

실시간 전문가 시스템개발툴 (G2)를 이용한

생산일정계획 전문가 체계의 개발

(삼성전자 MiNi & MiCRO Computer 생산라인의 예)

이치근, 방종식, 이창호

삼성 데이터 시스템

ABSTRACT

중대형 컴퓨터생산 라인에 요구 사양의 다양성, 주문의 가변성, 잦은 주문의 변화, 자재의 긴 납기들로 특징지어진다. 이와 같은 생산체계에서의 생산일정계획은 첫째, 자재 및 재공의 엄격한 가용성 점검기능, 둘째, 돌발적인 주문에 대비한 안전재공의 유지기능, 셋째, 자재 부족시 완성품의 수를 극대화 시킬수 있는 자재할당처리, 넷째, 자재수급계획의 변동을 흡수할 수 있는 생산 일정계획의 수정기능이 지원되어야한다.

본 시스템은 이상의 요구조건들을 만족시키는 생산 일정계획 수립시스템으로 현장에서 사용되는 3000~4000 가지에 이르는 자재의 보유상황을 엄격히 점검하여 주문된 제품에 대한 자재 사용계획을 수립하고 안전재공으로 관리되는 재공의 보유수량을 점검해서 일정 범위내에 보유수량이 유지되도록 자동으로 생산계획을 수립한다.

I. 여는말

1. 대상 생산시스템 소개

삼성전자 시스템사업본부내의 Mini & Micro Computer생산라인은 소량 다품종 생산의 전형적인 예로, Mini Computer의 경우는 총 모델의 수가 40여가지에 이르고 있고 월 판매량은 50대내외의 수준을 유지하고 있다. Mini Computer의 경우는 모델개념이 없을 만큼 그종류가 많은데, 확정된 사양의 모델이 존재하기 보다는 고객의 주문에 의해 사양을 결정하는 방식이므로 고객요구의 종류수가 곧 모델수라고 할 수 있다.

이와 같은 Mini & Micro Computer생산라인의 특성을 정리하면 다음과 같다.

- 다품종 소량생산
- 주문생산과 계획생산의 혼재
- 월말에 주문채도
- 주문변경으로 인한 재작업 빈번
- 자재부족이 빈번
- 자재의 높은 불량률
- 단위 Subassy의 불안정한 품질
- 긴 시험공정

2. 생산일정계획시스템의 필요성

생산에서 소요되는 자재의 수가 3000~4000가지에 이르고 있는데, 이들중 대부분이 부족으로 인한 생산중단을 일으켜오고 있으므로 사용중인 전자재에 대한 보유수량 대 소요수량, 보유시점 대 소요시점의 점검이 요구되고 있다. 그러나, 3000 가지가 넘는 자재에 대하여 이러한 작업을 수행하는 것은 많은 인력과 시간을 필요로 한다. 따라서, 이와같은 자재점검 작업을 자동으로 수행하고 이와 함께 자재의 보유현황을 고려하여 보유자재의 사용효과를 극대화하고 현장에서 발생할 수 있는 자재에 의한 문제점들을 사전에 발견할 수 있도록 하는 일정계획시스템이 필요하다.

II. 생산일정계획 시스템 : SEMM

1. 생산일정계획의 조건

자재제약만족

주문된 제품의 생산을 위해 각 요소작업별 소요자재가 투입되어야 하는데, 소요자재의 보유수량이 소요수량보다 많은 경우에는 문제가 발생하지 않지만, 그렇지 않은 경우에는 부족한 자재를 여러작업중 일부를 택하여 배정해주는 작업을 수행해야 한다.

납기 만족

고객이 주문한 일자까지 주문된 제품을 출하시키기 위해서는 제품의 제작단계별 소요시간을 고려하여 목표 출하일자로부터 이들 소요시간만큼 앞당겨 작업시작을 계획해 나가야 한다. 이러한 과정에서 해당 일자에 소요자재에 대한 보유 수량 점검이 필수적인 작업이다.

안전재공관리

갑작스러운 주문의 발생이나 이미 입력된 주문/생산계획의 변경이 빈번하므로, 이들에 신속하게 대응하기위한 방안으로 일정한 수준의 안전재공을 유지하고 있어야 한다.

각 Subassy에 대한 안전재공은 최대 안전재공 유지수량과 최소 안전재공 수량으로 관리되고 있는데, 최저 안전재공 수량이란 해당 Subassy의 재공 보충생산의 근거가 되는 수치로서, 안전재공 보유수량이 최저 안전재공 수량보다 적어지면 해당 재공의 보충을 수행하게 된다.

최대안전재공수량이란 재공보충 생산시 그 생산수량을 결정하는데 사용되는 값으로서, 보충생산시의 생산량은 (최대안전재공수량 현재의 안전재공 보유수량) 이 된다.

부족자재의 할당규칙

자재의 보유수량이 필요수량보다 적은 경우, 한정된 자재를 할당 받을 주문/생산계획을 선택해야만 한다. 어떤 주문/생산에 자재를 할당하는가에 따라 전체적인 고객의 만족도와 제조업자의 이익이 결정되게 된다. 자재 부족시 자재를 할당하기 위한 우선순위를 결정하는 규칙은 이러한 측면에서 도출되어야 하며, 기존의 생산일정계획 수립자의 경험적인 지식에 근거하여 구축되었다. 또한, 이러한 할당규칙은 필요에 따라 제한적으로 수정될 수도 있다.

2. Real Time Expert-System G2

Graphical 사용자 환경과 Object-Oriented Architecture를 개발자에게 제공하고 있는 G2는 다음과 같은 특성을 지니고 있다.

- 실시간(Real Time) 전문가 시스템

- 다수 사용자를 지원하는 Client/server 환경
- 신속한 Prototyping을 가능하게 하는 Object-Oriented Graphics
- Rule Based 추론과 동시에 Procedure를 지원
- 소수의 Rule로 많은 Object에 대해 적용시킬 수 있는 Generic Rule의 사용

3. 자료구조 및 System 구성

3-1. 자료구조

SEMM에서 사용하는 주요한 자료 구조는 BOM-Tree 와 Precedence-Network 이다. BOM-Tree는 제품의 조립순서와 단위 작업, 그리고 단위작업별 소요자재목록을 저장하고 있는 자료구조로 기본적인 형태는 Tree이다. 그리고 Precedence-Network은 기본적으로는 Tree구조인데, BOM정보외에 각 작업의 소요시간, 안전제공 유지여부, 할당정보, 작업의 시작과 종료시간등을 저장할 수 있다. 그밖에 재공정보를 기록한 PiProcess Object와 자재정보를 저장할 Part-in-Ventory Object, 제공에 대한 여러가지 정보를 기록할 Assy-Def Object 등이 사용되고 있는 주요한 Data Structure 들이다.

Precedence-Network은 고객으로 부터 발생한 주문정보에 주문된 제품을 생산하기 위한 생산정보를 연결시킨 자료구조로, 주문된 제품의 사양정보, 제작을 위한 단위작업의 작업순서와 각 단계별 소요시간, 단위작업별 소요자재와 재공목록을 저장하고 있다.

주요 Data Object간의 전체적인 구성을 다음 페이지의 [그림 2]에 나타낸다.

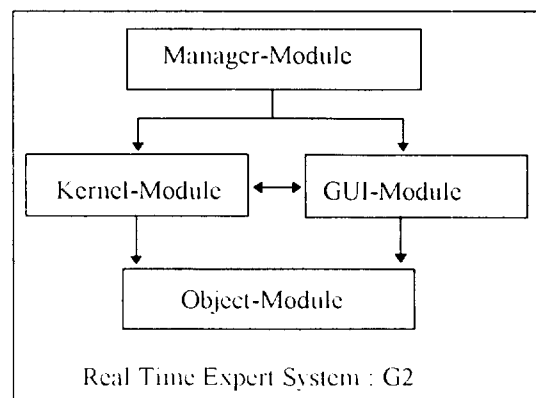
3-2. System 구성

Hardware 구성

SEMM의 H/W 구성은 중앙의 전산실의 HP960, SEMM이 존재하는 HP715/50, X-Terminal, 이 들을 연결하는 Network 과 Print로 구성된다.

Software 구성

SEMM의 S/W 구성은 기반 S/W인 G2, Kernel Module, GUI Module, Object-Module 과 Manager-Module로 구성된다. 이들의 구성관계는 [그림 1]과 같다.

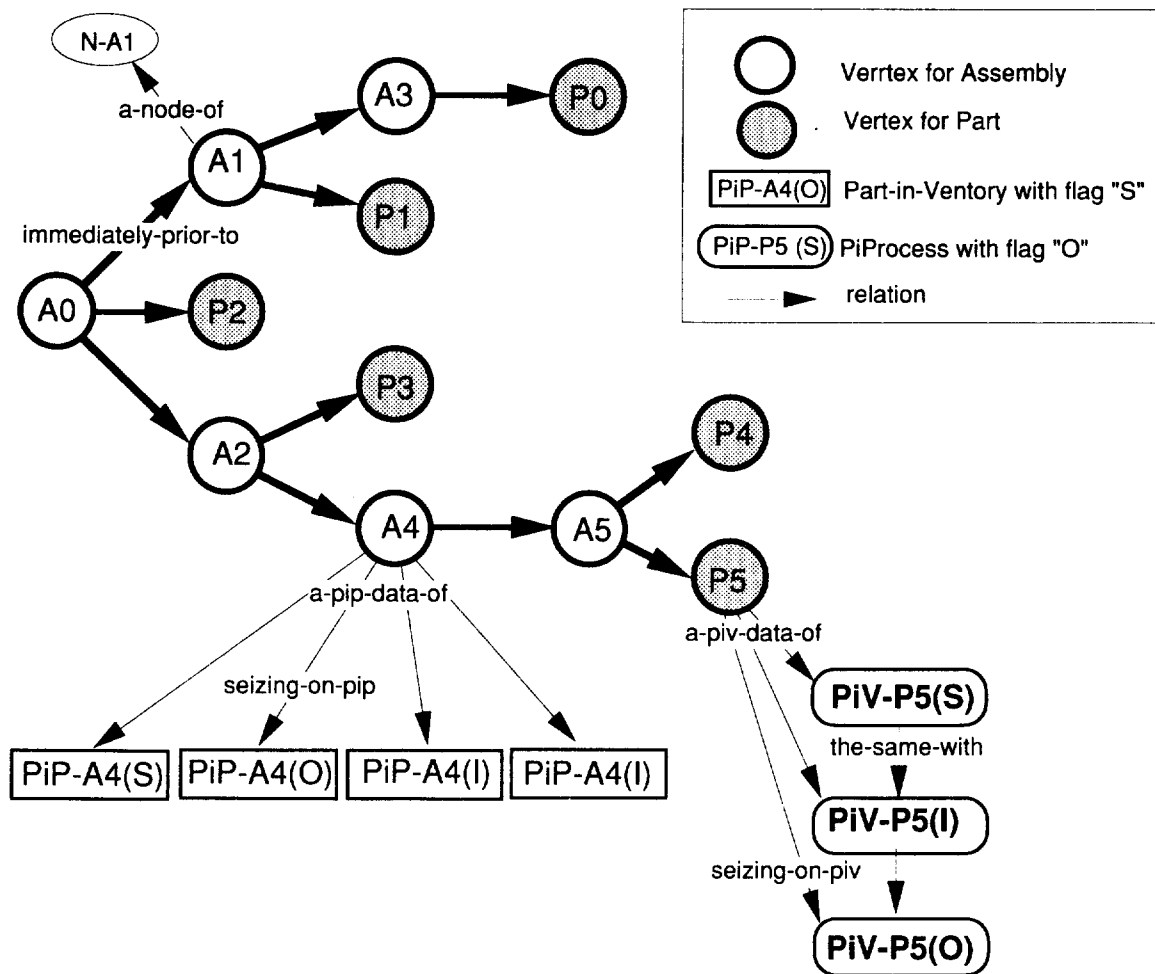


[그림 1] SEMM의 Software 구성

4. 생산일정계획의 수립

A. 생산일정계획수립의 업무흐름

사용자가 입력한 주문이나 기본 사양 생산계획에 근거하여 생산일정계획을 수립한다. 생산일정계획을 만들어내기 까지의 사용자의 기본적인 작업흐름은 다음의 [그림 3]과 같다.



Node

Subass'y-code
Model-code
Level in BOM
Quantity per
Subass'y-name
Shop-code

Handle

DO-code
Model-code
Site-code
Due-Date
Ordered-Quantity
Scheduled-Quantity
Priority

Vertex

Subass'y-code
Model-code
Start-time
End-time
PiP-allot-status
PiV-allot-status
Cumulative-Quantity
Shcduled-Unit
Shop-code

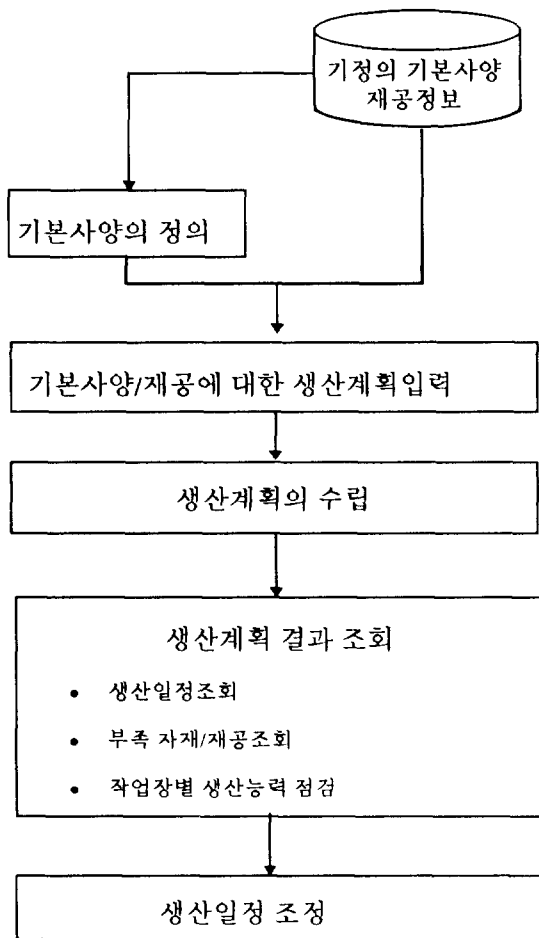
PiProcess

Subass'y-code
Flag
Date
T-Quantity
S-Quantity
Shop-code

Part-in-Ventory

Subass'y-code
Flag
Date
Quantity
Shop-code

[그림 2] 전반적인 Data Structure



[그림 3] 기본적인 작업흐름

기본적인 작업흐름외에 각 작업에 소요되는 표준시간의 입력이나 각 안전재공의 유지수준, 작업장별로 가용한 작업인원, 전원용량, 모델별 시험시간등의 정보는 사용전에 기본적으로 입력되어 있어야하는 정보이다. 이러한 정보는 일단 입력이되고 나면 그대로 저장되는 정보이므로 수정이 필요한 경우에만 작업이 필요하다.

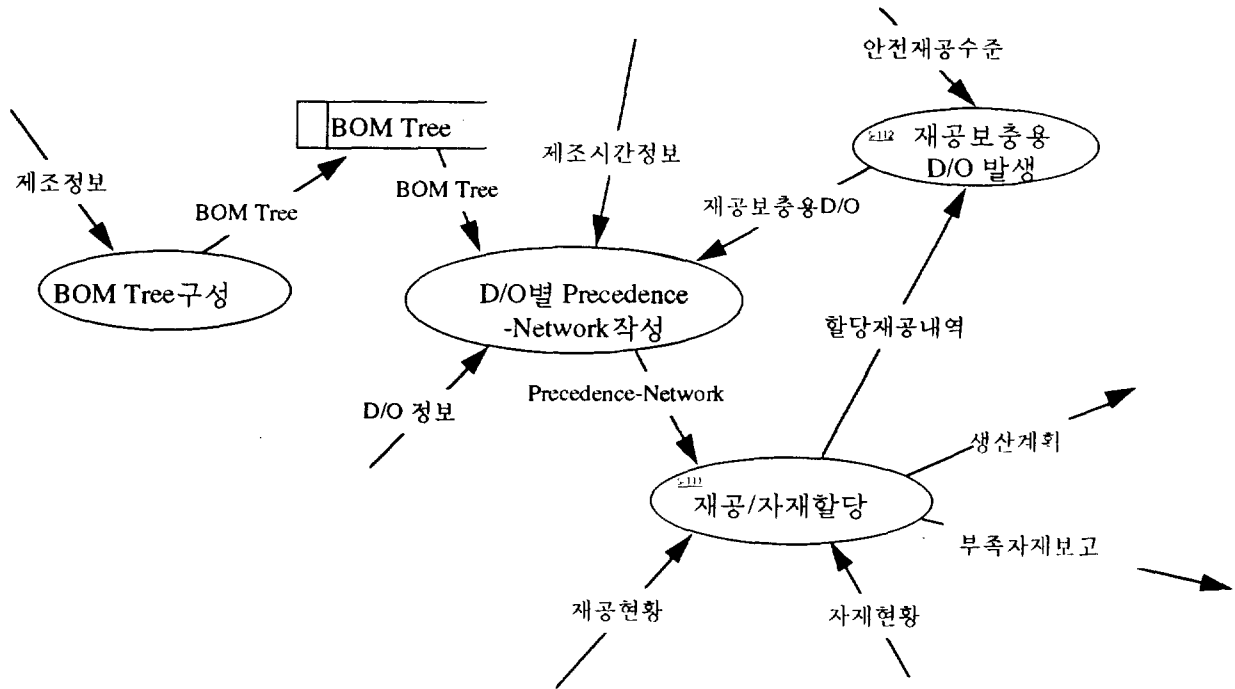
또한 돌발적인 생산요구가 발생하거나 요구수량의 변화, 요구일자의 변화, 우선순위의 조정등을 반영하여 기존 생산계획을 수정할 수도 있고, 작업별로 계획일정을 수정할 수도 있다.

B. MRP Interface

SEMM 운영의 기반이 되는 재공정보, 자재정보, 제품구성정보, 생산능력정보 등을 Network을 통하여 전산실로 부터 공급받은 후, 생산계획수립을 위한 자료구조를 작성하는 작업을 수행한다. 이 작업은 매일 일정한 시간에 수행되는데, 주어지는 각종 정보를 필요에 따라 Relation을 이용해서 연결시켜 둬으로써, 생산계획수립에 소요되는 시간을 최소화시키도록 하였다.

C. 일정계획작성의 내부흐름

일정계획수립과정을 단위작업과 그들간의 정보의 흐름으로 정리하면 다음의 [그림 4]와 같다. [그림 4]에는 중앙의 전산시스템으로 부터 기본정보를 받아 생산계획을 수립하는 전반적인 절차가 표현되어 있는데, 전산실로 부터 제공된 BOM정보와 주문정보를 결합하여 Network을 작성하고, 이를 이용하여 생산계획을 수립하고 있다. 각 작업의 상세한 내용은 다음절에서 설명한다.

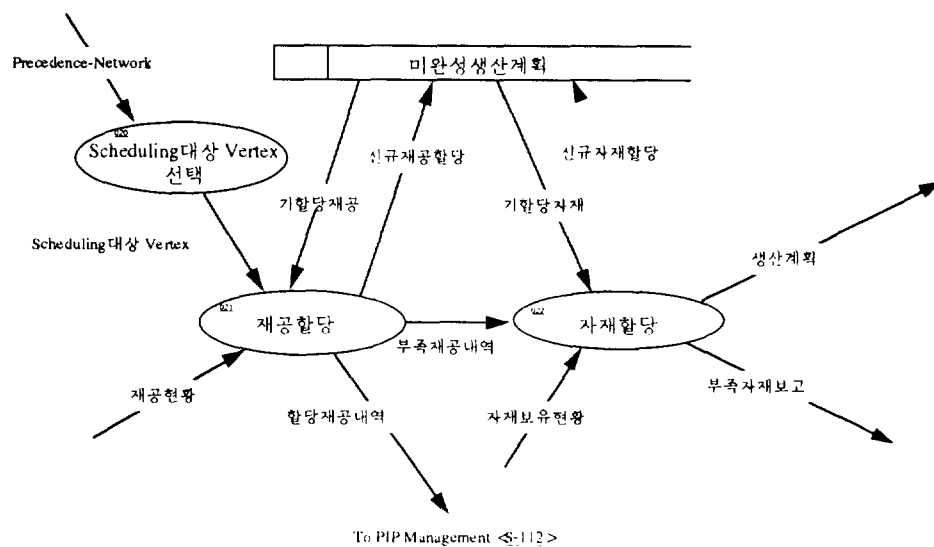


[그림 4] 생산계획작성의 전반적인 흐름

1) 재공 및 자재의 할당.

생산계획의 작성이란 곧 언제 무슨자재와 재공을 어떤 작업에 할당하는가를 결정하는 것과 동일하다. 본 시스템은 우선 재공을 할당하고

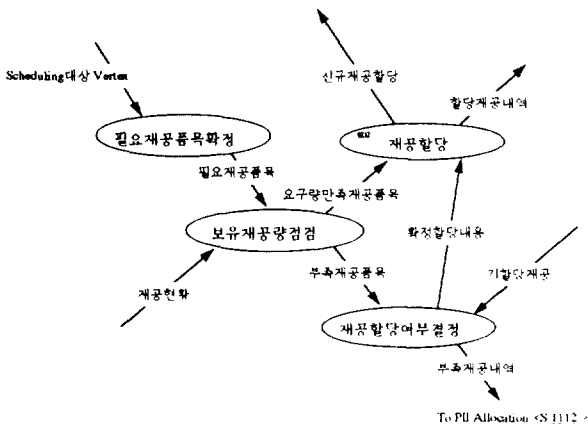
재공이 부족한 경우, 주어진 우선순위와 재공의 사용을 개선할 수 있는 몇가지 Logic에 의해 재공할당 작업을 결정한다. 재공 및 자재할당의 전체적인 흐름은 [그림 5]와 같이 표현할 수 있다.



[그림 5] 재공 및 자재의 할당

재공의 할당

생산요구가 있으면 각 작업에 대해 우선적으로 재공할당을 실시한다. 만약 재공이 부족한 경우, 부족한 재공을 사용할 작업을 선정해야 하는데, 이때 사용되는 것이 사용자가 입력한 우선순위이다. 사용자의 우선순위만으로 부족한 경우에는 시스템내부의 규칙에 의하여 할당작업을 선택한다. 또한 사용된 재공이 안전재공으로 관리되고 있다면, 사용후 보유량을 점검하고 안전재공관리를 실시한다. 이와 같은 과정을 [그림 6]에 나타내었다.



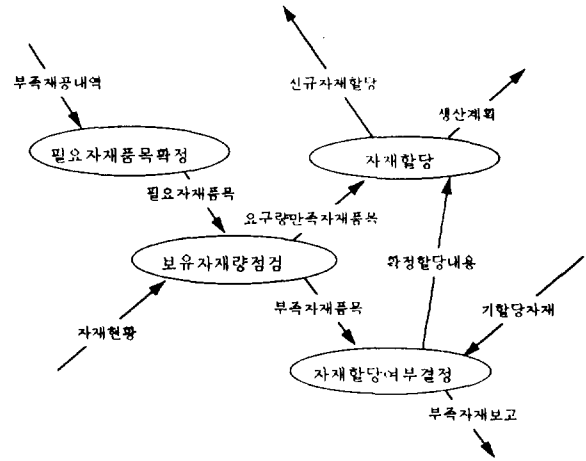
[그림 6] 재공의 할당

자재의 할당

재공의 할당에 실패한 작업에 대해서는 자재의 할당을 실시한다. 단, 안전재공을 할당받아야 한 작업의 경우는 재공이 없어도 자재할당을 실시하지 않는다. 안전재공을 관리하고 있는 생산방식에서 재공이 없다는 것은 곧 자재가 없다는 것을 의미하기 때문이다.

안전재공으로 관리하고 있지 않으면서 재공할당에 실패한 작업에 대해서는 자재의 할당을 실시하는데, 그 과정은 [그림 7]과 같다.

[그림 6] 과 [그림 7]에서 처럼 자재할당과 재공할당의 기본적인 절차는 유사하다.

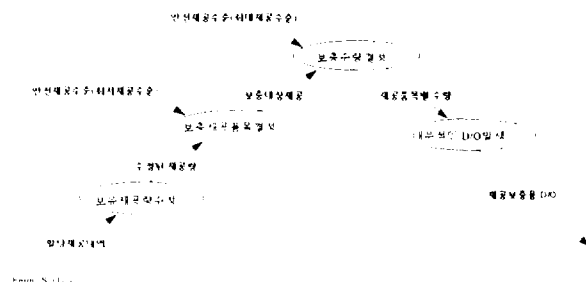


[그림 7] 자재의 할당

2) 안전재공의 관리

재공의 할당이 발생하면 안전재공정책에 의해 보충생산계획의 수립여부를 결정하고, 보충생산을 실시하기로 결정한 경우 재공정책에 의해 필요한 수량만큼의 재공 생산 계획을 수립한다.

안전재공관리의 전반적인 흐름은 [그림 8]과 같다.



[그림 8] 안전재공의 관리

재공보충을 위한 생산계획의 우선순위는 보충된 재공을 사용하는 주문/생산계획의 우선순위를 상속받는다. 사용계획이 없는 재공의 생산을 위한 생산계획은 가장 낮은 우선순위를 갖는다.

또한, 안전재공의 할당을 실시하려하는 경우에는 몇가지 조건이 만족되어야하는데, 이러한 조건은 다음과 같다.

- 해당 작업에 안전재공을 할당한 후, 어느 시점에서 안전재공의 수준이 음이 아니다.
- 특정시점에서의 안전재공량이 음이되지만, 본래의 안전재공량이 안전재공 Min Level 이상이었던 경우.
- 특정시점에서의 안전재공량이 음이되더라도 자재와 시간제약이 보충을 허락하는 경우.

3) 우선순위 결정 규칙

특정자재 p 가 부족하여 p 를 사용하는 모든 단위작업을 만족시킬 수 없는 경우, 부족자재를 어느 작업에 할당을 할 것인지를 결정해야 한다. 이러한 부족자재의 할당을 결정하는 Rule이 바로 자재부족상황에서의 우선순위조정 Rule이다. 부족자재의 할당을 결정할 우선순위를 가중치가 큰 것부터 아래에 정리하였다.

1. 사용자가 입력한 우선순위가 높은 것이 우선한다.
2. Mini Computer의 우선순위가 Micro Computer보다 높다.
3. 납기가 가장 가까운 것을 우선한다.
4. 사용하는 재공 수량의 가중합이 적은 것을 우선한다.

III. 결 론

Scheduling 문제가 달성해야 할 목적함수로는 납기지연의 최소화, 장비사용효율의 극대화, 작업의 대기시간 최소화, 총 작업시간의 최소화등이 있다. 이러한 목적함수들은 대부분의 Scheduling 문제들이 채택하고 있는 일반적인 것들이지만 모든 상황에 적용가능하다 할 수는 없다. 삼성전자 시스템사업본부내의 Mini & Micro Computer 생산라인의 일정계획문제도 바로 그러한 예로써, 라인내에서의 각종 자재나 재공의 대기시간, 총작업시간의 단축등 시간에 관련한 수치들이 개선의 대상이 되기는 하지만 주된 목적함수가 될 수는 없었다. 오히려, 시간보다는 자재의 가용성을 고려한 자재사용 최적화가 가장 중요한 문제가 되고 있었다. 따라서, 시간이라는 측면보다는 자재의 사용효율이라는 측면으로 생산 일정 계획 수립의 목표를 정했다.

현재 시험운영중인 SEMM은 현장의 재공과 자재정보를 조합하여 사용자의 생산요구를 만족시킬 수 있는 생산일정계획을 작성하고 있다. SEMM의 사용으로 인해 다음과 같은 효과를 기대할 수 있다.

- 사전에 생산가능성을 점검하여 영업부서에 토의할 수 있다.
- 안전재공을 원하는 수준으로 관리할 수 있는 제어통로를 가지게 되었다.
- 물발수요에 대처할 수 있어서 수용할 수 있는 수요의 폭이 넓어졌다.
- 문제 자재를 사전에 발견하여 이에 신속하게 대처할 수 있게 되었다.
- 생산지연, 납기지연에 따른 전체적인 일정의 지연을 빠르게 반영하여 생산일정계획을 재수립하고 변화한 상황에서의 제반문제를 파악할 수 있게 되었다.

- 전체적인 생산계획을 수립하는 관리자의 의사결정을 지원할 유용한 도구를 가지게 되었다.

SEMM의 생산계획 수립방식은 목표일을 확정하고 이로부터 작업시간을 계산하여 Backward Shift해가면서 작업시작일을 정하는 방식으로 자재의 부족발생시, 이의 효과를 최소화시키기보다는 부족자재의 발생사실을 사용자에게 알리고 가용자재의 사용을 최적화하는 방식을 채택하였다. 또한 각 작업장의 부하를 계산하여 이를 평준화하는 작업대신 작업장별 소요작업인원과 전력용량을 계산하여 보여주고 이의 조정을 사용자에게 맞기는 수작업 수정기능을 지원하고 있다.