

HF 원격운용 시스템

(2012년 1~4월 KARL지 원고)

HL5KY 조윤재

우리는 현재 급격한 변화의 시대에 살고 있으며 이런 변화는 우리의 취미생활에도 큰 영향을 주고 있습니다. 도시 주거 인구의 약 60~80%가 공동주택에 살게 되면서 예전과 같이 HF 안테나를 설치하는 것이 쉽지 않게 되었습니다. 저 또한 이런 어려움으로 인해 지난 10여 년간 원격운용에 관심을 가지고 실험과 운용을 통하여 꾸준히 방법을 개선시켜 왔으나, 컴퓨터를 이용할 경우 컴퓨터 O/S의 안정도 문제, 부팅시간 지연 문제, 오디오를 소프트웨어로 처리할 때 생기는 신호의 지연 등으로 인해 실제 무선기 앞에서 운용하는 것과 비교하여 불편한 점이 많았습니다.

그런데 몇 년 전에 Microbit사에서 개발한 원격운용장치는 기존의 문제점을 상당 부분 해결하였고 현재 제품의 안정도 또한 많이 좋아졌습니다. 이번에 이 제품으로 원격운용 시스템을 구축하여 운용해 본 바, 대단히 만족하여 이를 소개하고자 합니다.

이 제품이 원격운용 시스템의 구축을 편리하게 하였지만, 이것 하나만으로 모든 것이 해결되지는 않으며, 실제 무선국의 장치가 정형화되어 있지 않고, 운용 목적 또한 다양하므로 모든 경우에 적용할 수 있는 형태는 없습니다. 그래서 제품의 매뉴얼에도 다양한 무선기의 제품에 따라 각각 별도의 설명을 해 두었습니다. 이 글에서는 특정 무선기에 한정하지 않고 원격 시스템의 전체적인 개념을 잡는 방향으로 설명할 생각입니다.



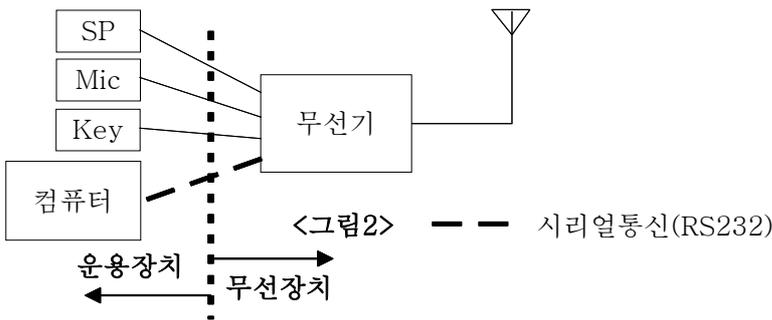
<그림1> RRC1258MkII (2개가 한 조로 구성. www.remoterig.com)

Microbit사에서 개발한 원격운용장치(이하 RRC라고 함)외에도 로테이타의 원격조작, 리니어와 안테나셀렉터 등의 원격운용장치가 필요하지만 RRC가 가장 중요한 역할을 하기 때문에 이것을 중심으로 설명하겠습니다. RRC의 주요한 기능 위주로 내용을 보면 다음과 같습니다.

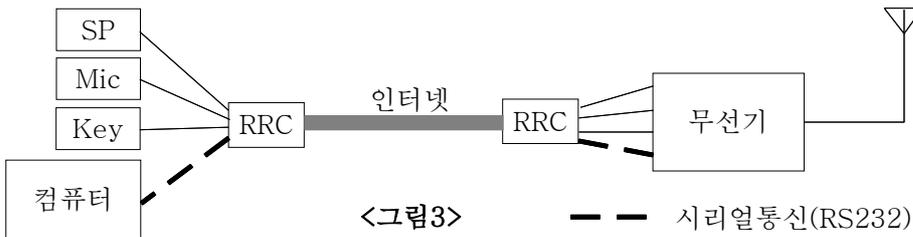
내 용	갯 수	설 명
시리얼포트 (TTL)	1개	TS480, IC706의 본체와 앞판넬간의 통신을 인터넷으로 연결
시리얼포트 (RS232)	2개	RS232로 사용하는 장비를 인터넷으로 연결. 로테이타 등
SIP		네트워크 음성통신에 사용하는 프로토콜로, 마이크와 스피커 라인을 인터넷으로 연결
I/O	3개	네트워크를 통한 스위치로, 내장 엘리키어의 작동 및 키잉을 인터넷으로 연결

1. 원격운용 시스템의 개요

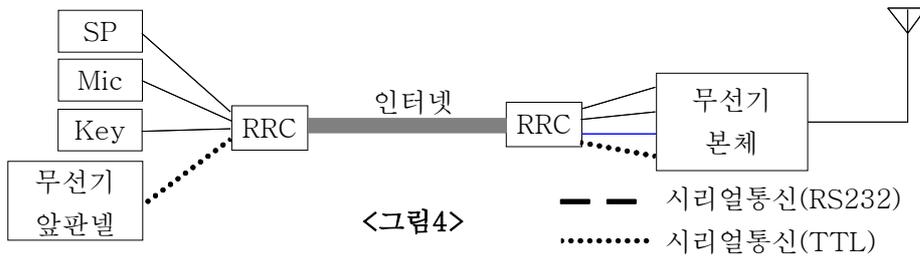
원격운용 시스템이 가능하려면 우선 모든 무선설비를 컴퓨터로 컨트롤하는 것에서부터 시작해야 합니다. 다행히 최근에 대부분의 HAM들은 컴퓨터를 사용하여 로깅을 하기 때문에 시리얼포트를 이용한 컴퓨터 연결이 일반적입니다. <그림2>와 같은 무선국에서 컴퓨터에 무선기를 조작할 수 있는 프로그램을 설치한다면 무선기에 손을 대지 않고도 일반적인 운용이 가능할 것입니다. (주파수나 무선기의 기능을 조작하는 프로그램으로는 HRD, Commander, TRX-manager 등이 있습니다)



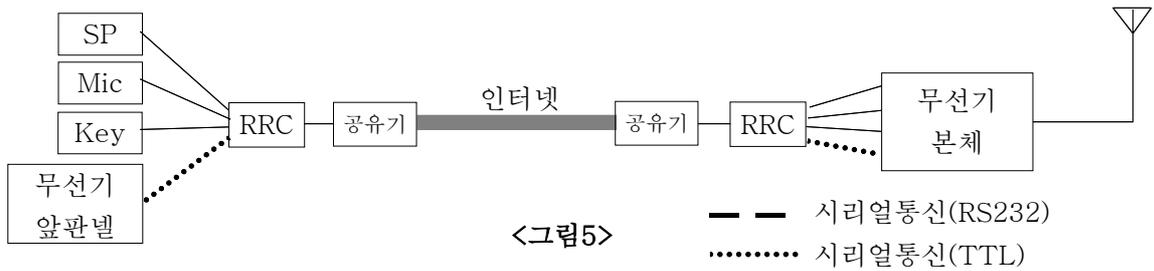
위와 같은 상태에서 RRC를 이용하면 무선장치와 운용장치의 중간 연결 부분을 인터넷으로 대체할 수 있으며 <그림3>과 같이 구성할 수 있습니다.



또한 TS-480 또는 IC-706과 같이 메인바디와 앞판넬이 분리되는 제품은 컴퓨터를 대신하여 앞판넬을 사용하여 주파수와 기능을 조작할 수 있으므로 양쪽 모두 컴퓨터가 없이 구축이 가능합니다. <그림4>



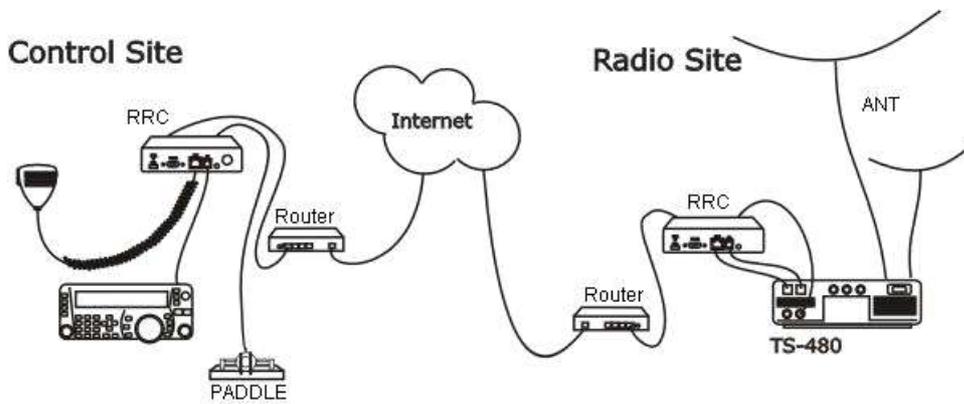
실제로 네트워크 설비에서는 공유기를 함께 사용하기 때문에 실제 구성은 <그림5>와 같이 될 것입니다.



2. 시스템의 구성

2-1. 본체와 앞판넬이 분리되는 무선기

TS-480, TS-2000, IC-706, DX-SR8 등의 무선기는 원격지에서 컴퓨터가 필요없이 앞판넬로 조작하게 됩니다. 그 중에서 현재 제가 사용하고 있는 TS-480의 구성도는 <그림6>과 같습니다. 양쪽 모두 컴퓨터가 필요 없기 때문에 부팅이 되기를 기다릴 필요도 없고, 컴퓨터의 문제로 인한 작동불능 등의 염려도 없습니다.



<그림6> TS-480을 사용하여 본체와 앞판넬을 분리한 시스템의 구성도

<그림7>은 원격지의 운용측 장비를 나타내고, <그림8>은 무선장치측의 설비입니다. 원격지의 앞판넬에 있는 전원스위치를 누르면, 무선장치측의 본체 전원이 켜지고, 모든 조작은 무

선기 앞에서 조작하는 것과 전혀 다를 것이 없습니다. 신호의 지연도 아주 짧아서 다이얼을 돌리면 주파수의 변화에 따라 오디오가 바로 변하기 때문에 답답한 느낌이 없습니다.



<그림7> 원격지의 운용장치측 설비

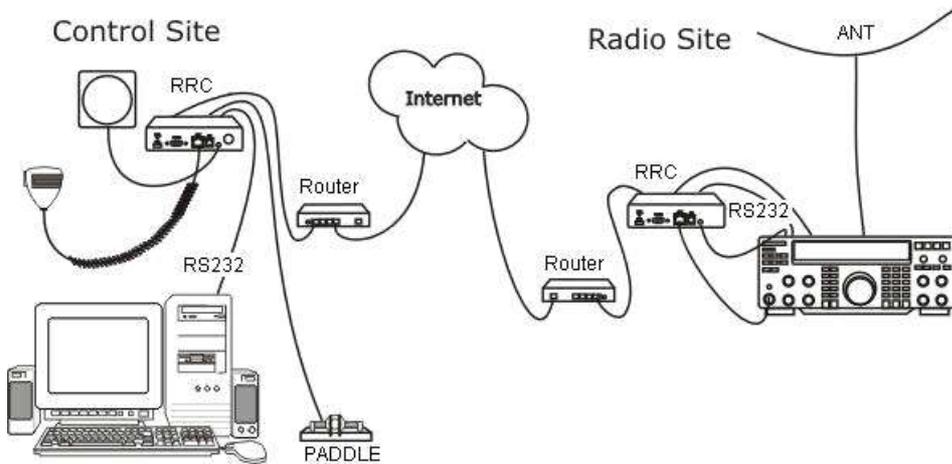


<그림8> 무선장치측 설비

2-2. 본체와 앞판넬이 분리되지 않는 무선기

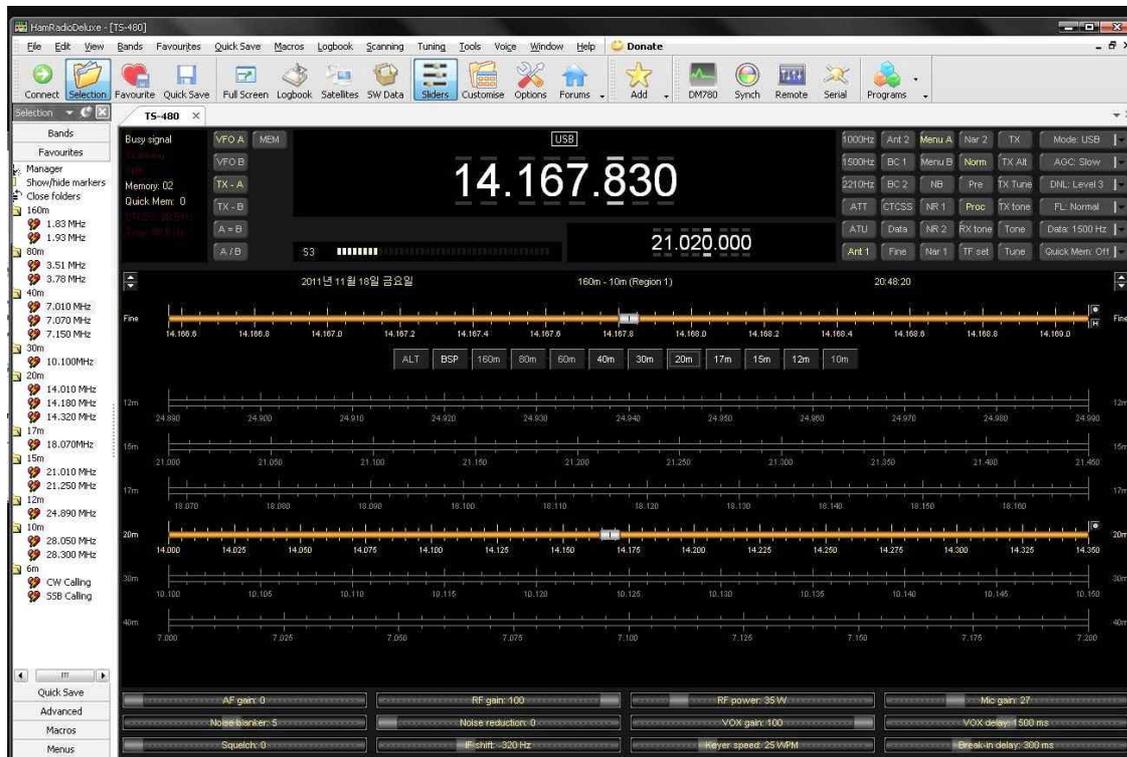
대부분의 무선기는 앞판넬이 분리되지 않습니다. 이런 경우에는 원격지에서 컴퓨터를 사용하여 무선기를 조작해야 합니다. 프로그램을 이용하여 주파수의 변경이나 여러 가지 기능을

조작하게 됩니다.



<그림9> 본체와 앞판벨이 분리되지 않는 시스템의 구성도

프로그램은 별도로 제공하지 않기 때문에 본인의 취향에 맞는 것을 선택해서 사용해야 하는데 HRD(Ham Radio Deluxe)를 가장 많이 사용합니다. 최근의 무선기는 아주 세세한 내용까지 컴퓨터로 조작할 수 있으므로 기능의 조작은 원격으로 하더라도 별 무리가 없습니다. 다만 주파수의 조작을 마우스로 해야 하기 때문에 순발력이 좀 떨어지며 무선기 없이 컴퓨터만으로 운용할 경우 무선 교신의 느낌이 나지 않는 단점이 있습니다.



<그림10> HRD 화면

2-3. 그 외의 RRC 시스템의 구성

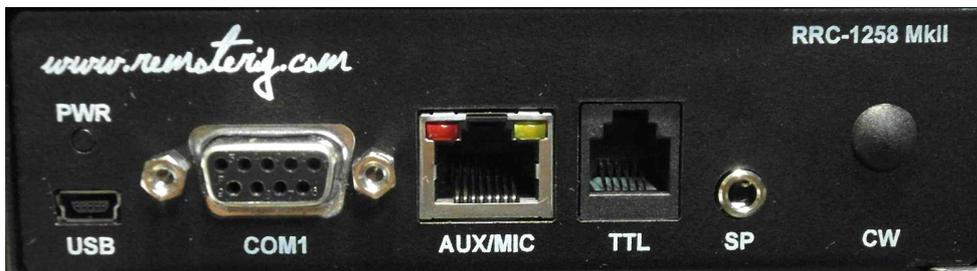
YAESU사의 무선기 FT-5000 두 대를 무선장치측과 운용장치측에 각각 두고 전용의 RRC를 사용하면, 운용측의 FT-5000으로 모든 기능을 그대로 사용할 수 있습니다. 전체적으로 비싼 시스템이지만 상당히 편리할 것 같습니다. OH8X에서 사용하는 시스템입니다.

2-1과 2-2에 설명한 내용도 무선기의 종류마다 구성도의 차이가 있으므로 제품별 상세한 구성은 제품 매뉴얼을 참조하거나, 웹페이지(www.remoterig.com)의 메뉴 (How it works - Example of Supported Rigs)에서 보시면 됩니다.

3. RRC의 하드웨어

무선기는 종류마다 구성도가 다르고 연결선의 결선이 다르므로 매뉴얼을 참조해서 본인의 여건에 맞게 설치해야 합니다. 기본적인 구성과 작동원리에 대한 이해를 돕기 위해서 RRC의 앞 뒤 판넬을 살펴보도록 하겠습니다. RRC는 무선장치측(Radio Site)의 RRC-Radio와 운용장치측(Control Site)의 RRC-Control로 되어 있습니다.

3-1. RRC-Radio 앞면



<그림 11> RRC-Radio 앞면

- ▶ USB : RRC의 초기설정을 위해서 컴퓨터와 연결할 때 사용합니다.
- ▶ COM1 : 시리얼포트를 이용하는 장치와 연결할 때 사용합니다. 무선기의 CAT, 로테이타의 인터페이스 등
- ▶ AUX/MIC : 마이크와 스피커 등의 오디오 관련한 장치와 연결하는 잭. TS-480의 경우 무선기의 마이크 잭과 바로 연결합니다. 무선기의 종류에 맞게 케이스 내부의 결선을 바꾸어야 합니다.
- ▶ TTL : 내부적으로는 시리얼통신을 하는 장치이며, TS-480, IC-706등의 앞판넬과 본체를 원격으로 분리할 때 사용하는 것으로 무선기의 본체와 연결합니다.

- ▶ SP : 무선기의 스피커와 연결합니다.
- ▶ CW : RRC-Radio에서는 사용하지 않습니다.

3-2. RRC-Radio 뒷면



<그림12> RRC-Radio 뒷면

- ▶ COM2 : 시리얼포트를 이용하는 장치와 연결할 때 사용합니다. 무선기의 CAT, 로테이타의 인터페이스 등
- ▶ PAD : 무선기의 Key입력과 연결합니다. (실제로는 Key out등으로 표기가 되어야 하지만, 케이스 제작비용을 줄이기 위해서 RRC-Control과 같은 케이스를 사용하기 때문)
- ▶ 12V DC : 전원잭
- ▶ RES : 리셋 스위치
- ▶ I/O : 원격스위치이지만, 실제로는 엘렉키어와 키출력에 사용하므로 별도로 사용하는 경우가 드뭅니다.
- ▶ ETHERNET : 네트워크의 공유기 또는 인터넷라인을 연결하는 RJ-45잭.

3-3. RRC-Control 앞면



<그림13> RRC-Control 앞면

- ▶ USB : RRC의 초기설정을 위해서 컴퓨터와 연결할 때 사용합니다.

- ▶ COM1 : 컴퓨터와 연결합니다.
- ▶ AUX/MIC : 마이크와 스피커 등의 오디오 관련한 장치와 연결하는 잭. TS-480의 경우 마이크와 바로 연결합니다. 무선기의 종류에 맞게 케이스 내부의 결선을 바꾸어야 합니다.
- ▶ TTL : 내부적으로는 시리얼통신을 하는 장치이며, TS-480, IC-706등의 앞판넬과 본체를 원격으로 분리할 때 사용하는 것으로 무선기의 앞판넬과 연결합니다.
- ▶ SP : 외장 스피커와 연결합니다.
- ▶ CW : 내장 엘리키어의 속도를 조절하는 볼륨.

3-4. RRC-Control 뒷면



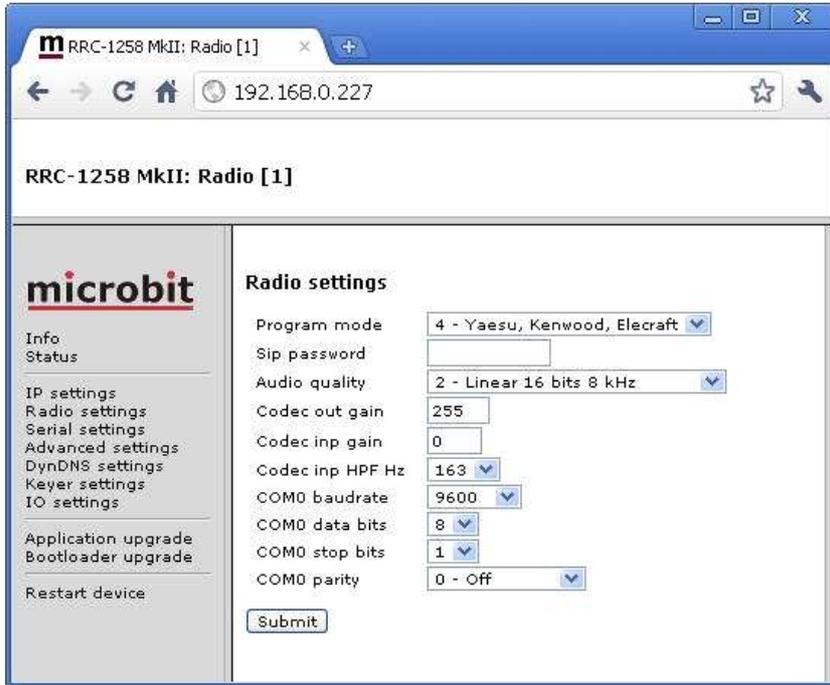
<그림14> RRC-Control 뒷면

- ▶ COM2 : 컴퓨터와 연결합니다.
- ▶ PAD : CW 운용을 위한 패들 연결.
- ▶ 12V DC : 전원잭
- ▶ RES : 리셋 스위치
- ▶ I/O : 원격스위치이지만, 실제로는 엘리키어에 사용하므로 별도로 사용하는 경우가 드뭅니다.
- ▶ ETHERNET : 네트워크의 공유기 또는 인터넷라인을 연결하는 RJ-45잭.

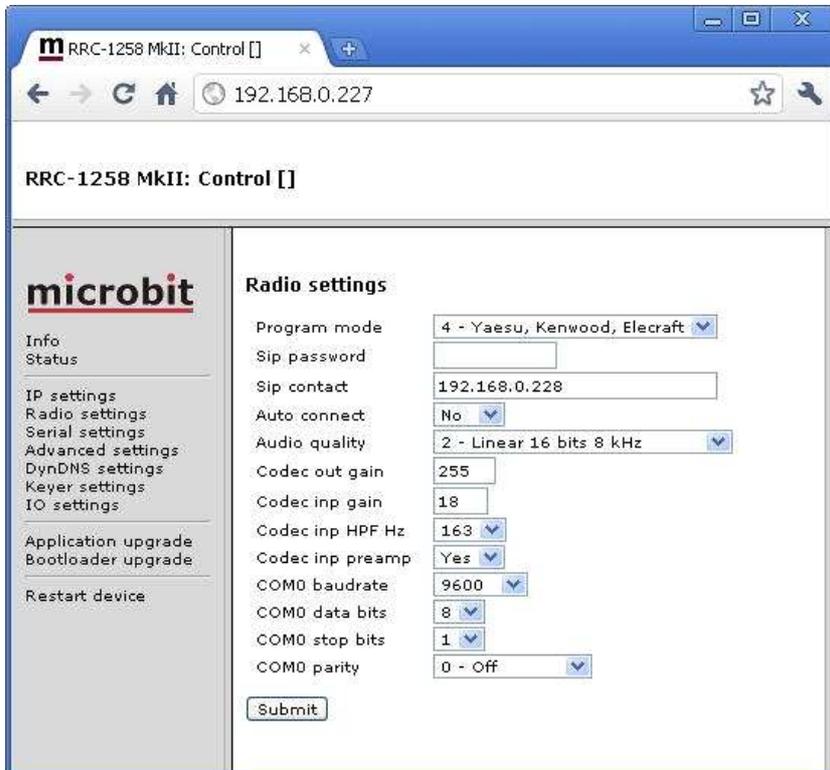
4. RRC의 소프트웨어

RRC의 하드웨어 설치가 끝나면, 소프트웨어로 각각의 기능을 설정해야 합니다. 우선 네트워크 설정을 하고 세부적인 기능을 설정하게 되는데, 대부분의 네트워크 장비가 그렇듯이 웹 인터페이스를 통하여 설정합니다.

이 부분 또한 무선기의 종류마다 설정방법이 다르기 때문에 매뉴얼을 참조하여 설정하여야 합니다.



<그림 15> RRC-Radio 설정 화면의 일부



<그림 16> RRC-Control 설정 화면의 일부

5. 기타 장치

HF 트랜시버 이외에 로테이타, 리니어, 안테나 셀렉터 등의 자동 또는 원격조작은 무선기보다 설치 여건이 더욱 다양하므로 여기서는 제가 구축한 시스템을 기본으로 설명하겠으며 이것을 참조하여 각자의 여건에 맞게 설계하시기 바랍니다.

5-1. IP 카메라

필수 품목은 아니지만 실제 운용하다 보면 무선장치측의 여러 가지 설비의 작동상태를 눈으로 확인할 필요가 있습니다. 요즘은 저가의 네트워크 카메라가 많으므로 큰 부담 없이 구입이 가능합니다. 대부분의 제품에 팬/틸트 기능은 기본으로 있으며 무선랜을 지원하는 제품도 있습니다.

구입처 : <http://www.procctv.co.kr/>

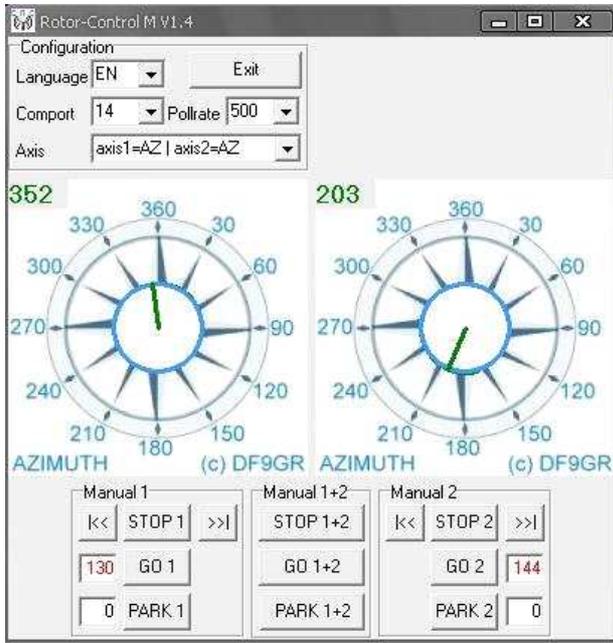
구입 제품 : CamView-J002

5-2. 로테이타 인터페이스

로테이타를 원격으로 조작하기 위해서는 우선 컴퓨터로 컨트롤이 가능해야 합니다. 가장 일반적인 방법은 시리얼포트를 통한 인터페이스를 이용하는 것입니다. Kenpro나 Yaesu 제품은 여러 종류의 기성제 인터페이스가 있고 설치가 편리하지만 그 외의 제품은 기성제 인터페이스가 많지 않고 설치도 다소 까다롭습니다.

Microbit사에서도 로테이타 인터페이스(RCU-1216L)를 판매하지만 가격이 상당히 비쌉니다. 제가 사용하는 인터페이스는 DF9GR이 만든 Kit제품으로 가격도 저렴하고 A/S도 아주 좋습니다. 현재 2개의 타워에 2개의 로테이타를 사용 중인데 마침 ERC-M이란 제품은 하나의 인터페이스로 2개의 로테이타를 조작할 수 있어서 이것으로 조립, 설치하여 사용하고 있습니다.

원격지와의 연결은 RRC에 RS-232레벨의 시리얼포트가 2개 있으니 이것을 이용하여 인터넷으로 연결합니다. 원격지의 운용측에서는 <그림17>과 같이 컴퓨터의 소프트웨어로 컨트롤하게 됩니다.



<그림17> ERC 컨트롤 프로그램

구입처 : <http://www.easy-rotor-control.com/>

구입 제품 : ERC-M RS232

5-3. 리니어 및 안테나셀렉터 (밴드디코더로 자동전환)

무선기의 밴드 변경에 따라 리니어의 밴드도 변경되어야 하고, 2개의 안테나도 운용 밴드에 맞게 전환이 되어야 합니다.

가장 고민이 많았던 부분으로, 초기에는 두 장치 모두 원격으로 조작하는 방향으로 설계를 하여 약 20여개의 원격스위치를 만들 생각을 하였으나, 개발이 쉽지 않고 실제 사용에서 일부 스위치의 작동 여부를 검증할 수 있는 부가장치도 있어야 하고, 장비에 따라 설계 변경도 예상되는 등 여러 가지 문제가 있어서 원격 조작을 포기하고, 무선기의 작동에 따라 자동으로 전환하는 방향으로 변경하였습니다.

이 부분에서 가장 도움을 많이 주신 분은 DS1PDF님입니다. 현재 사용하는 장치는 PDF님이 개발하신 안테나셀렉터이며 테스트 겸 사용 중입니다. 운용측에서 TS-480(Kenwood제품)의 밴드를 전환하면, 무선측 리니어(Yaesu제품 FL-7000)의 밴드가 자동전환되며, 안테나셀렉터도 밴드에 맞는 안테나로 자동전환이 됩니다. 이것으로 리니어와 안테나셀렉터의 자동화가 모두 해결되었습니다.

리니어와 안테나셀렉터는 각양각색이기 때문에 자동화가 쉽지 않은 부분인데, PDF님이 만드신 제품은 거의 대부분의 제품에 적용할 수 있는 만능밴드디코더라고 생각됩니다. 마이크입이 들어가는 복잡한 장치이기 때문에 자작은 거의 불가능합니다. 국외에도 비슷한 제품이 있지만 기능이 한정되어 있고 가격도 만만치가 않습니다. 아직 공동제작을 시작하지 않았지만 아래의 내용을 보시고 자신의 시스템과 비교 검토하여 설계 해 보시기 바랍니다.



<그림 18> 안테나셀렉터-프로 (개발자-DS1PDF)

- 트랜시버와 리니어가 서로 다른 회사의 제품이어도 자동밴드전환이 가능.
- 외부 밴드필터 전환 등을 위한 밴드별 별도 출력 제공.
- 안테나 코넥터가 연결되는 4x2 릴레이박스는 별도 제품.
- 옵션을 추가하여 이 장치를 원격으로 조작할 수도 있음.
- 이 장치 2대를 연결하여 SO2R 운영이 가능하며, 이 경우 두 개의 시스템이 같은 안테나에 연결되는 것을 방지하는 기능이 있음.

DS1PDF님의 카페 주소 : cafe.daum.net/cq6m/

CAT 또는 디지털통신에 관련된 다양한 기술자료가 있습니다.

5-4. 전원 컨트롤

각 장비에 항상 전원을 켜 둘 수 없으니 원격으로 전원을 컨트롤 해야 합니다. 전원 컨트롤은 전력 소비를 줄이는 목적도 있지만 송수신기에 문제가 생기거나 리니어의 이상 작동 등 무선장치에 문제가 발생 시 전원을 차단함으로써 추가적인 문제를 방지할 수 있습니다. 전원컨트롤은 안전장치라고 할 수 있으므로 다른 부분과는 분리하여 별도의 전원과 네트워크를 구성하면 좋습니다.

Microbit사에서 판매하는 네트워크용 스위치(Web-switch 1216H)는 여러 가지 추가 기능이 있으며 역시 가격이 비쌉니다. 저는 네트워크 관련 제품을 개발하는 국내 회사인 솔레시시스템의 제품을 구입하여 부가회로를 붙여서 사용하고 있습니다.

구입처 : www.sollae.co.kr

구입 제품 : CIE-M10

CIE-M10은 8개의 입력과 8개의 출력을 가진 모듈형제품으로 릴레이 구동회로는 추가해야 합니다. CIE-H10은 릴레이가 달려 있는 제품이지만 리니어 등의 큰 전력을 컨트롤 하기 위해서는 점점 간격이 넓은 릴레이를 추가해야 합니다.

만약 IP카메라를 구입했다면 대부분 내장된 I/O포트가 있으니 이것을 사용할 수도 있습니다. 외장 릴레이를 추가하면 큰 용량의 전원 컨트롤이 가능합니다. 제가 구입한 IP 카메라의 I/O포트를 장시간 테스트를 해 보았는데 안정도도 괜찮아서 실용상 전혀 문제가 없습니다. IP 카메라에는 I/O포트가 1개밖에 없지만, 각 장비의 전원을 별도로 컨트롤 하지 않고

한꺼번에 ON/OFF 한다면 아주 간단하고 편리한 방법입니다.

6. 다양한 원격운용 시스템

RRC 이외에도 다양한 방법의 원격운용 방법이 있습니다. 기본적으로 컴퓨터를 사용한다는 큰 단점이 있지만 나름대로 특징이 있기 때문에 참고해 보시면 시스템 설계에 도움이 되겠습니다.

6-1. W4MQ 원격장치 공유시스템 (www.w4mq.com)

컴퓨터 기반의 원격운용 시스템 중에서 가장 향상된 시스템이며 오래전부터 무료로 공개한 소프트웨어 기반의 시스템입니다. 하나의 원격장치를 여러사람이 공유하도록 설치할 수 있습니다. 물론 동시에 여러사람이 사용할 수는 없지만, 돌아가면서 사용할 수 있습니다.

또한 Toolkit이란 것으로 TS-480등의 앞판넬이 분리되는 시스템을 구현할 수도 있습니다. Microbit사의 RRC와 달리 컨트롤신호와 오디오등이 모두 소프트웨어 기반입니다.

현재 전세계 6~7개국 약 20여 무선국이 자신의 원격장치를 공개하였습니다. W4MQ 웹트랜시버 소프트웨어를 다운 받아서 설치하면 공개된 원격장치를 사용할 수 있습니다. 물론 해당 국가에서 사용할 수 있는 허가 또는 호출부호가 있어야 합니다. 예를 들어 미국의 KA6RLP를 이용하려면 미국의 호출부호를 가지고 있어야 합니다. 왜냐하면 미국에서 무선신호를 내게 되기 때문입니다.

W7DXX는 W4MQ 시스템으로 상당히 막강한 원격장치를 구축하여 이의 사용을 유료화하였습니다. (www.w7dxx.com)

얼마전에 국내에서도 6K2DPT님이 W4MQ 시스템을 설치하여 운용한 적이 있습니다. (<http://chimoo.myi.cc/Home>)

6-2. W7KW 원격운용 시스템

W7KW는 오랫동안 여러 가지 원격운용 시스템을 실험해 온 사람으로, 현재는 SDR 무선기 (Flex5000)를 이용하여 상당히 복잡한 시스템을 구축해서 사용하고 있습니다. VPN 공유를 허용해 주어서 수차례 사용해 보았는데, Flex5000이 1394 인터페이스를 사용하여 컴퓨터로 보내는 데이터양이 크기 때문에 계속 변하는 화면의 내용을 인터넷의 원격지에서 볼 때 화면이 좀 느리긴 하지만 Flex5000의 화려한 인터페이스가 아주 멋집니다.

친구와 함께 투자를 하여 구축한 시스템으로 오직 두 사람만 사용하고 있습니다. 지금은 다소 구식이 되긴 했지만 원격운용으로는 최고급 시스템이라고 할만 하며, Microbit사도 이 시스템에서 많은 아이디어를 얻었다는 후문이 있습니다.

QRZ.COM에서 W7KW로 찾아보시면 관련 정보가 있습니다.

6-3. Glentek 리모트 시스템 (<http://www.glentekcorp.com>)

거의 알려지지 않은 제품이지만 Microbit사의 RRC와 거의 흡사한 장치입니다. 무선장치 측에는 컴퓨터를 사용하지 않아도 되며, 오디오의 전송도 SIP프로토콜을 사용하기 때문에 지연시간이 아주 짧을 것으로 생각됩니다. 여기에 수 개의 I/O포트도 있어서 필요한 장치를 켜고 끄는 데도 사용할 수 있습니다.

그러나 각 장치가 별도로 되어 있고 가격도 그리 싸지 않으며, 사용자 편의성이 좋지 않고 제품에 대한 설명도 충분하지 않습니다. 흥미로운 점은 아날로그 출력메타를 네트워크를 통해서 관찰할 수 있는 제품이 있습니다.

이 제품의 사이트 메뉴 중, "Internet Access"의 내용은 네트워크 설정에 관한 내용으로 Microbit사의 RRC 설정에도 도움이 될 것으로 생각됩니다.

7. 원격운용의 적법성 검토

원격운용이 적법인가 아닌가 하는 것은 원격무선국을 어떻게 설치하고 허가를 받아서 어떻게 사용하는가에 달려 있습니다. 무선국은 송신기가 있는 위치에서 허가를 받아야 하고, 부가장치를 통한 중계통신을 하지 않아야 하는 등 전파법에 위배되지 않도록 운용해야 합니다.

원격운용과 관련된 전파법의 조항은, 제25조 제2항과, 제31조 제4항입니다. 25조 2항의 내용은, "허가 받은 무선국은 허가증에 적힌 범위의 내에서 운용하여야 한다"는 것이며, 31조 4항은, "아마추어국은 비상.재난 구조 목적 이외에는 유.무선 접속장치를 통한 중계통신을 할 수 없다"는 것입니다.

중요 내용을 실제와 비교하여 살펴보면,

첫째, 무선국은 송신기가 설치된 장소에서 허가를 받아야 한다.

둘째, 전파의 송신은 해당 시설을 허가받은 자에 한한다.

셋째, 전파의 송신주파수, 전파형식, 출력 등은 허가범위 내에서 사용한다.

넷째, 해당 시설을 허가받은 자 이외의 신호를 송출할 수 없다.

위의 내용은 이미 방송통신위원회에 질의하여 검토한 사항이므로 위의 내용만 잘 준수한다면 법적으로 문제가 없습니다.

8. 글을 마치며

지금까지 살펴본 바와 같이 원격운용 시스템의 구축은 제법 복잡한 과정을 거쳐야 합니다. 게다가 전자와 컴퓨터, 네트워크 등에 대한 어느 정도의 지식이 요구되므로 그렇게 쉽지는 않지만 안타깝게도 설치로 고민하는 분들에게는 한줄기 희망이 될 수도 있을 것으로 생각합니다.

글의 중간에도 수차례 언급하였듯이 무선기의 종류가 다르고 운용 여건이 모두 다르기 때문에 각자의 여건에 맞게 설계를 하고 설치하여야 합니다. 저에게 도움을 요청하더라도 저 또한 여러분의 여건에 맞추어 별도로 공부를 하여야 하기 때문에 직접적인 도움을 주기는 어렵다는 점을 양지해 주시기 바랍니다.



<그림19> 원격지에 사용 중인 장비

최근 HF의 상태가 매우 좋아서 원격지 신호가 아주 잘 입감이 됩니다. 안테나 설치 여건이 어려워서 오랫동안 무선활동을 하지 못했다면 원격운용 시스템에 대해서 적극 고려해 보시기를 권해 드립니다.



<그림20> 원격지에 사용 중인 야기안테나와 스파이더빔안테나 (7~24MHz)

끝으로 안테나와 원격운용 시스템 설치를 위해 도움을 주신, W7KW, HL5/OG5G, HL5BVV, HL5FBT, HL2UOK, DS5ANY, DS5GPC, DS1PDF 등 많은 분들께 감사의 말씀을 전합니다.