typ	Max	Unit
Output Voltage	V_O	$T_J = +25^\circ\text{C}$	17.64	18	18.36	V
		$I_O = 5\text{mA}$ to 1A , $P_D \leq 15\text{W}$ $V_I = 21$ to 33V	17.3	18	18.7	
Line Regulation	ΔV_O	$V_I = 21$ to 33V $I_O = 500\text{mA}$		15	180	mV
		$V_I = 21$ to 33V		5	180	
		$T_J = +25^\circ\text{C}$ $V_I = 20.6\text{V}$ to 33V		15	180	
		$V_I = 24\text{V}$ to 30V		5	90	
Load Regulation	ΔV_O	$T_J = +25^\circ\text{C}$ $I_O = 5\text{mA}$ to 1.5A		15	100	mV
		$I_O = 5\text{mA}$ to 1.0A		15	100	
		$I_O = 250$ to 750mA		7	50	
		$T_J = +25^\circ\text{C}$		5.2	6.0	
Quiescent Current	I_Q	$T_J = +25^\circ\text{C}$				mA
Quiescent Current Change	ΔI_Q	$V_I = 21\text{V}$ to 33V , $T_J = +25^\circ\text{C}$			0.5	mA
		$V_I = 21\text{V}$ to 33V , $I_O = 500\text{mA}$			0.8	
		$I_O = 5\text{mA}$ to 1.0A			0.8	
Output Voltage Drift	$\Delta V_O/\Delta T$	$I_O = 5\text{mA}$		-1.0		mV/ $^\circ\text{C}$
Output Noise Voltage	V_N	$f = 10\text{Hz}$ to 100kHz $T_A = +25^\circ\text{C}$		10		$\mu\text{V}/V_O$
Ripple Rejection	RR	$f = 120\text{Hz}$, $I_O = 500\text{mA}$ $V_I = 18.5\text{V}$ to 28.5V		57		dB
Dropout Voltage	V_D	$I_O = 1\text{A}$, $T_J = +25^\circ\text{C}$		2.0		V
Output Resistance	R_O	$f = 1\text{kHz}$		19		$\text{m}\Omega$
Short Circuit Current	I_{SC}	$V_I = 35\text{V}$, $T_A = +25^\circ\text{C}$		250		mA
Peak Current	I_{PK}	$T_J = +25^\circ\text{C}$		2.2		A

* Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Change in V_O due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty is used.

LM78XX (KA78XX, MC78XX) FIXED VOLTAGE REGULATOR (POSITIVE)

LM7824A/RA ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(Refer to the test circuits. $T_J = 0$ to $+150^\circ\text{C}$, $I_O = 1\text{A}$, $V_I = 33\text{V}$, $C_I = 0.33\mu\text{F}$, $C_O = 0.1\mu\text{F}$, unless otherwise specified)

Characteristic	Symbol	Test Conditions	Min	Typ	Max	Unit
Output Voltage	V_O	$T_J = +25^\circ\text{C}$	23.5	24	24.5	V
		$I_O = 5\text{mA}$ to 1A , $P_D \leq 15\text{W}$ $V_I = 27.3$ to 38V	23	24	25	
Line Regulation	ΔV_O	$V_I = 27$ to 38V $I_O = 500\text{mA}$		18	240	mV
		$V_I = 21$ to 33V		6	240	
		$T_J = +25^\circ\text{C}$ $V_I = 26.7\text{V}$ to 38V		18	240	
		$V_I = 30\text{V}$ to 36V		6	120	
Load Regulation	ΔV_O	$T_J = +25^\circ\text{C}$ $I_O = 5\text{mA}$ to 1.5A		15	100	mV
		$I_O = 5\text{mA}$ to 1.0A		15	100	
		$I_O = 250$ to 750mA		7	50	
		$T_J = +25^\circ\text{C}$		5.2	6.0	
Quiescent Current	I_Q	$T_J = +25^\circ\text{C}$		5.2	6.0	mA
Quiescent Current Change	ΔI_Q	$V_I = 27.3\text{V}$ to 38V , $T_J = +25^\circ\text{C}$			0.5	mA
		$V_I = 27.3\text{V}$ to 38V , $I_O = 500\text{mA}$			0.8	
		$I_O = 5\text{mA}$ to 1.0A			0.8	
Output Voltage Drift	$\Delta V_O/\Delta T$	$I_O = 5\text{mA}$		-1.5		mV/ $^\circ\text{C}$
Output Noise Voltage	V_N	$f = 10\text{Hz}$ to 100KHz $T_A = 25^\circ\text{C}$		10		$\mu\text{V}/V_O$
Ripple Rejection	RR	$f = 120\text{Hz}$, $I_O = 500\text{mA}$ $V_I = 18.5\text{V}$ to 28.5V		54		dB
Dropout Voltage	V_D	$I_O = 1\text{A}$, $T_J = +25^\circ\text{C}$		2.0		V
Output Resistance	R_O	$f = 1\text{KHz}$		20		$\text{m}\Omega$
Short Circuit Current	I_{SC}	$V_I = 35\text{V}$, $T_A = +25^\circ\text{C}$		250		mA
Peak Current	I_{PK}	$T_J = +25^\circ\text{C}$		2.2		A

* Load and line regulation are specified at constant, junction temperature. Change in V_O due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty is used.

LM78XX (KA78XX, MC78XX) FIXED VOLTAGE REGULATOR (POSITIVE)

TYPICAL PERFORMANCE CHARACTERISTICS

Fig. 1 Quiescent Current

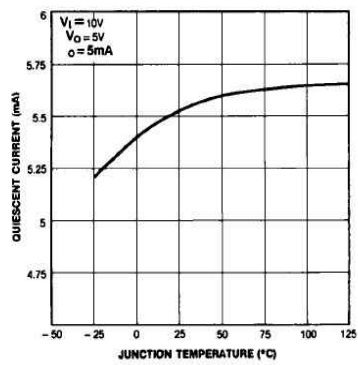


Fig. 2 Peak Output Current

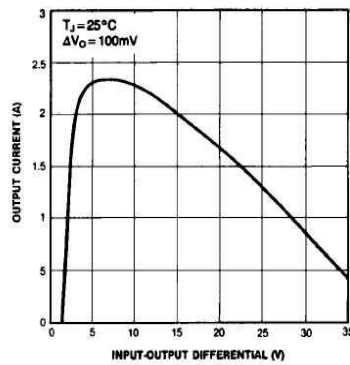


Fig. 3 Output Voltage

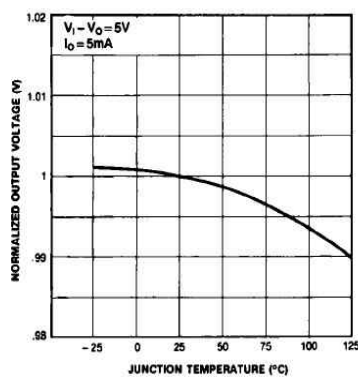
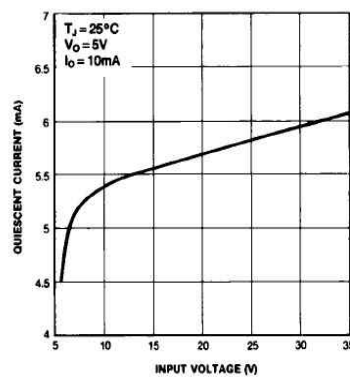


Fig. 4 Quiescent Current



LM78XX (KA78XX, MC78XX) FIXED VOLTAGE REGULATOR (POSITIVE)

TYPICAL APPLICATIONS

Fig. 5 DC Parameters

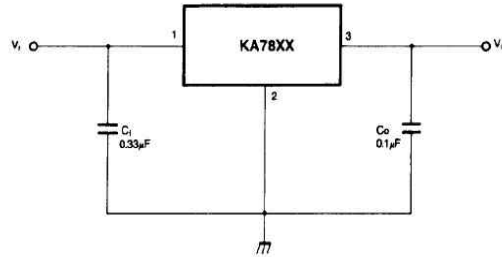


Fig. 6 Load Regulation

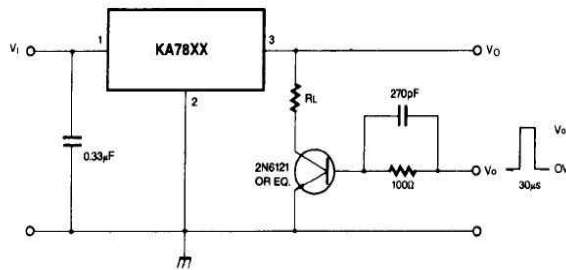
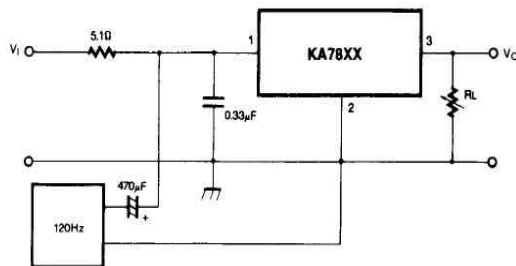


Fig. 7 Ripple Rejection



FAIRCHILD
SEMICONDUCTOR™

TYPICAL APPLICATIONS (Continued)

LM78XX (KA78XX, MC78XX) FIXED VOLTAGE REGULATOR (POSITIVE)

Fig. 8 Fixed Output Regulator

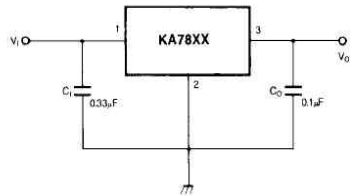
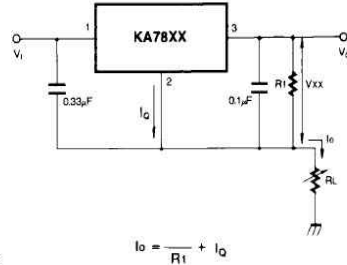


Fig. 9 Constant Current Regulator



Notes:

- (1) To specify an output voltage, substitute voltage value for "XX."
A common ground is required between the input and the Output voltage. The input voltage must remain typically 2.0V above the output voltage even during the low point on the input ripple voltage.
- (2) C_I is required if regulator is located an appreciable distance from power supply filter.
- (3) C_O improves stability and transient response.

Fig. 10 Circuit for Increasing Output Voltage

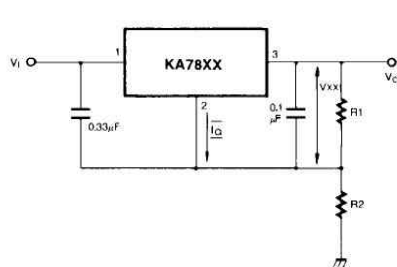
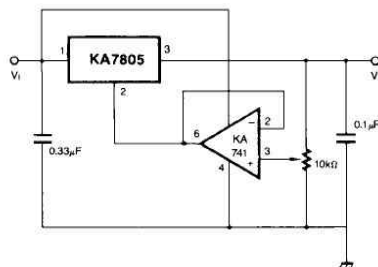


Fig. 11 Adjustable Output Regulator (7 to 30V)



$$I_{R1} \geq 5 I_Q$$

$$V_O = V_{XX} (1 + R_2/R_1) + I_Q R_2$$

LM78XX (KA78XX, MC78XX) FIXED VOLTAGE REGULATOR (POSITIVE)

TYPICAL APPLICATIONS (Continued)

Fig. 12 High Current Voltage Regulator

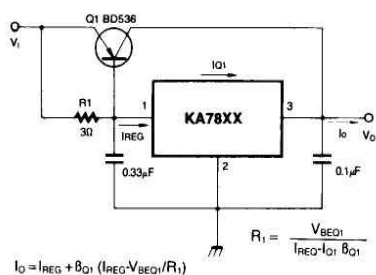


Fig. 13 High Output Current with Short Circuit Protection

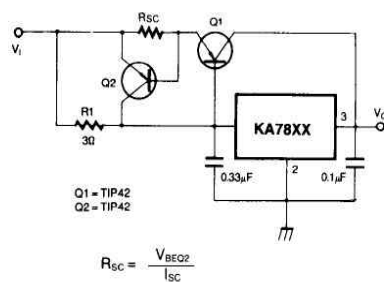


Fig. 14 Tracking Voltage Regulator

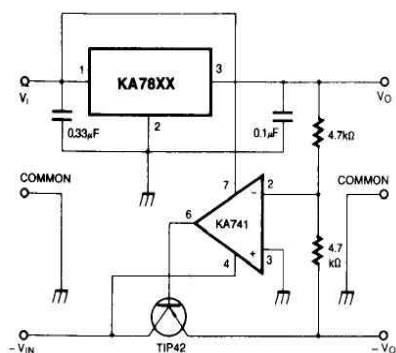
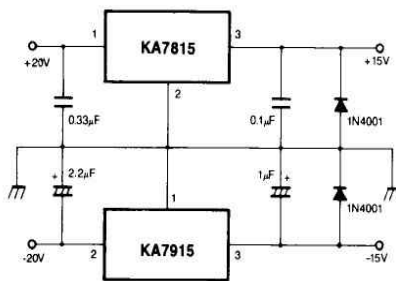


Fig. 15 Split Power Supply ($\pm 15V$ -1A)



LM78XX (KA78XX, MC78XX) FIXED VOLTAGE REGULATOR (POSITIVE)

TYPICAL APPLICATIONS (Continued)

Fig. 16 Negative Output Voltage Circuit

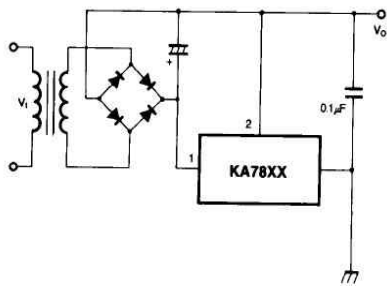
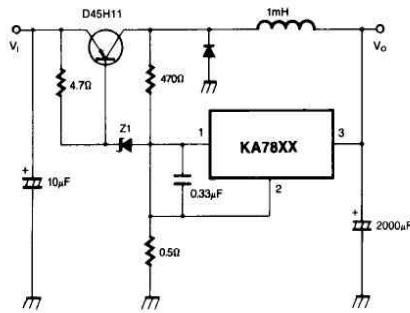


Fig. 17 switching Regulator



TRADEMARKS

The following are registered and unregistered trademarks Fairchild Semiconductor owns or is authorized to use and is not intended to be an exhaustive list of all such trademarks.

ACE [™]	ISOP [™]
CoolFET [™]	MICROWIRE [™]
CROSSVOLT [™]	POP [™]
E ² CMOS [™]	PowerTrench [™]
FACT [™]	QS [™]
FACT Quiet Series [™]	Quiet Series [™]
FAST [®]	SuperSOT [™] -3
FAST [™]	SuperSOT [™] -6
GTO [™]	SuperSOT [™] -8
HiSeC [™]	TinyLogic [™]

DISCLAIMER

FAIRCHILD SEMICONDUCTOR RESERVES THE RIGHT TO MAKE CHANGES WITHOUT FURTHER NOTICE TO ANY PRODUCTS HEREIN TO IMPROVE RELIABILITY, FUNCTION OR DESIGN. FAIRCHILD DOES NOT ASSUME ANY LIABILITY ARISING OUT OF THE APPLICATION OR USE OF ANY PRODUCT OR CIRCUIT DESCRIBED HEREIN; NEITHER DOES IT CONVEY ANY LICENSE UNDER ITS PATENT RIGHTS, NOR THE RIGHTS OF OTHERS.

LIFE SUPPORT POLICY

FAIRCHILD'S PRODUCTS ARE NOT AUTHORIZED FOR USE AS CRITICAL COMPONENTS IN LIFE SUPPORT DEVICES OR SYSTEMS WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN APPROVAL OF FAIRCHILD SEMICONDUCTOR CORPORATION. As used herein:

1. Life support devices or systems are devices or systems which, (a) are intended for surgical implant into the body, or (b) support or sustain life, or (c) whose failure to perform when properly used in accordance with instructions for use provided in the labeling, can be reasonably expected to result in significant injury to the user.
2. A critical component is any component of a life support device or system whose failure to perform can be reasonably expected to cause the failure of the life support device or system, or to affect its safety or effectiveness.

PRODUCT STATUS DEFINITIONS

Definition of Terms

Datasheet Identification	Product Status	Definition
Advance Information	Formative or In Design	This datasheet contains the design specifications for product development. Specifications may change in any manner without notice.
Preliminary	First Production	This datasheet contains preliminary data, and supplementary data will be published at a later date. Fairchild Semiconductor reserves the right to make changes at any time without notice in order to improve design.
No Identification Needed	Full Production	This datasheet contains final specifications. Fairchild Semiconductor reserves the right to make changes at any time without notice in order to improve design.
Obsolete	Not In Production	This datasheet contains specifications on a product that has been discontinued by Fairchild semiconductor. The datasheet is printed for reference information only.

[참고문헌]

TPMS의 원리 - www.vdo.com

- <http://Lexus-of-pleasanton.blogspot.kr>

- <http://tpmsdirect.wordpress.com>

- www.tutorialsto.com/mechine/sensor

초음파센서의 원리- <http://cafe.naver.com/robit/125>

특허청 - <http://kpat.kipris.or.kr/kpat/searchLogina.do?next=MainSearch&checkPot=Y>