

## 태양광 분산 발전 시스템의 계통연계용 변압기탭 선정과 인버터전압조정 협조시험

**윤갑국\***, 조성수\*\*  
(주)에이스기술단\*, KEPCO 전력연구원\*\*

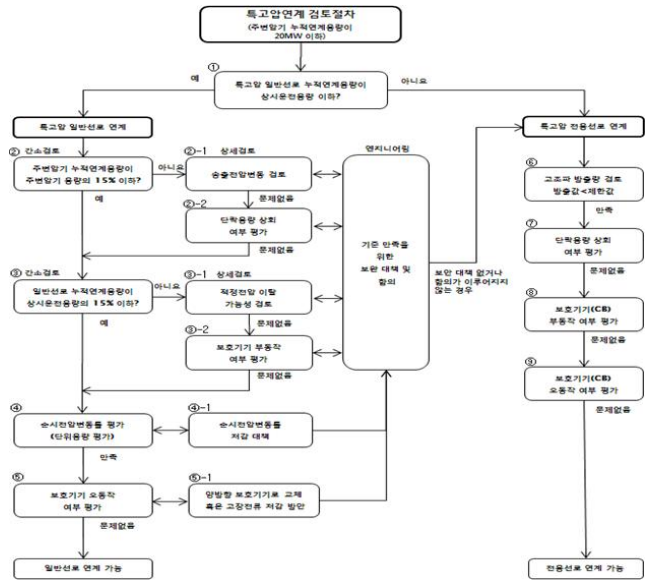
### C00rdinated Testing between transformer Tap Selection and Inverter Voltage Control in the PV Distributed Generation system

Yoon kap koo\*, CHO SeongSoo\*\*  
ACE Engineering Inc\*, KEPCO\*\*

#### 1. 요약

- 시험대상: 영월태양광 4,990kW(998kW x 5호)
- 13.07.31 연계기술검토회의
- 13.08.28 한전검토결과: 인근변전소 영월S/S(40MW) 초과로 10.8km 지점의 평창 D/L 평균간 347호 주진S/S에 다음의 보완대책과 연계 권고
  - 문제점: 적정전압이탈 및 순시전압변동률 유지불가
  - 연계기준만족을 위해 한전에서 제시한 보완대책 : 계통용량증설(설비보강), 연계용량 감소 및 전용선로 연계
- 14.01.09 분산형설치자의 용역사(에이스기술단)에서 송배전용전기설비 이용규정과 연계기준 만족을 위한 보완대책 제안
- 태양광발전시스템 인버터 자동전압(역률/무효전력) 조정기능 및 감시설비 구비
- 최적 공동연결점 선정: 분산형전원으로 부터 전기적으로 가장 가까운 영월D/L 영월S/S측 에 개폐장치설치 하고 주진S/S 측으로 연계
- 14.01.29~06.19 한전(전력연구원)의 유효성 검토
  - 보완대책 기술적 유효(실증시험 시행 후 시행공문 발송 예정)
- 14.08.08 송배전용전기설비 이용규정 개정에 따른 협의
- 변압기 대당 20MW에서 25MW
- 변전소 전체 60MW에서 75MW까지 허용
- 영월 S/S 측 문곡/영월 D/L 연계 공사 협의
- 14.10.04 사용전검사, 한전계통연계운전 시작
- 인버터 고정역률(99.9~100%) 운전 시험
  - 14.11.21 22.9kV 계전기(SEL-751) 5대, 15분 간격 자료저장
  - SEL-751/USB to RS232C/노트북 15분간격 측정(첨부)
- 14.03.07 인버터 역률 95.0% 조정 15분간격 측정(첨부)
- 변압기탭 선정과 인버터전압조정협조시험 계획
  - 변압기탭을 현장에서 상하 1탭씩 변경
  - 인버터역률을 인버터공급사에서 원격조정
  - 22.9kV 보호계전기 SEL-751, 15분 간격 측정
  - 인버터 370V 계전기 K-PAM DG3000/현장감시설비 연계
  - 15분 간격 측정 저장
  - 현장감시설비/인버터 연결 원격측정(첨부예정)

#### 2. 연계검토절차



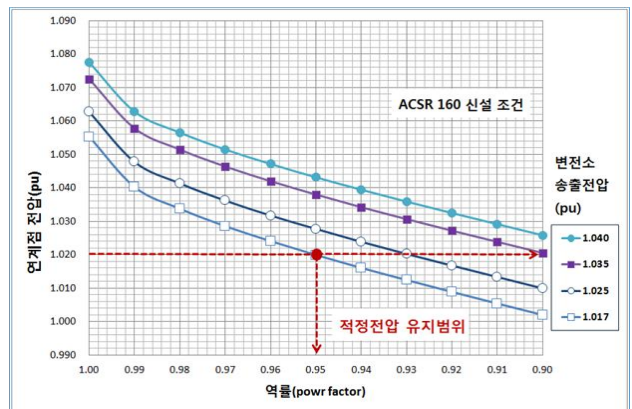
#### 2-2 적정전압이탈 가능성 및 순시전압 변동 평가 허용기준 초과(2013.08.28.)

항목	인버터운전 역률	공동연결점 기준	공동연결점 예상	결과
적정전압 상한	99.9%	13,488V	13,814V	기준초과
순시전압 변동	99.9%	4%	6.1%	기준초과

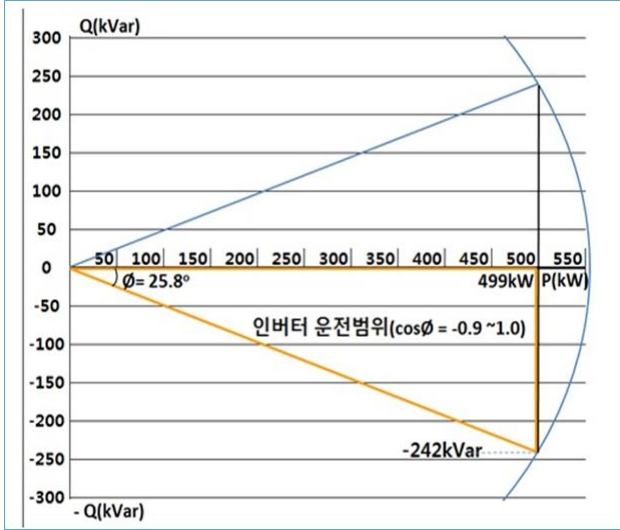
#### 2-1 분산연계정보



#### 2-3 변전소 송출 전압별 인버터 적정 운전역률 범위



2-4 한전기준과 인버터 특성곡선내의 운전범위

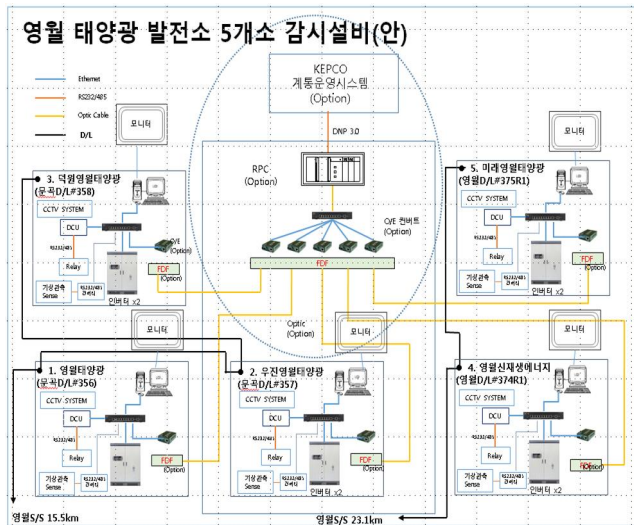


2-5 일정역률(99.9~100%) 유효/무효전력과 전압

시험일자: 2014년 11월 21일(금), 측정점: SEL-751 FEEDER RELAY

명칭	hh:mm	P (kW)	PF (%)	Q (kVAR)	AΦ (V)	BΦ (V)	CΦ (V)
영월	13:45	-424.903	-100.0	2.557	13,322.46	13,310.06	13,236.61
	14:00	-401.044	-100.0	2.915	13,300.07	13,260.65	13,223.56
	14:15	-355.218	-100.0	1.045	13,300.26	13,267.85	13,211.05
	14:30	-303.503	-100.0	2.392	13,333.29	13,301.11	13,199.97
우진	13:15	-606.696	-99.9	26.687	13,248.01	13,328.80	13,305.71
	13:45	-563.279	-99.9	21.839	13,234.95	13,322.53	13,291.79
	13:45	-563.279	-99.9	21.839	13,234.95	13,322.53	13,291.79
	14:00	-535.470	-99.9	17.560	13,205.84	13,311.81	13,278.83
덕원	14:15	-478.094	-100.0	5.016	13,219.25	13,315.38	13,286.94
	13:45	-554.524	-99.8	31.221	13,243.67	13,339.88	13,299.95
	14:00	-532.131	-99.9	23.639	13,216.75	13,329.35	13,283.96
	14:15	-468.384	-99.9	15.183	13,221.83	13,324.25	13,276.50
영신	14:30	-411.718	-99.9	13.519	13,238.53	13,363.99	13,321.26
	14:45	-389.582	-99.9	14.300	13,236.82	13,357.94	13,309.30
	13:15	-581.043	-99.9	29.045	13,008.10	12,979.20	13,072.47
	13:30	-568.816	-99.9	27.866	12,999.16	12,971.30	13,050.53
미래	13:45	-529.498	-99.9	20.823	13,027.46	13,000.85	13,086.04
	14:00	-495.520	-100.0	14.111	12,928.18	12,921.70	12,991.50
	13:30	-567.070	-100.0	14.796	13,051.76	13,013.35	12,993.80
미래	13:45	-530.792	-100.0	8.512	12,978.20	12,915.51	12,904.08
	14:00	-505.181	-100.0	7.681	13,025.19	12,955.07	12,937.15

2-5 영월 태양광 발전소 5개소 감시설비(안)



2-4 역률제어 현장시험 측정치 (2015.03.08)

미래영월태양광  
2015년 03월 07일, 운량: 없음

TIME	P	PF	Q	VAB_MAG	VCA_MAG	VBC_MAG
15:15	-593.310	-1.000	16.701	23195.44	23227.78	23067.60
15:30	-531.157	-1.000	8.254	23195.28	23205.45	23033.05
15:45	-486.923	-0.973	-115.213	22981.11	23030.91	22865.85
16:00	-439.403	-0.972	-105.945	22981.76	23024.48	22878.23
16:15	-378.007	-0.972	-91.851	22880.88	22968.55	22768.63
16:30	-313.663	-0.955	-97.493	23022.20	23071.91	22887.90
16:45	-253.577	-0.958	-76.069	23180.45	23209.21	22990.93
17:00	-203.829	-0.962	-57.755	22803.67	22840.62	22677.91
17:15	-146.295	-0.970	-36.622	22651.28	22657.75	22472.29

- 15:15 593.32kW 발전
- 역률: 100%(기준)
- V: 13,373.51V (13,221.32V 대비 2.7% 상승)
- P: 593.310kW
- Q: 16.701kVar
- 15:45 486.923kW
- 역률: 97.3%(2.7% 낮춤)
- V: 13,255.55V (13,221.32V 대비 0.26%상승)
- P: 486.923kW
- Q: 115.213kVar

3. 결 론

영월태양광 4,990kW(998kW x 5호)를 특고압 일반선로에 연계코자 할 때, 당시 연계 기준 상 누적연계용량 한도초과와 적정전압 이탈로 보완대책이 필요하였다. 한전은 발전사업자의 제안을 수용하여 누적연계용량을 상한 조정하였고, 인버터 전압(역률/무효전력) 조정보완대책의 유효성 검토를 시행 중이다. 발전사업자와 한전의 요청으로 태양광 분산발전 시스템의 계통연계용 변압기 탭 선정과 인버터전압조정 협조시행을 실시하는 과정에서 인버터의 전압 조정 유효성은 입증되고 있으며, 변압기 탭 조정과 협조시험에 대하여는 향후 시험결과를 기대한다.

[참 고 문 헌]

- [1] 윤갑구, 분산형전원 배전계통연계 문제점과 보완대책, 대한전기학회 2014년 하계학술대회, 2014.7.17
- [2] 정강, 한전의 분산형전원 배전계통연계 기술기준, 2015년 제1회 전기설비 안전관리를 위한 기술세미나, 2015.3.13
- [3] 윤갑구, 분산형전원 배전계통연계 활성화 보완대책, 2015년 제1회 전기설비 안전관리를 위한 기술세미나, 2015.3.13
- [4] 조성수, 분산형전원 배전계통연계 보완대책 유효성 검토, 2015년 제1회 전기설비 안전관리를 위한 기술세미나, 2015.3.13