

Var Load 제어에 대하여 T4900, C6200, SIGMA, FLEXGEN

I Var Loadshare control by SELCO Controllers

Most of PMS controllers installed in a marine vessels are not controlling the automatic voltage regulators (AVRs). This means that the customers does not have automatic voltage stabilization and that sharing of reactive load (caused by bow trusters and other loads that includes coils) is done by droop.

FLEXGEN is actively able to stabilize the frequency (keep is at 50/60 Hz) as the load changes. Likewise FLEXGEN is able to share the load while the frequency stays at 50/60 Hz. To do this, FLEXGEN must have control of the engine RPM (speed) through control of the speed governor.

The same thing applies to the generator voltage and reactive load ? FLEXGEN can only stabilize the voltage (e.g. at 400 VAC) if it has control of the AVR. The AVR's are operating with voltage droop, so increases in reactive load will cause a drop in the voltage. When the voltage drops (or increases) 10% compared to nominal voltage, the voltage OK LED will turn off. Likewise the Frequency Establishment protection might trip (if enabled).

I have seen the above situation many times before. For some reason most people only consider frequency stabilization and active (kW) load sharing. This is all fine as long as the is very little reactive load (at a high power factor) ? . And when the AVRs are configured correctly for droop operation. Problem occur when people only focus on control of the governors and forget that (in some cases) there might be a relatively high amount of reactive load (e.g. PF around 0.6 when running bow trusters etc.). In the latter cases it is just as important to keep voltage and reactive load under control though adjustments of the AVR's.

When running in parallel try looking at the kW meters as well as the Ampere meters. Both should be equal ? you might find that you have kW balance but imbalance in ampere (together will imbalance in voltage on the gensets). The latter situation is a clear indication of missing control over the AVR's (no voltage control and reactive load sharing).

Also, with regard to fluctuations in load while loadsharing ? check the speed of the oscillations (variations). Its properly faster compared to what FLEXGEN could achieve though is speed INCR/DECR relay signals. If so, instability cannot be caused by FLEXGEN (prove it by unplugging the speed INCR/DECR signals).

Note)
The description above is copied from an email received from SELCO dated 2007-06-29

I SELCO Controller 들의 무효부하병렬제어

대부분의 선박 MSBD 에 설치되어 있는 PMS controller 들은 AVR 을 제어하지 않습니다. 말하자면, 자동전압조절기능을 가지고 있지 못하므로, bow thruster 나 기타 코일을 포함한 부하들에 의해서 발생하는 무효 VAR load 의 변화시에 필요한 var loadsharing 은 AVR 자체의 드롭에만 맡겨놓은 상태입니다.

부하가 변화할때마다 주파수가 변하더라도 FLEXGEN 은 주파수 60HZ 안정을 유지하기 위한 자동동작을 합니다. 또한 FLEXGEN 은 주파수 60HZ 를 유지하면서도 KW loadsharing 을 합니다. 이러한 주파수안정과 kw loadsharing 을 위해서는 엔진의 회전속도를 반드시 제어해야만 합니다. 이는 FLEXGEN 이 엔진의 거버너에 속도 up/down 신호를 줌으로서 진행됩니다.

똑같은 원리가 발전기전압과 KVAR loadsharing 에도 적용됩니다. 이 전압안정과 KVAR loadsharing 을 하려면 FLEXGEN 이 AVR 을 원격제어할 수 있어야 합니다. AVR 에는 voltage droop 기능이 들어 있습니다. 즉, 무효부하 KVAR 가 증가하면 전압은 약간 떨어지게 되어 있습니다. 이렇게 떨어진 전압이 기준전압과 10%이상차이가 발생하면 FLEXGEN 에서는 이를 감지하여 정상시에는 켜져있는 "voltage OK" LED 가 꺼집니다.

이러한 현상은 발전기병렬이 있는 많은 곳에서 발생합니다. 왜냐하면, 대부분의 사람들이 단지 주파수안정과 KW loadsharing 에만 신경을 씁니다. 무효부하가 유효부하에 비해 작을때 (즉, 역률이 매우 높을 때)는 이러한 것이 크게 문제가 되지는 않습니다. 또한 병렬운전을 하는 각 발전기들의 AVR 의 voltage droop 특성이 적절히 설정되어 있다면 괜찮습니다. 문제는 이렇게 거버너를 통한 엔진속도에만 집중하면서 bow thruster 를 사용할 때처럼 무효부하가 많아져 역률이 0.6 정도로 낮아질 때를 간과하는 때입니다. 이 때는 전압과 kvarloadsharing 에도 당연히 관심을 두어야 할만한 중요한 상황인데도, 사람들은 거버너제어에는 촛점을 맞추지만 AVR 제어는 무관심하게 넘어갑니다.

발전기병렬운전을 할때는 , KW 메타뿐 아니라 Ampere 메타도 보셔야 합니다. KW 는 유효전력을 나타내는 것이지만, Ampere 메타는 유효/무효 모두를 합한 전류를 나타내는 것입니다. 예를 들어, KW 메타는 모두 균형이 맞았지만 Ampere 메타와 PF 메타에서 균형이 맞지 않고 편차가 있다면 그 차이는 각 발전기의 전압차에 의해서 생기는 것입니다. 이러한 상황이 바로 AVR 을 원격제어해서 전압과, Kvar loadsharing 을 꼭 해야하는 상황이고, AVR 을 원격제어하면 PF 메타와 ampere 메타에서 보이는 편차가 바로 해결이 됩니다.

loadsharing 때 부하가 출렁거리는 것 ? 엔진스피드가 변화를 확인하십시오. FLEXGEN 이 INCR/DECR 제어신호를 줄때 엔진이 즉각즉각 반응해서 스피드변화가 생기는지 확인하십시오. 즉, 엔진거버너의 응답성이 충분히 빠르지 않다면 부하의 출렁거림은 FLEXGEN 에서 초래했다고 할 수 없습니다.

주)
위의 내용은 2007년 6월 29일에 SELCO 로부터 받은 이메일의 내용을 정리한 것입니다.

Var Load 제어에 대하여 T4900, C6200, SIGMA, FLEXGEN

I Power Factor 역률에 대하여

주)
아래의 내용들은 인터넷에 오픈된 정보들을 취합하여 정리한 것입니다. 내용상 오류가 있을수도 있으며, 오류에 대해서는 책임이 없다는 것을 공지합니다.

역률이란 피상전력에 대한 유효전력의 비율을 말합니다.

역률 = 유효전력 / 피상전력
= 유효전력 / $\sqrt{\text{유효전력}^2 + \text{무효전력}^2}$

쉽게 말하면 전체 입력되는 전력분중에 실제로 일을 하는 전력의 비를 말합니다.
역률은 부하에 걸리는전압과 전류의 위상이 같지 않고 틀어져서 생기는 손실때문에 차이가 있습니다.

보통 모터, 형광등, 용접기 등 코일성분이 많은 기기일수록 역률은 낮고, 백열등, 전열기 등 열을 발생하여 이용하는 저항성분의 전기기기는 역률이 좋습니다.
이론적인 설명만 보충합니다.

저항성 부하(전구,히터)의 경우는 전압과 전류 신호의 위상은 동일합니다.
하지만 유도성(전자석,모터)부하 또는 용량성부하의 경우는 전압또는 전류 신호의 위상이 서로 어긋나게 됩니다. 이 어긋난 정도가 역률입니다. 이러한 역률을 1에 가깝게 한다고 해서 consumer 측의 전력이 줄어드는 것은 아닙니다.
역률을 개선시키면 전기를 공급해 주는 발전소(한전)에 유익한 것이죠.
발전기에서는 피상전력이 출력전력인데 여기서 무효전력이 많아지면 그만큼 효율이 나빠진다고 볼수 있죠.

전기를 사용하는 부하에는 저항성,용량성,유도성이 있습니다. 저항성은 당연히 전압,전류의 위상이 동일하므로 상관없지만 공장이나 산업용의 경우 모터와 같은 유도성 부하가 대부분입니다. 따라서 이러한 유도성 부하를 많이 사용하는 경우 역률보상을 하기 위해 유도성과 반대의 성질을 갖는 용량성을 추가함으로써 위상을 일치시키는 것이죠.

역률이 떨어지는 것은 전압과 전류의 위상차 때문이죠!
콘덴서를 사용하여 역률보상을 하는 것은 전류의 위상이 전압에 비해 떨어질때 전류의 위상을 앞당겨 전압위상과 맞추기위함이며, 이럴때 사용하는 콘덴서를 진상용 콘덴서라고 합니다.
진상용콘덴서의 역률보정은 콘덴서의 용량으로 역률값조정이 가능합니다.

1.유효전력

교류에서 회로중 코일이나 콘덴서 성분에 의해 전압과 전류사이에 위상차가 발생하므로 실제로 유효하게 일을 하는 전력(유효전력)은 전압 x 전류(=피상전력)가 아니고 전압과 동일방향 성분 만큼의 전류(=전류 x COS(theta)) 만이 유효하게 일을하게 된다.
따라서 유효전력 = 전압 x (전류 x COS(theta)) 이며, COS(theta) 을 역률이라 한다.

2.무효전력

; 전압과 90도 방향 성분 만큼의 전류(전류 x SIN(theta))와 전압의 곱으로서 기기에서 실제로 아무 일도 하지않으면서(전력소비는 없음) 기기의 용량 일부만을 점유하고 있는데 SIN(theta)를 무효율이라 한다.

3.역률의 크기와 의미

1)역률이 큰 경우 ; 역률이 크다는 것은 유효전력이 피상전력에 근접하는 것으로서

(1)부하측(수용가측)에서 보면 : 같은 용량의 전기기기를 최대한 유효하게 이용하는 것을 의미하며

(2)전원측(공급자측)에서 보면 : 같은 부하에 대하여 적은 전류를 흘려 보내도 되므로 전압강하 가 적어지고 전원설비의 이용효과가 커지는 이점이 있다.

2)역률이 작은 경우 ; 위와의 반대되는 불이익이 있다.

4.역률저하의 원인

- 1)유도전동기 부하의 영향 ; 유도전동기는 특히 경부하일 때 역률이 낮다.
- 2)가정용 전기기기(단상유도전동기)와 방전등(기동장치에 코일을 사용하기 때문)의 보급에 의한 역률저하
- 3)주상 변압기의 여자전류의 영향

5.역률개선 효과

- 1)전력회사 측면
 - 전력계통 안정
 - 전력손실 감소
 - 설비용량의 효율적운용
 - 투자비 경감
- 2)수용가 측면
 - (1)역률개선에 의한 설비용량의 여유증가 ; 역률이 개선됨으로써 부하전류가 감소하게 되어 같은 설비로도 설비용량에 여유가 생기게 된다. 즉, 설비용량을 더 늘리지 않고도 부하의 증설이 가능해 진다.
 - (2)역률개선에 의한 전압강하 경감 ; 역률을 개선하면 선로전류가 줄어들게 되므로 선로에서의 전압강하는 경감된다.

Var Load 제어에 대하여 T4900, C6200, SIGMA, FLEXGEN

(3)역률개선에 의한 변압기 및 배전선의 전력손실 경감.
; 배전선 및 변압기에 전류가 흐르면 $PL = 3 \cdot I^2 \cdot R$ 의 손실이 발생한다. 역률개선에 의해 무효전력이 감소 하므로 이 전력손실이 경감된다.

(4)역률개선에 의한 전기요금 경감
- 전력 수용가의 부하역률을 개선하면 그 만큼 전력회사는 설비 합리화가 이루어 지기 때 문에 수용가의 역률개선을 촉진한다는 목적으로 기본요금에 역률할증제도를 실시하고 있다.
- 우리나라의 전기요금제도는 역률이 90%에 미달한 역률 만큼 전기요금을 추가하는 역률 할증제도를 적용하고 있다.
- 역률을 개선 함으로서 전기요금이 그 만큼 절약된다.

6.역률제어 방법

1)무효전력에 의한 제어

(1)콘덴서는 부하에 무효전력을 공급하기 위해 설치되는 것이므로 무효전력에 의해 콘덴서를 투입,개방 하는 것이 합리적이다.
(2)무효전력검출을 위해 무효전력계전기를 사용해서 정정치 보다 커졌을 때 투입하고 작아 졌을 때 개방한다.
(3)이 방식은 역률개선용으로 콘덴서를 설치하는 경우에 가장 적합한 방식 이며, 콘덴서의 군 용량을 부하의 성질에 따라 변경하는 방식으로 무효전력계전기를 2 조 또는 수조 사용하여 군 제어를 하는 경우도 있다.

2)전압에 의한 제어

(1)이 방식은 모션전압이 정정치 보다 내려 갔을때에 콘덴서를 투입하고 정정치 이상이 되면 차단 하는 방법임.
(2)1 차 변전소 처럼 그 목적이 모션전압 조정에 있는 경우에 사용하며 역률개선용으로는 사용되지 않는다.

3)역률에 의한 제어

(1)무효전력과 마찬가지로 역률계전기를 사용해서 제어하는 방법임.
(2)조정폭이 부하의 감소와 더불어 작아지고 그 폭이 1 군의 용량보다 작아지는 곳에서는 현탕을 일으키게 된다. 때문에 회로전력이 기준이하가 되면 자동제어 기능을 정지시켜 현탕을 방지하도록 하고 있다.

4)전류에 의한 제어

(1)부하상태에 따라 역률이 일정한 경우에 쓰이는 것으로 전류계전기로 검출하여 제어한다.
(2)이 방식은 미리 무효전력과 부하전력의 관계를 조사하여 정정할 필요가 있다.

5)시간에 의한 제어

(1)상점,백화점 처럼 작업시에는 일정한 부하가 되고 종업시에는 무부하가 되는 경우에 사용한다.
(2)타임 스위치에 의해 제어 되지만 컴퓨터에 의한 연간제어도 실시되고 있다.

7.부속기기

1)콘덴서용 직렬리액터

(1)역률개선으로 콘덴서를 사용하면 회로의 전압이나 전류파형의 왜곡을 확대하는 수가 있고, 때로는 기본파 이상의 고조파를 발생하는 수가 있다 그러므로 이에 대한 방지대책이 요구된다.
(2)고조파를 줄이는 방법 ; 직렬리액터를 삽입한다.
- 제 3 고조파에 대한 대책 ; 콘덴서 리액터스의 13%가량의 직렬리액터 삽입

$3wL > 1/3wC$
 $wL > 1/9wC = 0.11 \times 1/wC$... 실제 13% 직렬리액터 삽입

- 제 5 고조파에 대한 대책 ; 콘덴서 리액터스의 4%이상 되는 직렬리액터의 리액터스가 필요하지만 실제로 주파수 변동, 경제성등을 감안 6%를 표준으로 한다.

$5wL > 1/5wC$
 $wL > 1/25wC = 0.04 \times 1/wC$

(3)사용할 때 주의사항
- 콘덴서 단자전압의 상승 ; 6% 리액터 삽입에 의해 콘덴서 단자전압은 약 6%상승, 콘덴서 전류도 6%증가한다. 따라서 콘덴서는 약 13%의 용량이 증가한다.

- 콘덴서와 용량을 합치는 일 ; 리액터용량이 적정하지 않으면 오히려 선로정수만 증가시켜 무효전력만 증가시킨다.

- 콘덴서 전류가 정격전류의 120%이상이면 반드시 직렬리액터를 사용한다.

- 콘덴서 투입시 돌입 과대전류로 인해 CT 2 차측 회로에서 플러스오버버 함으로 직렬리액터를 반드시 접속

2)방전코일(Discharge Coil)

; 사용목적은 콘덴서회로를 전원으로부터 개방하면 즉시 잔류전하를 방전해서 위험을 제거한다.
방전코일은 철심을 사용하므로 포화에 의한 리액터스 감소 때문에 큰 방전전류를 흘려서 방전을 속히 완료시킨다.

3)억제저항

; 콘덴서를 투입하거나 개방할 때 큰 돌입전류가 흐르거나 과도적 이상전압이 발생하므로 돌입 전류만을 억제하기 위해 콘덴서리액터스의 10 ~ 20% 정도의 억제저항이 사용된다.

4)차단기

; 단락보호용 차단기와 콘덴서 조작용 차단기가 있다.

(1)단락보호용 차단기는 유입차단기,애자형차단기가 사용된다.
(2)콘덴서 조작용 차단기는 유입차단기,유입개폐기가 사용된다.
(3)차단기 선정시 고려사항
- 정상전류의 수배가 흐르는 돌입전류로 인한 점점의 오손, 절연유오손에 대한 고려
- 90 도 진상전류가 흐르므로 재점후에 대한 고려
- 하루 1 ~ 2 회 정기적으로 개폐시키므로 기계적충격등에 대한 고려