



MEMORIA DESCRIPTIVA
para solicitar
PATENTE DE INVENCION
en
ESPAÑA
por veinte años

A nombre de Don Julio Martin, de nacionalidad española residente en Madrid, calle de Murcia número 24 por

"UN PROCEDIMIENTO ELECTROMAGNETICO DE
"COMPOUNDAJE" DE LOS ALTERNADORES
SIN HACER USO DE LOS REGULADORES ME-
CANICOS."

=====

El procedimiento cuya invención se de -
sea patentar, tiene como fin la autorregulación
de los alternadores monofásicos o polifásicos en
general, por medio de un equipo compuesto de uno
5 o más transformadores especiales, elementos rec-
tificadores, resistencias o impedancias de ajuste
y filtro (opcionales) y las bobinas adicionales
de campo en el alternador (si no se aplica la re-
gulación directamente a las bobinas principales)
10 cuyos amperios vueltas compensan la caída de ten-
sión en el interior de la máquina debida en parte
a la corriente misma de carga y en parte al desasa-
je que puede existir entre dicha corriente y la
tensión de la máquina.

15 La autorregulación puede efectuarse entre

20

cualquiera límites de carga o defasaje, es decir desde cero a plena carga u otra carga cualquiera superior o inferior y desde coseno φ igual a cero a coseno φ igual a 1 ó entre otros límites de defasaje más estrechos si se desea. De la misma manera en lugar de obtener una compensación justa de las caídas internas puede lograrse un aumento de la tensión de la máquina al aumentar la carga o el defasaje, convirtiéndose así el alternador en sobrecompensado.

25



30

La característica externa $U=f(I, \cos \varphi)$ de los alternadores con esta disposición es, pues, semejante a la de los generadores de corriente continua denominados "compound" o "hipercompound" según se haya proyectado el conjunto respectivamente para una compensación justa de la caída de tensión o para una sobrecompensación. También puede variar el carácter, por la simple regulación de la disposición o por shunte magnéticos en el transformador o tomas diversas en los devanados, todo lo cual, a su vez, puede suprimirse por economía si así interesa proyectando a bidamente el equipo de regulación, o cuando no sea preciso variar en servicio la compensación, ya que dicha resistencia o impedancia constituyen simplemente un reactivo de campo.

35

40

El esquema del procedimiento se muestra en la figura (1) para un alternador monofásico aunque el principio es extensible a los alternadores de cualquier número de fases como más adelante se describe. En la figura se muestra la bobina compensadora como independiente de la bobina de excitación normal aunque pueden reducirse ambas bobinas a una sola según luego veremos.

45

50

En serie con la línea (fig.1) se coloca un devanado primario (1) de un transformador especial y en derivación con la misma, otro primario (2) cuya fuerza magnetomotriz se superpone a la del devanado (1); el transformador lleva un tercer devanado, el secundario (3) sobre el cual actúa la resultante magnética de los otros dos. La tensión

55

60

65



70

75

80

85

90

95

resultante magnética de los otros dos. La tensión de este último arrollamiento rectificadora mediante el rectificador (4) (de mercurio, termoiónico, de óxido de cobre, selenio o cualquier otro tipo industrial conveniente) se aplica al devanado compensador (5) de la máquina que tiene por objeto evitar la disminución de tensión de la misma o incluso aumentarla al aumentar su carga o el desfase entre la tensión y la corriente. Las resistencias o impedancias (7) (8) y (9) son para el ajuste de la regulación y pueden sustituirse por diversas tomas en cada devanado o por shunts magnéticos y aún prescindirse totalmente de estos elementos de ajuste así como del filtro (10), cuando la necesidad de, proveerlos no se considere suficientemente justificada.

El arrollamiento en derivación (2), por sí solo, tiende a inducir sobre el secundario (3) una f. e. m. que aplicada a (5) después de rectificadora se suma a la excitación principal de la máquina producida por su devanado principal (6) y análogamente obra el arrollamiento (1) por su cuenta.

Supongamos el alternador en vacío; la máquina dará una cierta tensión en la línea resultante de la suma de los asperios vueltas de la excitación principal y los que provienen del devanado compound (5) por efecto del arrollamiento (2) que actúa solo.

Si con coseno $\varphi = 1$ empieza a cargarse la máquina la corriente que pasa a través de (1), induce en (3) una f. e. m. avanzada de $\frac{\pi}{2}$ respecto a la que induce por su cuenta el devanado (2) y sumándose vectorialmente estas f. e. m., aparece en (5) la resultante rectificadora que ha aumentado su valor aumentado así la excitación suplementaria, (vease fig. 2 a) Con lo cual se compensa la caída de tensión en la máquina.

Si para una carga dada suponemos ahora que existe retraso de la corriente respec-

100

to a la tensión, las fuerzas magnetomotrices y los flujos engendrados por (2) y (1) ya no estarán en cuadratura sino con una diferencia de fase menor de 90° dando una resultante mayor que si el defasaje entre la tensión y la corriente de la línea es nulo (véase figura 2b).

Así se contrarrestan los efectos de la carga o del coseno φ sobre la tensión de la línea.

105



El proceso es continuo, y la compensación tiene lugar de la misma forma cualquiera que sea el valor de la corriente o del defasaje inductivo.

110

Es claro que cuando los fenómenos de carga y defasaje aparecen simultáneamente las reacciones explicadas se producen a un tiempo obteniéndose una regulación permanente y automática.

115

El cálculo, en principio, de la excitación suplementaria a proveer se indica a continuación como ejemplo.

120

Supondremos el caso más desfavorable, solo teórico, de que se desee una regulación automática de la tensión entre vacío y plena carga y entre coseno $\varphi = 1$ y coseno $\varphi = 0$

125

Sean, figura 3, (a) la característica magnética del alternador en vacío, (b) la característica magnética a plena carga y coseno $\varphi = 1$ y (c) la misma característica con coseno $\varphi = 0$. Sea f_0 la f. m. m. en amperios vueltas resultante de los devanados (5) y (6) cuando por estar la máquina en vacío actúa el devanado de tensión (2) del transformador especial solo. La tensión en vacío será U_0 .

130

Las tensiones a plena carga (P.C.) si no existiera el devanado (1) serían respectivamente U_1 , con coseno $\varphi = 1$ y U_2 con coseno $\varphi = 0$

135

Para mantener la misma tensión U_0 en vacío que a P.C. habrá que incrementar la excitación hasta f_1 , con coseno $\varphi = 1$ y hasta f_2 , con coseno $\varphi = 0$

Los amperios vueltas que habrá de

suministrar el devanado auxiliar a PC y coseno $\varphi = 1$ serán f_{o1} , y f_{o2} los correspondientes a PC y coseno $\varphi = 0$

140

Para producir estos amperios vueltas se necesitan aplicar a dicho arrollamiento las tensiones suplementarias respectivas, e_{o1} y e_{o2} en continua o sea ya rectificadas. A estas tensiones corresponden en alterna, antes del rectificador E_{o1} y E_{o2} voltios que son las tensiones compensadoras en ambos casos en el secundario (3) del transformador. Suponiendo iguales en primera aproximación las tensiones externas a las f. e. m. internas en el secundario en cuestión y designando por E_s y E_d las componentes debidas respectivamente al primario en serie (1) y al primario en derivación (2), tendremos:

145



150

a) plena carga y coseno $\varphi = 1$ (figura 4-a)

155

Cuando la máquina trabaja en vacío, en el secundario (3) aparece solo la tensión E_d debida al primario en derivación; y a PC y con coseno $\varphi = 1$ se combina con ésta, la tensión, debida al primario-serie, E_s , que adelanta a la primera de $\frac{\pi}{2}$ aproximadamente. La resultante pasa a ser

160

$$\sqrt{E_d^2 + E_s^2}$$

y la diferencia

$$\sqrt{E_d^2 + E_s^2} - E_d$$

es precisamente el efecto compensador. Igualándolo

165

$$E_{o1} = \sqrt{E_d^2 + E_s^2} - E_d \quad [1]$$

b) A PC y coseno $\varphi = 0$ reactivo (fig. 5-a). En estas condiciones los valores absolutos de las componentes no habrán, apenas, variado pero si su desfase ya que al retrasar E_s de 90° respecto a su posición primitiva, queda en fase con E_d

170

deberá tenerse pues

$$E_{o2} = E_s \quad [2]$$

Las dos ecuaciones (1) y (2) permiten calcular con E_s y E_d el transformador especial una vez determinados E_{o1} y E_{o2} que se deducen fácilmente de f_{o1} y f_{o2}

tomados como datos. La capacidad del mismo viene determinada por el consumo del devanado compound y el rendimiento del rectificador.

180

Ley de regulación. Podemos, también en primera aproximación suponer que para cada estado de carga, los amperios vueltas auxiliares son proporcionales a la diferencia entre la f.e.m. inducida sobre el secundario 3 en las condiciones dadas de corriente y coseno φ y la f. e. m. del mismo devanado con la máquina en vacío. Igualmente admitiremos, con suficiente aproximación que la tensión E_3 debida al arrollamiento en derivación es constante y la E_5 proporcional a la corriente de carga.

185



190

a) Regulación con coseno $\varphi = 1$ al variar la corriente

Con la máquina en vacío la tensión secundaria es E_4 y al cargar, con coseno $\varphi = 1$ el extremo de la resultante sigue la línea pq y es fácil ver que la diferencia entre ambas es proporcional a los segmentos marcados con línea gruesa en la figura 4 a.

195

La forma de variación del efecto compensador al variar E_5 proporcionalmente con la carga I , tiene la forma de la figura 4 b. Comparando este resultado con la característica externa (d), fig.3, de un alternador, se ve que el efecto regulador sigue aproximadamente la misma ley que la caída de tensión interna, por lo cual la compensación se realiza bien a todas las cargas.

200

205

b) Regulación con carga constante al variar el co-

seno φ (carga inductiva). Tomando por ejemplo la corriente de plena carga, para coseno $\varphi = 1$ el efecto compensador es E_{01} , figura 5-a, y al producirse el retraso de la corriente respecto a la tensión en la línea, disminuye el ángulo β manteniéndose constante ambos vectores E_3 y E_4 y el extremo de su resultante sigue la circunferencia pq viniendo dada en cada caso la f.e.m. suplementaria de regulación por las líneas señaladas con trazo grueso

210

215

en la figura de referencia.

220



225

representando esta f.e.m. en función de coseno φ se obtiene la curva de la figura 5b donde se ve que al disminuir aquel crece primero rápidamente la f. e. m. de regulación para hacerse más tarde casi constante. Este modo de variación es precisamente el que requiere un alternador, en el cual la caída de tensión aumenta justamente al principio muy rápidamente con el desajuste para acabar siendo independiente del mismo.

230

Se ve pues que calculada la autorregulación para dos condiciones extremas de servicio, el procedimiento objeto de esta memoria condiciona su efecto en las cargas intermedias, por naturaleza propia, sin necesidad de ajuste exterior alguno, a las condiciones precisas que requiere el alternador por su carga y coseno φ obteniéndose así una tensión en la línea prácticamente invariable en todos los casos.

235

Bobina auxiliar. Ya hemos dicho que, para producir el efecto regulador no era absolutamente preciso disponer las bobinas auxiliares o "compound" independientemente de la excitación principal. Basta en efecto superponer la f.e.m. de regulación rectificada, al circuito normal de excitación de la máquina como muestra la figura 6.

240

Esta solución será preferible en máquinas ya construidas que se quieran convertir en "compound" o "hipercompound" mientras que en máquinas proyectadas de antemano para esta regulación convendrá separar los dos circuitos con lo que la seguridad contra una interrupción total del servicio viene mejorada.

245

Es posible también, como se comprende, suprimir totalmente el suministro de excitación independiente de la máquina produciéndola íntegra, ya en vacío, por el devanado (2) a través del transformador.

250

Cargas condensivas. La resultante disminuye al hacerse condensiva la carga pero au-

255

menta con el valor de la corriente no lográndose de esta manera una compensación tan perfecta como para cargas reactivas. Sin embargo la escasa probabilidad industrial de existencia de cargas condensivas no justifica la necesidad de una regulación tan precisa.

260



265

Los fenómenos descritos, vienen en realidad complicados por la reacción mutua entre los dos devanados (1) y (2). Así, por ejemplo: la tensión en la línea, en vacío, está influida por la excitación suplementaria causada por (3) en el inductor de la máquina y por la tensión directa que se induce al mismo tiempo que en (3) en el devanado (1) y fenómenos similares se presentan en carga.

270

Con los elementos del circuito debidamente proyectados, estas acciones secundarias no tienen importancia considerable pero aún así, puede lograrse una eliminación absoluta de las reacciones entre los dos primarios de una de las dos maneras siguientes:

275

1). Construyendo y devanando el transformador especial como indica la fig. 7 con lo cual las f.e.m. inducidas por cada primario en el otro, se anulan sin que por ello dejen de sumarse los efectos inductivos sobre (3).

280

2). Desvinculando en dos el transformador especial de modo que uno de ellos sea puramente transformador de intensidad y el otro de tensión, fig.8. La resultante a rectificar para proveer la excitación suplementaria, viene dada por la composición directa vectorial de las f.e.m. de salida en (3) y (3').

285

El método 1), será preferible en general para alternadores monofásicos y el 2), para sistemas trifásicos y similares con el fin de aprovechar las posibilidades de supresión de la cuarta columna de núcleo que permiten los transformadores de esta clase ya que las corrientes de la misma naturaleza (debidas las unas a las tensiones y derivadas de las intensidades de línea las otras), irán

290

295

defasadas entre ellas de 120° .

300

Para el caso de alternadores poli-
fásicos se muestra, con un ejemplo en trifásica,
el procedimiento en la figura 9 que permite obte-
ner automáticamente una compensación media entre
las diversas que requeriría cada fase de por sí.

305



Se pueden montar los devanados pri-
marios y secundarios de las tres fases sobre un
núcleo corriente de transformador trifásico, ya
que las corrientes en los devanados similares van
defasadas siempre de 120° .

310

Aunque en la figura 9 se ha indica-
do un montaje particular con la salida de los rec-
tificadores en serie, y los secundarios indepen-
dientes, la excitación suplementaria puede sumi-
nistrarse empleando cualquiera de los montajes co-
nocidos que permitan transformar la corriente poli-
fásica de los secundarios en corriente continua me-
diante rectificadores. Serán preferibles, no obs-
tante, aquellos, como el de la figura 7 que impi-
dan en absoluto el desarrollo de corrientes circu-
latorias en caso de desequilibrio en las fases.

315

Si las cargas están equilibradas,
basta conectar un equipo monofásico como el que se
describió anteriormente a una sola fase.

320

También se puede prescindir de mon-
tar el equipo en una de las tres fases del sistema
trifásico, ya que el control se efectúa indirecta-
mente por las dos restantes.

325

Como ejemplo pueden verse las figu-
ras 10 y 11. La 11-a, indica el diagrama Vectorial
correspondiente al circuito, para $\cos \varphi = 1$, de la fi-
gura 11. En la figura 10 se muestra el montaje so-
bre dos fases utilizando para la regulación las
tensiones sencillas y en la 11, las tensiones com-
puestas.

330

El primer método tiene la ventaja de
mantener la compensación para todos los defasajes
pero requiere un devanado de tensión inactivo; el
segundo método no presenta esta desventaja pero en

335

cambio es solo regulador para defasajes entre 0 y 60° aproximadamente.

Si las fases están equilibradas, basta en uno y otro caso, según hemos dicho repetidas veces conectar el equipo compensador en una sola fase (fig.12).

340



Las conexiones entre los transformadores especiales, y entre los devanados secundarios del transformador, y los elementos rectificadores, así como el número de fases que deben tomarse de base para la autorregulación y la presencia o no del devanado auxiliar de regulación en la máquina misma dependen pues, de las circunstancias particulares que concurren en el alternador.

345

350

Ventajas. Las ventajas principales que acompañan al procedimiento y aparatos mencionados para la regulación son los siguientes:

1º.- Funcionamiento completamente estático. No hay ningún elemento vibratorio ni rotatorio, ni apertura ni cierre de contactos de control etc. (salvo cualquier dispositivo de esta clase que para ventilación etc., pudieran requerir los elementos rectificadores comerciales para potencias elevadas)

355

De aquí la sencillez de operación y manejo, ausencia de reajustes en servicio y facilidad de mantenimiento.

360

2º.- Compensación efectiva entre todos los límites posibles de carga y defasaje que se deseen.

3º.- Consumo muy bajo.

365

4º.- Coste inicial muy reducido.

5º.- Gastos de conservación prácticamente nulos, especialmente si los rectificadores son de tipo superficial que no requieren repuesto de lámparas.

370

6º.- Facilidad de adaptación a los alternadores existentes.

= N O T A =

Reivindicaciones que se solicitan para esta patente por veinte años.

375

1ª.- Un procedimiento electromagnético de "Compoundaje" o "hipercompoundaje" que tiende a mantener constante la tensión en las líneas de corriente alterna a cualquier carga o coseno φ , o solo entre límites determinados de éstas variables valiéndose de una sola o simultáneamente de las dos relaciones de dependencias siguientes:

380



385

1ª - de la relación aproximada de proporcionalidad entre la corriente primaria y secundaria de un transformador, para contrarrestar el efecto sobre la tensión del aumento de carga;

2ª.- de la diferencia de valor de la resultante de dos f.e.m., alternas al variar su defasaje, para compensar la caída por disminución del coseno φ ,

390

2ª.- Un procedimiento electromagnético de "compoundaje", en el que las componentes del punto 1ª o su resultante, tengan un proceso inmediato de rectificación, con objeto de utilizarlas en el circuito inductor de la máquina.

395

3ª.- Un procedimiento electromagnético de "compoundaje" en el que puede aprovecharse la tensión rectificadora, mediante un devanado auxiliar en el sistema inductor de la máquina, o alternatively, para la superposición en serie de ésta tensión con la tensión principal de excitación del alternador en el devanado inductor normal único.

400

4ª.- Un procedimiento electromagnético de "compoundaje" en el que el suministro integral de la excitación, se efectúa por medio de la tensión alterna de la línea, rectificadora directamente, o bien, elevada o reducida antes de la rectificación mediante un transformador intermedio, con

405

o sin el segundo devanado primario (devanado en serie con la línea) que conviene a la autorregulación.

410 5º.- Un procedimiento electromagnético de "compoundaje" en el que el montaje del equipo regulador, se efectúa en todas las fases de un sistema polifásico cuando lo justifique el desequilibrio entre ellas, o en una sola fase, cuando así convenga o satisfaga.

415 6º.- Un procedimiento electromagnético de "compoundaje" en el que el montaje del equipo regulador, se realiza en dos fases de un sistema trifásico, lo que sucederá especialmente si el sistema carece de neutro y para la utilización en tal caso, como tensiones fijas en la regulación, las tensiones sencillas (si conviene una regulación perfecta desde cero a) o las tensiones compuestas si la regulación es suficiente entre límites menores de defasaje.

420 7º.- Un procedimiento electromagnético de "compoundaje" en el cual un transformador de tres devanados se conecta con un primario en derivación sobre la línea, otro primario en serie con la carga, y un secundario común.

425 8º.- Un procedimiento electromagnético de "compoundaje" en el cual se emplean dos transformadores independientes uno de tensión y otro de intensidad, con sus primarios en derivación y en serie con la línea respectivamente y sus secundarios en serie entre sí.

430 9º.- Un procedimiento electromagnético de "compoundaje" en el cual se emplea un transformador con dos primarios y un secundario dispuesto para que se anulen las reacciones electromagnéticas entre los dos primeros y se sumen sus efectos sobre el segundo, como indica esquemáticamente la figura 7ª.

435 10º.- "Un procedimiento electromagnético de "compoundaje" de los alternadores sin hacer uso de los reguladores mecánicos" tal y como se ha descrito en la memoria que antecede, representado en los dibujos que se acompañan y con los fines que se han especificado.

440 Esta memoria consta de doce hojas escritas por una sola cara.

Madrid 16 de abril de 1934.

P. A.



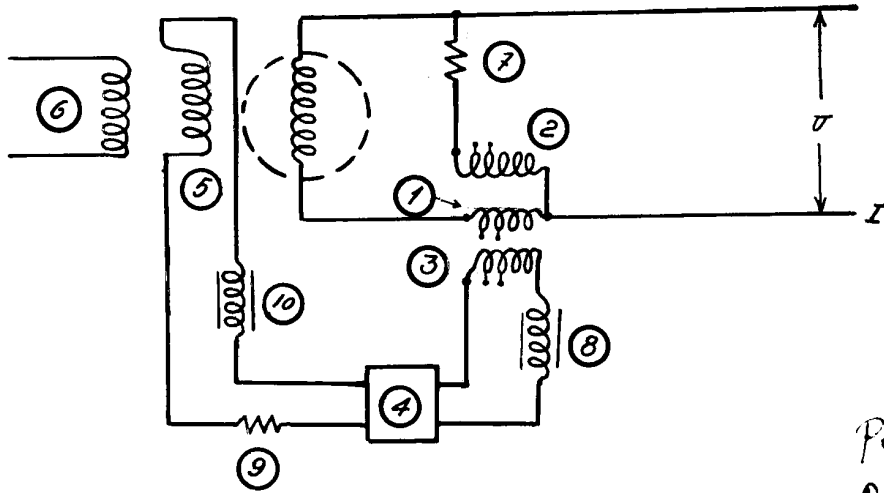
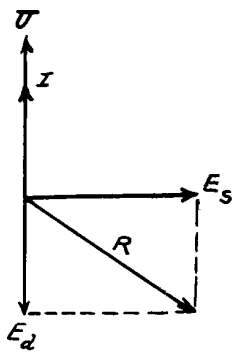
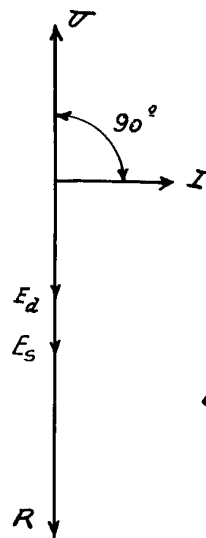


Figura 1^a

*P.A.
José Manuel Bayant*



a) $\cos \varphi = 1$



b) $\cos \varphi = 0$

Fig. 2

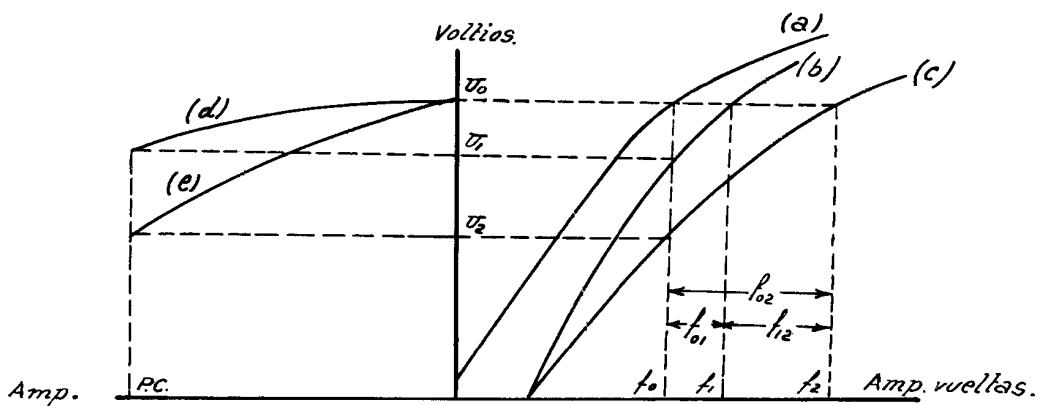
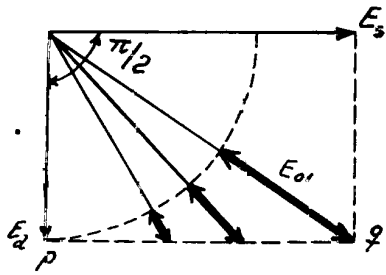
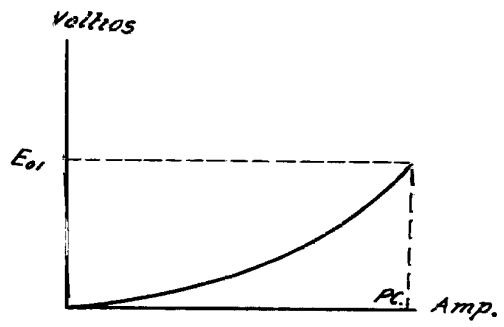


Fig. 3



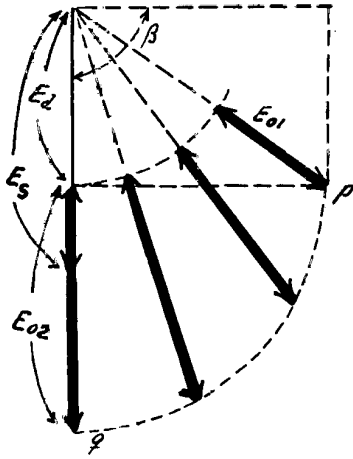
a)



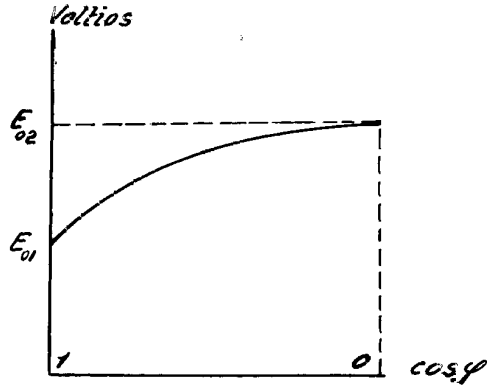
b)

Fig. 4

P.A. Fajard
[Handwritten signature]



a)



b)

Fig. 5

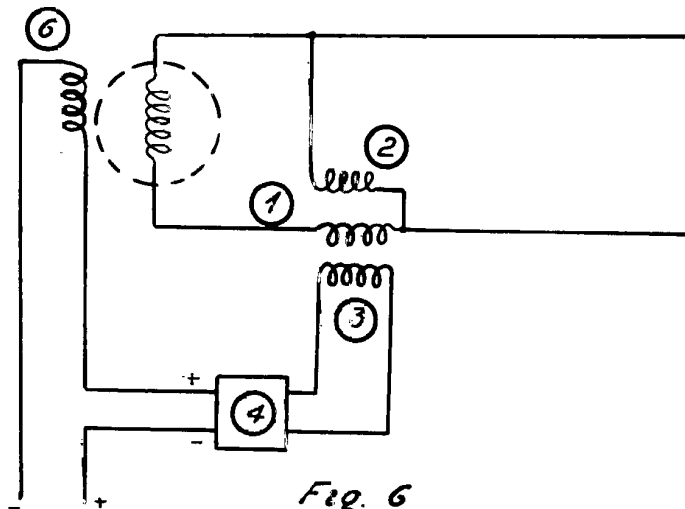


Fig. 6

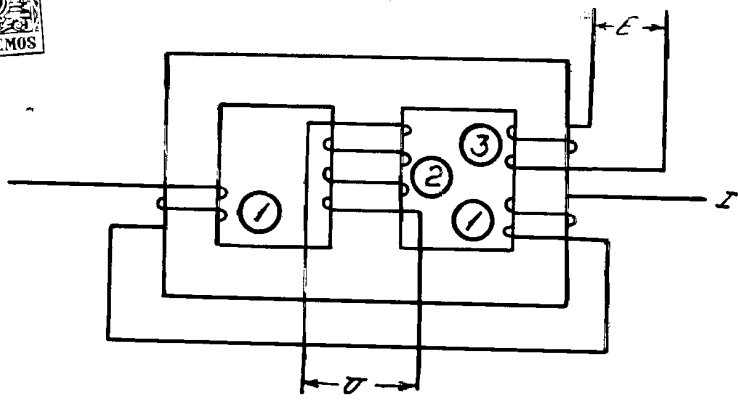


Fig. 7

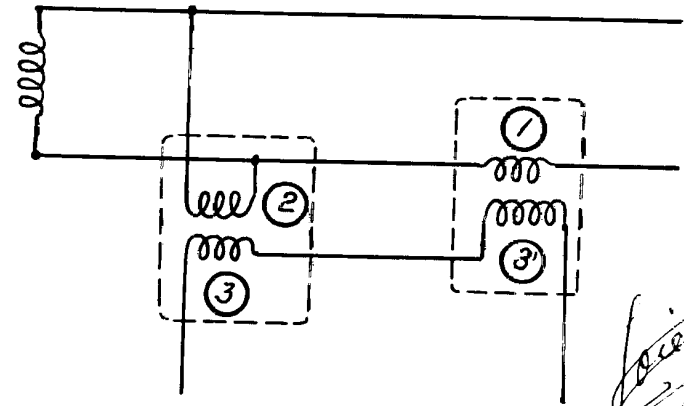


Fig. 8

P. A.
Jose Maria Fajard

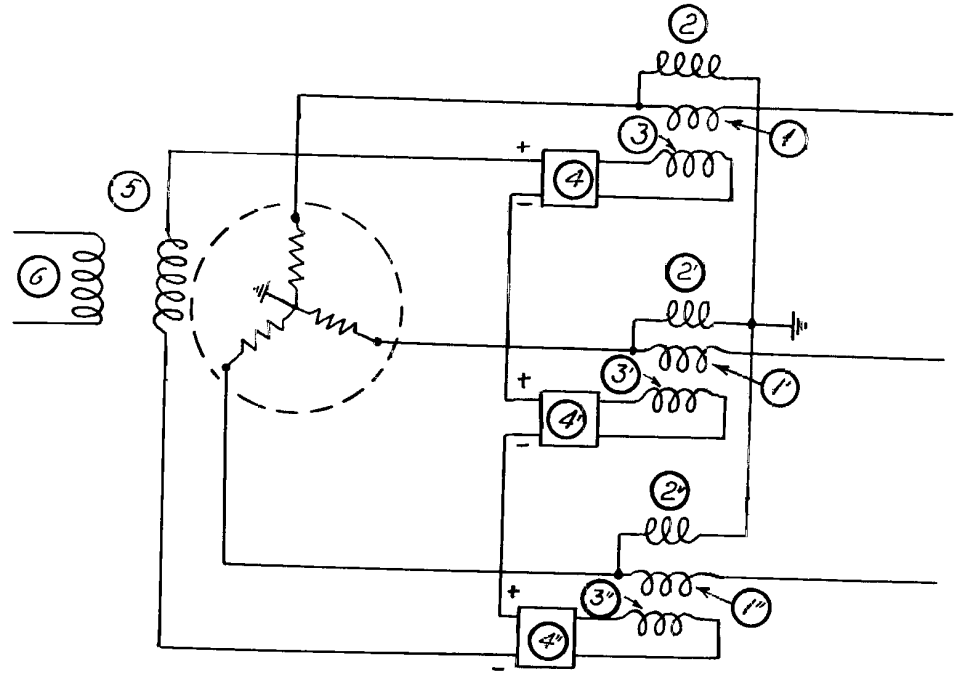


Fig. 9

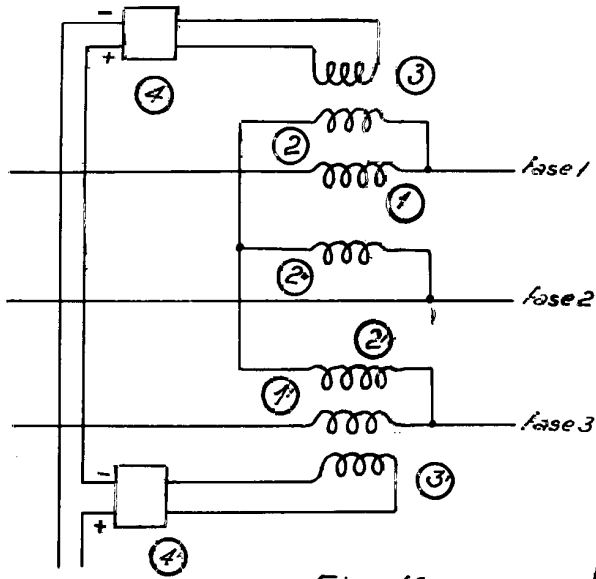


Fig. 10

P. A. Hapard
José María Hapard

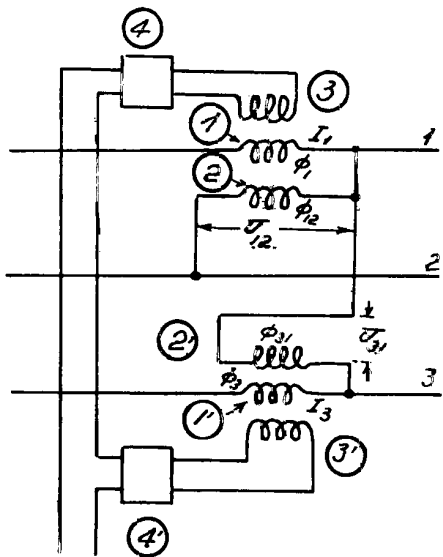


Fig. 11

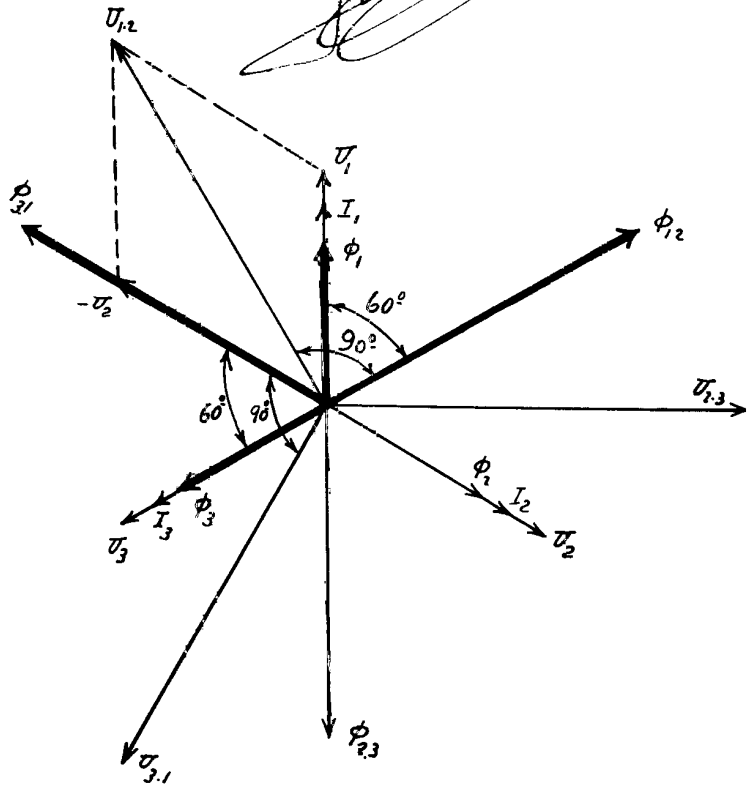


Fig. 11-a

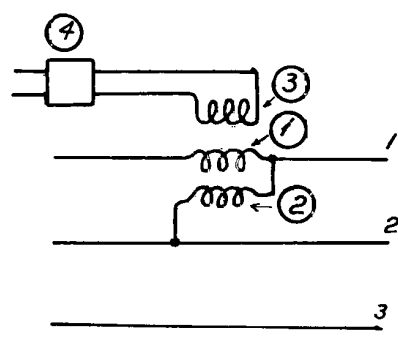


Fig. 12