

주1) 기본요금 = 계통피크시간대 최대역송전력 × 피크기여율 × 단가(4,560원/kW월)

주2) 기본요금 = 보장전력 × 단가(4,560원/kW월)

※ 집단에너지사업자 총발전용량 : 1,014Mw

평균보장성 전력용량 : 565Mw

보장전력은 계절별로 사업자가 한전에 무리없이 공급가능한 보장성 전력을 자체적으로 결정하여 사업자별로 한전과 계약을 체결하며 이를 수행하지 못할 경우에는 아래의 수행도지수 적용기준에 따라 제재를 받게 된다.

수행도 지수는 한전이 보장성 전력에 대한 사업자의 신뢰성을 확보하는 수단으로 금번 개선안에서는 수행도지수 달성에 대한 사업자의 부담을 최소화시키는 선에서 수행도지수를 마련하였다.

구 분	기준 수행도 지수	기 본 요 금	
		차등지급	0
주간 및 저녁(14시간)	60%	이상	미만
심 야(10시간)	40%	이상	미만

나. 시행시기 : 99. 7. 1

동 개선안의 시행시기는 최근 산업활동 위축에 따른 한전의 과도한 전력예비율 상승 및 역송단가 인상에 따른 한전의 추가부담 등을 고려, 시행시기를 99. 7. 1로 조정하였다.

4. 맺는말

이번 역송전력개선안은 한전이나 사업자 모두 만족할 만한 수준은 되지 못한다. 다만 진정한 독립발전사업자(IPP)라고 칭할 수 있는 사업자 하나 변변히 없는 국내전력산업구조하에서 사업자간의 협의를 통해서 보장성전력 개념을 도입한 전력수급계약의 기본토대를 마련했다는 점에서 나름대로의 의미를 찾을 수 있을 것이며 이러한 적은 움직임이 국내외의 개방압력에 시달리고 있는 국내전력산업에 신선한 자극제가 됐으면 하는 마음이다.

열병합발전설비 고장 · 사고 사례 및 대책

황 계 연 부장 · 이 영 찬 대리
한국전기안전공사 전력설비검사단

(02) 440-2625

1. 서 론

열병합 발전설비는 수용가 자체제품 공정라인에서 발생하는 폐열, 폐스팀, 부생가스 등을 이용한 증기생산 및 전력생산 또는 지역난방 등에 활용하므로써 에너지 이용면에서 효율성 제고와 부가가치의 극대화를 기할 수 있는 중요설비로서 부각되어 가고 있고 지역적 여건에 따라 대형화 추세로 가고있는 실정이다.

그에 따른 발전설비에 대한 안전성 확보는 생산성과 직결되므로 아무리 강조하여도 지나침이 없을것 같다.

발전설비의 안전성 확보를 기하기 위해

① 발전설비의 설치 초기단계에서부터 철저한 시공, 관리, 감독이 필요

- ② 설비의 신뢰도 향상을 위한 내용년수를 초과한 노후설비의 적기대체
 - 사전 예산확보 등의 대책 필요
- ③ 사고발생시 정확한 원인규명과 더불어 수용가간에 사고사례를 공유화할 수 있도록 FEED BACK화 하여 유사 사고사례 방지
 - 유사사고 발생시는 신속한 대처로 정전시간 및 고장구간 최소화
- ④ 고장기에 대한 설비의 이력관리카드 작성
- ⑤ 첨단장비등을 이용하여 발전설비의 진단주기화
 - 자체능력 부족시 전문업체에 기술지원방안 강구
- ⑥ 인적요인(오조작, 안전수칙미준수, 작업과실등)으로 인한 사고방지 대책 강구

- 직원에 대한 안전교육, 정신교육 및 전문교육 강화 등이 필요시 된다

다음은 검사시 현장에서 자주 발생하였던 사고사례를 간략하게 기술하여 FEED BACK 중간자로서의 매개체 역할을 하고자 한다.

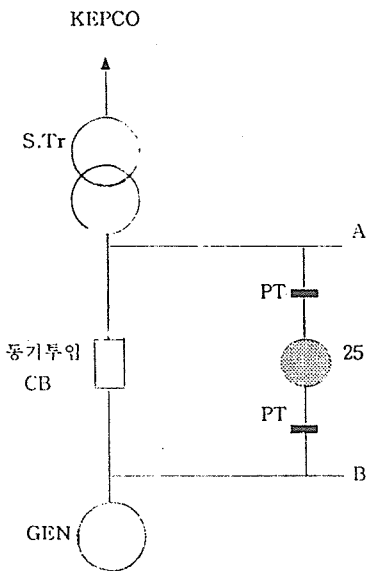
2. 열병합발전설비 고장 · 사고사례

가. [사례 1] 자가상용발전기 동기투입 불량

1) 상황

시험운전을 하는 과정에서 발전기를 전력계통과 병렬운전하고자 동기투입하였으나, 승압용 변압기의 비율차동계전기(87T)가 동작되어 발전기 및 차단기가 Trip 되어 발전설비의 가동이 지연됨.

2) 전력 계통



◀ KESCO측과 GEN 동기검정조건 ▶

A단과 B단의 전압위상을 동기검정계전기(25)로 측정하여 양단간의 전압 위상이 같게 될 때에 차단기의 투입조작이 가능하고, 이때의 출력신호는 자동 혹은 인터록된 수동조작이 가능하다.

3) 원인분석 및 문제점

- 가) 원인 : 전력계통과 발전기간에 동기가 안맞았으나 동기검정계전기 회로에서 결선 불량으로 동기가 맞은 것으로 인식되어짐.
따라서 발전기는 동기탈조되고 변압기 사고로 이어졌음.

나) 원인분석 :

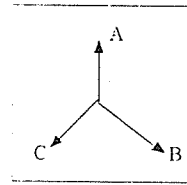
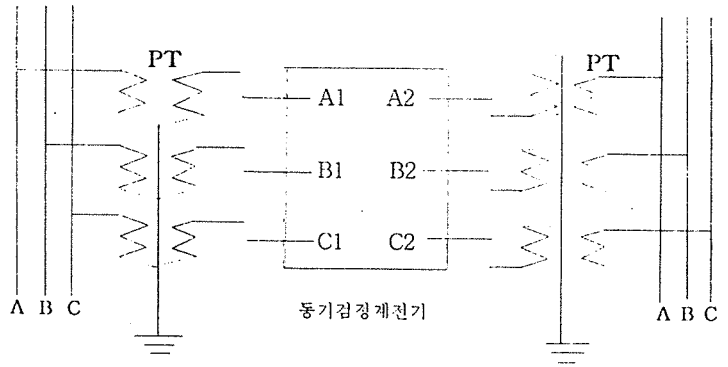
□ 전압변성기(PT) 결선검토

전력계통측(X)과 발전기측(Y)에 있는 PT의 2차결선이 성형(Y)결선으로 되었으나 극성이 다르므로 실제 A와 B측간에는 전압의 크기는 같으나, 위상에서는 차이가 발생되고 있음.

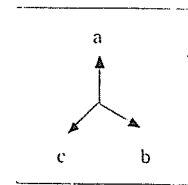
계통측(X)

◀ PT 결선도 ▶

발전측(Y)

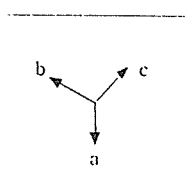


1차



2차[계통측]

Y - Y



2차[발전측]

Y - Y

◀ 백 타 도 ▶

다) 문제점

준공시점과 맞물리다보니 기기설치 후 회로별 Sequence Check에 대한 심도있는 검토가 이루어지지 않은 상태임.

4) 조치방향 및 대책

가) 설계도면 측면

- 3선 단선결선도에서 PT, 동기검정계전기 등이 특성에 맞도록 도면화 되었는가 확인

나) 시공측면

- 동기투입용 차단기의 양단측에 설치된 PT 결선을 변압기, PT 각변위를 고려하여 1차, 2차 배선하고 배전반의 이면 결선도가 작성되었는가를 확인

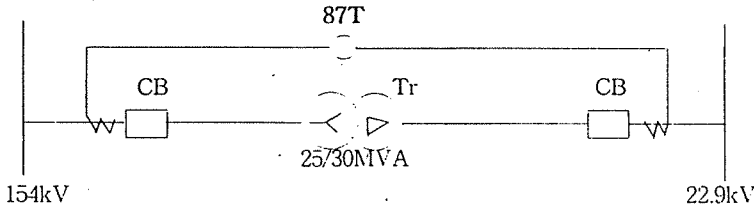
다) 준공시험

- 동기투입용 차단기의 양단측에 설치된 PT를 이용하여 동기검정계전기의 기준단자에서 발전기 및 계통측으로 각각 가압하여 전원 위상을 측정하여 발전기 및 전원계통측 위상이 일치하는가를 시험하여 회로의 결선 상태를 확인
- 동기검정계전기의 위상특성 시험치를 확인

나. [사례 2] 주변압기용 차동계전기의 CT회로 오결선

1) 상 황
주변압기(3 ϕ 154kV/22kV 25/30MVA)의 보호계전기 이면배선이 오결선되어 변압기 충전시험시 차단기가 동작되는 사고가 발생

2) 전력 계통



3) 원인분석 및 문제점

가) 원인 : 변압기보호반에 설치된 차동계전기(87T)의 CT회로 오결선

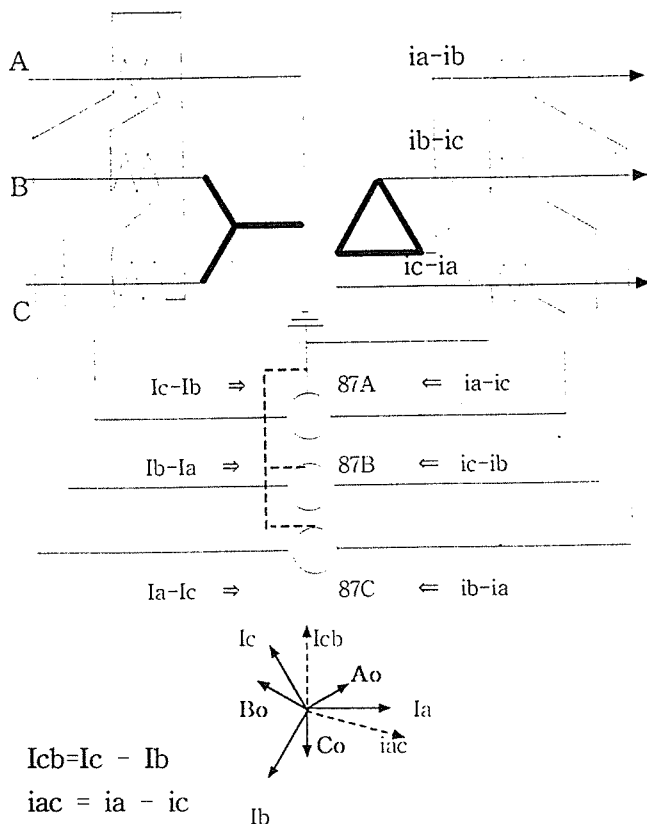
나) 원인분석 :

□ 전압변류기(CT) 2차회로 결선검토

M.Tr의 1, 2차 CT결선이 벡터적으로 차전류가 발생되지 않도록 결선하여야 하나 2차측 CT 오결선으로 인하여 차전류가 발생되어 차동계전기(87T)가 동작됨.

◀ 결선검토 ▶

□ 현장 오결선 상태



87B ϕ 에는 I_{ba} 와 i_{cb} 의 차전류 B_0

87C ϕ 에는 I_{ac} 와 i_{ba} 의 차전류 C_0

가 흘러 87T 동작

다) 문제점

변압기 보호용 차동계전기의 회로시험 미흡으로 변압기 부하운전시 변압기 1, 2차측 차단기 트립동작으로 부하운전 불가

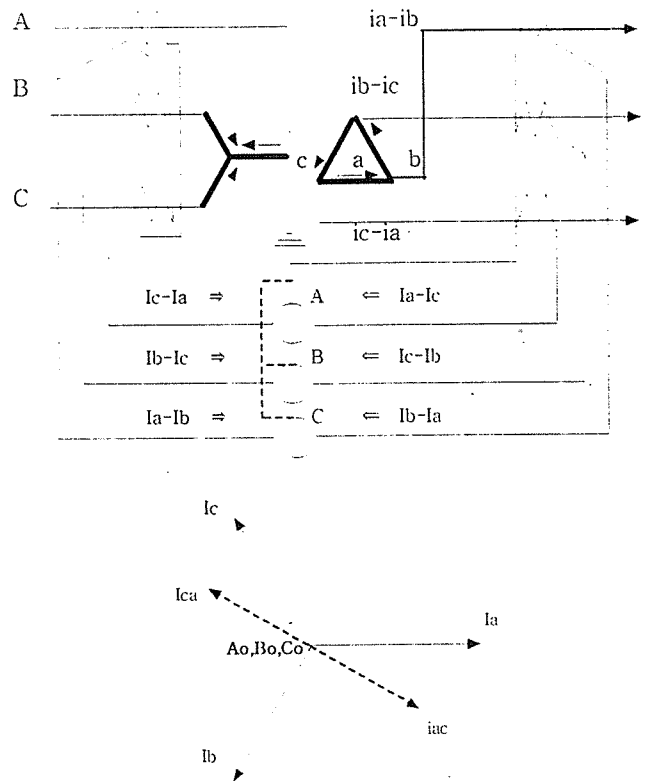
4) 조치결과 및 대책

변압기보호반에 설치된 차동계전기(87T) CT회로의 오결선된 부분을 수정하여 보호계전기 및 차단기가 정상동작할 수 있도록 조치.

(아래그림 참조)

※ M.Tr 결선시 1차측을 기준으로 하고, 항상 1차측과 2차측의 같은 상전압(H1: X1)을 비교하여 사고를 미연에 예방

□ 정결선으로 수정한 상태



※ 87A ϕ , 87B ϕ , 87C ϕ 의 차전류(A_0 , B_0 , C_0)는 1차, 2차 유입전류에 의해 상쇄되고, 적정한 TAP 선정에 의해 차전류가 흐르지 않는다.

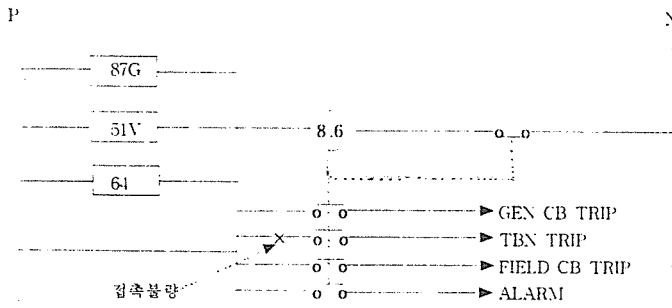
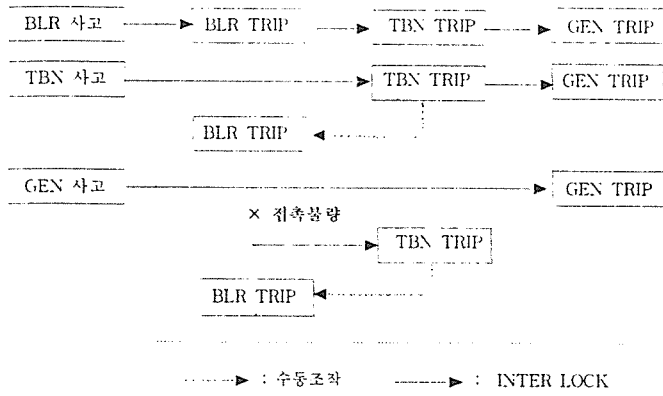
다. [사례 3] LOCK-OUT RELAY(86)의 제어회로 접촉불량

1) 상 황

증기터빈 및 발전기(6.6kV 39,000kW) 정기검사시

기기의 보호장치에 대한 종합연동시험을 하는 과정에서 TRIP 신호지령에 의한 터빈의 가동이 중지되어야 하나 계속 가동되고 있어 시정조치한 사례임.

2) TRIP INTERLOCK 계통도



3) 원인분석 및 문제점

가) 원인 : 발전기 보호용계전기의 LOCK-OUT RELAY(86)에서 TRIP용 DC 제어회로 접촉불량

나) 원인분석 :

□ DC 제어회로 구성검토

발전기 보호용계전기(87G, 51V, 64) 동작시 터빈 MSV가 신속하게 차단되어야 하나, 86 RELAY의 DC 제어회로 접촉불량으로 TRIP 회로가 구성되지 않아 사고임에도 불구하고 터빈은 계속 가동됨.

다) 문제점

사고차단 상실로 인한 발전설비 안전운전에 사고요인 잠재

4) 조치방향 및 대책

□ 발전기보호반의 86 RELAY 접촉불량개소를 사전에 제거하여 발전설비의 보호회로 및 제어가 정확히 동작될 수 있도록 조치

□ 기업체 자체계획 예방정지기간(OVERHAUL)

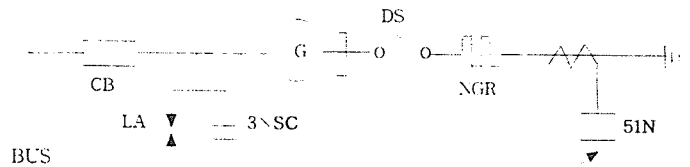
에 발전기 및 터빈에 대한 보호장치 회로점검강화

라. [사례 4] 발전기 SURGE ABSORBER의 보호 콘덴서 열화로 인한 소손

1) 상황

출력 30MW로 부하운전중에 발전기 SURGE ABSORBER의 보호콘덴서 소손으로 지락과전류계기(51N)가 동작되어 차단기가 TRIP된 사례임.

2) 전력계통



3) 원인분석 및 문제점

가) 원인 : 발전기 SURGE ABSORBER의 보호 콘덴서 B ϕ 소손

나) 원인분석 :

□ 발전기 SURGE ABSORBER의 보호콘덴서(B ϕ) 노후화로 절연이 파괴되어 지락되므로써 지락과전류계전기(51G)가 동작되어 발전기가동이 중단됨.

다) 문제점

발전기 SURGE ABSORBER 보호콘덴서와 같이 장기적으로 사용되는 설비에 대한 사고 예방 정비대책이 미흡함.

4) 조치방향 및 대책

□ 장기간 사용설비에 대한 점검 및 정비주기 정립

- 정지시 마다 육안점검 및 자체점검시행
- 활선상태에서 점검할 수 있는 장비 활용 (적외선열화상탐지 장치등을 이용한 과열개소 집중관리)
- 노후설비에 대한 예비품 확보

마. [사례 5] 차단기 TRIP FREE회로 불량

1) 상 황

170 GIS 사용전검사중 변압기 1차측 차단기를 투입조작시 TRIP 신호를 주었을 때 차단기가 TRIP - CLOSE를 계속 반복하는 PUMPING 현상이 발생됨.

2) 원인분석 및 문제점

가) 원인 : 170GIS 차단기에 대한 TRIP-FREE 시험중 변압기 1차측 보호용 51P 계전기를 동작시킨 상태에서 차단기조작용 SW를 CLOSE 상태로 조작시 차단기가 TRIP - CLOSE 동작을 계속하는 PUMPING 상태가 발생됨.

나) 원인분석 :

- 차단기 내부에 설치되어 있는 TRIP-FREE용 AUX, RELAY CY 동작특성 중 PICK-UP TIME이 늦으므로 인해서 발생
- 차단기 투입회로중의 AUX, RELAY CY "b" 접점동작 시간과 차단기 투입코일 동작으로 인한 "52a(R,S,T) 보조접점간의 협조 불일치로 차단기 투입신호가 지속되는 동안 차단기 PUMPING 동작은 계속됨.

다) 문제점

- TRIP 우선장치 및 PUMPING 방지장치를 갖추지 못하여 차단기 투입중 변압기 및 기타 전력기기의 사고등으로 TRIP 신호발생시 차단기는 PUMPING 동작을 계속하게 되어 차

단기 손상 및 계통사고 유발

3) 조치결과

- CY 보조계전기를 교체하여 동작시간을 단축 하므로써 접점간의 협조를 이루도록 조치

구 분	교체한 계전기	오작용 계전기
TYPE	CH 6N/G(LG산전)	CH 5/G(LG산전)
동작시간	12 - 16 ms	45 - 50 ms

3. 결 론

전력산업의 전원개발에 따른 투자재원 조달문제, 발전소 부지 확보문제, 환경규제사항 등 현실적인 제약요인을 고려해 볼 때 전력의 안정적 공·수급을 위해 민자 발전산업의 확대는 불가피 할 것으로 보인다.

'98. 8월말 현재 자가용 열병합발전소의 설비용량은 4,577MW(총179기)로서 사업용 발전설비용량(42,558MW)대비 약10.8%의 점유율을 보이고 있다.

자가용 열병합발전소의 지속적인 발전 및 국제화에 따른 국가경쟁력을 높이기 위해서는 설비의 안전성 확보 및 자가용열병합 발전설비 분야의 기술력 자립에 대한 인식전환이 어느때 보다도 절실하게 요구되어지고 있다.

이러한 취지에서 열병합발전소에서 자주 발생하는 사고사례를 기술하였는바 기술정보 및 사고사례 공유화에 다소나마 도움이 되었으면 한다.

※ 도시가스용 천연가스 도매요금 인하조정

한국가스공사에서는 도시가스요금 원료비 연동제 시행지침에 의거, 아래와 같이 도시가스용 천연가스 도매요금을 인하조정하고 1998년 10월 1일부터 시행하고 있다.

이는 금년 8월부터 실시한 도시가스 요금연동제의 첫번째 가격조정으로 지난 3/4분기 LNG 기준 유가의 안정에 의한 것이다.

특히, 열병합발전 및 집단에너지용 인하된 가스요금을 적용받을 수 있도록 회원사 및 열병합발전 운영업체는 주의를 기울여야 할 것이다.

도시가스용·천연가스 도매요금 조정내역 (단위:원/m³)

구 분	현 행	조 정	증 감(%)	
주택·난방용	333.08	310.94	△19.14(△5.8)	
일반용	282.28	263.14	△19.14(△6.8)	
냉방용	161.59	161.59	-	
산업용	264.92	245.78	△19.14(△7.2)	
열병합 및 집단에너지용	동절기	297.50	278.36	△19.14(△6.4)
	하절기	235.55	216.41	△19.14(△8.1)
	기타월	264.92	245.78	△19.14(△7.2)
평 균	313.96	294.82	△19.14(△6.1)	