

自勵式 複捲 三相同期發電機

Self-excited type compound three-phase

synchronous generator

鄭 然 澤
김 영 동

明 知 大 學
木 浦 奕 專

1. 序 論

중대 증소형 同期發電機는 勵磁機의 容量비가 크기 때문에 가격이 高價일 뿐만 아니라 軸의 길이가 길어지는 결점이 있었다. 그리고 力率이 낮은 誘導性 負荷에서는 直軸分反作用(減磁作用)으로 電壓變動이 심하여 自動電壓調整器(AVR)의 制御幅이 커야 했고, 速応度가 좋아야 했고, 信賴度를 높게 설계해야만 했다. 따라서 제작공정이 복잡화 되고 고장률이 높아 보수유지비가 많이 소요 되었다. 최근 많이 研究 開發 되어 보급 되고 있는 브러시 없는 同期發電機(brushless synchronous generator)에서도 異常 電壓이나, 熱 혹은 機械的 충격으로 부터 半導體 回轉 整流器의 보호와 점검 및 보수 的 어려움이 따른다.

그래서 本研究에서는 이와같은 諸問題點을 보완 해결하기 위하여 하나의 固定子 鐵心에 出力捲線과 캐파시터 勵磁捲線을 각각 스타 結線으로 실시하여 이들의 中性點을 開放⁽¹⁾, 各相의 電流를 整流하여 界磁電流를 얻는 새로운 自勵式 複捲 三相同期發電機를 제안한다. 그리고 그 試作機를 제작 實驗結果를 보고한다.

그리고 그 試作機를 제작 實驗結果를 보고한다.

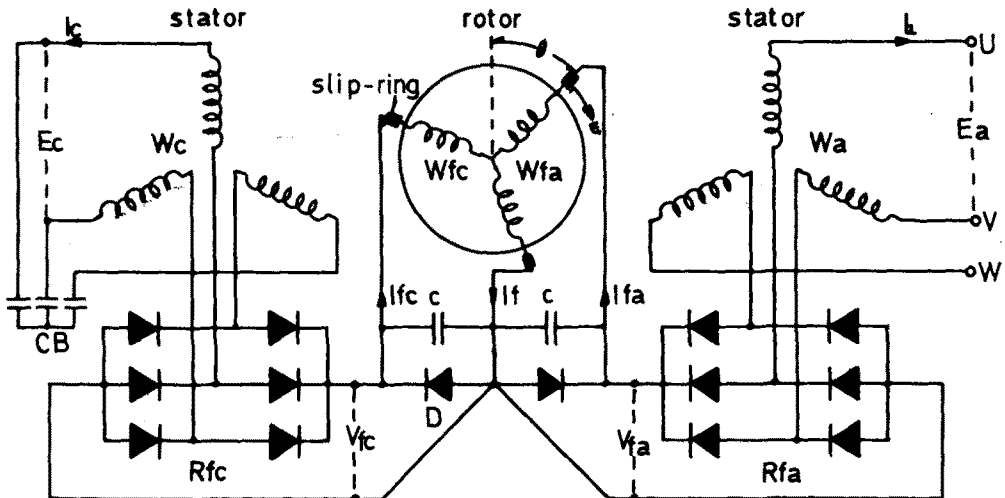


그림 1. 自勵式 複捲 三相同期發電機의 基本 回路圖

Fig.1, Circuit diagram of the self-excited type compound

three-phase synchronous generator

2. 基本 回路構成과 原理

그림 1은 本 發電機의 基本 回路圖이다. 機械的 構造는 종래 捲線型 誘導電動機와 동일하다. 固定子에는 出力捲線 W_a 와 캐파시터 勵磁捲線 W_c 를 동일 슬롯(slot) 내에 일정비율의 점접촉으로 스타 結線하여 각각의 中性點을 開放한다. 여기에 靜止型 半導體 3相全波整流器 R_{fa} 와 R_{fc} 를 접속 整流하여 슬립링(slip-ring)을 통해 回轉界磁捲線 W_{fa} 와 W_{fc} 에 공급한다. 그리하여 圓筒型 回轉 界磁極을 磁化, 同期化 시킨다.

發電開始는 回轉子를 ω 의 각속도로 회전 시키면 界磁極의 殘留磁氣에 의해 殘留電圧이 캐파시터 勵磁捲線 W_c 에 誘起된다. 이때 캐파시터 뱅크(capacitor bank) CB 의 充放電에 의해 進相電流가 발생하여 殘留起磁力과 같은 方向의 作用起磁力을 유발시켜 增磁作用을 이르고, 캐파시터의 充放電曲線과 磁氣飽和曲線이 교차하는 점까지 순식간에 電壓上昇(build-up)이 이루어져서 定格電壓이 확립된다.⁽²⁾ 定常狀態에서 캐파시터 進相電流는 계속 增磁作用을 誘

發하여 分捲特性을 유지하고, 그 電流는 다시 中性點 整流브릿지 R_{fc} 에 의하여 界磁捲線 W_{fc} 에 定常的인 直流 磁化作用을 유발하므로 自勵發電이 지속적으로 유지된다.

한편 出力捲線 W_a 의 中性點도 開放하여 負荷電流를 整流시켜 界磁捲線 W_{fa} 에 直流界磁電流로 供給하므로써 自身の 電流가 이르킨 電機子反作用 磁束을 界磁極에서 완전히 상쇄시켜 主므로 抵抗負荷는 물론 誘導性負荷에서도 강한 直捲特性을 얻을 수 있다.

그리하여 本 3相同期發電機는 별도의 엑사이터(exciter) 없이도 自勵發電이 可能하며, AVR을 생략하고 서도 複捲特性을 얻을 수 있으며, 캐파시터 容量과 磁氣 飽和曲線을 적의하게 利用하면 過復捲特性 및 差動復捲特性도 얻을 수 있다.

3. 實驗結果

試作機는 捲線型 誘導電動機 7.5 [KW]를 利用하여 固定子 捲線만 다시 설계 실시하였다. 出力捲線 W_a 와 캐파시터 勵磁捲線 W_c 의 동일

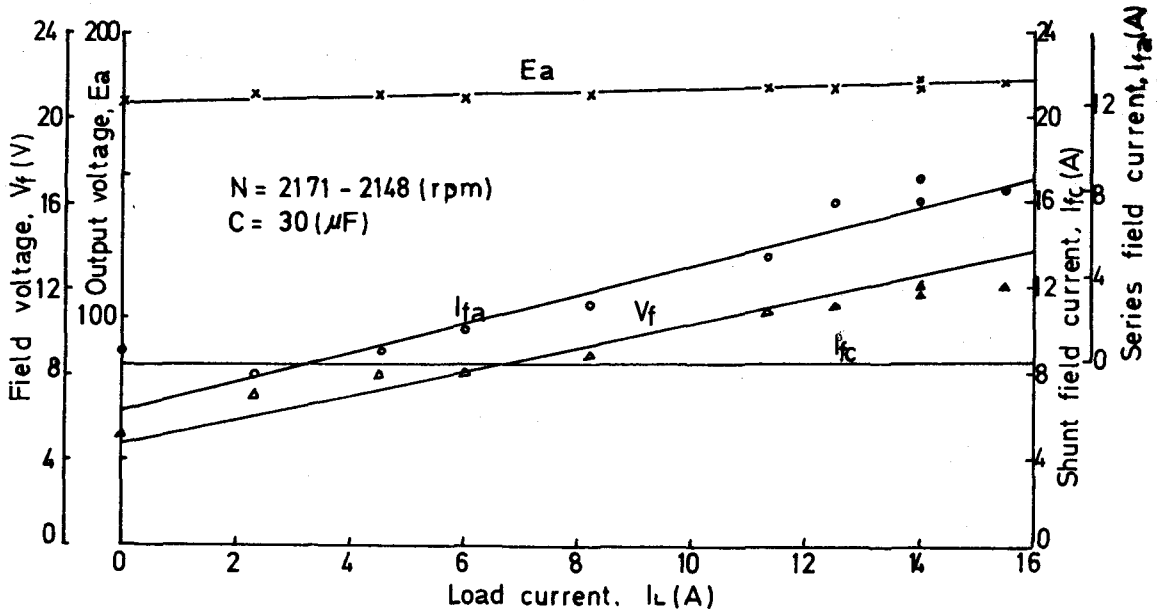


그림 2, 誘導性 負荷 特性

Fig. 2, Inductive load characteristics

슬롯트 내에서 접지비가 3:1이 되도록 하였다. 구동은 농형 유도전동기 10 [HP]으로 하였다. 負荷는 力率을 낮게하기 위하여 3상 농형 유도전동기를 무부하 상태로 여러대를 병렬로 증가 시켜 갔다.

그림 2는 實驗結果에 의해서 얻은 誘導性負荷特性曲線이다. 캐파시터 容量이 30 [μF] (3φ 380 V) 일때 分捲界磁電流 I_{fc} 는 直流平均值 8.5 [A]를 一定하게 유지하고, 負荷電流 I_L 의 增加에 따라서 直捲界磁電流 I_{fa} 는 直線的으로 增加하고 있다. 따라서 端子電壓 E_a 는 自動적으로 平復捲特性을 가리키고 있다. 回轉速度는 오히려 無負荷時 2171 [rpm]에서 最大負荷時 2148 [rpm]으로 떨어졌는 데도 단자전압이 다소 증가하고 있는 경향은 직권특성이 강력하게 작용하고 있음을 입증하게 된다.

回轉界磁捲線은 捲線型 誘導電動機의 3相 Y結線 回轉子捲線을 그대로 사용하였기 때문에 自然的으로 종래 正弦波發電機의 界磁捲線의 構成이 이루어졌고, 圓筒型 回轉子이므로 出力波形이 良好한 正弦波가 되었다. 다소의 슬롯트 高調波마저 캐파시터 뱅크에서 흡수하여 버리는 것으로 사료된다. 또한 종래 엔진發電機에서는 電動機負荷의 경우 起動電流의 過多로 성능이 좋은 AVR 장치로도 始動이 곤란했다. 그러나 本發電機는 강력한 直捲特性 때문에 電動機의 起動特性이 良好하였다.

4. 結 論

星形結線한 固定子 出力捲線과 그것과 並列로 실시한 캐파시터 勵磁捲線의 中性點을 各各 開放하여 静止型 半導體 3相全波整流브릿지로 負荷電流와 進相勵磁電流를 直接 整流하여 브릿시와 슬립링을 통하여 回電界磁捲線에 供給 界磁極을 磁化 同期모드 (Synchronous mode)를 형성하는 自動式 複捲發電機를 제안 하였다. 本發電機는 勵磁機 없이도 電壓 確立이 可能하고, 自動發電의 유지가 可能함을 입증했다. 또 問題

點이 많은 AVR 마저 생략하고서도 複捲特性을 얻을 수 있었다. 正弦波發電이 可能했고, 同期電動機로서도 겸용 할 수 있었다.

勵磁機와 AVR이 不要하므로 經濟性이 높고, 實用性이 良好한 中小型 단독운전 엔진 發電機로 應用 價值가 있다고 사료된다.

그러나 本 自動式 複捲 三相同期發電機를 完成하는데 있어서는 理論的 解析과 大容量化, 短絡時 殘留磁氣의 소실문제, 經濟的인 中性點 引出問題 등이 지속적인 研究課題로 남게 된다.

参 考 文 獻

- (1), A.C. Williamson, "A new connection for synchronous motor excitation," IEE proc., Vol. 127, Pt.B, No.3, 1980.
- (2), Y. Adachi, "Self-Excitation of Induction Machines with Static Condensers," J.I.E.E.J., Vol. 80, No. 864, 1960.