

# 정전기기의 개발현황 및 전망

노철웅  
(효성중공업 주식회사 상무이사)

## 1. 서론

최근의 우리나라의 전기기기의 기술개발은 수입자유화정책에 따라 국내시장에서도 선진국과의 경쟁이 불가피해짐에 따라 기업의 기술개발이 더욱 절실해지고 있다. 세계무역기구(WTO)의 출범은 전세계를 무한 경쟁시대로 돌입시키고 있으며 이러한 무한경쟁시대의 구도에서 살아남기 위해서는 국가나 기업모두 경쟁력을 갖추는 것만이 시급한 실정이다. 중전업계도 세계적인 경쟁력 확보를 위해서 적극적, 공격적 전략경영으로 우리의 위상과 경쟁력을 높여나갈 때라 생각되며 이것은 기업간의 협력과 산·학·연의 상호 협력이 있을 때 가능하다. 정부는 제조업의 경쟁력강화의 방안으로 한국전력공사로 하여금 전기기기의 생산기술 개발사업자금 지원으로 1991년부터 1996년까지 연간 200억원 규모를 지원하게 하였고 또, 한전에서 자발적으로 연간 200억원 정도의 자금을 조성하여 기술개발 지원사업을 전개하고 있어 기술개발의 촉진이 예상된다. 중전업계에서는 차기 송전전압공사용인 765kV급 변압기, 차단기 개발등의 핵심 설계제조기술개발에도 박차를 가하고 있다.

## 2. 개발 현황

### 2.1 변압기

전력수요의 증가, 특히 하절기 전력수요의 증가로 인해서 전력용 변압기업계는 지속적으로 생산과 공급이 증가했다. 그러나 소형변압기업계는 생산량은 증가하였으나 업체의 남발로 인해 채산성이 악화되었다. 90년대 초만하더라도 10여사 남짓의 소형변압기 한전납품업체수가 최근들어 신규업체가 속속 참여하여 현재 30여개사에 이르고 있기 때문이다. 세계적으로 송전계통전압은 증가하고 있는데 국내,국외의 송전계통전압의 증가추이를 보면 그림 1과 같다. 중전기기중에서 수출실적이 가장 많고 기술적으로 안정된 초고압 변압기는 효성중공업의 독주를 거쳐 1989년부터 초고압

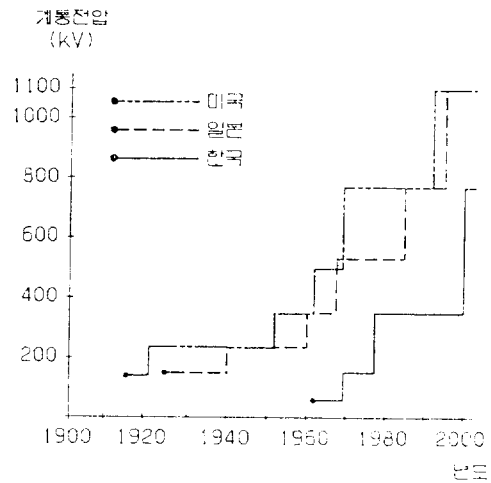


그림 1. 국내외 송전계통전압의 증가추이

중전기기의 투자조정이 해제된 이후에는 현대중전기가 3상 45/60MVA 154kV 및 단상 167MVA 345kV 변압기, 이천전기가 3상 45/60MVA 154kV 변전소용 주변압기를 개발시험 완료하여 경쟁체제를 갖추었으며 1992년 효성중공업이 전북 고창에 있는 765kV 송전전압 선로실증용 단상 3MVA 765kV 변압기 3대를 개발 납품하여 사용중에 있다.

1976년 3상 77MVA 145kV 변압기로 시작된 효성중공업의 변압기의 수출과 그 이후 현대중전기가 수출에 주력함에 따라 중동, 아시아지역등에 많은 물량을 수출하였고 1986년에 단상 250/300MVA 400kV를 개발하여 1988년에 캐나다에 납품하였고 수출지역도 동남아, 중동, 북미등으로 확대되었다. 1989년에는 효성중공업이 3상 45MVA 345kV 발전소의 START-UP 변압기를 대만전력에 납품하여 발전소용 변압기의 수출기반을 마련하였다. 그리고, 효성중공업 중심으로 전력용 변압기의 개발을 살펴보면 표 1과 같다.

한편, 한전은 현재의 송전선로 계통전압인 345kV로는 점차 심각해져가는 경과지 확보난을 해결치 못하고 전원의 원격화, 대용량화에 대응하지 못한다고 판단, '90년대 후반에는 765kV로 송전전압을 격상시켜 송전전력을 증가시키기

로 하였다. 이에따라 한전은 '93년 8월부터 전남 고창군 상하면 용정리에 765kV 실증시험장을 완공, 초고압 실증시험을 통해 차기의 송전전압 격상에 대비하고 있다. 이 실증시험장에 설치된 765kV 변압기 및 철탑설비는 모두 국내업체가 개발, 납품하여 현재까지 이상없이 운용 중에 있다. 아울러 앞서 언급한 한전자금지원과제로 765kV 전력용 변압기(1φ 500MVA) 및 800kV GIS를 개발 완료 했으며, 이중 765kV 전력용 변압기(1φ, 500MVA)설계제조기술은 2001년부터 완공 예상되는 국내 최고의 송전전압인 765kV송전계통에 필요한 기술로써 한국전력의 생산기술 개발사업 자금 지원으로 효성중공업 주관하에 1996년 7월에 개발완료하였다. 이 변압기에 대해서 개요를 살펴보면 다음과 같다.

1) 개발목적 : 국내 전력수요 급증에 따른 송전전압(765kV)격상 추진계획이 한전에서 확정되어 추진중이며, 대용량변압기의 철도수송 기술을 필요로 하는 765kV 전력용 변압기를 개발하여 765KV급 격상전압 추진계획에 따른 전력기기의 국산화실현 및 기존 345kV급까지의 변압기의 품질을 향상코져 한다.

2) 개발 개요 및 내용

- 765kV 변압기 시제품설계, 제작 기술 확보
  - 초고압 대용량변압기의 2분할 제작기술 확보로 철도수송가능한 변압기 개발
  - 최고의 기준 충격 절연강도(2,050 kV)에 견디는 변압기 개발
  - 765kV 변압기의 시험 및 운전중 절연과피를 막기위해 권선설계시 턴간 및 Disk간 절연설계의 확립
  - 500kV 까지 변압기의 품질향상 및 수출경쟁력 확보
  - 대용량변압기의 냉각구조 개발기술 확보
- 3) 개발기간 : 1991. 12. 18 ~ 1996. 7. 31
- 4) 개발방법 : 한전자금지원 생산기술개발사업
- 5) 완성된 개발품 변압기 사양
- 1φ 500MVA(250MVA×2대)
  - $765/\sqrt{3} - 345/\sqrt{3} - 23kV$
  - 결선방식 : Y-Y-Δ
  - 냉각방식 : FOA(송유풍냉식)
  - 철 심 형 : 외철형(Shell Form)
  - 2분할 수송가능형

표 1. 변압기 개발 연혁 (효성중공업)

년도	개발 내용
1969	154kV급 전력용 변압기 생산개시 (국내최초)
1976	필리핀에 변압기수출 (3φ, 145kV, 77MVA)
1978	345 kV 변압기 개발 (1φ, 345kV, 167MVA)
1979	뉴질랜드에 변압기수출 (1φ, 230kV, 67MVA)
1979	발전소용 345kV 475MVA 변압기 생산
1982	원자력발전소용 345kV 1155MVA/Bank 변압기 공급
1983	Gapped core 분로 리액터개발 (3φ, 23kV, 30MVAR)
1985	이동용 전력용 변압기 개발 (3φ, 154kV, 23MVA)
1986	방글라데시에 변압기수출 (1φ, 245kV, 67MVA)
1988	Current limiting Reactor 개발 (3φ, 23kV, 12kVA)
1989	말레이시아에 변압기 수출 (3φ, 275kV, 240MVA)
1990	Large Core 초고압 변압기 개발 (1φ, 345kV, 166.7MVA)
1992	765kV 변압기 개발(1φ, 765kV, 3MVA)
1993	대만 전력청에 변압기 수출 (3φ, 154kV, 728MVA)
1994	일산발전소용 가스터빈 변압기 개발 (3φ, 154kV, 126MVA, 70dB)
1996	상업용 765kV 변압기 개발 (1φ, 765kV, 500MVA)

또, 최근들어 대형건물내의 화재방지를 위해 방재형 불연 변압기의 개발에 관심이 고조되고 있다.

1982년부터 효성중공업, 금성계전등이 선진기술을 도입하여 배전급 애플시 몰드변압기를 개발 생산하고 있으며 효성은 89년에 SF<sub>6</sub>가스를 이용한 단상 22.9kV 1000KVA 가스절연 변압기를 개발 완료하였으며 현재는 현대가 22.9kV 10MVA 가스절연 변압기를 개발중에 있다. 효성은 또한 PFPE 불연액을 이용한 3상 22.9kV 500KVA의 불연 변압기 개발을 완료하고 154kV급의 방재형 변압기를 현재 개발중에 있다.

저손실 변압기의 개발은 철심재료의 개발에 의존하고 있는데 저손실 규소강판의 개발과 아몰퍼스 변압기의 개발은 1986년 효성중공업이 한국전력과 공동으로 개발하여 1989년에 22.9KV/√3 20,30,50 KVA 18대를 제작하여 한국전력의 계통에 시험 사용중이나 아직은 아몰퍼스 코어의 가격등에 대한 경제성 검토가 필요할것으로 판단된다. 국내 변압기 부문의 상세기술현황과 현재추진중인 개발 항목을 살펴보면 표2와 같다. 한편 국내의 전철망확대에 따른 수요의 증가로 최근에 전철의 보조전원용 고주파 변압기(1.5kHz 22kV/400V 90kVA)의 개발도 진행중에 있다.

1961년 미국의 Mcfee가 120MVA의 초전도 변압기 개념설계를 한 이후 연구가 진행중인 초전도 변압기는 전류밀도가 큰 초전도선을 사용함으로써 권선의 전류밀도가 10~20배 상승함으로써 인해 철심의 단면적이 작아지고 전체적인 중량이 종전의 약64%로 줄게되는 특징이 있다.

1981년에 미국의 Westinghouse社가 1,000MVA 초전도 변압기의 개념설계를 하였고, 1983년 프랑스의 Alsthom社에서 교류에 사용해도 손실이 극히 적은 극세다심 초전도선을 개발했으며, 국내에서도 2000년도 초에는 개발이 시작될 전망이며 세계적으로 초전도 변압기에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.

표2. 변압기 부문 Technology Tree

필요 기술	필요 상세 기술	중점 개발 현황	개발방법
전기/자기회로	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 전기 자기 제반 특성 계산</li> <li>- 전기 회로(코일 배열)설계</li> <li>- 자기회로(철심 형태)설계</li> <li>- Magnetic flux 분석기술</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 코일배열 설계 Layer권선, shield disk권선</li> <li>2) 자기회로 설계 3상 5각 철심, step-lap철심</li> <li>3) 누설자기분석</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>기술제휴</li> <li>자체기술</li> <li>공동연구</li> </ul>
절 연	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 충격전위 분포 계산</li> <li>- 상용주파전위 분포계산</li> <li>- 개폐충격전위 분포 계산</li> <li>- 이행전위 분포 계산</li> <li>- 절연 소재별 절연내력 분포</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 각종 전위 분포 계산</li> <li>2) 절연소재 절연내력 분석 및 Layout Pattern설계</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>지체기술</li> <li>공동연구</li> </ul>
기계 구조	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 특수 수송용 탱크 설계</li> <li>- 내지진 구조 설계(정분석)</li> <li>- 단락기계내력탱크 설계(동분석)</li> <li>- 소음 및 진동 해석</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 단락기계내력 탱크구조설계</li> <li>2) 내지진 구조 설계</li> <li>3) 소음 및 진동 해석</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>자체기술</li> <li>자체기술</li> <li>공동연구</li> </ul>
열전달 구조	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 냉각기 구조 설계</li> <li>- 소재별 열전도 현상해석</li> <li>- Coil 및 lead접속부위 과열현상</li> <li>- 절연물 열화 현상</li> <li>- SF<sub>6</sub>가스 온도 상승 해석</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 소재연구</li> <li>2) 국부 과열 현상 해석</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>공동연구</li> <li>자체기술</li> </ul>
신소재	<ul style="list-style-type: none"> <li>- CTC전선 제조기술</li> <li>- Mold절연물</li> <li>- Amorphous Core</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) CTC전선</li> <li>2) Mold절연물</li> <li>3) Amorphous Core</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>자체기술</li> <li>자체기술</li> <li>공동연구</li> </ul>
예방진단	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 유중가스 분석</li> <li>- 절연유 특성분석</li> <li>- 부분방전</li> <li>- 변압기 Monitoring System</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 부분방전</li> <li>2) 변압기 Monitoring System</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>공동연구</li> <li>자체기술</li> </ul>

## 2.2 차단기

세계경제의 개방화의 추세에 맞추어 국내시장도 독점시장점유가 아닌 공개 입찰 자유경쟁체제로 바뀔에 따라 국내의 업체들은 경쟁을 가속화 시켜왔고 업체의 개발의욕을 불러일으켜 보다 Compact하고 신기술이 집약된형식의 GIS 개발에 주력하고 있으며 한국전력의 송전진압 격상계획에 따라 800kV GIS개발에도 박차를 가하고 있다.

배전급의 경우 1992년에 24kV급의 VCB를 사용한 기존의 MCSG의 대체품으로 24kV급의 GIS가 개발되어 한국전력에 납품되고 있으나 기술수준은 아직 초기단계로 기술도입에 의한 조립단계에 머물러 있으며, 170kV급이상의 차단기는 SF<sub>6</sub>가스를 소호매질로 사용한 GCB, GIS의 개발이 활발하여 80년대에는 부품의 국산화에 진력하여 효성중공업이 170kV 31.5kA GCB, GIS를 SF<sub>6</sub>가스와 고압붓실을 제외한 모든부품을 국산화하였다.

1989년부터는 한국전력이 신 IEC를 채택함에 따라 차단기의 개발과 170kV의 3상일괄형의 개발이 추진되어 1989년

현대중전기가, 1991년 효성중공업과 금성산전이 개발을 완료 하였다.

내수중심에서 수출로의 시장개척의 노력은 145kV GIS를 효성중공업에서 말레이시아에 납품완료한 것과 현대중공업에서 사우디아라비아에 납품함으로써 수출실적을 쌓아가고 있으며, 특히 효성중공업의 경우 말레이시아 최고의 송전압인 275kV계통에 한국전기연구소의 개발시험을 거쳐 300kV GIS를 납품하였는데 이는 최초로 국내업체가 공인기관 인증하에 품질을 인정받아 납품한 것으로 해외시장의 개척에 시사하는바가 크며 그리고, 효성중공업중심으로 전력용차단기의 개발을 살펴보면 표 3와 같다.

현재의 개발현황은 효성중공업이 362kV 63kA GCB를 개발중인 것을 비롯하여 LG산전은 362kV GIS를 개발중에 있으며 한국전기연구소와 효성중공업, 현대중공업이 공동참여하여 800kV급의 GIS를 개발완료 하였다. 품질측면에서도 ISO 9001의 획득과 사후관리를 거치는 등의 지속적인 품질관리체제를 확보하고 있다.

표 3. 차단기 개발 연혁 (효성중공업)

년도	개발 내용
1977	170kV 50kA OCB(Oil Circuit Breaker)개발
1978	170kV 31.5kA 1200/2000A GCB개발
1979	362kV 40kA 2000/4000A GCB개발
1980	170kV 50kA 2000/4000A GCB개발
1980	170kV 31.5kA 1200/2000A GIS개발
1983	362kV 40kA 2000/4000A GIS개발
1984	170kV 50kA 2000/4000A GIS개발
1989	145kV 40kA 2000A GCB개발
1992	170kV 31.5kA 1200/2000A GIS개발
1992	72.5kV 25kA GIS개발
1992	170kV 31.5kA 2000A GIS개발 (3상 일괄 탱크형)
1993	145kV 25/31.5kA GIS개발
1993	25.8kV 25kA 600/2000A GIS개발
1993	362kV 40kA 4000A GIS개발
1993	170kV 50kA 1200/2000A GIS개발

### 2.3 기타 기기

기타 전력기기류에 대해서 살펴보면 우선 지중 송전선로의 지속적인 확충으로 인한 경부하시에 수전단의 지나친 전압상승을 억제하기 위해 설치되는 대용량 분로리액터는 1980년대 초에 효성중공업과 현대중전기가 3상 30MVAR 24kV를 제작하여 한전에 납품하였고 1983년에 현대중전기가 3상 7.5MVAR 154kV분로리액터를 터키에 수출하였다. 현재 3상 100MVAR 345kV리액터를 개발중에 있다. 또한 단상 765kV 50MVAR분로리액터를 현대와 효성이 공동으로 97년에 개발완료로 목표로 개발중에 있다.

또, 콘덴서부문과 관련되어서는 근년에 콘덴서의 수요패턴이 고급화되고 있다. 즉, 이제까지의 역률개선용콘덴서에서 벗어나 전력용 콘덴서, 중전기시험을 위한 고압충방전용 콘덴서, 고급 의료기기, 레이저관련기기에 사용되는 고압 직류용 콘덴서 등의 수요가 활발해지고 있는 실정이다. 이는 우리나라의 산업구조가 점점 고도화되고 있다는 증거이다. 전력용 콘덴서를 살펴보면 근년에 들어와서 수출의 부진으로 생산량이 다소 감소하고 있는 추세이며 수요의 거의 전부를 내수에 의존하고 있다. 기술적인 측면에서는 생산공기나 제품의 소형화 등에 일부개발의 성과가 나타나고 있으나 원재료의 수입에는 큰변화가 없어 가격측면에서는 개선이 제한적인 현실이다. 그리고, GIS용으로 필요한 154kV 및 345kV Gas Voltage Transformer를 거의 수입에 의존하고 있으나, 1997년부터 본격적으로 개발하여 국내 변전소에 점진적으로 납품될 예정이며, 세계 선진 제조업체에서는 광센서를 이용한 C.T./P.T.를 800kV급까지 개발완료하여 상품화 하였으며 국내에서도 빠른 시일내에 광센서를 이용한 C.T./P.T.를 개발하여 상품화할 계획이다.

### 3. 향후 전망

우리나라의 변압기 기술개발은 송전전압의 증가와 더불어 추진되어왔고 그 용량 역시 발전기의 단위용량의 증가와 더불어 증대되어왔다. 향후변압기의 발전방향은 앞서 언급한바와 같이 차기 송전전압공사용인 765kV급 변압기의 개발과 애폭시 몰드변압기의 대용량화 및 SF<sub>6</sub> 가스 및 불연변압기의 개발을 들을 수가 있으며 저손실변압기로는 아몰퍼스 코아의 생산기술과 경제성 개선이 예상되어 아몰퍼스 변압기의 생산기술 및 대용량화와 초전도 변압기의 개발도 기대할 수 있다. 기술적인 측면으로는 지금까지와 같이 기술도입에 의한 기술소화수준을 벗어나 전개,자계,유동,열,서지등의 분포를 해석하는 기초설계기술과 대용량화에 따른 운반, 설치 등을 고려한 구조설계기술등이 개발되어 제조기술면에서는 절연처리 기술의 향상, 애폭시 몰딩기술의 확립등이 기대된다. 변압기 기술개발의 문제점은 소재생산 기술의 취약으로 일부품목에 대해서는 국내 업체의 국산화 노력으로 국산화율은 상승 추세를 보이고 있지만, 저손실 규소강판, 프레스보드, 애폭시 등의 각종 절연물과 OLTC, 154kV급 이상의 NLTC, 66kV급 이상의 부싱등의 수입으로 인해 국제 경쟁력 저하의 원인이 되고 있다. 따라서, 변압기 소재 및 부품산업의 육성이 조속히 요청된다. 이와 같은 국산화 개발은 제조업체의 노력만으로는 성공을 기대하기 어렵고 정부, 대학, 정부 출연연구소 등의 공동 협조하에 기술개발자금 확보, 대규모 시설투자 등에 대한 적극적인 지원이 필요하다 하겠다.

차단기부문의 경우 7.2kV 및 25.8kV급 VCB의 개폐서지와 기존의 파퍼형 가스차단기의 가격, 중량, 크기등의 문제로 인하여 아크의 열팽창을 이용한 완전 자력소호 또는 자력소호와 로터리 아크소호방식을 혼용한 형태의 SF<sub>6</sub>가스차단기가 가까운 장래에 각광을 받을 전망이다. 170kV급이상의 경우 362kV 40kA 1점절 GCB 및 362kV 63kA 1점절 GCB가 개발될 전망이며 765kV전압 격상을 대비하여 800kV GIS도 개발납품될 예정이다.

한편 도시의 과밀화에 따른 부지선정의 문제로 인해 25.8kV급 이상에서는 GIS가 강력히 대두될 전망이며 경제적인 요인으로 GCB자체의 소형화는 물론 GIS에 대한 Compact화도 중요한 변수로 부각될 것이다. GCB조작력의 감소 방법은 아크의 열팽창에너지를 파퍼실린더의 압력상승에 효과적으로 이용하는 방법, 노즐 및 집점의 형상개선, 노즐 재질의 개선, 역류의 효과적인 이용방법, 양방향 조작 방식의 채용 등에 의해 이루어질 전망이다. VCB는 고압, 특고압용으로 주로 사용되고 있고 VCB의 Compact화 진공 bulb의 양산기술 SURGE FREE집점의 개발등이 우선적으로 해결되어야할 과제들이다.

1992년에 개발 사용되고 있는 24kV GIS에 대해서는 소형축소화, 자체 설계기술개발, 부품의 국산화, 차단부의 GCB사용등이 조속히 진행되리라 예상되며 개폐기분야에서

는 기존 소호매질이 SF<sub>6</sub>가스로 대체되는 개발이 지속될 전망이다. 우리나라의 차단기 개폐기의 기술은 선진국의 COPY 수준을 벗어나고 있지 못한 실정으로 경쟁력의 확보를 위해서는 기초설계기술의 자립이 필요하다 하겠다.

### 4. 결 론

세계적인 개방화의 흐름은 국내시장의 개방화와 공업 선진국들의 기술보호주의 정책으로 이어져 국내업체들에 직접적인 영향을 미칠것으로 예상되며, 중전사업부문에서도 첨단 기술을 사용한 소형화, 고성능화, 자동화되는 추세는 더욱 뚜렷해 질 것이므로 이에대한 충분한 대응책이 필요하다.

국내의 수요는 경제성장에 따라 전력설비의 확충 송변전 설비, 배전설비의 수요증대 765kV송변전설비의 도입등 많은 수요가 창출될 것으로 예상되며 지하철 및 전철의 확충, 고속전철의 신설등 대규모사업의 추진으로 그 수요가 급증할것으로 보인다. 시장의 규모도 현재 약 76억불에서 2001년에는 3.2배가 늘어난 240억불로 대단히 증가될 전망이다.

개방화에 따른 선진 Maker의 국내시장의 진출은 국내업체의 성장을 둔화시킬수 있지만 지속적인 기술개발에 따른 품질향상은 결국 국내업체의 선진화를 촉진시킬수 있을 것이다. 즉, 기술자립을 위한 노력과 축적된 기술이 어느 때 보다도 요구되는 때임을 인지하여야하며 보다 장기적인 계획을 수립하여 관련기관 및 정부와의 협조로 산재한 위기를 극복해야할 것이다.

21세기를 눈 앞에 둔 우리는 세계화, 정보화, 개방화라는 새로운 패러다임의 변혁의 세대에 살고 있으며, 첨단산업의

발달은 과거의 공간적, 시간적 제약을 없애고 전세계를 블록화, 글로벌화하고 있다. 중전업체도 이제는 세계적인 경쟁우위를 확보하기 위해 적극적, 공격적 전략으로 위상과 경쟁력을 높여 나가야 할 때이며 모든전략은 대·중소기업 간의 협력은 물론 산·학·연·관이 상호 협력할 때 가능해 질 것이다.

### 참 고 문 헌

- [1] 전기연감 제3편 전기공업 변압기 대한전기협회 1995년판
- [2] 전기연감 제3편 전기공업 전력차단기 대한전기협회 1995년판
- [3] 전기연감 제3편 전기공업 콘덴서 대한전기협회 1995년판
- [4] 전기연감 제6편 연구개발, 기술교육 대한전기협회 1995년판
- [5] Transformer technical information 효성중공업 자료
- [6] Development history in HVCB 효성중공업 자료

## 저 자 소 개



### 노철웅(盧哲雄)

1944년 9월 10일생. 1970년 서울대 공대 전기공학과 졸업. 1969년 효성중공업 입사 1979년부터~현재 IEEE 정회원. 1990년~현재 ASME 정회원. 1995년~현재 효성중공업 상무이사.