

配電線路의 電壓改善 對策에 관한 研究 (I)

金 豪 裕 : 韓國電氣研究所
 ** 盧 大 錫 : 韓國電氣研究所
 孫 守 國 : 韓國電氣研究所
 김 상 일 : 한전기술연구원
 손 준 근 : 한전기술연구원

The Study on the Voltage Improvement in Distribution Line(I)

Ho-yong Kim, Daeseok Rho, Sookook Son : KERRI
 Sangjun Kim, Ilkeun Son : KEPCO

Abstract

Recently, with the expansion of electronic equipment and computer facilities, good quality of services is required.

This paper describes how to improve distribution system voltage by the Tap position selection of P.Tr, by the decision of the optimal sending voltage in substation and we also developed three phase load flow program in distribution system.

Besides we have developed the digital recording voltmeter that will be utilized with personal computer system. This meter will be useful, economical and powerful.

1. 서론

최근 산업경제의 발전 및 생활수준 향상에 따라 우리나라 전력수요는 계속 증가하고 있으며 또한 전자 응용기기, 컴퓨터 설비등이 널리 공급되어 일상생활에서 전기 의존도가 높아져 전압변동이 적은 양질의 전력을 수용가에 공급하여야 한다.

그런데 배전계통은 전력계통의 말단에 위치하여 부하 및 설비등이 다양하여 전압양상을 예측하기 어려워 현장에서 전압관리의 정확도가 떨어지고 있다.

본 연구에서는 배전선로의 전압개선 대책에 관한 기법을 각 설비를 중심으로 제시하였으며, 전압측

정 및 전압관리에 사용되는 전압 기록계기의 개발에 대하여 소개한다.

2. 전압관리 현황 및 배전선로 모델링

2.1 우리나라 전압관리 현황

일반적으로 전압의 질에 대한 양부판정은 전압적정율(종일 적정율)에 의하여 판단된다. 이것은 30분 평균전압이 24시간 동안 허용전압범위(101V±6V, 222V±13V)내에 들어가는가를 실제 전압측정을 통하여 분석하는 것으로 전압관리의 적도가 된다.

표 2.1은 최근 몇년간의 수용가 전압측정 결과 종합표이다.

표 2.1 수용가 전압측정 결과 종합표

연도	용량 (MW)	최대전압시 (Off Peak)		최소전압시 (Peak)		총일 평균율			
		과다수	정당수	과다수	정당수	과다수	%		
1982	4,410	673	3,698	38	127	4,108	175	3,680	81.2
1984	8,960	262	8,580	18	93	9,628	169	9,430	95.6
1985	1,027	126	4,494	7	13	4,911	79	4,823	95.9
1986	3,217	88	3,145	14	19	3,131	87	3,095	96.2
1987	3,877	88	3,603	8	23	3,584	70	3,551	96.8

2.2 배전선로 모델링

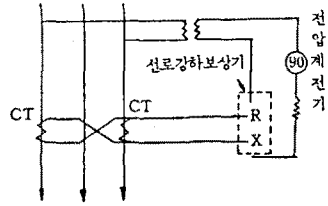
효율적인 배전계통의 운용을 위하여 실제계통 운용에 적합한 배전계통을 모델링 할 필요성이 있다.

본 연구에서는 부하 출력모델법으로 고압배전선로를 모델하였다. 이것은 배전계통을 표 2.2와 같이 두가지 요소로 나타내는 것이다.

표 3.2 설계용 전압조정

1987.12.1	5k 고압선 계차		5k 저압선 계간	
1-1:20-2	108	108	104	106
2-2:20-3	108	108	104	104
3-3:20-4	108	108	104	104
4-4:20-5	108	108	104	104
5-5:20-6	107	107	102	103
6-6:20-7	107	107	102	102
7-7:20-8	107	106	102	101
8-8:20-9	104	104	101	101
9-9:20-10	105	104	102	102
10-10:20-11	104	104	102	102
11-11:20-12	104	106	102	102
12-12:20-13	108	104	102	102
13-13:20-14	105	104	101	102
14-14:20-15	104	105	102	102
15-15:20-16	104	104	102	102
16-16:20-17	104	104	101	100
17-17:20-18	104	102	101	99
18-18:20-19	105	106	99	100
19-19:20-20	107	106	100	100
20-20:20-21	107	107	101	101
21-21:20-22	107	107	102	102
22-22:20-23	107	107	102	102
23-23:20-24	107	108	102	103
24-24:20-01	108	108	104	104

따라서 변전소의 송출전압을 부하전류의 크기에 따라 변화시켜 주는 전압강하 보상방법이 사용되고 있는데 이를 LDC(Line Drop Compensator)라 한다.

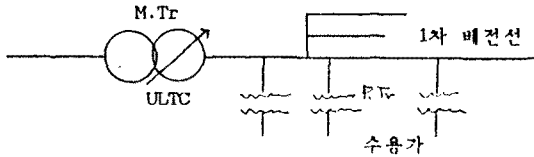


(그림 3.3) LDC회로도

3.2 배전용 변전소의 최적 송출전압 선정

3.2.1 ULTC의 전압보상

우리나라의 배전용 변전소에서는 전압조정을 위하여 그림 3.2와 같이 부하시 전압조정장치(ULTC)를 자동운전하고 있다.



(그림 3.2) 주변압기 ULTC에 의한 전압조정

위 그림의 주변압기에서 공급되는 수용가의 전압중 가장 높은 곳의 전압을 직하전압(V1(t))이라 하고 가장 낮은 곳의 전압을 말단전압(V2(t))이라 하면 ULTC에 의한 합리적인 전압보상에 대한 평가함수식은 (3.1)식과 같으며 이식을 최소화 시키면 목적한 전압분포를 구할수 있다.

$$J(t) = \{ V_{1max}(t) - V_1(t) * X_{mtr} / R_{mtr} \}^2 + \{ V_1(t) * X_{mtr} / R_{mtr} - V_{1min}(t) \}^2 \quad (3.1)$$

여기서, J(t) : 시각 t에서의 평가함수
 V1max(t): 허용전압 상한치를 직하전압으로 환산한 한지점
 V1min(t): " " 하한지점
 Xmtr : ULTC에 의한 최적전압 보상을 위한 전압보상용
 Rmtr : 전압측정시 ULTC에 의한 전압보상용

위 식의 Xmtr을 구하는 문제로 간략화 되며 평가함수가 최소가 되는 조건 dJ/dXmtr = 0 에서 구할수가 있다.

3.2.2 LDC의 최적정정

배전선로의 수용가 전압을 일정한 전압으로 유지시키기 위하여 부하중심점의 전압을 일정하게 유지시켜야 한다.

그러나 수용가의 전압상태를 고려하여 부하중심점을 찾고 그점에 유지할 전압을 선정하는 것은 쉬운 일이 아니다. 본 연구에서는 여러 불합리한 점을 제거하고 최적 직하전압과 그때의 부하전류 상관관계를 통계적으로 처리하여 유지할 전압과 비례요소(R,X)를 구하였다.

4. 배전 조류계산

본 연구에서는 전압조정에 따른 효과분석이나 보다 정확한 전압개선 대책을 세우기 위하여 삼상 조류해석 프로그램을 개발 하였다.

이것은 배전계통 각 지점의 전압강하와 전압상태를 정확하게 계산 할수 있으며, 전압관리의 예측도 가능하게 할수 있다.

조류계산의 알고리즘은 (그림 4.1)과 같으며 계통모형은 2절의 부하불력모델을 사용하였다.

5. 디지털식 전압관리 기록계기 개발

현재 전압 측정 및 분석에 기계식 전압관리 기록계기를 사용하고 있는데, 업무의 과중성을 초래하였을 뿐만 아니라 데이터분석의 정확도에서도 문제점이 많다.

본 연구에서는 샘플링 타임마다 평균전압치를 기록하여 6개월에서 1년분의 전압치를 저장 할수 있을 뿐만 아니라 PC에 연결하여 해석 할수 있는 기록계기를 개발하여 업무의 효율성을 향상 시켰을 뿐만 아니라 데이터 분석의 신뢰성을 향상시켰다.

기록계기의 구성도는 그림 5.1과 같다.

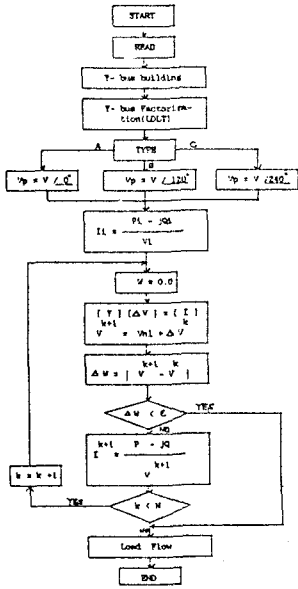
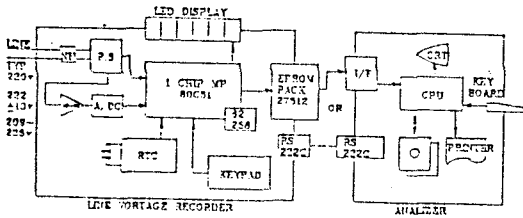


그림 4.1 배전선로의 최적부하전 흐름도



SPECIFICATION
 1) RECORDING MODE < SAMPLING TIME RECORD FORM
 SAMPLING VOLTAGE RECORD
 2) RECORDING ITEM
 1) 200V ~ 250V
 2) 200V ~ 250V
 3) 200V ~ 250V
 4) 200V ~ 250V
 5) 200V ~ 250V
 6) 200V ~ 250V
 7) 200V ~ 250V
 8) 200V ~ 250V
 9) 200V ~ 250V
 10) 200V ~ 250V
 11) 200V ~ 250V
 12) 200V ~ 250V
 13) 200V ~ 250V
 14) 200V ~ 250V
 15) 200V ~ 250V
 16) 200V ~ 250V
 17) 200V ~ 250V
 18) 200V ~ 250V
 19) 200V ~ 250V
 20) 200V ~ 250V
 21) 200V ~ 250V
 22) 200V ~ 250V
 23) 200V ~ 250V
 24) 200V ~ 250V
 25) 200V ~ 250V
 26) 200V ~ 250V
 27) 200V ~ 250V
 28) 200V ~ 250V
 29) 200V ~ 250V
 30) 200V ~ 250V
 31) 200V ~ 250V
 32) 200V ~ 250V
 33) 200V ~ 250V
 34) 200V ~ 250V
 35) 200V ~ 250V
 36) 200V ~ 250V
 37) 200V ~ 250V
 38) 200V ~ 250V
 39) 200V ~ 250V
 40) 200V ~ 250V
 41) 200V ~ 250V
 42) 200V ~ 250V
 43) 200V ~ 250V
 44) 200V ~ 250V
 45) 200V ~ 250V
 46) 200V ~ 250V
 47) 200V ~ 250V
 48) 200V ~ 250V
 49) 200V ~ 250V
 50) 200V ~ 250V
 51) 200V ~ 250V
 52) 200V ~ 250V
 53) 200V ~ 250V
 54) 200V ~ 250V
 55) 200V ~ 250V
 56) 200V ~ 250V
 57) 200V ~ 250V
 58) 200V ~ 250V
 59) 200V ~ 250V
 60) 200V ~ 250V
 61) 200V ~ 250V
 62) 200V ~ 250V
 63) 200V ~ 250V
 64) 200V ~ 250V
 65) 200V ~ 250V
 66) 200V ~ 250V
 67) 200V ~ 250V
 68) 200V ~ 250V
 69) 200V ~ 250V
 70) 200V ~ 250V
 71) 200V ~ 250V
 72) 200V ~ 250V
 73) 200V ~ 250V
 74) 200V ~ 250V
 75) 200V ~ 250V
 76) 200V ~ 250V
 77) 200V ~ 250V
 78) 200V ~ 250V
 79) 200V ~ 250V
 80) 200V ~ 250V
 81) 200V ~ 250V
 82) 200V ~ 250V
 83) 200V ~ 250V
 84) 200V ~ 250V
 85) 200V ~ 250V
 86) 200V ~ 250V
 87) 200V ~ 250V
 88) 200V ~ 250V
 89) 200V ~ 250V
 90) 200V ~ 250V
 91) 200V ~ 250V
 92) 200V ~ 250V
 93) 200V ~ 250V
 94) 200V ~ 250V
 95) 200V ~ 250V
 96) 200V ~ 250V
 97) 200V ~ 250V
 98) 200V ~ 250V
 99) 200V ~ 250V
 100) 200V ~ 250V

그림 5.1 전압관리 기록계의 구성도

6. 결론

배전선로의 전압개선시에 가장 큰 문제점은 전압추정과 정확한 분석이라 할 수 있다. 본 연구에서는 강력한 전압관리 기록계를 개발하여 전압추정과 분석의 신뢰성을 향상 시켰으며 이 데이터를 통계처리하여 보다 효율적인 전압관리 기법을 제시하여 배전선로의 전압개선을 도모하였다.

앞으로는 실계통 적용시의 문제점을 보완하고, 전압관리 전산화와 배전선로 보상장치에 관한 연구를 계속 추진 할 예정이다.

***** 참고문헌 * *****

1. 배전선의 전압조정과 관리 : 전기협동연구 24권 4호, 소화 43년
2. 고압배전선의 전압관리에 관하여 : 전력 제 50권 제 9호, 소화 41년 8월호
3. 배전용 변전소의 송출전압 개선 : 전력 제 50권 제 11호, 소화 41년 10월호
4. 배전용 변전소 최적 송출전압 결정수법에 관한 연구 : CRIEPI 연구보고 7406C, 소화 50년 3월
5. VOLTAGE REGULATOR APPLICATION (ON RURAL DISTRIBUTION SYSTEMS) : R.E.A 1973.1 REA BULLETIN 169-27
6. DISTRIBUTION SYSTEM LOSS ANALYSIS AND OPTIMAL PLANNING : THE UNIV. OF TEXAS AT ALINGTON, MAY 1980, DABID I-HO SUN
7. 배전계통 계획 및 운용을 위한 기초연구 : 한국전기연구소 6KG120, 1987.6
8. 배전선 전압관리 업무지침 : 한전 배전처 배전계획부, 1986.6