

# 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 ...

## II. PARÁMETROS DEL GENERADOR SÍNCRONO

Los parámetros fundamentales del generador síncrono son:

$r_s, r_{fd}, r_{kd}, r_{kq1}, r_{kq2}, x_{Ls}, x_{1fd}, x_{lkd}, x_{lkq1}, x_{lkq2}, x_{md}$  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,  $x_d, x_q, x'_d, x'_q, x''_d, x''_q, T'_{do}, T'_{qo}, T''_{do}, T''_{qo}, T'_d, T'_q, T''_d, T''_q$ .

iiiiiii HEAD La identificación de sus parámetros de estado permanente y transitorio es muy importante para el análisis de estabilidad, esto debido a ...

Existen principalmente 2 pruebas para la determinación de parámetros de un generador síncrono, los cuales han obtenido importancia debido al bajo nivel de riesgo y a su facilidad, los cuales son el método de respuesta en frecuencia y el método de rechazo de carga.

La prueba de respuesta en frecuencia consiste en aplicar una corriente con frecuencias que varíen en el rango de 0.001 Hz a 1 kHz, la cual es aproximadamente del % de la corriente nominal. Usando los datos de la respuesta en frecuencia obtenidos de la prueba se determinan parámetros estándar de la máquina, es decir, las constantes de tiempo y las reactancias síncronas, transitorias y subtransitorias de los ejes directo y en cuadratura.

El método de rechazo de carga consiste en realizar pruebas de rechazo de carga en dos puntos operativos, donde las componentes de corriente sólo existan en el eje de interés. La prueba en el eje directo se realiza subexcitando el generador, por lo que debe estar consumiendo potencia reactiva de la red y la potencia activa debe ser despreciable, debido a la excitación

insuficiente. Lo cual garantiza la obtención de parámetros no saturados y evita sobretensiones indeseadas durante la prueba. Los datos que permite obtener la prueba en el eje directo son  $x_d, x'_d, x''_d, T'_{do}$  y  $T''_{do}$ .

La prueba en el eje de cuadratura se realiza encontrando un punto de carga en el cual el valor absoluto del ángulo del factor de potencia sea igual al ángulo de potencia, esto con el generador subexcitado.

## III. PRUEBAS DE RECHAZO DE CARGA EN EL GENERADOR SÍNCRONO DE POLOS SALIENTES

- A. Prueba de rechazo de carga en el eje d
- B. Prueba de rechazo de carga en el eje q
- C. Prueba de rechazo de carga en eje arbitrario

=====

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

~~~~~ 5f5bccc9becedb1841521815e039b4f6e67201d6

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–

Esta prueba 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  $q$  ( $x_q, x_q', x_q'', T_{qo}', T_{do}'$ )

Para realizar las diferentes pruebas para obtener los parámetros del generador se utilizó como base el esquema mostrado en la Fig. 1

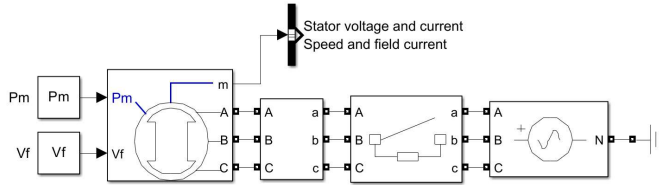


Fig. 1. Modelo base implementado en Simulink

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            |

## V. CONCLUSIONES

Se concluye que

## REFERENCES

- [1] P. Kundur, Power system stability and control. USA: McGraw-Hill, 1994.
- [2] Mohan N., Undeland T. M., Robbins W. P. (2002) Power Electronics: Converters, Applications, and Design, Wiley.