

무선 원격 자료 전송을 위한 위성단말장치(VSAT) 개발

이영우*, 오승엽
 충남대학교 공과대학 전자공학과

VSAT Implementation for Wireless Remote Data Transmission

Young-Woo Lee*, Seung-Hyueb Oh
 Dept. of Electronic Engineering, ChungNam Univ.

Abstract - 최근 들어 VSAT 시스템은 수요자의 필요에 의해 많은 기술 발전을 가져왔다. 과거에는 저속의 데이터 통신 및 전화위주로 많이 사용되었으나 최근에는 통신량의 증가와 인터넷의 발달로 고속의 데이터통신 시스템으로 발전하고 있다.[1] 따라서 Application Service에 따라 기존의 TDMA 방식의 VSAT 시스템과 고속통신용의 DVB-RCS 시스템으로 양분되어 사용하고 있다. 기존의 TDMA 방식은 주로 SCADA, POS, VOICE 통신 등의 저속 데이터 통신 위주로 많이 사용하고 DVB-RCS 방식은 Multi Media 및 인터넷 서비스로 고속의 데이터 통신용으로 많이 사용되고 있다. 이에 본 논문에서는 원격 무인 사이트가 Solar-Cell Battery를 이용하는 측면에서 소비전력 최소화 및 유지보수 편리성을 증대하기 위한 측면을 고려하여 무선 원격 자료 전송을 위한 VSAT 시스템 설계, 알고리즘 및 H/W제작을 소개하고자 한다.

1. 서 론

데이터 통신용 TDM/TDMA 시스템인 기존 한국수자원공사 VSAT System은 Hub System과 Remote System으로 구성되며 정기제도 위성을 경유하여 양방향 통신을 한다.[2] Remote 장비인 VSAT은 최고 64Kbps의 속도로 데이터 송수신이 가능한 양방향 위성송수신장치이며, 원격지에 위치하면서 위성을 경유하여 다양한 응용서비스에 맞는 데이터를 허브국으로 송신한다. VSAT은 위성을 통하여 허브로부터 공유 OutLink Carrier를 계속적으로 수신한다. 다수의 VSAT은 같은 OutLink를 공유한다. 또한 VSAT은 주기적으로 미리 정의된 Time Slot에서 Return Link Carrier를 송신한다. VSAT은 구성된 Return Link 데이터 율에서 40에서 520 Byte Message를 송신 할 수 있도록 구성된다.

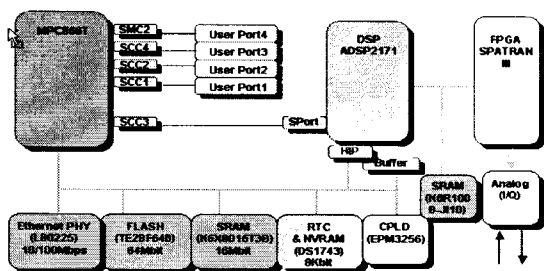
이번 개발된 VSAT은 설치가 용이하도록 설계되었다. Base Band 역할을 하는 IDU(In Door Unit)와 Transceiver 기능을 하는 ODU(Out door Unit)로 구성되며, 이들 두 장치간 Tx/Rx Coaxial Cable로 상호 연결된다. Non-penetration Antenna mounts 는 안테나 장착효과를 최소화할 수 있는 장소면 어디든지 사용된다. 유지보수용 인스톨과 Commissioning 처리를 할 수 있도록 Windows용 software (DPC: Diagnostic Personal Computer)를 제공한다. 또한, 개발된 VSAT은 4개의 사용자 Ports 및 WAN에 접속할 수 있는 TCP/IP Ethernet Port와 Antenna Pointing의 상태를 점검할 수 있는 Test Port를 지원하고 있다. 4개의 사용자 Ports는 송수신기 상에서 Shield RS-232 Cable을 이용하여 최종 사용자의 장비까지 확장된다. 송수신기에 대한 8V - 15V 입력전원은 외부 전원공급기 또는 Solar Battery System에서 공급된다.

연결된 우량 및 수위, 경보 센서 등 인터페이스된 장치에서 나오는 데이터는 송수신기에서 최종 처리된다. 현재 개발 완료된 VSAT은 수자원공사 홍수예정보 및 수문관측 데이터 취득용으로 사용되고 있다.

2. VSAT시스템 설계

2.1 VSAT 상세 기능 및 사양

2.1.1 DMU(Digital Modem Unit) Board

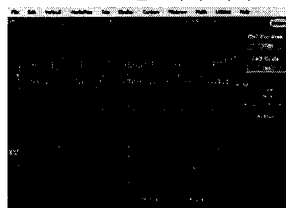


〈그림 1〉 DMU Block Diagram

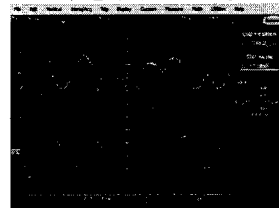
VSAT DMU는 FSK(Frequency Shift Keying) burst 변조기와 연속 복조기, 송신 필터, Reed-Solomon FEC(Forward Error Correction) 엔코더/디코더, V.35 scrambler과 4개의 사용자 포트 구성된다. DMU의 간단화된 블록 다이어그램은 그림 1에 나타내었다. 변조기, 복조기, FEC 기능은 DSP(Digital Signal Processor)과 FPGA SPARTANIII에서 수행된다.

소프트웨어는 Proprietary 변조와 FEC 코딩을 수행하도록 개발되었다. DMU FPGA는 IFU로 부터의 I와 Q analog baseband 신호를 양자화한다. 이들 신호는 복조되고, 수신된 데이터는 Processor에 보내진다. bit를 결정하는데 전체 16MR(matched filters)가 소요된다.

MF outputs는 최대 양의 에너지에 대해 탐색된다. 대부분의 에너지를 갖는 MF는 전송된 기호(symbol)로 선택된다. 연속 복조/FEC 디코딩 처리의 성능은 12/3 변조 scheme에 대해 Eb/No= 8.5dB과 16/1를 위해 8.3을 위해 최대 BER(bit error rate) x 10⁻⁷ 를 지원한다. FEC코딩 rates는 12/3 변조를 위해 5/6와 16/1를 위해 3/4이다. 송신 I와 Q waveforms는 FPGA에서 생성된다. burst 모드에서 운용할 때, FPGA는 returnlink 상의 slot안에 있는 burst 전송처럼 단일 데이터 메시지를 전송한다. Slot timing은 복조기에 의해 나오는 slot클럭으로 부터 DSP에 의해 결정된다. DSP는 Processor에서 나오는 formatted 데이터 메시지를 수신한다. 메시지는 Reed-Solomon 엔코더에 의해 코드 words의 전체 수로 엔코딩 된다.



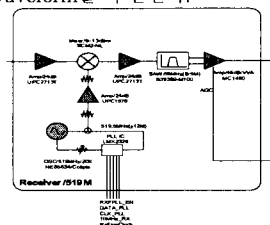
〈그림 2〉 Rx I/Q Pattern



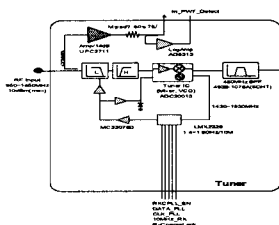
〈그림 3〉 Tx I/Q Pattern

2.1.2 IFU(Inter-Frequency Unit) Board

IFU는 신호를 BUC에 공급하며 이 신호는 복원된 Outlink 데이터를 Clock을 통해 10MHz Reference로 Phase가 Lock 된다. IFU의 수신부는 DMU의 DAC(Digital to Analog Converter)로부터 Analog waveform을 수신한다.



〈그림 4〉 Rx Tuner Diagram

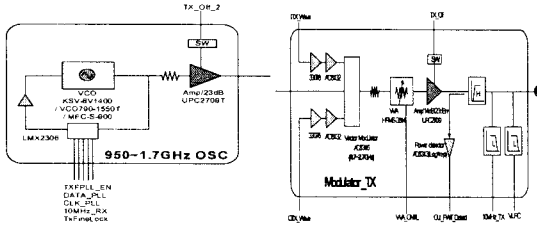


〈그림 5〉 수신 2차 IF Diagram

그림 4의 Rx Tuner는 입력된 신호의 원하는 채널을 튜너 ADC20013 에서 480MHz의 첫번째 IF로 바꾸어주는 역할을 하며 입력된 신호는 PLL IC LMX2326에 의하여 일정하게 유지되도록 제어 된다.

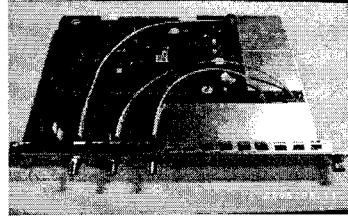
480MHz로 바뀐 1st IF가 다시 한번 2nd IF 36MHz로 바뀌는 부분으로 519MHz LO는 Tr로 구성된 colpits 발진기가 만들어 내며 이 LO 신호가 일정하게 유지 되도록 PLL IC가 동작을 한다. 여기서 만들어진 LO 519MHz가 1st IF와 Mixing 되어 2nd IF 36MHz가 나와 마지막 단으로 전달된다.

39.5MHz로 바뀐 2nd IF가 다시 한 번 36MHz의 LO와 Mixing되어 3rd IF로 바뀌는 부분으로 이 LO는 I/Q로 분리되어 각각 입력된다. 그 후 낮은 대역의 주파수로 바뀌어 특정 신호만 LTC1264 필터를 통과한 다음 다시 증폭이 되어 ADC로 간다. 일부 신호는 AGC의 Level을 제어하기 위하여 선단으로 Feed back된다. 변조를 하기 전에 송신할 Carrier를 만들어 내는 부분으로 수신 2nd IF단과 동일한 방법으로 LO가 만들어지고 PLL IC에 의하여 제어를 받으며, 일부 신호를 출력하여 사용한다.



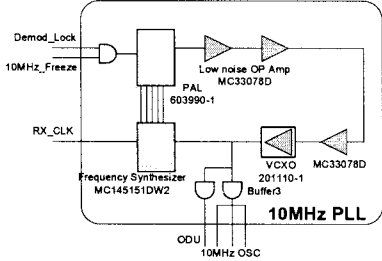
〈그림 6〉 송신 캐리어단

〈그림 7〉 송신 변조단



〈그림 11〉 개발된 IFU Board

LNB를 통해 수신된 신호를 중간주파수단과 기저대역 단을 통해 낮은 주파수로 바꾸고 특성 신호만 LTC1264필터를 통과하여 처리하고, 송신될 신호를 변조하여 BUC로 전달하는 IFU Board의 Block별 Level Diagram은 그림 12와 같이 측정되었다.

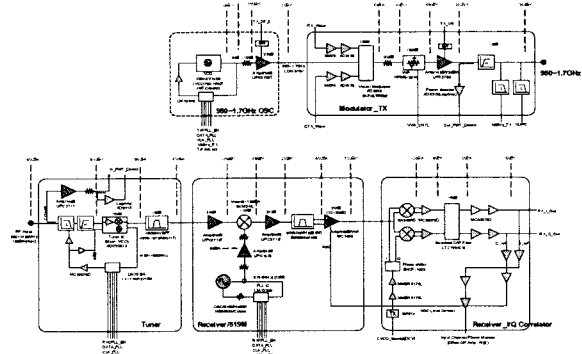


〈그림 8〉 10MHz 기준 주파수단

그림 8의 10MHz 기준 주파수단은 전체 시스템과 동기를 맞추는 부분으로 IFU에서 사용되는 10MHz Reference를 만들어 내며 PAL에 의하여 제어 될 수 있도록 되어 있다.

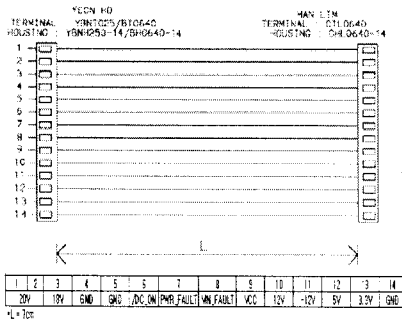
2.1.3 PBU (Power Board Unit) 및 BBU (Back Board Unit)

VSAT PBU 및 BBU는 DMU, IFU 및 BUC, LNB에 안정한 전력과 상호 장치간의 연결을 제공한다. PBU의 기능은 안정한 DC 전압과 상태를 모니터링 할 수 있는 신호를 제공한다.

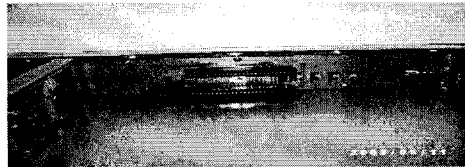


〈그림 12〉 IFU Block Level Diagram

또한, DMU, IFU 및 BUC, LNB에 안정한 전력과 상호 장치간의 연결을 제공하는 BBU는 그림 13과 같으며, PBU는 그림 14와 같이 구현하였다.



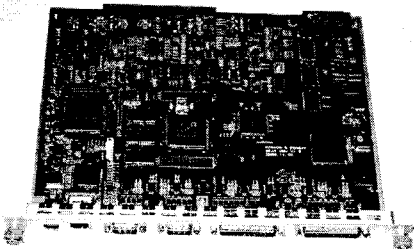
〈그림 9〉 Cable 구성도



〈그림 13〉 BBU Board PCB

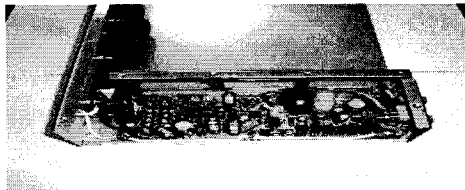
3. 하드웨어 제작

하드웨어는 무선원격 자료 전송을 위한 VSAT 시스템 개발을 위해 알고리즘을 반영하여 제작하였다. 특히, 무인 지구국 특성상 Solar Battery를 이용하는 측면에서 소비전력을 최소화하기 위해 대기 시에 10Watt미만으로 설계하였으며, 부품의 국산화율을 70% 이상 낮추었으며, 유지보수의 편리성을 위해 Window용 DPC Program을 개발하였다. 특히 주요 부품에 대해서는 ASIC화 할 수 있도록 송수신 I/Q Waveform 처리를 FPGA로 설계하였다. 이를 이용한 DMU board는 그림 10과 같이 구현하였다.



〈그림 10〉 개발된 DMU Board

신호를 BUC에 공급하며, 이 신호는 복원된 Outlink 데이터용 Clock을 통해 10MHz Reference로 Phase가 Lock되는 IFU Board는 그림 11과 같이 구현되었다.



〈그림 14〉 PBU Board PCB

4. 결 론

본 연구에서는 무선 원격 자료 전송을 위한 VSAT 시스템 개발에 따른 설계방법 및 알고리즘 구현 방법을 제시하였다. 특히, 무인 지구국 특성상 Solar-Cell Battery를 이용하는 측면에서 소비전력 최소화 및 유지보수 편리성을 증대하기 위한 측면에서 설계·제작하였다.

향후 본 연구를 통하여 개발된 새로운 VSAT을 이용하여 수문관측분야의 무선원격 자료 전송을 위한 홍수예경보시스템에 적용되자 한다.

[참 고 문 헌]

- [1] 전순익, 김호겸, 최재익, 김정호, 변종대, 김진수, "무궁화 위성용 VSAT 시스템 TBU의 설계 및 제작", 대한전자공학회 학술대회 논문집, 대한전자공학회, 1994
- [2] 한국수자원공사 "홍수예경보용 위성단말장치 요소개발", 2005
- [3] 김광영, "실용 위성통신공학", 교학연구사, 1996.
- [4] 한국수자원공사, "인공위성 홍수예경보 설비 최적방안 연구", 1996.
- [5] INTELSAT, "Earth Station Technology", INTELSAT, 1995.