

제 69 회

건축전기 설비 기술사 ②

자료제공 : 서울공과전기학원 TEL. (02)2676-1113~5

문제해설 : 용인송담대 교수/공학박사, 기술사 유 상 봉

두원공대 교수/공학박사, 기술사 김 세 동

두원공대 겸임교수/기술사 임 철 교

본 시험정보는 2003. 3. 9 시행한 국가기술자격검정 건축전기설비기술사 시험에 출제된 1~4교시 문제를 1교시부터 해설하여 매월 연재합니다.

풀이 및 해설

1 교시

※ 다음 각 물음에 답 하시오

【문제 9】

전기설비 실시설계시 성과물을 분류하고 설명하십시오.

〈해 설〉

나. 전기설비의 실시 설계

1) 계획시 검토, 확정된 각 방식, 시방 등에 의해 소요

예산의 범위 내에서 건축주 및 설계자의 의도가 반영되어 시공이 가능하도록 기술하여 설계 및 이를 근거로 한 관련도면을 포함하여 도서화 하는데 있다.

2) 주요 작업내용

- 건축 및 관련 기계설비의 설계도서에 의한 전기설비 도면의 작성
- 설계 설명서 및 시방서
- 설계와 관련된 각종 계산서의 작성
- 디자인적인 마무리
- 공사기간의 산출 및 결정
- 관련설계자 또는 건축주의 의도를 반영한 설계 내용의 검토
- 관련 건축, 설비, 기계 등 설계자와 공사구분의 한계 등 검토확인
- 소요예산 범위내의 설계 적정성 여부
- 입찰, 발주 및 계약을 체결하기 위한 예정가격의 작성 기초조사

2. 건축전기설비의 실시설계 완료 후 납품하여야 할 설계도서

- 실시설계 완료 후 납품 해야할 설계도서는 설계 대상물의 목적, 내용, 기능이나 특성상 내용물의 차이는 있으나 일반적으로 다음과 같다

1) 납품도서 목록표

- 가) 설계도면 : 도면목록, 공통도면, 각종 계통도, 평면도, 상세도
- 나) 각종계산서 : 부하계산서, 간선계산서, 변압기 용량계산서, 발전기 용량계산서, 축전지 용량계산서, 조도 계산서, 기타 계산서
- 다) 시방서 : 일반시방서, 특기시방서, 자재시방서 (수배전반, 발전기, 배터리 등)
- 라) 공사비 산출 내역서 : 내역서, 수량산출조서 및 집계표, 일위대가표 적용 단가 조사서 및 기타 (가격조사를 위한 견적서 등)

2) 내용설명

가) 설계도면

- ㉠ 공통도면 : 전기도면 전체에서 공통으로 사용되는 범례(Symbol)표기법을 나타낸 도면
- ㉡ 계통도 : 전원인입 계통도, 간선계통도, 방송 및 TV 간선계통도 등 주요 설비의 계통도를 말한다.
- ㉢ 평면도 : 각 전기설비 분야의 Lay-Out 평면도
- ㉣ 상세도 : 주요부분의 세부사항을 표시 한 것

나) 각종계산서

- 도서 목록 중 가장 중요한 항목으로 해당 설계자의 기술능력이 함축된 내용
- 대상 건축물의 특징과 상황을 정확히 파악하여 계산서를 작성한다.
 - 부하계산서 : 부하전체의 규모 근거가 되는 계산서로 확정된 부하 기기를 근거로 작성하는 경우와 단위 면적당의 부하밀도를 산정하여 계산 (설계완료 후 구체적인 부하계산 근거를 제출한다.)

- 간선계산서 : 주요간선의 Size 및 차단기의 차단용량 계산이 주이며, 전기적 기계적 안전성, 보수 유지의 용이성, 장래성, 경제성 등을 고려.
- 변압기 용량계산서 : 부하계산서에 의해 부하율, 부동율, 수용율, 장래 증설 예상 등을 고려하여 경제적이며 합리적인 용량이 선정되도록 계산.
- 발전기 용량계산서 : 법적, 기능적으로 필요로 하는 발전기의 운용방식에 따른 계산방법이 각각 다르므로 이를 확인하여 선정하고 계산.
- 축전지 용량계산서 : 비상 조명용, 차단기 조작용, 무정전전원장치(UPS) 등의 용도에 따라 각종 적용 Factor를 적용하여 계산.
- 조도 계산서 : 조명 설계의 대상에 따라서 각 실별 기능별 요구조도(KS의 표준조도 활용)에 의한 각 주요 실별 조도 계산서를 작성
- 기타 (PBX 용량 계산서등) : TV, 전화의 국선 회선수, 전용 선로수, 정보 통신 선로 등의 용량계산, 간선계산서 등 별도의 제출을 요구하는 계산서 등

다) 시방서

- 일반시방서 : 표준시방서를 모델로 하여 공사시 공현장 및 특성에 알맞게 작성하여 제출한다.(기본적인 공사방법 및 지침서를 표시)
- 특기시방서 : 일반적인 지침내용에 표시될 수 없는 특수설비, 특수 공법, 특수제작에 관련되는 전기설비의 공사내용에 구체적인 설명을 작성.
- 자재시방서 : 자재의 제작기준, 제작시 요구사항을 구체적으로 표시

라) 공사비 산출 내역서

- 실시설계를 완료한 후 설계도서에 의해 도면, 내역서, 시방서를 근거로 정부의 "원가계산에 의한 예정가격작성준칙"에 의거 내역서를 작성한다. 또한, 필요시 일위대가표를 반드시 작성한다.
- 원가계산에 의한 예정가격 작성은 재정경제부장관이 인정하는 가격조사기관을 이용할 수 있다.

【문제 10】
직류전원장치의 기술발전의 추세는?

〈해설〉

직류전원장치의 기술발전에 대한 추세를 들면 다음과 같다.

1. Diode Rectifier

그림 1은 3상 전파 다이오드브릿지 회로를 나타낸 것이며, 이 회로는 교류에서 직류로의 변환만이 가능하고, 직류 출력단의 크기를 제어하지 못한다. 뿐만 아니라 이러한 형태의 컨버터는 그림에서 보는 바와 같이 펄스 전류가 흐르고, 역률(30~60%)이 좋지 못하다.

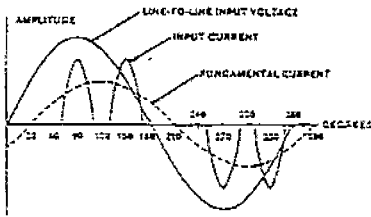
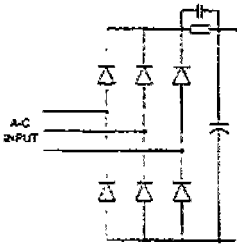


그림 1. 3상 전파 다이오드브릿지 회로

2. Thyristor Rectifier

그림 2는 6펄스 전파제어 브릿지 회로이며, 선전류는 우수 고조파를 포함하지 않고, 3배수 고조파를 포함하지 않는다. 6펄스 정류기의 경우 교류측에서 영이 아닌 주파수는 $n = 1, 5, 7, 11, 13, \dots$ 이다. 이들은 6펄스 컨버터의 특성 고조파라 불린다. Diode Rectifier 보다 역률(70~80%)도 개선되었고, 고조파 함유율도 매우 개선되었다. 또한 직류 출력단의 크

기를 제어 가능한 장점이 있다.

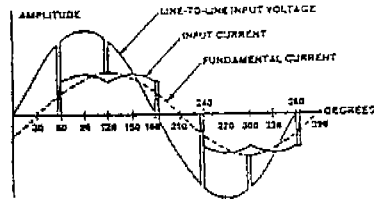
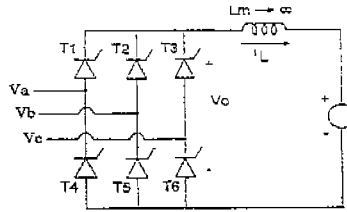


그림 2. 6펄스 전파제어 브릿지 회로과 파형

3. PWM 컨버터

그림 3은 단상 PWM 컨버터의 기본 회로를 나타낸 것이며, 정류기 모드 뿐만 아니라 회생 모드 운전도 가능하다. 이 방식은 전원부에 많이 사용되고 있는 다이오드 정류기에 대해 전원 역률(100%), 고조파 장해 등의 문제를 해결하였으며 그래서, 출력직류전압과 입력 역률의 제어와 정현파 형태의 입력 전류가 얻어지도록 전력의 회생도 가능한 전압형 PWM 컨버터의 연구가 광범위하게 진행되고 있다. 또한 직류 출력단의 크기를 제어 가능하며, 승압 기능을 가지고 있다.

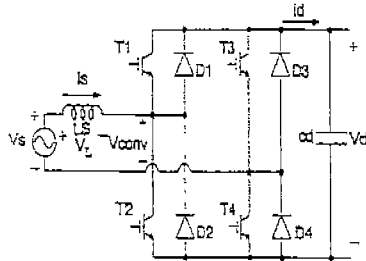


그림 3. 단상 PWM 컨버터의 기본 회로



【문제 11】

초전도 케이블의 특징을 설명하시오.

〈해설〉

1. 고온초전도 케이블의 개요

고온초전도 전력케이블은 기존 케이블의 구리 도체 대신 고온초전도 도체를 사용하여 전기 저항이 없어지는 초전도 현상을 이용하여 저손실·대용량 전력 수송이 가능한 전력케이블로서 대도시의 전력 공급 문제를 해결할 수 있는 환경 친화적 신개념의 전력케이블이다.

2. 구성

초전도케이블의 구성은 크게 나누어 케이블 코어와 케이블 코어를 저온으로 유지시켜 주는 극저온 관로로 구성되어 있으며, 그림1은 전형적인 고온초전도 전력케이블의 단면 구조와 시스템의 구성도를 나타낸 것이다.

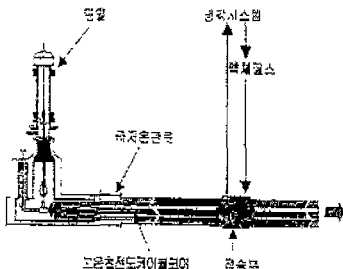


그림1. 고온초전도송전케이블의 단면구조 및 시스템 구성도

3. 특징

1) 대용량 저손실

- 송전용량 : 현재보다 수배 이상 증가
- 교류손실 : 종래의 케이블의 1/20

2) 저전압 송전가능

- 22.9 kV 수인가까지 저전압·대전류의 대용량 송전 가능

3) 송전비용의 절감

- ① 지중계통 전압등급의 균일화가 가능하고, 도심의 초고압 변전소(345/154kV 변전소)의 생략이 가능하여 송전비용을 줄일 수 있다.
- ② 절연전압 레벨의 감소로 송·변전기기의 Compact화 및 전력기기 가격의 저하가 가능하다.
- ③ 저전압화에 의해 케이블의 충전 전류가 크게 감소하기 때문에 보상용 리액터를 경감하여 계통 전체에 걸쳐 송전 비용을 줄이는 것이 가능하다.

4) 케이블의 소형화

초전도케이블은 1회선당의 송전용량이 대단히 크기 때문에 동일한 용량을 송전하는 경우 종래 케이블에 비해 소요 회선수가 대폭 감소된다.

5) 케이블 관로의 소형화

- 동일 송전용량으로 기준할 때 60% 작게 시설 가능

6) 장거리 송전 가능

【문제 12】

발전기 용량 결정시 단상부하의 영향에 대해 설명하시오.

〈해설〉

1. 개요

최근 전력전자기술의 진전으로 무정전 전원장치.

인버터 등의 위상 변환 설비가 증가하고 있으며, 전동기의 구동이 인버터 장치 등으로 행함으로써 계통에 고조파 발생으로 인한 영향에 대응할 수 있는 발전기 용량 산정이 대두되고 있고, 화재 등의 재해가 발생하였을 시 짧은 시간 내에 기동하기 위한 방재설비, 즉 비상용 엘리베이터, 소화전 펌프 등의 출력 환산 계수를 적용한 발전기의 용량 산정이 고려되고 있다.

또한, 단상 부하의 경우 불평형 부하의 선전류 증가 계수 ($S_f = 1 + 0.6 \frac{\Delta P}{K}$)로 인하여 발전기의 용량 산정을 어느 정도의 불평형 부하에도 대응할 수 있도록 고려해야 한다.

ΔP : 단상 불평형분 출력[kW],
 K : 해당 부하 설비의 합계[kW]

2. 단상 부하 접속에 따른 영향

- 1) 전압의 불평형
- 2) 파형의 찌그러짐
- 3) 이상 진동

3. 단상 부하에 대한 대책

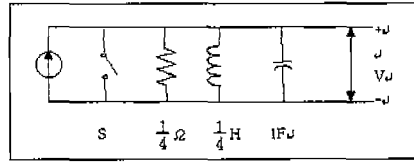
- 1) 단상 부하를 골고루 배분하여 접속
- 2) 스코트 변압기에 의한 접속
- 3) 가능한 단상 부하는 발전기 용량의 10% 이내 접속

4. 허용역상전류에 의한 발전기 출력식에서의 적용 기준

$$RG_4 = \frac{1}{KG_4} \sqrt{\left(\frac{0.43R}{K}\right)^2 + \left(\frac{1.25\Delta P}{K}\right)^2 \cdot (1 - 3\mu - 3\mu^2)}$$

여기서, RG_4 : 허용 역상전류에 의한 출력계수
 KG_4 : 발전기 허용 역상 전류계수
 R : 고조파 발생부하 출력합계[kW]
 K : 부하출력 합계[kW]
 ΔP : 단상부하 불평형 출력값[kW]으로서 $A \geq B \geq C$ 인 경우 $\Delta P = A + B - 2C$ 이다.
 μ : 단상 불평형 계수로서 $A \geq B \geq C$ 인 경우, $\mu = \frac{A-C}{\Delta P}$ 이다.

【문제 13】



위와 같은 회로에서 $t = 0$ 인 순간에 스위치 S를 개방한다면 병렬접속 단자간에 전위차 (v)의 값과 $V-t$ 곡선을 그리시오.

<해설>

키르히호프의 전류 법칙에 의해 방정식을 세우면

$$Gv + \frac{1}{L} \int v dt + C \frac{dv}{dt} = I \quad (1)$$

양변을 미분하고, $C=1, G=4, L=\frac{1}{4}$

$$C \frac{d^2v}{dt^2} + G \frac{dv}{dt} + \frac{1}{L} v = 0 \quad (2)$$

$$1 \frac{d^2v}{dt^2} + 4 \frac{dv}{dt} + 4v = 0 \quad (3)$$

특성 방정식

$$s^2 + 4s + 4 = 0 \quad (4)$$

으로부터 특성근을 구하면

$$s_1 = s_2 = -2 \quad (5)$$

로서 중근을 가지므로 일반해는

$$v(t) = k_1 e^{-2t} + k_2 t e^{-2t} \quad (6)$$

초기조건 $v_c(0) = v(0) = 0$ 과 (1)식으로부터의 또다른 초기 조건인

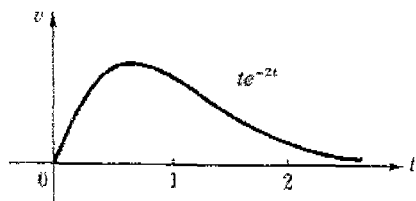
$$\frac{dv}{dt}(0) = \frac{I}{C} = 1 \text{ (6) 식에 대입하면}$$

$$k_1 = 0, k_2 = 1$$

따라서, 구하고자 하는 v (완전해)는

$$v(t) = t e^{-2t} [V]$$

가 되며, 이것의 개략적인 형태는 아래 그림과 같다.



2 교시

※ 다음 각 물음에 답 하시오

【문제 1】
 도로조명 설계시 조명기구 배치를 위한 교차로와 횡단보도에 대하여 기술적인 사항을 기술하시오.

〈해설〉

1. 교차로의 조명기구 배치 및 배열시 고려 요건

1) 관련기준 : 건교부 제정 도로 안전시설 설치 및 관리지침

2) 조명기준

교차로, 도로 합·분류 구간에서의 조명기구 설치 이곳에 접근하는 차량의 운전자가 도로 선행, 전방의 교통 조건, 인접 차량의 유무 등을 쉽게 인지할 수 있도록 한다. 이곳의 노면휘도 및 조명기구는 연속조명에 준한다.

① T자형 교차로에서의 조명기구 배치

그림 1의 T자형 교차로에서 조명기구 A는 도로 ①에서 우회전하는 차량의 전방을 조명하고, ③에서 직진하는 차량에 대해 ①에서 좌·우회전해 오는 차량이 있음을 알려준다.

조명기구 B는 도로 ①에서 T자형 교차로로 접근하는 차량에 대해 도로의 끝과 그 부근의 상황을 알려주는 역할을 한다.

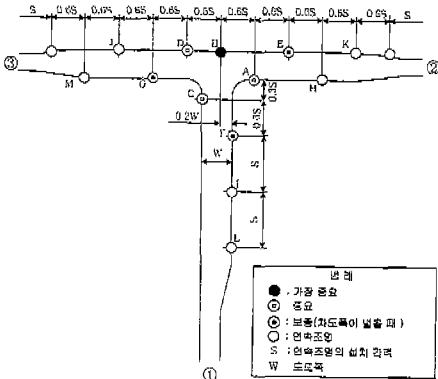


그림1. T자형 교차로에서의 조명기구 배치

② 십자형 교차로에서의 조명기구 배치

그림2는 십자형 교차로에서의 조명기구 배열을 나타낸 것으로, 각 조명기구의 효과는 T자형 교차로의 경우와 비슷하다.

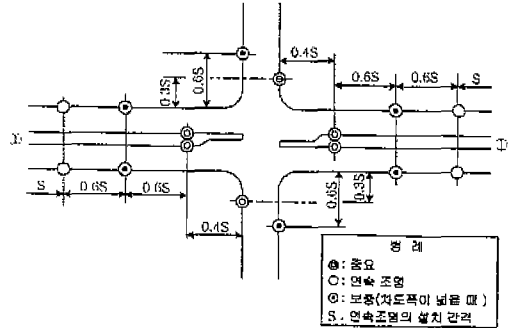


그림 2 중앙분리대가 있는 십자형 교차로에서의 조명기구 배치

2. 횡단보도의 조명기구 배치 및 배열시 고려요건

횡단보도 부근에서 조명기구의 배치·배열은 횡단중이거나 횡단하려고 하는 보행자의 상황을 차량 운전자가 잘 보고 확인할 수 있도록 유의하여 설치한다.

참고로, 횡단보도 및 버스정차대 부근 등의 광원과 연색성은 연속조명과 차별시켜, 운전자로 하여금 횡단보도 및 버스정차대의 존재 및 부근의 상황을 쉽게 인지할 수 있도록 조치할 수 있다. 횡단보도 부근에 추가로 조명기구를 설치할 경우 연속조명과 동일한 것을 설치한다.

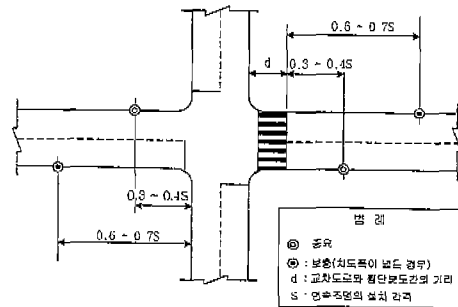


그림 3 횡단보도가 있는 십자형 교차로에서의 조명기구 배치

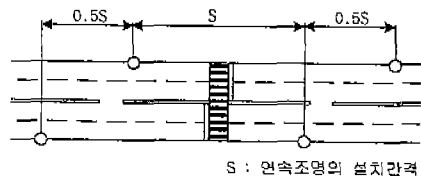


그림4. 횡단보도에서의 조명기구 배치

【문제 2】

난연성 CV케이블의 난연성능을 입증할 수 있는 시험 방법에 대해 기술하시오.

〈해설〉

1. 난연성 케이블의 정의

- 1) 난연성(badly burning or flame retardant type)
: 불꽃, 아크 또는 높은 열에 의하여 쉽게 불이 붙지 않거나 또는 불이 붙어도 잘 연소되지 않는 성질로 일반 가연성 물질보다 불에 타지 않고 연소 속도가 상대적으로 느린 경우에 사용되는 용어이며, 불이 붙어도 불꽃 등 화원(fire source)을 제거하면 자기 소화하는 성질이 있어 자연 소화되는 특성
- 2) 연피케이블과 알루미늄피케이블은 난연성케이블에 해당됨.

2. CV 케이블의 난연 성능을 입증할 수 있는 방법

- 1) KS 표시 CV케이블이거나, 공인시험기관의 내연성 시험에 합격한 CV케이블인 경우에는 난연성케이블로 인정하고 있다.
- 2) 전기용품기술기준 [부표21]의 시험 방법에 의해 시험에 합격한 케이블이 해당된다.

※ 전기용품 기술기준 [부표21]의 내연성시험

(1) 크로로프렌 고무혼합물 및 크로로설펜화 폴리 에틸렌 고무혼합물 내연성시험 완성품으로부터 길이 약 300mm의 시료를 취하여 코드에 있어서는 이를 수평면에 대하여 약 60° 경사시키고 기타의 것에 있어서는 이를 수평으로 유지하고, 코드에 있어서는 시료의 아래 끝에서 약 20mm 위치에 기타의 것에 있어서는 시료의 중앙부 아래쪽을 산화염의 길이가 약 130mm의 분젠버너의 환원염으로 30초 이내에 연소할 때까지 대고 불꽃을 가만히 제거한 후 60초 이내에 자연히 불꽃이 꺼질 것.

(2) 비닐혼합물 및 내연성 폴리에틸렌 혼합물 또는 저독성 난연폴리올레핀혼합물의 내연성 시험 완성품으로부터 길이 약 300mm의 시료를 취하여

내온전선에 있어서는 이를 수평으로 유지시키고, 기타의 것에 있어서는 이를 수평면에 대하여 약 60° 로 경사시킨다.

내온전선에 있어서는 그의 중앙부를 기타의 것에 있어서는 그의 아래쪽에서 약 20mm 위치에 산화염의 길이가 약 130mm 되는 분젠버너의 환원염에 연소하게 한 후 그의 염을 제거하였을 때 60초 이내에 자연히 불꽃이 꺼질 것.

(3) 저독성 난연폴리올레핀 외장케이블의 내연성시험 (가)의 시험 조건으로 하였을 때 (나)의 기준에 적합할 것.

(가) 시험조건

① 시험은 자연 통풍이 되는 실내 또는 과도한 통풍 및 기류가 없는 차폐된 곳에서 케이블 설치 조건과 비슷한 상태로 행한다.

② TRAY는 수직형으로서 금속제의 사다리 형태이며, 깊이 7.5cm, 너비 30cm, 길이 2.4m 이며, 수직 TRAY 중심부분에 케이블을 단층으로 배열하고, 케이블 직경의 1/2정도 간격으로 폭 150mm 이상이 되도록 사다리의 중앙부에 일렬로 배열한다.

③ 리본 가스버너는 38mm 길이의 불꽃을 TRAY 격자사이의 시료 중심에 가해지도록 하며, 버너면은 시료 표면으로부터 7.5cm 간격으로 수직 TRAY 바닥에서 약 60cm 높이에 수평으로 장치되어야 한다. 불꽃온도는 열전대로 불꽃의 약 3mm되는 곳에서 측정하였을 때 약 816℃ 이어야 한다.

④ 불꽃시험은 20분간 행하여 시험중 불꽃의 침범 부분의 온도와 버너의 불꽃을 제거하였을 때 연소가 계속되는 시간, 탄화된 부분의 길이 및 절연체가 손상된 길이를 기록한다.

(나) 기준

버너의 불꽃을 제거한 다음 계속해서 타는 케이블은 계속 타게 방치한 후 연소길이를 측정한 결과 시료의 연소길이가 케이블을 설치한 사다리의 상당까지 연소되지 않을 것.

3) KSC 3004의 시험 방법에 합격한 케이블이 해당된다.

(1) 시험 장치

- a) 시험 상자 : 시험 상자는 철재로 높이 약 610mm, 나비 약 310mm, 깊이 약 360mm의 크기로 옆면 및 배면을 덮은 것으로 한다.
- b) 시료 지지대 : 시료 지지대는 시료를 수평 또는 경사시켜 지지할 수 있는 금속체의 것으로 한다.
- c) 가열원 : 가열원은 구경 약 10mm의 분젠 버너로 하고, 그 불꽃을 산화염의 길이 약 130mm, 환원염의 길이 약 35mm로 조정한다.

(2) 시험 방법

- a) 수평 시험 : 수평 시험은 그림 1과 같이 완성품에

서 채취한 길이 약 300mm의 시료를 수평으로 지지하고, 환원염의 앞끝을 시료의 중앙부 아래쪽에 30초 이내로 연소할 때까지 내고, 불꽃을 가만히 제거한 후 시료의 연소 정도를 조사한다.

- b) 경사 시험 : 경사 시험은 그림 2와 같이 완성품에서 채취한 길이 약 300mm의 시료를 수평에 대하여 60도 경사시켜서 지지하고, 환원염의 앞끝을 시료의 아래끝에서 약 20mm의 위치에 30초 이내로 연소할 때까지 내고, 불꽃을 가만히 제거한 후 시료의 연소 정도를 조사한다.

다음호에 계속됩니다.

전기 기술사 철도강좌

· 노동부 · 교육부 · 서울시 지정교육기관

“전기에 관한 한 최고의 명문임을 자부합니다”

1964년 국내 최초로 설립된 이래 - 38년간 150,000여명의 전기기술자를 배출한 최고의 명문!

기술사과정

기사과정

특별과정

※ 기술사/기사 기술문제 : 홈페이지 참조

강의과정	반 별	강의시간
발송배전 기술사	수요정규반	수요일 19:00~22:00
	일요정규반	일요일 10:00~15:00
	심층연구반	토요일 16:30~19:30
건축전기 기술사	수요정규반	수요일 19:00~22:00
	일요정규반	일요일 10:00~15:00
	심층연구반	토요일 16:30~19:30
전기철도 기술사	일요연구반	일요일 10:00~15:00
	토요정규반	토요일 16:30~19:30

■ 교수진: 분야별, 과목별 최고의 권위 교수진

- 김세동: 공학박사/국내최대 5중목 기술사보유/ Y대교수
- 유상왕: 공학박사/ 기술사/ D대교수
- 조양행: 공학박사/ Y대교수
- 임철교: 기술사/ 경영지도사/ N회사 부장/D대겸임교수
- 이운상: 기술사/ M대겸임교수(주)Y중일설계관리 대표
- 박병수: 기술사/전기철도 외 1종목/D회사 이사 4인

■ 강의과정

- 전기(산업)기사반
- 전기공사(산업)기사반
- 전기절도(산업)기사반
- 소방설비(산업)기사반
- 전기기능사반
- 각 과정별 필기/실기특강반

■ 개 강

- 정규반: 매월10일
- 특강반: 공단원서접수 첫날

■ 강의시간

- 오전반 10:00~12:30
- 오후반 16:00~18:30
- 야간반 19:00~21:30

■ 수강료환급반

- 대상: 고용보험 적용업체에 재직중인 재(고)용보험 납부자
- 직업능력개발사업지원금 지급규정(노동부고시에 의거 노동부에서 수료자 전원에게 수강료를 80~90%환급

■ 서신강좌과정

- 대상: 시간상,거리상 강의를 직접수강 할수 없는 직장인이나 지방거주자를 위한 과정
- 실시종목: 전기분야 기사/산업기사 필기과정 및 실기과정

■ 국비무료교육

- 대상: 전기공사기사, 전기기사 또는 전기기능사를 취득하고자 하는 실업자로서 취업희망자
- 특전: - 전원 취업알선
- 매월 훈련수당 25만원 지급
- 수강료, 교재비 일체무료
- 노동부인정 수료증발급

서울공과대학교

www.sgh.co.kr

2676-1113~5

서울 영등포구 당산동 455번지(지하철2,5호선 영등포구청 역 하차, 문래역방면 60m)