

# Determinación de parametros del generador síncrono usando pruebas de simulación de rechazo de carga

José de Jesús Reyes Ramírez\*, Yosniel†, Luis‡, Gary§, Aylem¶

Universidad de Guadalajara, CUCEI

Maestría en Ciencias en Ingeniería Eléctrica

Guadalajara, Jalisco, México

\*jose.reyes0963@alumnos.udg.mx, †@alumnos.udg.mx, ‡@alumnos.udg.mx, §a@alumnos.udg.mx, ¶@alumnos.udg.mx

**Abstract**—En el presente se muestra como obtener los parámetros estándar del generador síncrono a partir simulaciones de pruebas de rechazo de carga en Matlab/Simulink.

## I. INTRODUCCIÓN

El generador síncrono es ...

Los parámetros fundamentales del generador síncrono son:

$r_s, r_{fd}, r_{kd}, r_{kq1}, r_{kq2}, x_{Ls}, x_{1fd}, x_{1kd}, x_{1kq1}, x_{1kq2}, x_{md}$  y  $x_{mq}$ . Los cuales se calculan usando relaciones matemáticas.

Los parámetros estándar del generador síncrono son las reactancias síncronas, las reactancias síncronas transitorias, las reactancias síncronas subtransitorias, las constantes de tiempo transitorias y subtransitorias en circuito abierto y las constantes de tiempo transitorias y subtransitorias en cortocircuito; es decir,  $x_d, x_q, x'_d, x'_q, x''_d, x''_q, T'_{do}, T'_{qo}, T''_{do}, T''_{qo}, T'_d, T'_q, T''_d, T''_q$ .

## II. PRUEBAS DE RECHAZO DE CARGA PARA DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS DE GENERADORES SÍNCRONOS

Las pruebas de rechazo de carga constituyen una metodología estandarizada según las normas IEEE 115 para la determinación experimental de los parámetros operativos de generadores síncronos. Estas pruebas se realizan mediante la desconexión brusca del generador del sistema de potencia, manteniendo constante la tensión de campo y registrando la respuesta transitoria de las variables eléctricas.

### A. Prueba de rechazo de carga en el eje directo $-d-$

La prueba de rechazo de carga en el eje  $-d-$  se ejecuta con el generador entregando potencia activa nula y potencia reactiva máxima, condiciones bajo las cuales la corriente de armadura se alinea exclusivamente con el eje directo. Durante el rechazo de carga, se registra el decaimiento transitorio de la tensión terminal, cuyo análisis permite determinar las reactancias síncrona, transitoria y subtransitoria del eje directo ( $x_d, x'_d, x''_d$ ) así como las constantes de tiempo en circuito abierto ( $T'_{qo}, T''_{qo}$ )

### B. Prueba de rechazo de carga en el eje en cuadratura $-q-$

Para esta prueba, se ajusta la operación del generador de modo que el ángulo de potencia coincida con el ángulo del factor de potencia, logrando que la corriente de armadura posea únicamente componente en cuadratura. El análisis del transitorio de tensión resultante del rechazo de carga permite calcular la reactancia síncrona y subtransitoria del eje  $q$  ( $x_q, x''_q$ )

### C. Prueba de rechazo de carga en el eje arbitrario

Esta prueba representa la metodología más comprehensiva, ya que se realiza con el generador operando en condiciones de carga arbitrarias, con componentes de corriente tanto en el eje directo como en cuadratura. El procesamiento de la respuesta transitoria, particularmente de la componente en cuadratura de la tensión y corriente, permite determinar el conjunto completo de parámetros del eje  $q$  ( $x_q, x'_q, x''_q, T'_{qo}, T''_{qo}$ )

## III. SIMULACIÓN Y RESULTADOS OBTENIDOS

Para determinar los parámetros del generador se utilizó como base el esquema mostrado en la Fig. 1

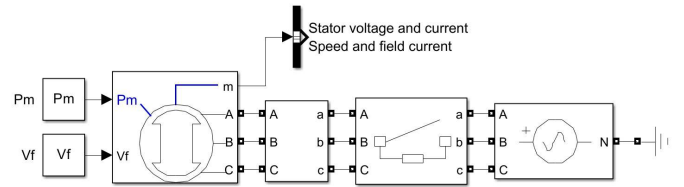


Fig. 1. Modelo base implementado en Simulink

### A. Prueba de rechazo de carga en el eje $-d-$

Para esta prueba se verifica antes del rechazo de carga que  $P_0 = 0$  pu,  $Q_0 = 0.1239$  pu (capacitive load),  $V_{t0} = 1$  pu,  $i_{t0} = 0.1239$  pu y  $v_f = 0.87$  pu.

Para el rechazo de carga en  $t = 25$  s, se obtiene el comportamiento para la tensión en los terminales de generador ( $v_t$ ) mostrados en la Fig. 2.

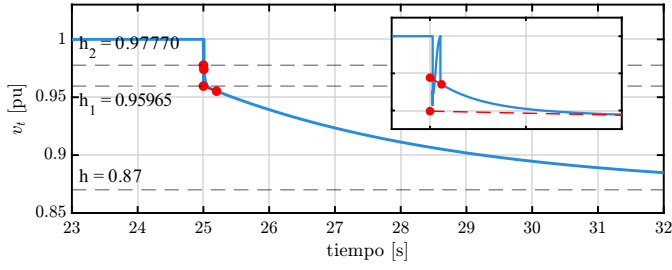


Fig. 2. Modelo base implementado en Simulink

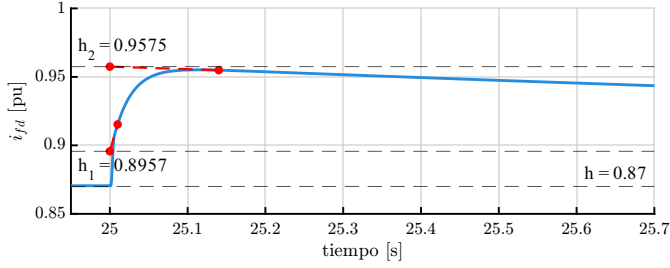


Fig. 3. Modelo base implementado en Simulink

Para calcular los valores de reactancias se obtiene las intersecciones en las tendencias del voltaje terminal con el eje del voltaje terminal en el momento que ocurre el rechazo de carga como muestra la Fig. 2. Utilizando estos valores se calculan las reactancias como:

$$x_d = \frac{C}{i_{t_0}} = \frac{1 - 0.87}{0.1239} = 1.0492 \text{ pu}$$

$$x'_d = \frac{B}{i_{t_0}} = \frac{1 - 0.95965}{0.1239} = 0.3257 \text{ pu}$$

$$x''_d = \frac{A}{i_{t_0}} = \frac{1 - 0.97770}{0.1239} = 0.18 \text{ pu}$$

#### B. Prueba de rechazo de carga en el eje $-q-$

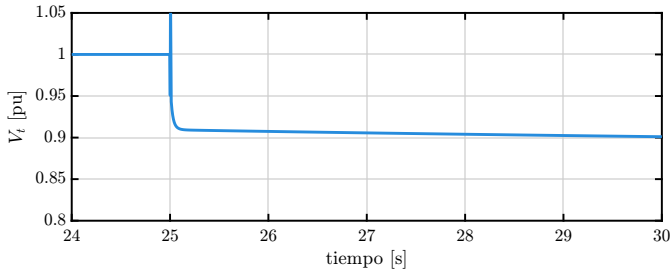


Fig. 4. Modelo base implementado en Simulink

TABLE I  
PARAMETROS EN P.U.

Parametro	Rechazo de carga en el eje directo	Rechazo de carga en el eje directo	Rechazo de carga en eje arbitrario	Calculados	Valores de diseño
$T'_{do}$	3.8955	—	—	—	3.7724
$T''_{do}$	0.0245	—	—	—	0.0238
$T'''_{qo}$	—	—	0.0333	—	0.0334
$x_d$	1.0492	—	—	—	1.0495
$x_q$	—	0.6334	0.6224	—	0.6313
$x'_d$	0.3257	—	—	—	0.3320
$x''_d$	0.18	—	—	—	0.1963
$x'_q$	—	0.2489	0.1991	—	0.2496
$T'_d$	—	—	—	1.2093	1.1939
$T''_d$	—	—	—	0.0135	0.0140
$T'_q$	—	—	—	0.0131	0.0132

#### C. Prueba de rechazo de carga en el eje arbitrario

#### D. Resultados generales

### IV. CONCLUSIONES

Se concluye que

### REFERENCES

- [1] M. H. Rashid, Power Electronics: Devices, Circuits & Applications, Pearson Education, 2013.
- [2] Mohan N., Undeland T. M., Robbins W. P. (2002) Power Electronics: Converters, Applications, and Design, Wiley.