

## 자동차용 에어컨의 설계기술

### Design Technology of Automobile Air Conditioning System

양 시 영, 송 영 길  
S. Y. Yang, Y. K. Song



양 시 영  
· 1963년 5월생  
· 정회원  
· 삼성전기  
· 자동차 부품사업 기능2  
· 사업부 공조장치팀  
· 열유체역학, 자동차용 에어컨 및  
· 라디에이터 개발, 열교환기 개발



송 영 길  
· 1959년 4월생  
· 정회원  
· 삼성전기  
· 자동차 부품사업 기능2  
· 사업부 공조장치팀  
· 열유체역학, 축열시스템,  
· 자동차용 공조장치 개발

#### 1. 머릿말

자동차용 에어컨은 1940년 Packard에 처음으로 적용된 이후, 1941~42년 Cadillac에 장착되었다. 이러한 초기의 에어컨들은 증발기 및 송풍기 유니트가 자동차 트렁크 내부에 부착하였으며, 부피가 상당히 클뿐만 아니라 가격이 비싸고 신뢰성이 떨어져 소비자들에게 거의 관심을 끌지 못하였다. 그런데 1950년대 중반기에 들어서면서 자동차 메이커들이 다시 에어컨에 대한 관심을 나타내기 시작하였고, 1954년경 자동차 후드밑에

전체 에어컨 시스템을 장착한 Pontiac이 비로써 개발되었다. 이러한 에어컨들은 점진적으로 소형화되고 소비자들로부터 신뢰성과 대중성을 얻게 됨에 따라 1957년 Ford사에서 Chevrolet 및 Plymouth에 과감히 에어컨을 부착하였으나, 가격이 비싸 큰 인기는 얻지 못하였다. 그러나 1980년대 들어서면서 에어컨에 대한 가격이 저렴해지고 운전자의 졸음운전 방지등 운전상태에 좋은 영향을 준다는 사실이 밝혀지면서 점차 대중화되었다. 최근들어 운전자 혹은 승객이 보다 편안하고 안락한 생활을 승차중에서도 추구하고 있어 자동차 에어컨은 거의 필수적인 중요한 요소가 되었다.

자동차용 에어컨이라함은 말그대로 차실내의 냉난방 및 습도를 임의로 조절해 가장 쾌적한 상태로 유지하는 장치로써 소형화, 경량화, 고효율화 및 전자화로 발전을 계속하고 있는 추세이며, 대기오염상태가 심각해짐에 따라 실내 공기의 청정에 대한 관심도 급격히 부상되고 있다. 이러한 에어컨 시스템은 자동차 부품중에 엔진 및 미션과 더불어 고가의 부품(차량 총재료비의 약 7~10%)

으로써 고부가 가치를 가지고 있어 사업성이 매우 우수한 것으로 알려져 있다. 이에 따라 기술선진국에서는 자국의 이익을 위하여 후진국 혹은 개발도상국으로의 기술이전을 상당히 꺼리고 있으며, 설령 사업상 기술협력 업체에 기술을 전수하더라도 설계기술과 크게 관련이 없는 단순한 도면 혹은 생산기술 수준정도며 원천 설계기술의 이전은 매우 희박한 상태이다. 이러한 추세는 국내 공조업체에도 그대로 적용되어 생산기술은 물론 설계분야까지 상당부분 기술선진국에 의존하고 있었다. 그러나 최근들어 이념에 따른 적대관계가 무너지고 국제화에 따른 무한경쟁체제에 돌입하게 됨에 따라 단순한 기술도입만으로는 생존할 수 없다는 인식하에 미력하나마 연구개발에 눈을 돌리기 시작하였다. 그런데 에어컨 부품관련 상당부분이 특허에 저촉되어 이를 회피한 고효율 저소음의 독자 모델 개발에는 상당한 어려움이 뒤따르며 이는 산학연이 일체가 되어 해결해야할 문제로 판단된다. 즉 대학에서는 기초이론 정립, 설계관련 소프트웨어 개발, 기초설계 및 이론 해석쪽에 비중을 두고, 연구소에서는 이를 응용한 최적 및 양산설계를 그리고 산업체에서는 양산성 검토등 생산과 관련된 기술을 체계적이고 지속적으로 발전시켜나가야만이 기술선진국으로 발돋움 할 수 있다. 따라서 필자는 이와관련 선진 기술업체의 현황을 알아보고 제품설계에 필요한 기술등을 간단히 서술하므로써 자동차 에어컨에 관심을 갖고 있는 사람들에게 조금이나마 연구방향에 도움이 되었으면 한다.

본 내용의 대부분은 에어컨 설계 및 생산을 위하여 수집한 자료중에 일부를 발췌하여 기술하였으며 사안에 따라 다소의 차이가 있음을 미리 밝혀둔다.

## 2. 선진업체 현황

자동차용 에어컨은 크게 시스템 전체를 설계 및 생산하는 업체와 핵심부품(열교환기, 압축기 및 팽창밸브등)만을 전문적으로 생산하는 업체로 나눌 수 있다. 세계적인 자동차용 공조시스템 제조업체는 표 1에 도시하였으며, 관련부품 제조업체들은 상당히 많으나 그 중에서도 열교환기쪽에 상당한 경쟁력을 갖고 있는 회사로는 Modine(미국)과 昭和 알루미늄(일본)등을 꼽을 수 있다.

표 1에 나타난 자료들은 93년을 기준으로 작성한 것으로 절대치들은 시기에 따라 다소 차이가 있기 때문에 그 절대치는 큰 의미가 없으며 자동차용 공조장치를 생산하고 있는 세계적인 대표업체로써 파악하는 데 의미가 있다. 전반적으로 일본 및 미국에 의해 자동

표 1 세계적인 공조업체 현황

MAKER	점유율(%)	생산량(만개)
日本電裝(일본)	28.2	994
ZEXEL(일본)	26.8	993
DELPHI(미국)	16.1	567
FORD CCD(미국)	11.1	391
CALSONIC(일본)	6.3	222
VALEO(프랑스)	2.3	81
BEHR(독일)	1.9	67
기타	7.3	257

표 2 HVAC 모듈 및 압축기의 세계시장 점유율

MAKER	HVAC MODULE	COMPRESSOR
日本電裝	22.2%	36.3%
DELPHI	19.0%	22.3%
ZEXEL	7.5%	10.4%
SANDEN	-	8.0%
FORD CCD	15.2%	7.5%
CALSONIC	6.1%	-
VALEO	9.5%	-

차용 공조장치 시장이 점유되고 있음을 알 수 있다. 그리고 핵심부품중 HVAC 모듈 및 압축기로 나누어 분류하면 대략 다음의 표 2와 같다.

### 3. 에어컨 관련 기술

#### 3.1 증기압축 냉동사이클의 개요

일반적으로 냉방을 위한 냉동기로서 증기압축 냉동사이클을 주로 사용하는데 그림 1에 나타난 바와 같이 증발기, 압축기, 응축기 및 팽창밸브의 4가지 주요부외에 건조기(리퀴드 탱크), 엔진 냉각 팬, 송풍기 및 호스, 파이프류로 구성되어진다. 이러한 계통도에 의해 이루어지는 사이클에서 냉매의 물리적 현상들에 대한 그림은 그림 2에 알기 쉽게 나타내었다. 그림에서 보는 바와같이 증발기 내에서 흡열작용에 의해 증발(증발과정)된 냉매가스는 압축기로 보내지며 압축기에서는 외부로부터 일을 받아 고온 고압의 기체상태로 압축(압축과정)되어 응축기로 보내진다. 고온고압의 냉매가스는 응축기에서 공기로 강제냉각하면 상변화(응축과정)가 일어나고 고압의 액체냉매로 된다. 이러한 고압의 냉

매를 증발하기 쉽도록 팽창밸브에서 교축시키면 압력강하(팽창과정)가 발생하고 냉매는 분무상태가 된다. 이러한 분무상태의 냉매를 증발기로 보내어 주위로부터 흡열작용(잠열흡수)에 의해 냉동효과를 얻게 된다. 이러한 과정을 거치면서 1 사이클을 구성하게 되는데, 이를 증기압축 냉동사이클이라하며, 이러한 과정 및 전체 물리량들의 정량적인 변화를 표시한 P-h선도(물리에르 선도)를 그림 3에 도시하였다. 그림 3은 HFC-134a인 냉매의 P-h선도로서 이 선도으로부터 사이클을 구성하는데 필요한 흡열량, 방열량, 압축일 및 압력강하는 물론 각각의 과정에서의 상(phase), 압력, 온도, 건도, 비체적등을 도출할 수 있다. 따라서 냉동장치를 설계하기 위해서는 이러한 기초원리를 명확히 이해하고 사이클을 구성할 수 있어야하며, 실제로 시스템을 조합하는데 필요한 수단이 된다.

#### 3.2 자동차용 에어컨의 추세

에어컨 설계기술을 언급하기 전에 에어컨 제품의 기술추세를 간단히 살펴보고자 한다. 표 3은 압축기, HVAC, 응축기, 증발기 및 히터의 기술발달추세를 개략적으로 나타낸 것으로 효율증대뿐만 아니라 생산성 향상 및 재료비를 저감하기 위한 추세로 가고 있음을 볼 수 있다. 그리고 차세대 자동차(전기자동

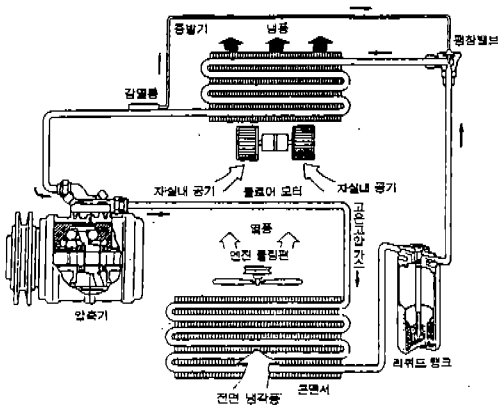


그림 1 자동차용 냉동기의 기본 계통도

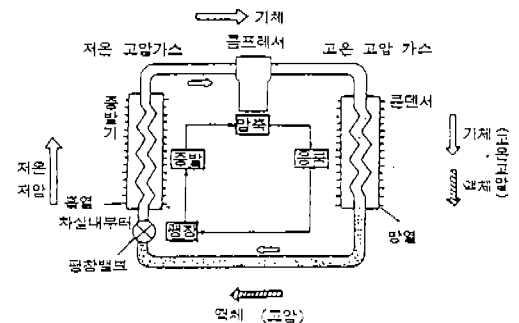


그림 2 냉동기의 원리도

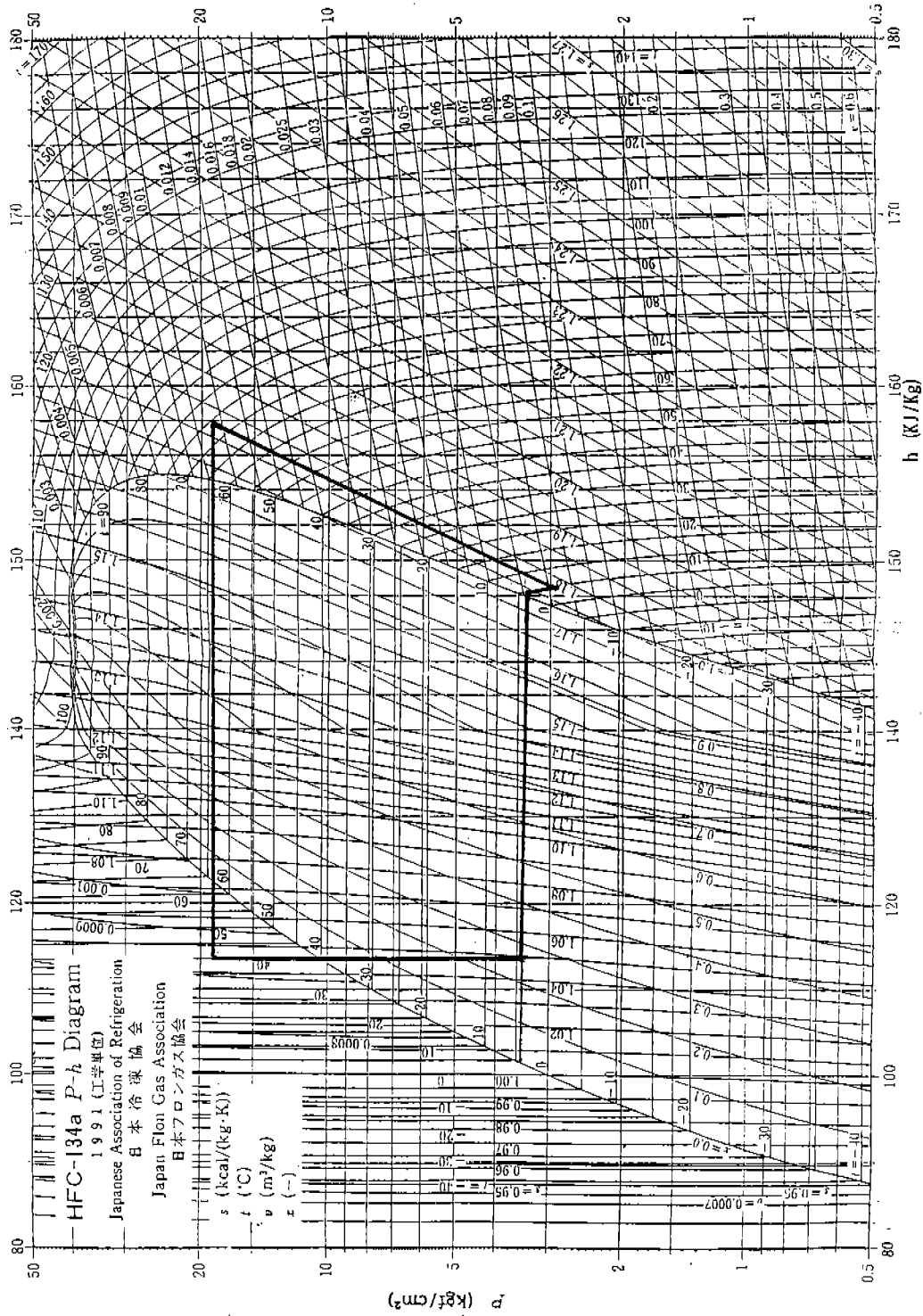


그림 3 HFC-134a P-h 선도

표 3 공조장치 기술동향

구분	년도				
	'50	'70	'80	'90	2000
공조 TREND				패작성 다양화 추가 — 환경(오존) — 공용화·표준화 — 가격 패괴 (MODULE 화) — 환경 (지구 온난화) — INITIAL COST 조가격 패괴	
공조 SYSTEM 초가격 패괴 비전	'58년 A/CON 차량에 장착			패작성과 주행성의 양립 (COMP.의 진체화) 프레온(PREON) 규제·신냉매 SYSTEM SIMPLE MODULE 화 결합 고정능 薄型 에어컨 연비 절약 SYSTEM	
실내 공조 UNIT				3 PIECE UNIT 전기 자동차 공조 SYSTEM 2 PIECE 또는 1 PIECE UNIT 차세대 환경대용 SYSTEM 시나, 알루미늄 경량 로타리	
COMPRESSOR	CRANK TYPE	사판식 RADIAL PISTON TYPE	사판식 연속 가변 용량형 ROTARY TYPE	SCROLL TYPE 고 신회전 COMP. 개발	SIMPLE 경량 로타리 차세대 대응
CONDENSER			SERPENTINE TYPE	PARALLEL FLOW TYPE	薄型 고효율 PARALLEL FLOW TYPE 차세대 대응
EVAPORATOR		적중형 EVAP. 개발	소형 TANK LAMINATE TYPE	薄型 TANK LAMINATE TYPE 고 효율 薄型 환기 개발	PIPE-LESS LAMINATE 차세대 대응
HEATER CORE				無용치 CORE	시나, 알루미늄 版 랭크 CORE
BLOWER				사용량 低소음 BLOWER	BRUSHLESS MOTOR BLOWER
CONTROL	'71년 TOYOTA AUTO A/CON	'81년 TOYOTA MICOM FULL. AUTO A/CON		인공지능화 (제어 SYSTEM 확대) 低소음화 BLOWER (연비 절약 FULL. AUTO A/CON)	

차, 수소자동차등)에 대처하기 위해 차세대 에어컨에 대한 연구개발도 이루어 지고 있음을 알 수 있다.

### 3.3 열교환기

자동차용 에어컨 시스템에 사용되는 열교환기는 증발기, 응축기 및 히터로써 일반적인 열교환기인 Fin & Tube 형태의 확관식 보다는 코르크이트 핀형의 브레징(brazing)식을 대부분 사용하고 있다. 전자의 열교환기에 대한 연구<sup>11~14)</sup>는 상당히 진척되어 형상에 따른 열전달 해석방법 혹은 관계식이 이론 및 실험에 의해 상당부분 도출되었으나, 후자의 경우는 최근들어서 활발히 연구되고 있는 실정이다<sup>5)~12)</sup>. 이러한 열교환기를 설계하기 위해서는 먼저 최소 및 최대 열전달량(방열량 혹은 흡열량), 열교환기를 지나는 풍량 그리고 대략적인 크기, 냉매유량, 온도, 압력이 주어지고 이를 바탕으로 핀형상, 피치 및 튜브형상, 크기, 유로등을 결정하게 된다. 그리고 특히 상변화가 수행되기 때문에 상변화에 대한 영향도 고려해야 한다. 설계된 형상에 대해서는 시험을 수행하기 전에 이론적 방법에 의해 모사(simulation)하는 것이 경제적인 측면뿐만 아니라 개발 기간을 단축시킬 수 있다. 여기서 도출된 값들은 정량적으로 다소 오차가 있으나, 설계변경에 따른 물리적 현상 혹은 특성변화들을 상대적으로 비교함으로써 설계가 타당하게 수행되었는지 확인할 수 있다. 많은 시행 오차를 거쳐 최종적으로 설계된 제품에 대해서만 시제품을 만들고 시험에 의해 성능을 테스트하므로써 설계를 빠르게 그리고 저렴한 가격으로 수행할 수 있다. 컴퓨터가 급속히 발달되어 용량, 처리속도는 물론 가격도 저렴하여졌고 이론해석기법 또한 많은 발전을 가져오게 됨에 따라 이는 충분히 가능하게 되었고 현재

기술 선진국에서는 실제로 이런 프로그램이 개발되어 사용되고 있으나 아직 상용화되지는 않았다. 현재 우리가 극복해야할 문제는 어떻게 특허를 회피하면서 생산성을 고려한 고효율의 열교환기를 개발하고 이를 어떻게 빠르게 해석하고 검증하느냐가 중요한 관건이며, 이러한 과정이 체계적으로 이루어져야만이 독자모델 개발에 성공할 수 있으리라 사료된다.

### 3.4 압축기

압축기는 증발이 끝난 가스 상태의 냉매를 흡입하여 압축한 후 응축기로 토출하는 역할을 하며 크게 왕복식과 회전식으로 나뉘어진다. 왕복식에는 크랭크식, 사판식, 와블식, 스카치요오크식으로 구분되며 회전식으로는 베인 로터식과 로링피스톤식이 있다. 압축기는 그 형식에 따라 압축비, 냉매유량, 효율등에 다소의 차이를 보이며 현재 자동차에 널리 장착되고 있는 압축기에 대한 특징을 표 4에 나타내었다. 압축기는 누설손실을 줄이고 유체역학적, 기계적 소음을 저감시키는 기술 및 압축기 흡입구에서의 손실을 최대한 줄이는 기술이 중요하며 냉방조건에 맞게 압축비 및 냉매유량을 조절할 수 있는 가변식 압축기를 설계하는 기술이 필요하다. 각각의 압축기 형식에 맞게 수치적 모사(numerical simulation)할 수 있는 프로그램을 개발하여 설계시 사용함으로써 시험횟수를 줄이는 방법도 강구해야 할것이다.

### 3.5 냉각팬

에어콘 시스템에 사용되어지고 있는 팬은 응축기를 냉각시키기 위한 축류팬과 히터 혹은 증발기를 지나 차실내로 공기를 공급하여 주는 다익 원심팬(시로코팬)이 있다. 팬은 날개(blade) 혹은 깃이(impeller)의 회전으

표 4 압축기 형식에 따른 특징 비교

형 식	사판식	외불식	베인 로터리식		스크롤식
			동심식	편심식	
동작원리	사판회전에 의한 피스톤 왕복운동	사판회전에 의한 피스톤 왕복운동	축회전에 의한 로터회전	축회전에 의한 로터회전	축회전에 의한 선회 스크롤 회전
회전당 압축횟수	10회	5~7회 (피스톤수에 의존)	10회	4회	2회
연속 최고 회전수	7000rpm	6000rpm	7000rpm	7000rpm	7000rpm
체적효율	65~70%	65~70%	75~80%	70%	80~85%
소음	74~77dB	77~80dB	70~75dB	70~75dB	73~73dB
진동	미흡	미흡	우수	미흡	우수
생산성	양호	우수	우수	양호	미흡
신뢰성	우수	우수	양호	양호	미흡
특징	누적 생산댓수 최대	대용량에 적합	고속에서 토출압력, 소비동력이 높음	-	개발 및 신뢰성 확보가 장기간 소요, 효율면에서 유리하나 생산성이 나쁨

로 유체에 양력을 가해 압력을 증대시킴으로써 유동을 일으키는 유체기계로서 설계관련 기초이론이 정립되어 있기는 하나 실제 제품 설계시에는 주로 경험에 상당부분 의존하고 있는 실정이다. 특히 팬은 유동손실을 줄이므로써 효율을 증대시키는 것도 중요하지만 소음을 저감시키는 기술 또한 최근들어 매우 중요한 문제로 등장하였다. 필요한 압력상승 및 유량, 모터동력, 대략적인 크기등을 고려하여 기초이론에 의해 날개형상 및 쉬라우드를 설계하는 개념설계와 시험, 경험 혹은 수치적 모사에 의해 성능과 소음을 점진적으로 보완하는 응용설계, 그리고 팬의 재료, 형상등을 고려한 최적설계와 이를 검증하는 시험으로 진행될 수 있다. 팬내 유동형태와 소음(유체역학적 소음 및 팬의 진동으로 인한 소음등)등을 이론적으로 모사하여 분석할 수 있는 프로그램이 많이 개발되어 다양히 적용되고 있다. 따라서 이러한 단계별 설계 및 모

사, 검증은 하나의 프로그램으로 체계적으로 만들어 사용하면 설계기간 단축 및 경비가 절감되고 독자설계도 충분히 가능하리라 판단된다.

### 3.6 에어컨 시스템 조합(matching)

최근들어 에너지절약을 위해 시스템의 효율을 증대시켜 기존의 냉난방효과를 유지하면서 소형화, 경량화 그리고 저소음화 추세로 가고 있다. 이러한 효과를 얻기 위해서는 각 단품의 에너지 손실을 최소화하여 성능을 증대시키고 기계적 마찰 혹은 유체유동에 따른 소음을 저감시키는 기술이 필요하다. 단품에 대해서는 앞에서 언급하였으며 여기서는 시스템 조합(system matching 혹은 system packaging)에 대하여 논하고자 한다.

에어컨 시스템을 설계하기 위해서는 먼저 자동차에 대한 사양이 결정되고 그에 따라 차실내 냉난방에 필요한 최대 냉난방 열용량

및 자동차 엔진 사양이 도출되어야 한다. 이에 따라 증발기, 히터 및 송풍기용량이 결정되어진다. 이와같이 최대 냉동능력 및 증발기의 용량이 결정되면 그에 따라 물리에르선도로부터 개략적인 압축기, 응축기, 팽창밸브 및 건조기의 용량이 결정되게 된다. 비록 이러한 핵심단품들의 용량이 결정되었다더라도 각각의 특성, 형상, 품질, 생산성등을 고려한 실사양을 결정해야하는 문제에 봉착하게 된다. 이경우 우선 설계관점에서는 효율적인 측면을 고려하게 되는데 실제의 경우에는 있어서는 경제적인 측면 및 생산성을 모두 고려해야 하기때문에 무조건 고효율, 저소음화된 부품을 일방적으로 채택할 수는 없는 일이다. 예를들어 고급승용차에 부착되는 에어컨과 일반 상용차의 경우 냉방능력은 동일하게 설계되었다할지라도 가격적인 측면에서는 거의 1.5배에서 2배가량 차이가 난다. 물론 시스템이 자동이나 수동이나에 따라 추가되는 품목이 차이는 다소 있다. 따라서 차의 수준에 맞게 에어컨 시스템도 설계되어져야 한다.

시스템을 조합하는데 가장 기본이 되는 것이 냉매의 물리에르선도(그림 3)이며, 공기혼합을 적절히 고려한 HVAC설계이다. 최대 냉동효과에 따라 증발기에서의 흡열량이 결정되면 과열도 및 과냉각도, 압축비등을 고려하여 물리에르선도로부터 냉동 사이클이 만들어진다<sup>13), 14)</sup>. 이때 각각의 과정에 대하여 가정을 하고 이를 반복수행하여 최적의 사이클을 구성하게 되며 이 과정에서 각 단품에 대한 특성도 해석되게 된다. 이러한 과정은 단품 및 사이클해석이 반복에 의해서 도출되기 때문에 컴퓨터 프로그램화하여 사용하는 것이 바람직하다. 선진 업체에서는 이미 이러한 소프트웨어를 개발하여 개념설계 단계에서 적극 활용하고 있으며, 이러한 방법은

실험횟수를 줄이고 빠른 시간내에 그 특성을 쉽게 파악할 수 있어 경비절감은 물론 개발기간을 단축시킬 수 있다. 이러한 사이클 모사는 국내에서도 다양히 시도되고 있으며<sup>15), 16)</sup>, 방법을 요약하면 다음과 같다.

- 증발기 모델링 및 해석 : 상변화 및 이 상유동에 대한 열전달
- 압축기 모델링 및 해석 : 폴리트로픽 압축으로 가정
- 팽창밸브 모델링 및 해석 : 단순 교축과정으로 가정
- 응축기 모델링 및 해석 : 상변화 및 이 상유동에 대한 열전달
- 건조기 모델링 및 해석 : 압력손실
- 호스 및 파이프 모델링 : 압력손실
- 전체 시스템조합 : 각각의 단품에서 구한 결과를 바탕으로 질량보존, 운동량보존 및 에너지 보존이 성립되도록 냉매 및 공기축의 상태량을 반복하여 계산하므로써 시스템을 조합한다.

이러한 모사를 통해 설계된 시스템에 대하여 실제로 시작품(proto type)을 만들고 에어컨 열량 측정기(system calorimeter)를 사용하여 각각의 단품 및 시스템 전체의 특성을 측정한다.

HVAC설계는 송풍기로부터 열교환기를 지나 공기혼합이 원활히 이루어지고 각 덕트 어셈블리로 원하는 양만큼이 풍량이 배분되도록 설계하는 기술이 필요하다. 특히 유동손실을 줄이고 유동소음을 저감시킬 수 있는 유로설계 및 진동에 충분히 견딜 수 있도록 구조역학적인 측면도 고려하여 최적설계할 수 있도록 해야한다.

전체 시스템설계가 효율적인 측면에서 최적으로 설계되었다 할지라도 차량에 적절히 장착할 수 없으면 소용이 없게 된다. 따라서 시스템 조합설계에서 중요하게 고려해야할



표 5 기술 매트릭스

제품명	기술 분류				기술의 정의	
	대분류	중분류	소분류	세분류		
자동차용 에어컨	A/C-SET	설계	SYSTEM INTEGRATION (SYSTEM PACKAGING)	SYSTEM MATCHING & SYSTEM ENERGY BALANCE, VAPOR-COMP RESSION REFRIGERATION CYCLE	필요 냉난방 열부하량(최소~최대)에 부합되도록 적절하게 단품을 선정하여 시스템을 구성하는 기술. 이때 중요한 것은 에너지 손실을 최소화 하면서 COMPACT하게 설계하는 것이 첨단 기술임	
			시스템 성능 시험	온도, 냉매유량, 풍량, 압력, 소요동력, 손실, 효율 측정	구성된 시스템이 타당한지 실제로 시험에 의해 확인하고 분석하는 기술. 문제가 있는 경우 그 원인을 규명하고 해결할 수 있는 KNOW-HOW가 필요함. 시험 SPEC. 결정이 매우 중요	
			각 부품의 차량내 장착성	차량 LAY-OUT, 도면해독	각각의 부품 및 부품을 차량에 적절히 배치하는 기술	
	HEATER UNIT	설계	HEATER CORE 형상	방열양, 풍량, 온수량, 압력손실	압력손실은 최소, 열전달은 최대가 되도록 FIN, TUBE 형상 및 온수유로를 설계하는 기술	
			HEATER CASE 형상	풍량 분배, 장착성, 조립성, 내구성	공기가 균등분배 되며, 공기유동으로 인한 소음이 적고, 진동에 강하도록 공기유로를 설계하는 기술. 차량에 대한 장착성 및 생산성을 고려해야함. 모방 가능 기술	
			DOOR 및 작동 레버	작동 MECHANISM	유로를 원하는 조건에 맞게 개폐동작 시키는 기술	
			ACTUATOR	DOOR, 온수밸브 개폐 및 시기제어	원하는 시기에 원하는 방향으로 적절한 각도로 부드럽게 작동하게 하는 기술. CONTROLER와 MATCHING시키는 기술	
			시작품 제작	BRAZING, 사출금형	BRAZING 및 사출금형에 대한 기술	
			제조	HEATER CORE 가공	FIN 성형, TUBE가공, PRESS금형, 압출, 사출 금형	BRAZING품 또는 ASS'Y 품 질확보를 위한 단품성형, 가공 등의 제조, 금형기술
				HEATER CORE 조립	핀, 튜브, 탱크 조립 및 AL BRAZING	단품의 품질을 살려 조합하는 기술. 특히 AL재의 화학성분 별 특성 습득이 중요함.

제품명	기술 분류				기술의 정의	
	대분류	중분류	소분류	세분류		
자동차용 에어콘	HEATER UNIT	제조	HEATER CASE 가공	사출금형	BURR 등의 방지 및 저 비용 제작기술	
			HEATER UNIT 조립	조립방법, 자동화, 치공구	LOW COST AUTOMATIC 및 부품개선, 치공구 개발 기술	
		품질	성능		온도, 온수량, 풍량, 압력 측정시험	설계사양에 부합되게 HEA- TER CORE의 열적성능 및 CASE내부 유동분포가 타당 한지 검증 분석하는 기술. 설계사양 미달시 원인을 규 명하고 해결하는 것이 중요. 시험 SPEC. 결정
						신뢰성 및 내구성
			다익 원심팬 형상		풍량, 압력상승, 소음, 소재	원하는 사양(압력상승, 풍압, 소음 및 회전수)에 부합되게 팬깃(BLADE) 및 SHROUD 설계 기술. MOTOR와 MAT- CHING 기술
						BLOWER CASE 및 INTAKE CASE 형상
	BLOWER UNIT	설계	DOOR 및 작동 레버	작동 MECHANISM	입구 유로를 원하는 조건(실내 외공기 유입)에 맞게 개폐동작 하게 하는 기술	
			ACTUATOR	DOOR개폐 및 시기제어	원하는 시기에 원하는 방향으로 적절한 각도로 부드럽게 작동하 게 하는 기술. CONTROLLER와 MATCHING시키는 기술	
			BLOWER MOTOR	회전수, 소요동력, 제어	ON/OFF 및 회전수 조정이 용 이하고 저항에 따른 손실이 작 으며 팬 소요동력에 부합되도 록 STATOR & ROTOR를 설 계하는 기술	
			시작품 제작	사출금형	사출금형 기술	

제품명	기술 분류				기술의 정의
	대분류	중분류	소분류	세분류	
자동차용 에어콘	BLOWER UNIT	제조	다익 원심팬 가공	사출금형	BURR등의 방지 및 저 비용 제작기술
			BLOWER CASE 및 INTAKE CASE 가공	사출금형	BURR등의 방지 및 저 비용 제작기술
			BLOWER UNIT 조립	조립방법, 자동화, 치공구	LOW COST AUTOMATIC 및 부품개선, 치공구 개발 기술
		품질	성능	풍량, 풍압, 효율, 소요동력측정	설계사양에 부합되도록 제작되 었는지 실험에 의해 성능을 검 증하고 분석하는 기술. 시험 SPEC결정.
			신뢰성 및 내구성	진동, 소음, 부식, 강도 인장, 작동시험	양산제품의 신뢰성 및 내구성 을 시험에 의해 검증 및 분석 하므로써 품질을 보증하는 기 술. 문제점 발생시 대응 기술
		CONTROL UNIT	설계	PCB PANNEL	PATTERN DRAWING
	SENSOR			온도, 압력, 풍속 측정	온도, 압력, 풍속등의 물리적인 양을 측정하여 전기적 신호량 으로 변환시켜 출력하도록 하 는 기술
	MICOM			제어 LOGIC 및 회로	입력신호에 따라 기억연산 제 어된 출력신호를 출력할 수 있 도록 MICOM에 PROGRAM- ING하는 기술
	INDICATOR			물리량 DIGITAL 화	여러상태의 입력신호를 회로적으 로 계수화하여 표시부에 DISP- LAY시켜 주는 기술
	CONTROL BOX(CASE)			장착성, 모양새, 기동시 감촉성, 색상 내구성	에어콘 조작 CASE를 차량 내 부의 주어진 공간에 맵시있게 장착될 수 있도록 디자인하는 기술
	CONTROL BOX(CASE)			사출금형	BURR등의 방지 및 저 비용 제작기술
	제조		PCB ASS'Y 조립	AUTO SOLDERING	주어진 전자부품을 PCB PAN- NEL내에 삽입, 납땀하는 기술 로 역삽, 오삽, 미삽, 냉납등에 주의
			UNIT 조립	조립방법, 자동화, 치공구	LOW COST AUTOMATIC 및 부품개선, 치공구 개발 기술

제품명	기술 분류				기술의 정의
	대분류	중분류	소분류	세분류	
자동차용 에어콘	CON- TROL UNIT	품질	성능	응답성 및 작동성	차실내 물리량들을 감지, A/C를 가동시켜 차실내를 쾌적하게 유지시켜주는지를 시험에 의해 검증하는 기술. 시험 SPEC 결정
			신뢰성 및 내구성	진동, 부식, 강도, 열충격, 인장, 충격시험	양산제품의 신뢰성 및 내구성을 시험에 의해 검증 및 분석하므로써 품질을 보증하는 기술. 문제점 발생시 대처 기술. 특히 열 및 충격, 진동에 약한 부품이 많으므로 열 및 충격 시험이 매우 중요함.
	EVAPO- RATOR UNIT	설계	CORE 형상	흡열량, 풍량, 냉매유량, 압력, 과열도	압력손실은 최소, 열전달은 최대가 되도록 FIN, PLATE형상, TANK 형상 및 냉매유로를 설계하는 기술. COMPACT화 기술. 특히 PLATE내 냉매유동을 조절하는 립형상 설계 기술이 중요한 기술임.
			EXPANSION VALVE 형상	압력강하 및 유량조절	압력강하 및 유량조절을 위한 밸브(ORIFICE) 설계기술(기계식 팽창밸브, 전자식 팽창밸브)
			EVAPORATOR CASE	장착성, 내구성	공기 유동이 원활하고 내구성 및 장착성, 생산성(특히 조립이 용이하도록)을 고려한 설계 기술. 도방 가능한 기술.
			시작품 제작	BRAZING, 사출금형	용접 및 금형사출 기술
		제조	CORE 가공	핀 성형, PRESS 금형, 압출금형, 사출금형	BRAZING품 또는 ASS'Y 품질확보를 위한 단품성형, 가공 등의 제조, 금형기술
			CORE 조립	CORE조립 및 AL BRAZING 용접, 세정, 표면처리	단품의 품질을 살려 조합하는 기술. 특히 AL제의 화학성분별 특성 습득이 중요함.
			EVAPORATOR CASE 가공	사출금형	BURR등의 방지 및 저 비용 제작기술
			UNIT 조립	조립방법, 자동화, 치공구	LOW COST AUTOMATIC 및 부품개선, 치공구 개발 기술

제품명	기술 분류				기술의 정의
	대분류	증분류	소분류	세분류	
자동차용 에어컨	EVAPORATOR UNIT	품질	성능	온도, 냉매유량, 압력, 풍량, 효율 측정	설계사양에 부합되게 EVAPORATOR CORE의 열적성능 및 CASE내부 유동분포가 타당한지 검증 분석하는 기술. 설계사양 미달시 원인을 규명하고 해결하는 것이 중요. 시험 SPEC 결정
			신뢰성 및 내구성	진동, 소음, 부식, 강도, 인장, 냄새, 응결시험, BRAZING성 판정	양산제품에 대해 내구성 및 신뢰성을 시험에 의해 검증하고 분석하며, 문제점 발생시 그 원인 분석 및 해결하는 기술
	CONDENSER UNIT	설계	CORE 형상	방열량, 풍량, 냉매량, 압력강하, 과냉각도	압력손실은 최소, 열전달은 최대가 되도록 FIN, TUBE 형상 및 냉매유로를 설계하는 기술. 특히 좌우측 파이프에서 냉매가 튜브에 고르게 흐르도록 설계하는 기술
			시작품 제작	BRAZING, PRESS & 단조금형	BRAZING, PRESS 및 단조금형 기술
	CONDENSER UNIT	제조	CORE 가공	FIN성형, TUBE가공, 압출, PRESS 금형, 단조금형	BRAZING품 또는 ASS'Y 품질확보를 위한 단품성형, 가공 등의 제조, 금형기술
			CORE 조립	핀, 튜브, HEADER PIPE 조립 및 AL BRAZING, 용접, 세정, 표면처리(도장)	단품의 품질을 살려 조합하는 기술. 특히 AL재의 화학성분별 특성 습득이 중요함
	CONDENSER UNIT	품질	성능	온도, 풍량, 냉매유량, 과냉각도, 압력측정	설계사양에 부합되게 CONDENSER CORE의 열적성능이 나오는지를 검증 분석하는 기술. 설계사양 미달시 원인을 규명하고 해결하는 것이 중요. 시험 SPEC. 결정
			신뢰성 및 내구성	진동, 부식, 강도, 열충격, 인장시험, BRAZING성 판정	양산제품에 대해 내구성 및 신뢰성을 시험에 의해 검증하고 분석하며, 문제점 발생시 그 원인 분석 및 해결하는 기술
	COMPRESSOR UNIT	설계	COMPRESSOR 형상	압력상승, 유량, 소음, 효율, 소요동력	압력상승, 냉매유량, 소음, 효율 및 엔진동력등을 고려하여 압축방식(왕복식, 회전식, 가변식 등)을 결정하고 저소음 고효율의 압축기 설계기술

제품명	기술 분류				기술의 정의	
	대분류	중분류	소분류	세분류		
자동차용 에어콘	COMPRESSOR UNIT	품질	성능	압력상승, 유량, 효율	설계사양에 부합되게 열적, 유체역학적 성능을 갖는지 검증 분석하는 기술. 시험 SPEC. 결정	
			신뢰성 및 내구성	압력 및 유량 조절, 진동, 부식, 강도, 열충격 시험	양산제품에 대해 내구성 및 신뢰성을 시험에 의해 검증하고 분석하는 기술	
	ENGINE ROOM KIT	품질	설계	파이프 및 호스 형상	유량, 압력, 차량 LAY-OUT	압력손실을 최소화하면서 차량 LAY-OUT에 적합하도록 파이프 및 호스의 단면적 및 유로를 설계하는 기술
			신뢰성 및 내구성	반복 가압, 인장, 진동, 열충격 시험	양산제품에 대해 내구성 및 신뢰성을 시험에 의해 검증하고 분석하며, 문제점 발생시 그 원인 분석 및 해결하는 기술	
	SHROUD UNIT	설계	팬형상 형상	압력상승, 풍량, 소음, 소요동력	원하는 사양(압력상승, 풍압, 소음 및 회전수)에 부합되게 팬깃(BLADE) 형상 설계 기술. MOTOR와 MATCHING 기술	
			SHROUD 형상	저유량 손실, 장착성, 내구성	깃 틈에서 역류에 의한 유동손실이 작고 공기유동에 따른 소음을 작게 그리고 주어진 차량 공간내 장착가능하도록 설계하는 기술	
			MOTOR	회전수, 소요동력, 제어, 장착성	ON/OFF 조정이 용이하고 저항에 따른 손실이 작으며 팬 소요동력에 부합되도록 STATOR & ROTOR를 설계하는 기술	
		제조	FAN 및 SHROUD 가공	사출금형	BURR등의 방지 및 저 비용 제작기술	
			FAN & SHROUD 조립	조립방법, 자동화, 치공구	LOW COST AUTOMATIC 및 부품개선, 치공구 개발 기술	
	품질	성능	압력상승, 풍량, 소요동력, 효율	설계사양에 부합되도록 제작되었는지 실험에 의해 성능을 검증하고 분석하는 기술. 시험 SPEC결정		
		신뢰성 및 내구성	진동, 부식, 강도, 열충격, 소음시험	양산제품의 신뢰성 및 내구성을 시험에 의해 검증 및 분석 하므로써 품질을 보증하는 기술. 문제점 발생시 대처 기술		

표 6 설계핵심기술

순서	항 목	세 부 사 항	필수기술
1	AIR-MIX 방식에 따른 HVAC 설계기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>REHEAT AIR-MIX 방식</li> <li>COOLER &amp; HEATER AIR-MIX 방식</li> <li>FULL REHEAT AIR-MIX 방식</li> <li>PARALLEL AIR-MIX 방식</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>각방식별 HVAC설계기술</li> <li>DUCT설계기술</li> </ul>
2	공기조화기술 (차실내)	<ul style="list-style-type: none"> <li>공기혼합방식</li> <li>기류해석, 온도장 해석</li> <li>급속난방방식</li> <li>DEFROST</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>기류 및 온도장해석 S/W</li> <li>DUCT설계기술</li> <li>DEFROST 위치 및 유로 형상 설계기술</li> </ul>
3	팬설계기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>이론적 설계기술</li> <li>유동 및 압력장 해석</li> <li>소음해석 및 소음저감기술</li> <li>구조해석 기술</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>기초설계 및 유동, 소음해석 S/W</li> <li>소음감소에 대한 KNOW-HOW</li> <li>구조해석 S/W</li> </ul>
4	엔진냉각 SYSTEM MATCHING 설계기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>엔진 방열량과 RAD. 방열량사이의 BALANCE</li> <li>냉각수 온도에 따른 RAD.의 방열량 제어 기술</li> <li>유로설계기술</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>엔진냉각 SIMULATION S/W</li> <li>방열량 제어방법(온도감지 및 팬작동 여부)</li> <li>실험방법에 대한 KNOW-HOW</li> </ul>
5	AUTO AIR-CON 제어기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>SEMI AUTO A/C, FULL AUTO A/C 설계기술</li> <li>FEED-BACK 제어기술</li> <li>고장 MODE 자가진단 기능설계 기술</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>회로설계 및 프로그래밍 기술</li> </ul>
6	냉동사이클의 동특성 제어 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>운전중 발생하는 부하의 변동시 제어기술</li> <li>냉매온도 제어, 냉매 용량제어, 압력제어</li> <li>전자팽창밸브, 일반팽창밸브</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>제어방법 및 밸브설계기술</li> <li>회로설계기술</li> </ul>
7	A/C SYSTEM BALANCE 해석 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>단품별 용축특성, 증발특성, 압축특성, 팽창특성 해석기술</li> <li>냉매특성</li> <li>단품특성조합에 의한 최적의 냉동사이클 MATCHING 기술(최대부하~최소부하 범위)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>SYSTEM BALANCE SIMULATION S/W</li> </ul>
8	차량장착특성 BALANCE - SIMULATION	<ul style="list-style-type: none"> <li>차량과 냉동 CYCLE BALANCE</li> <li>차량침입총열량, EVAP. 흡수열량, 차량 열용량, 차실내온도</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>냉방부하계산 S/W</li> <li>난방부하계산 S/W</li> <li>실험방법에 대한 KNOW-HOW</li> </ul>
9	열교환기 설계기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>고효율 열교환기 설계기술</li> <li>EVAPORATOR, CONDENSER, HEATER, RADIATOR</li> <li>핀형상, 유로형상, 튜브형상</li> <li>BRAZING방법(N/B, V/B)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>열교환기 설계 및 성능 예측 S/W</li> <li>BRAZING 기술</li> </ul>
10	ACTUATOR 및 CONTROL UNIT 개발기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>ACTUATOR 설계 및 작동방법</li> <li>CONTROLLER 설계기술</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ACTUATOR &amp; CONTROLLER 설계 기술 및 작동원리</li> </ul>

사항이 차량내 장착성이다. 각각의 단품들이 주어진 차량공간에 적절히 장착할 수 있고 또 장착이 쉽도록 각 단품을 배치하는 기술이 필요하다. 그리고 가능한한 파이프 혹은 호스의 길이를 짧게 하여 관손실을 줄이고 변형을 줄이므로써 부차손실을 줄이는 방법도 강구해야할 것이다.

그리고 윈도우의 디프로스트(defrost) 및 실내 공기유동이 최적이 되도록 덕트 및 벤트의 형상을 설계해야 한다. 설계의 타당성에 대한 검증은 크게 시험과 컴퓨터 모사(CFD)에 의해 수행되어지며 시험은 평균값만을 수치해석은 평균치는 물론 국소값을 모두 파악할 수 있어 설계에 이상이 있는 경우 그 원인을 분석하는데 매우 유용하다.

### 3.7 소요 기술 요약

에어콘을 양산하는데 필요한 설계, 생산 및 품질에 대한 기술을 표 5에 요약하여 개략적으로 나타내었다. 그리고 표 6에는 그 중에 대표적인 것을 선정하여 기초기술 및 앞으로의 기술동향을 예측하여 기술하였으며, 이러한 기술요약은 앞으로의 연구개발에 조금이나마 참고가 되기를 기대하는 바이다.

### 참 고 문 헌

1. H. B. Crawford, R. K. Mickey and P. Lamp, Handbook of Heat Transfer Fundamentals, McGraw-Hill Inc., 1988
2. ASHRAE Handbook, Fundamentals, 1993
3. F. M. White, "Heat and Mass Transfer", Addison-Wesley Publishing Company, Inc. 1988
4. M. B. Pate, "Design Considerations for Air-conditioning Evaporator and Condenser Coils", Two-Phase Flow Heat

- Exchanger Thermal-Hydraulic Fundamentals and Design, A. B. Bergles edited, 1988
5. T. L. Cox, L. Patel and A. L. Study, "Small Diameter in Line Tube and Fin Aluminum Heat Exchanger for Automotive Air Conditioning Systems", SAE paper 890224, 1989
6. R. A. Struss and Others, "Refrigerant Charge reduction Through the Application of a New Vehicular Condenser", SAE paper 890226, 1989
7. A. Sugihara and H. G. Lukas, "Performance Parallel Flow Condenser in Vehicular Applications", SAE paper 900597, 1990
8. R. A. Struss and Others, "Performance Comparison of HFC-134a and CFC-12 with Various Heat Exchangers in Automotive Air Conditioning Systems", SAE paper 900598, 1990
9. I. Kurosawa and I. Noguchi, "Development on a High Efficiency Drawn Cup Type Evaporator Core", SAE paper 870030, 1987
10. T. Ohara and T. Takahashi, "High Performance Evaporator Development", SAE paper 880047, 1988
11. X. Rong and M. Kawa, "Gas-Liquid and Flow Rate Distributions in Single End Tank Evaporator Plates", SAE paper 963075, 1996
12. 강정길 외 3명, "자동차 공조용 증발기의 고성능화에 대한 연구", 공기조화 냉동공학회 논문집 제7권 제1호, pp. 73~80
13. J. G. Cherng and W. J. Wu, "Design



Tool for Climatic Control of an Automotive Vehicle”, SAE paper 891966, 1989

14. M. J. Provost and E. M. Arrieta, “A Thermodynamic Analysis of Alternative Refrigerants in Vapor-Compression Refrigeration Cycles”, SAE paper 900215, 1990
15. 김하준 외 3명, “FFC134A, CFC12를 사용하는 자동차 에어컨 컴퓨터 시뮬레이션”, 공기조화 냉동공학회 동계 학술발표 논문집, pp. 257~262, 1995
16. 이창원, 김인수, 원성필, “자동차 에어컨 시뮬레이션”, 공기조화 냉동공학회 동계 학술발표 논문집, pp. 276~280, 1995