

CAPITULO VII

DIAGRAMAS VECTORIALES DEL GENERADOR Y DEL MOTOR CON ROTOR CILINDRICO

Diagramas vectoriales del Generador y del Motor con Rotor Cilíndrico.- Se considerará primero la máquina no saturada y posteriormente la máquina saturada.

a) Máquina no saturada.- Vamos a considerar las siguientes fuerzas magnetomotrices, flujos y voltajes inducidos por los flujos en el arrollamiento de armadura.

FMMS	FLUJOS	VOLTAJES INDUCIDOS
Campo (Mf)	ϕ_f	E _f
Reacción de Armadura	ϕ_a	I _a X _a
Fuerza magnetomotriz del flujo -- disperso	ϕ_l	I _a X _l

La ecuación de mallas de Kirchoff para el funcionamiento como generador es:

$$E_f = V + I_a R_a + j I_a X_l + j I_a X_a \quad \text{ec. 7-1}$$

DIAGRAMAS VECTORIALES DEL GENERADOR Y DEL MOTOR CON ROTOR CILINDRICO

Diagramas vectoriales del generador y del motor con rotor cilíndrico. - Se considerará primero la máquina no saturada y posteriormente la máquina saturada. - Vamos a considerar las siguientes fuerzas magnetomotrices, flujos y voltajes inducidos por los flujos en el arrollamiento de armadura.

FMS	FLUJOS	VOLTAJES INDUCIDOS
Campo (Mf)	ϕ_f	E_f
Reacción de Armadura	ϕ_a	$I_a X_a$
Fuerza magnetomotriz del flujo disperso	ϕ_d	$I_a X_d$

La ecuación de mallas de Kirchhoff para el funcionamiento como generador es:

$$E_f = V + I_a R_a + j I_a X_d + j I_a X_a \quad \text{ec. 7-1}$$

E_f es el voltaje inducido solamente por la fuerza magnetomotriz y flujo del campo (M_f, ϕ_f).

La ecuación de voltaje para el motor será:

$$V + E_f = I_a R_a + j I_a X_d + j I_a X_a \quad \text{ec. 7-2}$$

Puede parecer raro el signo atribuido a E_f en este caso de la ecuación 7-2, sin embargo lo que hemos hecho es sumar los dos voltajes que se alimentan a la máquina por agentes externos, es decir V es alimentada desde afuera (fuente) pero E_f se produce en la armadura gracias a la alimentación de corriente de campo y movimiento de la máquina, además, son 2 voltajes relativamente independientes entre sí.

En ambas ecuaciones podríamos agrupar:

$$X_d + X_a = X_s \quad \text{ec. 7-3}$$

A X_s se le llama la reactancia síncrona de eje directo.

Los diagramas vectoriales correspondientes a las ecuaciones 7-1 y 7-2 aparecen en seguida, en las figs. 7-1 y 7-2, 7-3 y 7-4.

Pueden hacerse las siguientes observaciones sobre los 4 diagramas vectoriales: En un generador con corriente atrasada, la reacción de armadura se opone a la fuerza magnetomotriz de campo. En un generador con corriente adelantada, la reacción de armadura refuerza a la fuerza magnetomotriz de campo de manera tal que el voltaje con carga puede resultar incluso mayor que el de va-

es el voltaje inducido solamente por la fuerza magnetomotriz
 flujo del campo (M, ϕ_f).
 ecuación de voltaje para el motor será:

$$V + E_f = I_a r_a + j I_a X_d + j I_a X_q \quad \text{ec. 7-2}$$

parecer raro el signo atribuido a E_f en este caso de la e-
 ecuación 7-2, sin embargo lo que hemos hecho es sumar los dos vol-
 tajes que se alimentan a la máquina por agentes externos, es de-
 ber V es alimentada desde afuera (fuente) pero E_f se produce en
 la armadura gracias a la alimentación de corriente de campo y mo-
 damento de la máquina, además, son 2 voltajes relativamente in-
 dependientes entre sí.

$$X_l + X_a = X_d \quad \text{ec. 7-3}$$

se llama la reactancia síncrona de eje directo.

los diagramas vectoriales correspondientes a las ecuaciones 7-1-
 7-2 aparecen en seguida, en las figs. 7-1 y 7-2, 7-3 y 7-4.
 deben hacerse las siguientes observaciones sobre los 4 diagra-
 mas vectoriales: En un generador con corriente atrasada, la reac-
 ción de armadura se opone a la fuerza magnetomotriz de campo.
 En un generador con corriente adelantada, la reacción de armadura
 refuerza a la fuerza magnetomotriz de campo de manera tal que
 el voltaje con carga puede resultar incluso mayor que el de va-

Para el motor podemos concluir que la corriente atrasada hace
 que la reacción de armadura refuerce a la fuerza magnetomotriz
 del campo y la adelantada la debilita.

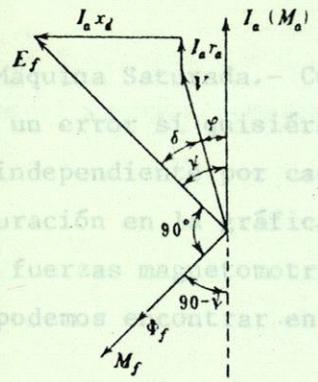


Fig. 7-1 Diag. vectorial de un Gen. síncrono no saturado con rotor cilíndrico - corriente atrasada.

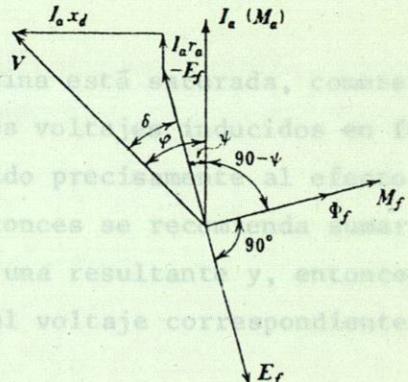


Fig. 7-2 Diag. vectorial de un motor síncrono no saturado con rotor cilíndrico.

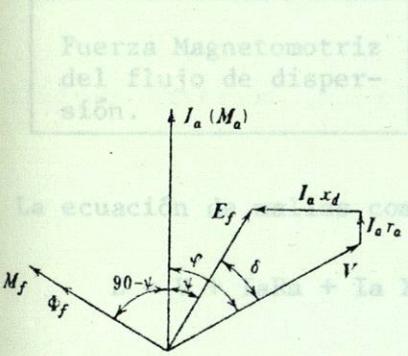


Fig. 7-3 Diagrama vectorial de un generador síncrono no saturado con rotor cilíndrico-corriente-adelantada.

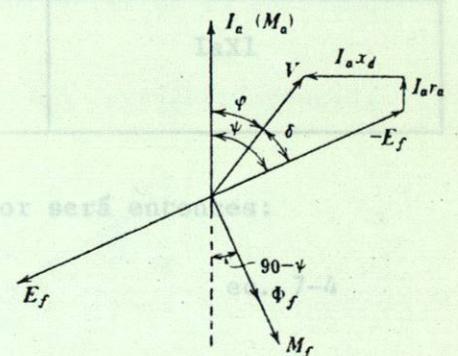


Fig. 7-4 Diag. vectorial de un motor síncrono corriente atrasada.

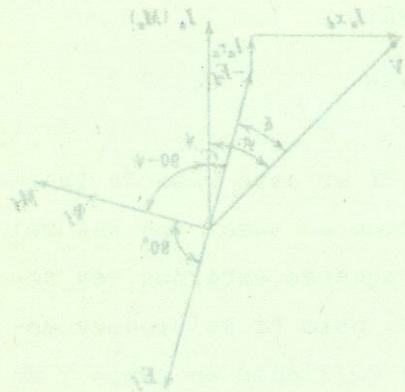


Fig. 7-2 Diag. vectorial de un motor síncrono no saturado con rotor cilíndrico.

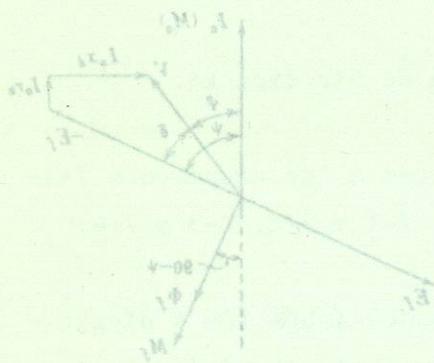


Fig. 7-4 Diag. vectorial de un motor síncrono corriente adelantada.

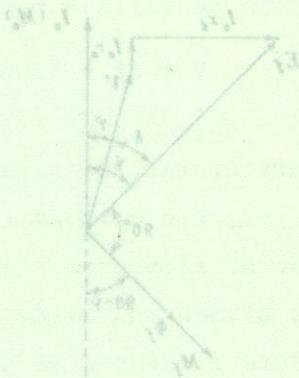


Fig. 7-1 Diag. vectorial de un Gen. síncrono no saturado con rotor cilíndrico - corriente atrasada.

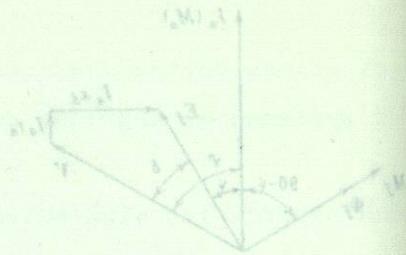


Fig. 7-3 Diagrama vectorial de un generador síncrono no saturado con rotor cilíndrico-corriente adelantada.

cto (regulación negativa).

Para el motor podemos concluir que la corriente atrasada hace -- que la reacción de armadura refuerce a la fuerza magnetomotriz -- del campo y la adelantada la debilite.

b) Máquina Saturada.- Cuando la máquina está saturada, cometería mos un error si quisiéramos sumar los voltajes inducidos en forma independiente por cada flujo debido precisamente al efecto de saturación en la gráfica. Aquí, entonces se recomienda sumar -- las fuerzas magnetomotrices y sacar una resultante y, entonces -- si podemos encontrar en la gráfica el voltaje correspondiente.

Las fuerzas magnetomotrices, flujos y voltajes inducidos por los flujos en el arrollamiento de armadura son:

FMMS	FLUJOS	VOLTAJES INDUCIDOS
$MR = M_f + M_a$	ϕR	E
Fuerza Magnetomotriz del flujo de dispersión.	ϕl	$I_a X_l$

La ecuación de mallas como generador será entonces:

$$E = V + I_a R_a + I_a X_l \quad \text{ec. 7-4}$$

Y como motor.

$$V + E = I_a R_a + I_a X_l \quad \text{ec. 7-5}$$

Aquí, E es totalmente diferente de Ef pues E viene siendo el vol

taje inducido en el embobinado de armadura por la fuerza magnetomotriz resultante de la de campo (M_f) y la producida por la corriente de armadura (M_a) y, E_f solo es inducido por el campo.

En las figs. 7-5 y 7-6 aparecen 2 diagramas vectoriales, se sugiere al alumno, dibujar los 2 restantes.

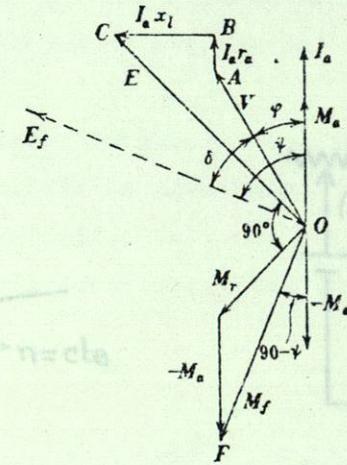


Fig. 7-5 Diagrama Vectorial de un generador

Síncrono saturado, con rotor cilíndrico corriente atrasada

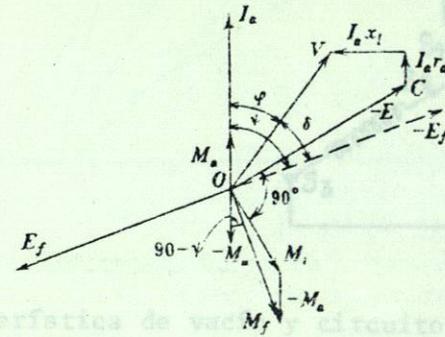


Fig. 7-6 Diagrama Vectorial de un motor síncrono saturado con rotor cilíndrico corriente adelantada.

Para el motor podemos concluir que la corriente atrasada hace que la reacción de armadura refuerce a la fuerza magnetomotriz del campo y la adelanta la debilita.

b) Máquina saturada. - Cuando la máquina está saturada, cometerá un error si quisieramos sumar los voltajes inducidos en forma independiente por cada flujo debido precisamente al efecto de saturación en la gráfica. Así, entonces se recomienda sumar las fuerzas magnetomotrices y sacar una resultante y, entonces si podemos encontrar en la gráfica el voltaje correspondiente.

Los flujos en el atornillamiento de armadura son:

FMMS	FLUJOS	VOLTAJES INDUCIDOS
$M_R = M_f + M_a$	Φ_R	E
Fuerza Magnetomotriz del flujo de dispersión.	Φ_l	$I_a X_l$

La ecuación de mallas como generador será entonces:

$$E = V + I_a r_a + I_a X_l \quad \text{ec. 7-4}$$

Y como motor.

$$V + E = I_a r_a + I_a X_l \quad \text{ec. 7-5}$$

Así, E es totalmente diferente de E_f pues E viene siendo el vol-

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA