

同期機

李 承 院

目 次

- 1. 緒 論
- 2. 發電機縮小化
 - 2.1 冷却技術
 - 2.2 電磁力과 損失
 - 2.3 短絡比
 - 2.4 力 率
 - 2.5 超傳導 同期發電機
- 3. 設計 및 特性解析의 새로운 수법
- 4. 同期發電機의 사이리스타 負荷
- 5. 마이크로 컴퓨터에 의한 同期機 特性解析
- 6. 同期機의 最近의 技術的 問題
- 7. 結 論

1. 緒 論

1810년경 Faraday에 의해 交流機가 大出力化된 이래 이의 送電을 위해 또 Faraday에 의해서 交流變壓器가 開發되어 本格的인 交流配電이 始作되어 交流發電所가 생기게 되었다. 그리하여 1889년에는 高壓에 의한 送電이 最初로 이루어졌고 이때에 使用된 發電機는 그 용량이 약 1000kW 周波數 83Hz 電壓 5000V의 것이었다. 그 후 交流送電이나 直流送電이나의 치열한 論爭을 거쳐 交流發電機의 開發로 交流送電이 有利한 位置를 차지하게 되었다. 그 후 2相交流나 3相交流나의 論爭을 거쳐오던중 도부루우스키의 實驗에 의해 마침내 現在와 같은 3相交流方式이 確立되었고 1892년 世界最初로 2臺의 3相交流發電機를 設置 3相交流 送配電系統이 稼動하기 시작했다.

그 후로도 電氣系統에 대한 많은 研究開發이 있었는데도 不拘하고 發電所發電機로서 同期發電機가 使用되어 온 理由는 同期機는 整流를 할 必要가 없기 때문이다. 즉 界磁를 回轉시키고 電機子를 靜止시켜둘 수 있음으로 해서 大容量 高電壓回轉機가 될 수 있기 때문이다.

*正會員 : 서울大 工大 電氣工學科 教授 · 工博(當學會前會長)

그리고 勵磁電流를 交流電源에서 받지 않을 경우는 力率도 좋고 力率의 調整可能한 特徵이 있다.

그 후 産業의 發達과 더불어 電力需要는 急增하게 되고 發電機 單位容量 역시 이에 따라 繼續 增加하여 現在에도 이에 大容量化에 가장 큰 努力이 進行되고 있는 形便이다. 그래서 이 解説의 첫째 제목으로서 發電機大形化에 기여할 수 있는 技術問題를 다루기로 했다.

둘째로는 發電機가 大形化 됨에 따라 過去에는 그리 重要視되지 않았던 固定子鐵心端의 漏洩磁束問題 負荷時磁束分布問題等を 正確하게 구하기 위한 設計法이 開發되고 있어 이를 소개하고

셋째로는 現在 電子工學의 發達에 의해서 많은 負荷가 사이리스터로 구성되고 있어 이에 대한 對策이 널리 研究되고 있어 그 狀況을 살펴 보기로 하겠다.

다음에 現在 電子計算機의 急進的 發達로 인해 마이크로가 多樣하게 利用되고 있는바 同期機에 있어서의 利用法의 一例를 提示하여 이 方面動向을 把握 하는데 도움이 되도록 하였다.

한편 最近의 同期機의 運轉上的 技術的 問題를 몇개 들어 讀者 여러분들의 關心을 촉구 하였으며 끝으로 同期機의 原理, 特性, 應用等に 대해서는 讀者들이 이미 熟知하고 있을 것이기 때문에 本文에서는 同期機關聯技術이 現在 어떠한 水準에서 다루어지고 있는가를 소개하는데 그치기로 한 것이다.

2. 發電機 縮小化

發電設備의 單位容量의 增六에 수반되는 發電機 單位容量의 增加 추세는 産業의 發展 및 民生의 向上과 더불어 增加 해가는 電力需要에 呼應하기 위해서 發生한 必然的現象 이라고 보겠다. 이를 可能케 하는 것이 곧 發電機 縮小化 技術이다. 이 發電機 縮小化 技術은 反對로 發電機 大容量化의 要求에 의해 發達된 技術이

라고도 볼 수 있다. 이 縮小化에 貢獻한 가장 큰 技術은 冷却技術로서 이는 發電機 單位體積當 出力을 增加시키고 증가된 發生熱을 効率的으로 冷却 시키는 것이다. 또 하나 縮小化에 크게 貢獻한 것은 構造의 合理化方案이라고 보겠다. 그림 1은 터어빈 發電機와 水車 發電機의 單位體積當 出力의 變遷을 表示한 것이다.

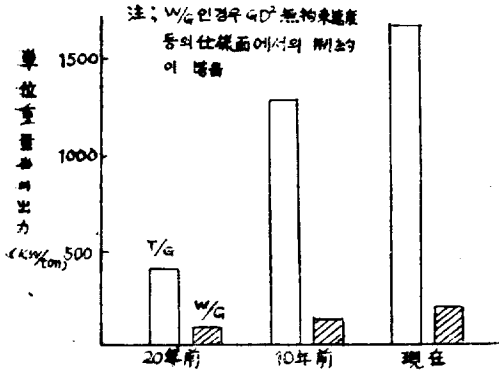


그림 1. 單位重量當 發電機出力의 推移

이에 表示된 바와 같이 發電機의 크기가 터어빈發電機의 경우 1/4로 줄어 들고 있다. 터어빈發電機의 경우 그 回轉速度가 크기 때문에 機械的制約이 커져 주로 冷却方式의 進歩에 의해서 이런 縮小이 이루어 졌다고 해도 過言이 아니다.

이들 新技術 외에도 發電機 설계面 에서도 定格力率의 向上이라든가 短絡比의 減少等이 發電機의 縮小化에 기여하고 있다.

2.1. 冷却技術

터어빈發電機 容量增大의 歷史는 바로 冷却技術의 發達史라고 해도 좋다. 發電機는 처음에는 空冷式으로 製作했었는데 이때의 容量은 不過 50MVA에 지나지 않았었다. 그 후 水素冷却方式이 導入되어 300MVA까지 製作이 可能하게 되었는데 이 시점에서는 間接的으로 導體를 冷却 시키기 때문에 그 冷却性能이 그리 좋지 않아 크게 그 容量을 增加시키지 못했는데 다음 단계로서 물, 기름, 개스등으로 直接 冷却하는 技術이 導入됨에 따라 効果적인 縮小化가 이루어졌다. 그림 2는 各種 冷却方式에 따른 發電機容量과 出力係數와의 關係를 表示한 것이다.

現在 製作 되고 있는 大容量機는 固定子코일은 水冷却 回轉子코일은 水素가스 直接冷却方式의 溫用方式을 쓰고 있다.

이 방식에 의해서 製作 가능한 容量은 2極 1500MW 級 4極 2000MW정도 이다.

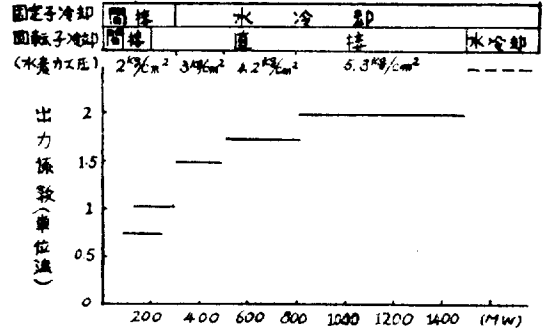


그림 2. 터어빈 發電機出力 係數의 推移

만일 回轉子導體 까지도 水冷却이 可能하게 되면 그 容量을 1.5배까지 增加시킬 수 있다고 思料된다. 지금 이方式에 의한 開發業務가 世界 各國에서 猛烈히 進行되고 있으며 그 機械는 試驗製作段階이나 4極機는 이미 實用化 段階에 到達하고 있다. 이와 같은 努力은 勿論 經濟的利得때문 이지만 輸送上의 制限은 그 理由의 하나인 것이다.

2.2. 電磁力과 損失

前記한 바와 같이 冷却技術의 發達에 의해서 發電機가 縮小化될 경우 發電機의 電氣裝置가 增加하게 된다 이를 위해서는 電機子電流가 增加 해야 되며 따라서 코일에 作用하는 電磁力이 增加하고 固定子鐵心端에 있어서의 漏電流損이 增加하게 된다.

電磁力에 관해서는 通常 運轉時와 短絡 運轉時를 나누어 考察하게 된다. 그래서 이에 대한 研究가 거듭된 結果 電磁力에 대한 耐力이 강한 特殊構造의 코일 固定法이 開發되었다.

그림 3은 突發短絡時 코일端部에 作用하는 電磁力과 容量과의 關係를 表示한 것이다. 코일端部에 發生하는 漏洩磁束에 의한 固定子鐵心端의 損失에 의한 溫度上昇은 大容量機設計에 있어서 큰 制約條件이 되기

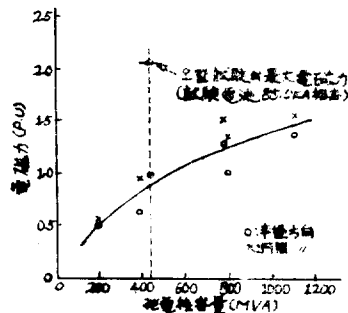


그림 3. 三相突發短絡時 코일엔드 電磁力

때문에 材料 및 構造面에서의 여러가지 方法이 考慮되어 왔었는데 現在에는 磁氣分路를 가진 磁氣차폐법이 가장 効率的인 方法으로서 實用化 되고 있다.

2.3. 短絡比

發電機의 短絡比는 점차 적어져 가고 있어 약 15年前만 하더라도 0.8정도였었는데 現在는 0.6時代를 지나 0.5程度가 되고 있고 0.4차리도 製作되고 있는 형편인데 後記할 豫定이지만 앞으로 超傳導導體에 의한 發電機가 製作될 경우는 더욱 낮아질 것으로 豫想된다. 이와 같이 短絡比가 낮아지는 것은 이에 따른 安全度의 低下를 保護繼器의 高速化 勵磁速度의 改良等에 의해서 補償 할 수 있게 되었기 때문에 機械를 可能한限까지 만들어 經濟的으로 得을 보고 한편으로는 運搬制限에 맞게 하기 위해서이다.

그림 4는 短絡比와 기계의 크기를 表示한 것이다. 이것으로서 發電機의 容量이 短絡比에 따라 얼마나 變化하는가를 알 수 있을 것이다.

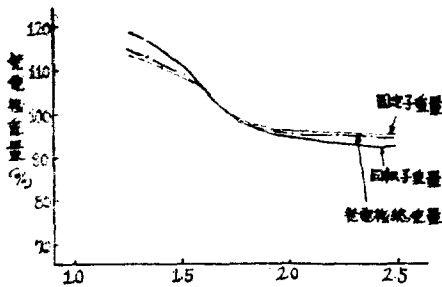


그림 4. 發電機重量과 同期리액턴스 關係

이와 같이 短絡比의 低下에 따라 機械가 大幅 縮小되지만 短絡比를 0.5以下로 할 경우 電氣裝備 增加에 따른 制約 때문에 機械의 縮小效果가 그리 크지 않기 때문이다.

그러나 1~2에서 言及한 眞題들이 더욱 깊이 研究되면 더 큰 效果를 거둘 수 있을 것이다.

2.4. 力 率

發電機의 定格力率도 發電機重量을 低減시키는 設計上의 큰 要因의 하나이다. 그래서 力率이 0.8에서 0.85를 거쳐 現在는 0.9를 標準으로 하고 있는 형편이다. 그림 5는 500MW級 固定子 冷水式터어빈 發電機에 대한 定格力率과 發電機重量關係를 表示한 것이다. 定格力率이 向上될 경우 電壓벡터와 電流벡터의 合成에 의해서 求해지는 定格負荷時의 界磁 A-T이 減小하여 銅機械가 되는 同時에 機械가 縮小된다. 以上 發電機의 縮小化 可能要因에 관해서 記述 하였는데 이들은 모두 電氣裝備의 增加를 수반 함으로 리액턴스를 爲始한 여러 定數에 變化를 가져온다.

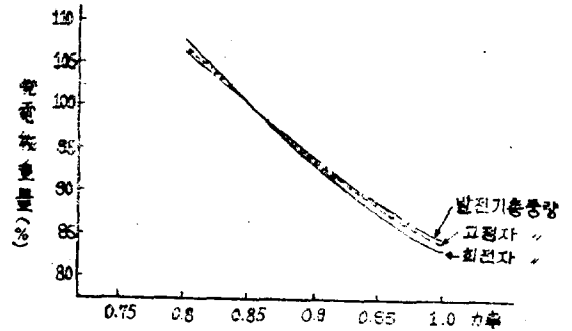


그림 5. 發電機重量과 力率의 關係

2.5. 超傳導 同期 發電機

20世紀 後半에 있어서의 科學과 技術의 急速한 進歩는 에너지의 消費를 大量化 하였다. 특히 電氣에너지의 消費量은 急增하여 前紀한 바와 같이 發電機의 單位容量은 增大一路에 있다. 그런데 現在까지의 技術로서는 2極機에 있어서 2000MVA, 4極機에 있어서 3000가 그 容量 限界이다. 따라서 現在의 技術限界를 突破할 新技術이 必要한데 이에 登場한 것이 超傳導技術인 것이다. 現在 發電機를 爲始해서 各種 回轉機械의 超傳導化가 시도되고 있다.

發電機에 있어서 그 容量과 機械의 크기와의 사이에는 $\frac{KVA}{\omega} = K_0 D^2 L$

의 關係가 있는데 이 식으로부터 같은 치수의 경우 이 식의 K_0 를 크게 하면 그 容量이 커짐을 알 수 있다.

그런데

$$K_0 = CB_r A_r$$

임으로 B_r 와 A_r 를 크게 해야 한다. 그러나 從前의 有齒鐵心의 磁氣飽和現象 때문에 B_r 에 限界가 있고 A_r 를 크게 하려면 홈의 깊이를 크게 해야 하는데 이 경우는 短絡比가 작아져 安定度가 低下된다. 그래서 前記한 바와 같이 冷却方式의 發達과 設計手法의 改善에 依해서 縮小化 되어 왔으나 現在는 이 方法은 別에 부딪치게 된 것이다.

그런데 界磁極을 超傳導磁石으로 代置할 것 같으면 B_r 를 鐵製의 數倍도 할 수 있을뿐 아니라 鐵心이 不必要하기 때문에 電機子捲線空間이 커져서 A_r 를 크게 할 수가 있다. 이 方法에 의할 것 같으면 K_0 를 增進의 10倍 程度로 할 수 있기 때문에 1/10로 크게 縮小시킬 수 있어 單位發電機의 容量을 大幅 增加시킬 수 있고 또 同期리액턴스가 적어져 安定度가 向上되는 등의 優秀한 特性的 發電機가 製作될 것으로 期待된다.

3. 設計 및 特性解析의 새로운 수법

가. 有限要素法의 磁界解析에 의한 發電機 設計

同期發電機의 單位容量의 增大에 따라 固定子鐵心端部의 滯留磁束이 增加한다. 이를 正確히 把握하기 위해 이에 有限要素法을 適用하게 된 것이다. 즉 固定子端部磁束分布를 有限要素法에 의해서 구하는 것이다. 이에 있어서 ① 線形問題로 取扱하고 端部磁界로 본다 ② 端部構造를 圓周方向으로 連續豫軸府稱構造物로 본다. ③ 回轉子固定子捲線에 흐르는 電流는 半徑方向 r 圓周方向 θ 軸方向 z 의 三成分을 다 考慮한다. ④ 積層鐵心에 있어서의 透磁率의 方向性도 考慮한다.

이상의 여러가지를 考慮하고 Maxwell方程式을 有限要素法에 의해서 풀음으로서 固定子端部の 磁束分布가 正確히 求해지고 있다. 이에 의해서 弄 結果를 例로 들면 그림 6과 같이 얻어 진다. 또 端部滯留磁束이 더 큰大容量機에 있어서는 外側間隔片과 鐵心押板間에 段落狀으로 積層鐵心を 만들어 齒部로 漏洩되는 磁束을 吸收하는 構造로 하는데 이것의 效果도 有限要素法에 의해서 풀고 있다. 이 수법에 의해서 檢査한 結果를 하나 소개해 보기로 하겠다.

700MW級 發電機에 있어서 磁氣分路가 없는 경우와 端部鐵齒部를 完全히 덮는 磁氣分路를 만들 경우 그리고 半만 덮는 磁氣分路를 만들 경우에 있어서 차폐損失을 이 方法에 의해서 比較檢討하였다. 그림 7은 그 結果로서 短絡比의 低下에 따른 端部鐵心磁束密度의 增加를 前記 各各의 경우에 따라 나타낸 것이다. 그림 8은 차폐판의 損失을 各各의 경우에 따라 計算한 結果이다. 이와같이 有限要素法에 의한 磁界解析의 近來設計에 適用됨으로써 大形化에 기여 하고 있다.

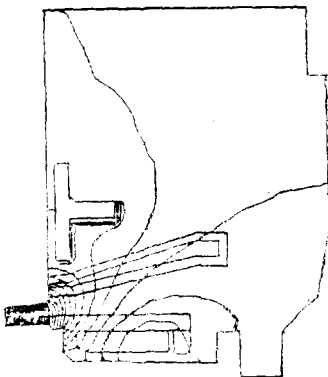


그림 6. 固定子 端部磁束分布

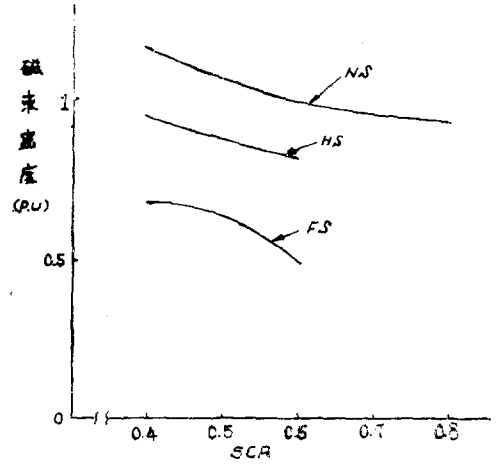


그림 7. 短絡比와 端部鐵心磁束密度

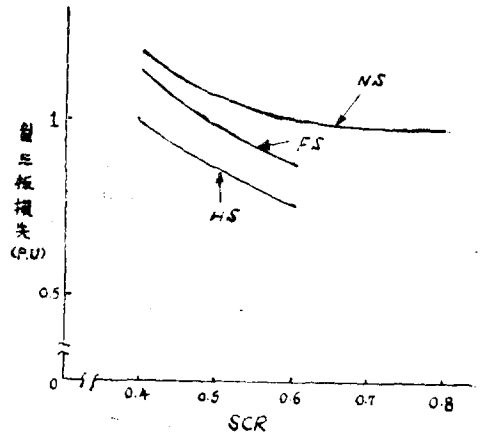


그림 8. 短絡比와 실드板損失

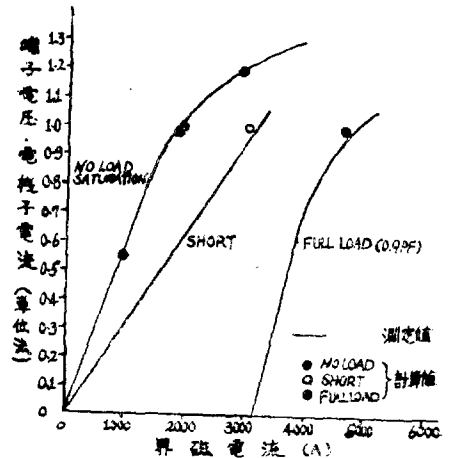


그림 9. 特性曲線

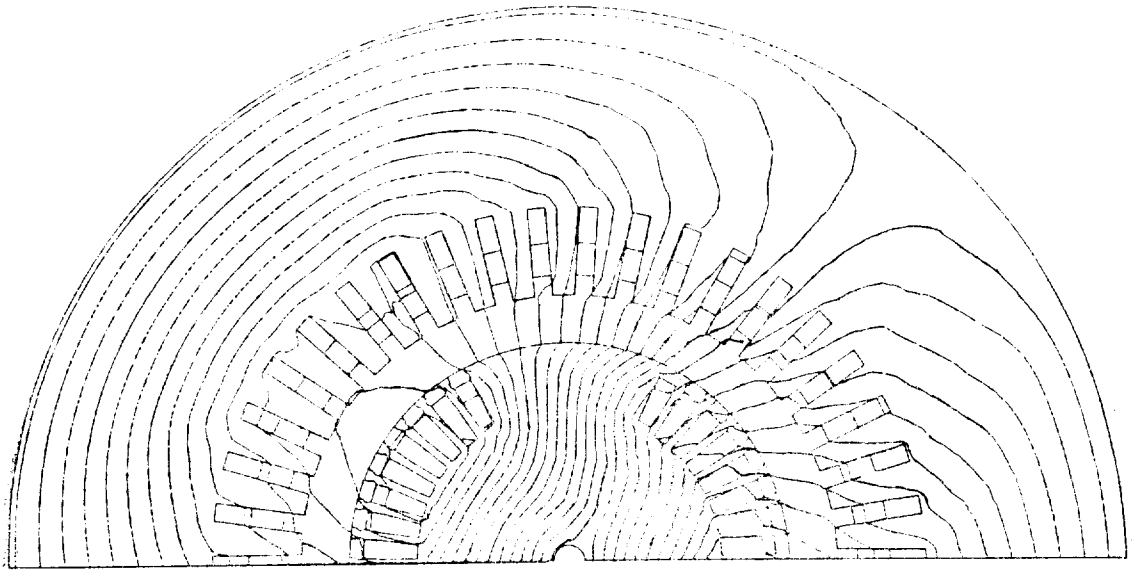


그림 10. 負荷時와 磁束分布計算

나. 有限要素法에 의한 負荷時 磁束分布計算
 發電機의 負荷時의 磁束分布를 詳細하게 計算하는 것은 發電機의 負荷時의 諸特性을 解明하는데 大端히 重要하다. 그래서 近來와서 有限要素法을 適用해서 發電機中心斷面의 磁束分布, 無負荷時의 磁束分布, 三相短絡時의 分布, 定格負荷時의 磁束分布를 計算하고 있다. 그림 9는 이 方法에 의해서 計算한 無負荷狀態, 三相短絡狀態, 定格負荷狀態에 있어서의 計算値와 實測値와를 比較한 것이다. 이로서 有限要素法에 의한 計算値의 正確性을 짐작할 수 있을 것이다. 그림 10은 負荷時의 磁束分布 計算結果이다.

4. 同期發電機와 사이리스터 負荷

近來 電力機器로서 사이리스터가 널리 使用되고 있어 發電機에 이 負荷가 걸려 있을때의 問題가 널리 研究되고 있다. 電力의 供給을 받고 있는 사이리스터 變換器는 各己의 負荷 coil에 要求되는 電流, 電壓을 別個로 發生해야만 하기 때문에 發電機出力端子에는 各己의 사이리스터 電源의 有効電力, 無効電力의 總和가 걸린다. 이 경우 사이리스터 變換器의 相互干涉이 母線電壓의 變化, 位相의 變化로써 나타날 可能性이 있다. 其他 사이리스터의 轉流에 의한 高調波電壓이 電源周波數를 變形하게 하다가 다른 사이리스터 變換器의 動作을 妨害하게 되는 수도 있다.

이와 같은 시스템을 解析함에 있어서 發電機와 사이

리스터의 動作을 分離시켜서 生覺할 수는 없다. 이에 는 發電機의 非線形性, 突極性 및 사이리스터의 轉流時의 動作, 出力電壓波의 變形, 位相의 相異等을 全部考慮한 總合 시뮬레이션코드 開發이 必要할 것이다. 지금 여기에 單純히 發電機와 하나의 사이리스터가 結合된 모델에 關한 檢討結果를 例示해 보기로 하겠다. 이에 의해서 이 시스템의 特性의 1단을 이해 할 수 있을 것 이라고 사료 된다.

여기에 表示된 發電機는 phase variable generator로서 그 定數는 그림 11과 같다.

사이리스터의 ON-OFF에 關해서는 이를 電壓源으로 生覺하고 ON時는 電壓 O, OFF時는 電流 O을 維持하는 逆電壓을 發生시킨다. 여기에서 문제가 되는 것은 負荷側 사이리스터가 急激히 動作 했을때 發電機 出力電壓의 變動이다. 특히 負荷코일의 時定數가 길기 때문에 사이리스터 變換器의 바이파스케어를 解除할 경우 無効電力이 階段의으로 變換하는 것이다. 그림 12는 이 경우의 K.V.W의 電流이며 그림 13은 相電壓인데 電壓波形的 變形 때문에 轉流가 失된 것을 알 수 있다.

前記한 바와 같이 이것은 극히 例의으로 考察한데 지나지 않는데 實際의 問題를 解決하기 위한 努力이 요구되고 있으나 앞으로 各樣各색의 사이리스터 變換器들이 使用될 展望이 그만큼 이와같은 回路取扱方法이 널리 究明되어야 할 것이다.

(1) "Dynamic Modeling of Single Generator Connected to HVDC Converters"

J. Acrrillaga et al IEEE F 77 647-1

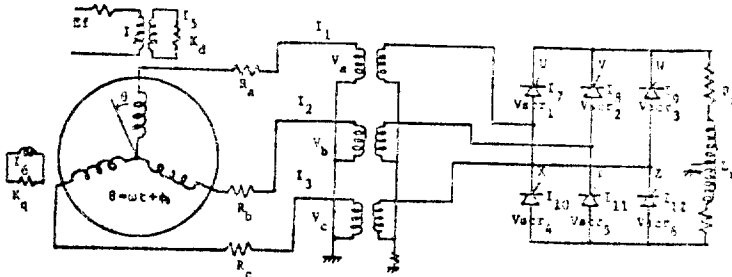


그림 11. Circuit for simulation

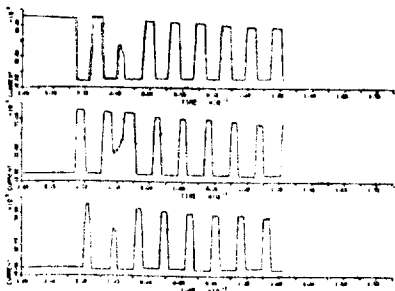


그림 12. Current Waveforms I_a, I_b, I_c .

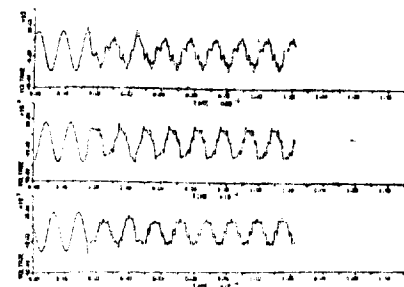


그림 13. Voltage Waveforms V_a, V_b, V_c .

5. 마이크로 컴퓨터에 의한 同期機 特性解析

近來 急速度로 發展한 마이크로 컴퓨터는 家電製品, 自動車等 屬生品等에 積極的으로 導入되어 大端히 便利한 商品化 하고 있다. 마이크로 컴퓨터를 使用 할 것 같으면 機械를 改良하지 않고서도 시스템의 動作을 여러가지로 變更시킬 수 있다는것이 큰 長點이다. 그래서 近來에 와서 電機機器의 마이크로 컴퓨터에 의한 制御가 相當히 活潑하게 研究되고 있다. 勿論 同期機에도 이의 適用이 活潑하게 될 것으로 믿는 바이다.

여기서는 마이크로 컴퓨터에 의한 同期機의 特性解析에 관한 例를 들고 앞으로 마이크로 컴퓨터의 同期機의 活用의 一端을 소개 하고자 한다.

同期機의 直交座標軸電流 i_d, i_q 의 瞬時值를 구하는 方法으로서 마이크로 컴퓨터를 應用한 것이다.

同期機電流 i_a, i_b, i_c 를 α, β 座標軸으로 變換하고

$$i_\alpha = \frac{1}{3}(i_a - 2i_b + i_c) \quad i_\beta = \frac{1}{\sqrt{3}}(i_a - i_c) \quad (1)$$

이것과 Gibbs에 의한 直交軸變換의 i_d, i_q 와의 關係는

$$\begin{aligned} i_d &= -\cos(\theta - 120^\circ)i_\alpha - \sin(\theta - 120^\circ)i_\beta \\ i_q &= -\sin(\theta - 120^\circ)i_\alpha + \cos(\theta - 120^\circ)i_\beta \end{aligned} \quad (2)$$

로 表示된다.

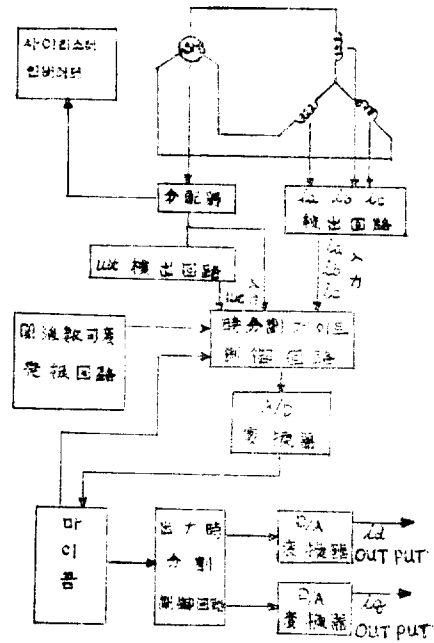


그림 14. 計測 시스템

그림 14는 이 計測시스템으로서 時分割方式에 依해서 時時刻刻의 ωt 및 i_a, i_b, i_c 가 檢出된다. 이들은 一定한 順序에 따라 마이크로 컴퓨터의 RAM에 記憶되어 上式에 따라 計算된 후 또다시 DA變換되어 싱크로 出力 i_d, i_q 가 된다.

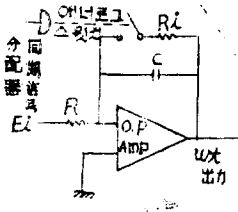


그림 15. 積分回路

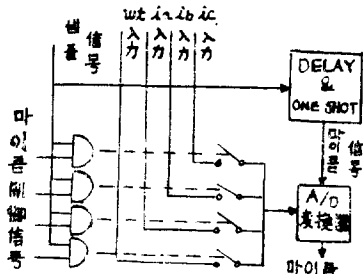


그림 16. 아나로그스위치

ωt 의 檢出에는 그림 15와 같은 積分回路를 使用 $\omega t = 0 \sim \omega T$ 범위의 楕圓形 電壓을 發生시켜 同期機 分配者로부터 同期信號를 利用해서 $t = T$ 에 이르러 積分回路의 C의 電荷를 放出시키는 動作을 $\omega t = 360^\circ$ 마다 반복시킨다. 檢出된 $\omega t, i_a, i_b, i_c$ 의 아나로그量은 그림 16의 아나로그 스위치에 의해 順次的으로 AD變換되어 RAM에 記憶된다. 機械의 回路數가 變化한 경우에는 그에 相應해서 AD變換器의 스트로보周波數를 加減한다. 샘플주는 電氣角 $\omega t = 1^\circ$ 로 한다. 機械의 軸速度가 빠를때는 마이크로 컴퓨터의 處理時間에 따라 가지 못한다. 이를 解決하기 위해서 여기에서는 處理시퀀스로서 上記 데이터의 샘플期間, (1) 및 (2)의 計算期間 및 RAM으로 부터의 데이터 引出時間으로 나누어 時間順序로 한다. 그림 17은 Flow chart이다. $\cos(\theta - 120), \sin(\theta - 120)$ 의 값은 RAM에 記憶되어 있으며 $\theta = \omega t - 150 - r_0$ 에 의해서 續出된다.

그림 18은 出力時分割回路의 論理回路이며 이 計測系統에 있어서는 直交軸電流 i_d 와 i_q 가 同時에 出力되기 때문에 XY싱크로에 의해서 瞬時電流의 벡터圖도 그릴 수가 있다. 또 이것은 通常 同期機의 過度現象 및 過度安定度の 解明에도 利用할 수 있다.

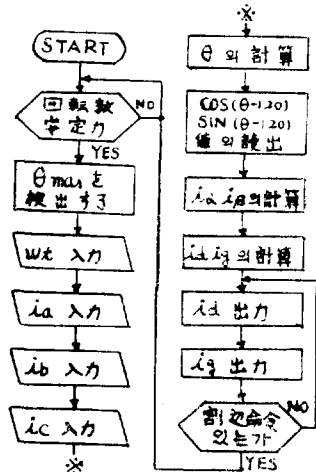


그림 17. Flow Chart

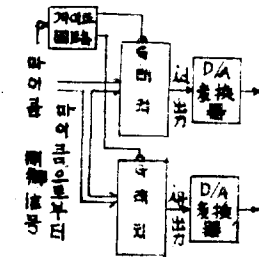


그림 18. 出力時分割回路의 論理回路

이처럼 마이크로 컴퓨터는 機械自體의 動作制御에만 使用되는 것이 아니라 實驗用測定方法에도 應用되는 이상 앞으로 同機械를 研究하는 사람들이 이 方面 技術도 익혀야 할 것으로 思料되는 바이다.

6. 同期機의 最近의 技術的 問題

가) 電力系統에 있어서의 脫調를 從來에는 電壓, 電流, 임피던스 및 상차각 δ 를 對象으로 연구考察되었는데 이 方法으로서는 脫調의 始作 脫調에 이르는 過程, 脫調로부터의 復起策에 關해서 解析的으로 說明할 수가 없다. 그래서 이問題를 解決해서 脫調의 豫知와 그에 의해서 AVR나 가바나를 制御할 수 있는 方法이 모색 되어야 한다.

나) 同期發電機의 逆相電流

短絡事故時나 不平衡負荷時에 發電機에 不平衡電流가 흘러 이에 의해서 非同期 回轉磁界가 發生 回轉子 導體에 電流를 誘發 回轉子 溫度上昇의 原因이 된다. 그래서 固定子逆相電流의 限界値가 各國別로 規制가 加해져 있다.

이 誘導電流가 導體構成에 對해서 어떤 分布가 되는가를 알면 不平衡耐力的 許容限界를 알 수 있게 되어 이에 대한 對策을 강구할 수 있게 된다. 따라서 이 誘導電流의 分布狀態를 구하는 것이 또하나의 課題가 되고 있다.

다) 同期發電機의 過度特性

同期發電機의 過度端子電壓, 電機子電速過度界磁電流를 時間經過에 따라 正確하게 把握하기가 大端히 어렵다.

그래서 發電機의 基本式과 不平衡負荷路條件과를 組合해서 過度特性을 正確하게 시뮬레이션하는 研究가 必要하다. 또 過度現象中 發生하는 電壓降下를 補償하기 위해서 AVR의 機能, 調速機의 動作策을 解析함에 있어 이를 시스템으로 다룰 경우 大體는 많은 省略을 해서 大體의인 解를 얻고 있다. 그래서 實際와는 一致하지 않는 경우가 많음으로 正確한 解를 구할 수 있는 시뮬레이션 프로그램의 開發도 必要하다.

라) 電力系統의 巨大化 高密度化에 依해서 電力系統이 複雜化 해지고 있다. 그래서 여러가지 예측치 못했던 現象이 나타나기 始作하고 있음으로 일례를 들면 直列콘덴서를 使用하고 있는 系에서 電氣系의 直列共振周波數와 터빈發電機軸의 共振周波數가 競合해서 터빈軸의 振動이 減小하지 않아 터빈軸이 波勞破壞하기에 이르는 수가 있다.

이러한 問題를 해결하기 위한 電氣, 機械의 合同系에 對한 精度높은 解析法이 開發되어야 하겠다.

以上 몇가지 今後의 課題를 例示 했는데 이외에 이에 類似한 課題가 많을 것으로 讀者들은 이와 유사한 問題해결에 힘써야 할 것이라고 生覺하는 바이다.

7. 結 論

以上 記述한 바와 같이 同期機의 現在의 至上課題는 그 첫째가 單位機容量의 增大에 있는데 現在의 推定으로서는 그 容量이 300MVA가 現技術上的 限界點이 될 것이며 그 以上이 되면 劃期的 새로운 技術, 例를 들어 超傳導導體 使用等的 技術이 開發 되어야 할 것으로 믿어지는 바이다.

또 現在 大形機設計에 있어서는 有限要素法이 많이 適用되어 成果를 거두고 있음을 알 수가 있다. 그리고 電力電子工學, 電子工學의 發達이 同期機의 運轉이나 그의 特性解析에 活用 되고 있음을 알 수 있었고 앞으로의 過度特性解析을 위해서 더 精密한 解를 얻을 수 있는 시뮬레이션 프로그램이 많이 開發되어야 하겠고 또 시스템의 複雜化에 따라 機械에 미치는 영향을 複雜한 電氣機械의 解析方法 方向에 의해서 解決해야 한다고 볼 수 있다.

전기자재, 기계부품, 중장비부품, 붓싱,
비철금속 주물일체

機青銅·青銅
黃銅洋銀·鉛青銅
高力黃銅·AL青銅



新昌金屬

공 장 : 서울특별시 영등포구 당산동 3가 555

전화 (64) 6318

사무실 : 서울특별시 을지로 3가 334-3

삼진빌딩 301호

전화 (267) 8317