



Software para la determinación del comportamiento de un motor asincrónico trifásico

Héctor Brito
Rolando Madiedo
Esther Bermello
Pedro Arafet

Recibido: Enero del 2005
Aprobado: Marzo del 2005

Resumen / Abstract

El motor asincrónico trifásico es uno de los convertidores más empleados en la industria, por lo cual es de una gran necesidad conocer el comportamiento de estas máquinas. Esto se puede valorar a través de las características de operación. Este tipo de máquina en ocasiones sufre averías, por lo cual tienen que ser reparadas y en muchas situaciones posteriormente determinar nuevamente sus características de operación. En el presente trabajo se elabora un paquete de programas de computación que permite obtener las características de: comportamiento contra potencia de salida y comportamiento en un punto de trabajo.

Palabras clave: máquinas de inducción, curvas características

The asynchronous three-phases motor is one of the converters more employed in the industry, reason why is of a great necessity to know the behavior of these machines. This you can value through the operation characteristics. This machine type in occasions suffers mishaps, reason why they have to be repaired and in many situations after the same ones is necessary to determine its operation characteristics again. Presently work is elaborated a package of calculation programs that allows to obtain the characteristics of: of behavior against exit power and their behavior in a work point.

Key words: induction machines, characteristic curves

INTRODUCCIÓN

Una de las formas de obtener las características de comportamiento de una máquina de inducción es mediante el empleo del diagrama circular,^{1,2} método gráfico que fue muy empleado cuando no existía un desarrollo tan impetuoso de las computadoras como el que existe hoy en día. Como es conocido, el diagrama circular permite, por medio de un método gráfico, obtener las características de comportamiento de la máquina de inducción, sin la necesidad de tener que evaluar las expresiones analíticas punto a punto, cosa que no era posible sin la ayuda de una herramienta potente de cálculo como con las actuales. Hoy en día, prácticamente no es necesario tener que utilizar

el método del diagrama circular, ya que las computadoras modernas permiten evaluar miles de veces en pocos segundos las expresiones analíticas pudiendo obtener resultados muy precisos en un intervalo de tiempo muy corto.

DESARROLLO

En el presente trabajo se elaboró un programa en Matlab³ denominado COMASIN, el cual permite obtener algunas de las características de comportamiento del motor de inducción trifásico en unidades relativas, siendo las mismas las siguientes:

- Corriente.
- Factor de potencia.

- Momento.
- Eficiencia.
- Velocidad.

Todas como una función de la potencia entregada por la máquina.

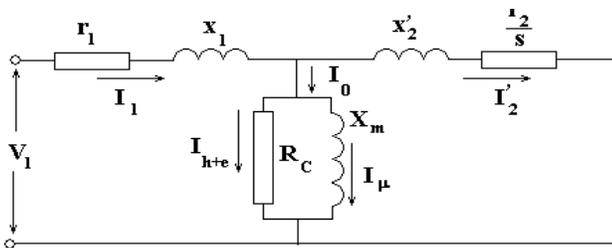
También el programa permite obtener una característica de gran valor a la hora de analizar el comportamiento de un motor de inducción, que es la característica de momento contra deslizamiento expresada en valores por unidad. En esta se puede evaluar el comportamiento del momento de arranque del motor, así como su capacidad de sobrecarga.

El programa COMASIN permite determinar puntualmente el comportamiento del motor en el instante del arranque, así como el punto del momento máximo. Además da la posibilidad de evaluar el comportamiento del motor en un punto cualquiera de operación que se desee, pudiéndose tomar para ello como variable de control, bien la corriente, la velocidad o la potencia entregada.

Para operar el programa es necesario tener una de las siguientes vías de información:

- Los datos de chapa, así como los parámetros de la máquina.
- Los datos de chapa, así como los resultados de las pruebas de vacío, rotor trancado y la resistencia de los devanados del estator a corriente directa.

El programa COMASIN necesita para su ejecución, tener instalado en la computadora el Mallab 5.3 o una versión superior. El mismo está basado en el empleo del circuito equivalente T del motor asincrónico,^{1,2} que se muestra en la figura 1. Es de notar que en este esquema los parámetros de la rama de magnetización aparecen conectados en paralelo, lo que hay que tener en cuenta pues las magnitudes de dicha rama tienen valores diferentes que en el caso en que se consideran estos parámetros conectados en serie.



Circuito equivalente T del motor asincrónico.

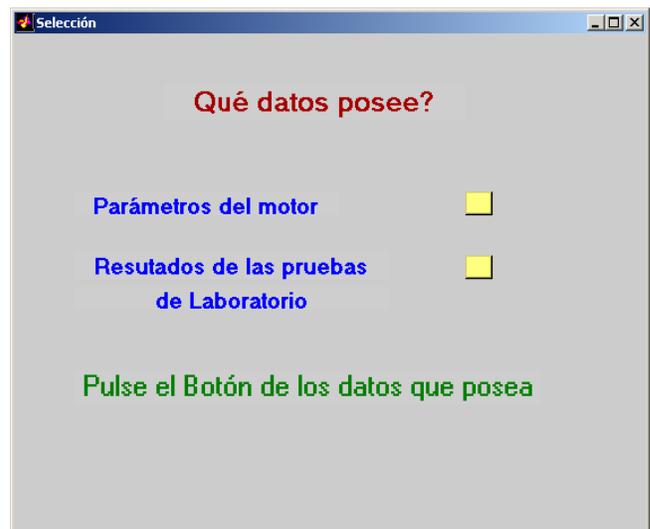
Al comenzar a correr el programa aparece la pantalla de presentación que se muestra en la figura 2, la cual después de algunos segundos le da paso a la segunda pantalla.

La segunda pantalla le permitirá seleccionar la vía para la introducción de los datos iniciales, en dependencia de los datos que se posean (figura 3).

De inmediato aparecerá la pantalla que se muestra en la figura 4, en la cual se deben introducir los datos necesarios para la corrida del programa



Presentación del programa.



Selección de los datos a introducir.

Se debe aclarar que tanto el voltaje como la frecuencia permiten solo la introducción de los valores normados que se deben escoger. Después de aceptados los datos aparecerá la pantalla que se muestra en la figura 5.

La misma permite seleccionar una de las opciones que brinda el programa COMASIN y que fueron relacionadas anteriormente, es decir:

- a) Características de comportamiento.
- b) El punto de arranque.
- c) El punto de momento máximo.
- d) Un punto de operación dado.
- e) La característica de momento contra deslizamiento.

Introducción de los parámetros del motor.

4

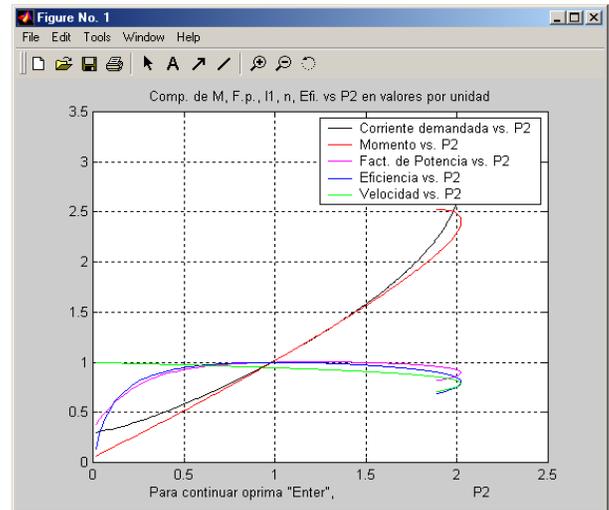
Selección de resultados.

5

De seleccionar la opción a), aparecerán en una pantalla en orden consecutivo las características mencionadas anteriormente, lo cual se muestra en la figura 6, apareciendo una después de la otra, mediante la opresión de la tecla **Enter**, hasta que se obtengan todas las características (figura 6).

Cuando se selecciona la opción b) aparecerá en una pantalla los resultados de los indicadores principales del punto de arranque, lo que se muestra en la figura 7.

En caso de seleccionar la opción c) aparecerá una pantalla idéntica a la mostrada en la fig. 7, pero correspondiente a los indicadores del punto de momento máximo.



Características del motor asincrónico.

6

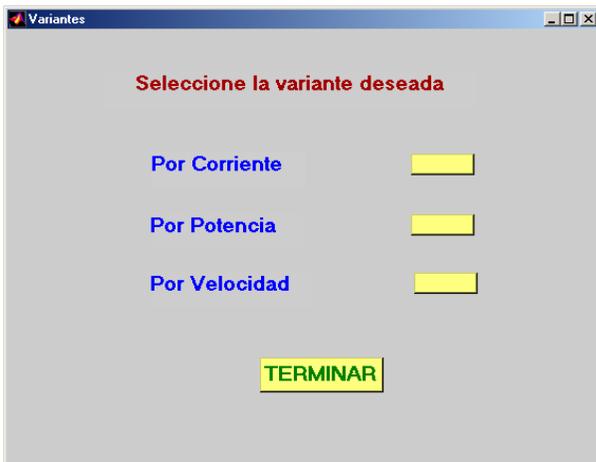
Comportamiento en el arranque.

7

La cuarta posibilidad que ofrece el programa COMASIN, es obtener el comportamiento para un punto dado. Al pulsar el botón correspondiente a la opción **Comportamiento para un punto dado**, parecerá una pantalla como la mostrada en la figura 8.

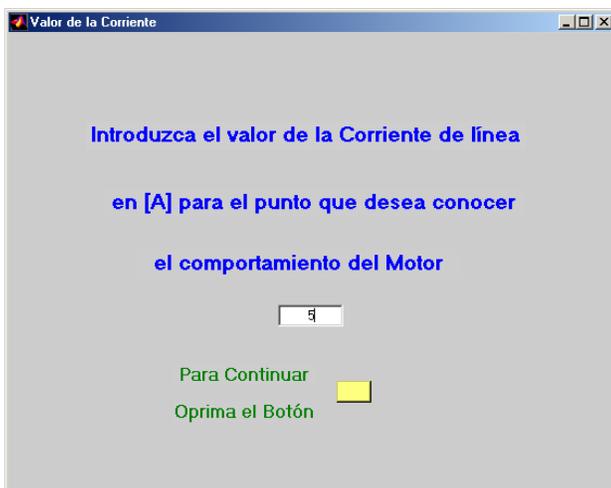
El programa, como se puede apreciar permite seleccionar, si el resultado que se desea es mediante el control de los valores de: corriente, potencia entregada o velocidad desarrollada por el motor. Al seleccionar una de las opciones posibles, aparecerá una pantalla como la que se muestra en la figura 9.

Al pulsar el botón para que continúe la corrida del programa, puede ser que el valor introducido de la corriente, sea menor, incluso que el valor demandado por el motor en las condiciones de marcha en vacío, en ese caso aparecerá la advertencia que se muestra en la figura 10, el que alerta de dicha situación.



Comportamiento para un punto.

8



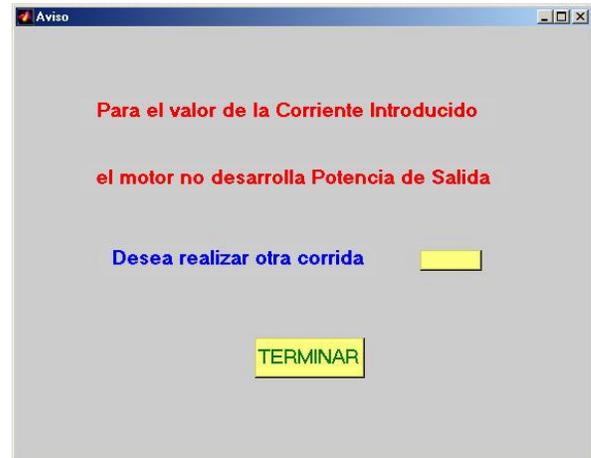
Introducción del valor de la corriente.

9

Puede ocurrir que el valor de la corriente sea mayor que el valor de la corriente de cortocircuito del motor, en ese caso se mostrará otra advertencia como se muestra en la figura 11.

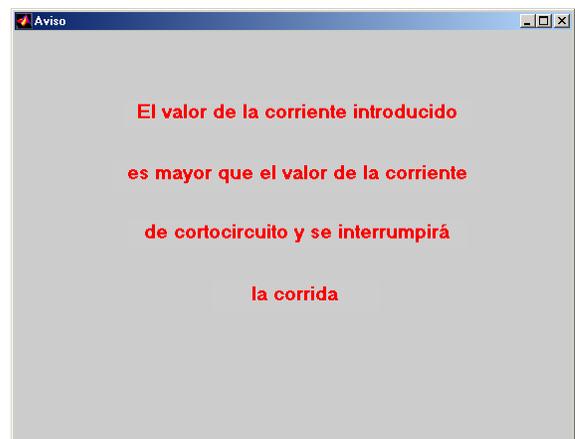
En el caso de que el valor esté entre los correspondiente al rango de operación del motor, aparecerán los resultados fundamentales como lo que se muestran en la figura 12.

Cuando el valor de la corriente introducido sea mayor que la corriente correspondiente al valor que toma cuando el motor desarrolla momento máximo y menor que la corriente de cortocircuito, aparecerá una pantalla de advertencia que permitirá obtener los resultados para el punto correspondiente al par máximo, o la opción de regresar para introducir un nuevo valor de corriente.



Advertencia por baja corriente.

10



Cartel de advertencia cuando el valor de la corriente introducida es mayor que la corriente de cortocircuito demandada por el motor.

11

En este caso, así como para otro valor de corriente aceptado por el programa, aparecerán los resultados en una pantalla idéntica a la que se muestra en la figura 12.

Resultados similares se obtienen cuando se introducen valores de potencia entregada o velocidad, también con sus controles respectivos (figura 13).

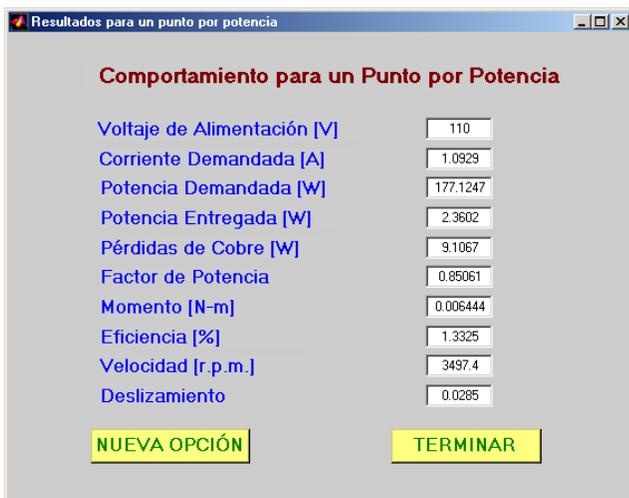
En caso de seleccionar la quinta opción, es decir, si se desea obtener la característica de par-deslizamiento, aparecerá la pantalla que se muestra en el figura 14.

Si al inicio del programa, al introducir los datos, como se muestra en la figura 3, se selecciona la segunda



Resultados para un punto en dependencia del valor de la corriente.

12



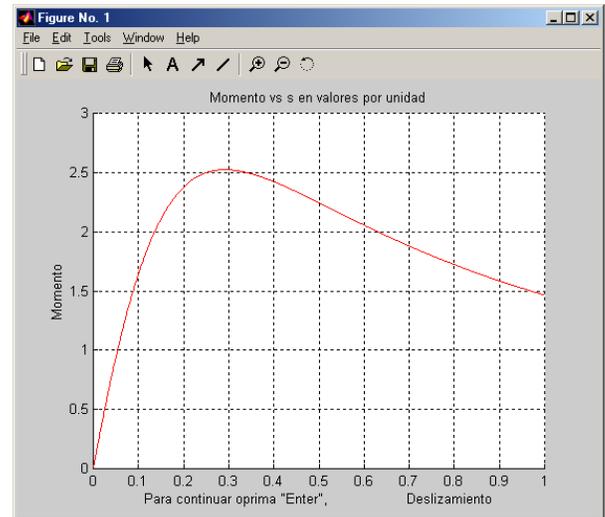
Resultados del comportamiento del motor para un valor dado de potencia.

13

opción **Resultados de las pruebas de vacío y cortocircuito**, aparecerá la pantalla que se muestra en la figura 15. Y a partir de ahí se sigue con el mismo procedimiento anteriormente descrito.

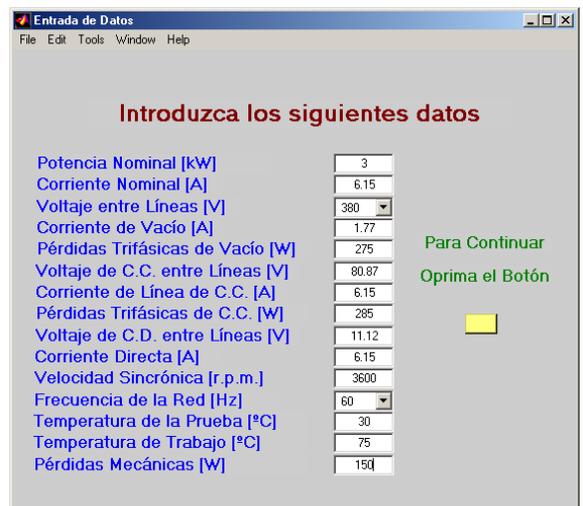
Asímismo, en la figura 16 se muestra un esquema de bloque de la operación del programa, en este se puede apreciar la complejidad y las consideraciones que el mismo permite realizar.

El programa está realizado en Visual de Matlab,^{3,4} el cual corre sobre Windows, lo que le da un ambiente agradable en su ejecución al usuario.



Característica par-velocidad.

14



Introducción de los datos en el caso de que sean conocidas las pruebas.

15

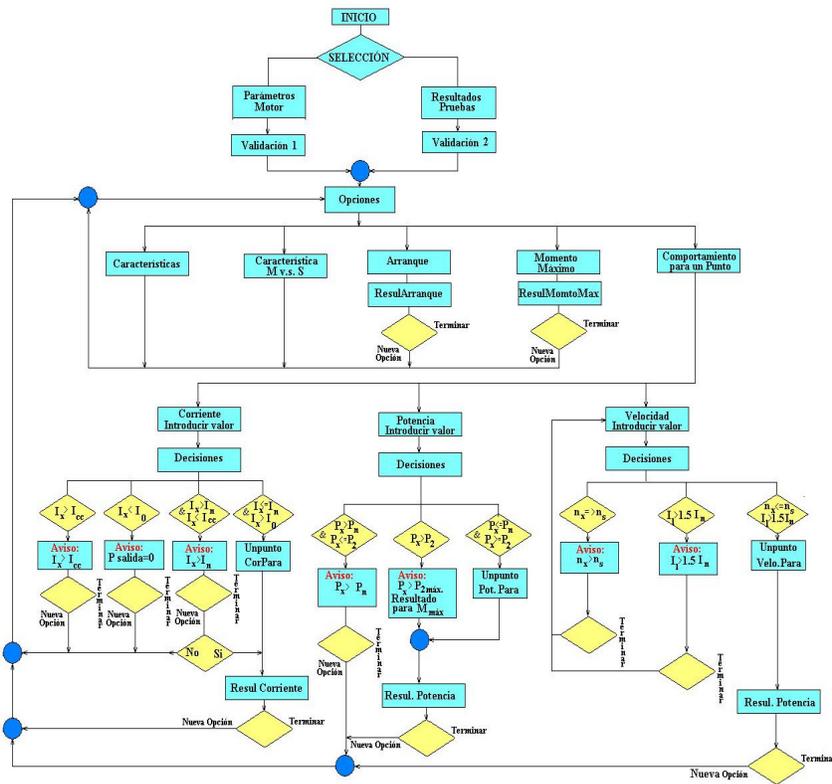


Diagrama de bloque de operación del paquete de programas.

16

CONCLUSIONES

- Se obtuvo un paquete de programas aplicables tanto a la docencia como a la producción y talleres de reparación de motores eléctricos.
- Se eliminan, con la computadora, los errores humanos en los cálculos y se gana en precisión.
- Se disminuye sensiblemente el tiempo de obtención de los resultados que se necesitan.
- Se pueden obtener corridas para diferentes puntos de operación del motor, en la cantidad que se desee, lo cual sin el auxilio de la computación sería extremadamente difícil.

REFERENCIAS

1. McPherson, George: *An Introduction to Electrical Machines and Transformers*, second edition. 1997.
2. Puchstein, A. F.; T. C. Lloyd and A. G. Conrad: *Alternating Current Machines*, third edition, EE.UU.
3. García de Jalón, Javier; José Ignacio Rodríguez y Alfonso Brazales: *Aprenda Matlab 5.3*, Escuela Superior de Ingenieros Industriales, Universidad de Navarra, agosto, 1999.
4. Arafet Padilla, Pedro y otros: *Una Introducción al Matlab*, Cuba. s/f.

AUTORES

Héctor Brito Socarrás

Ingeniero Electricista, Profesor Titular, Universidad de Oriente, Santiago de Cuba, Cuba.
e-mail: brito@ee.fie.uo.edu.cu

Rolando Madiedo Comendador

Ingeniero Electricista, Profesor Auxiliar, Universidad de Oriente, Santiago de Cuba, Cuba
e-mail: rmadiedo@ee.fie.uo.edu.cu

Esther Bermello Crespo

Ingeniera Electricista, Asistente, Universidad de Oriente, Santiago de Cuba, Cuba.
e-mail: estherb@ee.fie.uo.edu.cu

Pedro Arafet Padilla

Ingeniero Electricista, Profesor Titular, Universidad de Oriente, Santiago de Cuba, Cuba
e-mail: parafet@ee.fie.uo.edu.cu