

# Laboratorio Máquinas de CD y de Inducción

Clave: 1131076

ÁREA DE INGENIERÍA ENERGÉTICA Y ELECTROMAGNÉTICA<sup>∇2</sup>

Prof. Felipe González Montañez

e-mail: fjgm@azc.uam.mx

## Práctica 3: Características de la Máquina de CD Funcionando Como Generador

IEE \_\_\_\_\_ IEE

### 1. Objetivos

- Obtener la característica externa o terminal del generador de CD en conexión derivación, serie, compuesta larga y excitación independiente.
- Realizar una medición indirecta de la resistencia efectiva de armadura de la máquina.
- Obtener la característica internas del generador de CD en conexión derivación, serie, compuesta larga y excitación independiente.

### 2. Cuestionario

En esta sección se presenta un cuestionario necesario para el desarrollo de la Práctica 2.

1. ¿A qué se debe la caída de tensión en terminales de un generador de CD cuando hay carga?
2. ¿Qué información nos proporcionan las características (curvas) externa e interna de una máquina de CD?
3. ¿Cuál es la diferencia entre una máquina de CD autoexcitada y con excitación independiente?
4. Explicar qué es la *regeneración de voltaje*.
5. Trazar el circuito equivalente de todas las conexiones del generador de CD consideradas en esta práctica, indicando todos los parámetros, voltajes y corrientes. Escribir las ecuaciones de voltaje y corriente que rigen el comportamiento de cada una.
6. Explica con tus propias palabras en qué consiste la *reacción de armadura o de inducido*. Utilizar diagramas para facilitar la explicación.

### 3. Material y Equipo

**Sugerencia: Escoger los diferentes equipos de la misma marca para un mejor acoplamiento mecánico.**

Tabla 1: Material y equipo a ser empleado

Cantidad	Material
2	Juegos de puntas
1	Tacómetro manual
4	Multímetros digitales
Cantidad	Equipo
2	Máquina de CD
1	Banco de medición de CD
1	Banda de acoplamiento

### 4. Desarrollo Experimental

En esta sección se describen los pasos a seguir para el desarrollo de la práctica.

**Sugerencia: No arrancar los motores a su voltaje nominal.**

#### 4.1. Característica Externa de la Máquina de CD

1. Para obtener la característica externa de las distintas conexiones de la máquina de CD es necesario conocer su carga nominal. Esta carga se puede obtener a partir de los valores de potencia  $P_n$ , voltaje  $V_n$  y corriente nominal  $I_n$  del *generador*. **La característica terminal se debe hacer en función del porcentaje de la corriente nominal que circula por la carga.** ( $I_L\% = \frac{I_L}{I_n}$ )

Para conocer la carga que debemos conectar al generador se puede utilizar la Ecuación 1.

$$R_n = \frac{V_n^2}{P_n} \quad (1)$$

Realizar el cálculo de  $R_n$  y anotar su valor en la Tabla 2.

Tabla 2: Datos para el cálculo de la resistencia de carga.

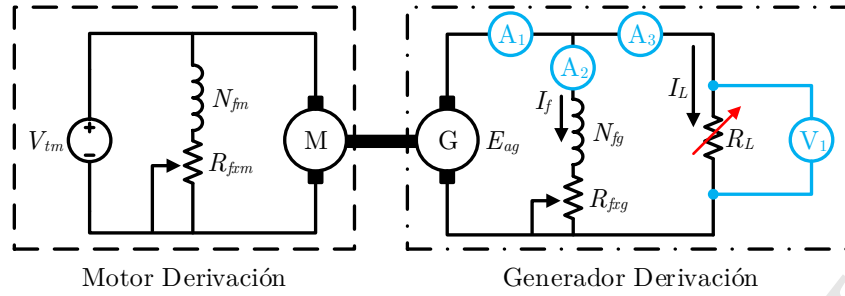
Potencia Nominal $P_n$ [W]	Voltaje Nominal $V_n$ [V]	Resistencia de Carga $R_n$ [ $\Omega$ ]

2. Conectar el sistema motor-generador como se muestra en la Figura 1(a).
3. Llevar el primomotor a la velocidad nominal del generador.
4. Medir el voltaje en terminales del generador y asegurarse de que se obtenga el voltaje nominal. En caso de que no sea así, ¿a qué se debe?.

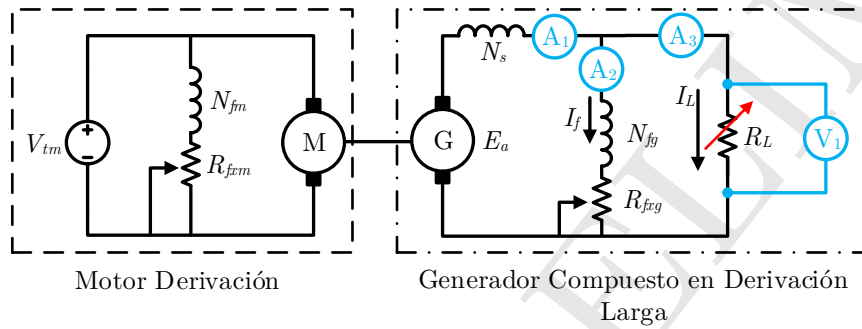
5. Una vez que se esté generando el voltaje nominal, conectar a las terminales un porcentaje de la carga nominal ( $R_L > R_n$ ) y medir la corriente en la carga  $I_L$ , el voltaje en terminales  $V_t$ , la corriente de campo  $I_f$  y la corriente de armadura  $I_a$ . Registrar los valores en la Tabla 3. **Verificar en todo momento que no se excedan las corrientes nominales de campo y armadura.**
6. Aumentar gradualmente la carga (disminuir  $R_L$ ) en intervalos iguales y registrar los valores en la Tabla 3. Realizar esto hasta que la corriente de carga sea 25 % mayor a la nominal.
7. Repetir para las conexiones de la Figura 1(b), 1(c) y 1(d).

**Tabla 3:** Datos de corriente y tensión para el generador de CD.

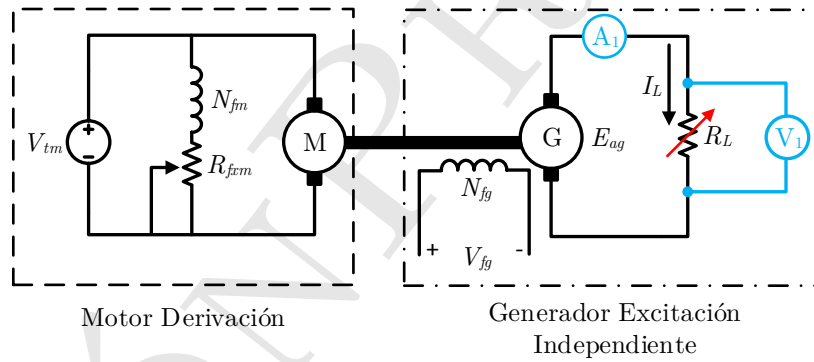
	Corriente de carga $I_L$ [A]	Corriente porcentual $I_L\%$	Voltaje en terminales $V_t$ [V]	Corriente de campo $I_f$ [A]	Corriente de armadura $I_a$ [A]
Derivación					
Compuesto					
Exc. Separada					
Serie					



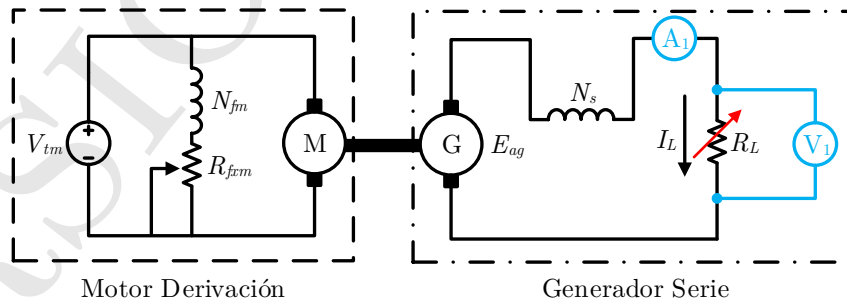
(a) Generador de CD en Derivación o Shunt.



(b) Generador de CD Compuesto en Derivación Larga.



(c) Generador de CD con Excitación Separada o Independiente.



(d) Generador de CD Serie.

**Figura 1:** Diagramas de conexión para el generador de CD.

## 4.2. \*Característica Interna de la Máquina de CD

1. Para trazar la característica interna de una máquina de CD se necesita conocer el voltaje interno generado  $E_a$  de la máquina. Este se puede calcular con los valores de resistencia de los devanados y la corriente de armadura y de campo.
2. Trazar las características internas para cada una de las conexiones realizadas. Se recomienda el uso de MATLAB<sup>®</sup>.

## 5. Cálculos y Programación Básica Con MATLAB

El Código 1 muestra cómo graficar la característica externa o terminal de la máquina de CD. Con los parámetros de la máquina y los valores medidos, se hace el cálculo de  $E_a$  para realizar la característica interna de la máquina.

**Nota:** Las ecuaciones para calcular  $E_a$  del Código 1 no son correctas, se deben corregir dependiendo del tipo de máquina. También se deben agregar líneas de código para dar formato a las gráficas como en la Práctica 1.

Código 1: Características externa e interna, archivo: CaractExt.m.

```

1  %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
2  %Codigo de ejemplo para la graficacion de la curva externa de un generador de CD
3  %
4  %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
5
6  clear all; clc; % Esta linea borra las variables del Workspace y limpia la
7                % ventana de comandos
8
9  %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
10 % Las siguientes lineas sirven para la lectura de los datos nominales necesarios.
11 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
12
13 Vn=input('Inserte_el_voltaje_nominal:'); % Solicitud del voltaje nominal. Se conoce de la
14 % primera parte de la Practica 2.
15
16 Pn=input('Inserte_la_potencia_nominal:'); % Solicitud de la potencia nominal. Se conoce de
17 % la primera parte de la Practica 2.
18
19 In=Pn/Vn; % Calculo de la corriente nominal de la maquina.
20
21 Ra=input('Inserte_la_resistencia_de_armadura:'); % Solicitud de la corriente de armadura de la
22 % maquina. Se conoce de la Practica 1.
23
24 Rs=input('Inserte_la_resistencia_del_devanado_serie:'); % Solicitud de la corriente del devanado serie de
25 % la maquina. Se conoce de la Practica 1.
26
27 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
28 % Las siguientes lineas sirven para la lectura de los datos experimentales.
29 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
30
31 IL=input('Inserte_las_corrientes_de_carga_medidas:'); % Solicitud de los datos de corriente de carga. Se
32 % deben insertar en forma de vector: [I0 I1 ... In]
33
34 If=input('Inserte_las_corrientes_de_campo_medidas:'); % Solicitud de los datos de corriente de campo. Se
35 % deben insertar en forma de vector.
36
37 Vt=input('Inserte_los_voltajes_terminales_medidos:'); % Solicitud de los datos de voltaje en terminales.
38 % Se deben insertar en forma de vector.
39
40 Ip=IL/In; % Calculo de la corriente porcentual a partir de los
41 % datos experimentales y la corriente nominal.
42
43 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
44 % Las siguientes lineas sirven para la obtencion de las caracteristicas interna y externa de cada conexion realizada.
45 % Se deben agregar algunas lineas para darle formato a las graficas, asi como dar la ecuacion correcta para la obtencion
46 % del voltaje Ea para cada conexion.
47 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
48
49 fprintf('Escoge_una_opcion\n'); % Despliega una lista de opciones para seleccionar la
50 % conexion que se va a analizar.
51 fprintf('\n1.\tGenerador_de_CD_con_Excitacion_Separada')
52 fprintf('\n2.\tGenerador_de_CD_En_Derivacion')
53 fprintf('\n3.\tGenerador_de_CD_En_Serie')
54 fprintf('\n4.\tGenerador_de_CD_Compuesto_En_Derivacion_Larga\n\n')
55
56 conexion=input('Opcion:'); % Solicitud del tipo de conexion.
57
58 switch conexion % Estructura para determinar que analisis se hara.
59 case 1 % Selecccion de conexion Excitacion Separada o Independiente.
    
```

```
60 clear Rs If % Borra estos valores, no son necesarios.
61 plot (Ip,Vt) % Caracteristica Externa.
62 Ea=Ra*IL+Vt; % Calculo de Ea.
63 plot (Ip,Ea) % Caracteristica Interna.
64
65 case 2 % Seleccion de conexion Excitacion en Derivacion o Shunt.
66 clear Rs If % Borra estos valores, no son necesarios.
67 plot (Ip,Vt) % Caracteristica Externa.
68 Ea=Ra*IL+Vt; % Calculo de Ea (escribir la ecuacion para generadores shunt).
69 plot (Ip,Ea) % Caracteristica Interna.
70
71 case 3 % Seleccion de conexion Excitacion en Serie.
72 clear Rs % Borra este valor, no es necesario.
73 plot (Ip,Vt) % Caracteristica externa.
74 Ea=Ra*IL+Vt; % Calculo de Ea (escribir la ecuacion para generadores serie).
75 plot (Ip,Ea) % Caracteristica Interna.
76
77 case 4 % Seleccion de conexion Excitacion Compuesta Derivacion Larga.
78 plot (Ip,Vt) % Caracteristica Externa.
79 Ea=Ra*IL+Vt; % Calculo de Ea (escribir la ecuacion para generadores long-shunt).
80 plot (Ip,Ea) % Caracteristica Interna.
81
82 otherwise
83 fprintf('opcion_no_valida');
84 end
```

## 6. Actividades

En esta sección se enlistan algunas de las consideraciones que se deben tomar al realizar el análisis de resultados.

1. Obtener las características externas de las diferentes conexiones del generador de CD. Se recomienda el uso del Código 1 en MATLAB®.
2. De acuerdo con los datos experimentales obtenidos, ¿cómo cuantificaría el efecto desmagnetizante de la reacción de armadura?
3. \*Obtener las características internas de las diferentes conexiones del generador de CD.

## Bibliografía Recomendada

- [1] A. E. Fitzgerald, Charles Kingsley, Jr. y Stephen D. Umans, “Máquinas Eléctricas”, 6° Edición, McGraw Hill.
- [2] Bhag S. Guru, Huseyin R. Hiziroglu, ”Máquinas Eléctricas y Transformadores”, 3° Edición, Oxford University Press, 2003.
- [3] Jimmie J. Cathey, “Máquinas eléctricas: análisis y diseño con Matlab”, McGraw-Hill/Interamericana, 2002.
- [4] Stephen J. Chapman, “Máquinas Eléctricas”, 5° Edición, McGraw-Hill, 2012.
- [5] Jesús Fraile Mora, “Máquinas Eléctricas”, 5° Edición, McGraw-Hill.

---

\*Actividad adicional