

電氣設備의 故障診斷

27. 勵磁制御系 진단의 실제와 고찰

1. 머리말

전력용 同期發電機勵磁裝置의 制御系(自動電壓調整器 이하 AVR이라 한다)에 대해 유지·보수상 필요한 진단방법과 그 결과에 대한 고찰, 대책 등을 설명한다.

勵磁裝置는 그 制御對象(發電機)에 따라 많은 종류가 있고, 制御系도 細部에서는 각각 특징이 있다. 한편 制御要素(AVR 구성요소)도 磁氣증폭기 트랜지스터, IC, 실리콘 정류기 등 각종이 있다. 그러나 여기서는 가장 일반적인 종류(다이리스터 界磁制御에 의한 아날로그形 AVR)의 制御系에 대하여 공통적인 기본사항을 설명한다. 진단하는데 있어 중요한 것은 AVR의 기본동작을 충분히 이해한 다음에 응용력을 발휘하는 것이다.

2. 진단상 필요한 制御系에 관한 지식

(1) 勵磁裝置의 종류

선박용이나 소형 디젤發電用을 제외하고 현재 電力用的 주력이 되어 있는 勵磁回路의 대표적인 예를 2가지 설명한다.

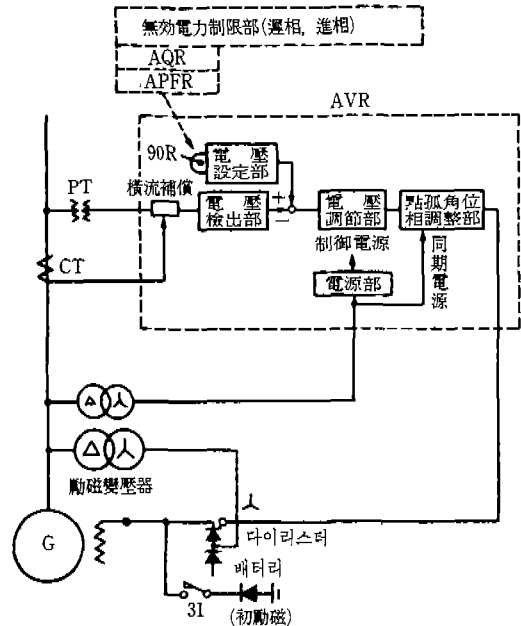
(a) 다이리스터 直接勵磁방식(그림 1 참조)

發電機의 主界磁를 직접 다이리스터로 制御하

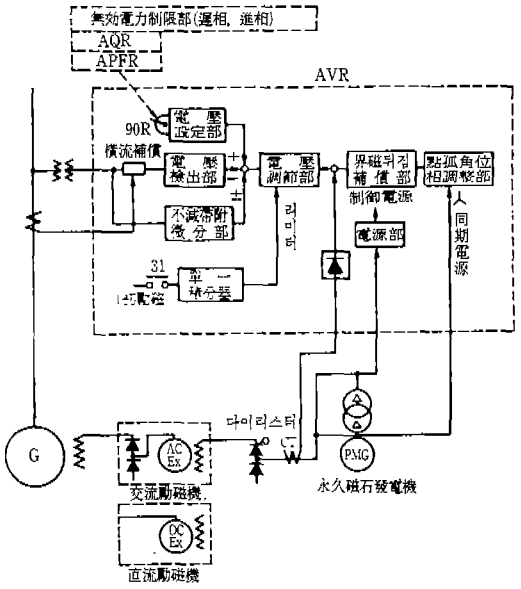
는 방식이며, 다이리스터에 대한 制御信號는 AVR에서 주어진다. 이 방식에서는 통상 다이리스터 電源 AVR電源은 發電機 단자에서 勵磁變壓器를 통해 공급됨으로써 電壓確立時는 외부 배터리에서 勵磁하여(初勵磁) 電壓을 발생시킨다.

(b) 勵磁機附 勵磁방식(그림 2 참조)

브러시리스 勵磁방식이나 直流勵磁機를 갖는



<그림 1> 다이리스터 直接勵磁方式



<그림 2> 勵磁機附勵磁方式

勵磁 방식이며, 특히 전자는 火力發電 등 고속기에서는 유지·보수상 유리하므로 널리 사용되고 있다.

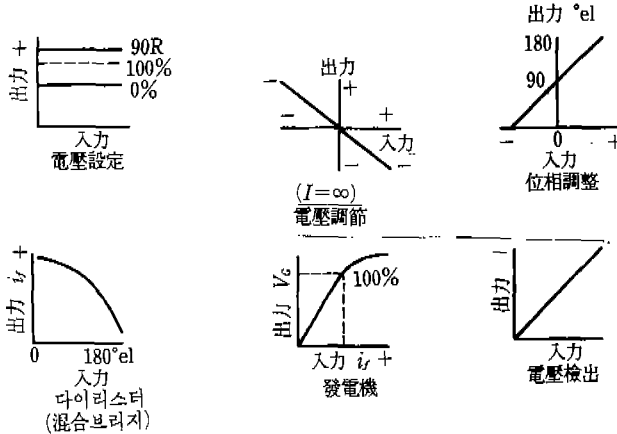
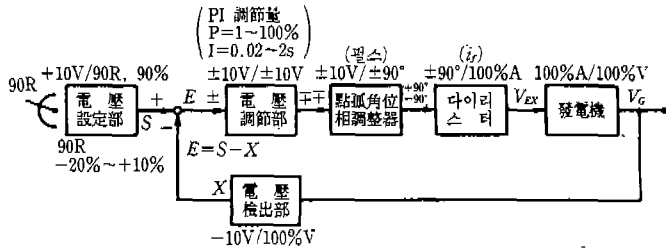
다. 이 방식은 직접식에 비하여 勵磁機가 많으므로 그 지연분만큼 勵磁장치의 속도도 안정도면에서 불리하다. 따라서 界磁電流의 피드백루프 不減帶附微分裝置 등이 부속되어 특성의 개선을 꾀하고 있다.

그림의 예는 다이리스터 電源 AVR電源에 PMG를 사용하고 있는 경우로서 電壓발생시의 初勵磁는 단일 積分器를 사용해 電壓調節器의 리미터를 서서히 올려 오버슈트가 없는 電壓確立이 이루어지도록 되어 있다.

(2) 勵磁制御系の 특성

(a) AVR의 기본회로 구성

어떤 종류의 AVR이라도 그 동작을 이해하기 위해 먼저 알아두어야 할 요건은 회로구성요소 상호의 접속 極性和 개개의 입출력량이다. 말할 것도 없이 AVR은 목표치(電壓 설정치)와 검출치(電壓 실제치)와의 差(偏差)가 0이 되도록 동



<그림 3> 다이리스터 直接勵磁方式 블록도

작하지만 이 관계를 다이리스터 직접勵磁 방식(그림 1의 경우)을 例로 한 블록도(制御信號의 전달 루트를 나타내는 그림)는 그림 3과 같다.

(b) AVR의 기본적 특성

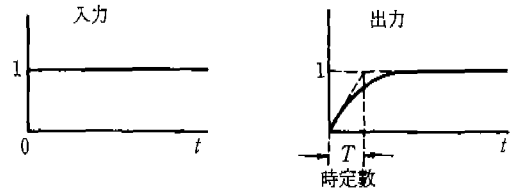
AVR의 기본적 특성은 다음 세 가지이다.

安定度·速應性……(과도특성)

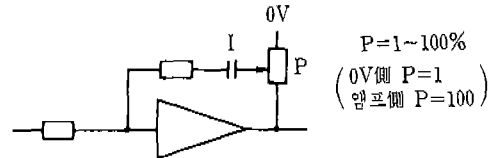
精 度……(정상특성)

일반적으로 自動制御系에 있어서는 큰 지연 요소가 있으면 制御는 불안정하게 된다. 勵磁系에서도 主界磁라든지 勵磁機界磁라는 큰 지연 요소(1차 지연요소^{註1)}가 있다. 따라서 좋은 운전특성을 얻기 위해 여기 나타낸 例에서는 PI調節器^{註2}에 의한 直列補償^{註3)}을 채택하고 있다. 원리적으로는 과도상태에 있어서 PI調節器의 앞섬시간요소로 界磁의 뒤짐을 보상함과 동시에 목표치 변경에 대한 最速응답을 얻기 위해 과도게인을 조정하는 방식이다(최적조정^{註4)}).

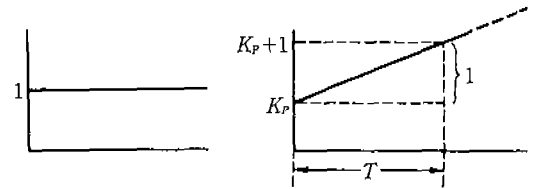
한편 정상상태에서는 積分要素의 동작에 의해 오프셋 에러가 지워지므로 精度는 극히 양호하다.



<그림 4> 1차 뒤짐要素의 인디셜 應答



<그림 5> PI 調節器 回路圖



<그림 6> PI 調節器의 인디셜 應答

註1) 1차 뒤짐요소: 1차 뒤짐요소란 出力이 入力에 추종하여 일정치에 이를 때까지의 시간뒤짐이 있는 요소로 界磁電壓과 電流의 관계가 이것에 해당된다.

그림 4는 1차 뒤짐요소의 인디셜 應答를 표시한다. 인디셜 應答이란 요소의 과도특성을 나타내는 수단이며, 스텝入力에 대한 出力의 應答를 말한다. 또 일반적으로 出力信號와 入力信號의 比를 크기와 位相으로 표현한 것을 傳達關數라고 부른다.

1차 뒤짐의 傳達關數

$$\frac{1}{1+sT} \quad (s=\text{라플라스演算子})$$

$T=\text{時定數}$

註2) PI調節器: P(比例帶)와 I(積分時間)라는 調整要素가 있어 (과도)게인은 $K_p=100/P$ (倍)로 표시된다. 그림 5에 회로구성

그림 6에 인디셜 應答를 표시한다.

또 傳達關數는 $F_{PI}=K_p \frac{1+sT_1}{sT_1}$ 이다.

註3) 直列補償: 뒤짐요소에 직렬로 보상요소를 삽입하여 특성보상을 하는 방법이며, 여기서는 그림 7에 1차 뒤짐요소를 PI調節器로 보상할 경우의 동작을 인디셜 應答를 사용하여 설명한다.

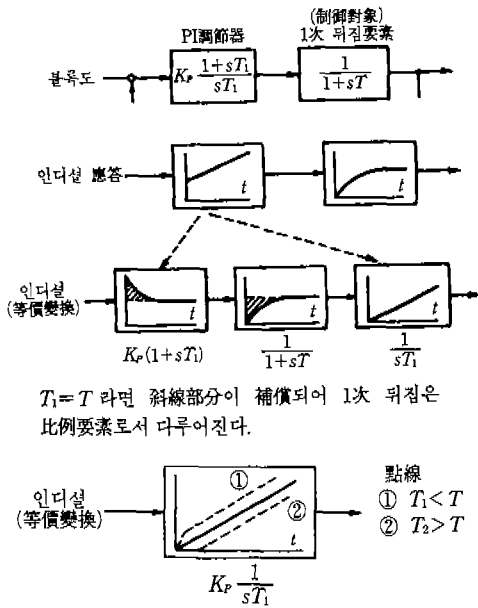
註4) 最速調整: 실제의 勵磁系에서는 큰 1차 뒤짐요소 외에 작은 뒤짐이 있다. 필터나 다이리스터의 點弧뒤짐이 있지만 이들의 시간뒤짐 總화의 時定數를 가진 1차 뒤짐요소 1개로 간주하여 취급한다.

(i) 다이리스터 직접勵磁 방식일 경우

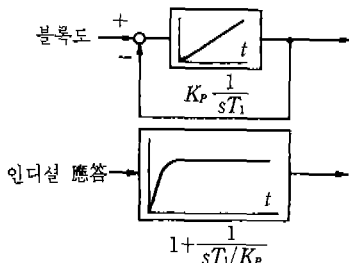
이 방식의 블록도를 그리면 그림 8과 같다. 直

列補償이므로 $T_1 = T$ 로 하여 界磁의 뒤집을 지웠을 때의 블록도는 그림 8과 같이 된다.

이 조건으로 閉루프를 이상에 가까운 특성으로 조정한다. 인디셜 응답으로 말하자면 될 수 있는 대로 比例要素特性(入力에 대해 出力은 시간의 뒤집도 지나침도 없이 응답하는 요소)에 가깝게 하는 것이다. 상세한 설명은 생략하지만 구체적으로는 閉루프의 傳達關數를 될 수 있는 대로 $s(=j\omega)$ 의 넓은 범위에서 1에 가깝게 두는 것이며 그 조건은 $K_P = T_1/2T_0$ 로 주어진다.



다음 以上の 閉루프를 생각한다.

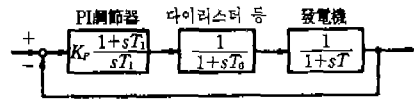


K_P 를 크게 하면 時數는 작다. (T_1/K_P)
1次 뒤집과 동일해진다.

<그림 7> PI 調節器에 의한 1次 뒤집要素의 補償 (直列補償)

이 最適調整時의 인디셜 應答(電壓 설정변경)은 그림 8(c)에 표시하는 出力波形으로 되어 지나치게 목표치를 지난 量도 작고(약 5%) 到達時間 約 $5T_0$, 整定時間 $10T_0$ 정도가 된다(通常 T_0 는 5~10ms 정도로 생각하면 된다).

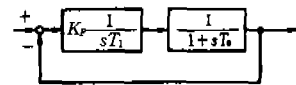
참고로 이 상태의 보드라인도는 그림 8(d)와 같다.



T_0 : 다이리스터 點流뒤집동작은 時定數의 合
 $T_0 \ll T$

(a) 블록도

$T_1 = T$ 로 하여

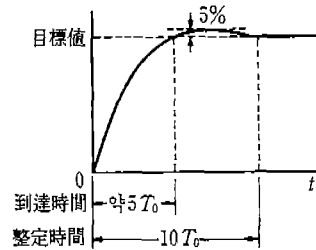


閉루프 傳達關數 $F_c = \frac{1}{1+s \frac{T_0}{K_P} + s^2 \frac{T_1 T_0}{K_P}}$

$F_c = 1$ 즉 $\frac{1}{(F_c)^2} = 1$ 의 條件에서

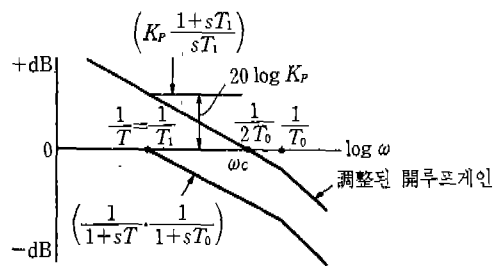
$K_P = T_1/2T_0$ 가 얻어진다. ($\zeta \approx 0.7$)

(b) 블록도의 等價變換



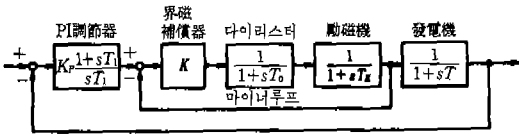
P 小(K_P 大) 過行 振動的
P 大(K_P 小) 整定이 늦다.
I 小 振動的

(c) 인디셜 應答



(d) 보드線圖

<그림 8> 最適調整 說明(다이리스터 直接勵磁方式)



$T_e \gg T_d, T_o$ 無視

마이너루프의 連關數 $F_M = \frac{1}{1 + (1/K) + s(T_e/K)}$

따라서 K를 크게 하면 時定數 T_e/K 의 작은 1次 近음으로 간주해도 좋다.

<그림 9> 勵磁機附勵磁方式 블록도

여기서 말한 것은 이상적인 형이지만 현장에 있어서는 發電機負荷로 인디셜 응답을 하여 응답 파형을 보면서 PI를 조정한다. 최종적으로 入力 변동이 최대인 負荷遮斷試驗에서 재조정하는 경우도 있다.

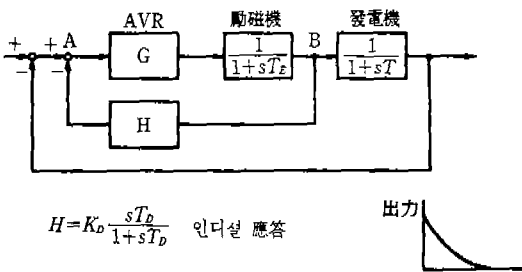
(iii) 勵磁機附勵磁方式

블록도(그림 9)에 표시하는 바와 같이 큰 뒤짐 요소는 2개가 있으므로 그 한 쪽의 勵磁機에 剛性의 마이너루프를 만들어 界磁 뒤짐補償部의 P 앰프의 게인(K)를 크게 함으로써 勵磁機界磁뒤짐을 보상하고 있다. 따라서 전술의 直接方式의 경우와 같게 취급할 수 있는 것이 된다.

並列補償: 구형의 AVR 등에서는 특성 보상의 수단으로 並列補償을 하고 있지만, 이것에는 일반적으로 덤핑이라 불리는 회로가 並列로 부가된다.

덤핑의 마이너루프 블록도는 그림 10과 같다.

AB間에 $H = K_D \frac{sT_D}{1+sT_D}$ 인 요소를 負에 加한



$H = K_D \frac{sT_D}{1+sT_D}$ 인디셜 應答

<그림 10> 並列補償附인 경우의 블록도

것으로써 과도상태(ω 의 큰 범위)에서는 AB間的 閉루프 傳達關數는 $F_{AB} = \frac{1}{K_D} \cdot \frac{1+sT_D}{sT_D}$ 즉, 直列補償인 경우의 PI調節器와 동일한 특성을 가지는 것이 된다. 다만, 定常特性은 系の 게인에 좌우된다.

(3) 구성요소의 특징

(a) 電壓檢出器・設定器

90R는 통상 $-20\% \sim +10\%$ 의 설정폭을 가지며, 電動抵抗形이 많지만 電子形도 채택되고 있다.

(b) 橫流補償裝置

並列運轉時 發電機와 系統(發電機)間에 電壓差가 생겼을 때 그 電壓差를 양자의 同期 임피던스와 그 사이의 線路, 變壓器 등의 임피던스로 나눈 값만큼 橫流가 흐른다. 물론 電壓이 높은 측은 遲電流의 증대, 낮은 측은 進電流가 증대한다. 따라서 遲電流가 늘면 檢出電壓이 증가하는 極性으로 電壓檢出回路의 入力측에 만들어져 AVR에 垂下特性을 주어 橫流를 보상하고 있다.

電壓調定率

$$= \frac{100\%kVA \text{ 상當의 VAR 變化}}{\text{에 대한 端子電壓變化分}} \times 100\%$$

定格電壓

일반적으로 같은 容量機가 같은 母線에서 並列로 되어 있을 경우는 5~10%쯤의 調定率을 양자에 붙인다. 또 系統과의 사이에 變壓器를 거치고 있을 때는 變壓器의 임피던스만큼 垂下가 일어나므로 AVR의 보상은 낮게 整定해도 된다. 더욱이 AVR 루프의 게인은 並列前에 비해 數10分の 1로 저하하지만 특성보상상 특히 손질할 필요는 없다.

(c) 電壓調節器

전술한 PI調節器에서, AVR의 안정조정을 한다. 더욱이, AVR 불사용시는 出力은 0에 고정되

어 있다(零홀드).

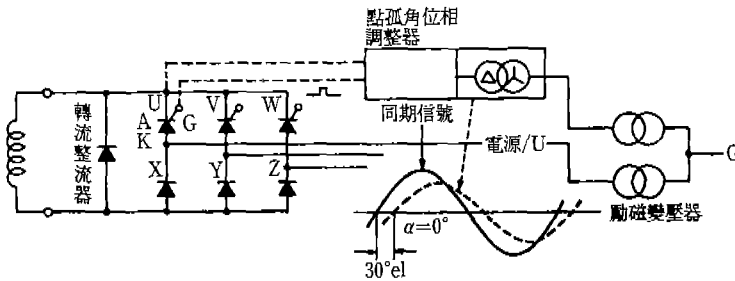
(d) 點孤角位相調整器와 다이리스터整流回路

다이리스터 整流回路의 구성에는 혼합 브리지(그림11)와 純브리지(그림12)가 있다.

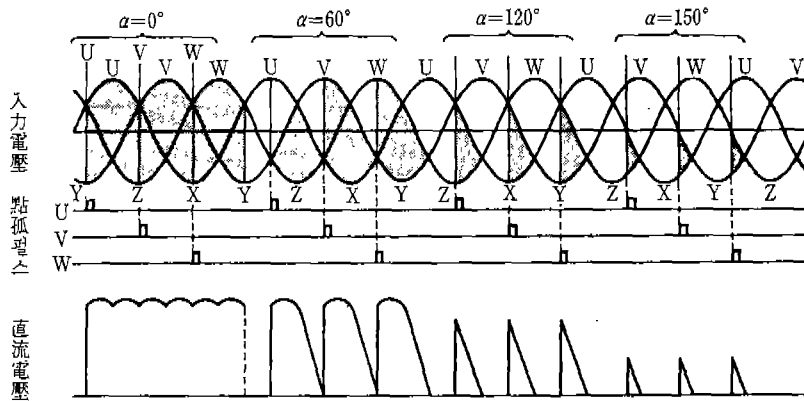
전자는 비교적 소용량기에, 후자는 대용량기에 채택된다. 특성상의 양자의 차이는 勵磁突下時의 응답이다. 혼합 브리지의 경우 勵磁電流는 轉流整流器를 통해 界磁時定數의 영향을 받아 감쇠한다. 한편 純브리지의 경우 點孤制御角(α 角)이

90~180°이면 逆變換領域에 들어가므로 界磁電流는 다이리스터의 인버터 동작에 의해 감소한다. 따라서 純브리지쪽이 보다 속응성 있는 제어를 할 수 있다.

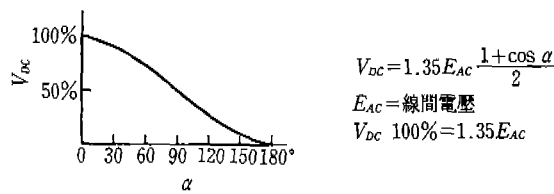
點孤制御角 α 는 제어하는 다이리스터의 相電壓보다 30° 遲位相이 기준($\alpha=0^\circ$)이 되어 이것에서 180° 遲位相($\alpha=180^\circ$)까지 點孤位相調整器의 펄스 발생기준이 되는 交流電源을 同期信號라 부르며, 다이리스터 相電壓과의 位相關係가 올바르게 유지되어 있어야 한다. 同期信號電源은 다이리스



(a) 브리지結線과 同期信號位相



(b) α 와 直流電壓波形



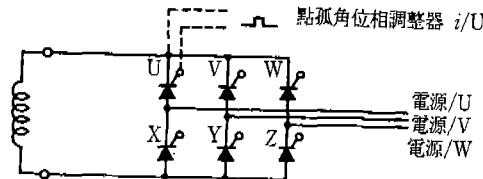
(c) α 와 直流電壓

<그림11> 混合브리지

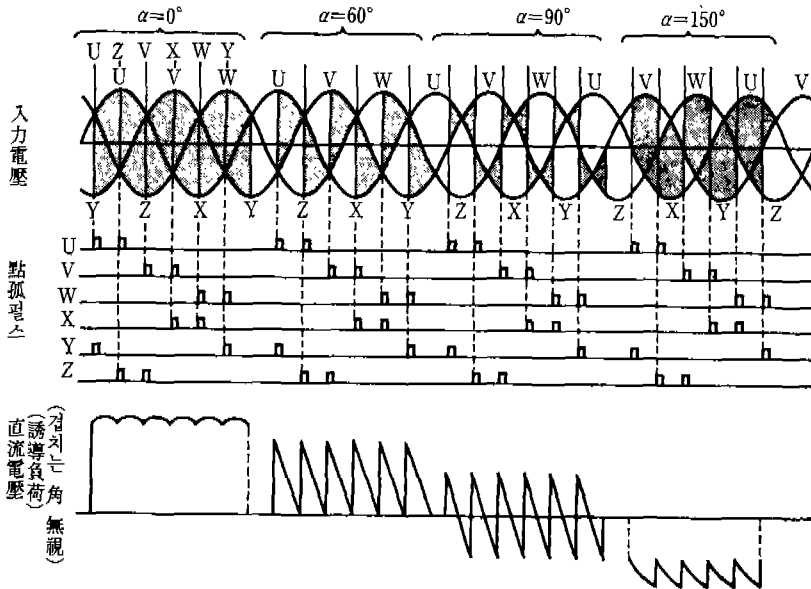
터의 轉流現象時의 電壓波形的 이그리짐의 영향을 받지 않도록 주의해야 된다. α 角의 실제 사용 폭은 리미터 α_{min} (10~30° 정도), α_{max} (150° 정도)에 의해 제한된다. α_{min} 은 勵磁變壓器 飽和 値와 같이 勵磁突上量을 검토하여 정하면 된다. 또 水力發電

의 경우 負荷遮斷 後의 周波數 상승치가 극히 크므로 定格周波數의 電氣角에 대한 α_{max} 가 周波數 상승시에 180°를 훨씬 넘어 誤點孤 등의 우려가 있다.

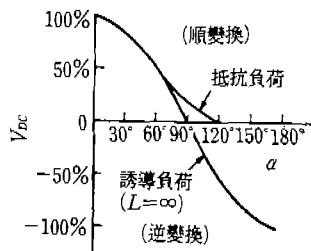
이러한 경우 周波數補正信號에 의해 α 角을 發



(a) 브리지結線



(b) α 와 直流電壓波形(誘導負荷)



$$V_{DC} = 1.35 E_{AC} \cos \alpha$$

$$E_{AC} = \text{線間電壓}$$

$$V_{DC} 100\% = 1.35 E_{AC}$$

註) 抵抗負荷의 경우 $\alpha = 60^\circ$ 以上에 注意

(c) α 와 直流電壓

<그림 12> 純브리지

電機位相에 대해 적절한 값을 취할 수 있도록 조정한다.

펄스 位相과 直流電壓波形 電壓值를 그림11, 12에 표시하나 고장조사 등일 때는 다이리스터 개개의 陽極, 陰極間의 電壓을 측정할 수 있다. 이것으로 각각의 通流狀態를 잘 解析할 수 있는 이점이 있다.

(e) 不減帶微分回路

電壓의 변동폭이 不減帶(3~5%)를 넘었을 때 그 변화분미분치를 電壓調節器에 出力해 급속히 增磁 또는 減磁하여 勵磁機에 의한 뒤짐을 커버하는 일을 한다.

3. 維持・補修・點檢

半導體를 주로 하는 勵磁制御系의 예방보전을 위한 정비・점검은 어떤 항목에 대하여 실시하고 그 데이터를 어떻게 검토하면 좋은가를 설명한다.

(1) 定期點檢(年 1 回)

主機停止時에 다음 항목을 점검한다.

(a) 外觀點檢

눈점검으로 하는 중점사항은 다음과 같다.

- 환경, 주위조건 : 특히 먼지가 많은 장소, 습기가 많은 장소에 설치되어 있을 경우는 반드시 청소를 한다.
- 部品, 配線 : AVR 구성부품, 勵磁回路, 變壓器, 開閉器類, 다이리스터, 配線 등에 대한 변색, 느슨함, 접촉상태를 점검한다.

(b) 諸整定눈금치 확인

전자장치의 특성은 안정되어 있으므로 單體의 靜特性試驗은 연 1 회를 반드시 지킬 필요는 없다. 그 대신 정정눈금치(PI 눈금각 리미터 눈금 α_{min} , α_{max} 등)를 눈점검으로 확인해 기록함과 동시에

전년의 기록과 비교하여 변화가 없음을 확인한다.

(c) 운전특성 확인

정기점검시 다음과 같은 운전특성을 기록한 다음 시운전시의 데이터와 비교하여 대차 없음을 확인한다.

(i) 電壓確立

盤計器로 AVR 轉換電壓, 電壓確立하여 인정에 이르는 시간을 측정한다.

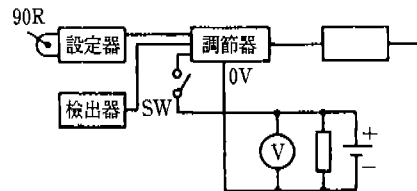
電壓確立上 원활치 못할 경우는 初勵磁에 의한 電壓은 발생하고 있는가, 轉換電壓 릴레이(84)의 정정이나 동작은 좋은가, 轉換後 AVR이 정상동작을 하고 있는가 등 시퀀스상의 스텝을 밟아 확인을 되풀이하여 원활치 못한 원인을 찾는다.

(ii) 90R(電壓設定器) 설정범위

단독 無負荷 定格周波數에 있어 90R 位置對發電機 電壓值를 측정한다. 동시에 界磁電流, AVR 裝置 各測定端子 電壓值, AVR 制御電壓值도 기록한다. 설정 저짐을 일으키고 있는 경우는 電壓檢出, 電壓設定, 電壓調節 등 각 요소의 入出力電壓을 전년의 데이터와 비교하는 동시에 그림 3에 표시한 바와 같은 入出力 관계가 이루어지고 있는가를 각 요소마다 확인하여 원인을 찾는다. 이 경우 외부에서의 리미터 入力의 유무, 제어요소의 포화도 하나의 검토조건으로서 고려해야 된다.

(iii) 인디설 應答

단독 無負荷運轉에 있어 90R를 90% 電壓에 설정하여 10% 入力(약 1V)을 그림 13과 같은 電壓調節器에 인가해 이때의 發電機電壓의 움직임(整定時間보다 지나치게 間量)을 盤計器 또는 오실



<그림 13> 인디설 應答試驗 回路圖

로로 확인한다. 같은 방법으로 100%에서 90%에 의 응답도 실시한다. 應答波形的 진동이 극단으로 크게 되어 있을 경우는 電壓調節器의 원활치 못함(정정능급 변화를 포함해)이 가장 큰 원인이므로 프린트판을 교환해 보는 것도 하나의 방법이다.

(iv) 電壓調定率

並列負荷運轉에 있어 AQR 등 부속장치는 전부 불사용상태로 해두고 시험을 한다. 負荷는 一定하게 해두고 線路電壓이 강하했을 경우의 模擬로서 90R 설정을 임의의 A%에서 B%에 끌어 올려 그 양점에서의 VAR 및 發電機電壓을 기록한다. 이 데이터를 바탕으로 다음 계산에 의해 調定率(垂下率)을 구한다.

$$\text{調定率} = \frac{\text{定格 kVA}}{\text{VAR}_B - \text{VAR}_A} \times \frac{V_{SB} - V_{SA}}{\text{定格電壓}} \times 100\%$$

다만, VAR_A, VAR_B: 각각 90R A%, B%에서의 無効電力(더욱이 VAR는 30%kVA 이상으로 한다)

V_{SA}, V_{SB}: 각각 90R A%, B%에서의 設定電壓值(90R 설정범위 데이터에서)

더욱이 VAR를 변경했을 경우에 發電機端子電壓 V_A에서 V_B로 변화할 때는 AVR의 眞調定率은 上式中(V_{SB} - V_{SA})를 보정하여 (V_{SB} - V_{SA}) - (V_B - V_A)로 하면 된다(그림14 참조).

(v) 負荷遮斷

定格力率 100% 負荷遮斷時的 電壓上昇率을 측정한다. 遮斷後發電機電壓은 리액턴스 강하분에 상당하는 電壓의 순시 상승후 AVR出力에 의해

電壓은 강하하여 안정된다. 시험결과 ΔV가 전번보다 대폭으로 증가하고 있는 경우는 시험조건(특히 力率)이 동일한가, 點弧角位相調整器의 α_{max} 정정 등에 틀림이 없는가 검토한다. 다음에 오실로의 측정점에 界磁電壓 다이리스터電壓, 펄스를 더하여 측정해 검토한다. 轉流 실패나 周波數 보상이 원활치 못할 때는 過電壓이 트립하는 경우가 있다. 異常狀態를 해석하여 원인을 규명하기 위해서는 2.에서 말한 바와 같은 勵磁裝置의 기본에 대한 지식을 충분히 활용해야 된다.

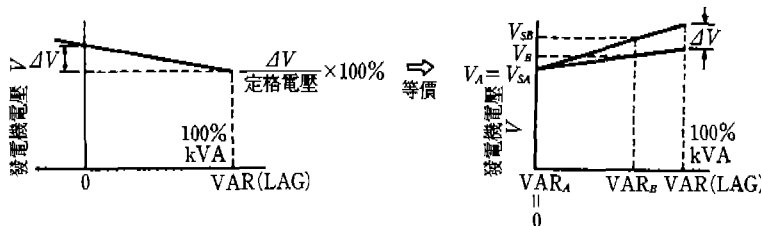
(2) 精密點檢

5년에 한 번 또는 AVR에 이상이 생겼을 때는 정기점검 항목외에 AVR의 靜特性을 체크하는 것이 좋다. 더욱이 다음에 말하는 것은 원리설명을 위한 일반론이므로 AVR 取扱說明書에 의해 電源接續端子, 測定端子番號, 信號極性, 電壓值 등을 확인하여 실제의 시험을 할 필요가 있다.

(a) 準備

電源: 制御電源(1φ 또는 3φ), 同期信號電源(3φ), 다이리스터電源(3φ 同期電源과 同一位相, 容量은 작아도 좋다. 絶緣되어 있을 것)

機材: AC V-A미터, DC V-A미터, 디지털테스터, 오실로스코프(2現象), 3φ 電壓調整器, 기타



<그림14> 電壓調定率의 測定

(b) 特性試驗

결과는 전번 데이터와 비교한다.

(i) 電壓調節器(PI調節器) 特性

- 入出力特性 : $I = \infty$ (즉 콘덴서 短絡)로 하여 P 계인 (K_p)을 패러미터로 하여 入力對出力特性을 측정한다.
- 時定數 체크 : 오실로가 있을 경우는 出力이 포화하지 않은 범위의 入力으로 인더설 응답시험을 한다. K_p 를 一定으로 해 I 를 패러미터로서 측정한다.

(ii) 電壓檢出 및 電壓設定器(90R) 설정범위 측정

90R 위치를 패러미터로 하여 電壓調節器($I = \infty$ 로 한다) 出力이 0이 되는 電壓檢出部 入力電壓을 구한다. 이때 동시에 電壓檢出部, 電壓設定部 出力電壓을 기록한다. 90R 설정폭은 $-20\% \sim +10\%$ 이다.

(iii) 點弧角 位相調整器 入出力時

(iii)의 시험회로로 그 상태로 入力電壓과 出力 펄스 位相의 관계를 확인한다. 入力 100% 변화에 대하여 펄스位相은 180° 변화한다 (그림 3의 例에서는 $\pm 10V / \pm 90^\circ e1$). 더욱이 純브리지의 경우의 펄스는 더블펄스로 폭은 60° 이다.

(iv) 다이리스터 出力電壓

點弧角 位相調整器의 入力信號를 조정하여 다이리스터의 出力電壓을 기록한다. 이때 負荷는 다이리스터의 維持電流(數百 mA)를 흘릴 수 있는 抵抗만으로 한다. 出力電壓은 α_{min} 의 점에서 다음 식을 만족하는 것을 확인한다.

純브리지 $1.35 E_{AC} \cos \alpha_{min}$

混合브리지 $1.35 E_{AC} \frac{1 + \cos \alpha_{min}}{2}$

(그림11(c), 그림12(c) 참조)

(c) 주의사항

○간헐적으로 발생하는 이상현상인 경우의 시

험에서는 回路素子에 대한 가벼운 打診이나 접속선을 만져보거나 주위온도 상승 등 특성 측정 중에 실시하는 것도 한 방법이다.

- 일반으로 시험 때문에 회로에 손을 대는 일은 될 수 있는 대로 적어지도록 연구하고, 손을 대었을 경우는 정확히 원상으로 복원하는 것이 중요하다.
- 이 현상을 오실로스코프로 位相差를 측정할 때는 다른 회로에서의 入力이 절연되어 있지 않을 경우는 한쪽의 入力을 絶緣變壓器로 絶緣할 필요가 있다.

4. 異常現象의 診斷

운전시의 이상현상은 운전계속 불가능한 것, 다소의 補正을 하면 운전계속 가능한 것 또는 간헐적으로 발생하는 것 등 여러 가지가 있으나 전형적인 현상으로는 대별하면 다음과 같이 된다.

(현상 \rightarrow 결과)

- 勵磁過低下, 喪失 \rightarrow 트립(27, 51, 40)
- 勵磁過上昇 \rightarrow 트립(59, 51)
- 設定치짐, 設定變更不能 \rightarrow 運轉障害 또는 不能
- 불안정(간헐적·주기적) \rightarrow //

(1) 異常과 原因對策

이상의 원인은 AVR, 勵磁장치의 종류, 운전형태 등에 따라 여러 가지가 있으나 기본적인 것에 대해 추정원인, 조사방법, 조치를 표 1에 표시한다.

더욱이 이상을 판단하기 위한 중요한 자료로서 이상발생 전후에 있어서 다음 항목을 반드시 기록할 필요가 있다.

- 부하조건, 發電機電壓, 電流, 勵磁電壓電流, 고장표시, AVR 諸整定 눈금, 90R, 55R 位置
- 또 불안정 현상일 때는 이것이 周期的인가(同期振幅), 간헐적인가.

(2) 異常事例

2, 3의 고장의 실례와 조사결과를 말하여 진단할 때 참고토록 한다. 조사의 요점은 이상현상의 데이터 및 그 전후의 경과를 바탕으로 하여 實證試驗 등으로 의심나는 원인을 하나씩 꺼나아가 된다.

더구나 電子化가 이루어짐으로써 고장발생도 극히 적어졌지만 여기서는 운전기간이 긴 구형 AVR의 예도 더하여 참고토록 한다.

例-1 주위환경이 영향을 미친 예

負荷運轉時 VAR 변동이 가끔 발생했다.

<표 1> 異常現象

運轉條件	現 象	推定原因	調査方法
A. 無負荷單獨運轉	1. 電壓이 발생하지 않음 2. 電壓이 발생하나 電壓確立되지 않음 3. 電壓이 발생하나 過電壓 트립 4. 電壓이 발생하나 定格電壓에 달하지 못함 5. 電壓런팅(周期的 變動)	初勵磁 不良 ① 84 不動作 또는 壽保持 解除 되지 않음 ② 電源回路 개방 ③ 勵磁裝置 요소불량 ① 電壓檢出回路 불량 ② 기타 AVR 요소불량 ① 90R 설정변화 ② 리미터 설정변화 電壓調節器의 PI 설정불량 등	시퀀스 체크 ① 시퀀스 체크 ② AVR 電源開閉器 등 체크 ③ AVR 靜特性 체크, 勵磁回路 체크 ① 檢出 PT回路, 檢出器出力 체크 ② AVR 靜特性 체크, 오실로에 의한 各部出力, 界磁電壓 波形 체크 ①② 運轉狀態로 各要素出力 및 界磁電壓波形 체크 靜特性 체크
B. 無負荷單獨運轉 (다만, 負荷遮斷 直後)	1. 過電壓이 되어 트립한다. 2. 電壓런팅	α_{max} 설정변화, 周波數 補正不良, 轉流失敗 電壓調節器의 PI 설정불량 등	오실로를 촬영하여 원인을 규명한다. 인디실 應答을 하여 안정조정을 체크한다.
C. 負荷・並列運轉	1. 過電流(뒤집기率)가 발생한다. 2. 過電流(進力率) 또는 界磁喪失 릴레이(40)가 동작한다. 3. 橫流가 흐른다. 4. VAR이 때때로 변동한다. 5. VAR 조정이 안된다.	· AVR 요소 또는 부속요소의 불량에 의해 勵磁強方向出力 증대 · 상동, 다만 勵磁弱出力 증대 또는 勵磁電源斷 · 橫流檢出回路 불량 AVR요소 부속요소의 간헐적 불량으로 勵磁強 또는 弱方向에 일시적 변동 · 90R 설정변화 또는 調節器의 리미터 설정변화에 의한 出力飽和 등	靜特性 체크 檢出入口 체크 靜特性 체크 主回路 체크 檢出 CT回路 체크 ○ 운전계속 가능할 때는 각 요소 入出力 체크 特性 체크 각 요소 入出力 체크
D. 負荷單獨運轉	1. 電壓消失한다. 2. 電壓저하 또는 과상승한다. 3. 電壓런팅 또는 불안정하다.	① AVR 요소불량에 의한 勵磁減少 또는 喪失 ② 負荷側에서의 短絡事故 AVR 요소 또는 부속요소 불량에 의한 勵磁 감소 또는 증대 ① 電壓調節器 PI 설정불량 등 ② 負荷의 대량 급변	① 靜特性 체크 ② 이상시의 負荷에 관한 정보 수집 검토 靜特性 체크 ① · 각 요소 入出力 체크 · 靜特性 체크 ② 負荷변동 정보수집, 검토

調査-1 : 운전상태로 장치의 入出力 관계를 체크한 즉 電壓調節器出力이 때때로 이상해지는 것이 판명됐다.

調査-2 : 電壓調節器內的 增幅器에 대하여 조사한다. 帶溫에 있어서 靜特性試驗 양호 진동을 주어도 이상현상 없음. 그러나 주위온도 40℃ 이상에서 시험한 즉 特性에 이상이 발생하는 것이 판명된다.

對策處置 : 部品에 분진이 부착돼 있었으므로 溶劑로 청소한 후 상기 시험을 해보니 이상이 없었다.

이것은 部品에 부착된 분진이 주위온도가 높아지면 導電化하여 出力변동을 일으키고 있었던 것으로 주위환경에 대한 방호조치가 중요하다는 것을 가리키는 것이다.

例-2 AVR 요소의 접촉불량한 예

AQR 운전중, 때로 급격한 VAR 변동이 관측됐다.

調査-1 : AQR 制御特性에는 이상이 없었으나 90R의 특정위치에서 VAR 변동이 일어나는 것을 확인한다.

調査-2 : 정지하여 90R 抵抗値를 체크한 즉 접촉불량 개소를 발견하여 수리했다.

摺動部가 있는 것은 정기 점검시에 접촉상태 점검을 실시할 필요가 있다.

例-3 關聯電磁制御機器가 불량한 예

發電機가 定格回轉數에 상승한 후 電壓確立이 되지 않았다.

調査-1 : 初勵磁用電磁接觸器 3I를 투입해도 電壓이 발생되지 않으므로 조사한 즉 初勵磁電流가 흐르지 않았다.

調査-2 : 3I를 점검하여 접점이 마모돼 있는 것을 발견하여 손질조정을 했다. 결과 양호.

오랜 세월 사용하고 있는 경우, 특히 주변기기

의 보수점검도 필요하다는 것을 가리키고 있다.

例-4 檢出機器 불량인 예

운전중, 勵磁電壓 및 AVR 변동이 때때로 있어 그때는 90R를 최대위치로 해도 定格 VAR를 취할 수 없는 현상이 일어났다.

調査-1 : AVR 靜特性 체크를 했지만 이상한 것은 없었다. 90R, 55R을 손질한 후 운전을 하니 같은 현상이 생겼다. 그후 하루밤에 數 10回 VAR 감소(5~30분 계속)를 관측했다.

調査-2 : 운전시 各部 入出力 측정을 하고 있었는데, 이상상태에서는 VAR 電流檢出回路의 부실로 판정됐다.

調査-3 : 정지하여 檢出用 CT의 2次勵磁시험을 한 즉 CT 捲線의 層間短絡으로 판명되어 CT를 교환한 결과 양호했다.

調査에 있어서는 AVR에 관련되는 주변검출장치까지 포함해 원인을 규명해야 된다는 것을 가리키고 있다.

例-5 負荷遮斷 때만 이상을 일으킨 예

통상 운전시는 전혀 이상함이 없으나 負荷遮斷을 한 즉 4/4負荷에서 59에 의해 트립됐다.

조사를 위해 다음 측정점을 오실로에 넣어 負荷遮斷試驗을 했다(發電機電壓, 勵磁電流, 勵磁電壓, 다이리스터A-K 電壓, 펄스波形).

그 결과 界磁抑制時 펄스位相이 이상히 뒤짐방향으로 시프트하여 誤點孤하는 것이 판명됐다. 點孤角 位相調節界의 특성 체크를 한 결과 周波數補償裝置 불량에 의한 이상현상인 것을 확인했다.

이상과 같이 현장에서 운전중 일어나는 이상은 비교적 시시하고 평범한 원인에 기인하는 것이 많은 것은 사실이지만 고장을 조속히 격출하여 대책을 강구하는 것은 2.에서 말한 바와 같은 기본적 항목을 충분히 이해한 다음 현상을 정확히 파악하는 것이 중요하다.

☛ 다음 호에 계속