

제 63 회

발송배전기술사 문제해설 ①

자료제공 : 서울공과대학원 TEL.(02)676-1114

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

본 시험정보는 2001. 3. 11 시행한 국가기술자격검정 발송배전기술사 자격 시험에 출제된 1~4교시 문제를 1교시부터 해설하여 매월 연재합니다.

은 보일러수→증발→고온화(과열기)→팽창→복수→가압→보일러수 라는 closed cycle을 이루고, 그 사이에 열의 수입, 방출이 이루어진다. 이 사이클을 열사이클이라 한다.

풀이 및 해설

1 교시

※ 다음 12문항중 10문제를 선택하여 답하십시오.
 (각 문제 10점)

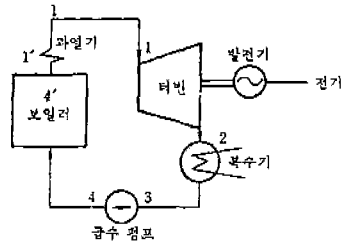
문 1 기력발전소의 열사이클과 기력발전소의 종합열효율에 영향을 미치는 인자 4가지를 기술하십시오.

< 해 설 >

1) 기력발전소의 열사이클

기력발전소에서는 연료의 연소에 의하여 발생하는 열에너지를 기계적 에너지로 변환하고, 이것으로 발전기를 회전시키게 되며, 이 에너지의 변환에는 수증기가 매개체로 사용된다.

그림은 열사이클의 계통도를 나타내며, 즉 물



2) 기력발전소의 종합열효율에 미치는 인자 열사이클에서 물 및 증기에 주어진 열에너지 가운데 몇 [%]가 증기 터빈의 날개에 주는 기계 에너지로 바뀌어졌는가 하는 비율이 곧 열의 사이클 효율로 되는 것이다.

화력 발전에서는 발생 전력량 1 [kWh]당 연료 소비량의 크기는 발전 원가에 큰 영향을 미치게 된다. 따라서 화력 발전소의 경우에는 이 종합 열효율을 높인다는 것은 매우 중요한 문제이다.

발전소의 종합 열효율 η_F 는 다음 식으로 주어진다.

$$\eta_F = \eta_B \eta_C \eta_T \eta_G$$

단, η_B : 보일러 효율

η_c : 열사이클 효율

η_T : 터빈 효율

η_G : 발전기 효율

오늘날 대용량 신에 화력 발전소는 이 η_p 가 대략 40[%] 전후에 이르고 있다.

(기력 방식에 비해 증기 터빈의 출력 분담이 적기 때문).

- ⑥ 배기량이 많아지기 때문에 NO_x 등의 배기 대책이 필요하다.
- ⑦ 소음 대책이 필요하다.
- ⑧ 불순물이 적은 양질의 연료를 필요로 한다.

문제 2 복합사이클 발전과 그 유용성에 대하여 간단히 설명하십시오.

< 해 설 >

1)개요

가스 터빈을 증기 터빈과 결합시켜서 종합적인 발전소로서의 열효율 향상을 도모하는 방식이 새로운 관심을 모으고 있는 것이 복합 사이클 발전(combined cycle system)이다.

복합 사이클이란 증기 터빈에 의한 기력 발전 방식에 기력 이외의 방식(가스 터빈, MHD 등)을 조합시켜서 종합적인 열효율의 향상을 도모하는 방식을 말하는데, 현재 가장 많이 쓰이고 있는 것은 가스 터빈과 증기 터빈과의 조합이다. 현재의 입구 온도 1,100[°C] 정도의 가스 터빈에서는 열효율은 43[%] 정도, 최종 목표의 가스 온도 1,500[°C] 급에서는 50[%]에 이를 것으로 예상되고 있다.

2)복합 사이클 발전의 특징과 유용성

- ① 열효율이 높다(현재의 가스 온도 1,100[°C] 급에서 43[%] 정도).
- ② 기동 정지 시간이 짧다(소용량기이기 때문에 기동 정지 시간이 짧아 600[MW]급 기력의 최단 2.5시간에 대해 복합 사이클에서는 약 1시간으로 가능하다).
- ③ 자체 단독의 기동이 가능해서 비상용 전원으로 적합하다.
- ④ 부분 부하에서의 효율이 높다(소용량기의 복수 설치이기 때문에 경부하시에는 운전 대수를 줄여서 효율 저하를 방지함).
- ⑤ 복수기의 냉각 수량이 적고 온배수도 적다

문제 3 변압기의 단절연 또는 저감절연에 대하여 간단히 기술하십시오.

< 해 설 >

유효 접지계에서는, 1선 지락시의 건전상 전압 상승이 최대 선간전압의 80(%) 이하로 억제되기 때문에, 정격전압이 낮고 충격전압 보호능력이 높은 피뢰기를 사용할 수 있고, 따라서 계통에 연결되는 BIL(Basic Impulse Insulation Level=충격전압 절연강도)을 비유효 접지계인 경우보다 낮출 수 있다. BIL이 낮아지면 중량이 가벼워지고 가격도 저하한다. 또 변압기인 경우에는 임피던스가 줄어서 계통 안정도의 향상에도 기여한다.

기준BIL은 대략 다음 식으로 주어진다.

$$BIL = 5 \cdot E + 50 [kV],$$

단, E=최저 전압[kV]

표 1 저감 절연의 예

계통전압 [kV]	기준 충격 절연강도 [kv]	현재 사용 BIL[kV]	신형피뢰기에 의한 가능한 보호 BIL[kV]
154	750	650(1단저감)	550(2단저감)
345	1550	1050(2단저감)	950(3단저감)

문제 4 중간조상발전에 대해 간단히 설명하십시오.

< 해 설 >

1. 발전기

동기발전기는 여자전류를 가감하여 발전기 전

압을 증감시킬 수 있다. 대용량 수력발전기 및 화력발전기는 중부하시 정격전압의 100%, 경부하시에는 95% 범위에서 운전토록 자동전압 조정기를 정정하여 운전하고 소용량의 수력발전소는 계통전압에 영향이 적으므로 계통전압의 변동에 대하여 항시 역율이 일정한 운전방식을 사용한다.

2. 조상설비

변전소에 설비하는 조상설비에는 전력용 콘덴서, Shunt Reactor 등이 있다. 이들은 전력계통에서 무효전력을 흡수 또는 발생시켜 송전선의 역률을 변화시키고 그 결과로 송전선로의 전압강하를 제어하여 전압조정을 하는 것이다.

조상설비는 설치개소에서 전원측의 역률을 변화시키지 부하측의 역률을 변화시키는 것이 아니다. 따라서 운영방법으로는 역률개선 및 전력손실의 경감면에서 되도록 부하 가까이 분산 배치하는 것이 좋고 전압조정면에는 1차변전소에 집중하여 설치하는 것이 편리하다.

3. 부하시 TAP절환장치

전력계통의 전압을 직접 조정하는 것으로 부하상태 변압기의 권선 TAP을 변경하여 부하변동에 의한 계통의 전압강하 변화분을 흡수하는 방식으로 1차변전소, 초고압 변전소의 변압기에 부하시 TAP절환장치를 부가하여 사용한다.

4. 유도전압 조정장치

배전용변전소에 널리 사용되며 부하상태에서 변압기의 변압비를 연속 제어하는 장치로 전압 조정의 직접적인 방법으로 사용된다.

문제 5 화력발전소에 보일러 급수에 포함된 불순물에 대한 장애 현상들을 설명하시오.

< 해설 >

보일러에 발생하는 장애의 주요 요인은 다음과 같다.

1)스케일(Scale)

급수에 함유되어 있는 염류는 보일러수의 증발에 의하여 농축되고, 또 가열되어서 용해도가 작은 것부터 순차 침전하여 스케일이 되어 보일러벽에 부착한다. 스케일은 가열면의 열 전도를 나쁘게하고, 수관내의 보일러수의 순환을 방해하며, 관벽의 과열을 초래한다. 수관벽은 얇으므로 수(mm) 두께의 스케일에서도 과열 때문에 팽창하고 나아가서는 파열을 일으키는 수가 있다.

2)부식

급수중에 용해되어 있는 산소, 탄산가스, 각종 염화물 및 보일러 구조 재료간에 생기는 전지 작용 등 때문에 보일러의 부식이 생긴다. 즉, 급수중에 산소가 있으면 물의 해리(解離)에 의해서 생긴 수소가 산화해서 물이 되고, 보일러벽의 철은 끊임없이 물속에 용해되어 부식을 발생한다. 이 작용은 고온이 될수록 현저한다. 탄산가스는 물에 용해하면 탄산을 발생하고 보일러벽을 용해시킨다. 염화마그네슘도 가수분해(加水分解)하여 강산(強酸)과 약알칼리를 발생해서 부식을 일으킨다. 또 황동 등의 계기나 밸브가 보일러벽에 취부되어 있기 때문에 그들간에 전지 작용이 생겨 이 때 양극성의 보일러벽이 부식된다.

3)Foaming, Priming, Carry over

보일러수중에 염류가 들어 있으면 포밍(foaming)을 일으키고, 또는 부하의 급중에 따라 보일러 압력이 저하했을 경우에는 프라이밍(priming, 비등현상)을 일으키기 쉽다. 이 때문에 캐리오버(carry over)가 생겨서 과열기나 터빈 날개에 스케일이 부착하여 터빈의 정상운전을 저해한다.

4)가성 취화(苛性脆化)

급수중의 알칼리 농도가 높아지면 리벳 조인트 부분 또는 소둔(燒鈍)불량의 용접 부분 등이 취화하여 소위 가성 취화를 일으켜서 갈라진다.

문제 6 모호(mho)계전기의 동작특성을 임피던스도(R-X좌표)를 이용하여 설명하시오.

< 해설 >

방향성을 갖는 계전기로 동작특성이 원점을 지나는 원으로 표시된다.

즉, 임피던스의 역수(admittance, 단위 : mho)의 일정각도에 대한 성분의 크기가 일정치 이상일 경우 동작하는 계전기이다.

식은 $\frac{1}{Z} \cos(\psi - \theta) \geq K$ 로 표시된다.

(단, Z : 측정된 임피던스, ψ :전압과 전류간의 위상각, θ : 계전기 고유각)

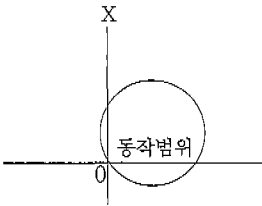


그림 1. mho 형 계전기의 임피던스도

계전기 동작특성상 방향특성과 Imp. 특성이 조합되어 있으므로 별도의 방향성 계전기가 필요없다. 그러나 정정거리가 아주 짧을 때에는 고장점의 Arc저항의 영향을 무시할 수 있는 장거리 송전선 보호에 주로 사용된다.

문제 7 지중케이블의 고장점 측정법을 설명하시오.

< 해설 >

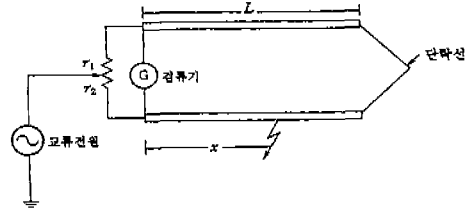
1. 개요

케이블에 사고가 발생하면 보호계전기 동작 사항을 파악한 다음 고장발생 유형에 따라 고장점 탐색방법을 적용한다. 즉, 1선 지락 고장의 경우 Murray Loop법을, 단선 또는 단선지락 사고시에는 정전 용량법이나 Pulse Radar 법을 사용한다. 또한 지락사고 발생시 병행회선이 없는 경우에는 보조선을 설치한 후 Murray Loop법을 사용하여 고장점을 탐지하여야 한다.

2. 고장점 측정법

1) Murray Loop법

가) 동작원리(Wheaston Bridge의 원리)



$$\frac{r_2}{r_1} = \frac{2L-x}{x} \therefore x = \frac{2r_1}{r_1+r_2} \times L$$

나)장점

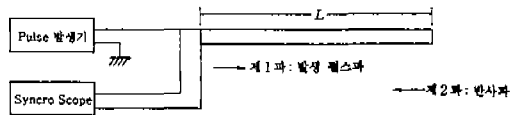
- 도체저항을 이용한 브리지법으로 측정의 정밀도가 높다(오차 약 1 [%]정도).
- 케이블 사고의 대부분은 1선지락 사고이므로 적용 범위가 넓다.
- 측정조작 및 운반이 용이하다.

다)단점

- 단선사고시 적용 불가
- 지락저항이 높고 사고점에서 방전되는 경우 측정 곤란
- 3상 동시 지락과 같이 건전상이 없는 경우 측정 곤란

2) Pulse Radar법

가) 동작 원리



$$L = \frac{vt}{2} \text{ (단, } v: \text{케이블 내의 펄스 전파속도, } t: \text{1파와 2파의 시간차)}$$

나) 장점

- 지락, 단락, 단선 등 어느 고장에서나 사용 가능
- 병행 건전상이 없어도 되므로 3상 동시 사고점 측정에 적합
- 케이블 전장의 길이를 몰라도 측정 가능

- 다) 단점
 · 오차폭이 2~5[%] 정도로 크다.
 · 측정기의 조작 특히 펄스 판독에 주의를 요한다.

여기서, C_x : 사고상의 사고점까지의 정전용량 측정치
 C_0 : 건전상의 정전용량 측정치

3) 정전 용량법

가) 동작 원리

건전상의 정전용량과 사고상의 정전용량을 비교하여 사고점 산출

$$L = \text{선로 공장} \times \frac{C_x}{C_0}$$

나) 특징

단선사고의 간편한 측정법으로서 원리적으로는 측정 정밀도가 높으나, 고장점의 접지저항 변동 및 케이블 개개의 특성상 정전용량이 불균일하여 오차가 발생할 수 있다.

<다음호에 계속>

전기기술사 소방강좌

● 노동부 ● 교육부 ● 서울시 지정교육기관

“전기에 관한 한 최고의 명문임을 자부합니다”
 1964년 국내최초로 설립한 이래— 37년간 150,000여명의 전기기술자를 배출한 최고의 명문!!

기술사과정	기사과정	특별과정																				
<p>※ 기술사 공개강의: 3월 2일 16시~19시 ● 개강: 일요일 3월 3일, 수요일 3월 6일, 연구반 3월 2일</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>강의과정</th> <th>반 별</th> <th>강의시간</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">발송배전 기술사</td> <td>수요정규반</td> <td>수요일 19:00~22:00</td> </tr> <tr> <td>일요정규반</td> <td>일요일 10:00~15:00</td> </tr> <tr> <td>심층연구반</td> <td>토요일 18:00~21:00</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">건축전기 기술사</td> <td>수요정규반</td> <td>수요일 19:00~22:00</td> </tr> <tr> <td>일요정규반</td> <td>일요일 10:00~15:00</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">전기철도 기술사</td> <td>일요정규반</td> <td>일요일 10:00~15:00</td> </tr> <tr> <td>심층연구반</td> <td>토요일 16:30~19:30</td> </tr> </tbody> </table> <p>■ 교수진: 분야별, 과목별 최고의 권위교수진 · 유상봉: 공학박사/국내최대 5종목 기술사보육/ Y대교수 · 김세동: 공학박사/ 기술사/ D대교수 · 조양현: 공학박사/ Y대교수 · 임철교: 기술사/ 경일지도사/ N회사 부장/D대결명교수 · 박영덕: 기술사/ S엔지니어링 대표이사 · 김영곤: 기술사(전기철도 외 2종목)/D엔지니어링 부사장 · 박병수: 기술사(전기철도 외 1종목)/D회사 이사 44인</p>	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	전기철도 기술사	일요정규반	일요일 10:00~15:00	심층연구반	토요일 16:30~19:30	<p>■ 강의과정</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 전기공사(산업)기사반 ● 전기(산업)기사반 ● 전기철도(산업)기사반 ● 소방설비(산업)기사반 ● 전기기능사반 ● 각 과정보별 필기/실기특강반 <p>■ 개 강</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 정규반: 매월10일 ● 특강반: 공단원서접수 첫날 <p>■ 강의시간</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 오전반 10:00~12:30 ● 오후반 16:00~18:30 ● 야간반 19:00~21:30 	<p>■ 수강료환급반</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 대상: 고용보험 적용업체에 재직중인 자(고용보험 납부자) ● 직업능력개발사업지원금 지급규정(노동부고시 제2000-6호)에 의하여 노동부에서 수료자 전원에게 수강료를 최고 90%환급 <p>■ 서신강좌과정</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 대상: 시간상,거리상 강의를 직접수강 할수 없는 직장인이나 지병거주자를 위한 과정 ● 실시종목: 전기분야 기사/산업기사 필기과정 및 실기과정 <p>■ 국비무료교육</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 대상: 전기공사기사, 전기기사 또는 전기기능사를 취득하고자 하는 실업자로서 취업희망자 ● 특전: 수강료, 교재비 일체무료 -매월 훈련수당 지급(전액국비) -전원 취업알선 -노동부인정 수료증발급
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																				
전기철도 기술사	일요정규반	일요일 10:00~15:00																				
	심층연구반	토요일 16:30~19:30																				

서울공과대학교

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

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