

제 63 회

발송배전기술사 문제해설 ③

자료제공 : 서울공과대학원 TEL.(02)676-1114

문제해설 : 용인승당대 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.

풀이 및 해설

2 교시

※ 다음 6문항중 4문제를 선택하여 답하시오.
 (각문제 10점)

[문제 2번 계속]

3. GIS 변전소와 기존 변전소의 비교

항목	CONVENTIONAL TYPE	G.I.S TYPE
S/S부지	1. 사용부지 면적이 넓다.	1. Conventional Type 에 비해 부지를 유용하게 이용할 수 있으며 추후 증설시 Merit가 많다.
신뢰성	1. GIS보다 신뢰성이 떨어진다. 2. 공해 및 오염지역에서 절연물 파괴에 의한 사고가 발생할 수 있다. 3. 충전부 노후로 인한 안전사고에 대비한 예방책이 절대적으로 필요하다.	1. Conventional Type 보다 신뢰성이 더 우수하다. 2. SF6로 충전부가 충전되어 있고 Enclosure 로 완전밀폐 접지되어 있으므로 안전성이 우수하다.

항목	CONVENTIONAL TYPE	G.I.S TYPE
유지보수	1. 정기적, 비정기적으로 정소(수세)하여야 한다. 2. 정전없이 유지 보수가 곤란하다.	1. 운전상태에서도 외부에 도색작업과 같은 유지보수가 가능하다. 2. Conventional Type 에 비해 보수작업인원이 많이 필요하지 않다.
공사비		1. 변전소 설비가 복잡하고 Bay가 많을수록 가격차가 거의 없다. 2. 그러나 변전소 부지비용, 유지보수비용, 사고시 복구기간, 비용, 감가상각등을 고려시 Conventional 형에 비해 비용효과가 크다.
공사기간	1. GIS에 비하여 철구조물이 많고 각종기기가 별도 설치되므로 공사기간이 길다.	1. 수송 및 포장을 고려하여 가능한 각 Unit별로 완전조립된 상태로 공급하므로 설치가 간편하여 공사기간이 단축된다.

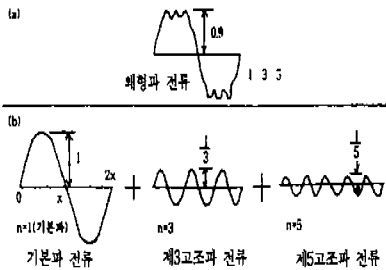
[문제 3]
 고조파의 정의, 고조파가 기기에 미치는 영향, 고조파를 발생시키는 기기를 열거하고 고조파 경감 대책을 서술하시오.

<해설>

1. 고조파의 정의

일반적으로 고주파(高周波, High Frequency)는 전력관계에서 상용 주파수보다 높은 주파수, 예를 들면 수백 Hz이상인 주파수를 말하며, 고조파(高調波, Harmonics)는 기본파에 대하여 그의 정수배의 주파수를 말하는 것으로, 통상 왜형파는 아래그림과 같이 기본파와 고조파로 분해해서 생각할 수 있다.

$$\boxed{\text{왜형파}} = \boxed{\text{기본파}} + \boxed{\text{고조파(정수배의 주파수)}}$$



제n고조파 : 크기 1/n, 주파수 n배

(그림) 왜형파 (기본파 + 고조파)의 예

2. 고조파가 기기에 미치는 영향

고조파 전류의 증대는 진상 콘덴서 등에 장해를 야기시킬 뿐만 아니라, 다음과 같이 여러가지 기기에 나쁜 영향을 미친다.

- ① 콘덴서, 직렬리액터의 과열·과전압 발생
- ② 발전기나 회전기, 변압기의 손실 증대로 인한 과열

$$I = I_1 \sqrt{1 + \sum \left(\frac{I_n}{I_1} \right)^2}$$

$$W = W_1 \left[1 + \sum \alpha^n \left(\frac{I_n}{I_1} \right)^2 \right] \quad (\text{단, } 1 < \alpha < 2)$$

- ③ 이상 공진에 의한 고조파 과전압의 기기에 의 영향
- ④ 보호계전기의 오동작이나 기기류의 오차 (특히 정지형 보호계전기)
- ⑤ 지시계기, 적산계기의 오차
- ⑥ 사이리스터 장치에의 제어 불안정
- ⑦ 통신회로에의 잡음 및 유도장해

[표] 고조파가 기기에 미치는 영향

기기명	영 향 의 내 용
콘덴서 및 직렬 리액터	고조파 전류에 대한 회로의 임피던스가 감소하여 과대전류가 유입함에 따른 과열, 소손 또는 진동, 소음의 발생
케이블	3상 4선식 선로의 중성선에 고조파 전류가 흐름에 따라 중아선의 과열
변압기	· 고조파 전류에 의한 철심의 자화현상에 의한 소음의 발생 · 고조파 전류·전압에 의한 철손·동손의 증가와 함께 용량의 감소
형광등	고조파 전류에 대한 임피던스가 감소하여 과대전류가 역률개선용 콘덴서나 초크코일에 흐름에 따른 과열·소손
통신선	전자유도에 의한 잠음전압의 발생
유도 전동기	· 고조파 전류에 의한 정상 진동토크 발생에 의하여 회전수의 주기적 변동 · 철손·동손 등의 증가
보호 계전기	고조파 전류 혹은 전압에 의한 설정레벨의 초과 혹은 위상변화에 의한 오동작·오부동작
POWER FUSE	과대한 고조파 전류에 의한 옹단
MCCB	과대한 고조파 전류에 의한 오동작

3. 고조파를 발생시키는 기기

고조파전류의 발생원은 대부분 전력전자소자 (Power Electronics : Diode, SCR 등)를 사용하는 기기에서 발생된다.

그 종류를 들어보면

- ① 변환장치 [인버터, 컨버터, 무정전 전원장치, 정류기, 가변전압가변주파수장치 (VVVF) 등]
- ② 아크로, 전기로 등
- ③ 형광등
- ④ 회전기기
- ⑤ 변압기
- ⑥ 과도현상에 의한 것 등이다
- ③ ~⑥은 발생고조파 크기가 적고 순간적인 것이 많아 크게 문제가 되지 않으나, ① ~②의 고조파 발생원은 지속적이고 고조파 전류성분이 크기 때문에 다른 기기나 선로에 미치는 영향이 대단히 크다.

4. 고조파 경감대책

고조파전류가 상한치를 초과하는 경우에는 고

조파 유출전류를 저감하여 상한치 이내로 억제하기 위한 대책이 필요하다. 이러한 억제 대책에는 기기로부터 발생하는 고조파전류 등을 저감시키는 방법과 기기로부터 발생하는 고조파전류를 분류시켜 유출전류를 저감시키는 법으로 크게 2종류로 대별할 수 있다. 일반적으로 고조파 대책은 다음 과같은 여러 방법을 고려할 수 있다.

1) 리액터 설치

고조파 발생 부하장치의 1차측에 ACL을 부착하여 전류 리액턴스를 크게하여 고조파 발생률을 저감하거나, 또는 DCL을 고조파 발생 부하장치의 직류회로에 삽입하여 직류파형의 리플을 작게하여 고조파 발생률을저감할 수 있다.

2) 역률개선 콘덴서에 의한 억제대책

콘덴서는 역률개선의 목적으로 수변전설비에 설치되어 있는데 역률개선 콘덴서는 발생 고조파전류를 분류시켜 유출전류를 억제한다. 역률개선 콘덴서는 리액터와 콘덴서가 직렬로 접속되어 있기 때문에 수동필터의 특성을 가지고 있다.

3) 변환기의 다펄스화

펄스수는 정류기 등의 변환장치에 있어서 [전원전압의 1사이클중에 독립하여 생기는 전류(轉流)의 수]로 정의하고 있으며, 실제로는 직류전압에 포함되어 있는 맥동 펄스의 수와 같다. 예를 들면 3상브리지 접속의펄스 수는 6이 되고, 이 펄스의 수가 커지면 교류전류에 포함되어 있는 고조파 차수가 높게 되고, 동시에 고조파 전류의 크기도 감소된다.

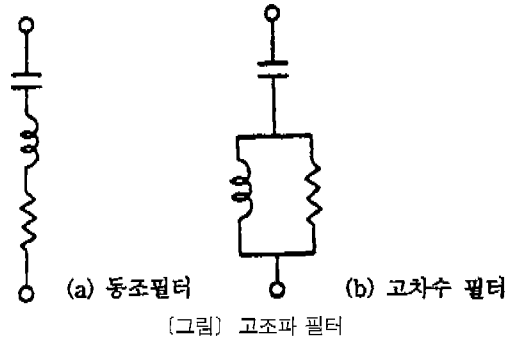
즉, $I_n = Kn \cdot \frac{I_1}{n}$ 에서 출력상수가 높으면 I_n 이 작아진다.

단, Kn : 고조파 저감계수

n : 발생 고조파의 차수 ($n = mP \pm 1$, $m = 1, 2, 3 \dots$, 출력상수 P 가 증가할수록 최저차 고조파의 차수가 높아짐.)

4) 수동필터에 의한 억제대책

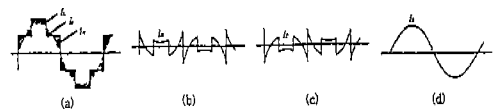
수동필터는 교류필터, L-C필터, Passive 필터라고 부르며 여기에는 아래 그림과 같이 동조필터와 고차수 필터가 있다.



L-C 필터의 기본적인 회로는 L과 C의 공진현상을 이용한 것으로 n 차고조파에서 $nX_L - \frac{X_C}{n} = 0$ 로 함으로써 n 차 고조파 전류는 대부분 여기에 흡수되고, 유출전류를 저감시킬 수 있다.

5) Active Filter (능동필터)에 의한 억제대책

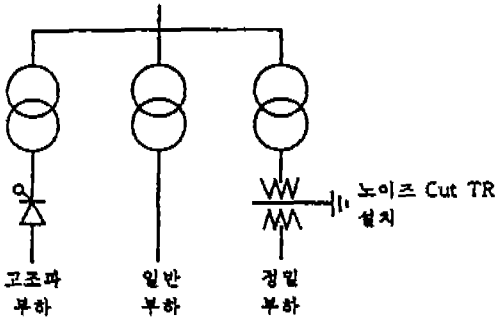
Active Filter 는 수동필터와 같이 공진특성을 사용하지 않고, 인버터응용기술에 의하여 역위상의 고조파를 발생시켜 고조파를 소거하기 위한 이상적인 필터이다. 아래의 그림은 Active Filter 의 동작파형을 나타낸 것이다. 그림과 같이 Active Filter 는 고조파 발생부하와 병렬로 접속한 것으로, 부하전류 I_L 를 CT에서 검출하고, 부하전류에 포함된 고조파 전류성분 I_{LH} 를 전류제어의 기준 신호로써 인버터에 흐르는 전류를 제어하는 것으로, I_{LH} 와 역 위상의 전류 I_c 를 Active Filter로 흐르게 함으로써 전원전류에 포함된 고조파 전류성분을 상쇄하기 때문에 전원전류 I_s 는 정현파가 되는 것이다.



(그림) Active Filter의 동작파형

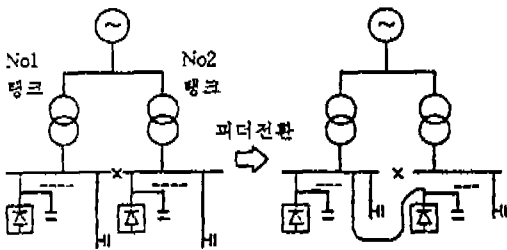
6) 계통 분리

① 고조파 부하분리



(그림) 고조파 부하분리

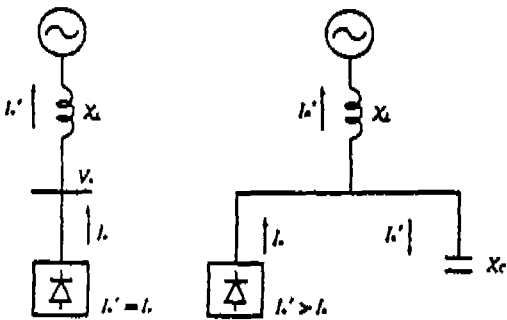
② 계통의 변경



(그림) 계통 변경

7) 전원 단락용량 증대

부하의 고조파 발생량 I_n 은 고조파 전압 V_n 과 같이 비례하고 ($V_n = n \cdot X_L \cdot I_n$), 전원의 단락 용량을 크게 하면 역비례하여 작아진다.



(a) 공진이 안된 경우 (b) 공진이 된 경우

그림 6. 공진차수와 단락용량과의 관계

$$\bullet \text{ 공진차수} = \sqrt{\frac{X_c}{X_L}} = \sqrt{\frac{\text{전원 단락용량}(S_n)}{\text{콘덴서용량}(Q_c)}}$$

• 전원 단락용량 증대 → 공진차수 상승

• 콘덴서용량 증대 → 공진차수 저하

[문제 4]

직류 연계에서 monopolar, bipolar, homopolar 방식에 대하여 설명하시오.

<해설>

1) 직류 연계 송전방식의 종류

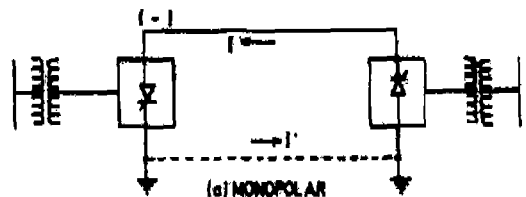
직류송전 형태에는 직류 2단자 송전방식과 직류 다단자 송전방식이 있으며, 직류 2단자 송전 방식에는 직류 단극 송전(monopole)과 직류 쌍극 송전(bipole or homopole)이 있다.

2) 직류 2단자 송전방식

이 방식은 2지점간을 연결하는 송전방식으로써 현재 전세계 대부분의 직류송전 시스템은 2단자 송전방식이다.

(1) 직류 단극 송전(monopole)

그림 1과 같이 단극송전방식의 경우 전류귀로는 보통 대지 혹은 해수 귀로방식이나 대지귀로 주변에 타 금속지중 매설물이 있는 경우 전압유도를 피하기 위해서 도체귀로 방식을 사용하기도 한다. 중성점을 편단접지한 경우에는 전류귀로가 없으나 과전압에 대한 보호가 어렵다. 단극송전은 향후 쌍극송전으로서 계통증설에 대비한 전단계로 활용되는 것이 일반적이다.

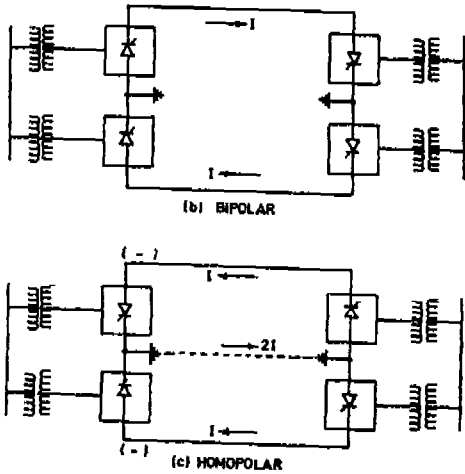


(그림 1)

(2) 직류 쌍극 송전(bipole or homopole)

그림 2와 같이 쌍극송전방식은 접지점을 기준으로 직류전위가 반대극성인 Bipole 방식과 동일극성인 Homopole로 분류할 수 있다. Bipole

인 경우 각 Monopole의 접지 전류는 서로 상쇄되어 영이 되지만 Homopole에서는 절연 비용은 저감되는 반면 접지전류가 증점되어 직류전류의 2배가 되므로 이로 인한 악영향이 크다. 따라서 대부분의 쌍극송전방식에서는 Bipole 방식을 사용한다.



(그림 2)

【문제 5】
초고압 전력계통에서 사용되고 있는 Digital Transmission Line Relaying System에 대하여 설명하십시오.

<해설>

1. Digital Relay의 종류

현재 실용화되어 사용되고 있는 Digital Relay를 그 하드웨어의 구성면에서 분류해 보면, 크게 연산형과 계수형으로 나눌 수 있는데, 이 외에도 간소구성 연산형과 Scanner형이 사용되고 있다. 그러나 현재 사용되고 있는 Digital Relay는 연산형이 그 대종을 이루고 있으며, 기타 형은 부분적으로 사용되고 있다. 이들의 개요를 요약해 보면 아래 표와 같다. 그러나 각 보호계전기 제작회사에서 실용화하여 제작하고 있는 형태별 구성을 보면 주파수 계전기와 같이 하

나의 기능만으로 구성된 unit형 송전선 보호계전기 장치와 여러개의 보호 기능이 부합되어 구성된 System형 보호, 제어, 측정 등의 기능이 종합구성된 Combination으로 나눌 수가 있다.

종류	개요	회로구성		적용계전기형
		A/D 변환기	마이크로 프로세서	
연산형	입력량을 주기적으로 샘플링하여, 양자화된 디지털량으로 변환 후, 프로그램에 의거 연산처리하는 것이다.	통상 12Bit	통상 16Bit	송전선 또는 기 보호용의 주계전기로 사용됨. (차동계전기 또는 거리 계전기 등)
간소구성 연산형	기본적으로는 연산형과 동일 구성이나, 회로의 간소화 또는 Bit의 삭감 등으로, 비교적 간단히 계전기를 적용대상으로 하는 것이다.	통상 8Bit	통상 8Bit	감시용으로 사용되는 계전기 (과전류 또는 부족전압계전기 등)
계수형	입력량을 디지털량으로 변환하여, 이것을 계수처리하는 것이다.	-	통상 8Bit	주파수 계전기
Scanner형	마이크로 프로세서에 의거 계전기 입력과 정정치를 동기시켜 절체하고, 입력치와 정정치간 아나로그 양으로 비교 판정하여 동작하는 것이다.	-	통상 8Bit	감시용으로 사용되는 과전류 계전기 또는 부족전압 계전기 등

2. Digital Relay의 구성

대표적인 Digital Relay라고 할 수 있는 Digital Relay의 기본적인 하드웨어의 구성을 보면, 대체로 그림1과 같이 되어 있다. 즉, 전압, 전류 등 Analog량을 샘플링해서 Digital치로 변환하는 입력부, 보호계전기의 동작을 실행하는 연산처리부, 차단기 등 외부에 신호를 전달하는 출력부, 보호계전기의 정정치를 조정하는 정정부 등으로 구성되어 있다.

3. Digital Relay의 특징상 장단점

마이크로 프로세서를 활용하는 Digital Relay의 경우, Analog Relay에 비하여 여러 가지의 장점을 가지고 있는데 지금까지 제시되어온 Digital Relay의 장단점을 요약해 보면 다음과 같다.

1) 장점

- a) 고성능, 고기능의 특성 실현 및 신기능 창출 가능
- b) 배치의 소형화, 축소화
- c) 고 신뢰도
- d) 융통성(보호방식 변경가능)
- e) 하드웨어의 표준화 가능
- f) 변성기예의 저부담
- g) 경제성
- h) 장래성

2) 단점

- a) 서어지 및 노이즈 대책 필요
- b) 부품의 진부화에 따른 사용기간의 단축
- c) 하드웨어의 단일축소화 및 종합구성에 따른 보호기능 상실확대 우려
- d) 유지 보수성의 문제점

[문제 6]

전력계통에서 평상시 계통전압 운용의 문제점과 운용대책에 대하여 설명하시오.

<해설>

1. 계통운용의 자동화와 전압·무효전력제어

근년 전력 수요의 급증에 대처하기 위하여 화력을 중심으로 한 대전원의 개발, 계통연계의 강화에 따라서 전력계통은 더욱더 대규모화되고 복잡화되어 가고 있다. 이와 같이 전원개발의 촉진으로 어느 정도 전력수요균형이 안정화 됨에 따라서 계통운용의 초점은 전기의 질, 곧 서비스 수준의 향상에 두어지게 되었다. 한편 계통운용이라는 측면에서 경제성의 추구도 극히 중요시

되어 전력설비의 합리적 운용, 전력 손실의 경감도 필요하게 된 것이다.

이와 같이 복잡, 대규모화된 전력계통을 경제적으로 안정하게 운용하고, 동시에 사회의 요청에 응해서 보다 고도한 전기의 질을 유지해 나가기 위하여서는 종래의 인위적 판단에 의한 운용 방식 또는 전기소마다의 개별적인 제어방식으로서는 시시각각으로 변동하는 계통상황에 도저히 따를 수 없게 되어, 계통제어의 자동화가 요청되었다는 것은 당연한 귀결이라고 하겠다.

2 전압·무효전력제어의 목적

전력계통에 있어서의 전압·무효전력제어 문제는 수용자에 대한 전기의 질(또는 service quality)에 직결하는 중요한 문제인 것이며, 확대 일로에 있는 전력계통의 급전자동화 및 광성 운용 원활화라는 측면에서도 그 중요성이 크게 인식되고 있다.

주지하는 바와 같이 전압은 주파수와 달라서 지역적인 요소, 곧 송전전압, 송전선 및 변전소의 구성, 부하의 변동특성 등에 의해서 좌우된다. 전압·무효전력제어의 목적은 수용자가 요구하는 전압 서비스 기준을 유지함과 동시에 전력계통의 신뢰도 확보를 기하는 데 있다고 할 수 있을 것이다. 여기서는 전압·무효전력제어의 대상을 송전계통에 국한시켜 그 목적을 구체적으로 열거하면 다음과 같이 될 것이다.

- i) 적절한 계통의 운전전압을 유지시킴으로써 수용자에 대한 서비스 기준의 확보, 특히 송전계통에 직접 연결된 특고수용자에 대한 공급전압유지 및 모선전압을 적정하게 유지함으로써 고압, 저압수용자의 배전전압을 정해진 변동 범위 내에 유지할 것.
- ii) 계통의 기기의 절연설계값을 초과하는 과대한 전압 상승을 방지할 것.
- iii) 송전선의 무효전력조류를 적정화시킴으로써 송전 손실을 경감함과 아울러 송변전설비의 이용율을 향상시킬 것.
- iv) 계통내 무효전력원의 협조를 피함으로써 이들 각 조상설비의 유효이용율을 높일 것.

3. 계통전압제어상의 문제점

계통전압제어방식에 의해서 계통전압은 대략 기준전압으로 유지될 수 있지만, 합리적인 계통 운용의 관점에서 보았을 경우 다음과 같은 몇 가지 문제점이 있다.

(1) 잉여무효전력에 의한 문제점

초고압계통의 확대, 케이블 계통의 증대에 따라 충전용량이 대폭적으로 증가하여 부하역률은 전반적으로 진상으로 되는 경향이 있다. 이것이 원인이 되어 심야에는 계통의 무효전력이 과잉으로 되어 심야경부하시의 계통전압을 더욱 상승시키게 될 것이며, 이런 경향은 앞으로 더 심해질 것으로 내다보이고 있다.

(2) 각 발변전소 상호간의 협조운용에 관한 문제점

발전기, 조상설비, 부하시 전압조정기 등 전압 제어기기의 조작은 설비운용 개소에서 독자적인 판단에 의한 조작으로서 다른 발변전소의 운전 상황과는 관계 없이 이루어지고 있기 때문에 상황에 따라서는 협조가 취해지지 않는다. 또 기준전압의 변경을 계단방식으로 실시하고 있으므로, 이것이 하위계통에 대한 외란으로 되어 배전선의 전압제어가 일시적이거나 저해될 수도 있다.

(3) 계통 전체로 본 합리적인 운용에 관한 문제점

발변전소에서는 자기의 기준전압을 유지한다는 것만이 목적이므로 다른 발변전소와의 관련에 있어서 경제성을 추구할 수가 없다. 곧 계통 각 점의 전기조건을 만족시키면서 송전선의 송전 손실을 최소화하고, 동시에 각 조상설비의 적정 운용을 기할 수가 없다.

이들의 문제점을 해결함과 동시에 고도화하는 수용자의 전압 서비스 기준을 유지하고 경제성을 한층 더 추구하기 위하여서는 앞으로의 전압·무효전력제어는 자동급전의 일환으로서 일관성 있는 종합제어로 발전되어야 할 것이다.

전압·무효전력의 종합제어란 다수의 변전소 및 발전소를 포함한 광범위한 계통을 일괄해서 협조제어하게 하는 것이다. 즉 계통 내의 필요한

제어를, 이를테면 각 변전소의 2차측전압, 연락송전선의 무효전력 등을 정보원으로 하고, 이에 의거해서 각 전기소의 조정설비 등을 적절하게 제어하자는 것이다. 이 결과 광범위한 계통의 정전운용이 가능할 뿐만 아니라, 각 조정설비의 유효이용도 기대할 수 있게 될 것이다.

4. 전압·무효전력제어의 방법

송전계통에서는 일반적으로 계통구성, 조류상 황등을 고려해서 발변전소마다 미리 각 시간마다의 운전 목표값을 정해서 스케줄 운전을 하도록 하고 있다. 현재 전력계통에서 채택되고 있는 전압·무효전력제어방식을 대별하면 1) 전기소 내의 조정 설비를 제어하는 i) 개별제어방식과, 비교적 가깝게 인접한 전기소간의 조정 설비를 서로 협조시켜서 제어하는 ii) 협조제어방식의 두 가지로 나누어진다.

(1) 개별제어(I)

개별제어방식은 제어의 내용 및 적용 범위에 따라 다시 몇 가지로 나누어진다. 이 방식은 발 변소의 AVR 운전, 변전소에서 LRC 자동운전 및 조 상설비의 시간 스케줄 조작 등으로 주로 발변전소 단위에서의 전압 유지를 목적으로 해서 종래부터 널리 채용되어 온 방식이다.

각소의 운전전압은 계통의 무효전력계통의 적정화까지 고려해서 사전에 그 운전 기준값이 주어진다. 따라서 그 사전 검토가 적절하다면 본 방식에 의해서도 대국적으로는 거의 만족할 만한 운전이 가능할 것으로 생각되지만, 실제의 운전 상태에 있어서는 시시 각각의 조류변동에 대한 전압밖에 제어하지 못할 것이다. 특히 사전 검토의 경우와 다른 조류조작이 생겼을 경우에는 적절한 무효전력조류가 유지될 수 없다는 점과, 각 소의 조상설비가 한계점에 달했을 경우 규정운전조작을 만족시킬 수 없다는 등의 개별 제어이기 때문에 계통 상태에 응한 적응제어를 할 수 없다는 결점을 지니고 있다.

(2) 개별제어(II)

이것은 발전소의 일부 또는 전부를 자동무효전

력조정(AQR) 운전해서 주로 계통에 필요한 무효전력을 제어하는 방식이다.

즉 AQR운전 발전소는 그 허용전압 변화 범위 내에서 관련송전선의 송전손실이 최소로 되도록 무효전력을 제어하고 있으므로, 부분적인 적응 제어가 실시되고 있다고 볼 수 있다. 따라서 관련송전선의 송전 손실이 큰 지점(예를 들면 장거리 송전선)에서는 AQR운전의 효과가 특히 크겠지만, 그 이외에서는 송전 손실의 최소화보다도 무효전력을 효율 있게 활용한다는 관점에서 발전소의 무효전력을 제어하도록 하고 있다.

(3) 개별제어(Ⅲ)

이것은 변전소내 조상설비의 조작을 완전히 자동화해서 이것과 LRC를 조합시켜 전압·무효전력의 변화에 따라 선택제어할 수 있게 하는 방식이다. 제어량으로서는 전압 또는 무효전력의 한쪽만이 아니고, 양자를 함께 고려함으로써 변전소 주변의 무효전력조류까지 적정화할 수 있게 하고 있으며, 특히 초고압변전소에서 그 효과가 클 것으로 기대되고 있다.

(4) 협조제어방식

이것은 위에 기술한 변전소의 개별제어(Ⅲ)와 화력발전소의 무효전력제어를 협조시키는 방식이다. 이 경우 화력발전소의 제어는 변전소에 있어서의 전압 및 무효전력조류의 변화량을 정보원으로해서 협조제어하게 하고 있으므로, 해당 발전소를 포함한 부분 계통의 적응제어가 가능하게 될 것이다. 따라서 이것을 계통내 주요변전소단위로 각각 실시하면 부분 계통마다의 적정 운전이 실현될 것이다.

이것을 어떻게 해서 계통 전체로서의 적정운전과 결부시킬 수 있을 것인가 하는 것이 마지막으로 남겨진 문제라고 생각할 수 있다.

3 교시

※ 다음 6문항중 4문제를 선택하여 답하십시오. (각문제 25점)

【문제 1】

가공송전선 철탑에 적용할 수 있는 철탑 기초의 종류와 장·단점을 설명하십시오.

<해설>

1. 기초의 종류와 적용

철탑의기초는 적용지반의 따라 여러 가지 종류가 있고 적용에 있어서는 필요에 따라서 보링 및 관입(貫入)시험등에의해 지반의 제특성, 지하수 위등에 관해 충분한 조사를 하여 경제적인 기초 공법을 선정할 필요가 있다.

가. 재료에 의한 분류

○.콘크리트 기초

가장 일반적으로 사용되는 것으로 주체부(柱體部), 상판부(床板部)에 땅에 묻히는 부분과 주각재를 콘크리트로 포장하고 큰 것은 철근을 사용한다.

○.강재기초

주각부에 근가를 취부하고 땅에 묻히는 부분은 우물정자 형의 난간 모양으로 조합시켜 강재를 사용한다.

나. 토질에 의한 분류

기초에 적용되는 지반에 관해서는 다음과 같이 분류한다.

- 갑종: 지하수위가 낮고 저항력이 큰지반, 산지, 땅이 단단한 밭, 풀이나 야산 등
 - 을종: 다소의 용수가 있지만 저항력이 큰지반, 토질이 부드러운 밭 등
 - 병종: 지하수위가 높고 저항력이 적은 지반, 보통의 물이 있는 논
 - 정종: 지하수위가 대단히 높고 저항력이 없는 지반, 일반적으로 항타등이 필요한 지반
- 각지반의 제특성은 다음 표와 같다.

	갑종	을종	병종	정종
인장력에 저항하는 토지질의 유효각도	30°	20°	10°	0°
토질의 등가단위 체적당의 중량(t/m ³)	1.6	1.5	1.4	1.3
압축내력도(t/m ²)	60	40	20	10

2. 기초의 지지력

기초의 극한지지력은 지반에 큰변위를 일으킨 후의 파괴력의 지지력이므로 기초의 내력은 지주에서 파괴를 일으키지 않는 항복지지력 또는 상부구조가 허용하는 기초의 부동변위량으로 규제되는 지지력 중 작은 쪽을 취해야 한다.

그러나 현 단계에서는 허용변위량이 명확하지 않으므로 항복지지력 만으로 규제하고, 기초의 허용지지력은 기초의 내력을 고려한 항복지지력을 안전율로 나눈값으로 하고 있다. 안전율은 토질에 대한 불확정 요소가 많으므로 철탑의 안전을 보다 다소 크게하고 상시상정하중에 2이상, 이상시하중에 대해서는 2/1.5이상으로 한다.

각하중에 대한 내력은 다음과 같은 것이 있다.

- 압축내력: 기초저면의 지반내력
- 인장내력: 기초체 중량, 기초 상판의 토질 중량 및 모든 면에 작용하는 저항력의 총합계
- 수평내력: 기초체 측면의 지반내력과 저면의 마찰력

[문제 2]

전력계통과 같은 고전압 회로에서 보호나 계측, 제어를 할 경우 각종 계전기 별로 CT, PT의 결선 방식이 다양하다. 변전소에서 선로보호를 위한 계전 방식 별로 CT, PT의 접속방법과 CT와 PT간의 상관관계에 대하여 설명하시오.

<해설>

1. 송전설비의 특징

송전선은 다른 전력기기에 비하여 넓은 공간에 산재되어 있으며 산악지등을 주된 경파지로 하고 있기 때문에 자연현상의 영향을 받기 쉬워 고장발생의 빈도가 매우 높고 사고발생시 복구에 많은 어려움이 있다. 또한 송전계통은 전원설비와 부하설비가 연계된 중간설비로 전력계통 전체의 신뢰도에 미치는 영향이 다른설비에 비하여 대단히 크기 때문에 송전설비의 보호방식은

매우 중요한 분야중의 하나이다.

2. 보호방식의 종류

송전선로의 주된 보호방식은 전선로의 고장시 발생하는 고장전류의 크기, 위상, 방향등을 검출하여 사고 구간을 분리하는 방법을 사용하는데 송전선로의 중요도, 계통연계방식 등에 따라 보호계전방식을 조합하여 채용하는 경우도 있다. 현재 가장 많이 사용되고 있는 송전선로의 보호방식은 다음과 같다.

- 과전류계전방식
- 방향거리계전방식
- P/W계전방식

3. 보호계전방식 각론

3-1. 과전류계전방식

과전류계전방식은 송전선로의 고장전류가 부하전류보다 매우 큰점을 착안하여 고장전류를 검출, 동작시키는 방식으로 가장 일반적인 방법 중의 하나이다. 문제점으로는 장거리선로에서 고장전류가 최대부하전류보다 적은 경우(말단지점의 지락사고등) 및 비접지계통에서는 지락전류가 적은 경우에 고장의 검출이 곤란할 수 있다. 따라서, 중요한 기간계통에서는 주보호설비로서 곤란한 경우가 발생할 수 있으며 그 특징은 다음과 같다.

- 비교적 경제적이고 구조가 간단하다.
- 수지상선로 및 중요도가 낮은 송전선로의 주 보호장치로 채택
- 한시, 반한시등의 특성조합이 용이하다.
- 단점으로서 고장 제거시간이 늦다.

3-2. 방향거리계전방식

단락이나 지락사고 발생시 전기적인 거리를 검출하여 동작하는 방식으로 주로 단락 및 지락보호용으로 사용된다. 본 방식은 보호하고자 하는 구간의 정확한 동작을 위하여 다음의 사항을 고려하여야 한다.

- Arc Impedance에 의한 계전기의 오동작이 우려된다.

- 전압 상실시의 오동작방지를 고려하여야 한다.
- 동기탈조시의 동작 억제요소가 필요하다.
- 계통의 다단화화에 따른 분류효과를 고려하여야 한다.

3-3. P/W 계전방식

방향거리계전방식은 보호구간내의 사고사양에 따라 100%의 구간차단을 보증하지 못하므로 P/W 계전방식이 채용되고 있다. P/W계전방식

은 보호구간 양단에 검출소자를 설치하고 이들 상호간을 Pilot Wire 로서 연결하여 고장신호를 상호비교, 검출하는 방식으로 고장구간의 정확한 선택분리에 가장 유효한 방식이다. 종류는 다음과 같다.

- Wire Pilot
- Carrier Pilot
- Micro wave Pilot

(다음호에 계속)

전기 기술사 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</p> <p>● 개강 일요일 3월 3일, 수요일 3월 6일, 연구반 3월 2일</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="font-size: 0.8em;">강의과정</th> <th style="font-size: 0.8em;">반 별</th> <th style="font-size: 0.8em;">강의시간</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3" style="font-size: 0.8em;">발송배전 기술사</td> <td style="font-size: 0.8em;">수요정규반</td> <td style="font-size: 0.8em;">수요일 19:00~22:00</td> </tr> <tr> <td style="font-size: 0.8em;">일요정규반</td> <td style="font-size: 0.8em;">일요일 10:00~15:00</td> </tr> <tr> <td style="font-size: 0.8em;">심층연구반</td> <td style="font-size: 0.8em;">토요일 18:00~21:00</td> </tr> <tr> <td rowspan="2" style="font-size: 0.8em;">건축전기 기술사</td> <td style="font-size: 0.8em;">수요정규반</td> <td style="font-size: 0.8em;">수요일 19:00~22:00</td> </tr> <tr> <td style="font-size: 0.8em;">일요정규반</td> <td style="font-size: 0.8em;">일요일 10:00~15:00</td> </tr> <tr> <td rowspan="2" style="font-size: 0.8em;">심층연구반</td> <td style="font-size: 0.8em;">토요일 16:30~19:30</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="font-size: 0.8em;">일요정규반</td> <td style="font-size: 0.8em;">일요일 10:00~15:00</td> </tr> <tr> <td style="font-size: 0.8em;">심층연구반</td> <td style="font-size: 0.8em;">토요일 16.30~19:30</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p style="font-size: 0.8em; margin-top: 5px;"> ■ 교수진: 분야별, 과목별 최고의 권위교수진 • 유상봉: 공학박사/국내최대 5종목 기술사보유/ Y대교수 • 김세중: 공학박사/ 기술사/ D대교수 • 조양형: 공학박사/ Y대교수 • 임철교: 기술사/ 경영지도사/ N회사 부장/D대경영교수 • 박충덕: 기술사/ S엔지니어링 대표이사 • 김영근: 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	심층연구반	토요일 16:30~19:30		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 과정별 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 수강료환 최고 90%환급 <p>■ 서신강좌과정</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 대상: 시간상, 거리상 강의를 직접수강 할수 없는 직장인이나 지방거주자를 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 취업양성 -노동부인정 수료증반급
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																								
	일요정규반	일요일 10:00~15:00																							
심층연구반	토요일 16.30~19:30																								

서울공과대학교

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

서울 영등포구 당산동 455번지(지하철 2.5호선 영등포구청 역 하차, 문래역방면 60m)