

## 나로우주센터 표준시각 동기화장비 기술동향

한유수\*, 최용태\*\*

# Technical Trend of Time Synchronization Equipment in Naro Space Center

Yoo-Soo Han\* , Yong-Tae Choi\*\*

### ABSTRACT

In the launch mission, mission control systems and tracking systems need time synchronization for data monitoring and data analysis. There are several standards for time synchronization and an adequate standard is selected according to the requirement of time accuracy and cost among time synchronization standards. Oscillators are used to maintain time accuracy. There are some kinds of oscillators with diverse characteristics and an adequate oscillator can be adopted according to time accuracy.

In this paper, we will specify characteristics of several oscillators and standards generally used for time synchronization. And we will also introduce TSDN(time synchronization and display network) for time synchronization in Naro Space Center.

### 초 록

발사임무와 관련한 각종 통제장비 및 추적장비들은 정해진 시간에 따른 기능 수행과 장비간 연동 데이터의 시간 동기화를 위하여 정확한 시간을 필요로 한다. 표준시각 동기화를 위한 다양한 표준들이 있으며, 정확도와 구축비용 등을 고려하여 적합한 표준을 채택하여 사용할 수 있다. 또한 각 장비에서 수신한 표준시각을 유지하기 위하여 사용되는 오실레이터는 특성에 따라 다양한 종류가 있으며 요구되는 시간 정확도 및 성능에 따라서 사용되는 제품이 달라 질 수 있다. 본 논문에서는 각종 오실레이터의 특성과 표준시각 동기화에 일반적으로 사용되는 표준에 대해서 살펴보고 또한 현재 나로우주센터에 구축되어 있는 표준시각분배망에 대해서도 간략히 소개한다.

**Key Words :** Oscillator(오실레이터), NTP(Network Time Protocol), IEEE 1588, PTP(Precision Time Protocol), IRIG(Inter Range Instrumentation Group), Naro Space Center(나로우주센터), TSDN(표준시각분배망)

\* 한유수, 한국항공우주연구원 나로우주센터 기술관리팀  
yshan@kari.re.kr

\*\* 최용태, 한국항공우주연구원 나로우주센터 기술관리팀  
cytcom@kari.re.kr

## 1. 서론

우주선 발사임무, 비행시험, 무기시험, 통신서비스 등의 다양한 분야에서 데이터들을 모니터링하고 데이터들의 시간 상관성을 분석하기 위하여 정확한 시간 동기를 필요로 하고 있다. 시간 동기는 동일한 임무 수행을 위한 시스템들 간의 시간을 일치시키는 것을 의미한다. 시간의 정확도는 참조 클럭의 정확도, 사용되는 오실레이터 종류와 시간신호 동기를 위해 사용되는 표준 프로토콜 등에 따라서 달라질 수 있다. 시간신호 공급장치와 수신장치 간에 정확한 시간 동기를 위하여 다양한 표준 프로토콜들이 사용되고 있으며, 정확도와 구축비용 등의 요소를 고려하여 적합한 표준이 채택되어 사용되어 질 수 있다. 또한 표준시각을 생성 또는 수신하는 장비에서는 정확한 시간을 유지하기 위하여 다양한 오실레이터가 사용되고 있으며 사용하는 시간의 정확도 및 외부 환경 특성에 따라서 사용하는 오실레이터를 선택할 수 있다.

본 논문에서는 각종 오실레이터의 특성과 표준시각을 분배하기 위하여 사용되는 표준들에 대해서 살펴보고 또한 현재 나로우주센터에 구축되어 있는 표준시각 분배망에 대해서도 간략히 소개한다.

## 2. 디지털 클럭 정확도

디지털 클럭은 GPS와 같은 외부 참조 입력이 없을 경우에도 정확하고 안정적으로 동작하여야 하며 또한 외부 참조 입력에도 동기화가 잘 되어야 한다. 정확한 디지털 클럭을 위해서는 정확하고 안정된 주파수 생성이 필요하다. 본 장에서는 안정적인 주파수 생성을 위해서 사용되는 오실레이터들에 대해서 살펴보고자 한다.

### 2.1 오실레이터 종류

표준시각을 생성 또는 수신하는 장비에서는 정확한 시간을 유지하기 위해서 오실레이터를 사용한다. 오실레이터에는 여러 종류가 있으며 사용하는 시간의 정확도 및 외부 환경 특성에 따라서 사용하는 오실레이터를 선택할 수 있다.

세슘 빔은 정확도와 장기간의 안정성으로 인하여 표준으로 선택되어 사용되고 있다. 세슘은 매우 고가이나 외부 참조가 없이 장기간 자체 주파수 정확도가 요구되는 곳에서는 필요하다.

수소메이저(Hydrogen Maser)는 현재까지의 어떤 표준보다 좋은 단기 및 장기 안정도를 보인다. 그러나 이 장치의 고유 정확도는 세슘에 비해서 매우 뛰어나지는 않으며 가격이 매우 고가이기 때문에 많이 사용되지는 않는다. 매우 높은 안정성을 요구하는 정밀한 응용 분야에서만 이용되며, 천문학, 원거리 우주 탐사, 계측학 등에서 사용된다.

루비듐 주파수 표준은 세슘 빔보다 작은 패키지로 만들어지며 기동시간도 짧은 편이다. 루비듐 원자 표준은 고유 주파수 변화 때문에 첫 번째 표준으로 선택되지는 않는다. 루비듐은 일반적으로 가격과 크기 제한으로 세슘을 사용할 수 없고 장기간 안정도 때문에 석영 크리스탈 오실레이터를 사용할 수 없을 때 사용되어 진다. 루비듐은 높은 안정도의 내부 오실레이터를 필요로 하는 정밀 항법 수신기 응용 및 계측학과 통신시스템의 응용에서도 많이 사용되고 있다.

크리스탈 오실레이터는 많은 특성을 가지고 있다. 어떤 크리스탈들은 기계적 스트레스를 가하면 전기적 전위가 생기거나 반대로 전기장에 놓았을 때, 전기장의 세기에 따라서 스트레스 받거나 변형이 되기도 한다. 이러한 전기기계적인 관련성은 압전효과로 알려져 있다. 모든 크리스탈계 물질 중에서 석영이 가장 좋은 오실레이터 특성을 보인다. 이것은 기계적인 안정성을 가지고 있으며 상대적으로 외부 환경 조건에 영향을 덜 받는다. 진동을 유지하고 진동 주파수를 조절하기 위하여 페쇄 루프 전기 회로에 연결을 하였을 때, 석영 크리스탈 오실레이터는 타임 코드 생성을 위한 안정적인 주파수를 제공하며 거의 대부분의 오실레이터에서 석영 크리스탈 오실레이터가 사용된다.

크리스탈 오실레이터에는 XO(Crystal Oscillator), VCXO(Voltage Controlled Crystal Oscillator), TCXO(Temperature Compensated Crystal Oscillator), OCXO(Oven Controlled Crystal Oscillator) 와 같은 타입들이 있으며 타입들의 장단점은 표 1과 같다.

표 2에서는 오실레이터들의 성능에 대해서 비교하였다.

표 1. 크리스탈 오실레이터 장단점

종류	장점	단점
XO	저전력. 작은 유휴시간. 저렴한 비용	PCB 공간이 큼. TCXO/OCXO에 비해 낮은 온도 성능
VCXO	저전력. 작은 유휴시간. 외부소스에 lock될 수 있음. 좋은 단기 안정도	높은 주파수 적응 범위가 온도성능을 XO에 보다 낮게 떨어뜨릴 수 있음. TCXO/OCXO에 비해 낮은 온도 성능
TCXO	저전력. OCXO에 비해 짧은 유휴시간. 좋은 온도 성능	XO/VCXO 보다 높은 가격 및 많은 PCB 공간 필요
OCXO	크리스탈 오실레이터 중 가장 안정. 위상잡음, 온도 성능, 노화 현상에서 성능이 좋음	가장 큰 패키지 크기. 가장 긴 유휴 시간. TCXO 보다 높은 가격

표 2. 오실레이터 성능 비교

Type	Quartz Oscillator			Atomic Oscillator	
	VCXO	TCXO	OCXO	RbXO	Cesium
정확도/년	2x10 <sup>-6</sup>	5x10 <sup>-8</sup>	1x10 <sup>-8</sup>	7x10 <sup>-10</sup>	2x10 <sup>-11</sup>
노화율/년	5x10 <sup>-7</sup>	2x10 <sup>-8</sup>	6x10 <sup>-9</sup>	7x10 <sup>-10</sup>	0
온도안정도 (°C)	5x10 <sup>-8</sup> (-55~+85)	2x10 <sup>-8</sup> (-55~+85)	1x10 <sup>-9</sup> (-55~+85)	5x10 <sup>-10</sup> (-55~+85)	2x10 <sup>-11</sup> (-28~+65)
안정도	1x10 <sup>-9</sup>	1x10 <sup>-10</sup>	1x10 <sup>-12</sup>	5x10 <sup>-12</sup>	5x10 <sup>-11</sup>
유휴시간 (분)	0.1(~1x10 <sup>-6</sup> )	0.1(~2x10 <sup>-8</sup> )	4(~1x10 <sup>-8</sup> )	3(~5x10 <sup>-10</sup> )	20(~2x10 <sup>-11</sup> )
전력(W, 최저온도에서)	0.05	0.04	0.25~4	0.35	30

## 2.2 오실레이터 오차 측정

모든 크리스탈 오실레이터들에서는 공진 주파수 변동이 있으며 이로 인하여 시간 오차가 발생하게 된다. 석영 오실레이터의 주파수 변동은 두가지 주요 원인인 주파수 오프셋 및 오실레이터 노화로 인하여 발생한다. 주파수 오프셋은 클럭을 처음으로 설정할 때

존재하는 단순한 주파수 오류이다. 오실레이터 노화는 크리스탈 결정체 구조의 작은 물리적인 변화들로 인하여 발생하는 고유한 주파수 변화이다. 이 요소를 드리프트 또는 노화라고 하며 주어진 시간동안의 주파수 변화라고 정의된다. 모든 석영 오실레이터들에서 이러한 노화율은 초기 운용 기간동안 두드러진다. 이후에 상대적으로 일정하게 된다. 석영 오실레이터들은 10<sup>-4</sup>/day에서 10<sup>-11</sup>/day 정도의 노화율을 가진다. 일반적으로 노화특성은 원료가 되는 석영과 절단 형태 및 제조공정 등에 따라서 달라진다.

전체의 시간 오차는 다음과 같이 산출될 수 있다.

$$E = E_o + \left( \frac{f_o}{f_r} - 1 \right) t + a \frac{t^2}{2} \tag{1}$$

$E$ : 총 시간 오차

$E_o$ : 초기 시간 오차

$f_o$ : 초기 주파수 설정값(오프셋)

$f_r$ : 참조 주파수 설정값

$a$ : 오실레이터 노화율

$t$ : 경과시간(초)

크리스탈 오실레이터의 하루동안의 노화율을 알고자 한다면 수식에서 경과시간  $t$ 에 86,400을 입력하여 계산한다. 만약 오실레이터가 참조 오실레이터에 정확하게 일치되도록 설정된다면 전체 시간 오차는 단지 오실레이터의 노화에 따른 결과가 될 것이다.

## 3. 시간동기관련 표준

시간 신호 발생 장치는 GPS와 같은 외부 소스를 참조하여 표준시간을 생성한 후에 표준시간이 필요한 각종 장치들에게 시간동기를 제공한다. 장치들간의 표준 시간을 동기화하기 위하여 여러 표준방식이 사용되고 있다. 정확한 시간 동기는 우주선 발사임무, 비행시험, 무기시험, 의료연구 등의 분야에서 데이터들간의 시간 상관성을 분석하기 위하여 필요하다. 데이터에 필요한 시간 정확도와 해상도에 따라서 선택되어지는 시간 동기화 방식이 달라질 수 있다.

이번 장에서는 시간동기를 위하여 많이 사용되고

있는 NTP(Network Time Protocol)와 IRIG(Inter Range Instrumentation Group) 표준에 대해서 간략히 소개하고 이더넷상에서 높은 정확성의 시간동기가 가능하도록 하는 IEEE 1588 표준에 대해서 보다 자세히 소개한다.

### 3.1 NTP

NTP는 인터넷 상에서 가장 일반적으로 사용되는 시간 동기 방식으로 IP 네트워크에서 UDP(User Datagram Protocol)를 사용하여 동작한다. NTP는 1985년에 버전1을 시작으로 현재는 인터넷 RFC 1305으로 버전3이 나와있다. 또한 버전4가 Internet Draft로 진행중에 있다.

NTP의 구현을 위해서는 별도의 클라이언트와 서버 애플리케이션이 필요하다. 서버와 클라이언트는 NTP 패킷에 패킷의 송신 및 수신 시간을 기록하고 클라이언트는 기록된 시간차를 이용하여 시간을 보정한다. NTP는 정확도를 위하여 서버에서 클라이언트간의 전송지연시간이 필요하지만 한방향의 편도 지연시간을 알 수가 없기 때문에 왕복 지연시간을 구하여 사용한다. 인터넷에서는 많은 패스들로 인하여 양방향의 편도지연시간이 많이 차이날 수가 있기 때문에 정확도가 떨어진다. NTP의 정확도는 클라이언트와 서버 사이의 홉수와 네트워크의 지연시간에 따라 달라지며 WAN에서는 10~100msec정도이며 LAN에서는 2~10msec 정도이다. 매우 정확한 시간을 필요로 하는 분야에서 사용하기에는 정확도가 다소 떨어진다.

### 3.2 IRIG

1950년대에 다양한 시험장과 연구소에서 시간코드표준화를 필요로 하게 되었다. 표준화 작업은 1956년 10월에 IRIG의 TCWG (TeleCmmunications Working Group) 에 할당되었다. IRIG 문서 104-60은 초기 IRIG 포맷에 대해서 정의하고 있다. 이 문서는 후에 개정되어 1970년 8월에 IRIG문서 104-70으로 재발행되었다. 1970년 후반에 IRIG 문서가 표준으로 업그레이드되고 IRIG 표준 200-70으로 재발행되었다. 현재의 최신 표준은 200-04이다.

표 3. IRIG 표준

문서	특징	연도
200-70	IRIG 표준 문서	1970
200-95	표준 포맷에 4개의 새로운 조합 추가 (A002, A132, B002, B122)	1995
200-98	Manchester 변환코드 추가	1998
200-04	포맷에 연동 정보 추가	2004

IRIG 포맷은 시간 프레임 전송 주기 및 시간 코드 구조 등에 따라서 A, B, D, E, G와 H로 구분되어 지며 필요에 따라서 선택되어 사용될 수 있다.

IRIG 포맷 분배 방식은 1~10  $\mu$ sec의 정확도를 제공하며 정밀한 시간동기가 필요한 군, 항공우주, 발전 설비 등의 분야에 종종 이용된다. 정확도는 NTP에 비해서 높지만 IRIG 신호를 전달하기 위한 전용 케이블을 설치하여야 하기 때문에 구축비용이 증가하고 추가적인 관리 부담이 증가하게 되는 단점이 있다.

### 3.3 IEEE 1588 Precision Time Protocol

2002년에 소개된 IEEE 1588 PTP(Precision Time Protocol)는 시간 동기의 정확도 증가 및 구축 비용감소 등의 여러 가지 장점을 제공한다. LAN을 기반으로 한 NTP에서는 네트워크 장비들과 컴퓨터 OS의 지연시간(latency)과 지터(jitter)로 정확도가 감소된다. 보다 더 큰 정확도를 필요로 하는 애플리케이션들에서는 타이밍 신호를 데이터 네트워크와 분리된 별도의 케이블을 이용하여 IRIG-B와 같은 포맷으로 전달하기도 한다.

PTP는 이더넷 대기시간과 지터 문제를 네트워크 물리계층에서의 하드웨어 타임 스탬핑을 통하여 해결함으로써 높은 정확도를 가질 수 있다. 이것은 타이밍 패킷을 운반하는 이더넷 네트워크를 사용하여 얻어질 수 있으며 상당한 비용절감을 가져온다. PTP는 이더넷 LAN을 사용함으로써 인해 NTP의 비용효과를 제공하면서도 IRIG 포맷 분배 방식의 정확도를 능가한다. PTP는 보통의 허브와 스위치들을 사용하는 표준 이더넷 LAN에서 정상적인 네트워크 트래픽과 공존할 수 있다. IEEE 1588을 지원하는 Boundary Clock(하나 이상의 IEEE 1588 지원 포트를 가지는 스위치) 또는

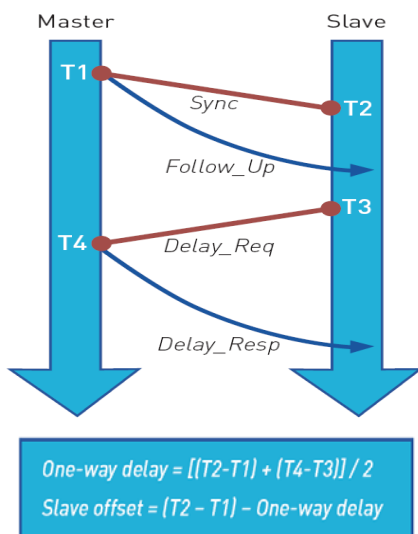
Transparent Switch(큐 지연시간을 보상해주는 스위치)들을 사용한다면 20~100nsec 동기 정확도를 성취할 수 있다.

표 4. NTP, IRIG, IEEE 1588 비교

Protocol	Sync Accuracy	Interconnect	Required Clock H/W & S/W
NTP	1-100 ms	Ethernet LAN or WAN	H/W or S/W Server, S/W Client
IRIG	1-10 $\mu$ s	Coaxial Cable	H/W master and slaves
IEEE 1588	20-100ns	Ethernet LAN	H/W master and slaves

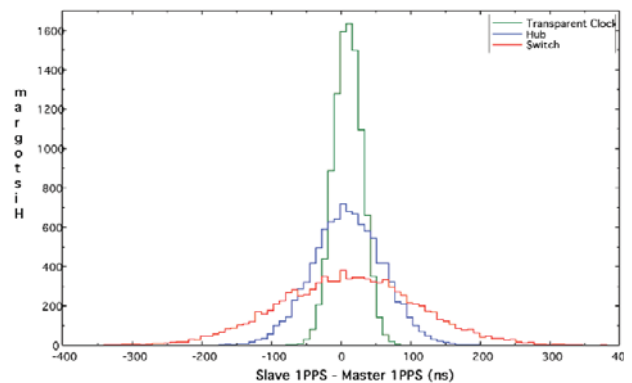
네트워크 시간동기에서 문제가 되는 주요 사항으로 오실레이터 드리프트와 시간전달 지연시간이 있다. 사용되는 프로토콜과는 관계없이, 오실레이터 드리프트는 더 높은 품질의 오실레이터들을 사용하고 GPS와 같은 정확한 소스로부터 시간을 받음으로서 줄어 들 수 있다. 시간전달 지연에는 OS에 의한 시간지연과 네트워크 전송에서 발생하는 시간지연이 있다.

PTP에서는 그림 1과 같이 마스터와 슬레이브간에 Sync, Follow-Up, Delay-Req, Delay-Resp 메시지를 주기적으로 주고 받음으로써 OS 시간지연 및 네트워크 시간지연을 측정하고 메시지에 기록된 타임 스탬프를 이용하여 슬레이브 클럭을 보정한다.



자료 : 3  
그림 1. PTP Synchronization Message

그림 2에서는 서로 다른 이더넷 연결 장치를 사용할 때의 IEEE 1588 마스터와 슬레이브 사이의 시간 동기 정확도를 보여준다. 비용과 정확도를 고려할 때, 허브가 최고의 장치로 평가된다. 스위치들은 패킷을 보다 효율적으로 옮길 수 있지만 패킷 지터 때문에 정확도를 감소시킨다. IEEE 1588를 지원하는 스위치를 사용하면 동기 정확도는 더 높아질 수 있다.



자료 : 4  
그림 2. PTP 시간동기 정확도

PTP는 2002년 소개이후에 상당한 주목을 받아왔고 그것의 영향은 커지고 있으며 인텔을 포함한 다양한 벤더들이 PTP를 지원하는 하드웨어를 생산하고 있다. IEEE 1588 프로토콜의 다음 버전(PTPv2)은 현재 정의되고 있고 정확도가 더 증가할 것으로 기대되고 있다. PTP의 높은 정확도, 설치의 용이성, 비용효과 등의 장점으로 인해 높은 정확도가 필요한 군용 및 항공우주 애플리케이션에서 뿐만 아니라 시간 동기가 필요한 다른 많은 영역에서 사용될 것으로 전망된다.

#### 4. 나로우주센터 표준시각분배망

나로우주센터에는 발사임무에 관련된 주요 장비의 시간 동기를 맞추기 위하여 표준 시각 및 주파수 신호를 제공하는 표준시각분배망이 구축되어 있으며 또한 표준시각분배망의 주요 장비들을 관리하는 표준시각분배망 제어시스템이 구축되어 있다. 나로우주센터 표준시각분배망에서는 표준시각을 동기화하기 위하여 주로 IRIG 타임 코드와 NTP 프로토콜을 사용하며 정

확한 시간동기가 필요한 서버에서는 IRIG 타임 코드를 사용하고 이외의 장치들에서는 NTP를 이용하고 있다. 이번 장에서는 나로우주센터의 표준시각분배망 및 제어시스템에 대해서 소개한다.

### 4.1 장치 구성 및 기능

나로우주센터의 표준시각분배망은 표준시각 및 주파수 신호를 생성하는 신호발생장치와 생성한 신호를 전달하기 위한 신호스위칭장치, 신호분배장치와 서버 장비에 장착되어 신호를 수신하여 서버 장비에게 전달하는 신호수신장치 그리고 시간정보를 표시하는 시각 표시장치 등으로 구성된다. 또한 표준시각분배망의 주요장비를 관리 및 제어하고 CT(Countdown Time) 시작, 일시정지, 재시작, 종료 및 HO(Predicted Launch Time) 재설정 등의 CT 제어를 수행하기 위한 표준시각분배망 제어시스템이 있다. 그림 3은 나로우주센터의 표준시각분배망의 구성에 대해서 간략히 보여준다.

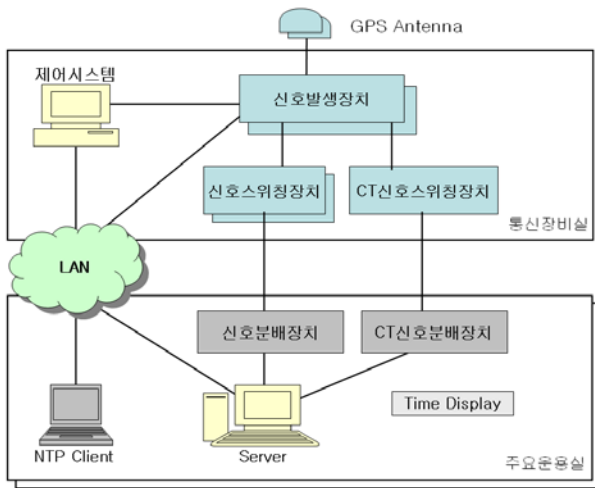


그림 3. 나로우주센터 표준시각분배망 구성

신호발생장치는 참조 클럭으로 GPS 신호를 사용하고 있으며, GPS 위성으로부터 L1 C/A신호를 받아 동기화 한 후에 발사통제시스템 등의 주요 장비에 필요한 UTC(Universal Time Coordinated) 신호(IRIG-B/E, NTP), CT 신호(IRIG-CS5) 및 주파수 신호(10MHz, 1PPS)를 발생하는 장치이다. 신호발생장치의 출력신호는 신호종류별로 해당 신호스위칭장치로 연결이 되

어 공급된다. 신호공급의 안정성을 위하여 장치 이중화 및 각 장치별로 전원 이중화를 하였으며 신호발생장치 내부에는 루비덤 오실레이터를 사용하였다. 주요 서버 장비에서는 IRIG-B 신호를 받아서 UTC를 생성하며 이외의 장비에서는 신호발생장치를 NTP 서버로 하여 NTP로 시간을 동기화 한다. 신호발생장치에서 수신 및 분배되는 시간 동기 관련 신호들을 정리하면 표 5와 같다.

표 5. 신호발생장치 입력 및 출력 신호

신호	형태	대상 장비
GPS Signal	L1 C/A Code	GPS 수신기
1PPS	TTL	원격자료수신장치
10MHz	Analog Sine Wave	원격자료수신장치
UTC	IRIG-B120	서버
	IRIG-E122	원격자료수신장치
	NTP	일반 클라이언트
CT	IRIG-CS5248	서버, 시각표시장치

신호스위칭장치들은 신호발생장치로 부터 IRIG-B, IRIG-E, 1PPS, 10MHz 신호를 수신받아 처리하는 장비와 IRIG-CS5 신호를 받아서 이를 여러 출력으로 분기하는 장비의 두 종류가 있다. UTC 및 주파수 신호 스위칭장치는 두 대의 신호발생장치 각각에서 해당신호를 한 개씩 받아 총 두개의 입력 신호에 대해 자동절체 기능을 가지며 장치당 12개의 출력신호를 제공한다. IRIG-B 출력신호는 각 신호분배장치들로 연결이 되며 IRIG-E, 1PPS, 10MHz 신호는 원격자료수신장치의 제어장치와 직접 연결되어 사용된다. CT신호스위칭장치도 신호발생장치로 부터 2개의 IRIG-CS5 신호를 입력받아서 12개의 출력신호를 제공하며 입력신호에 대해서는 자동절체 기능을 가진다.

신호분배장치들은 각 운용실에 위치하며 신호를 공급받는 서버장비들의 바로 앞단에서 시간 신호를 제공하며 IRIG-B 신호와 IRIG-CS5 신호를 처리하는 두 종류가 있다. IRIG-B 신호분배장치는 신호스위칭장치로부터 1개의 입력신호를 받아서 10개의 출력신호를 제공한다. IRIG-CS5 신호발생장치는 CT신호스위칭장치로 부터 IRIG-CS5 신호를 수신하여 12개의 출력

신호를 제공한다. CT신호분배장치는 CT신호스위칭 장치와 동일한 장비로 입력신호의 자동절체 기능을 제공한다.

서버 장비에서 IRIG-B 신호 및 IRIG-CS5 신호를 수신하기 위해서는 IRIG-B 신호수신장치와 CT신호 변환장치가 필요하다. IRIG-B 신호수신장치는 발사통제시스템 등의 주요 서버 장비의 PCI 슬롯에 장착이 되며, IRIG-B 신호분배장치로 부터 IRIG-B 신호를 받아서 해당 장비에 표준시각을 제공하는 장치이다. 자체적으로 크리스탈 오실레이터를 가지고 있어서 신호가 단절이 되었을 경우에도 일정시간동안 안정적인 신호를 제공할 수 있다. 신호발생장치에서 생성되는 IRIG-CS5 신호는 RS-422 규격으로 전달이 된다. CT신호변환장치(RS-422to232컨버터)는 서버 장비의 RS232터미널카드에 연결되는 장치로서 CT신호스위칭장치 및 신호분배장치를 거쳐 들어오는 RS-422 IRIG-CS5 신호를 받아 RS-232 IRIG-CS5 신호로 변환시켜 서버 장비에 CT시각을 제공한다.

주요 운용실에는 UTC, LT(Local Time), CT를 표시하는 시각표시장치가 설치되어있다. UTC 및 LT 시각표시장치는 NTP 프로토콜을 이용하여 NTP 서버 역할을 하는 신호발생장치와 시각동기가 이루어져 UTC 및 LT 시각정보를 표시하는 장치이다. CT 시각표시장치는 CT신호분배장치에 연결이 되어 IRIG-CS5 신호를 직접 받아서 CT 시각정보를 표시하는 장치이다.

### 4.2 표준시각분배망 제어시스템

표준시각분배망 제어시스템은 표준시각분배망 주요장비의 상태 및 장애를 감시하고 임무 수행 중에 필요한 CT 제어 기능을 수행하는 역할을 담당한다. 운용자는 발사절차 또는 발사임무 책임자의 지시에 따라서 표준시각분배망 제어시스템을 이용하여 CT제어 명령을 신호발생장치에 내릴 수 있으며 이를 통하여 CT 시작, CT 일시정지, CT 재시작, CT 종료 및 H0 시간 재설정 등의 제어를 할 수가 있다. 그림 4는 표준시각분배망 제어시스템의 기본 화면이다. 본 화면을 통하여 표준시각분배망 주요 장비의 상태를 파악하고 제어시스템의 각종 기능을 수행할 수 있다.

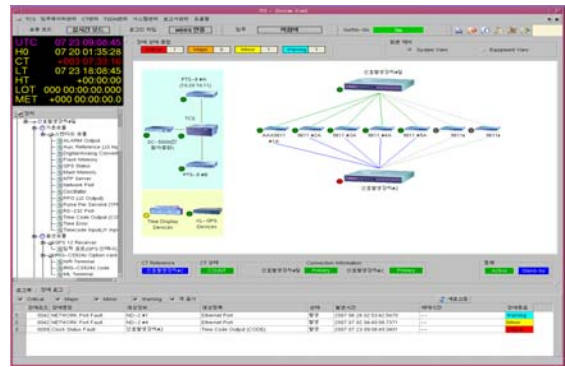


그림 4. 표준시각분배망 제어시스템 기본 화면

표준시각분배망 제어시스템은 카운트다운 신호와 관련한 시간을 관리하는 CT관리기능, 표준시각분배망 주요 시스템의 상태 및 장애를 감시하는 장비 상태 및 장애 관리 기능 이외에도 신호발생장치 및 신호스위칭 장치를 제어하는 제어관리, 발사임무와 관련한 설정데이터를 관리하는 시스템설정 관리기능, 로그 정보를 관리하는 로그북 관리기능, 보고서를 생성하고 출력하는 보고서 관리기능, 발사 임무시에 표준시각분배망의 상태를 발사통제시스템의 임무상태전시시스템으로 주기적으로 보고하는 시스템 감시 기능과 시간 정보를 취득하고 전시하는 시간관리 기능으로 구성된다. 제어시스템의 기능을 정리하면 표 6과 같다.

표 6. 표준시각분배망 제어시스템 기능

기능	설명
CT관리	<ul style="list-style-type: none"> <li>· H0 재설정</li> <li>· LWT 재설정</li> <li>· CT 일시정지 금지시간 재설정</li> <li>· CT제어(시작/일시정지/재시작/종료)</li> <li>· CT제어스케줄설정</li> </ul>
장비상태 및 장애관리	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 장비 상태 및 장애관리</li> <li>· 장비 성능 감시</li> <li>· Troubleshooting 관리</li> </ul>
장비제어 관리	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 신호발생장치제어</li> <li>· 신호스위칭장치제어</li> </ul>
설정관리	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 임무데이터 관리</li> <li>· 권한설정관리</li> <li>· 초기설정관리</li> </ul>
로그북 관리	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 로그감시/조회/인쇄</li> <li>· 로그북백업/리로드/삭제</li> </ul>
보고서 관리	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 장애/성능 통계 보고서 생성</li> <li>· 일간/월간 보고서 생성</li> </ul>
시스템 감시	<ul style="list-style-type: none"> <li>· TSDN 상태 감시 로직 설정</li> <li>· TSDN 상태 감시 및 상태 판단</li> <li>· 임무상태전시시스템에 상태정보 전송</li> </ul>
시간관리	<ul style="list-style-type: none"> <li>· UTC, CT 시간 취득 및 감시</li> </ul>



## 4. 결 론

지금까지 디지털 클럭의 기준 주파수를 제공하기 위한 다양한 오실레이터들의 특성 및 시간동기를 위해서 사용되는 프로토콜들에 대해서 알아보았다. 또한 나로우주센터에서 발사임무와 관련한 각종 서버 장비들에게 시간동기를 제공하기 위하여 구축된 표준시각 분배망의 구성에 대해서도 살펴보았다.

시간 동기를 위해서 장비에서 요구되어지는 표준시각의 정확도와 안정성에 따라서 적합한 시간 동기화 표준 및 오실레이터가 선택되어질 수 있으며, 이에 따라서 장비들이 구성될 수 있다. NTP 프로토콜은 이더넷을 이용함으로써 인하여 구축비용이 저렴할 수 있으나 정확도가 떨어지는 반면 IRIG 코드 이용 방식은 정확도는 NTP에 비해서 높지만 별도의 전용케이블 설치와 이를 유지하기 위한 비용부담이 있다. IEEE 1588 PTP 프로토콜은 높은 정확도, 설치의 용이성, 비용효과로 시간 동기가 필요한 많은 영역에서 사용될 것으

로 전망된다. 현재 IEEE 1588 다음 버전(PTPv2)이 정의되고 있으며, 앞으로도 저렴한 비용으로 보다 더 정확한 시간을 제공하는 방안이 계속하여 강구될 것으로 보인다.

## 참고문헌

1. "Timing & Time Code Reference" Symmetricom, INC., 2004
2. "IRIG SERIAL TIME CODE FORMATS", IRIG STANDARD 200-98, 1998
3. "Designing and Testing IEEE 1588 Timing Networks", Symmetricom, INC., 2007
4. "IEEE 1588 Precise Time Protocol: The new standard in time synchronization", Symmetricom, INC., 2005
5. Mills, D., "Network Time Protocol (Version 3) Specification, Implementation and Analysis", RFC 1305, University of Delaware, 1992