특정 소출력 다채널 무선 RF 모듈

LW-S424 Rev.3_2

사용자 매뉴얼

Technical data & Users' Manual

Radiosystek | radiosystek@radiosystek.com | Voice: 070-4633-0096 | Fax: 02-6455-4838

INDEX

1. REVISION HISTORY **4**

2. PRODUCT OVERVIEW **4**

2-1. 사진 **6**

3. 종합계통도 **7**

4. 기능 **7**

5. 사용처 **8**

6. 인터페이스 **9**

7. 연결도 **10**

8. MAXIMUM RATINGS **10**

9. 전기적규격 **11**

10. 사이즈 **11**

11. 정합가이드 **12**

11-1. 통달거리 12
11-2. 안테나 정합 12
11-3. 개조 12
11-4. 적합 인증 사항 13

12. 사용방법 **13**

12-1 CONFIGURATION MODE 설정 13
12-1-1 명령어 규격 *13*
12-1-2 기본명령어 *14*
12-1-3 기본명령어의 종류 *14*
12-2 TRANSPARENT MODE 17
12-2-1 Operation *17*
12-2-2 Examples of configuration with AT commands for transparent mode *17*
12-2-3 Examples of configuration with AT commands via repeater in the Transparent Mode *18*
12-3 ADDRESS MODE 19
12-3-1 Operation *19*
12-3-2 Examples of configuration with AT commands for the address mode *20*
12-3-3 Examples of configuration with AT commands for via repeater operation in the address mode *20*

12-4 EXTENDED AT COMMAND SET 21
12-4-1 CH R/W *22*
12-4-2 송신출력 제어 *23*
12-4-3 RSSI level 확인 *23*
12-4-4 Destination ID 설정 *23*
12-5 TIMING CHART 24
12-5-1 Maximum Packet Size *24*
12-5-2 Timing Chart Overview *24*
12-5-3 UART Timing in Tx *25*
12-5-4 Air Timing *26*
12-5-5 UART Timing in Rx *27*
12-5-6 Conclusion (TOTAL TIME CONSUMING) *27*
12-6 터미널설정 27

1. REVISION HISTORY

REV.	SIGNED	DATE	DESCRIPTION
2	JN Lee	10/2010	Document created
2.14	JSM, KYC	9/2011	Sleep current improved
2.4	JN Lee	10/2011	RS-485 Read-in / Read-out delay improved
2.5	JN Lee	12/2011	AT commands parsing improved Watchdog timer inserted (Rx LED blinking every 1sec.)
3.0	JN Lee	07/2013	생산 효율을 위한 RF Hardware Revised - Manual Calibration of VCTCXO oscillator - Stabilizing and RF tolerances in both Tx & Rx
			결론 : 2.5 와 3.0 은 External LNA 사용 여부를 제외하고 호환, 단, 특수한 상황의 Antenna 매칭은 보완이 필요
3.1	JN Lee	07/2014	Address Mode 정상 동작 하지 않는 Bug 수정 * 혹시 이전에 구매하신 분들 중에 Address Mode가 정상적으로 동작되지 않는 Version을 가지고 계시면 문의 주시기 바랍니다. Firmware Upgrade 해서 다시 보내 드리겠습니다.
3.2	JN Lee	01/2016	Sleep current 개선 – 430uA (VC)TCXO freq. changed

2. PRODUCT OVERVIEW

LW-S424 Rev.3_2 는 12.5 kHz 채널간격과 -118 dBm (BER: 10-3 @ 2,400 bps) 의 수신감도를 갖는 협대역 대역 다채널 송수신 RF 모듈이며, 별도의 내장 Protocol이 들어있어 RS-485, RS-232C 등의 유선 인터페이스를 갖는 DTE (Data Terminal Equipment) 에 직접 연결하여 무선으로 데이터를 송수신할 수 있도록 설계된 RF 모듈이다. LW-S424 Rev.3_2 는 소출력으로 보다 신뢰성 있는 통신 거리와 (약 800M 이상, 100% 통신성공 @ 14bytes, 1000 번, 2,400bps) 고성능 그리고 안정성을 요구하는 산업용 및 상업용 시스템에 적합한 제품이다. 또한 I-pex 커넥터를 장착하고 있어서 Radiosystek에서 판매하는 RF cable를 사용하여 안테나를 손쉽게 연결하여 사용할 수 있다. 다만, 사용하고자 하는 주파수에 따라 안테나 매칭 과정은 필수이다.

LW-S424 Rev.3_2 은 국내 전파법 규정에 따른 데이터전송용, 424 MHz, 20 채널을 지원한다.

일반 모드

Tx_LED : 평상 시 High에서 RF 송신 시에 Low-High를 반복함

Rx_LED : Watchdog 과 비슷하게 1 초에 한번씩 Low로 떨어 짐 (정상 상태임을 확인할 수 있음), 기본 High에서 RF 수신 시에 Low-High를 반복함.

Configuration Mode 진입 시

Tx_LED : High에서 Low 상태로 변경

Rx_LED : High에서 Low 상태로 변경

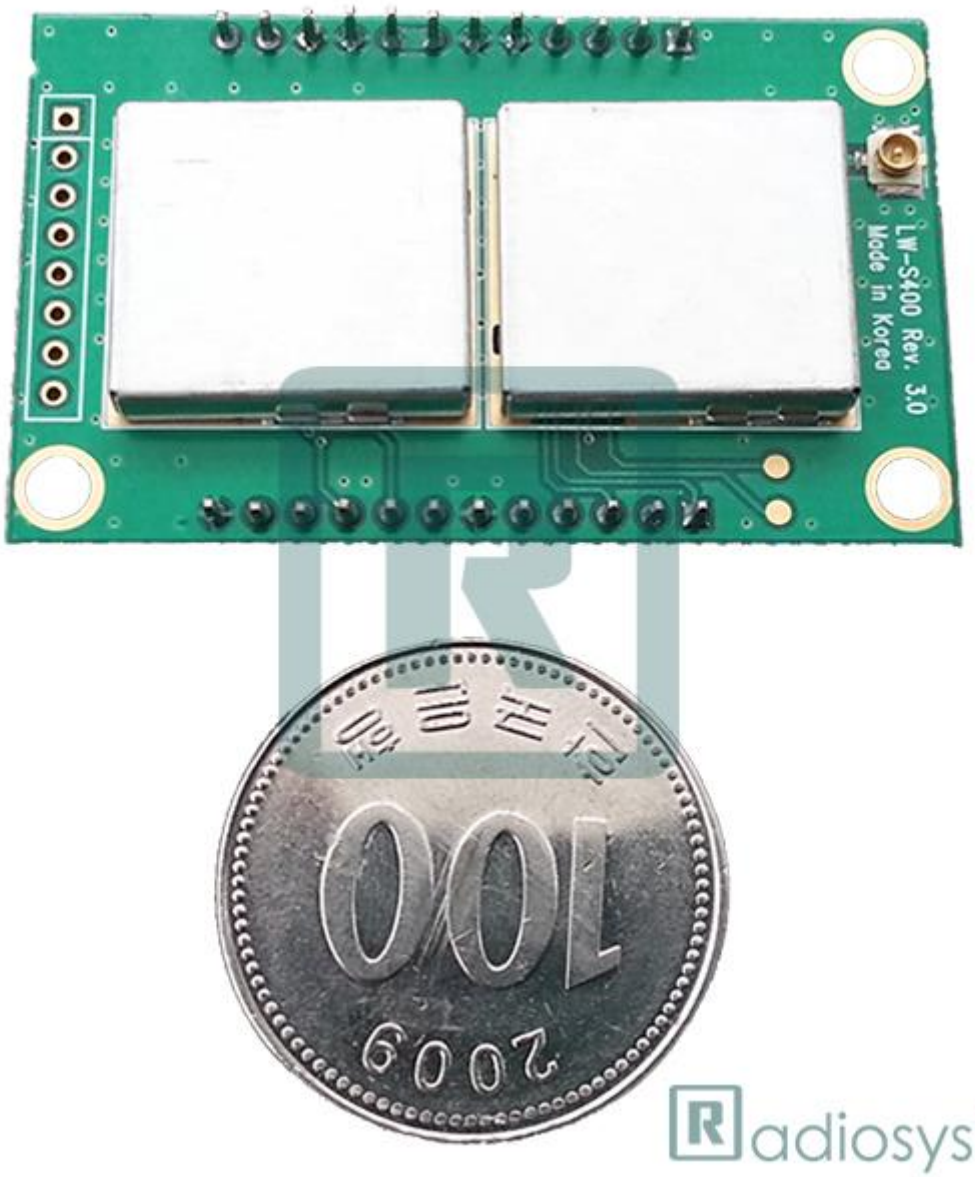
Sleep Mode 진입 시

Tx LED : High 상태로 변경

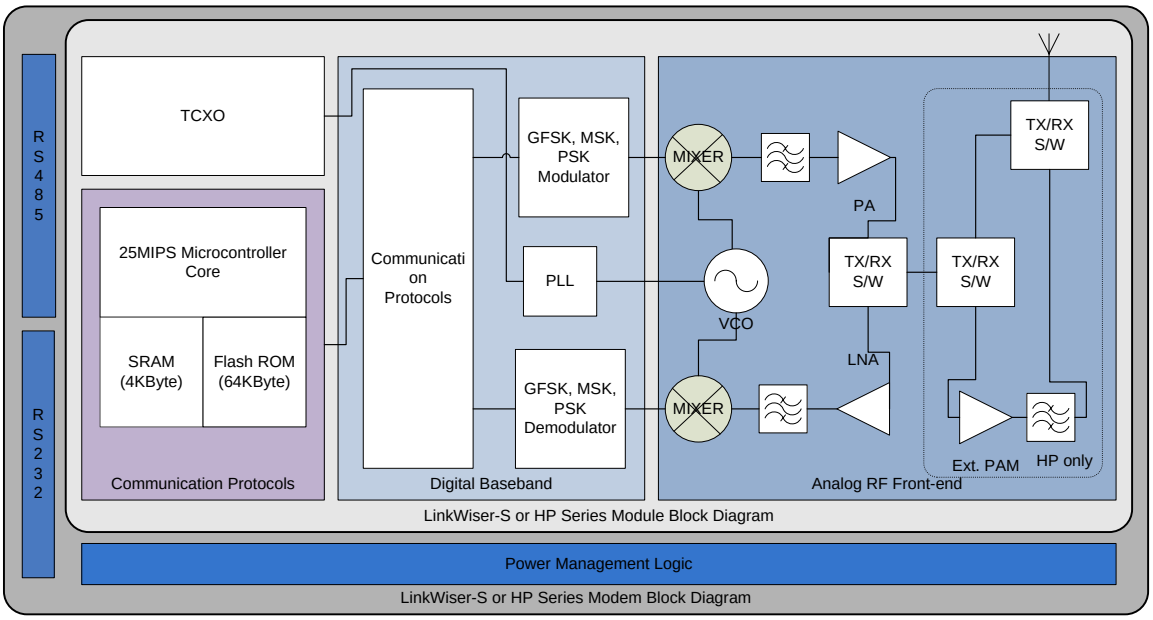
Rx_LED : High 상태로 변경

Sleep Enable Pin : 일반 모드 시 항상 High이며 (Sleep 기능을 반드시 활성화하여야 한다) Low로 Active 후 유지 시키면 Sleep Mode로 진입, 이 때 "SLEEP ENTRY\r"을 뿌려준다. 또는 Rx_LED pin이 항상 High를 유지할 경우는 이미 Sleep Mode에 진입되어 있는 것임. Sleep Mode에서 빠져 나오기 위해서는 Sleep Enable Pin을 High로 Active 후 유지하면 된다. 이 때 "SLEEP EXIT\r"을 뿌려준다.

2-1. 사진



3. 종합계통도



4. 기능

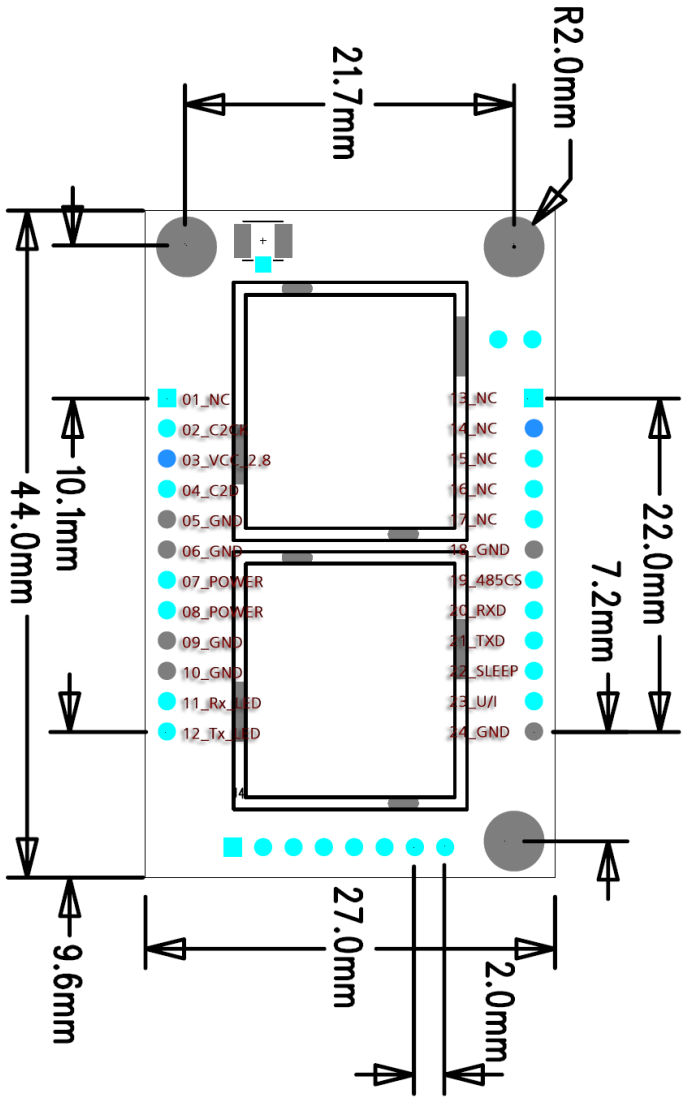
- ✓ **강력한 Networking 기능 제공**
  Preamble + Header + Payload (256 Bytes) + CRC를 이용하여 타회사 제품에 대하여 보안성을 가지며, 상호 혼신의 가능성을 배제 함
- ✓ 2 mm pitch header 24 pin interface
- ✓ 2 가지 모드 (Transparent, Address) 선택 기능
- ✓ **중계기 모드 지원**
- ✓ **다양한 AT Command 지원 및 쉬운 설정**
- ✓ RF에 적합한 Data Format으로 자동 변환
- ✓ 12.5 KHz의 협대역 지원
- ✓ **뛰어난 수신감도 (-118 dBm @ 2.4 kbps of air rate)**
- ✓ **다양한 Protocol 및 기기 호환 (Melsec PLC, AB PLC, Glofa, Modbus, Pelco-D/P, etc.)**
- ✓ **신뢰성 있는 통신 거리 (약 800m, 100% 통신,2400 bps, 10 dBm, 개활지)**

- ✓ LDO 내장 +3 ~ 5 VDC 전원 공급 지원
- ✓ 넓은 범위의 동작 온도 지원 (-30 ~ 80 °C)
- ✓ 다양한 시리얼 인터페이스 속도 지원 (1.2 kbps ~ 115.2 kbps)
- ✓ **424 MHz 20ch 지원 (424.7000MHz 제어채널 제외)**

5. 사용처

- ✓ 산업용 기기 및 machine 원격 제어
- ✓ 포스 장비 및 바코드 스캐너 등
- ✓ 무선 데이터 로거
- ✓ 산업용 무선 제어
- ✓ 무선 환경 감시
- ✓ 고성능 보안 및 알람 기기 등
- ✓ 무선 센서 네트워크
- ✓ 산업용 무선 온도.습도
- ✓ AMR

6. 인터페이스



Item no	PIN	Description (DCE)	DTE (User terminal)	Remarks
1	NC	-	NO CONNECTION	
2	C2CK	INPUT	OUTPUT	HW rest
3	VCC_2.8	OUTPUT	NO CONNECTION	Monitoring
4	C2D	-	NO CONNECTION	Reserve to test

5	GND	Ground	DGND/AGND	
6	GND	Ground	DGND/AGND	
7	VCC_3.6	POWER INPUT 3.6VDC +/- 10%	-	
8	VCC_3.6	POWER INPUT 3.6VDC +/- 10%	-	
9	GND	Ground	DGND/AGND	
10	GND	Ground	DGND/AGND	
11	RX_LED	External RX_LED OUTPUT	INPUT	Blinking every 1s
12	TX_LED	External TX_LED OUTPUT	INPUT	
13	NC		NO CONNECTION	Reserve to test
14	NC		NO CONNECTION	Reserve to test
15	NC		NO CONNECTION	Reserve to test
16	NC		NO CONNECTION	Reserve to test
17	NC		NO CONNECTION	Reserve to test
18	GND	Ground	DGND/AGND	
19	485_CS	485 enable	-	RS-485 IC DE/RE
20	RXD	Serial receiving INPUT	TXD OUTPUT	CMOS: 2.8V
21	TXD	Serial transmitting OUTPUT	RXD INPUT	CMOS: 2.8V
22	SLEEP_EN	Sleep control INPUT	Sleep control OUTPUT	Active LOW (Sleep) Active HIGH (Awake)
23	U/I		NO CONNECTION	Reserved
24	GND	Ground	DGND/AGND	

7. 연결도

TO BE UPDATED

8. MAXIMUM RATINGS

Operating temperature	-30°C to +80°C
Storage temperature	-40°C to +85°C
VCC (pin 1, 2)	3.6VDC +/- 10%

9. 전기적규격

Parameter	Rating	Conditions
General characteristics		
Communication method	Half-duplex	
Oscillation type	PLL Controlled VCO	
Operating frequency range	400~470MHz	*see frequency table at 12-4-1
Channel step	12.5KHz	
OBW (Occupied Band Width)	<8.5KHz	@ 12.5KHz w 2.4kbps
Frequency stability	+/- 2.0 ppm	-30 to +80 °C
Air data rate	1.2 / 2.4 / 4.8 / 9.6 / 19.2 / 38.4kbps programmable*	@ GFSK
PLL LOCK TIME (free to RX)	<50us	
(RX to TX)	<80us	
Operating voltage range	3.6V +/- 10%	
Dimensions	See the below dimension	
Transmitter part		
RF output power (E.R.P)	+10dBm +/- 1 dBm	Max. 13dBm available on request
Spurious emission	-40 dBc	< 1 GHz
	-55 dBc	> 1 GHz
Adjacent channel leakage power	-40 dBc	
Consumption current	45 mA	@ +10dBm of Tx output power
Receiver part		
Input sensitivity at Bit error rate	-118 dBm	@ 2.4kbps, NRZI HDLC w 12.5Khz channel step
Spurious emission	-40 dBc	
Consumption current	30mA	
	Less than 420uA / 980uA	Deep sleep mode (standalone / TXD, RXD, TX_LED, RX_LED)

* 국내는 전파법 규정 상 2.4kbps 이하만 사용 가능

10. 사이즈

44 (H) x 27 (W) x 3.5 (D) mm

* 6 인터페이스 참고

11. 정합가이드

RF 모듈 내에 LDO가 내장되어 있어서 회로 전체에 2.8VDC를 공급하도록 설계되어 있다 (LW-HP400 의 경우 RF Power Amp 부분은 외부의 전력을 직접 받음). 이는 RF단의 균일한 성능과 특성을 위한 것이다. 그럼에도 불구하고, RF 모듈 전체의 균일한 성능 보장을 위해서는 +3.3 ~ +3.9 VDC내에서 40 dB이상의 리플 억압 특성을 갖는 외부 전원을 공급하여야 한다.

11-1. 통달거리

원하는 장거리 통달거리를 얻기 위해서는 다음과 같은 고려를 하여야 한다.

- ✓ 사용할 안테나의 타입과 위치
- ✓ 전송구간의 장애물의 정도나 타입
- ✓ 수신기에 영향을 미치는 간섭원의 유무
- ✓ 인접한 전도성 물체의 반사 등에 의한 데드존

11-2. 안테나 정합

I-pex 커넥터를 장착하고 있어서 Radiosystek의 CECON2 또는 CECON4 (I-pex to SMA RF cable)을 장착하고 Radiosystek의 스탠더드 타입 안테나를 (RST435.5V-2 – 2 dBi antenna) 채택하게 되면 특별한 안테나 정합과정이 필요 없으나, 타사의 안테나나 고성능의 High Gain Antenna를 사용할 경우에는 Network Analyzer와 Spectrum Analyzer를 통해 Matching 여부를 확인하고 사용하길 권장한다.

그럼에도 불구하고 CECON2 (I-pex to SMA male RF 케이블) 및 CECON5 는 (PCB mounting type I-pex to SMA male RF 케이블) Impedance가 흔들리지 않도록 고정되어야 하고 공진 주파수에 매칭된 FR4 PCB를 사용한 보드 위에 적절한 GND plain을 확보해야만 한다.

11-3. 개조

어떠한 방식으로도 제품은 물리적으로 개조되어서는 안 된다.

11-4. 적합 인증 사항

LW-S424 Rev.3_2 는 국내 전파법 규정을 만족한다. 참고로 전파법 규정에 따르면 적합 인증의 기준은 완제품을 기준으로 하기 때문에 본 RF 모듈을 장착한 경우 완제품 기준으로 적합 인증을 받아야 한다.

12. 사용방법

LW-S424 Rev.3_2 는 기본적으로 유선 시리얼 통신을 무선으로 바꾸어 주는 RF 모듈이다. 그리고 Half-duplex를 지원하는 저속 데이터 RF 모듈이다. 그리고, LW-S424 Rev.3_2 의 기본적인 동작 concept은 소량의 데이터를 송수신하고 RS-232C 그리고 RS-485 를 사용하는 모든 DTE (Host)와 호환되도록 설계되어 있다. 따라서 DTE 통신 방식이 Full-duplex이고 고속· 다량의 데이터를 전송하는 경우에는 본 제품을 사용해서는 안 된다.

LW-S424 Rev.3_2 는 자체 256 bytes의 Data FIFO를 통해 Half-duplex의 통신 방식으로 송.수신이 자동 전환해서 통신하도록 설계되어 있다.

그리고, LW-S424 Rev.3_2 은 Serial Engine이 내장된 Transparent modem이기 때문에 DTE에서 보내는 데이터를 별도의 수정이나 왜곡 없이 설정된 채널을 통해 그대로 전달하도록 되어있다. 즉, **이는 여러 개의 LW-S424 Rev.3_2 으로 구성된 무선 네트워킹에서 설정된 채널과, Network ID 그리고 Group ID가 동일하다면 하나의 node에서 나오는 데이터는 broadcasting 형태로 전달된다는 것을 의미한다**. 따라서, 원하는 형태의 무선 networking을 구성할 시 몇 가지 주의해야 할 점들이 있다.

12-1 Configuration Mode 설정

12-1-1 명령어 규격

LW-S424 Rev.3_2 명령어 규격은 기본적으로 Hayes AT command set 규격을 따르며, Extended AT command set은 Radiosystek 규격에 따른다.

AT	S[Register No]	= (Write 명령어)	Values	<CR>*
AT	S[Register No]	? (Read 명령어)	-	<CR>

* <CR>은 "Carriage Return"을 의미하며, ASCII상의 캐릭터로는 "\r"을 의미한다.

Write 명령어의 사용

User ATS102=1<CR> // Serial Link Time Out을 1ms로 설정
Answer OK<CR>

Read 명령어 사용

User ATS102?<CR> // Serial Link Time Out의 현재 설정 값을 문의
Answer 3<CR>

12-1-2 기본명령어

기본 명령어는 모드의 진입과 같은 유저가 변경 할 수 없는 명령어이다.

+++	연속적으로 "+"을 입력되면 설정 모드로 진입되며, 응답은 "CONFIGURATION MODE"표시가 된다. 또한, Tx_LED 및 Rx_LED가 High가 된다. 터미널창에 "CONFIGURATION MODE"가 표시되지 않더라도 **Tx_LED 및 Rx_LED가 Low**가 되었다면 이미 Configuration Mode에 진입되어 있는 것이다. "+"에는 <CR>이 붙지 않아야 한다. 최소 3 회이상 연속적으로 입력되어야 한다.
ATO<CR>	"ATO" 명령어는 설정 모드에서만 동작하며, 설정모드에서 일반 모드로 빠져나올 때 사용된다. 응답은 "GOOD BYE!"가 표시된다.
AT/V<CR>	'AT/V' 버전 표시 명령어 AT/V<CR> 'S424V1.0' // LW-S, 424MHz, V1.0
AT/L<CR> 또는 AT/H<CR>	현재 설정되어 있는 상태를 출력한다
AT/I<CR>	팩토리 모드 설정된 모든 상태를 공장 출하 모드로 복귀시킨다. 터미널 창에 "RESET"이 출력되며 RF 모듈은 SW RESET한 후 수신대기 상태로 진입한다.

12-1-3 기본명령어의 종류

기본명령어는 RF 모듈의 설정을 변경하는 명령어로 "Configuration Mode" 진입 시에 사용이 가능한 명령어의 집합이다. 또한 "AT/I<CR>"명령어를 제외하고 설정값을 바꾼 경우에 "ATO<CR>"를 통해 빠져나 와야만 설정값 변경 내용이 적용된다.

Access	Registers	Name	Description
R/W	S102	Serial Link Time Out	Serial link time OUT 설정. 설명: '3'의 값은 3ms를 의미하며, DTE와의 UART IN/OUT에 있어서의 Time Delay의 설정 값이다. 1~9 의 값을 지원한다. 아래 "12-5" 상세 참고하기 바란다. 값의 범위는 1~9 까지 이다. Default 값은 "3"이다
R/W	S103	Sleep Mode Control *	슬립 모드 설정 : '0': Disable (Default) '1': Enable '2': Periodic Sleep '3': Periodic Sleep If S103=1 or 2 or 3, the 모듈 will be controlled by I/O1 I/O1 (Low) Sleep Mode(power down mode) I/O1 (High) Exit Sleep Mode 값의 범위는 0~3 까지 이다. Default 값은 "0"이다
R/W	S104	Serial Baud Rate	시리얼 속도 설정 '0': 1200 bps '1': 2400 bps '2': 4800 bps '3': 9600 bps (default) '4': 19200 bps '5': 38400 bps '6': 115200 bps 값의 범위는 0~6 까지 이다. Default 값은 "3"이다
R/W	S120	Network ID	Network ID in 2 Bytes Ex).: "ATS120=192.168<CR>" 입력은 RF 모듈의 Network ID를 192.168 로 변경한다. 값의 범위는 0~254 까지 이다. Default 값은 "192.168"이다
R/W	S121	Group ID	Group ID

			Network ID와 함께 사용된다. 값의 범위는 0~254 까지 이다. Default 값은 "1"이다
R/W	S122	Device ID	Device ID **값의 범위는 1~254 까지 이다.** **Default 값은 "1"이다** **주의: "0"으로 설정할 경우 "Extended AT command"인 "AT+ADDR=0"에 해당되므로 "0"으로 설정해서는 안 된다.**
R/W	S130	Node Type	Node Type 값의 범위는 0~1 까지 이다. Default 값은 "0"이다 '0': Normal node (DTE 또는 Host와 연동되어 사용할 경우) '1': 중계기 (거리의 증가를 위해 중계기로 사용할 경우, ***주의: S130='1'로 설정되어 있을 경우, 이 중계기를 사용할 노드의 Device ID는 Transparent Mode이더라도 서로 다르게 "S122=n" (1~254)이 설정되어야 한다.)**
R/W	S131	Via Repeater Link	Via Repeater Link Control '0' : Disabled '1': Enabled Ex): 중계기를 사용할 노드들은 "1"을 그리고 직접 통신할 노드들은 "0"로 설정되어야 한다. 값의 범위는 0~1 까지 이다. Default 값은 "0"이다
R/W	S132	Repeater Address	Repeater Address 중계기를 사용할 노드들은 **만약 S130 = '0' 이고 S131 = '1'로 설정된 경우에는 "S132" 값을 사용하고자 하는 중계기의 "Device ID"로 설정해야 한다.** 값의 범위는 0~254 까지 이다.

			Default 값은 "0"이다

* Sleep Mode Control 기능 중에 "Periodic Sleep"은 내부 RC Oscillator의 성능 상의 문제로 인해 사용을 권고하지 않습니다. HW Variation으로 제품 오더 이전에 Sleep 기능을 필히 사용해야 하는지를 고지해 주시기 바랍니다.

12-2 Transparent Mode

The transparent mode는 "Null-modem Cable"과 같은 개념의 통신 모드이다. 따라서 "Transparent Mode"에서의 RF 모듈은 반 이중방식을 (Half-duplex) 사용하는 UART, USART Serial (RS-232C, RS-485) 통신 방식을 지원하고 유선을 무선으로 대체하는 어플리케이션에 사용할 수 있다.

위에서 언급한 "AT Command Set" 설정을 통해 "Point-to-Point", "1:N", "N:N"과 같은 무선 네트워킹을 구현할 수 있다. 다만, "Transparent Mode"에서는 채널과 Network ID 그리고 Group ID가 동일하다면 그 그룹에 속한 모든 Node들이 데이터를 수신할 수 있으므로 Payload에 ID를 Parsing할 수 있는 SW 테크닉이 필요하다. 일반적으로 이미 운영되고 있는 대부분의 유선 프로토콜에 이와 같은 기능이 탑재되어 있으므로 이런 경우에는 "Transparent Mode"를 사용함으로써 유선을 무선으로 효과적으로 대체할 수 있다.

12-2-1 Operation

"Transparent Mode"에서의 본 RF 모듈은 유선 시리얼 링크와 동일하다. 따라서, RF 모듈로써만 동작하기 때문에 시리얼 수신에 들어온 데이터를 전송하고 무선으로 수신된 데이터를 송신으로 내보내는 역할에 충실하도록 설계되어 있다.
따라서, 산업용 또는 상업용으로 사용되고 있는 다양한 프로토콜인 ProfiBus, ModBus, 그리고 PTZ 프로토콜에 호환되도록 설계되어 있다.

다만, 제품 개요에서 설명한 것처럼 저속 무선 RF 모듈이기 때문에 데이터의 양이 많거나 고속을 요하는 어플리케이션에는 부적합하다. 이 부분에 대한 자세한 설명은 "Timing Chart"를 참고하기 바랍니다.

12-2-2 Examples of configuration with AT commands for transparent mode

User +++ // Switch to Configuration mode
모듈 CONFIGURATION MDOE<CR>
User ATS120=192.168<CR> // Set network ID to 192.168
모듈 OK<CR>
User ATS121=120<CR> // set group id to 120

모듈 OK<CR>
User ATS122=10<CR> // set device id to 10
모듈 OK<CR>
User ATO<CR> // exit from the configuration mode
모듈 GOOD BYE! <CR>
User AT+ADDR=0 // set the operation mode to transparent mode
User OK<CR>

12-2-3 Examples of configuration with AT commands via repeater in the Transparent Mode

Node A (via Repeater)
User +++ // Switch to Configuration mode
모듈 CONFIGURATION MDOE<CR>
User ATS120?<CR> // Query the Network ID
모듈 NETWORK ID: 192.168<CR>
User ATS121?<CR> // Query the Group ID
모듈 GROUP ID: 1<CR>
User ATS122=10<CR> // Set each Device ID differently from 1 to 254
모듈 OK<CR>
User ATS131=1<CR> // Set this node will use via repeater
모듈 OK<CR>
User ATS132=5<CR> // Set this node will link to the other via this repeater address
모듈 OK<CR>
User ATO<CR> // exit from the configuration mode
모듈 GOOD BYE!<CR>
User AT+ADDR=0 // set the operation mode to transparent mode
User OK<CR>

Node B (via Repeater)
User +++ // Switch to Configuration mode
모듈 CONFIGURATION MDOE<CR>
User ATS120?<CR> // Query the Network ID
모듈 NETWORK ID: 192.168<CR>
User ATS121?<CR> // Query the Group ID
모듈 GROUP ID: 1<CR>
User ATS122=3<CR> // Set each Device ID differently from 1 to 254, it should be different from **the above Node A (via Repeater)**
모듈 OK<CR>
User ATS131=1<CR> // Set this node will use via repeater

모듈 OK<CR>
User ATS132=5<CR> // Set this node will link to the other via this repeater address
모듈 OK<CR>
User ATO<CR> // exit from the configuration mode
모듈 GOOD BYE!<CR>
User AT+ADDR=0 // set the operation mode to transparent mode
User OK<CR>

Node C (Repeater)
User +++ // Switch to Configuration mode
모듈 CONFIGURATION MDOE<CR>
User ATS120?<CR> // Query the Network ID
모듈 NETWORK ID: 192.168<CR>
User ATS121?<CR> // Query the Group ID
모듈 GROUP ID: 1<CR>
User ATS122=5<CR> // it should be **'5'** as it is a repeater, it will route any data from the Node A or Node B to others in same network & group
모듈 OK<CR>
User ATS130=1<CR> // Set this node is a repeater
모듈 OK<CR>
User ATO<CR> // exit from the configuration mode
모듈 GOOD BYE!<CR>

12-3 Address Mode

기본적으로는 Transparent Mode와 동일하나, 위에서 언급한 "AT Command Set" 설정을 통해 원하는 상대방 Node에게만 데이터를 전송할 수 있다는 것이 다르다. 따라서, "Transparent Mode"에서는 채널과 Network ID 그리고 Group ID가 동일하다면 그 그룹에 속한 모든 Node들이 데이터를 수신할 수 있었으나, **"Address Mode"에서는 "12-4 의 Extended AT Command set의 하나인 AT+ADDR=N<CR>에 의해 통신하고자 하는 Node에게만 전송할 수 있는 기능을 제공한다**. 또한 수신된 데이터는 **"N(Device ID)=Payload"와 같은 Format으로** 전달되므로 이를 Parsing할 수 있는 SW 테크닉이 필요하다. 일반적으로 이미 운영되고 있는 유선 프로토콜에 Networking 기능이 없을 경우에 "Address Mode"를 사용함으로써 유선을 무선으로 효과적으로 대체할 수 있다.

12-3-1 Operation

Addressed Mode의 목적은 선택적인 Networking의 구성에 있으므로, Transparent Mode일 때 보다 약 2 bytes 더 많은 Overhead Packet이 RF로 전달되도록 설계되어 있다. 이 부분에 대한 자세한 설명은 "Timing Chart"를 참고하기 바란다.

12-3-2 Examples of configuration with AT commands for the address mode

User +++ // Switch to Configuration mode
모듈 CONFIGURATION MDOE<CR>
User ATS120=192.168<CR> // Set network ID to 192.168
모듈 OK<CR>
User ATS121=10<CR> // set group id to 10
모듈 OK<CR>
User ATS122=10<CR> // set device id to 10
모듈 OK<CR>
User ATO<CR> // exit from the configuration mode
모듈 GOOD BYE!<CR>

*****To send data to specific I.D of same group, same network & same frequency, you have to set AT+ADDR command before sending user data.**

User AT+ADDR=16<CR> // set the operation mode to address mode & the destination ID is 16.
User OK<CR>

The Node 16 transfers data **"n(transmitter ID, 1~254)=Payload(Max. 256 bytes)"** to the host (DTE). Thus host side (DTE) should fulfill a parsing function in SW side to recognize where the data comes from.

12-3-3 Examples of configuration with AT commands for via repeater operation in the address mode

Node A (via Repeater)
User +++ // Switch to Configuration mode
모듈 CONFIGURATION MDOE<CR>
User ATS120?<CR> // Query the Network ID
모듈 NETWORK ID: 192.168<CR>
User ATS121?<CR> // Query the Group ID
모듈 GROUP ID: 1<CR>
User ATS122=10<CR> // Set each Device ID differently from 1 to 254
모듈 OK<CR>
User ATS131=1<CR> // Set this node will use via repeater
모듈 OK<CR>
User ATS132=5<CR> // Set this node will link to the other via this repeater address
모듈 OK<CR>
User ATO<CR> // exit from the configuration mode
모듈 GOOD BYE!<CR>

User AT+ADDR=3<CR> // set the operation mode to the address mode
User OK<CR>

Node B (via Repeater)
User +++ // Switch to Configuration mode
모듈 CONFIGURATION MDOE<CR>
User ATS120?<CR> // Query the Network ID
모듈 NETWORK ID: 192.168<CR>
User ATS121?<CR> // Query the Group ID
모듈 GROUP ID: 1<CR>
User ATS122=3<CR> // Set each Device ID differently from 1 to 254, it should be different from **the above Node A (via Repeater)**
모듈 OK<CR>
User ATS131=1<CR> // Set this node will use via repeater
모듈 OK<CR>
User ATS132=5<CR> // Set this node will link to the other via this repeater address
모듈 OK<CR>
User ATO<CR> // exit from the configuration mode
모듈 GOOD BYE!<CR>
User AT+ADDR=10 // set the operation mode to the address mode
User OK<CR>

Node C (Repeater)
User +++ // Switch to Configuration mode
모듈 CONFIGURATION MDOE<CR>
User ATS120?<CR> // Query the Network ID
모듈 NETWORK ID: 192.168
User ATS121?<CR> // Query the Group ID
모듈 GROUP ID: 1<CR>
User ATS122=5<CR> // it should be **'5'** as it is a repeater, it will route any data between the Node A and B only
모듈 OK<CR>
User ATS130=1<CR> // Set this node is a repeater
모듈 OK<CR>
User ATO<CR> // exit from the configuration mode
모듈 GOOD BYE! <CR>

12-4 Extended AT Command Set

확장 명령어는 설정모드가 아닌 일반 모드에서 사용이 가능한 명령어 이므로 사용에 주의 하기 바란다.

***Known issue: Extended AT Command Set 명령어는 무선으로 전송되게 설계되어 있어서 별도의 Parsing을 구현하면 소스 node의 상태 및 처리를 인지할 수 있다.**

12-4-1 CH R/W
Reading: AT+FREQ?<CR>
Answer: CHANNEL: 1<CR>
FREQ: 424.7000MHz<CR>

Writing: AT+FREQ=5<CR>
Answer: OK<CR>

주파수 Table (LW-S424 Rev.3_2)

Frequency channel table in 424MHz band

Frequency (MHz)	Value
424.7125	1
424.7250	2
424.7375	3
424.7500	4
424.7625	5
424.7750	6
424.7875	7
424.8000	8
424.8125	9
424.8250	10
424.8375	11
424.8500	12
424.8625	13
424.8750	14
424.8875	15
424.9000	16
424.9125	17
424.9250	18
424.9375	19
424.9500	20

Note: 한국의 전파법 규정 상 Listen-Before-Talk (LBT) 기능이 수행되어야 한다. 즉, 자신이 사용하고 있는 주파수(채널)에서 -90dBm 이상의 RSSI level이 감지 되었을 경우에는 송신을 해서는 안되는 규정이 있다. 또한 연속 송신도 40 초 이하로 제한되어 있다.

12-4-2 송신출력 제어

Reading: AT+P?<CR>
Answer: TX POWER: 8
10dBm<CR>

Writing: AT+P=8<CR> // Set the Tx power at 8th level
Answer: OK<CR>

Description: Power of the Radio

Value	Tx power (dBm)
8	< 10dBm
7	< 9dBm
6	< 7.9dBm
5	< 6.3dBm
4	< 4.4dBm
3	< 2dBm
2	< -1.3dBm
1	< -7.0dBm
0	< -40dBm

12-4-3 RSSI level 확인
Reading: AT+CSQ?<CR>
Answer: 'n'<CR>

출력되는 'n'은 RSSI출력 값으로 dBm 단위이다.

주의: 단 한번의 RSSI level 확인은 정확하지 않을 수 있다. 따라서 주기적으로 여러 번 읽은 후에 그 평균값으로 판단하는 것을 권고한다.

12-4-4 Destination ID 설정

본 명령어는 "Transparent Mode"에서는 "AT+ADDR=0"이어야 하고 "Address Mode"에서는 "AT+ADDR=1~254"로 설정되어야 한다.

Reading: AT+ADDR?<CR>
Answer: 'n' // n ranges 0~255

Writing: AT+ADDR='n'<CR>
Answer: OK<CR>

ADDR의 "n"은 내가 보내고자 하는 주소(ADDR)이며, 상대편 주소를 적으면 된다.

12-5 Timing Chart

12-5-1 Maximum Packet Size

LW는 Maximum 256Byte의 packet size를 지원하므로 (First-In-First-Out) 규정에 의하여 데이터 통신이 이루어 지므로 256Bytes 이내의 Payload (User데이터)를 아래 규정에 맞추어 적절히 사용해야 효율적인 통신을 구현할 수 있다. 따라서, 256Byte 이상의 데이터는 당연히 분할되어 전송되어야 하고 RF구간의 전송속도는 국내 전파법상으로 저속으로만 가능하므로 이를 감안하여 적절한 Timing으로 RF 모듈에 전송되어야 한다.

12-5-2 Timing Chart Overview

Figure1 은 RF 모듈을 이용한 통신방식을 보여주고 있다.

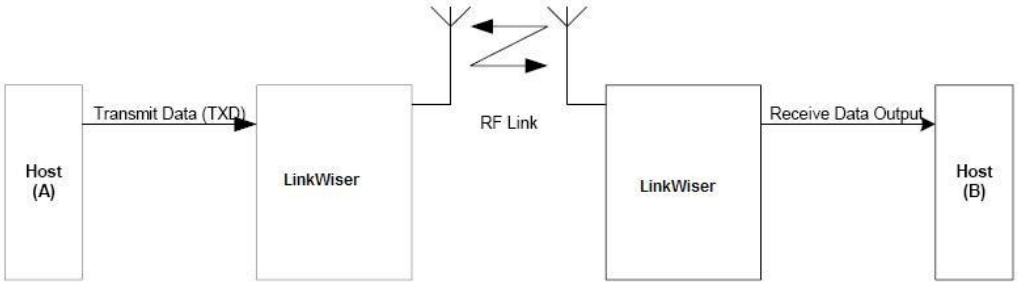


Figure1 Typical System Block Diagram

만약 RS232 의 방식으로 데이터를 보낸다는 가정을 한다면 다음과 같은 구조로 통신이 이루어 지게 된다. 이때 Serial Link Time Out 이라는 항목을 Serial Baud Rate에 따라 적절한 값으로 설정해 주어야만 효율적인 전송을 할 수 있다.
그 예로 그림 Figure2 를 보면 데이터가 256Byte이하일 경우 Packet과 Packet사이의 Timing이 Serial Link Time Out에 설정된 시간보다 짧아 진다면 아래와(Figure3) 같은 현상으로 인해 비효율적인 전송 또는 전송이 되지 않을 가능성이 있다.

따라서, Serial Link Time Out의 값을 Serial Baud Rate에 따라 아래 **12-5-3 UART Timing in Tx** 와 같이 설정하여 사용하기를 권장한다.

A: TX UART Timing | B: AIR RATE Timing | C: RX UART Timing

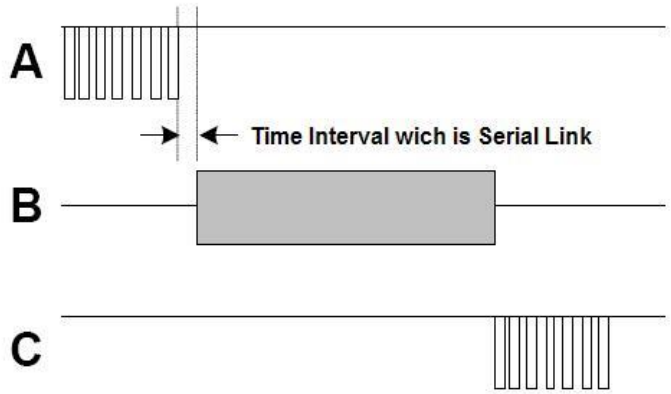


Figure2: Serial Link Time Out is more than 1byte time Interval

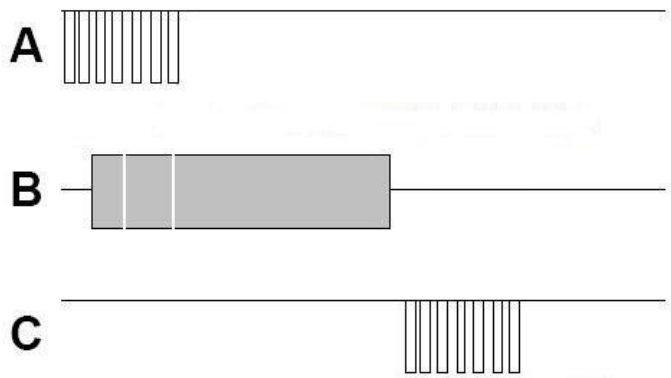


Figure3: Serial Link Time Out is less than 1byte time Interval

12-5-3 UART Timing in Tx

X [1 byte transmitting latency (ms)] = 1,000 / [Serial Baud Rate (bps) / 10]
A [UART timing in Tx (ms)] = (USER DATA) * X [1 byte transmitting latency (ms)]

Ex) If UART baud rate is 9600bps & USER DATA is 10 bytes, A (UART timing in Tx) is;
X = 1,000/ (9,600/10) = 1.042…thus, A (UART timing in Tx) equals 10.42 ms

If we apply the above calculation to various UART baud rates, you could find out the followings as well;

Over 9ms of the Serial Link Time Out value is recommended in 1200bps
Over 4ms of the Serial Link Time Out value is recommended in 2400bps
Over 3ms of the Serial Link Time Out value is recommended in 4800bps
Over 2ms of the Serial Link Time Out value is recommended in 9600bps
Over 1ms of the Serial Link Time Out value is recommended in 19200bps

12-5-4 Air Timing

최종적으로 원하는 데이터를 상대편 RF 모듈로 전송 시 걸리는 시간 중 많은 부분을 차지하는 구간으로써 특히 주기적인 전송방법을 사용하거나 Sleep Mode를 사용하는 경우에는 필수적으로 고려되어야 하는 부분이다.

위에서 설명한 Serial Link Time Out과 별개로, 개발자가 숙지해야 할 가장 중요한 부분은 본 RF 모듈이 DTE(Host)로부터 전달된 데이터를 RF로 전송하는데 얼마만큼의 시간이 소요되느냐 하는 것이다.

우선, 본 RF 모듈은 DTE(Host)로부터 전송된 데이터를 있는 그대로 RF로 전송하지 않는다. 즉, Serial로 수신된 데이터에 Preamble과 Header 그리고 Footer 그리고 CRC까지 덧붙여 이를 변조한 후에 RF로 전송하도록 설계되어 있다.

일반적으로 Transparent Mode일 경우에는 약 51 bytes의 packet overhead가 있고 Address Mode일 경우에는 약 53 bytes의 packet overhead가 있다. 또한 이렇게 재 정열 된 데이터를 Serial Baud Rate와 무관하게 항상 설정된 약 4800 bps의 RF (air)로 전송한다. 따라서, Serial Baud Rate가 Air Rate보다 고속일 경우에는 당연히 그 만큼의 Latency가 생길 수 밖에 없으며, 이는 그 만큼의 시간에 하나의 주파수를 점유하고 있다는 것과 동일한 의미이다.

이는 특히 RS-485 유선 통신, Multi-drop mode에서 서로 다른 Slaves(Clients)가 동일한 시간에 동일한 유선 매체를 사용해서 데이터를 전송할 경우 ERROR가 나는 것과 동일한 현상이다.

따라서, 본 Timing Chart를 통해 Error를 미연에 방지할 수 있도록 설계하는 것이 필수적이다.

그 예로 DTE(Host)로부터 10 Bytes 를 전송한다고 가정할 때 아래의 계산식을 유의하여 적절히 적용하기를 권장한다.

X (1 Byte Time Interval) = 1,000 / AIR RATE (bps) / 8
B [Air timing latency (ms)] = X (1 Byte Time Interval) x [USER DATA (bytes) + 51 (Transparent) or 53 (Address)] + 2ms (Margin)

Ex) If air rate is 2400bps & USER DATA is 10 bytes in Transparent mode, X (1 Byte Time Interval) is;
= 1000 / (4,800 / 8) = 3.34 msec / byte
3.34 x [10 (USER DATA) + 51 (Overhead, Transparent)] + 2 (Margin) = around 206ms

12-5-5 UART Timing in Rx

X [1 byte receiving latency (ms)] = 1,000 / [Serial Baud Rate (bps) / 10]
C [UART timing in Rx (ms)] = (USER DATA) * X [1 byte receiving latency (ms)]

Ex) If UART baud rate is 9600bps & USER DATA is 10 bytes, C (UART timing in Rx) is;
X = 1,000/ (9,600/10) = 1.042…thus, C (UART timing in Rx) equals 10.42 ms

전송이 완료된 후로 Serial Baud Rate의 전송속도에 의하여 시간이 적용된다.

12-5-6 Conclusion (TOTAL TIME CONSUMING)

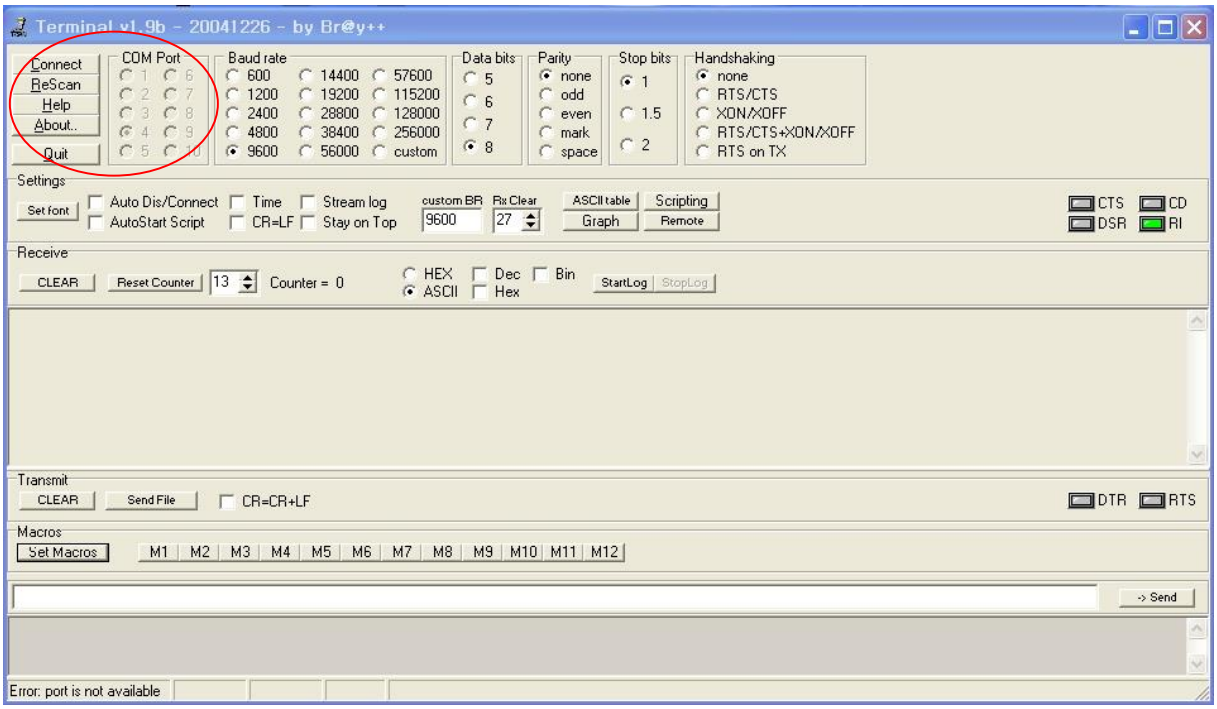
Total Time Consuming = A (ms) + B (ms) + C (ms)

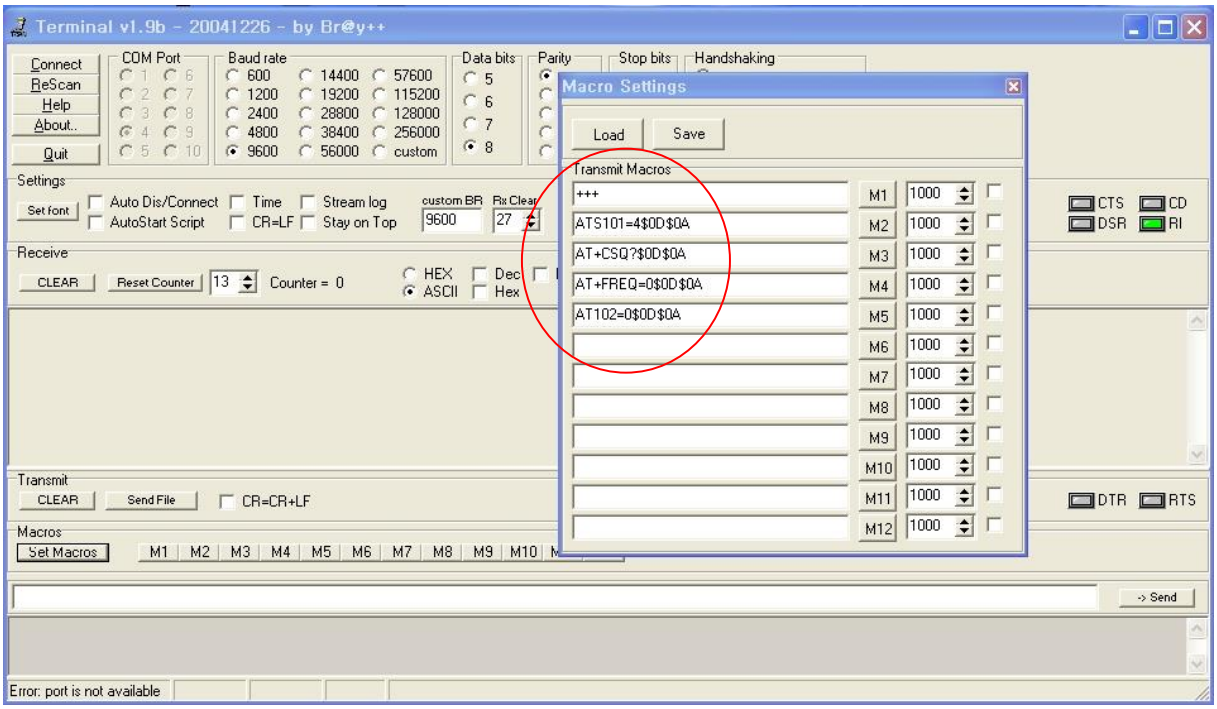
Ex) If you set the UART baud rate is 9600 bps & USER DATA is 10 bytes at air rate 2,400 bps, it consumes;

A (10.42ms) + B (206ms) + C (10.42ms) = Around **227 ms**

12-6 터미널설정

1. RF 모듈을 DVK과 체결한다.
2. DVK에 RS-232C 케이을 RF 모듈과 연결하고 이를 PC의 COM PORT와 연결한다.
   RS-232C의 경우에는 TX<-->RX 그리고 RX<-->TX와 연결되어야 한다.
3. DVK에 전원을 인가한다. 전원은 +6.5VDC to 24VDC 이하의 안정된 전원을 넣어야 한다.
4. 터미널을 해당 PC에서 실행한다. 실행 후에 PC에서 인식하고 있는 COM PORT 번호를 장치관리자에서 확인한다.
5. COM PORT와 BAUD RATE를 설정하고 그리고 DATA BITS: 8, PARITY: NONE, STOP BITS: 1, HANDSHAKING: NONE으로 하여 아래 그림 왼쪽 상단의 "CONNECT"를 클릭하여 터미널을 RF 모듈과 정합한다.


Terminal v1.9b - 20041226 - by Br@y++
Connect
ReScan
Help
About..
Quit
COM Port
Baud rate
Data bits
Parity
Stop bits
Handshaking
none
RTS/CTS
XON/XOFF
RTS/CTS+XON/XOFF
RTS on TX
Settings
Set font
Auto Dis/Connect
AutoStart Script
Time
CR=LF
Stream log
Stay on Top
custom BR
Rx Clear
ASCII table
Scripting
Graph
Remote
CTS
CD
DSR
RI
Receive
CLEAR
Reset Counter
Counter = 0
HEX
ASCII
Dec
Hex
Bin
StartLog
StopLog
Transmit
Send File
CR=CR+LF
DTR
RTS
Macros
Set Macros
M1
M2
M3
M4
M5
M6
M7
M8
M9
M10
M11
M12
-> Send
Error: port is not available


Terminal v1.9b - 20041226 - by Br@y++
Macro Settings
Load
Save
Transmit Macros
+++
ATS101=4$0D$0A
AT+CSQ?$0D$0A
AT+FREQ=0$0D$0A
AT102=0$0D$0A
1000
Error: port is not available

본 터미널은 Radiosystek에서 개발한 것이 아니고 일반적으로 사용되는 것이며, ASCII 및 HEX를 전송.수신할 수 있는 TOOL로써 유용하게 사용할 수 있다. 참고로 "MACRO" 기능을 사용해서 손쉽게 여러 AT Command Sets을 저장하고 호출하여 사용할 수 있다. Windows OS에서 기본적으로 제공하는 Hyper Terminal을 사용해도 무관하다.
본 TOOL에서 "$0D$0A"은 "\r\n"을 의미하는 것으로써 "\r"만 붙여도 AT command set 조작은 가능하다.