

제60회

발송배전기술사 문제 해설 ⑤

◆ 자료제공 : 서울공과대학원

용인송담대 교수 유상봉/기술사

두 원 공 대 교수 김세동/기술사



본 시험정보는 2000. 3. 5 시행
한 국가기술자격검정 발송
배전기술사분야에 출제된
1 ~ 4교시의 시험문제로서
4교시를 발췌하여 게재합니다.

[교육훈련팀]

4 교 시

※ 다음의 문항중 4문항을 택하여 답하
시오.(총25點)

【문제 1】 화력발전소의 감압(減壓) 운전에 관
해 논하시오.

1) 감압운전이란

증래의 기력발전소의 부하조정은 출력이 증
기유량(蒸氣流量)(증기압력(蒸氣壓力)과 가감
(加減)밸브개도(開度)의 곱에 비례)에 비례하
므로 증래의 출력제어로서 보일러의 압력을
일정하게 유지하고 터빈입구의 가감밸브를 조
정하는 소위 정압운전을 하지만, 근래 가감밸
브의 개도를 일정하게(통상은 전개(全開) 유
지하고, 증기압력을 변화시켜 터빈유입증기량
을 조정하는 변압운전(變壓運轉)을 하고 있다.

변압운전의 방식은 최저부하에서부터 전 부
하까지 가감밸브개도를 일정하게 유지한 채로
완전변압(完全變壓)하는 것과, 부분운전시만
변압운전을 하는 복합변압(複合變壓)이 있다.

보일러로는 증기 유량이 적어져도 튜브간의
유량불균형에 의한 국부과열·소손되지 않는
스파이럴수냉벽(水冷壁)을 사용한 변압형관류
(變壓形貫流) 보일러가 많이 사용된다. 따라서
저부하시에 기력발전소에 있어서 감압운전을
행함으로써 기대효과가 많다.

2) 기대효과

저부하 영역에서는 감압운전을 행함으로써
열효율의 향상, 기기의 수명 연장 등의 효과를
기대할 수 있다. 즉, 열효율 향상의 요인으로
서는

- ① 저부하영역에 있어서는 일반적으로 주증
기, 재열 증기 온도가 떨어지지만, 감압운전
을 하는 경우에는 증기의 비열이 감소하고,
그 외에 관내유속의 증가, 포화 증기 온도
의 저하 등에 의하여, 과열, 재열 증기를 어
느정도 정격 온도에 접근시킬 수 있다.
- ② 감압 운전에 의하여 가감 밸브의 개도
(開道)가 증가하여 밸브에서의 손실의 감
소를 가져온다.
- ③ 증기 터빈 구동(회전수에 의한 변속제
어), 또는 유체 카플링을 통한 전동변속
급수펌프의 경우에는 감압운전함으로써
현저하게 소비 동력을 절감도 할 수 있다.



그러나 급수 유량 조정 밸브로 유량을 조절하는 전등 정속도 급수 펌프의 경우는 효과가 적다.

- ④ 체적 유량의 증가에 의하여 고압 터빈의 내부 효율의 향상을 기대할 수 있다. 열 사이클의 일반 특성으로서는 터빈 입구 증기 압력을 내리면 이용할 수 있는 에너지가 감소하여 열 효율이 저하하지만, 저부하 영역에서는 위의 여러 요인이 이용에너지의 감소를 상쇄하기 때문에, 감압에 의한 플랜트 열 효율의 향상을 가져올 수 있다고 한다.

*** 다음 기기의 수명 연장으로서는**

- ㉠ 감압운전을 행함으로써, 보일러의 전 열면을 구성하고 있는 내압부(耐壓部)의 응력이 경감되고, 각 재질의 허용온도가 높아진다. 또 증기 비체적의 증가에 의하여 증기 냉각벽관의 유량 분배를 안정화시키고, 저부하시의 증기 및 연소 가스의 편류(偏流)에 기인하는 전 열면의 과열을 방지한다.
- ㉡ 터빈에 있어서는 감압에 의한 증기 열함유량의 상승과 증기온도의 상승에 의하여, 저부하 영역에서의 부하 변동때 제1단 출구의 증기 온도의 변화를 완화하고, 회전체 및 케이싱의 열 피로를 감소할 수가 있다.

[문제 2] 대형 화력발전소의 터빈 및 발전기에서 발생할 수 있는 고장을 들고, 보호방법을 설명하시오.

1) 터빈에서 발생할 수 있는 고장과 보호방법

(1) 터빈 과속도

부하차단시, 터빈의 속도상승률은 보통 수 퍼센트 이하로 억제할 수 있으나, 제어 계통의 고장 등으로 과속되었을 때에는, 회전수의 2승에 비례한 원심력이 작용하여 터

빈의 블레이드가 파괴될 염려가 있다. 이때문에, 원심식 비상조속기가 정격속도의 109~111[%]에 동작하여, 터빈의 주증기 스톱밸브, 재열증기 스톱밸브를 급폐하여, 축에 과도한 원심력이 가하는 것을 방지한다.

(2) 터빈 추력 축받이 마모

추력축받이가 마모되면, 터빈의 축이 이동하여 동익과 정익부 사이가 흔들려서 회전부와 정지부의 접촉사고가 생기는 경우가 있다. 추력축받이의 마모검출장치는 이 움직임을 유압을 이용해서 예민하게 검출하여, 압력스위치가 동작해서 터빈의 주증기 스톱밸브, 재열증기 스톱밸브를 급폐한다.

이 때는, 터빈 발전기의 회전을 신속하게 정지시키지 않으면 안 되므로 발전기의 주차단기도 트립한다.

(3) 축받이의 유압저하

주축과 직결된 주유펌프의 고장 등으로 축받이의 유압이 저하된 경우에는, 축받이의 유막의 단절로 인한 기능상실로 중대사고가 발생한다. 이 때문에, 교류전원을 구동하는 보조기름펌프나 직류전원을 구동하는 비상용 축받이 기름펌프가 순서적으로 자동기동하여 유압이 유지된다.

다시 유압이 정상값의 40~50[%]까지 저하되면 압력스위치, 또는 유압실린더로 구성되는 축받이유압 저하장치에 의하여 주증기 스톱밸브, 재열증기 스톱밸브를 급폐시키고 동시에 발전기의 주차단기를 트립시킨다.

(4) 복수기의 진공저하

복수기나 그 보조기의 고장으로 진공도가 저하되면, 배기온도의 상승으로 센터량이 휘는 경우가 생겨 이상진동이 발생할 염려가 있다.

진공도가 저하되어, 380~500[mmHg]로서, 압력 검출기구가 있는 진공저하 검출장치(진공트립장치)에 의해서 터빈의 주증

기 스톱밸브와 재열증기 스톱밸브를 급폐하여, 저압날개에 높은 열응력이 가해지는 것을 방지하고, 동시에 터빈을 트립시킨다.

(5) 배기실 온도상승

터빈이 무부하운전 부근이 되면, 저압터빈의 배기유량 감소에 의하여, 배기실의 온도가 상승한다. 배기실은 물스프레이 정도는 냉각되지만, 100~120[°C]로 상승하면, 온도스위치 등의 배기실 온도상승 검출장치에 의하여 주증기 스톱밸브, 재열증기 스톱밸브를 급폐하여, 발전기 차단기를 트립해서 저압터빈 케이싱의 열변형을 방지한다.

2) 발전기에서 발생할 수 있는 고장과 보호방법

(1)고정자권선의 단락

고정자권선의 상간단락은 권선 각 상의 선로측과 중성점측의 차전류를 검출하는 차동계전기에 의해서 보호된다.

계전기는 CT의 불평형이나 외부사고에서 오동작하지 않는 비율특성을 가진 고속도의 비율차동계전기가 사용된다.

상간단락의 경우에는 발전기 주차단기와 계차차단기를 트립하고 터빈의 모든 밸브를 급폐한다. 일반적으로 200[kVA] 이상의 발전기는 고정자 권선의 단락보호에 비율차동계전기를 사용한다.

(2) 고정자 권선의 지락

발전기의 중성점은 지락전류의 억제와 지락시의 과도 이상전압의 억제를 위하여, 2차측에 저항기를 접속한 변압기로 접지된다. 변압기 접지방식에서는 변압기 2차측에 OVR을 써서 지락보호를 하며, 발전기 주차단기와 계차차단기를 트립하고 동시에 터빈도 트립시킨다.

(3) 고정자권선의 과부하

고정자권선의 온도가 과부하로 상승되었

을 때에는, 고정자권선에 취부된 매입온도계에 의해서 경보를 작동시켜, 운전원에 의해서 필요한 조치가 취해진다.

최근 터빈발전기는 단락비가 적고, 단락전류도 작으므로, 단순한 과전류 계전기로는 정격전류와의 구별을 할 수가 없다.

단락사고시에는 전압이 저하되는 것을 이용하여 거리계전기와 한시계전기에 의하여 발전기를 트립시킴과 동시에, 터빈도 트립시킨다.

(4) 과전압보호

자기여자 등으로 이상전압 상승이 생기는 경우는 발전기 단자에 설치한 PT와 OVR을 사용해서 보호한다. 이 경우 발전기의 AVR용 PT와는 별도의 PT를 쓰는 것이 좋다.

(5) 계자 상실보호

계자 상실 시에는 발전기에서 유효 전력은 나가더라도 무효전력이 계통에서 유입하여 유도 발전기가 되며 동기 속도 이상으로 회전하여 회전자에 큰 유도 전류가 흐르고, 철심이 급속히 가열되어 그 단부는 2분 정도면 위험 상태까지 올라갈 수 있다. 이에 대한 보호로는 부족 전압 계전기나 Off-set Mho형 거리계전기를 발전기 단자에 설치해서 보호한다.

(6) 발전기의 전동기 운전에 대한 보호

원동기의 입력이 없으면 발전기는 계통에서 전력을 받아서 동기 전동기로 운전된다. 이에 대한 보호로는 역전력 계전기(Reverse Power Relay)를 사용한다.

(7) 후비보호

- ① 발전기의 과부하 전류와 모선 송전선 등의 외부 단락 사고가 제거되지 않을 경우의 후비 보호로는 전압 억제부 과전류 계전기나 거리 계전기를 사용한다.
- ② 냉각 계통의 고장 등으로 과열되는 경



우에 대비하여 고정자 코일에 측은저항체(Search Coil)나 열전대를 홈 안에 매입하여 이것을 브리지의 한 변으로하여 계전기를 동작시킨다.

[문제 3] 최근 배전선로의 작업정전을 획기적으로 감소시킨 무정전 공급중에서 우리나라에서 가장 많이 적용하고 있는 공법 3가지를 들고 설명하십시오.

1. 개요

배전선로 공사는 종래 작업의 안전성 확보와 기술적인 관점에서 고도의 작업이나 연속 작업에서는 정전을 시키고 작업을 하거나 또는 활선으로 작업을 하여 왔다. 그러나 사회의 정보화, 산업화에 부응하여 각분야에 컴퓨터 사용과 설비의 자동운전, 일반 가정의 냉난방 기구의 전전화, VTR, MICOM 등의 확산 보급으로 전기이용이 고도화되어 있어 주간에 휴전작업을 시행하는 것이 어렵게 되었다. 또한 활선작업에 있어서도 전력수요의 증가에 따라 설비도 격증되고 있어 안전면이나 작업조건이 더욱 악화되는 문제가 있다. 무정전공법은 활선에 직접 접촉하지 않고 작업이 가능한 안전한 간접활선공법을 원칙으로 하고 있으며 장

래의 Robot 공법을 지향하여 활선작업을 기계화한 기계차 공법, 공사용 Cable, 이동용 변압기차 등을 사용한 By-Pass공법 및 역송 불가능 수용가 등 특수장소에서의 발전기 공법의 주요 3공법을 공사장소, 공사내용에 따라 적절하게 조합하여 사용하여야 한다.

2. 무정전공법의 목적 및 체계

(1) 목적

무정전 공법의 주된 목적은 다음의 3가지로 집약되며, 전기사업자나 공사업체 상호간에 유익한 공법이다.

- 수용가는 정전이 없는 부가가치가 높은 전기를 사용
- 전력회사는 「정전에 대한 민원」이 없어 수용가와의 마찰이 없어짐
- 공사시공 업체는 공사시 직접 활선에 접촉하지 않아 안전하며, 더불어 정전시간에 제약이 없고 휴일 심야 또는 혹서 혹한 시간대의 작업을 피하여 계획적인 작업이 가능한 것 등이다.

(2) 무정전공법의 체계(그림 2)

3. 무정전공법의 종류

① 기동차 공법

과거에는 고무장갑, 절연의 등을 착용하

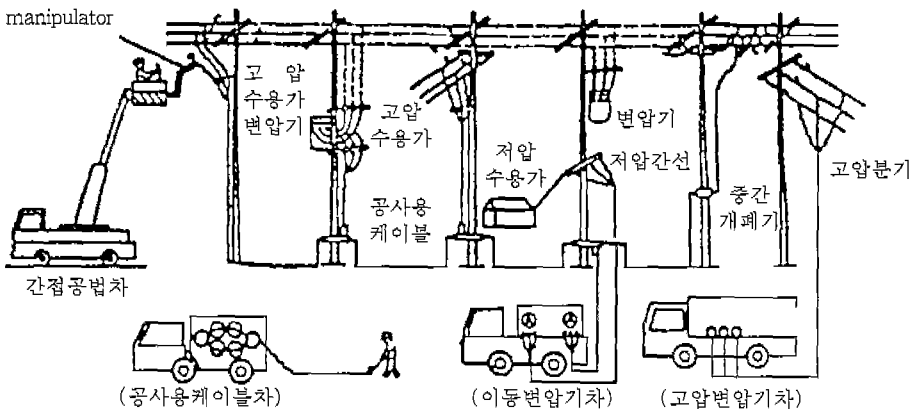


그림 1 무정전공법

여 직접 또는 Hot Stick을 사용한 간접적인 활선작업을 일부 간단한 공사에 적용하여 왔지만, 보다 안전하고 효율적인 새로운 공법을 개발하게 되었다. 기동차공법은 가지지공법차와, 간접공법차의 한 쌍으로서 활선작업을 기동화하며 가지지공법차는 6kV의 전선에 전기를 송전한 상태에서 일시적으로 지지하는 기능을 가지며, 간접공법차는 사람의 손에 상당하는 Manipulator를 고소작업차의 Bucket상에 탑재하여 작업자가 원격조작하면서 자기의 팔 대신으로 간접적으로 활선작업을 하는 것이다.

전주교체 등의 단독작업, 또는 By-Pass 공법에서의 공사용 Cable접속, 점퍼 전선의 개방, 연결 등 모든 활선작업에 적용하여 사람의 손을 대신하여 작업자의 안전과 작업효율의 향상을 도모하고 있다.

② By-Pass공법

연속적인 전주공사, 전선 교체공사 등에 적용하며 작업구간을 공사용 Cable로서 By-Pass하여 수용가에게 송전하면서 작업 자체는 정전하여 실시하는 공법이다. 또한 고압선 이상의 공사를 수반하지 않는 주상

변압기 또는 저압선 이하의 공사 경우는 해당 변압기에서 공급하는 수용가를 이동용 변압기차에 의해 가송전하는 것이다.

③ 발전기 공법

역송전 불가능한 배전선 말단 등의 작업 시에는 수용가를 고압, 특고압 발전기차 또는 저압발전기로 가송전하고 작업은 정전하여 시행하는 것이다.

4. 향후과제

고도화, 다양화하는 수용가 요구에 대해 세심히 대응하기 위해서는 공급신뢰도의 Macro 평균치적인 관리뿐만 아니라, 개개 수용가에 대해선 Micro 한계치적으로 관리하는 것이 향후의 방향이다. 특히 개개 수용가의 신뢰도를 예측하는 방법에 대해서는 1사고당 정전시간을 지표로 하여 구간단위에서 이를 확률적으로 구하는 프로그램을 개발해 사용하고 있으나 보다 실용화하기 위해서는 각 지역의 실태를 고려하여 프로그램의 기능을 향상시킬 필요가 있다. 향후의 신뢰도 향상의 중요한 방향으로서는 22.9kV의 Network 배전 등 계통의 다

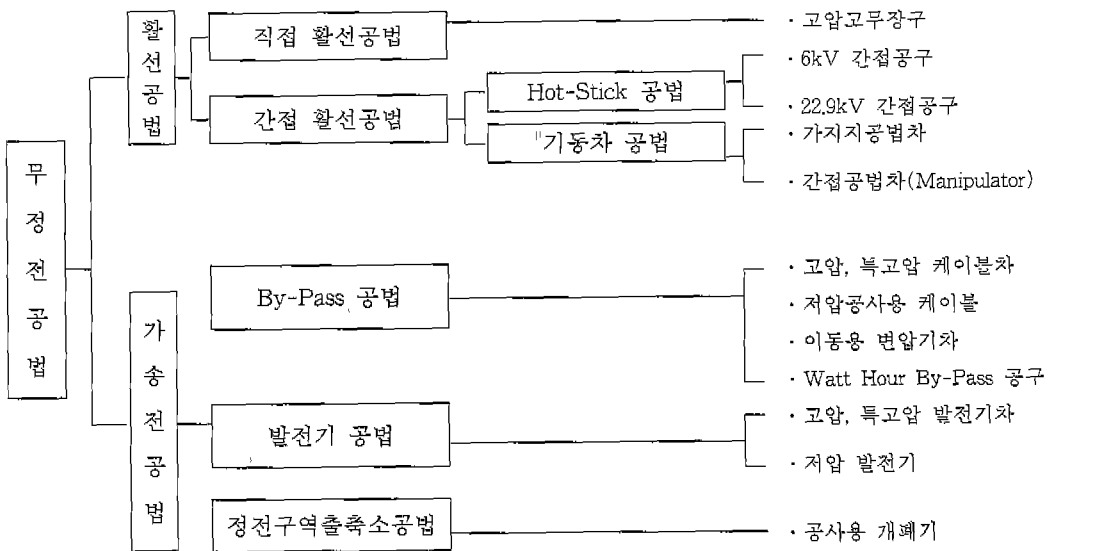


그림 2 무정전공법의 체계

□ : 총래의 공법 □ : 신공법



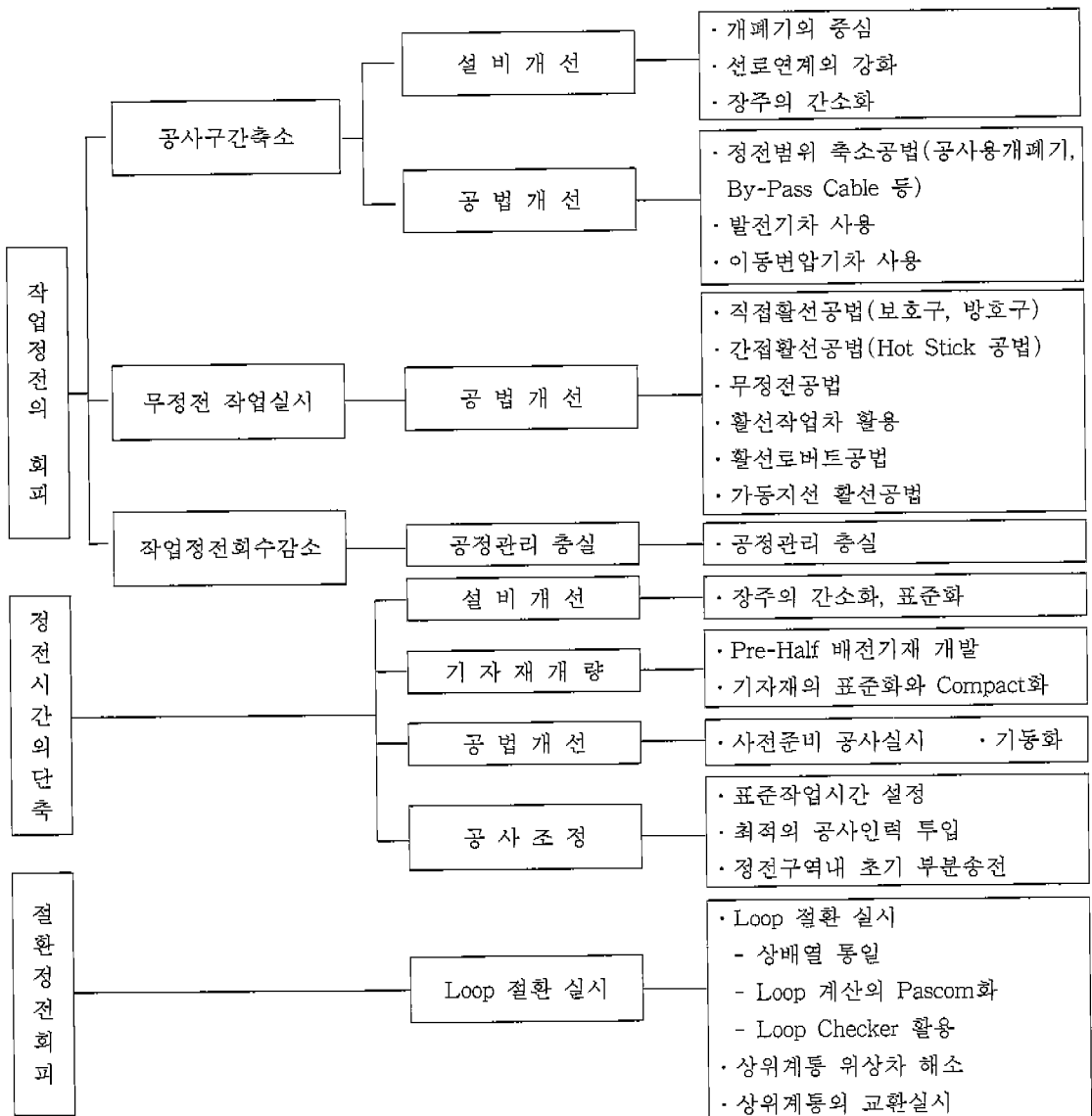
중화, 개폐기의 원격제어화, 사고 미연 방지대책의 강화가 중요하다.

- 건전구간의 조기복구에 관해서는 현재 적극 추진하고 있는 원방제어 개폐기의 적용확대와 이에 따른 사고검출 기능의 부가 등에 의한 고도화
- 사고구간의 정전시간 감소에 대해서는 상기 외에 사고점 표시기와 사고점 탐사

에 관한 기술

- 기설 설비의 효과적 이용과 고신뢰도 공급을 동시에 가능하도록 하기 위해 배전 설비의 이상을 검출, 진단하여 사고를 미연에 방지하는 기술 등이 특히 중요하다. 또한 작업정전에 대해서는 최대한 이룰 수 없애는 것을 지향하고 간접활선과 Robot 공법 등의 기술을 개발할 필요가 있다.

<참 고> 1. 작업정전 감소 대책의 개략도



2. 무정전 공법 적용실태

- '90년 6.6kV용 By-Pass Cable 1 Set가 일본에서 도입(중부지점 사용중)
- 22.9kV-Y 배전선로에 확대 시행 검토
 - 22.9kV-Y용 By-Pass Cable 개발
 - 공사용 개폐기 및 Cable차 등 개발과 도입
- 무정전공법 선로 전지역으로 확대 시행 검토

【문제 4】 유전체손에 대하여 설명하고 유전체손의 크기를 비교할 때 $\sin\delta$ 를 쓰지 않고 $\tan\delta$ 를 쓰는 이유를 설명하시오.

1. 유전체손

유전체손은 절연물(유전체)을 전극간에 끼우고 교류전압을 인가하였을 때 발생하는 손실이다.

곧 케이블에 전압을 인가하였을 때 흐르는 전류는 유전체의 정전용량에 의한 통상의 충전 전류 I_c 와 누설저항에 의해서 극히 적지만 전압과 동상분의 손실 전류 I_r 로 이루어진다(이때 $E I_r$ 가 유전체 손실로 되는 것이다).

이 결과 절연 부분은 그림 1에 보이는 바와 같이 등가적으로 정전용량 C와 누설 저항 R

와의 병렬 회로라고 생각할 수 있다.

손실 전류 I_r 는 절연물 중에 소비하는 유전체 곱(積)에 의한 것으로서 절연물의 절연성이 우수한 것일수록 그 값은 작아진다.

전류(I)는 충전전류(I_c)보다 위상이 약간 뒤진다. 이 뒤진 각 δ 를 유전 손실각이라고 하며, $\tan\delta$ 를 유전정접이라고 한다.

2. $\sin\delta$ 를 쓰지않고 $\tan\delta$ 를 쓰는 이유

일반적으로 유전체손 W_d 는 그림 1에서 다음 식으로 표시된다.

$$W_d = EI \cos \theta = EI \sin \delta$$

이지만 일반적으로 상차각 δ 는 매우 작기 때문에 $\cos \theta = \sin \delta \approx \tan \delta$ 가 되므로

$$W_d = EI \tan \delta$$

여기에 $I = \frac{E}{\frac{1}{\omega C}}$ 를 대입하면

$$W_d = \omega C E^2 \tan \delta = 2 \pi f C E^2 \tan \delta \text{ [W/m]}$$

3심 케이블에서는

$$W_d = 3 \times 2 \pi f C V^2 \tan \delta = 2 \pi f C V^2 \tan \delta \text{ [W/m]}$$

단, V는 선간전압($= \sqrt{3} E$)가 되며, $\tan \delta$ 에 비례관계가 되는 것에 의한다.

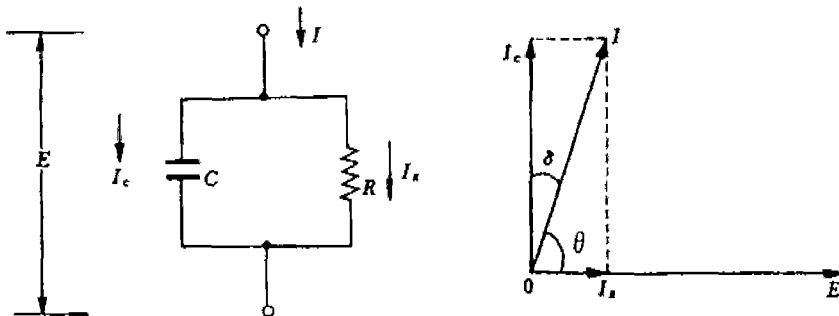


그림 1 유전체손



$\tan \delta$ 는 사용되는 절연물의 온도·습도·상태 등에 관계되는 고유의 값으로서 형상이나 치수에 관계가 없기 때문에 변압기의 절연물 상태를 파악하는 데 있어서 유용하다.

다만, 이 성질상 절연물의 평균적인 절연특성을 나타내는 것으로 국부적인 결함의 검출에는 적합하지 않다.

또한, $\tan \delta$ 값은 피측정물의 온도에 따라 변화한다.

이것은 절연물이 그 재료에 따라 고유의 $\tan \delta$ -온도 특성을 가지고 있기 때문이며, 측정시는 온도의 측정도 필요하다. 더욱이 인가전압에 의해 $\tan \delta$ 값이 변화하는 경우도 있다. 이것은 인가전압의 상승에 의해 절연물의 내부나 표면에서 부분방전이 발생하기 때문이다.

$\tan \delta$ 에 의한 절연 진단이 유효한 전기기기로서는 유압 변압기 외에 고압 케이블과 고압 전동기 등이 있다.

3. $\tan \delta$ 시험

$\tan \delta$ 법은 절연물에 교류전압을 인가했을 때의 $\tan \delta$ 값, $\tan \delta$ 전압특성, $\tan \delta$ 온도특성 등으로부터 절연물의 흡습, 보이드(void) 등에 의한 절연열화의 정도를 조사하는 시험이다.

$\tan \delta$ 는 통상 그림 2와 같이 셰링 브리지

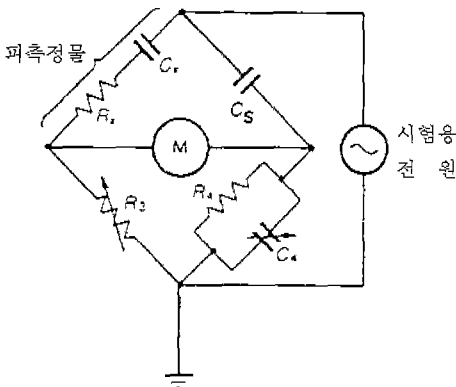


그림 2. 셰링브리지

(Schering Bridge)에 의해 측정한다.

여기서 평형용 가변저항 R_3 및 평형용 가변 콘덴서 C_4 의 값을 조정하여 브리지의 평형이 얻어졌을 때

$$\begin{aligned} \tan \delta &= \omega C_1 R_1 \\ &= \frac{\omega R_4 C_2}{R_3} \cdot \frac{C_4 R_3}{C_2} \\ &= \omega R_4 C_1 \end{aligned}$$

가 된다. 통상적으로는 이 값이 직접 판독되게 되어 있다.

고압 케이블의 측정온 $\frac{\text{정격전압}}{\sqrt{3}}$ 의 시험전

압(6600V 케이블의 경우 3800V)으로 $\tan \delta$ 를 측정하며, 판정기준의 일례를 표 1에 든다.

표 1 $\tan \delta$ 에 의한 판정기준

$\tan \delta$ [%]	처 치
0.2 이하	1년~3년에 1회정도 측정
0.2~0.5 미만	수개월~1년후에 측정
0.5 이상	케이블 교환

[문제 5] 동기 발전기의 병렬운전 조건에 관하여 기술하고 그림을 이용하여 무효순환 전류와 동기화 전류가 왜 발생하는지의 이유와 역할에 대하여 상술하십시오.

1. 개요

2대 이상의 동기발전기를 완전히 병렬운전시키기 위해서는 발전기와 원동기가 각각 구비하여야 할 필요조건이 있다.

터빈발전기나 수차발전기와 같이 1회전 중에 원동기의 토크가 균일한 것은 비교적 문제가 적지만, 디젤기관과 같은 왕복기관으로 운전되는 것은 여러 가지 고려해야 할 문제가 있게 된다.

2. 병렬 운전 에 필요한 조건

2대 이상의 발전기를 안정하게 병렬운전시키기 위해서는 각 발전기는 다음과 같은 조건을 만족하여야 한다.

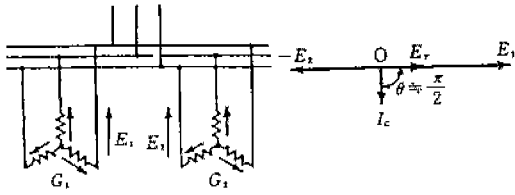
- (1) 기전력의 크기가 같아야 한다.
- (2) 기전력이 동위상이 되어야 된다.
- (3) 기전력의 주파수가 같아야 된다.
- (4) 기전력의 파형이 같아야 된다.

3. 무효환전류

그림 1(a)와 같이 2대의 동기발전기 G_1, G_2 가 모선에 병렬로 접속되어 있을 경우에는 양발전기의 유도기전력 $E_1[V]$ 과 $E_2[V]$ 는 모선에 대해서는 동위상으로 되어 있으나, 양발전기의 전기자로 이루어지는 내부회로에 대하여 생각하면 그 위상은 π 만큼 다르게 되어 있다. 따라서 이 경우에 $E_1 = E_2$ 이면 그 합성기전력 $E_r[V]$ 는 영이고 전기자 내부회로에는 순환전류는 흐르지 않는다.

그러나 이 경우에 가령 G_1 의 계자전류가 증가하여 $E_1 > E_2$ 로 되면 그 합성기전력 $E_1 - E_2 = E_r$ 가 전기자 내부회로에 작용하여 兩 발전기간에는 횡류(Cross Current) $I_c[A]$ 가 흐른다.

지금 양 발전기의 전기자 권선의 저항과 동기리액턴스가 각각 같고, 이를 $I_a[\Omega]$, $x_s[\Omega]$ 라 하고, I_c 가 E_r 보다 늦은 각을 θ 라 하고, 모선의 임피던스를 무시하면 I_c 와 θ 는 다음과 같다.



(a) 결선도 (b) 무부하시의 벡터도

그림 1 기전력의 크기가 같지 않을 경우

$$I_c = \frac{E_r}{2Z_s} [A]$$

$$\theta = \tan^{-1} \frac{2x_s}{2I_a} = \tan^{-1} \frac{x_s}{I_a}$$

일반적으로 $x_s \gg I_a$ 이므로 $\theta \approx \frac{\pi}{2}$ 가 된다.

즉, 이 횡류 I_c 는 G_1 에 대해서 지상전류가 되고, 그 전기자 반작용에 의하여 그 계자를 약하게 하고, G_2 에 대해서는 진상전류가 되어 그 전기자반작용에 의하여, 그 계자를 세게 하여 양 발전기의 유도기전력에 따라서 단자전압을 같게 하고 전보다 높은 전압으로 평형을 유지하게 된다.

이 I_c 는 역률이 거의 영인 무효전류이므로 출력에는 관계가 없고 단지 양 발전기의 사이를 순환하여 전기자권선에 저항손을 생기게 한다. 이것을 무효순환전류라고 한다. 따라서 동기 발전기의 병렬운전에서는 한쪽의 계자전류를 증가시켜 그 유도기전력을 크게 하여도 다만 무효순환전류가 흘러서, 계자를 강하게 한 발전기 G_1 의 역률이 낮아지고 발전기 G_2 의 역률이 높게 되어 양 발전기의 역률이 변할 뿐이고 유효전력의 분담을 바꿀 수는 없다.

4. 동기화 전류

2대의 발전기 G_1, G_2 의 유도기전력이 크기가 같고 모선에 대해서 동위상으로 병렬운전하고 있을 경우에, 가령 G_1 의 속도가 약간 상승하게 되면 그림 2와 같이 E_1 은 δ 만큼 앞서게 되어 E_1' 가 된다. 그렇게 되면 $-E_2'$ 와 E_1'

의 합성기전력 E_r 에 의하여 이것과 거의 $\frac{\pi}{2}$

늦은 전류 $I_s[A]$ 가 흐른다. 이 I_s 는 그림에서와 같이 G_1 에 대하여 $E_1' I_s \cos \theta_s [W]$ 만큼의 부하의 증가를 가져오게 하여 G_1 의 회전속도를 감소시키게 한다.

한편 I_s 와 $-E_2$ 는 $E_2' I_s \cos(\pi - \theta_2) = -E_2 I_s \cos \theta_2$ 의 전력을 형성하여 G_2 에 대하여 $E_2 I_s \cos \theta$



8[W]만큼 부하의 감소를 가져오게 하여 G_2 의 회전속도는 상승한다. 따라서 위상이 앞선 G_1 은 위상이 뒤떨어진 G_2 에 전력을 공급하여 자동적으로 E_1, E_2 은 같은 위상이 되도록 작용한다.

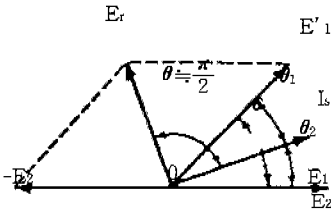


그림 2 유도기전력의 위상이 다른 경우

따라서 I_s 는 위상차각 δ 의 변화를 처음 상태로 되돌리도록 작용하는 유효전류로 동기화전류(Synchronizing Current)라고 한다. 한편 I_s 에 의하여 발전기가 授受하는 전력 P_s 를 동기화력(Synchronizing Power)이라 한다.

5. 기타

(1) 기전력의 주파수가 같지 않을 경우

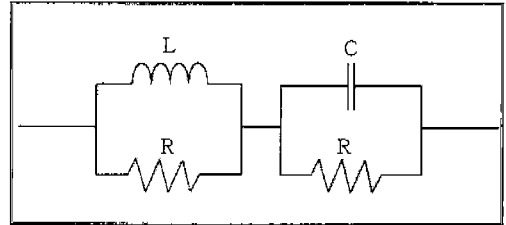
기전력의 주파수가 약간이라도 다르면 기전력의 위상이 일치되지 않을 시간이 생겨서 동기화전류가 兩機(양기) 사이에 交互 주기적으로 흐른다.

이와 같은 동기화전류의 교환이 현저하게 되면 만족한 병렬 운전을 행할 수 없게 된다.

(2) 기전력의 파형이 같지 않을 경우

2개의 기전력의 실효치가 같고 위상이 같은 경우에도 그 파형이 다르면 각순간의 기전력이 같지 않기 때문에 고조파 무효순환전류가 흘러서 이것이 크게 되면 전기자 권선의 저항손이 증가하여 과열의 원인이 될 때가 있다.

[문제 6] 다음 회로에서 L 및 C의 합성회로가 주파수에 무관하게 되도록 R의 값을 구하시오.



2단자 임피던스의 허수부가 어떠한 주파수에 대해서도 항상 0이 되고, 실수부도 주파수에 관계없이 항상 일정한 저항값을 갖는 회로를 정저항 회로라고 한다.

정저항 회로는 항상 다음의 관계가 성립한다.

$$Z_1 \cdot Z_2 = R^2$$

따라서 정저항 회로는

$$Z = \frac{A_0 + jA_1}{B_0 + jB_1} \text{에서}$$

$$Z = \frac{A_0B_0 + A_1B_1 + j(A_1B_0 - B_1A_0)}{B_0^2 + B_1^2}$$

이므로 Z의 허수부가 0이 되는 조건은

$$A_1B_0 - B_1A_0 = 0$$

$$\therefore \frac{A_1}{A_0} = \frac{B_0}{B_1} \text{가 된다.}$$

i) 방법 1: 허수부가 0이 되는 조건 이용

$$Z = \frac{R \cdot j\omega L}{R + j\omega L} + \frac{R \cdot (-j \frac{1}{\omega C})}{R - j \frac{1}{\omega C}}$$

$$= \frac{R \cdot j\omega L(R - j \frac{1}{\omega C}) + (R + j\omega L)(-j \frac{R}{\omega} C)}{(R + j\omega L)(R - j \frac{1}{\omega C})}$$

$$= \frac{j\omega R^2 L + R \cdot \frac{L}{C} - j \frac{R^2}{\omega C} + R \frac{L}{C}}{R^2 + jR(\omega L - \frac{1}{\omega C}) + \frac{L}{C}}$$

$$= \frac{\frac{2RL}{C} + jR^2(\omega L - \frac{1}{\omega C})}{(R^2 + \frac{L}{C}) + jR(\omega L - \frac{1}{\omega C})}$$

$$= \frac{2\omega RL + jR^2(\omega^2 LC - 1)}{(\omega CR^2 + \omega L) + jR(\omega^2 LC - 1)}$$

$$= \frac{2\omega LR - jR^2(1 - \omega^2 LC)}{(\omega L + \omega CR^2) - jR(1 - \omega^2 LC)}$$

그러므로 $\frac{2\omega LR}{R^2(1 - \omega^2 LC)} = \frac{\omega^2 L + \omega CR^2}{R(1 - \omega^2 LC)}$

$2LR = R(L + CR^2)$
 $CR^3 = LR$

$\therefore R = \frac{L}{C}$

ii) 방법 2: 정저항 회로 조건을 직접 이용

$Z_1 Z_2 = R^2$ 에서

$j\omega L \cdot \frac{1}{j\omega C} = R^2$

$\frac{L}{C} = R^2 \quad \therefore R = \sqrt{\frac{L}{C}}$

전기 기술사 소방강좌

• 노동부 • 교육부 • 서울시 지정 교육기관

“전기에 관한 한 최고의 명문임을 자부합니다”

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

기술사과정

※ 기술사 제62회 본원합격자 명단
 강문식, 진재만, 남재경, 김영관, 양응초, 김청기, 문석열, 김철원, 김영수

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/D대경영교수
- 박용덕: 기술사/ S엔지니어링 대표이사
- 김영관: 기술사(전기철도 외 2종목)/D엔지니어링 부사장
- 박병수: 기술사(전기철도 외 1종목)/D회사 이사 차4인

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 강의록 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: 수강료, 교재비 일체무료
- 매월 훈련수당 지급(전액국비)
- 전원 취업양성
- 노동부인정 수료증발급

서울공과학원

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

서울 영등포구 당산동 455번지(지하철2.5호선 영등포구청 역 하자. 운래역방면 60m)