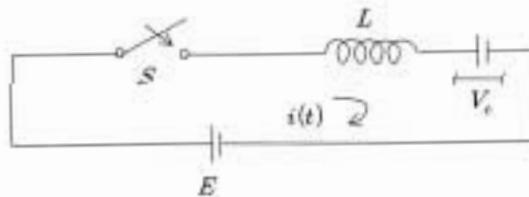


발·송·배전기술사 실력배양 문제

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

문제1) 다음의 LC회로에서 스위치 S를 닫을 때 콘덴서C에 걸리는 전압 V_c 의 최대치를 구하여라.



[풀이] 과도현상 문제로서 미분방정식과 Laplace변환에 의해 회로를 해석하나, 일반적으로 Laplace변환법이 일관성 있게 해석하는데 편리 하다.

1) 전압방정식

미분방정식에 의하여 회로의 전압방정식을 세우면,

$$L \frac{di(t)}{dt} + \frac{1}{C} \int i(t) dt = E \quad \text{----- ①}$$

2) ①식을 초기치를 고려하여 Laplace 변환식으로 하면,

$$L(S I(s) - i(0)) + \frac{1}{C} \left\{ \frac{1}{S} I(s) - \frac{1}{S} i^{(-1)}(0) \right\} = \frac{E}{S} \quad \text{----- ②}$$

②식에서 초기치를 무시하면,

$$L S I(s) + \frac{1}{C S} I(s) = \frac{E}{S} \quad \text{----- ③}$$

③식을 전류 I(s) 및 S에 관하여 정리하면,

$$I(s) = \frac{E}{S(LS + \frac{1}{CS})} = \frac{E}{LS^2 + \frac{1}{C}} = \frac{E \sqrt{\frac{C}{L}} \left(\frac{1}{\sqrt{LC}} \right)}{S^2 + \left(\frac{1}{\sqrt{LC}} \right)^2} = E \sqrt{\frac{C}{L}} \frac{\omega}{S^2 + \omega^2} \quad \text{--- ④}$$

3) ④식은 정현파함수 형식이므로 역변환에 의하여 순시전 $i(t)$ 류 는,

$$\therefore i(t) = E \sqrt{\frac{C}{L}} \sin \omega t = E \sqrt{\frac{C}{L}} \sin \frac{1}{\sqrt{LC}} t \quad [A]$$

4) 콘덴서에 걸리는 전압 V_c 는,

$$V_c = \frac{1}{C} \int i(t) dt = \frac{1}{C} \int E \sqrt{\frac{C}{L}} \sin \frac{1}{\sqrt{LC}} t dt = \frac{E}{C} \sqrt{\frac{C}{L}} \int \sin \frac{1}{\sqrt{LC}} t dt$$

$$= \frac{E}{\sqrt{LC}} \sqrt{LC} \left[-\cos \frac{t}{\sqrt{LC}} \right]_0^t = E \left(1 - \cos \frac{t}{\sqrt{LC}} \right) \quad [V]$$

5) V_C 의 최대 전압

여기서 $\cos \frac{t}{\sqrt{LC}}$ 의 변동범위는 $-1 \leq \cos \frac{t}{\sqrt{LC}} \leq 1$ 이므로,

$$V_{c(\max)} = E(1 - (-1)) = 2E$$

∴ 콘덴서의 최대 전압은 $2E$ 임.

문제2) 전력계통에 있어서 무효전력의 발생원과 소비원을 일거하고, 과부족이 발생할 경우 문제점과 대책을 기술하시오. (과년도 문제)

[답안 요약]

1. 계통전압과 무효전력의 특성

전력수요의 급증에 따라 신에너지, 원자력발전 등 대용량 전원의 개발로 전력수급은 안정되어가고 있으며, 전력계통의 확장, 연계운전 및 Loop가 확장되어 감에 따라 계통Impedance 저하로 전압-무효전력 제어가 민감한 문제로 되고 있다.

계통의 유효전력에 의하여 주파수가 제어되는 반면에 무효전력에 의하여 전압이 제어되며, 각 계통의 무효전력의 소비에 따라서 과부족도 생기고 전압도 극부적으로 변동되는 특성이 있다.

2. 무효전력의 발생원

- ① 발전기는 정격출력의 85%역률에 상당하는 지상운전을 할 수 있다.
- ② 초고압 송전선로 및 Cable계통의 충전전류는 무효전력을 발생 한다.
- ③ 동기조상기는 여자전류를 증가 시켜 진상무효전력을 공급할 수 있다.
- ④ 전력콘덴서는 무효전력원으로 널리 사용되고 있으며, 설치비가 싸고, 전력손실이 적고, 운전보수가 간단한 장점이 있으나 전압이나 주파수가 저하하면, 무효전력량이 작아지고 고주파에 의한 왜파가 발생하는 결점이 있다.
- ⑤ 연계된 타계통에 의하여 잉여 무효전력을 유통할 수 있다.
- ⑥ SVC, FACTS 등에 의하여 무효 전력을 속용 제어 할 수 있다.

3. 무효전력 소비원

- ① 발전기의 저여자 운전시의 진상운전에 의하여 무효전력을 소비하며, 이 때의 계자철심의 단부과열에 주의하여야 한다.
- ② 동기조상기의 여자전류를 감소시켜서 무효전력을 소비한다.
- ③ 분로 Reactor에 의하여 경부하시 초고압이나 Cable계통에 설치하여

무효전력을 소비한다.

- ④ 변압기 여자는 부하무효전력의 3/4정도를 소비한다.
- ⑤ 송배전선로 등은 Reactance에 의하여 XI^2 만큼의 무효전력을 소비하며, 대략 부하무효전력의 1/4정도이다.
- ⑥ SVC, FACTS 등은 계통의 진상 및, 지상 무효전력 과부족시에 대응하여 과부족을 보상하여 계통의 안정도에 기여한다.

4. 무효전력 과부족에 따른 문제점

부하의 소비전력이 증가되면, 무효전력 소비도 증가되어 진상 무효전력이 부족하여 전압이 강하되고, 반대로 무효전력 소비가 감소되면, 진상무효전력이 과다하여 계통전압이 상승되어 심한경우는 위험을 초래 할 수 있다.

- 일반적으로 계통의 무효전력이 부족하면 전압이 강하되어서,

- ① 수용가에 대한 service 수준저하
- ② 송전선의 손실증가
- ③ 부하전류 증대로 과부하발생
- ④ 전력설비의 이용률 저하
- ⑤ 보호장치의 오작동이 초래된다.

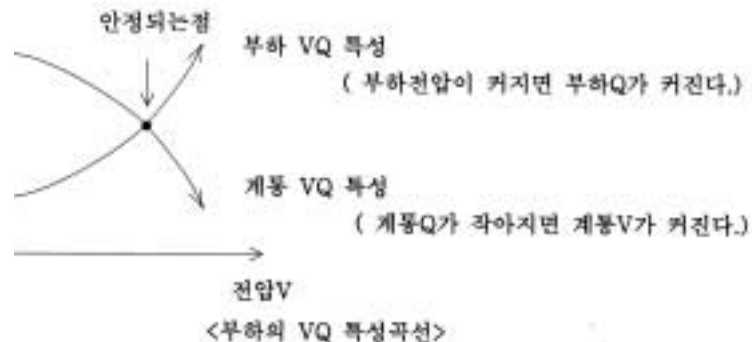
- 반대로 계통의 무효전력이 과다하면,

- ① 증부하시에 역률이 개선되는 효과는 있으나,
- ② 경부하시에 FERANTI 효과에 의하여 수전단 전압이 상승되고,
- ③ 무부하 선로 충전시에 발전기의 단자전압을 상승시켜 위험을 초래한다.

5. 전압-무효전력의 억제 대책

① 부하의 자기제어 특성

계통전압이 내려가면 부하의 소비전력도 줄고, 무효전력도 감소되므로 전압이 상승되면 무효전력이 증가되어 전압이 저하되는, 즉 어떤 크기에서 안정화 된다.



부하의 자기제어 특성은 계통의 전압제어에서 중요하며 무효전력에 공급에 따라 효과적인 전압조정이 가능하다.

② 무효전력 조정기기에 의한 제어

발전기의 지상, 진상운전, 동기조상기에 의한 지상, 진상운전, Condensor, 분로Reactor, SVC, FACTS 및 타계통의 연계운전에 의하여 무효전력을 용통하고, 부하시 TAP조정기 및 유도전압조정기에 의하여 전압을 조정한다.

③ 경부하시의 발전기의 저여자운전

심야경부하시의 진상무효전력의 과다로 계통전압상승의 위험이 있을 때, 화력발전의 저여자 운전에 의하여 계통의 무효전력을 소비하여 계통전압상승을 방지한다.