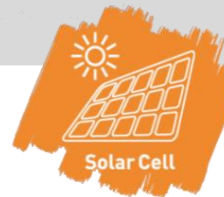
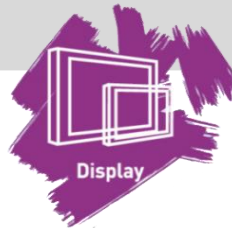
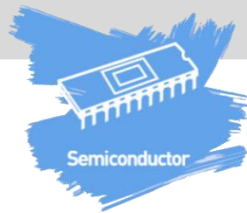


World 1<sup>st</sup> Technology  
Only 1 In The World

# Project Guide

## <Fab Simulator>

Software Development Team  
2022. 08. 02



**JUSUNG**  
ENGINEERING

[www.jusung.com](http://www.jusung.com)  
240 Opo-ro, Opo-eup, Gwangju-si  
Gyeonggi-do, Korea

## 1. Project

: 반도체 장비의 Throughput 을 구하는 Program 제작 (1시간에 몇 장의 Wafer를 Process 할 수 있는지 파악하는 Program)  
각각의 동작 시간, Module 수를 변경해서 최적의 장비를 파악하기 위해서 사용.

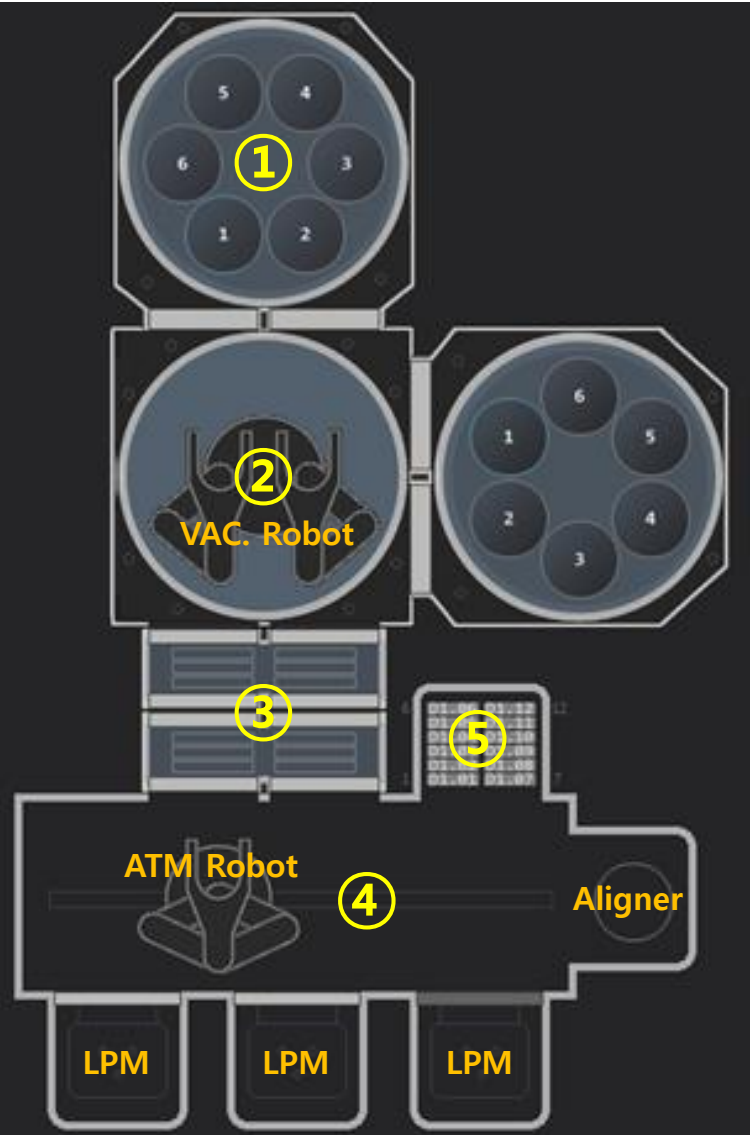
## 2. 구현 항목

- 1) 각 모듈은 개별적으로 판단하고 동작해야 됨.
- 2) 모듈 레이아웃 편집의 직관화 : 모듈을 직관적으로 생성 삭제 스케줄링 가능하도록
- 3) 각 모듈 별 동작 시간은 Parameter 화 하여, GUI에서 변경 가능하도록 구성 (장비 별 동작 시간이 다를 수 있음)
- 4) GUI 화면에 Wafer의 이동 Display
- 5) 20배속이상으로 가속 가능하도록 구성. – Parameter 처리 필요.
- 6) 모든 Parameter/LayOut Data는 File로 저장하여, SAVE / LOAD 가 가능하며, Program Loading 시 Loading 하도록 구성

## 3. 심화 구현

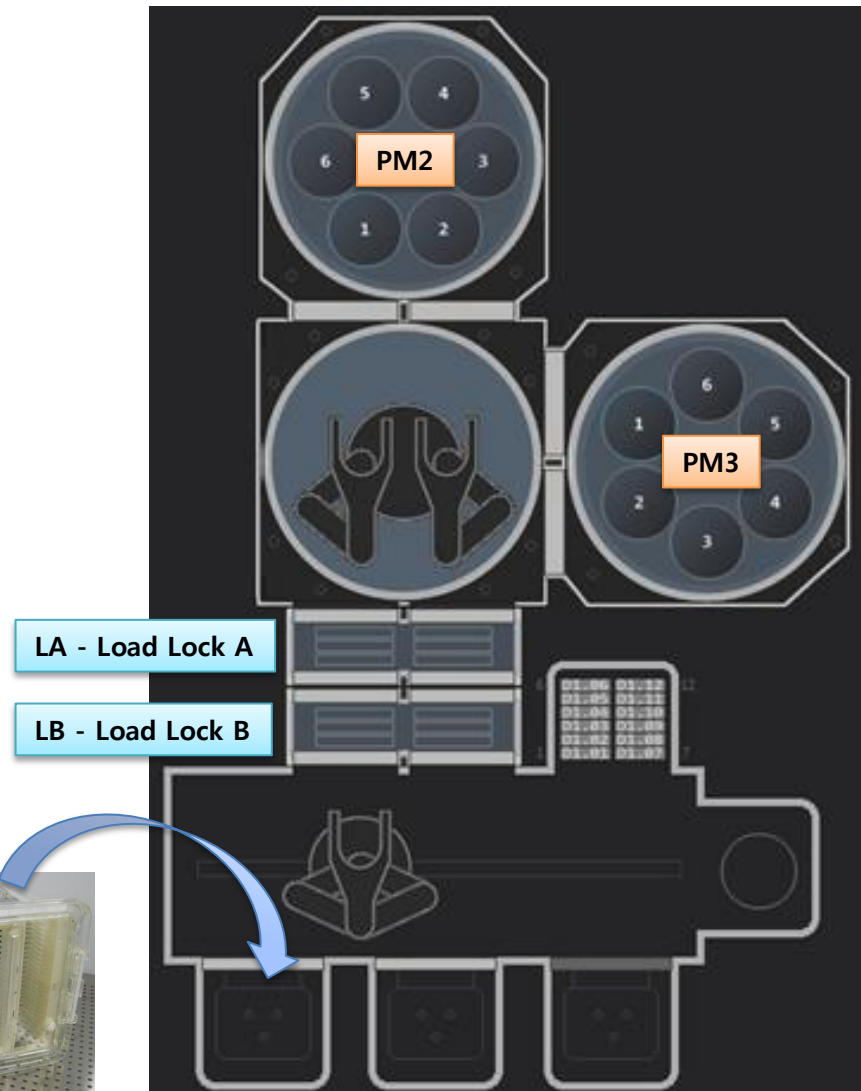
- 1) Vacuum Robot 이 Dual Arm / Quad Arm 선택 가능하도록 구현  
(Dual Arm의 경우에 Pick/Place/Rotate 횟수가 달라짐)
- 2) Process Module / Load Lock 의 Wafer 변경 가능하도록 구현. (1~6장)  
(PM 과 Load Lock의 Wafer 수는 동일)  
(Quad Arm 일 경우는 2장/4장/6장 만 가능)
- 3) 유전알고리즘을 통한 레이아웃 추천 기능 (가능하다면)

# 1. 반도체 장비 기본 구성



No	명칭		구성품	역할
1	PM	Process Module		Wafer 증착
2	TM	Transfer Module	- Chamber	Wafer 이동
			- Vacuum Robot	
3	LL	Load Lock		대기/진공 전환
4	EFEM	Equipment Front End Module	- LPM (Load Port Module)	Foup 에서 Wafer 이동 (Align 포함)
			- ATM Robot	
			- Aligner	
5	Dummy Stage			Dummy Wafer 보관

## 2. JOB 진행 Sequence



Foup - Front Opening Unified Pod

### [ JOB 진행 Sequence ]

1. Foup을 LPM에 놓는다. (보통 OHT에 의해서 자동 Loading)  
(OHT- OVERHEAD HOIST TRANSPORT)
2. 사용자는 Foup의 각각의 Wafer에 Recipe를 설정한다.  
(Recipe : Wafer의 이동 경로 및 Process 진행 정보)

No	Module 01	Process Recipe	Module 02	Process Recipe
1	LA		LB	
2	PM2	Dep01	PM3	Dep01
3	LA		LB	

### \* Recipe 규칙

- 1) 행(가로) – 병렬 처리 (어느 곳이든 한 곳으로만 가면 됨)
- 2) 열(세로) – 직렬 처리 (반드시 한 곳은 지나가야 함)

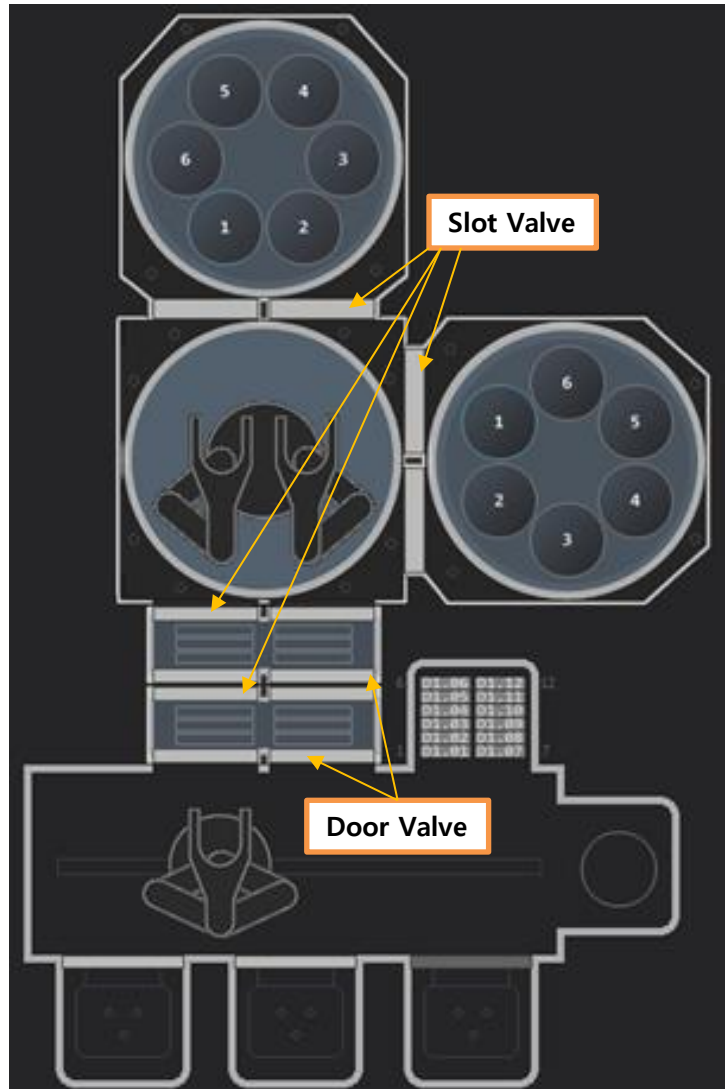
### \* Recipe 의미

- 1) Wafer를 LA or LB 로 이동.
- 2) PM2 or PM3로 이동하여, 해당 Process Recipe 진행
- 3) PM 안의 Wafer를 LA or LB 로 이동.

No	Module 01	Process Recipe	Module 02	Process Recipe
1	LA			
2	PM2	Dep01		
3	PM3	Dep02		
4	LB			

LA → PM2 (Dep01 Recipe 진행) → PM3 (Dep02 Recipe 진행) → LB

### 3. Wafer 이동 경로



#### [ 각 Module 별 Wafer Max 수치 ]

- 1) Foup : Wafer 25장
- 2) ATM Robot : Dual Arm (Upper Arm / Lower Arm) – Wafer 2장
- 3) Aligner : Wafer 1장
- 4) Load Lock : Wafer 6장
- 5) Vac. Robot : Quad Arm (Upper (Left, Right) Arm / Lower (Left, Right) Arm) – Wafer 4장
- 6) PM : Wafer 6장

#### [ Wafer 6장 Job 진행 시, 이동 경로 ]

- 1) ATM Robot : Foup → Aligner → Load Lock 경로로 Wafer 6장 이동.
- 2) Load Lock : Pumping (대기 → 진공 상태로...)
- 3) Vac. Robot : Load Lock → PM 으로 Wafer 6장 이동.
- 4) PM : Process Recipe 진행.
- 5) Vac. Robot : PM → Load Lock 으로 Wafer 6장 이동.
- 6) Load Lock : Venting (진공 → 대기 상태로...)
- 7) ATM Robot : Load Lock → Foup 으로 Wafer 6장 이동.

\* 상황에 따라서 Valve Open/Close 되어야 하고, Vac. Rotate 와 Valve Open은 동시 진행.

# 4. 각 Module 역할 (Wafer 모두 있는 상태에서의 이동)

[ ATM Robot ]

No	항목	Source	Destination
1	Rotate(Door Open)		
2	Pick	LL	ARM
3	Pick	LL	ARM
4	Place	ARM	LP
5	Place	ARM	LP
6	ATM Robot Exchange(1~5) 2번 반복		
7	Pick	LP	ARM
8	Place	ARM	AL
9	Pick	LP	ARM
10	대기(Rotate)		
11	Pick	AL	ARM
12	Place	ARM	AL
13	Place	ARM	LL
14	Pick	LP	ARM
15	Pick	AL	ARM
16	Place	ARM	AL
17	Place	ARM	LL
18	Pick	LP	ARM
19	Pick	AL	ARM
20	Place	ARM	AL
21	Place	ARM	LL
22	Pick	LP	ARM
23	Pick	AL	ARM
24	Place	ARM	AL
25	Place	ARM	LL
26	Pick	LP	ARM
27	Pick	AL	ARM
28	Place	ARM	AL
29	Place	ARM	LL
30	Pick	AL	ARM
31	Place	ARM	LL

[ Load Lock ]

No	항목	Source	Destination
1	Slot valve Close		
2	Vent Time		
3	Vent Stable Time		
4	ATM Robot(6 Wafer) (1~31 진행)		
5	Door Close		
6	Heating		
7	Pump		
8	Slot valve Open		
9	VAC Pick	LL	ARM
10	VAC Rotate	PM	
11	VAC Pick	PM	ARM
12	VAC Place	ARM	PM
13	VAC Rotate	LL	
14	VAC Place	ARM	LL
15	VAC Robot Exchange(9~14) 2번 반복		

[ Vacuum Robot ]

No	항목	Source	Destination
1	Slot Open(Rotate)	LL	
2	Pick	LL	ARM
3	Rotate	PM	
4	Pick	PM	ARM
5	Place	ARM	PM
6	Rotate	LL	
7	Place	ARM	LL
8	VAC Robot Exchange(1~7) 2번 반복		

[ Process Module ]

No	항목	Source	Destination
1	Slot Open(Rotate)		
2	VAC Pick	PM	ARM
3	VAC Place	ARM	PM
4	VAC Rotate	LL	
5	VAC Pick	LL	ARM
6	VAC Place	ARM	LL
7	VAC Rotate	PM	
8	VAC Robot Exchange (1~7) 2번 반복		
9	Slot valve Close		
10	Process		

# 5. Module 동작

## [ Module 구동 시간 ]

ATM Robot	Time(sec)
Pick	4
Place	4
Rotate(Z축 Move)	0.5
Rotate(Station Move)	1

: Robot Arm으로 Wafer를 가져온다는 의미.  
 : Robot Arm의 Wafer를 대상 Module로 이동 의미.  
 : Dual Arm 사용으로 upper Arm으로 Pick 하고 lower Arm 으로 Place 할 경우 Z축 움직임 필요.  
 : Robot Rotate 의미.

Load Lock	Time(sec)
Pump	15
Pump Stable Time(Heating)	5
Vent	15
Vent Stable Time	5
Slot Valve Open	2
Slot Valve Close	2
Door Valve Open	2
Door Valve Close	2

: 진공 상태로 전환  
 : 진공 상태 전환 전/후 소요 시간 의미  
 : 대기 상태로 전환  
 : 대기 상태 전환 전/후 소요 시간 의미  
 : Slot Valve - TM 과의 연결 Valve  
 : Door Valve – EFEM 과의 연결 Valve

VAC. Robot	Time(sec)
Pick	5
Place	5
Rotate	5

Process Chamber	Time(sec)
Process Time	600
Clean Time	1200
Clean 매수	10
Slot Valve Open	2
Slot Valve Close	2

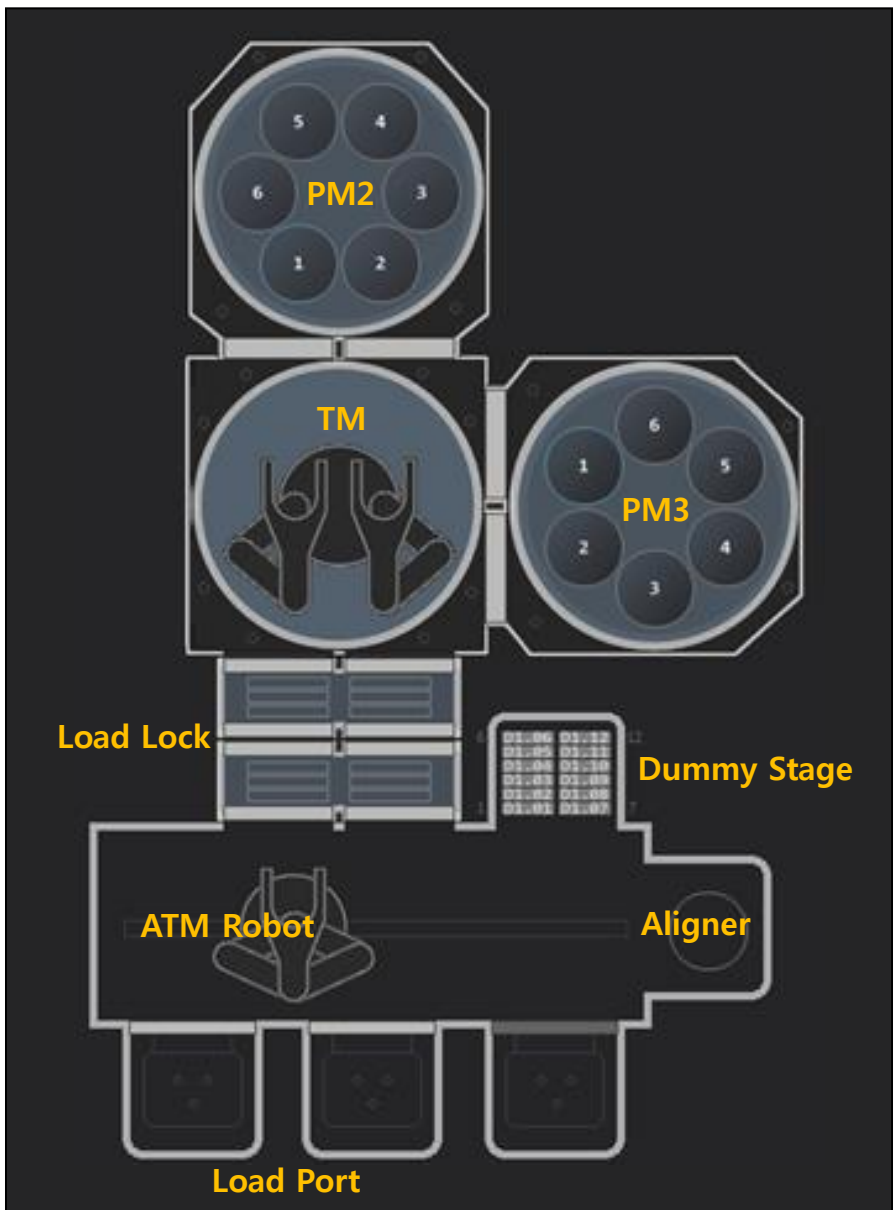
: Process 진행 시간  
 : Clean 진행 시간  
 : Process 몇 번 진행 후, Clean 진행할 것인지 설정 시간

# 6. Module 정리

Module	Description	Size Info.	Action
Load Port	Wafer가 들어가는 부분	25개 Wafer가 있는 것이 표준 Load Port는 3개가 기본	Door Open/Close Time: 공정대상의 Load Port의 Door는 열린다.
ATM Robot (EFEM)	LP에서 하나씩 뽑아서 Align설정이 되어 있다면, Aligner에 넣고 Load Lock에 차례로 넣는다.	Dual Arm 이 기본	Rotate, Pick, Place Time: 각 모듈의 Door가 열려야 Pick Place가 가능하다.
Load Lock	ATM 영역과 VAC 영역 사이의 모듈	1~6개 정도가 기본	<b>[ ATM 쪽 ]</b> Door Open/Close Time Pumping/Venting Time: 이동하려는 곳의 압력을 맞추기 위해 필요  <b>[ VAC 쪽 ]</b> Slot Valve Open/Close Time
Vac Robot (TM)	LL에서 PM에게 Wafer를 나눠주는 부분	<b>[ Quad Arm ]</b> 위 두 개, 아래 두 개  <b>[ Dual Arm ]</b> 위 한 개, 아래 한 개	Rotate, Pick, Place Time: 각 모듈의 Door가 열려야 Pick Place가 가능하다.
PM	공정 진행하는 부분	1~6개 정도가 기본	Process Time: 증착 Door Open/Close Time Clean Time: 공정 몇 회에 한번씩 Wafer없이 진행



# 6. Module 정리(image)



# 7. 기존 프로그램 설명

## 기존 Fab Simulator

- Config 파일을 통해 블록 하나의 위치와 Path를 지정함

JUSUNG FAB SIMULATOR

**JUSUNG FAB SIMULATOR** FAB Time 00:00:00

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1													
2													
3													
4													
5				Weight (0)				ALD1 (0)		ALD2 (0)			
6													
7	INPUT: 0	EFEM N2TM	LL1 (0)		N2 TM (0)		LL2 (0)		TR 1 (0)		BF1 (0)	Pass TM (0)	Aligner (Vac)
8													
9				Deposition AOI		Lighting (0)		ALD4 (0)		ALD3 (0)			
10													
11													

**FAB Informations**

Capa. (MW/Yr)	0.0	Throughput (Wafer/Hr)	0.0	Cell Efficiency (%)	7.0
		Cell Yield (%)	90	Cell Dimension (cm^2)	13635.8

**Selected Unit Informations**

Object ID	Input Count	Output Count
Object Name	Avg. Input Interval (sec)	Avg. Output Interval (sec)
Thruput (Cell/Hr)	Avg. Input Wait (sec)	Avg. Output Wait (sec)

JUSUNG Software Development Team - version 1.0.1.1

**TIME CONTROL**

+ 1 Hour

TIME LEAP

STOP 'TIME LEAP'

**LINE CONTROL**

UPLOAD CFG.

CLEAR DATA

RUN

STOP

**UNIT CONTROL**

UPLOAD CFG.

CLEAR DATA

RUN

STOP

LineComposition.cfg - Windows 메모장

파일(F) 편집(E) 서식(O) 보기(V) 도움말(H)

```
[3]
Name=N2 TM
PosX=5
PosY=7
Type=TR
MaxGlsNum=2
InPortNum=1
OutPortNum=1
InOutPortNum=0
InObjID_1=2
InTimeCnt_1=22
OutObjID_1=9
OutTimeCnt_1=22
InOutObjID_1=0
InOutTimeCnt_1=0
StayMinTimeCnt=0
InIntervalMinTimeCnt=0
OutIntervalMinTimeCnt=0
OutWaitMtrlMaxNum=
RobotPath1_frm=2
RobotPath1_tom=4
RobotPath2_frm=4
RobotPath2_tom=5
RobotPath3_frm=5
RobotPath3_tom=6
RobotPath4_frm=6
RobotPath4_tom=7
RobotPath5_frm=7
RobotPath5_tom=8
RobotPath6_frm=8
RobotPath6_tom=9
```

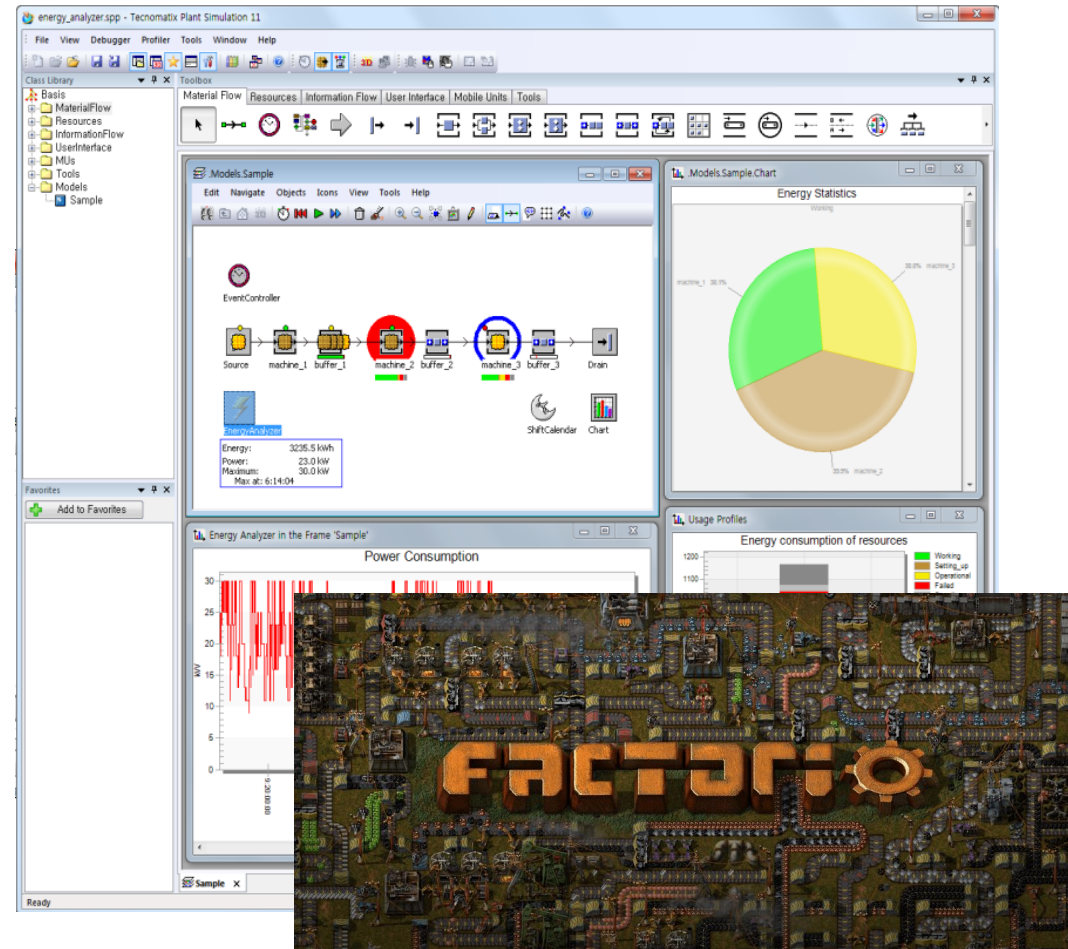
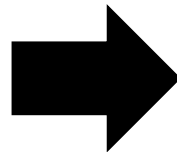
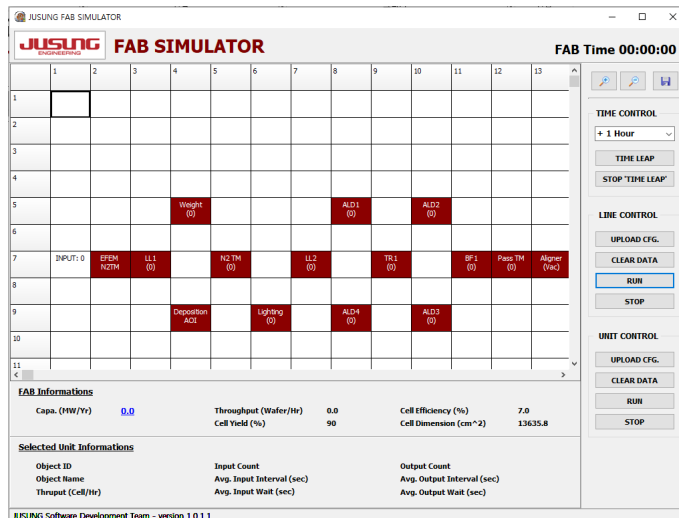
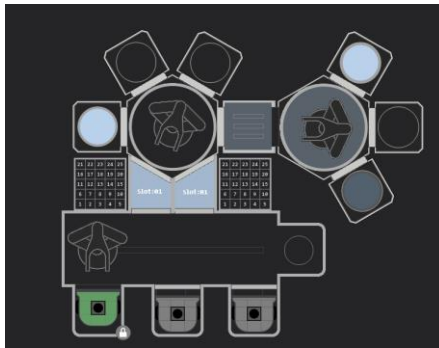
# 8. 과제의 최종목표

## Fab Simulation

- Module의 구성 및 스케줄링을 Matlab – Simulink 처럼 쉽게 레이아웃을 만들 수 있게 해야 됨
- User 친화적인 화면 구성 필요
- 다양한 Layout에 대응되어야 함.

앞서 설명한 것은 기본 구성이며,  
PM의 종류별로 공정을 두 번 진행하기도 하고  
TM이 두 개인 경우도 있다.

ex)



현재 사용중인 TactTime 계산

World 1<sup>st</sup> Technology  
Only 1 in the World

---

[www.jusung.com](http://www.jusung.com)