

변합기 공정 개선을 위한 APS(Advanced Planning & Scheduling) 프로세스 설계에 관한 연구

황덕형* · 남승돈** · 조용욱*** · 오선일**** · 나승훈***** · 강경식****

*(주)썬더 · **유한대학교 금형설계과 · ***인덕대학 테크노경영과

****명지대학교 산업경영공학과 · *****명지전문대학 산업시스템경영과

A Study on the Process Design of Advanced Planning & Scheduling for Transformer Operation Improvement

Duk-Hyuong Hwang* · Seung-Don Nam** · Young-Wook Cho*** · Sun-Il Oh****

Seung-Hun La***** · Kyong-Sik Kang****

*Thunder Cooperation, Seoul · **Department of Tool and Mould Design, Yuhan College, Pucheon

***Department of Technology and Systems Management, Induk Institute of Technology, Seoul

****Department of Industrial & Management Engineering, Myongji University, Yongin

*****Department of Industrial & Systems Engineering, Myongji College, Seoul

Abstract

As enterprises, based on the forecast of the customer's demand and collaboration with the suppliers, establish the integrated system directing supply, production, and distribution for the increase of productivity, Thus, this study intends to find the most urgent and critical factors for the improvement of the information system by externalizing factors affecting the operation of information system, suggest the process to improve the relevant functions of information system, and design the process. As a result of the analysis of the previous studies on the improvement of the information system, many studies were conducted on the improvement of ERP and SCM, yet there was no study conducted targeting about APS (Advanced Planning & Scheduling). Thus, this study chose APS as the subject for the design of the process for the improvement for the information system.

Keywords : Advanced Planning & Scheduling, Multi Criteria Decision Making, Transformer

1. 서론

현대사회에서 많이 활용되고 있는 정보시스템은 고객 요구의 다양화라는 변화 때문에 기업에 맞는 시스템을 구축하여 통합적으로 관리하려고 한다. 또한 고객 대응을 하면서 사용자가 효율적으로 운영할 수 있는 시스템은 필수적이다. 따라서 본 연구의 목적은 정보시스템을 기업에 적합한 시스템으로 개선하는 과정을 설계하고자 한다. 이를 정보시스템의 목적과 연관이 있는 객관적 요인과 정보시스템 사용자 측면의 주관적

요인으로 분류하여 분석하고자 한다. 또한 분석된 요인 분석의 결과 채택된 요인의 상관계수를 활용하여 가중치를 선정하고 각 요인이 변함에 있어서 다기준의사결정법을 활용하여 운용상의 문제점을 객관적 요인으로 활용하고 사용자의 만족도를 주관적 요인으로 활용하여 APS 개선 프로세스의 중점요인을 찾아내고자 한다. 마지막으로 이 과정을 변합기를 생산하는 기업에 적용하고 프로세스 개선하여 그 효과를 검증하고자 한다.

† 교신저자 : 황덕형, 서울시 서초구 서초동 1510-3

Fax : 02-594-2093 E-mail : dokong@thunder.co.kr

2012년 4월 20일 접수; 2012년 6월 11일 수정본 접수; 2012년 6월 11일 게재확정

2. 선행연구

하정훈(2011)[4]은 APS(Advanced Planning & Scheduling)는 다양한 구성원이 다양한 목적으로 사용하게 되므로 다양한 기능 중에서 필수적인 기능과 부가적 기능을 구분하는 것은 난해한 문제라고 하였다. 또한 AHP(Analytic Hierarchy Process)[10,11]를 이용하여 다양한 APS의 기능에 대한 중요도를 정량적으로 도출하여 필수적 기능과 부가적 기능을 구분하고 이를 APS의 개선에 적용하였다. Kejia Chen(2011)[5]은 APS의 문제점을 제품의 납기일과 아이템 사이의 작업 순서, 제조시스템의 제한된 능력으로 보고 이러한 문제를 제품의 이상적 시간과 고객 주문에 대한 지연 사이에서 최소의 비용으로 해결하기 위한 사례연구를 하였다. Mitsuo Gen(2009)[8]은 APS에 대해 자재와 제품의 능력에 의한 제조관리 프로세스 고객 수요에 의해 결정된다는 것에 대한 내용을 기본적인 일정계획 모형, job-shop 일정계획, 조립라인 발란싱 모형과 제조와 물류의 통합 일정계획을 조사 분석 하였다. 김동진(2003)[1]은 물류관리에서의 우리나라 정보시스템의 현재를 파악하고, 이에 대한 문제점 분석은 물론 나타난 문제점들을 해결하기 위해 기존에 실행되고 있는 시스템과의 비교분석을 통하여 물류정보시스템을 통한 물류관리의 개선 방향을 제시하였다. 변동되는 시장 상황에 맞추어 자재의 구매/조달, 연구 개발, 생산, 물류/배송, 판매, 및 고객에 대한 납기 약속 등을 신속하고 정확하게 처리하기 위해 전 세계적으로 SCM(Supply Chain Management)관점에서 APS시스템을 사용하고 있다. 이에 박경종(2002)[2]는 High-Tech 산업 중에서 전자 산업의 요구 사항을 분석하고, 이러한 요구 사항들을 해결하기 위해 세계적으로 SCM 시장에서 가장 많은 경쟁력을 가지고 있는 i2 Technologies사의 생산 계획 및 스케줄링 툴인 Factory Planner를 사용한 사례를 제시하였다. 오형술(2002)[3]은 Supply chain상의 공장 내에서 생산계획 및 스케줄링을 수행하는데 실제로 발생하고 있는 문제점들을 파악하고 이러한 문제점들을 해결하기 위해 한 방법으로 현재 사용되고 있는 시스템들이 가지고 있지 못하거나 부족한 기능을 보완하기 위하여 APS를 적용하여 효과적인 업무 프로세스를 구축 하였다. APS는 제약기반계획, 최적화, 시뮬레이션 등의 기법을 이용한 진보된 또는 진전된 계획과 일정수립도구이다. 또한 ERP 및 SCM과는 분명히 구분해야 한다. 기본적으로,ERP는 일상의 업무를 처리해 기록하는 것이고, APS는 의사결정을 위한 것이다. 대상 업무에 따라서는 생산계획(manufacturing planning), 일정(scheduling), 수요/공급 계획(demand/distribution planning), 각각마다에 중점을 두는 제품들과 이들 업무 전반을 다루는 공급망 계획(supply chain planning)

제품의 네 가지로 구분할 수 있다. 구현기술로 본다면, 최적화(Optimization)를 위한 수학적 기법을 이용하는 것, 네트워크(Network-based)와 제약조건 이론(Theory of Constraints)을 기반으로 하는 것 그리고 대기행렬 이론(Queueing theory)을 이용한 시뮬레이션을 기법의 것으로 나눌 수 있다. 하지만 선행연구를 분석하여 보면 먼저 APS를 하나의 기능으로 다루면서 ERP 및 SCM 최적화에 미치는 영향에 대한 논문들로 구성되어 있고, ERP, SCM, TOC 등의 분야에서 많은 연구가 되어 지고 있는 프로세스 성공요인에 대한 연구가 미진하다. 따라서 본 연구에서는 APS를 기업에서 적용함에 있어 혁신적인 측면이 아닌 개선적인 측면에서 영향을 미치는 변수를 객관적 요소와 주관적 요소로 분류하여 다기준의사결정법을 통하여 개선 프로세스를 설계하고 기업에 적용하고자 한다.

3. 프로세스 설계 방안

3.1 프로세스 적용 방법

3.1.1 기본 가정

본 연구에서는 APS 시스템을 개선하는 프로세스를 개발하기 위하여 다기준 의사결정 모델을 이용하고자 한다. APS를 개선하려 할 때의 고려해야 할 요소는 객관적 요인과 주관적 요소가 있다. 객관적 요소에 대한 데이터는 프로그램을 사용함에 있어 나타나는 공식적으로 발표된 통계자료를 사용하여 얻을 수 있고 주관적 요소 데이터는 전문가 및 APS 프로그램 사용자로부터 얻어진다. 또한 각 요소에 대한 가중치는 연구모형을 통한 Amos 구조방정식 모형으로 분석된 상관계수를 사용하여 결정한다.

3.1.2 다기준 의사결정법의 절차

(1) 객관적 요소의 평가

다기준 의사결정을 바탕으로 객관적 요소를 정량화 시키도록 한다. 각 요소 등의 정량화를 위해 최고점 10점 만점을 기준으로 하고 APS 기능의 차이에 따라 상대적 가치를 분할하여 정량화 하였다.

(2) 주관적 요소의 평가

개선 사항을 선택함에 있어서 주관적 요소들 간의 중요도를 얻기 위해 1부터 9까지의 구간 척을 이용하여 3장의 결과에 따른 채택부서의 APS 프로그램 사용자들에게 의해 가중치를 부여하도록 하였다. 1은 매우 중요하지 않음을 나타내고 9는 매우 중요함을 의미한다.

(3) 객관적 요소 값과 주관적 요소 값의 정규화

모든 객관적 요소와 주관적 요소를 i 라 표시하고

$i = 1, \dots, s, s+1, \dots, s+t$ 이다. 이때 $1, \dots, s$ 까지는 객관적 요소를 의미하고 $s+1, \dots, s+t$ 는 주관적 요소를 의미한다. 각 지역($j = 1, \dots, l$)의 객관적 요소의 정규화는 다음과 같이 표현한다. 만일 요소가 이익 요소일 경우, 즉 요소 값이 클수록 좋은 경우에는 NOV (Normalized Objective Attribute Value)는 식(1)과 같다.

$$NOV_{ij} = OV_{ij} / (OV_{i1} + OV_{i2} + \dots + OV_{il}) \quad \text{식(1)}$$

요소가 비용 요소일 경우, 즉 요소 값이 작을수록 좋은 경우는 아래 식(2)와 같다.

$$NOV_{ij} = (1/OV_{ij}) / [(1/OV_{i1}) + (1/OV_{i2}) + \dots + (1/OV_{il})] \quad \text{식(2)}$$

다음으로 프로그램 개선 사항에 대한 주관적 요소를 정규화 하는 방법을 살펴보기로 한다. 여러 APS 프로그램 사용자가 각각의 주관적 요소에 부여된 값을 다 구치 기법에서 이용하는 SN비로 계산하고 그 값들을 정규화한다. SN비(Single to-Noise ratio)는 통신공학 분야에서 품질의 특성을 다룰 때, 사용하는 개념으로 신호 입력이 시스템을 통과해서 출력될 때 이를 방해하는 잡음(noise)이 출력에 어느 정도 영향을 미쳤는가를 상대적으로 계산한 것을 말한다. 이것이 다구치에 의해 설계, 제조공정의 우수성 및 제품의 신뢰성 등을 측정하는 척도로써 확장되어 널리 사용되어 왔다. 제품의 성능을 나타내는 변수를 일컬어 특성치라 하며 특성치는 일반적으로 가장 바람직한 값(이상치 또는 목표치)을 가진다. 이상치는 목표치의 관점에서 특성치를 세 종류로 구분할 수 있다[12].

- ① 망소 특성치 : 원래의 반응치를 감소시키면서 동시에 변동도 감소시키는 것으로 작을수록 좋은 특성을 말한다. 예로는 마모율, 진동, 불량률과 같은 것들이 있다.
- ② 망대 특성치 : 원래의 반응치를 증가시키면서 동시에 변동은 감소시키는 것으로 클수록 좋은 특성을 말한다. 예를 들면 강도, 수명 등과 같은 특성이다.
- ③ 망목 특성치 : 규격상의 목표치에 근접한 반응치를 유지시키면서 이 값을 중심으로 한 반응치의 변동을 감소시키는 것으로 목표치가 주어졌는 특성이다. 무게나 길이 등과 같이 지정된 목표치가 있는 것에 해당한다.

본 논문에서는 APS 프로그램을 운용함에 있어 개선 사항 선택에 있어서 각 기능 j 의 임의의 요소 i 에 APS 프로그램 사용자가 부여한 값들의 평균이 크고 그

값들이 차이가 적은 즉, 거의 일치한 평가를 내리는 지역에 우선순위를 두도록 하였다. 망대특성치에 대한 SN비 공식은 다음 식(3)과 같다.

$$SN_{ip} = -10 \log \left[\frac{1}{u} \sum_{p=1}^{ip} \frac{1}{b_{ijp}^2} \right] \quad (p = 1, \dots, u) \quad \text{식(3)}$$

이때 b_{ijp} 는 각 기능 j 의 임의의 요소 i 에 대한 p 명의 APS 프로그램 사용자가 부여한 값을 의미한다. 임의의 주관적 요소에 APS 프로그램 사용자가 부여한 값들을 식 (4.3)에 의해 계산하고 그 값들을 정규화 한다. $NSSNV_{ij}$ (Normalizes subjective Attribute SN ratio Value)는 다음 식(4)와 같다.

$$NSSNV_{ij} = SSNV_{ij} / (SSNV_{i1} + SSNV_{i2} + \dots + SSNV_{il}) \quad \text{식(4)}$$

(4) 모든 객관적·주관적 요소에 의한 상대적 중요도를 계산

각 요소에 대한 상관계수를 이용하여 전체 객관적, 주관적 요소 i 에 ($i=1, \dots, s, s+1, \dots, s+t$)에 가중치를 할당한다. CN_{ip} 를 구조방정식 모형으로 계산된 상관계수를 사용한다. 모든 객관적, 주관적 요소 i 에 대한 정규화된 가중치 NW_i 는 다음 식(5)와 같다.

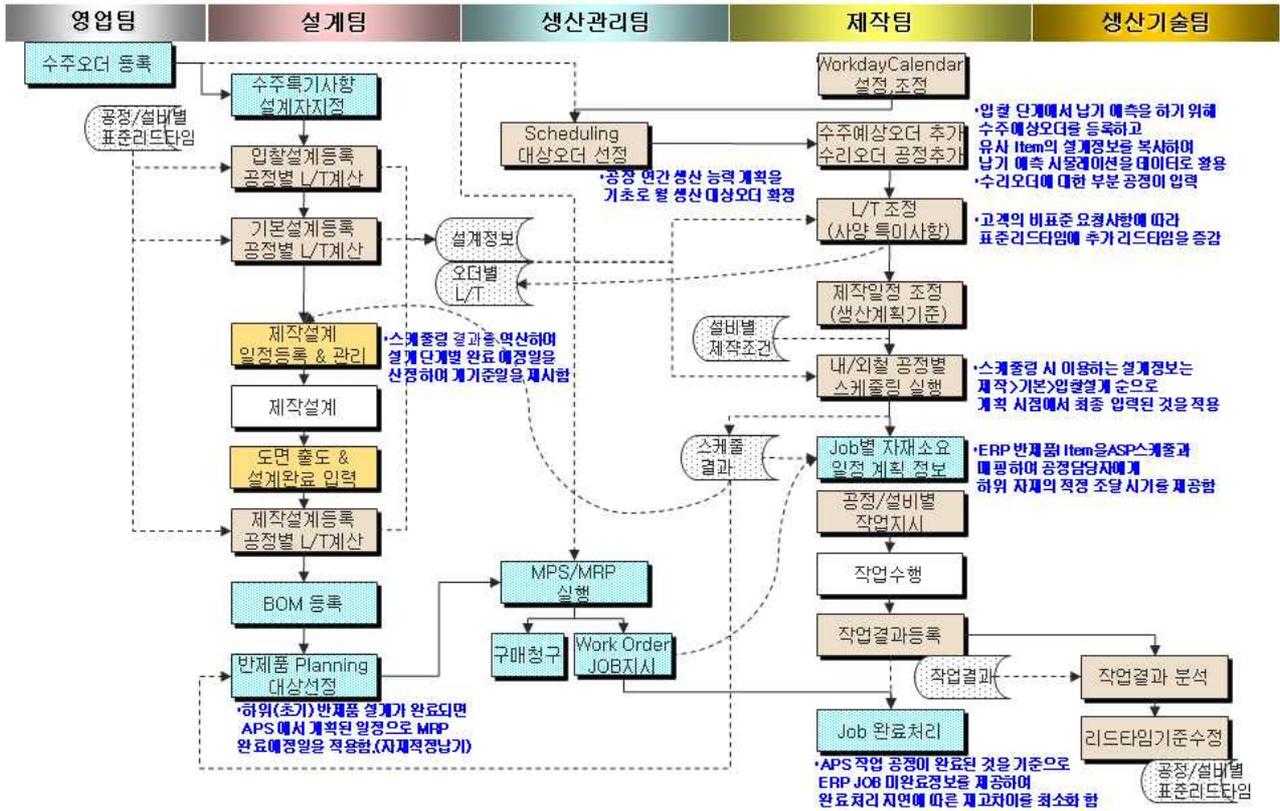
$$NW_i = CN_{ip} / (CN_{1p} + CN_{2p} + \dots + CN_{s+ip}) \quad \text{식(5)}$$

(5) 선호도 계산 및 중점 개선사항 선정

PRE_j 를 개선사항 선정 j 에 대한 선호도라고 하면 PRE_j 는 객관적 요소와 주관적 요소의 가중평균이 된다.

$$PRE_j = \sum_{i=1}^{s+1} NW_i \times N(j)_i \quad \text{식(6)}$$

$N(j)_i$ 는 요소 i 에서의 개선사항 j 의 정규화가 된 값이다. 이때 $\sum_{j=1}^l PRE_j = 1$ 이 된다. 각각의 개선대상에 대해 식(6)을 이용하여 계산한 결과에서 가장 높은 선호도를 가지는 개선대상 모듈이 선택되어진다. 즉, 임의의 개선대상 j 가 최상 것이라면 $PRE_j = \max(PRE_1, PRE_2, PRE_3, \dots, PRE_l)$ 이 된다. 이 모델에서 각각의 요소는 서로 독립적이라고 가정한다[16].



[그림 1] APS 시스템 전체 흐름도

3.2 프로세스 모형 설계

APS 개선 프로세스 개발을 위한 전체적인 절차는 다음과 같다.

- ① APS의 기능 설정
- ② 객관적 요소 및 주관적 요소의 정의
- ③ 객관적 요소의 평가 및 요소 값의 정규화
- ④ 주관적 요소의 평가 및 요소 값의 정규화
- ⑤ 모든 객관적·주관적 요소의 상관계수에 의한 상대적 중요도를 계산
- ⑥ 선호도 계산 및 중점 개선사항 결정

각 단계별로 수행 할 시 고려해야 할 요소들 중에는 현실적으로 명확하게 정량화되지 못하는 경우가 많아 이를 정량화하기 위하여 다기준 의사결정을 적용하고자 한다. 또한 각 단계 중 APS 개선 프로세스 개발에 필요한 단계를 이용하여 모형을 개발한다.

3.2.1 APS의 기능 설정

APS는 설비별 작업일 Calendar, 공정별 설비, 자원 사용 제약조건, 리드타임 산정기준 등을 기준 정보로 관리해야 하며 ERP 수주오더를 APS 시스템의 스케줄링 대상 오더로 인터페이스하고 총조립 공정의 완료예정일 기준으로 제작 스케줄링 납기를 산정해야 한

다. 또한 공정별 제조리드타임 산정 및 권선작업 기준일(납기를 고려한 오더의 작업 우선순위를 선정을 위한) 계산하는데 이는 설계 진행 정보를 조기 활용하여 증장기계획(Planning), 제작상제일정(Scheduling)을 수립하기 위함이다. 이러한 APS의 전체 흐름도를 3장의 요인분석 내용과 연결시켜 나타낸 것이 [그림 1]이다.

[그림 1]의 흐름도를 원활히 수행하기 위한 APS의 기능을 정리하면 다음과 같다.

- ① 설계 정보 관리
 설계정보 관리, 파트별 담당자별 설계일정 현황
- ② 작업지시 및 실적관리
 공정별 작업지시서 발행, 작업결과 등록
- ③ 제작관리
 월간 및 공정별 일정계획 및 출력, 공정별 작업 계획 현황(자재일정 수립용), 외주 리소스 스케줄링(내철 권선-성립), 납기 예측 시뮬레이션
- ④ 공정분석 현황
 리소스별 가동률 분석(계획, 실적) 기간별 공정별 리드타임 분석, 기간별 오더별 공간간 대기 현황, 프로젝트별 진척 현황, 월간 진도 현황
- ⑤ ERP & 설계 일정관리
 제작일정 계획과 ERP MRP와 Interface, 설계일정 관리(PDM)와 Interface (ERP에서 설계 & 제작 일정 계획 조회)

3.2.2 객관적 요소의 정의

3장에서 채택된 APS의 업무인 객관적 요소를 정의하면 다음과 같다.

- ① 각 기능에 대한 설계 정보 입력에 관한 문제 건수/기간
- ② 각 기능에 대한 스케줄링 납기 조정에 관한 문제 건수/기간
- ③ 각 기능에 대한 각 공정별 작업 수정에 관한 문제 건수/기간
- ④ 각 기능에 대한 제작 일정계획 수정에 관한 문제 건수/기간
- ⑤ 각 기능에 대한 기준정보관리 운영에 관한 문제 건수/기간

모든 요소가 문제 건수로 요소가 비용 요소일 경우와 일치하므로 요소 값이 작을수록 좋은 경우인 식(2)를 사용하여 계산한다.

3.2.3 주관적 요소의 정의

3장에서 채택된 주관적 요소인 운영팀의 업무를 정의하면 다음과 같으며, 업무향상정도, 프로그램 구사능력, 타 부서와 관련성, 타 시스템과 연관성, 팀원의 만족도 등을 망대 특성치로 분석하여 업무의 효율성을 측정하고자 한다.

- ① 설계팀 : ERP 기능을 통해 기준 정보 처리 (수주 특기사항, 제작설계 일정 등록 등)
- ② 생산관리팀 : 생산계획 담당 (일정계획) 대상 오더 선정)
- ③ 제작팀 : 공정별 업무 관리 (리드타임 조정, 일정 계획 정보 등)
- ④ 생산기술팀 : 작업결과 분석 (리드타임 기준 수정 등)

4. 변압기 공정의 APS 프로세스 적용

4.1 적용 프로세스

내철형(Core Form) 변압기의 공정 내용은 다음과 같다.

- ① 권선 : 권선을 감기 위해서는 기본적으로 전선이 요구되며 추가적으로 여러 가지 권선 절연물이 요구되며, 일반적으로 권선은 3상의 경우 고/중/저압이 기본이며 설계에 따라 탭/리액터 등의 권선도 필요하다.
- ② 철심적층 : 고투자를 방향성 규소강판 Roll을 적정한 폭으로 절단(Slitting), 자동 Punching Machine(Cut-In-Length)에서 필요한 모양으로 가공 및 재단하며 내철형의 경우는 다른 폭의 철심을 적층하여 단면이 원형이 되도록 한다.
- ③ 본체조립 : 권선을 저.중.고압 순으로 각각의 단철

구조물로 이루어진 철심적층 구조물에 삽입하고, 상부 철심을 끼워 조립하며, 이 과정에서 여러 가지 본체조립용 절연물을 삽입하여 본체를 조립한다.

④ 배파섬 : 본체 조립이 완료된 후 절연물의 치수관리 및 절연 내력을 증가시키기 위하여 권선, 절연재 등에 함유되어 있는 먼지, 이물질 및 습기를 제거하고, 고 진공 상태(3Torr 이하)에서 절연유로써 함침을 실시한다.

⑤ 인탱킹 : 건조된 변압기 본체를 하부탱크에 삽입하고 상부 탱크를 덮는 공정

⑥ 핫오일 : 배파섬 공정이 끝난 후 인탱킹 공정이 빠른 시간 안에 진행되지 않은 경우나 변압기 품질향상을 목적으로 수행하는 선택 공정으로 변압기 내부에 뜨거운 기름을 달구어 변압기 내부로 순환시켜 수분을 제거하는 과정이다.

⑦ 총조립 : 인탱킹된 변압기의 외부에 붓싱과 리드를 연결하고 부품 취부, Radiator 부착 및 배선 등 부속장치를 최종 조립하여 진공 여과 작업을 거친 후, 절연유를 탱크에 주유하고, 절연력을 향상시키기 위하여 절연유 내의 수분 및 이물질을 제거한다.

4.2 프로세스 적용

APS의 개선을 위하여 주요 기능 중에서 개선 분야를 선정하기 APS의 기능을 설계 정보 관리, 작업지시 및 실적관리, 제작관리, 공정분석 현황, ERP & 설계 일정관리로 분류하고 이를 분석 대상으로 하였다.

4.2.1 객관적 요소 분석

본 연구에서는 3장에서 채택된 요소를 분석하기 위하여 각 기능에 대한 설계 정보 입력에 관한 문제, 스케줄링 납기 조정, 공정별 작업 수정, 제작 일정계획 수정, 기준정보관리 운영을 활용하였으며, 데이터는 <표 1>과 같으며, 이는 3개월 간의 데이터이다.

<표 1> 객관적 요소 데이터

	설계 정보 관리	작업 지시 및 실적 관리	제작 관리	공정 분석 현황	ERP & 설계 일정 관리
설계정보 입력	4	4	3	6	8
스케줄링 납기	8	6	8	7	6
공정별 작업 수행	5	8	12	9	8
제작 일정계획	11	14	11	10	3
기준정보 운영	7	6	6	7	6

<표 1>에서 수집된 객관적 요소를 정규화한다. 물론 객관적 요소들 모두가 APS 프로그램 개선에 선정에 절대적 영향을 미친다고 보기는 어렵기 때문에 실제로는 많은 오차가 발생할 수 있다. 모든 데이터가 클수록 원하는 조건인 모듈에서의 문제점과 부합되는 특성치로 계산하기 위하여 식(1)을 활용한다. 계산된 모든 객관적 요소의 정규화 값을 표로 나타내면 <표 2>와 같다.

<표 2> 객관적 요소 값의 정규화

	설계 정보 관리	작업지시 및 실적 관리	제작 관리	공정 분석 현황	ERP & 설계 일정 관리
설계정보 입력	0.1600	0.1600	0.1200	0.2400	0.3200
스케줄링 납기	0.2286	0.1714	0.2286	0.2000	0.1714
공정별 작업 수행	0.1190	0.1905	0.2857	0.2143	0.1905
제작 일정계획	0.2245	0.2857	0.2245	0.2041	0.0612
기준정보 운영	0.2188	0.1875	0.1875	0.2188	0.1875

4.2.2 주관적 요소 분석

주관적 요소를 평가하기 위해 본 연구에서는 APS 프로그램 사용자들을 상대로 설문지를 회수하였으며, 이는 프로그램 사용자들에 대한 업무향상정도, 프로그램 구사능력, 타 부서와 관련성, 타 시스템과 연관성, 팀원의 만족도를 분석하여 프로그램 사용자의 사용 만족도를 측정하기 위함이다. 객관적 요소를 프로그램을 사용함에 있어 문제 발생건수를 분석하고, 주관적 요소를 통하여 사용자의 만족도를 망대 특성치로 분석하여 문제점과 만족도를 동시에 분석하고자 함이다. 다음으로 APS 시스템 개선 기능을 선택하는데 있어 주관적 요소를 정규화 한다. 각 팀의 여러 프로그램 사용자가 각각의 주관적 요소에 부여한 값을 다구치 기법을 이용하는 SN비로 계산하고, 그 값들을 정규화한다. 주관적 요소는 1에서 9까지 구간치를 이용하여 사용자가 부여한 값의 특성치가 클수록 원하는 조건에 부합되는 망대특성치로 간주하였다. 주관적 요소인 설계 정보 관리에 대한 설계팀을 5가지 만족도 요인에 부여한 값들의 SN값을 식(3)으로 계산하면 다음과 같다. 모든 기능에 대한 주관적 요소의 SN값을 계산하면 <표 3>과 같다. 구해진 SN비를 근거로 하여 주관적 요소의 값을 식(4)에 의해 정규화 하면 <표 4>와 같이 요약된다.

<표 3> 주관적 요소의 SN비

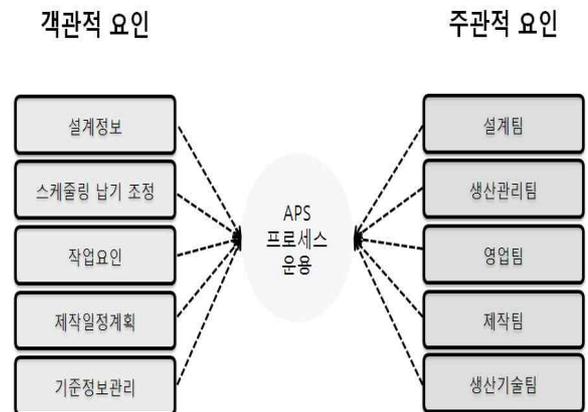
	설계 정보 관리	작업지시 및 실적 관리	제작 관리	공정 분석 현황	ERP & 설계 일정 관리
설계팀	16.2183	15.6425	16.9965	16.4976	15.0595
생산 관리팀	15.7975	16.3393	17.3295	16.0478	16.3160
제작팀	17.9350	16.0502	17.9790	16.0502	17.1105
생산 기술팀	17.5601	15.4139	16.0502	15.7998	17.2097

<표 4> 주관적 요소 값의 정규화

	설계 정보 관리	작업지시 및 실적 관리	제작 관리	공정 분석 현황	ERP & 설계 일정 관리
설계팀	0.2017	0.1945	0.2114	0.2052	0.1873
생산 관리팀	0.1931	0.1997	0.2118	0.1961	0.1994
제작팀	0.2230	0.1996	0.2236	0.1996	0.2128
생산 기술팀	0.2184	0.1917	0.1996	0.1965	0.2140

4.2.3 변수의 가중치 계산

객관적 요소와 주관적 요소의 가중치를 선정하기 위하여 [그림 2]와 같은 Amos 구조방정식모형으로 요인 분석에서 나타난 채택된 각 요소의 상관계수를 사용하였으며, 그 결과는 <표 5>와 같다. <표 5>의 상관계수가 클수록 APS와 관계성이 높다고 판단할 수 있으며, 식 (1)을 통하여 정규화한 값을 가중치로 사용할 수 있다.



[그림 2] 연구모형

<표 5> APS와 각 변수간의 상관계수

	상관계수 (CR)	가중치
설계정보 입력	0.095	8
스케줄링 납기	0.132	1
공정별 작업 수행	0.129	3
제작 일정계획	0.110	4
기준정보 운영	0.105	6
설계팀	0.091	9
생산관리팀	0.130	2
제작팀	0.109	5
생산기술팀	0.100	7

4.2.4 개선 필요성 우선순위 선정

식(6)을 이용하여 설계 정보 관리에 해당하는 우선순위 값을 구하면 다음과 같다. 이때 NW1는 모든 객관적, 주관적 요소 1에 대한 정규화 된 가중치이고, N(1)1는 요소 1에서의 설계 정보 관리의 정규화 된 값이다. 이때 모든 PRE의 합은 1이 된다. 기능에 대해서도 우선순위를 구하면 <표 6>과 같이 요약된다.

계산결과 우선순위 값이 가장 높은 제작관리 모듈이 객관적인 요소와 주관적인 요소를 모두 고려했을 때 가장 우선적으로 개선해야 으로서 선정되었다. 이는 프로그램을 사용함에 있어 문제 발생건수를 분석한 객관적 요소와 프로그램 사용자에게 의해 부여된 값의 평균이 크고, 분산이 작은 즉, 개선 우선순위 선택에 있어서 모든 사용자들이 만족도를 높게 평가하는 주관적 요소를 고려하여 APS 프로그램 개선에 있어서 필요 기능에 우선순위를 둔다는 것을 의미한다.

<표 6> APS기능에 대한 우선순위값

	설계 정보 관리	작업 지시 및 실적 관리	제작 관리	공정 분석 현황	ERP & 설계 일정 관리
우선 순위값	0.1982	0.1985	0.2144	0.2083	0.1920

따라서 본 연구에서 객관적·주관적 요소를 고려했을 때 제작관리 모듈(0.2144)의 개선 필요성이 가장 크다고 할 수 있다. 이는 사용자의 만족도를 망대 특성치로 분석하여 문제점과 만족도를 동시에 분석하고자 하는 목적으로 해석할 수 있다.

5. 결론 및 향후 연구과제

현대 산업시스템에서 운영되고 있는 정보시스템은 다양한 고객 요구에 대응하기 위하여 기업에 가장 적합한 프로세스로 계속 개선되어야 한다. 따라서 기업은 이러한 시스템을 구축함에 있어서 업무 프로세스를 정의하고 정보시스템을 개선하여 최적의 시스템으로 발전할 수 있도록 해야 한다. 분석된 요인 분석의 결과 채택된 요인의 상관계수를 활용하여 가중치를 선정하고 각 요인이 변함에 있어서 다기준의사결정법을 활용하여 운용상의 문제점을 객관적 요인으로 활용하고 사용자의 만족도를 주관적 요인으로 활용하여 APS 개선 프로세스의 중점요인을 찾아내었다. APS 개선 프로세스 개발을 위한 전체적인 절차는 이는 객관적 요소를 프로그램을 사용함에 있어 문제 발생건수를 분석하고, 주관적 요소를 통하여 사용자의 만족도를 망대 특성치로 분석하여 문제점과 만족도를 동시에 분석하고자 하는 것이다. 마지막으로 설계된 프로세스를 변압기 제조 공정에 적용하여 분석하였다. 본 연구는 정보시스템의 개선 프로세스를 설계하기 위하여 APS를 적용한 것으로 요약할 수 있다. 본 연구는 운용상의 문제점과 사용자의 만족도를 고려한 개선 프로세스를 설계한 것이며, 고객의 주문 변화 및 사용 환경의 변화에 따른 개선 프로세스 설계 방법 또한 계속 연구 되어질 수 있으며, 본 연구에서 활용된 다기준의사결정방법 이외에 다른 기법을 통한 연구도 계속적으로 연구가 되었으면 한다.

6. 참고 문헌

- [1] 김동진(2003), “APS(Advanced Planning & Scheduling)를 활용한 생산물류정보시스템 구축에 관한 연구” 대한안전경영과학회 춘계학술대회논문집, pp93-96
- [2] 박경중, 오형술, 이충수(2002), “전자산업의 생산 계획 및 스케줄링을 위한 Factory Planner적용”, 한국경영과학회 춘계학술대회논문집, pp8-15
- [3] 오형술, 박경중, 이충수 (2002), “Supply Chain 상에서 공장내의 생산 계획 및 스케줄링을 위한 Factory Planner 적용”, 산업경영시스템학회지 제25권 제4호 pp8-15
- [4] 하정훈, 이영관, 옥창수(2011), “계층적분석기법을 이용한 APS 개선방안 도출” 대한산업경영시스템학회지, Vol.34 No.3, pp.123-133
- [5] Kejia Chen, Ping Ji and Qing Wang(2011), “A case study for advanced planning and scheduling”, Journal of systems Science and Systems Engineering Vol. 20, No 4, pp460 -474
- [6] Kishore, C.V.(2001), “Critical Success Factors for

Implementation of Enterprise Resource Planning System”, Thailand :AIT.

- [7] Marien, Edward, J.(2000,March/April). “The Four Supply Chain Enablers”, Supply Chain Management Review, p60-p68.
- [8] Mitsuo Gen, Wen Qiang Zhang, Lin Lin(2009), “Survey of Evolutionary Algorithms in Advanced Planning and Scheduling”, Journal of Korean Institute of Industrial Engineers, Vol. 35, No. 1, pp15-35
- [9] Rhonda, R.L., Karen, S. and R.,J.V.,(2000.7), “Self-Assessment : A Foundation for supply chain Success”, Supply Chain Management Review, pp81-87.
- [10] Saaty Thomas L.(1994), “Highlight and Critical Points in the Theory and Application of the Analytic Hierarchy process, Eur. J. Operational Research (74)3, pp426-447
- [11] T. L. Saaty (1980), 「The Analytic Hierarchy Process」, Mcgraw-Hill
- [12] 조용욱 외(1999), 「로봇선택을 위한 의사결정 모델 개발」, 대한안전경영과학회지

저 자 소 개

황 덕 형



명지대학교 산업공학과에서 석사 취득하였으며 박사과정에 재학중이며 현재 (주)원더의 대표이사로 재직하고 있다. 관심분야는 생산관리, 품질관리, 서비스 품질경영 등이다.

주소 경기도 용인시 처인구 남동 산 38-2 명지대학교 산업경영공학과

남 승 돈



명지대학교 산업공학과 학사, 석사, 박사. 현재 유한대학교 금형설계과 교수, (주)NCC컨설팅 대표이사, 명지대학교 겸임교수로 재직 중이며, 관심분야는 RFID, ERP, 물류관리 등이다.

주소 서울특별시 마포구 마포동 350 강변한신코아 524호

조 용 욱



명지대학교 학사, 석사, 박사를 졸업하였으며, 2010년 7월부터 2011년 7월까지 뉴저지 주립 대학 방문교수를 역임하였고, 현재 인덕대학 테크노경영학과에 부교수로 재직중이다. 관심분야로는 품질공학, 식스시그마, 린식스시그마이다.

주소: 서울특별시 노원구 초안산길 14 인덕대학 테크노경영학과

오 선 일



조선대학교 기계공학과를 졸업하고 명지대학교 산업공학과에서 석사 취득하였으며 박사과정에 재학중이다. 관심분야는 생산관리, 품질관리, 서비스 품질경영, 물류이며, 현재는 물류산업의 서비스 품질에 대한 연구를 수행하고 있다.

주소: 경기도 용인시 처인구 남동 산 38-2 명지대학교 산업경영공학과

나 승 훈



명지대학교 산업공학과 공학박사, (현) 명지전문대학 산업시스템경영과 재직.

주소 : 서울특별시 서대문구 홍은2동 356-1

강 경 식



인하대학교 산업공학과에서 학사·석사·박사와 연세대학교·경희대학교에서 경영학 석사·박사 취득. North Dakota State Univ.에서 Post -Doc과 Adjunct Professor 역임. 현재 명지대학교 산업경영공학과 교수로 재직 중. 주요 관심분야는 생산관리, 물류관리, 안전경영 등이다.

주소: 경기도 용인시 처인구 남동 산 38-2 명지대학교 산업경영공학과