

제 7 장 생산시스템 자동화

7.1 개요

생산 시스템은 개별적인 가공 기계들과 이들 기계간에 재료 또는 부분 가공품을 이송시켜주는 장치들로 구성된다.

생산품의 품질을 관리하기 위하여 각각의 가공기계에는 각종 센서가 부착되어 있으며, 이들 센서로 부터 획득한 가공 과정의 정보는 여러가지 네트워크를 통하여 관리용 컴퓨터 및 관리자에게 전송된다.

또한 생산성을 향상시키기 위하여 다양한 제품을 혼류 생산할 경우도 있으며, 생산 라인의 정체 또는 고장 등의 경우에 적절한 대처를 하도록 한다.

이를 위하여 개별 가공기계뿐만 아니라 이송기계 등 모든 생산 과정에 사용되는 장치는 네트워크로 연결된다.

7.2 Network

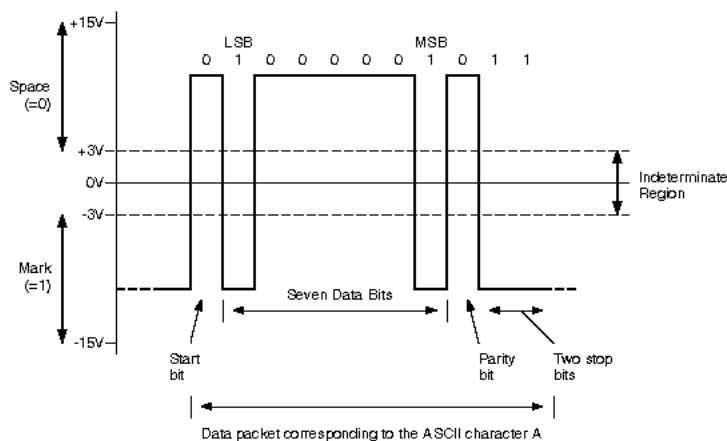
네트워크는 하드웨어 및 소프트웨어에 따라 다양한 방법이 있다. 본 절에서는 가장 기본적으로 사용되는 통신 방법을 간략히 다루도록 한다.

(1) Electronic Industries Association (EIA) standard RS-232C

- serial 통신 방법
- 전압변화를 이용하여 1 과 0을 표현
- 최소 3개의 선이 필요

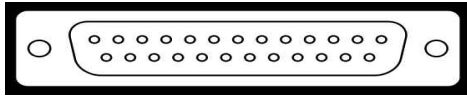
RS232C logic and voltage levels

Data circuits	Control circuits	Voltage
0 (space)	Asserted	+3 to +15 V
1 (mark)	Deasserted	-15 to -3 V



RS-232C 신호

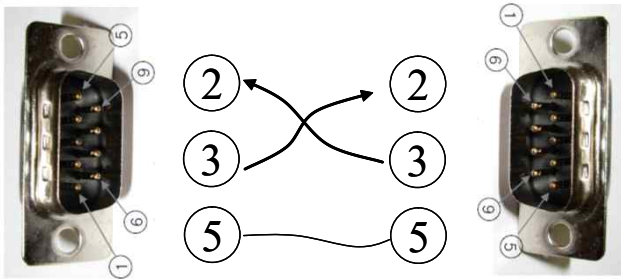
* D Type 9 Pin and D Type 25 Pin Connectors



DB-25 pin connector

D-Type-25 Pin No.	D-Type-9 Pin No.	Abbreviation	Full Name
Pin 2	Pin 3	TxD	Transmit Data
Pin 3	Pin 2	RxD	Receive Data
Pin 4	Pin 7	RTS	Request To Send
Pin 5	Pin 8	CTS	Clear To Send
Pin 6	Pin 6	DSR	Data Set Ready
Pin 7	Pin 5	SG	Signal Ground
Pin 8	Pin 1	CD	Carrier Detect
Pin 20	Pin 4	DTR	Data Terminal Ready
Pin 22	Pin 9	RI	Ring Indicator

- DB9 코넥터를 이용할 경우 연결 방법

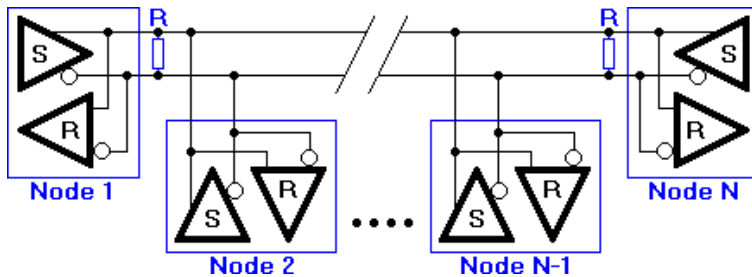


(2) RS-422

- differential voltage (+6V or -6V)를 이용하여 1 과 0을 표현
- TX+, TX-, RX+, RX- 신호선 이용

(3) RS-485

- 2개의 선을 이용
- 2개 선의 전압차이를 이용하여 1 과 0을 표현
- 장치마다 국번 (station number)를 부여



(4) Ethernet

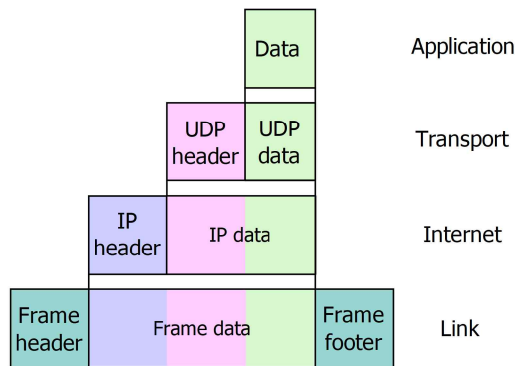
IEEE 802.3 Standard for Ethernet

방송 방식

10BASE-5; 10 Mbits/s (1.25 MB/s) 가능, thick coex cable 사용, IEEE802.3 standard
10BASE-T; 10 Mbits/s (1.25 MB/s) 가능, twisted pair cable 사용, IEEE802.3i
1000BASE-T; 1 Gbits/s 가능, RJ-45, IEEE802.3ab

TCP/IP; 이더넷을 사용하기 위한 프로토콜 규약

the Transmission Control Protocol (TCP) and the Internet Protocol (IP)



https://en.wikipedia.org/wiki/Internet_protocol_suite

(5) MAP; Manufacturing Automation Protocol

A computer network standard released in 1982.

developed by General Motors

In 1986 the Boeing corporation merged its Technical Office Protocol with the MAP standard, and the combined standard was referred to as "MAP/TOP".

The standard was revised several times between the first issue in 1982 and MAP 3.0 in 1987, with significant technical changes that made inter-operation between different revisions of the standard difficult.

The token bus network protocol used by MAP became standardized as IEEE standard 802.4 but this committee disbanded in 2004 due to lack of industry attention.

(6) Field bus

여러 가지 장치를 연결하기 위한 산업현장의 통신 방법

- Type 3 PROFIBUS

* field bus 이외의 산업현장의 통신 방법들

- CAN (Controller Area Network)
자동차 내의 통신을 위하여 Bosch 가 개발
- EtherCAT

(7) SECS/GEM

The SECS (SEMI Equipment Communications Standard)/GEM (Generic Equipment Model)

standard defines messages, state machines, and scenarios to enable factory software to control and monitor manufacturing equipment.

SEMI: 규격 제정, 관리

Connection in SECS/GEM Protocol

Communication between the equipment and the host is defined using a single connection. The SECS-I standard makes use of RS-232 serial ports for connection, while the HSMS makes use of TCP/IP for connection. Mostly, a single is provided by the equipment to be used by one host alone. In SECS/GEM standard message types can be defined for host use alone, for equipment and for both sides. Equipment can connect to several parts of other equipments to function as a host and this is an efficient method of bringing several parts of equipments together in a fabrication cell. However in HSMS, there is usually independent connection for several parts of equipment. SECS/GEM also allow each device identification to have a modulated message when sharing a connection but this is usually found on systems with older RS-322 versions and not advisable to be used on new deployments. Messages can be exchanged between host and equipment once a connection is established between the two of them and the connection can last for a very long time, in some cases connections are not cut except it is interrupted.

HSMS

SEMI standard High Speed Message Service-Single Session- the HSMS is now used in place of the SEC-I standard by SECS/GEM for communication between host and equipment defined using TCP/IP network communication. A point to point protocol for communication is defined for the communication which allows only one client to one host to use a specific port at a particular time. It possesses the following advantages;

It provides higher speed alternative to the SECS-I protocol

- Low cost

- High reliability and

- Wide platform choices

GEM

The GEM or SEC/GEM standard specifies how specific tasks, such as reporting events, collection of data and management of recipe of equipments are carried out using SECS-II messages while communicating with the host.

All semiconductor manufacturing tools need to follow the SEMI SECS/GEM standards to interface with the equipment manager and MES (Manufacturing Execution System -Allows one or multiple equipment GEM interfaces to communicate at the same time with a host system). These standards include the semiconductor equipment communication standard SECS-I or SECS-II, high-speed SECS message services HSMS, and generic equipment model (GEM), etc.

Furthermore, to take full advantage of CIM Framework (Computer Integration Manufacturing-The CIM Framework defines a framework of components that provide the functionality common across CIM applications and enables integration of those applications.), SEMI developed an object-based equipment model (OBEM) standard so that the equipment can communicate with the CIM Framework directly by method invocation without using the SECS/GEM protocol. The OBEM standard focuses mainly on providing definitions, services, and behavior of physical and logical objects of which equipment is typically composed.

To communicate with GEM capable host, GEM equipments can communicate using one or both of the protocols listed below;

TCP/IP (using the HSMS standard, SEMI E37)

RS-232 based protocol (using the SECS-I standard, SEMI E4).

Monitoring and controlling equipments with a GEM interface with the aid of SECS-II messages can take minutes (or even seconds) in order to make a connection for communication, this is specified by GEM. Monitoring the machine's activity for factory GEM host software provides the following benefits for equipment manufacturers.

Improving of the machine's quality can be allocated more time and money by providing a common interface to all factories.

Processes and production can be improved by allocating more time and money to them, rather than setting up communication to the machines.

7.3 유연생산 시스템 (Flexible Manufacturing System; FMS)

1) FA 개요

FA : Factory Automation, Flexible Automation, Flow Automation

1975년 일본에서 제창

수주에서 설계, 제조, 검사, 출하까지 이르는 모든 생산활동을 정보처리 기술 및 mechatronics 기술을 구사해서 보다 효율적으로 flexible한 생산방식을 지향하는 공장에서의 종합자동화 시스템

표 7.1 FA의 특징

구분	FA
개념	생산현장의 무인화 (Full Automation)
vision	다품종 생산의 무인화 공장 (혼류생산)
목표	제2이익, 성력, 투자효과0
추진방법	각설비의 자동화->자동화라인 Bottom-Up에 의한 활동
필요기술	- sensor 활용기술 - mechatronics 기술 - 자동제어 기술 - 다품종 대응의 생산시스템 설계기술

2) FMS의 정의

유연생산시스템; 유연자동생산시스템

고도로 자동화된 GT셀이며, 자동 자재취급 및 보관 시스템과 연결되어 있는 작업장 그룹으로 구성 되어 있고, 분산 컴퓨터 시스템으로 제어된다.

제품의 다양성과 생산량이 중간 정도인 환경에 적합하다.

단일 부품군이나 제한된 범주의 부품군만을 생산할 수 있다.

3) FMS의 잇점

- 향상된 기계 가동률
- 필요한 기계수 감소
- 필요한 공장 면적 감소
- 상황변화에 대한 대응 능력 향상
- 필요한 재고 감소
- 제조 리드 타임 감소
- 직접노동 감소 및 노동 생산성 향상
- 무인 생산의 가능성

7.4 제조지원시스템

- 제품설계와 CAD/CAM
- 공정계획과 동시공학
- 생산계획 및 통제
- JIT와 린 생산 (도요타 예)

CAPP, MRP

CIM, FMS

CALS, ISO9000

1) CIM 개요

CIM: Computer Integrated Manufacturing

유럽, 미국에서 발생

Top-Down 방식

ISO/TC 184 - Automation systems and integration

http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_tc/catalogue_tc_browse.htm?commid=54110&published=on&includesc=true

2) CIM 정의

경영전략을 바탕으로 제조업의 기술, 생산, 영업기능을 컴퓨터를 이용하여 유기적으로 연결하여 효율적인 정보의 공유와 전달체계를 확립하고 최적화된 경영체계를 구축하려는 개념

3) CIM의 특성

“100개의 회사에는 100개의 CIM체제가 있다”

*CIM의 추진방향

- (1) 자동화시스템의 통합
- (2) 정보시스템의 통합

*CIM 구축에 고려사항

- CIM은 어느 정도 효율이 좋은 공장을 더욱 우수한 공장으로 끌어 올릴 수는 있지만 비효율적인 공장을 효율적으로 만들 수는 없다.
- CIM의 이용자는 제조현장이다. 현장이 없이는 CIM도 없다.
- 생산현장에 밀착된 시스템으로서 POP (Point of Production) 가 있다. 현장에서 발생하는 정보 수집을 위한 paper를 없애고 현장정보를 상위 (경영관리 시스템)으로 끌어 올린다.
- CIM은 통합화 시스템이다. 통합화에 의해서 각각의 시스템에서 달성될 수 있었던 효과외에 synergy효과를 창출한다.
- 업무혁신, 자동화(FA), CIM으로 삼위일체로 추진해야 소기의 목적을 달성한다.

* CIM을 위한 개선사항

- 정보의 흐름
- 자동화 설비의 내용
- 부품등의 표준화
- 조직의 변화

표 7.2 CIM의 특징

구분	CIM
개념	사람의 의사결정 지원 (Decision Supporting System)
vision	수주-생산-판매-경영의 Network 방식에 의한 경영효율화
목표	제3, 4의 이익창출 (수직, 수평 통합, synergy효과) 업무의 생산성 향상
추진방법	정보의 통합화 (정보의 발생원 -> 이용자) Top-Down에 의한 활동
필요기술	- 정보처리 기술 - 데이터 베이스 구축 및 운영기술 - Network 구축 및 관리기술 - POP구축 및 운영기술

* ISO CIM level 6 정의

(1) level 1

기구, 기계 - sensor, actuator, mechanism 등

(2) level 2

스테이션 관리- CNC, PLC 등

- * 하나의 동작 프로그램을 기억
- * 몇 개의 동작 프로그램 중에서 선택
- * 가공물 변경 때마다 프로그램 전체 download
- * 최소단위프로그램을 순차적으로 download

(3) level 3

cell controller - PC, FA computer, mini computer
통신수단(RS-232C, RS-422 ...)

- * 가공물의 순서등록
- * 프로그램을 download
- * lot별 가공수, OK 갯수, NG갯수 집계
- * 검사데이터 집계
- * 기기의 상태 감시
- * 데이터를 상위 컴퓨터에 전송

(4) level 4

level 3의 여러 개의 시스템 또는 line으로 section 또는 area 구성

- * 라인의 능력, 대체라인, 대체기계
- * 가공물별 공정
- * 생산품목, 생산량, 납기
- * 현장의 진척상황에 따른 대책 강구

(5) level 5

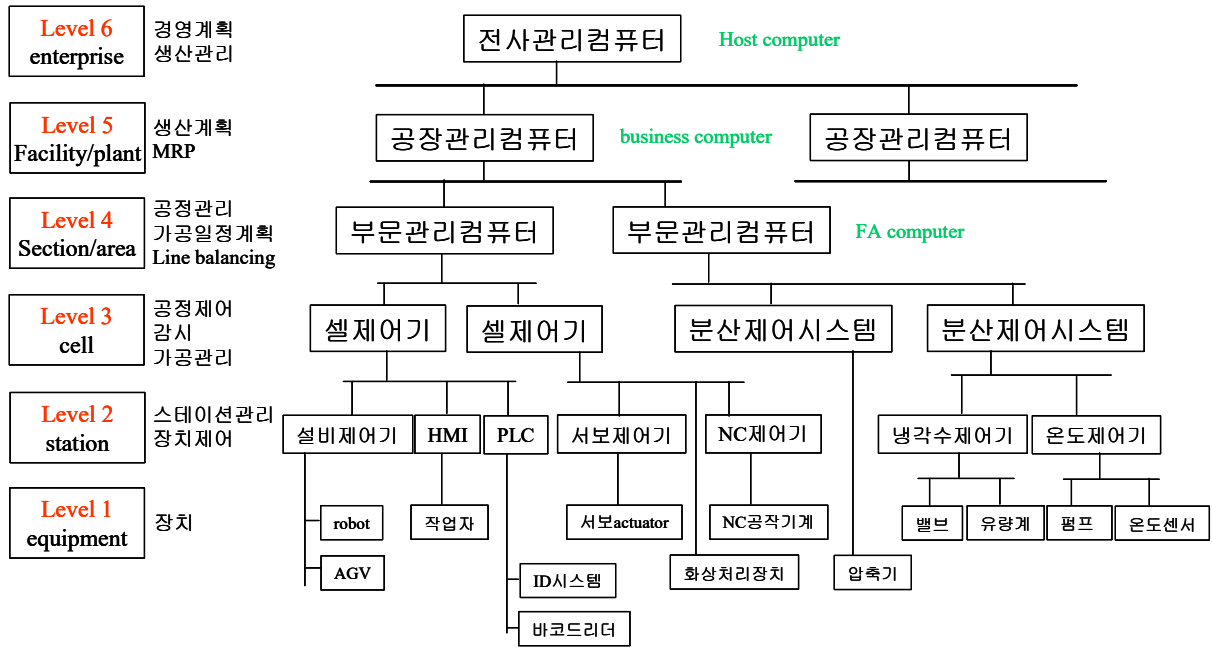
라인통괄, 공장전체의 관리

- * 생산계획
 - 대일정계획(3-6개월); 조업예산, 납기가 긴 소재, 부품 구입
 - 중일정계획(1-3개월); 소재, 외주품, 구입품 조달
 - 소일정계획(수일-1개월); 가공, 작업계획
- * 부품진개, 소요량 계산
- * 발주방식- 단품발주, 확정수량(단가계약)
- * 재고관리

(6) level 6

경영관리

판매, 수주 예측



5) FMS/CIM 의 장점

- (1) 재고 (원료, 제품) 의 최소화
자금회전원활, 원가저하, 문제의부각 신속한 조치
- (2) Lead time 최소화; 제조명령이 나가서 제조완료까지의 시간
- (3) 공구비 절감
- (4) 간접노동의 최소화
- (5) 설비이용의 최대화
야간운전, 무인운전
- (6) 생산유연성 최대화 (다품종 소량 생산)
- (7) 의사결정의 신속, 정확
- (8) 기업단독 또는 그룹전체의 global한 시각에서의 효율적 운영

2. 스마트공장의 개념

개념

- ⊙ IoT, CPS*, SBB* 기반으로 제조 순단계가 **자동화·디지털화**되고, 가치사슬 전체가 하나의 공장처럼 **실시간 연동**되는 생산체계
 - * CPS(Cyber Physical System) : 실제 사업장 기계설비 등이 디지털 가상세계에 재현·연계
 - * SBB(Smart Base Block) : 가변재구성이 가능한 레고블럭형 공정 모듈 (이송, 조립, 로딩, 검사등)
- ⊙ 생산성 제고, 맞춤형 제품 생산, **新비즈니스 모델 창조**로 4차 산업혁명에 대응가능

스마트공장의 제조단계별 모습

기획·설계	제품성능 시뮬레이션 → 제작기간 단축, 맞춤형 제품 개발
생산	설비-자재-시스템간 실시간 통신 → 다품종 대량생산, 에너지 설비효율 제고
유통·판매	모기업-협력사간 실시간 연동 → 재고비용 감소, 품질·물류 등 동반협력

수준별 단계

- ⊙ ICT기술 활용 정도 및 역량에 따라 4단계(기초·중간1·중간2·고도화)로 구분

기초
생산이력 추적관리

»

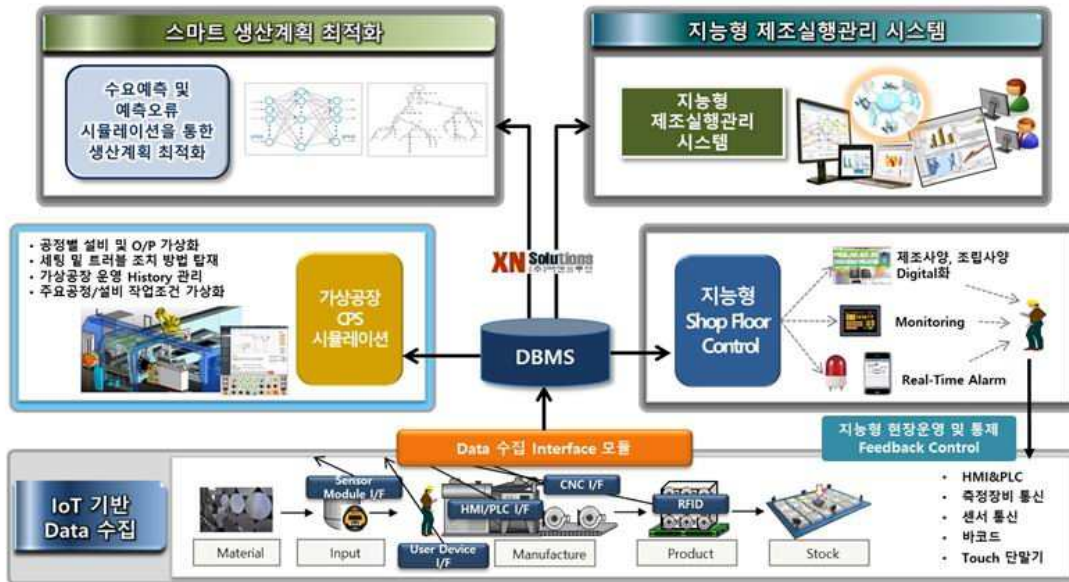
중간1
광범위한 생산정보
실시간 집계·모니터링

»

중간2
IT·SW 기반
실시간 자율제어

»

고도화
IoT·CPS·SBB 기반
맞춤형 유연생산



최적화/데이터분석/지능화 기술을 활용한 스마트공장 지능형 생산 관리시스템 개발 및 대표공장 생산라인에 대한 성공 모델 구축

[APS] 일관계획시스템

- 생산 최적화 기법을 적용한 일관계획시스템 개발**
- 현장정보 및 주문정보 기반의 생산계획, What-if 분석 및 라인 균형화 기법 개발
 - 최적 CODP 선택을 위한 후보 제시 모델 및 재공/재고 예측모델 개발
 - 수요 및 공급변화에 대응 가능한 동적 생산운영계획 수립 기술 개발

[MES] 제조현장관리시스템

- 데이터 분석 기술과 연계한 제조현장관리시스템 개발**
- 생산운영 및 품질경영을 위한 제조실행시스템 및 통합품질관리시스템 개발
 - 핵심공정 품질요인 분석과 설비 예지보전 및 최적화 기술 개발
 - Rule 기반 품질 피드백 시스템 및 설비보전 관리시스템 개발
 - IoT 미들웨어-MES 간 실시간 통신 및 데이터 수집/필터링 SW 기술 개발

[CPS] 가상물리시스템

- 지능화 기술 기반의 CPS 시뮬레이션 시스템 개발**
- 인공지능 알고리즘을 적용한 공장 CPS 플랫폼 및 최적운영 대쉬 보드 개발
 - 대표공장의 실시간 데이터를 연동한 CPS 시뮬레이션 시스템 개발
 - CPS 지능화 기능 연계를 위한 설비 제어 모듈 및 실제-가상공장 동기화 기술 개발

- ✓ 생산라인 최적화율 99% 이상
- ✓ 4시간 이내 생산계획 수립

- ✓ 설비 유휴 30% 감소
- ✓ 공정 불량 30% 감소
- ✓ 품질예측 정확도 98% 이상

- ✓ CPS 시뮬레이션 적용률 85% 이상
- ✓ 데이터 동기화 90% 이상