# EZBee series Manual

**(Version 1.0)**

chipsen

# 목 차

# 1. EZBee series 제품개요

EZBee series 는 IEEE 802.15.4 기반 무선 모뎀으로 저비용, 저전압의 무선 네트워크 구성과 사용에 대한 전문적인 지식 없이도 무선 네트워크를 손쉽게 구축하여 무선통신을 할 수 있도록 합니다. EZBee series는 mesh 구조를 지원하고, 원격 ADC & I/O 를 지원합니다.

사용자는 RS-232C 인터페이스와 AT 명령어를 사용하여 EZBee series 모뎀을 제어할 수 있습니다.

EZBee series 모뎀은 모뎀간 데이터 전송을 위하여 ASCII 모드, Bypass 모드 그리고 EBI(EZBee Binary Interface) 모드의 총 세 가지 데이터 전송 모드를 제공합니다.

ASCII 모드에서는 데이터 전송을 위한 AT 전송 명령어을 이용하여 ASCII HEX 형식으로 데이터를 전송합니다.

Bypass 모드에서는 데이터 전송을 위한 별도의 명령어나 통신 패킷 구성 없이 미리 지정된 특정 모뎀에 마치 유선 연결이 이루어진 것처럼 전송 데이터를 가공하지 않고 직접 전송합니다.

마지막으로, EBI 모드에서는 당사에서 규정한 EBI 규약에 맞게 데이터 패킷을 구성하여 좀 더 유연하게 데이터 통신을 할 수 있도록 합니다.

각 모뎀은 EZBee의 확장 주소(extended address) 및 단축 주소(short address)이외에 고유 ID가 부여 되며, 모든 모드에서 메시지 전송 때 이 고유 ID를 사용하여 데이터 전송의 수신 모뎀을 지정합니다.

※ EZBee series 모뎀을 이용한 네트워크 내에서 데이터를 송수신 하는 경우에 무선 RF 특성상 데이터 송수신 과정에서 데이터 손실이 발생할 수 있습니다.

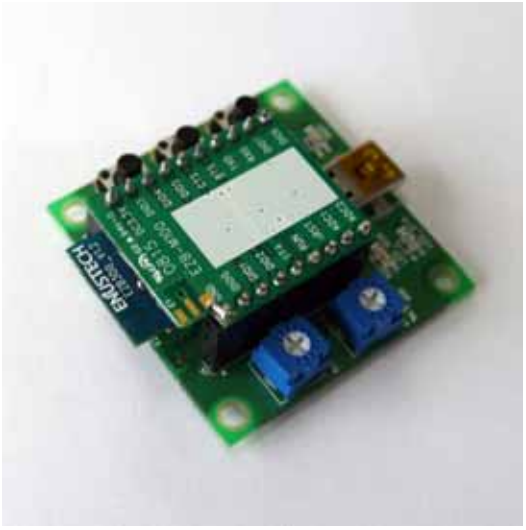
EZBee series의 제품 사양 및 네트워킹 & 보안 사양은 다음과 같습니다.

| **EZBee series 제품 사양** | |
|---|---|
| 통신 거리 | 2500m까지 (장애물 없는 경우) |
| 송신 출력 | 0 dBm ~ 18 dBm (소프트웨어 선택 가능) |
| RF Data Rate | 250,000 bps |
| Serial Interface Data Rate | 1,200 – 115,200 bps(소프트웨어 선택 가능) |
| 수신 감도 | -100dBm (패킷 에러 비율 1%) |

| **EZBee series 네트워킹 & 보안 사양** | |
|---|---|
| Supported Network Topologies | Point-to-point, point-to-multipoint, peer-to-peer |
| Number of Channels(software selectable) | 16 direct sequence channels |
| Addressing Options | PAN ID, Channel, Addresses |

# 2. EZBee-M100

EZBee-M100 은 IEEE 802.15.4 표준을 준수하고 기기간 안정적인 데이터 통신을 제공하며 전력 소모가 적습니다.

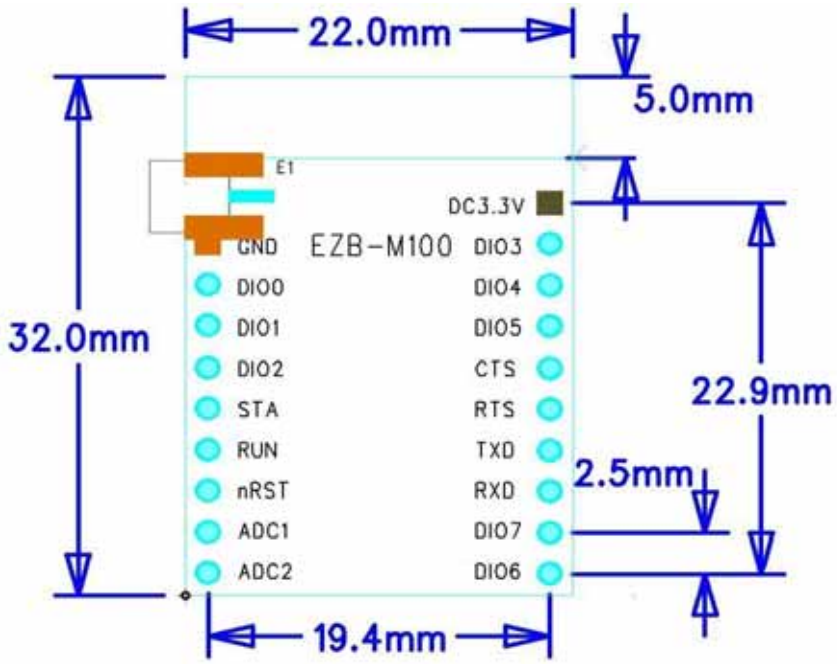


## 2.1 EZBee-M100 제품사양

| General Specifications | |
|---|---|
| Operating Frequency | ISM 2.4 GHz ISM 2.4 GHz |
| Dimension* | 32.0mm(L) x 22.0mm(W) x 10.5mm(H) |
| Operating Temperature | -25 ~ 85° C |

| Electrical Specifications | |
|---|---|
| Supply Voltage | 2.7~3.6V |
| Transmit Current(typical) | 190mA |
| Idle/Receive Current(typical) | 27mA |

## 2.2 EZBee-M100 Dimension

| Dimension* |
|---|
|  |



## 2.3 EZBee-M100 PIN Assignments

| PIN | Name | Direction | Description |
|---|---|---|---|
| **1** | GND | - | Power Ground |
| **2** | DIO0 | Input / Output | Digital Input or Output |
| **3** | DIO1 | Input / Output | Digital Input or Output |
| **4** | DIO2 | Input / Output | Digital Input or Output |
| **5** | STA | Output | Status LED |
| **6** | RUN | Output | Active LED |
| **7** | nRST | Input | RESET, Low Active |
| **8** | ADC1 | Input | Analog to Digital Converter |
| **9** | ADC2 | Input | Analog to Digital Converter |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **10** | DIO6 | Input / Output | Digital Input or Output |
| **11** | DIO7 | Input / Output | Digital Input or Output |
| **12** | RXD | Input | UART Data |
| **13** | TXD | Output | UART Data |
| **14** | RTS | Output | UART Request to Send |
| **15** | CTS | Input | UART Clear to Send |
| **16** | DIO5 | Input / Output | Digital Input or Output |
| **17** | DIO4 | Input / Output | Digital Input or Output |
| **18** | DIO3 | Input / Output | Digital Input or Output |
| **19** | DC 3.3V | - | Power supply 3.3V |

## 2.4 EZBee-M100 LED 표시

| **LED 표시** | |
|---|---|
| **ACT LED(파란색)** | 무선 데이터가 tx/rx일 때 깜박임 |
| **STA LED(오렌지색)** | PAN에 접속(join)되지 않았을 경우<br>- 1 초 간격으로 꺼졌다 켜졌다 함(1 초 켜짐/1 초 꺼짐) |
| | PAN에 접속 됐을 경우<br>- ASCII MODE일 때: 계속 켜져 있음<br>- EBI MODE일 때: 0.5 초동안 두 번 깜박인 후 0.5 초간 꺼짐을 반복함<br>- BYPASS MODE일 때: 0.5 초 간격으로 꺼졌다 켜졌다 함 |

※ EZBee-M100 사용법은 Appendix를 참조하기 바랍니다.

※ EZBee-M100-S (MMCX Type) 은 외부안테나를 사용할 수 있습니다.

# 3 EZBee-S100

EZBee-S100 은 다른 802.15.4 무선 통신에 연결되도록 설계되었습니다. EZBee-S100 두 개를 통신 범위 내에서 전원을 켤 경우 서로 연결됩니다. 두 개의 EZBee-S100 을 켠 후 기본 설정인 38,400 baud rate에 맞추면 추가적인 설정 없이 무선 통신을 사용할 수 있습니다.


## 3.1 EZBee-S100 제품 사양

| EZBee-S100 제품 사양 | |
|---|---|
| 전압 | DC 4.5V~DC 5.5V (미니 usb잭 또는 DSUB 9 핀 사용가능) |
| 하드웨어 인터페이스 | RS-232, RS-422, RS-485 |
| LED 표시 | 작동 및 현재상태 표시 |
| 동작 환경 | 동작 온도: -25~70 ° C |
| | 보관 온도: -25~70 ° C |
| | 상대습도: 0 ~ 90% |
| 외관 | 크기: 31mm(w) x 15mm(H) x 60mm(L) |
| | 중량: 16g |

## 3.2 EZBee-S100 설치 방법

EZBee-S100 설치는 232 통신일 때와 422 통신일 때로 나뉩니다.

EZBee-S100 에서 Baud rate 는 DIP 스위치로만 설정합니다.

### 3.2.1 232 통신일 때

1 232, 422/485 스위치를 232 쪽으로 설정합니다.

2 [Hardware flow control] 사용여부, [baud rate]를 DIP 스위치로 설정합니다.

3 EZBee-S100 을 PC 또는 DTE에 연결합니다.

4 PC usb포트나 DC 어댑터에 미니 usb케이블을 연결합니다. 연결하면 바로 전원이 들어옵니다. 아답터를 이용하여 전원공급이 가능합니다.

### 3.2.2 422 통신 일 때

1 232, 422/485 스위치를 422/485 쪽으로 설정합니다.

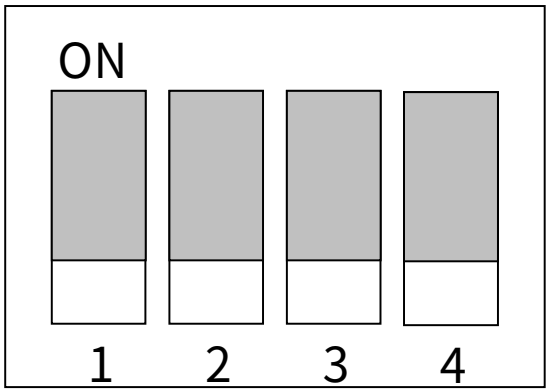
2 DIP 스위치를 이용해 422 또는 485 로 설정합니다.

3 DIP 스위치를 이용해 baud rate를 설정합니다.

4 DSUB 9 Pin definition*을 참고하여 연결합니다.

5 PC USB포트나 DC 어댑터에 미니 USB 케이블을 연결합니다. 연결하면 바로 전원이 들어옵니다. 아답터를 이용하여 전원공급이 가능합니다.

## 3.3 Dip 스위치 설정



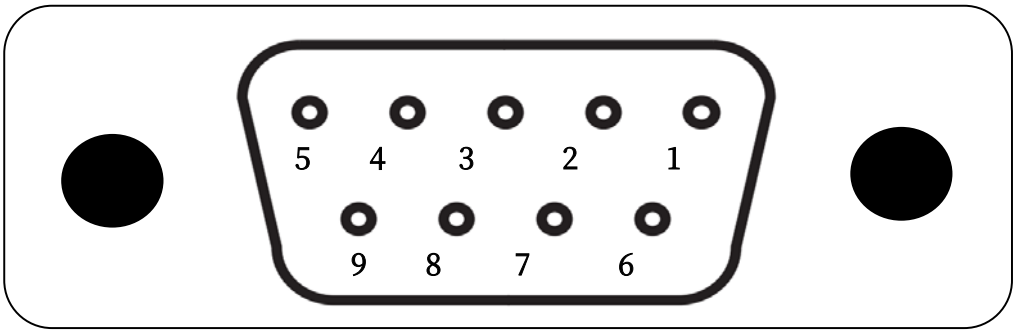

### ► DIP1 모드 설정

| | RS-232 mode | RS-422/485 mode |
|---|---|---|
| **DIP1 ON** | Hardware Flow Control ON | RS-422 |
| **DIP1 OFF** | Hardware Flow Control OFF | RS-485 |

### ► Baud rate 설정

| Baud rate | DIP2 | DIP3 | DIP4 |
|---|---|---|---|
| 38400 bps | OFF | OFF | OFF |
| 2400 bps | OFF | OFF | ON |
| 9600 bps | OFF | ON | OFF |
| 19200 bps | OFF | ON | ON |
| 38400 bps | ON | OFF | OFF |
| 57600 bps | ON | OFF | ON |
| 115K bps | ON | ON | OFF |
| 38400 bps | ON | ON | ON |

DSUB 9 Pin Definition*




| Pin Number | RS-232 | RS-422 | RS-485 |
|---|---|---|---|
| **1** | DCD | | |
| **2** | TXD | RXD- | TXD-/RXD- |
| **3** | RXD | TXD- | |
| **4** | DTS | | |
| **5** | GND | | |
| **6** | DTR | | |
| **7** | CTS | RXD+ | |
| **8** | RTS | TXD+ | TXD+/RXD+ |
| **9** | DC Input | DC Input | DC Input |

## 3.4 EZBee-S100 LED 표시

| LED 표시 | |
|---|---|
| **ACT LED(파란색)** | 무선 데이터가 tx/rx일 때 깜박임 |
| **STA LED(오렌지색)** | PAN에 접속 되지 않았을 경우<br>- 1 초 간격으로 꺼졌다 켜졌다 함(1 초 켜짐/1 초 꺼짐) |
| | PAN에 접속 됐을 경우<br>- ASCII MODE일 때: 계속 켜져 있음<br>- EBI MODE일 때: 0.5 초동안 두 번 깜박인 후 0.5 초간 꺼짐을 반복함<br>- BYPASS MODE일 때: 0.5 초 간격으로 꺼졌다 켜졌다 함 |

# 4 EZBee-U100

EZBee-U100 을 사용하면 PC나 노트북에서 IEEE 802.15.4 기기들을 쉽고 간편하게 모니터링하고 관리할 수 있습니다. 또한 간단한 IEEE 802.15.4 라우터로도 사용할 수 있습니다.

※ 라우터 기능은 무선 네트워크 거리를 늘리거나 음영지역을 없애기 위해 사용될 수 있습니다. 별도의 설정없이 네트워크에 참여함으로써 라우터 기능을 사용할 수 있습니다.

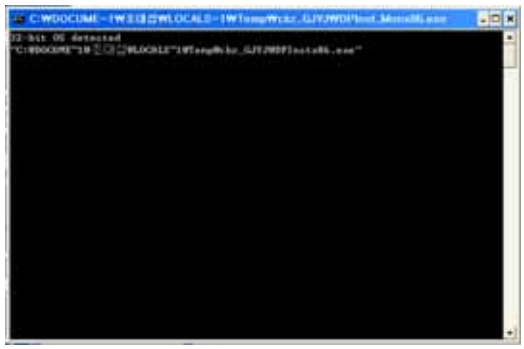
## 4.1 EZBee-U100 제품 사양

| EZBee-U100 제품 사양 | |
|---|---|
| 전압 | DC 4.5V~DC 5.5V (미니 usb잭 사용) |
| 하드웨어 인터페이스 | USB 2.0 |
| LED 표시 | 작동 및 현재상태 표시 |
| PC 인식 | USB to Serial device ( 드라이버설치 필요 ) |
| 동작 환경 | 동작 온도: -25~70 ° C |
| | 보관 온도: -25~70 ° C |
| | 상대습도: 0 ~ 90% |
| 외관 | 크기: 19.5mm(w) x 8.5mm(H) x 54mm(L) |
| | 중량: 9g |

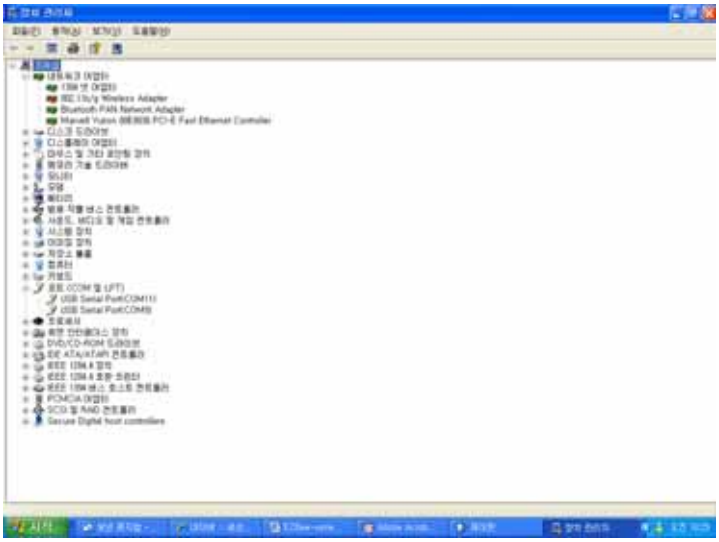
## 4.2 EZBee-U100 설치 방법

1 동봉된 CD를 실행해 OS에 맞는 FTDI 드라이버를 설치합니다.

* 지원 OS : Window, MAC, Linux 각 폴더 안에 설치 방법을 참조하세요.



2 EZBee-U100 은 USB 시리얼 디바이스로 인식되므로, 제어판 시스템의 장치 관리자를 통해 해당 COM포트 넘버를 확인한 후 사용합니다.



## 4.3 EZBee-U100 LED 표시

| LED 표시 | |
|---|---|
| **ACT LED(파란색)** | 무선 데이터가 tx/rx일 때 깜박임 |
| **STA LED(오렌지색)** | PAN에 접속 되지 않았을 경우<br>- 1 초 간격으로 꺼졌다 켜졌다 함(1 초 켜짐/1 초 꺼짐) |
| | PAN에 접속 됐을 경우<br>- ASCII MODE일 때: 계속 켜져 있음<br>- EBI MODE일 때: 0.5 초동안 두 번 깜박인 후 0.5 초간 꺼짐을 반복함<br>- BYPASS MODE일 때: 0.5 초 간격으로 꺼졌다 켜졌다 함 |

# 5 EZBee-L100

EZBee-L100 은 IEEE 802.15.4 기반의 무선 네트워크와 IP 기반의 기업형 네트워크를 연결해 주는 역할을 합니다. 무선 네트워크 환경에서 센서를 통해 데이터를 수집하면 EZBee-L100 은 이 데이터를 IP 네트워크로 전달 해 사용자들이 쉽게 이해할 수 있게 도와줍니다.



## 5.1 EZBee-L100 제품 사양

| EZBee-L100 제품 사양 | |
|---|---|
| 전압 | DC 4.5V~DC 5.5V (미니 usb잭 사용) |
| Ethernet Interface | 10/100 Base-T Ethernet with RJ45 jack |
| LED 표시 | 작동 및 현재상태 표시 |
| 네트워크 프로토콜 | HTTP, DHCP Client |
| 통신 설정 | Web, Manager Program |
| 동작 환경 | 동작 온도: 0~70 ° C |
| | 보관 온도: -25~70 ° C |
| | 상대습도: 0 ~ 90% |
| 외관 | 크기: 35mm(w) x 20.5mm(H) x 64.5mm(L) |
| | 중량: 30g |

## 5.2 EZBee-L100 설치 방법

LAN 케이블을 연결한 후, PC usb포트나 DC어댑터를 미니 usb 케이블에 연결합니다. 연결하면 바로 전원이 들어옵니다.


## 5.3 EZBee-L100 네트워크 설정

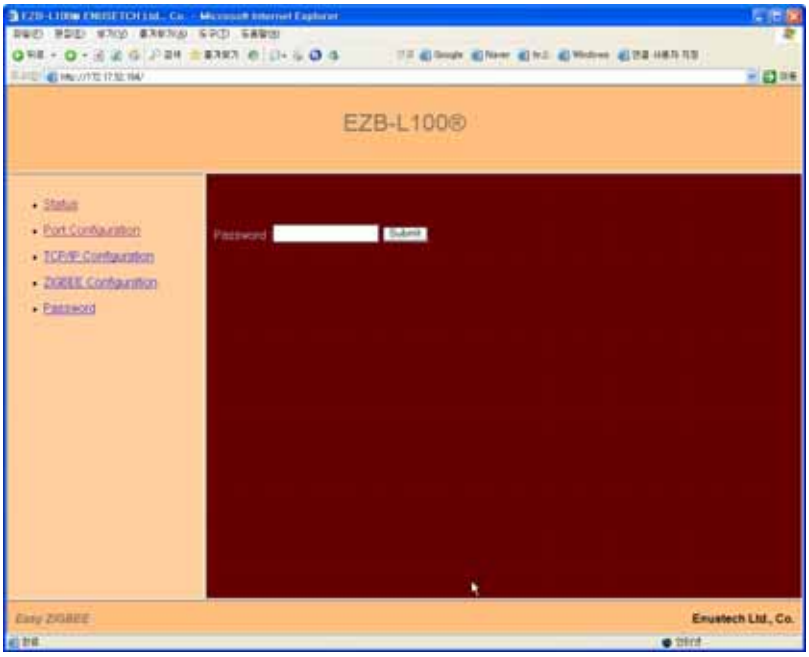
| 초기 설정 | |
|---|---|
| IP | 172.17.52.164 |
| Netmask | 0.0.0.0 |
| Gateway | 0.0.0.0 |
| default password | enus |

### 5.3.1 웹 브라우저 사용할 경우

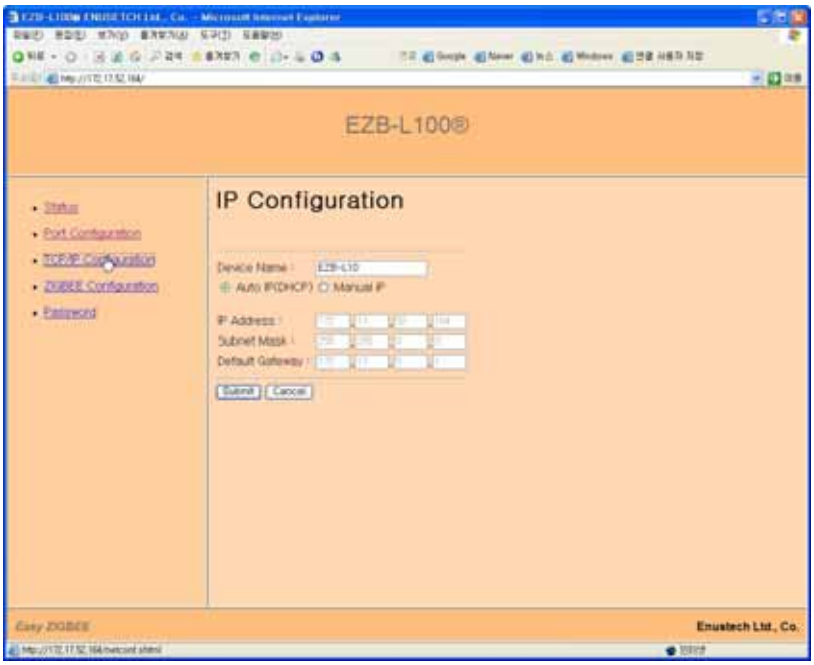
1 웹 브라우저에서 http://172.17.52.164 로 접속합니다.

이 때, 사용자 컴퓨터가 default IP에 접근 가능한 IP, Netmask 설정 상태인지 확인합니다.

2 default password 인 **enus** 를 입력합니다.




3 [ TCP/IP configuration ]을 클릭하여 고유 네트워크 설정을 한 다음 재부팅 시킵니다.




### 5.3.2 EZBee 매니저 프로그램 사용할 경우

EZBee 매니저 프로그램을 이용해 EZBee-L100 을 쉽게 설정할 수 있습니다. 또한, 매니저

프로그램에서 제공하는 여러 기능들을 이용해 EZBee-L100 을 쉽게 관리할 수 있습니다.

### <브로드캐스트 검색>기능 사용하기

브로드캐스트 검색 기능은 사용자 컴퓨터의 동일한 LAN선에 연결되어 있는 모든 EZBee-L100 을 찾아 그 목록을 보여줍니다.

1 [start search]버튼을 누릅니다.

2 검색이 완료되면 브로드캐스트 검색은 멈추고 지정된 EZBee-L100 목록이 보여집니다.

3 목록에서 설정을 변경하고 싶은 EZBee-L100 을 마우스로 선택한 후 마우스 오른쪽 버튼을 누릅니다. 변경을 원하는 메뉴를 선택한 후 설정을 바꿔줍니다.

## 5.4 EZBee-L100 통신 관련 메뉴 설명

| | |
|---|---|
| **Status Monitoring** | EZBee-L100 의 전체 상태를 보여줍니다. |
| **Port configuration** | EZBee-L100 의 동작에 대한 설정을 합니다.<br>Active connection :<br>EZBEE-L100 이 TCP/IP 클라이언트로 동작하여, 지정된 서버로 연결을 시도합니다.<br>- **클라이언트 연결 주기:**<br>포트를 TCP/IP 클라이언트로 지정하면, 해당 포트는 여기에 설정된 시간 주기로 지정된 호스트 IP, 포트로 연결을 시도합니다.<br>**- KeepAlive Enable:**<br>TCP/IP 연결이 끊어졌는지, 정상적으로 연결이 되었는지를 |

| | |
|---|---|
| | 확인할 수 있습니다.<br>**- KeepAlive Interval:**<br>KeepAlive Enable 기능을 설정했을 때 해당 포트로 일정 시간 데이터 송수신이 이루어지지 않았을 경우 지정된 시간 간격으로 연결이 끊어졌는지 정상적으로 연결되었는지 확인합니다. NULL패킷을 송수신하므로 네트워크 부하를 많이 줄일 수 있습니다.<br>**- 포트 설정:**<br>port number: TCP port number<br>Active: Active TCP connection request. Client mode<br>Server IP: IP address for active connection<br>P-P: peer-to-peer mode setting for EZBee<br>**- 통신:**<br>P-P: 무선 통신을 위한 peer-to-peer 모드 설정<br>MODULE ID: Module ID |
| **TCP/IP Configuration** | - Device Name: EZBee-L100 의 이름을 지정합니다.<br>- IP address를 설정합니다. DHCP로 설정할 수도 있습니다. |
| **Zigbee Configuration** | 채널 ID, PAN ID, 그룹 ID, 모듈 ID를 설정합니다. |

## 5.5 EZBee-L100 의 통신 방식

EZBee-L100 은 TCP/IP 소켓 프로그래밍을 지원합니다. 각 포트별로 클라이언트(Client) 또는 서버(Server)로 지정할 수 있으며, 패킷(packet)단위로 처리합니다.

패킷 포맷(packet format)은 포트별로 EBI모드와 P-P(Peer to Peer 모드, Bypass 모드)중 하나를 선택합니다. 기본 설정은 EBI모드이며 한 소켓에 연결된 어떤 모듈과도 송수신이 가능합니다. P-P 모드를 선택할 경우 Bypass 모드로 전환되며, 지정된 모듈과 헤더(header)없이 송수신이 가능합니다.

## 5.6 EZBee-L100 LED 표시

| LED 표시 | | |
|---|---|---|
| **ACT LED(파란색)** | 무선 데이터가 tx/rx일 때 깜박임 | |
| **STA LED(오렌지색)** | 계속 켜져 있을 때 | EZBee-L100 이 네트워크에 접속되었고 지그비에게 데이터를 전송하거나 받을 준비가 되어있음을 의미합니다. |
| | 깜박일 때 | EZBee-L100 이 네트워크에 접속되지 않았음을 의미합니다. |

# 6. AT 명령어

EZBee series에서는 모뎀 제어를 위한 AT 명령어를 지원합니다. 사용자는 AT 명령어를 이용하여 구성하고자 하는 네트워크의 특성을 설정할 수 있으며, 간단한 데이터 송수신을 할 수 있습니다. AT 명령어는 캐리지리턴('\r') 문자로 구분되어 수행됩니다.

## 6.1 AT 명령어 참조 테이블

| AT command | Category | Description | Parameter | Default |
|---|---|---|---|---|
| **D** | System | Change modem mode to 'BYPASS' mode | <Modem ID> | |
| **B** | System | Change modem mode to 'EBI' mode | None | |
| **Z** | System | Modem reset | None | |
| **NZ** | System | Modem reset with erase network states | None | |
| **V** | System | Show modem version | None | |
| **S** | System | Show modem status | None | |
| **+SPI** | Set | Set/Get RS-232C interface configuration | ?<br>=<baud>,<flow> | 38400/ HW flow |
| **+CH** | Set | Get /Set frequency channel | ?<br>=<11~26> | 11 |
| **+DST** | Set | Get/ Set default destination ID for binary mode | ?<br>=<Modem ID> | 0 |
| **+E** | Set | Serial echo on/off | 0 / 1 | 1 |
| **+EA** | Set | Get 64-bit extended address | ? | |
| **+ID** | Set | Set/Get modem ID | ?<br>=<Modem ID> | 23 |
| **+PID** | Set | Get/Set PAN ID | 0~16383 | 4911 |
| **+GID** | Set | Get/Set Group ID | 1~255 | 1 |
| **+AS** | Set | Get/Set Network auto start/Join | 0/1 | 0 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **+PMJ** | System | Permit join | ?/=<0/1> | 1 |
| **+SA?** | System | Show 16-bit short address | None | |
| **+IO** | System | Access GPIO | ?/=<Value> | |
| **+IOD** | System | Access GPIO direction | ?/=<Value> | |
| **+ADC?** | System | Query ADC value | <ch1>,<ch2> | |
| **+RA** | System | Permit remote access | ?/=<0/1> | 1 |
| **&MSG** | Network | Send Message | | |
| **&PS** | Network | Start/Join PAN manually | None | |

## 6.2 Notification message

Notification message는 모뎀내부에서 비동기적으로 보내는 메시지로 ASCII 모드에서 모뎀의 상태나 데이터 송수신을 할 때 발생합니다.

| message | Parameter | Description |
|---|---|---|
| **$MSG** | <ID>,<SADDR>,<LinkQuality>,<Message> | 모뎀 <ID> 로부터 데이터 수신시 발생합니다. |
| **$SND** | <transID>,<Result> | 데이터 송신시 송신결과를 나타냅니다. |
| **$RESET** | None | 모뎀 리셋시 발생합니다. |
| **$NWK** | COORD | 모뎀이 EZBee Coordinator로 PAN 구성을 시작하였음을 나타냅니다. |
| | ROUTER,<SADDR> | 모뎀이 EZBee Router로 PAN에 가입하였으며, 해당 모뎀의 단축주소는 <SADDR>임을 나타냅니다. |

## 6.3 결과 메시지(Result message)

모뎀은 사용자의 AT 명령어에 대하여 다음과 같이 명령의 수행결과를 반송합니다.

| Message | Description |
|---|---|
| **OK** | 명령이 성공하였음을 나타냅니다. |
| **ERROR** | 유효하지 않은 명령어 또는 허용하지 않는 변수가 입력되었음을 나타냅니다. |
| **FAIL** | 명령 처리 중에 모뎀 내부에서 오류가 발생하였음을 나타냅니다. |
| **NO_MEM** | 명령 처리를 위한 모뎀 내부의 메모리가 부족함을 나타냅니다. |

# 7 AT 명령어 설명

## 7.1 직렬 통신 인터페이스

### 7.1.1 직렬 통신 포트 설정

EZBee series는 호스트와의 통신을 위하여 표준 직렬 통신 인터페이스(RS-232C)를 제공합니다. EZBee series 의 직렬 통신 인터페이스는 다음과 같은 기본 설정 값을 가집니다.

| 직렬 포트 기본 설정값 | |
|---|---|
| Baud rate | 38400 |
| Data | 8-bit |
| Parity | None |
| Stop bit | 1-bit |
| Flow control | H/W flow control ON |

EZBee series 모뎀의 직렬 통신 인터페이스의 설정값은 다음의 AT 명령어로 변경합니다.

| Command | Parameter | Result | Description |
|---|---|---|---|
| **AT+SPI?** | none | <baud >,<flow > | 현재 설정값을 확인합니다. |
| **AT+SPI=** | <baud>,<flow > | **OK** or **ERROR** | 직렬 통신 인터페이스의 baudrate와 flow control 설정값을 변경합니다. |

이 때 사용가능한 매개변수의 값은 다음과 같습니다.

| Parameter | value | description |
|---|---|---|
| **baud** | **2400,9600,19200,38400,57600,115200** | 사용 가능한 baudrate 값을 나타냅니다. |
| **flow** | **0** | 하드웨어 흐름제어를 사용하지 않습니다. |
| | **1** | 하드웨어 흐름제어를 사용합니다. |

EZBee series의 직렬 통신 인터페이스 입출력 버퍼의 크기는 각각 128 바이트입니다. 따라서 높은 baudrate로 직렬 통신 인터페이스를 설정하여 사용할 경우에 데이터 유실이 발생할 수 있습니다. 데이터 유실을 가능한 한 방지하기 위해서는 하드웨어 흐름제어를 사용하는 것이 바람직하며, 하드웨어 흐름제어를 사용하기 어려운 경우에는 직렬 통신 인터페이스의 baudrate 값을 9600 이하로 설정하여 사용하는 것이 바람직 합니다.

### 7.1.2 에코 모드 설정

입력된 AT 명령어의 에코(echo) 여부를 설정할 수 있게 하여 줍니다.

| Command | Parameter | Result | Description |
|---|---|---|---|
| **AT+E0** | None | **OK** | 에코 설정을 해제합니다. |
| **AT+E1** | None | **OK** | 에코 설정을 활성화합니다. |
| **AT+E?** | None | **0** or **1** | 현재 에코 설정을 확인합니다. |

## 7.2 EZBee series 모뎀 설정

다수의 EZBee series 모뎀이 서로 통신을 하기 위해서 네트워크를 구성하는 것을

PAN을 구성한다고 합니다. 하나의 PAN을 구성하기 위해서는 PAN을 구성하는 모든 모뎀이 동일한 채널 값과 PAN ID 값을 가져야 합니다. 즉, 채널 값이 동일하더라도 PAN ID 값이 틀리면 다른 네트워크가 구성되는 것이며, PAN ID 값이 동일하더라도 채널 값이 틀리면 마찬가지로 다른 네트워크가 구성됩니다. 또한 하나의 PAN 네트워크 내에서는 반드시 하나의 PAN Coordinator가 존재하여야 합니다.

### 7.2.1 채널 설정

EZBee series 모뎀에서는 모두 16 개의 통신 채널을 지정하여 사용할 수 있습니다. 서로 통신이 가능한 PAN을 구성하기 위해서는 기본적으로 PAN의 구성원이 되는 모든 모뎀의 통신 채널이 동일하게 설정되어야 합니다.

다음 명령을 사용하여 EZBee series 모뎀의 통신 채널을 설정하거나 설정된 통신 채널을 확인할 수 있습니다.

| Command | Parameter | Result | Description |
|---|---|---|---|
| **AT+CH** | **?** | **11** ~ **26** | 현재 설정된 채널을 나타냅니다. |
| | **=**<channel> | **OK** or **ERROR** | 채널을 설정합니다. |

AT&PS 명령으로 이미 PAN 가입을 시작하였거나 PAN에 가입(Join) 되어 있는 상태라면 채널 설정 후 모뎀을 리셋 해줘야 변경된 채널이 적용됩니다. Coordinator 가 채널값이 변경되면 모든 Router 는 다시 채널을 변경하여 PAN 을 시작하여야 합니다.

채널을 변경할 때 가능한 한 다른 무선 장치가 사용하는 주파수와 겹치지 않도록 채널을 선택하는 것이 안전합니다.

각 채널별 사용 주파수는 다음의 표와 같습니다.

| Channel | Frequency | Channel | Frequency |
|---|---|---|---|
| 11 | 2405 MHz | 19 | 2445 MHz |
| 12 | 2410 MHz | 20 | 2450 MHz |
| 13 | 2415 MHz | 21 | 2455 MHz |
| 14 | 2420 MHz | 22 | 2460 MHz |
| 15 | 2425 MHz | 23 | 2465 MHz |
| 16 | 2430 MHz | 24 | 2470 MHz |
| 17 | 2435 MHz | 25 | 2475 MHz |
| 18 | 2440 MHz | 26 | 2480 MHz |

### 7.2.2 PAN ID 설정

서로 통신이 가능한 PAN을 구성하기 위해서는 기본적으로 PAN의 구성원이 되는 모든 모뎀이 동일한 PAN ID 값을 가져야 합니다. 따라서 서로 다른 PAN ID 값을 사용함으로써 다수의 PAN 네트워크를 구성할 수 있습니다.

다음 명령을 사용하여 EZBee series 모뎀의 PAN ID 값을 설정하거나 확인할 수 있습니다.

| Command | Parameter | Result | Description |
|---|---|---|---|
| **AT+PID?** | none | <PAN ID> | 현재 PAN ID를 보여줌 |
| **AT+PID=** | **0~16383** | **OK** | PAN ID를 설정함 |
| | | **ERROR** | |

AT&PS 명령으로 이미 PAN 가입을 시작하였거나 PAN에 가입(Join) 되어 있는 상태라면 PAN ID 설정 후 모뎀을 리셋 해줘야 변경된 PAN ID 값이 적용됩니다.

### 7.2.3 모뎀 ID 설정

EZBee series 모뎀은 모뎀 고유의 64bit 주소를 가지고 있습니다. 이를 확장주소(extended address) 라고 하며, 네트워크에서 모뎀을 구별할 때 사용합니다. 확장주소는 크기가 크기 때문에 사용하기가 어렵기 때문에, 실제 데이터 통신시에는 단축주소(short-address)라는 것을 주로 사용합니다. 그러나 단축주소는 모뎀이 PAN에 가입될 때, Coordinator로부터 동적으로 할당받는 주소이기 때문에 사용자가 네트워크 구성 전에 미리 알 수 없는 불편함이 있습니다

EZBee series모뎀은 사용자가 네트워크 구성 전이라도 PAN 구성원이 되는 각각의 모뎀을 쉽게 구별하고, 네트워크 구성 후에도 모뎀간 통신을 용이하게 하기 위해 각 모뎀에 고유한 ID를 부여하여 사용하도록 하고 있습니다. 데이터 통신시에는 모뎀 내부적으로 모뎀 고유 ID를 단축주소로 변환하여 데이터 송수신이 이루어지기 때문에, 사용자는 모뎀에 부여한 고유 ID 만으로도 모뎀간 데이터 송수신을 할 수 있습니다.

다음은 모뎀의 현재 고유 ID를 확인하거나 새로운 ID를 설정하는 명령어입니다.

| Command | Parameter | Result | Description |
|---|---|---|---|
| **AT+ID?** | None | **0~253** | 현재 설정된 모듈의 고유 ID를 확인합니다. |
| **AT+ID=** | **0~253** | **OK**<br>**ERROR** | 모뎀의 고유ID를 설정합니다. |
| **AT+ID@** | <SADDR>? | **OK** | 단축주소 <SADDR>값을 가진 네트워크내의 다른 모뎀에 대한 ID를 확인합니다. |

네트워크 내의 모든 모뎀은 서로 다른 고유 ID값을 가지고 있어야 합니다.

특별히 모뎀 ID 0 은 EZBee 코디네이터(Coordinator)를 의미하는 것으로, 하나의 PAN을 구성하기 위해서는 반드시 하나의 Coordinator가 존재하여야 합니다. 또한 Coordinator로 지정된 모뎀에서 AT&PS 명령어로 PAN 구성을 시작한 후에, 다른 모뎀들이 PAN 가입을

시도하도록 하여야 합니다.

이미 구성된 PAN에서 Coordinator 모뎀의 네트워크 특성을 변경하거나 또는 다른 모뎀을 Coordinator로 변경하고자 하는 경우에는, PAN을 구성하는 모든 모뎀에서 **ATNZ** 명령으로 네트워크 리셋을 수행한 후, PAN 구성을 다시 시작하여야 합니다.

네트워크 내의 다른 모뎀에 대한 ID명령의 경우 <SADDR>는 원격 모뎀의 단축주소(short-address)를 의미하며 4 자리의 ASCII-HEX 포맷으로 표현됩니다. 원격 모뎀에 대한 ID 명령이 성공하였을 경우 다음과 같은 이벤트 메시지가 모뎀으로부터 반송됩니다.

| Message | Description |
|---|---|
| **$ID@**<SADDR>**=**<ID> | 원격 모뎀<SADDR>의 모뎀 ID |

### 7.2.4 그룹 ID 설정

EZBee series모뎀은 하나의 PAN 내에서 PAN의 구성원들이 몇 개의 그룹을 형성하고, 특정 모뎀 그룹으로만 데이터를 전송할 수 있는 기능을 제공합니다.

그룹 데이터 전송을 위한 그룹 ID는 다음 명령으로 설정 및 확인할 수 있습니다.

| Command | Parameter | Result | Description |
|---|---|---|---|
| **AT+GID?** | None | **0~255** | 모뎀의 Group ID를 확인합니다. |
| **AT+GID=** | **0~255** | **OK** | 모뎀의 Group ID를 설정합니다. |
| | | **ERROR** | |
| **AT+GID@**<DstID>**?** | **None** | **OK** | 원격 모뎀의 GroupID를 확인합니다. |
| **AT+GID@**<DstID>**=** | **0~255** | **OK** | 원격 모뎀의 GroupID를 설정합니다. |

원격 모뎀의 GroupID 설정 명령은 대상 모뎀의 원격 접속 허용 값이 1 로 설정되어 있어야 합니다(AT+RA 명령어 참조).

원격 모뎀에 대한 GroupID 명령이 성공하면 다음과 같은 이벤트 메시지가 발생합니다.

| Message | Description |
|---|---|
| **$GID@**<DstID>**=**<GroupID> | 원격 모뎀<DstID>에 설정되어 있는 GroupID |

### 7.2.5 Bypass 모드를 위한 기본 대상 ID설정

EZBee series 모뎀의 bypass 통신 모드는 PAN 네트워크 내의 특정 모뎀과 마치 유선 연결이 이루어진 것처럼 보이게 하여 줍니다.

EZBee series 모뎀의 bypass 통신 모드를 사용하기 전에 데이터의 수신 대상을 지정해 주어야 하는데, 다음의 AT 명령어로 데이터 수신 대상을 설정하거나 확인할 수 있습니다.

| Command | Parameter | Result | Description |
|---|---|---|---|
| **AT+DST?** | None | **0~253** | 모뎀에 설정된 기본 대상 ID를 확인합니다. |
| **AT+DST=** | **0~253** | **OK** | 모뎀의 기본 대상 ID를 설정합니다. |
| | | **ERROR** | |

### 7.2.6 자동 시작 모드 설정

모뎀을 리셋하였을 때, 자동으로 PAN을 시작하게 하거나 기존의 PAN에 가입 하도록

설정하거나 해제할 수 있습니다. 이 명령어는 ASCII 통신모드에서만 의미가 있습니다.

| Command | Parameter | Result | Description |
|---|---|---|---|
| **AT+AS?** | None | **0** or **1** | 현재 자동 시작 모드를 나타냅니다. |
| **AT+AS=** | **0** | **OK** | 자동 시작 기능을 해제합니다. |
| | **1** | **OK** | 자동 시작 기능을 활성화합니다. |

### 7.2.7 EZBee 네트워크 시작하기

모뎀을 처음 설정하거나 자동 시작 모드가 꺼져 있는 경우, 다음의 명령어를 통하여 Coordinator의 경우에는 PAN 을 시작하거나, PAN 구성원의 경우에는 PAN에 가입 시도를 합니다.

| Command | Parameter | Result | Description |
|---|---|---|---|
| **AT&PS** | None | **OK** | PAN을 시작하거나 PAN에 가입합니다. |
| | | **ERROR** | PAN이 이미 시작되었거나 PAN에 이미 가입되어 있음을 나타냅니다. |

PAN이 정상적으로 시작되거나 PAN에 정상적으로 가입 되면 다음과 같은 이벤트 메시지가 발생합니다.

| Message | Description |
|---|---|
| **$NWK=COORD** | Coordinator 역할로 PAN을 시작하였음을 나타냅니다. |
| **$NWK=ROUTER**,<SADDR> | Router 역할로 PAN에 가입 하였으며, 이때 할당받은 단축 주소는 <SADDR>임을 나타냅니다. |

## 7.3 네트워크 메시지 전송 및 수신

EZBee series 모뎀은 데이터 송수신을 위하여 3 가지 통신 모드를 지원합니다.

### 7.3.1 ASCII 모드에서 데이터 전송

ASCII 모드에서는 보내고자 하는 데이터를 다음 표의 형식에 맞게 ASCII HEX 형태로 변환한 후 전송합니다.

| Command | Parameter | Result | Description |
|---|---|---|---|
| **AT&MSG=** | <Modem ID>, <Message> | <transID>/ **ERROR**/ **FAIL**/ **NO_MEM** / | 고유 모뎀 ID <Modem ID>인 모뎀으로 데이터를 전송합니다. |
| | **S**<SADDR>,<Message> | | 단축주소<SADDR>을 가진 모뎀에 메시지를 전송합니다. |
| | **G**<GroupID>,<Message> | | 그룹 ID <GroupID>로 데이터를 전송합니다(Multi-cast). |
| | **BROAD**,<Message> | | PAN 구성원 전체에게 데이터를 전송합니다(BroadCast). |

데이터를 전송한 후 다음과 같이 전송 결과가 이벤트 메시지로 반환됩니다.

| Message | Parameter | Description |
|---|---|---|
| **$SND=** | <transID>,<result> | Transaction ID와 전송 결과를 나타냅니다. |

<transID>는 데이터를 전송하였을 때 모뎀 내부적으로 데이터에 지정된 트랜잭션 ID를 나타내며, 데이터를 전송할 때마다 서로 다른 ID 값을 가집니다. <result>는 데이터 전송의

결과를 나타내며, 그 값이 0 일 경우에는 전송 성공, 그 이외의 값은 전송 실패를 나타냅니다.

이외에 아직 PAN 에 가입되어 있지 않은 상황이거나 메시지 형식에 오류가 있을 경우에, 그에 따라 다음과 같이 오류 결과 메시지가 모뎀으로부터 반송됩니다.

**오류 결과 메시지 설명:**

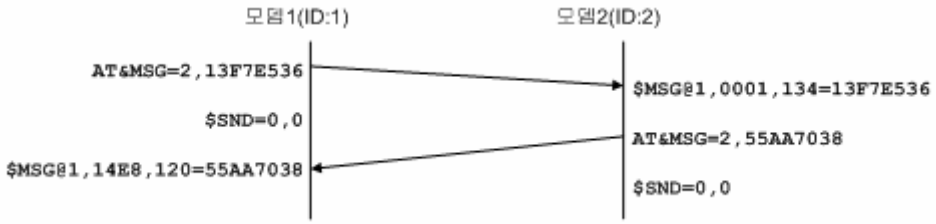
| Result | Description |
|---|---|
| **ERROR** | 잘못된 메시지 형식이거나 명령어임을 나타냅니다. |
| **FAIL** | 전송이 모뎀 내부적으로 실패하였음을 나타냅니다. |
| **NO_MEM** | 모뎀내부의 메모리가 부족함을 나타냅니다. |
| **NWK_STOP** | PAN이 시작되지 않았거나 PAN에 가입되어 있지 않음을 나타냅니다. |

데이터를 수신한 모듈에서는 다음과 같은 이벤트 메시지가 발생합니다.

| Message | Parameter | Description |
|---|---|---|
| **$MSG@** | <Modem ID>,<SADDR>,<link quality>=<Message> | 모뎀 <Modem ID>로부터 메시지 수신이 이루어졌음을 나타냅니다. |

메시지는 ASCII HEX 형식으로 변환하여 전송하여야 하며, 전송하는 메시지의 길이는 AT명령을 포함하여 최대 127 자 이상을 넘지 않도록 하여야 합니다.

다음 그림은 ASCII 모드에서 데이터 전송 예를 보여줍니다.



위의 그림에서 모뎀 1 이 모뎀 2 에 보낸 메시지는 0x13F7E536 이며 모뎀 2 가 메시지를 수신하였을 때의 송신자의 ID는 1, 송신자의 단축 주소(short-address)는 0x0001, 수신 감도는 134 이며 메시지는 0x13F7E536 임을 알 수 있습니다. 모뎀 2 가 모뎀 1 에 보낸 메시지는 0x55AA7038 이며 모뎀 1 이 메시지를 수신하였을 때 송신자의 ID는 2, 송신자의 단축 주소(short-address)는 0x14E8, 수신 감도는 120, 그리고 메시지는 0x55AA7038 임을 알 수 있습니다.

### 7.3.2 Bypass 모드로 메시지 전송

EZBee series 모뎀의 Bypass 통신 모드에서는 특별한 데이터 가공 없이 직렬 통신 인터페이스로 입력되는 데이터를 그대로 미리 지정한 특정 모뎀으로 전송할 수 있습니다. 따라서 PAN 네트워크 내의 특정 모뎀으로만 데이터를 전송하는 모뎀의 경우에 Bypass 통신 모드가 적합합니다.

다음은 Bypass 통신 모드와 관련된 AT 명령어들입니다.

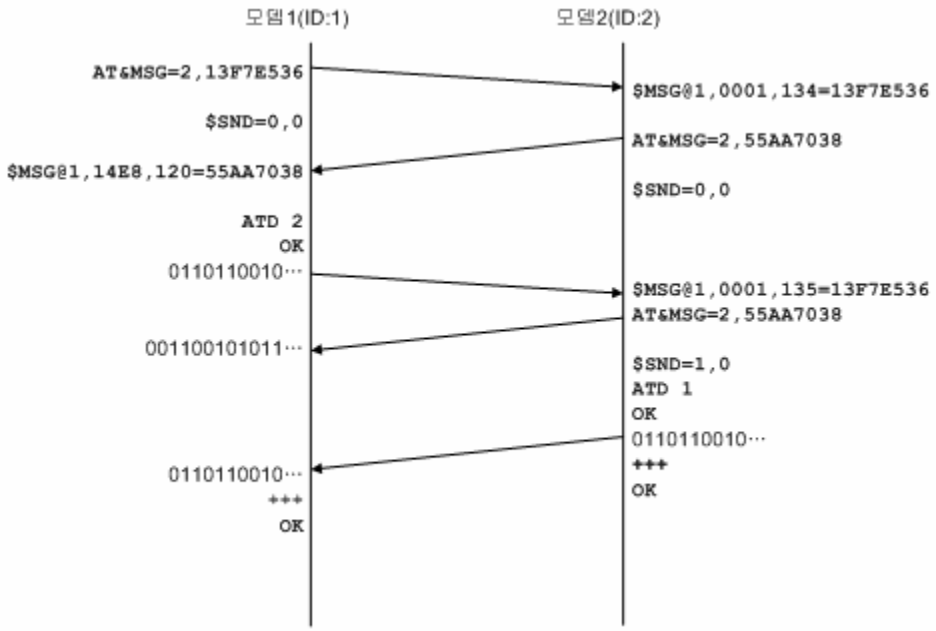
| Command | Parameter | Result | Description |
|---|---|---|---|
| **ATD** | <space><DstID> | **OK/ERROR/FAIL/NO_MEM /NWK_STOP** | ASCII 통신 모드에서 Bypass 통신 모드로 전환합니다. |
| **AT+DST** | **?** | **<DstID>** | 설정된 Bypass 통신 모드의 수신자ID를 나타냅니다. |
| | **=**<DstID> | **OK /ERROR** | Bypass 통신 모드의 수신자ID를 설정합니다. |
| **+++** | **None** | **OK** | Bypass 통신 모드에서 ASCII 통신모드로 전환합니다. |

Bypass 통신 모드에서는 미리 지정한 수신 모뎀 ID로만 데이터가 송신됩니다. 따라서 데이터를 수신하는 모뎀을 자주 변경하거나 그룹 메시지 또는 Broadcast 메시지를 송신해야

하는 경우에는 ASCII 통신 모드나 EBI 통신모드를 사용하는 것이 적절합니다.

ATD 명령에서 <DstID>는 생략될 수 있으며, 이 경우에는 AT+DST 명령어로 지정한 ID나 또는 이전 ATD 명령어에서 사용한 ID로 Bypass 통신 모드가 형성됩니다.

다음 그림은 데이터 통신 모드에 따른 데이터 송수신 다이어그램을 보여줍니다.




데이터를 송수신할 때 송수신측 모뎀의 통신 모드가 동일할 필요는 없습니다. 각 모뎀의 운용 환경에 적합한 통신 모드를 선택하여 사용하면 됩니다.

그리고 송신측이 Bypass 통신 모드이고 수신측이 ASCII 통신 모드일 경우에 송신측 모뎀에서 메시지를 한번에 송신하였더라도 내부의 버퍼 크기나 송신 지연등으로 인하여 수신측에서 분할되어 표시될 수 있습니다.

Bypass 통신 모드에서 ASCII 통신 모드로 전환하고자 할 때 “+++” 문자열 입력은 마지막 데이터 전송 후 최소 300 [msec]의 시간이 지난 후 입력하여야 하며, ‘+’ 문자간의 입력 시간은 300 [msec] 이하이어야 합니다. 그리고, “+++” 문자열 입력 후 300 [msec]

시간 동안 문자입력이 없어야 ASCII 통신 모드로 전환되며, 만약 300 [msec] 이내에 추가적인 데이터가 입력되면 전송하고자 하는 데이터로 간주합니다.

## 7.4 단축 주소(Short-address) 읽기

다음의 명령어를 사용하여 코디네이터(Coordinator) 또는 라우터(Router)로부터 PAN 가입시 할당된 16 비트 단축 주소를 확인할 수 있습니다. 단축주소는 모뎀 내부적으로 실제 데이터 통신시 주로 사용하는 모뎀 주소입니다.

| Command | Parameter | Result | Description |
|---|---|---|---|
| **AT+SA?** | None | <short address> | 현재 할당된 단축주소를 확인합니다. |
| **AT+SA@** | <DstID>**?** | **OK/ERROR/NWK_STOP** | ID가 <DstID>인 원격 모뎀의 단축주소를 확인합니다. |

만약 모뎀으로부터 반환된 단축주소(short address)의 값이 0xFFFE이면, 단축주소(short address)가 할당되지 않았음을(즉, PAN이 시작되지 않았거나 PAN에 가입되어 있지 않았음) 의미합니다.

원격 모뎀의 경우 메시지 전송이 성공하였을 경우 다음의 이벤트 메시지가 반환됩니다.

| Message | Parameter | Description |
|---|---|---|
| **$SA@** | <DstID>**=**<SADDR> | 모뎀 <DstID>의 단축주소는 <SADDR>임을 나타냅니다. |

## 7.5 확장 주소(Extended address) 읽기

다음 명령어를 사용하여 모뎀의 IEEE 64 비트 확장 주소(extended address)를 확인할 수 있습니다.

| Command | Parameter | Result | Description |
|---|---|---|---|
| **AT+EA?** | None | <extended address> | 현재 모듈의 확장 주소를 확인합니다. |
| **AT+EA@** | <DstID>**?** | **OK/ERROR/NWK_STOP** | ID가 <DstID>인 원격 모뎀의 확장 주소를 확인합니다. |

원격 모뎀에 대한 명령의 경우 명령이 성공하였을 때, 다음과 같은 이벤트 메시지가 발생합니다.

| Message | Parameter | Description |
|---|---|---|
| **$EA@** | <DstID>**=**<EADDR> | 모뎀 <DstID>의 확장 주소는 <EADDR>임을 나타냅니다. |

## 7.6 모듈 리셋

다음의 명령어를 사용하여 모뎀을 리셋(reset) 할 수 있습니다.

| Command | Parameter | Result | Description |
|---|---|---|---|
| **ATZ** | None | **$RESET** | 모뎀을 S/W 리셋합니다. |

## 7.7 네트워크 모듈 리셋

다음 명령어를 사용하여 PAN에 다시 접속/연결(Join)하거나 네트워크 매개 변수값을 변경한 경우에 네트워크 연결을 끊고 네트워크 상태를 리셋(reset)합니다.

| Command | Parameter | Result | Description |
|---|---|---|---|
| **ATNZ** | None | **$RESET** | 네트워크 리셋을 합니다. |

## 7.8 모뎀 버전 읽기

모뎀의 펌웨어 버전 정보를 확인합니다.

| Command | Parameter | Result | Description |
|---|---|---|---|
| **ATV** | None | **EZB300FV1.0** | EZBEE300 FFD version 1.0 |
| | | **EZB300RV1.0** | EZBEE300 RFD version 1.0 |

## 7.9 모듈 상태 읽기

모뎀의 상태 정보를 확인합니다.

| Command | Parameter | Result | Description |
|---|---|---|---|
| **ATS** | None | **$NWK=STOP** | 현재 PAN이 시작되지 않았거나 가입 되어 있지 않음을 나타냅니다. |
| | | **$NWK=COORD** | Coordinator 역할로 PAN을 시작하였음을 나타냅니다. |
| | | **$NWK=ROUTER,** <SADDR> | Router 역할로 PAN에 가입되었고, 단축 주소는 <SADDR>임을 나타냅니다. |

## 7.10 GPIO 제어 및 설정

EZBee series 모뎀은 로컬 또는 원격 모뎀의 GPIO 및 ADC를 읽거나 설정할 수 있는 기능을 제공합니다. EZBee series 모뎀에서는 12 비트 ADC 2 채널과 GPIO 8 포트를 제어하거나 읽을 수 있습니다.

### 7.10.1 GPIO 방향 설정

다음 명령을 사용하여, 로컬 또는 원격 모뎀의 GPIO의 입출력 모드를 설정합니다.

| Command | Parameter | Result | Description |
|---|---|---|---|
| **AT+IOD?** | None | <direction value> | 로컬 모뎀의 GPIO 입출력 방향을 확인합니다. |
| **AT+IOD=** | <value> | <direction value> | 로컬 모뎀의 GPIO 입출력 방향을 설정합니다. |
| **AT+IOD@** | <DstID>? | **OK** | 원격 모뎀의 GPIO 입출력 방향을 확인합니다. |
| | <DstID>=<value> | | 원격 모뎀의 GPIO 입출력 방향을 설정합니다. |

GPIO 입출력 설정값의 형식은 다음과 같습니다.

| 7(MSB) | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0(LSB) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PORT7 | PORT6 | PORT5 | PORT4 | PORT3 | PORT2 | PORT1 | PORT0 |
| 유효값(**00**~**FF**) | | | | | | | |

각 포트별 해당 비트의 값이 1 일 경우 출력으로, 0 일 경우 입력으로 동작합니다.

원격 모뎀의 GPIO 입출력 모드를 설정하기 위해서는 원격 모뎀의 원격 접속이 1 로 설정 되어 있어야 합니다(AT+RA 참조).

원격 모뎀에 대한 명령의 경우에 성공 시 다음과 같은 이벤트 메시지가 반환됩니다.

| Message | Parameter | Description |
|---|---|---|
| **$IOD@** | <DstID>=<value> | 모뎀<DstID>의 GPIO 입출력 모드 값을 나타냅니다. |

### 7.10.2 GPIO 제어

다음 명령을 사용하여, 로컬 또는 원격 모뎀의 GPIO를 제어하거나 상태를 확인할 수 있습니다.

| Command | Parameter | Result | Description |
|---|---|---|---|
| **AT+IO?** | None | <value> | 로컬 모뎀의 GPIO 상태 값을 확인합니다. |
| **AT+IO=** | <value> | <value> | 로컬 모뎀의 GPIO 상태 값을 설정합니다. |
| **AT+IO@** | <DstID>? | **OK** | 원격 모뎀의 GPIO 상태 값을 확인합니다. |
| **AT+IO@** | <DstID>=<value> | **OK** | 원격 모뎀의 GPIO 상태 값을 설정합니다. |

GPIO 입출력 상태 값 형식은 다음과 같습니다.

| 7(MSB) | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0(LSB) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PORT7 | PORT6 | PORT5 | PORT4 | PORT3 | PORT2 | PORT1 | PORT0 |
| 유효값(**00**~**FF**) | | | | | | | |

각 포트별 해당 비트의 값이 1 일 경우 해당 포트의 상태가 “높음”이거나 “높음으로 설정”한다는 의미이며, 값이 0 일 경우는 그 반대입니다. 상태 값 지정은 해당 포트가 출력 모드로 지정된 경우에만 유효합니다.

원격 모뎀에 대한 명령의 경우에 성공 시 다음과 같은 이벤트 메시지가 반환됩니다.

| Message | Parameter | Description |
|---|---|---|
| **$IO@** | <DstID>=<value> | 모뎀<DstID>의 GPIO 상태 값을 나타냅니다. |

### 7.10.3 ADC 읽기

다음의 명령을 사용하여, 로컬 또는 원격 모뎀의 ADC 상태 값을 확인할 수 있습니다.

| Command | Parameter | Result | Description |
|---|---|---|---|
| **AT+ADC?** | None | < CH1>,<CH2> | 로컬 모뎀의 ADC 상태 값을 확인합니다. |
| **AT+ADC@** | <DstID>? | **OK** | 원격 모뎀의 ADC 상태 값을 확인합니다. |

EZBee series 모뎀은 3.3V를 기준 전압으로 동작하는 12 비트 2 채널 ADC를 사용합니다.

ADC 상태 값은 ASCII HEX 형식으로 표현됩니다. 예를 들어서 ADC 채널 1 에 1.25V, 채널 2 에 2.5V의 입력 전압이 들어오면 ADC 상태 값은 다음과 같이 표시됩니다.

**060F,0C1E**

원격 모뎀에 대한 명령의 경우에 성공 시 다음과 같은 이벤트 메시지가 반환됩니다.

| Message | Parameter | Description |
|---|---|---|
| **$ADC@** | <DstID>=<CH1>,<CH2> | 모뎀<DstID>의 ADC 상태 값을 나타냅니다. |

## 7.11 원격 제어 허용 여부 설정

EZBee series 모뎀은 다음 명령을 사용하여, 네트워크 내의 다른 모뎀이 자신의 GPIO를 제어하거나 설정값을 변경하는 것에 대한 허용 여부를 설정할 수 있습니다.

| Command | Parameter | Result | Description |
|---|---|---|---|
| **AT+RA?** | None | **1 / 0** | 현재 설정된 원격 제어 허용 여부를 확인합니다. |
| **AT+RA=** | **1** | **OK** | 원격 제어를 허용합니다. |
| | **0** | | 원격 제어를 허용하지 않습니다. |

## 7.12 PAN 가입 허용 여부 설정

EZBee series 모뎀은 다음 명령을 사용하여, 다른 모뎀이 자신을 통하여 PAN가입을 하는 것을 허용 또는 거절할 수 있습니다.

| Command | Parameter | Result | Description |
|---|---|---|---|
| **AT+PMJ?** | None | **1 / 0** | 현재 설정된 가입 허용 여부를 확인합니다. |
| **AT+PMJ=** | **1** | **OK** | 다른 모뎀의 PAN가입을 허용합니다. |
| | **0** | | 다른 모뎀의 PAN가입을 허용하지 않습니다. |
| **AT+PMJ@** | <DstID>**?** | **OK** | 원격 모뎀의 가입 허용 여부를 확인하거나 설정합니다. |
| | <DstID>**=**<**1**/**0**> | | |

원격 모뎀에 대한 명령의 경우에 성공 시 다음과 같은 이벤트 메시지가 반환됩니다.

| Message | Parameter | Description |
|---|---|---|
| **$PMJ@** | <DstID>=<value> | 모뎀<DstID>의 설정된 가입 허용 여부를 나타냅니다. |

# 8 EBI 명령어 설명

## 8.1 EBI모드 들어가기

EZBee series 모뎀에서는 좀 더 유연한 통신 방식을 제공하기 위하여 EBI(EZBee Binary Interface) 통신 모드를 제공합니다. EBI 통신 모드에서는 데이터의 수신 모뎀을 지정할 수 있으며, 그룹 메시지 또는 브로트캐스트 메시지를 전송할 수 있습니다.

ASCII 통신모드에서 EBI 통신 모드로 진입하기 위해서는 다음의 AT 명령을 사용합니다.

| Command | Parameter | Result | Description |
|---|---|---|---|
| **ATB** | None | OK | 통신 모드를 EBI 통신 모드로 전환합니다. |

## 8.2 EBI 모드로 데이터 통신하기

EBI 통신모드에서는 EBI 패킷을 사용하여 모뎀과 통신하여야 하며, EBI 패킷은 다음과 같이 구성됩니다.

| SOP | Type | ID | Length | DATA |
|---|---|---|---|---|
| 1byte | 1byte | 1byte | 1byte | Variable length |

각 필드의 유효한 값은 다음 표와 같습니다.

| Field | Value | Meaning |
|---|---|---|
| **SOP** | 0x55 | Start Of Packet |
| **Type** | EBI type 참조 | 메시지 타입 |
| **ID** | 0~0xFF | 수신측/송신측 모뎀 ID |
| **Length** | 0~0x50 | 데이터 길이(최대 80) |
| **DATA** | - | - |

## 8.3 EBI 패킷 타입

EBI 통신 모드에서 제공하는 패킷 타입 및 의미는 다음과 같습니다.

| Packet type(Mnemonic) | CODE | Meaning |
|---|---|---|
| EBI_TYPE_UNICAST_MSG | 0x10 | 유니캐스트 메시지 |
| EBI_TYPE_GROUP_MSG | 0x11 | 그룹 메시지 |
| EBI_TYPE_BROAD_MSG | 0x12 | 브로드캐스트 메시지 |
| EBI_TYPE_ACK | 0x80 | 메시지 전송에 대한 응답 메시지 |
| EBI_TYPE_IO_REQ | 0x20 | 로컬 또는 원격 모뎀의 GPIO 상태 설정 또는 상태값 확인 |
| EBI_TYPE_IO_ACK | 0x21 | EBI_TYPE_IO_REQ에 대한 응답 메시지 |
| EBI_TYPE_IOD_REQ | 0x22 | 로컬 또는 원격 모뎀의 GPIO 입출력 모드 제어 또는 설정값 확인 |
| EBI_TYPE_IOD_ACK | 0x23 | EBI_TYPE_IOD_REQ에 대한 응답 메시지 |
| EBI_TYPE_ADC_REQ | 0x24 | 로컬 또는 원격 모뎀에 대한 ADC 상태값 요청 |
| EBI_TYPE_ADC_ACK | 0x25 | EBI_TYPE_ADC_REQ에 대한 응답 메시지 |
| EBI_TYPE_ESCAPE | 0x55 | EBI 모드에서 빠져나옴(ASCII 모드로 전환) |

### 8.3.1 EBI_TYPE_UNICAST_MSG

| | |
|---|---|
| Description: | PAN 네트워크 내의 특정 모뎀으로 데이터를 전송하거나 또는 특정 모뎀으로부터 데이터를 수신함. |
| Direction: | 수신/송신 |
| Data length: | 데이터 길이 |
| ID: | 수신측/송신측 모뎀 ID |

### 8.3.2 EBI_TYPE_GROUP_MSG

| | |
|---|---|
| Description: | PAN 네트워크 내의 특정 그룹으로 데이터를 전송하거나 또는 특정 그룹으로부터 데이터를 수신함. |
| Direction: | 수신/송신 |
| Data length: | 데이터 길이 |
| ID: | 수신처/송신처 그룹 ID |

### 8.3.3 EBI_TYPE_BROAD_MSG

| | |
|---|---|
| Description: | PAN 네트워크 내에서 브로드캐스트 메시지를 전송하거나 수신함. |
| Direction: | 수신/송신 |
| Data length: | 데이터 길이 |
| ID: | 브로드캐스트 ID(0xFF) |

### 8.3.4 EBI_TYPE_ACK

| | |
|---|---|
| Description: | 모뎀에서 EZBee 네트워크로 전송한 메시지에 대한 전송결과 |
| Direction: | 수신 |
| Data length: | 2 |
| ID: | 0 |

**데이터 형식:**

| Result | TransID |
|---|---|
| 1(byte) | 1(byte) |

**데이터 의미:**

| Field | Value | Meaning |
|---|---|---|
| **Result** | 0 | 발송 성공 |
| | 1 | 유효하지 않은 메시지 형식 |
| | 2 | 발송 실패(내부 에러) |
| | 3 | 메모리 할당 실패 |
| **TransID** | 0~255 | 전송 성공시, 메시지의 트랜잭션 ID |

EBI_TYPE_ACK 패킷은 브로드캐스트 메시지나 그룹 메시지 전송에 대하여 항상 “성공”을 반환합니다.

유니캐스트 메시지 전송의 경우에 수신측 모뎀ID와 연결된 단축주소가 존재하지 않는 경우에 모뎀 내부에서는 이를 해결하기 위하여 송신 데이터를 브로드캐스트 메시지로 전송합니다. 따라서 수신측 ID와 일치하는 모뎀이 네트워크 내에 존재하지 않더라도 데이터 송신 결과가 “성공”으로 반환될 수 있습니다.

### 8.3.5 EBI_TYPE_IO_REQ

| | |
|---|---|
| Description: | 로컬 또는 원격 모뎀에 대한 GPIO 상태 설정 또는 상태 값을 요청합니다. |
| Direction: | 송신 |
| Data length: | 0 또는 1 |
| ID: | 원격 혹은 로컬 ID |

**데이터 길이 및 변수값:**

| Data length | Parameter | Description |
|---|---|---|
| 0 | 0 | GPIO 포트 현재 상태값을 요청합니다. |
| 1 | 0x00~0xFF | GPIO 포트 상태를 설정합니다. |

### 8.3.6 EBI_TYPE_IO_ACK

| | |
|---|---|
| Description: | EBI_TYPE_IO_REQ 명령에 대한 응답 메시지 |
| Direction: | 수신 |
| Data length: | 1 |
| ID: | 원격 혹은 로컬 모뎀 ID |

**데이터 길이 및 변수값:**

| Value | Description |
|---|---|
| 0x00~0xFF | 원격 혹은 로컬 모뎀의 GPIO 포트 상태값을 나타냅니다. |

### 8.3.7 EBI_TYPE_IOD_REQ

| | |
|---|---|
| Description: | 로컬 또는 원격 모뎀에 대한 GPIO 입출력 모드를 설정하거나 현재 설정값을 요청합니다. |
| Direction: | 송신 |
| Data length: | 0 또는 1 |
| ID: | 원격 혹은 로컬 모뎀 ID |

**데이터 길이 및 변수값:**

| Data length | Parameter | Description |
|---|---|---|
| 0 | None | GPIO 입출력 모드 설정 값을 요청합니다. |
| 1 | 0x00~0xFF | GPIO 입출력 모드를 설정합니다. |

### 8.3.8 EBI_TYPE_IOD_ACK

| | |
|---|---|
| Description: | EBI_TYPE_IO_REQ 명령에 대한 응답 메시지 |
| Direction: | 수신 |
| Data length: | 1 |
| ID: | 원격 혹은 로컬 ID |

**데이터 길이 및 변수값:**

| Value | Description |
|---|---|
| 0x00~0xFF | 원격 혹은 로컬 모뎀의 GPIO 설정 값을 나타냅니다. |

### 8.3.9 EBI_TYPE_ADC_REQ

| | |
|---|---|
| Description: | 로컬 또는 원격 모뎀의 ADC 채널의 상태값을 요청합니다. |
| Direction: | 송신 |
| Data length: | 0 |
| ID: | 원격 혹은 로컬 ID |

### 8.3.10 EBI_TYPE_ADC_ACK

| | |
|---|---|
| Description: | EBI_TYPE_ADC_REQ 명령에 대한 응답 메시지 |
| Direction: | 수신 |
| Data length: | 4 |
| ID: | 원격 혹은 로컬 ID |

**데이터 형식:**

| Channel-1 value | Channel-2 value |
|---|---|
| 2 byte | 2 byte |

EZBee series 모뎀의 ADC는 12 비트 ADC로 3.3V를 기준 전압으로 합니다.

데이터 형식은 network-byte-order(big-endian) 형식으로 표현됩니다.

### 8.3.11 EBI_TYPE_ESCAPE

| | |
|---|---|
| Description: | EBI 통신 모드에서 ASCII 통신 모드로 전환합니다. |
| Data length: | 0x55 |
| ID: | 0x55 |

즉, EBI 통신 모드에서 ASCII 통신 모드로 전환하려면, 0x55555555 즉, “UUUU” 문자열을 1 초 이내에 모뎀측으로 입력하여야 합니다.

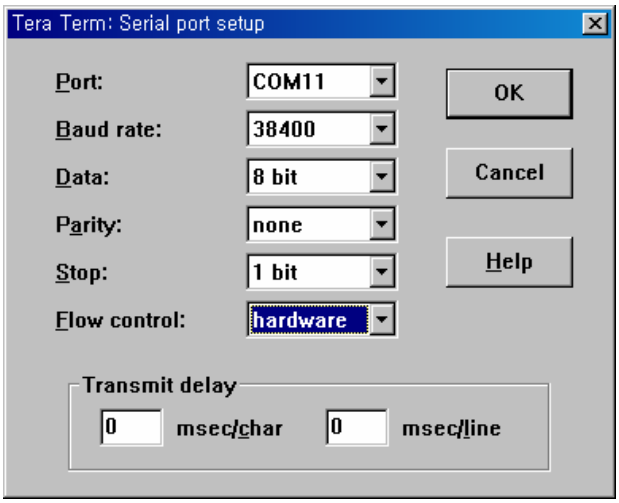
# Appendix EZBee-M100　사용하기

## 1. Serial 포트 설정하기

1　EZBee-M100 을 2 개 준비한 후, 사용자의 PC에 FTDI USB to Serial 드라이버를 설치합니다.

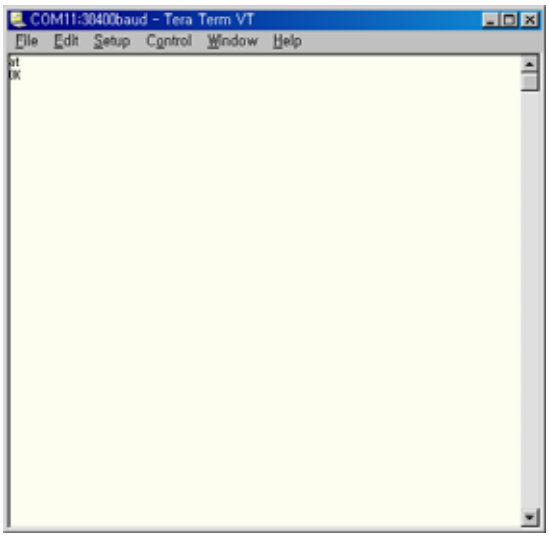
2　드라이버가 정상적으로 설치 되었으면, EZBee-M100 을 사용자의 PC에 연결합니다.

3　Hyper Terminal 이나 Tera Term과 같은 터미널 에뮬레이터 프로그램을 실행시킨 후 다음과 같이 시리얼 연결을 설정합니다.



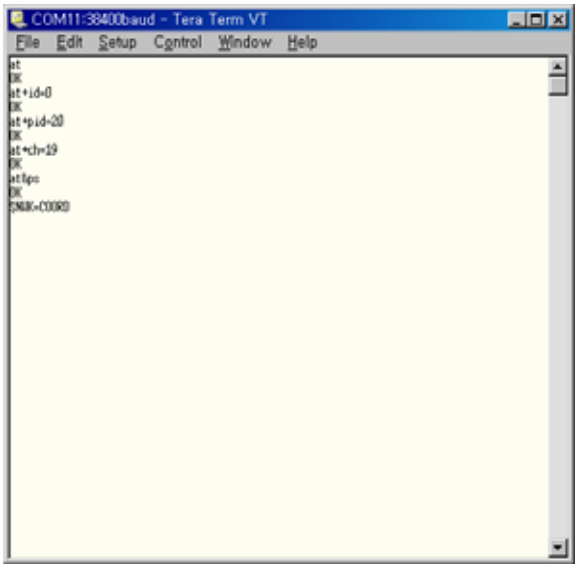

※ Port 항목은 사용자의 PC환경에 따라서 다를 수 있습니다.

**4**　다음 그림과 같이 **"AT"** 명령어를 입력했을 때 **"OK"** 메시지가 출력되면 정상적으로 터미널이 설정 된 것입니다.




### 2. PAN 시작(startup)하기

PAN을 시작하기 위해서는 다음 그림과 같이 터미널에 모듈의 ID를 0 으로 입력한 후, PAN ID와 채널을 입력하고 **"AT&PS"** 명령을 입력합니다.




PAN이 정상적으로 시작되었다면 **"$NWK=COORD"** 메시지가 출력되며 이는 해당 모듈이 EZBee Coordinator로 PAN을 시작하였다는 의미입니다.

모듈의 PAN ID와 채널은 사용자가 원하는 다른 값을 입력하여도 무방합니다.

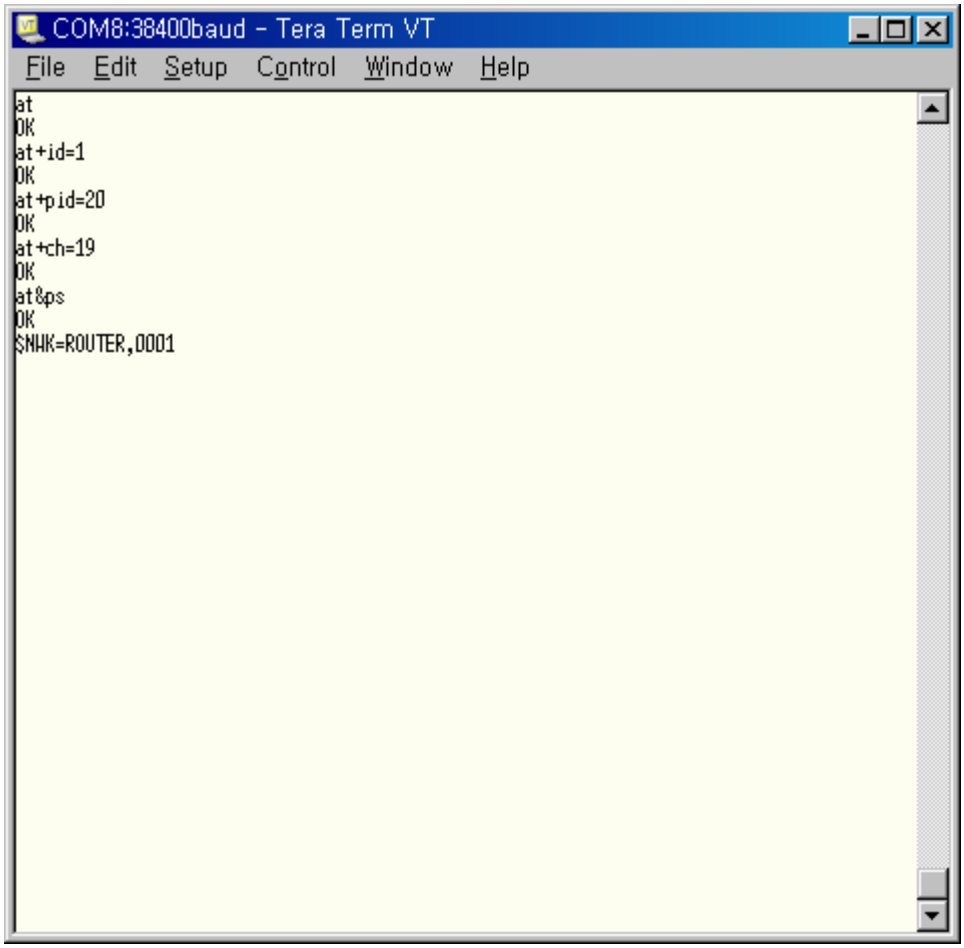
앞으로 이 터미널 에뮬레이터를 ***Coordinator 터미널***이라고 하고, 이 터미널에 연결된 EZBee-M100 모뎀을 ***Coordinator 모듈***이라고 지칭 하겠습니다.

### 3. PAN에 접속(join)하기

터미널 에뮬레이터를 하나 더 실행 시킨 후, 앞에서 설정한것과 동일한 방법으로 시리얼 포트를 설정합니다.

그리고 다음과 같이 ID를 0 이 아닌 다른 값으로 입력하고 PAN ID와 채널을 Coordinator 터미널에서 설정하였던 것과 동일한 값을 입력합니다.

입력을 마친 다음에 **"AT&PS"** 명령을 사용하여 PAN에 접속합니다.




PAN에 정상적으로 접속되었다면 위의 그림과 같이 **"$NWK=ROUTER,**<SADDR>**"** 메시지가 출력되는데 여기서 <SADDR>은 EZBee 단축 주소(Short-address)를 뜻하는데, 해당 모듈이

EZBee router로 단축 주소 <SADDR>을 갖게 되었음을 의미합니다.

위의 그림에서는 단축 주소로 **0001**(16 진수임)이 할당되었습니다.

앞으로 이 터미널 에뮬레이터를 ***Router 터미널***이라고 하고, 이 터미널에 연결된 EZBee-M100 모뎀을 ***Router 모듈***이라고 지칭 하겠습니다.

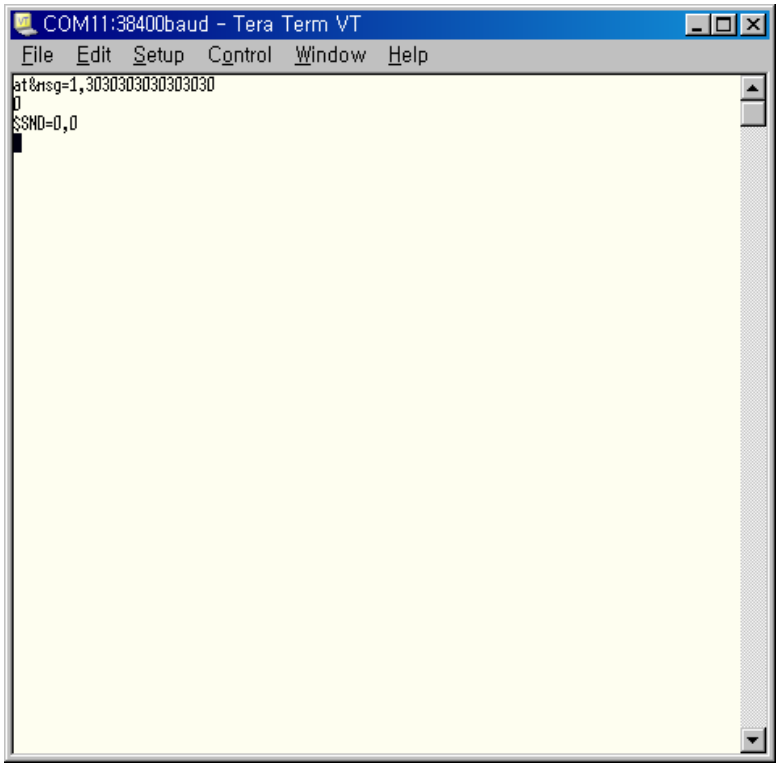
## 4. ASCII 모드에서 메시지 전송 테스트

ASCII모드에서 메시지를 전송하기 위해서는 Coordinator터미널에서 다음과 같이 메시지를 입력합니다.

**"AT&MSG=**<DstID>,<Msg>**"**

DstID는 전송 대상 ID를 Msg는 전송하고자 하는 데이터를 ASCII hexadecimal형태로 입력합니다.

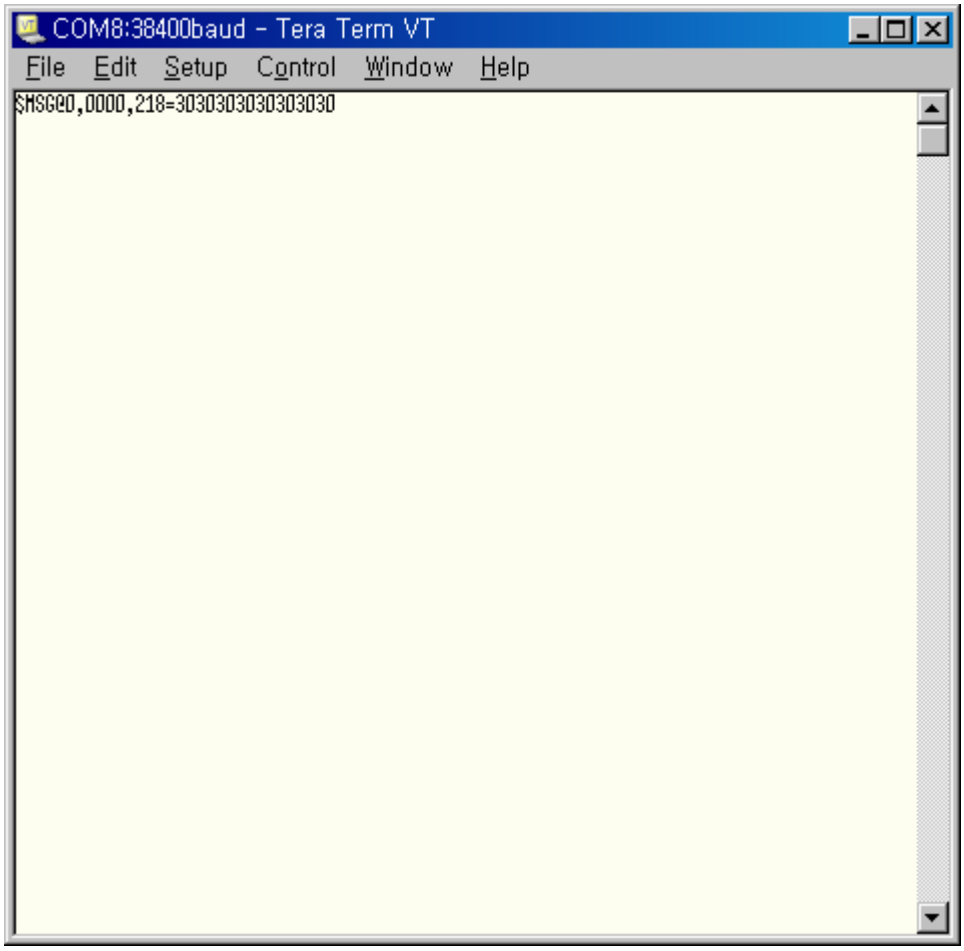
다음 예제는 DstID는 **1** 을, Msg는 **"3030303030303030"**을 입력한 것입니다.



명령이 정상적으로 입력되었다면, 해당 메시지에 대한 Transaction ID가 반환된 후, 전송 결과 이벤트 메시지 **“$SND=**<TransID>,<Result>”가 출력됩니다.

<TransID>는 메시지의 전송 Transaction ID를 의미하는 것으로 위의 그림에서는 **0** 이며, 전송 결과인 <Result>는 성공일 경우 0, 그렇지 않을 경우 0 이 아닌 숫자가 반환되는데, 위 그림에서는 0 이 반환되었습니다.

메시지가 정상적으로 전송이 된 경우, Router 터미널에서는 다음과 같이 메시지 도착 이벤트가 출력됩니다.




메시지 도착 이벤트의 형식은 다음과 같습니다.

**“$MSG@**<SrcID>,<SrcSaddr>,<LinkQuality>**=**<Msg>”

여기서 <SrcID>는 송신측 ID를, <SrcSaddr>은 송신측 EZBee 단축 주소를, <LinkQuality>는 수신 감도를 의미하며, <Msg>는 수신된 메시지로, 송신할 때와 마찬가지로 ASCII Hexadecimal 형식입니다.

위의 그림에서는 <SrcID>는 **0** 즉, Coordinator 이며, <SrcSaddr>은 **0000** 으로 Coordinator의 단축 주소는 항상 0000 이 됩니다.

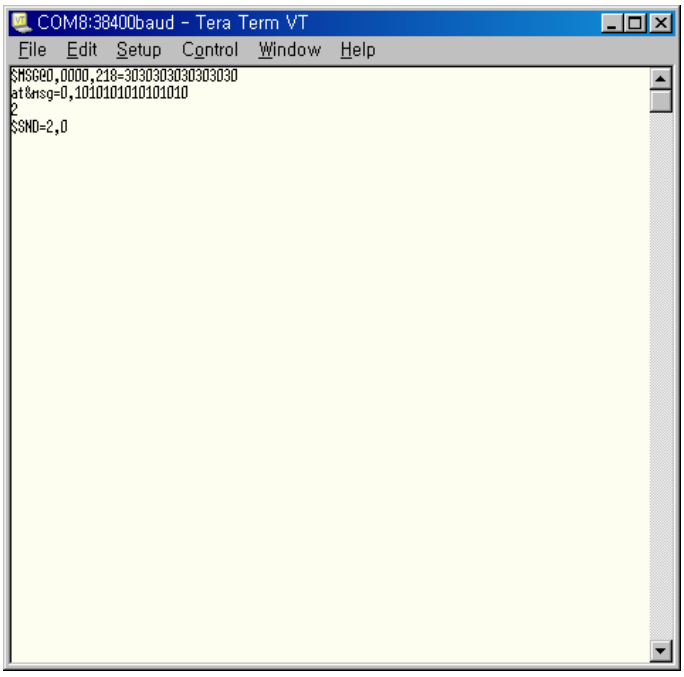
<LinkQuality>는 **218** 로 수신감도는 0 부터 255 사이의 값을 가집니다.

마지막으로 <Msg>는 **"3030303030303030"**으로 이를 실제 데이터로 변환하면 0x30 의 값을 가지는 8 바이트의 데이터 열을 의미합니다.

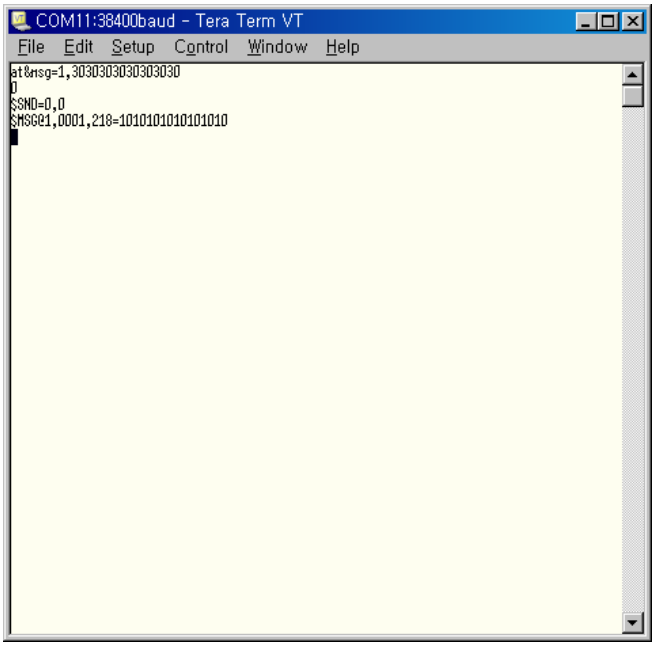
이제는 반대로 Router 터미널에서 Coordinator 터미널로 메시지를 전송해 보겠습니다.

앞의 그림에서와 비슷한 방법으로 Router 터미널에서 메시지 전송 명령을 입력합니다.

이 때, <DstID>는 0 으로 설정합니다.



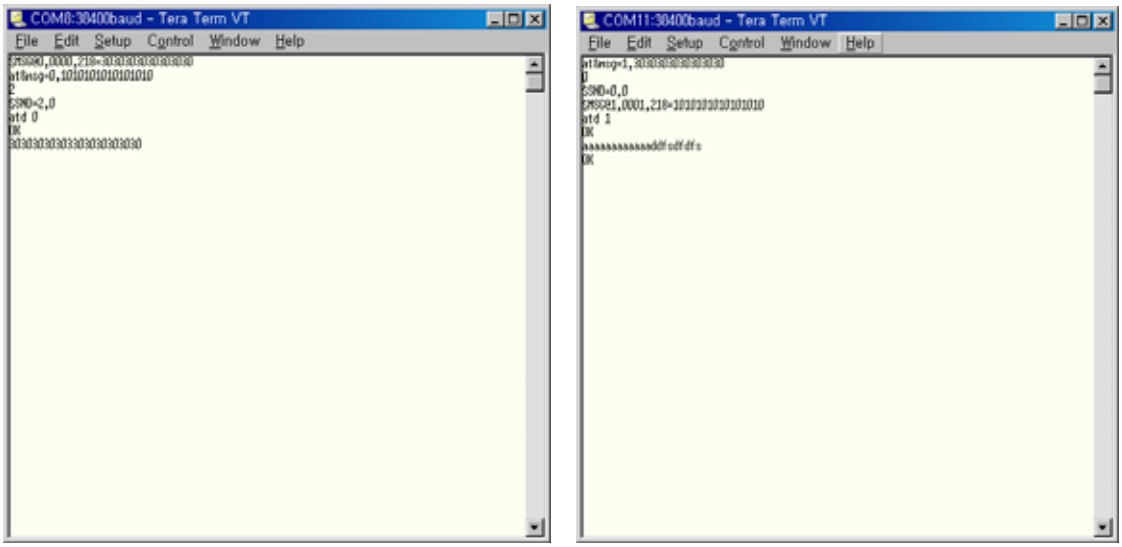

메시지가 정상적으로 전송이 된 경우, Coordinator 터미널에서는 다음과 같은 메시지 도착 이벤트가 출력됩니다.




## 5. Bypass 모드 전송 테스트

Coordinator터미널에서 **“ATD 1”**명령을, Router 터미널에서는 **“ATD 0”** 명령을 입력하고 엔터키를 칩니다.

각 터미널에서 아무 키나 입력하면 다른 터미널에서 메시지가 출력되는 것을 볼 수 있습니다.



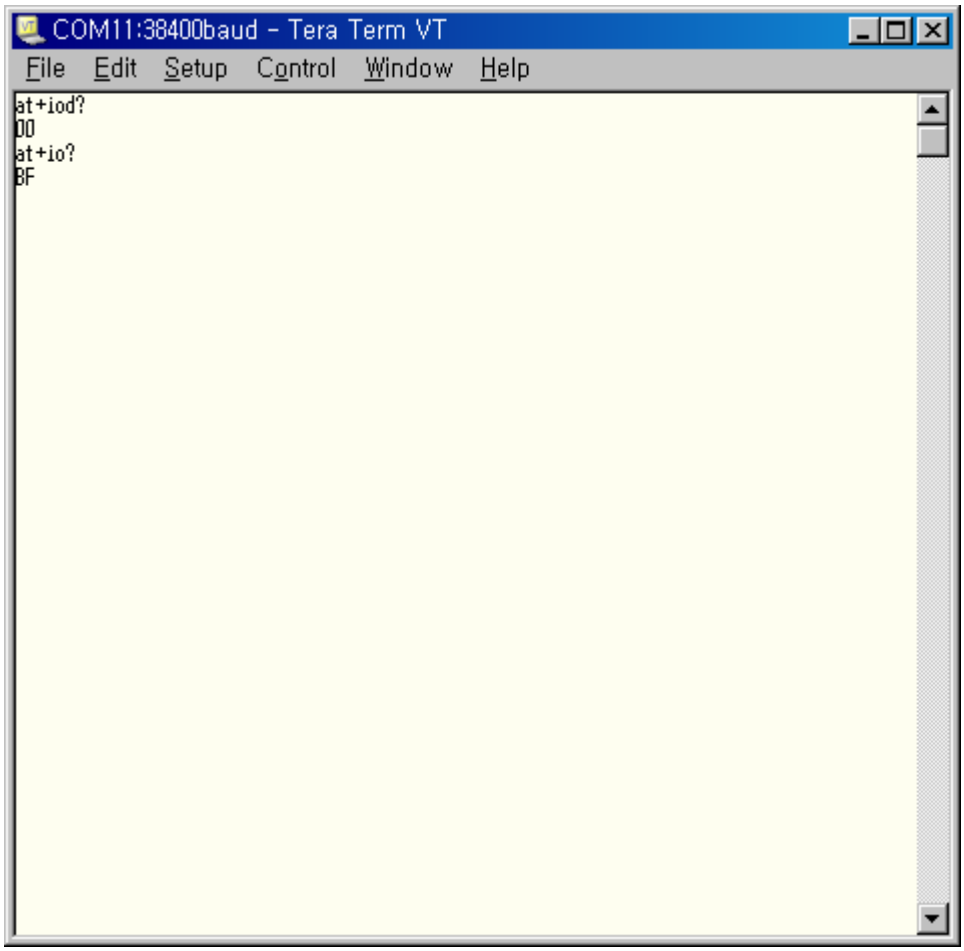

Bypass 모드를 종료하기 위하여 각 터미널에서 **“+++”**을 입력합니다.

## 6. EZBee-M100 I/O 기능 테스트

EZBee-M100 모뎀에서는 DIO0 부터 DIO7 까지 모두 8 개의 GPIO를 제공하며, 로컬 또는 원격 모뎀의 입출력 포트를 제어 및 설정할 수 있는 명령을 제공합니다.

먼저, Coordinator 터미널에서 **"AT+IOD?"** 명령으로 EZBee-M100 의 I/O 포트가 입출력 모드 인지를 확인합니다.

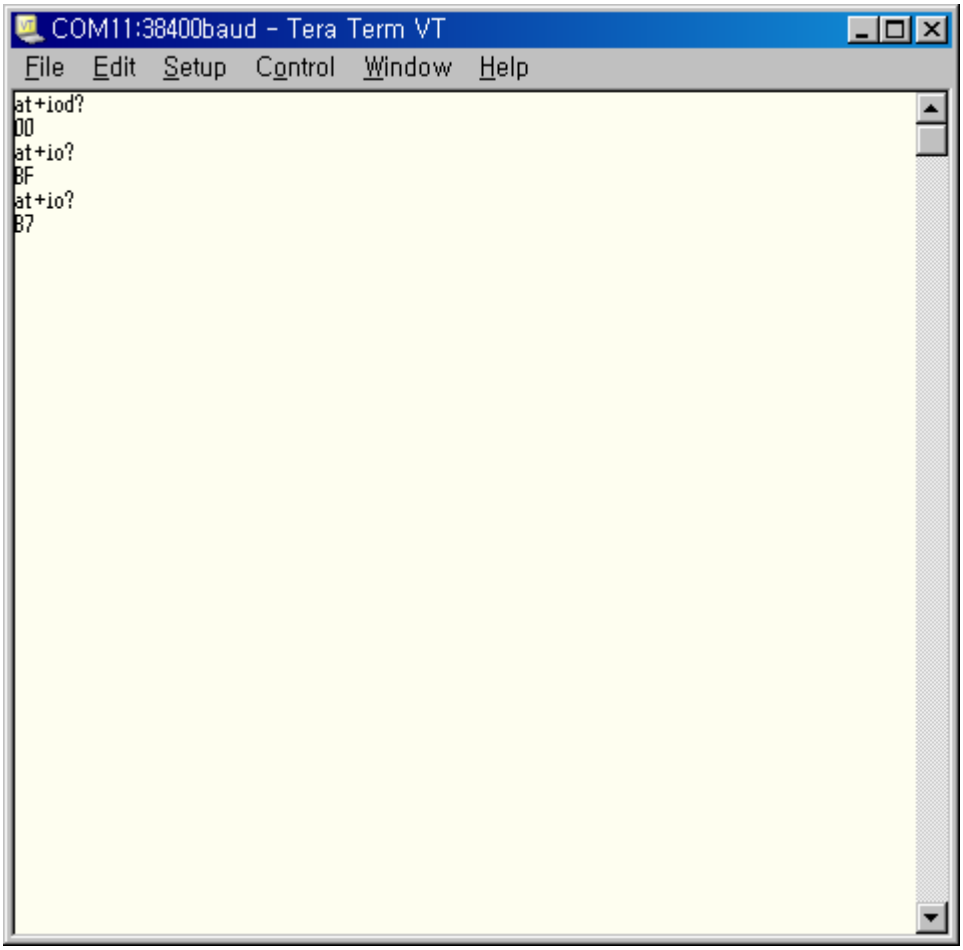
아래 그림에서는 결과가 **"00"**으로 출력되는데, 이는 모든 I/O 포트가 입력 모드로 설정되었음을 의미합니다.




**"AT+IO?"**명령으로 현재 I/O 포트의 입력 값을 읽어봅니다.

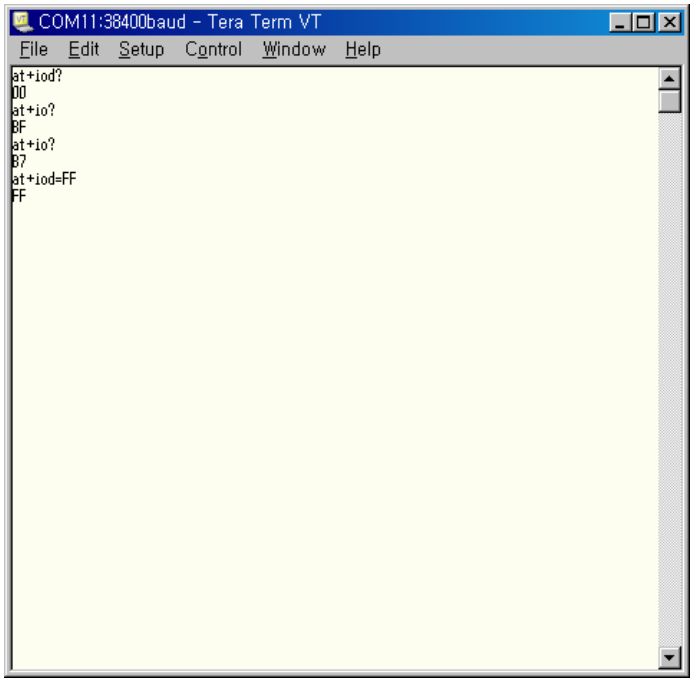
그림에서 결과는 **“BF”**로, 이는 Coordinator 모듈의 DIO6 의 입력은 0, 그 외 나머지 포트의 입력은 1 로 들어오고 있음을 의미합니다.

Coordinator 모듈의 DIO3 으로 표시된 버튼을 누른 상태에서 Coordinator 터미널에 **“AT+IO?”** 명령을 한 번 더 입력합니다.



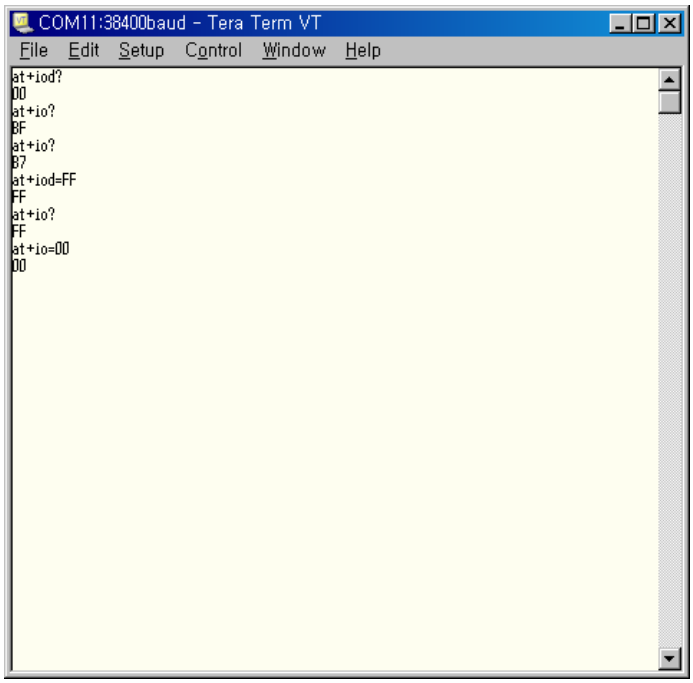

위의 그림에서 결과가 **“B7”**로 바뀌었음을 확인할 수 있는데, 이는 DIO3 의 입력값이 1 에서 0 으로 바뀌었음을 의미합니다.

Coordinator 터미널에서 **“AT+IOD=FF”** 명령을 입력하여 GPIO의 포트 설정을 출력으로 변경합니다.




명령이 정상적으로 수행되면, 변경된 I/O 포트 입출력 설정값이 출력됩니다.

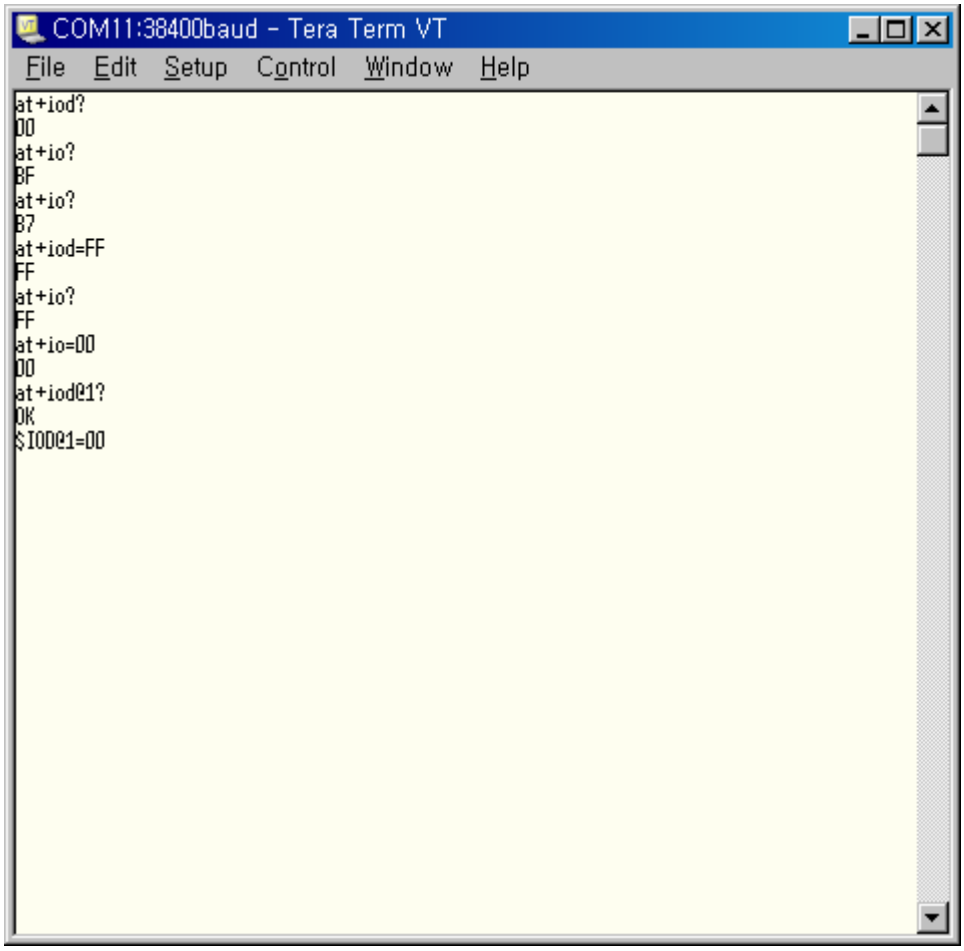
이 상태에서 다시 **"AT+IO=00"** 명령을 입력해 봅니다.




Coordinator 모듈의 DIO0, DIO1 LED가 켜진 것을 확인할 수 있습니다.

위와 비슷한 방법으로 원격 모뎀에 대해서도 GPIO를 제어하거나 설정할 수 있습니다.

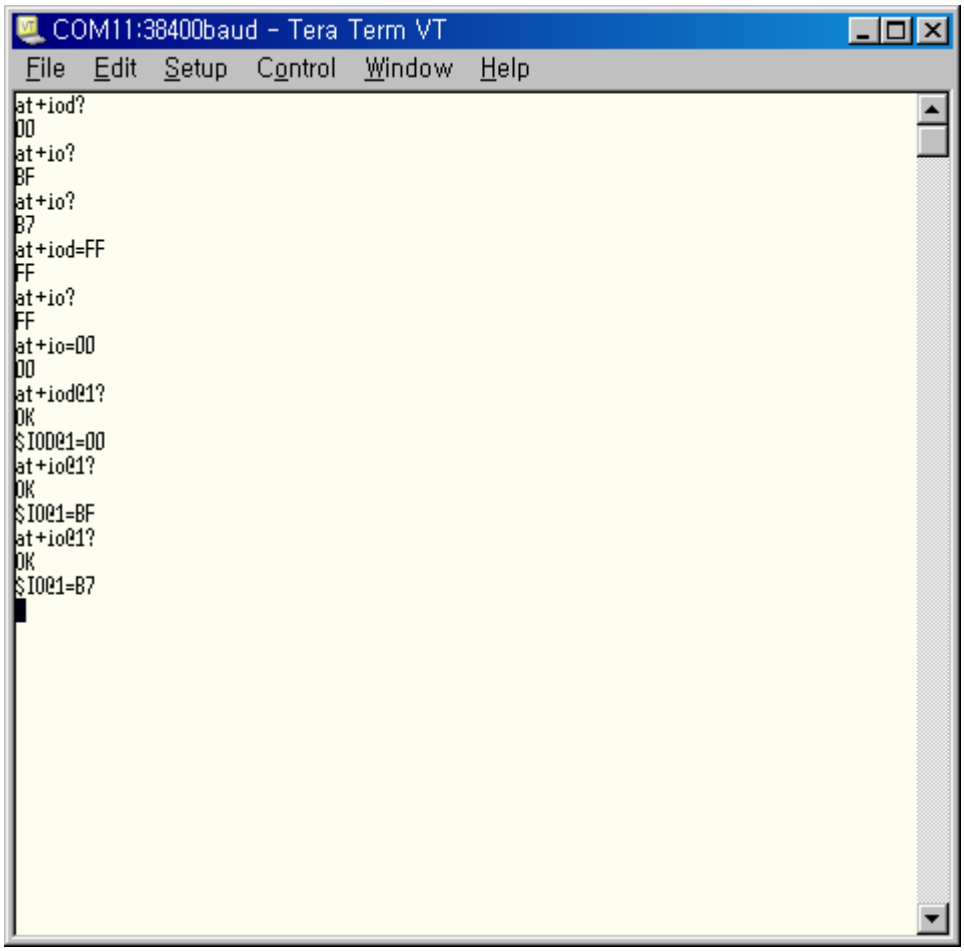
Coordinator 터미널에서 **“AT+IOD@1?”** 명령을 입력하여 Router 모듈의 GPIO 입출력 설정 상태를 읽어 봅니다.




명령이 정상적을 수행되었다면, **“$IOD@1=00”**이라는 응답 메시지가 출력되는데, 이는 Router 모듈의 GPIO가 모두 입력으로 설정되었다는 것을 의미합니다.

Router 모듈의 GPIO 입력 상태를 읽기 위해서는 Coordinator터미널에서 **“AT+IO@1?”**이라고 입력합니다.

명령이 성공적으로 수행되었으면 **“$IO@1=BF”**이라는 응답 메시지가 출력됩니다. 이는 앞의 예시에서와 마찬가지로 Router 모듈의 DIO6 을 뺀 나머지 GPIO의 입력이 모두 1 이라는 것을 의미합니다.



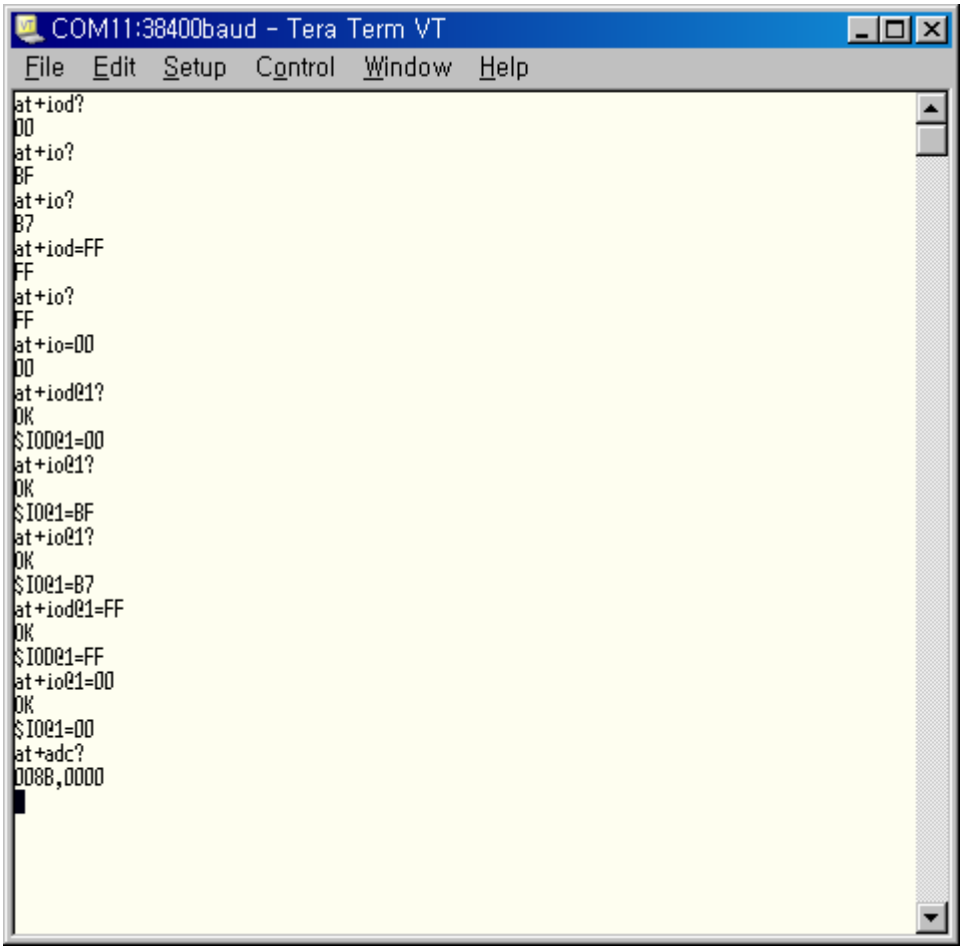

Router 모듈의 DIO3 버튼을 누른 상태에서, Coordinator 터미널에 **"AT+IO@1?"**을 다시 입력합니다.

명령이 정상적으로 수행되었다면, **"$IO@1=B7"**이라는 메시지가 출력되며, 앞에서와 마찬가지로 DIO3 의 입력값이 0 으로 바뀌었음을 의미합니다.

## 7. EZBee-M100 ADC 테스트

EZBee-M100 모뎀은 2 채널 10-bit ADC를 제공하며, 로컬 또는 원격 모뎀의 ADC값을 읽을 수 있는 명령을 제공합니다.

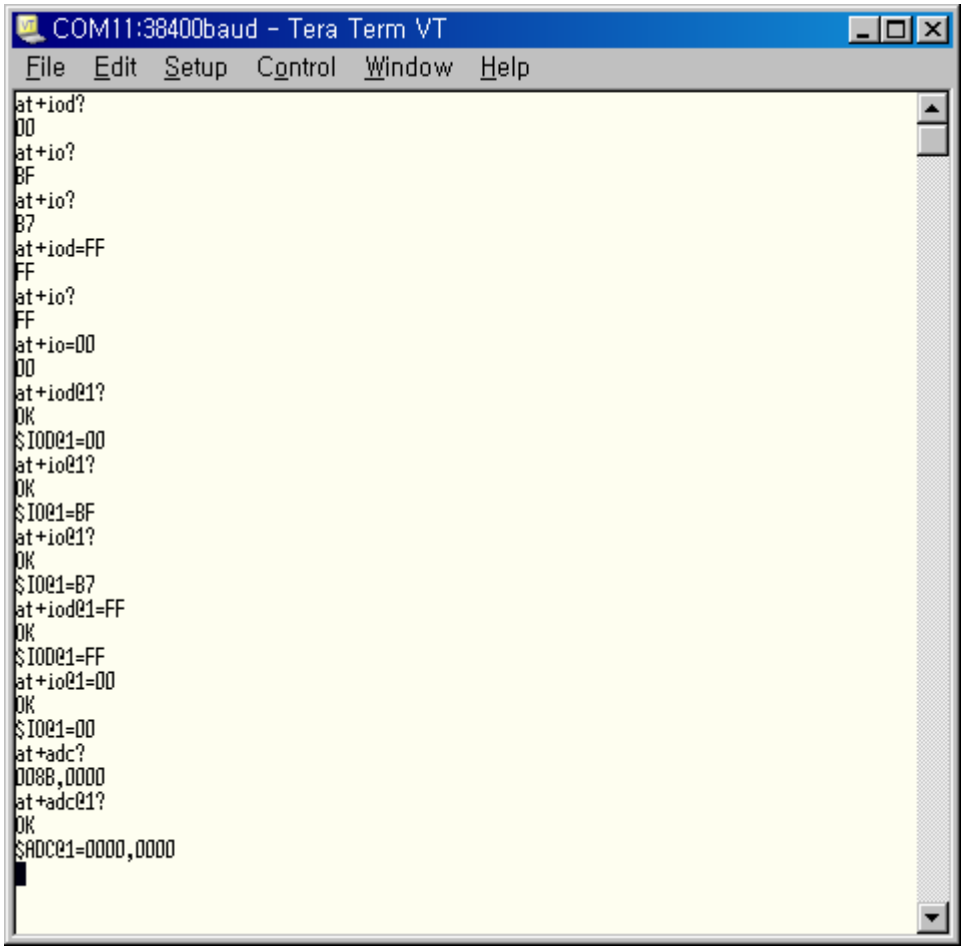
Coordinator 모듈의 ADC값을 읽기 위해서는 Coordinator 터미널에서 **“AT+ADC?”** 명령을 입력하고 엔터를 칩니다.




명령이 정상적으로 수행 되면 위 그림과 같이 “<CH1>,<CH2>” 의 결과 메시지가 출력이 되는데 위의 그림에서는 ADC 채널값이 <CH1>이 **008B**, <CH2>는 **0000** 입니다.

비슷한 방법으로 원격 모뎀의 ADC값도 읽을 수 있습니다.

Router 모듈의 ADC값을 읽기 위해서는 Coordinator 터미널에서 **“AT+ADC@1?”** 명령을 입력하고 엔터키를 칩니다.




명령이 성공적으로 수행되면 **“$ADC@<SrcID>=<CH1>,<CH2>”**형태의 결과 메시지가 출력되는데, <SrcID>는 원격 모뎀의 ID를, <CH1>,<CH2>는 각 원격 모뎀의 ADC 채널값을 의미합니다. 위 그림에서는 <SrcID>는 **1** 이며, <CH1>,<CH2>는 각각 **0000, 0000** 입니다.

※ EZBee-U100 과 EZBee-L100 의 사용법도 위와 같습니다.

# 품질 보증 정책

## 1 무상 서비스 안내

구입일로부터 보증기간 내에 정상적으로 사용한 상태에서 이상이 발생한 경우 (구입일로부터 1 년 이내)에는 무상으로 수리하여 드립니다. 이 경우 구입처에서 발행한 영수증을 제시하셔야 합니다.

## 2 유상 서비스 안내

다음과 같은 경우에는 서비스 요금(수리비, 부품대, 출장비 등)을 받고 수리하여 드립니다.

1) 보증기간이 경과한 경우 또는 영수증이 없는 경우
2) 보증기간 이내인 경우
   - 천재지변에 의해 고장이 발생한 경우
   - 설치 후 사용상 부주의(이동, 낙하, 충격, 파손, 무리한 동작, 오동작 등)로 인해 고장이 발생하였을 경우
   - 사용 전원의 이상 및 접속기기의 불량으로 인하여 고장이 발생하였을 경우
   - ㈜필컴 대리점이나 ㈜필컴 지정 서비스 점이 아닌 곳에서, 제품을 수리 개조하여 제품의 내용을 변경 또는 손상시킨 경우
   - 고객의 과실로 인한 안전사고는 책임을 지지 않습니다.
3) 보증기간 경과 후 수리용 성능 부품에 대해서는 소비자 피해 보상규정에 준합니다.

## 3. 책임의 한계

1) 무선 특성상 발생할 수 있는 문제(예를 들면, 하드웨어 흐름제어를 사용하지 않은 상태에서의 데이터 손실, 송수신 지연, 장애물에 의한 통신 불가 등)로 발생하는 손실에 대하여 본사나 대리점의 책임은 없습니다.

2) 어떠한 이유에서라도 발생하는 고객의 금전적 손해에 대한 배상금은 EZBee series 실제 공급 가격을 초과하지 않습니다.

chipsen (주)칩센
본사:서울시 구로구 구로3동222-14 에이스하이엔드타워2차 1304호
TEL 02-6340-5900~4 FAX 02-6340-5905
매장:서울시 구로구 구로본동 1258 중앙유통단지 마동 3312호
TEL 02-6679-5900 FAX 02-6679-4345
www.chipsen.com