

# — 低圧電路管理를 위한 —

## 力率自動制御裝置의 適用方法

The Application of Automatic Power-Factor Controller

金 善 慶

大韓電氣協會 電氣使用合理化專門委員長

進相 컨덴서는 力率改善에 의한 여러가지 效果(設備容량의 餘裕增加, 配電線이나 上位變壓器의 損失輕減, 電壓降下の 補償等)를 期待하여 多量으로 設置, 使用되고 있으며, 電力需用家の 受配電設備에 不可缺한 機器로 되어 있다. 特히 近자에는 從前의 受電電力의 力率改善 뿐 아니라 電力使用合理化面에서도 큰 效果를 發揮하게 되어 低壓 컨덴서에 對한 期待가 자못 커지고 있다.

本稿에서는 이와 같은 進相 컨덴서에의 要求에 따르기 위하여 低壓進相 컨덴서, 그 中에서도 力率自動制御 시스템을 採擇하는데 있어서의 理論과 適用上의 要點에 대하여 記述코자 한다.

### 1. 低壓側 力率改善 效果

低壓側 力率改善에 의한 效果에 對하여는 周知하는 바이기 때문에 여기서는 간단하게 結論만 記述하기로 한다.

#### 가. 配電線損失의 節減

配電線에서의 電力損失은 “(線路電流)<sup>2</sup> × (線路抵抗)”으로 부여되므로 그림 1에 있어서 進相 컨덴서로 力率改善하였을 때의 配電線 損失低減量( $P_L$ )은 다음과 같이 求하여진다.

(三相回路)

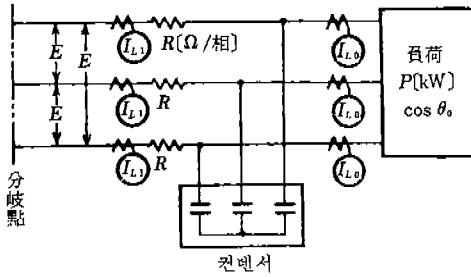
$$P_L = \frac{P^2}{E^2} \times \left( \frac{1}{\cos^2 \theta_0} - \frac{1}{\cos^2 \theta_1} \right) \times R \times 10^{-3} \text{ [kW]} \quad (1)$$

(單相回路)

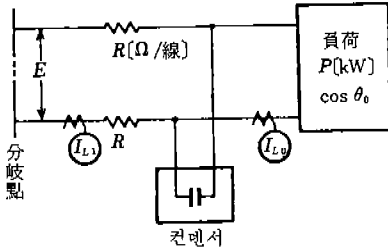
$$P_L = \frac{P^2}{E^2} \times \left( \frac{1}{\cos^2 \theta_0} - \frac{1}{\cos^2 \theta_1} \right) \times 2 \times R \times 10^{-3} \text{ [kW]} \quad (2)$$

또 上式의  $\left( \frac{1}{\cos^2 \theta_0} - \frac{1}{\cos^2 \theta_1} \right)$ 을 係數  $k$ 로 하고 미리 計算한 값을 표 1에 表示하므로 活用하기 바란다.

#### 나. 變壓器損失의 低減



(a) 三相回路일 때



(b) 單相回路일 때

負荷電力:  $P$  [kW],            現在力率:  $\cos \theta_0$   
 改善後力率:  $\cos \theta_1$ ,        線間電壓:  $E$  [kV]  
 負荷電流:  $I_{L_0}$  [A],        線路電流:  $I_L$  [A]

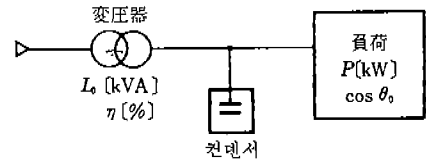
〈그림 1〉 配電線損失의 低減效果

變壓器의 電力損失은 鐵心內에 생기는 「鐵損」과 코일에 생기는 「銅損」으로 나뉘어지는데, 그 중 二次側 力率改善에 의하여 줄일 수 있는 것은 銅損으로서, 負荷電流의 대략 제곱에 比例한다. 이 때문에 그림 2와 같이 變壓器 2次에서 力率을 改善하였을 때 變壓器損失(銅損) 低減量( $P_t$ )는 다음 式으로 얻을 수 있다.

(單相, 三相 共히 同一式, 또한 變壓器의 全 負荷損 銅損 = 1 : 0.8로 하였다)

$$P_t = \left( \frac{100}{\eta} - 1 \right) \times \frac{0.8}{1} \times \frac{P^2}{L_0} \times \left( \frac{1}{\cos^2 \theta_0} - \frac{1}{\cos^2 \theta_1} \right) = \left( \frac{100}{\eta} - 1 \right) \times \frac{4}{5} \times \frac{P^2}{L_0} \times k_1 \quad (3)$$

(3)式的 係數  $k_1$ 은 표 1에 표시되어 있다.



$L_0$ : 變壓器定格容量,     $\eta$ : 變壓器效率  
 $P$ : 負荷有效電力,     $\cos \theta_0$ : 負荷力率

〈그림 2〉 變壓器損失의 低減效果

### 다. 配電設備容量의 餘裕增加

그림 3에 表示하는 바와 같이 力率改善에 의해 線路電流가 低減하기 때문에 이를 通過하는 變壓器나 配電線 등의 配電設備는 부담이 적어져 設備에 餘裕가 생긴다. 이 때문에

(가) 既存設備에서는 變壓器 등의 設備增加 없이 負荷의 增設이 可能

(나) 既存設備의 變壓器를 (節電型) 小容量으로 交替할 수 있다.

(다) 新設設備에서는 設備全體의 小容量化에 따라 原價節減이 可能

이러한 效果를 거둘 수 있음과 同時에 본래의 目的인 受電力率改善에도 寄與할 수 있다. 이러한 경우 특히 契約電力이 特高受電力으로 變壓器容量契約으로 되어 있는 需用家에서는 前記한 效果外에

① 負荷增設에도 契約電力을 늘릴 필요가 없게 되며

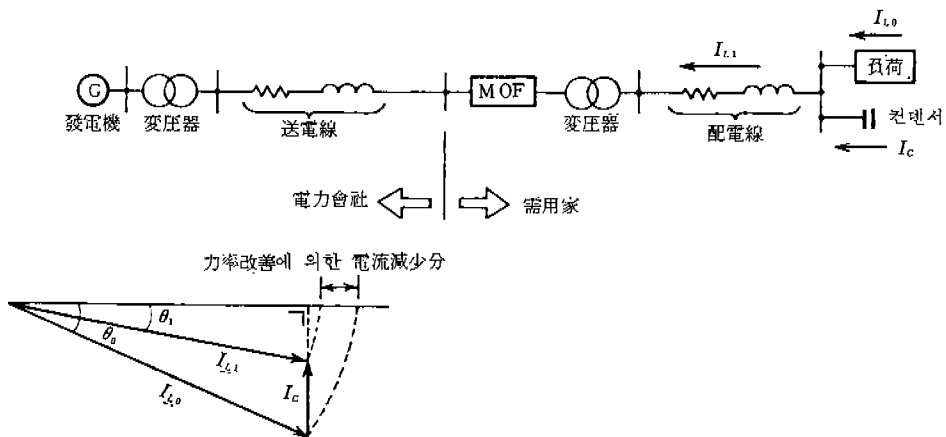
② 變壓器 容量이 적어 契約電力을 줄여 基本料金を 節減할 수 있다.

이러한 利點이 있어 電氣料金の 大幅的인 節減이 可能하게 된다.

力率改善에 의하여 現在의 設備에 어느 만큼의 負荷를 늘릴 수 있는가(餘裕가 생기는가)는 現在의 力率( $\cos \theta_0$ )과 改善後의 力率( $\cos \theta_1$ ) 및 增設하고자 하는 負荷의 力率( $\cos \theta_2$ )에 따

$$\langle \text{丑} 1 \rangle \text{係數 } k_1 \left( = \frac{1}{\cos^2 \theta_0} - \frac{1}{\cos^2 \theta_1} \right)$$

現狀力率 ( $\cos \theta_0$ )	改善目標力率 ( $\cos \theta_1$ )															
	0.85	0.86	0.87	0.88	0.89	0.90	0.91	0.92	0.93	0.94	0.95	0.96	0.97	0.98	0.99	1.00
0.50	2.616	2.648	2.679	2.709	2.738	2.765	2.792	2.819	2.844	2.868	2.892	2.915	2.937	2.959	2.980	3.000
51	2.461	2.493	2.523	2.553	2.582	2.610	2.637	2.663	2.688	2.713	2.737	2.760	2.782	2.803	2.824	2.845
52	2.314	2.346	2.377	2.407	2.436	2.464	2.491	2.517	2.542	2.566	2.590	2.613	2.635	2.657	2.678	2.698
53	2.176	2.208	2.239	2.269	2.298	2.325	2.352	2.379	2.404	2.428	2.452	2.475	2.497	2.519	2.540	2.560
54	2.045	2.077	2.108	2.138	2.167	2.195	2.222	2.248	2.273	2.298	2.321	2.344	2.367	2.388	2.409	2.429
55	1.922	1.954	1.985	2.014	2.043	2.071	2.098	2.124	2.150	2.174	2.198	2.221	2.243	2.265	2.285	2.306
56	1.805	1.837	1.868	1.897	1.926	1.954	1.981	2.007	2.033	2.057	2.081	2.104	2.126	2.148	2.168	2.189
57	1.694	1.726	1.757	1.787	1.815	1.843	1.870	1.896	1.922	1.946	1.970	1.993	2.015	2.037	2.058	2.078
58	1.589	1.621	1.651	1.681	1.710	1.738	1.765	1.791	1.816	1.841	1.865	1.888	1.910	1.931	1.952	1.973
59	1.489	1.521	1.552	1.581	1.610	1.638	1.665	1.691	1.717	1.741	1.765	1.788	1.810	1.832	1.852	1.873
60	1.394	1.426	1.457	1.486	1.515	1.543	1.570	1.596	1.622	1.646	1.670	1.693	1.715	1.737	1.757	1.778
61	1.303	1.335	1.366	1.396	1.425	1.453	1.480	1.506	1.531	1.556	1.579	1.602	1.625	1.646	1.667	1.687
62	1.217	1.249	1.280	1.310	1.339	1.367	1.394	1.420	1.445	1.470	1.493	1.516	1.539	1.560	1.581	1.601
63	1.135	1.167	1.198	1.228	1.257	1.285	1.312	1.338	1.363	1.388	1.411	1.434	1.457	1.478	1.499	1.520
64	1.057	1.089	1.120	1.150	1.179	1.207	1.234	1.260	1.285	1.310	1.333	1.356	1.379	1.400	1.421	1.441
65	0.983	1.015	1.046	1.076	1.104	1.132	1.159	1.185	1.211	1.235	1.259	1.282	1.304	1.326	1.347	1.367
66	0.912	0.944	0.975	1.004	1.033	1.061	1.088	1.114	1.139	1.164	1.188	1.211	1.233	1.254	1.275	1.296
67	0.844	0.876	0.906	0.936	0.965	0.993	1.020	1.046	1.071	1.096	1.120	1.143	1.165	1.186	1.207	1.228
68	0.779	0.811	0.841	0.871	0.900	0.928	0.955	0.981	1.006	1.031	1.055	1.078	1.100	1.121	1.142	1.163
69	0.716	0.748	0.779	0.809	0.838	0.866	0.893	0.919	0.944	0.969	0.992	1.015	1.038	1.059	1.080	1.100
70	0.657	0.689	0.720	0.749	0.778	0.806	0.833	0.859	0.885	0.909	0.933	0.956	0.978	1.000	1.021	1.041
71	0.600	0.632	0.663	0.692	0.721	0.749	0.776	0.802	0.828	0.852	0.876	0.899	0.921	0.943	0.963	0.984
72	0.545	0.577	0.608	0.638	0.667	0.694	0.721	0.748	0.773	0.797	0.821	0.844	0.866	0.888	0.909	0.929
73	0.492	0.524	0.555	0.585	0.614	0.642	0.669	0.695	0.720	0.745	0.768	0.791	0.814	0.835	0.856	0.877
74	0.442	0.474	0.505	0.535	0.564	0.592	0.619	0.645	0.670	0.694	0.718	0.741	0.763	0.785	0.806	0.826
75	0.394	0.426	0.457	0.486	0.515	0.543	0.570	0.596	0.622	0.646	0.670	0.693	0.715	0.737	0.757	0.778
76	0.347	0.379	0.410	0.440	0.469	0.497	0.524	0.550	0.575	0.600	0.623	0.646	0.668	0.690	0.711	0.731
77	0.303	0.335	0.365	0.395	0.424	0.452	0.479	0.505	0.530	0.555	0.579	0.602	0.624	0.645	0.666	0.687
78	0.260	0.292	0.322	0.352	0.381	0.409	0.436	0.462	0.487	0.512	0.536	0.559	0.581	0.602	0.623	0.644
79	0.218	0.250	0.281	0.311	0.340	0.368	0.395	0.421	0.446	0.471	0.494	0.517	0.539	0.561	0.582	0.602
80	0.178	0.210	0.241	0.271	0.300	0.328	0.355	0.381	0.406	0.431	0.454	0.477	0.500	0.521	0.542	0.563



$I_{L0}$  : 負荷電流,  $I_C$  : 컨덴서 電流,  $I_{L1}$  : 線路電流

〈그림 3〉 力率改善에 의한 線路電流의 低減

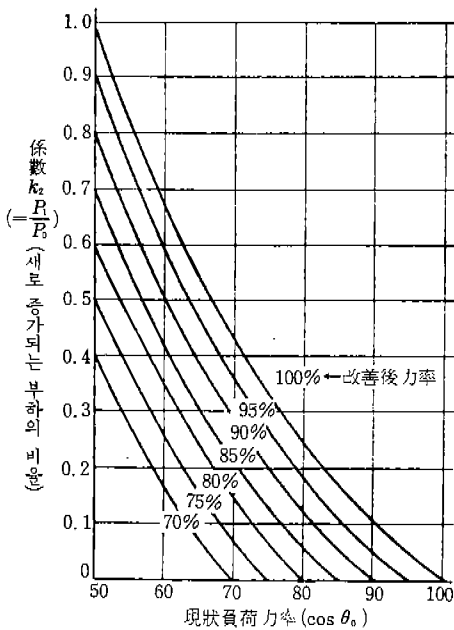
라 다르다.

—예로서 “ $\cos \theta_2 = \cos \theta_1$ ”으로 하였을 때의  
 増設可能負荷容量 ( $P_1$  [kW])과 現在の 負荷容量  
 ( $P_0$  [kW])의 比  $k_2 = (P_1/P_0)$ 를 그림 4 및 표 2  
 에 表示한다.

또 力率改善 ( $\cos \theta_0 \rightarrow \cos \theta_1$ )에 의한 皮相電  
 力의 低減率 ( $k_3 = \cos \theta_0 / \cos \theta_1$ )을 표 3에 表  
 示한다. 이  $k_3$ 은 例를 들면 變壓器容量을 감소  
 시키고자 하였을 때에 “(低減後의 變壓器容量)  
 $\approx k_3 \times$  (現在の 變壓器容量)”으로 利用될 수 있  
 다.

라. 母線電圧降下の 輕減

力率改善에 의하여 線路電流가 減少하므로  
 “(線路電流)  $\times$  (線路 阻抗)”로 定하여지는  
 母線電圧降下도 輕減되어 良質의 電力을 確保할  
 수 있게 된다.



(그림 4) 係數  $k_2$

(표 2) 係數  $k_2 (= \frac{P_1}{P_0})$

現狀負荷力率 $\cos \theta_0$	改善後力率 ( $\cos \theta_1$ )						
	0.7	0.75	0.8	0.85	0.9	0.95	1.00
0.50	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
52	0.346	0.442	0.538	0.635	0.731	0.827	0.9231
54	0.296	0.389	0.481	0.574	0.667	0.759	0.8519
56	0.25	0.339	0.429	0.518	0.607	0.696	0.7857
58	0.207	0.293	0.379	0.466	0.552	0.638	0.7241
60	0.167	0.25	0.333	0.417	0.5	0.583	0.6667
62	0.129	0.210	0.290	0.371	0.452	0.532	0.6129
64	0.094	0.172	0.25	0.328	0.406	0.484	0.5625
66	0.061	0.136	0.212	0.288	0.364	0.439	0.5152
68	0.029	0.103	0.176	0.25	0.324	0.397	0.4706
70		0.071	0.143	0.214	0.286	0.357	0.4286
72		0.042	0.111	0.181	0.25	0.319	0.3889
74		0.014	0.081	0.149	0.216	0.284	0.3514
76			0.053	0.118	0.184	0.25	0.3158
78			0.026	0.090	0.154	0.218	0.2821
80				0.063	0.125	0.188	0.25

(표 3) 係數  $k_3 (= \frac{\cos \theta_0}{\cos \theta_1})$

現狀力率 $\cos \theta_0$	改善後力率 $\cos \theta_1$						
	0.7	0.75	0.8	0.85	0.9	0.95	1.0
0.50	0.714	0.667	0.625	0.588	0.556	0.526	0.50
0.55	0.786	0.733	0.688	0.647	0.611	0.579	0.55
0.60	0.857	0.8	0.75	0.706	0.667	0.632	0.60
0.65	0.929	0.867	0.813	0.765	0.722	0.684	0.65
0.70	—	0.933	0.875	0.824	0.778	0.737	0.70
0.75	—	—	0.938	0.882	0.833	0.789	0.75
0.80	—	—	—	0.941	0.889	0.842	0.80
0.85	—	—	—	—	0.944	0.895	0.85

이 進相 컨덴서 設置에 의한 電圧降下 輕減率  
 (다시 말하면 電圧上昇率)은 그림 5에서 概略  
 다음 式으로 求할 수 있다.

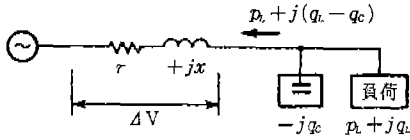
現在の 電圧降下:  $\Delta V_1 = r \cdot p_L + x \cdot q_L$  [%]

力率改善後의 電圧降下:

$\Delta V_2 = r \cdot p_L + x \cdot (q_L - q_C)$  [%]

컨덴서에 의한 上昇率:  $\Delta V_C = q_C \cdot x$  [%]

2. 低壓 進相 컨덴서의 開閉制御



$r + jx$  : 電源임피던스 (10MVA 베이스의 %值)  
 $p_L + jq_L$  : 負荷의 有效, 無效電力 (10MVA 베이스의 p.u 值)  
 $-jq_c$  : 컨덴서容量 (10MVA 베이스의 p.u 值)

〈그림 5〉

앞에서 記述한 바와 같이 進相용 컨덴서를 設置하여 力率을 改善하면 여러가지의 效果를 얻을 수 있다. 그러나 負荷가 減少하고 또는 無負荷狀態가 되었을 때에 進相용 컨덴서를 使用하였을 경우는 前項과 달리 반대의 나쁜 作用을 하게 된다. 즉, 不必要한 컨덴서 電流가 線路를 通過하기 때문에 配電線이나 變壓器에 不必要한 損失이 생기고 母線電壓上昇에 의한 一般電氣器具나 컨덴서 自身の 壽命低下를 가져오고 그에 따라서는 變壓器의 過負荷도 生길 수 있다.

따라서 前記한 效果를 期待하여 設置되는 低壓用 進相 컨덴서의 採擇에 있어서는 반드시 負荷變動에 따른 컨덴서의 開閉制御를 하도록 配慮하여야 한다. 이때에 電力使用合理化의 觀點에서 自動開閉制御 시스템의 採擇을 하는 것이 適宜하리라 본다.

低壓 進相용 컨덴서의 自動開閉制御 시스템의 構成은 高壓 컨덴서의 경우와 같고 對象負荷의 變動特性을 충분히 파악한 후에 표 4 중에서 가장 適當한 것을 採擇하면 되는데, 4 항에 紹介하는 바와 같이 負荷에 따라 유닛化된 自動力率制御裝置가 몇가지 市販되고 있으니 適當한 것을 活用하는 것이 바람직하다고 본다.

또 高壓 컨덴서의 경우 自動開閉制御되는 케이스가 飛躍적으로 增加되고 있는 것이 昨今의 實狀이다.

〈표 4〉 컨덴서 自動制御 시스템

	自動制御 시스템	負荷變動패턴		
		A	B	C
1	負荷와 同一開閉器에 의해 開閉	◎	×	×
2	負荷開閉器信號에 同期하여 開閉	◎	×	×
3	負荷電流의 增減에 의해 開閉 (電流制御)	◎	○	×
4	線路無效電力에 의해 開閉 (無效電力制御)	○	◎	◎
5	타임스위치에 의해 開閉 (프로그램制御)	×	◎	×

〔註〕(1) 負荷變動 패턴 { A : 特定負荷만 變動이 클 때  
 A : 每日의 時間變化가 같다  
 C : 每日 不規則 變化

(2) ◎ : 最適 ○ : 適用可 × : 適用不可

### 3. 負荷의 種類에 따른 低壓 自動力率制御裝置

低壓 自動力率調整裝置로서는 變壓器 二次側 負荷의 狀況에 따라 여러가지가 開發 製品化되어 있으나 크게 다음의 3 種으로 分類된다.

① 一般動力負荷를 對象으로 한 自動力率裝置制御盤

② 다이리스터 裝置等 高調波發生負荷를 포함한 回路에 適宜한 유닛型 컨덴서 裝置

③ 抵抗銑接機等 사이클~分 오더로 變動하는 負荷對象으로 한 다이리스터 制御 컨덴서 裝置

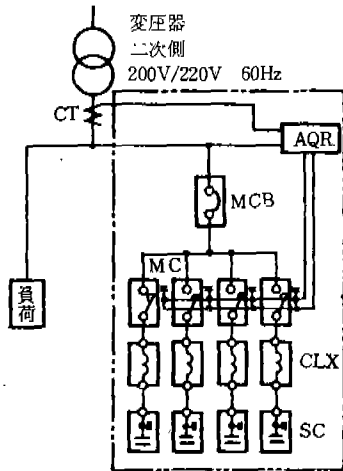
다음에 각기 그에 해당하는 N社製品의 例를 든다.

#### 가. 低壓 自動力率制御盤 (一般動力用)

內部結線의 一例를 그림 6에 표시하는데, 特徵으로서는

(가) 開閉器에 電磁接觸을 使用

(나) 컨덴서 投入時의 突入電流抑制用 限流 리액터를 附屬



〈그림 6〉 低壓自動力率制御盤 内部結線圖

(다) 自動制御 시스템에 가장 適用範圍가 넓은 無效電力檢出方式을 採擇

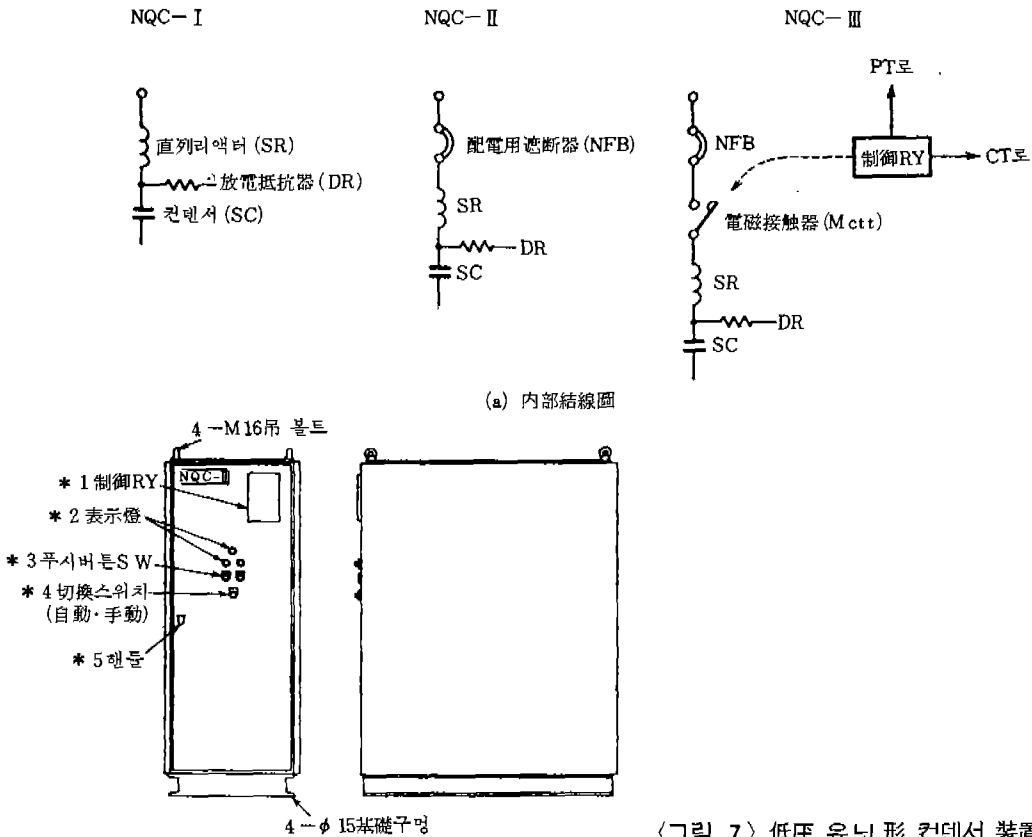
(라) 負荷無效電力의 最大值를 含하여 30~300 kVA의 合計 컨덴서 容量을 2~6 群으로 分割

(마) 變壓器 稼動狀態의 디지털 表示 및 過負荷檢出機能을 具備

(바) 모든 構成要素를 하나의 屋外盤에 收納 등이 있으며, 變壓器 利用效率 向上을 위한 가장 일반적인 製品으로서, 이 裝置의 適用으로 概略 20~30%의 設備餘裕가 期待된다고 한다.

#### 나. 低壓 유닛 形 컨덴서 裝置

그림 7에 結線 및 外觀의 一例를 든다. 이 製



〈그림 7〉 低壓 유닛 形 컨덴서 裝置의 例

品은 주로 低壓負荷의 一部에 CV CF 等 高調波 電流를 發生하는 것이 있어 高調波 仵러블이 念慮되는 케이스에 적합하며,

(가) 波形改善用 直列 리액터(標準은 <math>\leq 6\%</math>)를 附屬

(나) 用途에 따라 開閉裝置, 차단裝置 및 自動制御裝置를 부속시킨 것도 있다.

이러한 特徵이 있어 ① 低壓 大容量負荷에 直結하여 負荷와 同期開閉制御, ② 負荷變動이 比較的 적은 母線에 半固定 컨덴서로서 接續하여 타임스위치에 의하여 프로그램 制御, ③ 2 台以上을 並置하여 負荷變動에 맞추어 自動制御等 여러가지의 用途에 適用되고 있다.

#### 다. 다이리스터 制御 컨덴서 裝置

이 開閉器는 컨덴서 開閉器로서 다이리스터 스위치를 使用하고 있기 때문에 이 利點을 利用하여 다음과 같은 作用을 할 수 있다.

(가) 負荷無效電力變動에 대하여 瞬時に 컨덴서 開閉를 하기 때문에 負荷力率은 時間 지연이 없도록 維持된다.

(나) 이 때문에 力率改善 뿐 아니고 負荷變動에 따른 電壓變動補償에도 效果를 發揮한다.

(다) 高度의 無效電力變動 檢出 시스템을 採擇하고 있어 應答時間이 1 사이클 以下로 극히

짧고 스폿 鎔接機等과 같이 通電時間이 1 秒以下로 짧은 負荷에 대하여도 適用된다.

(라) 컨덴서 容量을 多段階制御(最大 7 段階) 可能的 組合으로 分割하고 있기 때문에 원활한 最適 力率制御를 可能하게 하고 있다.

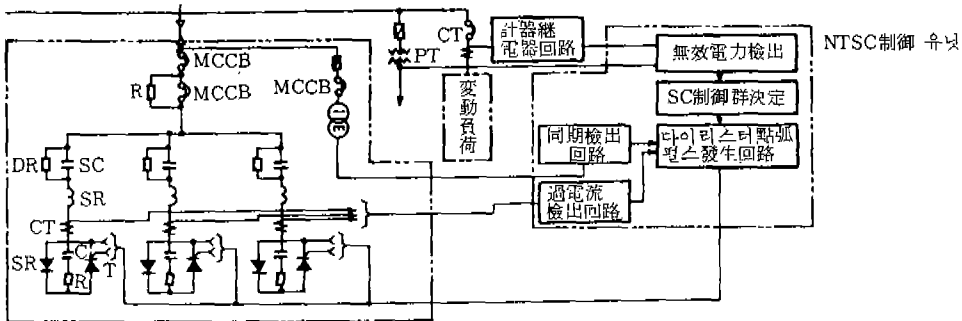
(마) 다이리스터 스위치에 의하여 소프트스타트 시키기 때문에 機械的 開閉器等に 問題가 되는 過渡現象이 생기지 않는다.

(바) 필요한 컨덴서만을 瞬時に 選擇制御하여 使用하기 때문에 運轉損失이 節減된다.

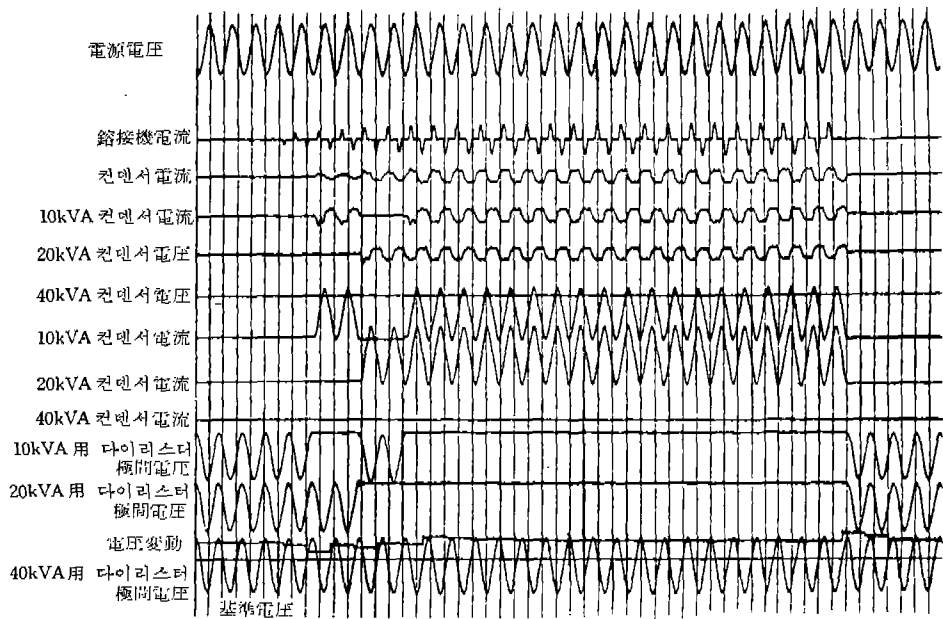
이 때문에 格심한 負荷變動에 의한 電壓變動이 原因이 되어 操業支障이나 品質의 不均衡이 問題가 되는 低壓回路(물론 高壓回路도 可能)에 가장 적합한 低壓 自動力率調整裝置의 하나라고 보겠다. 前述한 바와 같이 約 1 사이클의 時間지연이 있기 때문에 심 鎔接機(通電·休止時間이 數 사이클로 극히 짧다)에 대하여는 效果가 별로 없기 때문에 注意하여야 한다. 그림 8에 内部結線을, 그림 9에 그 效果의 測定例를 각기 表示한다.

### 5. 低壓自動力率調整裝置 適用上의 要點

가. 電力使用實態를 파악하고 있는가



(그림 8) 다이리스터 制御 컨덴서 裝置의 例



(그림 9) 다이리스터 制御 컨덴서 裝置 設置에 따른 效果確認 結果

내용을 잘 알면 그 對策이 세워질 수 있듯이 進相用 컨덴서의 適用도 例外는 아니다.

(가) 各 變壓器마다, 그리고 受電點에서의 最大皮相電力과 그때의 無效電力 또는 力率은?

- ① 市販의 트랜스 모니터를 使用하면 便利
- ② 年間을 通하여 피크 電力을 파악하고 있어야 한다(電力日誌等 參照)

(나) 各 變壓器마다, 그리고 受電點에서의 皮相電力과 無效電力의 變動狀況은 어떤가?

- ① 變動의 幅, 周期, 頻度를 調査하여 그래프 化한다.
- ② 特定負荷에 의하여 變動하고 있을 때 그 상세한 內容을 調査한다.
- ③ 調査時에 低壓 또는 高壓進相 컨덴서가 設置되어 있을 때 그 運轉條件을 確認하여 둔다.

(다) 高調波 發生負荷(다이리스터 整流器를 使用한 것 - 抵抗鎔接機도 該當-)는 없는가?

- ① 同一 變壓器 二次마다 調査한다.
- ② 이들의 合計設備容量과 稼動狀況(同時運轉

되는 最大의 合計設備容量)을 確認한다.  
(라) 앞으로의 增設이나 變更計劃은 없는가?

- ① 計劃이 있을 때 그 電力, 力率과 變動패턴을 調査한다.
- ② 그 後에 前述한 (가)~(다)의 內容에 대하여 檢討한다.

나. 導入의 目的을 항상 염두에 둔다

(가) 變壓器容量을 줄이고자 할 때

- ① 어떠한 設備에서도 「단일의 事態」를 想定하여 이에 對備하는 것은 꼭 필요한 것이다. 이 目的의 경우는 關閉되는 컨덴서중 1뱅크가 단일 運轉이 안되더라도 變壓器 容量의 支障이 없는 정도의 餘裕을 가져야겠다.
- ② 將來의 負荷增加가 분명할 때 變壓器容量 뿐 아니라 自動力率 調整裝置의 增設도 考慮되어야 한다.
- ③ 日常保守體制를 考慮한 裝置의 選定과 設置場所의 決定을 할 것. 특히 低壓 컨덴서는 定



期的으로 容量測定이 필요하다.

(나) 電力使用合理化를 目的으로 할 때

① 에너지 節減 對策機器인 進相 컨덴서도 약간의 損失이 있기 때문에 電力節減의 效果豫測 計算時는 이를 고려하여야 한다.

② 이 때문에 電力節減을 目標로 할 경우의 改善後 力率은 90~95% 程度가 適當하다.

(다) 電壓變動對策이 目的일 때

① 變動의 發生源(負荷)을 잘 파악할 것. 通常 抵抗鎔接機, 誘導電動機의 起動電流等이 發生源이 되는 때가 많다.

② 無效電力의 變動幅과 變動周期를 확실하게 調查한다.

③ 變動周期가 10分程度 以上の 경우 開閉器로서 電磁接觸器를 채택하여도 支障은 없으나 하루의 開閉回數로서는 20~30回 程度를 넘지 않는 것이 좋다.

④ 變動周期가 10分을 하회할 때는 開閉回數가 50回/日 以上이 되는 경우에는 다이리스터 制御 컨덴서 裝置의 適用이 필요하다.

⑤ 심 鎔接機에 대한 電壓變動對策으로서는 實績이 있는 메이커와 相議하도록 한다.

#### 다. 回路現象을 항상 正確히 把握할 것

進相 컨덴서를 電氣系統에 接續할 때는 高壓, 低壓을 不問하고 回路現象의 發生을 未然에 防止하도록 配慮하여야 한다.

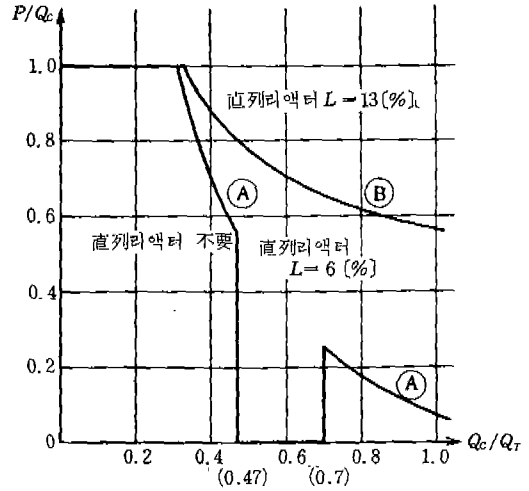
(가) 高調波에 대한 配慮는 充分한가?

〈표 5〉 低壓 컨덴서 設備의 損失

컨덴서	1~1.5W/kVA 以下
直列 리액터 (L=6%時)	2~2.5W/kVA 以下

(註) 直列 리액터는 對應 컨덴서 容量比로 表示한다.

(例: 50kVA 用 L=6%時 100~125W)



Qr: 變壓器容量(kVA)

Qc: 低壓컨덴서 合計容量(kVA)

P: 同時運轉되는 高調波發生負荷의 合計設備容量(kW)

〈그림 10〉 高調波對策 必要與否의 概略 目標值

① 變壓器 二次에서 變壓器 容量  $Q_r$ , 合計 進相 컨덴서 容量  $Q_c$  및 同時運轉되는 高調波發生負荷 合計 設備容量  $P$ (kW)의 相關係와 直列 리액터의 必要與否 및 그 仕樣(L值)은 그림 10을 참조하면 된다.

② 단, 負荷에 抵抗鎔接機가 있을 때는 그림 10의 曲線 A를 넘는 條件에서는 直列 리액터를 L=13% 仕樣으로 하는 것이 바람직하다.

(나) 컨덴서 投入時의 過渡現象은 問題없나?

① 投入하는 瞬間에 母線電壓이 크게 降下하므로 低壓母線 接續하는데 特別 精密計測器類나 다이리스터 인버터 등의 支障有無를 確認한다.

② 支障이 있는 機器만을 專用變壓器에 獨立시키는 것도 對策으로서 효과적이다.

以上, 低壓 自動力率 制御 시스템에 대하여 소개하였는데, 미진한 점이 많다고 본다. 不明確한 部分에 대하여는 메이커側과 잘 相議하여 보다 效果的인 低壓回路의 力率改善이 實現되도록 祈願하는 바다.