



발·송·배전기술사 실력배양 문제

이귀일 | 유석산업(주) 대표이사 e-mail : lki@unitel.co.kr

[문제1] 전력계통의 신뢰도(Reliability)를 정량적으로 평가하는 대표적 지수 일종을 정의하고 그 내용을 기술하라 (89년도 32회)

1. 개요

전력계통에서의 공급신뢰도는 양적 및 질적 공급능력의 척도로서 전력공급전원이 어떠한 운전상태에서도 전력이 필요한 수용가에 정격전압 및 정격주파수의 양질 전력을 무정전으로 계속해서 충분히 공급할 수 있는 확률을 말한다.

2. 공급신뢰도 종류

가. 공급신뢰도

공급전력이 전압, 주파수 및 정전시간을 고려하여 발생전력량에 대한 공급지장전력량의 비, 또는 수요전력에 대한 정전전력의 비 등 공급과 수요의 불균형을 확률적으로 산정한다.

나. 계통신뢰도

충분한 발생전력이 보장되더라도 전력설비측면에서의 수요전력에 대한 충족도를 나타내는 확률과 전력설비운용 측면에서의 수요전력에 대한 충족도를 나타내는 확률을 산정한다.

3. 공급신뢰도 지수 산정

전력계통설비의 양적인 공급신뢰도 지수 산정은 사고발생율과 공급지장 정전시간으로서 산정하는 MODEL이 일반적으로 전력설비 신뢰도 지수산정에 쓰인다.

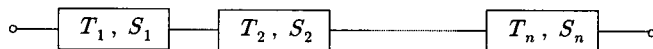
가. 평가지수

$$T_1, T_2, \dots, T_n : \text{각구성설비의 사고발생율 [회/년]}$$

$$S_1, S_2, \dots, S_n : \text{1회당 평균정전시간 [년]}$$

$$T = \frac{1}{R}, \quad R \text{ (사고발생 1회당 평균운전시간)}$$

나. 각설비가 직렬로 접속되어 있는 경우의 신뢰도 산정



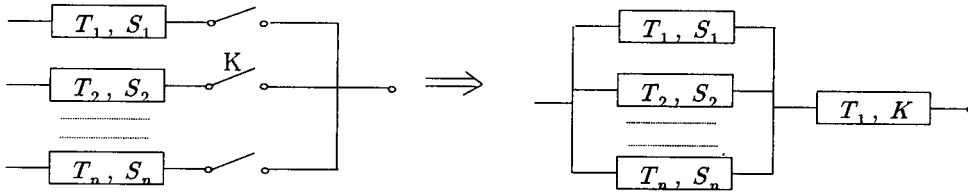
$$\text{- 합성사고발생율 : } T_s = T_1 + T_2 + \dots + T_n$$

$$\text{- 합성 정전시간 : } T_s S_s = T_1 S_1 + T_2 S_2 + \dots + T_n S_n$$

$$\therefore \text{1회평균정전시간 : } S_s = \frac{T_1 S_1 + T_2 S_2 + \dots + T_n S_n}{T_s}$$

$$\therefore \text{1회당 평균운전시간 : } R = \frac{1}{T_s}, \quad \text{---} \boxed{T_s, S_s} \text{---} R$$

다. 각 설비가 병렬로 접속되는 경우의 신뢰도 산정



* 개폐기는 변환시간(동작시간)K로 표시하며 사고 발생율은 회로중 큰값을 적용한다.

- 합성사고발생율 : $T_p = T_1 \times T_2 \times \dots \times T_n (S_1 + S_2 + \dots + S_n)$

- 합성 정전시간 : $T_p S_p = T_1 S_1 + T_2 S_2 + \dots + T_n S_n$

- 1회평균 정전시간 : $S_p = \frac{T_1 S_1 + T_2 S_2 + \dots + T_n S_n}{T_p} + \frac{S_1 \times S_2 \times \dots \times S_n}{S_1 + S_2 + \dots + S_n}$

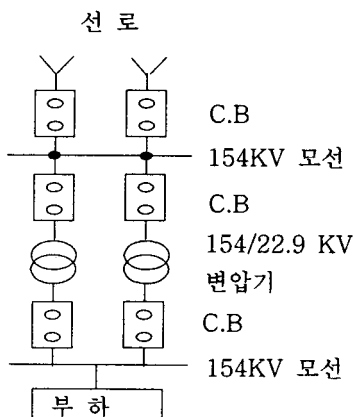
직.병렬 : $T = T_p + T_1 = T_1 T_2 (S_1 + S_2) + T_1$

$T \times S = T_p \times S_p + T_1 K$

4. 공급신뢰도 향상대책

- 공급 예비력의 확보 : 전력공급신뢰도의 원천은 공급능력에 있으며 여하한 계통변동에도 담보되는 공급예비력의 확보가 중요하다
- 계통구성의 신뢰성 향상 : 전력계통간 연계선로의 확보, 송전전압별 전력수송분담, 계통운용의 지능화로 신뢰성을 확보한다.
- 사고확대방지 및 사고범위축소 : 전력계통운용 STSTEM을 확보하여 신뢰성을 확보한다.
- 사고복구의 신속화 : 예비품을 확보하고 비상철답복구 및 선로유지보수 STSTEM을 확보한다.

[문제2] 예비 인입선로를 가진 병렬BANK를 운전하는 다음의 수전설비의 부하측에서 본 공급신뢰도를 구하여라.

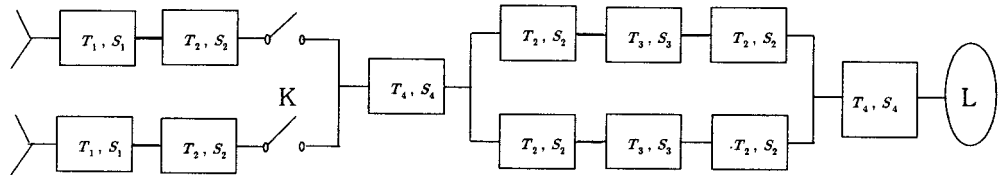


| 설비 \ 지수 | T[회/년] | S [년] |
|---------|----------------|-----------------------------|
| 계통전원 | $T_1 = 0.15$ | $S_1 = 1.5 \times 10^{-4}$ |
| 차단기 | $T_2 = 0.014$ | $S_2 = 2.28 \times 10^{-4}$ |
| 변압기 | $T_3 = 0.0017$ | $S_3 = 6.0 \times 10^{-4}$ |
| 모선 | $T_4 = 0.02$ | $S_4 = 1.2 \times 10^{-4}$ |

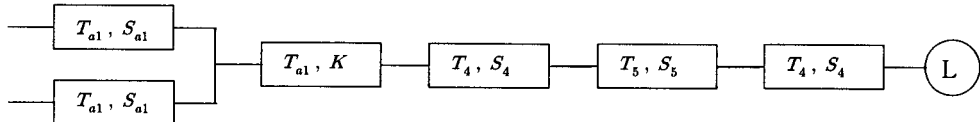
차단기 변환시간 $K = \frac{0.02}{8760}$

[풀이] 변전소 계통도를 신뢰도MAP으로 작성하고, 직렬구간을 먼저 계산하여 간소화한 후, 병렬구간을 등가MAP으로 순차적으로 계산한다.

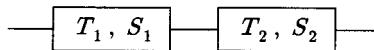
① 신뢰도MAP



② 등가 신뢰도MAP



③ 1차측 차단기 직렬 신뢰도

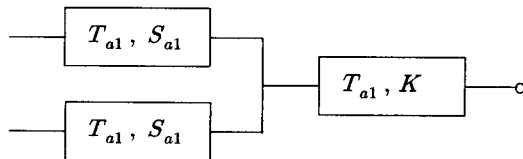


$$T_{a1} = T_1 + T_2 = 0.15 + 0.014 = 0.164 \text{ [회/년]}$$

$$S_{a1} = \frac{T_1 S_1 + T_2 S_2}{T_1 + T_2} = \frac{0.15 \times 1.5 \times 10^{-4} + 0.014 \times 2.28 \times 10^{-4}}{0.164}$$

$$= 1.56658 \times 10^{-4} = 1.57 \times 10^{-4} \text{ [년]}$$

④ 1차측 차단기군의 직병렬 신뢰도



$$T_p = T_{a1} \times T_{a1} (S_{a1} + S_{a1}) + T_{a1} = 0.164 \times 0.164 \times (2 \times 1.57 \times 10^{-4}) + 0.164 \approx 0.164 \text{ [회/년]}$$

$$T_p \times S_p = (T_{a1} \times S_{a1}) (T_{a1} \times S_{a1}) + T_{a1} \times K$$

$$0.164 \times S_p = (0.164 \times 1.57 \times 10^{-4})^2 + 0.164 \times \frac{0.002}{8760} = 0.381 \times 10^{-7}$$

$$\therefore S_p = \frac{0.381 \times 10^{-7}}{0.164} = 2.323 \times 10^{-7} \text{ [년]}$$

⑤ 병렬운전의 변압기군의 신뢰도

◦ 직렬분 : $T_s = T_2 + T_3 + T_3 = 0.014 + 0.0017 + 0.014 = 0.0297$

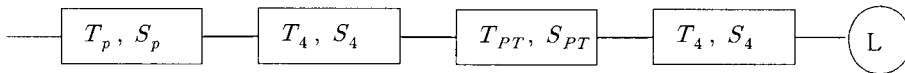
$$S_s = \frac{2T_2 S_2 + T_3 S_3}{T_s} = \frac{2 \times 0.014 \times 2.28 \times 10^{-4} + 0.0017 \times 6.0 \times 10^{-4}}{0.0297}$$

$$= 2.493 \times 10^{-4} \text{ [년]}$$

◦ 변압기의 병렬 : $T_{pt} = T_s \times T_s (S_s + S_s) = 0.0297^2 \times 2 \times 2.493 \times 10^{-4} = 4.398 \times 10^{-7}$

$$: S_{pt} = \frac{S_s \times S_s}{S_s + S_s} = \frac{S_s}{2} = 2.493 \times 10^{-4} / 2 = 1.2465 \times 10^{-4}$$

⑥ 종합 신뢰도계산



$$\therefore T = T_p + T_4 + T_{pt} + T_4 = 0.164 + 2 \times 0.02 + 4.398 \times 10^{-7} \div 0.204 \text{ [회/년]}$$

$$S = \frac{T_p \times S_s + T_4 \times S_4 + T_{pt} \times S_{pt} + T_4 \times S_4}{T}$$

$$= \frac{0.164 \times 2.323 \times 10^{-7} + 2 \times 0.02 \times 1.2 \times 10^{-4} + 4.398 \times 10^{-7} \times 1.2465 \times 10^{-4}}{0.204}$$

$$= 0.237 \times 10^{-4} \text{ [회/년]}$$

$$= 0.237 \times 10^{-4} \times 365 \times 24 = 0.208 \text{ [시간]}$$

$$R = \frac{1}{0.208} = 4.8 \text{ [년]}$$

- 답 : 사고발생율(T) : 0.204 [회/년]
 1회 평균정전시간(S) : 0.208 [시간]
 사고재현기간(R) : 4.8 [년]