

VAV시스템의 제어(III)

Control of Variable Air Volume Systems(III)

최 홍 기*
Hong Ki Choe

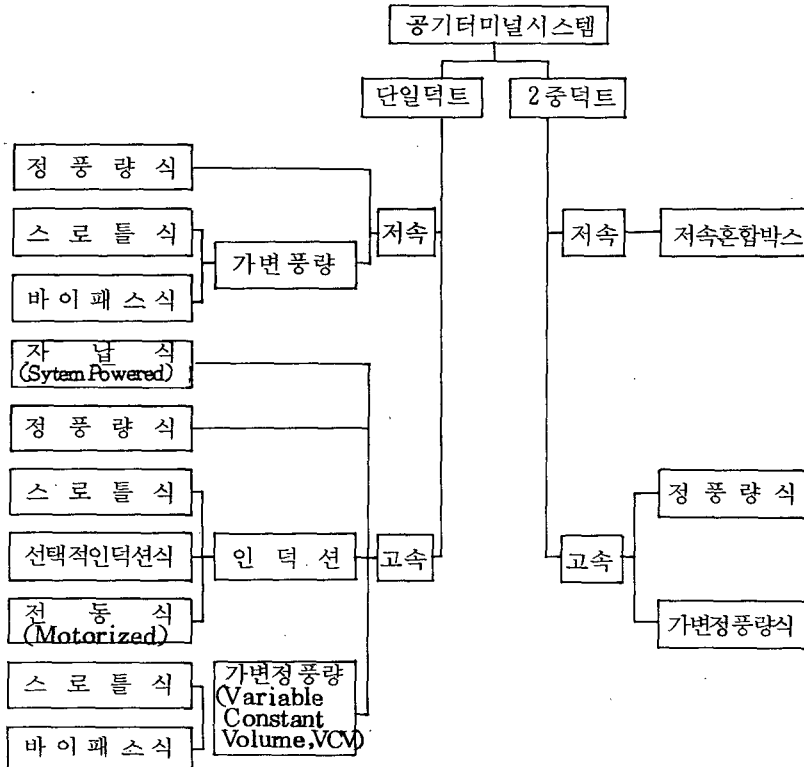
4. VAV 유닛 제어

1. 2. 1 항에서 중요한 VAV 유닛에 관하여 자세히 설명하였는 바 VAV 유닛을 포함

하여 공조시스템에서 사용하는 공기터미널(Air Terminal)을 열거하여 보면 표 4 와 같다.

상기 유닛중 일반적으로 널리 사용하고

표 4. 공기터미널의 종류



*정회원, 흥진엔지니어링.

주: 본문은 第18卷 第5號 (1989年 10月) 계속임..

있는 단일덕트정풍량유닛, 단일덕트가변정 풍량유닛, 인덕션식유닛, 2중덕트 가변 정풍량유닛의 제어에 관하여만 본항에서는 설명하기로 한다.

자동제어 방식으로는 외부 에너지공급원에 따라 분류하면 공기식과 전자식(DDC포함)이 있으며 본항에서는 공기식 및 전자식의 현장 제어를 기준으로 설명한다.

자동제어는 VAV 유닛의 역할과 기능을 발휘하기 위하여 필수불가결한 구성요소로서 VAV 유닛의 제어에는 풍량(정압)제어, 온도제어, 워엄제어, 난방인터페이스등이 복합적으로 응용된다.

4.1 VAV 유닛 조절용 자동제어기기

(1) 풍량조절기(VAV Controller, VAV Air Flow Controller, Flow Controller, Reset Volume Controller)

댐퍼형 VCV 식 VAV 유닛제어의 핵심 조절기로서 VAV 유닛제어에서는 부조절기(Submaster Controller)로 사용하는 풍속 조절기이며 풍속이 주조절기(Master Controller)인 룸서모스테트의 신호에 따라 설정한 최대·최소 풍속설정범위내에서 재설정(Reset)되어 조작기로 신호를 출력하여 VAV 를 조절한다

풍속은 공기식기기에서는 차압검출구로 차압(동압)을 검출하여 조절기에서 환산하며 전자식기기에서는 전자식풍속검출기로 풍속을 측정한다.

조절기에는 자체에 최대 및 최소 풍속을 설정할 수 있게 되어 있는 것도 있으며 전자식 기기인 경우 각종 오버라이드조절(Override Control)을 할 수 있는 기능을 갖춘 것도 있다.

이 조절기는 룸서모스테트와 연결만 하지 않으면 CAV 조절기로 사용할 수 있다. 제조사에 따라서는 이 조절기와 댐퍼모터가 일체형으로 되어 있는 것도 있다.

(2) 룸서모스테트(Room Thermostat, Room Temperature Controller)

모든 VAV 유닛제어의 주조절기(Master Controller)로서 공기식과 전자식이 있으며 용도별로 대별하면 냉방전용, 냉방-난방 절환용, 냉방-난방 시퀀스용이 있다. 또한 룸서모스테트는 정동작(Direct Acting, DA)형과 역동작(Reverse Acting, RA)이 있으며 제조사에 따라서는 룸서모스테트에서 풍속의 최대·최소설정을 할 수 있는 것도 있다. 공기식 룸서모스테트에서는 1관(1 Pipe) 식과 2관(2 Pipe) 식이 있고 공급공기압을 변동시키므로써 정동작과 역동작을 선택하여 냉방과 난방을 절환할 수 있는 것도 있다.

룸서모스테트를 대표적인 용도별로 작동을 검토하여 보면 그림 61 과 같다. 그림 61 (a) 방식은 VAV 시스템에서 가장 많이 사용하는 냉방전용 VAV 유닛에 사용하며 그림 61 (b) 방식은 냉방-난방절환을 공기식에서는 공기압을 변화시켜 전자식에서는 내장스위치나 외부스위치로 하는데 설계가 원칙대로 된 VAV

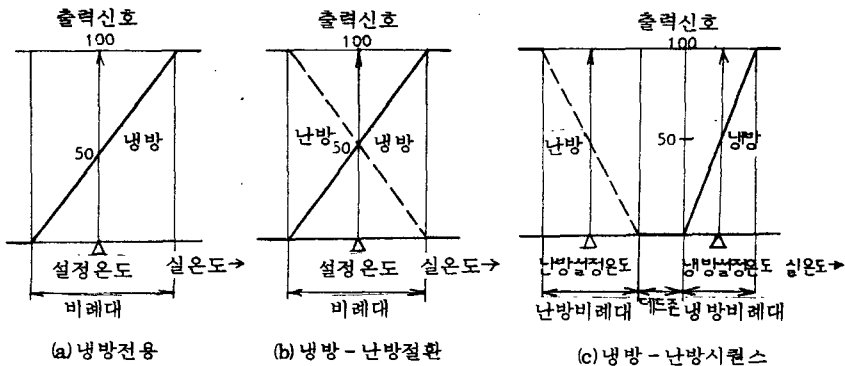


그림 61 룸서모스테트의 작동

시스템에서는 사용하지 않아야 한다. 그림 61(c) 방식은 온수재열기가 있는 VAV 유니트에 사용하는 데 그림에서와 같이 냉방설정과 난방설정 데드존 설정을 각각하는 것과 난방설정과 데드존설정에 의하여 냉방설정이 되는 것이다. 이 방식은 냉방과 난방(재열)을 한 VAV유니트로 할 때 불요불급하게 냉방과 난방이 동시에 작동하지 않아 에너지절약 측면에서도 가장 효율적이며 쾌적한 온도조건을 충족시켜 준다. 데드존(Dead Zone, Dead Band)은 설정할 수 있으며 이렇게 데드존이 있는 룸서모스태트를 데드 밴드 서모스태트(Dead Band Thermostat)라고도 한다.

(3) 댐퍼조작기(Damper Actuator)

공기식 다이어프램조작기와 전기식조작모터가 사용되는데 공기식다이어프램조작기는 일반적으로 $0.2 \sim 1.0 \text{ kg/cm}^2$ 의 공기신호에 의하여 선형동작을 한다. 전기식조작모터는 비폐식과 후로어팅(Floating, 3 Position)식이 사용되며 대부분은 일정각도(90°, 100°등) 만큼 회전동작을 하나 선형동작을 하는 것도 있다. 댐퍼형 유니트에는 회전동작을 하는 직결식조작기가 설치사용에 편리하고 스프링형유니트에는 선형동작을 하는 조작기가 편리하다.

대부분의 VAV 유니트제어에 필요한 조작기의 필요 토크는 1.0 kg. m 이하이다.

4.2 단일덕트정풍량(Single Duct Constant Volume)유니트의 제어

벨로즈형 유니트와 같은 자납식과 스프링형과 같은 기계적정풍량식은 자체에 정풍량조절

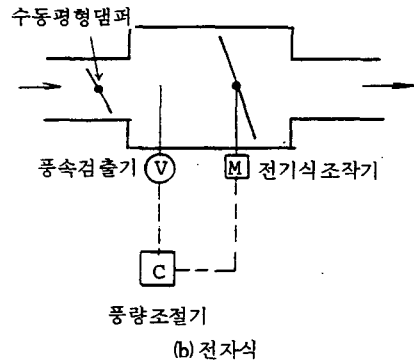
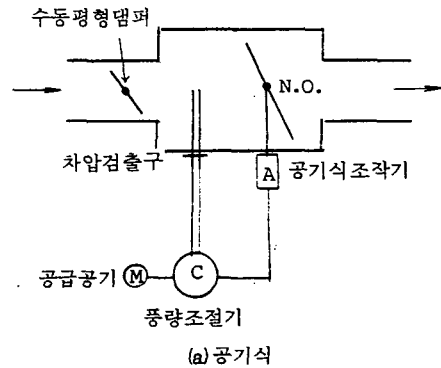


그림 62 단일덕트정풍량유니트의 제어

기(Constant Volume Regulator)를 내장하므로 유니트자체가 CAV 이므로 별도의 제어기가 필요하지 않다. 그러나 그림 62에서와 같이 댐퍼형 유니트에서는 풍량조절기와 댐퍼조작기를 설치하여야 CAV가 된다.

그림 62(a)는 공기식제어방식이고 그림 62(b)는 전자식제어방식이다.

4.3 단일덕트가변정풍량(Single Duct Variable Constant Volume)유니트의 제어

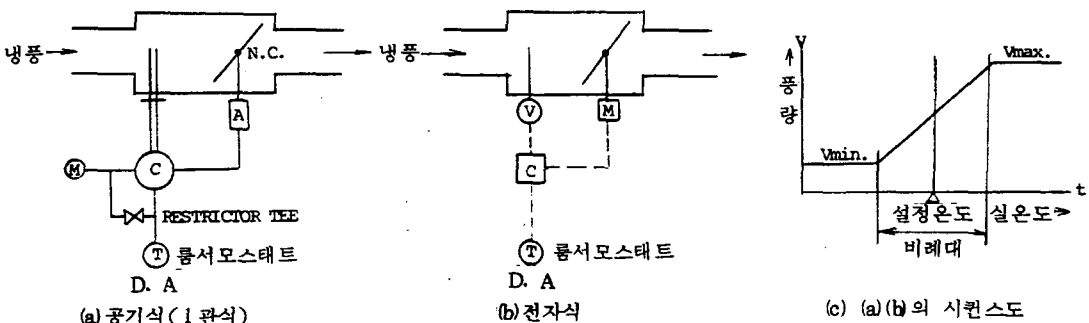


그림 63

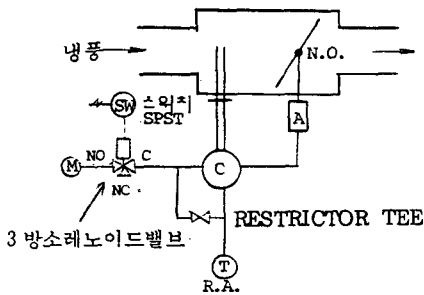
이 항에서는 단일덕트가변정풍량유닛중 가장 일반적으로 사용되는 스로틀식유닛의 제어에 대하여만 검토한다.

4.3.1 댐퍼형유닛의 제어

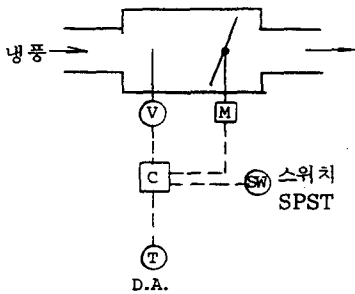
(1) 단일덕트 냉방(그림 63)

웬없이 필요없는 유닛의 댐퍼는 상시폐(Normally Closed, N.C.)형으로 선정한다.

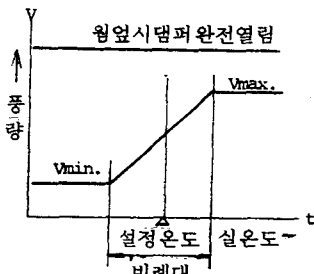
(2) 단일덕트 냉방-웬없이 댐퍼 열림(그림 64)



(a) 공기식 (1 판식)



(b) 전자식

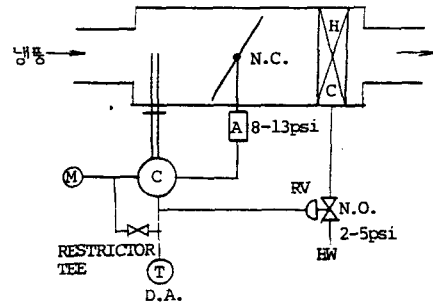


(c) (a)(b)의 시퀀스도

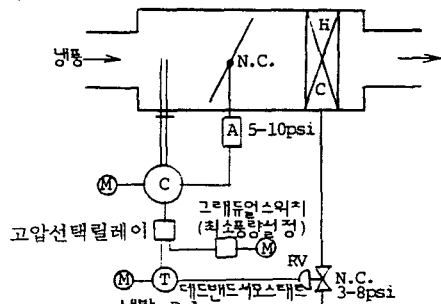
그림 64

웬없이 필요없는 유닛의 댐퍼는 상시개(Normally Open, N.O.)형으로 선정한다.

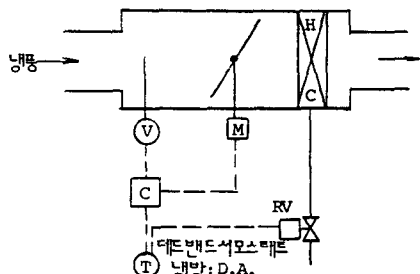
(3) 단일덕트 냉방+온수비례제열(그림 65)



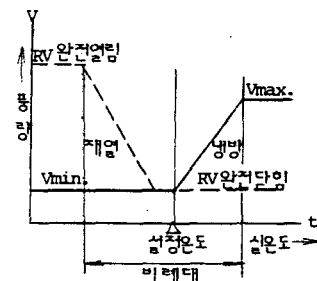
(a) 공기식 (1 판식)



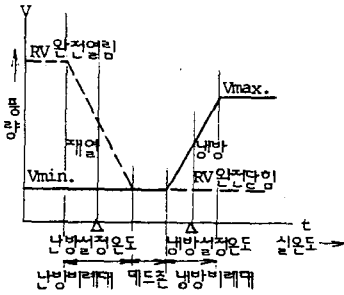
(b) 공기식 (2 판식)



(c) 전자식



(d) (a)의 시퀀스도

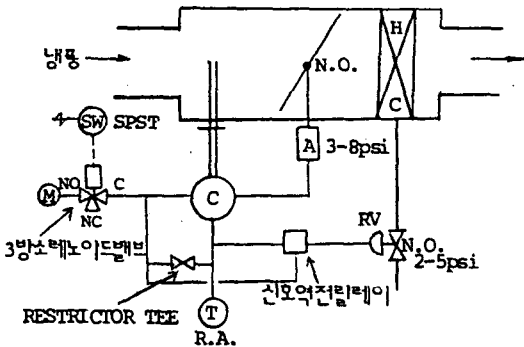


(e) (b) (c)의 시퀀스도

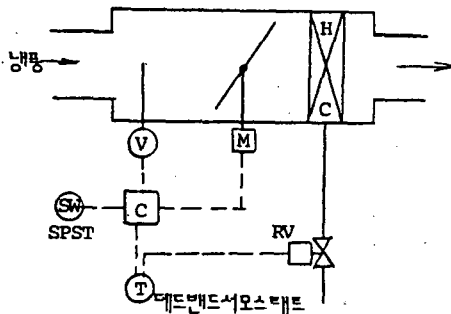
그림 65

시퀀스도(d)와 (e)는 시퀀스는 비슷하나 데드존과 같은 역할이 조작기의 스프링레인지로 정해지며 비레대가 좁으므로 시퀀스도(e)와 같이 되도록 데드밴드서모스태를 사용함이 바람직하다.

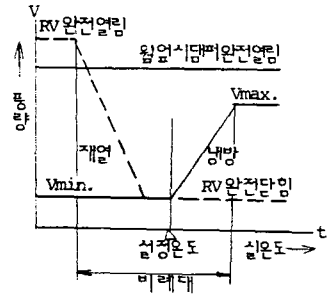
(4) 단일덕트냉방+온수비레재열-웜업시 댄퍼 열림(그림 66)



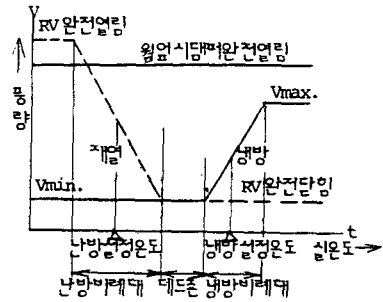
(a) 공기식 (1 판식)



(b) 전자식



(c) (a)의 시퀀스도

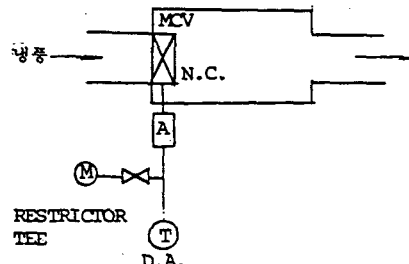


(d) (b)의 시퀀스도

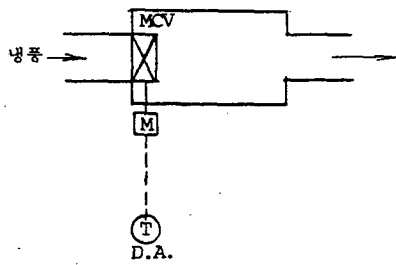
그림 66

4.3.2 기계적정공량(Mechanical Constant Volume) 식 유니트의 제어

(1) 단일덕트냉방(그림 67)



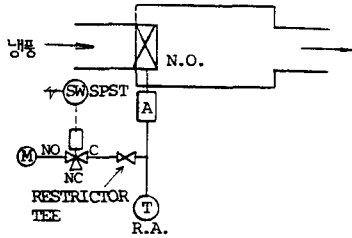
(a) 공기식 (1 판식)



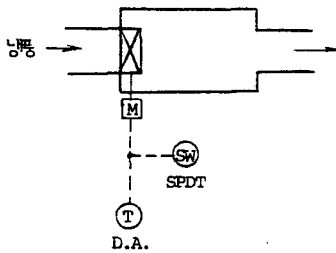
(b) 전자식

그림 67

(2) 단일덕트냉방 - 워없이 댐퍼 열림 (그림 68)



(a) 공기식 (1 관식)



(b) 전자식
그림 68

(3) 단일덕트냉방 + 온수비례제열 (그림 69)

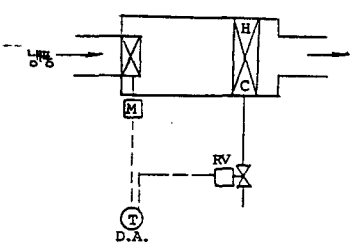
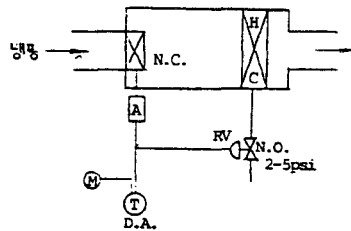
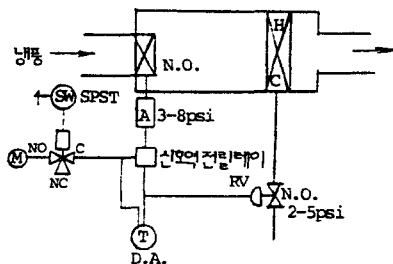
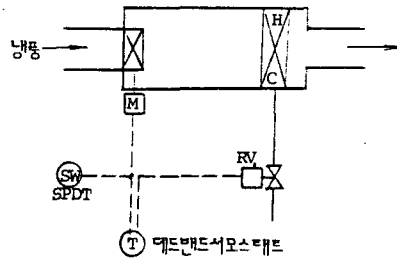


그림 69

(4) 단일덕트냉방 + 온수비례제열 - 워없이 댐퍼 열림 (그림 70)



(a) 공기식 (2 관식)

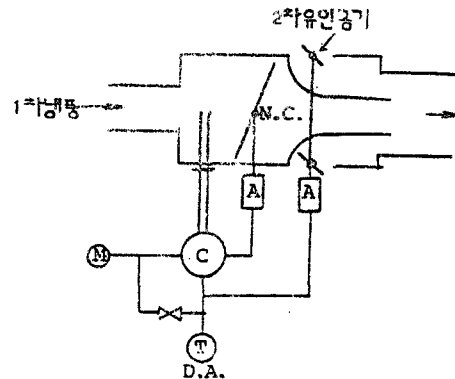


(b) 전자식
그림 70

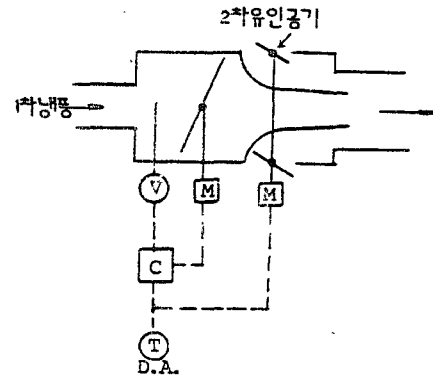
4.4 인덕션식 유니트의 제어

4.4.1 스로틀식 유니트의 제어

(1) 댐퍼형 유니트의 제어 (그림 71)



(a) 공기식 (1 관식)



(b) 전자식

그림 71

(2) 기계 적정 풍량식유니트의 제어 (그림 72)

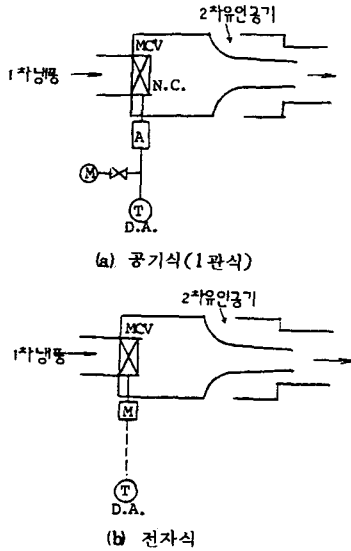


그림 72

4.4.2 선택적 인덕션식유니트의 제어
(1) 댐퍼형유니트의 제어 (그림 73)

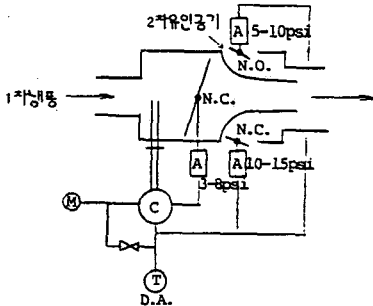


그림 73 공기식 (1 관식)

(2) 기계 적정 풍량식유니트의 제어 (그림 74)

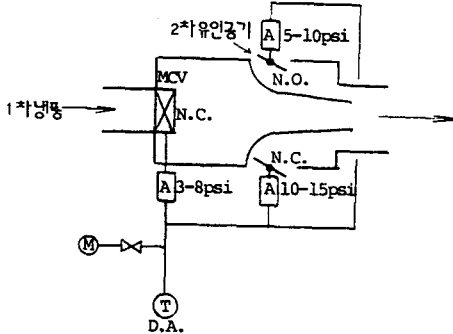
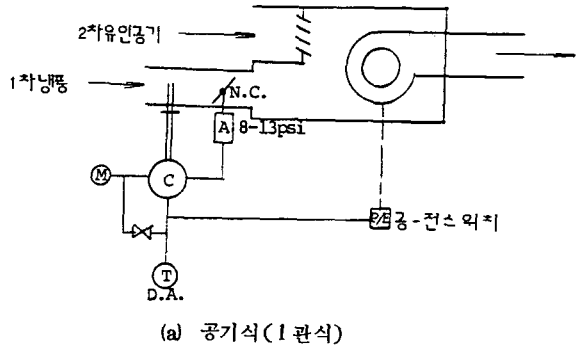


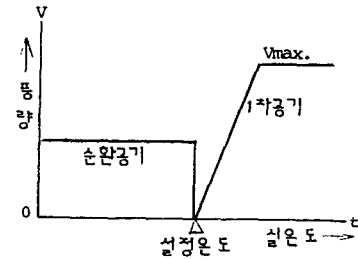
그림 74 공기식 (1 관식)

4.4.3 전동식 인덕션유니트(팬 파워드 유니트)의 제어

(1) 단일덕트냉방 (그림 75)



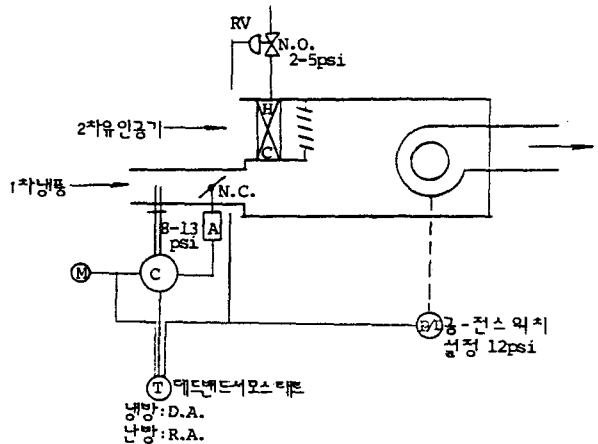
(a) 공기식 (1 관식)



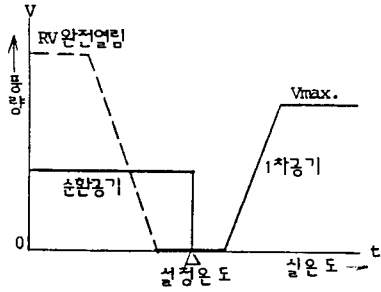
(b) (a)의 시퀀스도

그림 75

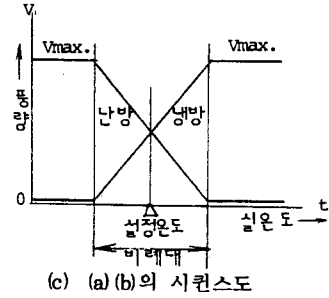
(2) 단일덕트냉방+온수비례제열 (그림 76)



(a) 공기식 (1 관식)



(b) (a)의 스킨스도
그림 76



(c) (a) (b)의 시퀀스도
그림 78

4.5 2층덕트유니트의 제어

4.5.1 정풍량유니트의 제어

(1) 댐퍼형유니트의 제어(그림 77)

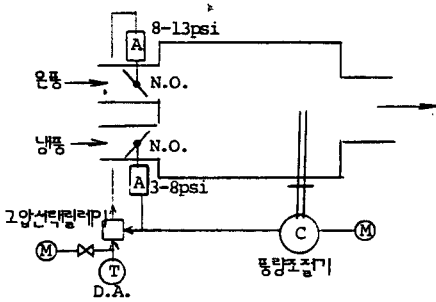
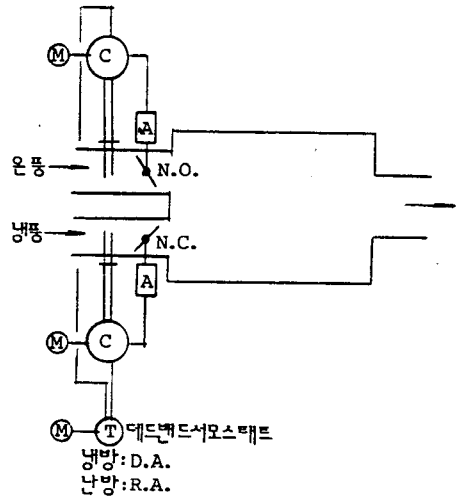


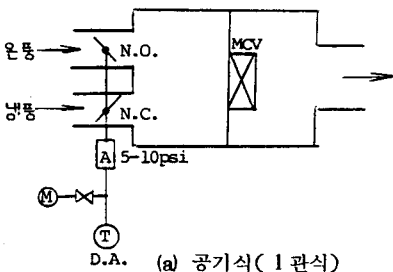
그림 77



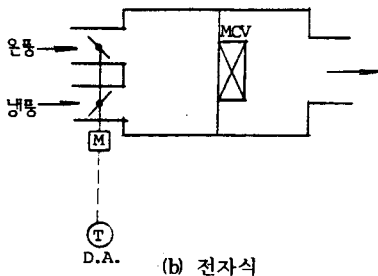
4.5.2 가변정풍량식유니트의 제어
(1) 댐퍼형유니트의 제어(그림 79)

(a) 공기식(2관식)

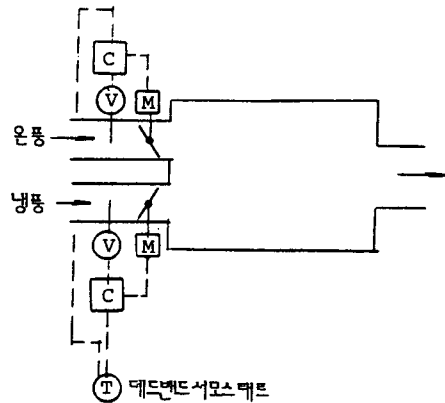
(2) 기계적정풍량식유니트의 제어(그림 78)



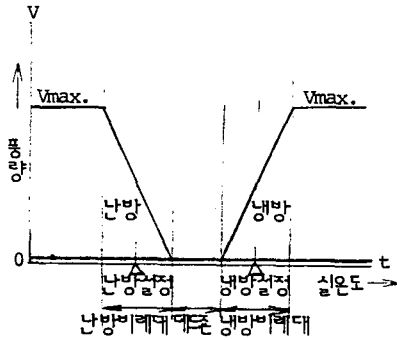
(a) 공기식(1관식)



(b) 전자식



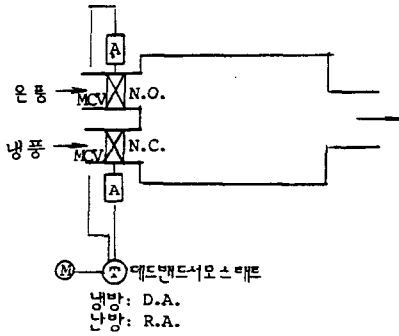
(b) 전자식



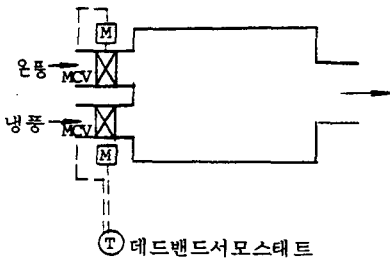
(c) (a)(b)의 시퀀스도

그림 79

(2) 기계적정풍량식유니트의 제어(그림 80)



(a) 공기식(2관식)



(b) 전자식

그림 80

참고 문헌

1. 山口惠久 : VAV 방식について
 建築設備と 配管工事, pp. 59-69. 1974. 3.
 pp. 109-117. 1974. 4. pp. 96-107. 1974. 5
2. 望月正雄 : VAV 방식의 概要
 空氣調和 衛生工學 pp. 677-685. 1976. 6.
3. Barber - Colman Company :
 A Treatise on Variable Air Volume
 Systems 1972.
4. Air Monitor Corp :
 Principles of Airflow Measurement
5. Air Monitor Corp :
 Designer's Manual for Airflow Control of Variable Air Volume Systems, 1980.
6. Honeywell Inc : VAV Systems, 1977.
7. ASHRAE : Symposium on Control of
 Variable Air Volume Terminals,
 DV-80-10, 1980.

- Lloyd W. Geake : Controls for Single-Duct Variable Air Volume Terminal Units pp 825-838.
- John P. Kettler : System-Powered Variable Air Volume Terminals pp 839-847.
- M. Leon Klooststra : Comparison and Advantages of Dual-Duct Variable-Volume Control Assemblies in Controlling the Perimeter of Large Buildings pp. 848-858.