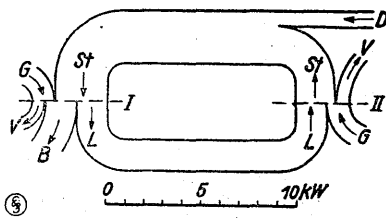


多數軸の電氣的同時運轉に就いて (II)

富士電機製造株式會社

石川 靜 一

前號の續きとして、同時運轉設備に於ける均合勢力の大きさの割合と其の移動を、圖解的に表はし見よう。之は第十七圖から第廿一圖までに示されてゐる。



第十七圖 二個の機械組の中の一つが負荷された場合 (廻轉磁界と同方向の運轉)
 $n=560$ r.p.m. $n_0=1500$ r.p.m.

圖に於て、

- I-IV = 機械の組
- B = 機械的負荷
- D = 導入された三相交流の有効勢力 (磁化損失等に相當する)
- G = 直流勢力
- L = 廻轉子勢力
- S_f = 固定子勢力
- V = 一組の非同期機及直流機の損失

使用機は、直流電動機は 950 r.p.m. に於て 3.3 kW の出力、非同期機は 1430 r.p.m. (同期速度は 1500 r.p.m.) に於て 5.5 kW の出力である。

第十七圖に於ては、二個の組の中の一組 I が B なる負荷を有し、II が無負荷にして廻轉數 560 r.p.m. を以て廻轉磁界と同方向に運轉する場合を示す。三相電網から取入れられた有効勢力 D も計算に入れてある。

非同期機 I の固定子を通る勢力は、I を電動機として動作せしめ、其れが連結する運轉電動機を扶助する。之等の勢力の大きさの關係を大略知る爲めには次の如き等式が與へられる。

$$\frac{N_{mech}}{N_{el}} = \frac{n}{n_0}$$

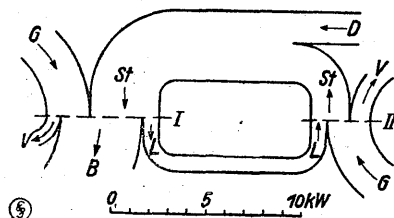
此處で、 n = 廻轉子廻轉數

$$n_0 = \frac{60 \cdot f}{p} = \text{同期廻轉數}$$

f = 電網周波數

p = 極對數

此の式は簡單の爲めに、總ての理論的な考へは

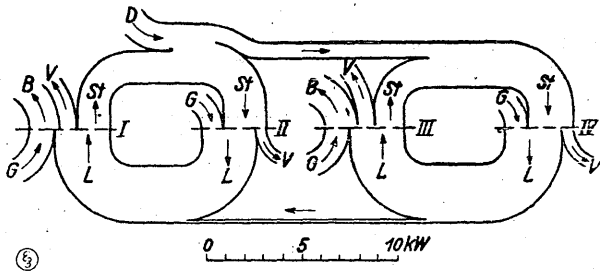


第十八圖 二個の機械組の中一つが負荷された場合 (廻轉磁界と同方向の運轉)
 $n=1020$ r.p.m. $n_0=1500$ r.p.m.

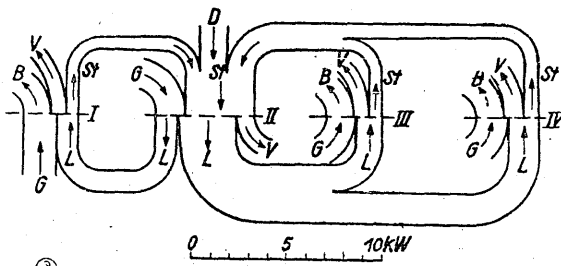
無視してある。N_{mech} は賦與した機械的勢力を表はし、N_{el} は與へられた電氣的勢力である。

第十七圖に於て廻轉數が 560 r.p.m. 同期廻轉數は 1500 r.p.m. なる際に $\frac{1}{3}$ の勢力が軸に與へられたならば、固定子 I に導かれた勢力の $\frac{2}{3}$ は非同期機 II の廻轉子回路を経て流れなければならない。これは其の他非同期發電機として電氣的勢力を發生する。なほ非同期機 II に於ても前記の等式の關係があてはまる。

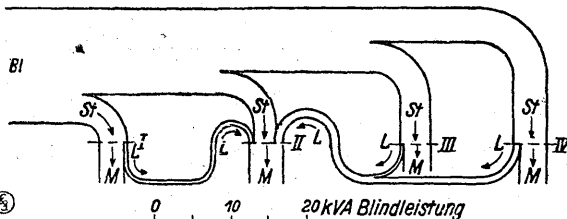
$n_0 - n$ に相當して廻轉子回路を通る勢力は利用されずに循環するものであつて n が n_0 に接近する程、此の循環勢力は小となる。即ち第十八圖の如くである。此の場合廻轉子廻轉數は 1020 r.p.m. であつて $\frac{1}{3}$ の勢力が利用されない丈である。第十七及第十八圖は運轉が廻轉磁界と同方



第十九圖 四個の機械組の I 及 III が負荷された場合
(廻轉磁界と反對方向の運轉)
 $n=560$ r.p.m. $n_0=1500$ r.p.m.



第二十圖 四個の機械組の I, III, IV が負荷された場合
(廻轉磁界と反對方向の運轉)
 $n=560$ r.p.m. $n_0=1500$ r.p.m.



第二十一圖 無効勢力の循環圖
M= 磁化無効勢力
Bl= 電個より取りたる無効勢力

I 及 III が B の負荷を有し、II 及 IV は無負荷である。第廿圖に於ては I、III 及び IV が負荷され、II は無負荷である。廻轉數は兩方の場合 560 r.p.m. にして廻轉磁界の方向と反對に運

向に行はれた場合を示してゐるが、次に廻轉磁界と反對方向に運轉する場合に就いて考へて見る。

此の場合に於ては負荷された組の非同期機は、廻轉磁界に對して廻轉力を發生する。電氣的勢力は反對となり、重負荷軸に連結された非同期機の固定子は勢力を與へ機械的勢力との關係は $\frac{n_0}{n}$ の如くなる。故に重負荷組の非同期機は廻轉子を介して、 $n+n_0$ に相當する勢力を通さねばならない。此の勢力は輕負荷の機械の滑環から取られ、この機械は n に相當する部分を其の軸から取り其れを電氣的勢力に變換し、 n_0 に相當する部分を固定子回路から取るものである。

第十九及廿圖は同時運轉すべき四個の軸に於ける勢力移動の有様を示すものである。第十九圖に於ては、

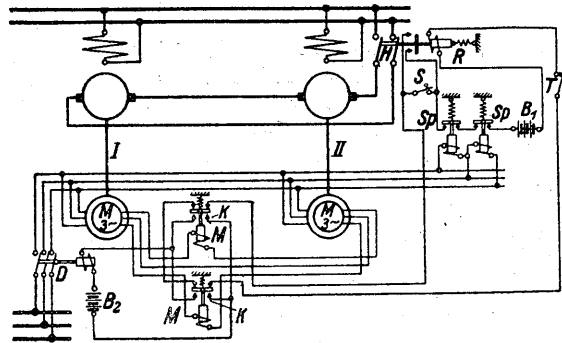
轉する。第廿一圖は第廿圖の場合に對する無効勢力循環の有様を示すものであつて、第廿圖と對照すれば、廻轉子が廻轉磁界と反對方向に運轉する場合には廻轉子回路に於ける力率が可成良好（約0.9）な事が分る。固定子回路に於ける力率は悪く、殊に電動機に對しては、それが發電機に對する無効勢力の一部を受取り廻轉子回路を経て導くのであるから、發電機に對するよりは力率が悪い。之等の關係は、廻轉磁界と同方向の運轉の際には反對である。

最後に同時運轉設備に對する非同期機の設計に當つては冷却作用を充分良好にしなければならぬ。何となれば負荷の大なる時に通風が充分でなく又電網周波數以上の高い廻轉子周波數の爲めに損失が増大するからである。

IV. 安全 接 續

多數の軸が互に常に或關係位置を確保する必要がある場合には均合非同期機に對する三相交流が消滅した際及非同期機の廻轉力を超過した場合には、直ちに全設備を停止する事が必要である。更に三相交流電壓が許容値以下に降下した場合には、逆電壓遮斷器が動作するを要す。何となれば非同期機の出力は周知の如く、固定子電壓の自乗に従つて減少するものであつて、従つて全設備は比較的電壓に對して敏感だからである。

第廿二圖は安全接續の原理を説明するものである。主開閉器Hを保持する線輪Rは、 B_1 によつて饋電される補助回路が何れかで開放される



第二十二圖 安全接續の原理圖

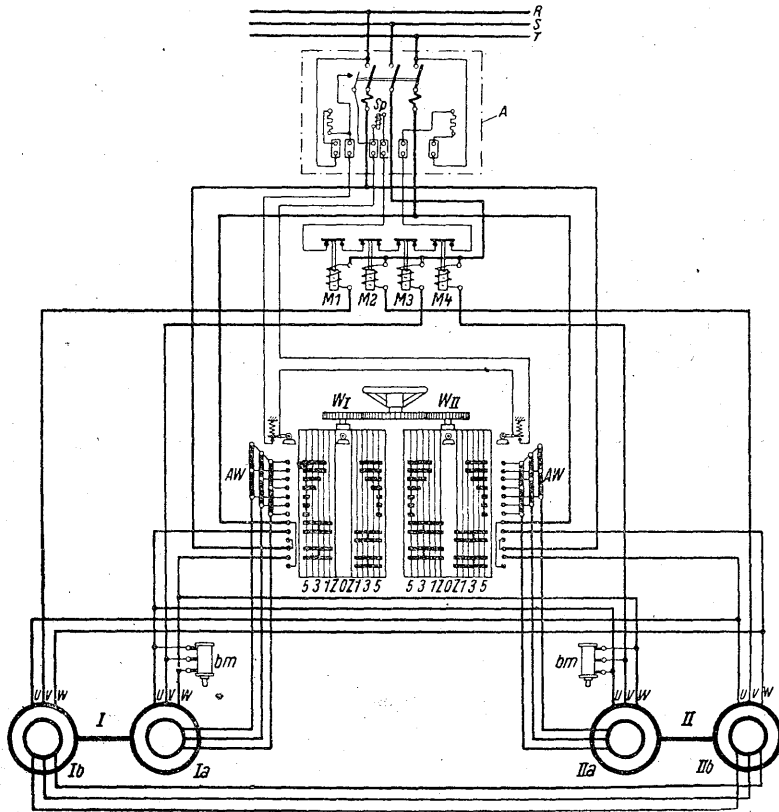
や、無電流となる。主開閉器HはRが勵磁される時にのみ閉ぢられるものであるから、 B_1 に於ける障害は無害になされる。Rに對する保持回路は、固定子電壓繼電器 S_1 、廻轉子回路に於ける最大電流遮斷器M、遮斷鉤T、閉路鉤Sによつて作られるRの保持接點等を経て閉結される。作用を確實にする爲めに二電壓或は二電流に對して監視する。

開閉器Dが開いてゐる間、即ち三相交流機が勵磁されないか、或は開閉器Dを閉ぢた際、電壓が過少であつたならば、補助電壓安全器 S_2 は其の撥條に依つて開かれる。過電流遮斷器Mの吸引の際には、其の動作接點Kが閉ぢられ、三相交流開閉器は B_2 からの電流の補助に依つて開かれる。

開閉器Dの開放は、機械的或は電氣的に遅れる事が有利である。何となれば開閉器Hの開放に依つて運轉電動機の電流の遮斷の後、多くの場合廻轉子均合電流は、非同期機の廻轉子の停

止によつて消滅するからである。均合電流の斯の如き除去は、開閉器 D の遅れよりも一層短時間であるから、主開閉器の再閉結を R に於ける開放接點に依つて防止するを要す。故障が除去された後、D は閉路釘 S に依つて再び閉ちられる。

非同期機の勵磁は常に最初に接続し、而して最後に遮斷すべきである。其れに依つて同時運轉は靜止状態から出發し、靜止に戻るまで保證される。開閉筒を使用する場合には、最初の位置では單に三相交流のみを接続し、運轉電動機の回路は次の位置で閉ちられる。逆廻轉を使用する場合には、兩廻轉方向に對して最初の位置に三相交流に對する接點を有すべきである。尚ほ逆廻



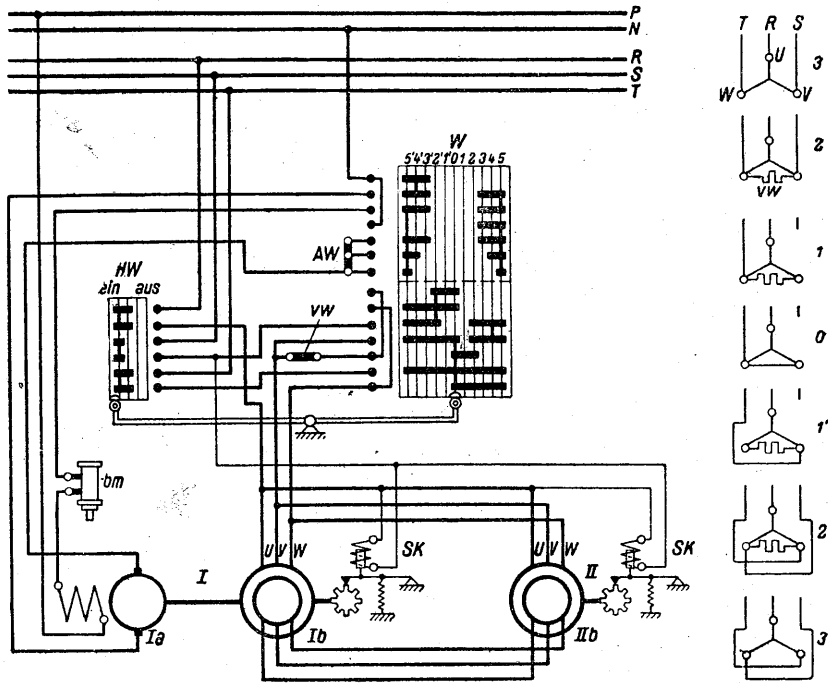
第二十三圖 非同期運轉電動機を有する場合の接続圖

轉の場合には、常に廻轉磁界と反對方向に運轉する爲めに、三相交流の二本の導線を交換して廻轉磁界の方向を逆にしなければならない。併し一方の廻轉方向に於ては出力が小な場合（例へば捲揚と降下）には其の必要がないが、其の際廻轉磁界と同方向に運轉の際は最高運轉廻轉數は非同期機の同期廻轉數よりも遙に低くする事に注意すべきである。

第廿三圖は運轉電動機として三相非同期機を有する同時運轉設備の實際の例を示すものである。逆電壓遮斷は、開閉器箱 A の中にあり電網電壓から給電される遮斷線輪 S_p に依つて行はれる。

過電流遮斷器 M_1 及 M_2 は簡單の爲めに均合機の固定子回路に設けられた。遮斷線輪の回路を閉ぢる靜止接點は、運轉電動機の過電流遮斷器 M_3 及 M_4 の靜止接點、制御筒 W_I 及 W_{II} の零閉閉器及之に並列に接続された開閉器箱 A に於ける橋絡開閉器とに直列に接続されてある。

共通に運轉される制御筒は、中間位置 Z を有し、其の使置では必要な廻轉磁界の方向を有する均合機の固定子のみが制御筒 W_{II} に依つて電壓を受ける。運轉中の開路の際此の中間位置は運轉機構が制動作用の下に靜止に到るまでは釋放せられず。必要な場合には、阻止聯動裝置に依つて、勤務者に注意を與ふる事ができる。



第二十四圖 一個の運轉電動機及停止時の廻轉子旋廻を阻止する装置を具ふる同時運轉設備

特に軽い軸の運轉に際しては、靜止状態に於て外部からの作用によつて互に旋轉する恐れがある。其の際固定子電壓を再び接続するならば、軽く運動する廻轉子は場合によつては、正位置に甚だ強く吸引され、直ちに廻轉磁界に依つて其れに相當する非同期廻轉數に達する事あり。

之を防ぐ爲めに第廿四圖の接続に依れば、固定子は補助筒 HW に依つて先づ單相のみが電網に接続される。(圖の接続位置 0) 此の接続に於て廻轉子は高廻轉數になる危険なく正確に調整される。制御筒 W は休止點を備へざる中間段階 1 及 2 或は 1' 及 2' に對し、抵抗 VW の補助に依つて、固定子が廻轉方向に反對な廻轉磁界の方向を有する三相接続を作る様に作用する。運轉中に於ては總ての位置に於て充分大なる同期化廻轉力が存在するから、開放及中間位置に對して考慮を要しない。前述の方法では主及補助筒は互に閉塞され、開路の際には補助筒に依り阻止装

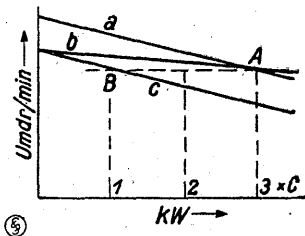
置 SK が無電流になされ而して廻轉子相互の旋轉をポール、ピッチ以上になるのを阻止する。

V. 電氣的同時運轉設備に於ける運轉電動機

第十五圖の場合に於ては、運轉電動機として使用される直流分捲電動機の廻轉子は直列に接続され、磁界は同じ電網から並列に勵磁されてゐる。磁界の調整に依つて廻轉數を調整する場合には、調整器を機械的或は電氣的に接続し、或は勵磁捲線を直列に接続して一個の調整器のみを使用した。調整範圍が大なる場合には、勵磁は其の儘として「レオナルド」式接続を使用するのがよい。

第十五圖の装置に於ては、磁界の磁束の僅少な相異は電動機が並列に接続された場合よりも影響が甚だ小である。例へば磁束 ϕ が一方の電動機で $x\%$ 強められた時には、電壓に於て即ち出力に於て單に $x\%$ 丈他の電動機より大なだけである。弱い磁界を強める複捲線は負荷の場合に對しては影響しない。何となれば複捲線を通る電流は單に全體として負荷時の廻轉數を降下させるのみである。

直流廻轉子が並列接続なる場合には、無負荷廻轉數及廻轉數降下を等しくする事が重要である。何となれば高い無負荷廻轉數を有する電動機（第廿五圖の廻轉數—出力特性の a 線）、或は小なる廻轉數降下を有する電動機（ b 線）は、其の廻轉數が、第廿五圖 c の如き特性の電動機の廻轉數に等しくなるまで重く負荷されねばならない。斯様にして廻轉數降下の僅少な爲め、或は無負荷廻轉數が高いが爲めに、他の電動機と同じ廻轉數なる時には、圖の如き場合には三倍の出力を示してゐる。



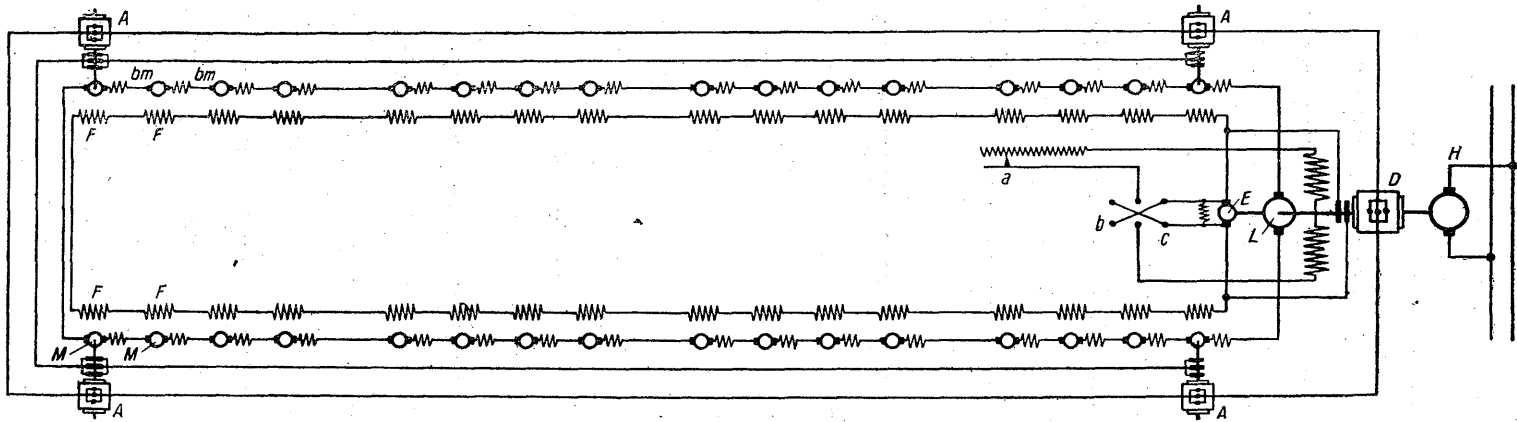
第二十五圖 廻轉數特性より見た負荷の分配

此の場合には磁界を強める複捲線に依つて、前記の缺點を減少する事ができる。負荷電流の増加は重荷負電動機の特性格線を降下する。第四圖の如き磁界を弱める交叉複捲によつても同じ結果が得られる。此の場合には出力の大なる電動機の負荷電流は、他の電動機の磁界を弱め、廻轉數降下を減少させるのである。但し二個以上の組に對しては困難である。

單に均合出力の方向が問題になる場合、即ち常に一方の軸が過負荷される場合には、その運轉電動機は磁界を強める複捲線を備へ、電動機の特性格線を平にし全出力の大部分を負担し均合設備の負擔を減じ得る。

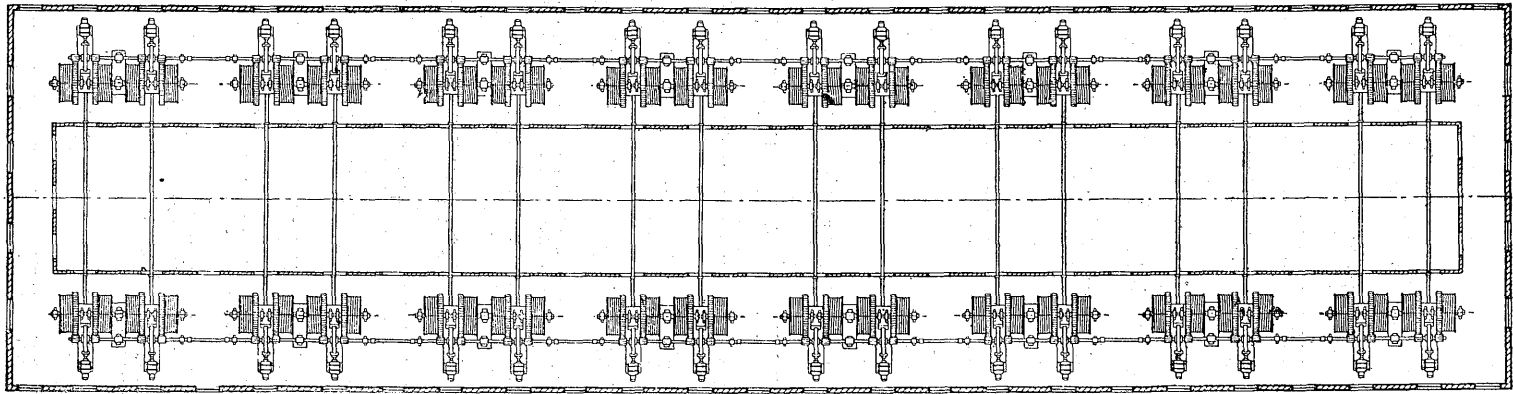
運轉電動機として三相交流電動機を使用するならば、負荷分配を等しくする爲めには、同じ廻轉數特性を有する事即ち滑りを等しくする事が必要である。

起重機等で同時運轉を必要とされる時には、直流直捲電動機が屢々使用される。



第二十六圖 船舶起重機に對する電氣的運轉及均合の接続

M= 起重機電動機、bm= 制動用曳上磁石、E= 勵磁機、F= 電動機の界磁捲線、A= 均合機、D= 均合機へ饋電する三相交流發電機、L= 制御發電機、H= 制御組の運轉電動機、a= 磁界調整器、b= 下降、c= 上昇



第二十七圖 機械的均合を有する第二十六圖の船舶起重機

尚ほ又相異なる軸負荷で運轉する事が希望される場合がある。其の場合には電動機の大きさは各軸の出力の要求に依つて選定さるべきである。勿論種々の電動機を使用する事ができる。

VI. 起重機及船舶に於ける應用

最後に電氣的同時運轉設備を起重機及船舶に應用した場合の二三の例を附記して本稿を終へる。第廿六圖はタンクの長さ 85 米、幅 12 米なる船舶起重機装置の接續圖を示すものである。起重機は 32 個を有し、起重機は各二個の筒の上に、均合錘及タンクに固定された十本の網を摩擦結合によつて支持する。第廿七圖に示される如く、機械的均合を得んとすれば 16 個の直角軸と 2 個の長軸を備へるを要す。然るに是等は第廿六圖の如き電氣的均合に依れば四隅にある四個の均合機械で置き換えられる。機械的均合を行ふ場合は其の他直角軸の支持體の構成に困難がある。

圖に於て全電動機の廻轉子は直列に接續されてある。この接續は總ての電動機が同じ廻轉力を得る事を目的とするものであつて、之は次の式

$$D = C \cdot J_a \cdot \phi \text{ mkg}$$

(ϕ = 磁力線、 J_a = 廻轉子電流、 C = 定數) に依り、直列接續の際には全運轉電動機の磁界が同じ強さを有する場合に得られる。圖に於ては勵磁捲線は直列に接續されてあるが、實際の場合には全勵磁回路の高誘導を考慮して並列接續を使用するのがよい。その際同じ構造で同じ勵磁電壓なれば實際上等しい磁界として考へられる。従つて全運轉電動機の廻轉力は等しい。

電動機の廻轉力が等しければ全網群は同じ張力を受ける、即ち同じ強さの荷重を負ふ。網の張力は常に等しい事を要するので、一の網の群が緊張された場合にはその電動機は直ちに其れの起重機を他のものよりも一步旋轉させる、即ち“進める”を要す。

従つて總ての起重機電動機を制御する事は必要ならず、察ろ四隅を保持する起重機を同時運轉すれば充分である。之は二個の直角軸及二個の長軸を使用して機械的及電氣的に可能である。是等の四個の軸は電氣的同時運轉設備に於ては四個の非同期機（その各々は隅の起重機の一つと連結されてある、）と接續線とによつて置換へられる。

其の他の例としては引揚橋の運轉設備がある。之は大なる船舶を通行させる爲めに橋を引揚げらる如き場合に用ひられるもので、第一圖或は第二圖の如き運轉機械の配置を行ふならば均合軸を構成するのに大なる困難がある。之を電氣的同時運轉設備にすれば設備費が極めて廉價で且つ便利である。同様な問題は堰、閉塞扉等の運轉に際して起り得る。

最後に船舶の操舵装置に於ても此の設備の例が見られる。大船の舵は多くは直流復捲電動機によつて運動される。電動機は對する「レオナルド」變換機は、操舵室にある、「レオナルド」發電

機の勵磁に影響する所の手働輪の運動によつて制御される。舵の位置の監視の爲めに舵機電動機と同時運轉を行ふ、操舵室に於ける指示装置を具へる。指示装置の運轉電動機は勿論極めて小型であり得る。此處に於て出力が指示装置の運轉電動機に相當する所の非同期機が均合機械として使用される。

(終り)



*本誌に記載されている会社名および製品名は、それぞれの会社が所有する
商標または登録商標である場合があります。