



DEVANADOS DE UNA MÁQUINA DE C.D.

4/3/2002

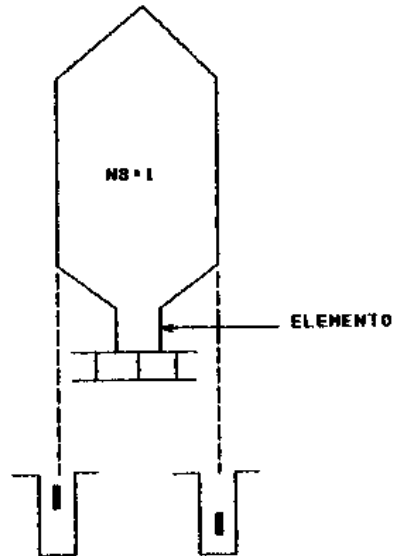
INTRODUCCIÓN En el desarrollo de las series industriales se deben tener en cuenta las normas internacionales que fijan las formas constructivas, las dimensiones unificadas de las máquinas, las dimensiones de las escobillas, portaescobillas y diámetros de los colectores, como así también los grados de protección mecánica, los métodos de refrigeración y la marcación de bornes. Para todas las máquinas modernas la carcasa es laminada y de una concepción extremadamente rígida para evitar ruidos y vibraciones debidas a la alimentación electrónica. Es importante destacar que las distintas soluciones constructivas adoptadas por los fabricantes dependen de los medios que disponen y de los métodos de fabricación empleados, en esta investigación se indica la tendencia actual utilizada por constructores de reconocido prestigio.

CARACTERÍSTICAS DE CONSTRUCCIÓN DE LOS DEVANADOS DE INDUCIDO Los problemas prácticos que se presentan en la realización de un devanado son:

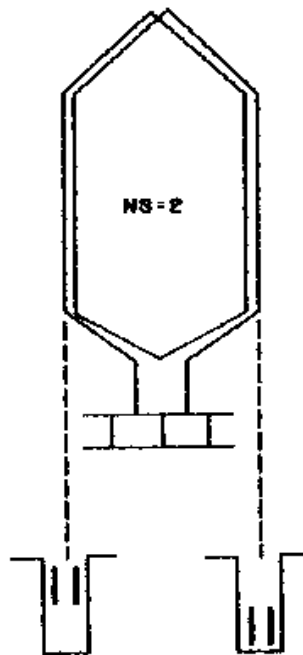
- la forma de conexión de los conductores entre sí.
- la forma de conectarlos al colector.

Las consideraciones que siguen se refieren a los devanados de dos estratos, es decir, que están constituidos por conductores situados en la ranura formando dos capas, lo cual, junto con otras razones, es necesario para obtener una estructura simple y práctica. Vamos a examinar una bobina y definir los distintos elementos que la constituyen, ver la figura de la página siguiente. La bobina propiamente dicha está constituida por dos costados de bobina que se encuentran, como se observa en la figura, uno en el estrato superior y el otro en el estrato inferior a una distancia de aproximadamente un paso polar. Llamamos elemento a cada una de las puntas que se conectan a una delga, pudiéndose además observar que en este caso cada ranura consta de dos elementos (que pertenecen a distintas bobinas); llamamos MM el número de elementos por ranura que en este caso es igual a 2.

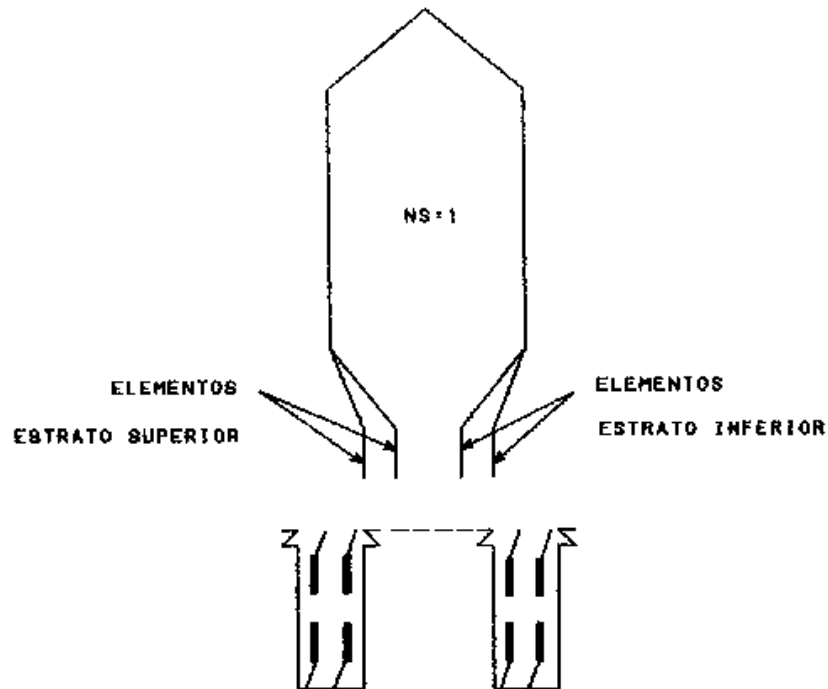
En el ejemplo que estamos considerando cada elemento está constituido por un conductor, es decir, que el número de conductores por elemento que lo llamamos NS es igual a 1.



En la Figura siguiente se observa en cambio una bobina que difiere de la anterior en que el número de conductores por elemento es $NS=2$.



El número de elementos por ranura MM (que debe ser par) puede ser mayor que 2. En la Figura que viene se observa una bobina que tiene MM=4 y NS=1. Es importante destacar que también NS puede ser igual a 2 o cualquier otro valor pero se debe tener en cuenta que cuanto más grande es el valor de NS mayor resulta la inductancia de la bobina y en consecuencia aumenta la tensión que se induce en ella durante la conmutación.



El número de delgas ZZ, de elementos por ranura MM y de ranuras del inducido QQ está vinculado por la relación:

$$(QQ \cdot MM)/2 = ZZ$$

Los tipos de devanados utilizados son dos:

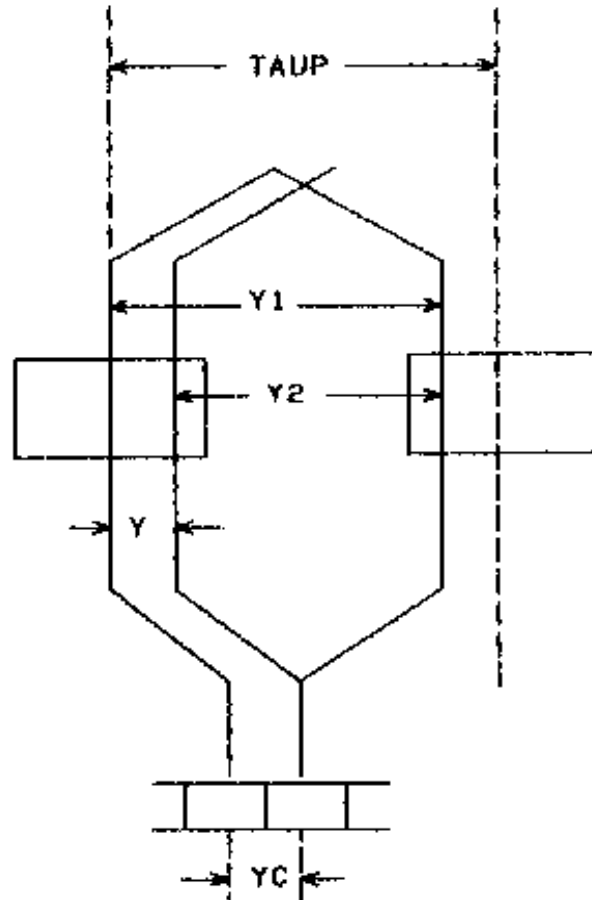
- Devanado serie u ondulado (denominado así por la forma como se construye).
- Devanado paralelo o imbricado (por los bucles sobrepuestos que presenta).

DEVANADO IMBRICADO La Figura de la página que viene indica los distintos elementos que intervienen en la descripción del devanado y que son:

- Y1: paso anterior de la bobina
- Y2: paso posterior de conexión

Y: paso de bobina

YC: paso del colector en delgas



Estos devanados imbricados deben satisfacer las siguientes relaciones geométricas para que los mismos sean realizables.

$$Y = Y_1 - Y_2 = \pm 2$$

$$Y_C = \frac{Y_1 - Y_2}{2} = \pm 1$$

$$Y_1 = \frac{2 \times ZZ - B}{NPOL} \pm 1$$

$$Y_2 = \frac{2 \times ZZ - B}{NPOL} \mp 1$$

Se acostumbra numerar los elementos de bobina de cada capa de forma tal que a la capa o estrato superior corresponda los números impares y a la inferior los pares.

Los pasos Y1, Y2 que deben ser enteros se miden en elementos, y además deben ser impares para poder pasar de un elemento del estrato superior a otro elemento del estrato inferior (devanado a doble capa). Es importante destacar que el paso Y1 es el que define las dimensiones geométricas de la bobina mientras que el paso Y2 simplemente indica como se deben conectar entre si las bobinas.

Los signos \pm indican respectivamente si se trata de un devanado progresivo o regresivo.

El término B es un número entero arbitrario cualquiera que puede ser cero y que está relacionado con el acortamiento, nótese que, el valor más bajo de B que satisface las condiciones enunciadas implica el mínimo acortamiento.

CONEXIONES EQUIPOTENCIALES

Por causas constructivas prácticamente inevitables, se producen asimetrías (por ejemplo entrehierro no uniforme, mal contacto entre polo y carcasa, etc.), que hacen que en los devanados imbricados las f.e.m.s. inducidas en los conductores situados bajo un polo no sean idénticas a las inducidas bajo el próximo polo de la misma polaridad (distanciado en 360 grados eléctricos).

Debido a ello circularán corrientes (provocadas por esta diferencia de f.e.m.s.) que producen pérdidas adicionales y que cerrándose a través de las escobillas y del colector dificultan la conmutación.

El efecto final es que se produce una desuniforme repartición de la corriente entre las distintas filas o barrales de escobillas causa de empeoramiento de la conmutación.

Para eliminar este grave inconveniente se disponen en el inducido un cierto número de conductores de cobre que se denominan conexiones equipotenciales, las cuales unen los puntos del devanado que deberán estar al mismo potencial.

Las eventuales corrientes de desequilibrio que circulan por estas conexiones son alternas, debido a que no están afectadas por el efecto rectificador del colector.

Estas conexiones se pueden realizar tanto del lado colector como del extremo opuesto.

Por la forma práctica como se las realiza se las denominan anillos equipotenciales.

El número máximo de anillos posibles es igual a $2' ZZ/NPOL$, quedando a criterio del proyectista en base a su experiencia adoptar el número de anillos a utilizar.

Frecuentemente se adopta la mitad del número posible y la sección del conductor utilizado es del orden del 50 a 25 % de la sección de un conductor del inducido, utilizándose secciones menores cuanto mayor es el número de anillos.

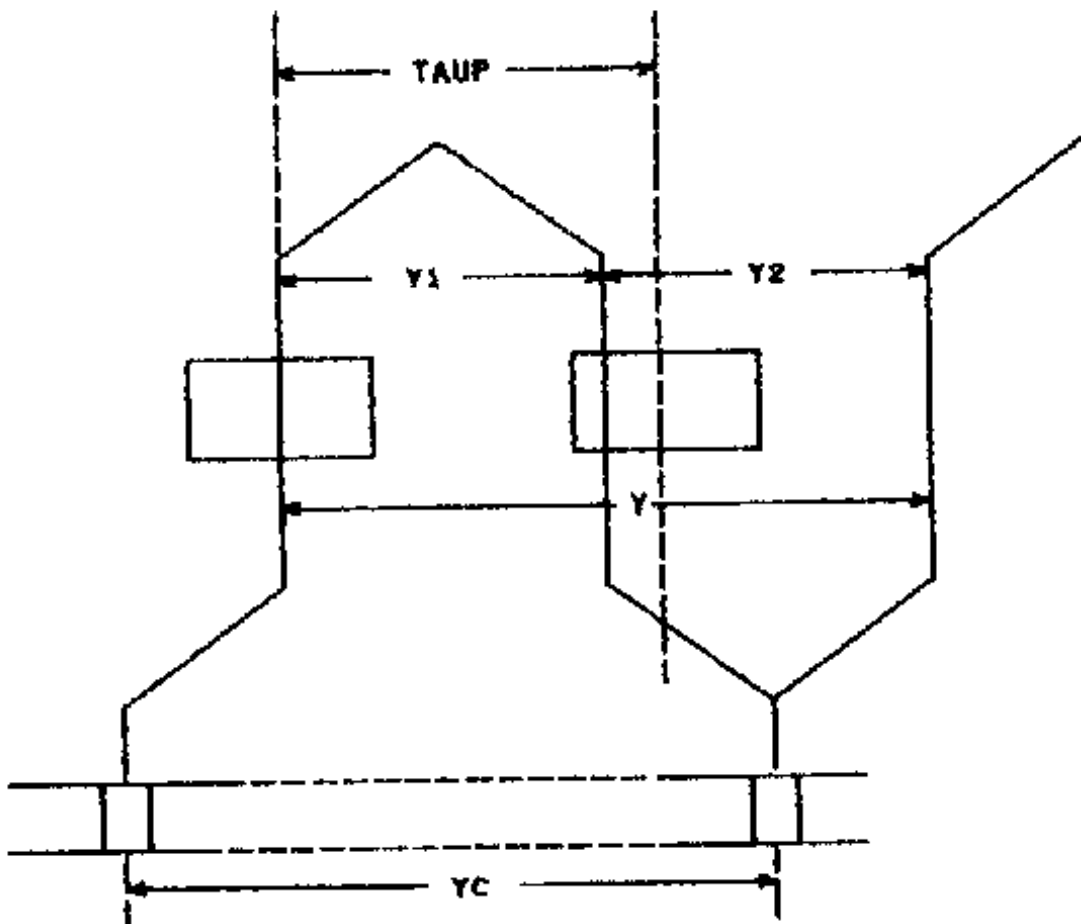
DEVANADO ONDULADO Estos devanados deben satisfacer las siguientes relaciones geométricas para que sean realizables:

$$Y = Y1 + Y2 = (2 \cdot ZZ \pm 2)/(NPOL/2)$$

$$Y_N = (Y1 - 1)/MM$$

$$Y_C = (Y1 + Y2)/2 = (2 \cdot ZZ \pm 2)/NPOL$$

La Figura 6.15 indica los elementos que intervienen debiendo ser los pasos $Y1$, $Y2$ enteros e impares, (como para el devanado imbricado).



Al paso de la bobina medido en ranuras, no en elementos, se lo denomina Y_N , y puede no ser entero.

Este paso se obtiene dividiendo el número de ranuras por el número de polos y en caso de no ser entero se elige el valor entero más próximo, pudiéndose en consecuencia calcular el paso anterior Y_1 correspondiente.

Por Ejemplo: En estos devanados puede ocurrir que por simples razones numéricas no todas las bobinas disponibles (sus elementos o puntas) puedan conectarse al colector, quedando por ejemplo una de ellas excluida de las conexiones (no formando parte del circuito) denominada bobina muerta y que no tiene más finalidad que rellenar el espacio disponible en las ranuras.

Veamos como ejemplo el caso de una máquina que tiene 4 polos y un número de elementos por ranura $MM=4$.

De la expresión ya vista $Y_C = (2 \cdot ZZ \pm 2)/N_{POL}$ se deduce que $2 \cdot Y_C$ siempre resulta par, en consecuencia el número de delgas ZZ es impar. Como además el número de ranuras totales del inducido es igual a $Q_Q = ZZ/2$, en este caso no resulta entero y por lo tanto no es el devanado realizable. Para resolver este inconveniente se quita una delga y se deja una bobina sin conectar, el devanado ahora cierra.

SELECCIÓN DEL DEVANADO Veamos algunas características de los devanados examinados que sirven como criterio de selección de uno u otro tipo.

Devanado ondulado:

- La corriente encuentra siempre dos vías AA independientemente del número de polos que tenga la máquina, es decir, por cada conductor circula la mitad de la corriente.
- La f.e.m. de la máquina es la correspondiente a la mitad de los conductores totales NT del inducido.
- Las líneas de escobillas o barrales necesarias en el colector son solamente dos, pudiéndose no obstante colocar tantos como polos tenga la máquina según indica la Figura 6.16.

Devanado imbricado:

- El número de vías AA de la corriente es igual al número de polos, es decir, por cada conductor circula una corriente igual a la corriente total dividida por el número de polos.
- La f.e.m. de la máquina es la correspondiente al número de conductores totales NT dividida por el número de polos.