

제 63 회

# 발송배전기술사 문제해설 ④

자료제공 : 서울공과대학 TEL.(02)676-1114

문제해설 : 용인송담대 교수 유 상 통/ 공학박사, 기술사  
 두원공대 교수 김 세 동/ 공학박사, 기술사

본 시험정보는 2001. 3. 11 시행한 국  
 가기술자격검정 발송배전기술사 자격 시  
 험에 출제된 1~4교시 문제를 1교시부터  
 해설하여 매월 연재합니다.

## 풀이 및 해설

### 3 교시

※ 다음 6문항중 4문제를 선택하여 답하시오.  
 (각문제 25점)

#### 4. 방향거리계전기의 CT, PT의 접속방법

거리계전기는 (입력전류)/(입력전압)의 비, 즉  
 계전기에서 본 임피던스가 작게 될 때 동작한다.  
 단락거리계전기는 2상이상의 사고보호를 목적으  
 로하고 계통의 중성점접지방식에 관계 없이 사  
 용된다.

[그림 1]은 단락계전기의 입력 전압과 전류의  
 회로이며 (식 1)과 같이 응동한다.

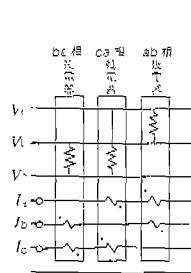
$$\begin{aligned} Z_{bc} &= V_{bc}/(I_b - I_c) \\ Z_{ca} &= V_{ca}/(I_c - I_a) \\ Z_{ab} &= V_{ab}/(I_a - I_b) \end{aligned} \quad (\text{식 1})$$

지락거리 계전기는 1선지락사고의 보호를 목

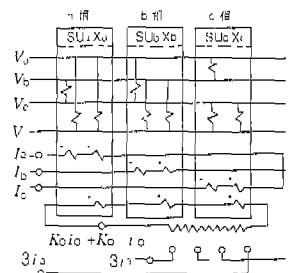
적으로 하는 것으로 직접접지 계통에서만 사용  
 되고 있다. [그림 2]는 평행 2회선 송전선에 사  
 용되는 경우의 입력회로로 거요소 X 와 방향요  
 소 SU의 입력이 다르다. 거리요소 X는 (식 2)와  
 같이 각상전류 이외에 자기회선의 영상전류 I<sub>0</sub> 및  
 타회선 영상전류 I'<sub>0</sub>를 사용한다. 이것은 상대지  
 전압이 그상의 전류외에 I<sub>0</sub> 및 I'<sub>0</sub>의 영향을 받는  
 것이다. 방향요소는 직각접속의 단락방향계전기  
 에 상전압에 역제를 추가 한 것이 일반적으로 사  
 용되고 있다.

$$\begin{aligned} Z_a &= V_a/(I_a + K_0 I_0 + K_0' I_0') \\ Z_b &= V_b/(I_b + K_0 I_0 + K_0' I_0') \\ Z_c &= V_c/(I_c + K_0 I_0 + K_0' I_0') \end{aligned} \quad (\text{식 2})$$

여기서, K<sub>0</sub> K<sub>0</sub>' 는 송전선에 의해 정해지는  
 정수이다.



(그림 1)



(그림 2)

**【문제 3】**

초고압 발변전소에 적용할 수 있는 모선 구성 종류와 모선 형태에 대하여 설명하십시오.

**<해설>**

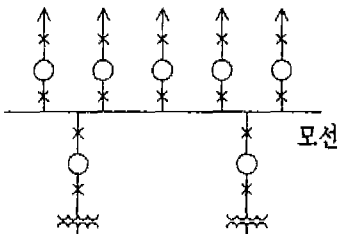
**1. 개요**

초고압 발변전소의 주변압기 단자와 송배전 선로의 인출구 사이에는 많은 기기를 접속할 수 있는 공통의 전선이 있는데 이를 모선 (Bus) 이라 한다. 모선 방식에는 크게 단모선, 복모선, 환상모선의 3가지가 있고, 복모선에는 1.5차 단방식, 2중모선 방식, 절환 모선 방식, 2 또는 4 Bus Tie CB방식 등이 있는데 이들에 대해서 각론하면 다음과 같다. (그림에서 ○ 는 차단기, × 는 단로기를 표시함)

**2. 모선구성 종류와 모선형태**

**1) 단모선 방식**

단모선 방식은 모선이 하나 밖에 없는 것으로 비교적 소규모의 발변전소에서 송배전선의 인출수가 적으며 모선의 보수·점검이 정지가 비교적 용이하고 중요도가 낮은 곳에 사용된다. 구성이 간단하고 경제적이거나 계통을 절환할 수 없는 단점을 가지고 있다.

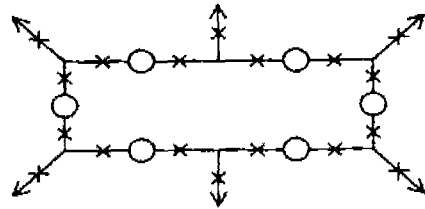


[그림] 단모선 방식

**2) 환상모선 방식**

환상 모선 방식은 항상 두 계통 이상에서 수전하는 경우에 채용되는 방식으로 Ring 모선이라고도 하며, 부하의 절환은 편리하나 구조가 복잡

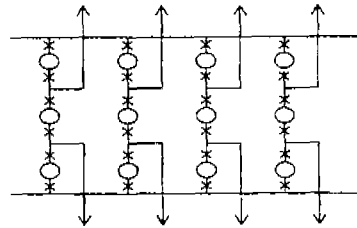
하여 오조작할 우려가 있다.



[그림] 환상모선 방식

**3) 1.5차단기 방식**

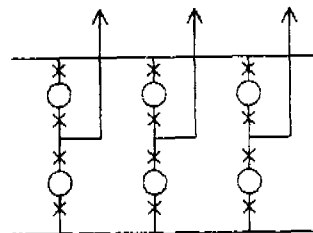
1.5차단 방식은 한쪽 모선사고시에도 다른쪽 모선으로 중간의 Tie CB를 이용해서 절체할 수 있으므로 회선 정전이 되지 않는 장점이 있어서 우리나라 계통에서는 345kV 시스템에 적용하고 있다. 회선 2개에 CB가 3개 있으므로 1.5 차단기 방식이라고 한다.



[그림] 1.5 차단기 방식

**4) 2중모선 방식**

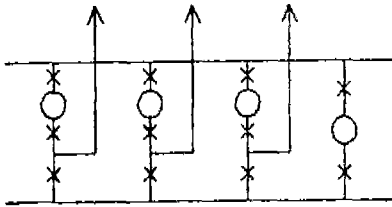
2중모선 방식은 그림과 같이 1회선 당 2개씩의 차단기를 가지게 하는 것으로 한쪽 모선의 고장시 다른 쪽 모선으로 쉽게 절체하여 회선정전을 시키지 않아도 되는 장점은 1.5차단 방식과 같으나, 차단기의 경제성 측면에서 1.5차단 방식 보다는 불리하다.



[그림] 2중모선 방식

5) 절환모선방식

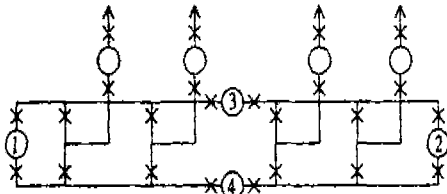
Transfer Bus는 단모선의 발변전소보다는 좀 중요도가 큰 배전변전소 등에 쓰인다. 평상시에는 주모선으로 운전하지만 회선 또는 차단기의 점검시 등에는 주 모선에서 Transfer CB를 거쳐서 인출시킨다.



(그림) 절환모선 방식

6) 2 또는 4 Bus Tie CB방식

이 방식은 일본에서 500 kV계통에 적용되고 있는 방식으로 모선사고시에 CB사이의 모선 구역만 정전시킬 수 있으므로 신뢰성이 있는 방식이다. (그림 4)에서 ①~④가 Tie CB 인데, ③ ④번 Tie Bus를 빼면 2 Bus Tie 방식이 된다.



(그림) 4 Bus Tie CB 방식

【문제 4】

발전기의 전기자 권선의 단락보호와 지락보호를 위한 보호계전 방식을 기술하시오.

<해설>

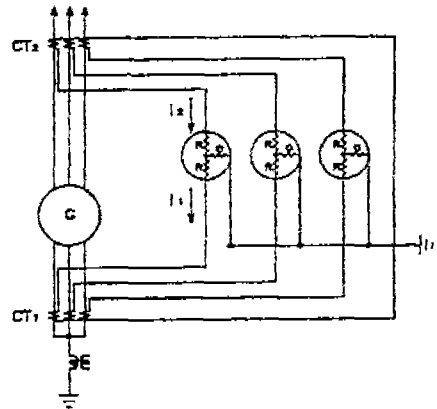
1. 개요

교류 발전기의 사고종류는 절연열화의 진전 등에 의한 자발적인 것과 외부요인에 의한 돌발적인 것이 있으며 전기적 보호계전장치는 이들 사

고를 전기적 변화에 의해 검출하는 것으로서 사고 발생 개소와 사고의 종류를 구분해서 사후의 대책을 용이하게 할 필요가 있다.

2. 전기자 권선의 단락보호

이 사고는 교류회로의 단락사고로 되기 때문에 계통과 병렬운전하고 있는 경우 정상적인 계통에서는 각상의 전류가 권선의 어느 부분에서도 동일한 값으로 흐르고 있으나 사고 발생 순간부터 중성점 측과 발전기 출력 단자측의 전류가 사고 장소를 경계로 해서 변화한다. 또한 계통과 병렬 운전하고 있지 않은 경우(발전기용 변압기와 접속되어 있지 않은 경우)는 내부 유기전압에 의해서 중성점 측에서 사고전류를 검출하거나 중성점 측 전류와 발전기 출력단자측 전류를 비교하면 검출 할수가 있다. 전기자 권선의 상간 단락보호에는 비율차동계전방식이 가장 일반적으로 사용되며 계전기의 접속 방법은 그림과 같다.



(그림) 전기자권선의 단락보호

이것은 보호구간 내에 유입하는 전류의 벡터차(동작전류)와 출입하는 전류(억제전류)의 비율로서 동작하게 되며, 외부사고시의 변류기 오차 전류에 의한 오동작을 방지하기 위하여 동작 비율은 일반적으로 5~10% 정도이며 동작시간은 50~100ms 범위이다.

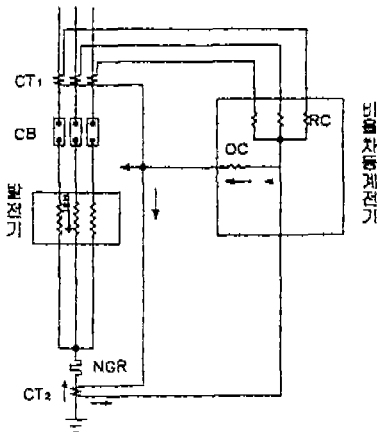
계전기회로 구성상 유의할 점은 변류기는 동일 형식, 구조, 특성을 갖는 것을 조합 사용할 것과

변류기의 2차 부담은 과도시의 변성비 오차를 감소시키기 위해 되도록 평형을 유지시켜야 하며, 고속도 비율차동계전기를 사용하는 경우 전용의 계전기용 변류기 회로를 사용하는 것이 바람직하다.

**3. 전기자권선의 지락보호**

발전기 권선에 이상전압 또는 외부에서의 침입 파가 생길 때 권선절연을 보호하기 위해 중성점을 접지하며, 접지하는 경우 과도한 지락전류로 인한 권선의 손상을 방지하기 위하여 중성점에 저항 또는 접지용 변압기를 설치, 최대 지락전류를 10~100A정도로 제한하는 것이 일반적이다.

앞에서 말한 바와 같이 사고시 전류치가 적으므로 단락보호용의 차동계전기로서는 감도가 부족하므로 지락보호 전용의 차동계전기를 아래 그림과 같이 사용한다.



(그림) 전기자권선의 지락보호

단락보호용과 다른 점은 발전기 양단의 변류기는 3차 권선을 오픈 델타로 결선, 차동회로에 흐르는 영상전류로 동작하는 것이며, 또한 외부사고 및 각상 전류의 불평형에 의한 오동작을 막기 위해 중성점의 전압 또는 전류로 억제토록 하고 정동작시에는 부세되어 동작시간을 더욱 빠르게 하고 있다. 이 계전기에 의한 보호범위는 90% 이상에 달하며 통상 감도는 20~25% 이상으로 사용된다.

**[문제5]**

송전선의 커패시터스에 의한 SSR현상이 발전계통에 미치는 현상을 기술하시오.

**<해설>**

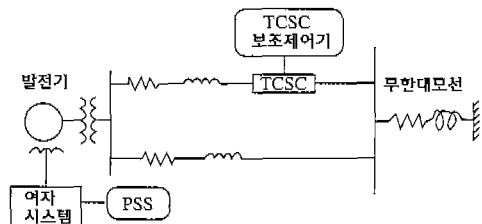
**1. Subsynchronous resonance 발생조건**

Subsynchronous resonance (SSR)은 저주파 축 비틀린 공진현상으로 발전기와 송전선으로 이루어진 전기 System이 발전기 및 터빈 등으로 구성된 기계 시스템과 동기 주파수보다 작은 고유 주파수로 에너지를 상호 교환하면서 진동하는 상태를 의미하는데, 심할 경우 터빈과 발전기의 축을 파괴하는 결과를 초래하기도 한다.

교류 송전 시스템에 있어서 직렬 커패시터 보상법은 부하에 많은 전력을 공급할 수 있고, 선로의 부하 부담을 조절하며, 과도상태의 안정성을 향상 시킬수 있는 매우 효과적인 방법으로 알려져 있지만 그 적용에 주의가 필요하다.

**2. SSR 억제 방법**

송전선로의 직렬 보상을 고정형 직렬 커패시터 대신 FACTS 기기중 하나인 TCSC(Thyristor Controlled Series Compensator)를 이용하여 가변형 직렬 커패시터로 구현한다면, 발전기 여자 시스템의 보조제어기인 PSS(Power System Stabilizer)와 TCSC 보조 제어기를 동시에 채용하여 SSR을 더욱 효과적으로 억제할 수 있다.(그림1참조)

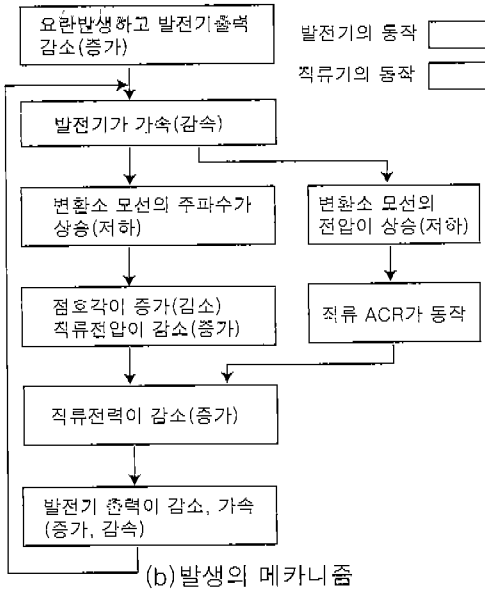
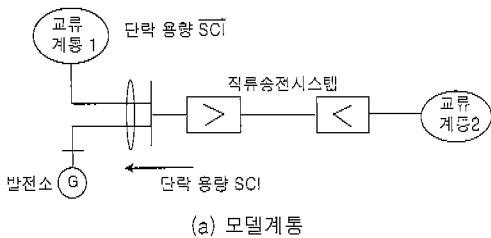


(그림1) TCSC+PSS모델

### 3. 직류 송전계통의 SSR 억제기술

발전소 근방에 직류송전 계통이 접속되는 경우, 어떠한 원인으로 인해 계통 요란이 발생하여 발전기의 각속도가 증가(감소)하였을 때, 이 상호작용에 의해 직류전력이 감소(증가)하면 전기적 덤핑이 음이되어 축퇴틀림 진동(SSTI : Subsynchronous Torsional Interaction)현상이 발생한다.

이러한 축퇴틀림 진동은 진동 억제 기능을 직류 송전 제어계에 부가함으로써 발전기가 직류전계통에 가까이 설치된 경우에도 상호작용이 없는 안정된 운용이 가능해진다. 따라서 발전기의 축퇴틀림 진동을 검출하여 직류전력을 제어함으로써 진동을 억제할 수 있다.



(그림2) 축퇴틀림 진동현상 발생원리

### 【문제 6】

송전선로에 의한 전자유도 장애현상의 원인과 장애 현상 및 근접통신선에 유기되는 전자유도 전압들을 설명하시오.

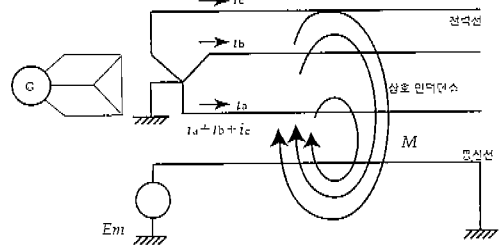
#### <해설>

#### 1. 전자유도장애의 원인

송전선에 1선 지락 사고 등이 발생해서 영상전류가 흐르면 통신선과의 電磁的인 결합에 의해서 통신선에 커다란 전압, 전류를 유도하게 되어 통신용 기기나 통신종사자에게 손상 및 危害를 끼치거나 또는 통신이나 통화를 불가능하게 하는 유도장애를 일으킨다.

#### 2. 전자유도 장애 현상

아래 그림에 나타난 것처럼 지름 송전선에  $I_a, I_b, I_c$ 라는 전류가 흐르고 있을 때



이와 병행해서 가설된 통신선이 받는 전자유도 전압은 송전선의 각 선과 통신선과의 상호 인덕턴스를  $M(H/km)$  (완전 연가라고 가정함)라고 하면

$$E_m = -j\omega M(I_a + I_b + I_c) = j\omega M(3I_0)$$

단,  $l$ : 양선의 병행 길이[km]

$3I_0$ : 3×영상 전류=지락 전류=기유도전류로 계산할 수 있다. 위 식에서도 알 수 있듯이 정상시의 운전에서는 3상 전력선의 각 상전류가 대체로 평형되고 있기 때문에  $I_0$ 는 극히 작은 값이 되어 전력선으로부터의 유도장애는 거의 없을 정도이다. 그러

나 송전선에 고장이 발생하였을 때 특히 그 중에서도 지락 고장이 일어나면 상당히 큰  $I_0$ 가 대지전류로서 흐르게 되어 이것이 통신장해를 일으키게 된다. 한편 단락고장 일 경우에는 대지전류가 흐르지 않기 때문에 통신장해는 문제가 되지 않는다. 그러므로, 전력회사에서 송전선을 건설할 때에

는 반드시 사전에 그 선로에 지락고장이 일어났을 경우의 고장 전류(대지 전류)를 계산하고 이것을 사용해서 그 경과 예정지 부근의 통신선에 대한 전자유도전압을 산출하여 그 값이 정해진 제한값(현재 우리나라에서는 65[V])을 넘지 않도록 필요한 조치를 취하여야만 하게 되어 있다.

# 전기기술사 소방강좌

• 노동부 • 교육부 • 서울시 지정 교육기관

“전기에 관한 한 최고의 명문임을 자부합니다”

1964년 국내최초로 설립한 이래 - 37년간 150,000여명의 전기기술자를 배출한 최고의 명문!!

## 기술사과정

※ 기술사 공개강의: 3월 2일 16시~19시  
 • 개강: 일요일 3월 3일, 수요일 3월 6일, 연구반 3월 2일

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 6종목 기술사보유/ Y대교수
  - 김세동: 공학박사/ 기술사/ D대교수
  - 조양형: 공학박사/ Y대교수
  - 임철교: 기술사/ 경인지도사/ N회사 부장/D대겸임교수
  - 박홍덕: 기술사/ S엔지니어링 대표이사
  - 김영권: 기술사(전기철도 외 2종목)/D엔지니어링 부사장
  - 박병수: 기술사(전기철도 외 1종목)/D회사 이사 44년

## 기사과정

### ■ 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

## 특별과정

### ■ 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 전기기능사급 취득하고자 하는 실업자로서 취업희망자
- 특전: 수강료, 교재비 일체무로 -매월 훈련수당 지급(전액국비) -전원 취업알선 -노동부인정 수료증발급

# 서울공과대학교

www.sgh.co.kr  
676-1113~5

서울 영등포구 당산동 455번지(지하철 2,5호선 영등포구청 역 하차, 운래역방면 60m)