

가치의 터빈 구성설비를 추구하고자 부속 기자재 납품업자와 협력체제를 구축하여왔으며 고품질을 유지하면서도 최소기간과 최소비용으로 실행될 수 있음을 입증하여왔다.

Rotor의 제작기간을 단축하기 위해 단조제품의 주관매자의 생산계획에 Slot를 추가로 확보하는 등 최단기간내에 증기터빈 선진 제작사가 주문된 Rotor의 제작능력을 확보하도록 하였다.

전산망 구축(EDI)에 의한 기술관리 체제 이용등 자동화된 생산설계시스템 이용으로 제작주문시 신속하고도 자동화된 시스템에 의해 주문사항을 공유하므로써 제작을 위한 설계가 즉시 착수될수 있도록하였다.

현재, 주문량의 1/2정도는 본 시스템을 통해 직접 실행한다.

(4) 독창적 제작방법

Front standard, Valve Gear, Oil System과 같은 주요 조립부품들은 설비가 최종 조립되기전 총체적 조립 및 검사되어지는 제작 시스템을 구축하므로써 전체적인 제작기간을 단축시켰다.

(5) 포장 및 운송기술의 향상

제작공장에서의 증기터빈의 조립, 포장 및 운송기술의 향상은 건설현장으로의 인도기간 단축에서 운전병입까지 전체적인 건설공정을 단축시켰다.

또한 건설현장에서 종합건설공정에 영향을 주는 설치공사시 예기치못한 돌발사태로 인한 작업진도의

지연을 최소화할수 있게 되었다.

5. 결론

현재까지 보아왔듯이 증기터빈 선진제작사는 산업용 및 열병합발전용으로 사용하고자 하는 여러 사업주들의 욕구를 만족시키기 위하여 수많은 혁신과 노력을 기울여왔다.

과거의 터빈에 대해 끊임없는 기술개발을 통한 개선 증진노력을 기울이고 있지만 과거의 Wheel-and-Diaphragm설치 및 수평분할 형태의 Single Casing설계방식 등은 현재도 그대로 이용 채택되고 있다.

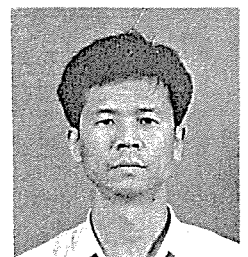
이렇게 실증된 특징들은 증기터빈 선진 제작사의 설비를 설비성능, 신뢰도, 운전성, 유지보수 및 설비수명 측면에서 비교우위를 확보하게 하였다.

선진 제작사는 열거된 설비의 생산시스템 강화를 통하여 이러한 강점을 갖게될수가 있었다.

정책적으로 증기터빈 선진 제작사는 새로운 형식에 적용될 뿐만아니라 산업Plant현장에서 이미 세계적으로 널리 채택 운전되고 있는 재래의 많은 터빈들도 설비개선할수 있도록 생산시스템을 개발시키는 노력을 경주하고있다.

이러한 시도와 노력은 최근 개발된 기술을 통해 예전의 고가의 터빈 사용자에게까지도 디지털 제어 방식과 효율이 더욱 높은 Steampath부를 보유할수 있는 잇점을 가져다주었다.

발전기 자동 전압조정설비의 이해 및 관리



김 영 철
 님영엔지니어링 대표
 (02)598-7896

1. 개요

발전기에 있어서 발전기 단자전압을 일정하게 유

지(무부하시의 발전기)하는 제어부분이 있는데 이것을 자동전압 조정 설비(A.V.R)라 한다. 그런데 발전기를 병렬운전시 유,무효 전력분에 대한 고려와 발전

기 운전 곡선에따른 운전범위등을 고려 하여야 하는데 이에 대한 제어를 자동전압 조정 설비가 담당 하게된다.

자동전압 조정설비에 포함하는 각종 제어기능은 일반적으로 발전기 성능에 대한 제어 한계를 관리하는 부분에 있어서는 저,과여자 제한,계자 과전류 제한,발전기 과전압,고정자 과전류 제한 등의 기능을 갖는 제어부분과 계통의 유,무효전력과 전력의 조류에 대한 보상제어 부분으로 횡류보상회로가 있으며 그리고 주제어회로의 안정도에 대한 P.I.D, P.I제어회로를 적용하여 과도,정태 안정도에 대한 제어 특성을 관리 하는 부분,수동,자동 제어부분이 있을 경우 자동 추종기능의 제어부분이 있고 역률관리를 위해 자동전압 조정설비를 운영하는 대개의 한전외의 발전설비는 자동 역률제어 설비부분이 추가되어 있다.

이러한 제어회로는 결국은 이런 여러 제어신호를 이용하여발전기의 계자 권선에 계자전류의 공급을 제어하여 발전기고정자 권선의 유기기전력을 제어하는 역할을 하는 것이다 이것을 어떻게 계통의 환경 및 발전기의 성능에 맞게 안정되게 적절히 제어 하는것이 A.V.R의 책무가 되는 것이다.

2. 자동전압 조정설비 역할

1) 운전중의 발전기 전압을 일정하게유지

이것은 A.V.R의 대표적인 기능에 해당되는 부분으로 운전중 발전기 전압 변동요인을 보면 일정전압 제어의 외란으로 볼 수 있는 것으로 부하전력의 변동,회전속도의 변동,부하역률의 변동,발전기 여자계의 온도 변화로 먼저 부하 및 역률변화에 대해 생각해 보면 정상상태시 전기자저항은 무시하고 리액턴스 X_d 는 1.0정도로 무시 할수 있는 값이 아니며 이때 발전기 단자전압은 $V = E - j I_a X_d$ 이고 발전기 유기기전력 E 는 $E = K.n.I_f$ 로 나타낼수 있으며 이것을 역률에 따른 단 자전압을 일정하게 유지하기 위한 유기기전력의 변화크기를 벡터도로 그려보면 그림과 같게 된다

여기서 부하각의 변화에 따라 유기기전력의 변화가 크게 이루어져야함을 볼수 있으며 이는 유기 기전력의 공식에서 계자전류 I_f 를 크게 변화하지 않으면 일정한 단자전압을 유지할 수 없다는 것을 알수 있을 것이다.

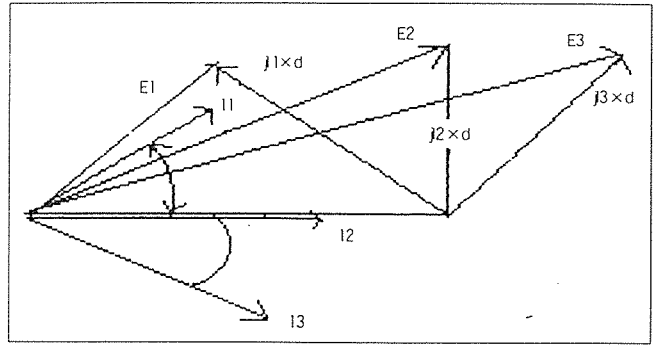


그림 1-1

2) 병렬운전시 발전기 상호간의 무효전력을 분담을 조정 하는 역할을 한다.

여기서 단독운전시는 발전기무효전력은 부하가 필요로 하는 무효전력으로 되나 발전기를 병렬운전시에는 병렬운전 발전기간의 무효전력분담을 하여야 하는 문제가 발생하게 된다. 예로 2대의 교류발전기 G1,G2가 병렬운전 된다고 하 면 내부기전력 $E1, E2$ 는 같은 위상이고 크기는 $E1 > E2$ 라 하면 두 발전기간에는 전위차가 있으므로 횡류 I_c 가 흐르게 된다.

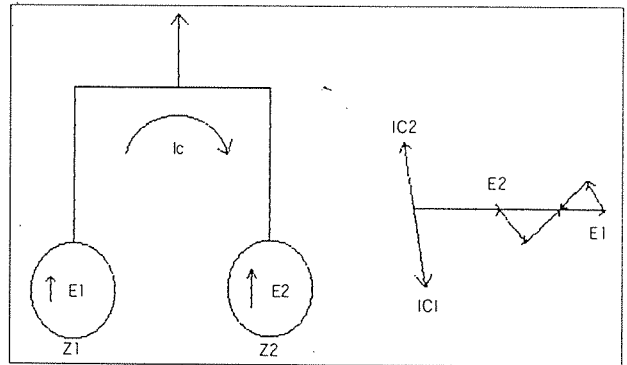


그림 1-2

$$I_c = (E1 - E2) / (Z1 + Z2)$$

$$V = E1 - I_c Z1 = E2 - I_c Z2$$

의 횡류와 단자전압이 되는데 여기서 $Z1, Z2$ 는 X_d 에 해당하며 I_c 는 $E1$ 에 대해서는 지연되고 $E2$ 에 대해서는 빨라지는 무효 횡류로 된다. I_c 의 전기자 반작용은 $E1$ 에는 감자, $E2$ 에는 자화시키는 상태가되어 발전기에 부하전류가 있는 경우 부하 전류에 이 무효횡류가 가해 지므로 발전기 전류의 역률이 변화게 된다.

발전기 역률은 발전기 내부기전력 즉 계자전류의 변화에 따라 변화게되고 이 변화의 방향은 여자를 크게 하면 역률은 낮어지고 적게하면 앞서게 되며

이는 결국 여자 조정에 의해 무효전력의 분담이 변화됨을 나타낸다.

3) 안정도를 향상시킨다.

교류발전기가 병렬운전에 있어서 동기를 벗어나지 않도록 안정되게 운전하여야 하는데 그 안정의 정도를 말하며 정상상태,과도상태에 대한 안정도가 있다.

첫째 정상상태시 안정도는 발전기의 계자전류를 일정하게 유지시키면서 부하를 서서히 증가시킬 때 동기를 유지할수 있는 경우로 정상안정 극한 전력이라 한다.

교류발전기의 출력 P는

$$P = \frac{3 EV}{X_d} \sin\delta \quad (\text{非 突極機})$$

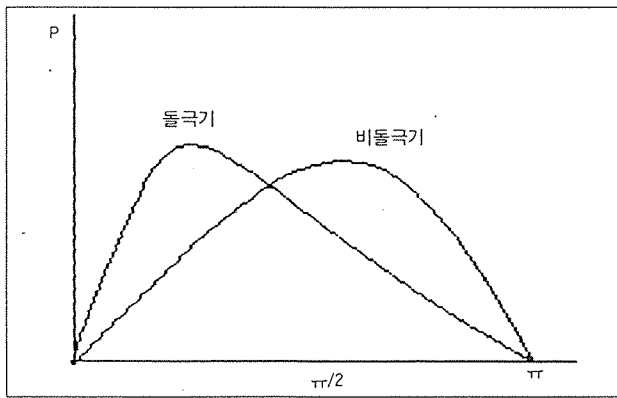


그림 1-3

그림에서 동기화력은 $dP / d\delta$ 로 구해지며 동기화력이 0 인점이 최대 출력이고 이것을 정상안정 극한 전력이라 한다.

극한전력이 문제가 되는 것은 내부기전력 E가 작아 지므로 동기화력이 작은 진상운전 영역이 된다는 것인데 여기에 AVR 동작이 가해지면 부하의 증가에 대해 단자전압이 일정하게 여자전류를 증가 하므로 동기화력은 크게되고 안정극한전력도 당연히 향상된다.

둘째, 과도안정도는 운전중에 계통의 고장(단락, 단선,지락)에 의해 급격한 외란이 생겼을때의 안정상태를 유지 할 수 있는 정도를 말하며 과도안정 극한 전력으로 표시한다.

동기에서 부하를 변화 시키면 내부위상의 차이 각 δ 로 회전자의 계자위치가 변화 하여야만 한다.

그러나 급격한 부하가 변동될 때 회전자의 관성이 있으므로 그에 상응하는 내부 위상차이각으로 될 수 없고 그 전후에서 진동하다 최종위치로 되던지 또는

안정의 범위에 제어되지못하여 동기를 벗어나게 된다. 이 경우 안정 하게 운전할수 있는 극한이 과도안정 극한 전력이다.

AVR의 과도안정도에 대한 효과는 AVR의 속응도에 따라 차이가 있으며 속응성이 좋은경우는 발전기 부근점에 대한효과가 크며 속응도가 어느값 이상에서는 전혀 효과가 없게 된다.

4) 부하차단시의 전압 상승 억제

부하운전중 교류발전기가 사고에 의해 부하차단을 하게되면 발전기 전압은 $I_d \times X_d$ 분이 상승하게 된다. 이때 그림과 같이 AVR의 동작에 의해 이를 상쇄작용을 통하여 상승을 억제하게 된다.

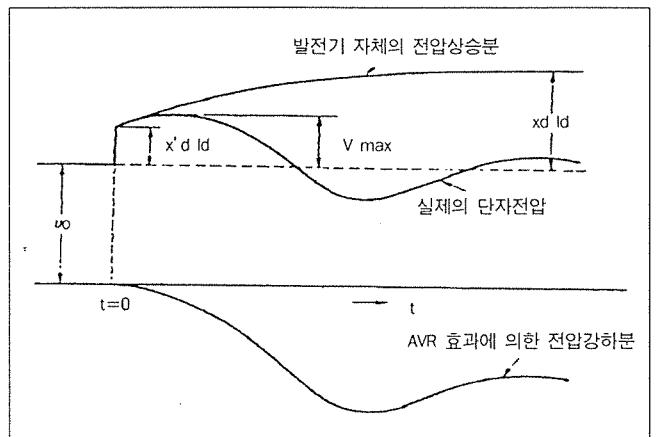


그림 1-4 부하차단시 단자전압 변화

3. 정기점검의 중요성 및 고장 유형

1. 정기점검의 중요성

역할의 내용에서 보듯이 발전기 운전에서 중요한 기능을 갖기므로 자동전압 조정설비는 주기적으로 점검을 하여 현재 운전 상태를 확인하므로 운전중에 일어날 수 있는 현상이나 고장에 대비할수 있으며 또한 각종 조정점,제한회로의 건전성 등을 확인하여야 운전중 발전기에 미치는 영향을 줄일수 있으며 발전기의 수명과 자동전압 조정설비의 운전 수명을 연장할수 있다.

2. 고장발생요소와 부품의 수명

자동전압 조정설비에는 여러종류의 전자 부품과 전기적인 부품으로 구성 되어있으며 이들부품 하나 하나가 갖는 수명은 설비 운전에서 직접적으로 영향을

미치는 요소가 되며 이러한 부품이 하나의 개별적인 동작이 아니라 조합에 의한 회로가 구성되어 있으므로 이러한 소자의 건전성은 전체적으로 정밀점검 하여야 설비의 건전성을 확보할 수 있다.

* 기계적인 마모에 의한 수명요인

해당부품 : 릴레이,가변저항,차단기

특성 : 온도,이물질에 의한 절연손상,전기접점 및 가동부 마모

예상수명 : 5 - 7년

* 밀봉파괴,누설에 의한 요인

해당부품 : 콘덴서류

특성 : 전해액의 건조에 의한 용량감소,누설전류 증가 현상

예상수명 : 5 - 7년

* 열적인 요인 및 환경에 의한 요인

해당부품 : 반도체 관련 부품,PCB,소켓류,터미널

특성 : 열적인 요인에 의해 반도체 소자의 수명과 오동작 발생 및 환경조건에 의해 PCB 및 소켓 등의 부식,접촉불량이 발생

예상수명 : 반도체 (정상조건에서 10년 정도) 기타는 6 - 7년

3) 자동전압 조정설비의 고장사례

1. 고장내용 : 전압조정이 불안정 하고 VAR메타의 난조 현상이 발생 및 진상운전범위가 좁고 자동 추종이 안됨

조치내용 : 제어카드의 불량 수리,가변저항,정류 류기 등을 교체

2. 고장내용 : 자동역률 제어가 안되며 시간대에 따라 역률이 진상과 지상으로 변화가 크게 발생

조치내용 : 역률검출신호 및 설정신호와의 차에 의한 추종회로 불량 및 발전기 전압 설정기의 불량으로 수리

3. 고장내용 : 정상운전중 갑작스런 발전기 전류 상승에 의한 발전기 정지

조치내용 : 각종조정 포인터에 대한 조정상태 불량 및 전류회로 결선불량 정비

4. 고장내용 : 발전기 전압의 동요 (잔압계 지시계의 흔들림이 심함)

조치내용 : 조정 포인터에 대한조정불량 및 단자연결부 접촉불량 및 저항 단자 단선

4. 결 론

이상은 고장조치 내용의 일부를 언급 하였으며 고장 형태는 항상 일정치 않으며 다양하게 발생 되는 것을 한전 발전소 근무하면서 경험 하였다.

이러한 고장에 따른 운전원의 입장에서 어떻게 대응 하여야 할지에 대해서는 고장형태에 따라 달라지지만 대체로 불안정한 동작에 대한 경우에 해당이 될텐데(다른경우는 대개 발전기 정지 사고로 이어짐) 이때는 전문적인 회로지식이 있어야 조정 포인터를 조정 할수 있다.

운전원이 조치할수 있는 방법은 1차적으로 수동운전을 하는 것 밖에는 없다고 판단됩니다.

자동전압 조정설비에 대한 조금이나마 도움이 될까 하여 두서없이 정리 하였던 것 같습니다 문제발생시 연락 주시면 자세한 응답을 드릴 것을 약속드립니다.

가스터빈의 排熱利用形態

본내용은 일본 CRS가주관한 열병합발전 심포지움 발표내용을 번역 하여 게재한 것임.

— 편 집 실 —

1. 서 언

에너지인 열의 CASCADE(다단식) 이용이 제창된

이래 그것을 구체화시킨 시스템으로 열병합발전이 주목을 받아 보급되어왔다.

즉, 화석연료를 연소시켜 열기관을 구동하여 발전