

멀티에어컨의 성능평가 및 제어시스템 개발에 대한 연구

이한원*(선문대학교 기계 및 제어공학), 고국원(선문대학교), 권영철(선문대학교)
이중현(선문대학교 기계 및 제어공학), 이유진(선문대학교 기계 및 제어공학)

Development of Performance Evaluation and Control System of Multi-Air Conditioner

H. W. Lee, J. H. Lee, Y. J. Lee (Control & Measurement Eng. SunMoon Uni.),
K. W. Ko (SumMoon Uni.)

ABSTRACT

The running condition of multi-system air conditioner is prone to vary largely as it is designed for individual conditioning in each space of middle and small sized buildings.

This leads to overcooling in case of partial load run, while the lack of capacity happens in case of full load run.

Besides these, there exist such problems as instabilities due to the uneven refrigerant distribution caused by fluctuation of load and the change in piping line.

Based upon the basic study on the function characteristics found in parts needed for maximized system working design in order to troubleshoot, the system functioning pattern should be identified through the different tests with various operating circumstances and the analysis models should be developed. With this ground, the control logic has to be made to have a control over capacity and make possible the efficient distribution of refrigerant.

Key Words : Multi-A/C(멀티 에어컨), Cooling capacity(냉방능력), Inverter(인버터), EEV(전자팽창밸브)

1. 서론

사계절이 뚜렷한 국내의 기후 조건 하에서 냉동 공조기는 꽤적인 실내환경을 유지하기 위한 필수적인 요소로 인식되고 있으며, 최근의 냉동공조기기는 에너지 절약과 보다 꽤적인 공간의 창조라는 목표를 동시에 만족시키기 위하여 에너지 절약과 개별 제어 능력을 고려한 개별 분산 공조 방식으로 개발되고 있다.

멀티형 에어컨은 중소형 건물에 대하여 각 공조 공간에 개별적인 공조를 가능하게 한 시스템인 만큼 운전 조건이 광범위하게 변한다. 따라서 부분부하 시에는 과냉이 발생하고, 최대부하 시에는 용량부족의 문제가 발생한다. 뿐만 아니라 부하변동에 따른 냉매분배, 배관길이 변화에 따른 시스템의 불안정성

등의 문제가 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해서는 시스템의 최적설계에 필요한 각 부품에서의 성능 특성에 관한 기본 연구를 바탕으로 여러 운전조건에서 다양한 실험을 통하여 시스템의 성능특성을 규명하고 해석모델을 개발하여 이를 기초로 용량조절과 효율적인 냉매분배를 할 수 있는 제어 로직을 개발하여야 한다.

따라서 본 연구에서는 멀티형 인버터 시스템에 어컨의 성능 및 제어 알고리즘의 개발에 앞서 일본에서 생산되고 있는 멀티형 인버터 시스템 에어컨을 구입하여 여러 실내외 조건에서 냉방 성능을 측정함으로써 이미 상용화 된 멀티형 에어컨의 제어 로직을 살펴보았다.

전자팽창밸브의 제어는 압축기가 운전을 시작하여 안정될 때까지의 초기기동 제어와 초기기동 제어

가 끝난 후 안정 상태로 돌입하였다고 판단되었을 때 이후의 정상 제어로 나눌 수 있다. 본 연구에서는 안정 상태 즉 정상상태 성능해석을 통해 복수 실내기의 부하조건 및 주파수 변화에 따른 시스템의 특성, EEV 개도 변화를 통한 실내기의 특성변화를 실험으로 파악하여 3실형 시스템 에어컨의 정상상태 운전 조건하에서의 정상 제어시스템의 제어 로직의 특성을 파악하고자 한다.

2. 제어로직 분석

본 장에서는 앞서 실험을 수행한 테이터를 사용하여 각 변수들 간의 관련 도를 해석 후 선정된 멀티 시스템의 제어 로직 분석을 분석하고자 한다.[2] 선정된 멀티 시스템은 1대의 실외기에 복수대의 실내기가 접속되어 운전되는 멀티 열펌프이므로 넓은 부하의 변화폭에 대응하도록 운전 주파수가 변화가 가능한 인버터 압축기와 냉매의 유량을 제어하기 위한 전자 팽창 밸브가 사용되어지고 있고, 또한, 실외열교환기의 총합 열교환 능력을 변화시키기 위해서 풍량 변화가 가능한 인버터 팬을 실외 교환기에 사용을 있으므로, 넓은 부하 폭에 따라 시스템의 반응 현상도 달라지므로 각 상황에 따라 많은 제어 로직이 필요할 것으로 예상되어진다. 본 연구에서는 주어진 실험 조건에서 구동되는 선정된 멀티 시스템의 시료에서 획득된 각종 시스템 변수를 분석하여 조건에 적합한 제어 로직 추출을 그 목적으로 한다.

2.1 실험조건 선정

일반적으로 멀티 시스템은 넓은 부하 폭에 따라서 다양한 제어 로직을 가진다. 이러한 다양한 조건에 적합한 제어 로직의 추출을 위해서는 다양한 실험 조건이 필요하지만, 본 연구에서는 Table 1과 같은 조건에서 실험을 수행하였다. 실험 부하 조건은 Room A(7.1kw)는 최소부하 PWM 0% ~ 최대 부하 PWM 20%, Room B(4.5kw), Room C(2.8kw)는 최소부하 PWM 0% ~ 최대 부하 PWM 14%까지 설정을 하였고, 룸 온도는 20, 24, 26도 실험 조건을 선정하였다. 용량 변화를 전실, 2실, 단실 조건으로 변화를 주었으며 시

Room	Min	low Medium	high Medium	Max
Room A	0%	5%	13%	20%
Room B	0%	3%	8%	14%
Room C	0%	3%	10%	14%

Table 1. Operating Conditions-1

간에 따라 각 룸의 부하 조건을 변화시켜 상황 따른 제어 로직을 추출하였다.

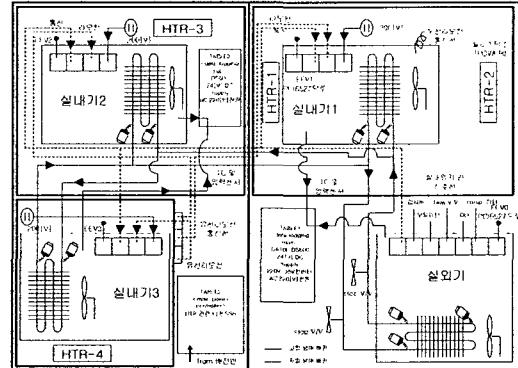


Fig. 1 System diagram of multi-air conditioner

2.2 초기기동제어

압축기와 EEV개도의 초기 기동제어 방식은 일반적으로 크게 2가지로 알려져 있다. 첫 번째는 설정 온도 차이에 상관없이 일정 시간 동안 일정한 패턴으로 제어하는 방식이고, 두 번째는 설정 온도차에 따라서 제어하는 방법이다. 이러한 각 제어 로직을 추정하는 방법은 서로 다르므로, 정확한 초기 기동 제어 로직을 추출하기 위해서는 여러 가지 실험 조건을 미리 설정을 하고 각 조건의 변화를 살펴보면서 기동 제어 방식을 추정하여야 한다.

초기 기동 제어 방법을 추론하기 위한 본 실험에서는 실험 온도조건이 변화 할 때 시스템의 변화를 살펴보았다. 일반적인 대부분의 제어 로직은 설정 목표치와 현재 상태의 차이로 구동되는 에러 신호 제어 기법으로 구동되고 있다.

초기 기동 제어를 완벽하게 파악하기 위해서는 예상되는 시스템 변수를 변화시키면서 압축기의 초기 기동 형태를 파악하여야 한다.

	설정 온도	초기 룸 온도			Heater PWM		
		A	B	C	A	B	C
Pattern 1	본 실험 6 (EEV 개도)	20도	29.5	28.9	31.5	0	0
	본 실험 14 (EEV 개도)	20도	30.1	29.3	29.9	0	14
	본 실험 16 (EEV 개도)	20도	30.1	28.4	28.6	0	14
Pattern 2	본 실험 2 (EEV 개도)	20도	29.1	28.4	31.1	0	3
	본 실험 15 (EEV 개도)	20도	27.2	30.2	29.4	0	14
	본 실험 26 (Temp.)	20도	23.8	27.7	27.6	5	0
	본 실험 19 (Temp.)	20도	29	29.3	28.1	13	0
예비 실험 7		24도	30.4	30.6	30.7	15	0

Table 2. Early operating conditions

본 초기 기동제어 파악 실험에서는 설정온도와 룸 온도의 차이와 3실 운전 조건의 2가지 변수만을 변화시키면서 초기 기동 제어의 특성을 살펴보았다. 이를 위하여 에어컨 압축기의 주 기동 신호로 예상되는 설정 온도와 룸 온도 차이를 시간의 변화 고정하여 실험을 하였다. 이러한 조건은 제어 시스템에

서의 제어 기동의 근원이 되는 오차 신호를 고정한다는 것을 의미하여, 에어컨의 입장에서는 아주 큰 냉동 부하가 걸릴 때 어떻게 시스템을 빨리 목표 신호로 가기 위한 기동 신호의 발생을 살펴보는 의미를 가진다.

2.2.1 전실 기동 조건에서의 초기 운전 제어 로직 분석

초기기동 시 압축기 주파수와 EEV 개도량의 상관관계를 알아본 결과 초기 기동 시 EEV의 개도는 2가지의 패턴을 보이지만 압축기 주파수는 이에 상관없이 압축기 주파수의 초기기동은 항상 유사한 패턴을 보여준다. 초기의 압축기 주파수는 EEV개도량의 변화와는 무관하게 미리 프로그램 된 일정 step으로 압축기의 주파수가 변화되는 것으로 예상된다.

압축기 주파수와 압축기 입구 측, 출구 측의 압력 상태의 상관관계를 알아본 결과 모든 실험 조건의 압축기 주파수가 일정 step으로 증가하지만 압축기 입구 측의 압력은 실험 상황에 따라 서로 다른 경향을 보이며, 압축기 출구 측의 압력은 압축기의 주파수 변화에 따라 압력이 변화하지만, 이러한 변화의 성향으로 압축기의 초기 구동 제어가 압축기의 출구의 압력 변화를 신호로 제어되지는 않는다. 그 이유는 압축기의 속도 변화에 따른 압력 변화가 비슷한 경향을 보여야 하지만, 조건에 따라 서로 다른 경향을 보이므로 일반적인 피드백 제어에 의한 기동으로 보기는 어려우며, 미리 프로그램 된 일정 step으로 압축기의 회전수가 변화는 것으로 예상된다.

이러한 초기 기능의 이유에 대해서 정확히 파악 하려면 압축기의 특성과 전체 시스템의 각 요소들의 특성을 바탕으로 이루어져야 할 것으로 생각된다.

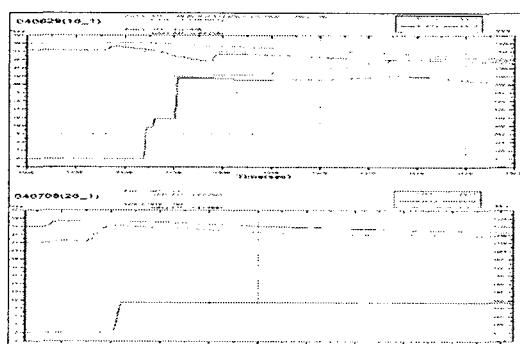


Fig. 2 EEV open rate and indoor temperature of room A, B and C - Pattern 1 and Pattern 2

초기 기동시의 EEV의 개도는 2가지의 패턴을 보여주었다. Pattern 1의 경우 초기 구동 시 EEV는 압축기 구동 후 약50초 후에 구동하여 500까지 개방되

고 약 40초 후에 980까지 개방되어 목표개도를 추적하였고, Pattern 2의 경우 초기 구동 시 EEV는 압축기 구동 후 380까지 개방되고 고정되어 있다가 일정 시간이 지난 후 안정화된 후 목표개도를 추적하였다. 초기 기동 시 압축기가 EEV보다 먼저 개방되는 이유는 압축기가 실내기 EEV의 개방보다 먼저 구동되어 초기 기동 시 압축기 흡입 냉매가 액으로 유입되는 것을 방지하기 위한 기동으로 보인다.

실외기의 팬 회전수와 응축기의 입 출구 온도의 영향을 살펴보기 위해서 Table 2의 조건에 따라 입 출구 온도차이, 입구온도, 출구온도 3가지로 구분을 하여 팬회전수의 상관관계를 살펴보았다.

실외기의 팬 회전수의 초기 측성을 살펴보면 Pattern 1과 Pattern 2 모두의 경우 팬 회전수가 일정한 step으로 증가하는 것을 알 수 있고, 모든 실험 조건의 팬 회전수가 일정 step으로 증가하지만 응축기의 입출구 온도는 팬 회전수 변화에 따라 압력이 변화하지만, 이러한 변화의 성향으로 팬 회전수의 초기 구동 제어가 응축기 입출구 온도 변화를 신호로 제어되지는 않는다. 그 이유는 팬 회전수의 속도 변화에 따른 압력 변화가 비슷한 경향을 보여야 하지만, 조건에 따라 서로 다른 경향을 보이므로 일반적인 피드백 제어에 의한 기동으로 보기는 어려우며, 미리 프로그램 된 일정 step으로 팬 회전수가 변화는 것으로 예상된다.

처음 팬 구동 시 Pattern 1과 Pattern 2가 서로 다른 경향을 보여주었는데, Pattern 1인 경우는 팬 회전수가 일정한 step으로 변화가 되었고, Pattern 2인 경우는 처음 팬 구동 시 670rpm까지 상승하였다가 다시 0으로 하강한 뒤 그 후로 일정한 step으로 증가하기 시작하였다. 초기 팬 회전수가 증가하는 경향을 분석하기 위해서 팬 회전수와 압축기 주파수, EEV의 개도를 Fig. 3에 나타내었다.

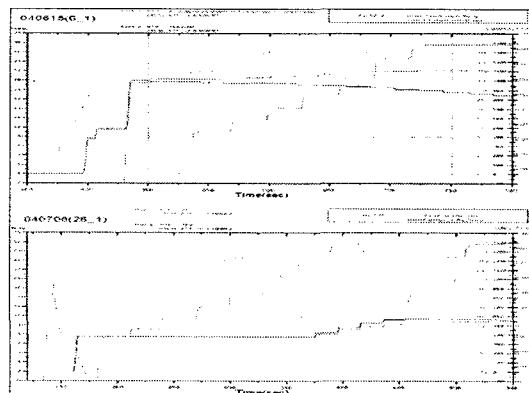


Fig.3 Fan RPM, Compressor Freq. and EEV open rate on the whole operating condition - Pattern1,2

초기 팬 회전수와 압축기 주파수, EEV의 개도를

분석한 결과 팬 회전수와 압축기 주파수와 연관이 있는 것으로 판단된다. Fig. 4처럼 압축기 주파수가 상승한 후 실외기 팬이 구동했을 경우에는 팬 회전수가 일정한 step으로 상승하였고, Fig. 4처럼 압축기 주파수가 상승하기 전에 실외기 팬이 구동했을 경우에는 팬 회전수가 670rpm까지 상승하였다가 압축기 주파수가 상승하기 시작할 때 팬 회전수가 다시 0으로 하강한 뒤 그 후로 일정 step으로 증가하기 시작하였다. 팬 회전수가 미리 프로그램 된 일정 step으로 증가하기 전에는 압축기 주파수의 영향을 받을 것으로 예상된다.

2.2.2 2실 및 1실 기동시의 초기 기동 제어 해석

2실 조건에서의 초기 기동 분석은 외기 온도를 27도로 고정하고 각 실의 작동 조건을 바꾸어서 냉방 부하를 달리 하였다. 설정 온도를 20도로 고정한 후에 A, B실의 기동과 B, C의 기동, A, C실의 기동시의 EEV와 압축기의 구동 데이터를 Fig. 4에 나타내었다.

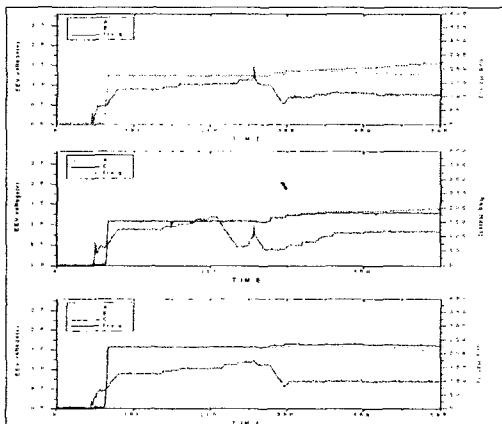


Fig. 4 Compressor Freq. and EEV open rate

전실 조건에서와 마찬가지로 초기 기동 조건에서의 EEV는 각각 1.24 volt, 1.28volt, 1.55 volts고 정되어 있으며, 이때의 압축기의 회전수는 전실 조건과 마찬가지로 각각 130hz(x3)로 고정되어 있으며 21초의 step 간격으로 약 170hz(x3)까지 상승함을 알 수 있다. 이때의 압축기 회전수와 압축기 입출구 측의 압력 변화는 그림 Fig. 5에 나타내었다.

이때의 압축기의 출구와 입구의 압력 변화를 살펴본 결과 압축기 전후의 압력 또는 압력 차이를 제어 변수의 입력으로 사용하기에는 압축기의 구동과는 무관함을 알 수 있다. 이 실험으로 얻어진 데이터를 분석한 결과 서로 다른 냉방 부하임에도 불구하고 0~200초 사이에는 거의 동일한 초기 기동 조건을 가짐을 알 수 있다.

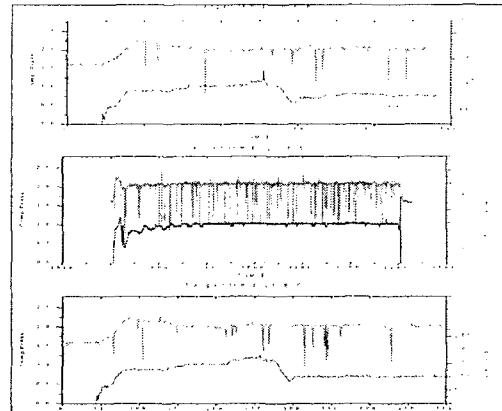


Fig. 5 Compressor Freq. and pressure variation

단실 조건에서의 초기 기동은 외기 온도는 27도로 고정하고 각 실의 작동 조건을 바꾸어서 냉방 부하를 달리 하였다. 설정 온도를 20도로 고정한 후에 A실의 기동과 B의 기동, C실의 기동시의 EEV와 압축기의 구동 데이터를 비교하였으며; 앞서 실험한 조건과 동일하게 EEV의 개도는 고정되어 있으며 압축기의 회전수도 일정 시간 후에 21초 간격으로 증가됨을 알 수 있었다. 이때의 압축기의 입출구 측의 압력 변화는 Fig. 6에 나타내었다. 그 결과 압축기의 압력변화와 상관없이 압축기의 회전수가 증가됨을 알 수 있다.

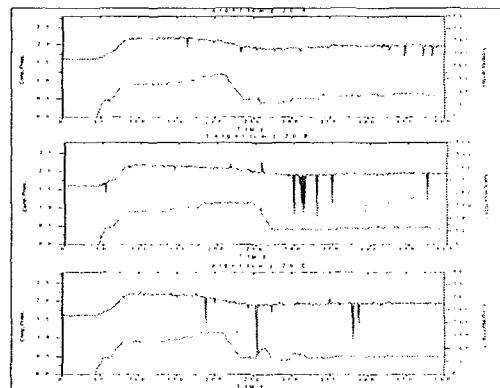


Fig. 6 Compressor Freq. and pressure variation

2.3 정상상태 기동

2.3.1 전실 기동 조건에서의 초기 운전 제어 로직 분석

안정화 전 기동 상태를 보기 위해 실내 초기의 온도를 30도 내외로 고정하였으며 각 방에 서로 다른 부하를 보기 위해서 공급되는 히터의 PWM은 Table 3과 같이 설정하였다. Table3에서 pattern이라 함은 EEV의 개도의 패턴에 의해 나뉘어 놓은 것이고, Temp는 설정 온도에 따라 제어로직의 변화가 있

는지 알아보기 위해 비교한 것이다.

초기 기동 후 안정화전의 압축기 운전 특성을 살펴보기 위해서 Table3의 조건에 따라 압축기의 구동 데이터를 실내 온도와 함께 Fig. 7에 나타내었고, 압축기의 구동 데이터를 각 실의 EEV 개도 및 전 실의 EEV 개도량 총합과 함께 Fig. 8에 나타내었고, 마지막으로 압축기 주파수와 압축기 입구 측, 출구 측의 압력의 상관관계를 알아보기 위해 압축기의 구동 데이터를 압축기 입구 측, 출구 측의 압력과 함께 Fig. 9에 나타내었다.

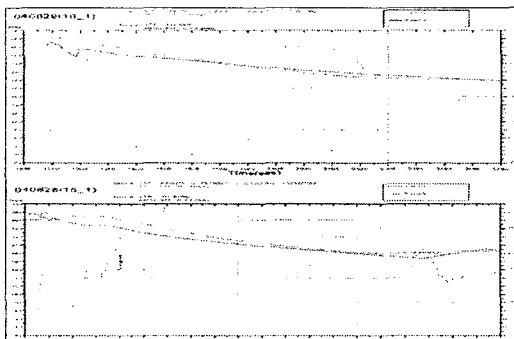


Fig. 7 Compressor Freq. and temperature of room A, B and C - pattern 1, 2

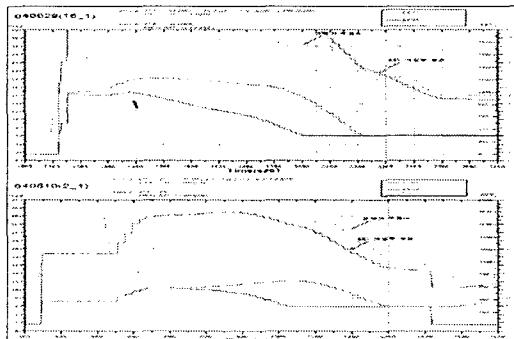


Fig. 8 Compressor Freq. and EEV open rate of room A, B and C - pattern 1, 2

초기 기동후의 압축기 주파수의 거동에 대하여 살펴본 결과 초기 기동 후의 압축기의 회전수의 패턴이 2가지의 경우로 나타나는데 Fig. 8에서 볼 수 있듯이 초기 기동 후에 압축기 주파수가 초기기동시 증가된 상태를 그대로 유지하다가 정상 채도가기 위해 감소되고, 그럼 Fig. 9에서 볼 수 있듯이 초기 기동 후에 압축기 회전수가 약 50정도로 감소되었다가 다시 증가되는 것을 볼 수 있다.

압축기 주파수와 유량과 밀접한 관련이 있을 것으로 예상되어 전실 EEV 개도량의 총합과 압축기 주파수를 그래프화 시켜 상관관계를 살펴 본 결과 모든 조건에서 전 실의 EEV 개도량의 합계의 변화에 비례하여 압축기 주파수 변화가하는 것을 알 수 있

다. 또한 압축기의 주파수는 일정한(약16초) Sampling Time으로 EEV 개도량을 체크하여 압축기의 주파수를 재어하는 것을 알 수 있다.

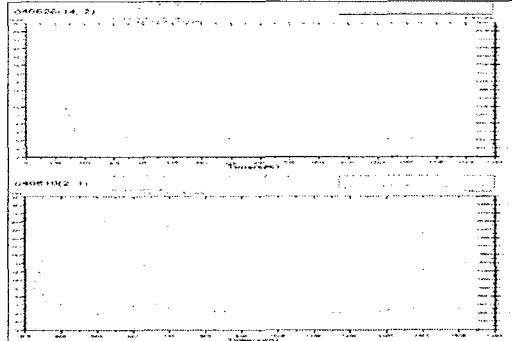


Fig. 9 Compressor Freq. and pressure of compressor intake/exhaust - pattern 1,2

압축기 주파수와 압축기 입구 측, 출구 측의 압력 상관관계, 상관관계(Fig.10)를 알아본 결과 압축기 입출구 쪽의 압력은 압축기의 주파수에 변화에 따라 변화가 된다. 이는 단순히 압축기 주파수의 변화에 의한 변화일 뿐 압축기 입출구 쪽의 압력을 일정하게 유지하기 위해서 압축기 주파수 제어를 위한 오차신호로 사용하지 않은 것으로 판단된다.

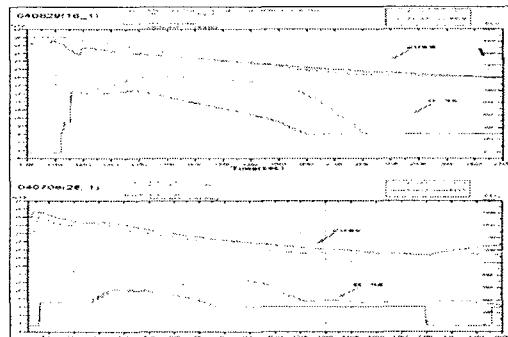


Fig. 10 Room temperature and EEV open rate - pattern 1,2

EEV 개도량 제어와 밀접한 관련이 있을 것으로 예상되는 변수를 실내 온도로 가정하고 EEV 개도량과 실내온도와의 관계를 살펴보았으며, 실제 실내온도의 변화를 살펴본 결과 EEV에 의한 유량 제어에 의한 제어방법과 상당한 관련성을 가짐을 알 수 있었다. 안정화 전 기동시의 EEV 운전 특성을 살펴보기 위해서 Table 3의 조건에 따라 전 실의 EEV 개도를 실내 온도와 함께 비교하였고, 안정화 전의 EEV 개도는 높은 실내 온도를 낮추기 위하여 EEV의 개도를 적절하게 증가/감소시킴을 알 수 있었다. 전체적인 실험 결과 EEV의 개도는 ON-OFF제어를 기본으로

하여 제어를 하고 있다.

Fig. 10 pattern1에서 보듯이 안정화 전에서 EEV개도는 실내온도와 설정온도에 의해 EEV 개도량을 적절하게 조절하다가 Room A은 20도(± 1), Room B는 22도(± 1), Room C은 22도(± 1)에서 EEV 개도량을 300으로 고정을 시킨 후 ON-OFF제어를 시작하게 된다.

	설정 온도	초기 룸 온도			Heater PWM(%)			
		A	B	C	A	B	C	
Pattern 1(EEV 개도)	본 실험 6	20도	29.5	28.9	31.5	0	0	14
	본 실험 14	20도	30.1	29.3	29.9	0	14	0
	본 실험 16	20도	30.1	28.4	28.6	0	14	14
Pattern 2(EEV 개도)	본 실험 2	20도	29.1	28.4	31.1	0	3	0
	본 실험 15	20도	27.2	30.2	29.4	0	14	10
	본 실험 26	20도	23.8	27.7	27.6	5	0	10
Temp.	본 실험 19	20도	29	29.3	28.1	13	0	0
	예비실험 7	24도	30.4	30.6	30.7	15	0	0

Table. 3 Operating conditions before stabilization

Fig.10 pattern2의 경우도 마찬가지로 안정화 전에서 EEV개도는 실내온도와 설정온도에 의해 EEV 개도량을 적절하게 조절하다가 Room A은 20도(± 1), Room B는 22도(± 1), Room C은 22도(± 1)에서 EEV 개도량을 300으로 고정을 시킨 후 ON-OFF제어를 시작하게 된다.

설정 온도가 다른 경우를 비교해본 결과 안정화 전에서 EEV개도는 실내온도와 설정온도에 의해 EEV 개도량을 적절하게 조절하다가 Room A은 20도(± 1), Room B는 22도(± 1), Room C은 22도(± 1)에서 EEV 개도량을 300으로 고정을 시킨 후 ON-OFF제어를 시작하게 되고, 다른 경우 안정화 전에서 EEV개도는 실내온도와 설정온도에 의해 EEV 개도량을 적절하게 조절하다가 Room A은 25도(± 1), Room B는 25도(± 1), Room C은 24도(± 1)에서 EEV 개도량을 300으로 고정을 시킨 후 ON-OFF제어를 시작하게 된다. 이 결과 룸 온도에 의해 EEV 개도량을 제어하고, 설정 온도에 따라 ON-OFF제어가 시작되는 시점이 변화되는 것을 알 수 있다.

실외기의 팬 회전수와 응축기의 입 출구 온도의 영향을 살펴보기 위해 Table 3의 조건에 따라 입출구 온도차이, 입구온도, 출구온도 3가지로 구분을 하여 팬 회전수의 상관관계를 살펴보았다.

모든 실험 조건의 안정화 전 팬 회전수는 일정하게 유지되어 가동되고 있지만 응축기의 입구온도는 각 실험 조건에 따라 다른 특성을 보여주고 있었고, 이러한 특성으로 보아서 응축기의 입구온도와는 무관하게 팬 회전수가 가동되고 있는 것으로 판단되고, 응축기의 출구 온도는 팬 회전수가 가동되는 동안 온도가 감소되는 패턴이 모든 실험 조건

에서 같은 특성을 보여주고 있었다. 이를 미루어보아 응축기의 출구온도를 일정 온도로 낮추기 위해 팬 회전수가 최대 rpm으로 가동 되는 것으로 예상된다.

압축기 주파수와 팬 회전수와의 관계를 알아본 결과 초기 기동 후 압축기 주파수 변화와는 무관하게 팬 회전수는 일정하게 유지되고 있었다.

안정화 전의 팬 회전수 제어와 밀접한 관련이 있을 것으로 예상되는 변수는 응축기의 출구온도이다. 밀접한 관련이 있을 것으로 예상되는 변수는 안정화 후의 팬 회전수의 제어 로직을 확인함으로써 좀 더 명확해 질 것으로 예상된다.

2.3.2 안정화 후 2실 및 1실 기동시의 초기 기동 제어 해석

	설정 온도	Heater PWM(%)		
		Room A	B	C
본 실험 2	20도	0	5	13
본 실험 6	20도	0	5	13
본 실험 13	20도	0	5	13
본 실험 12	20도	0	5	13

Table 4 Operating conditions 1 after stabilization

	설정 온도	Heater PWM(%)		
		Room B	A	C
본 실험 17	20도	0	3	8
본 실험 30	20도	0	3	8
본 실험 20	20도	0	3	8
본 실험 28	20도	0	3	8

Table 5 Operating conditions 2 after stabilization

안정화 후의 기동 상태를 보기 위해서 각 방의 설정 온도를 20도로 고정 하였으며, 각 방에 서로 다른 부하를 보기 위해서 공급되는 히터의 PWM은 Table4, Table 5와 같이 변화를 주어 안정화 후의 압축기 주파수의 운전 특성을 살펴보았다.

압축기 주파수와 유량과 밀접한 관련이 있을 것으로 예상되어 전실 EEV 개도량의 총합과 압축기 주파수를 그래프화 시켜 상관관계를 살펴 본 결과 모든 조건에서 압축기 주파수의 최소 값은 52로 EEV 개도량의 총합이 일정 값 이하로 떨어지더라도 최소 값으로 유지되고, 전 실의 EEV의 개도가 모두 닫혀 유량이 공급 되지 않을 경우에는 압축기 주파수도 '0' 이 되어 휴면 상태가 되며, 전 실의 EEV 개도량의 총합에 의해 압축기 주파수가 제어되는 것을 알 수 있었다.

다음으로 압축기 주파수와 압축기 입구 측, 출구 측의 압력 상태의 상관관계를 알아보았으며, 그 결과 압축기 입출구 쪽의 압력은 압축기의 주파수에 변화에 따라 변화가 된다. 이는 단순히 압축기 주파수의 변화에 의한 변화일 뿐 압축기 입출구 쪽의 압

력을 일정하게 유지하기 위해서 압축기 주파수 제어를 위한 오차신호로 사용하지 않은 것으로 판단되고, 압축기 주파수가 휴면 상태가 되면 압축기 입출력단의 압력은 모두 1000~1100사이의 값을 가진다.

안전화 후 2실 기동 조건에서의 압축기의 주파수는 전실의 EEV의 개도량의 합계에 비례하여 기동하고, 실내 온도는 기본적으로 EEV개도량이 전실 조건의 경우보다 EEV 개도량이 좀 더 높은 값을 유지하며 ON-OFF제어에 의해 제어가 되고 있다. 또한 각 EEV의 개도량은 서로의 간섭을 모두 영향을 받으며 변화되어 실내 온도 제어가 잘 안되는 것을 알 수 있었다. 각 EEV의 개도량이 서로의 간섭의

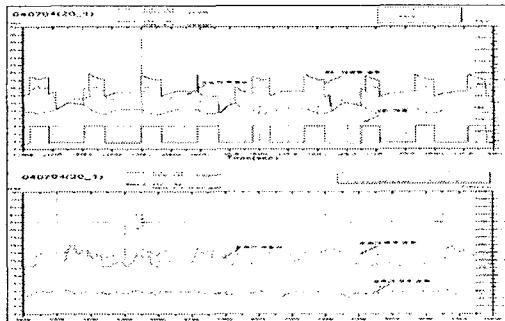


Fig.11 Compressor freq., pressure and temperature of room A, B and C,
영향을 받는 이유는 유량의 보호를 위한 조치로 판단된다.

실외기의 팬 회전수는 기본적으로 응축기의 출구 온도를 30도로 유지하기 위해서 응축기의 출구 온도를 변수로 하여 팬 회전수를 제어하는 것으로 판단되지만 전 시스템의 휴면 상태와 기동 상태가 짧은 시간 동안 반복 되면서 팬 회전수의 제어가 거의 ON-OFF로 제어되는 것으로 판단된다.

전 실의 EEV개도가 닫혀 유량의 흐름이 없는 경우 압축기 주파수는 휴면 상태가 되며 실외기 팬 또한 휴면 상태가 되어 전 시스템이 휴면 상태가 된다. 이는 모든 EEV개도가 닫혀 유량의 흐름이 없어 압축, 응축할 필요성이 없어져 전 시스템이 휴면 상태가 되는 것으로 판단된다.

3. 결론

본 연구에서는 실내기의 운전대수(A+B+C, A+B, A+C, B+C, A, B, C)와 실내/실외 온도조건에 따른 3실형 에어컨의 정상상태 성능(능력, 소비전력, 운전주파수, 압축기 입구 및 출구 압력, FAN 회전수)과 정상운전 시스템의 시간에 따른 제어로직 특성을 파악함으로써 시험시료인 3실형 인버터 시스템 에어컨의 작동특성을 파악하고자 하였다.

냉방설계조건에 따라 멀티형 시스템 에어컨의 운전용량을 변화시켜가며 비교한 결과 다음과 같은 제어 특성을 관찰하였다.

1) 초기 기동의 작동시간은 부하에 따라 차이가 있으며 초기 기동 시 EEV개도는 운전 용량 및

운전 부하에 따라 그 초기 개도 값이 제어되었다. 압축기 구동 후 초기 압축기 회전수는 시험 온도조건에 상관없이 동일한 주파수 124Hz로 제어되는 것으로 보아 미리 프로그램 된 일정 스텝으로 압축기 회전수가 변화되는 것을 알 수 있다.

2) 안전화 후 2실 기동 조건에서의 압축기의 주파수는 전실의 EEV의 개도량의 합계에 비례하여 기동하고, 실내 온도는 기본적으로 EEV개도량이 전실 조건의 경우보다 EEV 개도량이 좀 더 높은 값을 유지하며 ON-OFF제어에 의해 제어가 되고 있다. 또한 각 EEV의 개도량은 서로의 간섭을 모두 영향을 받으며 변화되어 실내 온도 제어가 잘 안되는 것을 알 수 있었다. 각 EEV의 개도량이 서로의 간섭의 영향을 받는 이유는 유량의 보호를 위한 조치로 판단된다.

실외기의 팬 회전수는 기본적으로 응축기의 출구 온도를 30도로 유지하기 위해서 응축기의 출구 온도를 변수로 하여 팬 회전수를 제어하는 것으로 판단되지만 전 시스템의 휴면 상태와 기동 상태가 짧은 시간 동안 반복 되면서 팬 회전수의 제어가 거의 ON-OFF로 제어되는 것으로 판단된다.

전 실의 EEV개도가 닫혀 유량의 흐름이 없는 경우 압축기 주파수는 휴면 상태가 되며 실외기 팬 또한 휴면 상태가 되어 전 시스템이 휴면 상태가 된다. 이는 모든 EEV개도가 닫혀 유량의 흐름이 없어 압축, 응축할 필요성이 없어져 전 시스템이 휴면 상태가 되는 것으로 판단된다.

3) 안전화 후 전실 기동 조건에서의 압축기의 주파수는 전실의 EEV의 개도량의 합계에 비례하여 기동하고, 실내 온도는 기본적으로 EEV개도량은 ON-OFF제어에 의해 제어가 되고 있고, 룸의 부하량이 늘어나 ON-OFF제어에 의해 제어가 안 될 경우 온도의 오차 값에 의한 제어를 하는 것으로 판단된다. 실외기의 팬 회전수는 기본적으로 응축기의 출구 온도를 30도로 유지하기 위해서 응축기의 출구 온도를 변수로 하여 팬 회전수를 제어하는 것으로 판단되고, 또 한 전 실의 EEV개도가 닫혀 유량의 흐름이 없는 경우 압축기 주파수는 휴면 상태가 되며 실외기 팬 또한 휴면 상태가 되어 전 시스템이 휴면 상태가 된다. 이는 모든 EEV개도가 닫혀 유량의 흐름이 없어 압축, 응축할 필요성이 없어져 전 시스템이 휴면 상태가 되는 것으로 판단된다.

4. 후기

본 연구는 한국과학재단 지정 선문대학교 공조 기술 연구센터(RRC)의 지원에 의해 수행되었으며 이에 감사한다.

5. 참고문헌

1. 박종한, 박영민, 황운재, 조관식, 2000, “인버터 히트펌프의 전자팽창밸브 제어에 관한 연구”, 공기조화 냉동공학회 2000 하계학술발표회 논문집, pp. 514-519

2. 전용호, 김대훈, 권영칠, 장근선, 이윤수,
문재명, 윤백, 홍주태, 「디지털 스크롤 압축기를
적용한 시스템 에어컨의 냉난방특성에 관한 실험적
연구」, 『설비공학논문집』, V. 15. n. 6. pp.
454-460. (2003).

3. 장세동, 심민섭, 조관식, 2001, “인버터
멀티 열펌프의 최적제어방법”, 대한설비공학회
2001하계학술발표회 논문집, pp. 812-816

4. Higuchi, K., 1986, Electronic expansion
valve and control, Refrigeration, Vol. 61. pp.
45-52

5. Fujida, Y., Kubo, T., and Suma, S.,
1992, "Multi Air Conditioner with Two Indoor
Units", Refrigeration, V. 67, n. 772, pp.
171-176

6. Jeon, B. C., B. Youn, K. C. YOO, S. C.
SHIM 1999, "Performance comparison between
inverter and non-inverter heat pumps using a
model house", Proceeding of SAREK, pp. 209-213