

# GMSK UHF 송,수신기 (447.9MHz)

Operation Guide Version 1.0 (2008/3/3)

---



WGM-447TS9



WGM-447TA9



WGM-447RS9



WGM-447RA9

## EM Tech

대전 대덕구 대화동 289-1 공구상가 5 동 227 호

TEL: (042) 623-4470

<http://www.wgmsk.com>

# GMSK UHF 송,수신기 (447.9MHz)

Operation Guide Version 1.0 (2008/3/3)

## 1. 주요기능 및 규격

공통	Digital GMSK 변복조 방식 Scrambler & Descrambler 기능 Narrow Band (Occupied bandwidth : < 8.5KHz, 변조 < $\pm 2.5$ KHz) 통신 지연: 2.5 Bit 이하 (송신기: 1Bit , 수신기: 1.5 Bit) 간단한 인터페이스 (TxD,RxD,Power) Data Rate : 1200 ~ 9600 bps (Ordering Information 참조) NRZI Encoder / Decoder PCB Antenna or SMA Connector Type (Ordering Information 참조)
송신기	단일 $5V \pm 0.5V$ 전원      Standby Mode: < 25mA    Active Mode: < 35mA 송신 출력 : 10mW (10dBm) Deviation : < $\pm 2.5$ kHz 빠른 자동모드 전환 (Standby Mode $\leftrightarrow$ Active Mode)
수신기	단일 $5V \pm 0.5V$ 전원: < 35mA 이중변환 슈퍼헤트로다인 수신기 DPLL 클럭을 사용한 Digital Data Slicer 기능 수신 감도: -107dBm
용도	무선 조종기 원격 검침 및 제어 방범 및 화재 경보 시스템 출입문 관리 / 통제 빌딩환경 컨트롤 / 모니터링 컴퓨터 및 전자기기의 데이터 전송

### Ordering Information

Model	Frequency Band	Type	Antenna	Speed
예) WGM-	447	T	A	9
	419MHz(China) 424MHz(Korea) 429MHz(Japan) 433MHz(Europe) 447MHz(Korea)	T: Transmitter R: Receiver X: Transceiver	A: PCB Antenna S: SMA Connector	1 : 1200 bps 2 : 2400 bps 4 : 4800 bps 9 : 9600 bps

# GMSK UHF 송,수신기 (447.9MHz)

Operation Guide Version 1.0 (2008/3/3)

## 2. 송신기 블록 및 핀 설명

WGM 모델 송신기의 주요 특징은 1)Scrambler 기능, 2)GMSK Modulation 기능, 3)자동모드전환 기능, 4)NRZI Decoder 등을 포함하고 있다. Scrambler 기능을 내장하고 있어 Bit coding(맨체스터 방식등)이나 Byte Coding 방식이 필요가 없이, UART의 데이터를 직접 연결하여 사용할 수 있다. 국내 미약전파로 사용할 수 있는 주파수 대역(424 & 447MHz)의 사용은 점유주파수가 8.5KHz 이하로 제한이 있어 일반적인 FSK 모뎀의 경우 전송 속도를 1200bps를 많이 사용하고 있다. 그러나 GMSK 모뎀의 경우는 FSK 모뎀보다는 점유 대역을 좁게 설계가 가능하여 전송속도를 최대 9600bps를 구현할 수 있고, 이 송신기에서는 자동 모드전환 기능이 있어 데이터의 전송이 없는 경우에 Standby 모드로 전환하여 소모전력을 줄이고 H/W I/F를 단순화할 수 있다.

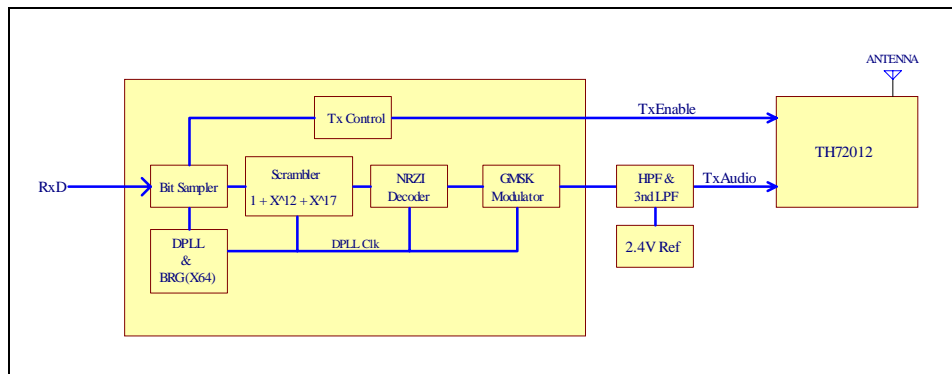


Figure 1. 송신기 블록도

주의)PCB 안테나 버전의 사용시에는 전파 차폐가 잘되는 금속 케이스 사용을 피하고, 플라스틱 계열의 케이스를 사용하는 것이 좋다.

Pin No	Name	I/O	Description	연결	
				필수	선택
1	VCC	Power	Power Input (DC 5±0.5V)	O	
2	GND	Ground	Ground	O	
3	PWMout	O	GMSK 변조 출력		O
4	bReset	I	Reset(Active Low)		O
5	RxD	I	Transmit Data	O	
6	TxEn	O	Transmitter Mode Status Low: Standby Mode High: Active Mode		O

Table 1. 송신기 핀 설명

% 선택 연결 핀의 경우 연결할 필요는 없으며 동작의 확인 등을 위해서 사용할 수 있다. %

# GMSK UHF 송,수신기 (447.9MHz)

Operation Guide Version 1.0 (2008/3/3)

## 3. 수신기 블록 및 핀 설명

수신기는 Double super heterodyne 방식을 사용하고 있고, 수신기에서 무엇보다 중요한 회로가 Data Slicer 회로이다. 일반적으로 비용절감 차원에서 Data Slicer는 AF 신호의 자체 바이어스와 비교기를 사용해서 데이터를 출력을 하는 방식을 많이 사용하고 있다. 그러나 WGM 모델의 수신기는 DPLL 클럭과 정확한 기준 전압(2.4V)을 사용해 수신데이터의 한 비트의 중앙에서 3번 샘플링해서 2번 이상 검출된 값을 사용하여 데이터를 복조하고 DPLL 클럭에 동기 시켜서 데이터를 출력을 하는 방식을 사용하고 있어, AF 신호의 노이즈나 페이저 에러 등을 보정해서 데이터의 수신율을 높여 주고, 데이터의 출력이 정확히 송수신 속도에 맞춰서 출력이 되는 장점을 가지고 있다. 데이터 수신 시 Descrambler가 안정적으로 된 후 정확한 데이터 출력이 됨으로 송신기에서 최소 3bytes의 Preamble 데이터를 송신 후 사용자 데이터를 보내 주어야 한다. 안정적인 동작을 위해서는 Preamble 데이터 0xFF 7bytes를 보내주는 것이 좋다.(GMSKtest.exe 프로그램 설명 참조)

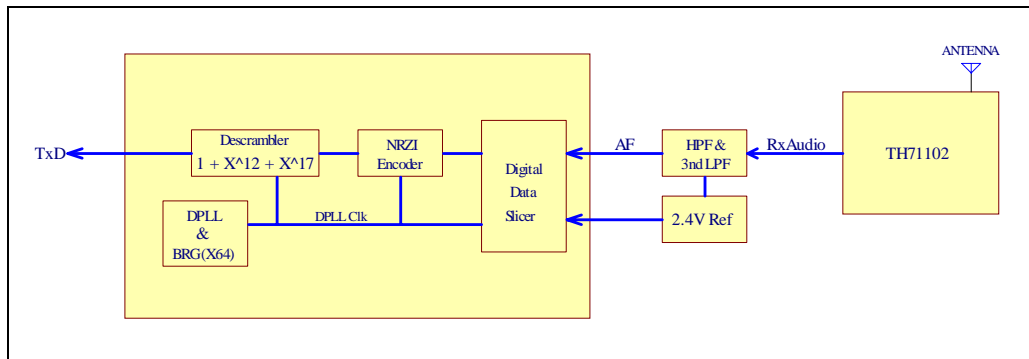


Figure 2. 수신기 블록도

주의) PCB 안테나 버전의 사용시에는 전과 차폐가 잘되는 금속 케이스 사용을 피하고, 플라스틱 계열의 케이스를 사용하는 것이 좋다.

Pin No	Name	I/O	Description	연결	
				필수	선택
1	VCC	Power	Power Input (DC 5±0.5V)	○	
2	GND	Ground	Ground	○	
3	AF	○	AF Output		○
4	bReset	↓	Reset(Active Low)		○
5	Tst	↓	Test 입력 (제작시 사용)		○
6	TxD	○	Receive Data Output	○	

Table 2. 수신기 핀 설명

% 선택 연결 핀의 경우 연결할 필요는 없으며 동작의 확인 등을 위해서 사용할 수 있다. %

# GMSK UHF 송,수신기 (447.9MHz)

Operation Guide Version 1.0 (2008/3/3)

## 4. Application I/F Example

MCU 의 내장된 UART 나 SCC(Serial Communication Controller)등과 같이 송,수신기를 연결하여 사용하는 경우에는 데이터 통신선과 전원만을 연결 시켜주면 된다.

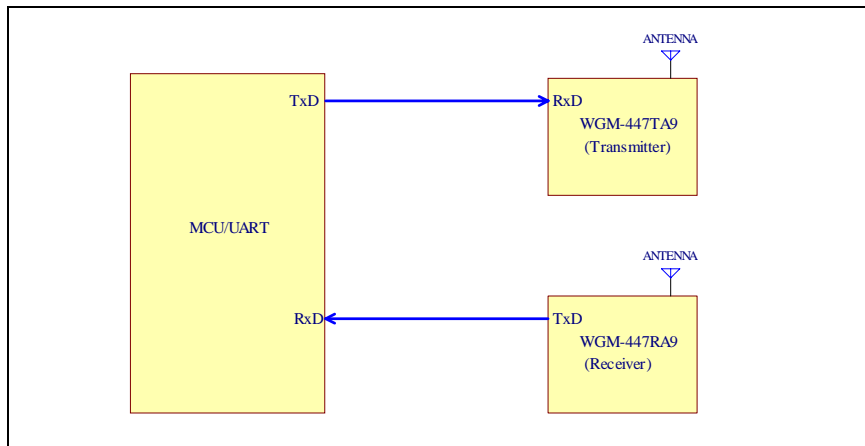


Figure 3.MCU/UART ↔ 송,수신기 I/F Example

PC 와 송,수신기의 연결은 COM port 와 USB Serial Converter 를 사용하여 연결하는 2 가지 방법이 있으며, USB ↔ Serial 변환기 모듈 중에는 Serial Data 와 USB 전원을 사용할 수 있도록 된 제품이 있어 USB 전원을 송,수신기에 제공해줄 수 있어서 사용이 편리하다.

(주의:아래 그림에서 설명상 USB 와 COM port 를 같이 연결이 되어 있지만 실제 연결 시는 COM Port 나 USB Port 중에서 하나만 연결 시켜주어야 한다.)

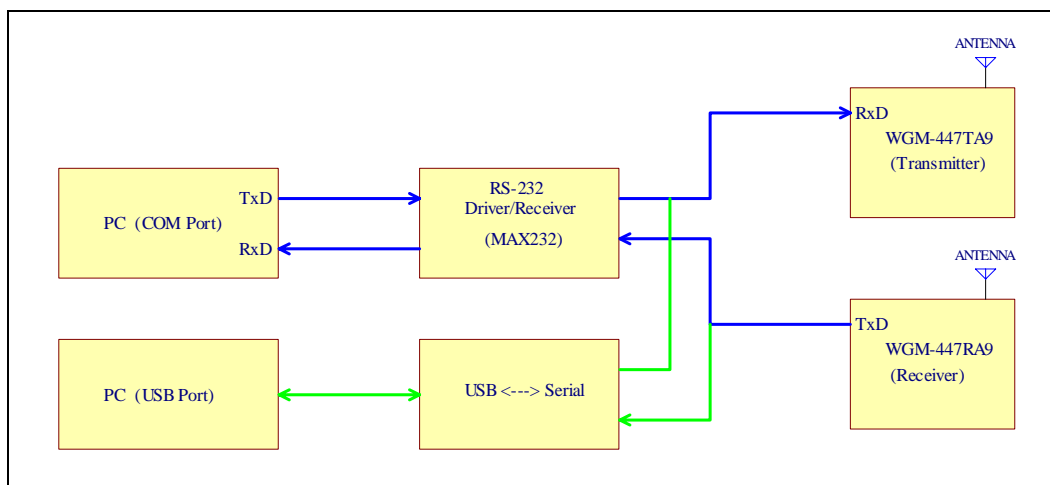


Figure 4. PC ↔ 송,수신기 I/F Example

# GMSK UHF 송,수신기 (447.9MHz)

Operation Guide Version 1.0 (2008/3/3)

## 5. Scrambler & Descrambler 기능

송신 데이터의 연속된 Low 나 High Serial 데이터가 입력이 되어도 연속된 Low 나 high 데이터가 생성이 되지 않도록 Scrambler 회로를 내장하고 있어, 부가적인 Manchester coding 회로나 S/W 적으로 Bit coding 이나 Byte coding 이 필요가 없어, UART Serial 데이터를 직접 연결시켜주면 된다. 변환된 데이터는 수신 시에 Descrambler 에서 원래의 데이터로 복원되어 출력된다.

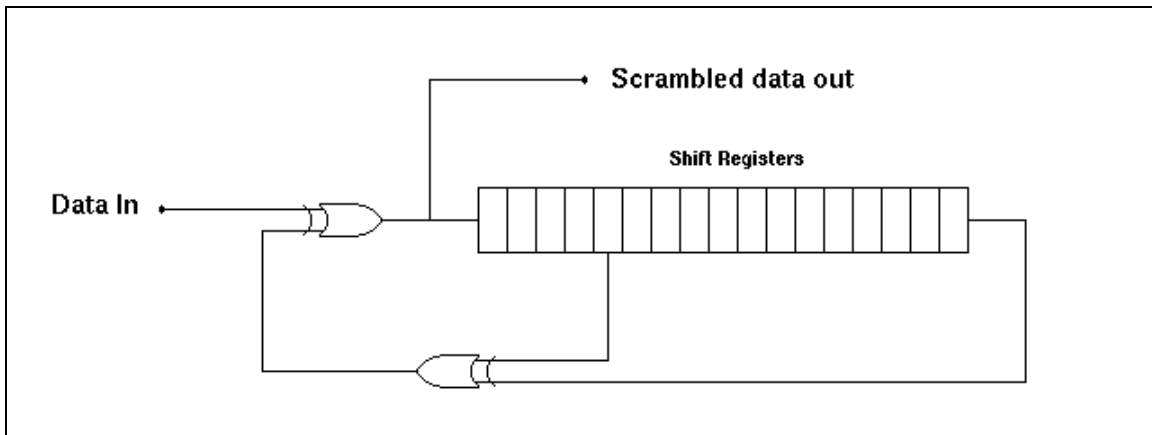


Figure 5. Scrambler Circuit(scrambling polynomial is  $1 + X^{12} + X^{17}$ )

## 6. NRZI 변환기

NRZI 변환기는 GMSK 모뎀과 송,수신기 I/F 시 Audio 신호의 위상 반전에 따른 데이터의 반전 문제가 생기는 것을 방지하기 위해서 내부에 NRZ 신호를 NRZI 로 변화 시켜주고 기능과 NRZI 신호를 NRZ 로 복원해주는 기능을 내장하고 있어 데이터 반전이 되지 않는다. NRZI 는 데이터의 변화를 Low 로 인식을 하고 데이터의 변화가 없을 경우 High 로 인식을 한다.

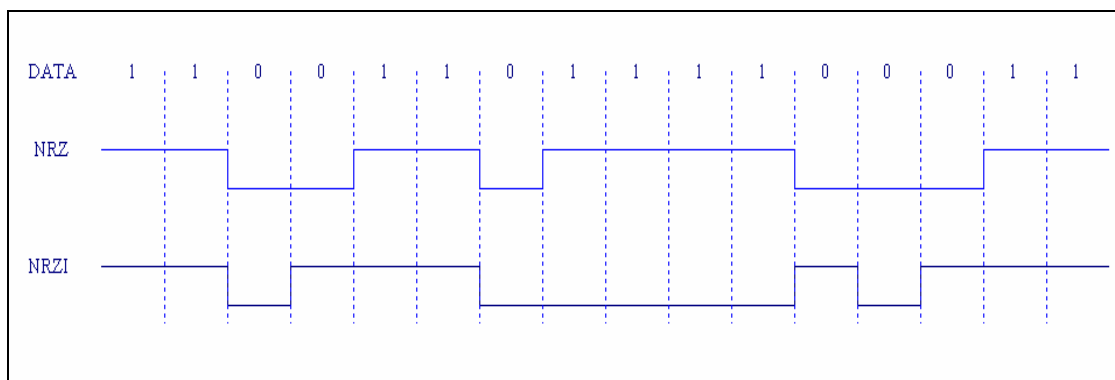


Figure 6. Data Encoding Methods

# GMSK UHF 송,수신기 (447.9MHz)

Operation Guide Version 1.0 (2008/3/3)

## 7. 자동모드 전환

송신기는 데이터를 출력하는 **Active** 모드와 데이터 출력을 하지 않는 **Standby** 모드가 있다. 이 모드의 전환은 송신기의 내부에서 자동으로 제어가 되고 있어 사용자가 별도의 회로나 프로그램에서 제어를 해줄 필요는 없고, 단지 TxEn 핀을 확인해서 현재의 상태를 확인할 수 있다. TxEn 이 Low 이면 Standby 모드이고, High 이면 Active 상태를 나타낸다. Standby 모드에서 RxD 라인의 변화가 있으면 자동으로 Active 모드로 전환하여 10mW의 출력으로 데이터를 전송을 시작하게 되고, 데이터 입력라인(RxD)이 Idle 상태(High 나 Low 가 16bit 이상 연속 입력)가 되면 송신기는 소모전력을 최소로 하는 Standby 모드로 전환된다. Packet의 전송 중에 Active 모드에서 Standby 모드로 전환이 되지 않도록 전송할 데이터의 Byte 와 Byte 사이에 Gap 이 있으면 안 된다. 가능하면 데이터 전송을 인터럽트 방식을 사용하는 것이 바람직하다.

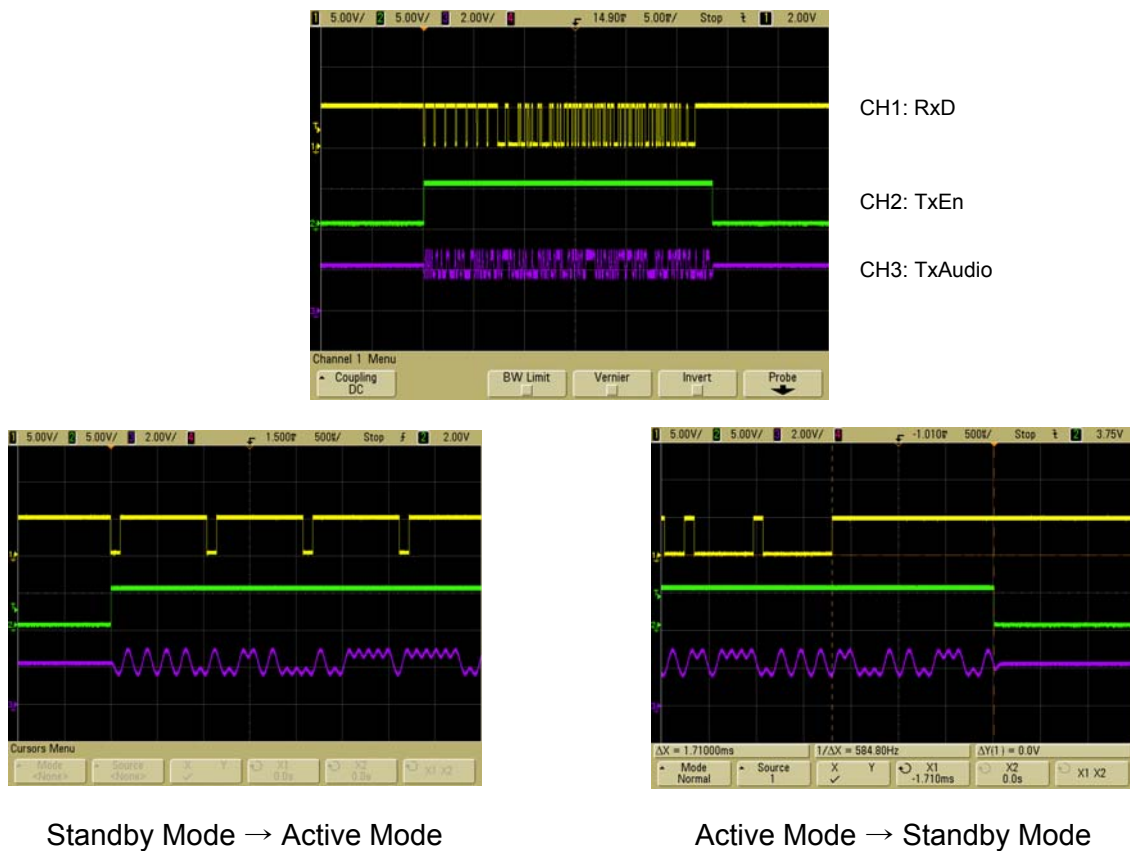


Figure 7. Automatic Transmit Mode Control

# GMSK UHF 송,수신기 (447.9MHz)

Operation Guide Version 1.0 (2008/3/3)

## 8. GMSK 변조 파형

송신기의 GMSK 변조는 송신 데이터(RxD Pin)를 송신기에 FM 변조를 해주기 위한 Audio 신호를 생성시켜주는 부분으로 사인파와 유사한 신호를 생성하여 FM 변조가 됨으로 협대역으로 FSK 모뎀보다 고속의 데이터를 전송이 가능하며, GMSK 모뎀이 FSK 모뎀보다는 노이즈에 강하여 데이터의 전송률이 높다. 아래의 파형은 Preamble 데이터 0xFF 가 Scrambler 와 NRZI Eecoder 에 의해서 생성된 데이터가 전송 Audio 신호로 변환되어 출력된 신호이다.

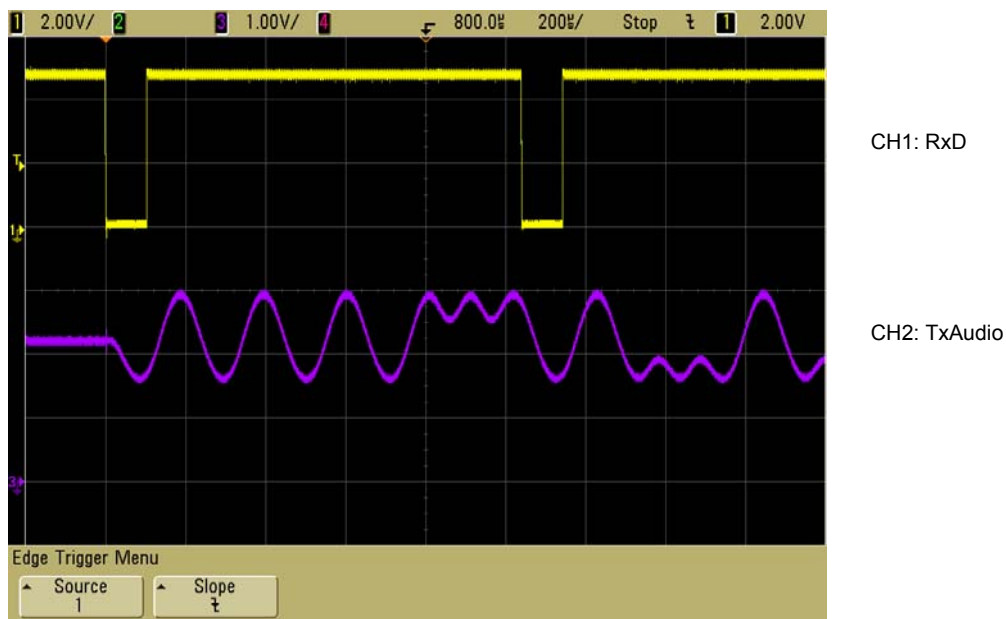


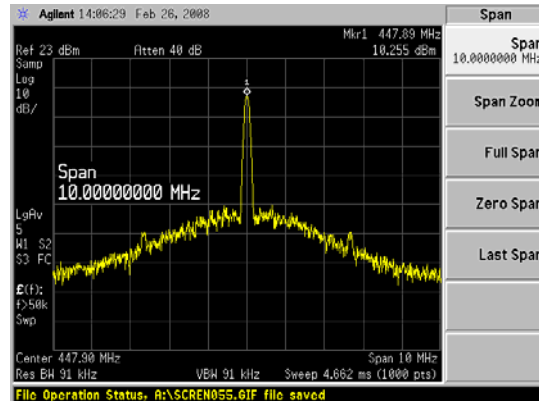
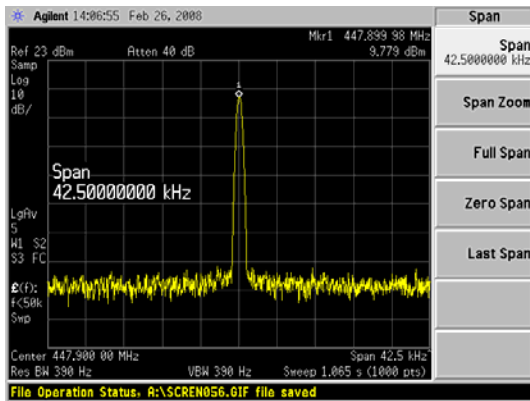
Figure 8. GMSK Transmit Audio Signal



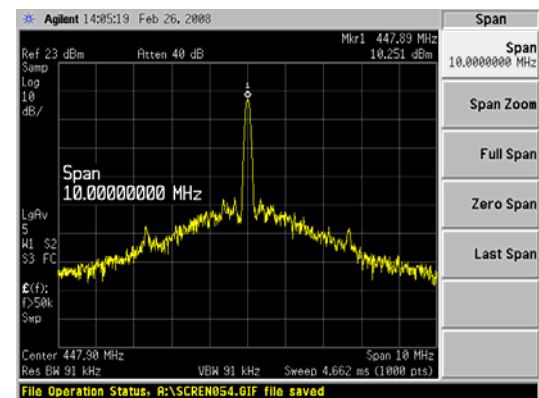
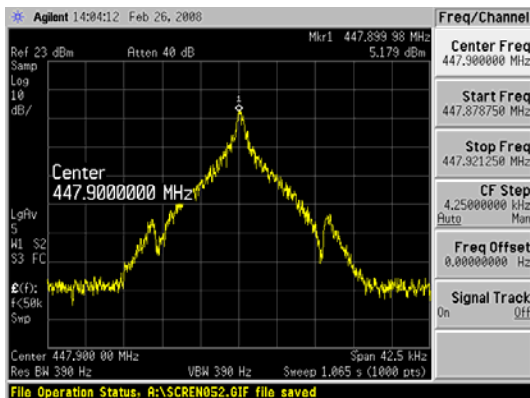
# GMSK UHF 송,수신기 (447.9MHz)

Operation Guide Version 1.0 (2008/3/3)

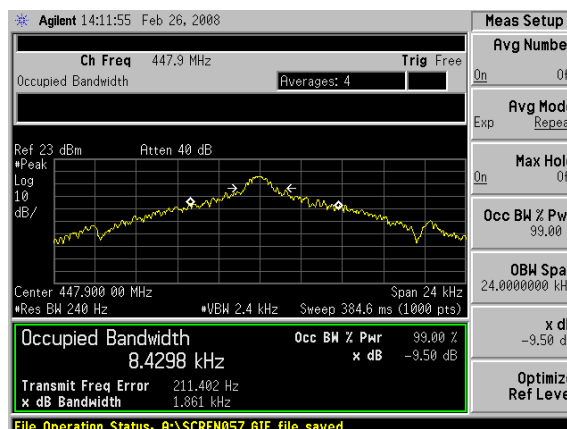
## 9. WGM-447TC Transmit Spectrums



CW Output Spectrum



## GMSK Modulation Spectrum(9600bps)



Occupied Bandwidth

Figure 9. WGM-447TC Spectrums

# GMSK UHF 송,수신기 (447.9MHz)

Operation Guide Version 1.0 (2008/3/3)

## 10. Digital Data Slicer

수신기에서 무엇보다 중요한 회로가 Data Slicer 회로이다. 일반적으로 비용절감 차원에서 Data Slicer 는 AF 신호의 자체 바이어스와 비교기를 사용해서 데이터를 출력을 하는 방식을 많이 사용하고 있으나, WGM 수신기 모델의 Digital Data Slicer 기능은 Bit Sampler 에서 데이터의 변화와 BRG(Baud Rate Generator) Clock(64X)으로 DPLL Clock 을 생성하고, 1bit 데이터는 내부에서 SampleClk 에 의해서 Sample1~3 신호를 생성 후 샘플링 된 데이터에서 2 번이상 샘플링 된 데이터 DpllData 를 생성하여 NRZI Decoder 와 Descrambler 에서 사용이 되고, DPLL Clock(1X)에 동기 된 수신 데이터가 TxD 로 출력이 된다. 그림에서 ACO 는 기준전압(2.4V)과 AF 신호의 비교기 출력 값이며, 실제 데이터의 출력은 1.5Bit 지연이 되어 TxD Line 으로 출력이 된다. Digital Data Slicer 의 장점은 AF 신호의 DC 바이어스와 위상 노이즈에 따른 문제를 보정해 데이터의 수신율을 향상 시켜주며, 데이터의 출력이 송수신 속도에 정확히 맞추어 출력되는 장점이 있다.

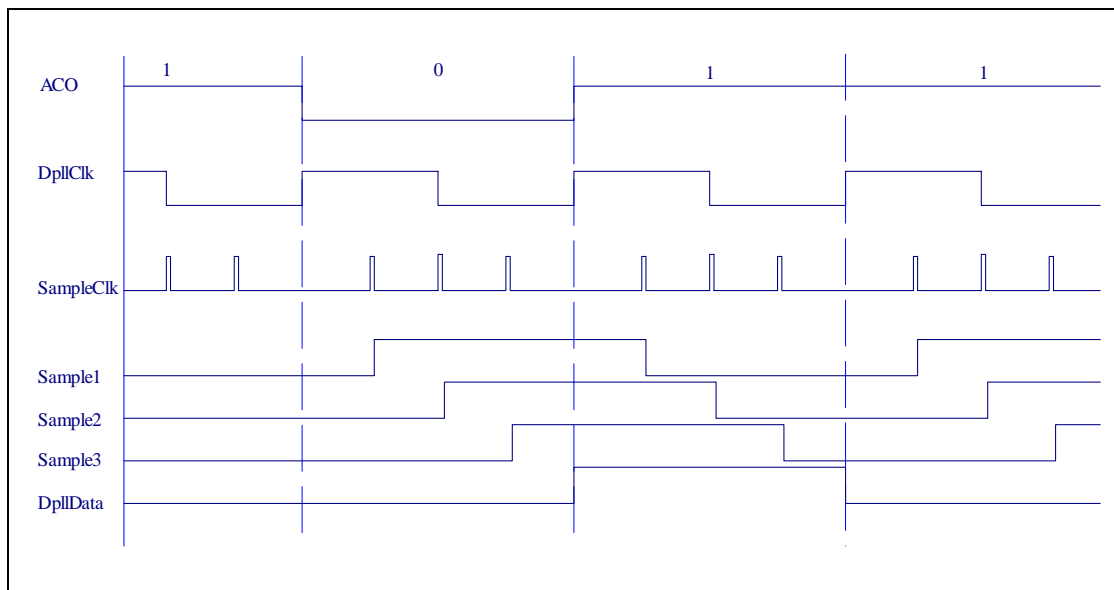


Figure 10. Digital Data Slicer & DPLL Signals

# GMSK UHF 송,수신기 (447.9MHz)

Operation Guide Version 1.0 (2008/3/3)

## 11. 수신기의 RSSI와 AF 신호

RSSI(Received Signal Strength Indicator)는 수신기의 주파수 수신강도를 나타내며,AF 신호는 수신된 데이터의 Audio 신호로 Digital Data Slicer의 입력으로 사용이 된다. 아래의 파형은 수신기의 RSSI 신호, AF 신호와 복조된 데이터의 파형이다. 그림의 앞부분을 살펴보면 단순한 비교기만을 사용한 회로와 다르게 Digital Data Slicer에서의 복조 데이터 출력(TxD)이 전송 속도에 정확히 맞추어 출력됨을 알 수 있다.

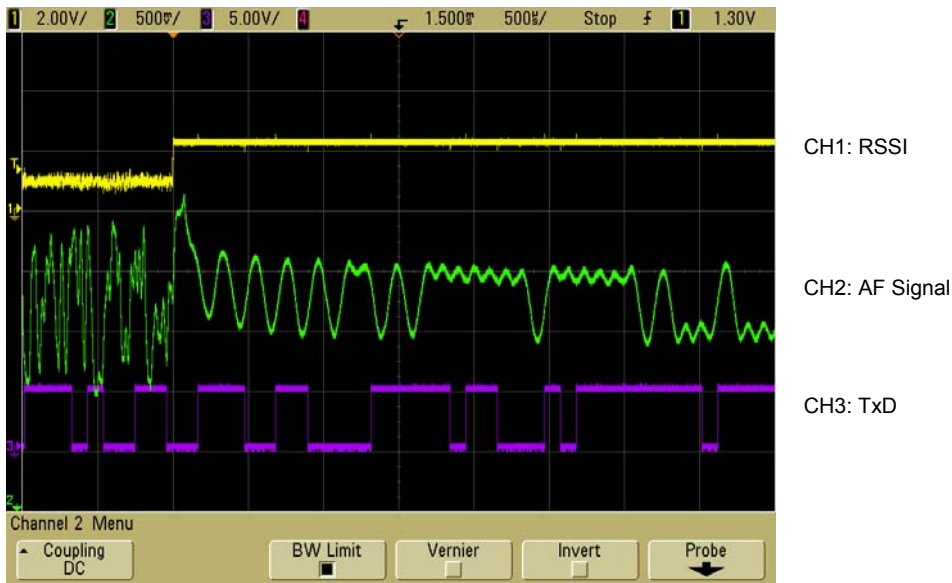


Figure 11. RSSI,AF & Received Data Signal

아래 그림은 송신기의 TxAudio 신호와 수신기의 AF 신호를 동시에 비교한 그림이다.

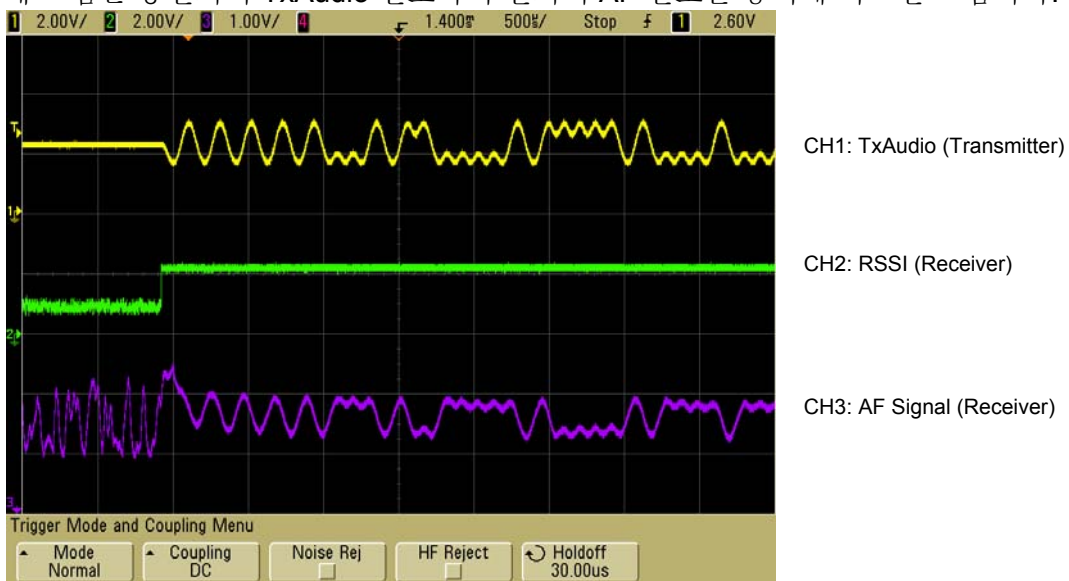


Figure 12. TxAudio & AF Signal

# GMSK UHF 송,수신기 (447.9MHz)

Operation Guide Version 1.0 (2008/3/3)

## 12. PCB 안테나 측정

안테나의 성능은 네트워크 분석기를 사용하여 S11 과 Smith Chart 를 측정한 결과로 중심 주파수 447.9MHz 에서 S11 값이 -23.70dB 로 측정이 되었고, 실제 임피던스는  $43.93+1.215j$  이 측정되었다.

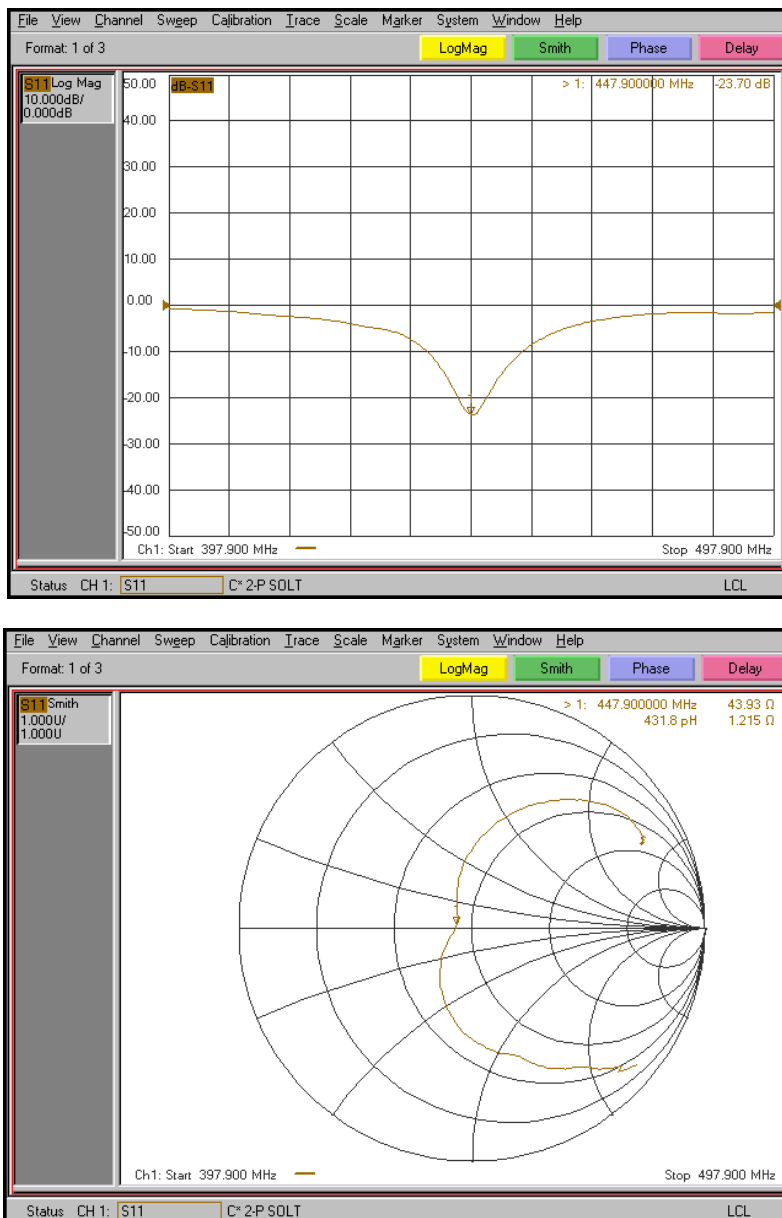


Figure 13. PCB Antenna 측정 결과

# GMSK UHF 송,수신기 (447.9MHz)

Operation Guide Version 1.0 (2008/3/3)

## 13. WGM-447TC9 & WGM-447RC9 규격

공통

항목	단위	규격	설명
사용전원	V	5±0.5	
중심주파수	MHz	447.9	
점유주파수대폭	KHz	< 8.5	
주파수편차	ppm	±7	
RF Impedance	ohm	50	PCB Antenna 해당 없음
Data Rate	bps	9600	
변조방식		GMSK(FM) 변복조	
통신지연	bit	< 2.5	송신기: 1Bit 수신기:1.5 Bit

송신기(WGM-477TC9) 규격

항목	단위	규격	설명
RF 출력	dBm	10	
Deviation	KHz	< ±2.5	
소비전류	mA	Standby: < 25mA Active: < 35mA	
모드전환	us	Standby → Active: < 2.0	
	ms	Active → Standby: < 1.7	

수신기(WGM-477RC9) 규격

항목	단위	규격	설명
수신방식		Double super heterodyne	
소비전류	mA	< 35 mA	
수신감도	dBm	-107	BER 3/1000

# GMSK UHF 송,수신기 (447.9MHz)

Operation Guide Version 1.0 (2008/3/3)

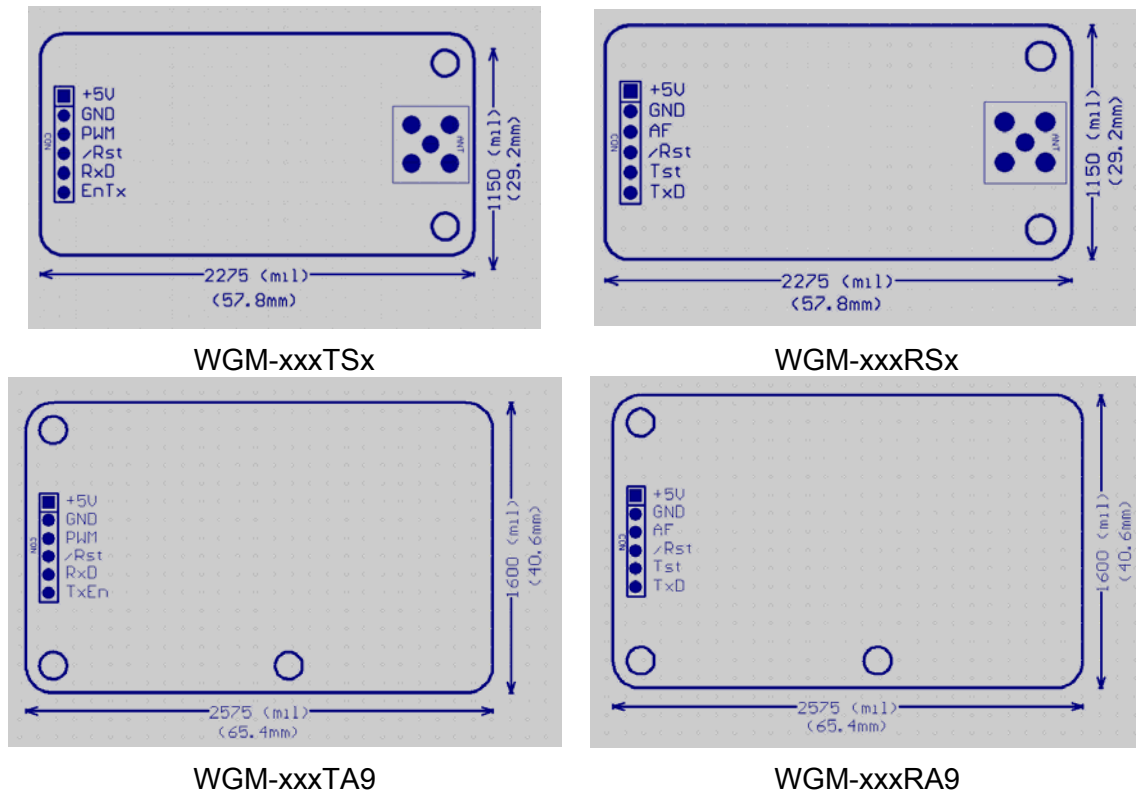


Figure 14. Transmitter & Receiver Dimension

# GMSK UHF 송,수신기 (447.9MHz)

Operation Guide Version 1.0 (2008/3/3)

## 14. Serial Communication Protocol (Example)

수신기의 데이터의 수신은 Descrambler 의 17bit 와 UART 의 Start Bit 을 정확히 인식하기 전까지는 부정확한 데이터가 출력이 됨으로 송신 시 사용자 데이터 앞에 최소 30bit 이상의 Preamble 데이터를 부가적으로 전송을 해주어야 정확한 데이터 수신을 할 수가 있다. 그리고 사용자 데이터는 Packet 화하여 전송해 주는 것이 좋으며, 데이터의 정합을 확인하기 위한 CRC-16 데이터를 사용하는 것이 좋다.

Preamble	User Packet				
0xFF 데이터를 최소 3Bytes 수신기의 안정적인 동작을 위해서는 7Bytes 을 사용하기를 권장한다.	DA	SA	FT	INFO	CRC-16

Table 3. Packet Example

DA: Destination Address

SA: Source Address

FT: Frame Type

INFO: data

CRC-16: 16bit CRC 데이터

### 14.1. 데이터 Packet 화 방법(RFC-1055)

일반적으로 UART 데이터는 Packet 의 시작과 끝을 알 수 없다. RFC-1055(SLIP Protocol)은 이런 데이터를 Packet 화하는 방법을 제시하고 있다. RFC-1055 문서를 간략하게 설명을 하면 Packet 의 시작과 끝은 16 진수 0xC0(FEND)을 사용하고 User data 의 0xC0 는 0xDB(FESC)와 0xDC(TFEND)로 변환해서 전송을 하고, 0xDB(FESC)는 0xDB(FESC)와 0xDD(TFESC)로 변환해서 전송을 하고 수신하는 쪽에는 반대의 동작을 수행하는 것으로 정의하고 있다. SLIP 프로토콜을 사용하면 Packet 의 시작과 끝을 정확히 알 수 있어 Packet 데이터 처리가 용이하다. 보다 자세한 것은 RFC-1055 문서와 GMSKTest 프로그램의 SLIP.C 와 SLIP.H 프로그램 소스코드를 참조하기를 바란다.

# GMSK UHF 송,수신기 (447.9MHz)

Operation Guide Version 1.0 (2008/3/3)

## 15. 송,수신기 Test

송,수신기의 정상적인 동작 확인과 테스트를 위해서 제공하는 GMSKtest.exe 프로그램은 PC COM port 나 USB-Serial 변환기를 송,수신기와 연결하여 테스트해 볼 수 있다. GMSKtest.exe 를 실행시키면 아래와 같은 윈도우가 나타난다.

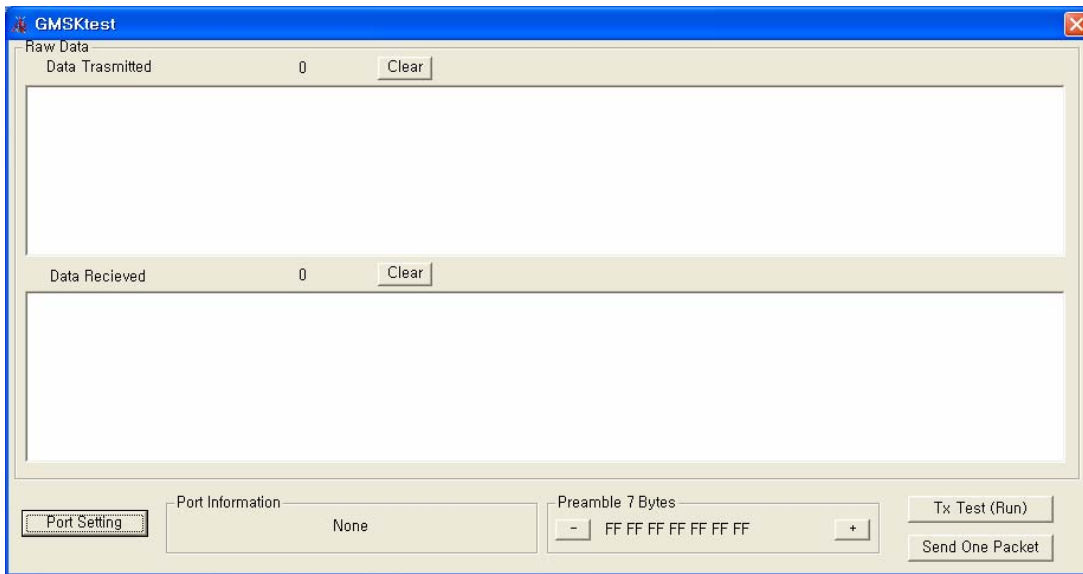


Figure 15 GMSKtest 초기 화면

우선 화면의 좌측하단의 “Port Setting” 명령버튼을 마우스로 클릭하여 Serial port 를 설정하는 화면이 나오면, 송,수신기와 연결된 COM Port, Baud Rate, Data Bits 등을 선택 후 Ok 버튼을 Click 하면 Port Information Window 에 설정된 상태가 디스플레이 된다.

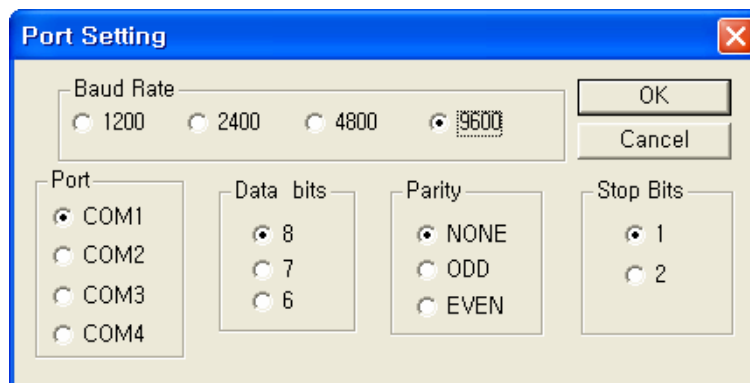


Figure 16. Serial Port Setting Window



# GMSK UHF 송,수신기 (447.9MHz)

Operation Guide Version 1.0 (2008/3/3)

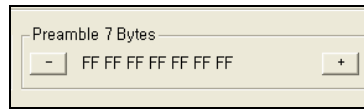


Figure 17. Preamble Byte 수 선택 Group Box

Port 설정을 끝낸 후 메인 화면의 하단 중앙의 “Preamble Group Box” 내의 “-” 명령버튼과 “+” 명령버튼을 이용하여 Preamble Byte 개수를 3 ~ 10 Byte 로 설정할 수 있으며, 안정적인 동작을 위해서는 5 Byte 이상을 사용하는 것이 좋다. 디폴트 값은 7 Byte 로 되어 있다.

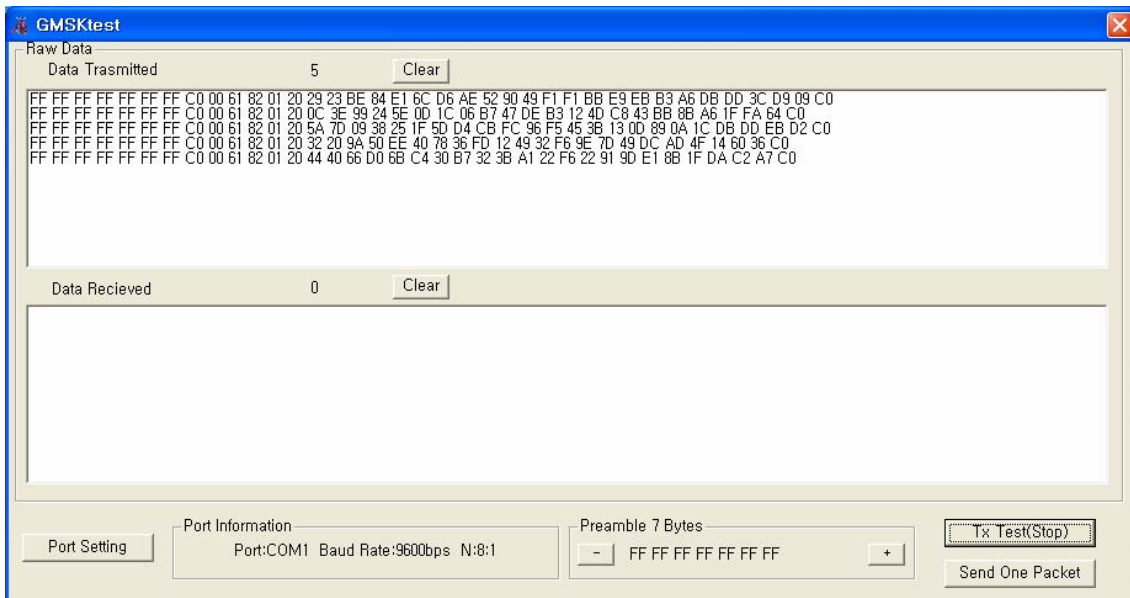


Figure 18. GMSKtest.exe Window

메인 화면의 좌측 하단의 “Tx Test(Run/Stop)” 명령버튼은 토글 형태로 되어 있어 (Run)으로 표시되어 있는 경우는 테스트를 멈춘 상태이고, (Stop)으로 표시된 상태는 테스트를 진행중인 상태를 나타낸다. 테스트가 진행중인 경우에 무작위 데이터를 비주기적으로 데이터를 연속적으로 보내는 테스트를 진행할 수 있어 송신된 Packet 의 개수와 수신된 Packet 의 개수를 서로 비교하여 성능을 확인할 수 있다. 송수신된 개수는 “Clear” 명령 버튼을 Click 하면 0 으로 초기화 된다. “Send One Packet” 명령버튼은 마우스로 클릭할 때 마다 한 개의 데이터를 전송한다. Data Transmitted 와 Data Received 윈도우에는 송,수신 데이터의 16 진수 값이 화면에 디스플레이 된다.