

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**

**Escuela Profesional de Ingeniería Eléctrica**

**TRABAJO DE LABORATORIO**

**CURSO** : LABORATORIO DE MAQUINAS ELÉCTRICAS III

**TEMA** : PRUEBA EN LABORATORIO DE MOTOR DE EXITACION INDEPENDIENTE CON CARGA.

**PROFESOR** : ING. MOISES MANSILLA RODRIGUEZ.

**INTEGRANTES:**

- FLORES ALVAREZ ALEJANDRO
- TELLO AGUILAR VICTOR GIONAVY
- ZARRIA SANGAMA WALTER MARTIN

**CODIGO**

**1023120103**  
**1023120219**  
**1023120228**

**CICLO:** VIII

**Bellavista – Callao**

**2014**

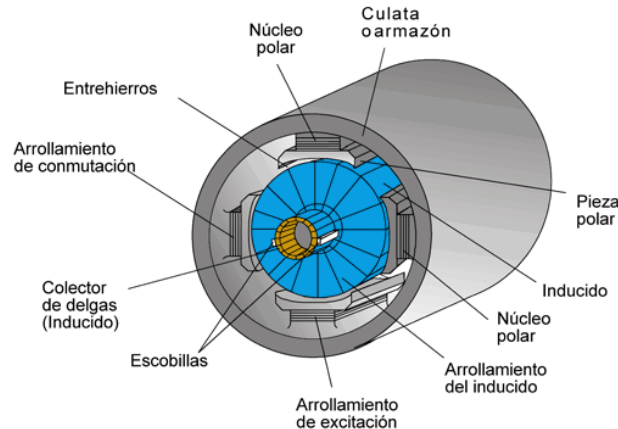
**1966**

**PRUEBA DE VACIO Y BAJO CARGA DEL GENERADOR DE CORRIENTE CONTINUA****OBJETIVOS**

- Reconocer las partes constructivas del motor de excitación independiente.
- Realizar la prueba de vacío del motor de corriente continua variando la corriente de campo.
- Conocer el comportamiento del motor de corriente continua para diferentes cargas aplicadas.
- Conocer el principio de funcionamiento de este motor de excitación independiente en vacío y bajo carga.
- Conocer algunas aplicaciones de esta máquina eléctrica.

## FUNDAMENTO TEORICO

### MOTOR DE CORRIENTE CONTINUA



Están formados generalmente por las siguientes partes:

- **Inductor o estator** (Arrollamiento de excitación): Es un electroimán formado por un número par de polos. Las bobinas que los arrollan son las encargadas de producir el campo inductor al circular por ellas la corriente de excitación.
- **Inducido o rotor** (Arrollamiento de inducido): Es una pieza giratoria formada por un núcleo magnético alrededor del cual va el devanado de inducido, sobre el que actúa el campo magnético.
- **Colector de delgas**: Es un anillo de láminas de cobre llamadas delgas, dispuesto sobre el eje del rotor que sirve para conectar las bobinas del inducido con el circuito exterior a través de las escobillas. +
- **Escobillas**: Son unas piezas de grafito que se colocan sobre el colector de delgas, permitiendo la unión eléctrica de las delgas con los bornes de conexión del inducido.

Al girar el rotor, las escobillas van rozando con las delgas, conectando la bobina de inducido correspondiente a cada par de delgas con el circuito exterior.

### FUNCIONAMIENTO

Un motor de corriente de continua basa su funcionamiento en la fuerza producida en un conductor a causa de la presencia de un campo magnético  $B$  sobre una intensidad de corriente eléctrica  $I$ . La expresión que la rige es:

$$F_B = \int_L I \cdot d\vec{x} \times \vec{B}$$

Se obtendrá el valor máximo de fuerza cuando el campo magnético sea perpendicular al conductor y se tendrá una fuerza nula cuando el campo sea paralelo al flujo de corriente eléctrica donde 'l' es la longitud del conductor. El par motor  $M$  que se origina tiene un valor

Esa fuente de campo magnético proviene del devanado inductor. Este es recibido por el devanado inductor, este inductor hace girar el rotor, el cual recibe la corriente eléctrica de la fuente mediante un colector y sistema de escobillas.

El colector es básicamente un conmutador sincronizado con el rotor, que conmuta sus bobinas provocando que el ángulo relativo entre el campo del rotor y el del estator se mantenga, al margen de si el rotor gira o no,

permitiendo de esta forma que el par motor sea independiente de la velocidad de giro de la máquina.

Al recibir la corriente eléctrica e iniciar el giro comienza a producirse una variación en el tiempo del flujo magnético por los devanados, produciendo una Fem. Inducida  $E_B$  que va en sentido contrario a la Fem. Introducida por la fuente, e.g, una batería.

Esto nos da como resultado un valor de intensidad resultante:

$$I = \frac{V - E_B}{R}$$

Cuando el motor inicia su trabajo, este inicialmente está detenido, existiendo un valor de  $E_B$  nulo, y teniéndose así un valor de intensidad retórica muy elevada que puede afectar el rotor y producir arcos eléctricos en las escobillas. Para ello se conecta una resistencia en serie en el rotor durante el arranque, excepto en los motores pequeños. Esta resistencia se calcula para que el motor del par nominal en el arranque.

En ciertas condiciones de trabajo, un motor de corriente continua puede ser arrastrado por la carga y entonces funciona como generador. Esto es, el motor absorbe energía cinética de masa giratoria, de manera que la corriente circula ahora en sentido inverso, pues no la suministra la línea, sino que es devuelta a ella, por la Fem. mayor del motor funcionando como generador. Esto reduce la velocidad del motor, teniéndose así un método de frenado. Se puede tener frenado regenerativo cuando la energía retorna a la línea o frenado dinámico cuando la energía se disipa en una resistencia.

### **MOTOR DE EXCITACIÓN INDEPENDIENTE:**

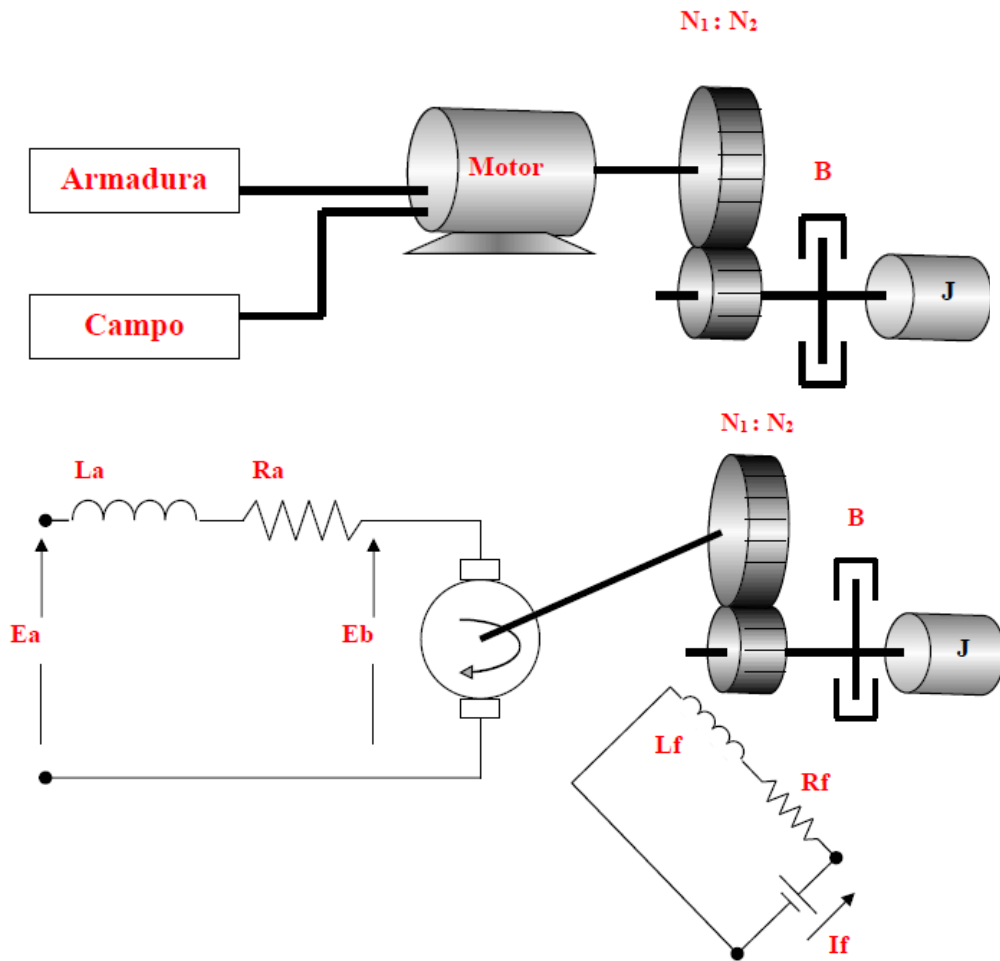
Son aquellos que obtienen la alimentación del rotor y del estator de dos fuentes de tensión independientes. Con ello, el campo del estator es constante al no depender de la carga del motor, y el par de fuerza es entonces prácticamente constante. Las variaciones de velocidad al aumentar la carga se deberán sólo a la disminución de la fuerza electromotriz por aumentar la caída de tensión en el rotor. Este sistema de excitación no se suele utilizar debido al inconveniente que presenta el tener que utilizar una fuente exterior de corriente.

### **CONEXIONADO DEL MOTOR DE EXITACION INDEPENDIENTE**

En los motores de corriente continua se distinguen dos casos:

**a.-** Cuando la señal de referencia se aplica al circuito de armadura, con el circuito de bobina de campo (excitación) mantenido con alimentación constante.

**b.-** Cuando la señal de referencia se aplica al circuito de campo, con el circuito de armadura mantenido con alimentación constante.



$$T = K I_a \quad E_b = K_b \frac{d\theta}{dt}$$

DONDE

$R_a$ = Resistencia de devanado en el inducido (W)

$L_a$ = Inductancia de devanado en el inducido (H)

$I_a$ = Corriente de devanado en el inducido (A)

$R_f$ = Resistencia de devanado en el campo (W)

$L_f$ = Inductancia de devanado en el campo (H)

$I_f$ = Corriente de campo (A)

$E_a$ = Tensión aplicada a la armadura (V)

$E_b$ = Fuerza contraelectromotriz (V)

$q$ = Desplazamiento angular del eje del motor (rad)

$T$ = Par del motor (N.m)

$J$  = Momento de inercia equivalente del motor y la carga con referencia al eje del motor (Kg.m<sup>2</sup>)

$B$ = Coeficiente de fricción viscoso, equivalente del motor y la carga referido al eje del motor (N.m/rad)

$K_b$ = Constante de fuerza contraelectromotriz (V/rad)

$K$ = Constante de par del motor (N.m/A)

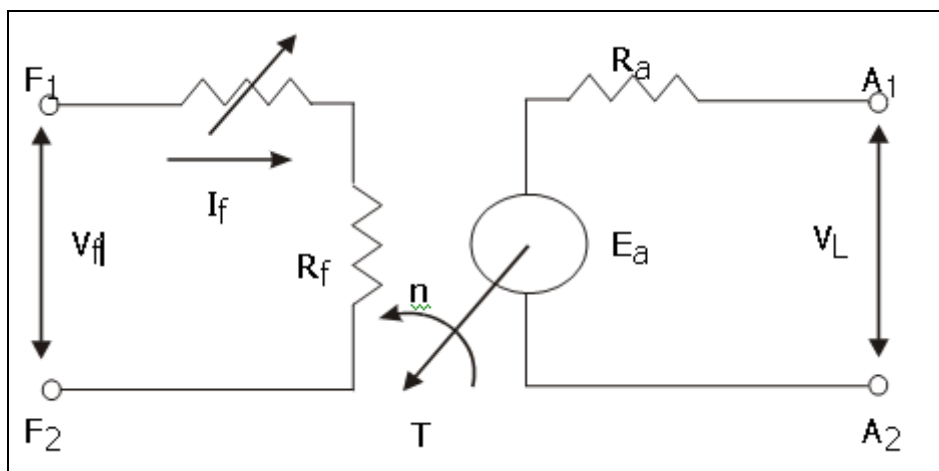
## EQUIPOS E INSTRUMENTOS

- 1 Motor de corriente continua.
- 1 Modulo para energizar la bobina de campo del motor de corriente continua.
- 1 Motor primo para proporcionar la potencia mecánica al eje del motor de corriente continua.
- 1 Modulo para energizar los equipos de medición.
- 1 Modulo para realizar las pruebas al motor bajo carga.
- 1 Voltímetro analógico.
- 1 Amperímetro analógico.
- Cables de conexión.

## PROCEDIMIENTOS

### PRUEBA EN VACIO DEL MOTOR DE EXITACION INDEPENDIENTE

1. Implemente el circuito de la siguiente figura:



2. Hacemos la conexión estrella al motor en 380v luego hacemos el acoplamiento al generador, colocamos el taco generador para poder visualizar la velocidad a la cual gira.
3. Hacemos las conexiones para obtener las tensiones de línea y corrientes de campo.
4. Colocamos una resistencia variable enseriada a la bobina de campo e iremos variando la resistencia desde un valor máximo hasta un valor mínimo y en cada variación iremos anotando los valores de tensión de línea y corriente de campo.
5. Ahora variaremos la resistencia desde un valor mínimo hasta un valor máximo y también anotaremos los valores de tensión y corriente.

## RESULTADOS DE CALCULOS EN EXCEL

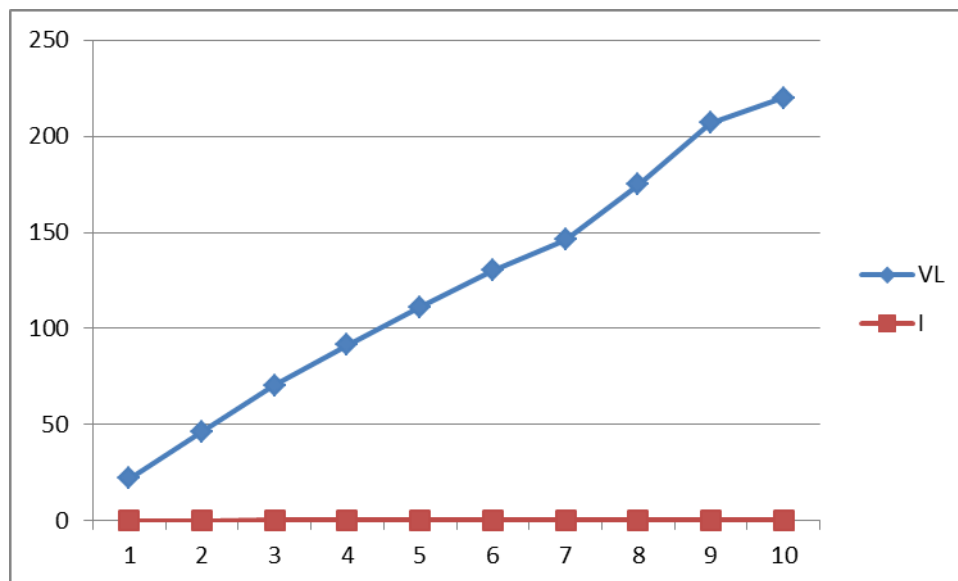
Tabla 1:

RESISTENCIA DEL MOTOR		
A1-A2	9	Ohm
E1-E2	49	Ohm

En Vacío: $I_f = \text{cte}$			
ITEM	VL	n RPM	I
1	22	200	0.13
2	46.5	443	0.15
3	70.5	680	0.22
4	91.4	880	0.24
5	111	1090	0.26
6	130	1284	0.27
7	146	1484	0.28
8	175	1750	0.29
9	207	2075	0.3
10	220	2215	0.3

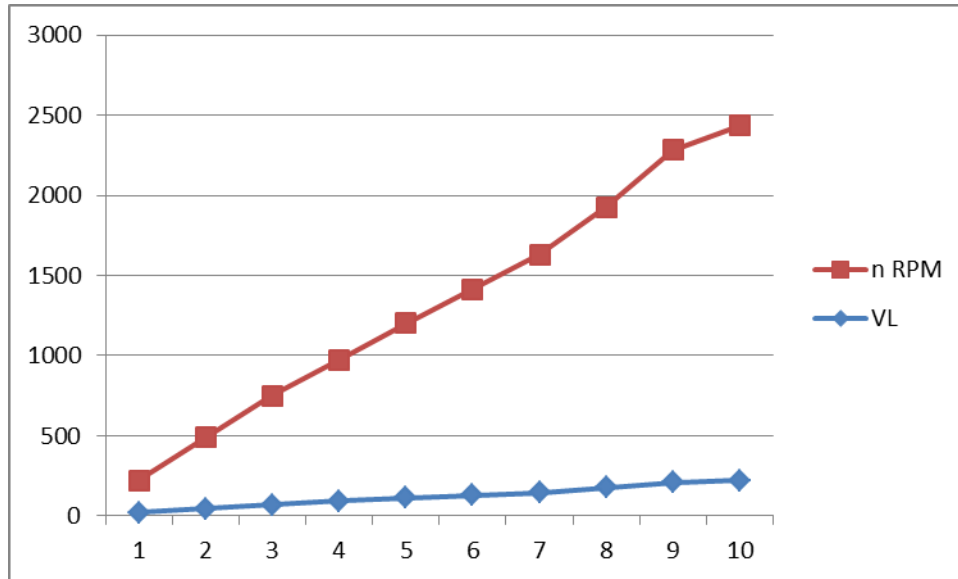
$I_f = 0.38\text{A}$

GRAFICA 1:



GRAFICA DE TENSION DE LINEA VS CORRIENTE

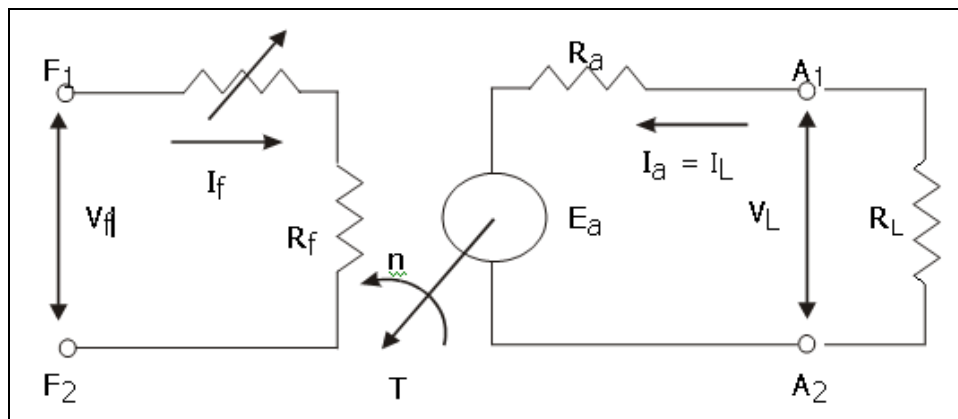
GRAFICA 2:



GRAFICA DE VELOCIDAD ROTACIONAL VS TENSION DE LINEA

### PRUEBA BAJO CARGA DEL MOTOR DE EXITACION INDEPENDIENTE

1. Implemente el circuito de la siguiente figura:



2. Para este circuito las conexiones seguirán siendo en su mayoría lo mismo con la diferencia en que ahora se colocara un valor de carga .
3. En este caso se mediran las corrientes de línea y tensiones de línea .
4. Los valores anteriores mencionados se hallaran variando la carga para distintos valores.

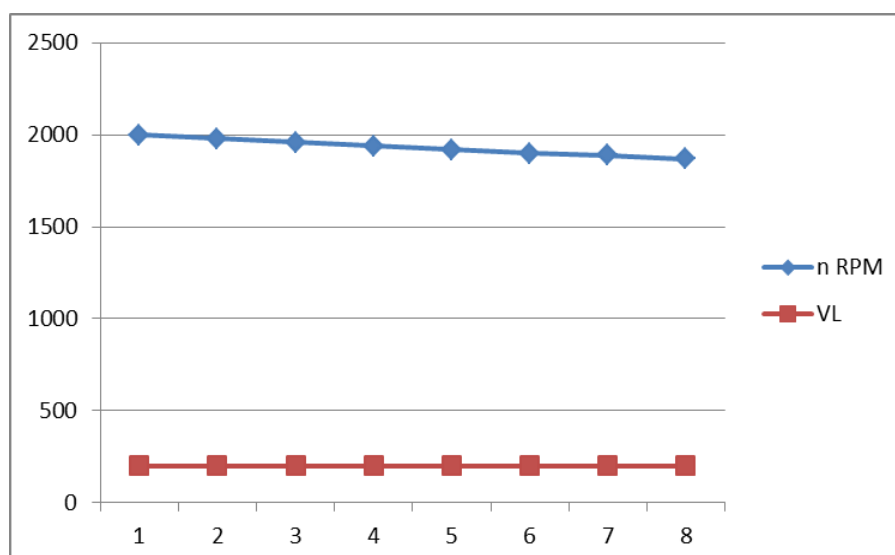


## RESULTADOS DE CALCULOS EN EXCEL

Tabla 2:

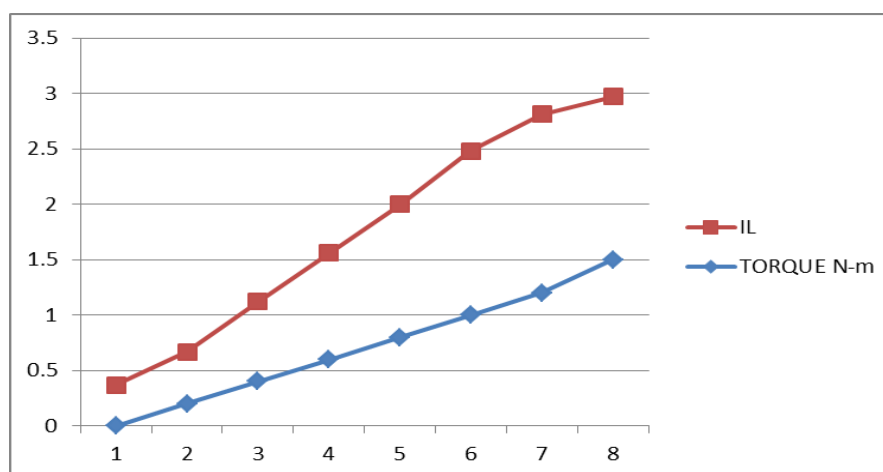
Con Carga $I_f = \text{cte}$				
ITEM	TORQUE N-m	n RPM	VL	IL
1	0	2000	200.5	0.37
2	0.2	1980	200	0.47
3	0.4	1960	200	0.72
4	0.6	1940	200	0.96
5	0.8	1920	200	1.2
6	1	1900	200	1.48
7	1.2	1890	200	1.61
8	1.5	1870	200	1.47

GRAFICA 1:



GRAFICA DE VELOCIDAD ROTACIONAL VS TENSION DE LINEA

GRAFICA 2:



GRAFICA DE CORRIENTE DE LINEA VS TORQUE DEL MOTOR

**FOTOS DEL LABORATORIO DE LA PRUEBA DEL MOTOR DE EXITACION INDEPENDIENTE**

## **APLICACIONES Y VENTAJAS DEL MOTOR DE EXITACION INDEPENDIENTE**

Aunque el precio de un motor de corriente continua es considerablemente mayor que el de un motor de inducción de igual potencia, existe una tendencia creciente a emplear motores de corriente continua en aplicaciones especiales.

La gran variedad de la velocidad, junto con su fácil control y la gran flexibilidad de las características par-velocidad del motor de corriente continua, han hecho que en los últimos años se emplee éste cada vez más con máquinas de velocidad variable en las que se necesite amplio margen de velocidad y control fino de las mismas.

Existe un creciente número de procesos industriales que requieren una exactitud en su control o una gama de velocidades que no se puede conseguir con motores de corriente alterna. El motor de corriente continua mantiene un rendimiento alto en un amplio margen de velocidades, lo que junto con su alta capacidad de sobrecarga lo hace más apropiado que el de corriente alterna para muchas aplicaciones.

Los motores de corriente continua empleados en juguetes, suelen ser del tipo de imán permanente, proporcionan potencias desde algunos vatios a cientos de vatios. Los empleados en giradiscos, unidades lectoras de CD, y muchos discos de almacenamiento magnético son motores en los que el rotor es de imán fijo y sin escobillas. En estos casos el inductor, está formado por un juego de bobinas fijas, y un circuito electrónico que cambia el sentido de la corriente a cada una de las bobinas para adecuarse al giro del rotor. Este tipo de motores proporciona un buen par de arranque y un eficiente control de la velocidad.

Una última ventaja es la facilidad de inversión de marcha de los motores grandes con cargas de gran inercia, al mismo tiempo que devuelven energía a la línea actuando como generador, lo que ocasiona el frenado y la reducción de velocidad.

### **LAS PRINCIPALES APLICACIONES DEL MOTOR**

- ☞ Trenes de laminación reversibles. Los motores deben de soportar una alta carga. Normalmente se utilizan varios motores que se acoplan en grupos de dos o tres.
- ☞ Trenes Konti. Son trenes de laminación en caliente con varios bastidores. En cada uno se va reduciendo más la sección y la velocidad es cada vez mayor.
- ☞ Cizallas en trenes de laminación en caliente. Se utilizan motores en derivación.
- ☞ Industria del papel. Además de una multitud de máquinas que trabajan a velocidad constante y por lo tanto se equipan con motores de corriente continua, existen accionamientos que exigen par constante en un amplio margen de velocidades.
- ☞ Otras aplicaciones son las máquinas herramientas, máquinas extractoras, elevadores, ferrocarriles.
- ☞ Los motores desmontables para papeleras, trefiladoras, control de tensión en máquinas bobinadoras, velocidad constante de corte en tornos grandes

- ☞ El motor de corriente continua se usa en grúas que requieran precisión de movimiento con carga variable (cosa casi imposible de conseguir con motores de corriente alterna).

## CONCLUSIONES

- En la grafica de la prueba en vacio ascendente se puede visualizar que la tensión de línea y corriente de campo crecen casi en toda la grafica en forma proporcional hasta que en un tramo en la parte final la tensión decae.
- En la parte descendente del mismo circuito anterior se puede ver que esta decae bruscamente se refiere ala tensión de línea y la corriente de fase va creciendo conforme cae la tensión.
- En la prueba bajo carga de derivación en cuanto ala grafica se puede ver que la tension de línea cae solo un tramo pequeño en cambio la corriente de línea aumenta rápidamente.

**RECOMENDACIONES**

- Revisar más información sobre estos temas de motores de corriente continua ya que son muy interesantes para nuestra carrera.
- Al realizar la prueba de vacío evitar retroceder cuando se este tomando la medidas variando la tensión debido a que podría distorsionar la grafica verdadera de curvas de magnetización creando por ende otra gráfica.

**BIBLIOGRAFÍA**

- Maquinas eléctricas /Stephen j. chapman/cuarta edición
- 1986. Daponte, Julio. Máquinas Eléctricas para Técnicos. Librería Mitre. Buenos Aires.
- 1985. Sobrevila, Marcelo. Ingeniería de la Energía Eléctrica. Máquinas.
- [http://es.wikipedia.org/wiki/Motor\\_as%C3%ADncrono](http://es.wikipedia.org/wiki/Motor_as%C3%ADncrono)