



運轉改善으로 達成할 수 있는 에너지節約

14

Ⅲ. 變壓器의 에너지節約運轉

3·1 臺數制御에 의한 에너지節約

變電器機, 특히 大形變壓器는 電力器機에 비해 回轉部分이 없고 機械的인 에너지가 관여하지 않기 때문에 高效率器機인데, 變壓器를 통과하는 電力量이 매우 크므로 약간의 損失率改善으로 큰 에너지節約이 가능하다.

鐵心내의 磁束變化에 의해 생기는 鐵損의 低減化를 도모하기 위한 鐵心材料의 改良 改善이나 變壓器 排熱을 空調設備 熱源으로 利用하는 등 근래 急速하게 에너지 절감화가 확산되고 있다. 變壓器의 臺數制御도 勵行되고 있으며 制御方法은 手動에서 더 한층의 에너지節約化를 目標로 컴퓨터에 의한 自動制御로 바뀌고 있다.

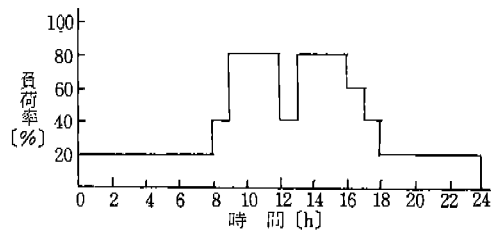
以下, 變壓器의 臺數制御에 대하여 損失計算을 中心으로 効果적인 臺數制御를 檢討하고 또 自動制御의 분야인 集中監視 시스템에 대한 解説을 간단히 하기로 한다.

3·1·1 變壓器의 臺數制御

變壓器의 負荷가 증대한 경우 複數臺의 變壓器를 並列로 運轉하는 일이 많다. 運轉臺數는 最大負荷에 대해 供給에 지장이 없도록 결정하게 되는데, 그림 3·1의 負荷曲線과 같이 負荷는 항상 일정하지 않고 1年中, 1日中에도 크게 變動하고 있어 그때 그때의 負荷에 따라 最高效率를 유지하도록 運轉臺數를 決定하여야 한다.

그러면 變壓器가 最高效率이 되는 것은 어떤 때인가.

2捲線變壓器의 效率은 定格 2次電壓 및 定格



〈그림 3·1〉 負荷曲線

周波數에서의 有效電力(kW 出力)과 「kW 出力 + 全損失」의 比를 百分率로 표시하는 것으로 無負荷損을 W_f (kW), 負荷損을 W_k (kW), 2次端子側에 얻어지는 有效電力을 P_R (kW)라고 하면 效率 η 는

$$\eta = \frac{P_R}{P_R + W_f + W_k} \times 100$$

으로 표시된다.

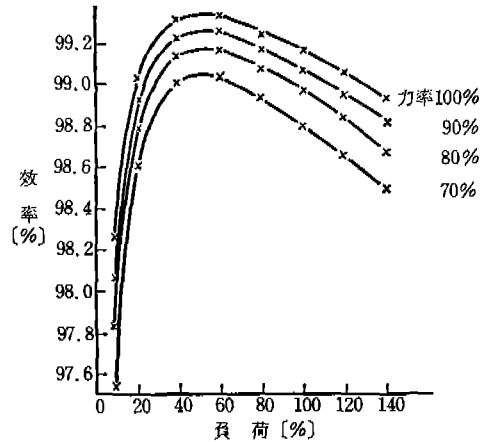
變壓器의 定格容量을 P_0 (kVA)라 하고 2次端子側에 접속되는 負荷(kVA)의 定格容量에 대한 比率(負荷率)을 x , 그 力率을 $\cos \theta$ 라고 하면 負荷의 有效分 F_R (kW)는 $P_R = xP_0 \cos \theta$ 의 관계가 있다. 無負荷損 W_f 는 變壓器가 電源에 접속되어 있으면 負荷의 크기에 관계없이 存在한다. 한편, 負荷損은 定格電流時를 W_k 라고 하면 다른 負荷電流에서는 x 의 대략 2乘에 比例하여 變化하고 $x^2 W_k$ 가 되니까 效率은

$$\begin{aligned} \eta &= \frac{xP_0 \cos \theta}{xP_0 \cos \theta + W_f + x^2 W_k} \times 100 \\ &= \frac{P_0 \cos \theta}{P_0 \cos \theta + \frac{W_f}{x} + xW_k} \times 100 \text{ [%]} \end{aligned}$$

가 된다. 즉 負荷率 $x_m = \sqrt{\frac{W_f}{W_k}}$ 時의 效率은 最大效率이 된다. 바꾸어 말하면 일정한 電壓 및 負荷力率下에서 最大效率이 되는 것은 無負荷損과 負荷損이 같아지는 負荷率일 때이다. 물론 일정한 負荷率下에서 負荷의 力率이 變化하면 變壓器의 損失은 變化하지 않음에도 불구하고 2次端子側에 얻어지는 有效電力이 變化하며 力率이 작아지면 效率도 나빠지는 것은 명백하다.

그림 3·2는 變壓器의 定格時 無負荷損과 負荷損의 比를 1 : 4로 하였을 때의 負荷力率과 效率의 關係를 표시한 것으로, 負荷力率이 效率에 얼마나 크게 影響하는가를 알 수 있다. 注目할 것은 最大效率이 되는 負荷率은 力率에 關係가 없다는 것이다. 따라서 變壓器의 效率을 올리는 하나의 要素로서 進相 콘덴서의 설치 등으로 負荷力率을 100%에 가깝게 할 필요가 있다.

以上과 같이 變壓器가 最大效率이 되는 點은



〈그림 3·2〉 負荷力率에 의한 變壓器 效率의 變化

無負荷損과 負荷損이 같아지는 負荷狀態일 때이다. 그것보다도 負荷電流가 작은 상태에서는 並列中인 變壓器의 一部停止에 의하여 最大效率이 되도록 運轉臺數가 決定된다.

그러면 실제의 數值를 이용하여 變壓器의 運轉臺數를 생각해 보자. 표 3·1은 三相 50Hz, 定格電壓, 1次 60kV, 2次 6.6kV의 油入遮斷器의 特性을 一般的으로 想定한 것이다. 效率은 容量이 커질수록 크다. 이것은 變壓器의 손실은 鐵心の 磁束密度 및 捲線의 電流密度가 일정하면 重量에 비례하고 重量은 容量의 約 3/4 乘에 비례하므로 效率은 거의 「1 - (定數) × (容量)^{-1/4}」

〈표 3·1〉 油入變壓器特性

容量 [kVA]	效率 [%]	全損失 [kW]	無負荷損과 負荷損의 比
3,000	98.75	38.0	1 : 3.6 }
4,500	98.89	50.6	
5,000	98.93	54.1	
6,000	98.98	61.8	
7,500	99.07	70.4	
10,000	99.16	84.8	
15,000	99.21	119.5	1 : 4.9
20,000	99.29	143.0	

이 되어 용량과 더불어 向上하기 때문이다. 이 표 3·1에서 용량이 5,000kVA, 7,500kVA, 15,000kVA인 數値를 이용하여 變壓器를 3뱅크, 2뱅크, 1뱅크 構成의 경우에 대하여 比較하여 본다. 즉, 어느 負荷曲線에 따라 15,000kVA 變壓器를 1대 連續使用한 경우, 7,500kVA 變壓器 2대를 臺數制御하여 사용한 경우, 5,000kVA 變壓器 3대를 臺數制御한 경우의 세가지 경우에 대해서 效率를 計算 比較한다. 條件으로서 15,000kVA를 100% 負荷, 力率은 100%, 定格電流時의 無負荷損과 負荷損의 比를 1:4, 또 負荷曲線은 機械工業 등에 볼 수 있는 그림 3·1로 하였다. 그림 3·1에서 알 수 있듯이 負荷率이 80%인 時間은 6時間, 60%인 時間은 1時間, 40%인 時間은 3時間, 20%인 時間은 나머지인 14時間이다.

(1) 15,000kVA 變壓器 1대를 사용한 경우

표 3·1에 의해 15,000kVA 變壓器의 全損失은 119.5kW이고 無負荷損과 負荷損과의 比가 1:4이므로 無負荷損=23.9kW, 負荷損=95.6kW가 된다. 1일의 損失電力量 W_1 은 그림 3·1의 負荷曲線에 의해 다음과 같이 된다.

$$W_1 = 23.9 \times 24 + 95.6 \times (0.8^2 \times 6 + 0.6^2 \times 1 + 0.4^2 \times 3 + 0.2^2 \times 14) = 1,074 \text{ [kWh]}$$

全日效率 η_1 을 求하면 1일의 平均負荷率은 $\frac{1}{24} (0.8 \times 6 + 0.6 \times 1 + 0.4 \times 3 + 0.2 \times 14) = \frac{9.4}{24}$

이므로 η_1 은

$$\eta_1 = \frac{15,000 \times \frac{9.4}{24} \times 24}{15,000 \times \frac{9.4}{24} \times 24 + 1,074} \times 100 = 99.24 [\%]$$

가 된다.

(2) 7,500kVA 變壓器 2대를 사용한 경우

표 3·1에서 7,500kVA 變壓器의 全損失은 70.4kW이므로 無負荷損=14.1kW, 負荷損=56.3kW가 된다. 그림 3·1의 負荷曲線에서 7,500kVA 變壓器 1대를 使用하였을 때의 損失電力量 W_2 는

$$W_2 = 14.1 \times 24 + 56.3 (0.8^2 \times 6 + 0.6^2 \times 1 + 0.4^2 \times 3 + 0.2^2 \times 14) = 633 \text{ [kWh]}$$

이다. 7,500kVA 變壓器 2대를 並列運轉하면 損失電力量은 2배가 되고 全日效率 η_2 는 다음과 같이 된다.

$$\eta_2 = \frac{15,000 \times \frac{9.4}{24} \times 24}{15,000 \times \frac{9.4}{24} \times 24 + 633 \times 2} \times 100 = 99.11 [\%]$$

가 된다. (1)의 15,000kVA 變壓器 1대의 경우와 比較하면 $\eta_1 > \eta_2$ 로 7,500kVA 變壓器 2대를 常時並列運轉한다고 하면 15,000kVA 變壓器 1대를 使用하는 편이 損失電力量이 적고 有利하다. 이는 앞서 記述한 「效率=1-(定數)×(容量)⁻¹」의 式에서 明백하다.

그러면 2대의 變壓器를 常時並列運轉하지 않고 負荷의 크기에 따라 變壓器 1대를 運轉停止하였을 때를 생각해 본다.

그림 3·1의 負荷曲線에서 負荷率 20% 이하 일 때는 變壓器 1대를 운전정지하고 다른 경우에 變壓器 2대를 並列運轉한다고 하자. 0~8時, 18~24時的 14時間은 1대 運轉, 8~18時的 10時間은 變壓器 2대를 운전하여 1일의 損失電力量 W_{21} 을 計算하면

$$W_{21} = 14.1 \times (24+10) + 56.3 \times (0.8^2 \times 6 \times 2 + 0.6^2 \times 1 \times 2 + 0.4^2 \times 3 \times 2 + 0.2^2 \times 14) = 1,038 \text{ [kWh]}$$

가 되며 7,500kVA 變壓器를 2대 常時並列運轉하였을 때와 比較하여

$$633 \times 2 - 1,038 = 228 \text{ [kWh]}$$

만큼 1일의 損失電力量이 적다.

(3) 5,000kVA 變壓器 3대를 利用한 경우

표 3·1에 의해 5,000kVA 變壓器의 全損失은 54.1kW이고 無負荷損, 負荷損은 각각 10.8kW, 43.3kW가 된다. 1일의 損失電力量 W_3 은

$$W_3 = 10.8 \times 24 + 43.3 \times (0.8^2 \times 6 + 0.6^2 \times 1 + 0.4^2 \times 3 + 0.2^2 \times 14) = 486 \text{ [kWh]}$$

가 되어 5,000kVA 變壓器를 3대 並列運轉하면

損失電力量은 2배가 되고 全日效率 η_3 는 다음과 같이 된다.

$$\eta_3 = \frac{15,000 \times \frac{9.4}{24} \times 24}{15,000 \times \frac{9.4}{24} \times 24 + 486 + 3} \times 100 = 98.98(\%)$$

이 값은 7,500kVA 變壓器 2대를 常時 並列 運轉하였을 때보다 낮다. 15,000kVA 變壓器 1대와 7,500kVA 變壓器 2대의 관계와 같고 常時 並列 運轉하는 대수가 많을수록, 즉 變壓器 1대당의 容量이 작을수록 損失電力量이 크다.

다음에 運轉臺數를 고려하였을 때는 어떠한가. 負荷率 60% 이상일 때는 3대를 並列 運轉, 40%時는 2대 並列 運轉, 20%時는 1대만을 운전한다고 하고 1일의 損失電力量을 計算하면 다음과 같이 된다.

그림 3·1에서 0~8時, 18~24時的 14時間은 1대 運轉, 8~9時, 12~13時, 17~18時的 3時間은 2대 並列 運轉, 9~17時的 8時間은 3대 並列 運轉이 되어 1일의 損失電力量 W_{31} 은

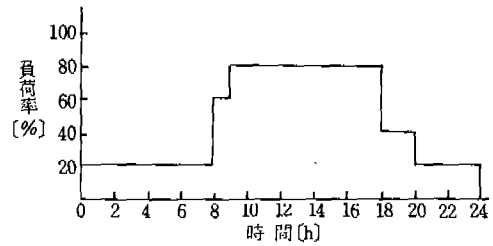
$$W_{31} = 10.8 \times (24 + 10 + 8) + 43.3 \times (0.8^2 \times 6 \times 3 + 0.6^2 \times 1 \times 3 + 0.4^2 \times 3 \times 2 + 0.2^2 \times 14 \times 1) = 1,065 \text{ [kWh]}$$

가 되어 3대 常時 並列 運轉의 경우에 비해 1일의 損失電力量은

$$486 \times 3 - 1,065 = 393 \text{ [kWh]}$$

만큼 적어진다.

이상과 같이 複數 뱅크로 구성되어 있을 경우 1일의 負荷 變動이 클 때에는 負荷變動에 맞추어 運轉臺數를 바꿈으로써 損失電力量의 節減이 도모된다. 또 15,000kVA 變壓器 1대를 사용한 경우의 1일의 電力損失量 W_1 과 7,500kVA 變壓器 2대를 負荷에 맞추어 臺數制御를 한 경우의 1일의 電力損失量 W_{21} 과 비교하면 $W_1 = 1,074$ [kWh], $W_{21} = 1,038$ [kWh]로, W_{21} 쪽이 적다. 이것은 負荷曲線에 따라서는 대용량의 變壓器 1대로 운전하는 것보다 複數臺의 變壓器를 臺數制御하여 가며 운전하는 편이 損失電力量이 적어지는 경우가 있다는 것이다. 여기서, 그림



〈그림 3·3〉 負荷曲線

3·3과 같은 負荷曲線에 따라 15,000kVA 變壓器 1대를 운전하였을 때와 7,500kVA 變壓器 2대를 運轉臺數를 고려하여 運轉하였을 때의 1일 損失電力量을 비교하여 본다.

(1) 15,000kVA 變壓器 1대를 사용한 경우

그림 3·3에서 負荷率이 80%일 때는 9時間, 60%일 때는 1時間, 40%일 때는 2時間, 20%일 때는 12時間이다. 1일의 損失電力量 W_4 는

$$W_4 = 23.9 \times 24 + 95.6 \times (0.8^2 \times 9 + 0.6^2 \times 1 + 0.4^2 \times 2 + 0.2^2 \times 12) = 1,236 \text{ [kWh]}$$

가 된다.

(2) 7,500kVA 變壓器 2대를 運轉臺數를 고려해서 운전한 경우

前述한 경우와 같이 負荷率 20% 이상일 때는 變壓器 1대를 運轉停止하고 다른 경우에 變壓器 2대를 並列 運轉하는 것으로 한다. 0~8時, 20~24時的 12時間은 變壓器 1대 운전으로, 8~20時的 12時間은 變壓器 2대를 운전하여 1일의 損失電力量 W_5 를 계산하면

$$W_5 = 14.1 \times (24 + 12) + 56.3 \times (10.8^2 \times 9 \times 2 + 0.6^2 \times 1 \times 2 + 0.4^2 \times 2 \times 2 + 0.2^2 \times 12) = 1,260 \text{ [kWh]}$$

가 된다.

W_4 와 W_5 를 비교하면 $W_4 < W_5$ 가 되어 7,500kVA의 變壓器 2대를 臺數制御하였음에도 불구하고 15,000kVA 變壓器 1대를 運轉하였을 경우보다 1일의 損失電力量이 크다. 前述한 그림 3·1의 負荷曲線을 사용한 경우의 計算結果와

反對의 결과가 되었다. 이것은 大容量變壓器 1 대로 運轉하는 편이 좋은가, 複數臺의 小容量變壓器를 臺數制御하여 運轉하는 편이 유리한가를 損失電力量의 면에서 보면 負荷曲線에 左右되는 것을 뜻한다. 일반적으로는 負荷變動이 심한 晝間電力과 夜間電力이 대폭 변화하는 用途에 사용되는 變壓器는 複數臺의 구성으로서 運轉臺數를 制御한 편이 유리하다. 1日의 電力量만이 아니고 1年間을 통하여 이런 현상이 있다. 5대 設置되어 있는 變壓器中 1대를 輕負荷가 되는 4~6月 및 10~3月의 기간 平日 21~7時, 休祝日은 終日停止하는 것 같은 臺數制御를 함으로써 損失電力量을 절감할 수 있다.

同一시방의 變壓器 n 대中 $(n-1)$ 대를 運轉停止하여 손실을 저감하기 위한 條件은 다음에 의한다.

變壓器의 無負荷損 [kW]과 定格時의 負荷損 [kW]을 각기 W_F , W_K 로 하고 負荷容量과 1대의 變壓器容量과의 比를 x 로 하면 變壓器 n 대 運轉時의 손실은

$$W_n = nW_F + \frac{x^2}{n} W_K$$

이고, 變壓器 $(n-1)$ 대 運轉時의 손실은

$$W_{n-1} = (n-1) W_F + \frac{x^2}{n-1} W_K$$

가 되어

$$W_n - W_{n-1} = W_F - \frac{x^2}{n(n-1)} W_K$$

이다.

위의 式이 > 0 이면 $(n-1)$ 대 運轉, < 0 이면 n 대 運轉이 손실이 적어진다. 지금, $W_K/W_F = R$ 이라 하면

$$\begin{aligned} W_n - W_{n-1} &= W_F - \frac{x^2}{n(n-1)} W_K \\ &= W_F \left(1 - \frac{x^2}{n(n-1)} \cdot R \right) \end{aligned}$$

이므로,

$$1 - \frac{x^2 R}{n(n-1)} > 0, \quad \text{즉 } x < \sqrt{\frac{n(n-1)}{R}}$$

이면 $(n-1)$ 대,

$$1 - \frac{x^2 R}{n(n-1)} < 0, \quad \text{즉 } x > \sqrt{\frac{n(n-1)}{R}}$$

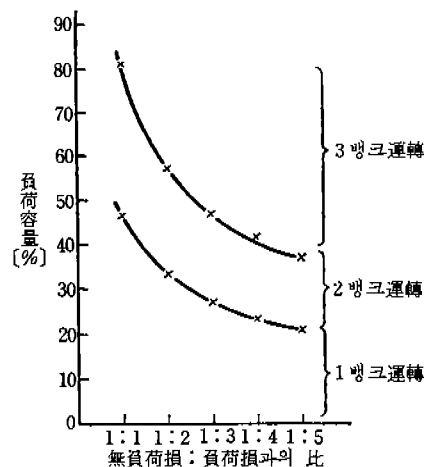
이면 n 대와 같이 運轉臺數를 결정하게 된다.

그림 3·1의 負荷曲線에 따라 2대의 7,500 kVA 變壓器中 1대를 運轉停止한 편이 손실이 적어지는 負荷率의 境界點은 $x = \sqrt{\frac{n(n-1)}{R}}$ 에 $n=2$, $R=4$ 를 대입하여 $x=0.707$ 일 때이다. 이것은 變壓器 容量 7,500kVA에 대한 比이므로 15,000kVA에 대해서는 0.707의 1/2의 약 0.35가 된다. 즉, 100% 負荷가 15,000kVA이고 용량이 7,500kVA인 變壓器 2대를 臺數制御하는 경우 負荷率이 35% 이상일 때는 變壓器 2대 運轉, 35% 이하일 때는 1대 운전하면 손실이 적은 效率運轉이 된다.

실제의 운전에서는 그림 3·4와 같은 效率運轉曲線에 의해 만일의 變壓器 사고시에도 供給에 지장이 없는 범위내에서 最高效率이 되도록 運轉臺數가 결정되고 있다.

3·1·2 變壓器의 集中監視制御 시스템

이상과 같은 에너지 절감을 위한 運轉은 현재로서는 주로 운전원의 판단에 의해 하고 있지만 變壓器의 油溫, 負荷率, 周圍溫度 등을 검출하여 그것들의 데이터에서 變壓器의 運轉臺數를



(그림 3·4) 變壓器 뱅크 效率運轉曲線

마이크로 컴퓨터 등에 의해 自動적으로 상세하게 制御하는 方向으로 가고 있다.

變壓器의 臺數制御만이 아니고 디멘드 監視·制御, 無效電力制御, 自家發電 변환 등 電力系統 全体 器機의 운전상태, 故障狀態 등을 監視制御하는 시스템이 實施되고 있다. 一般的으로 集中 監視制御 시스템이라 불리는 것이다. 近年 特高 受變電設備의 대규모화와 설비의 高度化에 의해 복잡해진 기계나 시스템의 保守運用을 바르게 管理하기 위하여 수10個所의 變電所에서의 情報를 中央으로 모아 일괄하여 監視制御하는 集中監視 制御 시스템이 필요해지고 있다.

이 시스템을 실시함으로써 다음과 같은 효과를 올릴 수 있다.

- (a) 필요한 情報를 집중시켜 相互의 關係를 整理하고 파악함으로써 종합적인 判斷을 용이하게 하여 가장 적합한 制御가 가능해진다.
 - (b) 器機 및 設備의 효율적인 運轉을 가능하게 하여 에너지 節減化를 도모할 수 있다.
 - (c) 異常時의 처리를 신속하고 적절하게 할 수 있고 不必要한 電力을 節減할 수 있다.
- 또한 이 시스템의 기능은 크게 나누어 變電所의 監視, 變電所의 制御, 變電所의 記錄 세가지이다.

(1) 變電所의 監視

多數의 變電所 기기상태를 常時 컴퓨터로 감시하여 변화가 생겼을 때 즉시 警報表示를 하고 運轉員에 알리며 또한 개별적으로 상태의 變化가 생긴 變電所의 상세한 내용을 표시한다.

(3) 變電所의 制御

各變電所 器機의 조작은 심불화한 變電所 器機狀態를 操作用 브라운관에 寫出하여 라이트펜, 콘트롤 스위치에 의해 원격조작한다.

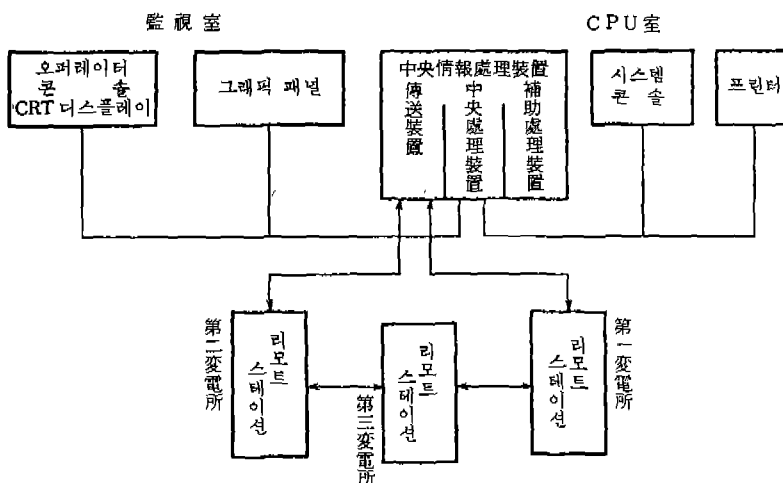
變壓器 臺數制御 등은 處理裝置에 대해 條件을 부여하는 것만으로 自動적으로 制御를 할 수 있다.

(3) 變電所의 記錄

變電所 運轉에 필요한 電流, 電壓, 電力量 등의 計測值, 器機의 操作記錄, 狀態變化記錄, 事故記錄 및 被害記錄 등은 自動적으로 프린터에 印字된다.

이하, 集中監視制御 시스템에 대하여 그 構成, 監視制御의 項目, 데이터 처리의 흐름 등에 대해서 해설한다.

(1) 시스템 構成



〈그림 3·5〉 시스템 構成圖

시스템의 구성은 그림 3·5와 같이 되어 있으며, 感視室, CPU室로 구성되는 中央監視室과 리모트 스테이션으로 구성되어 있다. 中央監視室은 시스템 機能의 中樞로서 모든 설비의 運轉情報, 프로세스의 狀態情報가 집중된다. 이 室에는 情報處理裝置, 디스플레이 裝置, 오퍼레이터즈 콘솔즈, 運轉記錄·日報記錄의 自動作成年 프린터 등의 設備가 있다.

컴퓨터가 常時監視制御를 하고 오퍼레이터는 異常時에만 체크하면 되게 되어 있어 人力節減化가 되어 있다.

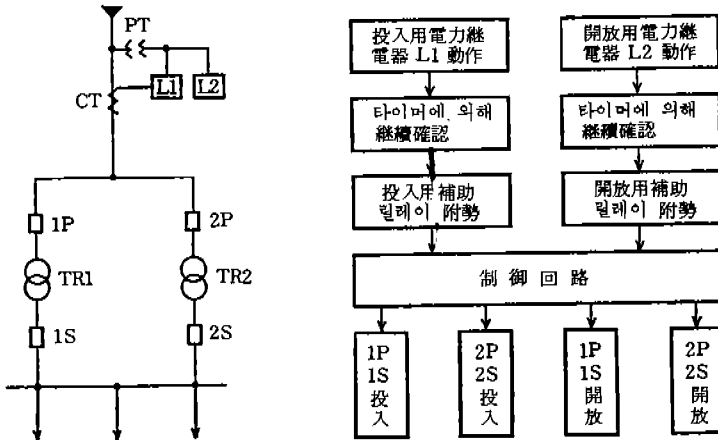
오퍼레이터 콘솔즈는 디스플레이 裝置에 의해 그래픽 機能과 操作 가이던스 機能 등이 부여되어 있고 프로세스 정보를 패턴화하여 알기 쉽게 되어 있다.

리모트 스테이션은 監視制御의 대상이 되는 變電所에 설치되는 것으로, 對象器機로부터의 정보를 받아들이는 프로세스 인터페이스부와 그

정보를 처리하는 情報處理部 및 필요한 정보를 中央監視室에 전송하는 情報傳送部로 構成되어 있으며, 中央監視室로부터 수입되어 프로세스 狀態를 監視하거나 計測 데이터의 一時記憶 및 처리를 하는 등 미리 프로그램된 순서로 制御하는 기능을 가지고 있다.

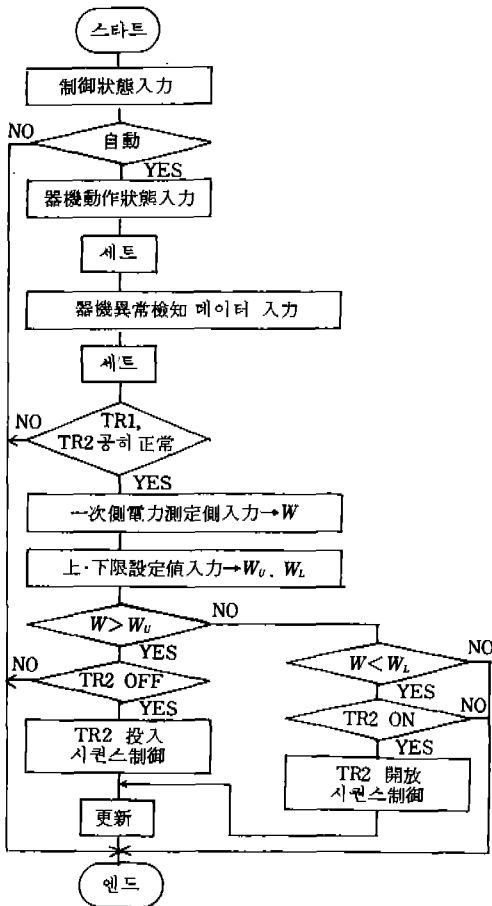
즉, 이 시스템은 分散集中處理를 시행, 多種多樣한 시스템 要求에 대응할 수 있다. 制御對象의 배치와 시스템의 處理能力에 따라 端末處理裝置를 分散設置, 局所의 判斷의 制御를 담당하도록 되어 있다. 또 종합적인 判斷이 필요한 처리나 監視制御, 記錄 등의 運轉에 필요한 기능은 필요한 데이터를 傳送路를 거쳐 전송하고 中央制御室에 설치된 集中處理裝置에 의해 集中處理된다.

이와 같이 시스템의 規模와 機能에 대응한 分散集中處理를 함으로써 處理의 高速化가 가능해진다.



〈그림 3·6〉 運轉臺數制御回路의 動作

節電 365 日



〈그림 3·7〉 運轉臺數制御의 플로차트

그러면 變壓器運轉臺數 自動制御의 동작을 설명한다. 그림 3·6 과 같이 受電回路에 2個의 電力繼電器를 설치한다. 하나는 遮斷器投入用이고 다른 하나는 遮斷器開放用이다. 이들 2個의 繼電器가 동작함으로써 變壓器의 1차·2차의 遮斷器를 사이클릭으로 投入·開放한다.

이 方式을 컴퓨터에게 시키면 그림 3·7의 플로차트와 같이 표시된다. 그 動作은 인터벌타이머에 의해 프로그램이 起動되고 自動制御가 확인되면 처리가 시작된다. 自動制御를 하기 위하여는 變壓器나 遮斷器의 動作狀態를 확인하여 둘 필요가 있으며, 그 때문에 차단기의 開放·投入의 상태나 變壓器의 탭 位置 등, 그리고 또 그것들의 異常檢出用 릴레이의 동작상태를 조사

하여 세트한다.

各機器가 正常狀態이면 受電되고 있는 1次側 電力測定値와 電力의 上·下限 設定値를 比較한다. 制御用的 變壓器 TR 2가 開放中이고 1次電力測定値가 上限設定値를 上廻할 때는 TR 2 投入의 시퀀스 制御에 들어간다. 制御 시퀀스에 있어서 投入器機·順序·인터벌은 미리 記憶裝置에 設定되어 있다. 우선 1次側 遮斷器를 투입, 兩變壓器의 탭 位置를 일치시키고, 2次側 遮斷器를 投入하여 並列運轉에 들어간다.

또 制御用變壓器가 투입되고 1次側 電力測定値가 下限電力値를 하회하면 開放 시퀀스 制御에 들어간다. 遮斷 시퀀스 制御와 반대로 開放 시퀀스 制御에서는 우선 2次側의 遮斷器를 개방하고 다음에 1次側遮斷器를 개방한다.

이 方式에 의하면 負荷가 적으며, 變壓器 1대로 運轉하고 있을 때 그 變壓器 回路에 事故가 발생한 경우 電力을 供給할 수 없게 되어 故障가 생긴다. 또 여러대의 變壓器가 複數臺 並列運轉을 하고 있을 때 사고에 의해 1대가 運轉不能이 되면 나머지 變壓器가 過負荷狀態가 될 때가 있다. 이 狀態가 계속되면 遮斷器가 떨어져 전부의 變壓器가 정지될 가능성이 있다. 이와 같은 事態가 일어나지 않도록 하기 위하여 並列運轉中の 變壓器가 事故로 정지하였을 때 다른 變壓器의 負荷가 定格보다 작아질 때까지 負荷의 重要度가 낮은 것부터 順次的으로 차단하는 制御도 있다.

以上, 에너지 節減을 위한 變壓器의 臺數制御에 대해서 基本的인 方式을 기술하고, 참고적으로 變壓器의 臺數制御만이 아니고 다른 기기, 디멘드 등 系列로서의 制御方式인 集中監視制御 시스템의 개요를 소개하였다. 個個의 기기를 經濟運轉함으로써 에너지 節減을 도모하는 것은 現在의 電力事情으로 볼 때 불가결하며, 더 한층의 에너지 節減을 추진하기 위하여는 電力系統 全體의 종합적인 見地에서 검토되어야 할 필요가 있다고 본다.

〈다음號에 계속〉