

## GPS의 IRIG-B 신호를 이용한 DFR TimeSync 시뮬레이터 개발에 관한 연구

곽성환\*, 권대윤\*, 김석주\*\*  
(주)프로컴시스템\*, 한국전기연구원\*\*

### A Study on development of DFR TimeSync Simulator using IRIG-B signal of GPS

Sung-Hwan Kwak\*, Dae-Yun Kwon\*, Seog-Joo Kim\*\*  
PROCOM SYSTEMS\*, KERI\*\*

**Abstract** - 전력 계통현상 분석장치(DFR)에서 시각동기에 대한 중요성이 부각됨에 따라 장치의 시각동기가 중요하게 대두되고 있다. 본 연구내용에서 보여주고자 하는 DFR TimeSync Simulator는 GPS 수신기로부터 IRIG-B 신호와 1PPS 신호를 수신하여 계통현상 분석장치의 사고발생 이벤트를 위한 절대시각을 제공하는 장치이다. 이 절대시각은 계통현상 분석장치의 정밀성 및 품질을 검증하는데 적용한다. 그리고 개발된 Simulator가 정확한 1PPS 신호를 산출해 내는지를 검증하기 위해 GPS 수신기의 1PPS 신호와 Simulator에서 출력되는 1PPS 신호의 파형을 비교 실험하여 정확도 및 신뢰성을 확인하였다.

#### 1. 서 론

전력 계통현상 분석장치는 계통의 과도현상이나 전력 전송상의 고장/사고 발생 시 모든 감시 및 측정 포인트를 동시에 기록함으로써, 사고 후 복구 및 원인분석의 자료로 활용을 하는 장치이다. 사고 원인을 분석하기 위해서는 동일한 시간배열 상에서 서로 다른 지점의 사고현상을 비교하여야 하며, 이때 기록시간은 매우 중요한 비교 요소이다. 그러므로 제품 생산 시 기록시간의 동일성을 확보함으로써 제품 품질의 균일성을 향상시킬 수 있다.

하지만 현재 계통현상 분석장치의 계통 고장/사고 이벤트 발생 시, 이벤트 발생시간과 사고기록시간의 절대적인 시각비교가 불가능하여 제품 기능의 정밀 검증에 애로점이 있다.

본 연구의 DFR TimeSync Simulator는 Simulator에서 산출되는 시각 정보가 절대적인 시각기준이 되어 복수의 계통현상 분석장치의 고장/사고 이벤트를 동시에 발생시켜 이벤트 발생시간과 사고기록시간을 비교 분석하고자 한다.

#### 2. 이론 및 시뮬레이터 개발

##### 2.1 GPS 신호

위성항법 시스템(Global Positioning System)은 1970년대 초, 미 국방성(U.S. Department of Defence)에 의해 개발되기 시작하여 1990년대 중반부터 본격적인 가동이 시작되었다. 위성항법 시스템은 시간, 기상상태에 관계없이 지구 전역에서 사용 가능한 가장 이상적인 항법 시스템으로서 처음에는 군사적인 용도를 위해 개발되었지만 경제성 및 유용성으로 인해 급속도로 민간용으로 확장되어 현재는 가장 일반적인 항법 시스템으로 자리 잡고 있다.

GPS시스템은 위치 및 속도, 시간정보를 제공하는 GPS 위성과 GPS 수신기로 구성된다. 지상 2만200km 상공에서 적도면과 55도의 경사각을 가진 6개 궤도면에 4개씩 배치된 24개의 GPS 위성은 지구상 어디에서나 최소한 4개 이상의 위성이 보이도록 설계돼 있다. GPS 위성에는 약 16만년에 1초 정도만 틀리는 정밀한 시계가 4대가 장착되어 있어 이를 기반으로 GPS 위성은 30m의 오차와 10<sup>-9</sup>단위 이하의 시각정보를 제공하고 아울러 위도, 경도, 고도 등 3차원 위치까지 알려준다.[1]

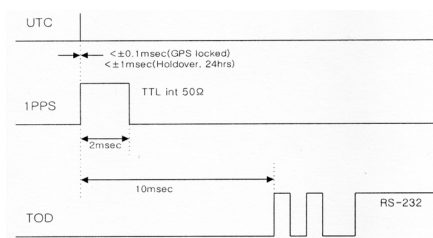
##### 2.1.1 GPS 수신기

본 연구에서 GPS 수신기는 Hanyang navicom의 TimOrbit™ P110 GPS Precise Time Supply를 사용하였다. TimOrbit™ P110는 SCADA System 및 Distributed Control System의 고정밀 시각동기(Time Synchronization)를 목적으로 제작된 GPS를 이용한 정밀시각 및 주파수 공급장치이다. TimOrbit™ P110는 초정밀시각 생성부품으로 고신뢰성을 갖는 OCXO(Oven Controlled Crystal Oscillator)를 사용하고 있으며 출력 주파수 및 시각 추정 기술을 사용해 <math>\pm 1\mu s</math> to UTC의 시각정밀도 특성을 갖는다.

본 수신기의 후면 판넬에서는 TOD(Time of Date) Output Port와 1PPS(5V TTL) Output Port, IRIG-B Output Port가 각각 4개씩 있다. 여기서, 1PPS Port와 IRIG-B Port를 사용하여 연구를 진행하였다.

##### 2.1.2 1PPS

TimOrbit™ P110에서 공급하는 Timing 출력에는 1PPS(1 Pulse Per Second)와 TOD(Time Of Date)가 있다. 아래 <그림 1>은 Timing 출력을 나타낸다.



<그림 1> 출력 Timing

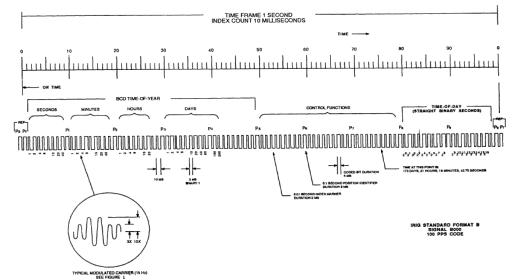
여기서 UTC(Universal Time Coordinate)는 GPS 신호를 수신하여 취득할 수 있으며 GPS Time은 UTC에 대해  $\pm 100\text{ns}$  이내로 유지되어 있으며 일반적으로 20ns 이내로 유지되고 있다.

<표 1> 1PPS 출력 사양

ITEM	SPECIFICATIONS
Number of Ports	4 Ports
Level	TTL(50Ω Load)
Output Impedance	50Ω Nominal
Wave Form	2ms Pulse, Rising edge defines on-time
Accuracy of on-time edge	<math>\pm 1\mu s</math> to UTC (GPS Locked, Position Hold) <math>\pm 1\text{ms}</math> to UTC (Holdover, 24시간이상 Locked 후 24시간)
Jitter	<math>\pm 5\text{ns}</math>

##### 2.1.3 IRIG-B

최초로 1956년 IRIG(Inter Range Instrumentation Group)의 TCWG (TeleCommunication Working Group) 단체에서 시간 동기화 신호 배포를 위해 규격화된 포맷을 만드는 연구를 수행하였다. 이 연구의 결과로 규격화된 시간 코드 포맷이 IRIG 104-60 문서로 만들어 졌다.



<그림 2> IRIG-B Time Code Format

시각 동기화 통신 프로토콜 중에는 IEEE1588이나 NTP(Network Time Protocol) 등이 있다. 하지만 NTP를 이용하는 경우 측정시스템과

NTP 서버와의 거리에 따라 동기화되는 시간의 오차가 발생한다.

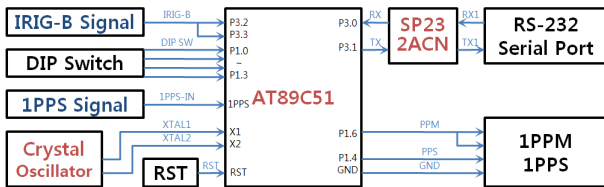
IRIG-B 시각 동기화 프로토콜은 가장 일반적으로 사용되는 시간 동기화 방법으로 IEEE1588이나 NTP에 비해 구성이 간단하고 GPS 위성 동기화 방식에 대해 비용이 적게 든다. IRIG-B 프로토콜은 GPS로부터 UTC 시간을 받아서 IRIG-B 시간 포맷으로 변환 시킨 후 각 노드들에 대한 동기화를 수행한다.[2][3]

### 2.2 PCB 설계 및 시뮬레이터 제작

DFR TimeSync Simulator는 GPS 위성으로부터 신호를 수신하는 GPS 수신기의 IRIG-B 수신부로부터 수신한 IRIG-B 신호를 필터링 및 시분할 하여 소정 주파수의 IRIG-B 신호 데이터를 생성하는 신호 연산부와, 신호 연산부로부터 수신한 IRIG-B 신호 데이터의 소정 요소마다 신호를 생성하여 1PPS 신호를 생성하여 시각 동기 설비에 공급하는 1PPS 생성부를 포함한다. 신호 연산부와 1PPS 생성부는 회로적으로 IRIG-B 수신부와 시각 동기 설비 사이에, IRIG-B 신호의 필터링을 위한 브릿지 회로가 존재하며, IRIG-B 신호를 시분할하여 소정 주파수의 IRIG-B 신호 데이터를 생성하고, IRIG-B 신호 데이터의 소정 요소마다 신호를 생성하는 마이크로 프로세서로 구성되어 있다.

크리스탈은 11.0592MHz를 사용하였고 Timer는 이의 1/12인 약 921600 Hz로 동작하므로 Timer 0를 외부 인터럽트 0이 High인 경우에 Counting을 시작하는 Counter로 사용한다. 외부 인터럽트 1은 하강 에지에 동작하게 하고 이 인터럽트 루틴에서 Timer 0의 Counter개수를 읽어 들인다. IRIG-B의 경우 Index Count Interval이 10ms이므로 9216 개를 Counting한다.

DIP Switch의 1, 2는 통신 Baud rate를 설정하는데 사용되고, 3, 4는 통신 프로토콜을 설정하는데 사용한다.[4]



<그림 3> PCB Block Diagram

<그림 4>는 완성된 PCB와 DFR TimeSync Simulator의 사진이다. Simulator의 전면부에는 전원 Switch와 Serial Port, 1PPS/1PPM LED, Reset Switch, IRIG-B/1PPS 신호 입력 Port 그리고 1PPS/1PPM 출력 단자가 있다.



<그림 4> PCB 및 DFR TimeSync Simulator

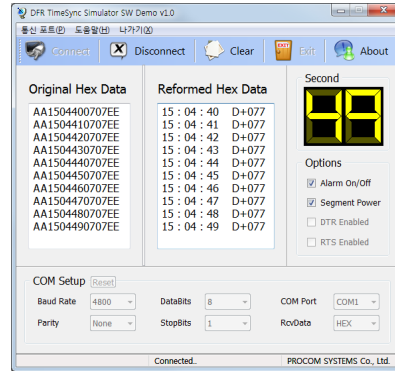
1PPS 출력단자에서는 1초마다 High Voltage 값이 출력되며, 1PPM 출력단자에서는 1분마다 쇼트(Short)가 일어난다. 이에 따라 1PPS LED는 1초마다 1PPM LED는 1분마다 점등을 하게 된다. 1PPM 출력은 복수 장치 간의 절점 사고를 제어하여 시각동기를 확인하는 용도로 사용된다.

### 2.3 F/W 및 S/W 설계

F/W는 IRIG-B 신호를 통해 받은 시각정보를 아래와 같은 Format으로 변환하여 1PPS 신호로 내보낸다.

0xAA	HH	MM	SS	Day110	Day001	0xEE
------	----	----	----	--------	--------	------

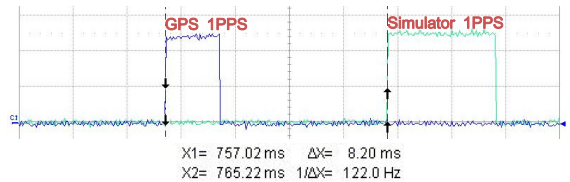
<그림 5>는 Simulator의 시간정보 신호를 모니터링 하기 위해 개발된 S/W의 작동모습이다. Original Hex Data에는 F/W상에서 변환된 Format으로 시간정보를 보여주고, Reformed Hex Data에는 S/W상에서 정렬된 시간정보를 보여준다.



<그림 5> Simulator S/W 작동모습

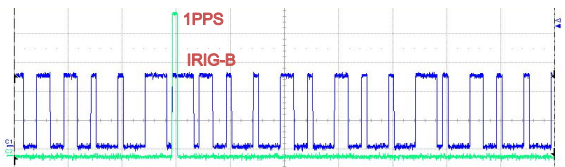
## 3. 결 론

GPS 수신기의 1PPS 신호와 Simulator에서 출력되는 1PPS 신호의 Time Interval을 알아보기 위해 두 신호의 파형을 비교해 보았다. 두 신호 사이의 Time Interval은 <그림 6>에서와 같이 8.20ms를 나타내었다. 이것은 IRIG-B 신호가 Simulator에서 신호의 분할/생성을 거치는 과정에서 발생하는 Time Delay이며, 시정수와 하드웨어적인 보안을 거쳐 개선/수정 되어야 할 점이다. 실제 검증에서는 8.20ms의 Time Delay를 감안하고 테스트하였기 때문에 검증에는 아무런 문제가 없었다.



<그림 6> GPS와 Simulator의 1PPS 파형

<그림 7>은 GPS 수신기에서 출력되는 IRIG-B 신호와 1PPS 신호의 파형의 관계를 보여준다.



<그림 7> IRIG-B와 1PPS 파형

본 Simulator 개발을 통해 현재 생산되고 있는 계통현상 분석장치(DFR)의 시각동기 기능에 대한 정밀 진단으로 균일한 품질을 확보하게 되면, 국내의 발전소 및 변전소에 설치된 계통현상 분석장치의 품질 및 성능 확보와 함께, 수입제품에 대한 기술우위 확보에 기여 할 것으로 생각된다.

본 연구는 2010년 산업기술연구회 기금지원 800-682호, "맞춤형 기술서비스사업"의 일환으로 연구된 내용이다.

### [참 고 문 헌]

- [1] 전동훈, 이재욱, 강계희, "시각동기장치를 이용한 전력계통 온라인 안정성 감시, 분석시스템 개발", 2002년도 대한전기학회 하계학술대회 논문집, pp. 102-104, 2002
- [2] 김관수, 이흥희, 김병진, 박중찬, "IEC61850 프로세서 레벨에서의 시간 동기화를 위한 IRIG-B 프로토콜 구현에 관한 연구", 2007년도 대한전기학회 하계학술대회 논문집, pp. 17-18, 2007
- [3] RCC, Telecommunications and timing group, "IRIG SERIAL TIME CODE FORMATS", IRIG STANDARD 200-98
- [4] 양오, "AT89C51(8031)의 기초와 응용", 신화전산기획, 2005