



# 제59회 건축전기설비기술사 문제 해설 ②

◆ 자료제공 : 서울공과대학  
용인승담대 교수 유상봉/기술사  
두원공대 교수 김세동/기술사



본 시험정보는 '99. 8. 29  
시행한 국가기술자격검정 건  
축전기설비기술사분야에 출제  
된 1 ~ 4교시의 시험문제로서  
2교시를 발췌하여 게재합니다.

— [ 회원출판과 ]

[문제 1] 의료용 접지방식에 대하여 설명하십시오.

## 1. 개요

병원, 진료소등에 시설된 전기설비에는 각 의료실의 사용 목적, 의료기기의 용도에 따라 보호접지, 등전위접지 및 비접지 배선방식에 의한 설비를 하여야 한다.

각 의료실에 적용하는 접지 방식 및 비접지 배선방식은 표 1에 따라 시설하여야 한다.

## 2 교 시

※ 다음 5문항중 4문항을 선택해 답하십시오.(各25點)

표 1 접지방식의 적용

의 료 실	의료용 접지방식		비접지배선방식
	보호 접 지	등 전 위 접 지	
흉부수술실	○	○	○
심혈관 X선 촬영실	○	○	○
흉부수술실 이외의 수술실	○	△	○
집중치료실(Intensive Care Units : ICU)	○	○	△
관상동맥환자 집중치료실 (Coronary Care Units : CCU)	○	○	△
중환자실, 회복실, 분만실	○	△	△
생리검사실	○	△	×
X선검사실	○	×	×
진동실, 일반병실	○	×	×
진찰실, 검체검사실	○	—	—

※ 비 고

○ : 설치하여야 한다. △ : 설치하는 것이 바람직하다. × : 설치하지 않아도 좋다. — : 해당사항 없음  
이 표에서 각 의료실의 명칭은 예시이다.

## 2. 의료용 접지방식

### (1) 보호접지

마이크로 쇼크를 예방하기 위하여 의료 기기 외함(노출된 금속제 부분)에 시설하는 것으로 본 지침에서 각 의료실에 보호접지 시설을 위한 의료용 배선기구의 설치를 의무화했다.

- ① 의료기기를 사용하는 의료실에서 보호접지를 위하여 의료용 접지센터, 의료용 콘센트, 접지단자 등의 의료용 배선기구를 시설하여야 한다.

### (2) 등전위 접지

마이크로 쇼크를 예방하기 위하여 시설하는 접지방식으로 본 지침에서는 환자의 접촉 가능 범위내 모든 도전성 부분에 등전위 접지 시설을 의무화 했다.

#### ① 등전위 접지 범위 및 시설

- 환자가 직접, 간접적으로 접촉할 우려가 있는 범위는 환자가 점유한 장소로부터 수평방향 2.5[m], 바닥높이 2.3[m]의 범위에 있는 고정설비의 노출 도전성 부분 및 계통의 도전성 부분을 의료용 접지센터에 각각 직접 접속한다.
- 표면적이 0.02[m<sup>2</sup>]이하의 계통 외 도전성 부분은 등전위 접지 대상에서 제외시켜도 좋다.
- 이동용 의료기기의 등전위 접지를 위하여 의료용 콘센트 외에 의료용 접지 단자를 시설하여야 한다.

#### ② 등전위 접지선의 전기 저항 및 전위차

- 등전위 접지를 한 도전성 부분과 의료용 접지센터 사이의 전기저항은 무부하전압이 6[V]이하인 교류전원에 의해 10~25[A]의 전류를 흐르게 하고 전압 강하법으로 측정했을 때 0.1[Ω] 이하이어야 한다.
- 이러한 결선은 0.1[Ω]을 초과해서는 안되며 콘센트 접지와 도전성 물체 표면들

사이의 전위차를 10[mV]를 초과해서는 안된다.

## 3. 결론

의료기술의 급속적인 진보로 인공장기 및 카테터 등을 환자신체내부에 삽입하여 시술하는 경향이 많아지고 있으며 이에 따라 환자는 감전 위험에 노출되는 기회가 증가하고 있는 만큼 병원의 접지 설비는 일반접지 설비와 달리 설계에서부터 시공, 운용까지 엄격한 시공 기준에 의해서 판타되어야 한다.

**[문제 2] 대용량 전력변환장치용 소자와 시스템에 대하여 설명하시오.**

## 1. 서론

최근 전력변환기술을 주제로 하는 파워 일렉트로닉스(Power Electronics: PE)의 발전은 전력분야, 산업기기, 정보·통신 및 가정용기기에 이르기까지 인류생활 전 분야에 걸쳐 매우 폭넓게 이용되어지고 있다.

파워 일렉트로닉스는 전력용 반도체 디바이스(파워 디바이스)에 의한 전력변환·조정기술과 전자제어기술을 결합한 전력 시스템 기술이다.

상용 전원, 코제너레이션이나 신에너지 전원과 가지각색의 에너지 이용형태를 가지는 각종 부하기기의 여러 조건을 정합시키기 위하여 직류에서 직류 또는 교류에의 변화 또는 교류에서 교류 또는 직류에의 변환이라는 단변환, 또는 복변환구조의 인터페이스로서 스위칭 모드 반도체 전력변환장치가 도입되고 있다.

또한, 전력변환장치에 사용되는 파워 디바이스는 고내압화, 대용량화, 복합기능이 진전되는 것과 함께 스위칭 속도의 향상 등의 개선이 급속히 이루어지고 있다.



## 2. 대용량 전력변환장치용 소자

전력변환 제어용의 파워반도체 소자로서는 역저지 3단자형과 역도통형의 사이리스터가 널리 사용되어져 왔다.

그러나, 사이리스터는 자기소호가 불가능한 소자이기 때문에 전류회로(轉流回路)의 적용범위가 제한적이었으나 1970년대에 들어서 자기소호가 가능한 소자인 GTO 사이리스터(Gate Turn off Thyristor)와 Power MOS의 출현 및 Bipolar Transistor의 대용량화에 의해 전력변환장치의 응용범위가 급속히 확산되었고, 1980년대말 IGBT가 실용화되면서 MOS나 IGBT 등의 전압제어형 소자의 출현은 제어회로의 IC화를 가능하게 하여 PE의 발전에 크게 기여했을 뿐만 아니라, 전력변환용 반도체소자의 성능향상 및 특성개선에 새로운 전기를 마련했다고 할 수 있다.

### (1) Thyristor

사이리스터는 Turn-off 기능이 없는 고내압·대용량화에 적합한 소자로서, 동작주파수가 낮은 전력계통에 흔히 사용되며, 특히 수10MW~수100MW의 용량이 필요한 대전력용의 변환기 등에서는 여러개의 소자를 직·병렬 접속하여 사용하므로 개개의 소자내압 및 전류용량을 크게할 필요가 있다.

또한, 고전압 회로에서 게이트회로의 절연이나 노이즈문제를 해결하기 위해 광신호 트리가 가능한 고내압·대용량화한 광사이리스터가 요구되어지고 있다.

### (2) GTO Thyristor

GTO 사이리스터는 자기소호기능을 갖는 고내압용 소자로서 80년대 초기 2.5kV/0.8A 소자의 개발이래 최근 6kV/6A용이 개발되어 전기차량 및 대용량 산업용 인버터에 널리 사용되고 있다.

이러한 인버터는 종래 수100Hz에서 동작하였지만 장치의 소형화·저소음화를 위해 동작주파수를 높이는 것이 바람직하나 이때 Turn-off 시간의 단축 및 스위칭 손실이 새로운 문제로 지적되고 있다.

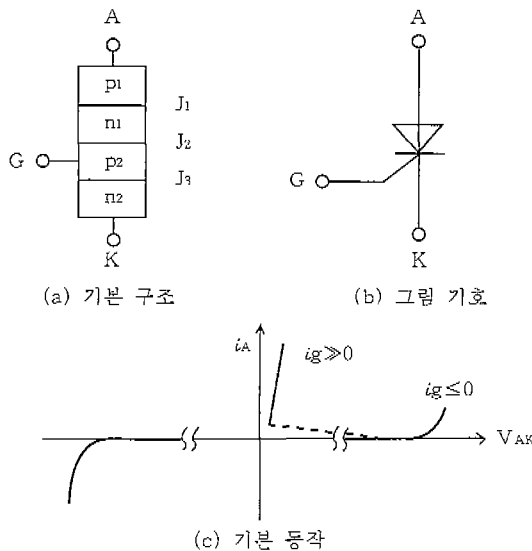


그림 1 사이리스터 기본 구조와 동작

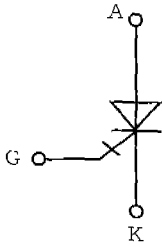


그림 2 GTO의 그림 기호

(3) SI - Transistor/Thyristor(그림 3)

SI(Static Induction)소자는 접합게이트에 인가하는 전압에 의해 에미터전류를 제어하는 전압제어형 소자로서, SI Transistor는 수10MHz의 고주파 발전기나 증폭기 등에 이용되는 고속용소자인 한편, SI-Thyristor는 고내압용으로 적합하고, GTO보다 고속이며  $dv/dt$  및  $di/dt$  내량이 우수하기 때문에 고내압·고속의 스위치로 인버터 등에 주로 사용되고 있다.

현재 4kV/400A의 역도통 SI 사이리스터가 사용되고 있지만 4.5kV/1kA급 용량의 소자의 개발을 목전에 두고 있다.

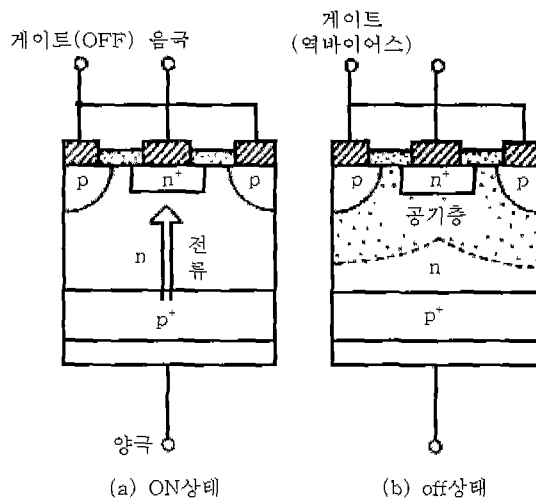


그림 3 SI 사이리스터의 구조와 동작 원리

이러한 SIT의 특징을 다음과 같이 요약할 수 있다.

- 유니폴라 스위치로써 Tail전류가 작고, 고속 스위칭동작이 가능하다.
- 고내압·대용량의 제품제작이 가능하고, 전력밀도를 높일 수 있다.
- 파워 MOSFET와 비교해서 On저항이 크고 도통손실도 많지만, SIT는 병렬접속이 용이함으로써, 병렬 합성저항을 저하시킬 수 있어 대전류화가 가능하다.
- 파워 MOSFET와 비교해 채널부분의 구조가 단순하므로 전류서지에 강하다.
- 구동·보호회로가 복잡해진다. SIT는 이러한 특징에 의해, 정격이 큰 소자는 주파수가 100kHz~400kHz대의 대전력 인버터에 사용되며, 특히 고주파특성을 개선한 소자는 MHz대의 고주파 인버터에 사용이 가능하다.

(4) Power - MOSFET(그림 4)

전력용 MOS 전계효과 트랜지스터인 Power - MOS는 스위칭전원 용도를 중심으로 폭넓게 사용되는 소자로서, 그 특징 및 용도를 아래와 같이 요약할 수 있다.



▲ Power - MOS의 특징

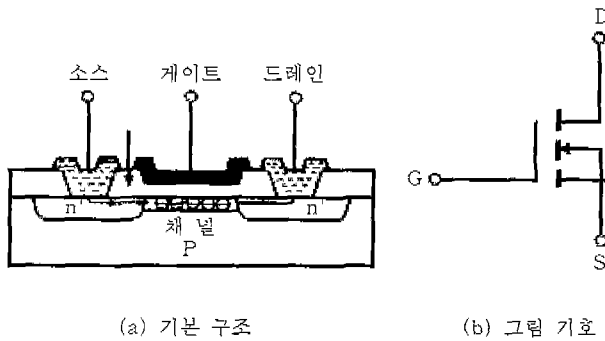
- 스위칭 속도가 빠르며, 100kHz 이상의 주파수대 영역에서 효율적 사용이 가능하다.
- 안전동작영역(Area of Safety Operation)이 넓다.
- 고내압이되면 On저항이 급격히 높아져서 사용영역이 600V 전후로 제한된다.
- 입력용량이 크고 MOS게이트 파워 반도체 소자 중에서 구동전력이 가장 크다.
- 내압이 200V이하의 제품에서는 On저항이

상당히 낮아 IGBT, MCT보다도 도통손실이 적어진다.

- On저항은 부의 온도계수를 가지므로 병렬접속시 전류집중의 문제가 일어나지 않는다.

▲ Power - MOS의 용도

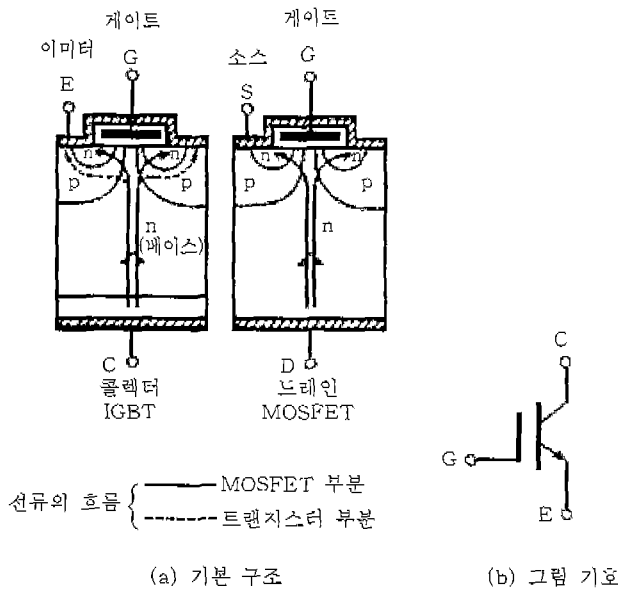
- 스위칭 전원
- DC-DC Converter
- 조명용 전자 밸런스



(a) 기본 구조

(b) 그림 기호

그림 4 파워 MOSFET



(a) 기본 구조

(b) 그림 기호

그림 5 IGBT

- 디스플레이 모니터 전력변환장치
- 무정전 전원공급장치
- 모터 제어용 인버터 등 여러분야에 이용되고 있다.

Power - MOS의 On저항은 해를 거듭할수록 저감되고 있는데 이것은 LSI의 미세 가공기술의 적용에 의한 것으로 최근, 60V 소자에서  $1m\Omega \cdot cm$  이하의 소자가 생산되고 있다.

그러나 저전압 회로에서는 파워소자가 On저항에 의한 손실이 중요한 문제로 대두됨에 따라 보다 낮은 On저항의 소자개발이 진행되고 있다.

#### (5) IGBT(그림 5)

MOS는 고내압화하면 On저항이 급속히 커지는 문제가 있어서 200V정도가 실용의 한계로 보고 있는 반면, IGBT(Insulated Gate Bipolar Transistor)는 MOS에 비해 On저항이 낮지만 MOS와 동등의 전압제어특성을 지니고 있으며, 또한 스위칭특성에서는 MOS보다는 늦지만 바이폴라 트랜지스터나 GTO보다 빠른 잇점으로 인해 중소용량의 인버터를 중심으로 산업용에서부터 일반가정용에까지 폭넓게 사용되고 있다.

스위칭시간과 온전압의 트레이오프 또한, 소자설계의 개량과 패턴의 미세화 등 개선이 진전되어 600V소자에서 온전압이 초기 소자의 1/2정도까지 저감되었다.

IGBT는 MOS와 같이 LSI미세가공기술을 사용하기 위해 현재 칩 크기가 15mm 정도로 제한하고 있다.

더욱이 IGBT는 병렬동작이 용이하므로 복수개의 칩을 병렬접속하여 일체화한 모듈형으로 대용량화에 대응가능하다.

모듈화에 있어서 단순히 복수의 IGBT칩을 병렬접속한 것이 아니라 다이오드 및 각종 보호회로를 포함한 IPM(Intelligent Power Module)화 되고 있으며, 실장설계에 있어서도 표류인덕턴스나 열저항을 저감하기 위한 새로

운 기술이 속속 개발되고 있다.

### 3. 대용량 전력변환시스템

전력변환장치는 교류를 직류로 변환하는 순변환장치 또는 정류장치(좁은 의미로 컨버터라고 하는 경우도 있다), 직류를 교류로 변환하는 역변환장치 또는 인버터, 직류를 상이한 전압의 직류로 변환하는 초퍼 또는 DC/DC 컨버터, 교류를 상이한 주파수로 직접 변환하는 사이크로 컨버터, 교류의 주파수는 그대로이고 전압만 조정하는 교류전력조정기가 있다.

#### (1) 전동기의 가변속 구동

직류전동기는 직류전압을 가변하면 용이하게 제어할 수 있다. 직류전압을 가변하는 방법으로서 초퍼를 사용하여 효율적인 양호한 속도제어가 달성되게 되었다.

한편, 파워 일렉트로닉스 기술이 주파수를 효율적으로 자유롭게 변환할 수 있기 때문에 유도기나 동기기의 가변속 구동에 사용되어 현저한 진보를 이루었다.

이 중에서 농형 유도전동기의 가변속 구동에 있어서는 전압과 주파수의 비가 일정해지도록 변화시키는 V/f제어는 유도기의 제어법으로서 우수한 방법이긴 하지만 즉응성이 결핍된다.

유도기를 직류기와 동등한 제어성능을 구비한 방법으로서 벡터 제어가 고안되었다.

또한, 속도검출기를 장치할 수 없는 경우에도 적용 가능한 속도 센서리스 벡터 제어가 실용화되었다. 회로적으로는 3레벨 인버터 회로가 고안되고 GTO에 비해서 효율적이고 고주파로 동작 가능한 IGBT를 사용함으로써 출력파형이 개선되고 고조파나 전자기소음이 저감되었다.

#### (2) 철도분야에의 응용

직류전화구간의 직류전동기 제어는 직류직권전동기를 초퍼제어하는 기본적인 방법으로부터 복권전동기의 분권제자에 초퍼를 접속



하고 전력회생 브레이크를 개선한 방법, 타어 자전동기의 전기자와 계자를 별도의 초퍼로 제어하여 전진역행, 전진 브레이크, 후진역행, 후진 브레이크의 4상한의 운전을 원활하게 제어하는 방법 등이 개발되어 실용화되기에 이르렀다.

무정류자화에 의해 보수의 수고가 들지 않는 유도전동기의 인버터 구동은 전술한 3레벨 인버터를 사용한 차량의 실용화 등 이 분야의 진보는 눈부신 바가 있다. 교류전화구간에서는 교류를 직류로 변환하는 전단계에 PWM컨버터를 사용하여 전원의 기본과 역률을 1로 유지하면서 안정된 직류전압을 만들고 후단계의 인버터로 유도기를 구동하는 방식이 실용화되었다.

IGBT의 고주파동작에 의해 전원측 고조파의 저감, 제어기기의 발열손실 저감과 저소음화에 활용되고 있다.

### (3) 전기자동차의 구동

지구환경을 해치지 않는 자동차로서 기대되고 있는 전기자동차는 각 자동차 메이커에서 연구 개발되고 있으며 실용차가 제작되고 있다. 구동전동기는 현재 농형 유도전동기와 영구자석식 동기전동기가 주류가 되고 있다.

또한, 견고하면서 고속회전에 적합한 SRM(Switched Reluctance Motor)에 대한 기대도 높아지고 있다.

전지의 에너지 밀도가 낮으므로 이것을 구동하는 인버터는 우선 효율성이 높아야 하고 인버터 구동시에 생기는 라디오 노이즈를 저감시킬 필요가 있다.

### (4) 무정전 전원장치(UPS : Uninterruptible Power Supply 또는 System)

고도로 발달한 정보화 사회에서는 은행 온라인 등에 사용되는 컴퓨터, 방송국이나 전화 등의 통신설비에 정전이 생기면 경제적인 손실이 발생하거나 사회적으로 혼란이 일어난다.

이와같이 잠시도 전력의 정지가 허용되지

않는 기기에 항상 전력을 공급하는 장치가 UPS(무정전 전원장치)이다.

UPS는 배터리와 인버터 그리고 배터리용 충전기, 필터 등으로 구성되며 그 성격상 고장이 허용되지 않으므로 장치의 신뢰성을 높이기 위해 용장성을 증가시키는 등 여러 가지 시스템구성이 고안되고 실용화되고 있다.

### (5) 전력계통에의 응용

대용량의 파워 반도체 디바이스가 개발됨에 따라 전력계통에 여러 가지 파워 일렉트로닉스 장치가 사용되게 되었다.

계통용 정지형 무효전력보상장치[SVC(Static Var Compensator), SVG(Static Var Generator)], 직류송전, 주파수변환소, 가변속 양수발전 등에 응용되고 있다.

그리고 미국에서 제창된 FACTS(Flexilbe AC Transmission System)는 파워 일렉트로닉스를 적극적으로 도입하여 전력조류를 제어, 송전선의 안정도를 향상시키고 송전능력을 증가시킬 수 있다.

### (6) 신에너지용 변환장치

에너지문제, 환경문제에 공헌하는 신 에너지로서 태양광발전, 연료전지, 풍력, 파력발전, 그리고 신형 전력저장으로서 플라이휠, 초전도 코일, 신형 2차전지 등이 있다.

태양전지나 연료전지는 발생하는 전력이 직류이고 초전도 코일, 신형 2차전지도 직류로 저장된다. 태양전지와 같이 최대 전력을 발생하는 동작점이 존재하는 전원도 있다.

이들 에너지를 효과적으로 이용하기 위해서는 전력의 변환, 제어가 불가결하고 파워 일렉트로닉스 기술없이 이들 에너지 활용은 불가능하다.

## 4. 결론

다가오는 21세기의 고도정보사회를 지탱하는 전기에너지는 세계적으로 수요의 증대에 따른 다양한 사용목적에 의한 원활한 전력의 변환, 제어기

술 및 전력변환시의 손실문제 해결, 에너지이용의 고효율화가 중요시됨에 따라 파워 일렉트로닉스 기술이 그 영역을 크게 넓혀가고 있다.

더욱이 지구의 온난화라는 환경문제가 크게 제기되고 있는 현재, 미래사회를 지탱할 수 있는 중 요기술의 하나로써 전력전자기술의 핵심인 전력변 환용 반도체소자에 거는 기대는 더 한층 강해지고 있다.

이러한 요구에 부응하기 위해 개개의 소자성능 향상이 아닌 시스템체계의 에너지 효율 향상이라는 관점에서 전력변환용 소자개발과 전력변환시스 템의 연계개발에 보다 밀접한 관계를 유지해야함 은 당연한 것이다.

➡ 다음호에 계속 됩니다

※ 지면관계상 2교시 나머지 3문항(전기방식설비의 원인과 대책, Cogeneration시스 템 운용을 위한 승시전압강하의 대책장치, 무효전력보상장치중에서 SVC시스템에 대해 설명)은 다음호에 게재할 예정이오니 이점 양해바랍니다.

# 전기 기술사 소방강좌

• 노동부 • 교육부 • 서울시 지정교육기관

“전기에 관한 한 최고의 명문임을 자부합니다”

1964년 국내최초로 설립한 이래— 36년간 150,000여명의 전기기술자를 배출한 최고의 명문!!

- |   |  |  |
|---|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 전기공사(산업)기사반</li> <li>■ 전기(산업)기사반</li> <li>■ 전기철도기사반</li> <li>■ 전기기술사반</li> <li>■ 소방설비기사(전기&amp;기계)반</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 개강 • 정규반: 매월 10일</li> <li>• 필기/실기특강: 원서접수 첫날</li> <li>▶ 강의시간 • 오전반 10:00~12:30</li> <li>• 야간반 7:00~ 9:30</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 각 과정 고대근무자 수강가능</li> <li>• 학원 자기비딩으로 최고의 시설완비</li> <li>• 기초부터 상세히 책임지도</li> <li>• 최고의 권위를 자랑하는 전임강사진</li> </ul> |
|---|--|--|

발송배전  
건축전기  
전기철도

## 기술사

## 실직자 무료교육

※ 공개강의 (종목별): 3월 11일 16:00~20:00

- 개강** • 수요일: 3월 8일 • 일요일: 3월 12일 • 토요일구반: 3월 11일
- 강의시간 - 수요일 19:00~22:00 - 일요일 10:00~15:00 - 토요일 16:30~20:00
  - 강사진: 분야별, 과목별로 세분화된 최고의 권위강사진
  - 유상봉: Y대교수/ 공학박사/ 국내최대 전기분야 5종목 기술사보유
  - 김세동: D대교수/공학박사/기술사/한전, 한국건설기술연구소 수석연구원 역임
  - 임철교: 기술사/ 경영지도사/ C회사 시설팀장/ D대 경영교수
  - 조양형: Y대교수/ 공학박사 외 2인 ※ 전기철도 강사진 3인 별도

- 모집대상: 전기공사(산업)기사, 전기(산업)기사 또는 전기 기술사 취득 및 취업을 희망하는 실업자
- 모집인원: 000명(전액 국비지급) ■ 교육기간: 6개월
- 접수기간: 3월 13일까지(금, 일요일도 접수가능)
- 접수서류: 주민등록증본, 통장사본(수당 인감용), 사진, 구직표 각2부
- 특 전: - 수강료, 교재비 등 일체무료
- 교육중 교육수당, 교통비, 가족수당 지급(전액국비지급)
- 노동부직선상을 통한 취업알선, 노동부인정 수업료 반환

■ 서신강좌: 지방가주자 및 직접수강이 어려운분 대상 • 실시종목: 전기(산업)기사, 전기공사(산업)기사, 소방설비(산업)기사

# 서울공과대학원 676-1113~5

서울 영등포구 당산동1가 455번지 (지하철 2.5호선 영등포구청역 하차, 5번출구에서 60m)