

L, P.법을 이용한 전압·무효전력 최적제어에 관한 연구
 A Study on the Optimal Control of Voltage and
 Reactive Power Flow Using Linear Programming

유 석 근

(한양대)

조 포 진*

1. 서 론

지금까지 전압, 무효전력의 최적제어에 관하여 많은 연구가 진행되어 왔으나, 대부분 목적함수로 전압편차와 전력 손실을 택하여 비선형 수리계획법에 의하여 풀이하였다.

본 논문에서는 전력손실만을 목적함수로 택하고 전력 손실에 대한 무효전력 조정설비의 감도정수를 구하여, 손실변화량을 무효전력조정설비의 조작량에 대한 선형방정식으로 표시한다.

한편 전압감시모선의 전압크기와 조정설비의 조작량 간에 존재하는 선형성을 이용하여 모선전압도 역시 선형방정식으로 표시하고 이를 제한 조건으로 택한다.

따라서 전압, 무효전력의 최적제어는 모선전압과 조정설비의 제한조건하에서, 선형방정식으로 표시된 손실 변화량을 최소화하므로써 전력손실의 최소화와 전압감시 모선의 전압제어에 요구되는 조정설비의 조작량을 구하는 문제로 귀결된다.

이러한 선형관계식을 제한조건내에서 L, P.를 풀어나감으로써 합리적인 무효전력배분과 전압조정으로 전압 규정치내의 유지와 송전손실감소 효과에 대하여 기술하였다.

2. 제 어 이 론

1) 목 적 함 수

송전손실 ΔP_L 을 최소화시킴에 있어서, 본 연구에서는 제어변수와 선형관계식으로 부러 다음과 같은 식을 유도한다:

$$\Delta P_L = \begin{bmatrix} \frac{\partial P_L}{\partial t_{pq}} & \frac{\partial P_L}{\partial V_1} & \dots & \frac{\partial P_L}{\partial V_m} & \frac{\partial P_L}{\partial Q_{m+x}} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta t_{pq} \\ \Delta V_1 \\ \vdots \\ \Delta V_m \\ \Delta Q_{m+x} \end{bmatrix} \quad (1)$$

여기서

$\frac{\partial P_L}{\partial t_{pq}}$: 모선 p 와 q 사이에서 변압기 탭 Control 에 의한 Loss Sensitivity.

$\frac{\partial P_L}{\partial V_1}, \frac{\partial P_L}{\partial V_2}, \dots, \frac{\partial P_L}{\partial V_m}$: 모선 l에서 m사이 발전기전압 Control 에 의한 Loss Sensitivity.

$\frac{\partial P_L}{\partial Q_{m+x}}$: 모선 m+x 에서 VAR Source Control에 의한 Loss Sensitivity.

이러한 조작변수는 다음과 같은 제한 조건이 있다.

$$\Delta t_{pq}^{\min} < \Delta t_{pq} < \Delta t_{pq}^{\max} \quad (2)$$

$$\Delta V_i^{\min} < \Delta V_i < \Delta V_i^{\max} \quad (3)$$

여기서 $i = 1, 2, 3, \dots, m$.

$$\Delta Q_{m+x}^{\min} < \Delta Q_{m+x} < \Delta Q_{m+x}^{\max} \quad (4)$$

$$\Delta t_{pq}^{\max} = t_{pq}^{\max} - t_{pq} \quad ; \quad \Delta t_{pq}^{\min} = t_{pq} - t_{pq}^{\min}$$

$$\Delta V_i^{\max} = V_i^{\max} - V_i \quad ; \quad \Delta V_i^{\min} = V_i - V_i^{\min}$$

$$\Delta Q_{m+x}^{\max} = Q_{m+x}^{\max} - Q_{m+x} \quad ; \quad \Delta Q_{m+x}^{\min} = Q_{m+x} - Q_{m+x}^{\min}$$

2. 계 통 실 행 조 건

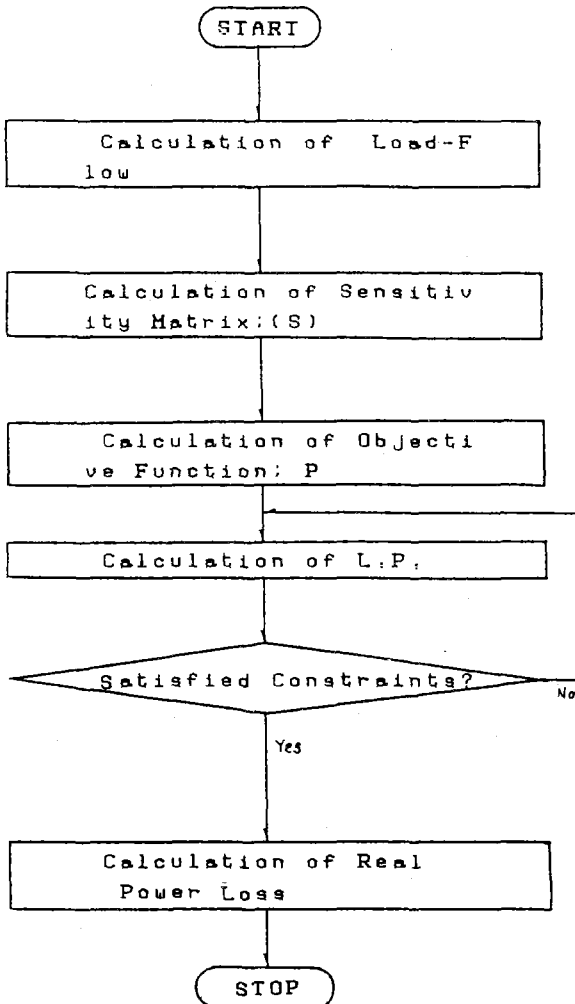
감도행렬에서 구하여진 계통특성정수를 이용하여 다음과 같은 계통실행조건식을 유도한다. 즉

$$\begin{bmatrix} \Delta Q_1^{min} \\ \vdots \\ \Delta Q_m^{min} \\ \Delta V_1^{min} \\ \vdots \\ \Delta V_n^{min} \\ \Delta t_{n1}^{min} \\ \vdots \\ \Delta V_1^{min} \\ \vdots \\ \Delta V_n^{min} \\ \Delta Q_{m+1}^{min} \\ \vdots \\ \Delta Q_{m+n}^{min} \end{bmatrix} \leq \begin{bmatrix} S_1^* \\ S_2^* \\ 1 \\ \vdots \\ 1 \end{bmatrix} \leq \begin{bmatrix} \Delta t_{n1}^{max} \\ \vdots \\ \Delta V_1^{max} \\ \vdots \\ \Delta V_n^{max} \\ \Delta Q_{m+1}^{max} \\ \vdots \\ \Delta Q_{m+n}^{max} \end{bmatrix} \quad (5)$$

이다.

여기서 S_1^* : 무효전력 감도계수
 S_2^* : 전압 감도계수

3. 계산 흐름도



4. 결론

- 1) 전압, 무효전력의 최적제어에 관한 알고리즘을 제시하였다.
- 2) 본 알고리즘을 25모선 계통에 적용해 본 결과 만족할 만한 결과를 얻었다.
- 3) 본 알고리즘은 실제계통에도 적용가능 할 것이며, 계통이 클수록 그 효과는 더욱더 증가될 것으로 사료된다.

5. 참고 문헌

- (1) J. Peschon, D. S. Piercy, W. F. Tinney, and O. J. Tveit, "Sensitivity in Power Systems," IEEE Trans., vol. 87, 1968, pp. 1687-1696
- (2) J. F. Dopazo, O. A. Klitin, G. W. Stagg, and M. Watson, "An Optimization Technique for Real and Reactive Power Allocation," Proceedings of the IEEE, 1967, pp. 1877-1885.
- (3) I. Hano, Y. Tamura, S. Narita, and K. Matscemoto, "Real Time Control of System Voltage and Reactive Power," IEEE Trans., 1969, pp. 1544-1558.
- (4) S. Narita and M. S. A. A. Hammam, "A Computational Algorithm for Real-Time Control of System Voltage and Reactive Power, Parts I & II," IEEE Rrans., vol. 90, 1971, pp. 2495-2508.
- (5) R. R. Shoults and M. S. Chen, "Reactive Power Control by Least Squares Minimization," IEEE Trans., vol. 95, 1976, pp. 325-334.
- (6) E. Hobson, "Network Constrained Reactive Power Control Using Linear Programming," Paper F79 2 14-8 presented at the 1979 IEEE Power Engineering Society Winter Meeting, New York, New York.
- (7) R. A. Fernandes, H. H. Happ, and K. A. Wirgau, "System Loss Reduction by Coordinated Transformer Tap and Generator Voltage Adjustment," Paper presented at the 1978 American Power Conference, Chicago, Illinois.
- (8) H. H. Happ, "Optimal Power Dispatch," IEEE Transaction on Power Apparatus and Systems, vol. 93, 1974, pp. 820-830.