

제 61 회

# 발송배전기술사 문제해설

자료제공 : 서울공과대학 TEL.(02)676-1114  
 용인송담대 교수 유 상 봉/ 공학박사, 기술사  
 두원공대 교수 김 세 동/ 공학박사, 기술사

본 시험정보는 2000. 5. 28 시행  
 한국 가기술 자격검정 발송 배전기술사 문제해설  
 분야에 출제된 1~4코시의 시험문제로서 1코시  
 를 발췌하여 게재합니다.

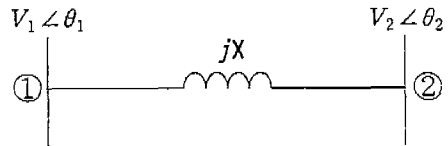
[교육훈련팀]

## 1 교시

※ 다음 문항에 답하시오. (각10점)  
 (10문항선택)

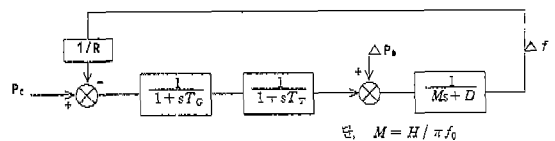
1. 수저(水底) 케이블의 개장 규격중 TAWWA란 무엇인지 설명하시오.
2. 폴리머 애자에서 Tracking 현상이란 무엇인지 설명하시오.
3. SNW(Spot-Network) 배전방식에서 Network Protector 주요 특성 2가지를 간단히 설명하시오.
4. 피뢰기의 다음 2가지를 설명하시오.  
 가) 제한전압  
 나) 공칭방전전류
5. 원자로의 긴급 정지 장치를 설명하시오.
6. 송전선로에서 발생하는 역섬락(逆閃絡)에 대하여 설명하시오.
7. 이중비 CT의 내부 접속도를 그려서 간단히 설명하시오. (CT비 100~50/ 5[A]의 경우)
8. 22.9KV-Y 배전선로에서 수전하는 변압기 결선에서 Y-△인 경우 1차측을 접지

- 하지 않는 이유 2가지를 설명하시오.
9. 장거리 송전선로에서 단위 길이당 선로 임피던스 Z, 어드미턴스를 Y라 할 때 분포회로 해석을 위한 미분 방정식을 세우시오.
  10. 특성 임피던스  $Z_0[\Omega/\text{km}]$ 인 선로의 한쪽 끝에 Impedance  $Z_L$ 의 부하가 걸려 있을 경우 반사계수 P를 계산하시오.
  11. 조류계산 결과 송전선로 양단의 전압이 다음과 같이 주어져 있다.



모선 ①에서 선로를 통하여 전달되는 유효, 무효 전력 계산식은?

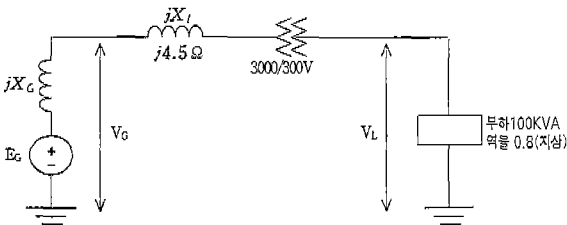
12. 다음과 같은 주파수 계통에서 스텝(Step) 부하 변동시 주파수 Droop를 계산하시오.



2 교시

※ 다음의 문항중 4문항을 택하여  
답하시오. (각25점)

1. 순환 유동층 연소(CFB; Circulation Fluidized Bed) 기술의 이점에 대해 설명하시오.
2. 터빈 발전기를 지상·진상 운전할 경우 운전상의 제약 요인을 발전기 가능출력 곡선으로 표시하고 설명하시오.
3. 전력계통에서 고장전류 증대에 따른 계통 및 관련 설비에 미치는 문제점 및 대책에 대하여 설명하시오.
4. 송전선로의 보호 방식중 반송보호 계전방식에 대하여 설명하시오.
5. 경제 급전 (ELD; Economic Load Dispatching)에 관한 물음에 답하시오.  
단, 각 발전소의 발전비용 함수  $C_i(P_{Gi})$ 로  
서 그리고 송전손실을  $P_{loss}(P_{G1}, \dots, P_{GN})$   
으로 주어진다고 가정한다.
  - a) 경제 급전 문제를 정식화하고 해법에  
관해 논하시오.
  - b) Penalty Factor의 정의를 수식으로 보  
이고, 그 의미하는 바를 설명하시오.
  - c) 통상 발전기 출력은 상·하한이 주어지  
다. 만약 계산상 수치가 이 범위를 벗어  
나는 발전기가 존재할 경우 처리방법을  
논하시오.(설명을 간단히 하기 위하여  
손실은 무시할 것)
6. 다음 회로는 3상 회로를 단선도로 표시한  
것이다.(단, 전압은 선간전압을 나타낸  
다.)



발전기 : 정격 3,300V, 100kVA, 내부 임  
피던스 20%(self base)

변압기 : 정격 3,000/300V, 100kVA, 내  
부임피던스 10%(self base)

부 하 : 정격 300V, 100kVA(지상역률  
0.8)

위 회로를 pu단위를 사용하여 해석하고자 하며  
저압측 Base를 300V, 100kVA로 취하였다.  
물음에 답하시오

- a) 고압측 Base를 정하고, 각 소자의 pu 임  
피던스를 계산하시오.
- b) 부하의 정격전압으로 정격전력을 공급하  
고자할 때 요구되는 발전기 내부전압 EG  
와 단자전압 VG를 계산하시오.
- c) 발전기 단자전압 대비 전압변동률을 계산  
하시오.  
(발전기 단자전압은 지정치를 유지된다고  
가정한다.)

3 교시

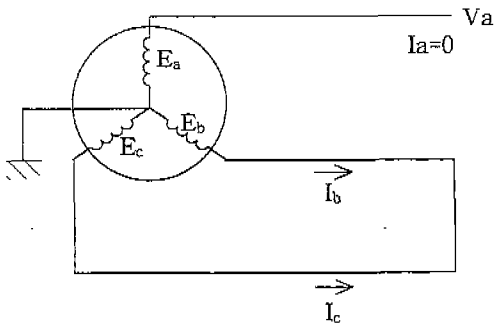
※ 다음의 문항중 4문항을 택하여  
답하시오. (각 25점)

1. 근래 배전선로 작업 시 작업으로 인한 정  
전을 회피하기 위하여 적용하고 있는 무  
정전 작업 체계와 향후 추세 및 설비면  
에서의 대책을 설명하시오.
2. 대지 저항률(Soil Resistivity)이란 무엇  
이며 그 측정법에 대하여 설명하시오.
3. 연료전지의 원리와 그 특징에 대하여 설  
명하시오.
4. 변전소 건설 시 소음 장해 대책에 대해서  
설명하시오.
5. 전력 산업구조 개편에 따라 경쟁입찰에  
의한 전력 거래 방식이 도입될 예정이다.  
전력거래 풀(pool)의 기본 개념과 전형적  
인 풀 종류를 간략히 설명하시오. 전력  
거래소에서 갖추어야할 기능을 기술하고  
시장기능 도입으로 예상되는 부작용과 이  
에 대한 대책을 논의하시오.

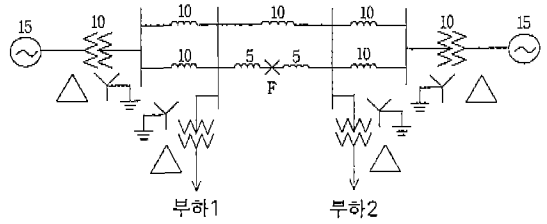
4 교시

※ 다음의 문항중 4문항을 택하여  
답하시오. (각 25점)

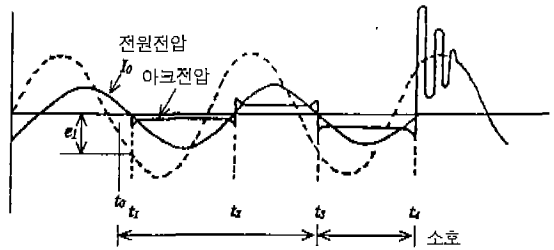
1. 수요관리 유형 5가지 이상을 들고 설명하시오.
2. 22.9 kV-Y 계통에 적용되고 있는 CNCV 케이블의 단말(Cable Head)처리에 있어서 전기적 스트레스 완화(control) 방법을 설명하시오.
3. 그림과 같은 3상 교류발전기에서 2상 단락이 발생할 경우 단락전류와 건전상의 전압을 구하라.



4. 전력용 변압기의 내부이상을 검출하는 최근의 예방보전 기술에 대하여 설명하시오.
5. 다음과 같은 회로에서 고장점 F에서 1선 지락 전류를 계산하시오.  
단, 회로에 표시된 수치는 정상분에 대한 %리액턴스를 나타내며 역상 리액턴스는 정상 리액턴스와 같고 영상리액턴스는 정상리액턴스의 3배와 같다고 가정한다. 부하임피던스는 대단히 커서  $\infty$ 로 가정한다.



6. 차단기 교류회로 차단시 전류전압 파형은 일반적으로 아래그림과 같이 주어진다.



- a) 차단과정을 설명하고 재기전압, 회복전압, 재점호를 설명하시오.
- b) 재점호 발생조건을 설명하고 재점호시 재기 전압이 크게되는 이유를 설명하시오.

풀이 및 해설

1 교시

※ 다음 각 물음에 답하시오.(各10點)

【문제1】 수저 케이블의 개장 규격중 TAWWA란 무엇인지 설명하시오.

<해설>

해저 케이블의 외상요인에는 저인망어구, 닻, 암반에 의한 마모, 전석 토목기계 등이 있다. 대형어구를 주체로한 저인망어구에 의한 것이 45%, 닻에 의한 피해가 22% 기타 외상이 14%로 외상에 의한 요인이 전체의 81%를 점유하고 있다.

각종의 개장을 시절한 가교폴리에틸렌 해저 케이블을 이용해서 대형어구의 낚에 의한 관통 실험이나 닳의 직격실험 등을 한 결과, 가장 우수한 방호효과를 가진 개장은 강대를 부착한 이중 철선 아이리슈(아이리슈 : 철선을 스틱피치로 휘감은 개장구조) 또는 세미아이리슈 구조라고 한다.

여기서, TAWWA는 강대 이중 철선 개장 케이블을 의미하며, 해저 케이블의 종류별 사용조건을 들면 다음과 같다.

- ① 2중 철선개장 :
  - 파도가 칠 때의 파랑으로 개장철선의 마찰 파손의 우려가 있는 곳
  - 포설루트의 수저가 암반, 암석으로 케이블이 드리워질 우려가 있는 곳
  - 포설 루트의 수심이 깊고 포설 케이블의 제동시 케이블에 큰 압력이 가해지는 경우
- ② 강대철선 개장
  - 저인어구에 의한 외상의 우려가 있는 경우
  - 선박의 수간에 의한 외상의 우려가 있는 경우
- ③ 아이리슈 철선 개장
  - 수저의 심각한 파랑 때문에 이동, 케이블을 억누를 우려가 있을 경우

**【문제2】 폴리머 애자에서 Tracking 현상이란 무엇인지 설명하시오.**

<해설>

폴리머 애자의 표면에 오염물이 침적되면 발수성이 저하하고, 누설전류가 증가하게 된다. 이러한 누설전류의 증가는 결국 애자표면을 따라 섬락을 일으키며, 이를 Tracking 현상으로 인한 오손섬락이라 하며, 오손섬락 메카니즘은 다음과 같다.

- ① 오염물 형성 : 바람이 애자 표면에 먼지 및 다른 전도성 오염물을 운반한다.
- ② 표면 젖음 : 높은 습도, 안개, 이슬, 가랑비 등은 고분자의 발수성으로 인하여 방울을 형성한다.

- ③ 건조한 표면에 남은 오염물은 물방울 이동에 따라 높은 저항성의 전도성층을 형성한다.
- ④ Ohmic heating : 누설전류는 저항의 감소와 전류의 증가를 초래하는데, 결국 건조속도에서 급속한 증가를 유발한다.
- ⑤ 발수성 표면에서의 전계 효과 : 인가한 전계는 물방울을 보다 큰 방울로 합쳐지도록 하는데, 발수성 표면에서는 전도성 경로를 형성하는데 많은 시간이 소요되므로 섬락이 일어나려면 장시간이 걸린다. 또한 필라멘트를 형성할 만큼 국부적인 전계가 충분히 높아야 한다.
- ⑥ 발수성 표면에서 국부방전 : 필라멘트는 하우징 말단간의 거리를 줄여서 인접한 필라멘트 사이의 전계를 증가시킨다. 스트레스가 충분하면 표면방전 활동이 일어날 수 있다.
- ⑦ 발수성 감소 : 방전은 고분자 사슬의 회전이나 파괴를 일으켜 발수성을 감소시킨다. 표면 발수성의 손실 또는 감소는 물방울 분산과 고전계 영역에서 연속적인 전도성 층을 형성하여 누설전류 흐름을 증가시킨다.
- ⑧ 건조대 형성 : 가장 높은 손실을 갖는 표면이 가장 먼저 건조된다. 전류밀도는 가장 적은 단면적에 집중하는 경향이 있으며, 그 곳에서는 건조가 가속된다. 건조대가 절연이 되면, 밴드가 인가전압을 견딜 만큼 충분한 거리로 성장할 때까지 표면작용은 밴드에서 지속된다.
- ⑨ 열화 사이클의 반복은 표면의 젖음과 침식을 더욱 초래하는데, 이는 화학반응과 국부적인 온도상승 때문이다. 국부적인 hot spot은 매우 심한 방전활동 동안에 400℃까지 상승할 수 있다. 자외선 손상 등 다른 열화는 표면 crazing을 일으키는데, 젖음시 누설전류 흐름을 증가시키는 오염물을 트랩하는 역할을 하게 된다.
- ⑩ 세라믹 애자와 마찬가지로 표면이 친수성이 되면 젖음이 일어나고 건조대가 형성

되며, 방전이 하우징 발단을 연결하기 위해 증가하는 과정을 거쳐 섬락이 일어난다.

〈참고〉 폴리머애자와 자기제 애자의 장단점 비교

구분	폴리머 애자	세라믹 애자
장점	오염 지역에서 우수한 절연성능 경량, 취급용이 경비절감(구매비용, 설치비용) 발수성(hydrophobicity) 우수 비산(vandalism) 없음	불활성 표면, 내구성 우수 장기사용에 따른 성능변화 적음 난연성 String별 부분교체 가능
단점	상대적으로 적은 현장 경험 경년에 따른 열화 코로나(corona) 발생시 재질의 화 우려	중량 고비용, 다양한 형상제작 어려움 물리적 충격에 약함 취급불편

**【문제3】 SNW(Spot-Network) 배전방식  
에서 Network-Protector 주요 특  
성 2가지를 간단히 설명하시오.**

〈해설〉

네트워크 프로텍터는 그림 1과 같이 프로텍터 차단기(NWCB)와 이것을 제어하는 계전장치 및 프로텍터퓨즈(NWF)로 구성되어 있다.

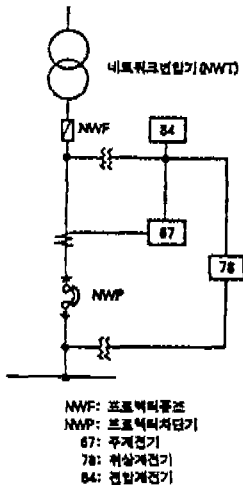


그림 1. 네트워크 프로텍터 단선 결선도

프로텍터차단기에는 보통 기중차단기가 사용되며, 프로텍터계전장치의 제어에 의해 다음과 같은 동작을 한다.

1. 역전력 차단특성

네트워크의 모선측으로부터 변압기 방향으로 역류하는 변압기 여자전류·변압기 1차측 케이블 충전전류·변압기 1차측 사고전류를 검출하여 프로텍터차단기를 차단한다. 이 경우 엘리베이터 등의 회생전력에 의한 불요 동작은 내부 타이머로 방지하고 있으며 타 बैं크의 네트워크 계전기의 동작정보를 받아 역류가 회생전력에 의한 것인가 아닌가를 판정하는 기능을 보유하고 있다. 따라서 회생전력 이외의 역전력이면 타이머 시한내에 차단시킨다.

2. 차전압 투입특성

변압기 2차측 전압과 네트워크 모선전압에 차이가 있고 또 변압기 2차측 전압측이 값이 크고 앞선 위상인 경우에는 프로텍터 차단기를 투입한다.

3. 무전압 투입특성

변압기 2차측이 정상전압 범위에 있고 네트워크 모선이 무전압인 경우에 프로텍터 차단기를 투입한다.

이상과 같이 네트워크 프로텍터는 고신뢰도의 네트워크 운전을 위해 3개 특성을 가지고 있다.

**【문제4】 피뢰기의 다음 2가지를 설명하시오.**  
가) 제한전압  
나) 공칭방전전류

〈해설〉

가) 제한전압

피뢰기의 제한전압이란 피뢰기의 방전중 과전압이 제한되어 양단사이에 잔류하는 충격전압이며 방전전류의 파고치 및 파형에 의해 정하며 제한전압의 규정치는 파고치로 표시한다.

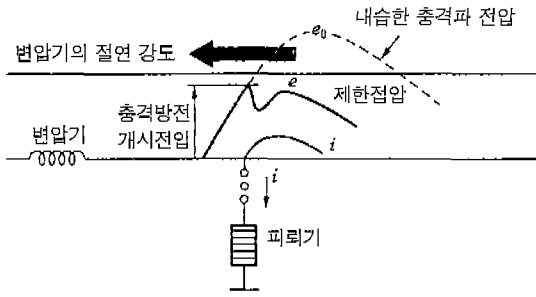


그림1. 피뢰기의 제한전압

즉, 이것은 피뢰기 동작 중 계속해서 걸리고 있는 단자 전압의 파고값을 말하는데 그림1은 이때의 파형을 보인 것이다.

나) 공칭방전전류

공칭방전전류란 피뢰기 보호성능 및 회복성능을 표현하기 위해 사용하는 방전전류의 규정치로서, Sparkover 후에 피뢰기에 흐르는 충격전류로 소정의 파고치와 파형을 가지며 선로 및 발변전소의 차폐유무와 그 지방의 IKL(연간 뇌우 발생일수)을 참고로 하여 결정한다.

〈표1〉 설치 장소별 피뢰기 공칭방전전류

공칭방전 전류	설치장소	적 용 조 건
10,000A	발전소	전 발전소
	변전소	1. 154kV 이상 계통 2. 66kV 및 그 이하 계통에서 Bank 용량이 3,000kVA를 초과 하거나 특히 중요한 곳 3. 장거리 송전선 케이블(배전 Feeder 인출용 단거리 케이블은 제외) 및 점진 축전기 Bank를 개폐하는 곳
5,000A	변전소	66kV 및 그 이하 계통에서 Bank 용량이 3,000kVA 이하인 곳
2,500A	선로 변전소	배전선로 배전선 Feeder 인출축

〈표2〉 IEC 및 ANSI에서 규정하는 공칭방전전류

	IEC NO. 99-1	ANSI C - 62.1
피뢰기 분류	10,000A	Station Class
	5,000A	Intermediate, Distribution Class
	2,500A	

【문제5】 원자로의 긴급정지 장치를 설명하시오.

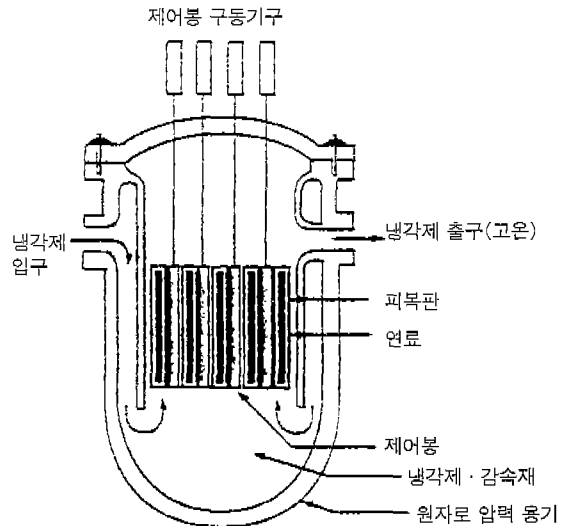
〈해설〉

1) 원자력 발전의 안전성 개념

원자력발전의 안전 확보는 매우 중요하며, 다중보호벽에 의한 안전 개념 이외에 이상발생의 방지, 사고의 발생·확대방지, 방사성 물질의 이상 방출방지 등 3가지 레벨의 안정성 개념이 추가된다.

2) 원자로의 긴급정지 장치(스크럼 장치)

원자로 내에 중성자 흡수 장치를 다수 배치에서 상시 감시하고 이상이 검출되면 경보를 내어서 운전원이 대응 조치를 취하도록 하고 있다. 이때 만일 대응 조치에 따른 조치가 늦어져더라도 자동적으로 제어봉이 삽입되어서 노내의 반응을 정지시키게끔 되어 있다. 가령, PWR의 경우에는 〈그림〉에서 보는 바와 같이 안전봉(곧 제어봉)은 노의 상부로부터 들어가게 되어 있는데, 정상시는 전자석에 의한 구동 기구로서 노심 밖으로 빠져 있다가 노 내에 이상이 생기면 전자석의 전류가 끊어져 안전봉은 자체의 무



〈그림〉 PWA 원자로의 긴급정지장치

계로 노심 내에 자동 삽입되어 중성자를 흡수해서 원자로를 정지시키도록 하고 있다. PWR에서는 제어봉에 의한 제어 외에도 만일 제어봉이 움직이지 않는 경우에도 중성자를 흡수하는 붕소(보론) 용액을 대량으로 주입하는 백업정지장치를 작동시켜 원자로를 확실하게 정지시킬 수 있도록 되어 있다.

**【문제6】 송전선로에서 발생하는 역섬락(逆閃絡)에 대하여 설명하시오.**

〈해설〉

송전선의 가공지선(Ground wire)이 뇌격을 받거나 또는 탑정(塔頂)에서 뇌격을 받을 경우 뇌전류는 가공지선 위를 뇌격점의 좌우로 양분하여 근접 첩탑에 도달한다. 첩탑에서는 일부는 첩탑을 통하여 대지로 흐르고 나머지는 다음 구간으로 가공지선 위를 전파한다. 이때 가공지선의 전위는 그 서지 일피던스와 가공지선을 흐르는 전류와의 곱에 상당하는 값으로 된다. 가

공지선의 전위와 이 전위로 인하여 송전선에 유도되는 전위와의 차에 상당하는 전압이 가공지선(또는 첩탑)과 송전선과의 사이를 섬락할만한 값으로 되면 여기에 섬락이 일어나는데 이것을 역섬락이라 한다. 이 경우 첩탑의 접지저항이 낮으면 낮을수록 가공지선상의 뇌격점의 전위는 부(負)의 반사전위에 의하여 저하되어 섬락이 일어나지 않게 된다. 또 가공지선과 송전선사이에 역섬락이 일어나지 않은 경우에는 가공지선을 따라 첩탑에 도달한 진행파 전압으로 인하여 첩탑의 전위가 상승하게 되어 첩탑에서 송전선으로 역섬락을 일으키는 수도 있다.

**【문제7】 이중비 CT의 내부 접속도를 그려서 간단히 설명하시오. (CT비 100~50/ 5[A]의 경우)**

〈해설〉

1) CT의 개요와 종류

대용량의 전류가 흐르는 기기나 계통의 상태 파악과 보호장치 등을 위하여 대용량의 전류를 직접 측정기나 계기등에 사용하는 것은 위험하고, 절연확보의 문제등으로 불가능하다. 따라서, 계측 또는 보호를 위해서 전력계통의 전압, 전류를 일정한 비율로 소전류, 저전압 상태로 변환하여 사용하는 것이 편리하고 안전하다.

전류를 변환하는 것이 계기용 변류기(이하 CT)라 하고, 종류에는 권선형 CT, 관통형 CT, 부상형 CT, 다중비 CT등이 있다.

2) 다중비 CT의 개요

실전력계통에서 광범위하게 사용할 수 있도록 변류비가 두 개 이상인 CT로(그림1) 1차 권선을 두 개로 하여 직렬 또는 병렬결선하므로써 변류비를 변경하는 방식이고, 그림2는 2차 권선의 중간에 여러개의 TAP을 만들어 변류비를 변경하는 방식이다.

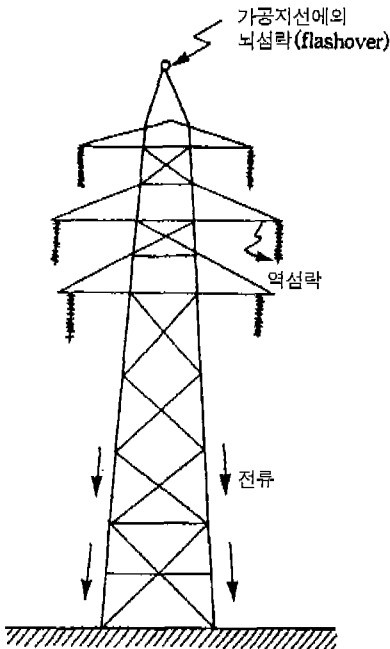


그림1. 역섬락

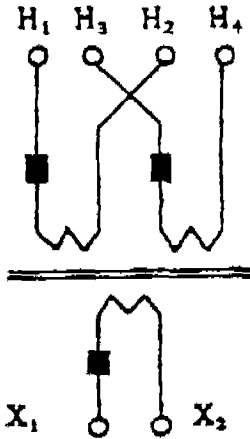


그림1. 단일철심 1차 다중비 CT

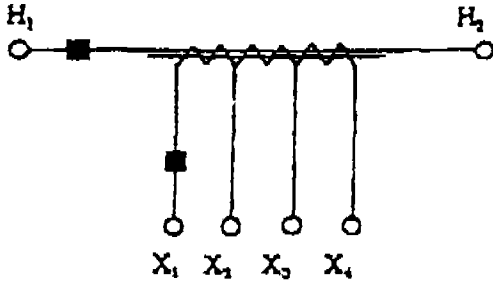


그림2. 단일철심 2차 다중비 CT

**【문제8】 22.9kV-Y 배전선로에서 수전하는 변압기 결선에서 Y-△인 경우 1차측을 접지하지 않는 이유 2가지를 설명하시오.**

<해설>

1) 저전압 단거리 송전선로에서는 Y결선 변압기의 중성점을 접지하지 않더라도 별로 지장이 없다. 단거리 저전압 선로에서는 대지충전용량이 작기 때문에 대지충전전류도 그다지 크지 않다. 그리고 1선 지락고장이 발생하면, 고장점으로부터 건전상의 대지 커패시턴스에 의해 고장전류가 분류되지만, 대지 커패시턴스에 의한 용량리액턴스가 아주 큰 값이므로 지락전류는

아주 작아서 송전을 계속할 수도 있다.

2) 변압기의 중성점을 접지하면 중성점에 제3고조파(철심의 히스테리시스 특성때문임)의 단상전압(기본파의 전압은 평형 3상인데, 제3고조파의 전압은 각 상간에 위상차가 없는 단상전압임)이 나타나게 되어 문제가 된다. 이 경우에는 대지정전용량을 통하여 제3고조파의 단락전류가 흐르게 되며, 이 전류는 부하와는 관계없이 상시 흐르는 전류로서 통신장해를 일으키는 등 나쁜 영향을 미치는 것이다. 이 때문에 전력시스템의 보호를 위한 접지를 할 수 없게 된다.

**【문제9】 장거리 송전선로에서 단위 길이당 선로 임피던스  $Z$ , 어드미턴스  $Y$ 라 할 때 분포해석을 위한 미분 방정식을 세우시오.**

<해설>

지금 송전선로의 단위길이당의 직렬 임피던스  $\hat{z}$  및 병렬 어드미턴스  $\hat{y}$ 를

$$\hat{z} = r + j\omega L = r + jx \quad [\Omega/\text{km}]$$

$$\hat{y} = g + j\omega C = g + jb \quad [\text{mho}/\text{km}]$$

라고 하면,

이  $\hat{z}$ 와  $\hat{y}$ 는 선로의 전체 길이  $l$  [km]에 걸쳐서 균등하게 분포하고 있어서 가령 선로의 어느 미소 부분을 떼어내어 보더라도 그림1과 같은 회로의 연속이 될 것이다. 따라서 장거리 송전선로의 등가 회로는 이와 같은 미소 부분의 등가 회로 성분이 그림2와 같이 수 없이 연결된 전기 회로로 나타낼 수 있다.

그림 3에 나타난 바와 같이 전류의 정방향을  $x$ 가 증가하는 방향, 즉 왼편으로부터 오른편으로 취하는 것으로 한다. 여기서 송전단에서부터  $x$ 의 거리만큼 떨어진 곳에 미소한 전선의 부분  $dx$ 를 생각하고 그 입구의 전압, 전류의 값을 각각  $E, I$ , 출구의 그것을 각각  $E+dE, I+dI$  라고



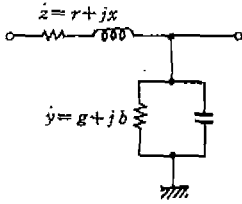


그림1. 송전선로 미소 부분의 등가 회로

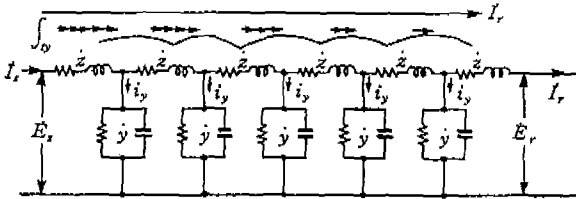


그림2. 장거리 송전선로의 등가 회로

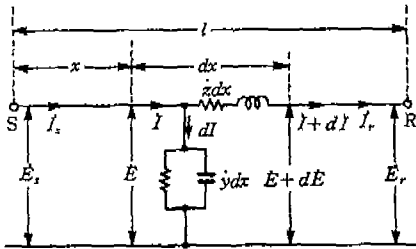


그림3. 송전선 각 부분의 전압, 전류의 관계

한다.

이 때 이 부분의 직렬 임피던스  $z dx$ 에 의해서 전압은 저하되고 병렬 어드미턴스  $y dx$ 에 의해서 전류는 분류되어 감소된다. 이 전압강하와 전류의 감소량을 각각  $dE, dI$  라고 두면

$$\left. \begin{aligned} dE &= -Iz dx \\ dI &= -E y dx \end{aligned} \right\} \dots\dots (1)$$

이것을 변형하면(곧  $-dx$ 로 나눈다.)

$$-\frac{dE}{dx} = Iz \quad -\frac{dI}{dx} = Ey \quad \dots\dots (2)$$

를 얻게된다.

식(2)를  $x$ 에 대해서 미분하고 그 결과를 식 (1)에 대입하면

$$-\frac{d^2 E}{dx^2} = zyE \quad -\frac{d^2 I}{dx^2} = zyI \quad \dots\dots (3)$$

와 같은 2계 미분방정식을 얻을 수 있다.

여기서  $r = \sqrt{ZY}$  라고 두고 2계 미분방정식인 식(3)의 해를 구하면 장거리 선로에서의 송·수 전단의 전압·전류관계를 나타내는 전파 방정식을 얻을 수 있다.

**【문제10】** 특성 임피던스  $Z_0(\Omega/\text{km})$ 인 선로의 한쪽 끝에 Impedance  $Z_L$ 의 부하가 걸려 있을 경우 반사계수  $P$ 를 계산하시오.

<해설>

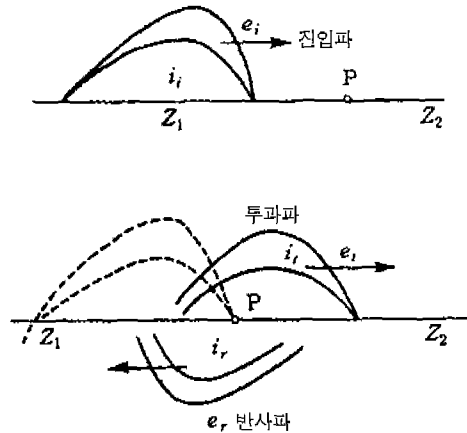


그림1. 변이점에서의 반사와 투과

그림1에서 키르히호프의 법칙을 적용하면

$$\left. \begin{aligned} i_i + i_r &= i_t \\ e_i + e_r &= e_t \end{aligned} \right\} \dots\dots (1)$$

여기서  $e_i = Z_0 i_i$

$$e_r = -Z_0 i_r$$

$$e_t = -Z_L i_t$$

(1)식에서 반사파 ( $e_r, i_r$ )을 구하면 다음과

같이 된다.

먼저 반사파 전류  $i_r$  을 구하면

$$\left. \begin{aligned} i_i + i_r &= i_i \\ Z_0 i_i - Z_0 i_r &= Z_L i_i \end{aligned} \right\}$$

$$\begin{aligned} Z_L i_i + Z_L i_r &= Z_L i_i \\ -) Z_0 i_i - Z_0 i_r &= Z_L i_i \hline (Z_L - Z_0) i_i + (Z_L + Z_0) i_r &= 0 \end{aligned}$$

$$\therefore i_r = -\frac{Z_L - Z_0}{Z_L + Z_0} i_i$$

다음 반사파 전압  $e_r$  을 구하면

$$\left. \begin{aligned} e_i + e_r &= e_i \\ \frac{e_i}{Z_0} - \frac{e_r}{Z_0} &= \frac{e_i}{Z_L} \end{aligned} \right\}$$

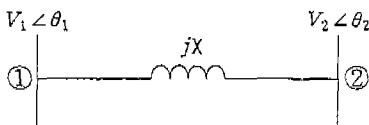
$$\begin{aligned} \frac{e_i}{Z_L} + \frac{e_r}{Z_L} &= \frac{e_i}{Z_L} \\ -) \frac{e_i}{Z_0} + \frac{e_r}{Z_0} &= \frac{e_i}{Z_L} \hline (\frac{1}{Z_L} - \frac{1}{Z_0}) e_i + (\frac{1}{Z_L} + \frac{1}{Z_0}) e_r &= 0 \end{aligned}$$

$$\therefore e_r = \frac{Z_L - Z_0}{Z_L + Z_0} e_i$$

따라서 반사계수는

$$P = \frac{Z_L - Z_0}{Z_L + Z_0} \text{ 이다.}$$

**【문제 11】 조류계산 결과 송전선로 양단의**



전압이 다음과 같이 주어져 있다.  
모선 ①에서 선로를 통하여 전달되는 유효, 무효 전력 계산식은?

〈해설〉

$$\dot{V}_1 = V_1 \angle \theta_1 \quad \dot{V}_2 = V_2 \angle \theta_2$$

$$\dot{V}_1 = \dot{V}_2 + jX I$$

$$I = \frac{\dot{V}_1 - \dot{V}_2}{jX}$$

$$P + jQ = \dot{V}_1 I^*$$

$$= \dot{V}_1 \cdot \left( -\frac{\dot{V}_1 - \dot{V}_2}{jX} \right)^*$$

$$= \frac{\dot{V}_1 \dot{V}_1^* - \dot{V}_1 \dot{V}_2^*}{(jX)^*}$$

$$= \frac{V_1^2 - \dot{V}_1 \dot{V}_2^*}{-jX}$$

$$= j \frac{V_1^2 - (V_1 \angle \theta_1 \cdot V_2 \angle -\theta_2)}{X}$$

$$= j \frac{V_1^2 - [V_1 ( \cos \theta_1 + j \sin \theta_1 ) \cdot V_2 ( \cos \theta_2 - j \sin \theta_2 ) ]}{X}$$

$$= j \frac{V_1^2 - \{ V_1 V_2 ( \cos \theta_1 \cdot \cos \theta_2 + \sin \theta_1 \cdot \sin \theta_2 ) + j V_1 V_2 ( \sin \theta_1 \cdot \cos \theta_2 - \cos \theta_1 \cdot \sin \theta_2 ) \}}{X}$$

여기서  $\sin(\theta_1 \pm \theta_2) = \sin \theta_1 \cdot \cos \theta_2 \pm \cos \theta_1 \cdot \sin \theta_2$   
 $\cos(\theta_1 \pm \theta_2) = \cos \theta_1 \cdot \cos \theta_2 \mp \sin \theta_1 \cdot \sin \theta_2$

$$\therefore P + jQ = j \frac{1}{X} [ V_1^2 - \{ V_1 V_2 \cos(\theta_1 - \theta_2) + j V_1 V_2 \sin(\theta_1 - \theta_2) \} ]$$

$$= \frac{V_1 V_2 \sin(\theta_1 - \theta_2)}{X} +$$

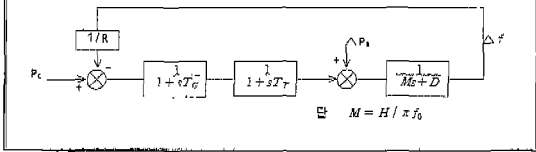
$$j \frac{V_1^2 - V_1 V_2 \cos(\theta_1 - \theta_2)}{X}$$

따라서

$$\text{유효전력 } P = \frac{V_1 V_2 \sin(\theta_1 - \theta_2)}{X}$$

$$\text{무효전력 } Q = \frac{V_1^2 - V_1 V_2 \cos(\theta_1 - \theta_2)}{X} \text{ 가 된다.}$$

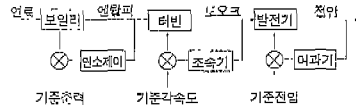
**【문제 12】** 다음과 같은 주파수 계통에서 스텝(Step) 부하 변동시 주파수 Droop를 계산하시오



〈해설〉

화력발전소에 대한 개략적인 제어 개념을 나타내면 그림1과 같다.

화력 발전소의 제어 시스템은 크게 연소제어



〈그림 1. 화력발전소의 제어 개념도〉

에 의한 보일러의 출력제어, 조속기에 의한 터빈의 속도제어, 여자기에 의한 발전기의 단자전압제어 등으로 나눌 수 있다. 보일러의 출력인 증기압, 엔탈피 등은 연소제어를 통해서 조정되는데, 매우 복잡하므로 안정도 해석시에는 일정하다고 가정한다. 터빈의 출력인 각속도는 조속기에 의해서 제어되며 발전기의 출력인 단자전압은 여자기를 이용하여 적절하게 조정된다.

다음호에 계속됩니다

# 전기 기술사 소방강좌

• 노동부 • 교육부 • 서울시 지정교육기관

**“전기에 관한 한 최고의 명문임을 자부합니다”**

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

## 기술사과정

## 기사과정

## 특별과정

※ 기술사 제62회 본원합격자 명단

강문식, 신재만, 남재경, 김영근, 양응초, 김창기, 윤석열, 김철민, 김양수

강의과정	반 별	강의시간
발송배전 기술사	수요정규반	수요일 19:00~22:00
	일요정규반	일요일 10:00~15:00
	심층연구반	토요일 18:00~21:00
건축전기 기술사	수요정규반	수요일 19:00~22:00
	일요정규반	일요일 10:00~15:00
	심층연구반	토요일 16:30~19:30
전기철도 기술사	일요정규반	일요일 10:00~15:00
	심층연구반	토요일 16:30~19:30

■ 교수진: 분야별, 과목별 최고의 권위교수진

- 유상봉: 공학박사/국내최대 5종목 기술사보유/ Y대교수
- 김세동: 공학박사/ 기술사/ D대교수
- 조양형: 공학박사/ Y대교수
- 임철교: 기술사/ 경영지도사/ N회사 부장/D대겸임교수
- 박용덕: 기술사/ S엔지니어링 대표이사
- 김영근: 기술사(전기철도 외 2종목)/D엔지니어링 부사장
- 박병수: 기술사(전기철도 외 1종목)/D회사 이사 4인

### ■ 강의과정

- 전기공사(산업)기사반
- 전기(산업)기사반
- 전기철도(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 자(고용보험 납부자)
- 직업능력개발사업지원금 지급규정(노동부고시 제2000-6호)에 의하여 노동부에서 수료자 전원에게 수강료를 최고 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 전기기능사등 취득하고자 하는 실업자로서 취업희망자
- 특전: 수강료, 교재비 일체무료 -매월 훈련수당 지급(전액국비) -전문 취업알선 -노동부인정 수료증발급

# 서울공과대학원

www.sgh.co.kr

676-1113~5

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