

CAPITULO 1: INTRODUCCIÓN HISTÓRICA

Los primeras pilas, o baterías, creadas fueron las pilas de Volta. Dichas pilas, como se conoce, generaban una corriente continua. De tal forma, que en el siglo XIX, fue el único sistema de energía eléctrica que se conocía. Muchos científicos, se habían acostumbrado, a este tipo de energía; de tal forma que todas las máquinas eléctricas que se quieren conseguir a partir del siglo XIX, serán máquinas (o generadores) que den ese tipo de energía; es decir un sistema de corriente continua. Hay que darse cuenta que en el siglo pasado, el estudio de este tipo de máquinas fue muy importante. Sin dudar a dudas, se puede decir que entre los años 1831 a 1886; y con el desarrollo de las leyes físicas del campo electromagnético, el estudio y evolución de estas máquinas va a ser más importante.

Se puede suponer que el generador de corriente continua o dinamo; se va a ir desarrollando y estudiando en cuatro etapas fundamentales:

Máquinas magnetoeléctrica con imanes permanentes (1831 – 1851)

Máquinas con excitación independiente (1851 – 1867)

Máquinas con autoexcitación (1867 – 1870)

Autoexcitación perfeccionada (1870 – 1886).

La primera etapa, como se ha visto, abarca desde los años 1831 a 1851; y es consecuencia del descubrimiento de leyes de la física (ley de la inducción magnética), descubiertas por Faraday. Se puede decir, que Faraday, aparte de descubrir la ley anteriormente citada va a intentar crear una máquina eléctrica; para lo cual utilizó un disco de cobre, el cual giraba dentro de un campo magnético, que estaba generado por un imán natural. De esta forma Faraday, creó la primera máquina eléctrica (producción de energía eléctrica) en el año 1831. En ese mismo año; Pixii, crea utilizando el mismo principio, una máquina eléctrica, la cual generaba un sistema de corriente alterna. De tal forma, que en aquella época, no se le ve aplicación a este tipo de energía eléctrica; y se emplea a utilizar en ese tipo de máquinas los rectificadores, para intentar, aproximarla a la misma forma de salida. Durante estos 20 años, se fueron creando diferentes máquinas eléctricas, de las cuales podemos citar, las máquinas de: Clarke, Sturgeon

La segunda etapa, abarca entre los años 1851 a 1867; se inicia con el descubrimiento de la ley de Biot y Savart. Es decir, un campo magnético, según la ley anterior, puede ser producido por una corriente eléctrica. De tal forma, que se empieza a construir máquinas con excitación independiente. Es decir, el campo magnético se puede producir mediante una pila de Volta; utilización de electroimanes en vez de imanes permanentes. Dentro de esta etapa destaca la construcción de máquinas hechas a cargo de Sinisteden, Watt, Valenn,

La tercera etapa, abarca entre los años 1867 a 1870, y se inicia con el descubrimiento del fenómeno de la autoexcitación. Dicho fenómeno, consistía en aprovechar parte de la corriente eléctrica generada; para reforzar el campo magnético del electroimán.

Por último la cuarta etapa, que fue del año 1870 al año 1886; se realizarán máquinas autoexcitadas más perfectas.

En la actualidad el uso de generadores de corrientes continua, está en la actualidad prácticamente en desuso. Ya que la corriente alterna presenta más ventajas (en generación, transporte y consumo), que la corriente continua; por el uso de transformadores, y aparatos a fines. Normalmente estas máquinas se utilizan como

máquinas para la excitación de las máquinas sincronas trifásicas.

CAPITULO 1: ASPECTOS CONSTRUCTIVOS

Como cualquier máquina, la dinamo o generador de corriente continua; consta de dos partes fundamentales: el estator, que será la parte estática (o parte fija) y el rotor, que será la parte que se mueve. En el estator; va a existir diferentes organos o elementos, entre los que destaca; la culata, que ejerce de función mecánica de soporte, de la máquina; los polos, que estarán formados por el circuito de excitación. La zapata polar, que será para hacer más efectivo el campo magnético, y unos polos intermedios, llamados polos auxiliares, para evitar el fenómeno de la conmutación, fenómeno el cual será estudiado más adelante.

Por otra parte, va a existir diferentes elementos en el rotor. Entre los que destaca; el inducido y el colector de delgas, o conmutador. En el inducido, estará el devanado del rotor, es decir es el cable el cual transporta la corriente eléctrica generada. Dicho devanado, se puede coser , de dos formas diferentes; una forma sería imbricado y otra forma ondulado. Imbricado, es cuando se cruzan el cableado; y ondulado, es cuando no se cruzan, como la forma de una onda. Todos estos cables, se conectan a unos determinados terminales, llamados colector de delgas, que es de donde se va a sacar la corriente eléctrica resultante (o producida por la máquina). Ver figura adjunta:

Por otro lado, merece mención especial, dentro del colector; de las escobillas de grafito; que realiza la función de extracción de corriente eléctrica al colector. De tal forma que mientras se mueve el rotor, este elemento permanecerá quieto. Todas las escobillas irán alojadas en unos organos llamados portaescobillas.

CAPÍTULO 3: PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

Dada la siguiente figura

En esta figura se puede observar, una espira que va girando a una determinada velocidad angular, dentro de un campo magnético. Por otra parte, hay que darse cuenta la posición de los dos anillos colectores, que entregarán la energía eléctrica producida a través de las escobillas. Entonces, según las leyes de Faraday, al girar la espira dentro de un campo magnético; se induce entre los dos anillos una fuerza electromotriz inducida; de tal forma que el tipo de onda que sale, sería el siguiente:

Para que salga una onda, digamos más continua vamos a colocar los dos anillos colectores en un único anillo, dividido en dos delgas:

De tal forma que la forma de onda que nos sale sería la siguiente:

Supongamos que ahora en vez de tener una espira girando, vamos a tener dos tal y como se puede observar en la siguiente figura, suponiendo que existe un único anillo colector, dividido en dos delgas.

Tendríamos la vista, desde perfil. Por lo tanto, la forma de onda que nos sale sería la siguiente:

Por lo tanto, a más bobinas la forma de onda sería cada vez más continua; de tal forma; que nosotros podríamos pensar que este tipo de máquinas son muy caras industrialmente, ya que a mayor cantidad en cobre, implica que la salida será más continua.

Máquina de Gramme.

Es otro tipo de dinamo muy habitual que posee un tipo de funcionamiento especial. Dichas máquinas pueden venir esquematizadas, tal y como se puede observar en la siguiente figura:

En esta figura se observa un cilindro hueco que va girando dentro de un campo magnético, producido por un imán; a una determinada velocidad angular. Por otra parte, se tienen unas determinadas espiras, que irán cosiendo a dicho cilindro. De tal forma que al girar, el cilindro se tienen a producir dentro de estas espiras una determinada corriente eléctrica; la cual se recogerá en el colector de la parte central. Se ha explicado el funcionamiento de una forma muy simple

CAPÍTULO 4: CONSIDERACIONES MECÁNICAS

Tras estudiar el principio de funcionamiento de una dinamo; vamos a pasar hacer un pequeño estudio sobre algunas consideraciones mecánicas. En este tipo de máquinas sabemos que se va a transmitir un efecto mecánico (es decir, un par al eje) para conseguir un efecto eléctrico. Hasta ahora, hemos supuesto que todo esto se cumplía al 100 %. Pero sin embargo, hay toda la energía mecánica que se transmite al eje no se tiene por que transformar en energía eléctrica, por la existencia de algunas pérdidas. Ocurriendo lo mismo con la energía eléctrica que se genera, pudiéndose perder por efecto Joule

Por lo tanto vamos a estudiar un poco las pérdidas que pueden existir en la máquina. Por un lado, habrá un efecto de pérdidas mecánicas (P_m) ; que pueden ser por rozamiento del eje con los cojinetes, por rozamiento con el aire. De tal forma que la potencia que se transmite sería un poco menor. Esa potencia sería la que se transforma en energía eléctrica. Por otro lado, existe unas pérdidas de tipo eléctrico (P_{re}), por efecto Joule en el cobre de los devanados.

Para ver mejor este tema, se puede observar el siguiente cuadro:

Dinamo

Potencia suministrada P

Pérdidas por efecto mecánico P_m

Pot. transformada en eléctrica P_e

Pérdidas por efecto eléctrico P_{re}

Potencia útil total $P_u = P_e - P_{re}$

Se ve que al final existe lo que se llama la potencia útil, hay que recordar que esa potencia toma un valor menor que la potencia suministrada. De tal forma, que si dividimos la potencia útil entre la potencia suministrada, se obtiene el rendimiento de dicha máquina.

CAPÍTULO 5: LA REACCIÓN DE INDUCIDO

Cuando una máquina funciona en vacío, no existe ninguna corriente en el inducido; ya que el inducido se supone que estará en circuito abierto; y la única corriente que aparece es la que está en el estator, o elemento inductor. Supongamos que ahora nuestra máquina se cierra con una resistencia de carga, en el circuito del inducido. Entonces, podemos suponer que esas dos corrientes eléctricas (la del estator y la del rotor), tienden a generar ambas un determinado flujo magnético en el entrehierro de la máquina, de tal forma que el flujo magnético sería de forma distinta a como sería en el vacío, definiéndose este fenómeno como reacción de inducido. Vamos a ver qué ocurre más detalladamente.

Vamos a su poner la siguiente figura que nos puede representar una determinada máquina:

Primero vamos a ver más detalladamente qué pasa cuando se trabaja en vacío. Como se puede observar en la

figura anterior, el circuito eléctrico AB estará abierto, de tal forma que la única excitación que tiende aparecer sería, la excitación de los polos magnéticos; los cuales darán un determinado campo magnético en el entrehierro constante, la cual será máxima cerca de cada polo; y cero en la llamada línea neutra, es decir en los puntos A y B. Es decir en la siguiente figura se puede observar dicho fenómeno.

Supongamos que ahora el circuito del rotor, o del inducido se cierra; la fuerza magnetomotriz que nos sale sería esta forma de onda,

Donde se puede observar que la fuerza magnetomotriz toma una forma triangular, donde el valor máximo de esa fuerza magnetomotriz sería justamente en el espacio interpolar A B, y el valor nulo lo alcanzará justamente en frente de los polos. En el mismo gráfico se representa la inducción, únicamente supuesta para estas corrientes eléctricas. De tal forma que si sumamos esta inducción al campo magnético de los polos se obtendrá la siguiente curva.

Con esto se puede obtener unos efectos; primeramente la reacción del inducido puede servir para reforzar el campo magnético en unas determinadas zonas, en un lado de los polos y en la otra parte del polo se puede observar en la figura anterior como se puede debilitar. Supongamos a continuación que nuestra máquina está saturada. Entonces lo que ocurre es que aparecerá un efecto desmagnetizante; pudiendo obtenerse una fuerza electromotriz menor que en el caso de no saturación. Un segundo efecto, que tiende a aparecer, debido a este fenómeno, es la posible elevación de tensión, entre las delgas consecutivas, dado por la zona de refuerzo del flujo de los polos; ocasionando un chisporroteo en el colector. El tercer efecto, el cual se puede deducir de la figura anterior, es el desplazamiento de la línea neutra (línea donde se anula la inducción magnética), un determinado ángulo . Si la máquina funciona en vacío se puede observar cómo la línea neutra cae exactamente entre los polos magnéticos; sin embargo, trabajando con la reacción del inducido vemos cómo se adelanta un ángulo , es decir el punto M. Todo esto puede ocasionar, un calentamiento; debido al efecto de la conmutación. Es decir, durante un instante las escobillas se pondrán en cortocircuito. Existe una determinada fuerza electromotriz, por existir este flujo en esta determinada zona. Para evitar este fenómeno habrá que desplazar las escobillas hasta la línea neutra real; como se observa en la siguiente figura:

Como se puede observar en la figura anterior, los conductores a la izquierda de la recta CD llevan corriente eléctrica que sale del plano del papel; mientras los de la derecha, entrará la corriente. Además se puede observar el desplazamiento de la línea neutra ese determinado ángulo. Entonces se puede observar la existencia de una determinada fuerza magnetomotriz debido a la reacción del inducido. Esta fuerza magnetomotriz se puede descomponer en: una parte longitudinal F_d , que dará un efecto desmagnetizante a la fuerza magnetomotriz principal; y otra transversal. Se puede hallar, a modo de ejemplo el valor exacto de la fuerza magnetomotriz transversal.

Es decir, en este epígrafe hemos visto este efecto; y qué características posee. A continuación lo vamos a estudiar en máquinas reales. Sabemos por una parte que la reacción del inducido será proporcional a la corriente de carga; de tal forma que si nuestra máquina tiene que alimentar una gran carga, este efecto será muy grande.

Por lo tanto, podemos diseñar nuestra máquina, para que este preparada para este efecto; mediante el desplazamiento de escobillas. Llegando a un diseño muy complicado, debido a que según qué carga estemos alimentando, deberá las escobillas moverse hacia una determinada línea neutra. Para lo cual se han diseñado, unos determinados trucos para eliminar este efecto; entre el que más destaca será el del devanado de compensación. Este devanado consiste en crear, o intentar que nuestra máquina tenga la línea neutra, justamente en la línea media geométrica; como si fuera un caso de vacío. Para lo cual, se insertará un determinado devanado, en serie, con el circuito exterior. Este devanado anulará todos los efectos de la reacción de inducido. Creando un campo magnético opuesto a la reacción de inducido. La siguiente figura muestra una máquina con existencia de este devanado:

CAPÍTULO 6: CONMUTACIÓN

Conmutación es otro efecto que aparece en las máquinas; debido a la existencia de cortocircuito de las espiras del inducido, por las escobillas. Esto puede generar una elevada corriente en un pequeño intervalo de tiempo; con todas las características perjudiciales que se pueda imaginar, como calentamiento de la máquina, deterioro de las superficies

El estudio de este defecto resulta muy complejo de analizar pero podemos indicar que el origen puede estar debido a dos causas fundamentales; la primera causa debida a efectos mecánicos; insuficiente equilibrado del rotor, defectuoso ajuste de los elementos y otra debida a efectos eléctricos, existencia de una tensión entre delgas, fenómenos autoinductivos

Vamos a suponer, la siguiente figura sobre el movimiento del rotor;

En la figura anterior, se puede observar tres determinados tiempos, el primer tiempo 0, representa, el instante inicial; donde se puede observar que por cada espira va a pasar la mitad de la corriente (de la sección C) que pasará por la escobilla, con sentido de derecha a izquierda. Al pasar, al siguiente instante t, se puede observar cómo ya se toca la posición 3 y 4. De tal forma que existirá un reparto de corrientes. Y finalmente, ocurre lo mismo que en el instante inicial, pero con sentido de corriente contrario, la corriente de la sección C. El instante de tiempo para lo cual, va a existir la conmutación se llama periodo de conmutación.

Vamos a ver una pequeña demostración matemática de qué tipo de ecuación tendría la corriente en función del tiempo. Para lo cual, vamos a suponer que R_e es la resistencia de contacto de la escobilla con la delga. R_1 será la resistencia entre la delga 3 y la escobilla; y R_2 es la resistencia entre la delga 2 y la escobilla.

Estas dos últimas resistencias son funciones de tiempo, tal y como se puede observar según las dos siguientes ecuaciones:

De tal forma que en el instante inicial la resistencia R_1 y R_e tendrán el mismo valor, tal y como se puede observar en la figura anterior. En cambio al no existir ningún tipo de contacto con la delga 2, la resistencia R_2 sale infinita, circuito abierto.

Ahora realizaremos, y sacaremos las ecuaciones para las corrientes aplicando las reglas de Kirchoff. De tal forma;

De tal forma que la corriente i en esas tres ecuaciones que hemos sacado se puede combinar en una única ecuación dando;

Saliendo la ecuación de una recta; de tal forma que ese tipo de conmutación recibirá el nombre de conmutación lineal. Tal y como se puede observar en este diagrama

En la práctica ese tipo de conmutación es muy ideal, y nunca se dará; por la existencia de fuerza electromotrices de autoinducción, y otros efectos; saliendo tal y como se ha representado en el diagrama anterior una curva. Pero para demostrarlo la anterior afirmación vamos hacer una suposición, por reducción al absurdo. Es decir, voy a suponer inicialmente que la verdadera ecuación será una recta, es decir conmutación ideal, y veamos qué sucede si se supone esto.

Por otra parte, va a existir una fuerza electromotriz reactiva, debida a las secciones conmutadas, que tendrá la siguiente estructura, o ecuación matemática:

Donde N , es el número de espiras de la zona conmutada y Φ será el flujo magnético que procede de la zona conmutada. Entonces siguiendo con la suposición absurda que hemos considerado anteriormente; si todo es

lineal se puede suponer que esa fuerza electromotriz e_r y la corriente eléctrica I_i , serán proporcionales entre sí. Entonces si aplicamos ahora la ley de Lenz, que dice que la fuerza electromotriz e_r que se produce se opone a la causa que lo produce, podemos ver cómo la recta tiene que pasar exactamente por un punto superior a $T/2$. Siendo prácticamente imposible que se dé este fenómeno, mediante una línea recta (dando un absurdo, o algo en contra a la suposición supuesta inicialmente) . Obligando en tal caso a la existencia de una curva, tal y como se observa en la figura. Produciéndose una alta concentración de corriente eléctrica en el sistema delga escobilla. Elevando por lo tanto la temperatura en esa zona.

Para evitar, todo este fenómeno negativo, podemos suponer la creación de una fuerza electromotriz artificial, necesaria para eliminar la fuerza electromotriz de conmutación. Esto se consigue mediante la creación de un polo auxiliar, justamente en la zona de la línea neutra, en la que se supone que generará una determinada inducción magnética, B_c . Por lo tanto, la fuerza electromotriz creada e_c , será proporcional a esta inducción magnética, B_c .

Por otra parte, tal y como se ha dicho anteriormente el valor de la fuerza electromotriz reactiva e_r , deberá coincidir en valor con la fuerza electromotriz e_c . Por lo tanto, el valor de la inducción B_c , y la fuerza electromotriz e_c será proporcional a la corriente del inducido I_i . Esto último se consigue colocando el polo auxiliar en serie con el devanado del inducido tal y como se puede ver en la figura;

Por otro lado, habrá que tener en cuenta, otras características relacionadas con el circuito magnético. Entre las más importantes, es que dicho circuito no esté saturado; logrando esto último trabajando con inducciones bajas, o bien aumentando el valor de la distancia del entrehierro.

CAPÍTULO 7: EXCITACIÓN DE LOS DINAMOS

Si vemos el capítulo de introducción del presente informe; se puede leer la evolución histórica que ha tenido los dinamos. Vimos que existió una primera fase, que fue la creación de dinamos con imanes permanentes. Más tarde se paso a una segunda fase, con la creación de los primeros electroimanes, es decir la creación del campo magnético (dentro de la máquina), mediante bobinas que eran excitadas mediante alguna fuente exterior, por ejemplo una pila. Por último, la creación de la llamada autoexcitación.

Dentro del fenómeno de la autoexcitación destaca los estudios hechos por Siemens, el cual descubrió cómo dinamo era ella misma la que podía alimentar a su propio circuito del estator, para la producción del campo magnético. Pero, qué pasaba si la máquina estaba parada. Entonces la corriente generada sería cero, y la corriente de autoexcitación también va a ser cero.

Siemens se dio cuenta de cómo la máquina estaba constituida por ciertas piezas de tal forma que si alguna de esas piezas había trabajado en un campo magnético, esas piezas poseían un cierto recuerdo de ese magnetismo. De tal forma que cuando máquina se ponía en marcha; se generará una pequeña fuerza electromotriz en el rotor, por efecto del recuerdo magnético; y con ello, se generaba una pequeña corriente eléctrica, el cual reforzará el campo magnético anterior y así sucesivamente hasta llegar a una situación de equilibrio. Fenómeno que es básico para la existencia del inicio de la puesta en marcha de una máquina con autoexcitación.

Por otra parte, la autoexcitación puede suponerse como un proceso infinito, ilimitado. Ya que con un pequeño recuerdo magnético, implicaba que si nuestra máquina se ponía en marcha se generaba una pequeña fuerza electromotriz en el rotor generándose en los conductores del estator una pequeña corriente eléctrica; apareciendo por lo tanto una fuerza electromotriz mayor, y consiguiendo una mayor corriente eléctrica. Es decir, que parece que poco a poco, dicho fenómeno irá cada vez haciéndose más grande. Por otra parte, hay que darse cuenta de la existencia de un límite que generalmente no se sobrepasará nunca. Esto se puede explicar, bajo dos cuestiones importantes:

La primera es debida al fenómeno de la saturación de los materiales. Es decir, que por mucho que crezca el flujo dentro del proceso de la autoexcitación, nunca se logrará saturar al material. Siendo esta primera causa, una breve idea de que este proceso no será infinito. Ya que si es infinito se supone que el material llegará un momento en que se saturará.

La segunda explicación es sobre el equilibrio, es decir el proceso tendrá un punto final; siendo este punto el punto de equilibrio. Es decir, supongamos que tenemos la curva de vacío de nuestra máquina; y por otra parte tenemos la recta de carga, de tal forma que cuando ambas curvas se corten en el punto P es cuando se dará el equilibrio; es decir, que el proceso finaliza. Ver figura adjunta;

La recta de carga es una recta que pasará por el origen de coordenadas. Siendo una resistencia en paralelo a la máquina; cuya ecuación será $u = r I$. En la otra figura se puede observar cómo $e - u = 0$; es decir, que $e - r I = 0$. Donde $e = r i$.

Es decir, las ecuaciones estudiadas anteriormente implican la existencia del equilibrio, o fin del proceso de la autoexcitación.

Por otra parte, supongamos que en dicho punto P se obtiene el equilibrio, tal y como se ha repetido anteriormente; pero qué pasaría en una situación intermedia, es decir en una situación tal y como se indica la siguiente figura, antes de llegar a dicho punto.

Como se puede observar, en la anterior figura; antes de llegar al punto P; podemos ver en la figura que habrá una caída de tensión debido a un efecto de la resistencia (del propio devanado) más un efecto autoinductivo (de la propia bobina del devanado). Entonces con sólo ver la figura podemos deducir el supuesto comportamiento de la autoexcitación; es decir, antes de llegar a la situación de equilibrio habrá un efecto autoinductivo, el cual poco a poco, irá desapareciendo y el efecto resistivo poco a poco irá aumentando. Esto se puede explicar matemáticamente, es decir de acuerdo con el circuito de la derecha la caída de tensión será igual a;

De tal forma que cuando ocurre el proceso de búsqueda del equilibrio, la corriente irá variando con el tiempo. y por tanto existirá una diferencia de corriente con respecto al tiempo. Qué puede ocurrir en el punto de equilibrio; pues, que la corriente se mantiene constante, de tal forma que la derivada se hace igual a cero; y la única caída de tensión será la debida al efecto de la resistencia eléctrica.

CAPÍTULO 8. TIPO DE EXCITACIÓN.

El primer tipo de excitación que existe será la **excitación tipo independiente**. Es decir, se puede observar en la siguiente figura cómo los devanados de los que alimenta a la carga, como al devanado excitador serán dos devanados totalmente independientes.

Por otra parte tenemos la **excitación tipo en derivación o shunt**, la cual se puede representar mediante la siguiente figura:

En esta figura se puede observar cómo la máquina alimenta tanto al circuito excitador como alimentará a la carga. Además se ha dibujado el sentido de circulación de las corrientes eléctricas, y la tensión U producida. También se ha dibujado un reóstato o resistencia variable.

Por otra parte, existe la llamada **autoexcitación tipo serie**, la cual consiste en colocar el devanado excitador en serie con la carga y el inducido; tal y como se puede observar en la siguiente figura;

En estas máquinas el devanado de excitación estará constituido por hilo grueso, ya que por dicho devanado pasará la máxima corriente eléctrica. Siendo todo lo contrario a una dinamo tipo shunt, la cual estará

constituida por hilo fino, ya que la corriente será menor. Este tipo de máquinas se emplea para alimentar cargas, en las que hay que definir qué corriente eléctrica necesitamos; por ejemplo en algunos equipos de soldadura.

Por último el tercer tipo de **autoexcitación será la dinamo compound**; la cual la palabra puede ser traducida del inglés significando autoexcitación compuesta, es decir será una mezcla de la shunt más la serie. Según la siguiente figura, tendremos dos devanados inductores uno shunt, con muchas espiras de hilo fino; y otro serie con pocas espiras de hilo grueso.

La máquina anterior, es una máquina de excitación larga ya que incluimos entre los puntos A y B, el inducido más el devanado en serie. Supondremos que los dos devanados tendrán flujos aditivos, es decir en el mismo sentido de tal forma que nunca se anularán uno al otro. Lo que se quiere hacer con ese tipo de máquina, es que si la corriente de carga aumenta; el devanado serie pueda regular ese aumento de corriente eléctrica. Es decir, vamos a ver qué pasa si la carga aumenta; entonces la corriente I aumentará, provocando un aumento de tensión en el inducido del rotor. Dicho aumento provocará un aumento en la excitación en los polos, en el devanado que está en serie.

A continuación vamos a ver una máquina compound de derivación corta, pero también con características aditivas. Esto está representado en la siguiente figura

En la máquina anterior, se puede observar un ejemplo. En donde, se puede observar en el circuito, que el devanado en derivación estaría colocado en paralelo con las escobillas de la máquina. En cambio, el devanado serie está en serie con la carga, de tal forma que tendrá que aguantar toda la corriente que pasa por la carga.

De estas máquinas existen multitud de versiones; siendo los dos ejemplos propuestos anteriormente máquinas con devanados aditivos. Existen sin embargo, también máquinas compound diferenciales, que serán aquellas máquinas en el que el devanado serie y shunt crean un campo magnético totalmente opuesto, uno al otro. De tal forma que cuando crezca la carga, esto hace disminuir el campo magnético total y con esto la fuerza electromotriz generada. Pudiendo regular dicha carga.

Una prueba para saber si una máquina es de un tipo; es decir, si es aditivo o diferencial consiste, en que los devanados serie y shunt se alimenten mediante una pila exterior e ir comprobando con una brújula el sentido del campo magnético

CAPÍTULO 9. CONCLUSIONES

Los dinamos, o generadores de corriente continua, son máquinas que tal y como se ha visto anteriormente tuvieron una gran importancia en el siglo pasado. Sin embargo, en la actualidad tienen importancia práctica; aunque si tienen importancia teórica (a nivel académica y de estudio), ya que se han mencionado capítulos muy básicos; tales como por ejemplo, el tema de la autoexcitación, siendo este capítulo elemental para el funcionamiento de estas máquinas. Por otra parte, también destaca el tema de las pérdidas y rendimiento; donde se puede comprobar cómo estas máquinas no pueden generar a partir de un 100% de la energía mecánica y 100% de la energía eléctrica.

Por otra parte, dicho informe me ha ayudado a recordar algunos conceptos básicos de las máquinas eléctricas; como es rendimiento, pérdidas de potencia, par de giro; es decir, por que una máquina pierda su importancia histórica, como es el caso de los dinamos; no significa que esto va a perder su importancia de estudio; ya que otros tipos de máquinas tendrán un funcionamiento similar a esta máquina.

CAPÍTULO 10. BIBLIOGRAFÍA

Para más información del tema se puede consultar los siguientes libros y apuntes:

- *Máquinas motrices generadores de energía eléctrica* , José Ramírez Vázquez, ed. CEAC, Barcelona, 1984.
- *Apuntes de máquinas eléctricas* Tomo 1, José Yoldi Iribarren y Vicente Moreno Bañeza; ed. apuntes de la E. U. I. Tca. Industrial de San Sebastián. U.P.V., San Sebastián 1992.
- *Máquinas eléctricas* Jesús Fraile Mora; ed. Servicio de publicaciones de la E.T.S. de Ingenieros de Caminos, canales y puertos de Madrid.