

# 電踏工學

德國 E. Kosack 著  
杜若城 譯

(全一册)

上海  
勵志書局發行

# Schaltungsbuch für Gleich- und Wechselstromanlagen.

Dynamomaschinen, Motoren und Transformatoren  
Lichtanlagen, Kraftwerke und Umformerstationen

Ein Lehr- und Hilfsbuch

VON

Dipl.-Ing. Emil Kosack

杜若城譯



上 海  
勵 志 書 局 發 行

1935



3 0471 0964 4

## 序

原著爲講解電路工程之完善教本。全書分十章一百八十四節，分別討論開關，保安裝置，計器，發電機，電動機，變壓器，電力廠，變壓所等之結線原理及計劃而對於供調整電壓用之加減變壓器，供抵價位相用之蓄電器，三相交流電動機之按鉤操縱等敘述尤詳。所舉結線計劃均以德國名廠爲例。書中插開關圖及結線圖二百九十二幅。重要專門名詞及術語均附註德英法三國譯文。電路工程爲電機工程之總匯而一切電工設施均以電路計劃爲根據，則其書性質之重要及專門自不待言。學校用充教本固極適宜而工廠實地服務者尤不可不讀。

杜若城 民國二十三年十月 於齊魯大學理學院。

目 次

導言。

1. 開關圖.....	1
2. 直流電之用途.....	2
3. 交流電之重要.....	2

第 一 章

開關及保護設備

4. 開關裝置.....	3
5. 低壓開關.....	4
6. 經熔解線之過高流保護.....	4
7. 自動斷路開關.....	5
a) 過高流斷路開關.....	5
b) 過低流斷路開關.....	6
c) 倒流斷路開關.....	6
d) 壓降斷路開關.....	7
8. 高壓開關.....	7
9. 油浸開關之遠距操縱.....	8
10. 油浸開關之自動釋放裝置.....	8
a) 過高流釋放器.....	9
b) 倒功率釋放器.....	11
c) 壓降釋放器.....	12
11. 導線網之差動保護.....	13
12. 梵哥克電纜保護組織.....	14
13. 過高壓防禦裝置.....	16

第 二 章

燈之連結法

14. 單極及多極連結法.....	18
-------------------	----

15. 燈之轉路連結法	18
16. 順結法	18
17. 交換連結法	19
18. 梯形連結法	19
19. 自動梯室照明	20
20. 順結燈	21

### 第 三 章

#### 計器之連結法

21. 電流計及電壓計	21
22. 電壓計及電流計上用之轉路開關	22
23. 功率計	23
a) 對於直流及單相交流適用者	23
b) 對於三相交流適用者	24
24. 測功之計器	27
25. 測相計 ( 功率因數計 )	28
26. 周數計	29
27. 地路指示器	29
a) 對於直流適用者	29
b) 對於單相交流適用者	29
c) 對於三相交流適用者	29

### 第 四 章

#### 直 流 電 廠

##### A. 直流發電機及蓄電器。

28. 分勵發電機	31
29. 分捲發電機	32
30. 順捲發電機	33
31. 複捲發電機	33

32. 帶轉向極之發電機及低價發電機	34
33. 蓄電池組	34
a) 簡單蓄電池開關	35
b) 複式蓄電池開關	35
c) 節線蓄電池開關	36

## B. 雙線電力廠。

34. 由一分捲發電機或複捲發電機發電	37
35. 直流發電機並行工作之一般	37
36. 分捲發電機並行工作之一般	38
37. 複捲發電機並行工作之一般	40
38. 分捲發電機及裝簡單電池開關之蓄電池組	40
39. 分捲發電機及裝複式電池開關之蓄電池組	42
40. 若干分捲發電機及裝複式電池開關之蓄電池組	44
41. 分捲發電機，帶複式電池開關之蓄電池組及補助機	45
42. 分捲發電機及依密茄式連結之蓄電池組	46
43. 風力電力廠	48
44. 裝緩衝蓄電池組及畢蘭尼氏機之發電裝置	50
45. 帶特別勵磁機之畢蘭尼氏機	53
46. 梅耶堡結線法	54

## C. 三線電力廠。

47. 裝順結發電機之三線發電裝置	55
48. 裝順結發電機及一蓄電池組之三線發電裝置	57
49. 裝供區分電壓用之蓄電池組之三線發電裝置	58
50. 裝均壓機，蓄電池組及補助機之三線發電裝置	60
51. 帶一蓄電池組之三線發電機	63

## 第五章

## 直流電動機

52. 分捲電動機	64
53. 順捲電動機	65
54. 複捲電動機	66
55. 帶自動釋放裝置之起動器	66
56. 轉數之調整	67
57. 依卡爾堡式連結之起動器	68
58. 轉向變更	69
59. 轉向起動器	70
60. 鼓形起動器	71
61. 二重轉向電動機之鼓形操縱器	73
62. 供二重轉向用之帶餘轉制動作用之鼓形操縱器	74
63. 呈下降制動結線式之捲揚電動機之鼓形操縱器	75
64. 繼電器操縱法	79
65. 繼電自動起動器	77
66. 轉向極電動機	78
67. 電動機結線裝置	80

## 第 六 章

### 交 流 電 廠

#### A. 交流發電機。

68. 單相交流發電機	80
69. 三相交流發電機	81
70. 自動電壓調整法	83
71. 交流發電機之差動保護	85
72. 自動磁場衰減作用	86
73. 地路保護	86

#### B. 交流電力廠。

74. 裝一低壓單相交流發電機之電力廠	87
---------------------	----

75. 裝一低壓三相交流發電機之電力廠	88
76. 裝一高壓三相交流發電機之電力廠	89
77. 交流發電機並行工作之一般	89
a) 單相交流發電裝置	90
b) 三相交流發電裝置	91
78. 交流電力廠之基本結線法	94
79. 關於勵磁之結線法	97
80. 過高壓保護之一般的配置	98
81. 交流電力廠自身所須之設備	98
82. 低壓三相交流電力廠	98
83. 帶油浸開關直接釋放裝置之8000弗高壓三相交流電力廠	99
84. 帶油浸開關繼電器釋放裝置之15000弗高壓三相交流電力廠	101
85. 裝35000弗變壓器之高壓三相交流電力廠	103
86. 裝30000弗變壓器及變壓器轉路條之高壓三相交流電力廠	105
87. 裝6000及60000弗變壓器及聚電條之高壓三相交流電力廠	107
88. 裝6000及100000弗變壓器及聚電條之高壓三相交流電力廠	108

## 第七章

### 變壓器站及開關站

#### A. 變壓器。

89. 單相交流變壓器	110
90. 三相交流變壓器	111
91. 單圈變壓器	111
92. 調整變壓器	112
93. 呈蘇格脫結線式之變壓器	112
94. 變壓器之差動保護	113
95. 帶浦霍芝保護之變壓器	113

#### B. 變壓器站。

96. 變壓器裝置之基本的結線法	114
------------------	-----

97. 自6000弗降至920弗之變壓裝置	116
98. 自3000弗降至125弗之變壓器站	117
99. 自15000弗降至380弗至920弗之帶並結變壓器之變壓器站	118
100. 可移動的網變壓器站	119
101. 自25000弗降至6000弗之變壓所	121
102. 裝預備發電機及變流器之15000/3000弗變壓所	122
103. 50000/10000弗變壓器聯絡站	123
C. 開關站。	
104. 15000弗長距三相交流電力廠之開關站	126
105. 10000電纜開關站	127
D. 加減變壓器(旋轉變壓器)。	
106. 加減變壓器用充電壓調整器	129
107. 一三相交流高壓線之電壓之調整	130

## 第 八 章

### 交 流 電 動 機

#### A. 同期交流電動機。

108. 同期交流電動機之結線法及特性	131
109. 由起動電動機之起動	132
110. 同期電動機之由三相交流一方面之起動	133
111. 帶起動圈之三相交流同期電動機	134

#### B. 三相交流誘導電動機(異期電動機)。

112. 通論	135
113. 帶短路轉子之三相交流誘導電動機	136
114. 帶轉路保安線之短路轉子電動機	136
115. 帶操縱開關之短路轉子電動機	137
116. 帶起動器之短路轉子電動機	137
117. 帶起動變壓器之短路轉子電動機	138

118. 呈星形三角形連結式之短路轉子電動機 .....	138
119. 呈自動逆結線式之電動機 .....	140
120. 帶刷環轉子之三相交流電動機 .....	140
121. 呈卡爾堡結線式之帶起動器之三相交流電動機 .....	141
122. 帶二相轉子之三相交流電動機 .....	142
123. 轉數之調整 .....	142
124. 換向起動器 .....	143
125. 鼓形起動器 .....	143
126. 鼓形操縱器 .....	146
127. 三相交流電動機之按鉤操縱 .....	143
128. 繼電自動起動器 .....	147
129. 三相交流電動機與低壓導線網之連結 .....	148
130. 三相交流電動機與高壓導線網之連結 .....	149
C. 帶位相抵償器之三相交流誘導電動機。	
131. 通論 .....	150
132. 茹普振動器 .....	150
133. 無定子之自勵三相交流勵發機 .....	151
134. 帶定子之自勵三相交流勵發機 .....	153
135. 帶網勵發之三相交流勵發機 .....	153
a) 周數變動計 .....	153
b) 帶定子圈之勵發機 .....	154
136. 抵償誘導電動機 .....	155
a) 定子饋電電動機 .....	155
b) 轉子饋電電動機 .....	156
137. 直流勵發誘導電動機 .....	156
a) 定子饋電電動機 .....	156
b) 轉子饋電電動機 .....	157

138. 位相經濟電器之抵償 .....	158
D. 單相交流誘導電動機 (異期電動機)。	
139. 電動機之結線法及特性 .....	158
E. 三相交流聚電子電動機。	
140. 通論 .....	159
141. 順捲聚電子電動機 .....	159
a) 帶簡單刷組之電動機 .....	160
b) 帶複式刷組之電動機 .....	161
142. 分捲聚電子電動機 .....	161
a) 定子饋電及轉子饋電電動機 .....	161
b) 轉子饋電電動機 .....	161
c) 帶加減變壓器之定子饋電電動機 .....	163
143. 結在一高壓網上之三相交流聚電子電動機 .....	163
F. 單相交流聚電子電動機。	
144. 通論 .....	163
145. 順捲聚電子電動機 .....	164
146. 短路聚電子電動機 .....	164
147. 順捲短路聚電子電動機 .....	165

## 第 九 章

### 變 流 裝 置

148. 通論 .....	165
A. 同期電動發電機組。	
149. 直流電動發電機組在直流一方面之起動 .....	166
150. 帶起動電動機之電動發電機組 .....	167
151. 電動發電機組在三相交流一方面之起動 .....	168
B. 異期電動發電機組。	
152. 對於低壓適用之電動發電機組 .....	169

153. 對於高壓適用之電動發電機組 ..... 170  
 154. 礦山鐵路車應用之變流裝置 ..... 170  
 155. 街道電車應用之變流裝置 ..... 179

## C. 旋轉變流器。

156. 變流器之構造及結線法 ..... 175  
 157. 變流器在直流一方面之起動 ..... 175  
 158. 帶起動電動機之變流器 ..... 176  
 159. 變流器在三相交流一方面之起動 ..... 176  
 160. 旋轉變流器電壓之調整 ..... 178  
   a) 經阻電圈之調整 ..... 178  
   b) 經加減變壓器之調整 ..... 178  
 161. 帶可轉路的電燈導線網之變流裝置 ..... 179  
 162. 三線直流電力廠之變流裝置 ..... 181  
 163. 帶加減變壓器之變流裝置 ..... 182  
 164. 旋轉變流器與緩衝機 ..... 185

## D. 巔狀變流器。

165. 變流器之構造及結線法 ..... 186

## E. 整流器。

166. 單相交流水銀蒸氣整流器 ..... 188  
 167. 三相交流整流器 ..... 189  
 168. 成並行連結並帶自動發火裝置之三相交流整流器 ..... 190  
 169. 與三相交流電力廠自身需要裝置相連結之整流器 ..... 192  
 170. 三相交流大整流器 ..... 193  
 171. 街道電車之整流裝置 ..... 194  
 172. 單相交流乾整流器 ..... 197

## 第 十 章

## 起動組及調整組

## A. 帶直流調整電動機之發電機組。

173. 對於直流適用之利歐那氏結線法	197
174. 對於三相交流適用之利歐那氏結線法	199
17. 英格納氏結線法	199
176. 對於直流適用之順結法及逆結法	201
177. 對於三相交流適用之順結法及逆結法	202

## B. 對於三相交流適用之調整組。

178. 綫狀連結法之一般	203
179. 二具三相交流誘導電動機之串聯	203
180. 三相交流誘導電動機與聚電子後置電動機	205
a) 機械的聯絡者之調整組	207
b) 電氣的聯絡者之調整組	206
181. 三相交流誘導電動機與直流後置電動機	207
a) 機械的聯絡者之調整組	207
b) 電氣的聯絡者之調整組	208
182. 三相交流誘導電動機與周數變動計	209
183. 三相交流誘導電動機過低及過高同期運轉之調整	210
a) 帶三相交流勵發機之調整組，機械的及電氣的聯絡者	211
b) 帶三相交流勵發機之調整組，電氣的聯絡者	212
184. 複式短路聚電子電動機	213

## 附 錄

A. 圖中重要標記	214
I. 直流	214
II. 交流	214
B. 開關圖中之路字	214
I. 發電機	214
II. 計器及測驗器	215
III. 電具	215

# 電 路 工 學

## 導 言

### 1. 開關圖。

爲示一電機或一電具各部分間之關聯並明白指出其電路概用一結線圖<sup>1)</sup>。又在電力廠內電機與電具以及與導線網<sup>2)</sup>之聯絡亦可依圖法由一開關圖<sup>3)</sup>顯出。在開關圖內電力廠之各部分均用簡略標記表出，故就其性質言之，開關圖不啻爲電力廠內通電部分之簡縮聯絡圖。

在範圍較大之電力廠之設計中，開關圖之製作恆爲一極重要之工作。吾人根據開關圖可證明某種計劃有無實施之可能或可察見結線上必要的改動。開關圖復爲估價時之根據。

電力廠工作之際，開關圖示各部分聯合作業之情形，又爲達某一定工作狀況，在開關<sup>4)</sup>上應行之操縱手續可由開關圖指出。又爲確定各種擾亂之原因，開關圖亦屬必要。職是之故，凡電力廠必須有一開關圖。他如在重要開關地點及變壓器站<sup>5)</sup>尤其當電壓高時復須有分圖以示各部分如何聯絡尤其如何開斷之情形。

本書中所示之各種結線法可依一廠之特殊情形而改動，故僅可認爲在正常狀況下可實施之例。至關於電機及電具等在本書中僅就爲瞭解結線法所須者分別討論。

<sup>1)</sup> 結線圖; Schaltungsschema (Schaltschema); diagram of connections wiring diagram); schéma de connexions. <sup>2)</sup> 導線網; Leitungsnetz; network; réseau électrique. <sup>3)</sup> 開關圖; Schaltplan; switch diagram; plan de câblage <sup>4)</sup> 開關; Schalter; switch (circuit closer); commutateur (conjunction) <sup>5)</sup> 變壓器站 (亦稱變壓所); Transformatorstation; transformer station; poste de transformation.



電力廠內各部分之聯絡有時用單極法表明，例如當祇須指示廠內電力分配之概況或祇須明瞭廠內結線大致情形時概用之。

## 2. 直流電之用途。

在電力廠之設計中其有基本的關係者厥為電流之選定。電機工程當初發軔時大都採用直流電<sup>1)</sup>，即在今日電力廠中亦有用直流電者。電燈電向為直流電而電力之分配如應用直流電亦不無利益。在速度大小懸殊而須隨時調整或速度須精細調整之電動機中，其應用尤大。他如街道電車，及礦山電車亦概用直流電。因直流電具有起電解效應之特性，故可將其電能貯在蓄電池內，是為電力廠中用直流電比較用交流電<sup>2)</sup>之有利處。最後，直流電在化學工業上之種種用途亦不許忽視。

## 3. 交流電之重要。

直流發電機<sup>3)</sup> 尋常僅可就較低之電壓<sup>4)</sup> 而製出，故如欲輸電至遙遠之處，直流電即不適用。對於此點交流電占絕對的優勢。高壓交流電可直接在交流發電機<sup>5)</sup> 中發生，且其電壓遇必要時再可由變壓器<sup>6)</sup> 提高之。反之，在耗電之處高壓交流電仍可用變壓器變成低壓電。因此，今日多數大電力廠皆發交流電。交流電中以三相交流電<sup>7)</sup> 為主，後者係由相距三分之一周期之三交流電所合成。雖然，單相交流電<sup>8)</sup> 今日已有其重要的用途，因其對於電力鐵道車特別適用之故。

<sup>1)</sup> 直流電；Gleichstrom; direct current (continuous current); courant continu. <sup>2)</sup> 交流電；Wechselstrom; alternating current; courant alternatif. <sup>3)</sup> 直流發電機；Gleichstrommaschine; continuous current dynamo (generator); génératrice (dynamo à courant continu. <sup>4)</sup> 電壓；Spannung; voltage (tension); voltage. <sup>5)</sup> 交流發電機；Wechselstrommaschine; alternating current dynamo (alternator) alternateur 或 génératrice à courant alternatif. <sup>6)</sup> 變壓器；Transformator; transformer; transformateur. <sup>7)</sup> 三相交流電；Drehstrom; three phase (alternating) current, courant (alternatif) triphasé. <sup>8)</sup> 單相交流電；Einphasenstrom; single phase (alternating) current; courant (alternatif) monophasé.

## 第一章 開關及保護設備

### 4. 開關裝置。

電力廠中之開關裝置<sup>1)</sup>其用途為匯集由發電機發出之電能並使電能經過開關，保安裝置，計器及調整器等而逕配電網<sup>2)</sup>。開關裝置大都為一配電板<sup>3)</sup>背後裝匯電條<sup>4)</sup>(亦稱母線)。自外進入之導線均結在匯電條上而向外出去之線亦自匯電條出發，故後者同時有配電條之意義，至插在導線間之開關，保護裝置及計器等則設在板上。有時設配電台以代板。

為使用上方便及安全起見，凡開關裝置務須簡單。又為便於管理起見，概依電機組及供應區域分為若干組。如有蓄電池組<sup>5)</sup>則後者亦有其特具的開關組。

在高壓電力廠中開關裝置之範圍有時頗大，是處凡匯電條及一切帶高壓之儀器皆裝在特別間內；其全數總稱曰開關室<sup>6)</sup>。至供樞機用之設備則集中在司令間<sup>7)</sup>內。為不使高電壓直達計器，令電流先經過變壓器，電流變動計<sup>8)</sup>及電壓變動計<sup>9)</sup>。

為管理上一目瞭然計，電流為直流時凡匯電條及導線均依其極性塗色；為交流時，則依其相<sup>10)</sup>而塗色。在直流電力廠中，陽極塗紅，陰極塗青。在交流電力廠中電流為單相交流時分別塗黃及紫；為三相交流時分別塗黃，綠及紫。在開關間中自應着相同之色。

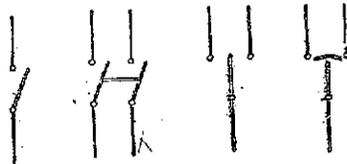
<sup>1)</sup> 開關裝置; Schaltanlage; switchboard plant installation de distribution électrique. <sup>2)</sup> 配電網(亦稱分送網); Verteilungsnetz; distribution system (或 network); système (或 réseau) de distribution. <sup>3)</sup> 配電板; Schalttafel; switch board; tableau de distribution. <sup>4)</sup> 匯電條(母線); Sammelschne; bus bar; baare omnibus. <sup>5)</sup> 蓄電池組; Akkumulatorenbatterie; storage (secondary) batt (CF, batterie d'accumulateurs (或 secondaire). <sup>6)</sup> 開關室; Schalthaus; switch house; chambre de distribution. <sup>7)</sup> 司令間; Kommandoraum (Warte); control room; poste de commandement. <sup>8)</sup> 電流變動計; Stromwandler; current transformer; réducteur de courant. <sup>9)</sup> 電壓變動計; Spannungswandler; potential transformer; transformateur de tension. <sup>10)</sup> 相; Phase; phase; phase.

以上凡就電力廠開關裝置所述者依理對於變壓器站，變流器站，大範圍電燈開關站，電力開關站等之開關裝置亦適用。

以下先略述各種開關及最重要的保護裝置而尤其注意其在開關圖中之圖示法。

### 5. 低壓開關。

開關裝置中最重要之部分厥為開關。開關分為斷路開關<sup>1)</sup>及轉路開關<sup>2)</sup>二種；前者止供關閉或開斷一電路之用而後者則為使一導線與其他若干導線中之一導線相連結。在帶斷路位置之轉路開關中在二連結點之間有一斷路位置；反之，在無斷路位置之轉路開關中，中間並無斷路位置而開關從一開關位置直接移至其他位置。又開關有單極與雙極之分。依形狀言之，開關大都為曲柄開關<sup>3)</sup>。此種開關對於強度電流亦適用。至於對於弱流概用旋動開關<sup>4)</sup>，頗徑開關及壓開關。



第 1 圖示在開關圖中各種開關之記號。  
 圖 1a. 單極斷路開關。  
 圖 1b. 雙極斷路開關。  
 圖 1c. 有斷路作用之單極轉路開關。  
 圖 1d. 有斷路作用之單極轉路開關。

### 6. 經熔解線之過高流保護。

為保護導線以免發生過度負荷尤其免起短路<sup>4)</sup>普通用熔解線<sup>5)</sup>。凡由電源發出之導線均應保護。又凡導線橫斷面積向耗電方面減小之處亦均應配置熔解線。然直流三線式中之中間線<sup>6)</sup>或三相交流式中之零電線<sup>7)</sup>因故意令其接地毋須保護。至從中間線或零電線分出之絕緣

<sup>1)</sup> 斷路開關；Ausschalter；circuit breaker；Interrupteur. <sup>2)</sup> 轉路開關；Emschalter；change-over switch；inverscur. <sup>3)</sup> 曲柄開關(俗稱開力開關)；Hebelschalter；knife switch；interrupteur à levier. <sup>4)</sup> 短路(短絡)Kurzschluss；short circuit；court-circuit. <sup>5)</sup> 熔解線一名保安線；Schmelzsicherung；safety fuse；fusible de sûreté. <sup>6)</sup> 中間線；Mittellinie；median wire；conducteur médian. <sup>7)</sup> 零電線；Nulleiter；neutral wire (zero conductor)；fil neutra (conducteur mis à la terre).

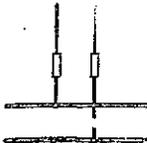


圖2. 經熔解線保護之導線。

線其視作二線式中之一部分者亦應有保安裝置。至導線內其折折能對於全廠惹起危險者不應有保安裝置。如在一分線中開關及帶露出熔解物之保安裝置直接先後位置，則應將保安裝置設在開關之後，俾電流先達開關，而保安裝置之更換可不致惹起危險，因導線電路可先由開關開斷故也。

熔解線或保安線尋常係以一小矩形為記，圖2，但遇有必要時，其形式亦可依法表明，例如在第三圖中分別表明條形保安線，管形保安線及螺旋形保安線。



圖3a. 條形保安線。  
圖3b. 管形保安線。  
圖3c. 螺旋形保安線。

### 7. 自動斷路開關。

#### a) 過高流斷路開關。

能自動斷路之過高流斷路開關<sup>1)</sup>其效用全如保安裝置，故可代而用之。此器裝有一電磁石，其勵發圈係插在被保護之導線電路內恰如電流固然。經調整之後當電流達一定強度時，此器即開而電路乃斷。在圖上是種開關由一順斷路方向之箭頭表明。在第4圖中，一極經由一保安裝置保護而他極則由一過高流斷路開關保護。

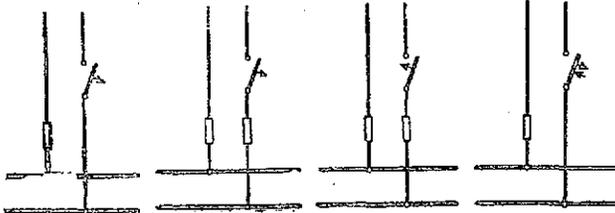


圖4. 經一熔解線及一過高流斷路開關之保護。

圖5. 經二熔解線及一過高流斷路開關之保護。

圖6. 經二過流斷路開關及一過低流斷路開關之保護。

圖7. 經一過高流斷路開關及一倒流斷路開關之保護。

<sup>1)</sup> 過高流斷路開關；Überstromschalter (Maximalschalter); over-current circuit breaker (maximum current cut-out); interrupteur de surcharge (interrupteur à maximum).

自動斷路開關<sup>1)</sup> 遇過大負荷時即開，但俟擾亂消滅之後隨時可使其回歸原處。此種開關且常帶有一熱遲延裝置，其效用為令開關於電流發生瞬間之衝動時不起效應。有時在電路之一導線內除帶解線外再設一自動斷路開關，並令後者之釋放電流溫度略較帶解線之強度為遜，圖5. 帶解線之耗費因此強被限制，而自動斷路開關失其效用時，導線仍不致失却保護。

#### b) 過低流斷路開關。

開關中經利用電磁石裝置有過電路內電流降至零值或比較的低值時而自行開啓者，曰過低流斷路開關<sup>2)</sup>，在圖中(見圖6)係由順關閉方向之一箭頭表明。在直流電力廠中其用途頗大。

#### c) 倒流斷路開關。

開關中又有遇電流因某種原因背正常方向流動時而自行開啓者，曰倒流斷路開關<sup>3)</sup>，其中使開關開啓之電磁石係經一電流圈及一電壓圈勵發。當電流依正常方向時，兩圈之磁效應係依同一方向，但遇電流方向發生變動時，電流圈之磁效應遂與電壓圈之磁效應相背，致令開關開啓。又交流功率或電力方向倒轉時例如供給電力之發電機反受取電力時，是種開關應起效應，故又稱曰倒功率斷路開關<sup>4)</sup>。

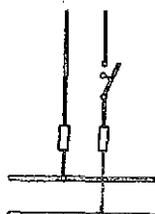


圖6. 帶解線及低流斷路開關之保護。

過高流斷路裝置及倒流斷路裝置常連在一起。在第7圖中此二重裝置之性能由背向之二箭頭表明。

<sup>1)</sup> 自動斷路開關; Selbstschalter; automatic switch; interrupteur automatique. <sup>2)</sup> 過低流斷路開關; Unterstromschalter (Minimalschalter); undercurrent circuit breaker (minimum current cut-out); interrupteur de souscharge (interrupteur à minimum). <sup>3)</sup> 倒流斷路開關; Rückstromschalter; reverse current circuit breaker; interrupteur à retour de courant. <sup>4)</sup> 倒功率斷路開關; Rückleistungsschalter; return power circuit breaker; interrupteur à retour de puissance.

d) 壓降斷路開關。

當導線網失去電壓或其電壓強行低降時，爲斷一支路與網之聯絡可用一自動壓降斷路開關<sup>1)</sup>。惹起斷路作用之釋放磁石在此處僅經一電壓圈觸發。是種開關係以一小圈爲記(見第8圖)。

8. 高壓開關。



圖9. 單極油浸開關

在交流高壓電力廠中概用油浸開關<sup>2)</sup>。(略稱油開關)；其中開關之動作全在油中進行，因此當開關開啓之際不致再發生電花，在圖中油浸開關係以一矩形爲記，(圖.)。

油浸開關常有如保護開關<sup>3)</sup>之構造，圖

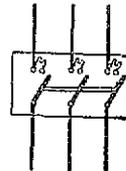


圖10. 三極保護開關。

10, 其中除主接觸鉤外，更有前置接觸鉤。

當開關當初閉關時開關先與前置接觸鉤相接觸，故電流當初須通過主接觸與前置接觸間之保護抵抗，以後開關開啓時電流最後亦須經過此種抵抗。職是之故，開關時電流之衝動乃減，如是可無發生過高電壓之慮。

在高壓電力廠中縱使導線上裝有油浸開關，其電機，電具，饋電線等均應有分離開關<sup>4)</sup>(圖11)，俾可與通電之導線分離。例如當試驗或修理電機，電具或一部分配電線時，迨電路由油浸開關切開之後，再開分離開關使電路內確實失却電壓。此種開關故僅限於不通電之狀況下用之。分離開關可在每極惹起一種簡單或繁複斷路作用。



圖11a. 單極分離開關，有複式斷路作用。  
圖11b. 單極分離開關，有複式斷路作用。

<sup>1)</sup> 壓降斷路開關；Spannungsrückgangsschalter；voltage drop circuit breaker. <sup>2)</sup> 油浸開關；Ölschalter；oil switch；interrupteur à huile. <sup>3)</sup> 保護開關；Schutzschalter；protection switch with resistance；interrupteur de sécurité pourvu de résistance. <sup>4)</sup> 分離開關；Trennschalter；disconnecting (isolating) switch；interrupteur-séparateur。

### 9. 油浸開關之遠距操縱。

高壓電力廠之開關裝置如占有廣大地位者其油浸開關常不得不從遠處操縱。第12圖示是種設施之結線圖。其中有二開關磁石，一磁石 E.M. 供關閉開關之用而另一磁石 A.M. 供開啓開關之用。磁石之勵發應用直流電。如將遠距操縱之操縱開關 F.S. 向左移動，其時可關閉開關之磁石被勵發，如向右移動，司開啓開關之磁石遂被勵發。油浸開關復與一回報器相連結。回報器爲一熾熱燈(回報燈<sup>1)</sup>)，平時不明，但每遇油浸開關變其位置時則照明一次。一俟開關動作由燈指出之後，燈之電路即由一單極手開關 S 開斷，以備下次油浸開關變位時復顯出其效應。

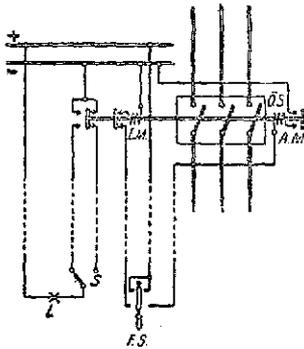


圖12. 帶一回報燈之油浸開關之遠距操縱。

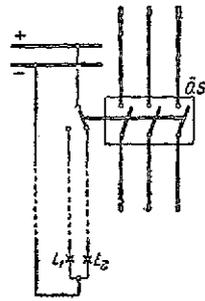


圖13. 帶二回報燈之油浸開關之遠距操縱。

油浸開關之開關位置可由兩熾熱燈指出，其中一燈於開關閉時照明而他燈則於開時照明，圖13。爲便於辨別起見，最好用兩不同色之燈。

### 10. 油浸開關之自動釋放裝置。

在高壓電力廠內裝設之油浸開關照例帶有一自動釋放裝置。是種裝置大多數均有電磁石。開關作用發生之情形及方法對於一電力廠裝

<sup>1)</sup> 回報燈；Pickmeldelampe; reply lamp; lampe de réplique.

個開關之形狀有重要的影響，故自應從詳討論之。

如若起斷路作用之磁石直接經高壓電路電流勵發者，則此種釋放裝置曰一次直接釋放裝置。反之，如磁石之勵發圈係在一電壓變動計或電流變動計之二次電路內，則曰二次直接釋放裝置。是種釋放磁石有時係插在一特別補助圈內，後者經由一直流或交流電源供給電流；開關之動作須受繼電器<sup>1)</sup>之節制。依繼電器直接與高壓電路相連結或與一電壓變動計或電流變動計二次電路相連結又有一次繼電器釋放裝置與二次繼電器釋放裝置之分。為防油浸開關於發生瞬間極動時間開啓起見，常用時限繼電器<sup>2)</sup>。此器計斷路作用祇能經過一種可調整之時間後發生，故有遲延開關作用之性能。

圖14示二次開關釋放裝置中之電壓變動計，圖14a為其德國實業協會<sup>3)</sup>之圖示。圖15及15a為電流變動計之圖示。依據德國實業協會之條規凡在電力廠內之電流變動計及電壓變動計其低壓一側須有一極接地。

電壓變動計照例在一次方面經保安裝置保護，雖然，如能在二次方面在不接地之一極中亦帶保安裝置則更佳。

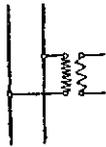


圖14. 電壓變動計。



圖14a.



圖15. 電流變動計。



圖15a.

a) 過高流釋放器。

<sup>1)</sup> 繼電器；Relais; relay; relais. <sup>2)</sup> 時限繼電器 Zeitreais; time relay; relais; à temps. (ou relais à action différée). <sup>3)</sup> 德國實業協會；die Deutschen Industrie-Normen (DIN).

圖16至18示幾種帶過高流釋放器<sup>1)</sup>之三相交流油浸開關之代表式。開關器之構造種種不同。是處諸圖並非啓示開關器之構造但僅就其作用性能上予以指示而已。各式之電路在第16a至第18a各圖中均以最簡單之線圖顯出。G.S.表油浸開關。F表一彈簧，有釋放開關之作用，但在正常狀況下為一門所阻。然當負荷過大時經釋放圈A, S<sub>p</sub>之作用，其中之鐵桿移動而門乃移開。如裝繼電器則由M.R. (極限繼電器)<sup>2)</sup>表出。凡繼電器均有一磁石M為其最重要之部分，並有一電流圈勵發之。此外更有一磁鐵A。依磁鐵之位置，補助電流或通或斷。在正常工作時補助電流不通。俟發生過大負荷時則有電；結果釋放圈釋放開關所謂工作連結式<sup>3)</sup>是。但因構成上關係亦有當正常工作時有補助電流而遇有過大負荷時電流斷者；其結果釋放圈亦將開關釋放所謂休息連結式<sup>4)</sup>是。釋放圈之磁石作用有時反鐵桿之重力而有時反彈簧P<sub>1</sub>之力作用。電流變動計及電壓變動計在圖中分別以 St.W.及 Sp.W.表出。變動計之接地則由一斷續點線表明。

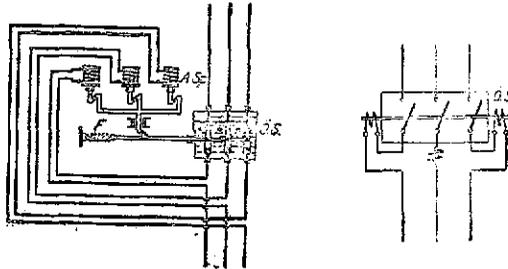


圖16及16a. 帶一次直接過高流釋放器之油浸開關。

<sup>1)</sup> 過高流釋放器；Überstromauslösung. <sup>2)</sup> 極限繼電器；Maximal relai; maximum relay. <sup>3)</sup> 工作連結式；Arbeitschaltung. <sup>4)</sup> 休息連結式；Ruheschaltung.

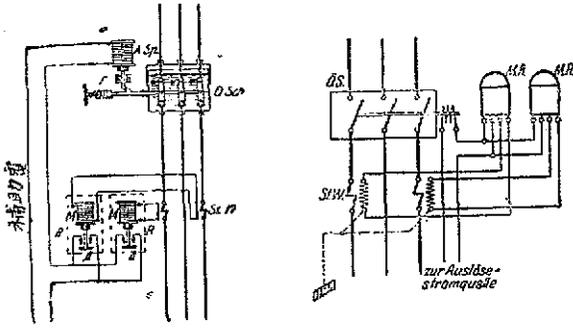


圖17及17a. 帶正次過高流繼電釋放器之油浸 —— 工作迴路式。(補助 為直流。)

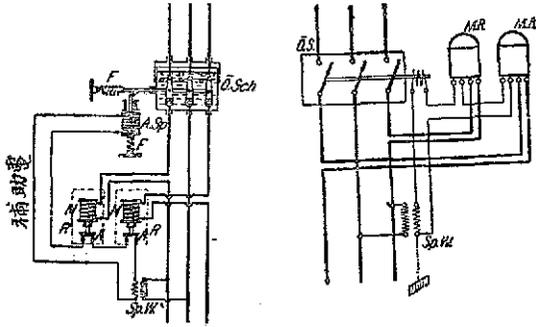


圖18及18a. 帶一次過高流繼電釋放器之油浸開關 —— 休息迴路式。(補助電流為自電壓變助許發出之交流。)

b) 倒功率釋放器。

油浸開關又可帶有關係電能方向之釋放裝置，所謂倒功率釋放器<sup>1)</sup>或方向釋放器。是處用一繼電器。此器帶一電流圈及一電壓圈（參見第70節）。第19及19a兩圖示是種裝置之性能及結線圖；三相式交流之二相受方向繼電器 R.R.之保護。

<sup>1)</sup> 倒功率釋放器（方向釋放器）；Rückleistungsauslösung (Richtungsauslösung). <sup>2)</sup> 方向繼電器；Richtungsrelais.

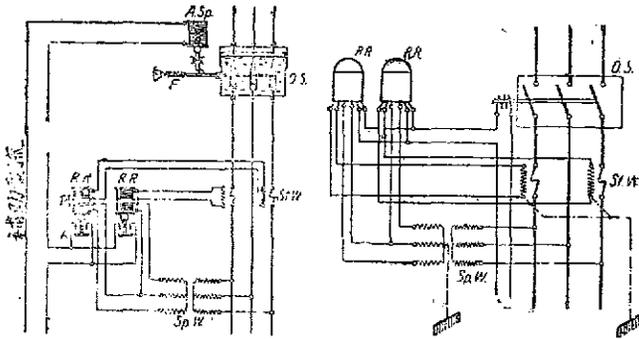


圖 19. 及 19a. 帶二次方向繼電釋放器之油浸切開。

c) 壓降釋放器。

又壓降釋放器<sup>1)</sup>亦可附設在油浸開關內。第 19 及 20a 兩圖表示帶過高流釋放器及壓降釋放器之油浸開關。供電壓釋放用之線圈係在一

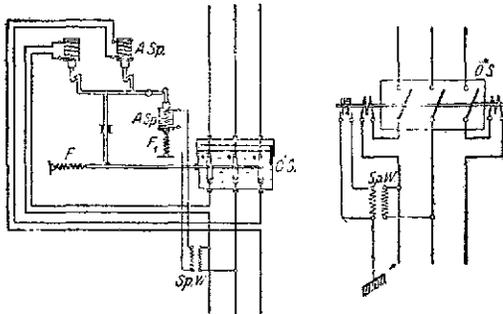


圖 20 及 20a. 帶一次直接過高流釋放器及壓降釋放器之油浸開關。

電壓變動計上，故為一電壓圈。尋常紙一相有之，但其設在各相上者亦可能。第 21 及 21a 圖示一繼電釋放器，N.R. 表壓降繼電器<sup>2)</sup>或零壓繼電器。

<sup>1)</sup> 壓降釋放器；Spannungsrückgang-anlösung. <sup>2)</sup> 壓降繼電器(零壓繼電器)；Spannungs-Nullspannungs-Relais.

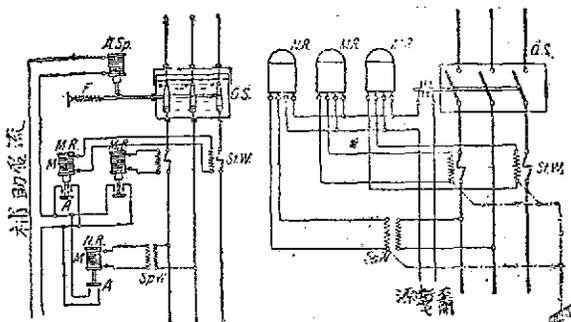


圖21.及21a. 帶二次過流耐電磁鐵裝置及閉合繼電釋放器之油浸開關。

### 11. 導線網之差動保護。

在較大高壓電力廠中可用一種由梅爾斯氏<sup>1)</sup>及撥利斯氏<sup>2)</sup>說明並

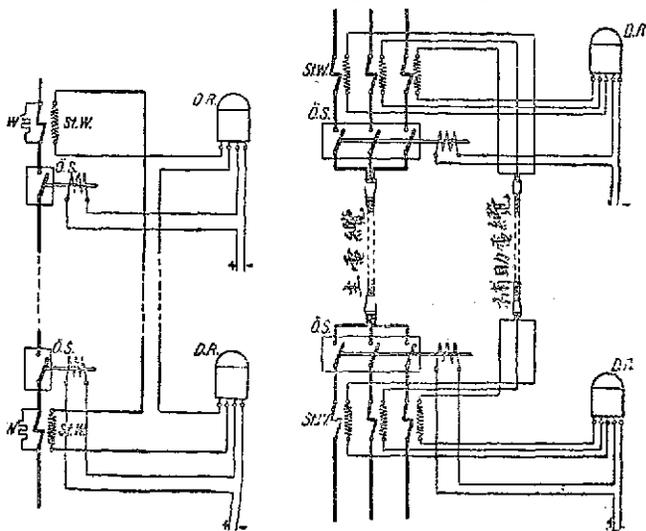


圖22.—油浸型差動繼電器之保護。

圖23.—3單次放電型差動繼電器之保護。

<sup>1)</sup> 梅爾斯氏; <sup>2)</sup> Merce; 撥利斯氏; Price。

在多數情形下頗有效之方法，即於油開浸關上附一差動繼電器<sup>1)</sup>其效用為開斷有缺陷之導線或電纜同時不使其他導線網部分受其影響。在被保護之導線之始末各裝一電流變動計。變動計之二次圈互相反結而在各電路內各有一繼電器。第29圖示差動保護 D.R. 並為簡單計僅示一線之保護。

導線無缺陷時，電流強度到處均同，而兩變動計二次圈內之誘導電壓亦相等。此兩電壓互相抵消；繼電器電路內遂無電流通過。如在兩線間發生短路或一線與地連結，則情形相反。當時導線起端之電流強度不再與終端之電流強度相等。在變動計之二次圈內遂起不等強之誘導電壓而在繼電器電路內有強度與此兩電壓之差相應之電流通過。繼電器於是動作並由從一直流電源導出之補助電流使在導線上在導線缺陷處前後之開關開啓。依據實用上的理由，如用一非誘導電抗 $W$ 與變動計之一次圈並結可消殺或有的電流強度之高度的振動，即消殺周數比較基本周數大數倍之振動。

第30圖示一3相交流導線或電纜之差動保護。在電纜之始末各裝一3相電流變動計。各變動計之二次圈在差動繼電器內依星形連結。一變動計之二次圈之自由端係由導線（可視為電纜）與另一變動計之相當端相連結。如遇一導線發生缺陷，則在繼電器內惹起電壓差而繼電器即動作。與變動計一次圈並結之電抗在圈內並不表出。

再須注意者，設有差動保護之導線仍須有過流釋放器，蓋差動繼電器僅在導線發生缺陷時而非在遇過強電流或負荷時有效。

## 12. 梵哥克電纜保護組織。

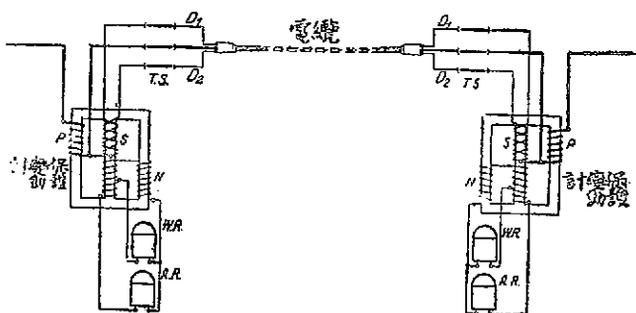
其他一種指出高壓電纜網內有害部分之位置及於必要時開斷此部分之方法係由梵哥克氏<sup>2)</sup>所發明。是種電纜但須有一定之構造，其每束之外層線須被有紙織物，如是除互相微弱絕緣外又與中心線絕緣。

<sup>1)</sup>差動繼電器；Differentialrelais; differential relay; relais différentiel.

<sup>2)</sup>梵哥克氏；Pfannkuch.

茲在每兩隣近線之間設法使發生一種電勢差。爲此將在電纜始末之外層線分作 $D_1$ 及 $D_2$ 二組並令一線屬於 $D_1$ 組而其隣近線屬於 $D_2$ 組；剩餘之線另成一新電纜，其中在外層處每兩絕緣線祇有關於內核之一裸線，第24圖示電纜之一束之外層線及內核線與三簡單分離開關T.S.相連結之情形。

一組外層線之電壓係較正常工作電壓約高20至30弗，而其他一組線之電壓則反低同大之弗數。至供增減用之電壓係由具特殊構造並裝在電纜兩端之小變壓器所發生，是種小變壓器稱曰保護變動計<sup>1)</sup>，其基本的結法在圖中顯出。F表變動計之一次圈，S表兩二次圈。二次圈各與相屬之一次圈相順結，致在一個二次圈內發生之電壓補助工作電壓而在其他圈內發生之電壓爲抵消工作電壓之部分。是種不同之情形緣於兩二次圈有相反之捲向。



24. 范哥克電纜保護組織。

除上述高壓圈外，在保護變動計兩磁心上更捲有低壓圈N。此種低壓圈係與繼電器W.R.及A.R.相連結。在有正常電流強度時，繼電器不受影響。然若電纜之絕緣狀況發生缺陷，則在外層線間因發生壓差之故起一種平衡電流。職是之故，變動計之磁性狀況發生變化，——

<sup>1)</sup> 保護變動計；Schutzwandler。

至結法及性能之細目是處不擬討論——結果使警戒繼電器 W.R.動作，致有一信號器，例如一熾熱燈或笛被插入於電路內，指出電纜之缺陷。缺陷大時，釋放繼電器 A.R.發生效應，釋放油浸開關，使有缺陷之電纜不再與其他部分相連結。

### 13. 過高壓防禦裝置。

防禦過高壓之裝置其重要者有電花避雷器<sup>1)</sup>，角隙避雷器<sup>2)</sup>，多隙避雷器<sup>3)</sup>，及蓄電器<sup>4)</sup>。是種過高壓防禦裝置各與一衰減電抗<sup>5)</sup>順結，且大都插在被保護之導線與地之間(圖25至33)或插在二導線之間。在第一情形中過高電壓被導入地內，在第二情形中則平分在導線網內，在三相交流導線中，避雷器呈星形連結式，其中與每相連結之角隙避雷器係插在導線與地之間，是謂星式保護，(參見電工學第 269面)，或呈三角形連結式，其中相與相間由角隙避雷器互相防禦，是謂三角式保護。

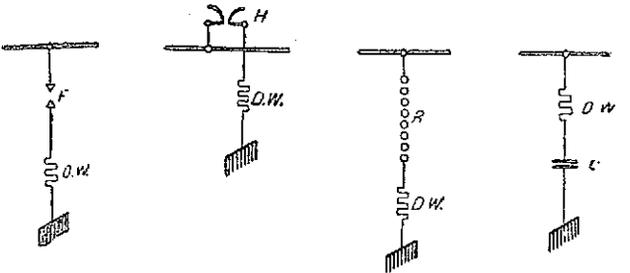


圖25. 電花避雷器與衰減電抗。

圖26. 角隙避雷器與衰減電抗。

圖27. 多隙避雷器與衰減電抗。

圖28. 蓄電池與衰減電抗。

為導去靜電荷電用接地電抗<sup>6)</sup>，圖 29，及接地阻電圈<sup>7)</sup>，圖 30。

1) 電花避雷器; Funkenableiter; spark gap arrester; carterment explosif.  
 2) 角隙避雷器; Hörnerableiter; horn gap arrester. 3) 多隙避雷器; Rollenbleiter.  
 4) 蓄電器; Kondensator; condenser; condensateur. 5) 衰減電抗; Dämpfungswiderstand; damping resistance; résistance amortisseur. 6) 接地電抗; Erdungswiderstand. 7) 接地阻電圈; Erdungswiderstandspule.

接地電抗及接地阻電圈概連在厲電條上。然在三相交流電力廠中有時亦與發電機或變壓器之零電點相連結。此二者惟假定在廠內無其他可靠之接地便利時用之。



圖30. 接地電抗E.W.

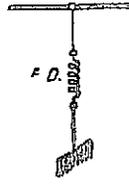


圖31. 接地阻電圈E.D.

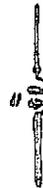


圖32. 保護阻電圈D.

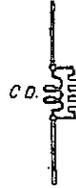


圖33. 複式保護阻電圈C.D.

為阻止遊波<sup>1)</sup>——一種危險的過高壓現象，係沿導線前進——侵入電機及變壓器之線圈內可設保護阻電圈<sup>2)</sup>於線圈之前(圖31)。保護阻電圈之一特種曰複式保護阻電圈<sup>3)</sup>，其中有一非誘導電抗線與阻電圈相並結，圖33。

對於遊波，發電機常用由電纜所成之保護電容<sup>4)</sup>保護。是種電容係結在發電機之前，有衰滅遊波之作用。

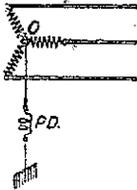


圖34. 與三相交流導線網相連結之滯地生地路圈。

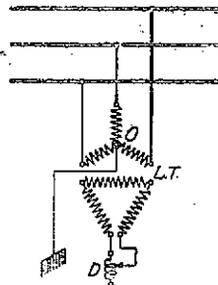


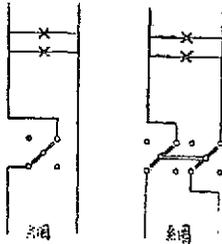
圖35. 與三相交流導線網相連結之歐修氏消磁器。

至保護開關防禦過高壓之情形已於第8節中說明。

為消殺與地之聯絡，因其伴振動現象並能惹起特別可惡之過高壓概用滯地生氏地路圈<sup>5)</sup>。此圈為一阻電圈 P.D.，其自誘率與送電網之電容相稱

<sup>1)</sup> 遊波: Wanderwelle; transient wave; onde transitoire. <sup>2)</sup> 保護阻電圈; Schutzinduktivspule; protecting choke coil; bobine de réactance protecteur. <sup>3)</sup> 複式阻電圈; Campossule. <sup>4)</sup> 保護電容; Schutzkapazität; protecting capacity; capacité protecteur. <sup>5)</sup> 地路圈; Erdschlussspule; Petersen coil; bobine de prise de terre p. tersen.

而導線結點O經由此圈接地，如第33圖表三相交流電力廠中之接地法。鮑修氏<sup>1)</sup>之消壓器<sup>2)</sup>有與沛地生圈相同之效用，圖34。此器為一種具特別構造之變壓器L.T.而係與被保護之三相交流導線網相連結。其一次方面呈星形連結式並經由零電點入地。其二次方面呈三角形連結式並帶有一阻電圈D，後者之強度與導線網之電容相應。



35. 單極開關 · 圖36. 雙極開關 ·

燈數多時或電流較強時，電路之開或閉同時在二極上為之。圖36。開關之軸不許帶電壓。在結線圖中燈照例以一十字形為記。

## 第二章 燈之連結法。

### 14. 單極及多極連結法。

為連結燈之電路照例用一旋轉開關<sup>3)</sup>

• 少數燈或若干與導線網相連結之小燈羣其電路之或開或閉普通皆在一極上，圖35

### 15. 燈之轉路連結法。

如須將兩燈中之一燈或兩燈羣中之一羣插入電路內，可用一種轉路開關所謂燈羣開關<sup>4)</sup>圖37。在某種狀況下，則可由另一種轉路開關所謂交換開關<sup>5)</sup>代之，圖38(另詳第17節)。然交換開關無斷路位置，不如燈羣開關在每一關閉位置之後有一斷路位置。

### 16. 順結法。

第39圖示吊燈<sup>6)</sup>上常用之一種連結。其中將燈分為二羣，可用一

1) 鮑修氏; Bauch. 2) 消壓器; Löschtransformator; Bauch transformator. 3) 旋轉開關; Drehschalter; rotary switch; interrupteur rotatif. 4) 燈羣開關; Gruppenschalter; series-parallel switch; interrupteur en série-parallèle. 5) 交換開關; Wechselschalter; two-way switch. 6) 吊燈; Kronleuchter; chandelier (lustre); lustre.

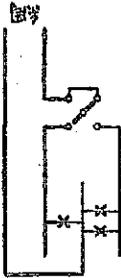


圖37. 燈器開關。

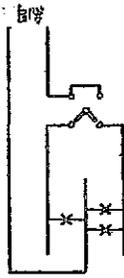


圖38. 轉路開關 (交換開關)。

順結開關<sup>1)</sup>將二羣或二羣之一羣插在電路內。順結開關依順序可有下列開關位置：各燈之電路均被開斷，第一燈羣被插入在電路內，二燈羣均被插入在電路內，第二燈羣被插入在電路內。

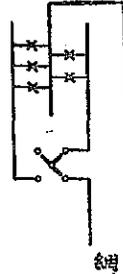


圖39. 順結開關。

如順結開關之構造如一壓開關<sup>2)</sup>，則燈羣可依任何一順序被插入在電路內。

### 17. 交換連結法。

在室內一種最樂用之連結法曰交換連結法。在此連結法中可從兩不同處將一燈插在電路內或將其電路開斷。是種連結須用交換開關。

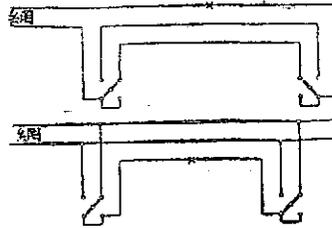


圖40a及40b. 交換連結法。

照例是種連結係依第40圖a。

在某種狀況下因便於導線敷設之故依第40圖b之連結較為有利，但亦有一種缺點，即在各開關處具有導線網之全部電壓，故在是處容易發生短路。

### 18. 梯形連結法。

在梯形建築內敷設電燈常有將燈從多數處(多於二處)可息滅之必要。凡在是處適用之連結法自然亦可應用於他處。如第11圖所示，在

<sup>1)</sup>順結開關; Serienschalter; multi-circuit switch, commutateur multiple ou à combinaison. <sup>2)</sup>壓開關; Druckschalter; pressure switch (toggle switch); interrupteur à pression

最外二連結處用交換開關而在中間連結處用一交叉開關<sup>1)</sup>。如用任何一開關，則全數之燈均被插在電路內或曾被插在電路內者其電路因此被開斷。至開關數可任意增加。

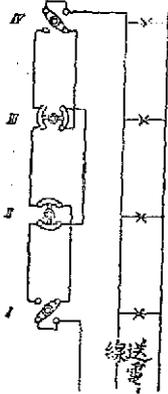


圖41. 梯形連結。

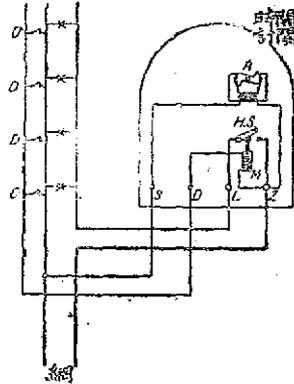


圖42. 用開關時計之梯形連結之照明。

### 19. 自動樣室照明。

前節中所述之連結法在今日已為一種自動照明所代替。由應用一種開關時計<sup>2)</sup>可將電燈之電路在一定時間後關閉而復經一定時間後開斷。在夜間可用一鈕式開關為之。按鈕則燈明，但數分鐘後燈自動息滅。

第49圖示是種連結之原理以及導線間之聯絡。燈之四結線處由 Z (饋電線)，L (燈線)，D (帶鈕開關線) 及 S (電壓線) 表明。如按任何一鈕 D' 則補助電流之電路被關閉。在此電路上之電磁石遂被導線網之電壓勵發，並吸下主開關 H.S.：燈遂明。經過某一定時間後因感受開關時計自動的效應開關上掀而燈隨即息滅。A 表電氣搖動裝置。此裝置係與導線網電壓相連結並由時計機構之彈簧在一小電磁石之影響下恆呈緊張狀態。

<sup>1)</sup>交叉開關；Kreuzschalter. <sup>2)</sup>開關時計；Schaltuhr；switch clock；commutateur à temps.

### 20. 順結燈。

凡連結在一配電網上之燈照例均係並結。然如有高於 220 弗之現成電壓，則可有一相當數之燈在一電路內先後順結。第43圖是類排列之一種。圖內僅示二燈但燈數可任意增加。為防一燈息滅後全部電路開斷起見，每燈均附有一填補電抗  $W$ 。當其燈之電流斷時，此種抵抗藉一與燈相順結之小磁石  $M$  自動插入電路內。為維持電路內原來之電流強度，填補電抗之強度應與燈電抗相等。在結線圖中示左側之燈係在正常狀況，在右側填補電抗已被插入，即磁石之彈簧鐵已將接觸  $C$  關閉。先後順結之結法當初於連結弧光燈時用之。然自發明強光熾熱燈之後，弧光燈逐漸失其重要性。

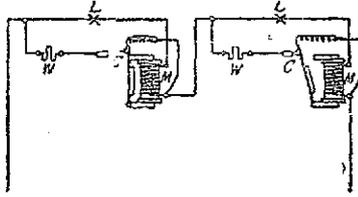


圖43. 附有填補電抗之燈之順結。

在一種為亞斯蘭公司<sup>1)</sup>所創之順結式中，若干低壓熾熱燈——適於24弗之低壓燈——先後順結，但每一燈係與一同樣之填補燈<sup>2)</sup>相並結，其前並插入一短路電抗<sup>3)</sup>。此種電抗具有高歐值，但至電燈燒壞時其歐值幾乎降至零值，以致填補燈被插在電路內。此種裝置特適於街燈，因省費關係凡街燈須為低壓燈故也。其利不僅限於省導線材料且燈之光變亦比較高壓燈為佳。在第44圖中填補燈由小圈表明，而在短路抵抗(補助抵抗)兩端之短路接觸則由  $V$  表明。

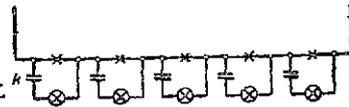


圖44. 帶有填補燈之順結燈。

## 第三章 計器之連結法

### 21. 電流計及電壓計。

<sup>1)</sup> 亞斯蘭公司; Osram G.m.b.H. <sup>2)</sup> 填補燈; Ersatzlampe. <sup>3)</sup> 短路電抗; Kurzschlusswiderstand; shunt resistance; résistance du shuntage.

如欲測計一導線之電流強度將電流計<sup>1)</sup>(亦名安計)插在導線電路內；又如欲測計導線間或導線上兩點間之電勢差或電壓則將電壓計<sup>2)</sup>(亦名弗計)插入於其間。第45圖即示是類計器之基本的結線法。△表

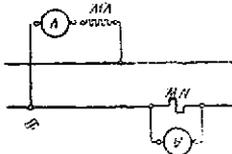


圖45. 電流及電壓之測

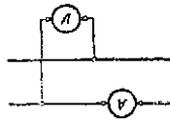


圖46. 電流及電壓用分抵抗時之測計。

電流之某一定部分通過電流計。本諸相同理由，電壓計亦可帶一前置抵抗<sup>4)</sup> V.W., 因此在電壓計上亦備有某一部分之電壓惹起作用。然為便於直接讀出起見，在配電板上帶是種抵抗之計器其刻度仍依全電流或全電壓而分。

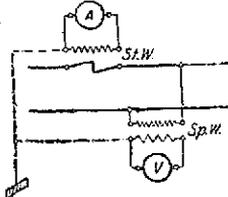


圖47 在交流高壓電力廠中電流及電壓之測計。

在交流高壓電力廠中大都用帶變動計之低壓計器。凡是種用在計器上之變動計特稱曰計器變壓器<sup>5)</sup>。第47圖示計器變壓器之結法。電流計A經由電流變動計 St.W. 而電壓計V經由電壓變動計 Sp.W. 各與導線網相連續。電流變動計及電壓變動計之低壓圈係與地連結(參見第10節)。

## 22. 電壓計及電流計上之轉路開關。

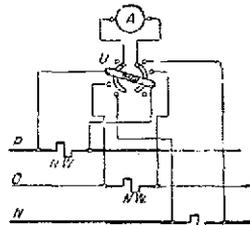
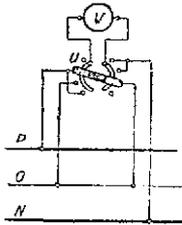
為便於用一計器測不同之電壓乃用一轉路開關。第48圖示其連納

1) 電流計; Strommesser, (Amperemeter); ampèremètre, (ammètre). 2) 電壓計; Spannungsmesser (Voltmeter); voltmètre. 3) 分抵抗; Nebenwiderstand; shunt resistance; résistance shunt. 4) 前置抵抗; Vorwiderstand; series resistance; résistance à l'intégration. 5) 計器變壓器; Messtransformator; measuring transformer; transformateur de mesure.

法。電壓計 A 係與轉路開關 U 之接觸軌相連結而線間電壓擬測計之兩導線係結在軌外之對面接觸釦上。刷棒在軌上旋轉時，接觸釦遂經由刷棒及軌與弗計相連結。依圖所示，電壓 P-O, O-N 及 P-N 均可測計。除與導線連結之各對接觸釦外，又有自由釦一對。

上述之連結式

亦可照樣供測計電流之用。其時在電流強度擬測計之各線中插入強度與電流計適應之分抵抗，圖 49，而電流計



可由轉路開關與任

圖 48. 與轉路開關連結時之電壓計。

圖 49. 與轉路開關連結時之電流計。

何一抵抗相連結。此法在直流電力廠中最通用之旋圈電流計 1) 偶然亦採用之。

在高壓電力廠中由使一弗計交換連結若干不同電壓變動計或使一安計交換連結若干電流變動計可減少計器之數。當不與弗計連結時，電壓變動計在二次方面之電路係開。至電流變動計則反是，其二次圈一俟不與安計連結時立即發生短路。此種情形均緣於轉路開關具有適當構造。在變動計中因此可免發生危險電壓(其例見第 102 節)。

### 23. 功率計。

a) 對於直流及單相交流適用者。

至少就直流而言，電壓與電流強度確定電功率或電力；以弗數計之電壓與以安數計之電流強度相乘積即得以瓦數計之功率。如欲直接測定功率，則須用一功率計 2) 所謂瓦計是。瓦計之用途在交流電力廠

1) 旋圈電流計; Drehspulinstrument; adjustable coil instrument; instrument de mesure à cadre tournant. 2) 功率計(瓦計); Leistungsmesser (Wattmeter); wattmeter; wattmètre.

中特廣，因交流之功率不能單由電壓及電流強度決定，但常又與電壓與電流間之位相差<sup>1)</sup>有關。

功率計可視為電流計與電壓計兩者之連合器，故亦可開關。其構造種種不同，但均帶有一電流圈及一電壓圈，圖 50。其結線處有四，兩電流結線螺釘為 A, B, 兩電壓結線螺釘為 C, D。兩電流結線螺釘之一係直接與一電壓結線螺釘相連結，例如 B 與 C。如在計器內發生此種連結，則因此止留下三結線螺釘。第 51 圖示瓦計 W 與一直流或一單相

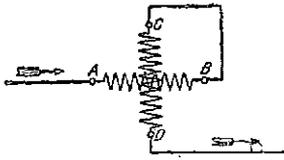


圖 50. 功率計中圈之排列。

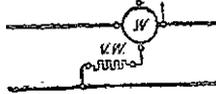


圖 51. 直流及單相交流功率測計法。

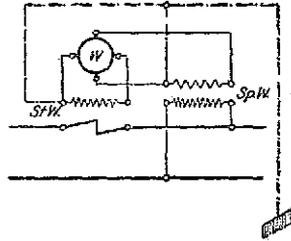


圖 52. 交流高壓電力廠中功率測計法。

交流導線網之連結。電壓圈照例須有一前置抵抗而此在圖中分明顯出，雖則常固定在計器內。

在高壓導線網內測計功率且須用電流變動計及電壓變動計，如圖 53 所示。

b) 對於三相交流適用者。

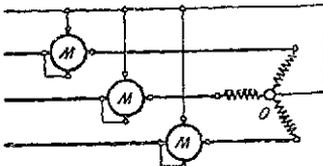


圖 53. 三相交流之功率測計法，三瓦計法。

三相交流之功率可依三瓦計法<sup>2)</sup>測計。在此法中應用三瓦計；瓦計電壓圈之自由端與導線網之零電點或零電線相連結，圖 3。

• 三瓦計各測計一相之功率。如

<sup>1)</sup> 位相差；Phasenverschiebung；phase displacement；déphasage。 <sup>2)</sup> 三瓦計法；Dreiwattmetermethode；three-wattmetermethod。

各相之功率假定相等，則祇須用一瓦計即可直接在刻度上讀出全功率——等於一相功率之三倍。

導線網之零電點如不能到達，例如在三角形連結式中，則可由三抵抗線依第54圖連結而另設一零電點。

用單獨一瓦計以確定三  
相交流功率之方法係如第55  
圖所示，稱曰一瓦計法<sup>1)</sup>。

此法昔日常用之，今則漸漸  
少用。其瓦計依全功率而分度且祇與三相交流線之二導線相連結。又  
此法祇於三相之負荷相等時適用

反之，所謂二瓦計法<sup>2)</sup>者，圖56，當各相之負荷不等時亦示正確  
之結果。如二計依同方向連結者，三相交流之全負荷等於由二功率計  
指出之值的算學的總和。為便於直接讀出全  
功率起見，可將依二瓦計法連結之二單相組依法  
連合而成一計，俾指針之偏向與由各計測出之  
功率之和相應。第57圖示一是種計器內部之連  
結如在配電板上常見者然。第58圖示其與導線  
之連結。

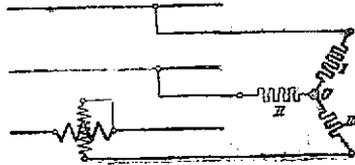


圖54.設有零電點之三相交流之功率測計法。

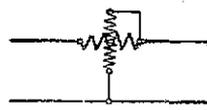


圖55. 三相交流之功率測計法，單瓦計法。

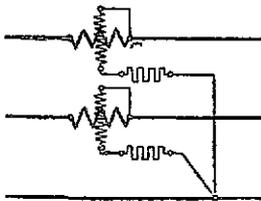


圖58. 三相交流之功率測計法，二瓦計法。

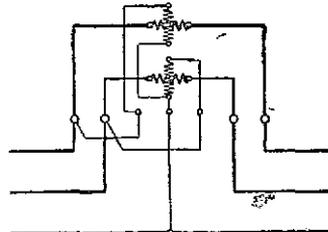


圖57. 在二瓦計法中線圈之排列。

1) 一瓦計法; Einwattmetermethode; one-wattmeter method 2) 二瓦計法; Zwiwattmetermethode; two-wattmeter method.

上述測三相交流電力廠中功率之結線法在電壓高時亦適用，惟須應用變動計。是種連結之例如由第59圖至第62圖所示。在第60圖中零電點係由一三相電壓變動計組成。變動計之線圈在一次及二次方面均

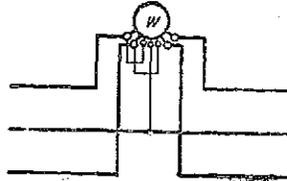


圖59. 用彼二瓦計法連結之計器以測三相交流之功率。

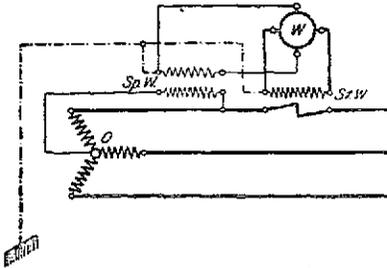


圖60. 帶零電點之三相交流高壓電力廠中之功率測計法。

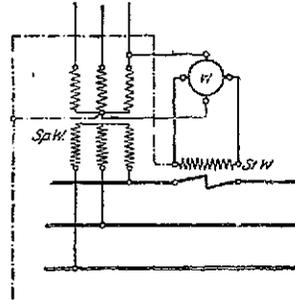


圖61. 帶有零電點之三相交流高壓電力廠中之功率測計法。

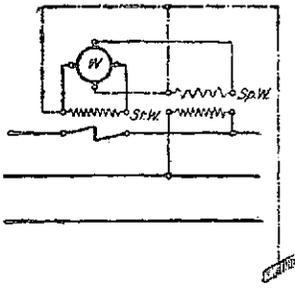


圖62. 三相交流高壓電力廠中之功率測計法，二瓦計結線法。

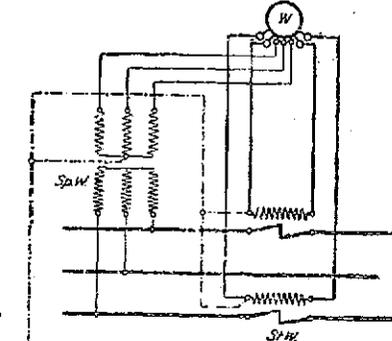


圖63. 用彼二瓦計法連結之計器以測三相交流高壓電力廠中之功率。

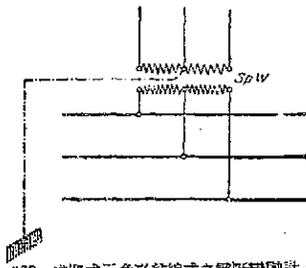


圖63. 成星式三角形結線式之電壓變動計，帶零電點連結並供測計功率之用。

依星形連結。然二相變動計亦可代用，而如第63圖所示係依開式三角形連結。又在由第 2 圖所示之二瓦計法中是種變動計亦適用。

### 24. 測功之計器。

為測計發電機所成就之功或導達消耗處之功須應用瓦時計<sup>1)</sup>。其構造與瓦計或功率計相同，故亦帶有一電流圈及一電壓圈。然在瓦計中功率係由指針指出，而在瓦時計中功則連續記出。為此，計中須裝有一轉動機關，其轉數示功之多少而此可在計上讀出之。

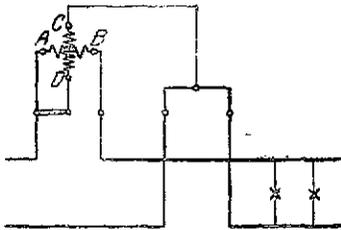


圖64. 二線瓦時計。

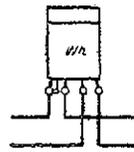


圖64a. 二線瓦時計之結線法。

瓦時計之結法係與瓦計相同，故凡前面就瓦計之結法而言者對於瓦時計大都亦適用。

為便於連結起見，其電壓圈預先在內部連結，用時故祇須將導線網導線與在外各結點相連結。第64圖示一種二線瓦時計<sup>2)</sup>——供測計交流功或直流功之用——之結線法。此結線法全與第51圖中瓦計之結線法相當。第64a圖係依簡單方法示瓦時計之連結。

<sup>1)</sup> 瓦時計; Wattstundenzähler; watt hour meter; watt-heure-mètre <sup>2)</sup> 二線瓦時計; Zwellleiterzähler; two wire meter; compteur a deux fils

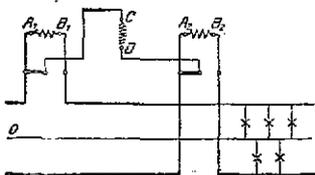


圖65.與外線導線連結之三線瓦時計。

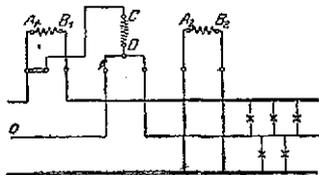


圖66.與零電線連結之三線瓦時計。

第65圖示一直流三線瓦時計<sup>1)</sup>之結線法。其中須有二電流圈及一公共電壓圈，後者係結在兩外線上但亦可結在一外線零電線 O 之間，圖 66。

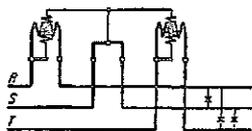


圖67.三相交流瓦時計依二瓦計法之結線圖。

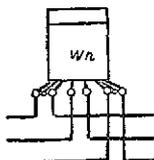


圖67a.三相交流瓦時計依三瓦計法之結線圖。

三相交流瓦時計<sup>2)</sup>常用二瓦計結線法，圖 67 及 67a。然在裝零電線之電力廠中亦可用三瓦計結線法，圖 68。

在有固定導線網電壓之直流電力廠中有時用安時計<sup>3)</sup>。因其中不帶電壓圈而祇有一電流圈其售價故較瓦時計為廉。其與導線之連結全

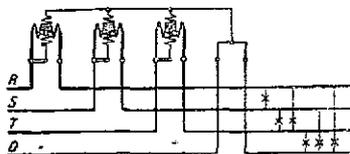


圖68.三相交流瓦時計，三瓦計結線法。

與安計同。如導線網電壓固定不變，則用相當之分度可直接在是種計器上讀出功之瓦時數，然其中並不願及因電壓變動而惹起之差異。

## 25. 測相計。

<sup>1)</sup> 三線瓦時計；Drehstromzähler；three wire meter；compteur à trois fils. <sup>2)</sup> 三相交流瓦時計；Drehstromzähler；three phase current meter；compteur pour courant triphasé. <sup>3)</sup> 安時計；Amperestundenzähler；ampere hour meter；ampère-heure-mètre.

一種供指出—交流導線網之功率因數 $[\cos \varphi]$ 之計器，曰測相計<sup>1)</sup> (或功率因數計)。其構造與瓦計相似。又其與導線網之連結法亦與瓦計同。

## 26. 周數計。

為確定一交流在每秒間之周期數(以赫芝<sup>2)</sup>數計)用一周數計<sup>3)</sup>。其大多數係根據原理而製出。計中有能振動之鋼片。交流之周數即由振動之鋼片指出。周數計與導線之連結係與電壓計同。

## 27. 地路指示器。

a) 對於直流適用者。

為檢查一裝置之絕緣狀況，可裝一地路指示器<sup>4)</sup>，此器為一種適於工作電壓之弗計，其一結綫處與擬檢查之導線相連結而其他一結綫處與地相連結。第69圖中之直流網導線P有一地路，而導線N係在良好絕緣狀況，故當用轉路開關U使弗計與P相連時弗計不指出電壓，但與N相連時，則指出工作電壓。由偏向之大小可想像導線之絕緣狀況。如用一熾熱燈亦可代替弗計，視燈照明之程度約可估計導線之絕緣狀況。

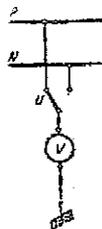


圖69. 用充地路指示器之弗計。

b) 對於單相交流適用者。

檢查單相交流絕緣狀況之結線法與檢查直流時相同。如遇有高電壓但此電壓不超出15000弗時，可用一靜電壓計。如用電壓變動計以連結地路弗計，則電壓之界限可無一定。此時變動計一次圈之一端與被檢查之導線連結，他端與地連結，而弗計則與二次圈連結。

c) 對於三相交流適用者。

<sup>1)</sup> 測相計(功率因數計) ; Phasenmesser (Leistungsfaktormesser) ; phase-meter (power-factor-meter) ; phase-mètre. <sup>2)</sup> 赫芝 ; Hertz. <sup>3)</sup> 周數計 ; Frequenzmesser ; frequencymeter ; fréquencesmètre. <sup>4)</sup> 地路指示器 ; Erdschlussanzeiger ; earth leakage indicator ; indicateur de contact électrique terrestre.

為檢查三相交流網之對於地之絕緣狀況可用三電壓計，其連結如第70圖。如網線之絕緣狀況均良好，各儀均示相等電壓；即各計所示之相壓或位相勢差小於網電壓或二導線間之勢差1.73倍（詳電工學第43面）。如一導線有一地路或被短結，則與該線相連結之電壓計之指針指出零度電壓，而其他兩電壓計則指出全度導線電壓。絕緣上之缺陷由指針大小不等之偏向指出。

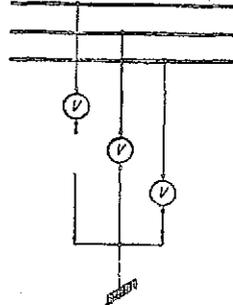


圖70. 在三相交流電力廠中之地路指示器。

在三相交流高壓電力廠中如不用靜電壓計，則在導線與弗計之間須插入電壓變動計，第71圖示三具單相電壓變動計，各計一次圈之一端與地連結，故地成爲三電壓變動計之共同結點。各變動計之二次圈與一電壓計相連結而其圈之一端亦與地相連結（見第10節）。第72圖示一三相電壓變動計連結之情形。其一次圈之星結點接地。二次圈之三相亦有一共同連結線且亦與通地之導線相連結。

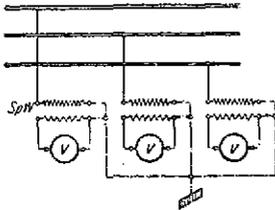


圖71. 在三相交流高壓電力廠中地路指示器與三具單相電壓變動計之連結。

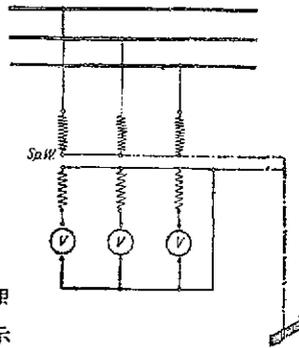


圖72. 在三相交流高壓電力廠中地路指示器與三具電壓變動計之連結。

地路之存在及受地路影響之一相亦可由一報告檢報知之。第73圖示德國 AEG \* 電氣公司之地路指示繼

\* AEG = Allgemeine Elektrizitäts-Aktiengesellschaft

電器<sup>1)</sup>。此器帶有如第72圖中所示之裝置，其作用為令地路之存在不由受損一相中電壓之沉降但由其他二健全相中電壓之增加指出之。繼電器E. R.之三磁石M之勵發由地路指示裝置之電壓變動計為之。報告

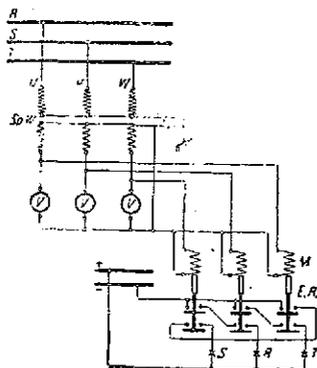


圖73. AEG. 公司之地路指示繼電器：

燈由一直流補助電源供給電流。例如在導線S中發生一地路。則與電壓變動計之U相及W相相連結之繼電器磁石圈(即與導線R及T相應之磁石圈)強被勵發以致兩者之磁鐵均被吸起。結果，以S為記之燈被插在補助電路內而燈

燈由一直流補助電源供給電流。例如在導線S中發生一地路。則與電壓變動計之U相及W相相連結之繼電器磁石圈(即與導線R及T相應之磁石圈)強被勵發以致兩者之磁鐵均被吸起。結果，以S為記之燈被插在補助電路內而燈

透明。此情形在第73圖中不難證實之。如在與導線R及T相應之各相中發生地路，則燈R及T照樣亦明。是種裝置亦可與一信號繼

電器相連結，後者遇發生地路時立即使一報警笛或其他報警器放聲。地路指示器又常與防禦靜電荷之接地阻電圈相連結(見第13節)。此時阻電圈有電壓變動計一次圈之性質，至電壓計二次圈則與地路弗計相連結(參見第186圖)。

## 第四章 直流電廠<sup>2)</sup>

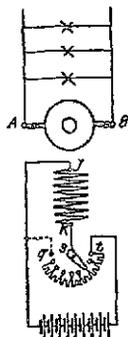
### A. 直流發電機及蓄電器。

#### 28. 分勵發電機。

直流發電機依其磁場勵發之方法有分勵發電機<sup>3)</sup>與自勵發電機<sup>4)</sup>

<sup>1)</sup> 地路指示繼電器；Erdschluss-Anzeigerrelais；earth leakage indicator relay；relais indicateur de contact électrique terrestre. <sup>2)</sup> 直流電廠；Gleichstromzentrale；direct current power house；centrale d'électricité continue. <sup>3)</sup> 分勵發電機；fremderregte Dynamomaschine；separately excited generator；(dynamo) génératrice à excitation indépendante. <sup>4)</sup> 自勵發電機；selbsterregte Dynamomaschine；self-excited generator (dynamo)；auto-excitatrice.

之分。在分勵發電機中，勵發電流係由一特別電源供給，其結線法如第74圖所示。AR表發電子，JK表磁石圈。在發電子之結線螺釘處由外導線導出電流。發電機之負荷由若干熾熱燈指明。磁石圈係與一蓄電池組連結。由利用一具插在磁石電路內之拐臂抵抗器所謂磁石調整器<sup>1)</sup>，則可任意調整勵發電流之強度，因此即可任意使發電機有一定之電壓並於負荷變動時使電壓照舊不變。圖中s表拐臂之旋點，t表短路接觸位置。



爲使勵發電流開斷時所發生之自誘之衝動不惹起損害起見，令調整器之斷路接觸q與磁石圈中不與調整器相連結之一端相連結，如是使自誘電流有一閉路可通而在斷路接觸處發生電花之傾向銳減。在結線圖中斷流線經由一斷續線表明。

### 29. 分捲發電機。

發電機之磁石以由發電機自行勵發者居多。凡發電機其發電子中發生之電流之一部分係供勵發之用者

7. 分勵發電機

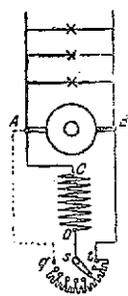


圖75. 分捲發電機。

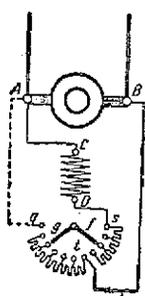


圖76. 帶精細調整器之分捲調整器。

，曰分捲發電機<sup>2)</sup>。直流發電機大都屬於此一種。如由第75圖所示，在分捲發電機中磁石圈CD係與外電路並結。圖中並示磁石調整器，是處特稱曰分捲調整器<sup>3)</sup>。如經前節說明，由斷續線表示之一線使電路之開斷不惹起自誘之衝動。

一種便於精細調整發電機之電壓但同時並不具有過分多之接觸位

<sup>1)</sup> 磁石調整器；Magnetregler；magnet-regulator；régulateur de champ magnétique. <sup>2)</sup> 分捲發電機；Nebenschlussmaschine；shunt dynamo；dynamo shunt. <sup>3)</sup> 分捲調整器；Nebenschlussregler；shunt regulator；régulateur shunt.

置者之調整器係如第76圖所示，其中帶有二拐臂。拐臂  $g$  刷主抵抗之接觸位置之軌道而過，而祇供大略調整抵抗之用。拐臂  $f$  則供精密調整之用。其中祇有少數抵抗階段，而其全部抵抗之值亦不過等於主抵抗之一階段。

### 30. 順捲發電機。

在順捲發電機<sup>1)</sup>中發電子  $AB$  及磁石圈  $EF$  先後順結(第77圖)。此種發電機之電壓概隨負荷而變動。在無電流導出時其電壓為零。然與電流分送綫相連結之耗電器照例應有固定電壓，是以順捲發電機不常供發電之用。至其電壓之調整可由一具與磁石圈並結之調整抵抗(圖中由  $a, t$  表明)為之。

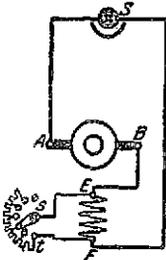


圖77. 順捲發電機。

在本結線圖中假定發電機供給一探照燈  $S$  之電流並由是舉示順捲發電機之一用途。

### 31. 複捲發電機。

在若干情形下係用複捲發電機<sup>2)</sup>為有利。其磁石除帶有一分圈外更帶有一順結圈。此種發電機之電壓不隨負荷而變，是為其最顯著的特性。有時其順結卷數過分增加，以致發電機之電壓當負荷增加時亦隨之而稍稍增加(詳電工學第87面)。分圈  $CD$  或可與發電子上之二刷連結，如圖78a或與結線螺釘  $AF$  連結。發電機之電壓用一分捲調整器調整之後即固定在一任意之值。至與  $q$  相連結之斷流綫係與  $C$  相連結。

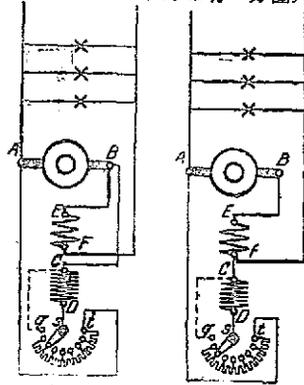


圖78a.

複捲發電機。

圖78b.

<sup>1)</sup> 順捲發電機; Hauptschlussmaschine; series dynamo; dynamo en série. <sup>2)</sup> 複捲發電機; Doppelschlussmaschine; compound dynamo; dynamo compound.

### 32. 帶轉向極之發電機及抵償發電機。

直流發電機常帶有一種補助極，稱曰轉向極<sup>1)</sup>。其位置係在主極之間並經發電子電流依某方向勵發，故當發電子運轉時凡在發電子上經誘導之諸線在達--主極以前必先經過一枚同極性之轉向極之前。發電子之橫磁場<sup>2)</sup>經由轉向極而消滅，故在刷處發生電花之傾向亦減。職是之故，轉向極凡一般須在特別緊張工作狀況下使用之發電機多用之。

第79圖示一帶轉向極之分捲發電機之結線圖。其中轉向極圈係由GH表明。

此種帶轉向極之發電機之結線圖又可用以示帶抵償圈之發電機之結線法。抵償發電機<sup>3)</sup>之磁石框並無突出之極，但成空筒形包圍發電子。在筒形體之槽內容抵償圈 GH。在抵償圈內如在轉向極圈內然亦有發電子電流通過而發電子之磁場為之完全抵消。為設制止電花之轉向磁場在抵償發電機中亦須用轉向極，其線圈亦容在磁石框之槽內。

在後面諸結線圖中發電機轉向極圈及抵償圈概不再表出，因其存在祇為一種關於其內部構造之問題故也。

### 33. 蓄電池組。

在電力廠內裝設蓄電池組<sup>4)</sup>其利頗大。蓄電池組蓄電時容納電能，放電時復將所容之電能給出。因此電力廠之工作狀況遠不若無電池組時之煩複。供充電用之電流其方向與由蓄電池組放出者相反。依工

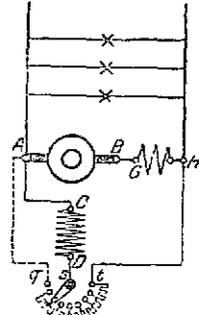


圖79. 帶轉向極之發電機或抵償發電機。

<sup>1)</sup> 轉向極; Wendepol; commutating or reversing pole; pole de commutation. <sup>2)</sup> 橫磁場; Querfeld; cross magnetizing field. <sup>3)</sup> 抵償發電機; Kompensierte Maschine; compensated dynamo; dynamo compensé. <sup>4)</sup> 蓄電池組, 一名蓄電槽; Akkumulatorenbatterie; storage battery; batterie d'accumulateurs ou secondaire.

壓之大小，蓄電池組內電池之數或多或少。蓄電池組係與發電機並結。當發電機因故不能發電時，蓄電池組單獨供給電流，是以電力廠確實可靠之性能因有蓄電池組而顯然提高。

當蓄電時，蓄電池組之電壓逐漸增加至達導線網電壓之一倍半為止。此較高之電壓可由發電機經相當強之勵發而發生或由另備一補助機<sup>1)</sup>並使此機與主發電機相順結，如是亦可惹起較高之電壓。

#### a) 簡單蓄電池開關。

蓄電池組之電壓當放電之初既較導線網電壓為高，故當初必須關閉若干電池，以後視蓄電池組放電之程度再依次令其加入。為此乃用一蓄電池開關<sup>2)</sup>，其簡單之一種曰簡單蓄電池開關<sup>3)</sup>。俟蓄電完畢後，因須將電池依次切開，此種開關亦用之。開關處之電池既係依次加入，故放電時其電並不全部

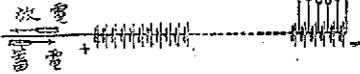


圖80. 帶簡單蓄電池開關之蓄電池組。

放完，蓄電時較諸基本電池先行停止蓄電。第80圖示帶電池開關之蓄電池組之連結法。

因蓄電池開關構造上關係，當蓄電池組由一切臂位置過渡至次一位置時電流並不中斷且電池間亦無發生短路之危險。

#### b) 複式蓄電池開關。

蓄電池組蓄電時如仍應與導線網連結者，則為令放電電壓不與蓄電電壓發生關係起見須用二蓄電池開關。該二開關照例連合而成一複式蓄電池開關<sup>4)</sup>，其中在一公共連結板上裝有二具可移動之連結彈簧

<sup>1)</sup> 補助機，Zusatzmaschine; booster; survolteur. <sup>2)</sup> 蓄電池開關; Zellen-schalter; battery switch; réducteur-adjoncteur. <sup>3)</sup> 簡單蓄電池 simple battery switch; réducteur-adjoncteur simple. <sup>4)</sup> 複式蓄電池開關; Doppelschalter; double battery switch; réducteur-adjoncteur double.

一具供蓄電而一具供放電之用。第81圖示一帶複式蓄電池開關之連結法，其中為簡明起見將蓄電一側與放電一側之連結道分開。使用蓄電池開關時移動二具帶連結彈簧之拐臂。

節線蓄電池開關<sup>1)</sup>。

為減少蓄電池組與電池開關間之線數，可令二電池連結在電池開關之隣近接觸片間。又為使調整

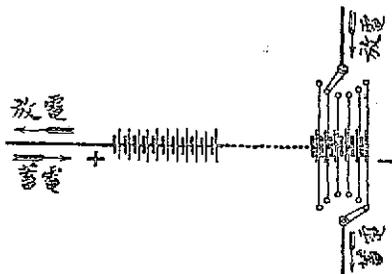


圖81. 帶複式蓄電池開關之蓄電池組。

上達到如每電池連結一線時之精細程度起見，另用一補助電池使在電池開關之每二主位置間發生一中間階段。第82圖示一簡單蓄電池開關上是種裝置之原理。其中二具相連但互相絕緣之主刷  $B_1$  及  $B_2$  以及補助刷  $B_3$  互相聯絡，故每次當主刷移動半個連結位置時，同時補助刷亦移動且係在 a 及 b 之位置間。在位置 a 時，將補助蓄電池且切開；在位置 b 時蓄電池電壓之方向係與蓄電池組電壓之方向相反，而其效應適與少結一蓄電池相當。主刷向前每次半個階段之移動，如由第82圖 a 及 b 表明，恰如每次祇有一電池被插入在電路內或從電路切開。

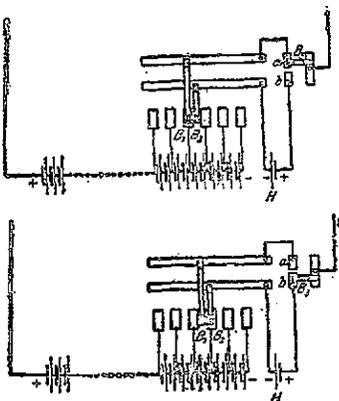


圖82a 及 82b. 節線電池開關。

<sup>1)</sup> 節線蓄電池開關；leitungsparender Zellen-schalter。

B. 雙線電力廠<sup>1)</sup>。

34. 由一分捲發電機或複捲發電機發電。

第83圖示在一單機發電所中之開關圖。此種發電所或電力廠既無蓄電之設備故祇能供給少量電力。圖中N, D, 表一分捲發電機(見第29節)。為連結發電機與匯電條——P表正電條，N表負電條——須用

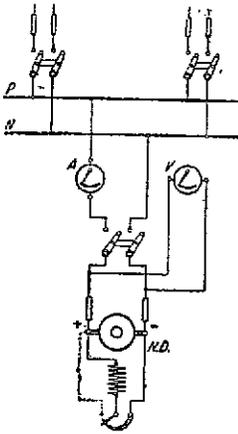


圖83. 由一分捲發電機之直流發電機。

一兩極開關。為保護發電機，二連結線均裝解線。至於計器有一電流計A及一電壓計V。由應用兩極開關從匯電條接出配電線，後者將電流分送至導線網之各部。

發電時先用分捲調整器調整發電機電壓使達正常之值然後關閉兩極主開關。為保持導線網電壓使其不隨負荷而發生變動須調整發電機之電壓使其當負荷較大時比較負荷較小時為大。

在圖中分捲調整器之結點軌道由一弧線表明。此線在短路結線點之一端最粗，表示曲柄移至是點時，線內之電流最強(參見第79圖)。是種關於調整抵抗器之表示法在後面各圖中概用之。

如不用分捲發電機則可用一複捲發電機(見第31節)。其結線法全與第83圖中所示者同。就一般言，如電力廠之負荷隨時可發生較大之變動，則大都以用一複捲發電機為有利，因遇電流強度變動時毋須調整發電機之電壓故也。

35. 直流發電機並行工作之一般。

<sup>1)</sup> 二線電力廠; Zwillerletterzentrale; two wire electric power house; centrale d'électricité à deux fils.

在較大電力廠中常備有若干發電機，遇有必要時可令其互相並結而發電。如是電力廠不但無因所備之惟一電機損壞而停止發電之虞即其工作效率亦顯然增加，蓋視負荷之大小隨時可增減並結發電機之數俾各機均以最大效率而工作；換言之，凡並結而發電之各機幾乎均有最大可能的負荷。

凡並結而發電之發電機其同性之極須互相連結，故凡正極均結在一匯電條上，負極均結在另一匯電條上。又須注意者，在令一機與在工作中之他機並結以前，須先調整其電壓，使其有與他機全同之值；此後遂令其與他機相並結。

如當工作之際，一機之電壓因其發動機轉數減少之故降至他機電壓之下，則電流有從別機流入該機之危險，因此該機不但不供給電流於導線網且納入導線網電流而變成一電動機轉動，為防發生是種危險，在由發電機連達匯電條之二線中之一線上裝一自動倒流斷路開關或過低流斷路開關（見第7節）。俟發電機電壓達到正常高度時將倒流斷路開關插入而毋須顧及當時有負荷與否。至過低流斷路開關則須俟有某最小電流強度時始插入。過低流斷路開關比較倒流斷路開關簡單，故在直流電力廠中多用之。

遇發生倒流時，在一分捲發電機之磁石圈內電流之方向仍不變。反之，在一複捲發電機之順捲磁石圈內當時有與前時方向相反之電流通過，以致發電機之極性因而變更。遇複捲發電機並行工作時是種情形務須注意。

36. 分捲發電機並行工作之一般。

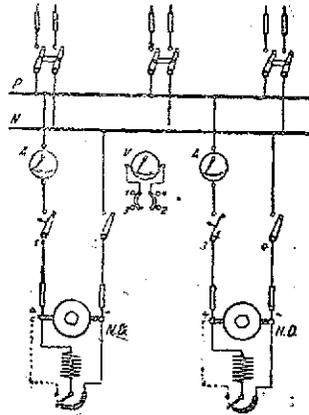


圖 64. 直流電力廠中兩並結分捲發電機。

第84圖示結在公共匯電條上之二分捲發電機之結線法。每機之一極經由一手開關與匯電條相連結，他極則由一過低流斷路開關（或一倒流開關）與匯電條相連結。每機均有一電流計。至電壓計則二機合用一計。此計與一弗計轉路開關相連結以供測計二發電機電壓之用。為簡明計，所須之連結線在圖中並不表出，但由數字記明，如1-1表一線，2-2表又一線等。轉路開關在1-2位置時弗計示一發電機之電壓，在3-4位置時弗計示他機之電壓。

如欲將一發電機結在馮線網上，先用分捲調整器調整其電壓使達正常之值，次將手開關閉閉。此後將過低流斷路開關插入並用手固持之，俟在電路內有足量負荷時此器遂自行留在關閉位置。為令一發電機與已在工作中之另一機並結，則須先由勵發使其電壓達工作電壓之高度。兩機並結之後，兩者之負荷可任意分配。如欲增加一機之負荷可用分捲調整器使其勵發程度比較他機中為高。如欲開去或切開一發電機則先由減少其勵發電流使此機卸去大部分之負荷，終至過低流斷路開關自動開啓。

在令發電機發電以前，先須證實發電機固與匯電條合法連結，即二機之正極固與一匯電條連結，負極與另一匯電條連結。為使一發電機有正常之極，在第一次令與別機並結以前先將其連結在受別機供給之匯電條上歷短時間之久，但為使其發電機內不因此而通電起見，將刷從匯電條上提開。此後將分捲調整器之柄逐漸移至短路位置，使磁石圈線內通過巨量之電流。發電機與匯電條之連結開斷後，因殘留在機內殘磁之影響，在發電機內發生為並結所必須之極性，惟須假定此機固能自行勵發。如依一方向轉動時不能自行勵發，則須將與發電機連結之磁石圈線之末端互相更換，然後依上述之方法重令其與匯電條連結；申言之，再使匯電條上之電流通達發電機之磁石圈內至片刻之久，發電機此後當能自行勵發並當具有正當之極性。

上述之結線圖不難擴充以示電力廠中有多於二機時之結線法。

### 37. 複捲發電機並行工作之一般。

複捲發電機並行工作時之開關關係與分捲發電機並行工作時之開關圖相同，雖然，照例須添一均壓線，此線在第85圖中由一斷續線表明。凡複捲發電機D.D.之發電子極其與磁石順結圈直紋連結者均與平衡線相連結。

觀此則發電機之發電子經由均壓線互相並結，故發電機間之電壓差經均分而抵消。又諸順結圈亦互相並結，故其中電流方向當不致發生差別，發電機極性變更之危險（參見第35節）因此可免。每機由用一兩極開關可使其一極與均壓線及匯電條同時連結。

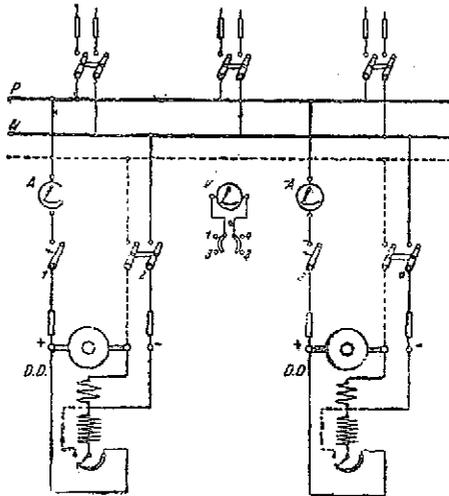


圖85。與並結複捲發電機之直流發電裝置。

### 38. 分捲發電機及裝簡單電池開關之蓄電池組。

第86圖示裝有一蓄電池組之電力廠之最簡單之情形。蓄電池組裝有一簡單電池開關。一分捲發電機經由一單極手開關及一過低流斷路開關與匯電條相連結。其中經過分捲調整器。至連結磁石圈之導線係結在過低流斷路開關及匯電條之間，故與前幾圖中不同。職是之故，發電機可未待過低流斷路開關插入以前即經匯電條電流（蓄電池組電流）勵發。如是發電機可穩有與蓄電池組並行工作所必須之極性（參見

第3節)。蓄電池組與匯電條之連結係經二單極開關，發電機及蓄電池組各結一電流計 A。供蓄電池組用之電流計為一種旋圈電流計，其零位居分度尺之中點，故由其偏向之方向可立即明悉蓄電池組在蓄電 (L) 抑放電 (E) 之狀態，如是可毋須再用一

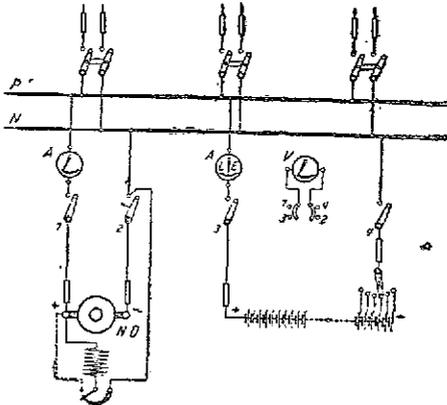


圖86. 分捲發電機與帶前單電池開關之蓄電池組。

電流指向器<sup>1)</sup>。又由用一弗計轉路開關可令一弗計供測計發電機電壓 (在1—2位置時) 或蓄電池組電壓之用 (在3—4位置時)。為便於用分捲發電機以充蓄電池組起見，須由利用分捲調整器令發電機之電壓達必須之高度。

至工作方式可分為下列數種：

a) 發電機單獨供給電流於導線網。

為令發電機開始工作，先關閉其過低流斷路開關並當初固持之。發電機至是勵發至達正常電壓。次將單極手開關閉。至負荷達夠大程度時，過低流斷路開關能自動留住。

b) 蓄電池組單獨供給電流於導線網。

當時祇須關閉二單極蓄電池開關。電壓經由蓄電池開關調整至達正當之值並使先後一致。

c) 發電機與蓄電池組並行工作。

欲令發電機與蓄電池組並行連結，先由勵發使其電壓與蓄電池組

<sup>1)</sup> 電流指向器；Stromrichtungsanzeiger；current flow or polarity indicator；indicateur de sens de courant。

放電電壓相等。爲此將發電機之單極開關關閉；此後插入分捲調整器而電流遂從匯電條流入磁石圈內。俟發電機電壓有正常值時，然後關閉自動開關（即過低流斷路開關）。此後由增加勵發可令發電機負全部之負荷，而蓄電池組止須應負荷之變動。蓄電池組電流計之指針故概在零點左右擺動。

#### d) 蓄電池組蓄電。

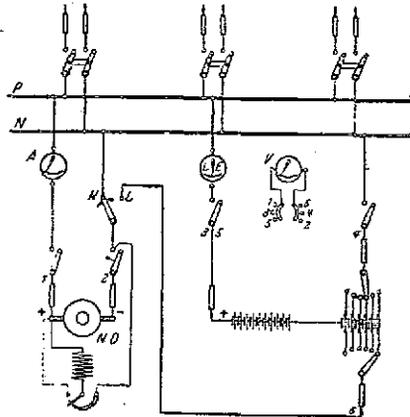
當時之結線法與並行工作時同。然爲使諸電池均可蓄電起見，先將電池開關之曲柄移至最外之接觸位置。在令發電機與蓄電池組連結以前，先使其電壓高於蓄電池組電壓若干弗，並在蓄電之際使發電機之電壓隨蓄電池組電壓增加之程度而增。俾電流強度恆有爲蓄電所必須之值。凡蓄電已充分之電池然後用電池開關使其依次脫離。

蓄電電壓既遠較工作電壓爲高，故當蓄電之際凡燈或其他耗電器不能再由匯電條供給電流。凡通達匯電條之導線在蓄電工作開始以前是以應一律開斷。因有此種缺點，是種連結方式故僅偶然用之。例如在小範圍發電廠中，其日間所發生之電能可由蓄電池組貯蓄之。如若用一補助發電機，則因主發電機恆發生正常電壓，導線網固可於蓄電之際取得電流，但當時蓄電池組必須與匯電條分離，此後如遇發電機中發生擾亂，不能再利用蓄電池組自動供給電流於導線網。

### 39. 分捲發電機及裝複式電池開關之蓄電池組。

如欲令蓄電池組於蓄電之際仍與導線網相連結，則必須用一複式電池開關。第87圖示此種結線法，並仍假定發電機爲蓄電所須之較高電壓由利用分捲調整器經調整而發生。在連結分捲發電機與匯電條之二線中之一線上裝有一單極手開關，恰如前圖中然。在其他一線上除裝有過低流斷路開關外，尚有一轉路開關。發電機供給電流於導線網時，將轉路開關移在 N 位置上，反之，當供給電流於蓄電池組時，將其移在 L 位置上。至轉路開關應選不致因移位而開斷電路之一種。蓄電池組復由二單極開關與匯電條相連結。其放電電壓可經複式電池開

關調整，其強弱與蓄電  
電壓無關。轉路開關之  
結點 L 及蓄電曲柄經由  
蓄電導線互相連結。至  
於電流計係與前節中所  
述者同。電壓計裝轉路  
開關。依轉路開關之位  
置，電壓計分別示發電  
機電壓（位置在 1—3 時）  
，蓄電池組放電電壓（  
位置在 3—4 時）及蓄電  
池組蓄電電壓（位置在



87. 分接發電機及帶極式電池開關之蓄電池組。

5—6 時）。至工作方式與用一簡單電池開關時相同，其中結線法上不同之處擬於下列各項中分別說明。

a) 發電機單獨供給電流於導線網。

如因某種關係將蓄電池組切開，則發電機須單獨供給電流。轉路開關當時占 N 位置。

b) 蓄電池組單獨供給電流於導線網。

在電流需要小時，例如在夜間，發電機停息，此後由蓄電池組單獨供給電流。為維持電壓使先後不發生變動起見使用電池開關之放電曲柄。

c) 發電機與蓄電池組並行工作。

在電流需要大時，發電機與蓄電池組同時對於導線網供給電流。蓄電池組除應負荷之變動外且於發電機發生障礙而停止供給電流時暫時供給所須要之電流之全部。為令發電機與蓄電池組相並結，先將轉路開關移在 N 位置，次則關閉單極手開關。俟發電機電壓經勵發而有放電電壓之強度時再關閉過低流斷路開關。

## d) 蓄電池組蓄電。

如欲令並行發電之工作過渡至蓄電工作將轉路開關之曲柄自 N 位置移至 L 位置，但預先須將複式電池開關之蓄電曲柄移在放電曲柄所在之結點上，否則當轉路之際 N 及 L 同時與開關之接觸簧接觸時，在兩曲柄間之電池被短結。轉路之後，將蓄電曲柄移至最外之結點，俾全數蓄電池均有蓄電之機會。發電機須經勵發俾可有與蓄電電壓相應之電壓。以後用蓄電曲柄使充分蓄了電之電池依次脫離。當蓄電之際，蓄電池組既仍須對於導線網供給電流，故必須由放電曲柄切開若干電池，如是雖然有較高之蓄電電壓，導線網之電壓仍得保持其正常值。

如於蓄電之後復須令發電機與蓄電池組並行連結，則當注意上面在相反情形中所述之各點。

## 40. 若干分捲發電機及裝複式電池開關之蓄電池組。

在較大電力廠中大都備有若干發電機。至同時並行工作之發電機

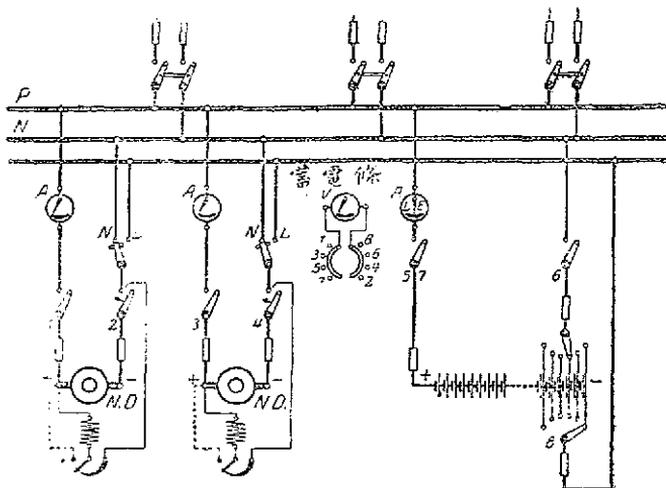


圖 88 二並行分捲發電機及裝複式電池開關之蓄電池組。

其數與當時導線網之負荷相應。如由第88圖所示，凡二具分捲發電機工作時之結線法與僅有一機時之結線法並無重要之變動，為便於蓄電池組蓄電，增添一蓄電條。發電機轉路開關之結點 L 以及蓄電池組之蓄電曲柄均與蓄電條相連結。此後可任意指定一機供蓄電之用，其他各機專為供給導線網之電流。

#### 41. 分捲發電機，帶複式電池開關之蓄電池組及補助機。

如供發電用之分捲發電機並無增加電壓之設備則為發生蓄電池組蓄電時所須之電壓必須備一補助機。第89圖示用補助機時之結線法。主發電機既與負電條連結且當蓄電池組蓄電時亦然，故毋須再裝一轉路開關。蓄電時補助機之正極經由一普通開關與負電條連結，而其負極經由一過低流斷路開關與複式電池開關之蓄電柄相連結。主發電機及補助機故互相順結。補助機之勵磁以用蓄電池組之蓄電電壓為最宜；此情形在圖中亦表明之。因此，補助機之電壓隨蓄電工作之進

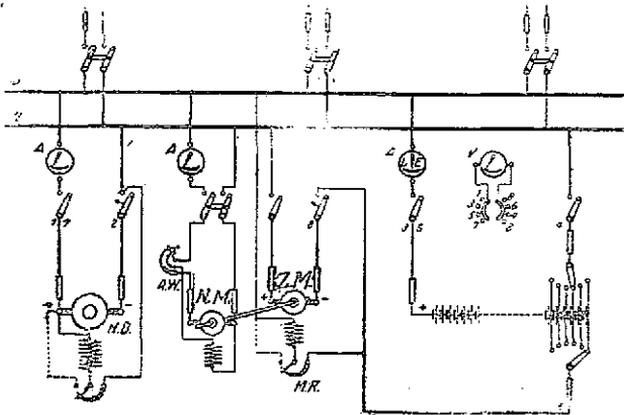


圖89. 分捲發電機，蓄電池組及補助機。

行而自動增加，故可少用調整器調整。補助機由一具與之直接連軸之分捲電動機轉動，後者由匯電條供給電流，而其負荷可用一電流計測出。A.W. 表起動抵抗。電壓計裝有一轉路開關而依其轉路開關之位置可測出下列諸電壓：在 1—2 位置時主發電機之電壓，3—4 時蓄電池組之放電電壓，5—6 時蓄電池組之蓄電電壓，7—8 時主發電機與補助機之全電壓。至工作方式仍可分為下列數種：

- a) 主發電機單獨供給電流於導線網，
- b) 蓄電池組單獨供給電流於導線網，
- c) 發電機及蓄電池組並行工作，
- d) 蓄電池組蓄電。

是處擬討論者僅為關於蓄電池組蓄電之一項；至關於其他各項可參考前數節中之說明。主發電機恆以正常電壓與匯電條相連結，故當蓄電池組蓄電時亦然。複式電池開關之蓄電柄當初被移在最外結點。次令電動機轉動補助機，俟將手開關關閉後令補助機漸被勵發，終至主發電機與補助機之全電壓略高於蓄電池組之蓄電電壓。此時如將補助機之過流断路器開關關閉，則蓄電池組依通常方法蓄電。

#### 42. 分捲發電機及依密茄式連結之蓄電池組。

充電於一蓄電池組中若不由增加發電機電壓或用一補助機，則可將蓄電池分為若干組而以後分別充電。尋常將全數電池分為二組，但以分成三組為佳。將蓄電池分三組充電係根據密茄氏之方法。茲以 I, II, III 分別表三組電池。在充電以前，令 I 組與 II 組並結並將 III

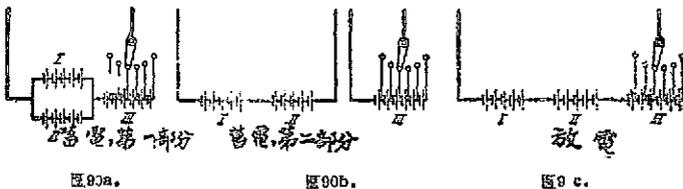


圖 90a. 至 90c. 依密茄式連結之蓄電池組。

組運於其後(圖90a)。因此在I組及II組中祇有III組一半強之電流流入。迨III組充分蓄有電之後，遂將其切開。今令I組與II組順結並令依法蓄電至達充分之程度(圖90b)。放電時，則令三組全順結(圖90c)。

第91圖示裝有依密茄式連結之蓄電池組者之一電力廠中之結線法。其中照例用一分捲發電機。蓄電池組裝有一簡單電池開關。除蓄電

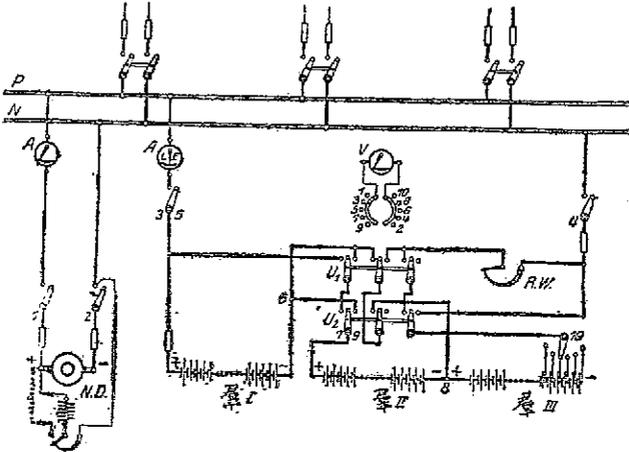


圖91. 分捲發電機及依密茄連結式之蓄電池組。

池組之結線法外，其餘之結線法大抵與在第86圖中所示者相同。為連結蓄電池組採用二具三極轉路開關  $U_1$  及  $U_2$ 。蓄電時先將二開關移在左方；此時蓄電池組之連結正與第 90a圖中所示者相當。次將蓄完電之開關電池用電池開關切開。俟III組全部蓄完電之後，將  $U_1$  移在右方而  $U_2$  仍照舊不動；此時蓄電池組遂改成如第 90b 圖所示之連結。終則整個蓄電池組蓄電完畢，將  $U_1$  開啓並將  $U_2$  移向右方，此後蓄電池組遂呈如第 90c圖之連結，預備放電或與發電機並行工作。

工作電壓或所謂發電機電壓既然過大不適於供蓄電池各組充電之

用，爲此過大部分之電壓必須消滅，其法爲用一個調整抵抗器 R.W. 電流經此器調整之後可有任意大之強度。依轉路開關之位置，電壓計可測出下列諸電壓：在1—2位置時發電機電壓，在3—4位置時蓄電池組全電壓或放電電壓，在5—6位置時蓄電池組 I 之電壓，在7—8位置時組 II 及在9—10位置時組 II + III 之電壓。

照例蓄電池組之二具三極轉路開關合併而成一特殊開關，由採用是種開關凡由用二分開關而可發生之過失均可免除。

密筋連結式在小電力廠中常用之。如蓄電池組係以後添設而發電機之電壓不能增加或補助機不便裝設時，其效用尤大。

### 43. 風力電力廠。

在各種現成天然能中其可供發生電流之用者，風力似爲一極適當之一種。利用此天然力之困難點爲其不規則性及常變動之強度。如在風力電力廠中裝一相當大之蓄電池組，則遇風力弱時電流全可由蓄電池組供給。

在德國特拉斯登聯合風輪發電廠<sup>1)</sup>中，導線網內之電流全由蓄電池組供給而由風輪轉動之發電機專供充蓄電池組之用。由利用一種利倍氏<sup>2)</sup>計劃成功之自動開關器，發電機祇於風力夠大時與蓄電池組相連結。如因風力強度減小風輪轉數亦減以致發電機之電壓降在許可的限界之下，則發電機與蓄電池組之連結開斷，以後如風力增加復行自動聯絡。

第92圖示依照上面觀點而設計之電力廠。電流由一種複捲發電機 D.D 發生。然電機中之順圈並不照例發生與分圈同方向之磁效應，但其效應係與分圈之效應相反。職是之故，當風力較強而發電機轉數較大時，過強度之電流可不致發生，蓋電流強度增長時發電機之電壓經順圈逆磁化效應下降，結果，電流之強度當不能超出一種定限。發電

<sup>1)</sup> 特拉斯登聯合風輪發電廠；Vereinigten Windturbineawerke in Dresden.

<sup>2)</sup> 利倍氏；Liebe.

機電壓可經一分捲調整器調整俾與工作情狀相適應。

蓄電池組裝有一複式電池開關，且由在工作時關閉之二單極開關與匯電條持續連結。

為連結發電機與蓄電池組，一方面用一單極手開關而他方面用上述之自動開關S.S.後者之重要部分為一鐵心，其下端帶一連結板。鐵心上昇時，板連結二連結點而電路乃閉。在鐵心上繞有二圈，一圈由

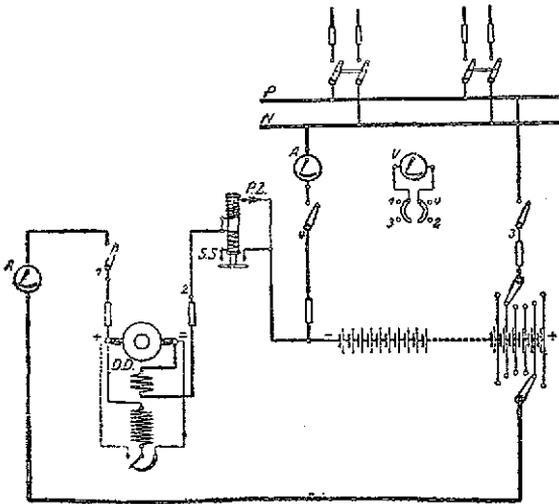


圖92. 風力電力廠。

少數粗線卷所成並係插在主電路內，他圈由多數細線卷所成並係與極化電池<sup>1)</sup> P.Z.相順結；此圈內之電流係從主電路內導出。極化電池含有浸在一液體內之鋁電極及一他金屬電極。此種電池祇任電流向鋁極流動。其插在電路內之後祇許電流從發電機向蓄電池組通過。

<sup>1)</sup> 極化電池；Polarisationszelle: electrolytic rectifier; élément de polarisation

迨發電機電壓略高於蓄電池組電壓時，自動開關先將主電路關閉。在此情形下即有電流在細線圈內通過，——極化電池既任電流依此方向通過。結果，鐵心上昇而主電路關閉。此時細線圈及極化電池被短結而蓄電池組蓄電。如以後發電機電壓減小，降至與蓄電池組電壓等大時，電流遂降至零值而開關由自身重量開啓，電路遂斷。至以後發電機電壓略高於蓄電池組電壓時電路復自動關閉。故此種電力廠之工作除蓄電池開關外概自動進行。

#### 44. 裝緩衝蓄電池組及畢蘭尼氏機之發電裝置。

電力廠中導線網之負荷其常起衝動式的變動者——如電車，運輸機，昇降機一類之負荷——可利用緩衝蓄電池組<sup>1)</sup>。因後者担任負荷之變動部分，故發電機可免再有負荷之衝動。此種蓄電池組如一般蓄電池組然照例與發電機相並結且依情形可蓄或放強度電流（短期放電蓄電池組<sup>2)</sup>）。其強弱視負荷之變動而異。

遇負荷減小時，蓄電池組路內之電壓遠降在發電機電壓之下，蓄電池組納入發電機電流之一大部分，蓄電池組強度蓄電；反之，遇負荷增加時，蓄電池組路內之電壓遠超出發電機電壓之上，蓄電池組遂參與供給電流而強度放電。

至蓄電池組路內電壓之更動可由利用一畢蘭尼氏機<sup>3)</sup>而發生。此機為一種經電動機轉動之補助機，其發電子係與蓄電池組相順結而其磁石由二圈勵發。第93

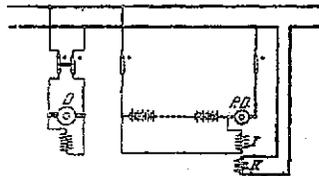


圖 93. 裝緩衝蓄電池組與畢蘭尼氏機。

圖示是種電力廠之基本結法，其中 P.D. 表畢蘭尼氏機。其磁石圈工係與蓄電池組電壓相連結而圈 II 則有導線網全部之電流通過。二圈互

<sup>1)</sup> 緩衝蓄電池組；Pufferbattery; buffer battery; batterie tampon. <sup>2)</sup> 畢蘭尼氏機；Piranimaschine; Pirani's dynamo; dynamo de Pirani.

相連結。負荷適中時，二者之影響互相抵消，此時畢氏機不供給相反電壓且如發電機D 勵磁適度，蓄電池組不供給電流亦不納入電流。

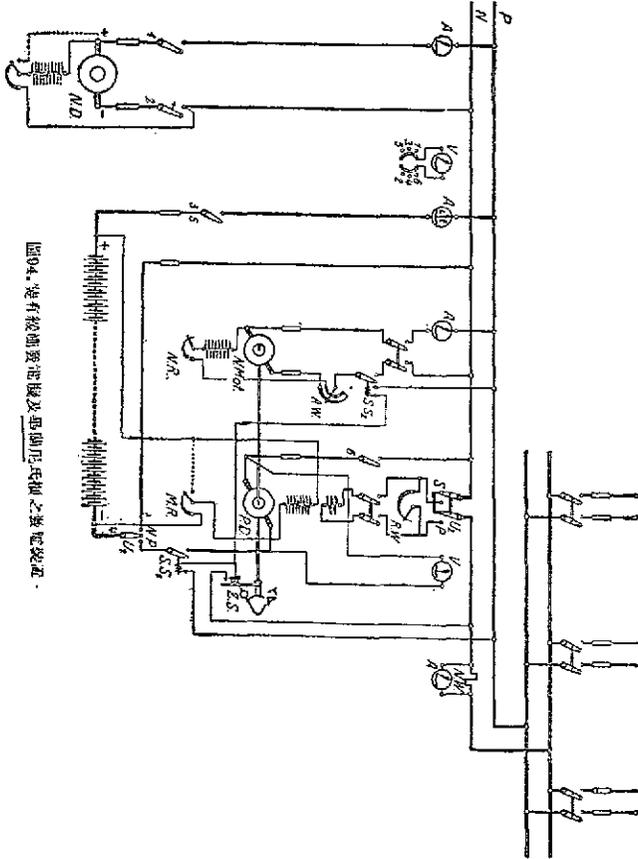


圖94. 帶有緩衝發電機及畢氏機之蓄電池廠。

線網負荷較大時，圖II之影響較他圖為大，畢氏機依如蓄電池

組之方向供給電壓。結果，蓄電池組路內之電壓增加，蓄電池組遂放電，反之，遇荷負較小時，圈II之影響較大，此時由畢氏機發生之電壓係與蓄電池組電壓反對。結果，蓄電池組路內電壓下降，致有電流流入。蓄電池組遂蓄電。

第94圖示與上面所述之發電裝置相應之結線圖。發電機為一分捲發電機，照例與匯電條連結並經調整而有正常電壓。蓄電池組並無電池開關，一具左右可偏向之電流計示蓄電池組之蓄電電流及放電電流之強度。

如將蓄電池組正極上之開關關閉並將負極一方面之轉路開關  $U_1$  移至 N 位置，蓄電池組遂直接與匯電條相連結。此種連結然僅於發電機被切開後由蓄電池組供給全部電流時為之。同時須將兩極轉路開關  $U_2$  移至 S 位置。

反之，如發電機與蓄電池組並行供給電流則須將轉路開關  $U_1$  移至 P 處，此時畢氏機遂被插入於蓄電池組之電路內。在畢氏機兩側之二單極開關當時須關閉，其中一開關 S.S. 有如自動開關之構造，畢氏機之細線圈(第93圖中之圈 I)係與蓄電池組之極相連結。粗線圈 II 經由一具兩極手開關與一匯電條連結，而轉路開關  $U_2$  則被移在 P 之位置。由利用與粗線圈並結之調整抵抗 R.W. 可令畢氏機荷平均大之重。依調整曲柄之所在，在粗線圈內有較強或較弱之勵發電流通過，但電流之強弱恆與導線網電流為比例。又細線圈內之勵發電流亦可由磁石調整器 M.R. 調整而有適當之值。

轉動畢氏機之分捲電動機其與導線網之連結係經一具兩極開關及起動抵抗 A.W. 在電動機之一極上更有自動開關  $S_1S_2$ 。電動機之轉數係經一分捲調整器 N.R. 調整(參考第56節)。畢氏機與分捲電動機聯軸，成為畢蘭尼整流器<sup>1)</sup>。

上述之自動開關 S.S.<sub>1</sub>及S.S.<sub>2</sub>係與離心開關<sup>2)</sup> Z.S. 相連結，後者係

<sup>1)</sup> 畢蘭尼整流器；Piraniiformer. <sup>2)</sup> 離心開關；Zentrifugalschalter; centrifugal switch; commutateur centrifuge.

架在畢蘭尼整流器之軸上。離心開關之用途為防畢氏機發生飛速度，蓋據經驗如因發生短路機內流入倒流，此種情事不難發生，過轉數超出許可之值時，離心開關立即關閉。結果開關 $S_1S_2$ 及 $S_3S_4$ （其磁石圈均與匯電條連結）開啓以致同時畢氏機與分捲電動機之電路開斷。

至於是種裝置上所須之計器自然依上面所述之結線法而定。例如經由分路抵抗而裝在匯電條上之電流計，此計指出導線網內之全負荷，次為帶一轉路開關之電壓計而依開關之位置可測出發電機電壓（位置在1—2時），蓄電池組電壓（在3—4時）及蓄電池組與畢氏機之全電壓（在5—6時），終則又有一具可左右偏向之電壓計，係專供測計畢氏機電壓之用。

關於工作方式可分為若干種如下：

- a) 發電機單獨供給電流於導線網。
- b) 蓄電池組單獨供給電流於導線網。
- c) 發電機與蓄電池組均供給電流於導線網——所謂緩衝連結式。

各式之結線法是處實無討論之必要，蓋在各個狀況下關於開關之操作已在前面明白述之矣。

#### 45. 帶特別勵發機之畢蘭尼氏機。

尤其在較大電力廠中，畢氏機常帶一特殊勵發機。其一般之結線法如第95圖所示，其中 E.M. 表勵發機，在勵發機之磁石上有圈 I 及 II。至畢氏機祇帶有一圈，圈內有由勵發機發生之電流流入，二圈之效應與將二圈直接裝在畢氏機上時相同，不過顯較微弱而已。畢氏機與勵發機（又供轉動畢氏機用之電動機）照例直接聯在一軸上。

為不令全部導線網電流流入勵發機內，最好在中間聯絡線內插入一電抗——恰如在第94圖中然——並於其末端連結勵發圈。此後圈內遂有依導線網電流增減之情形而變動之電流通過。

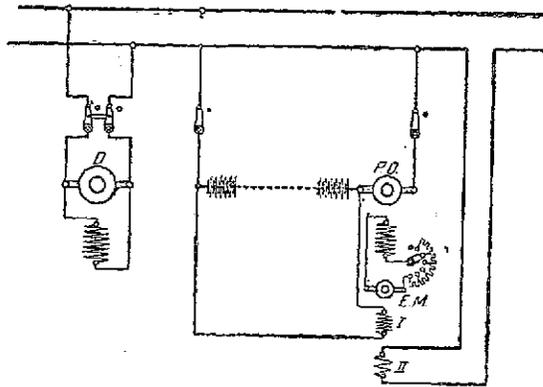


圖95. 帶特別聯發機之畢爾尼氏法。

### 46. 梅耶堡結線法。

導線網內關於負荷常變動之問題尋常由利用緩衝蓄電池組而解決之者亦可由一調速輪應付之，調速輪之尺度如緩衝蓄電池組之功率然當視負荷變動之大小而定。

第96圖示德國 AEG 公司所創之梅耶堡氏<sup>1)</sup>之基本結線法。在通達耗電處之線上結一緩衝發電機 P.M. 而調速輪 S 係與此機聯軸。為限制調速輪不致過分大起見，用一種有大轉數之緩衝發電機。此種發電機係經二圈勵發，一圈為分圈 N.W 而他圈為補助圈 Z.W. 後者從一勵發機 E.M. 納取電流。勵發機直接與一直流電動機 M 聯軸並亦經二圈勵發，圈 I 係與導線網連結，而圈 II 係插在導線網導線之間，故有導線網全部之電流通過，在勵發機與緩衝發電機之補助圈之間有一極化電池 P.Z. (參考第43節)，其中電流僅能依一定方向流動。勵發機之二圈係互相反結。遇有與導線網內平均負荷相當之某一定電流強度時，兩者之效應互相抵消。此時勵發機並不供給電壓，故緩衝發電機既經其

<sup>1)</sup> 梅耶堡氏：Meyersberg.

分圈勵發並如一電動機然，以其固有的速度轉動調速輪。

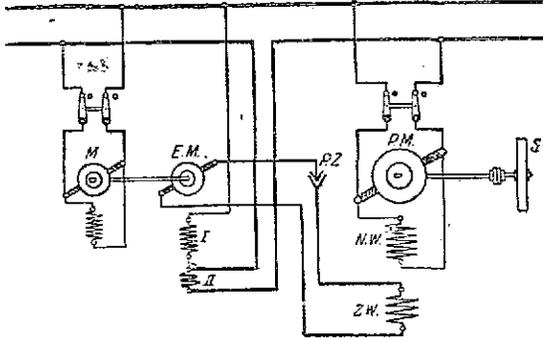


圖 96. 培亞堡氏之符線法

遇有較大負荷時，勵發機中有導線網電流通過之第二圈 II 之影響較大，此圈之電壓隨負荷而增加；又其在緩衝發電機之補助圈內惹起電流。因感較強勵發作用之影響，緩衝發電機之轉數減少，使調速輪發出其所蓄之能；其時緩衝發電機經調速輪轉動，其作用如一發電機，故供給電流於導線網。遇有較小負荷時，勵發機中與導線網相連結之第一圈 I 之影響較大，機內電壓之方向遂倒轉，然其流遂緩衝機之補助圈之電流被極化電池所阻。緩衝機之作用遂復如一電動機，其轉數逐漸增至一定大之值。在調速輪內於是復有能加入。總合言之，緩衝機之作用視當時導線網內負荷之大小而異，有時如一發電機——調速輪當時放出其所蓄之能——，有時如一電動機——調速輪當時蓄能。至平均負荷係與緩衝機空轉相應，當時調速輪不蓄能亦不給能。

猶須注意者，恰如在畢蘭尼結線法中，在勵發機之圈內亦不必導入全部導線網電流；尋常祇須由其適當大抵抗之導線從導線網導出一交流就可。

### C. 三線電力廠。

#### 47. 裝順結發電機之三線發電裝置。

如由一直流電力廠供給電流於一廣大之區域，則最好採用三線式，蓋因此可用比較二線式中大一倍之電壓，同時可不增加結在導線網上之耗電器之電壓。

一種設三線式之最簡單方法為在電力廠內順結二發電機G.D. I及

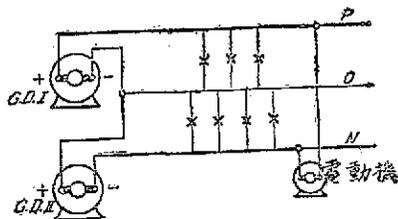


圖97. 三線電力廠中兩順結發電機電壓之區分。

G.D. II (圖97)，俾從二發電機自由極發出之外導線 P 及 N 之間可有二倍大之發電機電壓。在二發電機之間復接出一第三導線所謂中間線 O。電壓及

其他弱電用具尋常祇適於外導線間一半強之電壓故係結在一外導線與中間線之間，並將其平均分配在導線網之兩半部。反之，為防兩部負荷起大的相差，凡較大電動機，其必就全電壓而造成者，照例結在二外導線之間。

如導線網兩半部內之負荷相等，在中間線內遂無電流通過。此時中間線故稱曰零電線。如兩半部內之負荷不等，則中間線內通電而其電流強度與二外導線內之電流強度之差相當。

第98圖示一三線發電裝置之結線法，其中二分捲發電機經零電線順結。導線網各半部之電壓經發電機之分捲調整器調整，其大小恆不變。電壓計可經一轉路開關與此發電機

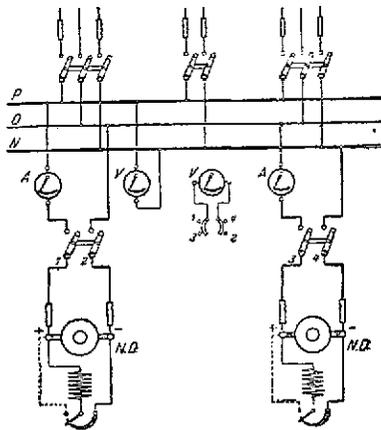


圖98. 裝順結發電機之三線發電裝置。

或他一發電機相連結。為觀察二外導線間之電壓特置一弗計。又為便於支配負荷，每一發電機均裝一電流計。如能有一後備發電機以備於必要時結在導線之一半部上，則尤所冀望。

由匯電條發出之配電綫普通每組包括二外導線及一零電線。零電線照例接地故毋須有保安裝置(參見第6節)。凡配電綫其上專結電動機者係從外匯電條接出(在結線圖中即在中間之配電綫是)。

#### 48. 裝順結發電機及一蓄電池組之三線發電裝置

依如第99圖所示之結線法兩順結分捲發電機各與蓄電池組之一半相並結。為便於蓄電池組蓄電，可使發電機之電壓提高。當時須用二複式蓄電池開關。至於其他開關器，計器等係與在二線式電力廠中所述者相同。為便於管理起見，導線網兩半部各裝一電壓計。依其轉路開關之位置可測出發電機電壓，蓄電池組放電電壓及蓄電電壓。又為管理外導線間之電壓復另用一弗計。

a) 發電機供給電流於導線網。

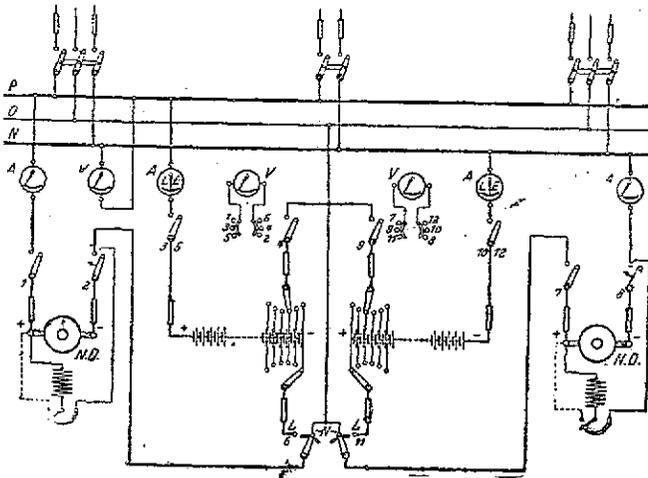


圖99. 裝順結發電機及蓄電池組之三線發電裝置。

連結發電機與中間匯電條之二個單極轉路開關在結線圖中係在中間下方N處。各機之單極斷路開關以及過低流斷路開關均關閉。

b)蓄電池組單獨供給電流於導線網。

當時將連結蓄電池組之極與外匯電條之二單極開關關閉，同時將連結電池開關之放電曲柄與中間導線之線上開關亦關閉。

c)發電機與蓄電池組並行工作。

每機與蓄電池組一半之並行結線法與在二線電力廠中發電機與蓄電池組之並行結法同。

d)蓄電池組蓄電。

每機充電於其相連之半個蓄電池組內。其時將轉路開關移在L位置，充電之過程全與二線電力廠中同。當蓄電池組蓄電之際由應用電池開關之放電曲柄對於導線網仍可供給電流。

猶須說明者，結線圖中在蓄電池組居中表示之電池開關亦可被移至蓄電池組之外極上。

在較大電力廠中大都用補助機蓄電。

#### 49.裝供區分電壓用之蓄電池組之三線發電裝置。

在三線電力廠中往往用一發電機以代如上所述之兩順結分捲發電機。該發電機係與二外導線相連結並供給外導線所應有之電壓，用是種配置之利益在於省縮裝置費，因一具能供給全部功率或電力之發電機其價概較每具供給一半功率之二發電機為廉，又較大發電機之效率亦較良。然因祇用一發電機，電壓有區分之必要。如由第100圖所示，此工作可由蓄電池組擔任。為此蓄電池組須須插在電路內，否則中間導線不與別部分聯絡。此外並假定發電機能直接發生蓄電電壓，故毋須用補助機。複式電池開關當時係移在蓄電池組末端。發電機裝有雙極轉路開關（無開斷位置），故依其轉路開關之位置或供給電流於導線網（開關位置在NN）或供給電流於蓄電池組（開關位置在LL）。蓄電池組亦須有一雙極轉路開關（有開斷位置，在圖下方）以便蓄電池

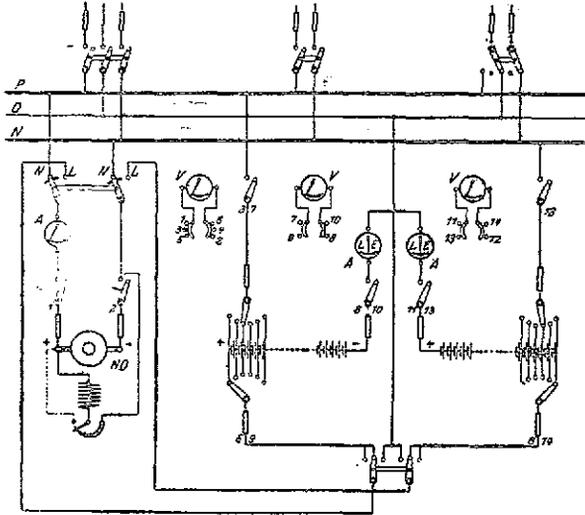


圖100. 裝有區分電壓之蓄電池組之三線發電裝置。

組整個或於必要時每半部可蓄電。電壓計共有三具：一具供測發電機與整個蓄電池組電壓之用，其他分別測蓄電池組兩半部之電壓。

a) 蓄電池組單獨供給電流於導線網。

當時將由電池開關之放電曲柄通達外匯電條之導線上之兩開關閉閉，又將聯絡蓄電池組兩半部及中間導線之開關閉閉。

b) 發電機與蓄電池組並行工作。

先令發電機與蓄電池組並結。發電機之轉路開關係在NN位置。

c) 蓄電池組蓄電。

為令整個蓄電池組蓄電，將蓄電池組之轉路開關移在中間位置。次將發電機轉路開關移在LL位置。

如蓄電池組兩半部因應當時之需要其放電程度不等，則放電較甚之一半部必須經發電機特別蓄電。此種工作照例可能，因蓄電池組一半部之電壓當蓄電告終後約為正常外線電壓之 $\frac{1}{2}$ 而發電機之電壓由利

用分捲調整器可令其降至是值。如蓄電池組之左半部須特別充電，則將蓄電池組轉路開關移向左方；反之，如右半部須特別充電，則將蓄電池組轉路開關移向右方。為使蓄電槽兩半部放電之程度極度平均可設若干連結，例如電力廠內之兩半部燈線連結，以便於須要時可令其轉在蓄電池組之此一半部或他一半部上。此種方法在結線圖中亦表出，蓋視情形可隨時令導線與蓄電池組之此一半部將他一半部聯絡。

### 50. 裝均荷機<sup>1)</sup>，蓄電池組及補助機之三線發電裝置。

區分電壓之一極有效的方法係用二小均荷機。此二機互相聯軸並各適於一半外導線電壓。二者先後順結並係插在從直流發電機G.D.發出之外導線P與N之間。又從二機之間接出中間線O，圖101，在圖中均荷機係由A.M.表明。如導線網兩半之負荷相等，則均荷機空轉如電動機，然若一半部之負荷較他半部為大，則在負荷較小一方面之均荷機因在此半部內電壓降較小之故，得一較高之電壓。此時其轉動較速，有電動機之性質並轉動連結在負荷較大一半部之均荷機。後者故有發電機之性質而供給電流於其導線網之一半部。反之，如電動機而工作之電動機反從其導線網一半部導出為轉動發電機所須之電流。如是導線網兩側之負荷遂平均。

均荷機理應交叉勵發，即與上方導線網半部相連結之一機經由下方導線網半部勵發，在下方之一機則反是。如是如電動機而工作之一機係從負荷較強之一側納取勵發電流，且因電壓在此側較低之故，其經勵發亦較弱。結果，該機轉動比較由自側勵發時為速，致惹起較良好之平衡效應。

在第103圖中復假定

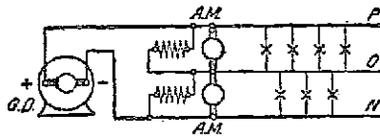
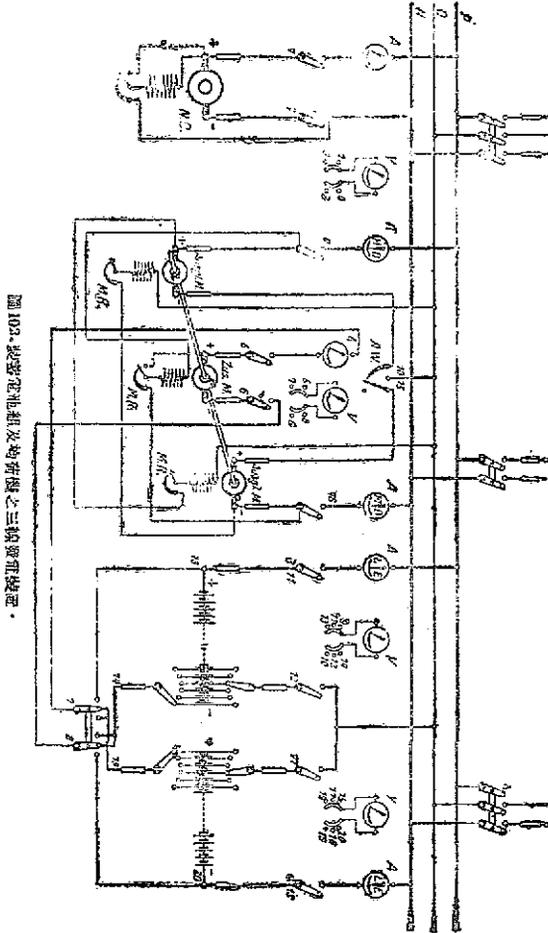


圖101. 三線發電裝置，由均荷機區分電壓。

<sup>1)</sup> 均荷機Ausgleichmaschine; equalizer (balancer); compensating.

用一分捲發電機發電。與之並行者，為一帶兩極式電池開關之蓄電池組。如在第 100 圖中所示，該電池組有區分電壓之作用。然為此又須



裝一均荷機組，組中之兩機具有一公共起動抵抗  $\Delta.W$ 。由轉動起動柄，均荷機與中間線自動發生聯絡。均荷機從匯電條交叉勵發且各裝一磁石調整器 M.R.

為充蓄電池組可用一補助機，發電機故祇須惹起正常電壓。為省去一轉動機，補助機係與均荷機聯軸，其勵發係用導線網全電壓。雙極轉路開關——圖中在右側下方——仍須裝置，以便整個蓄電池組或於必要時其一半部蓄電。

就其中計器言之，除若干其他計器外有一供測外導線電壓用之電壓計及二具分別測導線網兩半部電壓之電壓計，補助機亦有一電壓計及一電流計。由利用均荷機上之左右偏向電流計，可隨時確定其為發動機(M)或為發電機(D)之性質。

以下僅述其二種最重要之工作方式。

a) 發電機，蓄電池組及均荷機並行工作。

假定發電機與蓄電池組已預先並行工作而送電流於匯電條，現今復須將均荷機插入，為此先將連結外導線之均荷機組之二開關閉，二均荷機途經勵發並可藉起動器之助被插入而工作。又由利用磁石調整器其轉數及電壓均可經適當調整。

b) 蓄電池組蓄電。

發電機照例與匯電條連結。當時轉動補助機之二均荷機均在工作中，蓄電池組之雙極轉路開關被移至中間位置，而此情形即與整個蓄電池組蓄電相當。此後補助機經勵發而有蓄電所須之電壓，其手開關閉而終則其過低流斷路開關亦關閉。

如蓄電池組兩半部之一半部放電較甚，則此部分以後直接由補助機充電。職是之故，補助機必須為隨時可有相當高壓者之一種，令蓄電池組左半部蓄電時，將蓄電池開關移向左方，令蓄電池組右半

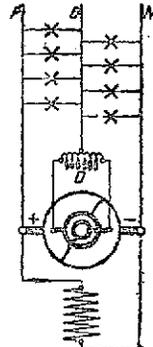


圖 103. 三機發電機。

部蓄電時，將蓄電池開關移向右方。

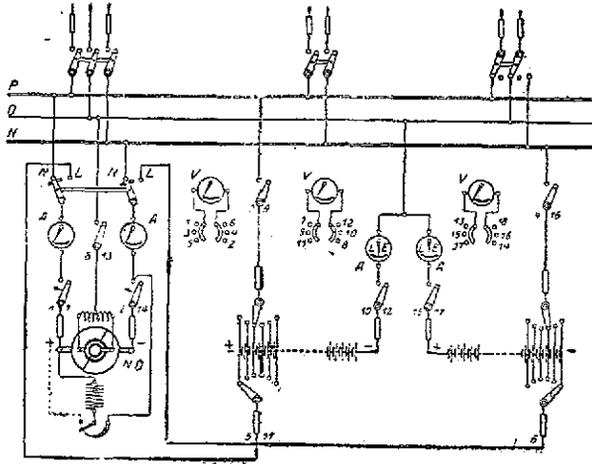


圖104. 三線發電機與蓄電池組。

### 51. 帶一蓄電池組之三線發電機。

電壓之區分亦能在發電機內為之。是種發電機稱曰三線發電機<sup>1)</sup>。其中由陀勃羅華爾斯克氏<sup>2)</sup>發明並經德國AEG公司製出之一種(圖103)除有聚電子外又有兩刷環。在刷環上有補助刷，其末端與一阻電圈D之末端相連結。在阻電圈之中點接出三線網之中間線而由聚電子接出二外導線。

圖104示裝一3線發電機及一並結蓄電池組之發電裝置之結線法。蓄電池組中點仍與中間線連結。圖中示蓄電池組經三線發電機分圈調整作用而蓄電。如用補助機則每半部可分別依比較更有效之方法蓄電。

## 第五章 直流電動機<sup>3)</sup>。

<sup>1)</sup> 三線發電機；Dreileitermaschine；three-wire dynamo；dynamo à trois fils. <sup>2)</sup> 陀勃羅華爾斯克氏；Dobrowolsky. <sup>3)</sup> 直流電動機；Gleichstrommotor；direct current motor；moteur à courant continu.

## 52. 分捲電動機。

分捲發電機用作電動機時其用途頗廣之主要理由在其具有一種顯著的特性，即使導線網電壓不變，此種電動機之轉數不問負荷大小幾乎可不發生變動。

第 105 圖示分捲電動機<sup>1)</sup>與起動器連結時之結線法。起動器有三結線螺釘：L 供連結一導線網導線，R 係與一電動子極連結而 M 係與磁石圈線之自由端相連結。一方面 M 又與一勵發條相連結，故磁石圈當起動之際，恆可有全部電壓。電動子電流之強度經起動抵抗而減小

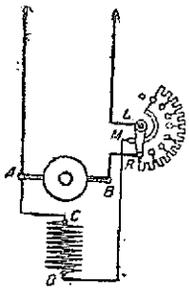


圖 105. 分捲電動機，起動抵抗與勵發條。

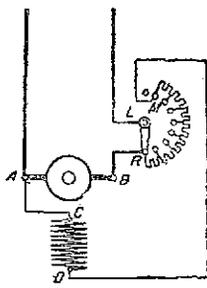


圖 106a. 分捲電動機及不帶勵發條之起動器。

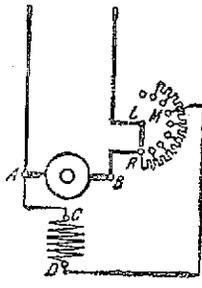


圖 106b.

，但磁石電流則不然，因此分捲電動機仍可有大的起動力。在結線圖中所示之起動條與第一工作接觸鉤之連結就起動抵抗被短結之際可不惹起自誘效應一點觀之頗具深切之意義：起動抵抗被短結時發生之電流之衝動可經由磁石圈，電動子及起動抵抗所成之電路內流去（參考第 28 節）。

如不欲在起動器上用勵發條，則此時之連結可依第 106a 圖。當起動器曲柄在第一接觸鉤時，磁石圈內即有強度電流通過，故磁石在起動之初立即經充分勵發，當時起動力放大。此後在磁石圈電路內逐漸加入起動抵抗，以致磁石電流之強度亦逐漸減小，結果電動機之轉數

<sup>1)</sup> 分捲電動機；Nebenschlussmotor；shunt motor；moteur shunt.

增加。有時為减小磁石電流之衰減程度不使與磁石圈連結之結線螺釘 M 與第一工作接觸鉤但使與另一在後之接觸鉤相連結，如由第 106b 圖所示。

第 107 圖示一個實例<sup>\*</sup>，其中結線法根據第 106a 圖所示之原理，然在起動曲柄內須不使有電通過，因此有設一接觸條以導入回電之必要。當起動器被短結時，磁石圈內之電流通過一補助接觸而磁石圈遂被充量勵磁，因毋須通過起動抵抗，磁石電流可不再減少，故此情形與由第 106 圖所示者相反。

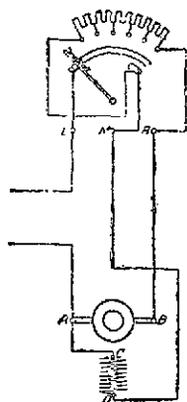


圖 107. 帶起動器之分極電動機(帶柄不通電)。

### 53. 順捲電動機。

順捲發電機用作電動機時可有特別大之起動力，故在交通器具，起重機等中多用之。然其轉數隨負荷變動頗大，負荷減少時其轉數增加，終至無負荷時轉數達危險之數，職是之故

順捲電動機<sup>1)</sup>不適於用調帶之轉動工作，蓋在調帶轉動工作中，其

負荷常可隨時突然失却以致惹起危險；否則此種電動機須裝有一離心器，俾便阻止高速度之發生。

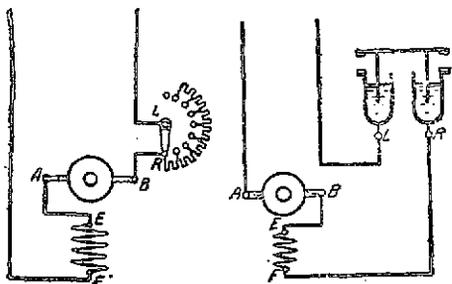


圖 103. 裝起動器之順捲電動機。

圖 109. 裝有離心起動器之順捲電動機。

第 108 圖示順捲電動機與其起動抵抗之結線法。在

起動器上祇須有二結線螺釘：L 結二導線網導線之一線，R 結電動機。

<sup>\*</sup> 依維克脫 (Voigt) 及均夫納 (Bäffner), Frankfurt a. M. <sup>1)</sup> 順捲電動機：Hauptschlussmotor; series motor; moteur série.

第109圖示電動機與一液體起動器之結線法 此器有互相絕緣之兩鐵製容器，其內裝稀釋氫達或灰鹼溶液以惹起抵抗。起動時藉一螺旋柄將互相連結之二鐵板分別緩緩浸在液體內，終至起動器被短結。

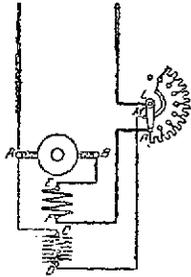


圖110. 帶起動器之液體電動機。

### 54. 複捲電動機。

如在複捲電動機<sup>1)</sup>內順圈與分圈起反對之作用，則可使電動機之轉數不隨負荷而變動。然因工作時發熱關係決無所謂速度完全不變之電動機，因此，此種複捲電動機惟偶然用之。

又如順圈與分圈同方向連結，則其起動力比較分捲電動機之起動力為大。然在有是種結線法之電動機中當負荷增加時，轉數銳減，為此其順圈以含有比較少數之卷者為合宜。

第110圖示一複捲電動機與其起動器之結線法。

### 55. 帶自動釋機裝置之起動器。

如因某種原因，與電動機連結之導線網電壓降至零值，則電動機停止。當時必須使起動器立即斷斷；否則，如電壓突然回至原值而保安設備又如不應時發生效應則電動機有被燒毀之危險。為此，在一回流導線內特設一倒壓開關以防備之（參考第7d節）。

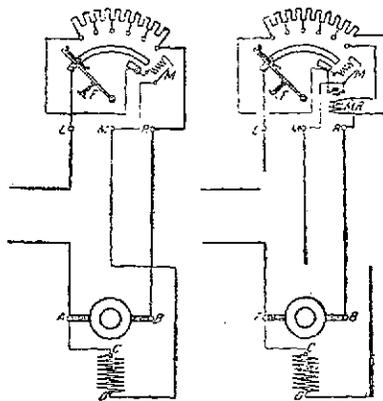


圖111. 帶自動倒壓釋放裝置之起動器。

圖112. 帶自動倒壓釋放裝置及過高流釋放裝置之起動器。

在分捲電動機中可將

<sup>1)</sup> 複捲電動機；Doppelschlussmotor； compound-wound motor； moteur compound.

自動釋放裝置直接設在起動器上，圖111(又參考第107圖)。在起動器之接銅板上有一小電磁石 M，其勵發圈係插在電動機之勵發電路內。起動器之曲柄因受彈簧 F 之影響恆有留在斷路位置之傾向。然其被移動至達右端時，則為磁石所吸住。此後如導線網電壓降至零值，則起動器因感受彈簧之影響立即開啓。又因圈 M 與電動機之磁石圈互相順結，如遇勵發電流中斷時，開關亦開啓。如是，失却勵發之電動機可免轉數飛漲之危險(參見第56節，2段)。

在第 112 圖中起動器除有倒壓釋放裝置外又有一過高流釋放裝置。遇電流強度超出許可的限度時，磁石圈 M 被一小型極限繼電器 M' R 短結而電動機電路遂開斷。

### 56. 轉數之調整。

如於電動子之前增添抵抗少許，則電動機之轉數減少。如起動抵抗之性質適於長期負荷，則此種抵抗又可用以調整速度。有時起動抵抗之若干階段適於供調藥之用，如第 113 圖就一分捲電動機所示之情形。此種調整轉數之方法雖然對於各種直流電動機均適用，但却為一種不經濟之方法，因其惹起電能損失，而轉數調整範圍愈大時此損失亦愈大。職是之故，此法惟偶然用之。

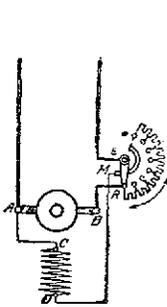


圖113. 帶減少轉數之調整起動器之分捲電動機。

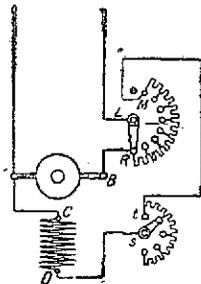


圖114. 帶起動器及分捲調整器之分捲電動機。

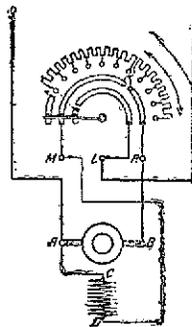


圖115. 帶增加轉數之調整起動器之分捲電動機。

電動機之轉數可由減少勵磁電流而增加，即磁場愈弱時，轉數愈大。在分捲電動機中依發電機裝分捲調整器以調整勵磁電流之方法於磁石電路入插內一調整抵抗， $s, t$ ，圖114，此種抵抗器並無斷路位置，

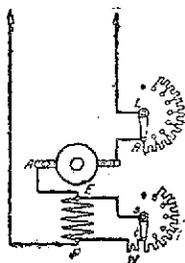


圖116. 帶增加轉數之調整抵抗之順捲電動機

蓋恐電動機遇磁石電流中斷時因當時祇感受殘磁影響之故，其速度飛增也。第115圖示一分捲電動機之結線法，其起動器與分一捲調整器連合。調整器中僅有四個調整階段，由一斷續線表示之連結線使電流通斷時不惹起自誘。

在順捲電動機中係由與磁石圈並結一調整抵抗  $s, t$ ，而增加轉數，圖116。如將此抵抗開去，則電動機依正常轉數而轉動。然若將抵抗器之調整曲柄向  $t$  旋動則轉數增加。為使磁石圈不致無電流通過起見，縱在調整器被短結時亦須插入若干抵抗  $W$ ；否則，電動機之轉數有飛漲之危險。

### 57. 依卡蘭堡式連結之起動器。

在極大電動機中所用之起動器其結線法如第117圖所示。圖中示其與一分捲電動機連結之情形。起動抵抗分為二部。起動器曲柄之接觸面頗大而同時復覆在起動器之兩接觸上，致起動抵抗之二部經是而互相並結。因此，起動抵抗每部祇有一半強之電流。又接觸之數雖較正常起動器中增加一倍但其大小則減。此種排列之特別優點在於接觸不易毀壞，蓋曲柄之接觸面從一接觸以達某一接觸時祇開去或插入抵抗之一階段，而在各階段中僅有一半電流通過，如就有普通構

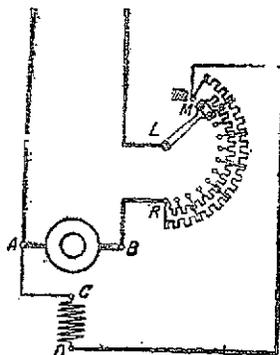


圖117. 帶卡蘭堡式起動器之分捲電動機

造之起動器而言，當開去或插入抵抗之一階段時曲柄之接觸面尚不能完全蓋住一接觸片且在各階段中有全部之電流，故其接觸片自然比較容易毀壞。結果，在接觸片上以後發生起火處。至於抵抗螺旋線與接觸片間之連結線祇須適於一半強之電流為上述起動器之一優點。在圖中所示之起動器並無斷路位置而此必須由一特別開關代之。

上述帶分部抵抗之起動器係從卡蘭氏說明並供三相交流電動機用之起動器(見第 121 節)導出。起動抵抗不必一定分為二並行部分，但自然亦可分為三部分或更多部分，接觸之數隨之增加而接觸面亦相當擴大。

### 58. 轉向之變更。

為令一電動機倒轉其轉向祇須倒轉電流在磁石圈線內或在電動子

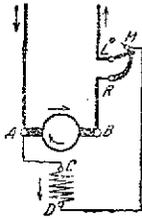


圖 118a. 分接電動機右轉時之接線法。

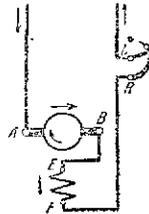


圖 118b. 順接電動機右轉時之接線法。

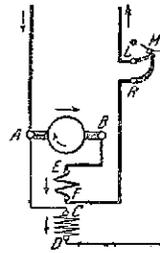


圖 118c. 複接電動機右轉時之接線法。

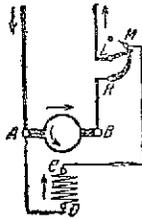


圖 119a. 分接電動機。

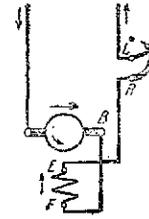


圖 119b. 順接電動機。  
由改磁石電流方向便改向左轉。

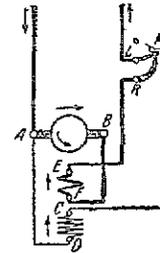


圖 119c. 複接電動機。

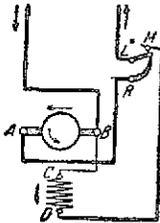


圖120a. 分相電動機。

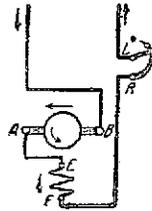


圖120b. 順接電動機。

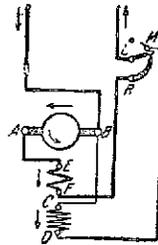


圖120c. 複線電動機。

由改變電動子電流方向使改向左轉。

內之方向。在第 118 以至 120 圖中示各種電動機右轉或左轉之結線法。注意電動機右轉時，電動機內各部電流之方向係依結線螺釘之字母順序。

### 59. 轉向起動器。

電動機之轉向如隨時有令其倒轉之必要則大都由變更電動子電流之方向，俾電動機之殘磁可不致變更。為此可用一轉向起動器<sup>1)</sup>。

第 121 圖示一分捲電動機之轉向起動器之結線法。一公共起動變抗器對於二轉向均適用，其接觸軌路分列在二邊而其接觸片  $k_1$  及  $k_2$  互相連結。起動器之曲柄分為三臂：臂 1 與臂 2 相連但均與臂 3 絕緣。臂 1 之接觸面擦接觸軌路而過；經在臂 2 及臂 3 上之接觸面一方面可令接觸條  $p$  及  $c$  而他方面可令  $n$  及  $c$  連結。如由圖中箭頭所示，當起動器曲柄自零位向右移動時，在電動子內有自 A 向 B 之電流通過：

$P-L_1-p-3-R_1-\overline{AB}-R_2$  起動變抗器  $-1-2-n-L_2-N$ ；如將曲柄向左移動，則電流之方向為自 B 向 A：

$P-L_1-p-2-1$  起動變抗器  $-R_1-\overline{BA}-R_1-3-n-L_2-N$ ；

在磁石圈內恆有同一方向之電流通過：

$p-3-c-M_1-\overline{CD}-M_2-d_2-2-n$  及  $p-2-c-M_1-\overline{CD}-M_1-d-3-n$ 。

<sup>1)</sup> 轉向起動器，亦名換向起動器；Wendennisser。

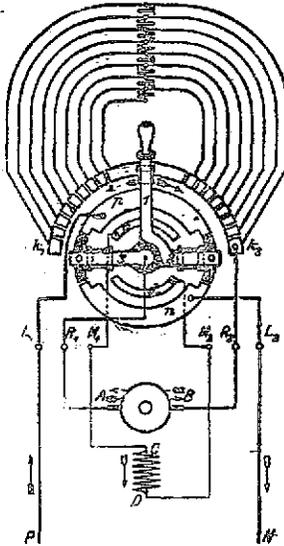


圖121. 分捲電動機上所用之轉向起動器。

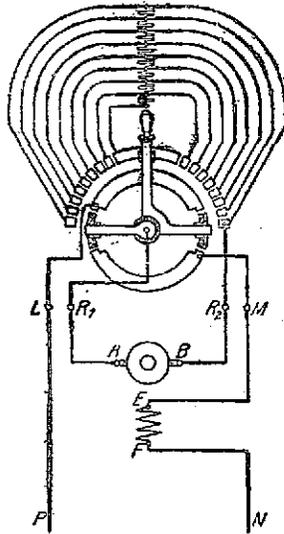


圖122. 順捲電動機上所用之轉向起動器。

準此，則依曲柄之位置電動機可有不同之轉向。

第 122 圖示一順捲電動機之轉向起動器之結線法。其與分捲電動機上所用一種之重要差別在其無內接觸條。

### 60. 鼓形起動器(圓筒起動器)。

以上關於電動機之起動均假定用一平道起動器<sup>1)</sup>，其中諸抵抗階段均與接觸片相連結而後者排列在一平板上。然若電動機常須起動及停息，尤其在多塵埃及潮濕之處或在戶外工作時則概應用一鼓形起動器<sup>2)</sup>(或稱圓筒起動器)。在一保護箱內，有一由曲柄旋轉之圓筒。在箱內面裝固定接觸片若干。在圓筒面上裝弧形條若干。接觸片沿箱內面作直線排列，而當曲柄旋轉時依次與弧形條相接觸。接觸片與導線

<sup>1)</sup>平道起動器；Flachbahnanlasser. <sup>2)</sup>鼓形起動器；Schaltwalzenanlasser; drum starter; démarreur à tambour.

，電動機或起動變抗器相連結。弧形條互相連結而當曲柄旋轉時可經由接觸片插入為起動所必須之電抗。

第 123 圖示一在分捲電動機中通用之鼓形起動器之結線法。接觸片共有 8 枚。圖中右方示弧形條展布在一平面上。其中示 7 個起動位置及一斷路位置 0。當圓筒在位置 1 時；申言之，當接觸片占位置 1 時，電流從導線 P 經過結線螺釘 L 以至接觸片 8；此後由下面二弧形條經過接觸片 7 以達起動變抗器，並通過其 6 個階段，火花吹滅閘 F.B 及結線螺釘 B 而再依  $\overline{BA}$  之方向達電動子，最後達導線之他極 N。圓筒在位置 2 時，一抵抗階段被與 6 及 7 二接觸片相應之弧形條所短結，故其時在電動子之前祇插入 5 個抵抗階段。在位置 3 時祇插入 4 個階段，餘推

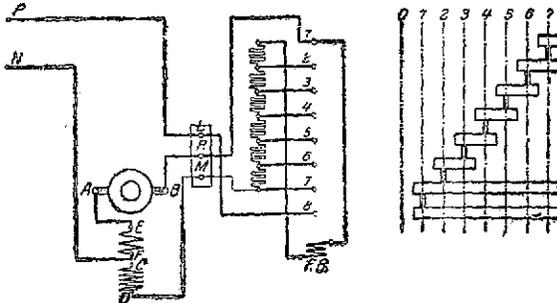


圖 123. 在分捲電動機中通用之鼓形起動器。

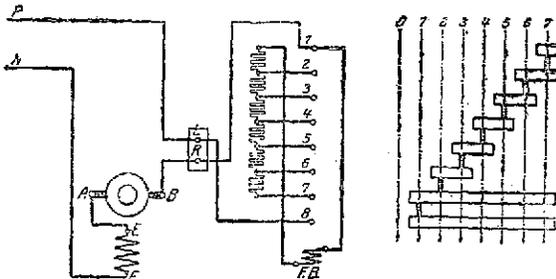


圖 124. 在容量電動機中通用之鼓形起動器。

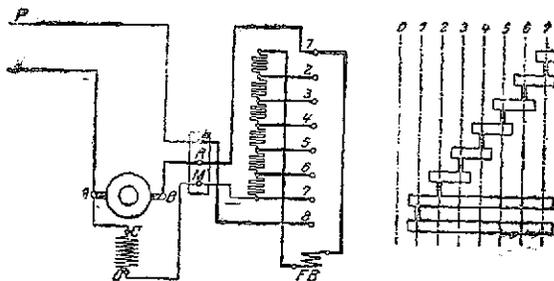


圖125. 串捲電動機中適用之鼓形起動器。

計。終至在位置7時，起動電抗之全部均非在電路內；其時電動機係在正常狀況下工作。至磁石圍則自始在第一起動位置時即被充分勵發。

第124圖示一鼓形起動器與一順捲電動機之結線法，是處無結線螺釘M。

第125圖示一鼓形起動器與一複捲電動機之結線法。

### 61. 二重轉向電動機之鼓形操縱器。

第126圖示一分捲電動機之鼓形操縱器<sup>1)</sup>之結線法而第127圖示一順捲電動機之鼓形操縱器之結線法。電動機之轉向可用操縱器任意

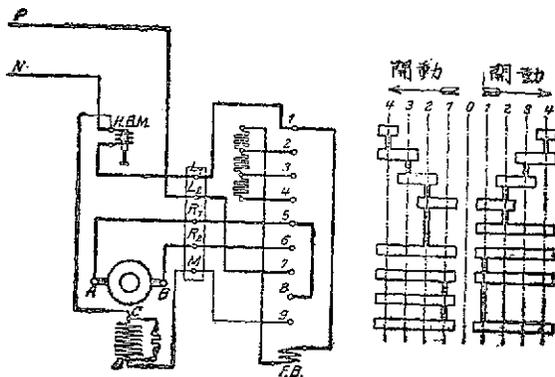


圖126. 分捲電動機中適用之鼓形操縱器。

<sup>1)</sup> 鼓形操縱器；Steuerwalze；drum type controller；hâlice de controleur。

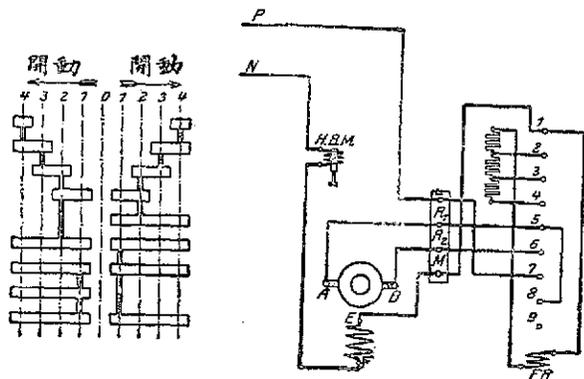


圖127. 順捲電動機中適用之鼓形操縱器。

操縱。每一轉向有4個起動位置。為便於統一製造起見，上列二種電動機之操縱器之構造係相同。不過在順捲電動機中起動器之最下的一弧形條及接觸片均可省去。電動機之轉向由變更電動子電流之方向而操縱。至磁石電流則恆依同方向流動。就分捲電動機之結線法觀之，可知此機自始即被儘量勵發，其中磁石圈係與一保護電抗相並結。此種電抗容納電路開斷時由高自誘電壓而發生之電流衝動，蓋當電壓較高時——在220弗或以上——及當電路時常須關閉時是種衝動可損壞線圈。與磁石線圈相較，保護電抗須具有一大歐姆值。

是種裝置間或連結一種起制動器之磁石<sup>1)</sup>；其經勵發後即將一制動器放鬆。在結線圖中示一順捲磁石 H.B.M.，其勵發係經全部電動機電流，然在多數情形中則以用一分捲磁石為佳，其勵發係經由導線網分出之弱度電流。

## 62. 供二重轉向用之帶餘轉制動作用<sup>2)</sup>之鼓形操縱器。

<sup>1)</sup> 起制動器之磁石；Bremslüftmagnet; brake lifting magnet; électro de démarrage du frein. <sup>2)</sup> 餘轉制動作用；Nachlaufbremsung.

爲使電動機於電路開斷之後迅速停止運轉可於鼓形操縱器上添設若干餘轉制動位置。在此種位置時，動作如發電機之電動機係與一小電抗(例如起動電抗)相連結以致動力均於電抗中迅速耗盡。第 128 圖示一分捲電動機與其有餘轉制動作用(對於轉動方向均適用)之鼓形操縱器之結線法。至於依一方向或他方向之起動普通可由上列之結線圖

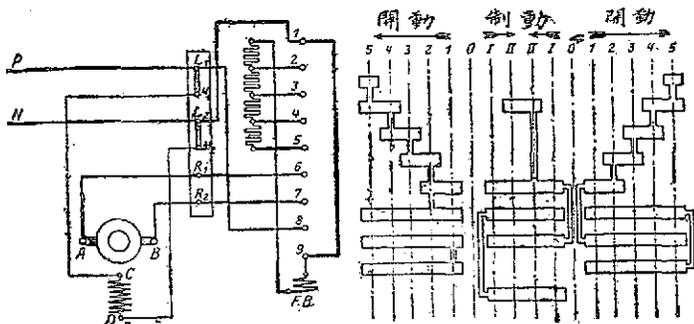


圖 128. 一分捲電動機與呈餘轉制動作用之鼓形操縱器。

明之。電動機之轉向照例由變更電動子電流之方向。電動機之勵磁既直接用導線網電流，磁石電流故恆呈同一方向而在制動器中亦然。電動機在操縱器之制動位置時或在運轉位置時均依同方向勵磁。每個運轉方向有兩個制動位置。在操縱器位置 I 時電動機與全部起動電抗相連結，當時起動電抗之性質如一負荷電抗。操縱器轉達位置 II 時，因當時電路內祇有一抵抗階段發生較強電流而制動效應亦相應增強。

爲使順捲電動機依原來方向轉動時發生電流(即起制動作用)，則必須變更線之連結；磁石圈與電動子及外電路之連結必須更換。

爲助制動作用又可用一制動磁石。在第 128 圖中爲就簡起見，此種磁石並不表出。

### 63. 呈下降制動結線式<sup>1)</sup>之捲揚電動機之鼓形操縱器。

<sup>1)</sup> 下降制動結線式；Senkbremschaltung.

一也重機之捲揚電動機其鼓形操縱器須有一種特具的構造。捲揚電動機大都為順捲電動機。第129圖示其結線之一例。其中有6個與起負荷之轉向有關之連結位置。該圖與前一結線圖之相差在於因在上端有二行弧形條，其斷路位置增多，故對於較大功率適用。又為免插入抵抗過於迅速及發生較大電流衝動起見其第一起動階段係成雙。分控制動磁石 N.B.M. 係與一保護抵抗並結以便導出自誘電壓。此磁石在諸起動階段均經觸發，故制動器被放鬆。

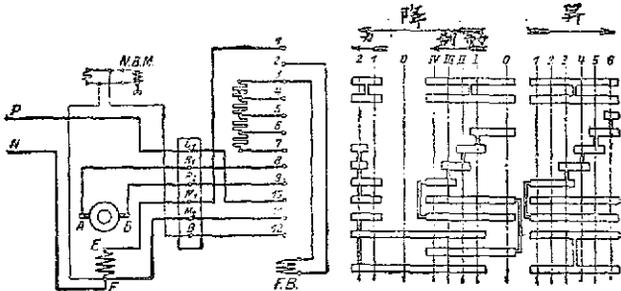


圖129. 一順捲揚電動機之鼓形操縱器。

為令重物下降，先於位置 0 時斷電動子與導線網正極之聯絡，使在電動機內無電流流入。電動子及磁石圈係與起動抵抗之一階段相順結。重物並不即行下降，因制動磁石尚未經觸發而感受磁石影響之制動器故尚未被放鬆。在達位置 1 以後，磁石經觸發而制動器被放鬆，結果電動機受重物下降之影響而轉動，當時電動機發電，惹起制動效應。其所連結之電抗當初既僅為起動電抗之一階段，故電動機當初發生強度制動電流，其制動效應頗大，足以令大量重物可緩緩下降。在達位置 II 至 IV 後，因有若干電抗階段插入，下降速度增加。如下降之重其量僅足征服相反對之摩擦抵抗而不足惹起顯著加速運動者，則可令結在位置 0 處(所謂自由落下位置<sup>1)</sup>)；在是處電動子與磁石圈之聯絡斷絕而重自動下降。又如負荷猶較小於是，則令電動機復與導線

<sup>1)</sup>自由落下位置；Freifallstellung.

網聯絡。此時因感流入於電動機內電流之影響發生帶力之下降作用<sup>1)</sup>。為此，操縱器之二位置1及2已夠用。

在有如圖所示之排列時，不問在任何連結位置磁石圈內隨時有電流且其方向不變。然為變更電動機之轉向，電動子內電流之方向在帶力下降時係與上昇時不同。又為發生制動效應，磁石圈與電動子之連結當重物由自重下降時係與上昇時相同，蓋一順捲電動機如不更動結線方向其依相反方向被轉動時能發生電流(參見第63節末前一段)。

使用鼓形操縱器須加相當之注意。司起重機者必須先估計重量之大小而後決定適當之連結階段，俾重物不致過速下降。此外又有所謂安全下降連結者，經此可免重物飛速下降。關於此種連結是處擬不討論。

### 64. 繼電器操縱法。

繼電器操縱法係用在大電動機中，而當電動機常須開關時應用尤大。所謂繼電器<sup>2)</sup>者係一種電磁器具。其經勵發後立即吸引一鐵塊並

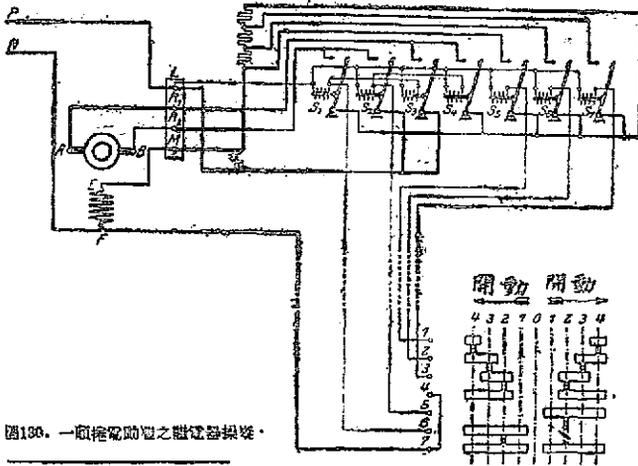


圖136. 一順捲電動機之繼電器操縱。

<sup>1)</sup>帶力之下降作用；Senken mit Kraft. <sup>2)</sup>繼電器；Schütz; relay; relais.

經此而關閉一接觸。爲令一電動機起動須用一組繼電器，各繼電器必須依正當順序勵發。爲此須應用一種小型鼓形操縱器，所謂指導操縱器<sup>1)</sup>。若干繼電器視操縱器之位置被插在於主電流分出之支路內。用繼電器操縱之優點在於可用一小型操縱器，因其毋須連結電動機之全部工作電流而祇須連結一弱度補助電流。操縱器故容易使用；又因在操縱器與在電動機近旁之繼電器之間祇須應用細導線，此器且可設在離電動機之遠處。然須注意不令導線內之電壓降過大，否則繼電器恐不靈敏。

第 130 圖示具二轉向之順捲電動機之繼電器操縱<sup>2)</sup>之結線法（依克洛克納氏<sup>3)</sup>之方法）。繼電器  $S_1$  至  $S_7$  祇用線圖表出，其構造種種不一。在操縱器之零位時，電動機被與電路切開。在左方位置 1 時，繼電器  $S_1$  及  $S_2$  被勵發，其所屬之接觸關閉，電動機內有電流流入而當時在電動機前共插入起動電抗之三階段。在位置 2 時繼電器  $S_2$  又被勵發以致開去一電抗階段，在位置 3 時因繼電器  $S_3$  被勵發又開去一階段以後達位置 4 時全部起動電抗均被短結。如令操縱器向他側旋轉則亦發生與上述相當之起動位置，但電動機之轉向則變，因當時經勵發者非爲  $S_1$  及  $S_2$  但爲繼電器  $S_5$  及  $S_4$ ，電動機內之電流故與前相反，但磁石電流之方向仍不變。

### 65. 繼電自動起動器。

在多數情形下電動機須裝一自動起動器<sup>4)</sup>。起動係受外界影響後開始，例如經曲柄開關或繼電器導入電流之後。然起動電抗之逐漸短結係自動進行。自動起動之方法種種不一。

第 131 圖復示一分捲電動機之繼電自動起動器<sup>5)</sup>之基本的結線法。其中有 4 電抗階段，因此裝有 4 繼電器，繼電器互相順結且與電動子電壓相連結。依順序適於繼電器之電壓均不同， $S_1$  適最小電壓，

<sup>1)</sup>指導操縱器；Meisterwalze. <sup>2)</sup>繼電器操縱；Schützensteuerung. <sup>3)</sup>克洛克納氏；F.Klockner. <sup>4)</sup>自動起動器；Selbstanlasser；automatic starter；démarrateur automatique. <sup>5)</sup>繼電自動起動器；Schützenselbstanlasser.

S<sub>4</sub>適最大電壓。如將電動機之兩極主開關關閉，則起動電抗之全數階段均結在電動機之前。電動機開始轉動之後，電動機電壓增加，電抗階段遂依順序被繼電器短結。

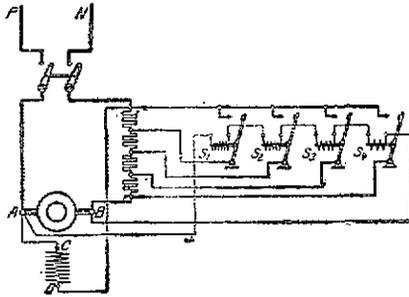


圖131. 一分種電動機之繼電自動起動器。

在上面所述之情形中繼電器之動作由於電動子電壓增加而起；然亦可利用起動電流以操縱之。其一例如在第319圖中就一三相交流電動機而示之情形。

### 66. 轉向極電動機<sup>1)</sup>

在上列諸結線圖中，表示電動機均不帶轉向極。然在可轉向之電動機中以及由弱化電動機磁場以調整其速度之電動機中(參見第56節)，大都均帶轉向極。如在發電機中然，電動機之轉向極亦經電動子電

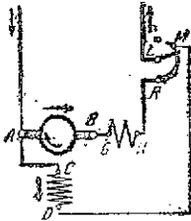


圖132. 帶轉向極之右轉分捲電動機。

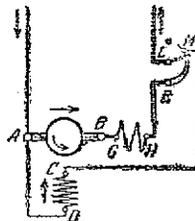


圖133. 帶轉向極之左轉分捲電動機(磁石電流之方向經變更)。

流勵發(參見第32節)，且在電動機中——與發電機中相反——電動子線先經過一主極之前面後經過同極性之轉向極之前。應注意者，假定為倒轉轉向變動電動機之結線情形，轉向極屈

線與電動子之連結仍照舊。

第132及133圖示一分捲轉向極電動機與供右轉及左轉用之起動器

<sup>1)</sup> 極向磁電動機；Wendepolmotor；commutating pole motor.

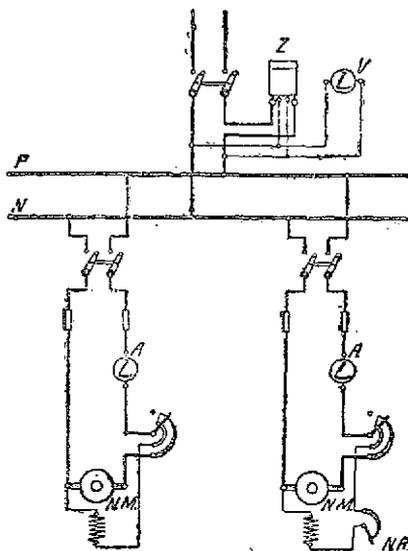


圖134. 直流電動機之結線。

之連結法（又參見第58節）。

### 67. 電動機結線裝置，

第134圖表一直流電動機之開關圖；其範圍不大，可供小工廠之用。其中僅有二分捲電動機 N.M., 但可任意擴充至有更多數之電動機。導線經由一兩極主開關及一瓦時計 Z 以連絡電條 P 及 N。為操縱導線網電壓用一電壓計。由配電條接出達電動機之

二支線，後者照例帶保安裝置及兩極開關。各電動機之負荷可經由電流計隨時確定。其中一機且裝分捲調整器 N.R. 以變更轉數。

配電條，開關，保安具及計器可共同集合在電動機之配電板上，至起動器及調整器則應設在電動機之近旁。

如不用熔解線，電動機又可用一過高流斷路開關保護——為令短期電流衝動失去效應，開關最好帶熱遲延裝置（見第7a節）。有時用帶自動釋放裝置之起動器（參考第55節）。

## 第六章 交流電廠

### A. 交流發電機。

#### 68. 單相交流發電機。

第 135 圖示一單相交流發電機<sup>1)</sup>之結線法。交流發電機之發電子大都固定，故與在直流發電機中不同。此種固定發電子特稱曰定子<sup>2)</sup>。至在中間可轉動之磁石框，稱曰轉子<sup>3)</sup>。發電機電流自定子結線螺釘 U 及 V 導出以導線網。磁石圈線 J K 係經直流電勵發，後者用刷及二刷環導入。為就簡起見，刷與刷環在結線圖中並不表出。勵發電流或即由發電機供給於導線網之電壓係由磁石調整器 q, s, t 調整之。

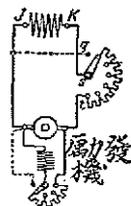
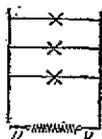


圖 135. 單相交流發電機。

每一交流發電機可帶一勵發機<sup>4)</sup>。圖中假定帶一分捲勵發機；然往往以用一複捲勵發機為宜。勵發機大都直接與交流發電機聯軸。在電力廠內如有一別種直流電源，例如一蓄電池組，則勵發電流可取諸於此。

### 69. 三相交流發電機。

就構造言，多相交流發電機並無與單相交流發電機不同之處，惟其定子含有多數圈而已。三相交流發電機<sup>5)</sup>含有三圈，互以二極距之三分之一相距。是種定子圈可依三角形連結，如第 136 圖所示。耗電之電具係結在由發電機結線螺釘 U, V 及 W 導出之線上，但同時注意將負荷平均分配在三相上。第 137 圖示定子圈線依星形之結線式。在此情形中，圖 138，從三相之共同連結點 O，所謂零電點接出一較細之第四線，所謂零電線，其所以有此名稱者因其當各相負荷相等時不帶電流之故。

<sup>1)</sup> 單相交流發電機；Einphasengenerator; single phase alternator; alter-nateur monophasé. <sup>2)</sup> 定子；ständler; stator; stator. <sup>3)</sup> 轉子；Läufer; rotor; rotor. <sup>4)</sup> 勵發機；Erregermaschine; excitor; génératrice d'excitation. <sup>5)</sup> 三相交流發電機；Drehstromgenerator; three phase alternator; alternateur triphasé.

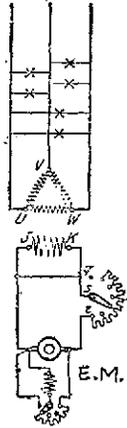


圖136.三相交流發電機之三角形結線式。

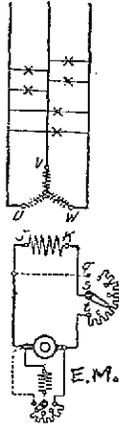


圖137.三相交流發電機之星形結線式。

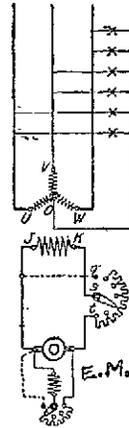


圖138.三相交流發電機之帶零電線之結線式。

在不帶零電線之三角形結線式及星形結線式中僅可有一實用電壓，然在帶零電線之星形結線式中則可從導線網取用二種不同之電壓，因每二主線間之電勢差所謂星結勢差<sup>1)</sup>或星結電壓係較一主線與零電線間之電勢差所謂位相勢差<sup>2)</sup>大1.73倍(詳見電工學第49面)。如第138圖所示，電燈照例係結在位相勢差上，三相交流電動機則結在星結勢差上。

### 70. 自動電壓調整法。

在大電力廠中常用自動電壓調整器，其構造如一快調整器。常用之一種例如德國 AEG 公司 之 地利爾調整器<sup>3)</sup>。第 139 圖示此器之作用原理及其結線法。

三相交流發電機 D.G. 帶一勵發機 E.M.，其電壓經由地利爾調整器維持不變。此種調整器之最重要部分為一接觸裝置，如由結線圖所示

<sup>1)</sup> 星結勢差；Verkettete Spannung；interlinked pressure；tension composée ou entre phases reliées <sup>2)</sup> 位相勢差；Phasenspannung；phase voltage；voltage de phase <sup>3)</sup> 地利爾調整器；Irrillregler；Tirill regulator.

，在二槓杆末端之接觸器 C 及 D 係與勵發機之手用分捲調整器相連結；接觸器 C 與手用調整器之短路接觸位置連結而接觸器 D 則與調整柄連結。兩接觸器接觸後手用調整器內之電抗被短結，勵發機遂供給最大電壓。反之，接觸器分離後，電抗均被插在電路內，勵發機電壓減小。帶接觸器 C 之槓杆在旋點一側受彈簧 F 之作用而在其他一側受與勵發機相連結並作用於一可運動之鐵心上之磁石圈  $M_1$  之磁力之影響。當勵發機電壓達某一定強度時，磁石圈之效應較強，接觸器 CD 遂分離。然此後勵發電壓減小而彈簧之力較強。因感此二種力作用之影響，槓杆向兩側迅速交換擺動而接觸器遂連續迅速啓閉。勵發機電壓故被調整至有不均值。其強度視在若干擺動間關閉時間與開啓時間長短之比例而異。此比例隨接觸器之位置而變。接觸器之位置感發電機電壓之影響，因經過一電壓變動計 Sp.W. 發電機電壓勵發在圈筒  $M_1$  內可運動之磁石；此磁石係與帶接觸器 D 之槓杆相連。如發電機電壓降至正常值以下，則  $M_2$  圈內之磁石因自重而下降，使接觸器 D 上掀，故調整抵抗被短結之時間比較在電路內之時間較大。結果，發生一種較高的平均勵發電壓，而發電機電壓遂增加。如發電機電壓超過正常值，則發生相反之情事。

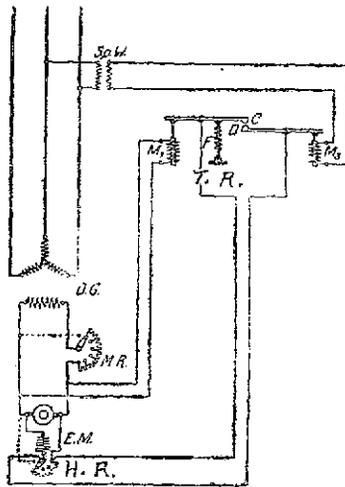


圖139 帶地利爾調整器之三相交流發電機。

用地利爾調整器時，為維護接觸器 CD 起見須增加一種帶堅強接觸裝置之中間繼電器。作用之方式雖然不因此而發生基本的變化但其

作用之方式雖然不因此而發生基本的變化但其

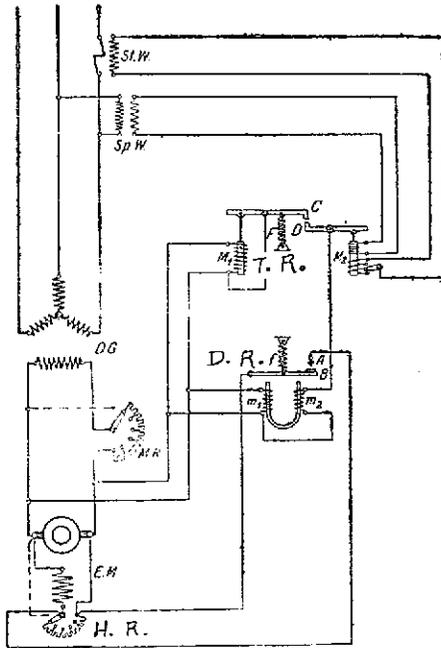


圖140. 勵磁電器之地利爾調整器。

結果，勵發機之磁石電流經手用調整器之抵抗減小，發電機之結線螺釘電壓下降而磁石 $M_1$ 亦僅經弱度勵發。接觸器 $CD$ 由彈簧 $F$ 關閉。然差動繼電器之 $m_2$ 圈因此亦得電流， $m_1$ 之磁效應消滅而繼電器之鐵片因感受彈簧 $f$ 之影響關閉接觸器 $AB$ 。勵發機於是得一較強勵發作用，其電壓增加。結果磁石 $M_1$ 復經較強勵發，接觸器 $CD$ 遂開而流入於繼電器圈 $m_2$ 之電流復斷。至是圈 $m_1$ 復起而動作，開啓接觸器 $AB$ 而此種情事迅速連演不已。在一演中磁石 $M_2$ 對於接觸期間之影響與以前

結線法(見圖140)仍有簡單說明之必要。

從手用調整器之短路接觸位置及曲柄旋轉點接出之導線在是處不如前圖中連接接觸 $CD$ ，但連接觸 $AB$ ，後者經由一差動繼電器<sup>1)</sup>之鐵片迅速交換啓閉。為勵發繼電器磁石用 $m_1$ 及 $m_2$ 二圈，此二圈因相反而捲，其作用相反。圈 $m_1$ (與 $M_1$ 並行)復與勵發機電壓相連結。其作用係與彈簧 $f$ 之力相反。因受該圈之影響，繼電器之鐵片被吸引而接觸 $AB$ 遂啓

<sup>1)</sup> 差動繼電器；Differentialrelais; differential relay, relais différentiel.

所述者正相同。在圖中假定磁石又受第二圈之作用。此圈與一電流變動計之二次圈相連結而電流變動計則係插在從發電機接出之三相交流導線間。如是，線圈內之卷數經一小型調整曲柄調整之後又可補償導線網內隨電流強度而變之電壓降。

須注意者，迅速調整法在帶有勵發機之直流發電機中亦可用。雖然，在交流電力版中其用途最大。

### 71. 交流發電機之差動保護。

為防發電機有過分大之負荷，概在從發電機接出之線內插入帶過高流釋放裝置之油浸開關。然是種對於發電機之保護法尚嫌不完全。例如在發電機與油浸開關間之部分內能發生短路。又發電機線圈內之擾亂亦不能免，對於此二種障礙過高流釋放裝置不發生效力而惟用差動保護可以除去

。在第11節中曾說明由差動保護開去有缺陷之導線。因其效應可靠，此種保護尤其在具有大功率之高壓發電機中多用之。第141圖示一種差動保護之結線法。

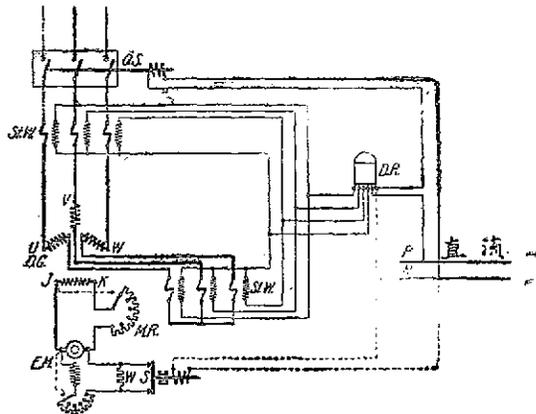


圖141. 帶差動繼電器及磁場衰減裝置之三相交流發電機。

如由圖所示，除在油浸開關近旁有若干電流變動計外，在發電機近旁亦須有若干電流變動計。屬於後者一羣之變動計之一次圈一方面與發電機各相線圈之末端相連結而他方面則互相連結，如是所成之結點成發電機之零電點。為便於裝置變動計，各線圈必須能夠達到。每

變動計之二次圈係依星形連結而一羣之圈線之自由端與他羣相當末端由一補助線連結；又變動計零電點亦互相連結。在正常工作狀況下，結在導線上之差動繼電器D.R.不發生效應，但如在發電機圈線內或在達油浸開關之線內發生不規則情事，則平衡狀態全被破壞；繼電器於是顯出其效應，將一補助電路——在上述情形中為直流電路——關閉，而油浸開關遂開。

### 72. 自動磁場衰減作用<sup>1)</sup>。

發電機因裝過高流保護或差動保護當負荷超過許可的限度時，其電路突被開斷，致在發電機內惹起高電壓；是種高電壓能惹起各種擾亂。為免除此危險起見，乃須設法使發電機之電壓於電路開斷時自動降下。尋常在發電機之勵發電路內插入一抵抗使發電機之磁場強度衰減或如該發電機帶一勵發機則於勵發機之磁路內插入一抵抗亦可惹起相同之效應。在第141圖中磁場衰減裝置與差動繼電器相連，為此所用之線在圖中由斷續線表明，平時衰減磁場之抵抗W被兩極開關S短結，但遇繼電器發生效應時，一釋放圈之電路開閉，釋放開關之阻動機構，致開關閉啓，至是勵發電路內之抵抗W惹起效應而發電機之電壓遂降下。

### 73. 地路保護。

發電機與地發生聯絡時，能惹起種種擾亂(如線卷間起短路)；為此須設法使地路不致起破壞作用。為指出地路用如第27節中所說明之裝置，如用地路繼電器可令發生地路之發電機電路自動開斷，至地路繼電器之構造種種不一，在第142圖中僅示其作用之基本原理，所示之繼電器有似瓦計之構造，所謂瓦計式繼電器。如在瓦計中然，此器亦有一電流圈及一電壓圈，電流圈受插<sup>2)</sup>在發電機導線內之三具電流變動計之並結二次圈之作用，在電壓圈上結一電壓變動計之二次圈，其

<sup>1)</sup>磁場衰減作用；Feldschwächung；weakening of the field；affaiblissement de champ.

一次圈與在發電機零電點與地之間之抵抗 $W$ 或其一部分相連結。如在發電機內發生地路，則繼電器因同時受由電流變動計達繼電器電流圈之電流及經電壓變動計勵發之繼電器電壓圈之影響發生作用。由關閉補助電流之電路，油浸開關遂開，

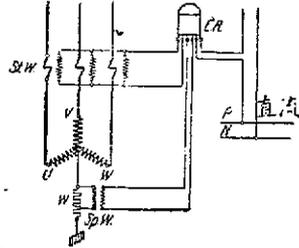


圖143. 帶地路繼電器之三相交流發電機。

有時且使發出一信號。如裝一地路圈或一消壓器則可使地路繼電器與之連合，俾遇發生地路時發出一種信號。

B. 交流電力廠。

74. 裝一低壓單相交流發電機之電力廠。

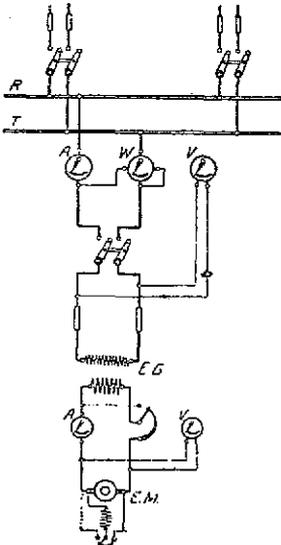


圖143. 低壓單相交流電力廠中之結線法。

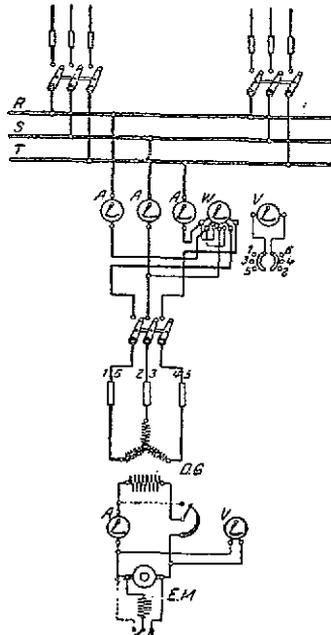


圖144. 低壓三相交流電力廠中之結線法。

交流電力廠其僅有一發電機者惟偶然見之。其結線法如第143圖所示。單相發電機 D.G. 專供發生單相交流電。其勵磁經一分捲勵發機 E.M. 勵發機之電壓可依據電壓計報告而隨時調整之；至勵發電流之強度可在一電流計上讀出。

單相發電機經由保安裝置及一兩極主開關與匯電條 R 及 T 相連結。為管理直流發電機之工作狀況尋常須用一電壓計及一電流計，然在交流電力廠中則照例尚須用一功率計。由各計器之所示可決定功率因數。功率計 W 之結線法全與在第51圖中所示者相同。

### 75. 裝一低壓三相交流發電機之電力廠。

由單相交流電力廠之結線法可導出一三相交流之結線法，圖144。其勵發亦用一分捲發電機。

三相交流發電機 D.G. 之結線法無論依三角形或星形均與電力廠之整個結線法無關，在圖中假定依星形結線法。發電機由一極開關與匯電條 R, S 及 T 相連結。為測計發電機之電流強度，用三具電流計。各線內之電流強度故可分別測定。如各線內之電流強度假定幾乎完全相等，則祇須於一線上裝

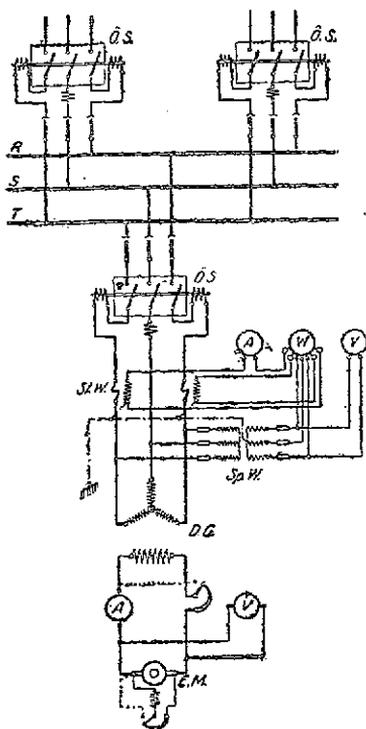


圖145. 高壓三相交流電力廠中之結線法。

一電流計。當時且祇須測計一相之電壓，然遇必要時由用一轉路開關可在—電壓計 $V$ 上依次測出各相之電壓，見圖。至為測計功率可用種種結線法，如在第33b節中已詳細說明，圖中所示之功率計係依二瓦計法連結(參見第58圖)，故其在各相負荷不等時亦能指示真確的功率。

### 76. 裝一高壓三相交流發電機之電力廠。

如在第一及第三章中說明，高壓電力廠之結線圖與低壓電力廠之結線圖頗多不同之處。在高壓電力廠中凡一切發電機及諸重要電路之開與關統用帶自動過高流釋放裝置之油浸開關；更有分離開關以使導線網各部失却電壓；終則為使高壓不接近操縱板(配電板)，凡計器均不直接與高壓相連結，但中間經過電流變動計及電壓變動計。

第14b圖示一高壓三相交流電力廠之結線圖，其中明示上述之各點，但假定依最簡單之情形而設計，為發生電流亦僅用單獨一機D.G，故無預備機。其勵發用一分捲發電機。

高壓發電機與匯電條之連結係經三極油浸開關 O.S. 及三具單極開關。油浸開關之過高流釋放裝置係一種一次直接釋放裝置(依第16圖)而開關各極均有之。為連結計器於導線網，中間經過二具電流變動計 St.W. 及一具三相電壓變動計 Sp.W. 電流計及電壓計惟一相有之，而功率計——依二瓦計法連結(見第62圖)——示發電機之全功率。電流變動計及電壓變動計均在低壓之一側依法接地。又電壓變動計在一次方面及二次方面均經保護(參考第10節)。

由匯電條接出之諸配電線均裝分離開關及油浸開關，後者復帶過高流釋放裝置。依特殊情形在饋電線上可裝電流計，功率計間或又電力計(電功計)，且往往中間經過電流變動計或電壓變動計。

至過高壓保護在圖中並不表明。

### 77. 交流發電機並行工作之一般。

依據與直流電力廠中相同之理由(見第35節)，在交流電力廠中照

例亦可有若干發電機共同供給電流於公共匯電條。

#### a) 單相交流發電裝置。

爲令一交流發電機可與已在工作中之另一機並行連結，先須令其有與另一機相同之電壓及同相性<sup>1)</sup>或同期性<sup>2)</sup>，同期狀態係當兩機電壓周期的變動完全同期時發生，故即當發電機有同周數時發生。二發電機一經並結之後，同期性在工作期間經發電機間之同期化力<sup>3)</sup>一般保持不變。

爲便於比較二機之周數常用周數計(見第29面)。最簡單的同期計<sup>4)</sup>爲一驗相燈<sup>5)</sup>，此燈爲一種適於二倍工作電壓之熾熱燈。用時令將並結之發電機之電壓及已在工作中之一機之電壓或匯電條電壓對於該種熾熱燈發生效應。當發生同期狀態時，兩電壓對於該燈之效應完全抵消。燈之暗闇故爲同期狀態之標記。在同期狀態尚未實現以前，該燈交換明暗不已。一具適於二倍工作電壓之電壓計(驗相弗計<sup>6)</sup>)亦可代用。兩機同期時，電壓計指出零度偏向，故即與燈呈暗闇狀態時相當。爲此以用一零位相弗計<sup>7)</sup>爲宜。所謂零位相弗計者係一種對於小電壓感覺特別靈敏之計器。

第146圖示對於二單相交流發電機E<sub>1</sub>G<sub>1</sub>L<sub>1</sub>及E<sub>2</sub>G<sub>2</sub>L<sub>2</sub>適用並由驗相燈L及驗相弗計V所組成之一同期計S.A.之連結法。同期計係與匯電條R及T連結，故可用一轉路開關使兩發電機各與匯電條同期化。同期計使同性匯電條及發電機極互相聯絡(R與U<sub>1</sub>,U<sub>2</sub>相屬；T與V<sub>1</sub>,V<sub>2</sub>相屬)。令發電機1並結時，轉路開關占1-2位置。同期計之電路經

<sup>1)</sup> 同相性；Phasengleichheit；phase coincidence；concordance de phases  
<sup>2)</sup> 同期性；Synchronismus；synchronism；synchronisme。<sup>3)</sup> 同期化力；synchro-  
 ronisierende Kraft；synchronizing force；puissance synchronisante。<sup>4)</sup> 同期  
 計；Synchronismusanzeiger；synchronizer；indicateur de synchronisme。  
<sup>5)</sup> 驗相燈；Phasenlampe；phase lampe；lampe-témoin。<sup>6)</sup> 驗相弗計；Phasenvolt  
 meter；phase voltmeter；phase-voltmètre。<sup>7)</sup> 零位相弗計；Nullvoltmeter；zero  
 voltmeter；voltmètre de zéro。



在三相交流電力廠中在令發電機工作以前務令諸發電機之各相依同一順序與匯電條相連結。為證實此點乃在將與另一機並結之三相交流發電機之導線上依如第 148 圖所示之方法插入三燈。當驗同相性時各燈如同時亮而同時暗者則證實發電機與匯電條連結不誤。否則須令其三線中之二線交換與匯電條連結。

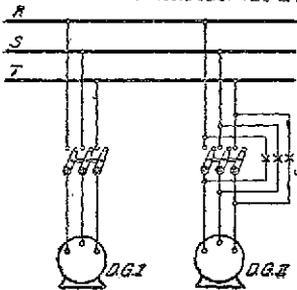


圖 148. 在一低壓三相交流發電機上用同期計以驗相之順序。

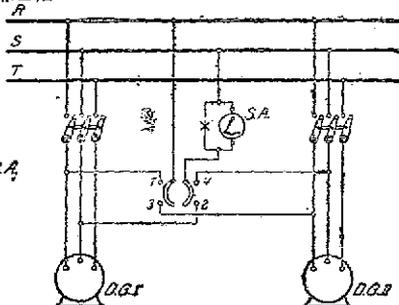


圖 149. 一低壓三相交流發電機裝設中之同期計(與匯電條比相之同點性)。

俟證實導線連結正當之後，則雖發電機為三相交流發電機亦止須檢驗其一相之同期性，如依第 149 圖之連結所示。此種連結全與第 146 圖就一單相交流發電機中之連結相當。

在第 150 圖中示各相直接在發電機間而非經由匯電條間接比較之

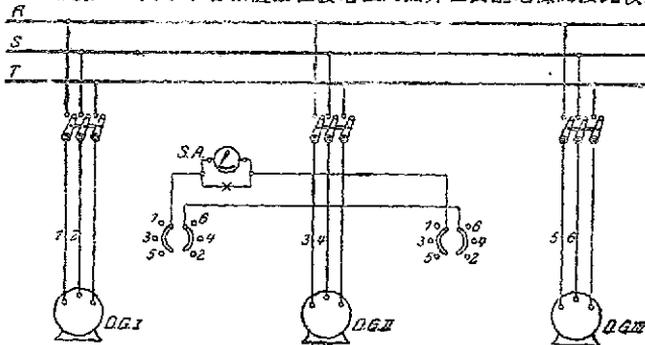


圖 150. 一低壓三相交流發電機裝設中之同期計(相之同點性直接在發電機間檢驗)。

結線法。在此情形中須用二轉路開關，各開關且須有與機數等多之連結位置。發電機與轉路開關間之連結線均編號。一轉路開關與將並結之機連結而其他一轉路開關與已在工作中之一機連結。

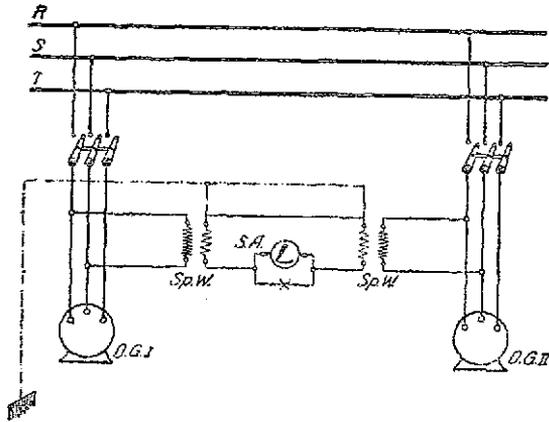


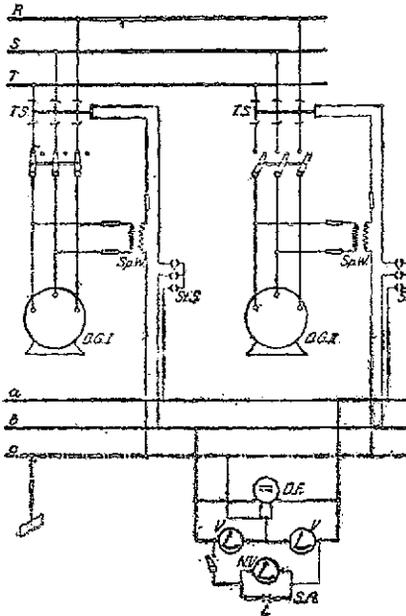
圖151. 一高壓三相交流發電廠中之同期計(相之同期性直接在發電機間檢驗)。

高壓三相交流發電機之並結或可依如第 147 圖就單相交流發電機所示之方法；依此，同期性間接經由匯電條比較，或各機之相亦可直接互相比較，如在第151圖中就二機所示之情形然。

爲使各相在發電機與發電機間可直接比較復有另一種並行結線法，如由第 152 圖所示。此結線法可擴大至適於任何多數之機。同期裝置包括一相燈  $L$  及一零位弗計  $N.V.$ 。此外與之連結者并有一複式周數計<sup>1)</sup>  $D.F.$ ，故由比較二發電機之周數可確定擬使與別機同期之一機其運轉是否過慢或過速。終則各機均有一電壓計以測各機之電壓。是種爲並結所須之計器均互相連結，而全部與各機之連結經由同期條  $a, b$  及  $c$

<sup>1)</sup> 複式周數計；Doppelfrequenzmesser；double frequency meter；fréquence-mètre à deux systèmes.

(後者接地)及檢開關<sup>1)</sup> St.S. 不問發電機機數之多少，全部裝置祇有



二枚雙極栓。短者可使開關之二隣近接觸片相連結——相同的接觸片在圖中由一點表明——，長者可使二枚最外接觸片相連結。如在使與已在工作中之一機同期之一機用短栓則已在工作中之一機祇可用長栓。為並結所須之計器，故被保證與發電機發生正當之連結。當分離開關閉時，計器之電路始關閉，為此在分離開關中用一補助接觸。由此法可防裝置中電路已開

圖163. 帶同期化線之高壓三相交流發電裝置中之同期計、斷之部分復由電壓變動計使呈帶電壓之狀態。

### 78. 交流電力廠之基本結線法。

就高壓發電機而論其一般的配置可依下列結線圖所示者區別之。各圖對於單相交流及三相交流均適用，且因其中祇須示電力之方向故祇表出一極。至其他非重要部分則在圖中均經略去。

在第1.3圖中交流發電機G經由帶過高流釋放裝置之油浸開關 Ö.S. 及分離開關直接與匯電條 S 相連結。由匯電條乃接出任意多數之配

<sup>1)</sup> 檢開關；Stöpselschalter; plug switch; comutateur à cheville

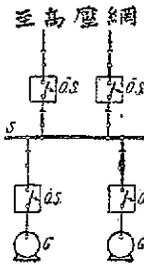


圖153. 不裝變壓器之一高壓三相交流電力廠中之電路。

電線。是種配置祇於配電線電壓在發電機本身可有時用之。其今日之限界約在 25000 弗。

如欲惹起較高之電壓則須用變壓器，如在第 154 圖中假定此種情形，各發電機供給電流於一變壓器 T 而後者則輸電流於匯電條。故一發電機似與其變壓器成一單位。變壓器固以變電壓為其

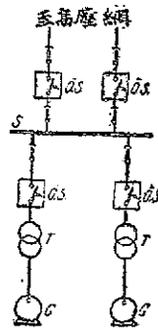


圖154. 裝變壓器之一高壓三相交流電力廠中之電路。

主要用途，但其用焉又另有理由，例如經置在發電機前之變壓器之高自誘率，短路電流遂被抑制。又因有變壓器，過高電壓及其他導線網擾亂不能到達發電機。反之，用變壓器之弊，如因此器損傷而失去效用時，與之相連結之發電機亦失去效用。此為其在應用上被限制之一點。

然如有如第 155 圖所示之配置則此種限制可不復存在。是處有供二種不同電壓用之匯電條：匯電條 S I 有發電機電壓或低電壓而匯電條 S II 有變壓器電壓或高電壓。在工作中之機數及變壓器數於是均可隨便且變壓器數此時可不隨機數而定。變壓器上大都用保護開關 S, S (參考第 9 節)。

據工作安全理由，凡大電力廠大都依複匯電條式而裝置，其中在高壓一方面用二組匯電條，然在高壓與低壓二方面各用二組匯電條者間或亦見之。由在適當處裝置分離開關可令全數發電機，變壓器，配電線等結在一組匯電條或他組匯電條上。遇必要時故可從一組匯電條依先令其失却電壓後增加配電線，同時工作不必停止。是種複式匯電條其一例如第 156 圖所示，對於所謂與全導線網給養有關之開關裝置給予所願望的後備。在圖中 A 及 B 表每一電壓之二匯電條組。由一聯絡開關 K, S 可令此相屬之二匯電條組互相並結，且由一組轉結至另一

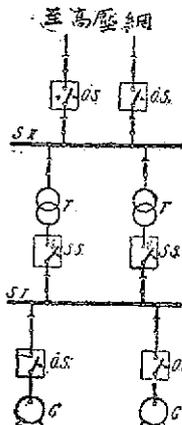


圖155. 變壓器及中間變電所之一高壓三相交流電力廠中之電路。

組時中間工作並不間斷。

如欲使電力廠具有特別大的適應性而可適應隨時可能的工作狀況，則可令發電機採取順並連結式<sup>1)</sup>。

1) 凡依此式連結之發電機之此一羣或他一群可安然脫離工作以備修理及供擴充工作範圍或供實驗之用。在第157結線圖中假定各發電機(恰如第154圖中)均帶某一定變壓器。

隱電條組 A 為各羣之公共隱電條組；反之，隱電條組 B 依發電機羣之數分為三部，各分部仍可由聯絡開關互相連絡。如於已在工作之發電機羣上加入另一發電機羣，則常起電流的衝動。

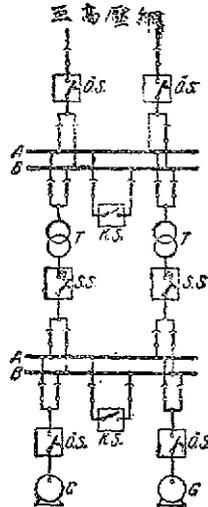


圖156. 變壓器及極式隱電條之一高壓三相交流電力廠中之電路。

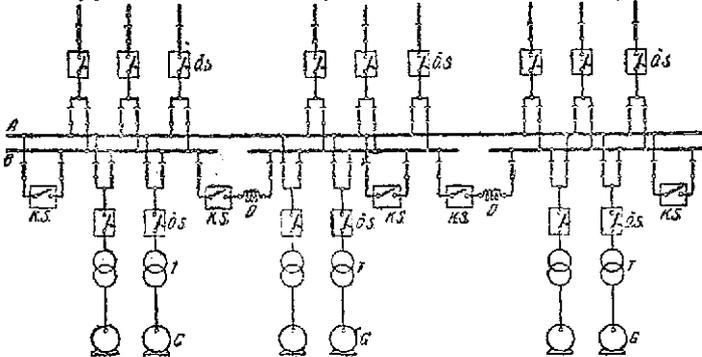


圖157. 順並連結式發電機羣之高壓三相交流電力廠中之電路。

<sup>1)</sup> 順並連結式；Gruppenanschaltung；series-parallél connection；montage en série-parallèle.

爲減輕此種衝動，則於供聯絡發電機用之開關上添設一種限制電流強度之過高流阻電圈 D。

### 79. 關於勵發之結線法。

在電力廠中，發電機大都帶勵發機，是種配置尤以當用汽輪機轉發電機時爲最普通。汽輪發電機係與其勵發機直接聯軸。發電機磁石圈線之負極接地，如由第158圖就一三相交流發電機所示之情形。在未經勵發之發電機中被斷流線（由斷續線表明）短結之磁石圈（假定發電機與導線網錯結）以後可不致有危險高壓侵入。

如欲在電力廠中有一公共勵發裝置，則須設特別勵發匯電條組，後者與有相當功率之直流發電機（大都爲分捲發電機）相連結而

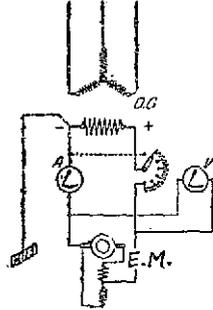


圖158. 磁石圈接地者之三相交流發電機。

由發電機連合一蓄電池組供給電流。各交流發電機之磁石電流均從是種勵發匯電條導出。至關於直流電力廠種種可能之結線法已在第四章中述及。是處僅就關於勵發之西門子廠式作簡單說明。如由第159圖所示，其中有二具直流發電機 G.D. 負勵發條 N 接地，如是可防有高壓侵入於發電

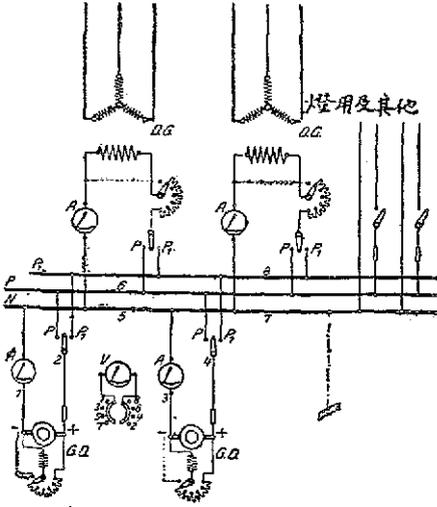


圖159. 三相交流電力廠中之勵發裝置。

機之磁石隔內。此外凡從勵發匯電條接出之導線毋須再裝開關及保安線，正匯電條有二，P及P'而由轉路開關可將發電機及支線結在此一條上或他一條上，此種連結有時頗須要之，例如為檢驗一3相交流發電機本身或其他部分，可令該機由與別機不同之匯電條電流勵發。

### 80. 過高壓保護之一般的配置。

在高壓電力廠中凡分出之導線照例分別各有過高流保安裝置而發電機及變壓器可於匯電條上有一公共保護裝置，至於在各具發電機之前插入保護阻電圈或保護蓄電器則亦不與此意相抵觸。經由保護裝置可將過高電壓導入地中，故是種裝置可共同結在一接地線上。此接地線應分別而設而並非如在第10節中為連結諸變動計二次圈之接地線。

### 81. 交流電力廠自身所須之設備。

在大電力廠中關於廠內供電動機用或燈用之電能須予以特別之注意。由一與高壓相連結之家用變壓器<sup>1)</sup>可惹起所冀望之慣用電壓，例如<sup>2)</sup>弗電壓。至於在信號及繼電器上常須用直流，又為安全起見，機器室內一部分之燈電係由蓄電池組供給，因此亦須有直流電以充蓄電池組。如廠內有公共勵發設備(參考第79節)，則所須之直流電可從是導出，例如在第159圖中所示者然。此外廠內宜備一種有相當功率之變流器<sup>2)</sup>或整流器<sup>3)</sup>。關於廠內本身所須之設備其例如在第86節及88節中所述。至關於帶一整流器之是種設備之一詳細之例則將在第169節中討論之。

### 82. 低壓三相交流電力廠。

在第160圖中復示一3相交流電力廠中之結線法，其中二低壓發電機供給電流於匯電條R,S,T且有一公共勵發設備。三相交流發電機之磁石電流係從直流匯電條P及N導出。

<sup>1)</sup>家用變壓器；Haustransformator; house transformer; transformateur domestique. <sup>2)</sup>變流器；Umformer; convertter; convertisseur. <sup>3)</sup>整流器；Gleichrichter; rectifier; rectificateur

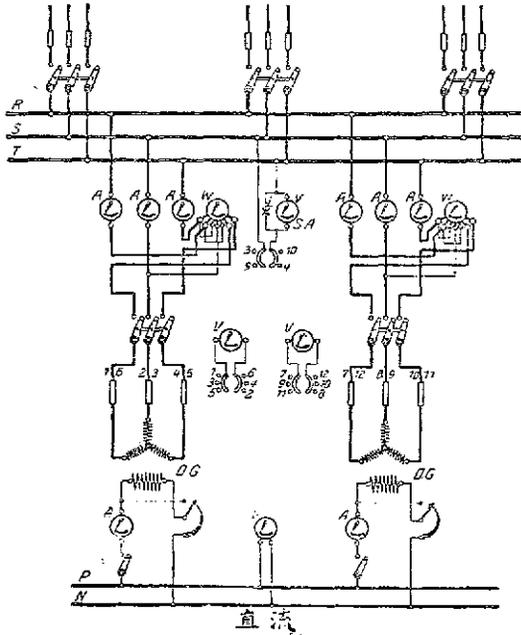


圖160. 低壓三相交流電力廠。

至於必須的開關，計器等則已在第144圖中指出。同期計之連結則如第149圖中所示。其轉路開關具有與發電機數同多之結線點對。

### 83. 帶油浸開關直接釋放裝置之6000弗高壓三相交流電力廠。

第161圖示一高壓交流電力廠之開關圖，其電流為三相交流，蓋單相交流電力廠頗少(惟電車電力廠)且其結線法易從三相交流電力廠之結線法導出。其開關圖根據第153圖關於電路之結線圖。電力廠電壓約有6000弗。發電機各帶一槓捲勵發機。

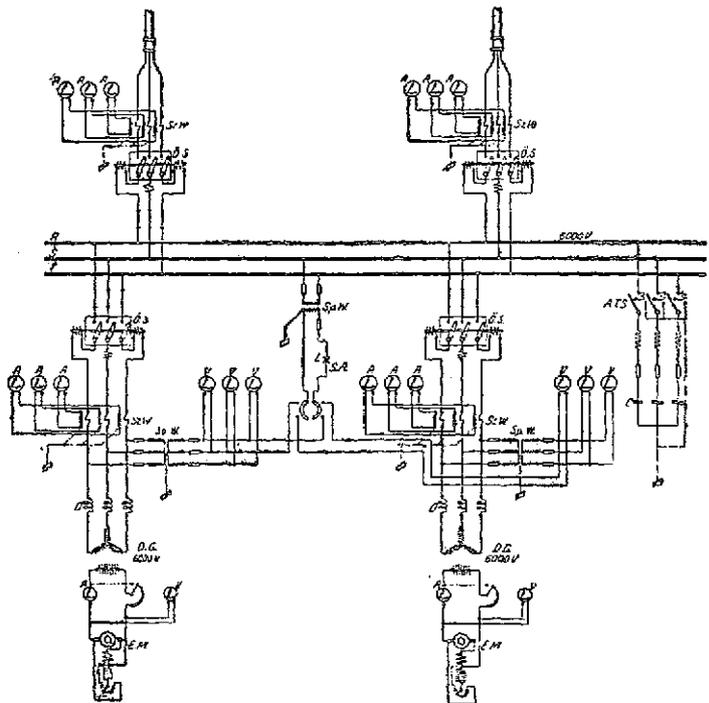


圖161. 6000弗高級三相交流電力廠。

這將發電機與匯電條之三極油浸開關 $O.S.$ 具有一次直接過高流釋放裝置(依第16圖), 且是種釋放裝置每相均有之。為便於用低壓計器測發電機電流之強度在發電機各導線上裝一電流變動計  $S.W.$ , 又各機之電壓亦可由三相電壓變動計  $Sp.W.$ , 依各相測定。在電壓變動計之一相上又連結用充同期計之驗相燈 $L$ , 後者經另一變動計與匯電條相連結(參考第149圖)。

從匯電條經過三極油浸開關接出遠配電網之電綫, 自動過高流釋

放裝置係與發電機開關所有者同。電纜內電流強度仍可依相分別讀出。凡送匯電條或從匯電條接出之導線均裝分離開關。

過高壓保護有蓄電器  $C$  及衰減抵抗，並經由一種分離開關 A.T.S. 與匯電條相連結。關閉分離開關，先令保護抵抗插在蓄電器之前以消滅由蓄電器與阻電圈  $D$  合作而起之電壓波動。阻電圈係插在發電機之前以防遊波。如將分離開關向另一方向移動，則蓄電器羣接地，失却殘餘之負荷，故人體與之接觸時不發生危險。為令蓄電器羣於一蓄電器內電荷突擊空隙而過時自動與導線網分離乃設保安裝置。

電流變動計及電壓變動計二次圈接地之諸極係與一公共接地線相連結。是種情形在結線圖中並不顯出，而往往凡須接地之各點係單獨表出。在後面關於較大電力廠接地之情形大都依同法在開關圖中表明，故凡關於變動計及過高壓保護(參考第80節)之接地線在結線圖中並不完全顯出。

#### 84. 帶油浸開關繼電器釋放裝置之15000弗高壓三相交流電力廠。

在第162圖中關於一3相交流電力廠之開關圖——其工作電壓假定有15000弗——亦可由第153圖所示之結線圖導出，但與前面開關圖相較則相差之處頗多。是處供三相交流發電機用之勵發電流係取諸特別勵發條  $P$  及  $N$ 。又高壓油浸開關帶有繼電器釋放裝置。每一發電機可有二具過高流繼電器，後者依二次動作(依第17圖)。用充補助電流之直流係取自勵發匯電條。開關位置經由信號燈  $L_1$  及  $L_2$  指出(參考第13圖)。關於繼電器照例用工作結線式(在結線圖中亦假定之)，但開或亦用靜止結線式，俾遇補助電流因某種理由而間斷時，繼電器可惹起效應。除有二過高流繼電器外，復有一方向繼電器(或倒功率繼電器)，後者遇電能方向轉換時惹起效應(圖19)並由此阻止一時變作電動機之發電機從匯電條納取電流。至於計器則每一發電機均有一電流計，一電壓計及一功率計。全部之測計既限在一相上為之，故祇須一電流

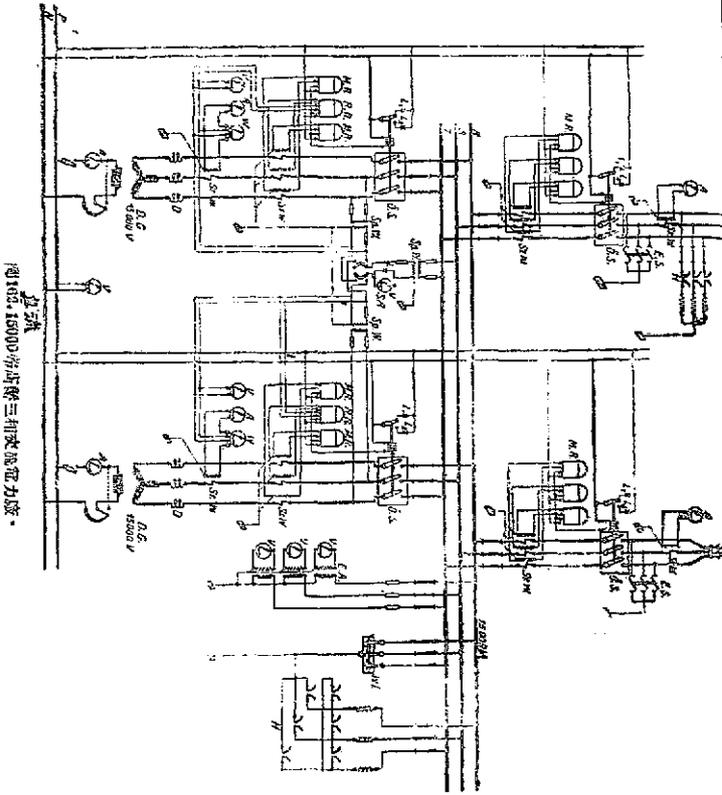


圖 105. 15000 伏特三相交流電力廠。

變動計及一單相電壓變動計，該電壓變動計且可使由驗相燈及零位相  
非計所組成之同期計發生動作。

在結線圖中假定一輸電線為架空線<sup>1)</sup>（亦稱自由線），其他為電纜  
<sup>2)</sup>，是種導線之油浸開關在各極均裝過高流釋放裝置，反之，電流之

<sup>1)</sup> 架空線(自由線) · Freileitung; aerial wire; ill aérien. <sup>2)</sup> 電纜; Kabel;  
cable; cable.

測計則限於導線之一極。爲防在是種線上工作時發生危險。俟令其與  
 匯電條分離後復須令其接地。其法由關閉連在導線上之接地開關E.S.

爲便於隨時檢驗全部裝置之絕緣狀況，令一地路計E.A.與匯電條  
 相連結。其弗計係結在電壓變動計上，而後者之一次圈經由一極與地  
 相連結(參見第71圖)。

爲防有過高電壓侵入，凡匯電條均裝角隙避雷器H，後者依星形  
 三角式連結，故導線對於導線及對於地均經保護。爲導去靜電荷用  
 放射水式避雷器<sup>1)</sup> W.E. 至遊波則由阻電圈阻止其侵入發電機。架空  
 線復有一種形如角隙避雷器之高壓保護器。

### 85. 裝 35000 弗變壓器之高壓三相交流電力 廠。

第163圖示依第154圖所表之電路結線圖而設之一3相交流電力廠  
 之開關圖。其中示每一發電機均有其變壓器以提高其電壓。發電機電  
 壓可有 6000 弗，而匯電條電壓，換言之，變壓器之高電壓可達3 500  
 弗。此開關圖根據西門子廠之計劃。

如在前一開關圖中然，在本圖中亦示一公共勵發裝置。發電機直  
 接與其變壓器相連結，發電機主開關係在變壓器及匯電條之間。爲預  
 防發電機負荷過分起見，開關各極均帶一次繼電器釋放裝置。繼電器  
 之補助電流可由勵發條供給。屬於發電機之計器其在變壓前，故即在  
 600弗之一方面者中間經過變動計。功率計 W 係依二瓦計結線法而連  
 結，其中應用一具帶二圈並依開三角形形式連結之電壓變動計(參考圖  
 62及63)。在後者之一相上結並結裝置。是種並結裝置與在第152圖中  
 所示者相當而發電機分離開關均帶補助接觸。在由匯電條接出之架空  
 線上之油浸開關如發電機開關然均經調整。每線含有一具呈二瓦計結  
 線式之電功計Z。

<sup>1)</sup>放射水式避雷器；Wasserstrahlerder; water jet typ. lightning arrester;  
 déchargeur continu à jet d'eau.

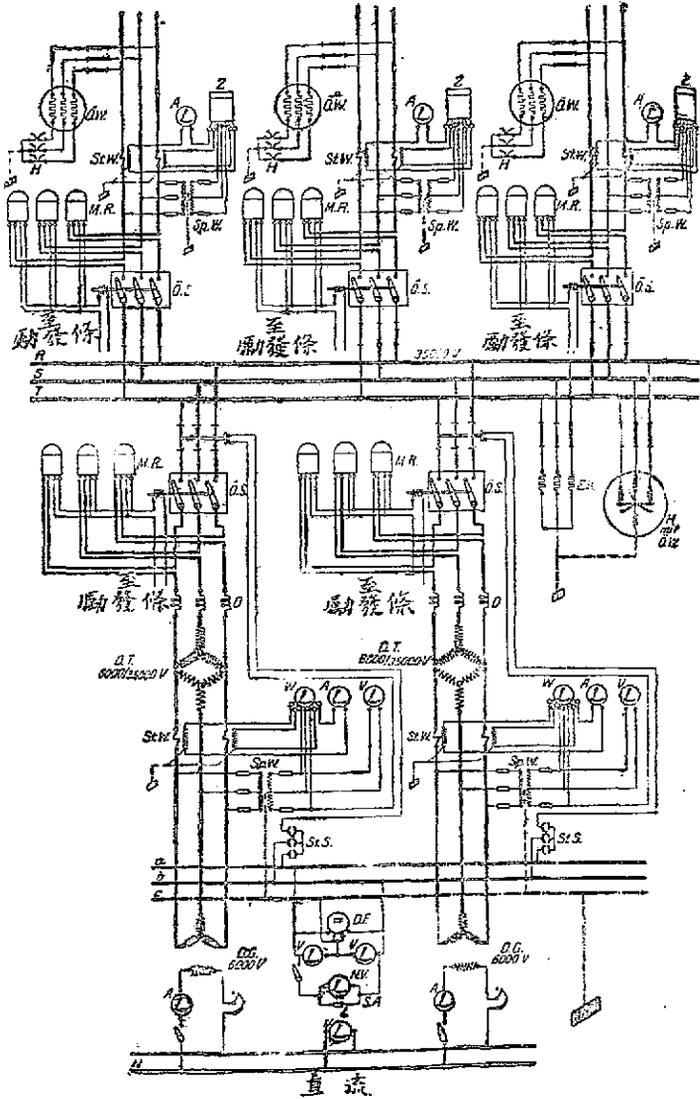


图103. 裝35000弗變壓器之高壓三相交流電力廠。

爲使過高壓不致惹起損害起見，在匯電條上結一帶油浸抵抗  $O$  W。並依西門子廠特種計劃而設之星形三角形保護器H.角隙避雷器係裝在一筒形鐵器之蓋上，在四具避雷器中其外邊之三具各與一匯電條相連結而中間一具則接地。鐵器盛油至滿，爲供容衰減抵抗之用。由應用熱安全裝置——在圖中並不顯出——可預防油有過高之溫度。過高靜電壓經由接地抵抗 E.W.導出。在變壓器之前插阻電圈<sup>1)</sup>。架空線帶有油浸抵抗之角隙高壓保護器。

### 86. 裝30000弗變壓器及變壓器轉路條之高三相交流電力廠。

在第164圖中所示之一大電力廠之開關圖如前一圖然係根據第154圖所表明之電力結線圖，且亦與西門子廠之計劃相符。然其中取單極表示法。爲清楚計，各種細目，例如計器等全不載入。

在電力廠中有三具三相交流發電機。三機各與一勵發機聯軸。發電機電壓約爲8000弗，各機輸電流於其有等大功率之變壓器。然由用一種特別轉路條可令一發電機亦可與任何別一變壓器相連結。其轉路條係用相當分離開關。變壓器將電壓變至30000弗並係與複式匯電條——A及B表示二匯電條組——相連結。此式之優點已在第78節中詳細說明。

油浸開關連結變壓器及匯電條，其構造如一保護開關<sup>1)</sup> S.S.並帶過高流時限繼電器<sup>2)</sup>。又二匯電條相之聯絡開關<sup>3)</sup> K.S.亦同。其裝置適於遠距操縱但在結線圖中並不顯出。爲便於檢驗油浸開關必須令插在前面之分離開關確實開啓。如從油浸開關電池不能瞭見分離開關之位置則在範圍較大之電力廠中應用一種記號燈以指出分離開關之位置。如是可免錯在有電壓之電池內工作且爲免除因燈燒毀或導線損壞而

<sup>1)</sup> 保護開關；Schutzschalter；protection switch；interrupteur de sécurité.

<sup>2)</sup> 過高流時限繼電器；Überstromzeitrelais；excess current time relay；relais à temps de surcharge. <sup>3)</sup> 聯絡開關；Kupplungsschalter；connection switch；interrupteur d'interconnection.



以指出油浸開關之開關位置以免誤觀在帶電狀況下之分離開關。至接出之導線，三線為架空線，二線為電纜，且均帶保護開關。

為防過高壓，二匯電條組各有帶油浸抵抗之一星形三角式保護及一地阻電圈。後者經由一前置抵抗及高壓保安裝置與匯電條連結，同時供操縱絕緣計器之用(參考第27節終段)，又在發電機及變壓器之間亦裝一角隙保護。在變壓器 30000 弗一方面之前及在高壓電纜中復有保護阻電圈，又電纜與發電機間用電纜連結復予發電機以一種對於過高壓之保護。電纜有對於二倍工作電壓絕緣之能力(參考第1<sup>o</sup>節)。

為供給廠內本身所須之電壓(參考第81節)設一特別三相交流變壓器，後者係結在30000弗匯電條上並惹起380/220弗之電壓(參見第184圖)。又由一種具異期電動發電機(見第152節)構造之變壓器發生帶330 弗電壓之直流，另有一小蓄電池組以蓄直流電。又燈線之一部分可任意令結在三相交流導線網或直流導線網上，如在第 161 節中已述其梗概。燈內尋常用三相交流，但遇三相交流電壓降下或失却時經由一自動轉路開關轉結在蓄電池組上。

### 87. 裝6000及60000弗變壓器及匯電條之高壓三相交流電力廠。

由第 165 圖所示之開關圖中表明有二組匯電條；一組帶8000弗發電機電壓，他組帶 60000 弗變壓器高電壓。此種開關圖故與一般電路結線圖(圖155,156)相當。

凡與各油浸開關除聯絡開關 K.S. 外相連結之過高流保護為一種一次繼電器釋放裝置。繼電器用閉電路電。補助電流為從電壓變動計導出之交流(參見第18圖)，變壓器之油浸開關有如保護開關之構造。分離開關帶有三極以便易於由一匯電條組轉結在另一匯電條組。計器及同期計之排列與在前一開關圖中相同。發電機各與一周數計 F 相連結。

從 60000 弗匯電條接出若干通達導線網之架空線。又為便於供給

電流於廠附近之區域乃由6000弗匯電條接出一架空線。

由依星形三角形連結之角隙避雷器H及地路阻電圈E、D組成並結在匯電條上之過高壓保護在6000弗及60000弗之一側均有之，故過渡至別一匯電條組時毋須轉結。在變壓器前之阻電圈及架空線之角隙高壓保護器完成過高壓保護裝置。

### 88. 裝6000及100000弗變壓器及匯電條之高壓三相交流電力廠。

圖166示依德國 AEG公司之計劃而設之極高電壓三相交流電力廠之開關圖。如前圖然，此圖亦與第156圖所示之電路結線圖相當，然僅示其一極，且凡所有細目其為明瞭此計劃並非重要者均不載入。二具帶勵發機之大三相交流發電機以6000弗工作電壓供給電流於複式匯電條。發電機開關帶自動過高流釋放裝置及倒流釋放裝置。

二具與發電機同功率之變壓器將電壓自6000變至100000弗，有此電壓之匯電條亦成對存在。發電機在一次一側呈三角形連結而在二次一側呈星形連結。油浸開關帶遠距操縱裝置且除裝過高流繼電器外又裝保護變壓器之差動繼電器(參見第94節)。在變壓器6000弗一側之開關帶保護抵抗。又在變壓器兩側之開關由電流互相聯絡故遇繼電器發生動作或用手在遠處開啓時當初無保護抵抗之開關先開啓而後此開關達斷路位置後，保護開關亦開啓。反之，俟保護開關占關閉位置後始可將不帶保護抵抗之開關插入。卸去負荷之變壓器之磁化電流之開斷或插入極用帶保護抵抗之開關，故過高電壓可不致發生。又由100000弗匯電條接出之架空線各裝一油浸保護開關。此外在線內復裝一接地開關。

在6000弗匯電條上又有一具將電壓變至15000弗之變壓器且直接與一架空線相連結。

為防遊波侵入，在變壓器之前插入一種阻電圈。又於變壓器之二次零電點連結沛地生地路圈(P.D.)(見第13節)。此外並無其他過高



應保護，不過使全部裝置絕緣至達安全程度為止。

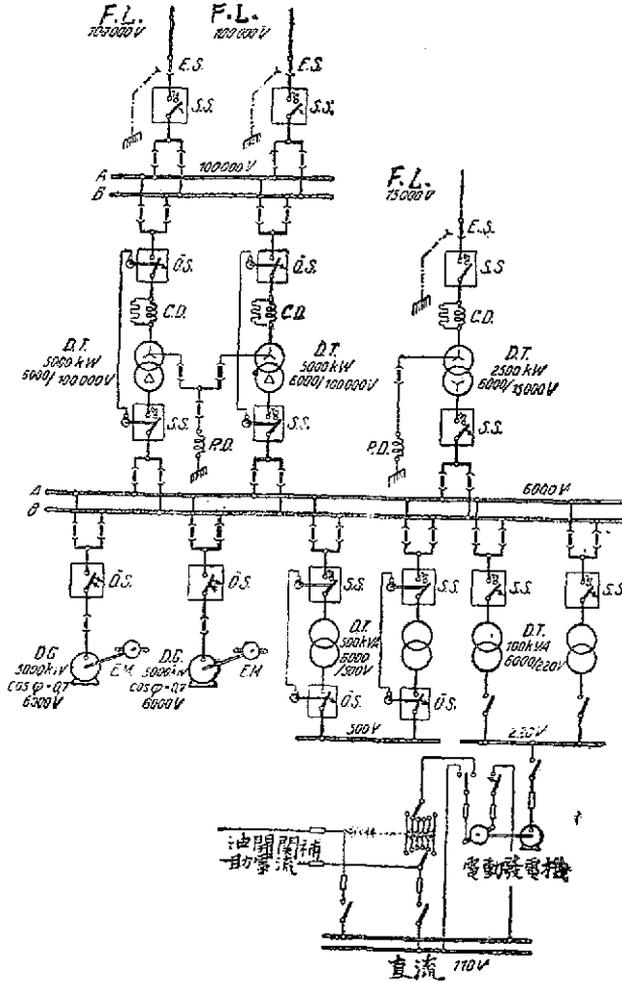


圖166，裝100000及15000安培開關及8000瓩中間斷電線之高壓三相交流電力廠。

爲供局處之需要亦可令電壓變小而達500弗，爲此用二具結在6000弗隱電條上之變壓器。此外因在廠內須有220弗電壓，爲此再添二變壓器。此種低壓電流由用一電動發電機(整流器)使其變爲直流後可供廠內燈用或用以充節制油浸開關之繼電器之補助電流，如再設一小蓄電池組則電力廠之工作安全性增加，蓋如是廠內復有一獨立的電源而如遇廠內之三相電壓因強被短結致小變流器亦不能依規則工作時，油浸開關釋放裝置可由蓄電池組供給電流。根據是種理由，釋放裝置之電路往往直接與蓄電池組連結。

## 第七章 變壓器站及開關站。

### A. 變壓器。

#### 89. 單相交流變壓器。

應用變壓器之目的爲將一交流之電壓變爲較高或較低之電壓。爲此變壓器須具有二圈，其一曰一次圈，其他曰二次圈。一變壓器之變壓比係與二圈卷數之比有關。變壓器大都裝在盛油至滿之箱內特稱曰油浸變壓器<sup>1)</sup>。

第 167 圖示單相交流變壓器<sup>2)</sup> 線圈之連結法。高壓

交流係導入於UV圈內而低壓實用交流則由 uv 圈導出。耗電器係由若干電燈表明。在前述情形中，U V 表一次圈而uv表二次圈。然如將電壓變爲較高之電壓則情形全相反，此時uv作一次圈，U V 用作二次圈。在此二情形中凡大號字母表高壓一側之結線螺釘，小號字母表低壓一側之結線螺釘。



圖167. 單相變壓器。



圖168. 單相變壓器之結線圖式

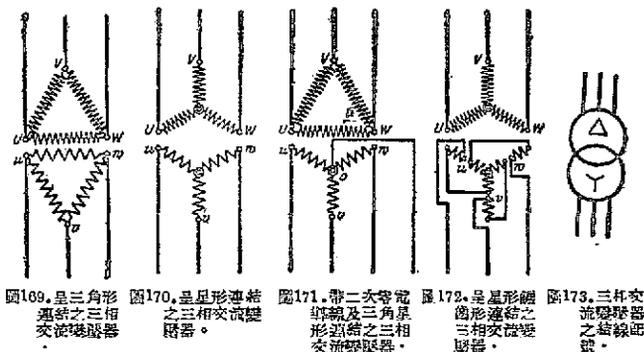
第 168 圖示德國電機工程司協會之表示單

<sup>1)</sup> 油浸變壓器：Oil transformer; oil cooled transformer; transformateur à l'huile. <sup>2)</sup> 單相交流變壓器：Einphasentransformator; single phase transformer; transformateur monophasé.

相交流變壓器之簡單圖示，其中示一次路與二次路之磁性的相互關係，

### 90. 三相交流變壓器。

在三相交流電力廠中為變動電壓可連結三具單相交流變壓器。然尋常照例以用一具有相似構造之三相交流變壓器<sup>1)</sup>為宜。此器每相均有一個一次圈及一個二次圈。各相之線圈可呈三角形或星形連結。又鋸齒形連結<sup>2)</sup>尋常亦用之。變壓器一次方面及二次方面可選不同方法而連結。結線螺釘之記號其在高壓一側者為 U, V, W, 其在低壓一側者為 u, v, w. 如欲導出變壓器一側之零電點，則此點由 O 或 o 表明。第 169 以至 173 圖示變壓器之若干連結方法。



第 173 圖示德國電機工程司協會之表示三相交流變壓器之圖示。

### 91. 單圈變壓器。

單圈連結式之變壓器祇帶有一圈。如令其與一次電壓相連結，則可導出任意較小之二次電壓。第 174 圖示供單相交流變壓用之一單圈變壓器<sup>3)</sup>之結線圖，其中示二次電壓為一次電壓一半時之連結情形。此種變壓器然亦可用以變較高電壓之用。又三相交流變壓器亦可呈

<sup>1)</sup> 三相交流變壓器；Drehstromtransformator; three phase transformer. (或 rotary current transformer); transformateur triphasé. <sup>2)</sup> 鋸齒形連結；Zickzackschaltung; zigzag connection; connexion zigzag. <sup>3)</sup> 單圈變壓器；Spartransformator; balancing transformer, transformateur diviseur de tension

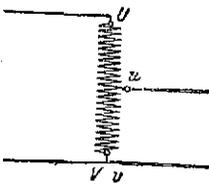


圖174.呈單相連結式之單相交流變壓器。

單圈連結式，呈是種連結式之變壓器其用途不廣，因其低壓圈與高壓圈間不互相絕緣之故。然若祇須稍稍變壓，則以用是種變壓器為有利。

### 92. 調整變壓器。

變壓器又可用以供調整電壓之用。供單相交流用之調整變壓器<sup>1)</sup>其一二次線之連結係固定但他線之連結則可移動，故可將二次線圈之一較大或較小部分供導出電壓之用。在三相交流調整變壓器中每相有一可移動之線連結。有時調整變壓器亦可依單圈連結式而連結。

第175圖示供三相交流用之一調整變壓器之結線圖，結點a, v, w可

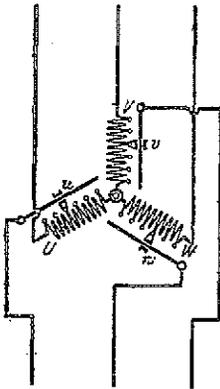


圖175.三相交流調整變壓器。

移動，實際凡在圈上供調整電壓用之諸點均裝連結點而諸相之電壓可用一曲柄或一調整開關逐漸變動之(參考第188圖)。

變壓器中其祇帶一調整階段或少數階段者往往用充三相交流同期電動機及旋轉變流器之起動變壓器<sup>2)</sup>。

### 93. 呈蘇格脫結線式之變壓器。

較舊交流電力廠仍有採用二相式者。二相電流係由互以四分之一周期相差之二交流所組成，為便於從二相交流之導線引出三相交流，例如為供三相交流電動機之用，乃應用呈蘇格脫連結式<sup>3)</sup>之二具單相變壓器，第176圖示其結線法，假定不相連結之二相交流其

<sup>1)</sup> 調整變壓器; Reguliertransformator; regulating transformer. <sup>2)</sup> 起動變壓器; Anlasstransformator; starting transformer; transformateur de démarrage. <sup>3)</sup> 蘇格脫連結式; Skottsche Schaltung.

導線為 Q'—S' 及 R'—T'，二相分別輸電流於二變壓器之一次圈。變壓器 T II 之二次圈與變壓器 T I 之二次圈之中點相連結。三相交流導線 R, S, T 之連結如由圖所示。為使各

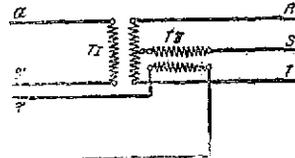


圖176. 呈薛格脫連結式之變壓器。

相有相等之負荷，二變壓器必須有一定的變壓比。

蘇格脫連結式又可倒轉用之；申言之，可用以將三相交流變為二相交流。

### 94. 變壓器之差動保護。

尋常供開去有缺陷導線或有害高壓發電機用之差動保護法<sup>1)</sup> 亦可供保護較大高壓變壓器之用。其連結法與第11節中所說明者相當。在變壓器一次側及二次側之油浸開關均帶差動繼電器並經電流變動計與變壓器相連結。電流變動計之線圈與變壓器之變壓比相當，且因大小適度，故當變壓器在良好狀態時二變動計之二次電壓均等大並互相抵消。反之，如在變壓器中發生缺陷，例如一圈或其若干卷被短結，則因當時二電壓不相等之故，在繼電器內有電流通過，結果開關遂開。

### 95. 帶浦霍芝保護之變壓器。

近代變壓器大都為油浸變壓器。為防器上遭擾亂時惹起損害，油浸變壓器裝浦霍芝保護<sup>2)</sup>。是種保護為一種保護繼電器，係裝在變壓器及與之相連之盛油補償器之間。當諸般擾動如線卷或鐵框被短結或過負荷過度時由絕緣體發生氣體分解物，其進入補償器內使浦霍芝繼電器動作。

第 177 圖示依德國西門子廠計劃而設之浦霍芝保護結線法。L 表連變壓器與補償器 A 之油管，B 表浦霍芝繼電器。在變壓器兩邊均裝油浸開關。油浸開關感受一電壓圈之作用而後者經例如有 110 弗電壓

<sup>1)</sup> 差動保護法；Differentialschutzsystem; differential protection system. methode differentielle de protection. <sup>2)</sup> 浦霍芝保護；Buchho'zschutz.

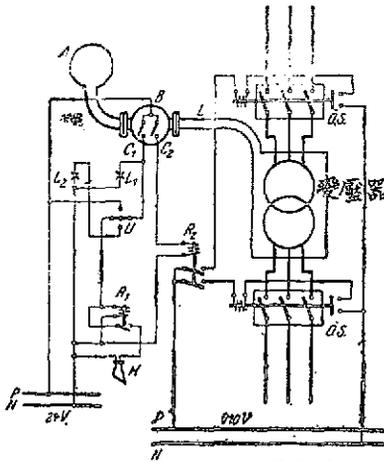


圖177.油浸開關上之浦霍芝保護結線法。

陷完全除去之後不許息滅。

如變壓器上發生較大缺陷致惹起較多量之氣體，則浦霍芝繼電器之斷路接觸 $C_2$ 被關閉，補助繼電器 $R_2$ 立即發生動作而油浸開關之電壓忽遂經觸發。結果，在變壓器兩側之油浸開關均開。

## B. 變壓器站。

### 96. 變壓器裝置之基本的結線法。

昇壓變壓器如有設備之必要則大都直接裝在電力廠內而成爲電力廠內發電設備之一部分。至關於電力廠內變壓器與別部分連結之若干例子已於前章中述之矣。

凡使高輸送電壓降至實用電壓之變壓器在各高壓裝置中均有之，且視需要又分設在城內各區域，如輸電於鄉村則分配在各鄉村。至在工廠或其他用電力較大之機關照例均自備一變壓器。

關於單相交流或三相交流之變壓器站之電力結線法如第 178 圖所示。高壓經一電纜或架空線導至變壓器 $T$ ，中間經過分離開關及帶過高

之直流觸發之。浦霍芝繼電器本身亦備有24弗電壓之直流補助電源。今如在變壓器內發生帶少量氣體之小擾亂，即在浦霍芝繼電器內之保護接觸 $C_1$ 即關閉而燈 $L_1$ 遂明。同時經過轉路開關 $U$ ，補助繼電器 $R_1$ 亦關閉，致笛 $D$ 被插入路內。俟管理者發覺後可用轉路開關將通至笛處之電路開斷，至是燈 $L_2$ 乃明。此燈用作警燈故非俟缺

流釋成器之油浸開關。由變壓器導出之低壓電流先送配電條 $S'$ 以後經由配電線導至用電之處。

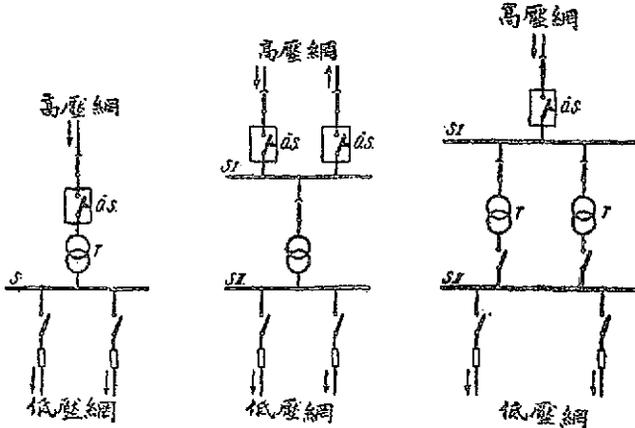


圖178. 簡單變壓器站之電路。

圖179. 設有過渡線之變壓器站之電路。

圖180. 設有過渡線變壓器之變壓器站之電路。

變壓器站常同時為高壓電網之開關站，其處輸入之電力之一部分經架空線再輸送至別處而祇任剩餘之部分到達變壓器。此情形如第179圖所示， $S_I$ 表高壓匯電條， $S_{II}$ 表低壓匯電條。

若干變壓器與低壓導線網並結之情形如第180圖所示。令變壓器並結時須注意務令諸變壓器之二次電壓之相互相符合(利用驗相燈!)，在令三相交流變壓器並結時又須注意諸變壓器依同一相序而並結。

就一簡言之，欲令電壓之相符合惟當互相並結之變壓器屬同一連結式時(參見第90節)可能。

前文假定凡輸入於變壓器內之高壓電流均直接令其變為有實用電壓之電流。然在大供應處由電力廠輸出之高壓(例如100000弗)電流常再須經一度中間變壓作用。為此在供應區域之重要點須設變壓所<sup>1)</sup>其

<sup>1)</sup>變壓所；Umspannwerke; transforming plant; station unformatrice.

中使電流之電壓略許降低(例如由100000降至30000弗)並以此電壓較低之電流饋養各區之變壓器站。在站內復使電壓降至實用電壓。舉例言之,第181圖示一變壓所之線路,其中有二饋電線及三配電線,且

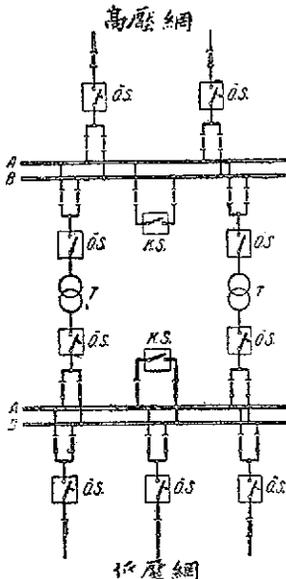


圖181.帶複式鋼電線之一變壓所之電路。

與第178圖所示之電路圖相當。6000弗之高壓經由饋電電纜導入,中間經過分離開關及一3極油浸開關而達三相交流變壓器D.T.之一次結線螺釘。油浸開關之二極裝有一次直接作用之自動過高流釋放裝置。變壓器之功率較大者往往以用帶保護抵抗之油浸開關為佳。為確定電之狀況用一經過電壓變動計並與一相連結之電壓計以測一次電壓及一經過電流變動計並插在輸電電纜之一極內之電流計以測電流強度。

變壓器之線圈在一次方面及二次方面均呈星形連結式。二次電壓為320弗而可由結在三配電條(B,S,T)中二條上之電壓計測定之。為

裝二組匯電條,為分別供高壓及低壓之用(參見第78節)。

如欲令若干電壓高低不同之電力廠互相聯絡而共同供給電流於同一高壓導線網,則由各廠導出之電流其電壓在連公共匯電條或導線網時均須有等高之值。為此所須之變壓器可裝在特別中間變壓器站內。

以下復示若干呈特別式樣之三相交流變壓器站之開關圖。單相變壓器站之結線法照例仍簡單。

### 97. 自6000變至220弗之變壓裝置。

第183圖示一與電纜相連結之變壓器站(例如供工廠或大商店用

之一種)之開關圖。其一般的配置

確定變壓器之負荷而在變壓器高壓一側相連結之電流計亦可依情形由結在低壓一側之電流計代之，如是可省去電流變動計。

電力經若干電電纜輸至低壓導線網。

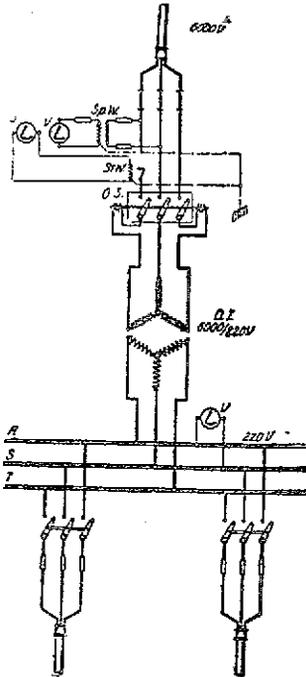


圖 182. 自 6000 弗至 220 弗之變壓器站。

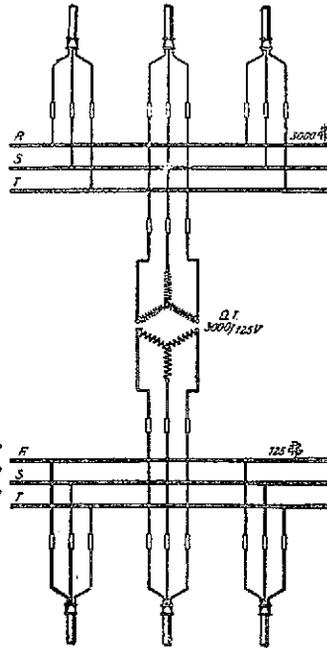


圖 183. 自 3000 弗至 125 弗之變壓器站。

### 98. 自 3000 弗降至 125 弗之變壓器站。

在大城市結在電網網上之變壓器常置在鐵柱內而後者則分設在城內各處。是種變壓器站除偶爾檢查外，平時毋須管理，故為其工作安全或確實可靠計，其構造務須極端可能的簡單。

是種變壓器站常用之結線法如第 183 圖所示。高壓 3000 弗，低壓 1

95 弗。在高壓匯電條上除由電力廠接出之饋電電纜外，又有二配電電纜，後者通達別處變壓器站。其電路與由第 179 圖所示者相當。為應構造務須簡單之要求乃完全免去油浸開關。至於過高壓保護，其在高壓一方面者亦用熔解線。功率及電壓比較小時，是種保護裝置顯然可用。

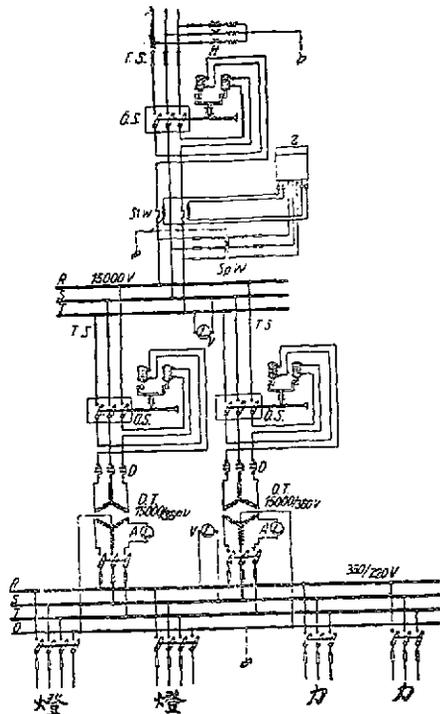


圖 184. 電壓自 15000 變為 380 至 220 弗之帶二結之變壓器站。

99. 自 15000 弗降至 380 至 220 弗之帶二結變壓器之變壓器站。

在第 184 圖中示一種帶二並結三相交流變壓器之變壓器站之結線

計劃，此計劃根據第 180 圖所示之結線圖並假定變壓器站係結在長距供應電力廠<sup>1)</sup>之導線網上。饋電線故為架空線，一次電壓為 15000 弗電壓。

饋電線經過分離開關及油浸開關以達高壓匯電條且僅帶一電力計，後者依二瓦計法連結，故遇各相負荷不等時亦能正確指出在變壓器站所供給之功。至在架空線上之過高壓保護裝置為係線入變壓器站後直接與架空線連結之三具角隙避雷器。

變壓器復經過分離開關及油浸開關與高壓匯電條相連結。是處之油浸開關如在饋電線上之油浸開關然亦帶有起一次直接作用之過高流釋放裝置。為防有高壓遊波侵入，在各變壓器之前均裝保護阻電圈，變壓器與低壓匯電條之連結經由三極手開關及熔解線裝置。至在二變壓器上負荷之分配可由電流計在低壓一側測出之。

低壓導線網帶有接地之零電線。二主線間之電勢差——供連結電動機之用——計 380 弗而主線與零電線間之電勢差——供連結電燈之用——計 220 弗。在結線圖中示若干分別供給電力於電動機及電燈之結線法。

### 100. 可移動的網變壓器站。

對於暫時的連結或應緊急要求，可移動的網變壓器<sup>2)</sup>頗為適用。第 185 圖示一可移動的變壓器站，為德國斯多凱電力廠<sup>3)</sup>所造。其中機件減至極少可能之數，但仍無損其工作安全性及多方面的有效性。10000 弗之高壓經由分離開關及油浸開關導至匯電條，油浸開關帶有過高流二次直接時限釋放裝置。因與釋放圈並結一保安線，釋放時間視負荷而定。釋放圈平時被保安線短結，但一旦俟保安線熔融之後——且負荷過度愈甚時，其熔融亦愈迅速——立即有電流通過並使油浸開關開啓。油浸開關又感一電壓圈之影響，後者遇變壓器之涌靈芝

<sup>1)</sup> 長距供應電力廠；Überlandzentrale；long distance supply plant；centrale interurbaine de distribution d'énergie. <sup>2)</sup> 網變壓器；Netztransformator.

<sup>3)</sup> 斯多凱電力廠 Elektrizitätswerk Stuttgart.

保護發生動作時促油浸開關閉啓。滯霍芝繼電器 B.R. 所須之補助電

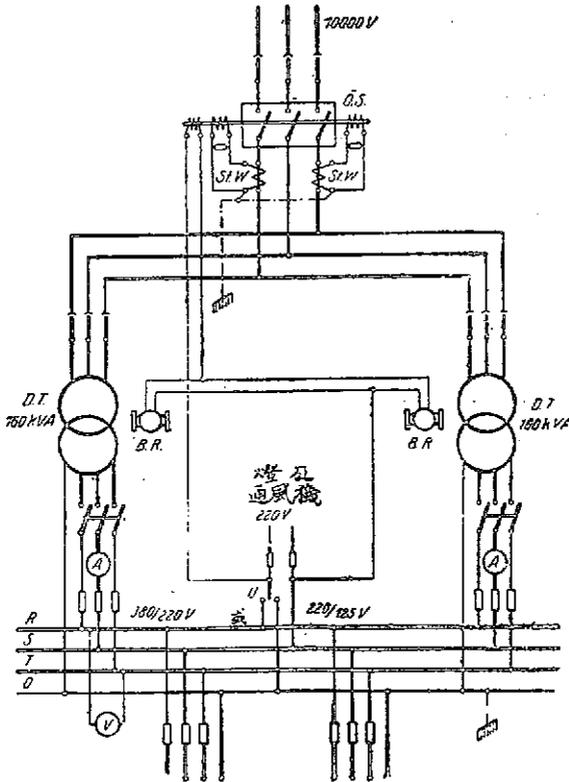


圖186.可移動的變壓器站。

流直接由低壓網輸出。

二變壓器可單獨或並行結在高壓條上且中間僅經過分離開關。又其與低壓條之連結亦僅經過手開關及熔解線。除匯電條 R,S,T外又有一零電條0。在二次一側之電壓為 400/231 或 231/133 弗而與 380/220 或 320/195 弗之實用電壓相當。其高低可由網弗計 V 測定之。至變壓器

之負荷可由一具結在低壓一側之電流計確定。浦霍芝繼電器之補助電壓及供車上燈用及通氣用之電壓可直接經由一單極傳路開關調整而不問所選網電壓之高下皆有220弗。

101. 自25000降至6000弗之變壓所。

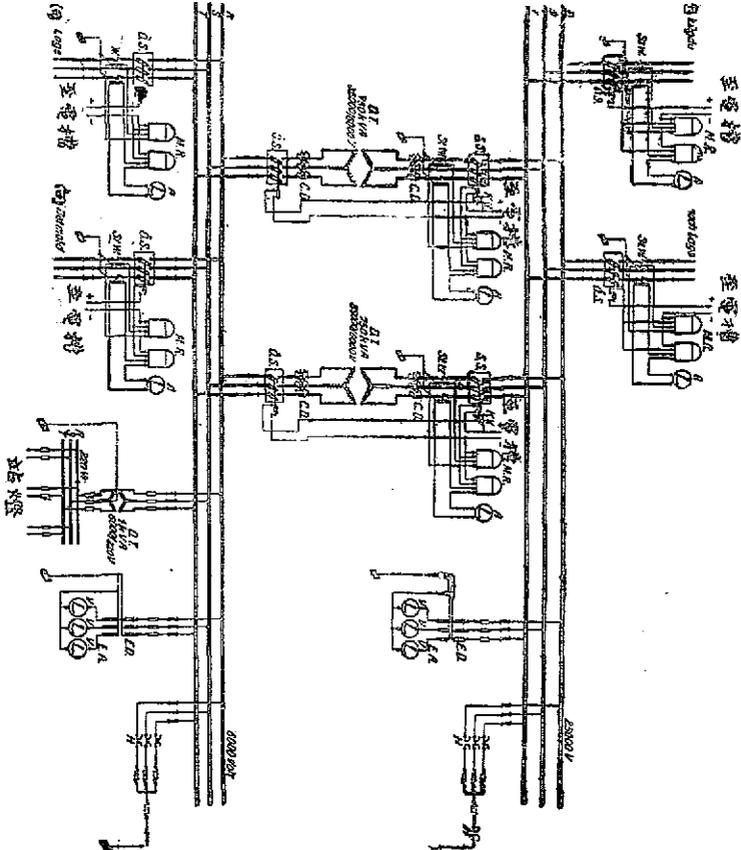


圖188. 台北之25000, 6000變壓所。

變壓器站之大者，舉例言之，如由德國 AEG 公司在台脫摩<sup>1)</sup>所建之變壓所。第186圖示其結線法。在此廠內電壓自35000弗降至6000弗。

電能從韋舍泰爾<sup>2)</sup>電力廠經架空線及油浸開關輸至 25000 弗匯電條。與該開關及與站內其他油浸開關相連結之過高流保護受二次連結繼電器(過高流時限繼電器)之節制。其補助電流係從約有30弗電壓之一次電池組輸出。其中所用之電池為柏林密斯開納斯脫公司<sup>3)</sup>之大電池<sup>4)</sup>。為確定館電線內之電流強度乃用一電流計。輸入之電流之一部分復由一導線輸送至另一供應區域。在此線上亦裝有計器。

二具並結變壓器使電壓降至6000弗。在變壓器一次側之油浸開關經過前置接觸而與保護抵抗連結。在變壓器二次側之油浸開關亦帶保護抵抗，後者且與一次側之保護抵抗相聯絡，蓋經接觸裝置R.V.當變壓器一次側之油浸開關被開啓時同變壓器二次一側之油浸開關同時亦被開啓(參見第88節)。

從6000弗匯電條接出二架空線。結在該二線上之計器完全與結在5000弗線上者相同。

二電壓匯電條之過高壓保護均為帶衰減抵抗之角隙避雷器 H。衰減抵抗為一種黏土管乾式抵抗。在高壓一側為防角間距離過寬起見，於三具星結避雷器之後復順結一避雷器。又為除去靜電過高壓在匯電條上復結一地阻電圈 E.D.，後者同時成為變動計之一次圈而在二次側則連結用充地路計(E.A.)之電壓計。在變壓器前後均裝阻電圈 G.D. 以阻止遊波侵入。

此外結在6000弗匯電條上之小變壓器使電壓降至 220 弗。是種低壓電流專供廠內燈用或其他用途。

## 102. 裝預備發電機及變流器之15000/3000弗變壓所。

<sup>1)</sup> 台脫摩; Detmold. <sup>2)</sup> 韋舍泰爾; Wesertal. <sup>3)</sup> 柏林密斯開納斯脫公司; Firma Miv & Genest, Berlin <sup>4)</sup> 大電池; Mammutelemente.

在德國之哈爾塔電力廠有如一變壓所之特性，其結線圖如第 187 圖所示。該廠由 AEG 公司所造，由架空線輸入之三相交流電具有 150 00 弗電壓，但經過變壓器後則降至 3000 弗，此二種電壓各有匯電條一組，從低壓匯電條接出若干配電電纜以達電力網。廠內另備 300c 弗三相交流發電機一具，但祇於遇須供給電流通過變壓器時用之。如欲使之與變壓器相並結，則尚須裝一同期指示計。在高壓匯電條上復並結一旋轉變流器<sup>1</sup>，此器將交流變為具  $2 \times 240$  弗之直流並以此供給——線燈電網。

廠內之油浸開關——變壓器之油浸開關帶保護抵抗——，其各相均帶過高流釋放裝置並除發電機開關外又帶壓降釋放裝置<sup>2</sup>，後者受結在二次方面並帶直流之繼電器之節制。至繼電器須有電流變動計及電壓變動計以便可連結計器。至其他細目例如在配電電纜上之安計轉路開關<sup>3</sup> A.U. 當測一電纜各相之電流強度時由利用是種開關祇須有一計器(參見第 3 節，終段)。為防過高壓侵入，在各主導線內均裝角隙避雷器及阻電圈。

至變流器之連法則擬於第 162 節中詳細討論之。

### 103. 50000/10000 弗變壓器聯絡站。

如一電力廠之供給不足應付電流之激增的需要，則往往使與另一電力廠相連結以代增置發電機。工作安全性是以顯然增加，蓋其區之電流此後不再單靠一電力廠供給，但遇必要時可由另一廠維持之。

德國之麥台堡電力廠<sup>4</sup> 為一有 10000 弗工作電壓之三相交流電力廠。該廠並與相距 44 公里處之哈爾開發力廠<sup>5</sup> 相聯絡。後者係設在一

<sup>1</sup> 旋轉變流器；Einankerumformer; rotary or synchronous converter; commutatrice ou convertisseur. <sup>2</sup> 壓降釋放裝置；Spannungsrückgangsauslösung; voltage drop circuit breaker. <sup>3</sup> 安計轉路開關；Ampermeterumschalter; ampere meter change over switch; inverseur ampere mètre. <sup>4</sup> 麥台堡電力廠；Elektrizitätswerk Magdeburg. <sup>5</sup> 哈爾開發力廠；Kraftwerk Harbke.

煤礦區域內並由架空線供給帶有50000弗電壓之電流，第18圖示設在麥台堡郊外之狄斯多夫<sup>1)</sup>之變壓器站之開關圖。在該站內由哈爾開廠供給之電流之電壓自50000弗變為10000弗，為此該站備有令變壓器與麥台堡電力廠並結所須之設備。

至應注意之細目如下。架空線經過帶保護抵抗之油浸開關以達站內之二變壓器。開關裝二次過高流繼電器釋放裝置。繼電器所須之補助電流為從大電池組B(參見第101節)導出並帶30弗電壓之直流，其電壓可由經過一轉動開關<sup>2)</sup>D.S.而與電池組電路相連結之一小電壓計測定之。二變壓器之二次側復經過一公共油浸開關(然無自動釋放裝置)而達10000弗電壓。有時該二變壓器各帶一油浸開關，因是各變壓器可單獨關閉或開啓。此變壓器聯絡站係當戰時造成，因當時有極度省縮材料之必要，開關之數自然受一種限制。一變壓器之插入或離開電路故止能用在變壓器兩側之分離開關——俟主線上之油浸開關及分離開關開啓之後。在配電線上有電流計及電壓計且為確定功率因數( $\cos \varphi$ )又有一測相計<sup>3)</sup>P,此外又有一功率記錄計<sup>4)</sup>R.W.及二電力計。二電力計可互相管理。功率計及電力計係依二瓦計法連結。為供結計器用之電壓變動計所謂油浸變動計並不經保護，但裝一接觸測溫計K.T.如因長時間過度負荷，油之溫度超出許可的高度時此計使一信號燈惹起動作。

至背地而結之角隙避雷器係供從50000弗導線除去過高電壓之用。變壓器係經複式保護阻電圈保護，後者係插在變壓器一次側之前。

為發生並行工作所須之均電壓則由應用變壓器以變動麥台堡電力廠所發生之電壓。為此變壓器須帶有若干調整階段即其低壓側備有若干結點並可由利用一極調整開關R.S使一變壓器之三相均等變動。

<sup>1)</sup>狄斯多夫; Disdorf. <sup>2)</sup>轉動開關; Drehschalter; rotary switch; interrupteur rotatif. <sup>3)</sup>測相計; Phasennmesser; phasemeter; phasemètre. <sup>4)</sup>功率記錄計; registrierender Leistungsmesser; registering wattmeter.

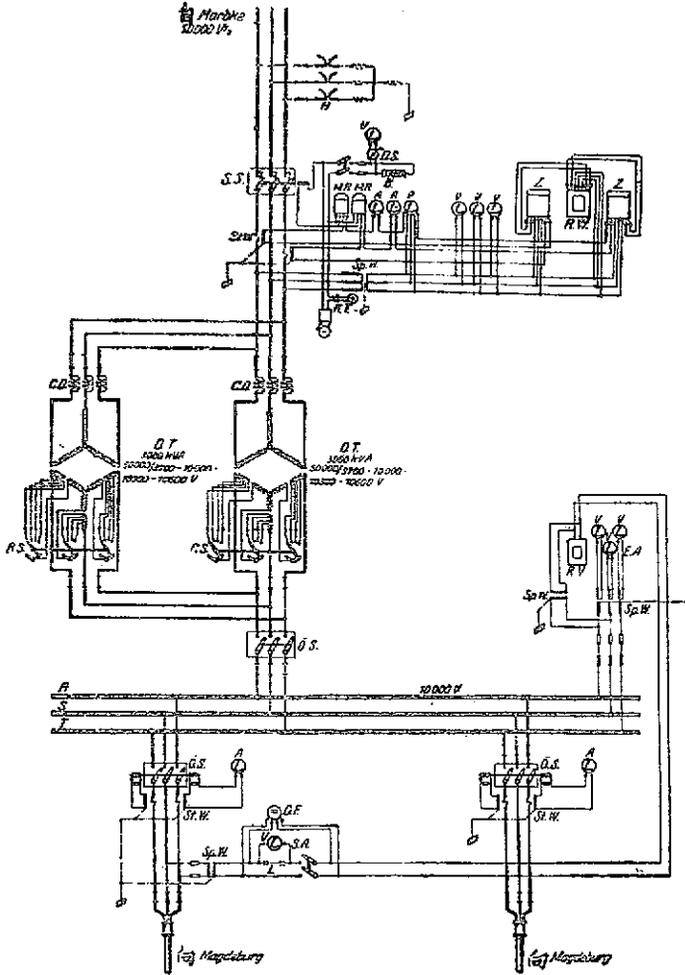


圖189. 在麥台隆之狄研多夫之50000/10000瓩變壓器站線路。

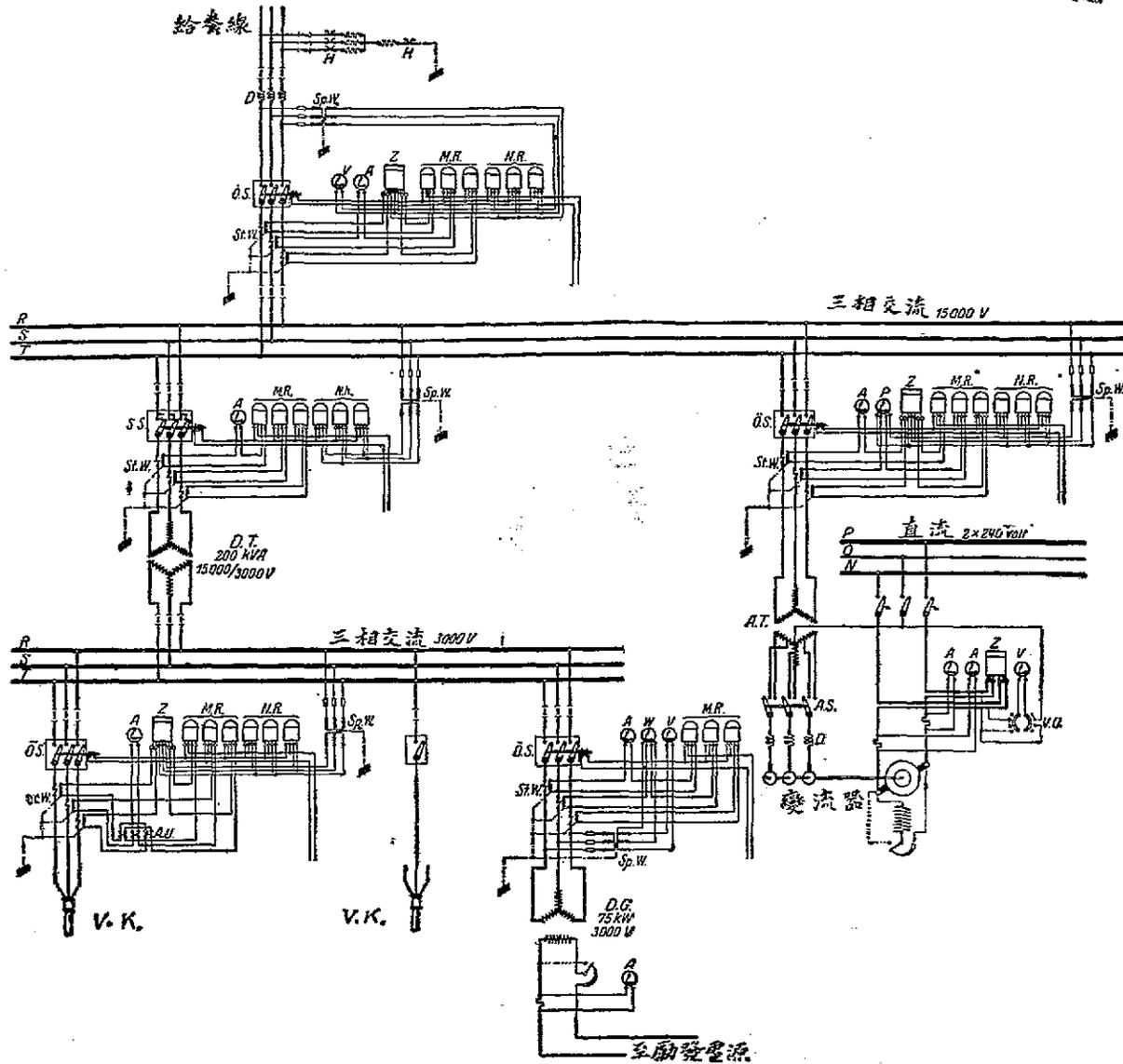


圖187. 裝15000/3000伏變壓器之哈爾塔電力廠。

至 10000 弗匯電條與麥台堡電力廠之連結係用二電纜。電纜上有帶二次直接時限釋放裝置之油浸開關。與釋放圈並結一熔解線俾定隨負荷而異之開斷時間(參考第 100 節)。為確定電纜之負荷，用一電流計。為使電纜與站處匯電條或令麥台堡電力廠與哈爾開發力廠相並結，用由驗相燈 L 及驗相弗計 V 組成之同期計 S, A. 此計經由一電壓變動計一方面與一電纜相連結而他方面亦經過一變動計由一小雙極開關與匯電條相連結。同期裝置並帶一複式周數計 D, F. 俟確定各相同期之後，應將電纜上之油浸開關關閉。為供連結同期計於匯電條上用之電壓變動計同時供給電流於電壓記錄計<sup>1)</sup> R, V., 後者連續示匯電條電壓。

最後復有地路指示計 E, A 經由三具單相變動計與匯電條相連結。其結線法與第 71 圖所示者相同但變動計之二次圈並不接地。

### C. 開關站。

#### 104. 15000 弗長距三相交流電力廠之開關站。

就一般而言，變壓器站同時為該段導線網之開關站，然亦有分設者。以下舉出若干不帶變壓器之開關站。

第 189 圖示德國西門子廠為波台長距電力廠<sup>2)</sup>而設之主饋電站，在韋朗<sup>3)</sup>村所設之站其工作為測計從哈爾開發力廠以至該區域之高壓電能並再導至各鄉村。接戶線及配電線均為架空線。

接戶線輸三相交流於帶 15000 弗電壓之配電條，中間經過一油浸開關。計器之連結照例經過變動計。電流計，電壓計及功率計均為自動記錄計。功率計及電力計均依二瓦計法連結。

配電條之油浸開關裝自動過高壓保護，——各極均一次直接釋放——故與接戶線之油浸開關不同。至論計器則配電條每極祇有一電流計。一種不帶油浸開關及計器之配電條供當地導線網聯絡變壓器站之用。

<sup>1)</sup> 電壓記錄計；Registrierender Spannungsmesser; Registrirung voltmeter. <sup>2)</sup> 波台長距電力廠；Überlandwerks Barde. <sup>3)</sup> 韋朗；Wellen.

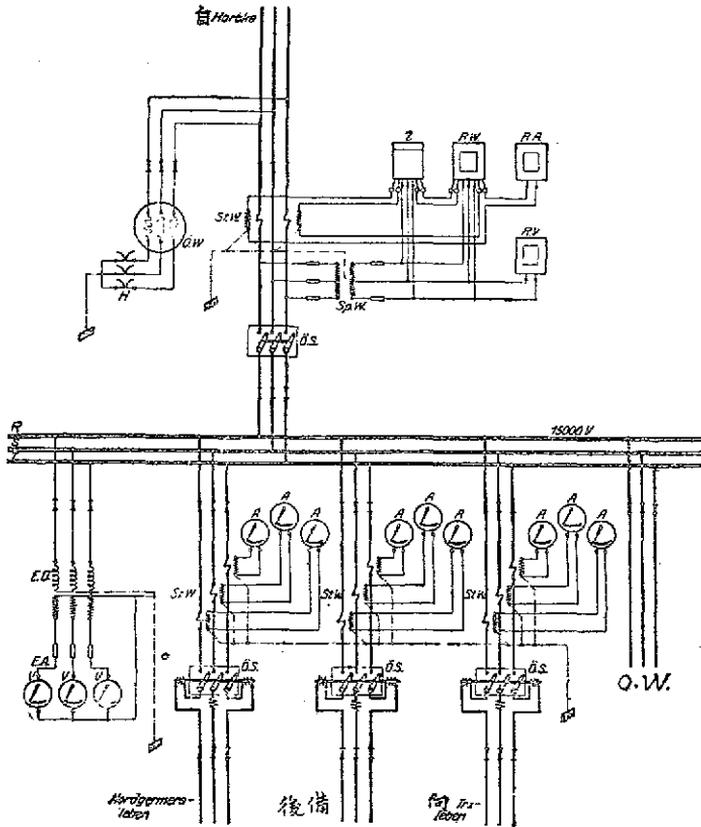


圖187. 德意志之15000弗開關站。

至接戶線之過高壓保護為帶前置油浸抵抗之角隙避雷器。又為導出靜電負荷乃於匯電條上連結地路阻電圈，後者同時為驗地路之電壓變動計之一次圈。

105. 10000弗電纜開關站。

其他關於三相交流之開關裝置之一例如麥台堡電力廠之10000非  
 電纜開關站，其開關圖如第190圖所示。該站設在城角之一隅，其職  
 務為調度供給於城內遠地之若干工廠之電流。電流向開關站之輸入可

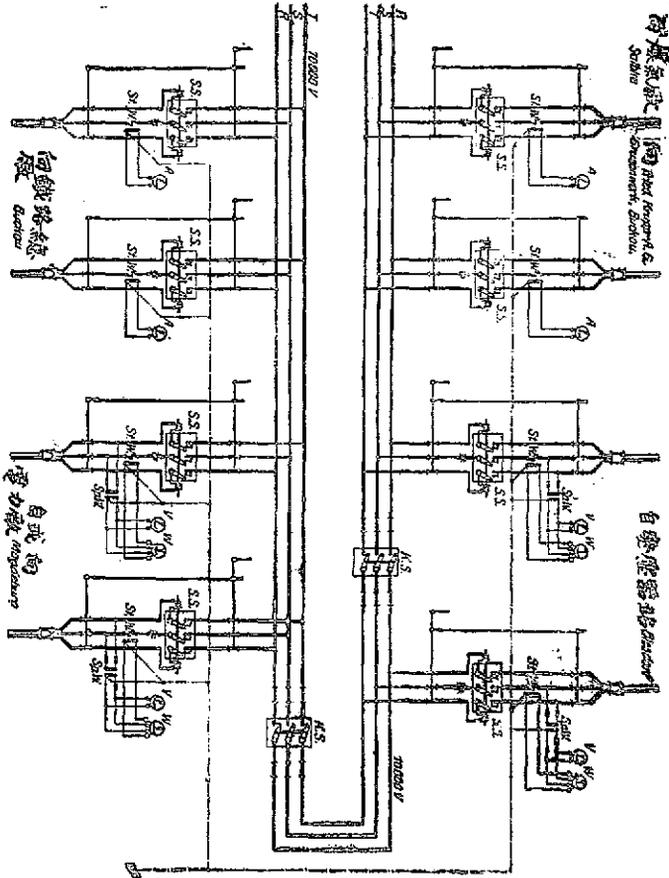


圖190. 麥台堡之10000伏電纜開關站圖。

由兩方面爲之，其一爲由城內其自有之發力廠其他爲由結在哈爾開發力廠之狄斯多夫變壓器站(參考第 188 結線圖)。爲此用二饋電電纜及四配電電纜，其中連結麥台堡發力廠之二電纜亦可用以輸在狄斯多夫<sup>1)</sup>發生之電能於麥台堡發力廠，故此時遂變爲該發力廠之饋電電纜，饋電條分爲三部然仍可令其互相聯絡。在聯絡彈簧之間有一油浸開關所謂聯絡開關 K, S, 其兩側均有分離開關。

饋電電纜與配電電纜之裝備幾乎全同。各電纜均含有一具帶保護抵抗之三極油浸開關，後者各相均帶一次直接過高流釋放裝置。在油浸開關兩側之三極分離開關互相聯絡故祇可同時插入或開去。如是當分離開關開啓之後油浸開關之無電壓之狀態得被確實保證。至論計器則各饋電電纜均帶一弗計及一功率計而各配電電纜均帶一電流計，功率計可左右偏向以便可隨時確定電纜供給電能於匯電條或從匯電條導出電能。由裝置適當聯絡開關於匯電條中及油浸開關於饋電電纜及配電電纜中，可令全數饋電電纜供給電能於配電電纜或可令配電電纜於必要時從此電力廠或其他電力廠導取電能。

#### D. 加減變壓器(旋轉變壓器)

##### 106. 加減變壓器用充電壓調整器。

加減變壓器<sup>1)</sup>有與三相交流誘導電動機相同之構造，參見第 112 節，且如該種電動機然亦有依三相捲成之定子，後者包圍一轉子。其與三相交流誘導電動機之差別在因其轉子並不轉動，但可任意使其固定在一位置。定子線圈及轉子線圈係與一變壓器之二圈相當，照例轉子線圈視作一次圈而定子線圈視作二次圈，然二者之職務可互相交換。如令一次線圈(亦稱勵磁圈)與導線網相連結，則在二次線圈(亦稱補助圈)內發生電壓，其強度與二圈卷數之比例相當，且視固定轉子之位置與一次電壓起大小不等之位相差。此種情狀可以用以調整電壓。

<sup>1)</sup>狄斯多夫；Diesdorf. <sup>2)</sup>加減變壓器，一名旋轉變壓器；Drehtransformator; adjustable transformer; transformateur réglable ou rotatif.

第191圖示爲此所用之基本的結線法。例如依此法以調整由 R, S, T 接出之導線之電壓。加減變壓器之勵發圈  $u, v, w$  係結在導線上。補助圈

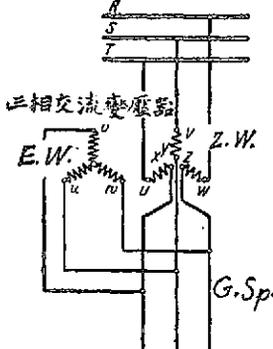


圖191. 用加減變壓器以調整電壓。

由  $UX, VY, WZ$  三相所成。在三相交流導線中分別每線插入一相。因此，擬調整之導線網電壓與加減變壓器之補助電壓相合而二者之合成電壓視固定轉子之位置而有不同之值；其值最大時等於導線網電壓與補助電壓之和，最小時等於二者之差。電壓調整範圍係在此二限界之內。

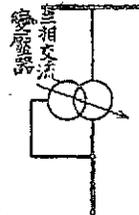


圖192. 加減變壓器之結線記號。

第 192 圖示以上所述之結線法而係依德國電機工程司協會之單極結線記號表明。圖中表加減變壓器之圈有箭形線穿過即所以表調整之意。

加減變壓器常用以調整旋轉變流器<sup>1)</sup>及整流器。

### 107. 一三相交流高壓線之電壓之調整。

第193圖示一高壓導線組 R, S, T, 其電壓亦可由一加減變壓器加減之。其結線法與第 191 圖所示者相同，惟除高壓慣用之計器外——帶過高流釋放裝置之油浸開關及分離開關——復帶若干保護裝置，以防各種擾亂。插在高壓線內之加減變壓器之補助圈其各相均與蓄電器 C 相並結。蓄電器保護線圈以防在導線內有可發生之過高電壓侵入。因在加減變壓器之勵發圈前有起動開關  $\Lambda, S$  且因有跨補助圈而結並帶分離開關之線，加減變壓器之插入或開去不致使工作間斷。爲防勵發圈

<sup>1)</sup> 旋轉變流器；Einankerumformer; rotary (synchronous) converter; commutatrice (convertisseur).

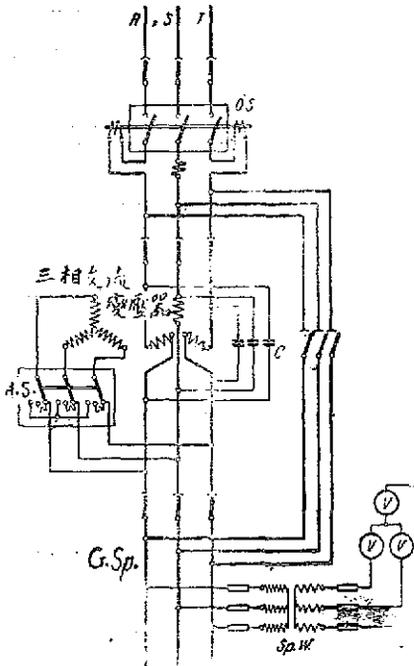


圖 133. 用加減變壓器以調整一高壓線組之電壓。

內有於開關開啓時發生之過高壓侵入，開關帶保護抵抗及短路接觸位置。

凡經加減變壓器調整之電壓其與未經調整者之電壓之差別不單在大小一方面，且起低度位相差但後者可用複式加減變壓器以除去之。加減變壓器可依多種特殊方法而結線；是處因篇幅關係不便討論。

## 第八章 交流電動機

### A. 同期交流電動機。

#### 108. 同期交流電動機之結線法及特性。

就一般而言，凡交流發電機皆可用充電動機。其時定子由交流導線網供給電流而可運轉之磁石所謂轉子則由直流電勵發之。第 194 圖示一同期三相交流電動機（參見第 136 圖至第 138 圖）。為勵發轉子概用一蓄電池組，然有時則用一勵發機。

當工作之際，電動機作同期的運轉；申言之，其轉數與用作發電機並起相同周數而運轉時相同且完全與負荷無關，勵發適當時同期電動機<sup>1)</sup>表示導線網上一種非誘導的負荷，故在電壓與電動機所納取之

<sup>1)</sup> 同期電動機；Synchronous motor; synchronous motor; moteur synchrone.

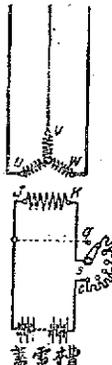


圖104. 同期三相交流電動機。

電流之間並不發生位相差。反之，如勵磁不充分，則電流落在電壓之後而如勵磁過度，則超出電壓之前。由連結過度勵磁之同期電動機於導線上則在網內大都存在之電流之位相的延遲故可被抵消。結果，功率因數改良。

應用同期電動機其目的往往僅為改良導線網全部或其一部分之位相。作空轉之電動機常經過度勵磁俾由是惹起之超出電壓之前之電流可以抵消導線網內延延之虛流<sup>1)</sup>之全部或一部，此種過勵磁同期電動機稱曰同期虛功率機<sup>2)</sup>。

同期電動機之起動發生若干困難，其各種起動方法以下擬簡略說明之。

### 109. 由起動電動機之起動。

凡同期電動機無論用單相交流或多相交流大都不自行起動而與導線網連結以前先須使其有同期的轉數。同期電動機之起動其方法故與使一交流發電機與已在工作中之一機並結之情形相同。至供起動用之電動機或為與同期電動機聯軸之一直流分捲電動機或為一B相交流誘導電動機。同期轉數由利用一轉數調整器調整。為決定電動機與導線網連結之時刻應用一同期計。

第105圖表由直流電動機起動之一三相交流同期電動機<sup>3)</sup>之一般的結線圖。凡次要之細目在結線圖中均不載入。用起動器將起動電動機起動後，使三相交流電動機D.M.由應用調整器M.R.勵磁至達導線網電壓並用分捲調整器N.R.變動轉數至驗相燈P.L.指出同期性為止。

<sup>1)</sup> 虛流，亦名無功電流；Blindstrom; reactive current; courant déwatté.

<sup>2)</sup> 虛功率機亦名無功電動機；Blindleistungsmaschine; wattless or idle power machine; moteur à puissance réactive (apparente ou déwattée). <sup>3)</sup> 三相交流同期電動機；Drehstrom-Synchronmotor; three phase synchronous motor; moteur synchrone triphasé.

驗相燈三相均有之。  
三燈同時照明時即表示電動機相之順序與導線網相之順序相符合(參見第77b節)。一俟同期性發生之後，即可使同期電動機與三相交流導線網連結並使直流電動機與其導線網分離。三相交流同期電動機此後可帶負荷。

### 110. 同期電動機之由三相交流一方面之起動。

現今三相交流同期電動機之起動漸次採用簡單起動法，俾電動機與三相交流導線網連結後直接起動。為此在電動機之極處鐵轆內置一短路補助圈稱曰衰減圈，因其同時有鎖靜電動機轉動之效應；例如當負荷發生上落時，然因此電動機之起動祇能於發生虛轉時或負荷有限時可能。又為免除較大電流衝動起見須有一起動變壓器<sup>1)</sup>，後者可依單圈法連結。依本起動方法在未達同期狀態以前磁石圈線內導入高壓，為免除因是而起之危險，當起動之際令磁石圈線分為數部或令其被短結。

第193圖表由交流一側起動之同期電動機之基本的結線圖。衰減圈因其對於結線方法不發生影響故不載入。同期計並不須要。當起動之初祇導入一部分之電壓，其時起動開關A.S.被移至中間位置。又磁

<sup>1)</sup> 起動變壓器；Anlasstransformator；starting transformer；transformateur de démarrage；

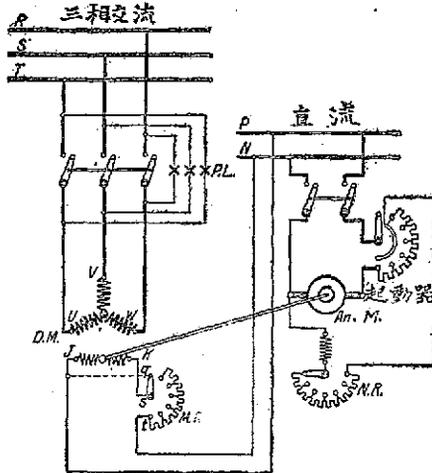


圖193. 帶直流起動電動機之三相交流同期電動機。

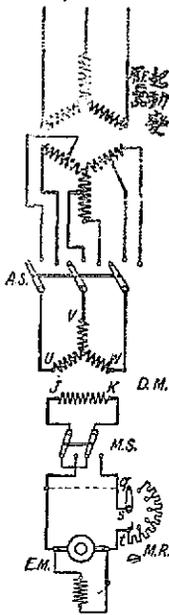


圖196. 帶起動繞線器之  
三相交流同期電動機。

石圈線經由磁石開關當初被短結。電動機運轉如一異期誘導電動機<sup>1)</sup>，因其時衰減圈有如短路轉子<sup>2)</sup>圈之作用(參見第113節)。至將達同期轉數時因當時有效之同期化力(參考第77a節，第一段)電動機轉數增加，以後俟其磁石圈與勵發機連結而被勵發後(磁石開關M.S.向左移動)遂入於同期狀態。茲令電動機立刻結在全匝上(起動開關A.S.向右移動)，此後電動機可有任意大之負荷。

### 111. 帶起動圈之三相交流同期電動機。

同期電動機並無位相差因而可惹起1之因數。此種優點引起不少人之努力以冀製出帶全負荷而起動之同期電動機。為達此目的，例如西門子廠改造其自行起動之三相交流同期電動機，將藏在極處軛鐵內之衰減圈改為起動圈，後者有如一異期三相交流電動機之轉子圈之作用且如在刷環轉子<sup>3)</sup>(見第120節)中經由三刷環及刷與一具分為三部之起動抵抗連結。在第197結線圖中刷由u, v, w表出而起動器亦有相同之結線螺釘記號。在最後起動階段，勵發直流之電路經過補助接觸(經起動器之曲柄關閉)而自動關閉，以致電動機依同期轉數而運轉且以後不問負荷之大小繼續不變。在工作時，短結起動圈有如衰減圈之作用。如結線圖所示——當時示起動抵抗之短路位置——與直

<sup>1)</sup> 異期誘導電動機；asynchroner Induktionmotor；asynchronous induction motor；moteur asynchrone d'induction。 <sup>2)</sup> 短路轉子；Kurzschlussläufer；short circuited rotor；(squirrel-cage rotor)；induit à cage d'écreuil (induit en court-circuit) <sup>3)</sup> 刷環轉子；Schleifringläufer；slip ring rotor；bague collectrice。

勵發圈並結一電抗  $W$ ，其效用為保護線圈使不致因起動時發生之高壓而燒損。至加減抵抗  $J, W$ ，專為當電動機當初轉動時調整勵發電流。至磁石調整器則不須要。

圖中假定供勵發用之直流電源為一小分捲發電機即勵發機  $E.M.$ ，為導勵發電流自然須用二刷環，故電動機一共可有刷環五枚。勵發機自然應與電動機直接聯軸。

電動機當初起動時之操縱手續頗為簡單而祇須俟主開關與導線網連結後將起動器移至短路位置。德國 AEG 公司之自行起動之同期電動機之起動亦

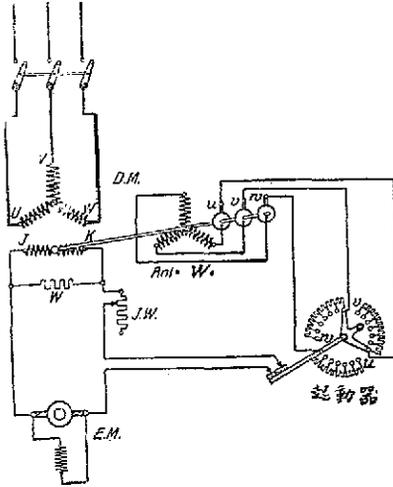


圖 197. 自行起動之三相交流同期電動機。

同此手續。除構造上若干改動不計外，在極處軛鐵內有一兩相線圈，其中一相向被短結但他相經由二刷環與起動抵抗相連結。俟起動抵抗被短結之後導出直流以勵發電動機。

### B. 三相交流誘導電動機。

(異期電動機。)

#### 112. 通論。

在誘導電動機中亦祇須將導線網電流導入於定子圈內。至在轉子圈內為惹起轉矩所必須之電流則由誘導而發生。是種電動機在多方面可與變壓器相比擬而祇須將變壓器之一次圈裝在定子上，二次圈裝在轉子上。

誘導電動機之轉數隨負荷之增加而略減，是以其運轉並非同期，故又稱曰異期電動機<sup>1)</sup>。是種用三相交流之誘導電動機其用途頗廣。

### 113. 帶短路轉子之三相交流誘導電動機。

就構造及結線而言誘導電動機之最簡單者厥為帶短路轉子之一種

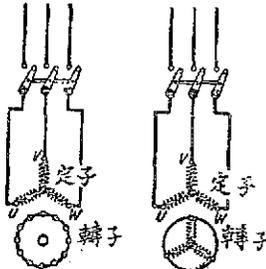


圖198. 帶籠式轉子之三相交流電動機。

圖199. 帶相式轉子之三相交流電動機。

。所謂短路轉子者即為其線圈被短結之轉子。定子呈星形或三角形連結式，其帶結線螺釘 U, V, W 之三相關係經一具三極開關直接與導線網相連結，轉子圈呈籠式<sup>2)</sup>，其中若干在周邊之導線在兩端經銅環連結，(圖198; 有時呈相式<sup>3)</sup>)，(圖199)。

當起動之初，帶短路轉子之電動機從導線網導取大量之電流，其強度約及正常工作電流強度之五倍或八倍。是種電動機放大都為惹起小功率用之。

現今依新法構成之電動機(如帶渦流轉子之電動機，複槽電動機等)其起動電流已顯然減低，但其強度至少仍有正常電流強度之二倍或三倍。

### 114. 帶轉路保安線之短路轉子電動機。

常帶短路轉子之三相交流電動機起動之初，為使其前置熔解線不因強度電流衝動而發生作用，是種電動機須有比較工作電流所要求者為強之保安裝置，然此情形表示電動機正常工作之保安裝置並不真確測定，為除此弊乃常用二組保安裝置，其一組依起動電流而選，他組依工作電流而選。如第200圖所示，電動機之起動由用一種轉路開關

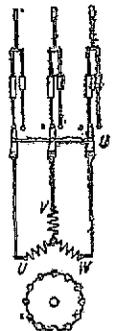


圖200. 帶轉路保安線之短路轉子電動機。

<sup>1)</sup> 異期電動機; Asynchronous; asynchronous motor; moteur asynchrone. <sup>2)</sup> 籠式圈; Käfigwicklung; cage coil; bobine en cage. <sup>3)</sup> 相式(或捲式)圈; Phasewicklung; phase coil; bobine en phase.

U: 當初將發強保安線插在電動機之前而俟起動電流之衝動消退之極將對於正常工作強度適用之保安線插入。爲此所用之轉路開關大都爲不致使電流間斷之一種。

現今各廠之帶延延性之保安線對於電動機短期起動電流不發生效應，如應用是種保安線則可毋須再用二重保安裝置。

### 115. 帶操縱開關<sup>1)</sup>之短路轉子電動機。

爲倒轉誘導電動機之轉向祇須交換與電動機結線螺釘相結之三線中之二線，第 201 圖示一帶三極轉路開關 U 之短路轉子電動機。依開關之位置可使結線螺釘 V 及 W 與各網線相連結，而結線螺釘 U 板與另一網線相連結。轉向之變更止許於電動機靜止時爲之，否則發生難許可的強度電流衝動。

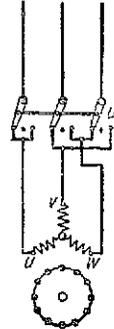


圖 201. 帶操縱開關之三極交流電動機。

### 116. 帶起動器之短路轉子電動機。

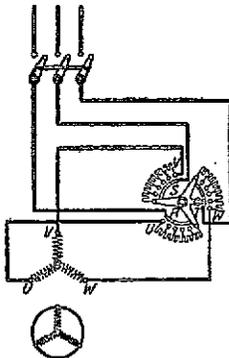


圖 202. 在定子前帶起動器之三相交流電動機。

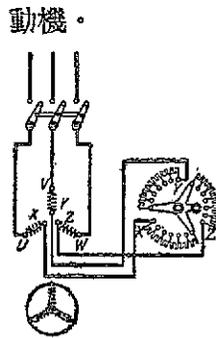


圖 203. 在定子後帶起動器之三相交流電動機。

爲於電動機起動時減小電流之衝動在定子之數相前可插入起動抵抗，依據是法，電動機之起動力顯然減削。因此之故，是種方法祇於毋須有大起動力之電動機（

例如轉動通風器及離心唧筒之電動機)中用之。

第 202 圖示帶定子起動器之三相交流電動機之結線圖，分爲三部

<sup>1)</sup> 操縱開關；Steuerschalter；controlling switch；appareil de commande.

之起動器係結在定子之前。接戶線與起動器之結線螺釘 R, S, T 相連結而後者經由結線螺釘與電動機相連結。

第 203 圖示起動器之另一結線法，在是處起動器係結在定子之後，依開式星形而連結之定子圈線之末端 X, Y, Z 與起動器之結線螺釘（亦以 X, Y, Z 為記）相連結。其三連結彈簧互相聯絡而構成圈線之零電點。

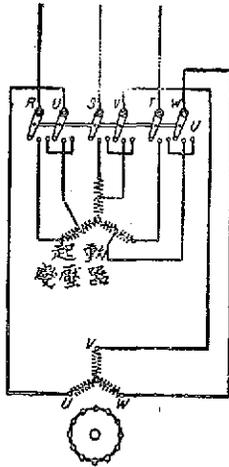


圖 204. 帶起動變壓器之三相交流電動機。

電動機與導線網之連結在各結線法中均經一三極開關。

### 117. 帶起動變壓器之短路轉子電動機。

如不用起動抵抗以減削導入於電動機中之電壓則亦可用一起動變壓器以發生一低弱起動電流。由應用是種變壓器在電動機內當初祇導入一部分之電壓；俟電動機轉動之後使之與全網電壓相連結。

第 204 圖示呈單圈連結式之起動變壓器，一具六極轉路開關可占下列開關位置：斷路位置(左)，起動位置(中間)，工作位置(右)。令電動機起動其手續簡單而祇須將開關自左向右移動。

### 118. 呈星形三角形連結式<sup>1)</sup>之短路轉子電動機。

在帶短路轉子之三相交流電動機中其當起動時發生之電流之衝動亦可由改變電動機圈之連結式而減低之。其法先令定子之線圈依星形連結而一俟電動機起動之後立即使其改換而呈三角形連結式。

第 205 圖表一帶星形三角形開關<sup>2)</sup>之一電動機之結線圖。當起動

<sup>1)</sup> 星形三角形連結式；Sterndreieckschaltung；star-delta connection；montage en étoile-triangle. <sup>2)</sup> 星形三角形開關；Sterndreieckschalter；star-delta 或 star-mesh switch；interrupteur (或 commutateur) étoile-triangle.

之際將轉路開關 U 自左邊位置(星形連結)移至右邊位置(三角形連結)。  
 三極導線網開關在此配置中則可省。

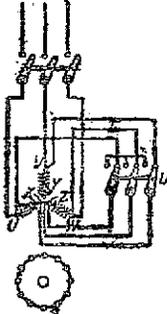


圖205.帶星形三角形開關之三相交流電動機。

常用如圖所示之星形三角形開關時，無再用一特別網開關之必要。如由結線圖所示，開關係與二組接觸片連結。簡可占三個不同位置：在位置 0 時，電動機不在電路內，在位置 I 時，定子與導線網發生聯絡，此時其線圈呈星形連結式，在位置 2 時(即在工作位置)，線圈轉結而呈三角形連結式。

在星形三角形連結

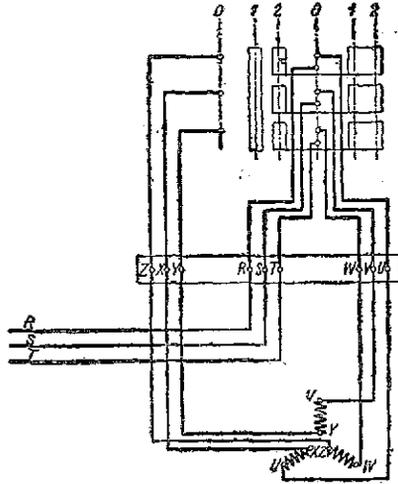


圖206.帶星形三角形開關之三相交流電動機。

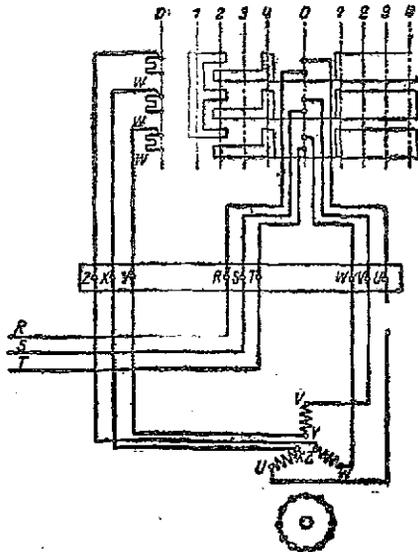


圖207.帶星形三角形開關之三相交流電動機。

式中電動機起動時不發生一大電流衝動但起二小衝動。其一係當初呈星形連結之電動機與導線網連結時發生，其他則當轉換而呈三角形連結時發生。第二次之電流衝動顯較第一次為烈。為限制此衝動，那搭列斯<sup>1)</sup>氏創一種保護結線式。此式西門子廠實地用之，如第207圖所示，由應用一星形三角形保護開關，可使電動機之各相俟電動機依星形連結(筒形開關位置1)而起動後與一電抗 $X$ 相並結，(位置2)；以後在位置3時，星點解散而星形連結遂改換而為三角形連結，但因每相仍含有一保護電抗，電流之衝動遂相當減小，終則在位置4時，是種電

抗復被短結；此時電動機始有正常工作時之連結。

### 119. 呈自動逆結線式之電動機。

常用星形三角形開關時，為起動所必須之轉結係在定子線圈一方面，但在由喬治氏所創而由西門子廠造出之呈自動逆結線式<sup>2)</sup>之電動機中其起動時電流衝動之低減則由改結轉子圈而致。轉子線圈每相含有兩部分，此兩部分當初互相逆結但俟轉子有一定之速度後，其線圈之各部分被一架在電動機軸上之離心開關所短結。

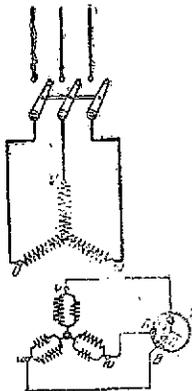


圖208. 呈自動逆結線式之三相交流電動機。

第208圖表一呈逆結線式之電動機之結線圖。Z表離心開關。當速度增加致接觸片A及B同時與離心開關C相接觸時，轉子線圈遂被短結。

### 120. 帶刷環轉子之三相交流電動機。

三相交流電動機中最慣用之起動方法係於轉子之前插入電抗，

<sup>1)</sup>那搭列斯氏；Natalis. <sup>2)</sup>逆結線式；Gegenschaltung；connection in opposition；montage en opposition.

第 209 圖示其正常構造，其中轉子圈依三相而構成。呈星形連結之轉子圈線之末端係與刷環相連結，後者係裝在轉子之軸上並經由  $v, w, v, w$  三刷與起動電抗(分爲三部分)之帶同記號之刷環相連結。起動電抗係裝在電動機之近旁，其間聯絡線故短。如由結線圖所示，在每二刷之間連結起動器之二部分，設令曲柄向短路接觸位置移動則起動電抗之各階段依次開去，終至起動器故即轉子全被短結，在正狀工作狀況下，電動機之性質如一帶短路轉子之電動機。

第 210 圖表一帶刷環轉子及液體起動器<sup>1)</sup>之三相交流電動機之結

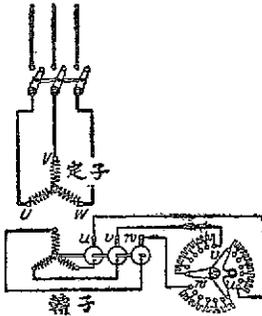


圖209.帶刷環轉子及起動器之三相交流電動機。

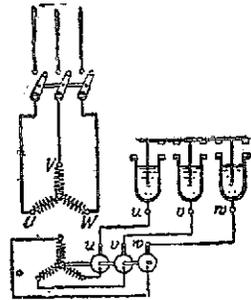


圖210.帶刷環轉子及液體起動器之三相交流電動機。

線圖(參考第109圖)。

電動機中常有使刷環於電動機起動之後互相短結之裝置，故以後可將刷移開。是種裝置稱曰移刷器<sup>2)</sup>。

### 121. 呈卡蘭堡結線式之帶起動器之三相交流電動機。

依據卡蘭堡氏<sup>3)</sup>所說明之配置，在帶刷環轉子之三相交流電動機中可由比較少數之接觸位置發生多數之起動階段。其結線式如圖 231

<sup>1)</sup> 液體起動器； Flüssigkeitsanlasser； liquid starter； démarreur à liquide.

<sup>2)</sup> 移刷器； Bürstenabhebevorrichtung. <sup>3)</sup> 卡蘭堡氏； Kahlenberg.

所示。此種結線式其雛型已於第31節中論直流電動機之起動器時述之矣。三相之電抗均互相連結。起動器曲柄之刷面頗寬而同時可覆沒三接觸片。在如圖所示之位置，在轉子各相之前有全部起動電抗，將曲柄向右旋轉則起動器之各電抗階段依次交換脫離  $u, v,$  及  $w$  轉子相，終至起動器被短結。與正常結線方式相比較，卡蘭堡結線式（又稱曰  $u-v-w$  結線式）之缺點在於起動之際三轉子相之電抗一時發生大小之差，因此各相中之強度亦不等。是種非對稱性使電動機之起動力略許減小。

### 122. 帶二相轉子之三相交流電動機。

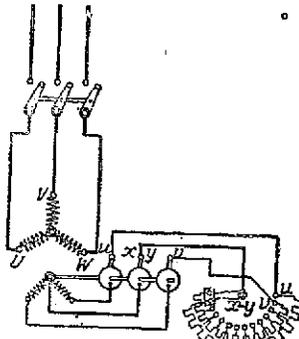


圖212. 帶二相轉子之三相交流電動機。

速度平均的調整祇於帶刷環轉子之三相交流電動機中可能且須於其轉子前插入電抗而後可。如起動器全部或一部適於耐久負荷則起動

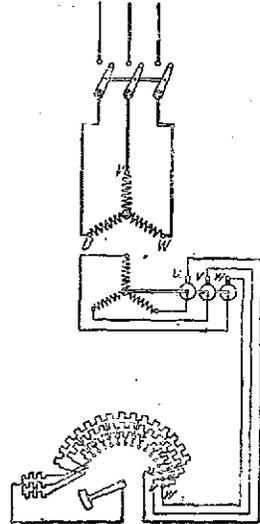


圖211. 帶刷環轉子及卡蘭堡起動器之三相交流電動機。

在另一方法中將轉子依二相而捲成亦可限制三相交流電動機之起動電抗之接觸數。是種方法在牽挽電動機上應用尤廣。又起動器亦可呈卡蘭堡結線式，圖213。與轉子圈線兩自由末端相連結之刷  $u$  及  $v$  復用線與起動器之結線螺釘（亦以  $u, v$  為記）相連結。在轉子相連結點之刷  $x-y$  與曲柄之旋轉點相連結。

### 123. 轉數之調整。

器本身亦可用以調整速度，否則在起動器之前仍須插入特別調整電抗。在電抗中耗費轉子能之一部分，因此定子從導線網亦導取一相當大之電流。結果惹起能之損失而轉數愈減小時此損失亦愈大。故就一般言，此方法不宜採用。

### 124. 換向起動器。

如已在第 116 節中說明，一 3 相交流電動機之轉向可由交換連結三接戶線中之二線而變更之。

第 213 圖表一帶刷環轉子之三相交流電動機之換向起動器<sup>1)</sup>之結線圖，以 S 表明之導線網導線直接與電動機之結線螺釘 V 相連結，而線 R 及 T 則與起動器相連結。起動器曲柄其外觀與正常起動器之曲柄同，但帶有與之絕緣者之第四臂，後者亦帶有互相絕緣之二刷器。此二刷器使 R 及 T 二線分別與電動機之結線螺釘 U 及 W 相連結，且視起動器曲柄向右或向左旋轉，電動機依不同方向而轉動。起動器之電抗部分在各情形中均被插在轉子相之前，由旋轉曲柄是種電抗漸被短結。

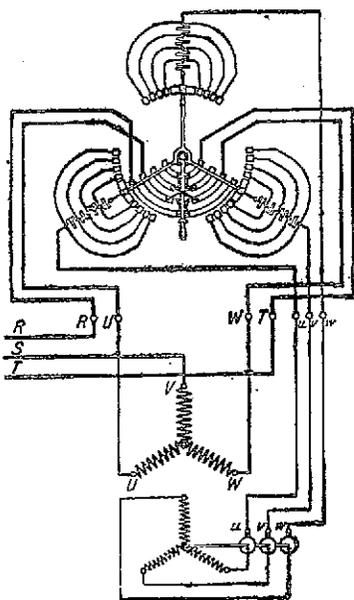


圖 213. 帶換向起動器之三相交流電動機。

### 125. 鼓形起動器。

如在直流電動機中然(參見第 60 節)，在三相交流電動機中往往亦

<sup>1)</sup> 換向起動器；Wendellasser；reversible starter；démarrure réversible.

以用鼓形起  
動器比較用  
平道起動器  
為宜。第21  
4 圖示一種  
對於帶刷環  
轉子之三相  
交流電動機  
適用之鼓形  
起動器。電  
動機電路之  
開閉係經一

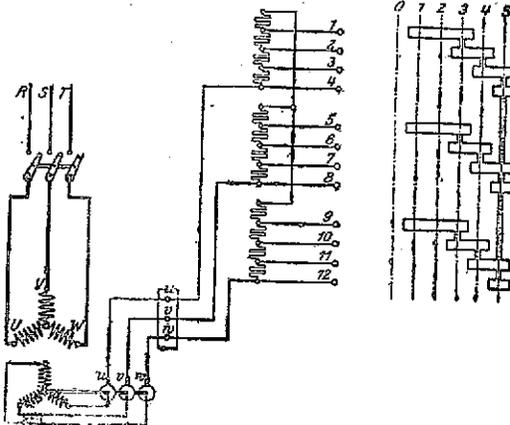


圖214. 三相交流電動機適用之鼓形起動器其中無與導線網之接線裝置

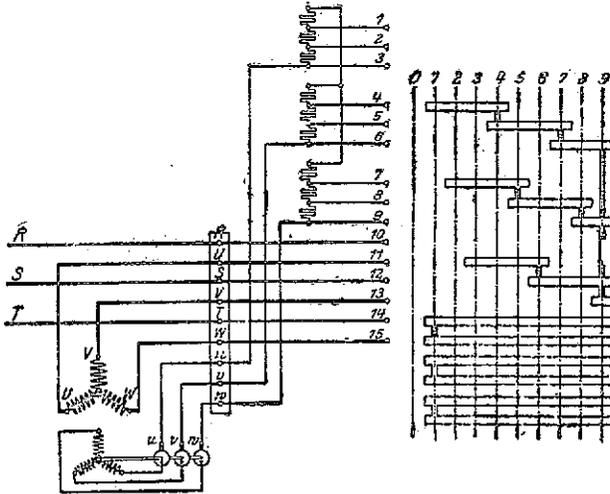


圖215. 三相交流電動機適用之鼓形起動器，其中有與導線網之接線裝置。

極網開關而開關圓筒變更轉子起動器之位置。在起動圓筒位置 O

時，分爲三部分之起動電抗均被插在轉子電路內且在每二轉子刷之間有二分部之電抗（與第309結線圖所示者同），在圓筒位置1時從各電抗部分減去一階段。在位置2時電抗狀況不變，其時延使起動略許延遲以免除電流衝動。在位置3時復有一階段開去；在位置4時又有另一階段開去，終至在位置5時轉子被短結。

第315圖示可用起動圓筒連結電動機於導線網上故在接戶線上毋須裝特別開關之結線圖。爲使定子線圈與導線網相聯絡，在圓筒下端設六弧形條，後者使電動機之結線螺釘U與導線R、V與導線S，而W與導線T相連結。O表斷路位置。在此位置時，如在第一起動位置時然，起動電抗之全數階段在轉子中均有效。圓筒繼續旋轉時，電抗階段依次開去，但與前面結線圖中不同，並非同時各相開去一階段。如在卡爾優結線法中，是處各電抗階段依次開去。在位置2時從上中二電抗部分各開去一階段，在位置3時從下電抗部分開去一階段，在位置4時復從上電抗部去開去一階段，在位置5時從中電抗部分開去一階段而在位置6時再從下電抗部分開去一階段，如是一再不已，終至達第9位置時轉子被短結。

### 126. 鼓形操縱器。

第316圖示—3相交流鼓形操縱器之結線法。此器之構造依兩旋轉方向均同且與鼓形起動器中之配置相同，惟起動階段之數較少而已。電動機轉向之變換係由交換導線連結R及S而致。

是種結線法在起重機及機車電動機中均用之。在起重機中與一機械制動器\*相聯合而後者受—3相交流制動磁石之節制，爲惹起下降運動；俟磁石放鬆制動器後，任電動機依下降運轉方向起動但俟載重起動後立即使其有與上昇相當之結線方向俾得惹起制動效應。是種轉換電流方向之工作須有可靠之司機者操縱之，如是下降之載重不致飛降或應該下降時不致反上昇。

\*亦稱機械制，機械閘。



電器 $S_1$ 發生效應，電路經過 $a$ 及 $b$ 關閉而電動機依一定方向旋轉。茲如按 $\llcorner$ ，向後“處之鉗則因感繼電器 $S_2$ 之影響，電動機二線之連結經過 $c, d$ 二接觸片而交換。結果，電動機依與前次相反之方向而轉。如因不慎而同時按二鉗則二繼電器亦不會同時惹起效應，因每次一繼電器之勵發電流通過他器之靜止接觸片 $r$ 而成閉路。終則如按“停”處之鉗則繼電器之勵發間斷而電動機遂停止。

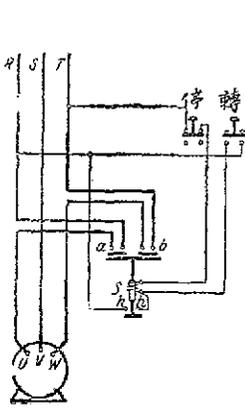


圖217.帶接鉗操縱裝置之三相交流電動機。

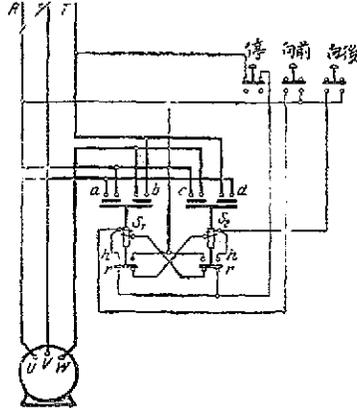


圖218.帶換向接鉗操縱裝置之三相交流電動機。

### 128. 繼電自動起動器。

第 919 圖示一帶刷環轉子之三相交流電動機之自動起動結線裝置之一例，俟電動機之主開關用手或自動開閉(例如用一浮子)後，此裝置立即發生效應。在通達電動機定子之三接戶線之一線中有一監流器<sup>1)</sup> W。此器為一種繼電器。其效用為確保各起動繼電器——共有三具，與每相有一電抗階段相應——之效能。因電動機電路關閉電流發生衝動之結果，監流器之鐵塊在起動繼電器惹起效應以前被提起，但一俟電流衝動停止後立被釋放。至是繼電器 $S_1$ 經由導線網導出之補助電流勵發並開去起動電抗之一階段。因此而再惹起之電流衝動使起動

<sup>1)</sup> 監流器；Stromwächter。

繼電器  $S_2$  及  $S_3$  依次亦發生同樣之情形，致起動電抗漸被短結而電動機達其工作位置。繼電器之休息接觸  $h$  有使繼電器於監流器之鐵塊被提起時仍保持其觸發狀態。至另一種接觸  $w$  為導勵發電流自一起動繼電器以達其他繼電器。

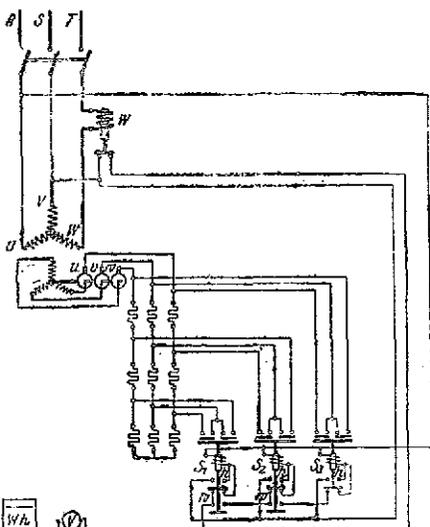


圖219.帶閉鎖觸子及繼電自動起助器之三相交流電動機。

### 129. 三相交流電動機與低壓導線網之連結。

第 220 圖示一電動機結線裝置之開關圖。兩三相交流電動機  $D.M$  係與配電條  $R, S, T$  相連結。接戶線含有一三極主開關。為控制電壓用一電壓計  $V$ 。插在導線內之瓦時計  $Wh$  依二瓦計結線法連結。各電動機經由開關及保安線與配電條相連結，由觀察在一線上之電流計

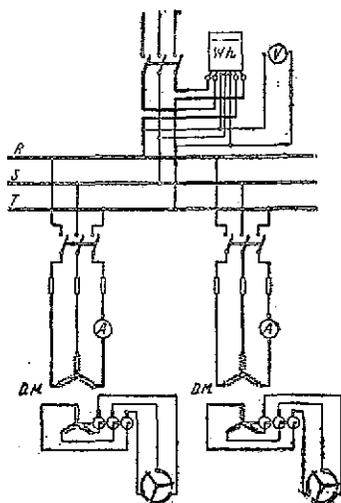


圖220.三相交流電動機與低壓網之連結。

$A$  可隨時知各機之負荷。

最好將開關，保安線，計器與配電條一併裝在一公共電動機配電板上，而將起動器設在電動機可能的最近處。

為防過大負荷如不用熔解保安線則可用過高流斷路開關，又如能用一帶過高流釋放器及降壓釋放器之電動機保護開關<sup>1)</sup>則尤為適宜。

### 130. 三相交流電動機與高壓導線網之連結。

為免在導線網與變壓器之間再插變壓器，凡大電動機可依高壓而捲成並直接結在高壓導線網上。在此情形時之開關圖顯然與前節中所示者不同；計器與接戶線之連結均經過電流變動計及電壓變動計；分離開關必須配置以便

隨時可使若干部分失去電壓；又為插入或開去電動機且須用油浸開關。在如第 221 結線圖所示之裝置中應用保護開關以代油浸開關，蓋在較大電動機中以用保護開關比較用油浸開關為合宜故也。保護開關帶自動過高流釋放器及一降壓釋放器，後者於電壓降低時使電動機與導線網分離（參見第 30 節）。

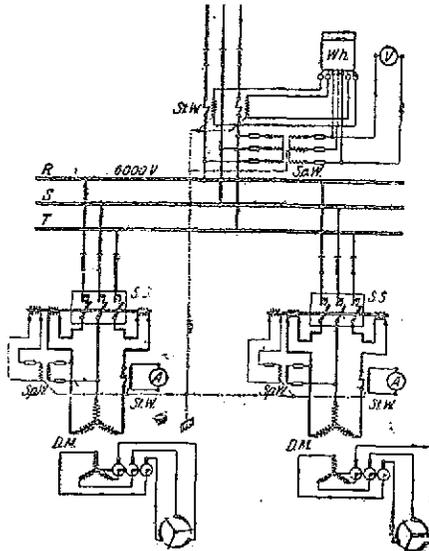


圖 221. 三相交流電動機與高壓網之連結。

如電壓約在 6000 至 15000 弗左右，則電動機與配電條之連結以經過變壓器為宜。

<sup>1)</sup> 電動機保護開關；Motorschutzschalter；motor protection switch；interrupteur de protection pour moteurs.

## C. 帶位相抵償器之三相交流誘導電動機。

## 131. 通論。

誘導電動機納入之電流並非全部變為有用之功。其一部用充勵發電流而祇供維持磁場之用。是種電流以四分一周期落在電壓之後，故為一虛流。此現象表示在由導線網導出之電流與導線網電壓間發生一種位相差<sup>1)</sup>，其中電流落在電壓之後或延遲。故如連結異期電動機<sup>2)</sup>其不帶全負荷之一種於導線網上，則全部裝置之功率因數<sup>3)</sup>減小。為除去位相差，在功率較大之電動機中可裝一位相抵償器<sup>4)</sup>，此器供給為磁化所必須之勵發電流，故後者不必再從導線網導取之。在有適中或較小功率之電動機中抵償裝置直接附在電動機內。

位相抵償裝置大都設在電動機之次要部分且普通在轉子之外。職是之故，用分離抵償器時，電動機須用一刷環轉子。

## 132. 茄普振動器。

供位相抵償用之茄普振動器<sup>1)</sup>含有經直流勵發之固定磁石框，其內有帶特別構造之直流通發電子。當工作時，發電子經裝在聚電子上之刷與擬抵償之三相交流電動機之轉子相連結

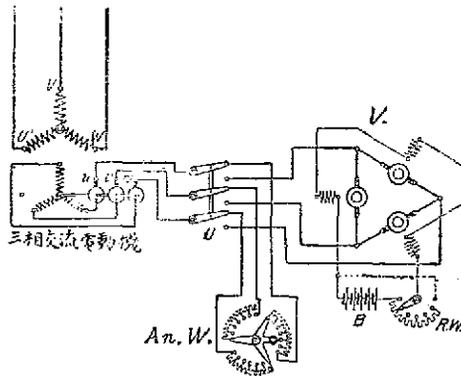


圖 222. 帶振動器之三相交流電動機。

<sup>1)</sup> 位相差; Phasenverschiebung; phase displacement; difference or shifting (lag and lead of phases); déphasage (décalage de phase). <sup>2)</sup> 功率因數; Leistungsfaktor; power factor; facteur de puissance. <sup>3)</sup> 位相抵償器; Phasenkompensator; phase compensator; compensateur de phase. <sup>4)</sup> 茄普振動器; Kapp'sche Vibrator, Kapp's vibrator; vibrateur de Kapp.

第 222 圖表其結線圖。三相交流電動機係依正常方法起動，其時轉子與起動抵抗相連結。俟振動器之磁石線圈經過一調整抵抗 R, W, 與勵磁電池組連結後，移動三極轉路開關 U 使轉子與振動器相連結。振動器之發電子於是依電動機之發電子滑差<sup>1)</sup>之調子而發生振動。在振動器內發生之誘導電壓侵入於電動機之轉子內使位相差於振動器有相當勵發時消滅。

振動器毋須有發動機，但如無直流則須用一變流器以發生供勵發用之直流。是種變流器其功率不大而與電動機功率相較則頗小。

### 133. 無定子之自勵三相交流勵發機。

依據夏比烏斯氏<sup>2)</sup>之說明，一誘導電動機之位相差亦可由一小三相交流聚電子發電機消滅之。是種小三相交流聚電子發電機普通稱曰三相交流勵發機。其定子特別簡單，常祇有一種簡單保護鐵片，故全無線圈，蓋用

是種定子之目的僅為惹起發電機之閉磁路。發電機之轉子係經一小電動機轉動，且如在一般三相交流聚電子電動機中然（例如見第 231 圖）

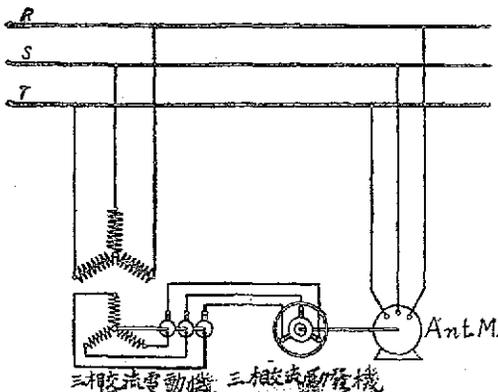


圖 223. 帶自勵勵發機之三相交流電動機。

帶有分為三部之副組，又為於有最大電流強度時勵發機之轉動不致惹起火花，其定子可裝轉向圈<sup>3)</sup>。

<sup>1)</sup>發電子滑差；Schlupfung des Ankers; armature slip; glissement de l'induit. <sup>2)</sup>夏比烏斯氏；Scherbius. <sup>3)</sup>轉向圈；Wendespule; reversing coil; bobine à renversement.

第 993 圖示不用起動抵抗之基本的結線法。功率因數擬改良之三相交流誘導電動機俟其依尋常方法起動之後即使與勵發機相連結，後者與供轉動用之三相交流電動機(例如帶短路轉子之三相交流電動機)直接聯軸。如轉動後所發生之運轉磁場之方向過於同期，則在誘導電動機之轉子內壓入一種電壓，致電動機之位相差全被抵消。

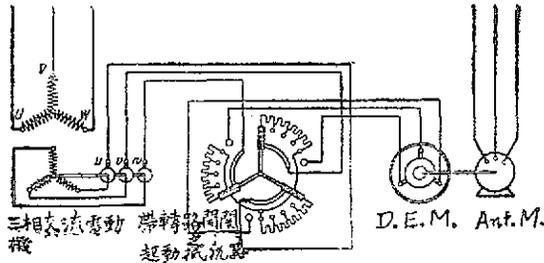


圖 993. 帶勵發機及起動器之三相交流電動機。

第 994 圖示相似之結線法，惟擬抵償之電動機裝起動抵抗。依德國勃朗巴羅廠之式樣，俟電動機起動之後，起動器遂被短結而若將起動器曲柄移至末端位置，其轉子自動與勵發機相連結。

由應用前述之自勵勵發機，遇有全荷時，位相差可被全部抵償，但如負荷不大，則其效力減小。

### 134. 帶定子之自勵三相交流勵發機。

當誘導電動機之負荷比較小時亦能使功率因數為 1 或竟惹起電流位相之前移者之勵發機係由哥希撒克氏<sup>1)</sup>所創並由西門子廠造出，亦曰自勵勵發機<sup>2)</sup>。其與前節所述之一種之差別殆因其有帶圈之定子。在定子圈中從轉子一方面誘入誘導電流，後者在一適當的歐姆抵抗及誘導抵抗之比例下惹起勵發機之自勵作用，結果，是種電流能消除弱

<sup>1)</sup> 哥希撒克氏; Kozisek. <sup>2)</sup> 自勵勵發機; selbstregelte Erregermaschine. self-exciting excitor; excitateur auto-excitatrice.

誘電動機轉子之差周<sup>1)</sup>。勵發機之定子圈或為短路圈<sup>2)</sup>或為相圈<sup>3)</sup>，(見圖225)，在後

者情形中如亦由圖所示，定子圈與可調整之抵抗相連結，而由應用是種調整之抵抗可使誘導電動機之功率因數有一任意大之值。此結果然亦可由變更發動機之轉數而獲得。

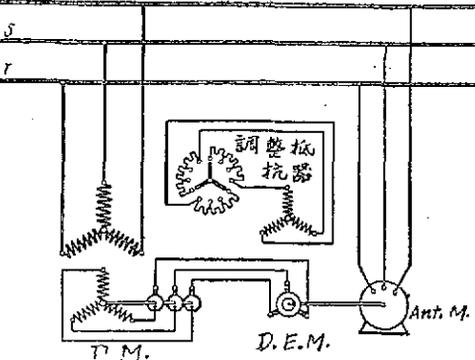


圖225.帶自勵勵發機之三相交流電動機。

### 135.帶網勵發之三相交流勵發機。

#### a) 周數變動計

三相交流電動機之位相差亦可經網流勵發之勵發機抵消之。其最簡單之一種即為一周數變動計<sup>4)</sup>，如由海爾氏所創者即屬之。是種儀器係由西門子廠所造，原來係供調整誘導電動機轉數之用(參考第183節)。周數變動計與無定子之三相交流勵發機相似，但與該機之差別在其轉子除聚電子外復有三刷環，後者依一定方法與線圈相連結並從三相交流網經過一變壓器導取電流而於圈內惹起一磁場。職是之故，其效應與擬抵償之誘導電動機之負荷無關，而於電動機之負荷較小時亦有效。

<sup>1)</sup> 差周; Schlüpfungsfrequenz; slip frequency. <sup>2)</sup> 短路圈; Kurzschlusswicklung; short-circuit winding; enroulement à court-circuit. <sup>3)</sup> 相圈; Phasenwicklung; phase winding; enroulement de phase. <sup>4)</sup> 周數變動計, 亦稱換周計; Frequenzwandler; frequency changer (or converter); changeur (ou transformateur) de fréquence.

第 296 圖示其結線法。誘導電動機之轉子一俟電動機起動之後即使其與周數變動計之聚電子刷相連結。變動計必須與誘導電動機同期，故須依一定速度而被轉動。為此當兩者有同數之極時，變動計與誘導電動機直接聯軸。變動計有較小之尺度時，其極數常較電動機中為少，因此須有較大之速度；在此情形中須添設一齒輪裝置（參考第 289 圖）。周數變動計之定子亦可無線圈，但為使運轉時不惹起火花照例須裝一換相圈。

為便於調整三相交流電動機之功率因數以使其有一定之值，勵磁變壓器可帶有若干分結點，或用聯軸節以連周數變動計及電動機。因用聯軸節二機之磁軸可斜扭。

b) 帶定子圈之勵發機。

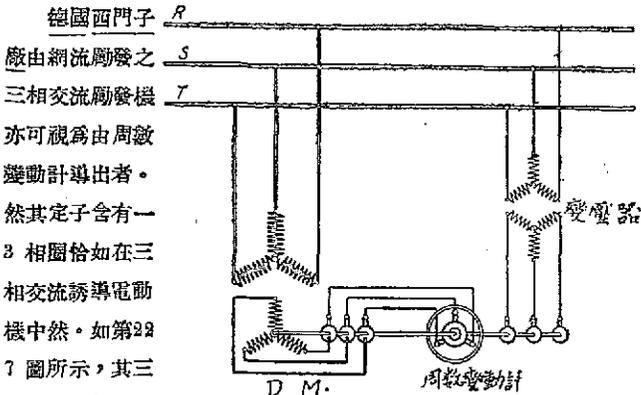


圖 226. 帶周數變動計之三相交流電感機。

但一方面與勵發機聚電子上之刷而一方面與擬抵償之電動機之刷環相連結。勵發機之刷環係由一變壓器與三相交流導線網相連結，恰如在周數變動計中然。又勵發機亦與擬抵償之電動機直接聯軸，或兩者極數不等時由齒輪裝置聯絡。

由網流勵發之勵發機以在聚電子處電流換向狀況特別良好為特性

，故祇呈微弱電花傾向。其故因其定子圈有如直流發電機抵償圈之作用以致發電子磁場被消滅(見第32節)。

爲便於任意調整功率因數可用一聯軸節(見4段)；有正常負荷時，誘導電動機之功率因數概爲1。負荷小時尤其當空轉之際，發生逾量之虛流而電動機於是帶位相移前之電流而工作，換言之，供給虛功率於導線網。

依以上所述，帶由網流勵發之勵發機者之誘導電動機可發生虛功率。根據此種可能性，導線網之功率因數可由連結誘導電動機以改良之。在此情形

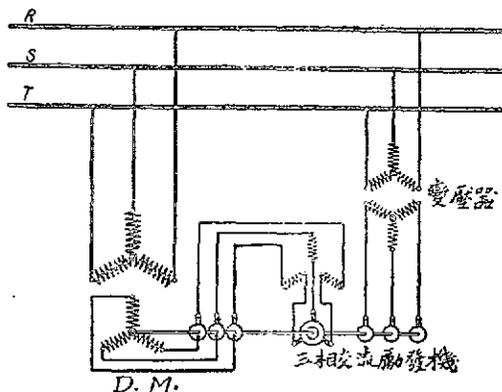


圖227 三相交流勵發機，帶網流勵發之勵發機。

中，勵發變壓器<sup>1)</sup>裝調整階段俾隨時調整所須要之虛功率。異期虛功率機<sup>1)</sup>——經修蓋爾氏<sup>2)</sup>發明——與過勵發同期電動機(參見第108節)正相對待。

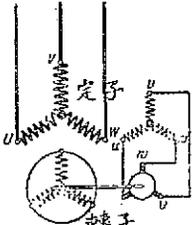
### 136. 抵償誘導電動機。

定子饋電電動機。

在一種由海蘭<sup>3)</sup>氏說明之誘導電動機中，位相之抵償係在電動機內進行，故毋須用一特別抵償器。如在正常三相交流誘導電動機中然，導線網電流係由定子導入，後者帶有一補助圈。又轉子亦帶一補助

<sup>1)</sup>異期虛功率機；asynchrone Blindleistungsmaschine； asynchronous wattless power machine. <sup>2)</sup>修蓋爾氏；Schenkel. <sup>3)</sup>海蘭氏；Heyland.

圖。轉子之補助圈與一小聚電子相連結而此聚電子則帶有分為三部分之刷組。刷與定子補助圈相連結而此補助圈供給為勵發電動機所須之虛流。故此時虛流並非取諸導線網，且當刷之位置適當時導入於電動機內之電流當無位相差，當發生空轉或負荷小時，電流有移前的位相。



第 228 圖表上述小功率電動機之結線圖。此

種電動機假定有短路轉子且係依塔克曼<sup>1)</sup>之式樣。

b) 轉子饋電電動機。

在由歐斯諾斯<sup>2)</sup>所發明之抵償電動機中，導線網電流經過轉子由刷環導入。轉子成電動機之一次部分。在轉子之槽內除固有之工作圈外復有抵償圈，抵償圈與聚電子相連結而後者復有分為三部之刷組。

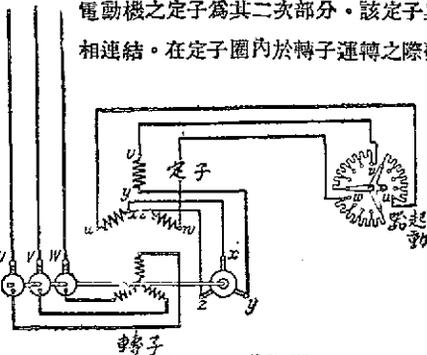


圖 229. 轉子饋電抵償電動機。

電動機之定子為其二次部分。該定子與分為三部之起動抵抗相連結。在定子圈內於轉子運轉之際發生誘導電流。此外且

又有從聚電子導出之勵發電流流入圈內。

第 230 圖示依上述觀點造成之抵償電動機之一般之結線法。

是種電動機之效率不次於正常電動機；其功率因數不問負荷

大小均為 1，然如裝適當之刷，則亦可使電流有超電壓以前之位相。

137. 直流勵發誘導電動機。

a) 定子饋電電動機。

<sup>1)</sup> 塔克曼; Bergmann-EW. <sup>2)</sup> 歐斯諾斯氏; Osnos.

為抵償位相，誘導電動機亦可裝一直流勵發機。電動機(見第230圖)利用一起動器(分為三部分)依正常方法起動。供勵法用並與電動機聯軸之分捲發電機之調整器當初開啓。發電機之發電電子有如起動抵抗一部分之作用。俟起動之後，將調整器關閉，因此由直流發電機發生之電流壓入轉子之相內。電動機於是依同期轉數而運轉，恰如一期電動機，故如若勵發適當，其功率因數當為1。如負荷逾限度頗鉅，則發電機失去同期性而仍如異期電動機轉動；俟失去負荷之後復自動

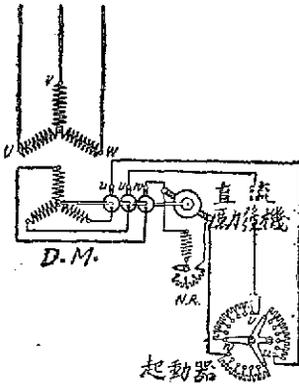


圖230.帶直流勵發機之三相交流電動機。

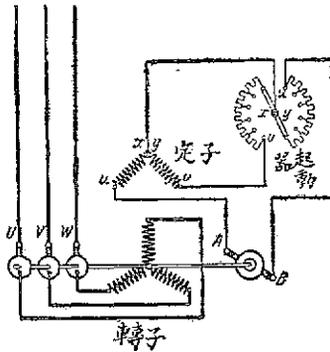


圖231.經直流勵發之轉子饋電三相交流電動機。

回達同期速度。勵發機可與電動機合併構成。此種裝置常稱曰被同期化者之異期電動機<sup>1)</sup>。

b) 轉子饋電電動機。

在由許萊氏說明之被同期化者之異期電動機中，導線網電流經過刷環而導入於轉子，轉子於是表電動機之一次部分。轉子復帶一第二線圈。此線圈與一小聚電子 AB 相連結而藉聚電子之助——如在旋轉變流器中(見第 156 節)——將納入之三相功率之一部分變為直流。定

<sup>1)</sup> 被同期化者之異期電動機；synchronisierter Asynchro. motor; synchronisierter asynchro. motor.

子帶有二相線圈，後者依如第 231 圖中所示之方法與起動器相連結並導入直流。電動機之特性與定子饋電電動機相似。

### 138. 位相經蓄電器之抵償。

為消除經誘導電動機或由別法在導線網內惹起之電流之位相的延

遲，其方法之最簡單者厥由應用蓄電器

。此法雖知之已久，但當初不甚注意。

近年自有價值而合用之蓄電器製造成功之後用蓄電器以抵償位相之效用始顯著。第 232 圖示一三相交流誘導電動機——帶短路

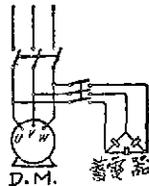


圖 232. 蓄電器組之三相交流電動機。

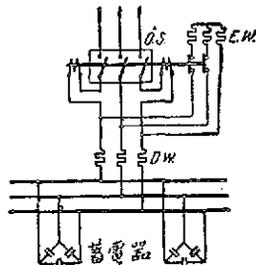


圖 233. 蓄電器組經導線與高壓導線相連。

磚子或刷環磚子——及與其並行連結之蓄電器組；蓄電器復依三角形連結。電壓高時，在蓄電器之前應插入衰減電抗以減小蓄電器蓄電時或放電時之電流衝動。

為節省起見，可令若干電動機與一公共蓄電器組相聯絡。是種功率因數改善改良法係由西門子廠所創。其結線法如第 233 圖，其中示蓄電器組與高壓導線網相連結。為便於從蓄電器組除去殘荷須裝放電電抗 E.W.，後者俟蓄電器用油浸開關與導線網分離後自動插入。D.W. 表衰減抵抗。

### D. 單相交流誘導電動機。

(異期電動機。)

### 139. 電動機之結線法及特性。

單相誘導電動機之定子其構造與三相交流誘導電動機之定子同，然僅有一單相工作圈 UV，此外又有一補助圈 WZ (圖 234)。補助圈與工作圈相距二極之距離。此圈惟起動時用之，故於起動之後即被開去。

補助圈內之電流由主電流分出。由阻電圈D於補助圈電路內惹起一種對於主電流之位相差。定動器A.S.使補助圈於當初起動時插入電路內，以後轉至工作位置時復令其離開電路。轉子可帶有短路圈或經過刷環與一起動抵抗相連結。如由結線圖所示，轉子照例依三相式而構成。為換電動機之轉向，交換補助圈末端與導線網之連結。

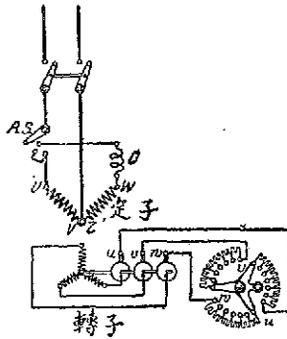


圖234. 帶補助圈之單相交流電動機。

單相誘導電動機之起動力不大，故其用途不廣。

### E. 三相交流聚電子電動機<sup>1)</sup>。

#### 140. 通論。

三相交流誘導電動機之轉數不能依簡單而經濟的方法調整。賦是之故，其用途不甚廣。在速度須調整之運轉工作中以用三相交流聚電子電動機為有利。是種電動機含有一具與誘導電動機中相似之定子及一具與直流發電機相似之轉子。定子含有一正常三相圈。在轉子之聚電子上有刷三組，互以相等之距離相隔而在二極電動機中故互以 $120^\circ$ 相隔。是種電動機一般均依功率因數1而工作。

#### 141. 順捲聚電子電動機。

##### a) 帶簡單刷組之電動機。

在順捲聚電子電動機中定子圈與轉子先後順結。第235圖示是種電動機之結線圖。定子圈依與誘導電動機中相同之方法表明； $x, y, z$ 表轉子刷。電動機之起動以及其速度之調整由移動刷而發生<sup>2)</sup>。運轉速度隨刷離開零電位置之遠近而增加，為令電動機依相反方向轉動，

<sup>1)</sup> 聚電子電動機(亦稱整流干電動機)；Kollektormotor；commutator motor. moteur à collecteur. <sup>2)</sup> 在聚電子電動機之閉路圖中，凡可移動之刷以若干組線表明而固定刷則由一組線表明。

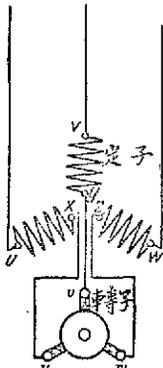


圖235. 三相交流脈流聚電子電動機。

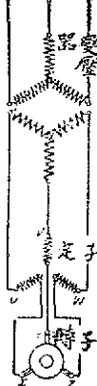


圖236. 帶中間變壓器之脈流聚電子電動機。

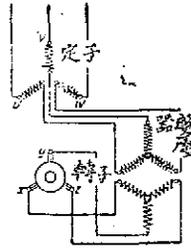


圖237. 帶中間變壓器之脈流聚電子電動機。

將刷依反對方向移動並交換三饋電線中之二線。

三相交流脈流聚電子電動機具有直流脈流電動機之特性：其轉數隨負荷而強行遞減；至空轉時其速度增至極危險之數，為此是種電動機須有一離心器以保護之。此器於電動機有危險之速度時開斷其電路。

聚電子祇能耐比較低度之電壓，為此遇高度工作電壓時須用一變壓器。第 335 圖示電動機與其前

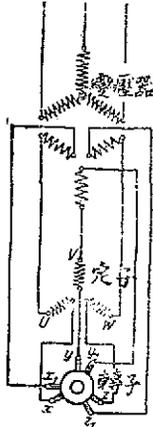


圖238. 帶複式刷組及中間變壓器之脈流聚電子電動機。

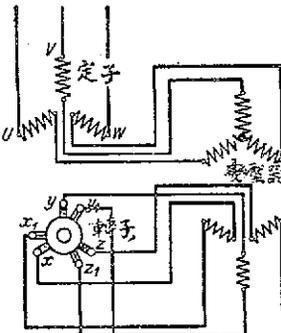


圖239. 帶複式刷組及中間變壓器之脈流聚電子電動機。

置變壓器之結線法

。第 337 圖示帶有插在定子與轉子間之中間變壓器之電動機之結線法。

b) 帶複式刷組之電動機。

依據西門子廠之構造式，三相交流聚電子電動機刷

組各分爲兩半部，其中惟在刷之周邊之一半部可移動，其他一半部則固定。在此裝置中由移動 $x, y$ 及 $z$ 諸刷之位置可調整轉數於一極大範圍內。第238圖示是種電動機與一前置變壓器之結線法而第239圖示其與中間變壓器之結線法， $x, y$ 及 $z$ 表固定刷而 $x_1, y_1, z_1$ 及 $x_2$ 表可移動之刷。

### 142. 分捲聚電子電動機。

a) 定子饋電及轉子饋電電動機。

第240圖示 AEF 公司之分捲聚電子電動機之結線法。定子及轉子分別結在導線網 R, S, T 上而轉子之與導線網之連結中間經過一調整

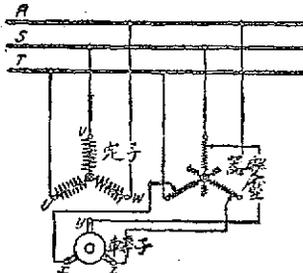


圖240. 帶調整變壓器之分捲聚電子電動機。



圖241. 帶定子連絡點之分捲聚電子電動機。

變壓器。電動機之轉數依導入於轉子刷 $x, y$ 及 $z$ 中之電壓而異。然如在直流分捲電動機中幾乎與負荷無關。變換速度之階段其數與變壓器之調整階段

數同。爲發生過同期速度令變壓器之圈越相之結點而延長。

如定子圈因自身有若干連絡點而有如調整抵抗器之作用，圖241，則毋須再用一特別變壓器。爲起動及爲調整速度用一筒形開關。

b) 轉子饋電電動機。

其他一種帶分捲電動機特性之電動機，換言之，速度幾乎一定而不隨負荷而變之電動機如第242圖所示。此種電動機係由西門子廠所造出。導線網電流經過刷環 $U_1, V_1, W_1$ 而達轉子，後者又有與一聚電子相連結之第二圈。聚電子帶兩刷組， $u, v, w$ 及 $x, y, z$ 。一組之刷與定子圈 $UX, VY$ 及 $WZ$ 三相之起端相連結而他組之刷則與三相之末端相連結。此二刷組由一齒輪裝置互相聯絡。

如屬各相之刷均在同聚電子片上，則定子相被短結而電動機之性質恰如一普通誘導電動機，而與後者之相差僅在誘導電動機中之一次

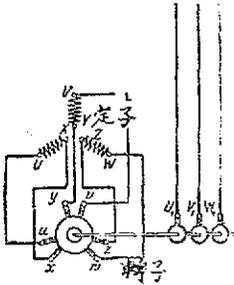


圖242. 轉子饋電分相聚電子電動機。

部分及二次部分在是處分別由轉子及定子代之。轉子之速度故近於同期。如令刷相互變位，則在聚電子處導出若干電壓，後者達定子內，致轉數發生變動。如一刷組之圈依運轉方向向前移動，則電動機之運轉過於同期，如其他一組向前移動，則電動機運轉尚不達同期。速度之大小概隨刷之位置而定而隨負荷之增加而略減小。

又電動機之起動亦由變動刷之位置而

致。在將主曲柄插入以前，當時之速度最小。在較大電動機中為減小定子與轉子間之起動電流用一起動抵抗器，電動機之換向由交換二線而致。

是種電動機之調整範圍可達 1:5 之比。在為西門子廠專利而由變更定子圈結線之一種中調整範圍可達 1:10 之比。

c) 帶加減變壓器之定子饋電電動機。

一種新近由 A E G 公司創造並具分相電動子特性之三相交流聚電子電動機(圖 243)係由定子饋電。然在定子上除主圈 U V W 外復有一補助圈 uv w, 後者與主圈一併置在槽內。誘入於補助圈內之誘導電壓經過一加減變壓器之定子(見第 106 節)而入於電動機之轉子內。加減變壓器之轉子圈(勵發圈)與導線網相連結。經過電動機之刷而壓入於電動機轉子內之電壓係由兩部分合成：一部分為電動機定子之補助圈電壓而他部分為加減變壓器之定子電壓。加減變壓器之定子電壓其位相依轉子之位置而

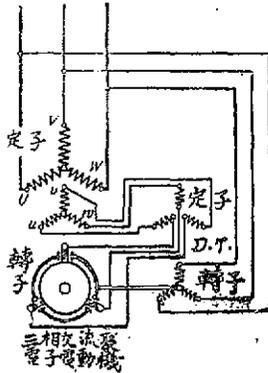


圖243. 帶加減變壓器之分相聚電子電動機。

變，故如令分電壓有等大之強度，則合成電壓可有相差於一最大值及一零值間之值。

如壓入於電動機轉子內之電壓為零，則當時祇由定子磁場誘入之誘導電流發生實效。此時電動機依近同期的轉數而轉，然如壓入之電壓較大，則電動機之運轉並非同期。

加減變壓器轉子之移位與電動機刷之搖桿之移位相並而行。由是可令壓入於電動機轉子內之電壓與誘入於轉子內之電壓相並行；換言之，可令兩者互相並行或相反對。轉子內之全電壓故等於誘導電壓及壓入電壓之和或等於兩者之差。如壓入之電壓與誘入之電壓兩者之方向相同，則電動機有過同期之轉數，而全電壓愈大時其轉數亦愈大。反之，如兩者之方向相反，則全電壓較小，此時電動機之轉數小於同期轉數。

在實際情形中加減變壓器之轉子及電動機之刷之搖桿依一定方法由齒輪裝置互相聯絡並可用手輪移動之。此種機械的聯絡在圖中經複線表明，是種電動機其轉數之變動不依階段但有 1:3 之大調整範圍。

143. 結在一高壓網上之三相交流聚電子電動機。

第244圖表一順捲聚電子電動機與一三相交流高壓網相連結之結線圖。經前置變壓器D.T.惹起對於聚電子適用之低壓而後者經過保安線及帶自動壓降釋放器之三極開關而被導入於三相交流電動機 D.M. 內。電壓計，功率計及電力計分別指出電的狀況，為防於負荷過小時電動機之速度激增起見，在電動機上裝一離心開關Z.S.。(此開關器與主開關之電壓釋放器先後順結，故遇速度超出某一定限度時，釋放器磁石之電路中斷致使電動機與導線網分離。

## F. 單相交流聚電子電動機。

### 144. 通論。

<sup>1</sup> 圖之材料；Bürstenbrücke；brush rocker；lunette de porte-balais。

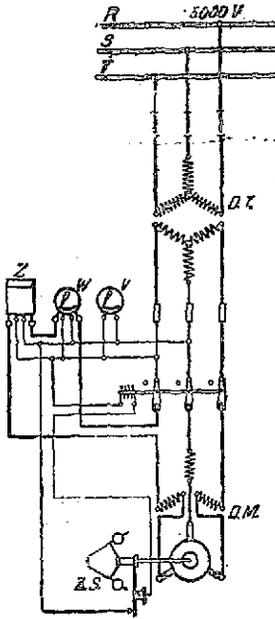


圖244. 接在高壓導線網上之三相交流聚  
電子電動機。

在單相交流聚電子電動機中轉子亦有如直流發電機之構造，且如在直流電機中然普通每兩極(或一極對)有刷二組。此種電動機之主要用途在電力鐵路一方面，然其他用途仍多，其最重要之若干種之結線法如次。

### 145. 順捲聚電子電動機。

單相交流順捲聚電子電動機之結線法(圖244)與直流順捲電動機中相同。就構造而言，其與直流順捲發電機之相差在其照例無極之突出部分，而磁石圈EF則藏在空筒形定子之槽內，又電動機復有一抵償圈GF，後者亦藏在定子之槽內而其效用為抵消電動子之磁場AB，恰如在抵償直流發電機中然。(參見第32節)。電動機之起動及其轉數之調整係用一具插在電動

機前之調整變壓器(圖246)。至於轉數與負荷之關係與在直流順捲電動機中同。

### 146. 短路聚電子電動機。

其他一種單相交流聚電子電動機曰短路聚電子電動機。其中惟定子圈EF內有交流導入，在轉子圈內誘入誘導電流，轉子之AB刷係被短結，通電時刷當初係在零位，俟被移動後，電動機即運轉且依移動方向，電動機之轉向亦不同，準此，則電動機之起動，換向及轉數之調整均由於刷之變位。短路聚電子電動機亦具有順捲電動機之特性：其轉數隨低降之負荷而強行增加。

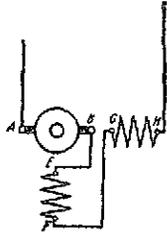


圖245.單相順捲聚電子電動機。

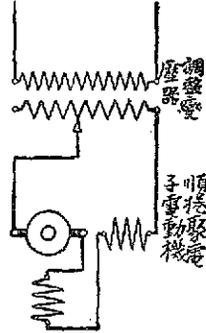


圖246.帶兩整變壓器之順捲聚電子電動機。

在由勃朗巴威利廠<sup>1)</sup>所造之短路電動機中除含有固定刷組 $A_1B_1$ 外，復有一可移動之刷組 $A_2B_2$ ，圖248。是種配置當初由台利氏<sup>2)</sup>說明，頗適於轉數之調整。

147. 順捲短路聚電子電動機。

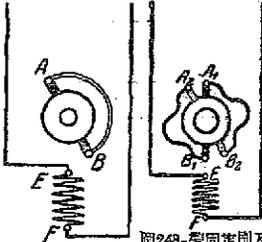


圖248.帶固定刷及可移動刷之短路聚電子電動機。

在一種由溫脫氏<sup>3)</sup>及愛雪包氏<sup>4)</sup>所發明之電動機中具有順捲聚電子電動機

圖247.單相短路聚電子電動機。

及短路聚電子電動之特點，圖249。轉子(假定復為一雙極電動機)含有固定刷二組，其中一組 $A_k$ 及 $B_k$ 互相短結。電動機用調整變壓器起動及調整速度。調整變壓器節制經過 $AB$ 刷而入於轉子內之電壓。

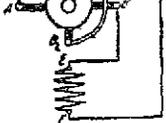


圖249.單相順捲短路聚電子電動機。

### 第九章 變流裝置

#### 148. 通論。

為連合交直流二者特具的優點常用一混合制，即在總廠內發生交流，但其中一部分在分站處

<sup>1)</sup>勃朗巴威利廠; Brown, Boveri & Co. <sup>2)</sup>台利氏; D'Arl. <sup>3)</sup>溫脫氏; Winter. <sup>4)</sup>愛雪包氏; Elchberg.

即使其變為直流，為此可用各種變流器<sup>1)</sup>及整流器<sup>2)</sup>。

多數變流器又可逆轉用之；申言之，亦可用以從直流變為交流，但此種情形比較不多觀。

### A. 同期電動發電機組。

#### 149. 直流電動發電機組在直流方面之起動。

從交流以變直流可用一電動發電機組<sup>3)</sup>，後者由一交流電動機及一聯軸直流發電機所組成。電動機大都為一種同期交流電動機，至屬單相或三相則無妨也。其與異期電動機相較之特點在於有一定之轉數而不隨負荷而變。然其最顯著之特點在於導線網之功率因數不但受不利的影響且因電動機過度勵發而被改良。此種情形在有大變流功率時頗重要（參見第108節）。然同期電動機之起動較難而有特別注意之必要。

在多數情形中變流器之起動可在直流一方面為之。其時先令直流發電機如電動機轉動，其轉數逐步調整至達同期速度時始停止變動。次將同期電動機俟其電壓經調整而與網電壓一致後插入，此後發電機遂入於正常工作狀況，申言之，發電機經相當勵發後發生直流。

第350圖示一種對於低壓裝置適用之結線法。D.M.表同期三相交流電動機，係結在R, S, T條上。在一線上裝一電流計A以確定流入於電動機內之電流強度。至電壓計在導線網一方面及電動機一方面均有之。由驗相燈及相弗計組成之同期計可經一小開關一方面結在三相交流電動機之相上而一方面結在匯電條之相當相上。三相交流電動機之勵發電流係從直流匯電條P及N導出而其強度可由磁石調整器M.R.調整之。有時勵發電流係由特備之勵發機供給。直流分捲發電機N.D.之起動器當發電機在正常工作狀況時經一開關短結。然當工作進行之際起動器之曲柄應留在工作位置俾發電機不致失勵。分捲調整器N.R.專

<sup>1)</sup>變流器；Umformer；convertor；<sup>2)</sup>整流器；Gleichrichter；rectifier；redresseur。<sup>3)</sup>電動發電機組；Motorgenerator；motor generator；moteurgénérateur。

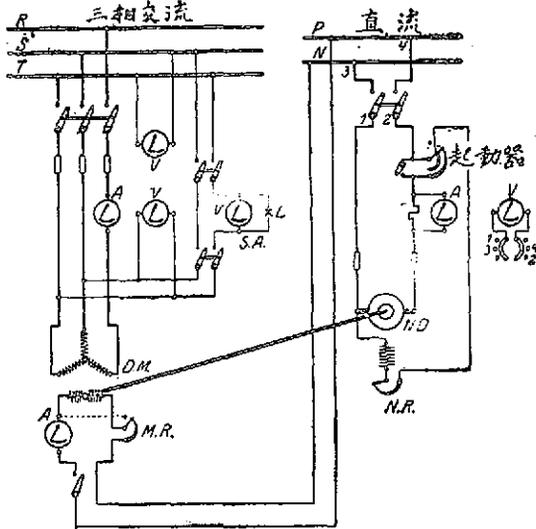


圖250.帶直流起動器之同期電動發電機組。

供調整直流電壓之用，但在起動期間又兼司轉數之調整，職是之故（參見第56節），其中並無斷路位置。在直流一方面由一電流計及一電壓計指示電的狀況。電壓計有轉路開關以便隨時示發電機及導線網之電壓。

上述之起動方法假定有現成直流電，故假定除變流器外復有經一蒸汽機，氣力機或其類似轉動之直流發電機。如有蓄電池組，則同時又須有直流發電機等，蓋在令變流器開始工作以前，蓄電池組應先蓄電也。

### 150.帶起動電動機之電動發電機組。

同期電動機之起動亦可由應用一補助電動機，如由第251圖又一高壓裝置之開關圖所示。同期三相交流電動機直接與一高壓導線網相連結。至所用之計器大都與前節中所述者同，但為明瞭勵磁電流強度



開關關閉後起動之手續與三相交流電動機起動之手續同。

B. 異期電動發電機組。

152. 對於低壓適用之電動發電機組。

同期電動機中與其各種優點對待之缺點為其煩瑣的起動方法。如為變三相交流則常用一異期誘導電動機，其起動比較簡單。

第 253 圖示一異期電動發電機組之結線圖。其中經由一三極過高流斷路開關（二相帶釋放器）與導線網相連結之三相交流電動機有一刷環轉子並經液體變抗器而

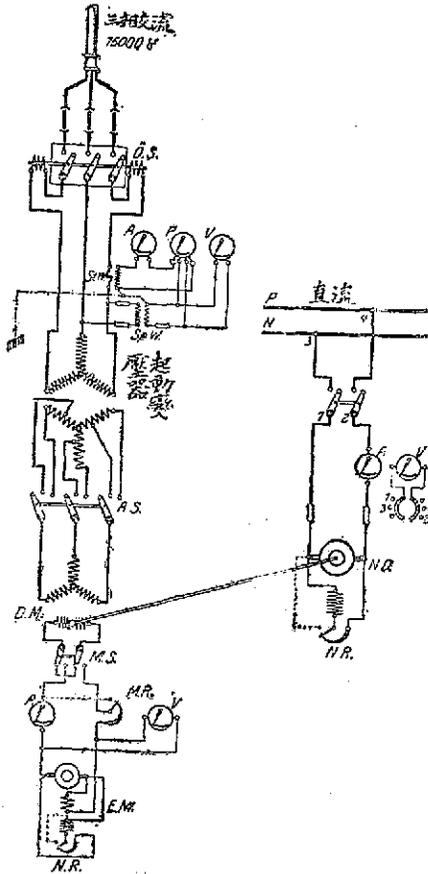


圖 252. 在三相交流一方起動之異期電動發電機組。

起動，直流發電機為一分捲發電機。為確定在三相交流一側所納取之功率插入一瓦計（依第 23b 節第一段所述之結線法），此外又有安計及弗計以示電流及電壓之情形。弗計且可由一轉路開關與各相連結。在

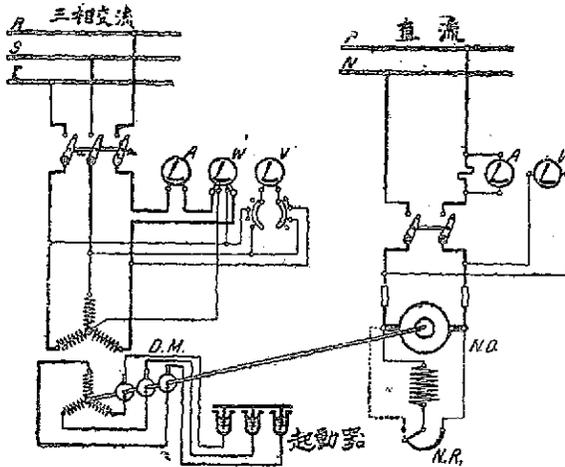


圖263.適於低壓之異期電動發電機組。

直流一方面之計器祇有一電流計及一電壓計。

### 153. 對於高壓適用之電動發電機組。

變流器之誘導電動機中有可與高壓導線網直接連結者而此至少在有大功率時可能(參見第130節)。據第264圖，高壓三相交流由一電鏡照例經過分離開關及油浸開關導入於電動發電機組中。油浸開關之繼電釋放器所須之補助電流係從在直流一側之隔電條導出。繼電器以及其他計器(依二瓦計結線法之功率計及電力計)與導線之連結中間均經過電壓變動計。

與三相交流聯軸之分捲發電機發生低壓直流，後者經若干配電線導入於直流導線網內。為完備起見，往往又裝一蓄電池組。

### 154. 礦山鐵路車應用之變流裝置。

第265圖表依西門子廠計劃而設之在礦山鐵路上應用之小變壓器裝置之開關圖。礦山鐵路車概用直流電。為此在礦區往往為備有的現

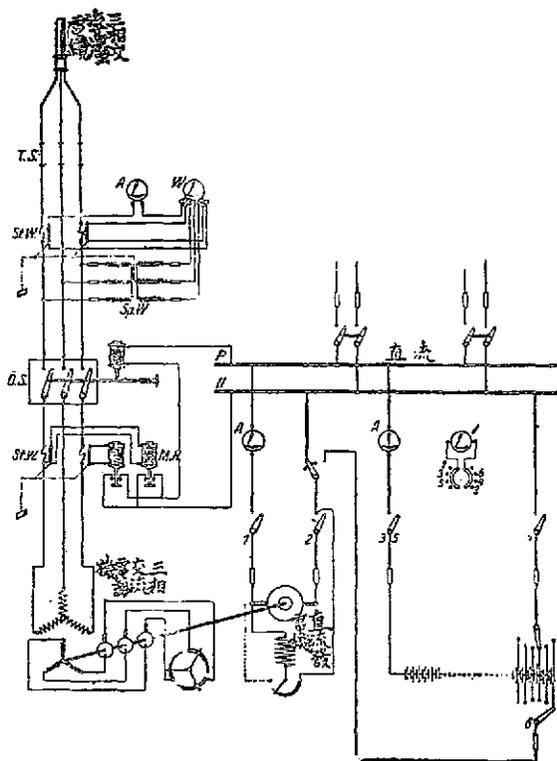


圖254. 對於高壓適用之具斯電動發電機組。

成三相交流電有令其變為直流電的必要。

圖中示二組異期電動發電機組 M.G. 三相交流電壓為 500 弗。油浸開關裝有二相過高流釋放器。

適於 230 弗電壓之二直流發電機帶有複圈，且為使二者得安全並結起見，又裝一均壓線（參考第 37 節）。二極主開關僅在正極一方面帶過高流釋放器。正極線上復有保安線（參考第 7a 節，末段）。負極與鐵

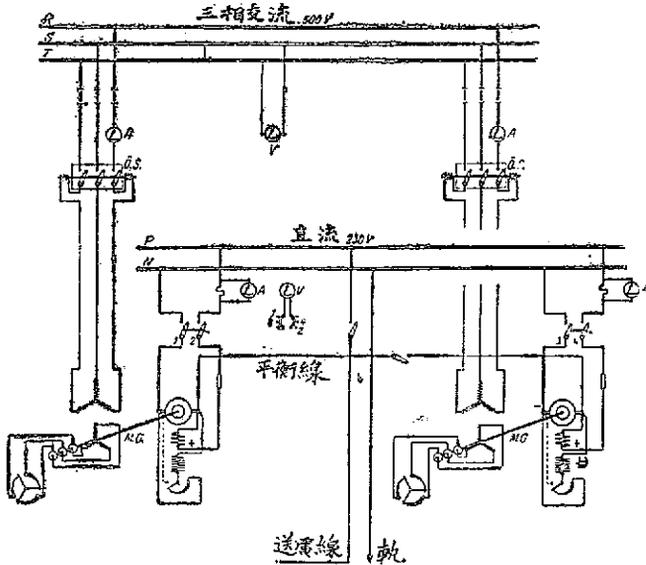


圖265. 礦山鐵路應用之變流裝置。

軌相連結；因其接地之故，毋須保護。正極與電力鐵路車導電線<sup>1)</sup>（或稱送電線）連結。至計器則限於必不可省者之數種。

### 155. 街道電車應用之變流裝置。

其他示異期電動發電機組應用之一例如就瑞士華倫麥斯脫梵登<sup>2)</sup>地方之電車之變流裝置之開關圖之情形（圖356）。其中將從一電力廠發生而由一架空線輸送之8000弗高壓三相交流電變為對於電車適用之直流電。因須給養之電車路線其長在8公里以上，此種直流電有比較高的1000弗電壓。

架空線上之油浸開關裝有過高流釋放器以防過度負荷。釋放圈與

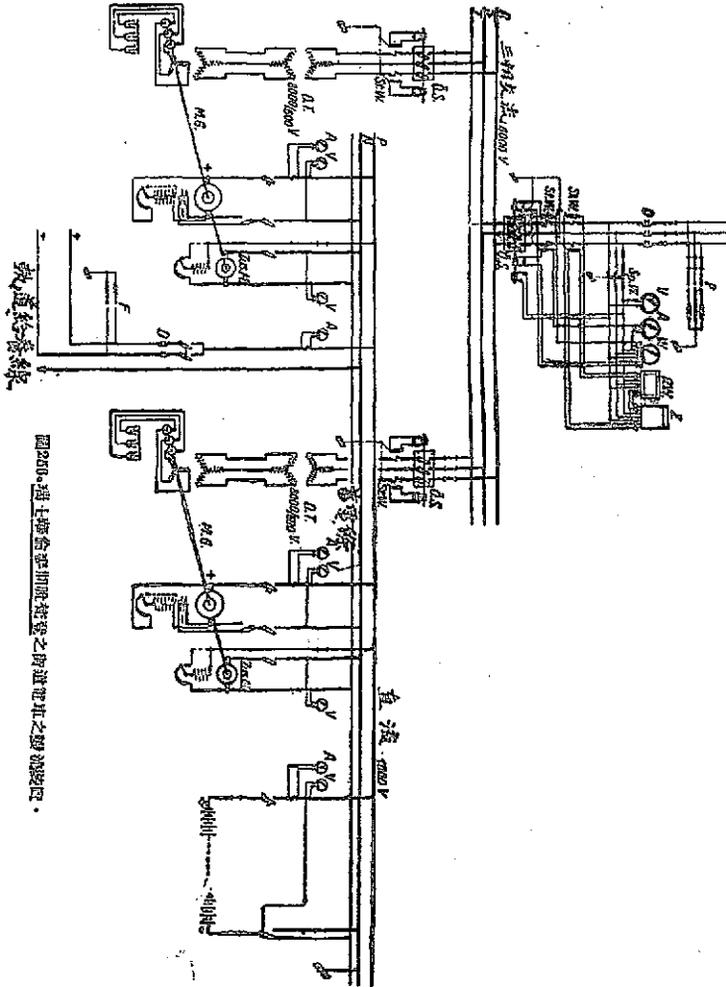
<sup>1)</sup>電力鐵路車(或電車)導電線(或曰送電線)；Fahrleitung；trolley wire；ligne de trolley. <sup>2)</sup>華倫麥斯脫梵登；Wohlen-Meisterschwanden.

保安線並行連結而釋放時間隨過負荷之程度而異(參考第 100 節)·爲使導線內乳路於失却電流時立即自動開斷·有一與電壓變動計相連結之壓降磁石·後者對於開關發生作用·在架空線上所用之計器並無值得注意之特點·爲決定導入之電功除電力計外復有一記錄功率計·過高壓保護由帶水液體電抗之電花避雷器及阻電圈組成·

爲變換電流用兩電動發電機組·然照例僅有一機工作·導入於變流器內之三相交流其電壓預先用變壓器降至 500 弗·以後由使用插在變壓器前之油浸開關(帶過高流時限繼電器)可任意使一變流器組工作·變流器之發動方面有一帶液體起動器之異期三相交流電動機·此電動機轉動與之聯軸之直流複捲發電機·後者發生電車所須之電壓·其正極與匯電條之連結經過帶自動過高流釋放器及倒流釋放器之油浸開關而負極與相當匯電條之連結經過一簡單手開關·在兩複捲發電機間並無均壓線·因就一般言·其中並無兩機並行工作之必要·

爲補助變流器及充一時的後備用一由 484 蓄電池組成之緩衝蓄電池組·是種電池組經由一過高流斷路開關與正極匯電條相連結·其負極經由一轉路開關或與負極匯電條相連結——並行工作——或爲充蓄電池與一特別充電條相連結·至爲充電所須之高壓由應用一補助發電機——其電壓可變動於 50 至 300 弗之間——發生·補助發電機與電動發電機聯軸且隨之而空轉·蓄電池蓄電時將補助機之單極手開關關閉·此機遂與工作發電機相順結而惹起相當高的電壓·當蓄電之際·用轉路開關使工作發電機之順圈不發生實效·故是種工作發電機有如一分捲發電機之特性·

從正極直流匯電條接出二饋電線·後者與電車導電線相連結·負極匯電條接地並經由一導線與鐵軌連結·在饋電線內毋須裝過高流保護蓋在工作中之發電機之過高流斷路開關同時亦保護導線·反之·爲防直流一側可發生之過高壓惹起損害·各饋電線均裝電花避雷器及一阻電圈·



軌道終端線

直流 4000 V

圖255b. 瑞士聯合加路特登之街道電車之變流器。

C. 旋轉變流器。

## 156. 變流器之構造及結線法。

就構造而言，旋轉變流器<sup>1)</sup>完全與直流發電機相當，惟發電子除集電子外復有刷環——刷環之數用單相流時二具，用三相流時三具或六具——，後者與發電子圈依一定方法連結。聚電子及刷環普通分別裝在發電子之兩側。擬變換之交流經過刷環而入於發電子；在集電子

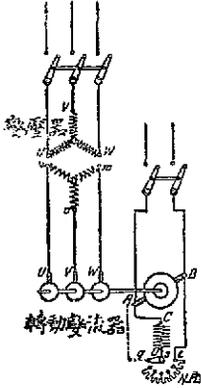


圖257. 帶三刷環之旋轉變流器。

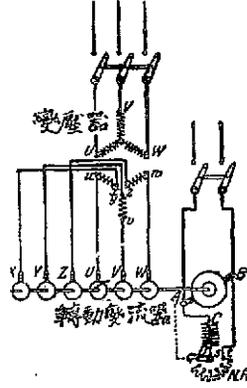


圖258. 帶六刷環之旋轉變流器。

處將直流導出。變流器大都裝有轉向極。交流電壓及直流電壓間之變壓比既不能任意決定但大都有與交流之相數有關之一定值，故變流器照例復與一變壓器相連結。

第 257 圖示由三相交流變為直流之變流器之一般的結線法，其中變流器帶三刷環；至帶六刷環者之一種如第 258 圖所示。

## 157. 變流器在直流一方面之起動。

凡結在交流網上之旋轉變流器其性質如一同期電動機，故就同期電動發電機而言之起動方法對於旋轉變流器亦適用。

第 259 圖示一具由三相交流變為直流之變流器在直流一側起動之

<sup>1)</sup> 旋轉變流器，一名單電子變流器；Einankerumformer; rotary (或synchronous) converter; convertisseur (commutatrice).

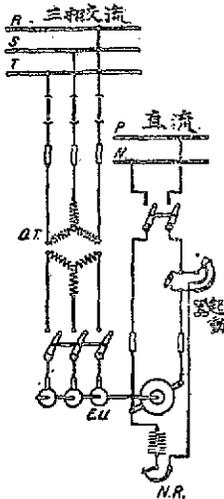


圖260.帶起動器之旋轉變流器。器之油浸開關為宜。

結線法(參考第149節及第250圖),其中略去計器。如一直流電動機然,變流器當初利用起動變抗器起動,俟其轉數經分圈調整器調整至達同期程度後,令其與交流導線網相連結,如是遂入於正常工作之時期;在此情形中變流器之負荷係在直流一方面。

旋轉變流器E.U.與三相交流導線網之連結依圖係在變壓器之低壓一側,其二次電壓故必須與所冀之直流電壓——依變流器之變壓比——相當。此電壓等於變流器與變壓器連結以前有正常轉數時發生之交流電壓,同期計照例結在低壓一側。至在交流一側防過度負荷之保安線祇於功率小而電壓不過於大時用之。在有高壓時,照例以用帶自動釋放

### 158.帶起動電動機之變流器。

變流器如用一起動電動機起動其結線法例如第260圖所示,其中亦以一具由三相交流變為直流之變流器為例(參考第150節及第251圖)。功率較小時,供起動用之補助電動機(異期誘導電動機)以帶低壓而轉動為宜,故係結在變壓器之二次方面。功率較大時,此種電動機亦可直接與高壓相連結。在結線圖中變壓器高壓與低壓兩側之開關均表出。在高壓一側之油浸開關帶自動過高流釋放器。

### 159.變流器在三相交流一側之起動。

凡在三相交流一側起動之旋轉變流器均帶衰減圈(見第110節)。第261圖示由三相交流變為直流之變流器之結線法(參考第151節及第253圖)。變流器帶有六刷環,如僅帶三刷環者,則其結線法自然較為簡單,為得起動時所須之分部電流,插在變流器前之變壓器之二次圈

帶有一分接點。電壓經過起動開關 A-S 而被導入於變流器內。因在起動期間磁石圈內有高壓誘入，磁石圈經一特別開關分為多數部分或自相短結。俟達同期速度後，變流器經工作電流強度勵發並使與全三相交流電壓相連結。

由變流器發生之直流其極性依其達同期速度時之極

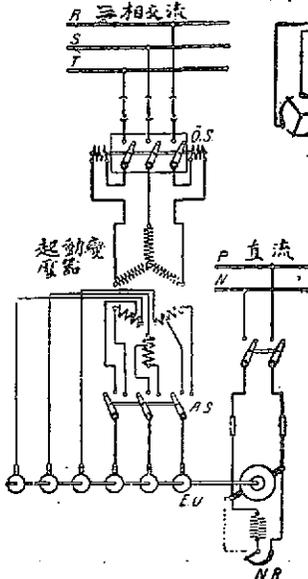


圖201. 由三相交流一相起動之旋轉變流器。

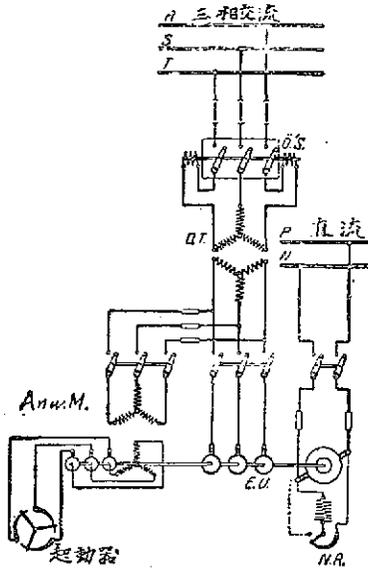


圖200. 帶起動電阻之旋轉變流器。

的位置而異，故非一定。為此在功率較小時，變流器與直流導線網之聯絡係用一轉路開關俾使同性之極相聯絡。然其他使同性極聯絡之方法仍多；例如依據西門子廠之方法，錯極性由開起動開關歷一短時間而矯正。然極性之改換應在磁石電流極弱時並有起動電壓時為之，故係在變流器在達全電壓以前，俟確定極性無訛之後，立刻使變流器充分勵發並將起動開關移至工作電壓

位置。

### 160. 旋轉變流器電壓之調整。

在電動發電機組中所發生之直流電壓經分圈調整器調整但在旋轉變流器中則不然，其直流電壓幾乎不感受勵發電流調整之影響。如在同期電動機中然(參考第 108 節)，勵發電流之強弱祇決定電流強度與電壓間之位相差。職是之故，在旋轉變流器中三相交流導線網之功率因數可因變流器過度勵發而改良。

為施行電壓調整須應用特種補助法。以下就若干有實用之調整方法為簡單之說明且係就由三相交流變為直流之變流而言。

#### a) 經阻電圈之調整。

據第 263 圖在變流器前設阻電圈。其中所發生之電壓與變壓器之二次電壓相併，故全電壓時小時大：如導入於變流器內之電流對於電壓延期，全電壓則較小；反之，如超前則較大。因有阻電圈之作用故由調整勵發電流——勵發電流之強弱既能決定電流與電壓間之位相差之性質及大小——可使導入於變流器內之交流電壓及其所發生之直流電壓發生變化。電壓依此方法之調整其範圍不大，但足以使直流電壓有一定之值而不隨負荷而變。

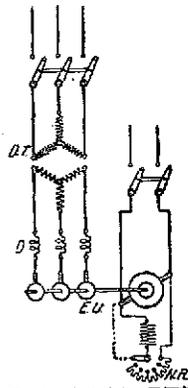


圖 262. 旋轉變流器電壓經阻電圈之調整。

#### b) 經加減變壓器之調整。

關於旋轉變流器電壓之調整其一極普通而調整範圍頗廣之方法由應用一加減變壓器(見第 106 節)。加減變壓器之勵發圈(概為轉子之勵發圈)與插在變流器前之變壓器之二次電壓——此變壓器應稱功率變壓器<sup>1)</sup>以示與加減變壓器有別——相連結而

<sup>1)</sup> Leistungstransformator; power transformer; transformateur à grande puissance.

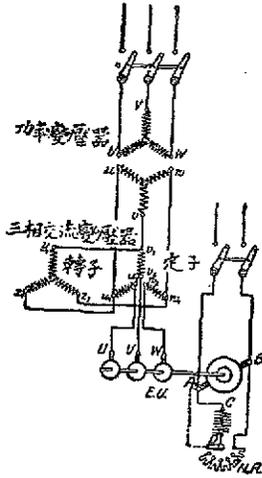


圖163. 用一加減變壓器以調整帶三刷環之變流器之電壓。

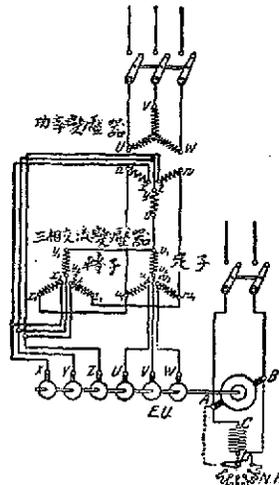


圖164. 用一加減變壓器以調整帶六刷環之變流器之電壓。

補助圈(定子之補子圈)則插在變流器之前，在變流器內誘入之電壓故與功率變壓器之二次電壓一致。如是發生之全電壓即為導入於變流器刷環內之電壓，其大小隨加減變壓器轉子之位置而異。由變流器發生之直流電壓既隨刷環電壓而異，故其強度可經調整而有所欲之值。

第363圖示一3刷環變流器而第364圖示一6刷環變流器之與一加減變壓器連結時之結線圖，加減變壓器之定子圈(在此情形中稱曰補助圈)之三相由 $u_1, u_2, v_1, v_2, w_1, w_2$ 表明而轉子圈(勵發圈)由 $x_1, x_2$ 等表明。

### 161. 帶可轉路的電燈導線網之變流裝置。

第365圖表一工廠之開關圖，該工廠有一直流發電裝置，但又須與一3相交流導線網相聯絡，為於三相交流導線網中發生擾亂時以便由現成蓄電池維持發電，電燈導線應可轉結於直流導線網上。

具15000弗電壓之三相交流由饋電線經過帶過高流釋放器之油浸開關導至配電條，依星形三角形連結之角隙避雷器與阻電圈組成過高

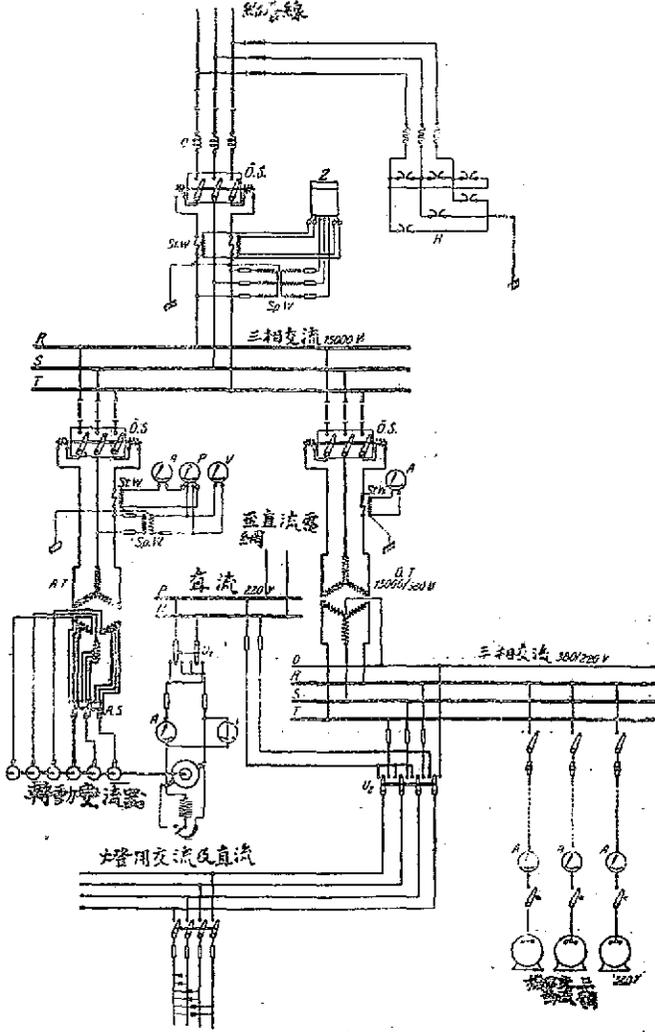


圖206.帶可移動的電燈導線網之變流及燈網之裝置。

壓保護。一具帶六刷環之旋轉變流器與配電條相連結且因變流器在三相交流一側起動其與配電條之連結經過起動變壓器A.T.後者在二次一側具有若干調整階段，故由應用三極起動開關A.S.可使其緩緩起動。為決定直流導線網之極性，在令轉路開關 $U_1$ 轉位以前先觀察直流導線間可左右偏向之電壓計並由偏向之方向確定變流器之極性(參考第159節)。俟極性決定之後將轉路開關向右或向左移動。直流電壓為220弗。

從配電條再由導線接至加減變壓器D.T.後者之主要效用為便於結電動機——在結線圖中由一極 $U_1$ 表明——且有380弗之二次相勢差。從變壓器復接出一零電線，由是又成第二種三相交流低壓即在主線與零電線間之220弗電壓。此電壓亦即直流發電裝置所有者。電燈裝置由利用轉路開關 $U_1$ 可任意由直流或交流供給電流。用直流時，三支三相交流主線經轉路開關併合一起，成爲一極，而零電線另成他極。

### 162. 三線直流電力廠之變流裝置。

第966圖表一變流裝置之開關圖。有15000弗電壓之現成三相交流經過一油浸開關而被導入於變壓器內。油浸開關帶過高流釋放器及壓降釋放器。補助電流則由一直流電源導出。各相均設保護裝置。至計器則有一電流計，一測相計及一電力計。

在變壓器A.T.中惹起爲發生任意直流電壓所須之三相交流電壓。此變壓器之構造如一起動變壓器，其故因變流器係在三相交流一方面起動，其中祇許導入一部分之電壓。插在刷環前之阻電圈專供調整電壓之用(見第160a節)。

變流器之直流電壓有480弗。此電壓經由變壓器零電點接出之中間線分爲 $2 \times 240$ 弗二半部。在變流器與直流電條之連結線上裝單極過高流斷路開關，在零電線上裝一普通手開關。直流電力計測定由變流器供給之全部之功(參考第35圖)。又經其他計器可測定導線網每半部

<sup>1)</sup> 保安線及加阻釋放器上之相數由相盤殼之小橫線表明。

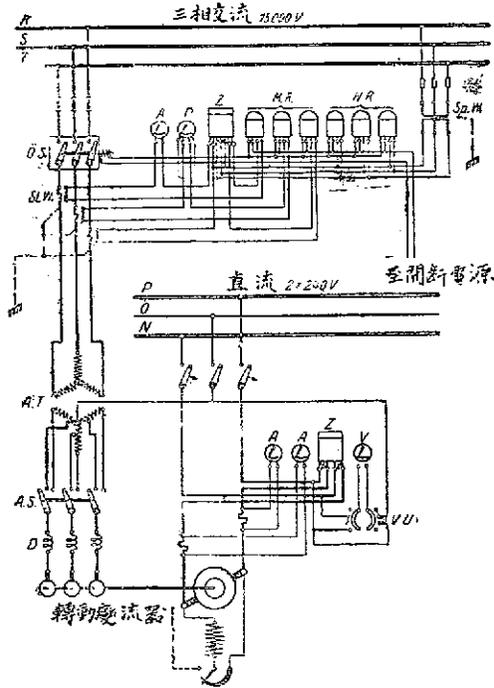


圖266. 三相直流電力廠之變流裝置。

之電流強度及電壓以及外導線間之電壓。

### 163. 帶加減變壓器之變流裝置。

第367圖表德國麥台堡之電力廠之大變流器之結線圖，在電力廠中發生之一部分高壓三相交流經該變流器變為直流以供電車之用。

變流器帶六個刷環。三相交流有3000弗之電壓，但預先在前置變壓器(所謂功率變壓器)中經變壓而降至367弗俾由變流器供給之直流有適於供電車用之550弗電壓。直流電壓用一加減變壓器調整。變流器用一起動電動機起動。發三相交流電之電力廠與其變流所相距頗遠

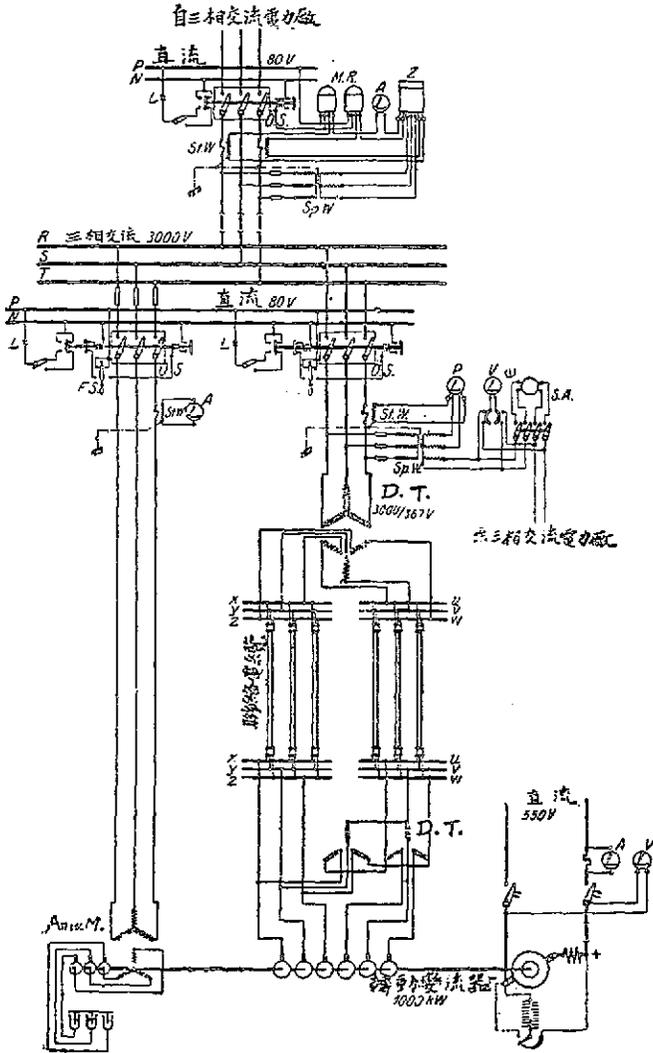


圖 267. 在德國波魯昂電力廠中由三相交流變為直流之變流器。

，故凡幹電線及主要連結線均為電纜，然在結線圖中除變壓器與變流器間之一段外，其他均用單線表明。

由三相交流電力廠發生之電流經過主油浸開關而被導至變流裝置之R,S,T 諸條。主油浸開關與兩過高流繼電器相聯絡而中間經過電流變動計。至計器僅有一電流計及一電力計。

在匯電條上連結功率變壓器而中間亦經過一油浸開關。油浸開關並無自動釋放裝置但適於遠距操縱(見第9節)，是以變壓器及變流器之插入可從主配電板指揮之。

為比較電壓，一方面經過傳路開關連結一弗計於變流器之經變壓器變高之電壓而他方面連結於由三相交流發電機發生之電壓。又為比較相之順序用一同期計。測相計示功率因數，後者之大小與變流器之經分捲調整器調整之勵發強度有關。

變壓器在一次方面依星形連結。開的二次圈與變流器及與加減變壓器依第364圖所示之方法連結。為容強度電流應用三並結電纜。

供起動用之三相交流誘導電動機直接用高壓電轉動。其與3000弗匯電條之連結經過一油浸開關。又此開關亦帶遠距操縱裝置，電流計示電動機之負荷並為防過大負荷用保安線保護。電動機之液體起動器同時兼供調整轉數之用。此器從配電板由一小直流電動機(在結線圖中不表出)起動。

在變流裝置上凡油浸開關皆帶記號燈(見第19圖)以報告開關之順次。供繼電器及遠距操縱用之補助電流為帶80弗電壓之直流並係由一蓄電池組導至匯電條P及N。又供節制液體起動器用之電動機及供變流器中電動機分捲調整器(在圖中亦不表明)用之直流亦取自該兩匯電條。

在變流器直流一側其負極接地(鐵軌)。二極之主開關均帶過高流釋放器及倒流釋放器。在正極上又裝一分離開關。此外又有電壓計及電流計。

164. 旋轉變流器與緩衝機。

在電量耗費強行變動之三相交流裝置中為平衡其負荷及免去電力廠中電流衝動起見可用一調速輪，如直流裝置之裝調速輪者然（見第48節）。第318圖示英國威司丁沃斯電力廠之一結線法，其中略去各種細目如開關，保安線等；調速輪S與一直流發電機P.M.聯軸，後者之作用如一緩衝機。在較小負荷期間，其作用如一電動機，而從導線網導取電流並以之供給調速輪；反之，在較強負荷期間其作用如一發電機而將貯蓄於調速輪內之

電能還給導線網。準此以觀，調速輪必隨當時負荷狀況交換蓄能或放能。在平均負荷期間，調速輪並不蓄能亦不放能。

直流緩衝機經由一轉動變流器 E.U. 與三相交流導線網相連結。為調整電壓在轉動變流器之前插一變壓器。變流器以在三相交流一側起動為宜——此時變壓器帶起動階段。在有平均負荷之期間變流器空轉（如不計緩衝機所

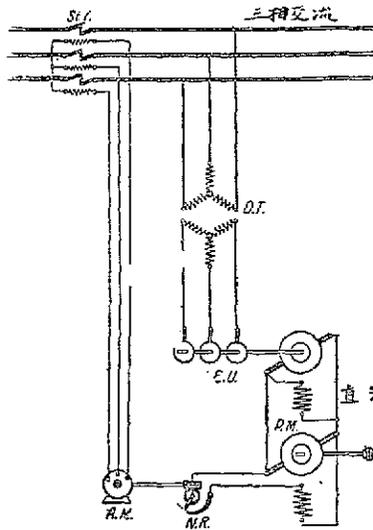


圖318. 轉動變流器與緩衝機。

須之空轉電流）。負荷小時，變流器將從導線網導出並供轉動緩衝機用之三相交流變為直流；反之，有較大負荷時將由緩衝機發生之直流變為三相交流，後者被導達導線網。

在負荷較小時為使調速輪加速運轉，必須令緩衝機之轉數增加；反之，負荷較大時必須令其減少以使調速輪給出其所貯蓄之能。依誌

裝置之負荷程度而起之轉數影響而利用一電流變壓器<sup>1)</sup> S.T.而實現。電流變壓器有如較大電流變動計之構造故如一電流繼電器<sup>2)</sup>。一較小並受電流變壓器供給之發動機 A.M. (其構造如三相交流誘導電動機) 轉動插在緩衝機磁石電路內之分圈調整器 N.R. (並無斷路位置) 之曲柄，使發電機之磁石電流於負荷小時減小而於負荷大時增加。

D. 鎖狀變流器。

165. 變流器之構造及結線法。

一種位在同期電動發電機組及旋轉變流器間之裝置為由勃拉克斯

塔脫<sup>3)</sup> 及拉哥爾<sup>4)</sup> 所說明之鎖狀變流器<sup>5)</sup>。此器包括一三相交流誘導電動機及一直流分捲電動機；此二者互相聯軸而電動機轉子內之誘導電流被導至直流發電機之發電子圈線內。鎖狀變流器工作時之轉數由三相交流電動機及直流發電機兩者極數之和而決定。

三相交流電動機之轉子照例依12相而捲，然在第269結線圖中為清楚起見祇有6相，每相之一端與直流發電子之線圈固結

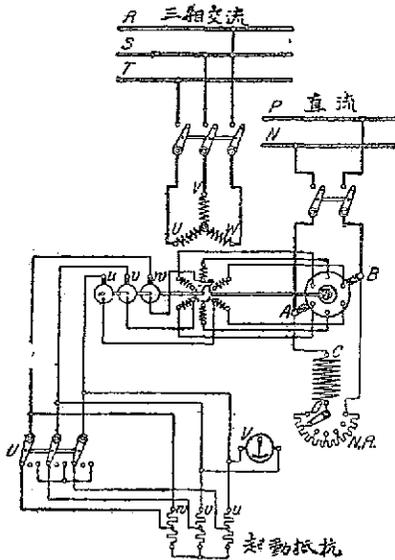


圖269. 鎖狀變流器。

<sup>1)</sup>電流變壓器；Stromtransformator；current transformer；transformateur de courant. <sup>2)</sup>電流繼電器；Stromrelais；current relay；relais de courant. <sup>3)</sup>勃拉克斯塔脫；Bragstad；<sup>4)</sup>拉哥爾；La Cour. <sup>5)</sup>鎖狀變流器，一名為瀑布式變流器；Kaskadenumformer；cascade converter；convertisseur en cascade.

其自由端可全數經一短路環 R 連結而成爲圈之星形結線點。又其中以 120 度相距之三相復經過刷環及刷與起動抵抗  $u, v, w$  相連結。起動變抗器每相祇有二階段，其使用受轉路開關 U 之節制。變流器於起動之際亦須勵發——其轉數否則飛增——，故直流發電機之分捲調整器 N.R 並不帶斷路位置。

鎖狀變流器係在三相交流一側起動並依據西門子廠之說明其步驟如下：電動機一俟三極主開關閉後立即異期起動。次將轉路開關 U 移向左方，此時故僅有起動變抗器之一階段插在電動機轉子之前。今將轉路開關移至中間位置，申言之，將起動電抗全部插入，變流器轉數遂增加至達正常值以上而直流電動機自行勵發（其分捲調整器預先被移在，同期標記“處”。因自勵發作用，轉數復減至近於同期數。在三相交流電動機二導線間之左右偏向電壓計 V 其指針愈擺動愈緩。至擺動極緩時，當指針經過標尺零點之際將轉路開關向右移動以使起動電抗被短結。變流器繼續同期轉動。由用一曲柄可將電動子全數相之自由端被短路環連合並使刷離開刷環。俟直流電壓經分捲調整器調整而有其確之值後，使變流器與直流導線網相連結而供給電流於導線網。

在鎖狀變流器中，直流電壓由分捲調整器調整（如有前阻電圈之旋轉變流器中然，見第 160a 節），然範圍極狹。誘導電動機殆占旋轉變流器中阻電圈之位置。

在鎖狀變流器中僅導入於三相交流電動機中之功率之一部分變爲機械力以轉動直流發電機而其餘部分直接導入直流發電機內而在其中變爲直流電，恰如在旋轉變流器中然。與電動發電機組相較鎖狀變流器故有較小之體積及較高之效率。又其能直接與高壓相連結而如在旋轉變流器中然毋須經過變壓器。至所須之儀器及計器參見第 253 圖及第 254 圖。

## E. 整流器。

## 166. 單相交流水銀蒸氣整流器。

用整流器<sup>1)</sup>亦可將交流變為直流。其中最普通之一種曰水銀蒸氣整流器<sup>2)</sup>。本書中以後所謂整流器者如不特別說明概指該一種而言。

如在旋轉變流器中然，在整流器中交流變直流之變更須依一定變壓比。為惹起某一定直流電壓所須之交流電壓須用一種單相交流變壓器 E.T.，圖 270。此器係插在整流器之前而可依單圈結線式而構成。功率較小或適中之整流器帶有一真空玻璃管 G。經變壓後之交流被導達由鐵或石墨製出並插在側管內之陽極 A<sub>1</sub> 及 A<sub>2</sub>，中途經過保安裝置。直流係在由水銀所成之陰極 K 及變壓器中點 O 導出。前者

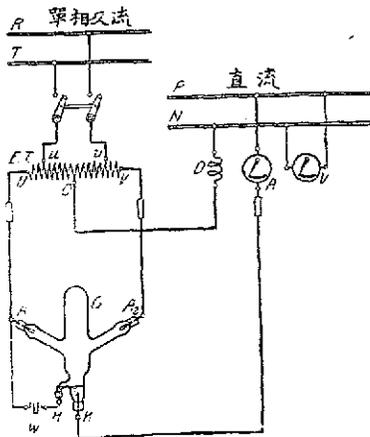


圖 270. 單相整流器。

表直流之正極，後者直流之負極。整流作用隨玻璃管中光弧之生成而起而電流祇能依一定方向——自陽極 A 至陰極 K——穿過。H 表一種在短側管內由水銀所成之補助極並係由抵抗 W 之線與一陰極連結。由傾側玻璃管可使此極與陰極之水銀相連結。如再回側，則因發生斷路火花而發火；至是整流器遂開始其工作。阻電圈 D 又供平衡直流強度變動之用。

在各廠近年所造之新式整流器中由傾側而發火之方法已不復再用。新式發火方法例如西門子廠之噴射發火法<sup>3)</sup>其中毋須移動整流器管之位置。

<sup>1)</sup> 整流器；Gleichrichter；rectifier；redresseur (rectificateur)。<sup>2)</sup> 水銀蒸氣整流器；Quecksilberdampfgleichrichter；mercury vapour rectifier；redresseur à vapeur de mercure。<sup>3)</sup> 噴射發火法；Spritzzündung。

### 167. 三相交流整流器。

如欲將三相交流變為直流，則整流器之玻璃管須裝有三陽極，故即須有三側管。

第 271 圖表德國某廠之三相交流整流裝置之開關圖。欲變換之電流係被導達依星形連結之三相交流單圈變壓器 D.T. 中。為便於調整直流電壓，變壓器之二次電壓須可在某一定範圍內變動，而此同時在三相內可由移動一調整曲柄為之。經變壓之電流經過阻電圈 D 而達整

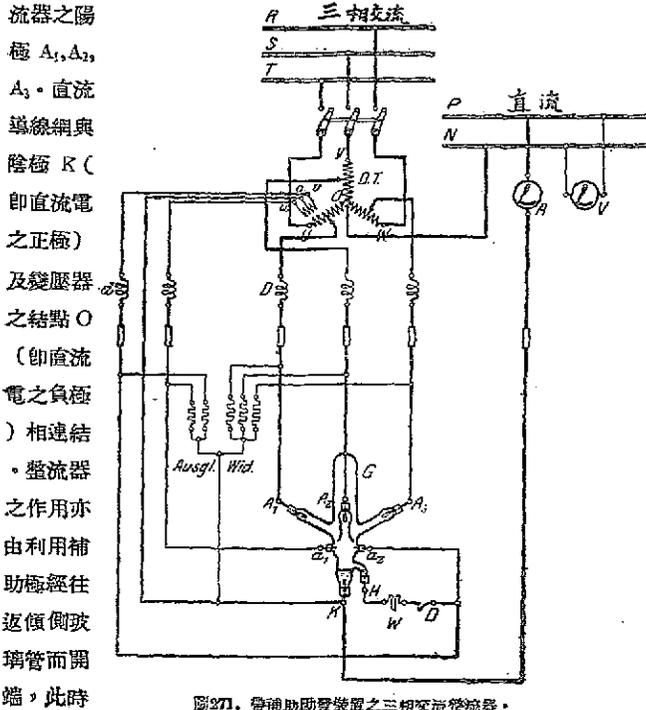


圖 271. 帶補助裝置之三相交流整流器。

壓開關 D 被按下。

大多數舊式整流器均有一種缺點即導出之電量過於少時光弧生成作用故即整流器之工作不能持久。在上述構造式中則因惹起補助勵發作用並無如上所述之弊。在該管中復有二小勵發陽極  $a_1$  及  $a_2$ 。此二者由裝阻電圈  $d$  之導線與補助圈  $uv$  相連結而由後者導出電流。補助圈係在變壓器一相之上而其中點與整流器陰極相連結。準此以觀，補助圈與兩勵發陽極成一種特別的小單相整流器，其中互相短結，故整流器隨時可用而與負荷無關。又上述傾側發火作用可藉勵發陽極  $a_2$  之合作而實現。

含有硅質物而在陽極與陰極間之高歐姆平衡線遇有高壓時可防止從陽極以至陰極之飛閃。

### 168. 成並行連結並帶自動發火裝置之三相交流整流器。

為使整流器波管適於通過電流，則須施人工冷却。有時為得較高功率令若干整流器互相並結。

第 272 圖表兩並行工作之整流器之開關圖。此兩器帶自動發火裝置。插在整流器前之變壓器 D.T. 依單圈結線法而捲並係結在三相交流條 R, S, T 上。此變壓器有若干調整階段，因此可使電壓約變動所須平均直流電壓之  $\pm 10\%$ 。其零點與三相交流導線網之零點電條 O 相連結。其二次側與匯電條  $R_1, S_1, T_1$  相連結。又整流器之陽極亦與此諸匯電條相連結而中間經過阻電圈。直流匯電條 P 及 N 一方面與整流器之陰極而一方面與變壓器之零點相連結。為平衡電流強度之變動，在達正號條之連結線上帶有若干阻電圈。

整流器復有如前節中所述之補助勵發。變壓器之二相有帶中點 O 之補助圈  $uv$ ，後者經過阻電圈與整流器之補助陽極  $a_1$  及  $a_2$  相連結。為便於負荷小時祇須用一整流器，每器之補助勵發電路可由一勵發開關 1: E.S. 開斷。

<sup>1</sup> 勵發開關；Erregerschalter.

如前節中之高歐姆平衡線在結線圖中亦略去。至整流器為自動發火所須之連結在結線圖中分明記出。如欲令一整流器工作，俟三極主開關關閉後，將勵發開關關閉。此後傾側圈 K,Sp.與勵發電壓相連結；其電路為 $a-u_1-R.Sp.$ —接觸 $1,2-2,4-v_1-v$ 。傾側圈吸入鐵心使

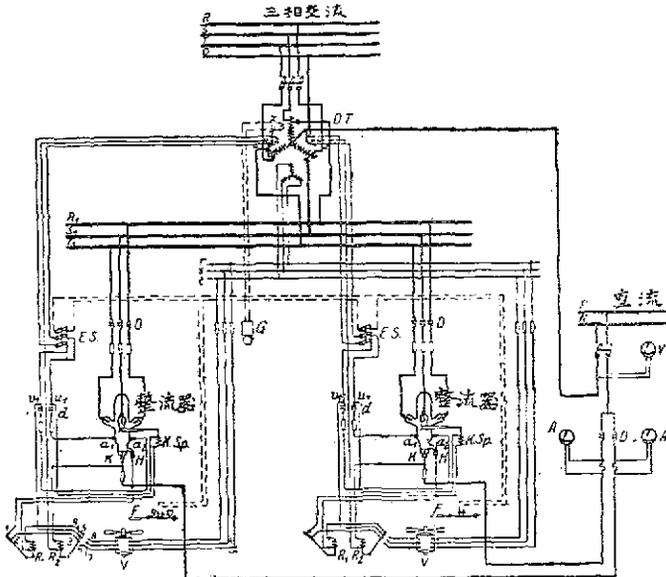


圖272. 進行逆轉之三相交流整流器。

整流器管占傾斜位置，致補助陽極 H 及陰極 K 之水銀面互相接觸，結果，遂有電流從勵發圈之末端  $v_1$  及接觸  $4,5$  以達繼電圈  $R_1$ ，再由  $R$  經過補助陽極，陰極及繼電圈  $R_1$  以達勵發圈之中點。在是處繼電圈同時有如阻電圈之效用，故依上述徑路流過之電流其強度不大，且祇能使繼電器  $R_1$  吸入鐵心並由是在接觸  $1$  及  $2$  開斷傾側圈之電路。傾側圈於是釋放其鐵心致整流器管回復正常位置。結果，水銀面分離而因此發生之斷路火花惹起發火作用。此後勵發電流在各個周期間交換有次

列之電路： $u-u_1-a_1-K-R_2-o$ 及 $v-v_1-a_1-K-R_2-o$ 。繼電器  $R_2$  應其中通過之直流而起作用，分離接觸 3, 4, 5。如整流器初次發火失敗可再施上述之手續至發火完成為止。

繼電器  $R_2$  除供發火之用外，復供通風器  $V$  起動之用。通風器之用途為排除整流器之熱使其冷卻，其轉動用一帶短路轉子之三相交流誘導電動機，接觸 3, 4 及 5 分離時同時接觸 6, 7 及 8 被連結。電動機三定子相於是發生連結點而電動機遂起動（惟須發火作用並無缺陷）。通風器之三相交流電動機適於低壓並由在調整變壓器上之一特別三相變壓器圈供給電流，後者與  $r, s, t$  各條相連結。

經通風器之上昇氣流， $F$  扇被掀起，其效應如下，因插入勵發開關遂發生一特別的電路曰信號電路。此電路在結線圖中由斷續線表明，其電源為在調整變壓器一相上之  $xy$  圈所成並帶有一電鈴  $G$ 。當整流器開始動作時，此電鈴遂鳴至受扇  $F$  影響之接觸 9, 10（原來關閉）開啓為止；後者之情形係當三相交流電動機將達全轉數時發生。電鈴故監視發火作用之進行。在  $F$  扇上如置一衡重體可令電鈴於通風器電動機之轉數減小時立即發音，例如當電動機之保安線被燒毀時。是種缺點故當工作進行之際即被指出。

### 169. 與三相交流電力廠自身需要裝置相連結之整流器。

第 973 圖示一三相交流電力廠或依西門子廠計劃而設之變壓所之自身需要裝置（參考第 81 節）。在高壓條上連結一變壓器，其功率與廠內自身需要相當。為省費起見，不裝油浸開關而過高流保護亦僅由熔斷線充之。在高壓一側，復裝衰減阻電圈  $D$ 。在此配置中假定電壓不超出 10000 弗而變壓器功率不超出 50 瓩，變壓器之二次電壓假定為 380/290 弗。

經過一調整變壓器  $R, T$  而與有 380 弗之匯電條連結者為一小水銀

<sup>1)</sup> 衡重體；一名錘重；Gegengewicht; counter weight; contrepoids.

蒸氣整流器 G., 後者惹起 220 弗之電壓。此電壓適於供信號，開關遠距操縱等之用。又尋常用 220 弗交流之燈電，遇有必要時可轉結在直流電壓上（參見第 161 節，終段）而此損失却交流電壓時經作用於開關 U 上之電壓圈自動發生。為提高工作安全程度用一小蓄電池組，至供充蓄電池組之電壓可由調整變壓器調整之（參見第 164 圖及 165 圖）。

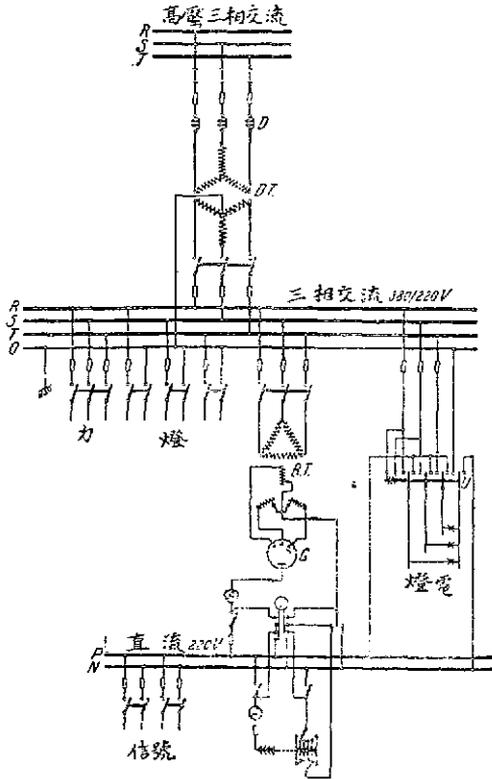


圖 273. 在三相交流電力廠自身需要裝置中之整流器。

### 170. 三相交流大整流器。

在有較大功率之水銀蒸氣整流器中不用玻璃管但用一鐵製圓筒，是種三相交流大整流器<sup>1)</sup> 一般的連結法如第 274 圖所示。供整流器用之三相交流電壓仍用變壓器發生。後者在一次方面依三角形連結而在

<sup>1)</sup> 大整流器；Grossgleichrichter.

二次方面其三相其在中點連結(所謂六相連結式)。二次圈各相之末端經過阻電圈D與整流器之陽極A相連結，後者之數故亦為六枚。直流一方面從在整流器軸上之陰極K導出而一方面從變壓器二次圈之中點導出。在有特別大之功率時由連結變壓器再可增加陽極之數。

整流器之附件例如受一磁石裝置節制而供發火用之補助陽極等在圖中並不顯出。至發火之過程在下節中擬從詳說明。

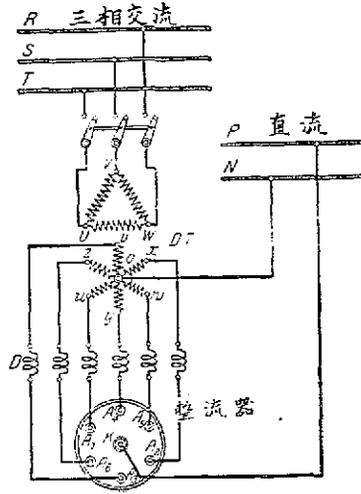


圖274. 三相交流大整流器。

### 171. 街道電車之整流裝置。

整流裝置對於電車業具有特別重要之關係，是種整流裝置由三相交流電力廠供給電流。第 275 圖示裝一大整流器者之一例，該整流裝置係為德國特拉斯登之電力廠所有，其一方面與5000弗三相交流導線網相連結而他方面與街道電車之導線網相連結。

三相交流經過分離開關及油浸開關以達插在整流器前之變壓器之一次結線螺釘。油浸開關帶有過高流釋放器且經過繼電器，後者之補助電流從帶 220 弗電壓之交流裝置導出。釋放繼電器，電流計及一電力計與三相交流導線之連結經過電流變動計及一三相電壓變動計。

變壓器在一次方面依星形連結。在整流器中兩種電流依一定電壓比例而變；是種電壓之調整實在交流一方面為之。因此在變壓器一方面設有若干調整階段。變壓器有調整開關，後者有接觸器 K 以供遠

距操縱之用。是以直流電壓之調整——在530及580弗之範圍內——可在某一定處爲之。

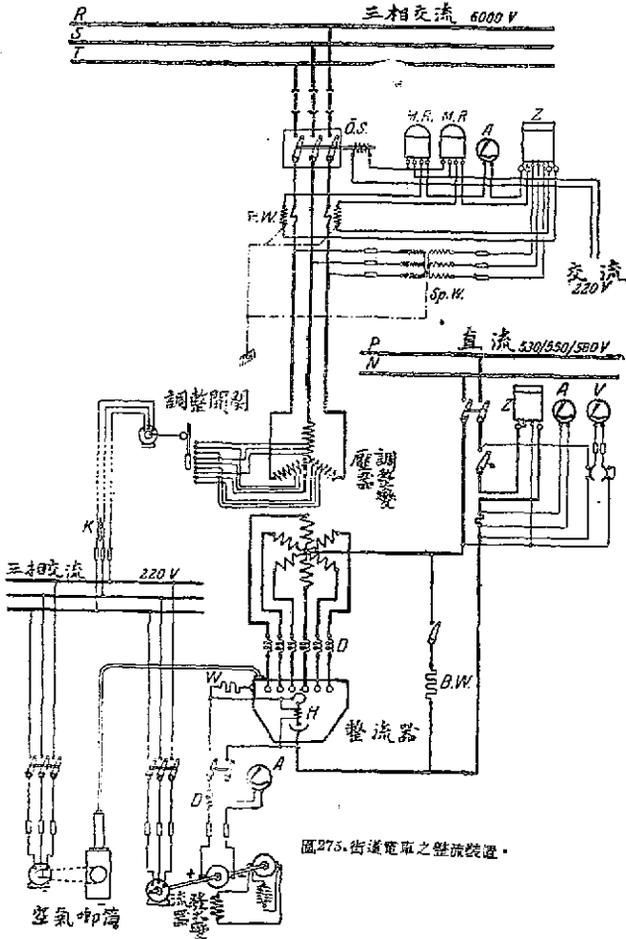


圖275. 街道電車之變流裝置。

如第 274 圖所示，變壓器在二次方面之三相係在其中點連結。相之末端又經過阻電而與整流器之六陽極相連結。各相線圈連結之中點成直流之負極。至直流之正極即整流器之陰極。在裝一雙極開關而與直流匯電條相連結之線上又帶電流計，電壓計及電力計。在正極線上又有過高流斷路開關以防整流器中發生強度過大負荷。電車導線網之負極既接地，故其中毋須裝過高流保護。電壓計與直流導線之連結經過轉路開關。在令整流器與直流匯電條連結以前，此計或示整流器之電壓或示匯電條間之電壓。匯電條之電壓可在正常值之下，因從匯電條接出之導線與城內電車導線網之別部分相連結而後者復由其他整流器站供給電流。

在整流器一方面又有下列補助裝置。補助負荷電抗<sup>1)</sup> B.W. 使整流器不與直流匯電條連結時亦可試驗並起動作。如整流器負荷極微，則因光弧之生成容易中斷之故，其工作並不穩定。為此當負荷特別小時最好插入補助電抗，後者之位置係在兩匯電條之間。

使整流器開始動作補助陽極 W，後者為一鐵棒而係經過一阻電圈與發火發電機<sup>2)</sup> 之正極相連結。至發火發電機之負極係與整流器陰極相連結。如將發火發電機插入，則補助陽極經磁石圈之作用而被舉起，致在該陽極與整流器陰極之間發生電花；整流器之工作於是開始。至發火發電機之正極經過電抗 W 與整流器箱之連結為一特種裝置，其效用為使整流器迅速發火。

發火發電機係經一具與之聯軸之特別小勵發電機勵發。此二機由一三相交流電動機轉動而由具 220 弗電壓之現成三相交流導線網供給電流。負荷變動大時為顧及一時失却負荷將補助發火器插入，如是使發火變流器<sup>3)</sup> 於工作之際仍復轉動。

<sup>1)</sup> 補助負荷電抗；Hilfsbelastungswiderstand；auxiliary load resistance.

<sup>2)</sup> 發火發電機；Zünddynamo；ignition dynamo；dynamo d'allumage。<sup>3)</sup> 發火變流器；Zündumformer；ignition converter；convertisseur d'allumage.

為臻完備起見，在圖中復示空氣唧筒<sup>1)</sup>，後者亦由一 3 相交流電動機轉動，其效用為於整流器工作之前在器內惹起真空並以後維持器內之真空狀態。

### 172. 單相交流乾整流器。

近年流行一種乾整流器即所謂過氧化銅整流器。其用途例如在變壓廠中為操縱信號，繼電器等，一蓄電池組藉此器而充電之後可隨時供給所須之直流。整流器與蓄電池組並行連結，後者之充電用弱度電流。

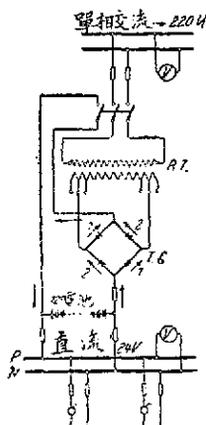


圖267. 單相交流乾整流器。

第 276 圖示整流裝置之一例。此種裝置適於單相交流及低直流電壓(例如 24 弗)，是處有 4 整流器 T.G. 互依克拉資連結法<sup>2)</sup> 相聯絡。電流之導入經過一小調整變壓器 R.T. 蓄電池組之電壓例如為 24 弗而與 12 電池之電壓相當。整流器祇許交流依一定方向通過。當三極開關關閉時，電流每半周期間交換依如箭頭 1 及 2 所示之方向通過二整流器。在結直流條之線中，電流恆依同一方向流動。

如用適當連結法，乾整流器亦可將三相交流直接變為直流。

## 第十章 起動組及調整組

### A. 帶直流調整電動機之發電機組。

#### 173. 對於直流適用之利歐那氏結線法。

在轉動工作中如電動機須時間時停或其轉向常須改換或其速度須隨時強行變動者則以用利歐那氏<sup>3)</sup>所創之配置為宜。第 277 圖示用直流時之結線圖。經過一起動器而與直流導線網相連結之直流電動機 G.

<sup>1)</sup> 空氣唧筒；Luftpumpe；air pump；pompe à air. <sup>2)</sup> 克拉資連結法；Graetz schaltung；Gractz's connection；connexion de Graetz. <sup>3)</sup> 利歐那氏；Leonard.

M. (一分捲電動機) 轉動一具與之聯軸之操縱發電機<sup>1)</sup> St. D. (一直流發電機)，後者經直流導線網之電流勵發。(勵發條 P 及 N 與主條 P 及 N 連結。) 其電壓完全與

導線網電壓無關並可由磁石調整器 M. R. 使變動於零值與正常值之間。其極性可由轉路開關 U 任意變動。由操縱發電機發生之電流被導至調整電動機<sup>2)</sup> M. 其勵發亦經由直流導線網導出之電流。是種由直流電動機及操縱發電機所成之電動發電機組曰利歐那氏變流器<sup>3)</sup>。

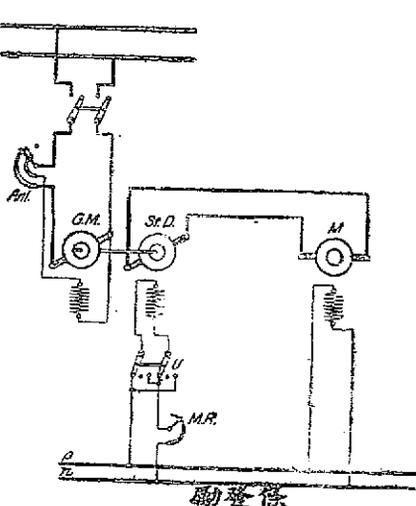


圖277. 利歐那氏結線法與直流導線網。

電動機 M 之起動及調整完全由調整操縱發電機之電壓而為之。視操縱發電機之電壓，電動機之轉數可由零值增至最大值而以後復回至零值。電動機之轉向復視操縱發電機之極性而異。為防轉向突然的倒轉，操縱發電機之磁石調整器及轉路開關大都連合而為一操縱器，而此後轉向之倒轉須俟磁石電路開斷之後可能(參考圖279)。

利歐那氏結線法最重要之用途係在運輸器，接動車及起重機中，此外在造紙機，鉤床等中亦常用之。

<sup>1)</sup> 操縱發電機；Steuardynamo; control dynamo; dynamo de controle. <sup>2)</sup> 調整電動機，一名變速電動機；Regelmotor; variable speed motor; moteur à vitesse réglable. <sup>3)</sup> 利歐那氏變流器；Leonardumformer, Leonard's converter convertisseur de Leonard.

174. 對於三相交流適用之利歐那氏結線法。

第278圖示利歐那氏結線法，其中假定從導線網祇可導出現成三相交流。三相交流故必須變為直流。在利歐那氏變流器轉動之一側用

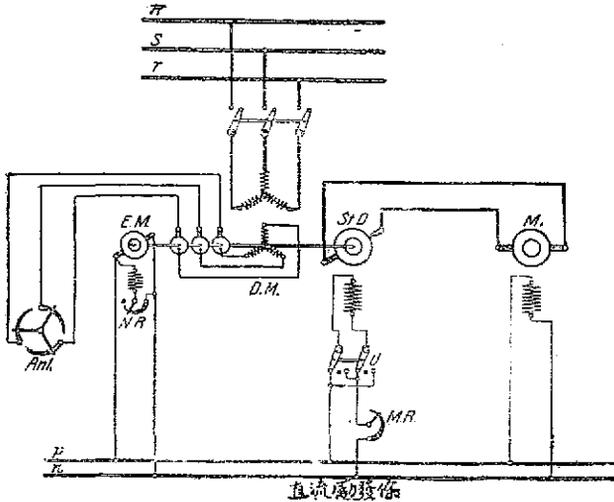


圖278. 利歐那氏結線法與三相交流導線網。

一<sup>o</sup>三相交流誘導電動機 D.M. 而與之聯軸者有一操縱發電機（為一直流電動機）。如在前節中然，此機作用於調整電動機之電動子。為惹起供直流發電機勵發用之電流，與利歐那氏變流器連結者復有一勵發機 E.M.，後者為一小分捲發電機。此機給養 p 及 n 條而其電壓可經由分捲調整器 N.R. 調整至達一定之值。

175. 英格納氏結線法。

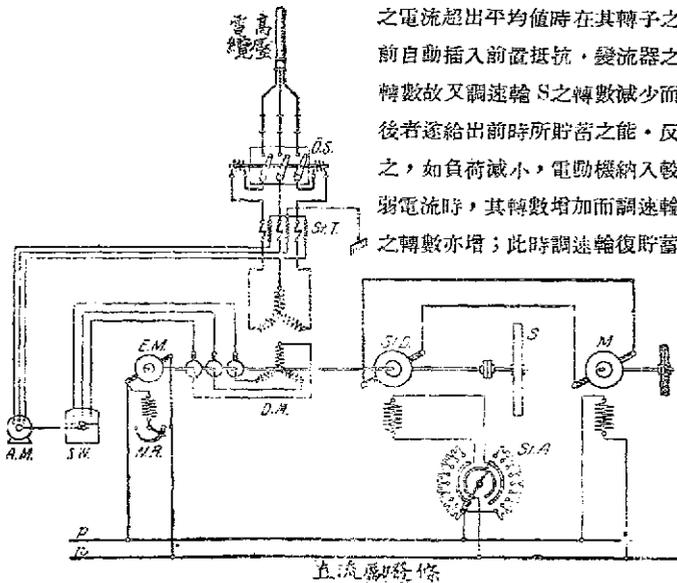
英格納氏連結法<sup>1</sup> 常與一調速輪聯合使用。用調速輪之目的為平衡電動機之負荷，如是負荷變動頗大之大電動機在導線網及在電力廠

<sup>1</sup> 英格納氏結線法；Ilgnerschaltung, Ilgner-connection; connexion de Ilgner

中可不致引起強度電流變動，此法為英格納氏所創而在運輸器及變壓  
電動機中多用之。調速輪與利歐那氏變流器聯軸，故稱曰英格納氏變  
流器<sup>1</sup>。

第 271 圖復示與一高壓三相交流導線網相連之是種裝置之一般的  
 結線法，此法與前圖中所示者相當，而惟磁石調整器與操縱發電機之  
 轉路開關相連合而成爲一操縱器 St. A. 與導線網相連結之三相交流電  
 動機 D. M. 復裝一自動滑差調整器。遇有較大負荷時即電動機內流入

之電流超出平均值時在其轉子之  
 前自動插入前置抵抗，變流器之  
 轉數故又調速輪 S 之轉數減少而  
 後者遂給出前時所貯蓄之能。反  
 之，如負荷減小，電動機納入較  
 弱電流時，其轉數增加而調速輪  
 之轉數亦增；此時調速輪復貯蓄



機械能。準此以觀，調整電動機 M 之功率需要小時，調速輪納取機械  
 能至需要大時再將機械能給出。

<sup>1</sup> 英格納氏變流器；Ilgenumformer; Ilgen converter; convertisseur de  
 ligne.

滑差抵抗 S.W. 同時有起動抵抗之效用並受一電流繼電器（見第 164 節）之影響：有如誘導電動機構造之一小電動機 A.M. 係與插在變流器之三相交流電動機之饋電線中之一電流變動計 St.T. 相連結並視饋電線中之電流強度自動將滑差抵抗插入。

176. 對於直流適用之順結法及逆結法。

如第 280 圖所示之順結法<sup>1)</sup>及逆結法<sup>2)</sup>能惹起與利歐那氏結線法相同之結果。圖中假定有一直流導線網。操縱發電機 St.D 依導線網中之電壓而捲。該發電機並不直接供給電流於調整電動機 M 但經過導線網。調整電動機適於二倍導線網電壓。操縱發電機如在利歐那氏變流器中然係與一直流電動機 G.M. 聯軸而後者由直流導線網供給電流。

當電動機 M 起動之際，操縱發電機之電壓當初與導線網電壓相等，但方向則相反，故其時電動機中並無電流入，此後如將操縱發電機之電壓逐漸減小，電動機 M 遂轉動，而其轉數隨時與導線網電壓及操縱發電機電

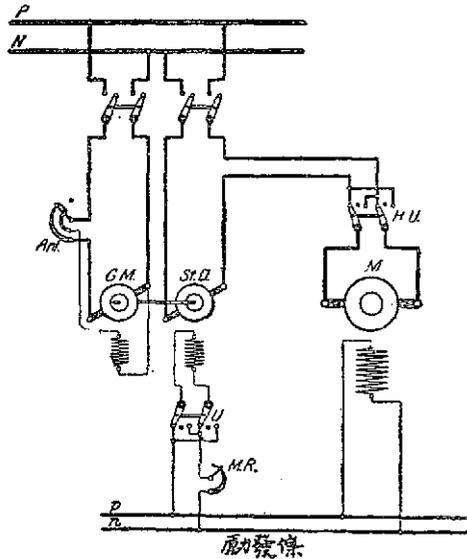


圖 280. 與一直流導線網之順結法及逆結法。

<sup>1)</sup> 順結法; Zuschaltung. <sup>2)</sup> 逆結法; Gegenschaltung; connection in opposition; montage en opposition.

壓之差相應。如操縱發電機之電壓降至零值，則電動機內有導線網電壓，其時其轉數當為正常轉數之一半。如變更操縱發電機勵發電流之方向則操縱發電機電壓之方向當與導線網電壓一致，職是之故，導線

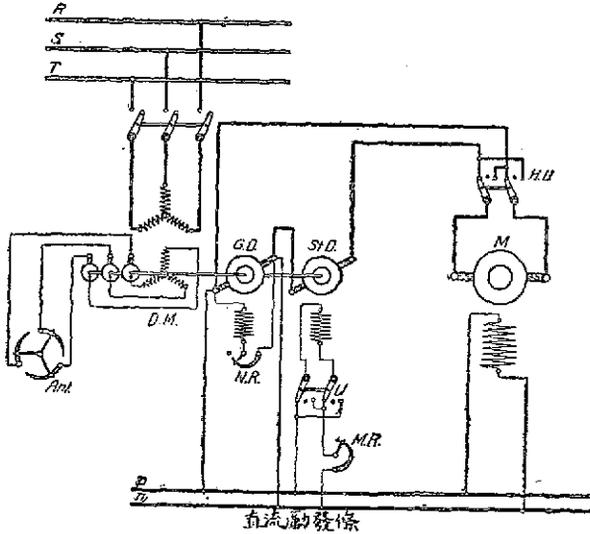


圖281.與—8相交流導線網之順結法及逆結法。

網電壓與操縱發電機電壓一致，而在電動機M內可導入如導線網電壓二倍大之電壓；電動機之轉數亦相當增加。至在此配置中調整電動機之換向係由利用插在電動機前之主轉路開關H.U.磁石調整器M.R及操縱發電機之轉路開關U二者與主轉路開關連合而構成操縱器。

在如上述之調整法中，變流器組之功率僅及利歐那氏變流器功率之一半。

### 177. 對於三相交流適用之順結法及逆結法。

第281圖示與三相交流導線網連結時之結線情形。變流器組由一：相交流誘導電動機 M. 轉動並另設一直流分捲發電機G.D.該直流發

電機與勵發條 $p$ 及 $n$ 相連結，其電壓與前節直流導線網之電壓相同。操縱發電機及調整電動機之磁石電流均取諸勵發條。

B.對於三相交流適用之調整組。

178. 鎖狀連結法之一般。

依第 123 節帶刷環轉子之三相交流誘導電動機之轉數係用轉子前之前置抵抗調整。然此法惹起巨量電能損失而於調整範圍大時尤甚。如用鎖狀連結法<sup>1)</sup>則此種損失可免，故此法於有大功率時特別多用。在電動機轉子內因速度減小而給出之能在該法中並不耗毀，但復經利用，蓋在轉子內之電能復過給於第二電動機而後者與第一機聯軸，故變為機械的功。或轉子能變為電功而加入於導線網，是以擬調整之誘導電動機與其他電機並無機械的聯絡之必要。在前者情形中稱曰機械的聯軸而在後者情形中稱曰電氣的聯軸或曰分離調整組。以下示若干不同之鎖狀連結法。

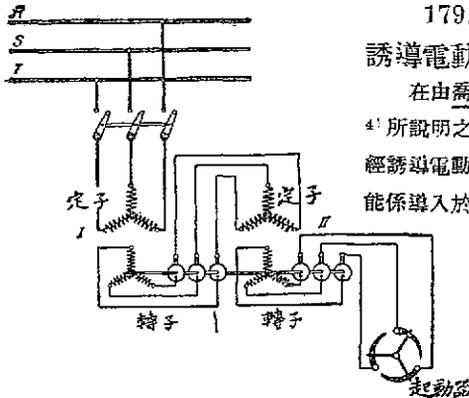


圖282. 二誘導電動機之鎖狀連結法(轉子與定子相連結)。

179. 二具三相交流誘導電動機之串聯<sup>2)</sup>。

在由喬治斯<sup>3)</sup>及斯坦梅斯<sup>4)</sup>所說明之最古鎖狀連結法中經誘導電動機之轉子所發生之能係導入於與之聯軸之第二誘導電動機內而在後者中發生之機械功用以轉動二機共同之軸。此種由二機組成之聯串之轉數與二

<sup>1)</sup> 鎖狀連結法；一名瀑布式連結法；Kascadenschaltung；cascade connection；couplage en cascade (montage en tandem)。<sup>2)</sup> 串聯(即依鎖狀連結者之電動機組)；Kaskade；cascade；cascade。<sup>3)</sup> 喬治斯；Görges。<sup>4)</sup> 斯坦梅斯；Steinmetz。

機極數之和相應。

第一電動機之轉子與第二電動機之定子相連而第二電動機之轉子

則與公共起動器相連，圖 282。；有時兩電動機之轉子互相連結，而其時起動器則結在第二電動機定子圈之後，圖 283。在第二種配置中，二機之轉子線圈直接互相連結，故可省去轉子上之刷環。然因省去刷環，轉子不能單獨短結而各機不能分別負荷，職是之故，以用帶刷環之電動機為佳。

第 284 圖示另一鎖狀配置之結線法，其中可由同一起動器惹起二種不同之速度階段，其時或電動機 I 單獨工作（將轉路開關 U 向左移動）或二機共同工作（將轉路開關向右移動）。如二機帶有不同極數而第二機又直接與導線網連結者則又可有另一種速度調整階段。然在各種情形下，祇可經若干轉數躍動式的調整而並不能經逐步的調整以達一任意大之速度。

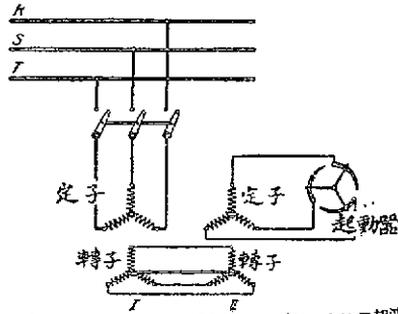


圖 283. 二誘導電動機之鎖狀連結法（轉子與轉子相連結）。

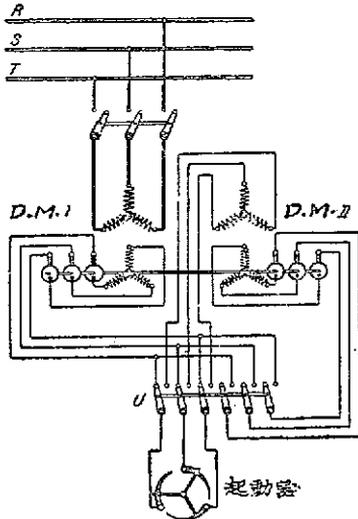


圖 284. 二誘導電動機之鎖狀階段（有二速度階段）。

### 180. 三相交流誘導電動機與聚電子後置電動機<sup>1)</sup>。

a) 機械的聯絡者之調整組。

一 3 相交流誘導電動機速度之平均調整可依克萊梅爾<sup>2)</sup>氏之方法而實現。在此方法中，該三相交流電動機與一 3 相交流聚電子電動機成鎖狀連結。聚電子電動機納取誘導電動機轉子之能並將其變為機械功後復過給於公共軸。其功率與速度調整程度有關，如欲將轉數減小

正常速度之 30% 則聚電子電動機之功率亦祇須有誘導電動機功率之 0

%。如聚電子電動機為一順捲電動機，則是種串聯具有順捲電動機之特性，即其轉數隨負荷而異。轉數調整方法其最簡單者為移動聚電子電動機之刷。反之，如用一分捲聚電子電動機，則是種串聯亦有分捲電動機之特性，即轉數幾乎與負荷無關，其轉數之調整概用一調整變壓器。以上所述之串聯如以下將說明之配置然，其工作時均不惹起位相差（電壓與電流強度間之位相差

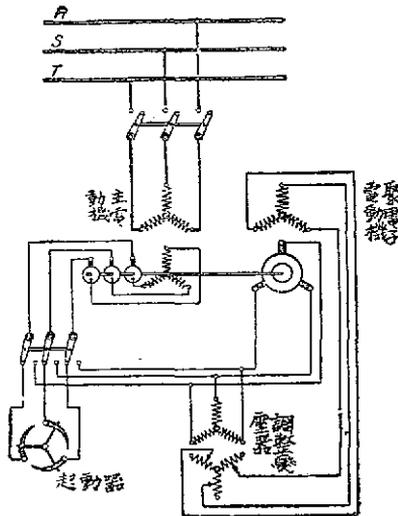


圖 285. 三相交流誘導電動機與機械的聯絡者之聚電子電動機。

），即其功率因數為 1。

第 285 圖示帶分捲聚電子電動機之串聯之結線圖，後者之構造大致與第 240 圖所示之電動機相同，所差者無非經調整之電壓並非為轉

<sup>1)</sup> 聚電子後置電動機；Kollektorhintermotor. <sup>2)</sup> 克萊梅爾氏；Kramer.

子電壓但為定子電壓。起動時先用不帶斷路位置之轉路開關  $U$  使異期主電動機之轉子與起動器相連結。俟後者被短結之後，由轉動開關（自左向右）使轉子與聚電子電動機相連結，當後者之轉子直接納取電流時，其定子經過一調整變壓器而被勵發而該變壓器之二次電壓決定串聯之轉數。至其中速度階段數之多少視變壓器調整階段之數而定。

因欲避免轉動時轉子發生電花乃不得限制聚電子電動機之功率，因此，上述串聯之應用範圍遂被限制。

b) 電氣的聯絡者之調整組。

在第 286 圖中示另一種串聯之一例，其中由調整三相交流誘導電動機而起之轉子能復成電功導達導線網。此種配置由夏比烏斯<sup>1)</sup>氏所創。其連結法係單圖鎖狀連結法之發展。兩者之相差無非由誘導電動機供給轉子電流之三相交流聚電子電動機並不與誘導電動機為機械的

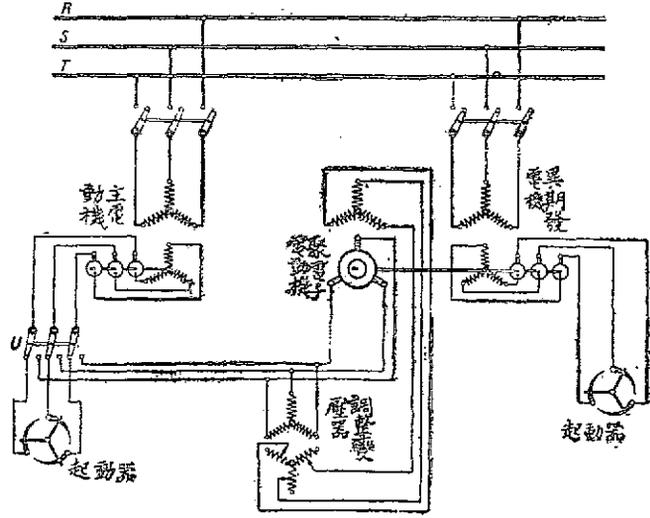


圖286. 三相交流誘導電動機與電氣的聯絡者之聚電子電動機。

<sup>1)</sup> 夏比烏斯氏; Scherbius.

聯絡，但轉動一 $\beta$ 相交流發電機，後者發生有導線網周數之電流。圖中示一帶普通誘導電動機構造之異期發電機。其被過同期的轉動時發生電流並將其電能供給於相連結之三相交流導線網。聚電子電動機與發電機互相聯軸而變為一種由電動發電機組成之變流器。

起動時先使變流器在三相交流一側轉動，其法即用起動器使發電機如一異期誘導電動機起動，次令主電動機起動並用轉路開關 $U$ 使與聚電子電動機相連結，至調整轉數用調整變壓器（如在 $a$ 項下說明）而後者復供勵發聚電子電動機之用。是種鎖狀連結法比較機械的聯絡者一種之優點在於變流器組係與主電動機分離，創此種配置之勃朗巴威利廠已能造出一種即在功率極大時在聚電子處亦不惹起電花之聚電子電動機。

### 181. 三相交流誘導電動機與直流後置電動機。

#### a) 機械的聯絡者之調整組。

功率大時為調整速度常不用 $\beta$ 相交流聚電子電動機但用一直流電動機而後者與誘導電動機成鎖狀連結。在此情形中從誘導電動機之轉子導出之交流能須變為直流能。為此在二電動機之間插入一旋轉變流器，圖181. 至使同期化的裝置在是處則無裝設之必要。俟變流器經勵發而誘導電動機起動之後即使誘導電動機之轉子與變流器相連結而變流器遂自動運轉，其速度經調整之後與滑差周數相應。變流器及直流電動機由直流條 $p$ 及 $n$ 之電流勵發，有時用一特別勵發機，速度可由直流電動機之磁石調整器極精細調整，直流電動機勵發愈強則由變流器於誘導電動機之轉子內發生之逆電壓亦愈大，故全機組之轉數亦愈降。

旋轉變流器如在圖中所示者有三刷環，但往往以用帶六刷環之一種（見圖188）為佳。在此情形中，異期主電動機亦帶有六刷環，即每相始末各有一刷環。

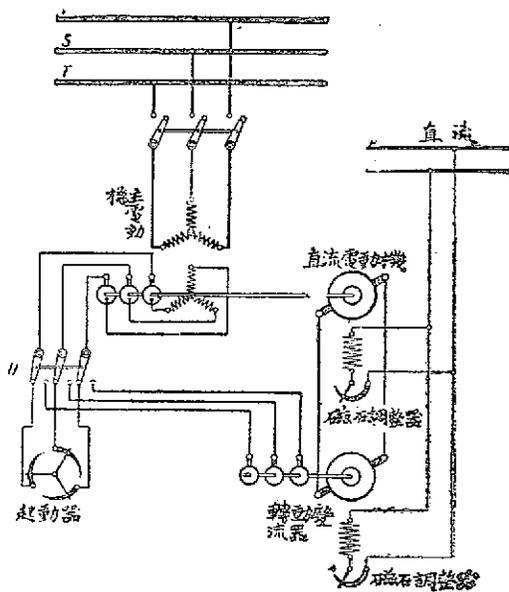


圖287. 三相交流誘導電動機與機械的聯絡者之直流電動機。

上述之調整法在有大功率時亦可用。此法由林士曼<sup>1)</sup>，克拉梅爾<sup>2)</sup>及海蘭<sup>3)</sup>三者各獨立說明。

b) 電氣的聯絡者之調整組。

在以上所述之方法中亦可用一分離的調整組。此時由旋轉變流器發生之直流經過直流電動機而由一異期三相交流發電機(參見第386圖)變為三相交流而被送至導線網。第388圖示是種裝置之結線法。為勵發旋轉變流器及直流電動機所須之勵發電流係由特別直流條導出。至起動之步驟如下：由直流電動機及三相交流發電機組成之變流器經在三相交流一側轉動；主電動機被轉動而旋轉變流器被勵發並與主電動

<sup>1)</sup> 林士曼；Linseman. <sup>2)</sup> 克拉梅爾；Kramer. <sup>3)</sup> 海蘭；Heyland.

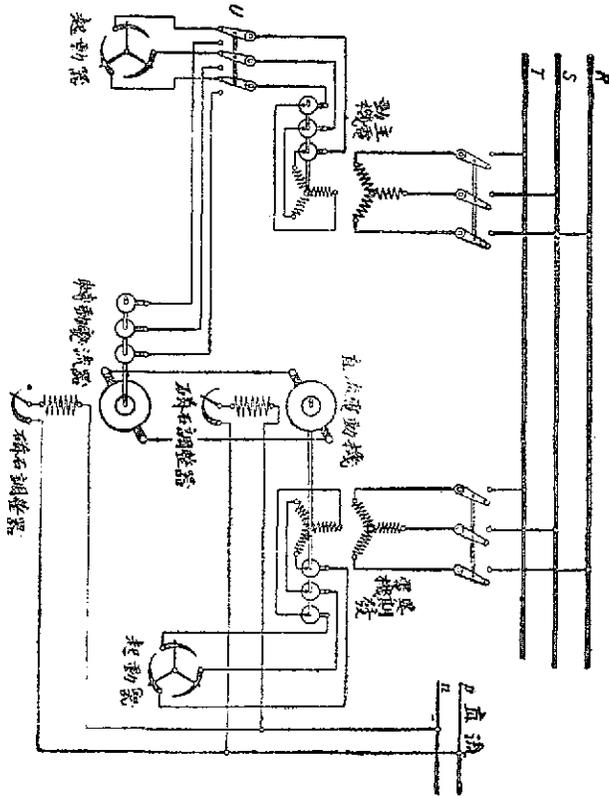


圖288. 三相交流誘導電動機與電質的聯絡等之直流電動機。

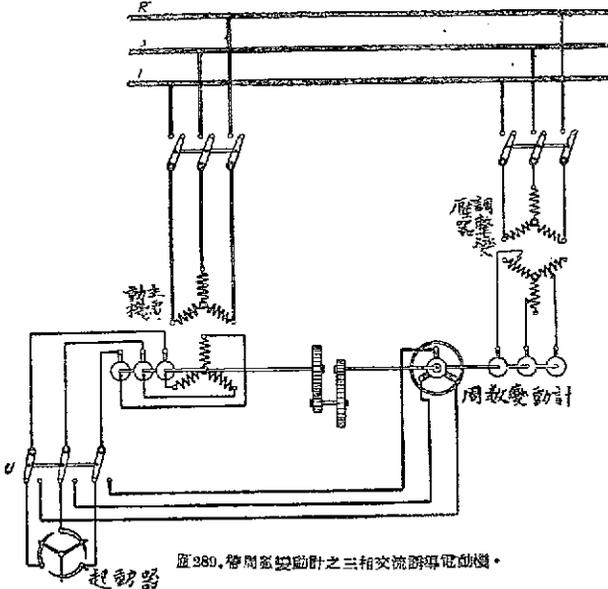
機之轉子相連結。轉數之調整由應用直流電動機之磁石調整器，故可任意分為多數精細階段。是種裝置如屬於(1)項者然亦適於任意大之功率。

### 182. 三相交流誘導電動機與周數變動計。

為將擬調整之誘導電動機轉子之能復導至過線網，依據海蘭氏之一法為用一周數變動計，如其在第135a節中當做位相抵償器而說明者

• 其效用為將從電動機轉子導出之低周數交流變為周數與導線網一致之交流。

第 280 圖示其結線法。主電動機之轉子作用於周數變動計之聚電子。周數變動計之刷環經由一調整變壓器與導線網相聯絡。其轉動或直接由主電動機之軸或中間經過齒輪裝置，見圖。主電動機之速度由



調整周數變動計之調整變壓器之電壓而調整。

就原理而論，周數變動計亦可與主電動機分離。此時周數變動計須用一小補助電動機轉動並使其運轉與主電動機同期。但在此情形中容易惹起擺動現象故以用機械的聯軸節為佳。就一般言，周數變動計祇於有較小功率時用之。

183. 三相交流誘導電動機過低及過高同期運轉之調整。

在以前所討論之鎖狀連結法中轉數之調整惟在同期轉數以下時可能，申言之，祇可使主電動機之轉數在正常值之下變動而不能使其在正常值之上變動。據新近發明之方法，在一定範圍內可任意使轉數在同期轉數上下變動故可視為一重要的進步。依此方法，轉數既可在同期轉數兩側調整，其供調整用之補助機在有同大之調整範圍時其大小祇為僅供同期轉數調整用者之一半，或與後者等大時其調整範圍當增加一倍。

a) 帶三相交流勵發機調整組，機械的及電氣的聯絡者。

在捷哥西撒克<sup>1)</sup>之說明而由西門子廠所創之誘導電動機過低及過高同期調整法中用一帶網電壓勵發之三相交流勵發機，後者有如在第138b節中位相抵償器之性能。其連結法可分種種，其一種如第190圖所示。勵發機與擬調整之主電動機直接聯絡或轉數不等時中間經齒輪聯絡。主電動機之轉子電流經過定子而被導入於勵發機之轉子內，同時勵發機經一調整變壓器與導線網連結並經導線網電流勵發。勵發電流係從調整變壓器二次側三相中每相之中點導出並經由刷環導達勵發機之轉子。變壓器各相又帶若干連結鉗，後者與三臂調整開關之接觸面相連結。調整開關故成為變壓器各相之連結點，依連結點在各相中點之此一側或他側，乃得方向不同之勵發電壓，因此由勵發機發生之電壓其方向或與主電動機之轉子電壓一致或相反。電動機之轉數其經調整後既必使當時之轉子電壓與導入之電壓惹起平衡狀態，故視調整開關之位置，電動機不得不有在同期轉數以上或以下之轉數。其間惟開關在中間位置時電動機始可有同期的速度。

運轉速度低於同期速度時由主電動機刷環發給之電能在如電動機而工作之勵發機中變為機械功而被用於公共軸上。運轉速度高於同期速度時則勵發機如一發電機而工作。該機將由電動機軸供給而為轉動所須之機械功變為電能並將其導入於導線網內。同期速度以下至同期

<sup>1)</sup> 捷哥西撒克；Kozisek.

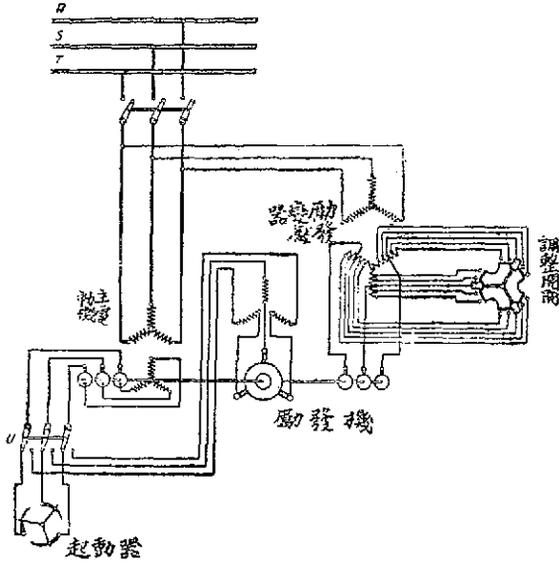


圖200 同期速度以下及以上調整適用之機械的及電氣的聯絡者之調整組。

速度以上之過渡並不惹起衝動。

全組在主電動機之一側用起動器起動；當初調整開關在零點位置，電動機以後依其正常轉數而運轉。此正常轉數係在調整範圍之中點而在此範圍內可用調整開關上下變動。

b) 帶三相交流勵發機之調整組，電氣的聯絡者。

第 201 圖示一種關於同期速度以下或以上之調整之結線法而頗與在第 180b 節所述者相近似。此法創於美國而後在德國經勃朗巴威利廠改良。其中應用與主電動機分離之調整組。此調整組包括一三相交流聚電子電動機，後者與主電動機之轉子為電氣的聯絡，及一與聚電子電動機聯軸並與三相交流導線網相連結之異相誘導發電機。此調整組與夏比烏斯氏所創者相似，惟在夏氏調整組中聚電子電動機之勵發

用一調整變壓器而在本法中則用一特別勵發機，後者有與聚電子電動

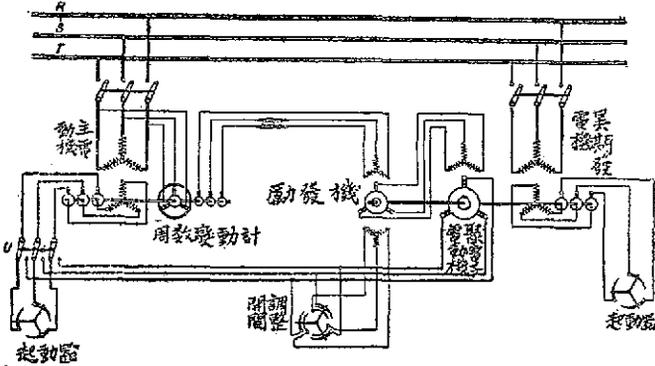


圖291. 同期速度以下及以同期速度以上調整適用之電氣的聯絡者之調整組。

機相同之構造而與調整組聯軸。勵發機經主電動機之轉子電壓勵發而中間經過一調整開關。然在呈同期狀態時主電動機之轉子電壓既為零，故當自同期速度以下過渡至同期速度以上時，勵發機不經勵發，為此須再添一外勵發裝置。此種裝置概為一具與主電動機聯軸之小周數計。此計供給一種周期的等大補助電壓於轉子電壓。

主電動機之轉數可經調整開關調整而有適當大之值。在同期轉數以下之調整中，受主電動機轉子能之聚電子電機轉動異期電機致後者有如一發電機之作用而供給電流於三相交流導線網。反之，在同期轉數以上之調整中，異期電機從導線網納取電流，其作用如一電動機，轉動聚電子電機而後者今則供給電能於主電動機之轉子。

至於上述調整組之起動與在夏比烏斯氏之配置中相似。其法用起動器先使異期機起動並轉動調整組，為此將調整開關移至零位，次使主電動機起動，並於起動後使其轉子轉結在調整組。主電動機此時遂有其正常轉數而以後可經開關調整致有任意大之速度。

### 184. 複式短路聚電子電動機。

勃朗巴威利廠創造一特種調整機，其法將二單相短路聚電子電動機(參考第146節第248圖)合併而成一種帶二聚電子之電動機。電流可經過二單相變壓器導入而後者依蘇格脫法連結(參見第9圖)，故各電動機與一二相系之一相連結，然變壓器仍可省去，如第292圖所示，其中二電動機之定子圈本身即依蘇格脫法連結。複式短路聚電子電動機有如順捲電動機之特性。其轉數之調整由移動刷之位置。為便於在聚電子上平均移動刷之位置，令二機可移動刷之搖移環為機械的聯絡。

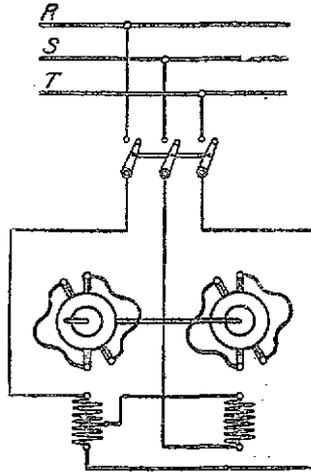


圖292. 複式短路聚電子電動機。

(正文終)

## 附 錄

## A. 圖中重要標記

## I. 直流。

A-B=發電機，電動機。  
 O-D=分圈。  
 E-F=順圈。  
 G-H=轉向極圈，抵償圈。  
 J-K=分勵磁石圈。  
 L=導線，極性未定。

P=正極。

N=負極。

O=零電線。

N-P=雙線網。

N-O-P=三線網。

L, M, R=起動器。

s, t=磁石調整器。

q=調整器之斷路接觸。

## II. 交流。

U-V或u-v=單相圈。

W-Z=單相電動機中之補助圈。

U-X, V-Y或u-x, v-y=二相圈。

U-X, V-Y, W-Z或u-x, v-y, w-z=不連結之三相交流圈。

U, V, W或u, v, w=連結者之三相交流圈。

O 或 o=連結者之三相交流圈之零電點。

E, W.=勵發圈。

J-K=經直流勵發之磁石圈。

Z, W.=補助圈。

L=導線，其相未定。

R-T=單相導線網。

Q-S, R-T, =二相導線網。

R-S-T=三相導線網。

R-S-T-O=帶零電線之三相交流導線網。

s, t= 直流勵發適用之磁石調整器。

q=調整器之斷路接觸。

## B. 開關圖中之略字。

## I. 發電機。

Anw. M. = 起動電動機。

Aut. M. = 轉動機。

D, G=發電機。

M= 電動機。

M. G. = 電動發電機。

E.U.=旋轉變流器。  
 T=變壓器。  
 G.D.=直流發電機。  
 N.D.=分捲發電機。  
 D.D.=複捲發電機。  
 G.M.=直流電動機。  
 N.M.=分捲電動機。  
 H.M.=順捲電動機。  
 E.G.=單相交流發電機。  
 D.G.=三相交流發電機。  
 D.M.=三相交流電動機。  
 E.T.=單相交流變壓器。  
 I.T.=三相交流變壓器。  
 A.T.=起動變壓器。  
 R.T.=調整變壓器。  
 D.E.M.=三相交流勵發機。  
 E.M.=勵發機。  
 P.D.=畢蘭尼氏機。  
 P.M.=緩衝機。  
 M.R.=磁石調整器。  
 N.R.=分捲調整器。  
 II. 計器及測驗器。  
 A=電流計，安計。  
 V=電壓計，弗計。  
 W=功率計，瓦計。  
 P=測相計，功率因數計。  
 F=周數計。

D.F.=複式周數計。  
 Z=電功計，電力計。  
 Wh=瓦時計。  
 R.A.=記錄電流計。  
 R.V.=記錄電壓計。  
 R.W.=記錄功率計。  
 N.W.=分抵抗。  
 V.W.=前置抵抗。  
 S.A.=同期指示器。  
 (L=驗相燈，  
 V=相弗計，  
 N.V.=零位弗計。)  
 E.A.=地路指示器。

### III. 電具。

B=電池。  
 L=燈。  
 S=開關或保護器。  
 Ö.S.=油浸開關。  
 S.S.=保護開關或自動開關。  
 K.S.=聯絡開關。  
 T.S.=分離開關。  
 E.S.=地路開關。  
 A.S.=起動開關。  
 R.S.=調整開關。  
 F.S.=遠距開關。  
 Z.S.=離心開關。  
 D.=按鈕開關。

U=轉路開關。

M. R. = 過高流繼電器，極限繼電器。

R. R. = 方向繼電器，倒功率繼電器。

N. R. = 壓降繼電器，電壓繼電器。

D. R. = 差動繼電器。

E. R. = 地路繼電器。

St. W. = 電流變動計。

S. W. = 電壓變動計。

M = 磁石。

A = 發電子，電動子。

A. Sp. = 釋放圈。

F. B. = 電花吹滅圈。

G. Sp = 勵發電壓。

W. = 電抗(電阻或抵抗)。

R. W. = 調整抵抗。

T. W. = 衰減抵抗。

O. W. = 油浸抵抗。

P. Z. = 極化電池。

F = 電花避雷器。

H = 角隙避雷器。

R = 多隙避雷器。

C = 蓄電器。

D = 阻電圈。

C. D. = 複式保護阻電圈。

E. W. = 地路抵抗。

E. D = 地路阻電圈。

W. E. = 噴水式避雷器。

P. D. = 地路圈，沛地生阻電圈。

L. T. = 消塵器。



中華民國二十四年一月初版

# 電 路 工 學

全 一 冊

實 價 壹 圓 伍 角

(外埠的加郵費一角三分)



版 權 所 有

不 許

翻 印

原 著 者	德 國 E. Kosack
譯 者	杜 若 城
出 版 兼 者	勵 志 書 局
出 印 者	上海交通路通裕里
發 行 所	勵 志 書 局
	上海棋盤街
分 售 處	各 省 市 大 書 局

上海勵志書局出版

電工學

德國 E.Kosack 著

杜若城譯

三百二十餘面 民國廿三年七月再版 實價2.00圓  
原著 "Elektrische Starkstromanlagen.", 自出版以來各國爭先譯述，用充教本。本書即就原著第七版譯出。全書分十五章二百七十四節，分別講解強電工程，簡潔提要，眉目清楚，各節附例題頗多，尤為完備。書中專門名詞及術語均附註德英譯文。學校用充教本極為適宜，尤適一般留心電工問題及研究電機工程者之參考，補習及自修。

電工學題解

德國 H.Vieweger und W. Vieweger 合著

杜若城譯 四百三十四面 民國廿四年一月。實價3.50圓  
原著 "Aufgaben und Lösungen aus der Gleich- und Wechselstromtechnik." 為世界最完善之電工算術練習用書，各國皆有譯本，專供學校及個人自修之用。全書分四章四十三章，分別討論電工學之原理而以導出電工學上之定律，定則，公式等為目的。全書例題多至三百四十九則，各附練習算題。書中插表數十幅及圖二百八十九幅，專門名詞及術語均由譯者增補德英法三國譯文。

航空讀本

杜若城編

342面

插圖二百七十五幅

民國二十四年一月三版

本書取材新穎，搜羅廣博，為普及航空知識最完善之讀物。今在第三版中再附印普及版一萬本並照特價一圓發售以盡本局提倡航空之責，但以向本局直接訂購者為限。