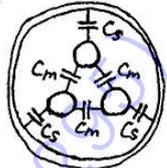
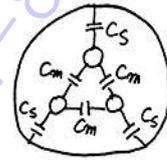
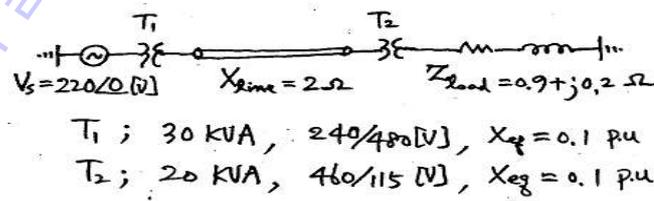
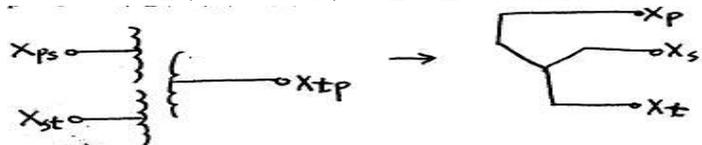
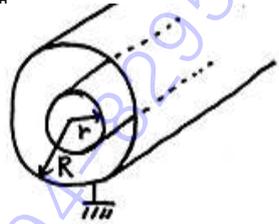


# 제4장 선로 정수와 코로나

구분	분류	no.	문제	회수	배점												
	복도체	1	초고압가공송전선(超高壓架空送電線)에 있어서 합계 단면적이 같은 단도체방식(單導體方式)과 다도체방식(多導體方式)을 비교하여 서술하시오.	75	10												
	복도체	2	복도체가 등가 단면적 단도체에 비해 갖는 장단점을 열거하시오.	68	10												
	케이블 작용 정전용량	3	다음의 3심 전력케이블의 작용정전용량 측정방법을 등가회로도로 설명하고, 작용정전용량을 구하시오. 	78	10												
	케이블 작용 정전용량	4	3심 벨트 케이블의 정전용량은 다음 그림과 같다. 작용용량 C를 구하시오. 	71	25												
	케이블 충전전류	5	3φ 1회선 가공송전선에서 수전단을 개방한 상태에서 3선을 일괄(단락)한 것과 대지와와의 사이의 정전용량을 측정하니 C <sub>1</sub> [μF], 또 두선을 접지하고 나머지 1선과 대지와와의 사이의 정전용량을 측정하니 C <sub>2</sub> [μF]이었다. 이 송전선에 E[V], f[Hz]의 3φ 전원을 인가할 때의 충전전류를 구하시오. (단, 저항및인덕턴스는 무시함.)	87	10												
	%Z	6	%임피던스의 개념을 설명하고, 2권선 변압기 1차측과 2차측의 %Z가 동일함을 기술하시오.	74	10												
	%Z	7	%임피던스법을 설명하기 위한 간단한 회로를 그리고 회로에 쓰인 기호를 정확하게 설명하시오	69	10												
	변압기 임피던스 환산	11	아래 그림과 같은 단선도에 나타난 임피던스를 단위법(perunit)로 환산하고, 이 회로의 단위법 단상등가회로를 그려라. (단, 20[MVA], 66[kV]을 기준값(base)으로 할 것.) <그림 생략>	48	25												
	변압기 임피던스 환산	12	765[kV] 송전선로의 임피던스가 1.70+j50.0[Ω]이다. 이 임피던스를 단위법[pu]으로 표시하시오. 또한 이 선로를 345[kV] 전압으로 운전시 임피던스를 단위법으로 표시하시오. 단, 송전선로 임피던스 변동은 없으며 기준용량은 100[MVA]로 적용한다.	80	10												
	PU법	8	아래 그림에서 용량 base는 30kVA이고, 선로측 전압 base는 480V이다. P.U도를 그리시  T <sub>1</sub> ; 30 kVA, 240/480[V], X <sub>eq</sub> = 0.1 pu T <sub>2</sub> ; 20 kVA, 460/115 [V], X <sub>eq</sub> = 0.1 pu	65	25												
	변압기 임피던스 환산	9	정격전압 154/66/6.6[kV], 정격용량 100/30/30[MVA]의 3권선 변압기가 있다. 이 변압기의 리액턴스가 아래 표와 같다. 이 경우 변압기의 PU 임피던스도(100MVA기준)를 그리시오. <table border="1" data-bbox="893 1635 1332 1780"> <thead> <tr> <th>구분</th> <th>용량</th> <th>%Z</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1~2차간</td> <td>100</td> <td>11</td> </tr> <tr> <td>2~3차간</td> <td>30</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>3~1차간</td> <td>30</td> <td>10</td> </tr> </tbody> </table>	구분	용량	%Z	1~2차간	100	11	2~3차간	30	4	3~1차간	30	10	74	10
구분	용량	%Z															
1~2차간	100	11															
2~3차간	30	4															
3~1차간	30	10															
	변압기 임피던스 환산	10	3권선 변압기의 1차,2차,3차의 각각에 대한 임피던스 X <sub>P</sub> , X <sub>S</sub> , X <sub>T</sub> 의 값을 구하시오 단. X <sub>PS</sub> : 1~2차간(3차측 개방)의 임피던스 측정값 = 3 X <sub>ST</sub> : 2~3차간(1차측 개방)의 임피던스 측정값 = 4 X <sub>TP</sub> : 3~1차간(2차측 개방)의 임피던스 측정값 = 5 	69	10												

구분	분류	no.	문제	회수	배점
	변압기 임피던스 환산	13	그림과 같은 3권선 변압기의 누설리액턴스[%], $Z_{ps}$ , $Z_{st}$ , $Z_{tp}$ 가 아래와 같을 때 30MVA를 기준으로한 1, 2, 3차 임피던스[%]로 표시된 3권선 변압기의 등가회로를 그리시오.	62	10
	코로나	14	코로나 임계전압에 대해 설명하고, 임계전압에 영향을 미치는 요소에 대해 설명하시오.	87	10
	코로나	15	코로나(Corona)발생을 방지하기 위한 방법을 들고 그이유를 간략히 설명하시오.	75	10
	코로나	16	아래 그림과 같은 동축원통 배치의 GIS 경우, 중심도체와 외측용기의 반경을 각각 $r$ [m], $R$ [m]로 하였다. 이때, 중심도체에 $V$ [v]의 전압을 인가하고 외측 용기를 접지하면 중심도체 표면에 최대 전계치가 나타나게 된다. 여기서 인가전압과 외측용기 반경 $R$ 을 일정하게 하고 중심도체 반경만을 변화시키면 중심도체의 반경이 $R/e$ 이 될 때 중심도체 표면에 가장 낮은 최대 전계치가 나타남을 증명하시오. 단, 고체 절연체(스페이서)의 영향은 무시하며 여기서 $e$ 는 자연 로그 밑수인 2.718...을 의미한다. 	72	25
	코로나	17	교류 가공 송전선의 코로나 방전은 어떤 현상이며 이의 방지 대책에 관하여 기술하시오.	72	25
	코로나	18	바깥지름 $R$ [m]의 금속원통 B와 안지름 $r$ [m]의 금속원통 A가 동심이다. B를 접지해서 A, B 자유공간 사이에 $V$ [V]의 전압을 인가할 경우 전극 사이의 최대전위 경도를 구하고 코로나 방지 대책을 기술하시오.	69	25
	코로나	19	송전선로의 코로나 임계전압을 설명하고, 산출방법을 설명하시오.	56	25
	코로나	20	송전선에 코로나가 발생할 경우 나쁜 영향 5가지를 들고 간단히 설명하시오	59	25

[선로정수]	
1. 개요	
송전선로는 저항, 인덕턴스, 정전용량 누설콘덕턴스가 선로에 따라 균일하게 분포되어	
있는 전기회로인데 이 4가지 정수를 선로정수(line constant)라 하고 송전선로의 전압	
전류의 관계, 전압강하, 송수전단 전력등 특성을 계산하는 요체가 된다. 선로정수는	
전선의 종류, 굵기, 배치에 따라서 정해지는 것이고 전압, 전류, 역률, 기온 등에는 영향을	
받지 않는다. 그러나 전류밀도가 커지면 발열 때문에 온도가 상승되고 저항이 증대되거나	
corona가 발생되어 정전용량이 다소 증가되는 경우가 있지만 이들은 모두 특별한 경우이다.	
2. 저항	
1) 식	$R = \rho \frac{\ell}{A} [\Omega]$
	R[Ω] : 저항    ρ[Ωmm <sup>2</sup> /m] : 저항률    ℓ[m] : 전선길이    A[mm <sup>2</sup> ] : 단면적
2) 국제 표준 연동의 저항률	
	$\rho = 1.7241 \times 10^{-8} [\Omega \cdot m] = \frac{10^{-6}}{100/1.7241} [\Omega \cdot m] < \text{MKS 단위} >$
	$= \frac{10^{-6}}{58} [\Omega \cdot m] \times \left[ \frac{(10^3 \text{ mm})^2}{1 \text{ m}^2} \right] = \frac{1}{58} [\Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{m} = \Omega / \text{m} \cdot \text{mm}^2] < \text{실용단위} >$
3) % 도전율 C	
	연동선 C = 100    경동선 C ≒ 97    알루미늄 C ≒ 61    철 C ≒ 10
4) % 도전율을 고려한 전선 저항 계산식	
	$R = \rho \frac{l}{A} = \frac{1}{58} \times \frac{100}{C} \frac{l}{A} [\Omega]$
	R[Ω] : 저항    ρ[Ωmm <sup>2</sup> /m] : 저항률    ℓ[m] : 전선길이    A[mm <sup>2</sup> ] : 단면적
5) 케이블의 저항 계산식	
	$R = \frac{100}{58C} \times \frac{1}{\frac{\pi d^2}{4} n} (1+k_2)(1+k_3)$ d[mm] : 소선의 지름    n : 소선수
	[Ω/km]    k <sub>2</sub> : 소선 연선률(2~3[%])
	k <sub>3</sub> : 다심 케이블의 연선률(1~2[%])
6) 온도에 따른 저항값 계산식	
	$R_t = R_{t_0} [1 + \alpha_{t_0} (t - t_0)]$
	R <sub>t</sub> : 온도 t에서의 저항값    α <sub>t<sub>0</sub></sub> : 온도 t <sub>0</sub> 에서의 온도계수
3. 작용 인덕턴스	
1) 식	
	$L = 0.05 + 0.4605 \log_{10} \frac{D}{r} [mH/Km]$
	L [mH/km] : 전선1조당 인덕턴스    D[m] : 등가선간거리    r[m] : 전선반지름
2) 복도체 작용인덕턴스	
	$L_n = \frac{0.05}{n} + 0.4605 \log_{10} \frac{D}{n \sqrt{r S^{n-1}}} [mH/km]$
3) 케이블의 작용인덕턴스	
	$L_n = 0.05 + 0.4605 \log_{10} \frac{D}{r} = 0.2 \sim 0.4 [mH/km]$
	지중 케이블은 선간거리 D가 매우작으므로 가공선의 1/5~1/3 정도 이다.

4. 작용정전용량

1) 식

$$C = C_s + 3C_m = \frac{0.02413}{\log_{10} \frac{D}{r}} \approx 0.009 [\mu F/km]$$

2) 복도체 작용 정전용량

$$C_n = \frac{0.02413}{\log_{10} \frac{D}{n\sqrt{rS^{n-1}}}} [\mu F/km]$$

3) 케이블의 작용 정전용량

$$C_n = \frac{0.02413 \epsilon_s}{\log_{10} \frac{D}{r}} \approx 0.2 \sim 0.5 [\mu F/km]$$

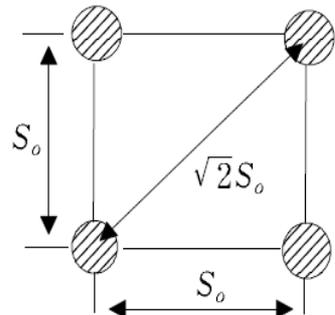
$\epsilon = \epsilon_0 \epsilon_s$   
 $\epsilon_0 = 8.854 \times 10^{-12} [F/m]$   
 $\mu = \mu_0 \mu_s$

XLPE cable :  $\epsilon_s = 2.3$  OF cable :  $\epsilon_s = 3.4$

$$\mu_0 = 4 \pi \times 10^{-7} [H/m]$$

지중 케이블은 선간거리 D가 매우작고 비유전율이 추가되어 가공선의 20~40배 정도이다.

5. 복도체의 S 및 D 산출



소도체 반경 : r[m]  
 단,  $S_0$  : 소도체 간격(40[cm])

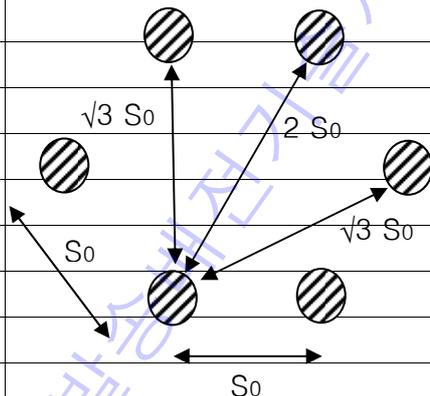
$$C = 1/\sqrt{(\mu_0 \epsilon_0)} = 3 \times 10^8 [m/sec]$$

소도체간 기하평균거리(GMD)

$$S = \sqrt[3]{S_0 \times \sqrt{2}S_0 \times S_0} = \sqrt[6]{2}S_0 [m] < 4도체 >$$

등가 선간거리(Equivalent Equilateral Spacing)

$$D = \sqrt[3]{D_{ab} \times D_{bc} \times D_{ca}} [m]$$



6도체 : 소도체 간격 40cm

$$S = \sqrt[5]{S_0 \times S_0 \times \sqrt{3}S_0 \times \sqrt{3}S_0 \times 2S_0}$$

6. 누설 콘덕턴스

매자의 누설저항은 매우 크므로 그 역수인 누설 콘덕턴스는 대단히 작아서 선로정수로서는 실용상 고려할 필요는 없다.

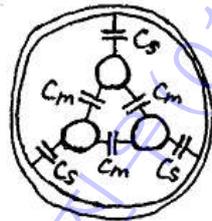
$$Y = g + j 2 \pi f C = g + j \omega C [mho/km]$$

g: 누설콘덕턴스

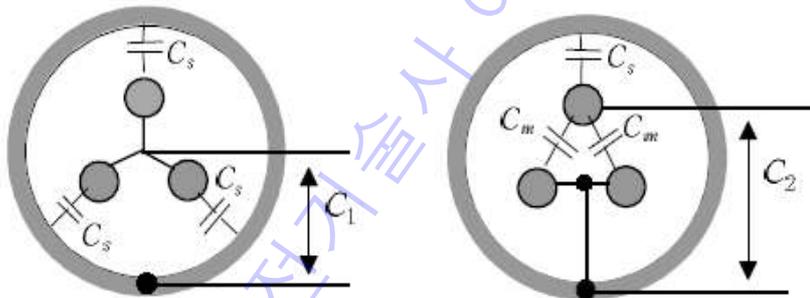
[복도체가 등가 단면적 단도체에 비해 갖는 장단점을 열거하시오.]

1. 장점	1) 코로나 임계 전압이 높아진다. 2) 송전용량의 증가(인덕턴스는 감소하고 정전용량은 증가하여 선로 특성임피던스 감소) 3) 선로 전압 강하 감소하고 안정도 증가된다. 4) 실효 저항은 감소하고 송전 손실이 감소하고 허용 전류는 증가한다. 5) 가청 코로나 소음의 감소
2. 단점	1) 정전용량이 커져서 페란티 현상에 의한 전압 상승 우려가 있다. 2) 갤러핑, Sub-span Oscillation등의 전선 진동이 생기기 쉽고, 단락시 소도체끼리 충돌하는 소위 Sticking이 발생하여 전선 표면이 상할 우려가 크므로 그 대책으로 Spacer-Damper를 사용해야 한다.

[다음의 3심 전력케이블의 작용정전용량 측정방법을 등가회로도로 설명하고, 작용정전용량을 구하시오.]



[풀이]



먼저 3심을 일괄하고 연피간의 정전용량  $C_1$ 을 측정 하면

$$C_1 = 3C_s \quad \therefore C_s = \frac{C_1}{3}$$

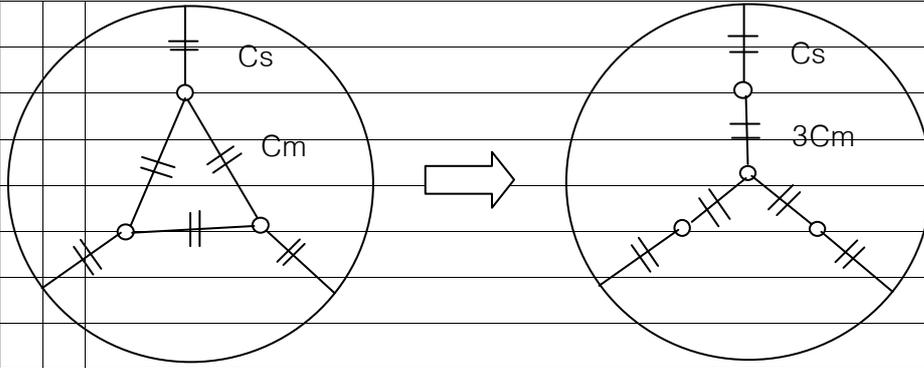
다음에 1심과 2심 및 연피를 연결한 것과의 사이에 정전용량을  $C_2$ 를 측정하면

$$C_2 = C_s + 2C_m \quad \therefore C_m = \frac{C_2 - C_s}{2} = \frac{C_2 - \frac{C_1}{3}}{2} = \frac{3C_2 - C_1}{6}$$

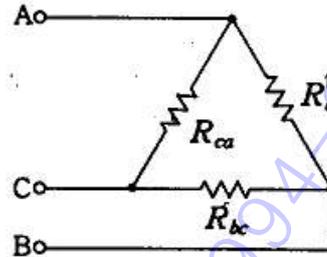
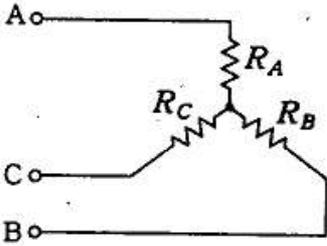
$$C_w = C_s + 3C_m = \frac{C_1}{3} + 3 \times \frac{3C_2 - C_1}{6} = \frac{2C_1 + 9C_2 - 3C_1}{6} = \frac{9C_2 - C_1}{6}$$

$C_w$  가  $C_s + 3C_m$ 인 사유

상호 정전용량  $C_m$ 은 그림과 같이  $\Delta$ 결선이므로 Y결선으로 변환하여 대지 정전용량과 더하면 1선의 작용 정전 용량이 산출 된다.



[임피던스의 Y-Δ 상호 변환]



1) Δ를 Y로 변환

$$R_A = R_{ca} \cdot R_{ab} / \Delta$$

$$R_B = R_{ab} \cdot R_{bc} / \Delta$$

$$R_C = R_{bc} \cdot R_{ca} / \Delta$$

$$\Delta = R_{ab} + R_{bc} + R_{ca}$$

만일  $R_{ab} = R_{bc} = R_{ca} = R$  이면

$$R_A = R_B = R_C = \frac{1}{3} R$$

2) Y를 Δ로 변환

$$R_{ab} = Y / R_C$$

$$R_{bc} = Y / R_A$$

$$R_{ca} = Y / R_B$$

$$Y = R_A R_B + R_B R_C + R_C R_A$$

만일  $R_A = R_B = R_C$  이면

$$R_{ab} = R_{bc} = R_{ca} = 3R$$

[3φ 1회선 가공송전선에서 수전단을 개방한 상태에서 3선을 일괄(단락)한 것과 대지와 사이의 정전용량을 측정하니 C1[μF], 또 두선을 접지하고 나머지 1선과 대지와 사이의 정전용량을 측정하니 C2[μF]이었다. 이 송전선에 E[V], f[Hz]의 3φ 전원을 인가할 때의 총전전류를 구하시오. (단, 저항및인덕턴스는 무시함.)]

1. 상기문제와 동일한 것을 말로서 표현한 것이다.

2. 상기문제에서 정전용량을 구하였으므로 총전전류식에 대입하면 됨

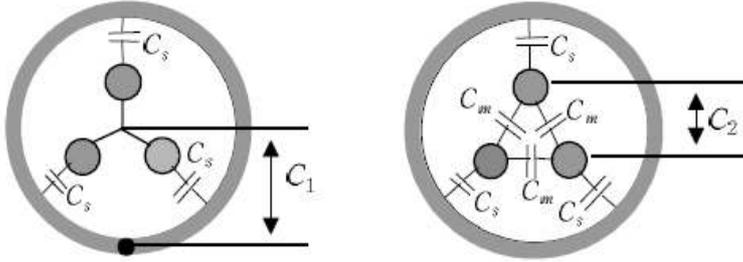
문제에서 주어진 E를 선간전압으로 보고 계산하면

$$I_c = (E / \sqrt{3}) * 1 / \omega C = \omega C E / \sqrt{3} = 2 \pi f C E / \sqrt{3}$$

이식의 C에 상기문제에서 구한 작용 정전 용량을 대입하면 된다.

3심을 일괄해서 연피간에 6,000[V]의 전압을 인가하니 충전전류가 6.8[A]였다.  
 이번에는 임의의 2심간에 같은 전압을 인가하였더니 충전전류가 2.3[A]이다.  
 만약 이 케이블에 3상 전압 11,000[V]를 인가하면 충전전류는 얼마가 되는가?  
 단, 주파수는 60[Hz]이다.

1. 문제 조건을 그림으로 표현하면



2. 먼저 3심 일괄한 경우의 충전전류를  $I_1=6.8[A]$ 라 하면

$$I_1 = \omega C_1 V_1 = 2\pi \times 60 \times C_1 \times 6,000 = 6.8[A]$$

$$\therefore C_1 = \frac{6.8}{2\pi \times 60 \times 6,000} = 3.0 \times 10^{-6} = 3.0[\mu F]$$

한편 3심 일괄하고 연피간에 측정할 정전용량  $C_1$ 은

$$C_1 = 3C_s \quad \therefore \text{대지정전용량 } C_s = \frac{C_1}{3} = \frac{3.0}{3} = 1.0[\mu F]$$

3. 또한 임의의 2심간의 충전전류를  $I_2=2.3[A]$ 라 하면

$$I_2 = \omega C_2 V_1 = 2\pi \times 60 \times C_2 \times 6,000 = 2.3[A]$$

$$\therefore C_2 = \frac{2.3}{2\pi \times 60 \times 6,000} = 1.0 \times 10^{-6} = 1.0[\mu F]$$

그런데 임의의 두 심간의 정전용량  $C_2$ 는 각 심선의 작용 정전용량  $C_w$  2개가 직렬로 접속된 것으로 볼 수 있으므로

$$C_2 = \frac{C_w}{2} = \frac{C_s + 3C_m}{2}$$

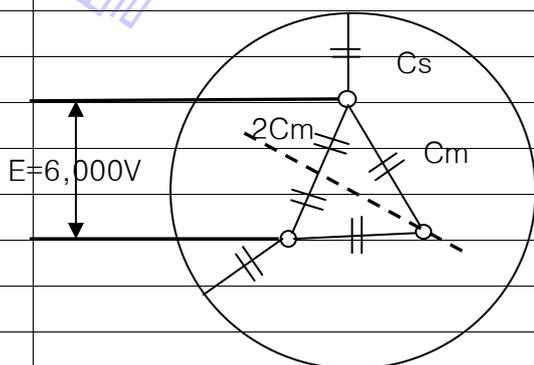
$$\therefore \text{상호정전용량 } C_m = \frac{2C_2 - C_s}{3} = \frac{2 \times 1 - 1}{3} = \frac{1}{3}[\mu F]$$

이상에서 작용 정전용량은

$$C_w = C_s + 3C_m = 1 + 3 \times \frac{1}{3} = 2[\mu F]$$

결국 3상 전압  $V_2=11,000[V]$ 를 인가하면 충전전류  $I_c$ 는

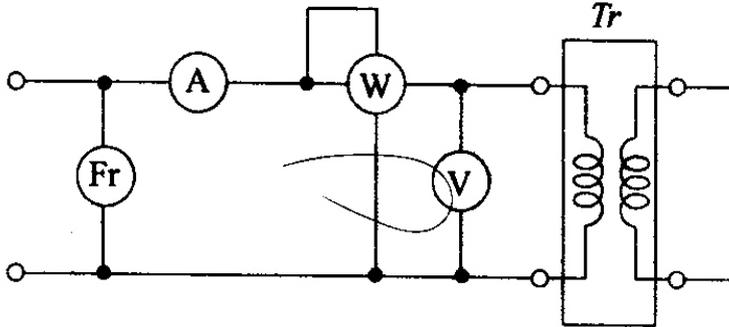
$$I_c = \omega C_w \times \frac{V_2}{\sqrt{3}} = 2\pi \times 60 \times 2 \times 10^{-6} \times \frac{11,000}{\sqrt{3}} = 4.8[A]$$



[%임피던스의 개념을 설명하고, 2권선 변압기 1차측과 2차측의 %Z가 동일함을 기술하시오]

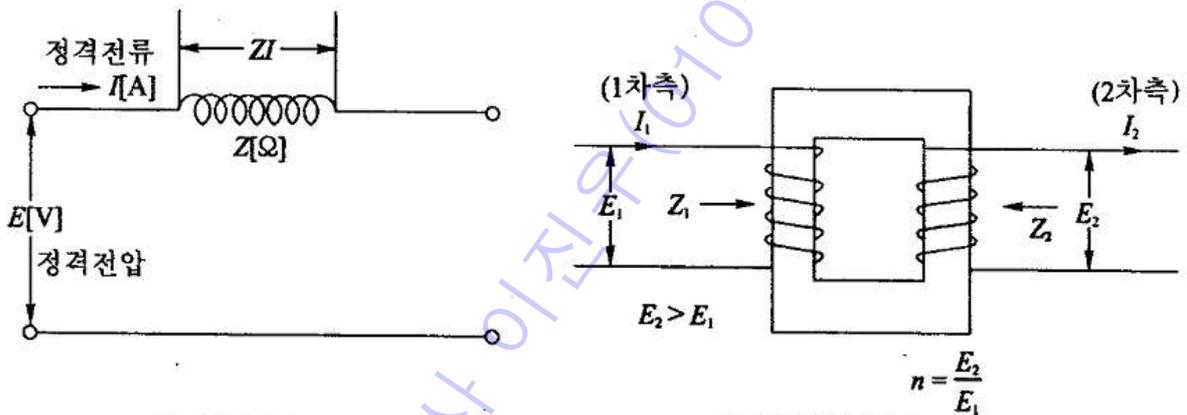
1. 임피던스 전압

변압기의 임피던스는 누설 자속에 의한 리액턴스 성분과 권선저항분이 있으며, 이러한 임피던스는 변압기 내부 전압 강하를 생기게 하는데 이것을 임피던스 전압이라 한다.



그림과 같이 2차측을 단락 시켰을 때 1차 전류가 정격전류와 같도록 입력전압을 조정한다. 이때의 전압계 지시값이 임피던스 전압이고, 입력 전력이 그때의 온도에서의 임피던스 와트(부하손)이다. 임피던스 전압은 정격전압의 수%이므로 철손은 무시 될 수 있다.

2. % 임피던스



% 임피던스

변압기 임피던스

그림과 같이 임피던스  $Z[\Omega]$ 이 접속되고  $E[V]$ 의 정격전압이 인가되어 있는 회로에 정격전류  $I[A]$ 가 흐르면  $ZI[V]$ 의 전압강하가 생기게 된다.

이 전압강하분  $ZI[V]$ 가 회로의 정격전압  $E[V]$ 에 대해서 면[%]에 해당되는가 하는 관점에서  $E[V]$ 에 대한  $ZI[V]$ 의 비를 %로 나타낸것이 %임피던스이며, 이것을 %Z로 나타낸다.

$$\%Z = \frac{(\text{변압기 임피던스} \times \text{정격 전류})}{\text{정격 전압}} = \frac{I_n \cdot Z}{E_n} \times 100[\%]$$

$$\%Z = \frac{I_n}{(E_n/Z)} \times 100 = \frac{I_n}{I_s} \times 100$$

$$\%Z = \frac{P_n}{P_s} \times 100$$

[ $I_n$  : 기준 전류,  $P_n$  : 기준 용량]

따라서, 3상 단락 고장시 고장 전력  $P_s$  및 고장 전류  $I_s$ 는 다음과 같다.

$$P_s = \frac{P_n}{\%Z} \times 100 \text{ [kVA]}$$

$$I_s = \frac{I_n}{\%Z} \times 100 \text{ [A]}$$

## 3. % 임피던스법의 장점(PU법)

- 1) 값이 단위를 가지지 않는 무명수로 표시되므로 계산하는 도중에서 단위를 환산할 필요가 없다.
- 2) 식 중의 정수 등이 생략되어서 식이 간단해 진다.
- 3) 기기 용량의 대소에 관계없어 그 값이 일정한 범위내에 들어가기 때문에 기억하기 쉽다.

## 4. 변압기 1,2차측 %Z 관계

$E_2 > E_1$ 이라 두고  $n = \frac{E_2}{E_1}$  라고 하자.

1차측에서 본 임피던스를  $Z_1$  [Ω], 2차측에서 본 임피던스를  $Z_2$  [Ω]이라고 하면

$$\begin{aligned} \%Z_2 &= \frac{Z_2 I_2}{E_2} \times 100 [\%] = \frac{n^2 Z_1 \times \frac{1}{n} I_1}{n E_1} \times 100 [\%] \\ &= \frac{Z_1 I_1}{E_1} \times 100 [\%] = \%Z_1 \end{aligned}$$

## 5. ΩZ와 %Z의 관계

$$\%Z = \frac{ZI}{E} \times 100 = \frac{Z \cdot \left( \frac{P}{\sqrt{3}E} \right)}{\frac{1000E}{\sqrt{3}}} \times 100$$

$$= \frac{Z \cdot P}{10E^2} [\%] = \frac{Z[\Omega] \cdot W_{3base} [kVA]}{(E_{\Delta base} [kV])^2 \times 10}$$

여기서,  $P$ 는 변압기의 정격용량 [kVA],  $E$ 는 [kV]이다.

일반적으로 송전선에서는 어디까지나 전선 1선당의 임피던스값이 기본이 되고 있으므로 가령 변압기의 결선이 Δ일 경우에는 반드시 그 임피던스값을 Δ→Y로 환산해서 사용하지 않으면 안 된다.

## 6. %Z와 기준용량, 기준전압과의 관계

$$Z[\%] = \left( \frac{W_{3base}}{W_{3base}} \right) \left( \frac{V_{\Delta base}}{V_{\Delta' base}} \right)^2 Z[\%]$$

## 7. 전력용 변압기의 %Z 표준값

공칭전압	% 임피던스
22.9	6.0
154	11
345	15
765	18

## 8. 전력 설비에 미치는 영향

- 1) 전압 변동률
- 2) 계통의 단락 용량
- 3) 변압기 병행 운전시 부하 분담
- 4) 전력 계통의 안정도
- 5) 동손 철손의 손실비
- 6) 경제성

[765[kV] 송전선로의 임피던스가 1.70+j50.0[Ω]이다. 이 임피던스를 단위법[pu]으로 표시하시오. 또한 이 선로를 345[kV] 전압으로 운전시 임피던스를 단위법으로 표시하시오. 단, 송전선로 임피던스 변동은 없으며 기준용량은 100[MVA]로 적용한다.]

1. PU법으로 환산

$$\%Z = \frac{Z \cdot P}{10E^2} [\%]$$

$$= (1.7+j50) \cdot 100 \cdot 10^3 / (10 \cdot 765^2) = 0.029 + j0.854[\%]$$

PU법으로 환산하려면 %Z를 100으로 나누면 된다.

$$0.00029 + j0.00854[PU]$$

2. 345KV로 운전시

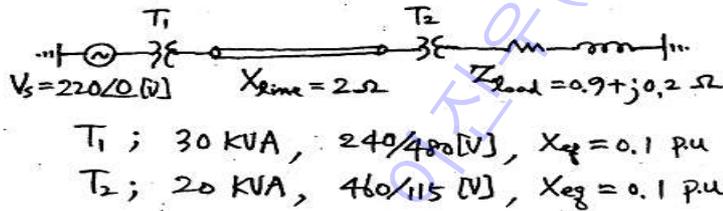
$$Z[\%] = \left( \frac{W_{3'base}}{W_{3base}} \right) \left( \frac{V_{\Delta base}}{V_{\Delta' base}} \right)^2 Z[\%]$$

$$= (765/345)^2 \cdot (0.029 + j0.854) = 0.143 + j4.199$$

PU법으로 환산하려면 %Z를 100으로 나누면 된다.

$$0.00143 + j4.199[PU]$$

[아래 그림에서 용량 base는 30kVA이고, 선로측 전압 base는 480V이다. P.U도를 그리시오.]



1. 480V 30KVA 기준 PU 임피던스 산출

$$T_1) X_{eg} = j 0.1 [PU]$$

$$T_2) X_{eg} = j 0.1 \cdot (30/20) \cdot (460/480)^2 = j 0.14 [PU]$$

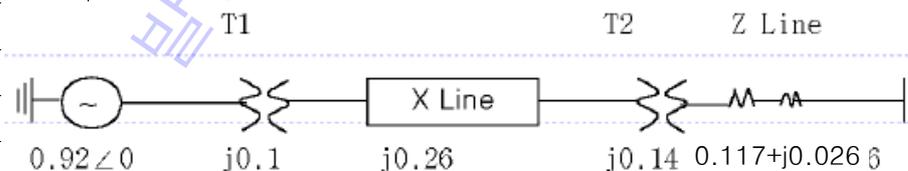
$$X_{line} = PZ / (10V^2 \cdot 100) = 2 \cdot 30 / (10 \cdot 0.48^2 \cdot 100) = 0.26$$

$$Z_{line} = PZ / (10V^2 \cdot 100) = (0.9 + j0.2) \cdot 30 / (10 \cdot 0.48^2 \cdot 100) = 0.117 + j0.026$$

2. 전원

$$V_s = \text{변압비} \cdot (V_{self} / V_{base}) = (480/240) \cdot (220/480) = 0.92$$

3. PU도



[정격전압 154/66/6.6[kV], 정격용량 100/30/30[MVA]의 3권선 변압기가 있다. 이 변압기의 리액턴스가 아래표와 같다. 이 경우 변압기의 PU 임피던스도(100MVA기준)를 그리시오.]

구 분	용량	%Z
1 ~ 2 차간	100	11
2 ~ 3 차간	30	4
3 ~ 1 차간	30	10

#### 1. 변압기의 %임피던스

1)  $\%Z_{PS} = 11\%$ (100MVA 기준)

2)  $\%Z_{ST} = 4\%$ (30MVA 기준)

3)  $\%Z_{TP} = 10\%$ (30MVA 기준)

#### 2. 100MVA 기준 PU값으로 환산 하면

1)  $Z_{PS} = 0.11$

2)  $Z_{ST} = 0.04 * (100/30) = 0.133$

3)  $Z_{TP} = 0.1 * (100/30) = 0.333$

#### 3. 1,2,3차의 단위 임피던스 $X_P, X_S, X_T$ 를 구하면

$Z_{PS} = Z_P + Z_S$  ----- ①

$Z_{ST} = Z_S + Z_T$  ----- ②

$Z_{TP} = Z_T + Z_P$  ----- ③

1식 + 3식 - 2식 하면

$(Z_{PS} + Z_{TP} - Z_{ST}) = 2 Z_P$

그러므로  $Z_P = (Z_{PS} + Z_{TP} - Z_{ST}) / 2 = (0.11 + 0.333 - 0.133) / 2 = 0.155$

1식 + 2식 - 3식 하면

$(Z_{PS} + Z_{ST} - Z_{TP}) = 2 Z_S$

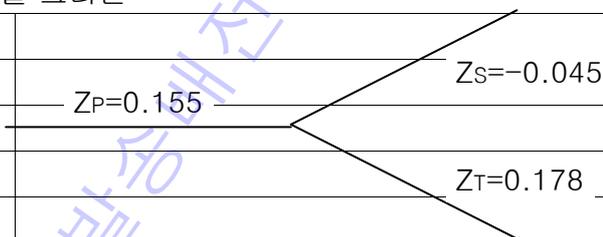
그러므로  $Z_S = (Z_{PS} + Z_{ST} - Z_{TP}) / 2 = (0.11 + 0.133 - 0.333) / 2 = -0.045$

2식 + 3식 - 1식 하면

$(Z_{ST} + Z_{TP} - Z_{PS}) = 2 Z_T$

그러므로  $Z_T = (Z_{ST} + Z_{TP} - Z_{PS}) / 2 = (0.133 + 0.333 - 0.11) / 2 = 0.178$

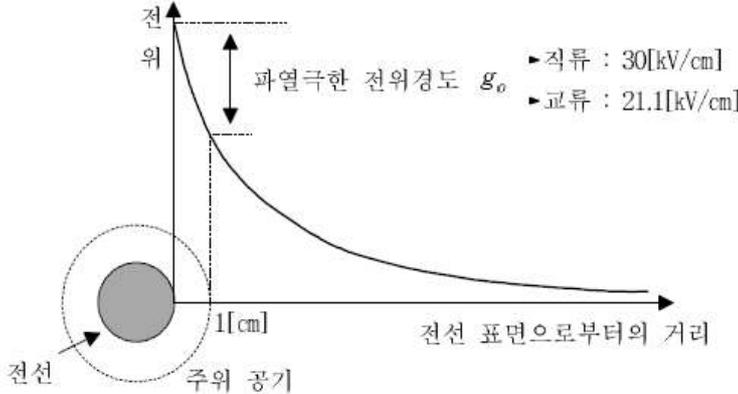
#### 4. PU도를 그리면



[코로나 현상]

1. 코로나 발생 원리

1) 공기는 절연내역의 한도가 있어 기온, 기압의 표준상태(20℃, 760mmHg)에서 직류는 30KV/cm 교류는 DC의 1/√2인 21.1KV/cm의 전위경도를 가하면 공기의 절연이 파괴 된다. 이것을 파열 극한 전위경도  $g_0$ 라 한다.



2) 그림과 같이 전극의 어느 부분이 한도를 넘으면 공기의 절연이 파괴되어 전체로서의 섬락은 없으나, 부분적인 공기의 절연성이 파괴되어 낮은 소리나 옅은 빛을 띠면서 방전하는 코로나 발생

3) 즉 코로나는 불꽃 방전 일보 직전의 국부적인 방전 현상이다.

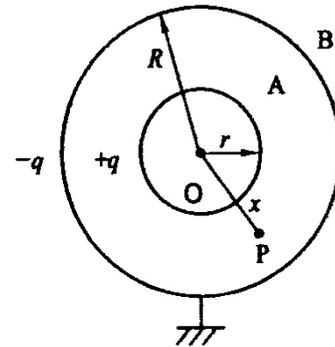
2. 코로나 종류

- 1) 기중 코로나 : 전선표면, 초호각, 클램프 등에서 발생하는 코로나
- 2) 연면 코로나 : 애자 캡 및 핀의 쇠붙이와 자기의 접합부 사이에서 발생

3. 동심 원통간의 전위 경도

1) 개념도

그림 A, B 두 전극의 +q, -q[C/m]이 있는 해석도를 가정할 수 있다.(즉 0점 축에 +q[C/m]의 전극이 집중되어 해석이 가능)



2) 동심원통 전극 P점의 전기 F(가우스 정리로 부터)

$$F = \frac{2q}{x} \times 9 \times 10^9 \text{ [V/m]} \text{ ----- ①}$$

이것은 자기학 전기 공식인  $E=Q/2\pi\epsilon_0 r$ 에서 변형한 식임( $E=Q/4\pi\epsilon_0 r = 9 \times 10^9 \times Q/r$ 이므로)

3) A,B 간의 전위차 V

$$V = \int_r^R \frac{2q}{x} \times 9 \times 10^9 dx = 2q \times 9 \times 10^9 \log_e \frac{R}{r} \text{ [V]} \text{ ----- ②}$$

4) 전하량 q : ②식으로 부터

$$q = \frac{V}{2 \log_e \frac{R}{r} \times 9 \times 10^9} \text{ [C/m]} \text{ ----- ③}$$

5) P점의 반지름 방향의 전위 경도 : ①과 ③식에 의거

$$q = F = \frac{2}{x} \times 9 \times 10^9 \frac{V}{2 \log_e \frac{R}{r} \times 9 \times 10^9} = \frac{V}{x \log_e \frac{R}{r}} \text{ [V/m]} \text{ ----- ④식}$$

6) 최대 전위 경도	
	최대 전위는 $\chi$ 가 최소 일 때인 $\chi = r$ 일 때 이므로
	$g_{\max} = \frac{V}{r \log_e \frac{R}{r}} \text{ [V/m]} \text{ 이다.}$
4. $g_{\max}$ 의 물리적 의미	
1) $g_{\max}$ 를 증가시켜 30kv/Cm 초과시 안쪽 전극의 표면이 이온화 해서 전리가 시작	
2) 공기가 전리되면 도전성을 띠는 데 마치 안쪽 전극의 반지름이 커진것처럼 작용해서 전리공기층의 표면에서의 전위의 기울기가 파열극한 값을 넘을 때 까지 전리층의 두께가 증가 드디어 불꽃 방전이 발생	
3) 불꽃 방전 발생 전까지는 아래 그림과 같은 분포가 나타남	
(1) $r$ 이 변화시 $g_{\max}$ 는 증가 또는 감소 된다.	<p style="text-align: center;"><math>r=0.367R</math></p> <p style="text-align: center;"><math>r=0</math></p> <p style="text-align: center;">0.2    0.4    0.6    0.8    1.0</p> <p style="text-align: center;"><math>g_{\max}</math>와 <math>R/r</math>의 관계</p>
(2) $g_{\max}$ 의 값은 그림처럼 U곡선을 그린다.	
(3) 코로나 방전과 불꽃 방전의 극한 값은 $g_{\max}$ 가 최소. 즉 $1/g_{\max}$ 가 최대일 때로서, 즉	
$\therefore \frac{d\left(\frac{1}{g_{\max}}\right)}{dr} = 0, \quad R = 2.72r$	
$\therefore r = \frac{R}{2.72} = 0.367R \text{ 때이다.}$	
5. 코로나 발생 임계 전압	
1) 정의	전위경도( $q$ ) = 파열극한 전위경도( $q_0$ )되는 점에서의 중성점(대지)에 대한 선로 전압 ( $E_0$ )의 크기
2) 임계전압의 크기	(1) 전하 $q = C_n E$ [C/m] ( $C_n$ : 중성점에 대한 작용 정전 용량[F/m])
	$g = \frac{2q}{r} 9 \times 10^9 \text{ [V/m]} = \frac{2C_n E}{r} 9 \times 10^9 \text{ [V/m]}$
	여기서 $C_n$ 은 $\frac{0.02413}{\log_{10} \frac{D}{r}}$ 을 대입하고
	단, $r$ : 도체 반경 $D$ : 송전선 3조의 등가반경
	이 때 $E$ [V], $r$ [m], $D$ [m], $g$ [V/m]를 $E$ [kV], $r$ [cm], $D$ [cm]
	$g$ [kV/cm]로 변환하면
	$g = \frac{E}{r} \cdot \frac{0.4343}{\log_{10} \frac{D}{r}} \text{ [kV/cm]}$
	(2) 중성점에 대한 코로나 임계전압이 $E_0$ [KV]는 전위경도 $g$ 를 21.1KV/cm로 정리하면
	$21.1 = \frac{0.4343}{r \log_{10} \frac{D}{r}} E_0 \Rightarrow E_0 = 24.3 \times 2r \times \log_{10} \frac{D}{r}$
	$\therefore E_0 = 24.3 d \log_{10} \frac{D}{r} \text{ [kV]} \text{ (단, } d = 2r \text{ : 직경)}$

3) 실제 적용되는 코로나 임계전압	
(1) 전선의 굵기가 커지면 코로나 임계전압이 높아져서 코로나 발생억제 되나, 실제로 전선의 표면상태, 일기 등에 관계되는 계수를 고려시 아래 식과 같다.	
$E_0 = 24.3 m_0 m_1 \delta d \log_{10} \frac{D}{r} \text{ [kV]}$	
단, $E_0$ : 임계전압[kV]	
$m_0$ : 전선의 표면상태에 관계되는 계수	
$m_1$ : 일기에 관계되는 계수	
$\delta$ : 상대공기밀도(이 값이 낮을수록 임계전압은 낮아짐)	
1기압 25[°C]일 때 $\delta=1$	
$\delta = \frac{b}{760} \times \frac{273+25}{273+t} = \frac{0.386b}{273+t} \quad (b : \text{기압})$	
6. 코로나 장해	
1) 코로나 손실	
(1) F.W Peek의 코로나 손실에 관한 실험식	
$P = \frac{241}{\delta} (f + 25) \sqrt{\frac{d}{2D}} (E - E_0)^2 \times 10^{-5} \text{ [kW/km/line]}$	
단, $E$ : 전선의 대지전압[kV] $E_0$ : 코로나 임계전압[kV]	
$f$ : 주파수[Hz] $d$ : 전선의 지름[cm]	
$D$ : 선간거리[cm] $\delta$ : 상대공기밀도	
(2) 코로나 발생시 상기식과 같이 손실이 발생하여 송전효율 저하	
(3) 전선비를 절약하기 위해 가는 전선을 사용하면 코로나의 발생으로 손실 발생, 굵은 전선을 사용하면 건설비가 고가이므로 양자를 고려해서 경제적 전선 굵기 선정	
2) 코로나 잡음	
(1) 코로나 방전은 전선표면에선 전위경도 30kv/cm를 넘을때 발생하며 교류전압의 반파마다 간헐 적으로 일어남	
(2) 코로나 펄스는 선로에 따라서 전파되어 송전선 부근의 라디오, TV 및 송전선로의 보호, 보수용 반송계전 반송 통신 설비에 잡음 장애를 줌	
3) 통신선 유도 장해	
코로나에 의한 고조파 전류중 제3고조파 성분은 중성점 전류로 나타나고, 중성점 직접접지 방식의 송전선로에서는 부근의 통신선에 유도 장해 유발	
4) 소호 리액터의 소호능력 저하	
1선 지락시 건전상의 대지 전압 상승에 의한 코로나 발생은 고장점의 잔류전류의 유효분을 증가해서, 소호능력을 저하시키기 때문에 소호리액터 접지 방식에서 문제점	
5) 전선의 부식 촉진	
코로나에 의한 화학 작용으로 전선지지점 등에서 부식이 일어나게 된다(NHO <sub>3</sub> :초산)	
6) 진행파의 파고값 감쇠(이점 현상)	
진행파는 전압이 높기 때문에 항상 코로나를 발생, 이때 코로나의 저항 작용으로 서지의 감쇠 효과가 있다.	
7. 코로나 방지 대책	
1) 굵은 전선을 사용하며 코로나 임계전압을 높여 코로나 발생을 방지	
2) 다도체 사용	
(1) 단도체보다 전위경도를 저하시켜 코로나 개시 전압을 높인다. 즉 코로나 발생방지와	

	더불어 작용 정전용량은 증대하고 작용 인덕턴스는 감소하여 송전 용량 증가 됨
	(2) 765KV 송전선 설계에는 4도체로는 소음기준 50dB를 만족시키지 못하여 6도체로 만족됨
3)	가선 금구의 개량
	선로 전장에 걸치 전선 코로나는 우천시 같은 특수한 경우를 제외하고는 크지 않다.
	오히려 애자금수, 차폐장치, 등 금구류에서 국부적으로 발생하므로 무용부의 돌기부를 제거하고 차폐금구 등으로 국부 코로나 방지
4)	OPGW 전선 사용 통신 유도 장애 방지
5)	아킹흔, 아킹링 사용
6)	반도체 유약 사용
7)	매끈한 전선 표면 유지

**DSM의 개념 및 적용 예, 효과를 유형별로 기술하시오.**

1. 개요

DSM(Demand Side Management)은 전기사용에 있어 소비자의 전기사용 패턴에 영향을 주어 예측된 전력수요절감 및 평준화하여 전력 공급 설비의 투자를 지연 또는 회피시킨다. 또한 기존 설비의 이용률 또는 효율을 향상시켜 전력공급 비용의 절감을 가능하게 하는 활동으로서의 수요관리를 말한다. 이는 전력 공급 설비확충에 중점을 두는 SSM(Supply Side Management)과 대응되는 개념이다.

2. 부하관리(DSM)의 필요성

(1) 부하율의 악화

- ① 산업구조 변화와 산업용 중심에서 업무용, 주택용 비용 증대
- ② 생활편의 구조, 계절성 단기부하(냉방) 증가

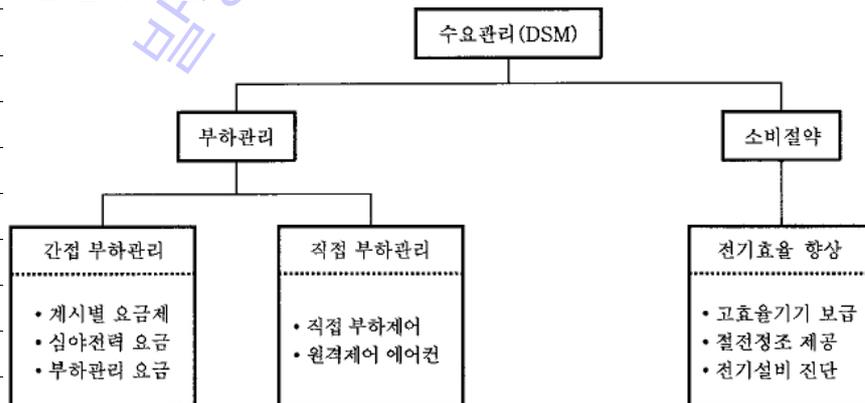
(2) 전력수요의 급격한 신장

- ① 소득 수준 향상에 따른 가정용 전력수요 증가
- ② 3차산업 급성장에 따른 일반용 전력수요 증가

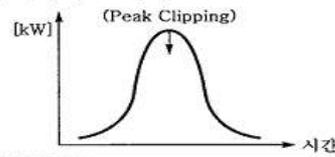
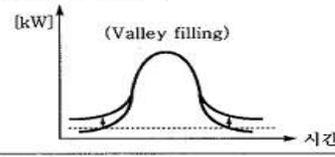
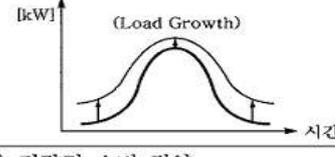
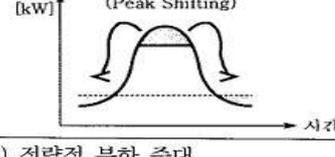
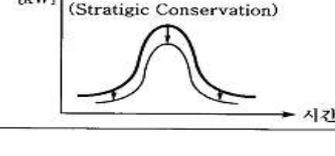
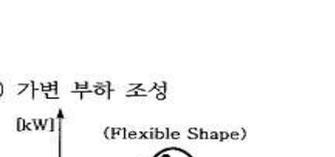
(3) 발전설비 확충의 어려움 증대

- ① 투자 재원의 부족
- ② 환경오염 및 국제환경 규제의 심화
- ③ 에너지 자원의 한계
- ④ 전원 입지확보의 곤란(NIMBY 현상 등)

3. 수요 관리 기법



4. 수요 관리 유형의 개념 및 적용 효과

유형	개념	적용	효과
1) 최대 수요 억제 	피크 시 설비규모 발전원가가 높은 설비의 가동 축소	• 냉방기기, 가동중지 유도 • 피크시간 기준으로 기본요금 부과	피크 시 고가 연료 절약
2) 기저 부하 증대 	OFF 피크 시의 전력 수요 증대	• 축열난방 • 심야 온수 설비	평균 공급 비용 절감 가능
3) 최대 부하 이전 	• 피크 시 전력수요를 경부하대로 이동 • 최대 수요 억제 • 경부하 시간대의 전력수요 증대	• 축냉식 설비(냉방) • 계절별 시간별 차등요금제도 • 양수발전소 가동	• 최대 부하 억제 • 심야 부하 창출
4) 전략적 소비 절약 	• 전기 서비스 수준 유지 • 전력수요만 감소	• 전기 사용방법 개선 • 절전 유도	• 수급불안 시 대체 비용 절감 • 비용억제 효과
5) 전략적 부하 증대 	공급 > 수요일 때 설비 이용률 향상	• 전전화 주택보급 • 이중연료 사용 냉난방 설비보급	• 전력 생산 향상 • 화석연료 의존도 경감
6) 가변 부하 조성  직접 부하 제어(Direct Load Control)의 유형	• 불필요한 부하에 전력 공급 중단 • 전력수요 정정	• 냉방 부하의 원격 제어 • 배전선로의 교대 차단 • 요금제도 차등적용 1) 계약 전력 5,000 [kW] 이상의 일반용 또는 산업용 전력을 사용하는 고객으로서 피크를 10[%] 이상 줄일 수 있으며, 줄이는 최대 수요 전력이 300[kW] 이상인 고객 2) 줄이는 최대 수요 전력이 500[kW] 이상인 고객은 10[%] 미만이라도 포함	• 공급 신뢰도 향상 • 예비율 감소 • 공급비용 절감(피크 : 최대 수요 전력)

5. 수요 관리 방법

(1) 직접 부하관리 : 소비자의 전력 수요 설비를 원격제어하며 통신수단을 이용 직접 단전제어

1) 부하관리기기

종류	장점	단점
• 최대전력관리장치 • 전류제한기 • Timer Switch • 전자식 계량기	• 수용가 피크 제한 및 요금절감 • 수용가 피크 제한 및 요금 절감 • 설치와 조작이 편리 • 완벽한 장치	• 수용가와 전력회사 피크의 불일치 • 수용가와 전력회사 피크의 불일치 • 원격제어 불가 • 수용가와 전력회사 피크의 불일치

2) 통신 방식																			
① 무선																			
설비 간단, 수신장치 저렴, 난청지역 통신 문제																			
② 전력선 반송																			
㉠ PLC : 방식 다양, 설비비 저가, 양방향 통신																			
㉡ Ripple Control : 설비비 고가, 단방향 통신, 정전 시 통신 불가, PLC보																			
신호 값 양호																			
③ 전화																			
㉠ 양방향 통신																			
㉡ 일괄제어 곤란																			
㉢ 통화량 폭주 시 시간 지연																			
(2) 간접 부하관리																			
요금제도 기기의 효율 개선, 제도 개선 등에 의한 간접적 DSM 방법으로 회피비																			
등을 분명히 고려하여 간접적 DSM 적용을 검토해야 한다.																			
1) 수요관리 요금제도																			
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>제 도</th> <th>대 상</th> <th>목 적</th> <th>혜택 내용</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>하계휴가 조정 요금제도</td> <td>계약 전력 500[kW] 이상</td> <td>피크 삭감</td> <td>한전의 지정기간에 최대 수요 전 50[%] 절감 시 1일당 3일분 기본 금감면</td> </tr> <tr> <td>전력수급 조정 요금제도</td> <td>"</td> <td>"</td> <td>한전의 사전 요청으로 500[kW] 상 조정 시 1일당 5일분 기본요 삭감</td> </tr> <tr> <td>계절별 시간별 차등 요금제도</td> <td>산업용 인력</td> <td>"</td> <td>피크, 중간, 최저 3단계로 구분하 시간대별 차등 요금제도</td> </tr> </tbody> </table>	제 도	대 상	목 적	혜택 내용	하계휴가 조정 요금제도	계약 전력 500[kW] 이상	피크 삭감	한전의 지정기간에 최대 수요 전 50[%] 절감 시 1일당 3일분 기본 금감면	전력수급 조정 요금제도	"	"	한전의 사전 요청으로 500[kW] 상 조정 시 1일당 5일분 기본요 삭감	계절별 시간별 차등 요금제도	산업용 인력	"	피크, 중간, 최저 3단계로 구분하 시간대별 차등 요금제도		
제 도	대 상	목 적	혜택 내용																
하계휴가 조정 요금제도	계약 전력 500[kW] 이상	피크 삭감	한전의 지정기간에 최대 수요 전 50[%] 절감 시 1일당 3일분 기본 금감면																
전력수급 조정 요금제도	"	"	한전의 사전 요청으로 500[kW] 상 조정 시 1일당 5일분 기본요 삭감																
계절별 시간별 차등 요금제도	산업용 인력	"	피크, 중간, 최저 3단계로 구분하 시간대별 차등 요금제도																
2) 기기의 효율 개선(조명부하를 예로 들면 아래와 같고, 동력부하는 VVVF 채-																			
콘덴서 설치)																			
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>대상 기기</th> <th>방법</th> <th>효 과</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>① 형광램프</td> <td>32[mm]40[w] → 26[mm]32[w]</td> <td>약 20[%] 절감</td> </tr> <tr> <td>② 콤팩트 형광등</td> <td>백열 램프 → 콤팩트 형광등</td> <td>약 75~80[%] 절감</td> </tr> <tr> <td>③ 전자식 안정기</td> <td>기계식 안정기 → 전자식화</td> <td>약 30[%] 절감</td> </tr> <tr> <td>④ 고효율 등기구</td> <td>고조도 지휘도 반사</td> <td>약 30[%] 절감</td> </tr> <tr> <td>⑤ 크립톤 전구</td> <td>백열 전구 → 크립톤 전구</td> <td>약 10~20[%] 절감</td> </tr> </tbody> </table>	대상 기기	방법	효 과	① 형광램프	32[mm]40[w] → 26[mm]32[w]	약 20[%] 절감	② 콤팩트 형광등	백열 램프 → 콤팩트 형광등	약 75~80[%] 절감	③ 전자식 안정기	기계식 안정기 → 전자식화	약 30[%] 절감	④ 고효율 등기구	고조도 지휘도 반사	약 30[%] 절감	⑤ 크립톤 전구	백열 전구 → 크립톤 전구	약 10~20[%] 절감
대상 기기	방법	효 과																	
① 형광램프	32[mm]40[w] → 26[mm]32[w]	약 20[%] 절감																	
② 콤팩트 형광등	백열 램프 → 콤팩트 형광등	약 75~80[%] 절감																	
③ 전자식 안정기	기계식 안정기 → 전자식화	약 30[%] 절감																	
④ 고효율 등기구	고조도 지휘도 반사	약 30[%] 절감																	
⑤ 크립톤 전구	백열 전구 → 크립톤 전구	약 10~20[%] 절감																	
3) 제도 개선(ESCO)																			
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>지원제도</th> <th>주관기관</th> <th>내 용</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>코마크 제도</td> <td>한국전력</td> <td>전자식 안정기 자금 지원</td> </tr> <tr> <td>용자 지원</td> <td>에너지관리공단</td> <td>일정 효율 이상의 제품에 대한 용자 지원</td> </tr> <tr> <td>효율등급제</td> <td>에너지관리공단</td> <td>소비자에게 제품 효율 관련 정보 제공</td> </tr> </tbody> </table>	지원제도	주관기관	내 용	코마크 제도	한국전력	전자식 안정기 자금 지원	용자 지원	에너지관리공단	일정 효율 이상의 제품에 대한 용자 지원	효율등급제	에너지관리공단	소비자에게 제품 효율 관련 정보 제공						
지원제도	주관기관	내 용																	
코마크 제도	한국전력	전자식 안정기 자금 지원																	
용자 지원	에너지관리공단	일정 효율 이상의 제품에 대한 용자 지원																	
효율등급제	에너지관리공단	소비자에게 제품 효율 관련 정보 제공																	

## 직접 부하제어(Direct Load Control)의 의의와 필요성에 대하여 기술하시오.

### 1. 수요관리 기법과 유형

상기 DSM 참조

### 2. 가변 부하 조성에 대한 개념 및 효과

- (1) 개념 : 불필요한 부하에 대한 전력 공급 중단, 전력수요 정정
- (2) 효과 : 공급 신뢰도 향상, 예비율 감소, 공급비용 절감

### 3. 직접 부하제어의 의의

#### (1) 직접 부하제어의 정의

- ① 전력수급 안정을 위한 부하관리 프로그램의 하나로써, 직접 부하제어란 첨두부하 기간이나 기타 시간대에 필요에 의하여 선택된 수용가들의 수요를 제한하는 일련의 행위를 말한다.
- ② 상기 기간 동안 수용가 구내에 있는 제어장치를 동작시키기 위하여 일방향 또는 양방향 통신시스템이 사용한 DSM의 유형 중 가변 부하조성을 말한다.

#### (2) 현행 직접 부하제어 핵심 내용

- ① 직접 부하제어 대상 설비를 보유한 수용가와 직접 부하제어 주관기관이 직접 부하제어 협약을 맺는다.
- ② 주관기관은 대상 설비에 대해 제어 및 통신 시스템을 설치한다.
- ③ 참여 수용가는 협약을 맺음으로써 7월과 8월 2개월간에 걸쳐 제어대상용량([kW])에 대해 기본 지원금을 받는다.
- ④ 전력수급이 불안한 경우 주관기관은 수용가의 대상설비를 제어할 수 있으며, 이 경우 제어에 따른 지원금 지급

#### (3) 부하율의 악화에 대한 대책의 일환

- ① 산업구조 변화와 산업용 중심에서 업무용, 주택용 비용 증대에 대한 대책
- ② 생활편의 구조, 계절성 단기부하(냉방) 증가에 대한 대책

#### (4) 전력수요의 급격한 신장에 대한 대책으로 적용이 용이

- ① 소득 수준 향상에 따른 가정용 전력수요 증가에 따른 대책
- ② 3차산업 급성장에 따른 일반용 전력수요 증가에 따른 대책

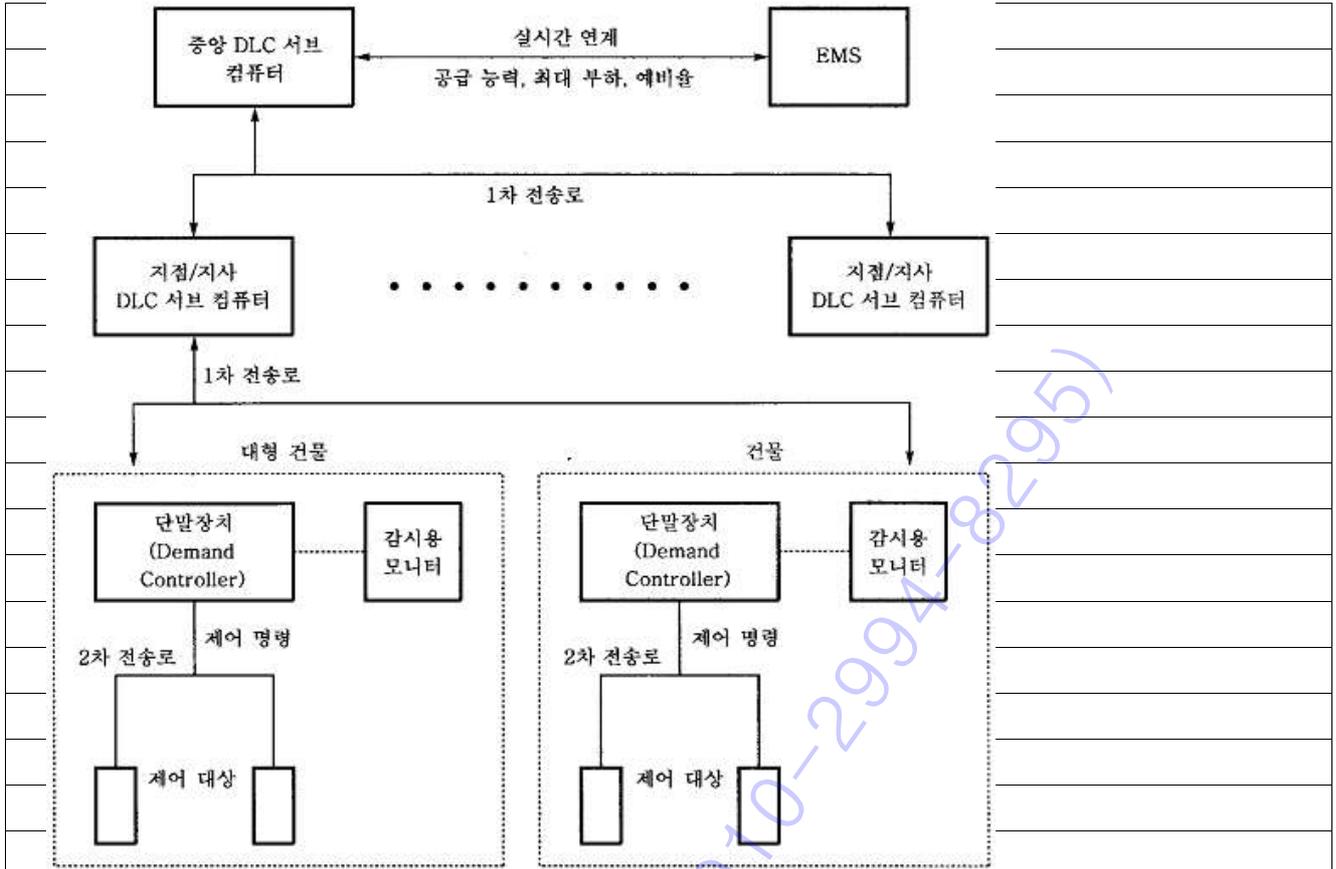
#### (5) 발전설비 확충의 어려움 증대에 해소 차원의 일환

- ① 투자 재원의 부족
- ② 환경오염 및 국제환경 규제의 심화
- ③ 에너지 자원의 한계
- ④ 전원 입지 확보의 곤란(NIMBY 현상 등) 등의 해소 차원

### 4. 직접 부하 제어 적용 대상

- (1) 계약 전력 5,000[kW] 이상의 일반용 또는 산업용 전력을 사용하는 고객으로서 최대 수요 전력을 10[%] 이상 줄일 수 있으며, 줄이는 최대 수요 전력이 300[kW] 이상인 고객
- (2) 줄이는 최대 수요 전력이 500[kW] 이상인 고객은 10[%] 미만이라도 포함, 다만 고객의 부하특성상 직접 부하제어의 시행이 불가능하다고 판단되는 고객은 제외

### 5. 직접 부하제어의 구성



- ① DLC 서버 컴퓨터 : EMS 신호를 읽어 제어 신호를 보내고, 제어 결과를 수신하는 직접 부하제어의 주 시스템
- ② 1차전송로 : 한전의 메인 서버에서 단말장치 간 전송로로 인터넷과 PCS 통신망 사용
- ③ 2차 전송로 : 고객의 단말장치와 제어 대상 기기 간 전송로로 전용제어선 및 PLC 이용
- ④ 단말장치(장치명 : 최대 수요 관리장치(Demand Controller))  
최대 수요 전력이 사전에 설정한 목표 전력을 초과할 것으로 예상 시 부하 차단 순위에 따라 단계적으로 부하를 차단하여 피크 상승을 제어하는 장치(전자식 전력량계에서 동기 일치를 위해 신호 제공)

**6. 직접 부하제어 도입의 필요성**

- (1) 전력수급 불안정을 대비하여 확실한 예비 전력 확보
  - 1) 최대 전력 수요가 장기 전력 수급 계획 전망치보다 단기적으로 150만[kW] 증가할 것으로 예상되어 설비예비율이 13~14[%] 수준으로 하락할 것에 대비하여 예비 전력 확보 필요
    - ※ 적정 설비예비율 : 16~17[%]
  - 2) 일정 수준 예비율하에서 직접 부하를 도입하는 사유
    - ① 직접 부하제어 약정 고객에서 기본 감액을 해 주는 것은 비상 시에 대비한 예비 전력을 확보하기 위한 것
      - 즉 전력수급에 중대한 차질 등으로 전력 공급 불가 시 예상 피해액 등을 고려한다면 단순한 경제성 평가만으로 제도 도입 여부를 판단하기는 곤란
    - ② 2001년 6월 이후의 전력산업기반기금으로 수요관리를 시행함에 따른 과학화된 수요관리 기법인 직접 부하제어가 필요

