

Industria y Comercio
SUPERINTENDENCIA

RG

Delegatura de Propiedad Industrial
División de Nuevas Creaciones



SOLICITUD
PATENTE DE INVENCION

10-42683

21. EXPEDIENTE No.

54. TÍTULO

SISTEMA DE CONTROLADOR DE MOTOR Y METODOS PARA

MAXIMIZAR AHORROS DE ENERGIA

51. CLASIFICACIÓN INTERNACIONAL

71. SOLICITANTE

THE POWERWISE GROUP. INC.

DOMICILIO

BOCA RATON, FLORIDA, ESTADOS UNIDOS DE AMERICA

74. APODERADO

LUZ CLEMENCIA DE PAEZ
C.C. 35.456.344 de Usaquén

22. BOGOTÁ, D.C.,



PETITORIO



FORMULARIO UNICO DE SOLICITUD DE PATENTE
PCT
ENTRADA EN FASE NACIONAL

1 SOLICITUD DE:			
☒ Patente de Invención.		☐ Patente de Modelo de Utilidad.	
☒ Capítulo I.		☐ Capítulo II.	
2 SOLICITANTE (71)	Nombre: THE POWERWISE GROUP, INC. Sociedad constituida y existente bajo las leyes del Estado de Delaware, Estados Unidos de América. Dirección: 4855 Technology Way Suite 550 Boca Raton, Florida 33431, Estados Unidos de América Domicilio: Boca Raton, Florida, Estados Unidos de América		IDENTIFICACIÓN C.C. ☐ NIT ☐ C.E. ☐ Otro ☐ Cual _____ Número _____
3 REPRESENTANTE O APODERADO	Nombre: LUZ CLEMENCIA DE PAEZ Dirección: Carrera 4ª. No. 72-35 Teléfono: 347 36 11 Fax: 211 86 50 E-mail: clientes@cavelier.com Domicilio: Bogotá, Colombia.		IDENTIFICACIÓN C.C. ☒ NIT ☐ C.E. ☐ Otro ☐ Cual _____ Número 35.456.344 T.P 23.555
4 INVENTOR (ES) (72)	1. Paul H. KELLEY 606 Elm Tree Lane, Boca Raton, Florida 33486, Estados Unidos de América		
5 PCT (86) Solicitud Internacional No. <u>PCT/US2008/010720</u> Fecha: <u>15 de septiembre de 2008</u> Publicación Internacional No. <u>WO 2009/035696 A1</u> Fecha: <u>19 de marzo de 2009</u>			
6 Título (54) <u>SISTEMA DE CONTROLADOR DE MOTOR Y METODOS PARA MAXIMIZAR AHORROS DE ENERGIA</u> Ver folio 117			
7 Clasificación Internacional (51) <u>H02K 021/038</u> H02 P 5100			
8 Prioridad	(33) País de Origen	(32) Fecha	(31) Número de Solicitud
SI ☒ NO ☐	US US US	14 de septiembre de 2007 21 de julio de 2008 10 de septiembre de 2008	60/933.706 61/135.402 12/207.913
9 Comprobante de pago No.: <u>10-9,679</u> Comprobante de pago No.: <u>10-18,613</u> Comprobante de pago No.: <u>10-20,606</u> Comprobante de pago No.: <u>10-24,810</u>		Fecha: <u>08 de febrero de 2010</u> Fecha: <u>09 de marzo de 2010</u> Fecha: <u>15 de marzo de 2010</u> Fecha: <u>05 de abril de 2010</u>	

2

10

Anexos:

- ☒ Comprobante de pago de la tasa de presentación de la solicitud por \$ 554.000.00.
- ☒ Comprobante de pago por 33 reivindicaciones adicionales después de la décima reivindicación por \$858.000.00.
- ☐ Documento que acredita la existencia y representación legal cuando el solicitante sea persona jurídica.
- ☐ Poderes, si fuere el caso.
- ☐ Documento de cesión del inventor al solicitante o a su causante.
- ☐ Declaraciones.
- ☒ Copia de la solicitud internacional. (Resumen, descripción, reivindicaciones, dibujos)
- ☒ Traducción de la solicitud internacional al castellano. (Resumen, descripción, reivindicaciones, dibujos)
- ☐ Copia del examen preliminar efectuado por la IPEA.
- ☐ Traducción del examen preliminar efectuado por la IPEA.
- ☐ De ser el caso, copia del contrato de acceso.
- ☐ De ser el caso, documento que acredite la licencia o autorización de uso de conocimientos tradicionales de las comunidades indígenas.
- ☐ De ser el caso, certificado de depósito del material biológico.
- ☒ Arte final 12x12
- ☐ De ser el caso, información sobre otras solicitudes de patente o títulos obtenidos en el extranjero por el mismo titular o su causante, relacionadas parcial o totalmente con la invención de esta solicitud.
- ☒ Otros: VER HOJA DE DOCUMENTOS ANEXOS

11

FIGURA CARACTERÍSTICA

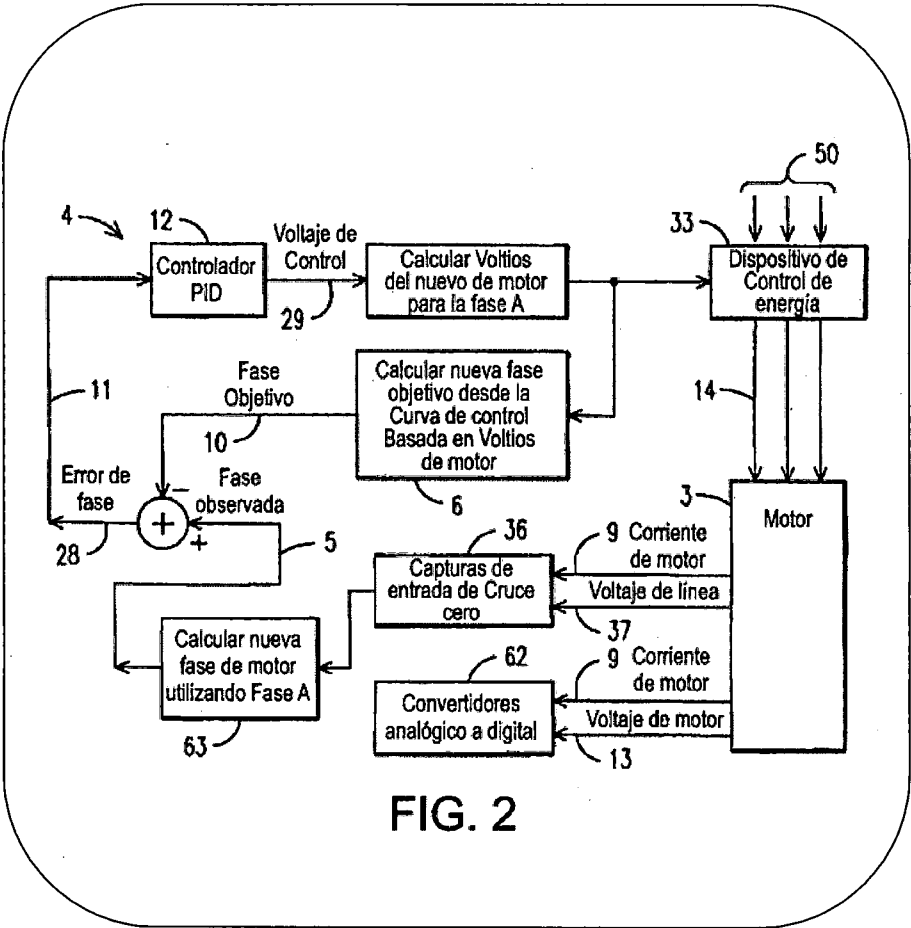


FIG. 2

12

Solicito la concesión de la patente,

NOMBRE: LUZ CLEMENCIA DE PAEZ

FIRMA : Luz Clemencia de Paez
C.C. 35.456.344 de Usaquén T.P. 23.555

4

DOCUMENTOS ANEXOS

1. ☒ Publicación Internacional WO 2009/035696 A1

Descripción:

Páginas 21 en el idioma original

Páginas 27 en español

Reivindicaciones: Número (s) 43

Figuras: Número (s) 27

2. ☒ Forma PCT/ISA/210. Informe de Búsqueda Internacional.

3. ☒ Forma PCT/IB/306. Notificación de la inscripción del cambio de nombre del solicitante de
THE POWERWISE GROUP, INC., A DELAWARE CORPORATION por **THE POWERWISE GROUP, INC.**

4. ☒ Forma PCT/IB/306. Notificación de la inscripción donde se incluye como inventor al señor
PAUL H. KELLEY.

5. ☒ Extracto de publicación.

**NO SE REALIZARON MODIFICACIONES EN LA FASE
INTERNACIONAL**

(12) INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

(19) World Intellectual Property Organization
International Bureau



(43) International Publication Date
19 March 2009 (19.03.2009)

PCT

(10) International Publication Number
WO 2009/035696 A1

- (51) International Patent Classification:
H02K 21/38 (2006.01) H02P 5/00 (2006.01)
- (21) International Application Number:
PCT/US2008/010720
- (22) International Filing Date:
15 September 2008 (15.09.2008)
- (25) Filing Language:
English
- (26) Publication Language:
English
- (30) Priority Data:
60/933,706 14 September 2007 (14.09.2007) US
61/135,402 21 July 2008 (21.07.2008) US
12/207,913 10 September 2008 (10.09.2008) US

(81) Designated States (unless otherwise indicated, for every kind of national protection available): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Designated States (unless otherwise indicated, for every kind of regional protection available): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), Eurasian (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), European (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(71) Applicant (for all designated States except US): **THE POWERWISE GROUP, LLC A NEVADA LIMITED LIABILITY COMPANY** [—/US]; 999 E. Arapaho Road, Suite 100, Richardson, TX 75081 (US).

(74) Agent: **LIVINGSTON, Edward, M.**; 963 Trail Terrace Drive, Naples, FL 34103 (US).

Published:
— with international search report

(54) Title: **MOTOR CONTROLLER SYSTEM AND METHOD FOR MAXIMIZING ENERGY SAVINGS**

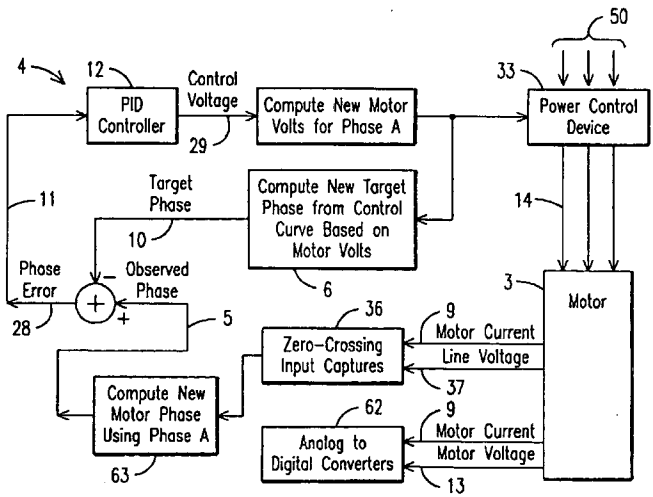


FIG. 2

(57) Abstract: A motor controller (4) and method for maximizing the energy savings in an AC induction motor (3) at every load wherein the motor is calibrated at two or more load points to establish a control line (6), which is then programmed into a non-volatile memory (30) of the motor controller. A DSP-based closed-loop motor controller observes the motor parameters of the motor such as firing angle/duty cycles (23), voltage (37), current (9) and phase angles to arrive at a minimum voltage necessary to operate the motor at any load along the control line. The motor controller performs closed-loop control to keep the motor running at a computed target control point, such that maximum energy savings are realized by reducing voltage through pulse width modulation.

WO 2009/035696 A1

**MOTOR CONTROLLER SYSTEM AND METHOD FOR
MAXIMIZING ENERGY SAVINGS**

CROSS REFERENCE TO RELATED APPLICATION

This application claims the benefit of U.S. Provisional Application Nos. 60/933,706
5 filed September 14, 2007; and 61/135,402 filed July 21, 2008.

BACKGROUND OF THE INVENTION

This invention relates to a system and method for maximizing the energy savings in
AC induction motors at every load, more particularly one that uses a digital signal processor
10 that calibrates control lines to determine the most efficient operational characteristics of the
motors.

In prior systems and methods related to energy saving motor controllers using control
lines of a motor, constant phase angle and/or constant power factor control were used to
determine the control lines. This meant that the control lines were horizontal and the motor
15 controllers were not able to control the motor to specific calibrated operating point at every
load to maximize energy savings.

Thus, a need exists for a method and system for AC induction motors which controls
the motor to a specific calibrated operating point at every load. Operating points taken across
all loads will define a control line or a control curve. Furthermore, a need exists for a method
20 and system for AC induction motors which is capable of recognizing when a motor begins

to slip and is about to stall and uses that information to determine calibrated control line so as to maximize energy savings at every load.

The relevant patents of prior art includes the following references:

	<u>Patent/Serial No.</u>	<u>Inventor</u>	<u>Issue/Publication Date</u>
5	2008/0100245	Turner	05-01-2008
	7,288,911	MacKay	10-30-2007
	7,279,860	MacKay	10-09-2007
	7,256,564	MacKay	08-14-2007
	7,211,982	Chang <i>et al.</i>	05-01-2007
10	7,081,729	Chang <i>et al.</i>	07-25-2006
	6,643,149	Arnet <i>et al.</i>	11-04-2003
	6,489,742	Lumsden	12-03-2002
	5,506,484	Munro <i>et al.</i>	04-09-1996
	5,350,988	Le	09-27-1994

15 SUMMARY OF THE INVENTION

The primary object of the present invention is to provide a system and method of maximizing energy savings in AC induction motors at every load.

Another object of the present invention is to provide a system and method which recognizes when a motor begins to slip and when the motor is about to stall.

20 A further object of the present invention is to provide a system and method which controls the motor to a specific calibrated operating point at every load.

Another object of the present invention is to provide a motor controller that is capable of observing the operational characteristics of AC induction motors.

8

A further object of the present invention is to provide a motor controller capable of making corrections to the RMS motor voltage as an AC induction motor is running and under closed loop control.

Another object of the present invention is to provide a motor controller capable of
5 responding to changes in the load of an AC induction motor in real-time.

The present invention fulfills the above and other objects by providing a motor controller system and method for maximizing the energy savings in the motor at every load wherein a motor is calibrated at one or more load points, establishing a control line or curve, which is then programmed into a non-volatile memory of the motor controller. A digital
10 signal processor (DSP) a part of a closed loop architecture of the motor controller possesses the capability to observe the motor parameters such as current, phase angles and motor voltage. This DSP based motor controller is further capable of controlling the firing angle/duty cycle in open-loop mode as part of a semi-automatic calibration procedure. In normal operation, the DSP based motor controller performs closed-loop control to keep the
15 motor running at a computed target control point, such that maximum energy savings are realized. The method described here works equally well for single phase and three phase motors.

The preferred implementation of this method uses a DSP to sample the current and voltage in a motor at discrete times by utilizing analog to digital converters. From these
20 signals, the DSP can compute key motor parameters, including RMS motor voltage, RMS

current and phase angle. Furthermore, the DSP based motor controller can use timers and pulse width modulation (PWM) techniques to precisely control the RMS motor voltage. Typically the PWM is accomplished by using power control devices such as TRIACs, SCRs, IGBTs and MOSFETs.

- 5 The above and other objects, features and advantages of the present invention should become even more readily apparent to those skilled in the art upon a reading of the following detailed description in conjunction with the drawings wherein there is shown and described illustrative embodiments of the invention.

BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

In the following detailed description, reference will be made to the attached drawings in which:

FIG. 1 is a block diagram of a digital signal processor (DSP) with hardware inputs
5 and outputs of the present invention showing hardware inputs and outputs;

FIG. 2 is a block diagram of a DSP-based motor controller of the present invention;

FIG. 3 is a diagram showing a phase rotation detection method of the present
10 invention;

FIG. 4 is a flow chart showing a phase rotation detection method of the present invention;

FIG. 5 is a graph showing power control device outputs for positive phase rotation;

15 **FIG. 6** is a graph showing power control device outputs for negative phase rotation;

FIG. 7 is a block diagram of a window comparator;

FIG. 8 is a schematic of the window comparator;

20 **FIG. 9** is a graph of a current waveform and zero-cross signals;

FIG. 10 is a schematic of a virtual neutral circuit;

FIG. 11 is a graph showing power control device outputs for single phase applications;

FIG. 12 is a three-dimensional graph showing a three-dimensional control line of the present invention;

5 FIG. 13 is a three-dimensional graph showing a control line projected onto one plane;

FIG. 14 is a graph showing a two-dimensional plotted control line;

FIG. 15 is a graph showing a sweeping firing angle/duty cycle in a semi-automatic calibration;

10 FIG. 16 is a graph showing a directed sweep of a firing angle/duty cycle;

FIG. 17 is a graph showing plotted semi-automatic calibration data;

FIG. 18 is a graph showing plotted semi-automatic calibration data;

FIG. 19 is a graph showing plotted semi-automatic calibration data;

FIG. 20 is a flow chart of a semi-automatic high level calibration;

15 FIG. 21 is a flow chart of a semi-automatic high level calibration;

FIG. 22 is a flow chart of a manual calibration;

FIG. 23 is a flow chart of a fixed voltage clamp:

20 FIG. 24 is a graph showing a RMS motor voltage clamp;

FIG. 25 is a graph showing a RMS motor voltage clamp;

FIG. 26 is a flow chart of a stall mitigation technique; and

FIG. 27 is a graph showing the stall mitigation technique.

DESCRIPTION OF THE PREFERRED EMBODIMENTS

For purposes of describing the preferred embodiment, the terminology used in

reference to the numbered components in the drawings is as follows:

- | | | |
|----|--|--|
| | 1. digital system processor (DSP) | 32. calibration button |
| 5 | 2. hardware inputs | 33. power control device |
| | 3. motor | 34. point c |
| | 4. motor controller | 35. voltage minimum (Vmin) |
| | 5. observed phase angle | 36. phase zero crossing inputs |
| | 6. control line | 37. phase line voltage |
| 10 | 7. observed calibration data curve from sweep of control space | 38. phase motor voltage |
| | 8. supply divider resistors | 39. time is measured |
| | 9. current | 40. is time greater or less than 90° |
| | 10. target phase angle | 41. ABC rotation |
| 15 | 11. phase error signal | 42. ACB rotation |
| | 12. proportional integral derivative (PID) controller | 43. point d |
| | 13. root square mean (RMS) motor voltage | 44. place in loaded configuration |
| | | 45. place in unloaded configuration |
| 20 | 14. power control device outputs | 46. run calibration |
| | 15. phase A line voltage zero crossing | 47. control line ends calibrated |
| | 16. phase B line voltage zero crossing | 48. calculate control line |
| | 17. phase C line voltage zero crossing | 49. saves control line |
| | 18. positive phase rotation | 50. line voltages |
| 25 | 19. negative phase rotation | 51. set firing angle/duty cycle to 90° |
| | 20. power-on-reset (POR) | 52. measure motor parameters |
| | 21. stall point | 53. detects knee |
| | 22. a,c,b phase turn on times | 54. decrease firing angle/duty cycle by 2° |
| | 23. firing angle/duty cycle | 55. save phase angle and motor voltage |
| 30 | 24. percent load | 56. repeat four times |
| | 25. parametrical control line | 57. compute average values |
| | 26. operating point | 58. firing angle/duty cycle is increased |
| | 27. low output impedance amplifier | 59. measure next step |
| | 28. phase error | 60. fixed voltage clamp |
| 35 | 29. control voltage | 61. synthesize control segment |
| | 30. point b | 62. analog to digital converter |
| | 31. knee | 63. phase computation |
| | | 64. phase error is computed |
| | | 65. voltage error is computed |

- | | |
|---|---|
| <p>66. RMS motor voltage is compared to
fixed voltage threshold</p> <p>67. is control target positive</p> <p>68. voltage loop is run</p> <p>5 69. control line loop is run</p> <p>70. motor placed on dynamometer</p> <p>71. motor is connected to computer</p> <p>72. firing angle/duty cycle is increased
and voltage decreased</p> <p>10 73. record calibration point</p> <p>74. start motor</p> <p>75. firing angle/duty cycle is adjusted</p> <p>76. form control line</p> <p>77. differential-to-single-ended</p> <p>15 amplifiers</p> <p>78. input resistors</p> <p>79. attenuator</p> <p>80. feedback resistor</p> <p>81. ground reference resistor</p> <p>20 82. protection diodes</p> <p>83. summing amplifier</p> <p>84. DC blocking capacitors</p> <p>85. summing resistors</p> <p>86. neutral</p> <p>25 87. jumper block for alternate neutral</p> | <p>connection</p> <p>88. window comparator</p> <p>89. motor current is provided</p> <p>90. positive voltage is provided</p> <p>91. negative voltage is provided</p> <p>92. voltage passes through two
comparators</p> <p>93. voltage passes through operation
(OR) gate</p> <p>94. zero-cross digital signal is created</p> <p>95. current waveform</p> <p>96. positive voltage half cycle</p> <p>97. negative voltage half cycle</p> <p>98. OR function</p> <p>99. DSP monitors for increase in current</p> <p>100. increase is observed</p> <p>101. motor voltage is turned to full on</p> <p>102. motor voltage is reduced to control
line</p> <p>103. load on the motor</p> <p>104. power applied to motor</p> <p>105. point a</p> <p>106. count sweeps</p> |
|---|---|

With reference to **FIG. 1**, a block diagram of a digital signal processor (DSP) 1 and hardware inputs and outputs of the present invention is shown. The DSP 1 can observe the operational characteristics of a motor and make corrections to root mean square (RMS) voltage for the motor that is running and under closed loop control. Hardware inputs 2 capture phase zero crossing inputs 36, phase line voltage 37, phase motor voltage 38 and current 9 and passed through the DSP 1 for processing and then onto power control devices through the power control device outputs 14.

Referring now to FIG. 2, a block diagram of a system and method of the DSP-based motor controller 4 of the present invention is shown. First, the motor controller 4 reads the voltages 37 of each phase A, B and C and current 9 to capture the zero-crossing inputs 36. At this point voltage 13 and current 9 may be converted from analog to digital using converters 62. Next, computations 63 of motor phase angle for each phase are calculated to yield an observed phase angle 5. Next, a target phase angle 10 which has been derived from a preprogrammed control line 6 is compared to the observed phase angle 5. The difference between the target phase angle 10 and observed phase angle 5 yields a resulting phase error signal 11 which is processed by a digital filter called a proportional integral derivative (PID) controller 12 which has proportional, integral and differential components. The output from the PID controller 12 is the new control voltage 13 to the motor 3, which can be obtained through the use of power control devices 33, such as TRIACs, SCRs, IGBTs or MOSFETS, to yield power control device outputs 14 of RMS motor voltage 13 supplied with line voltages 50 for each phase for maximum energy savings.

In this closed loop system, the voltage 13 of each phase of the motor 3 and the current are continually monitored. The motor controller 4 will drive the observed phase angle 5 to the point on the calibrated control line 6 corresponding to the load that is on the motor. At this point, maximum energy savings will be realized because the control line 6 is based on known calibration data from the motor 3. The motor controller 4 can control the motor 3 just as if a technician set the voltage 13 by hand. The difference is that the DSP 1 can dynamically

respond to changes in the load in real-time and make these adjustments on a cycle by cycle basis.

Referring now to FIG. 3, in a three-phase system, the motor controller 4 is used to automatically determine the phase rotation. Zero-crossing detectors on the line voltages provide an accurate measurement of the angle between the phase A line voltage zero crossings 15 and the phase B line voltage zero crossings 16. For positive phase rotation 18, the angle is nominally 120° and for negative phase rotation 19, the angle is nominally 60°.

Referring to FIG. 4, a flow chart for phase rotation detection is shown. After a power-on-reset (POR) 20, it is easy for the motor controller 4 to determine positive phase rotation 18 and the negative phase rotation 19. First, the time is measured from phase A line voltage zero crossings to phase B line voltage zero crossings 39. Next it is determined if the time is greater than or less than 90 degrees 40. If it greater than 90 degrees, than it is an ACB rotation 42. If the time is less than 90 degrees, than it is an ABC rotation 41. The motor controller 4 of the present invention can control three-phase or single-phase motors with the same basic software and hardware architecture. For the three-phase case, depending on the phase rotation, the motor controller 4 can drive power control device outputs 14.

Referring now to FIG. 5 which shows power control device outputs for positive drive rotation, the motor controller drives phase A power control device outputs 14 and phase B power control device outputs 14 together during the phase A line voltage zero crossings 15 turn-on time as indicated by the oval 22a. Similarly, the motor controller drives power

control devices which drive phase B 16 and phase C power control device outputs 14 together during the phase B turn-on time as indicated by the oval 22b. Finally, the motor controller 4 drives phase C 17 and phase A power control device outputs 14 together during the phase C power control device outputs 14 turn-on time as indicated by the oval 22c. Note
5 that the example shown in FIGS. 5 and 6 depicts a firing angle/duty cycle 23 of 90°.

Referring now to FIG. 6 which shows the TRIAC drive outputs for negative phase rotation, the motor controller 4 drives phase A power control device outputs 14 and phase C power control device outputs 14 together during the phase A line voltage zero crossings 15 turn-on time as indicated by the oval 22c. Similarly, the motor controller 4 drives phase
10 B 16 and phase A power control device outputs 14 together during the phase B line voltage zero crossings 16 turn-on time, as indicated by oval 22a. Finally, the motor controller drives phase C power control device outputs 14 and phase B power control device outputs 14 together during the phase C line voltage zero crossings 17 turn-on time, as indicated by oval 22b.

15 Now referring to FIG. 7, a block diagram of a window comparator is shown. The DSP based motor controller of the present invention uses the window comparator 88 to detect zero-crossings of both positive and negative halves of a current wave form. When RMS motor voltage is reduced by the motor controller, it is difficult to detect zero crossings of current waveform because the current is zero for a significant portion of both half cycles.
20 First, motor current is provided 89, a positive voltage is provided 90 as a reference for a

positive half cycle and a negative voltage is provided 91 as a reference. Next, the current, positive voltage and negative voltage are presented to two comparators 92 and are then passed through an operation (OR) gate 93 to create a composite zero-cross digital signal 94.

As further illustrated in FIG. 8, a schematic of the window comparator 88 is shown.

5 The motor current is provided 89, a positive voltage is provided 90 as a reference for a positive half cycle and a negative voltage is provided 91 as a reference. Next, the current, represented as a positive voltage and negative voltage, is processed by two comparators 92 and are then passed to an OR gate 93 to create a composite zero-cross digital signal 94.

Further, FIG. 9 shows graphs of a current waveform 95, a positive voltage half cycle 96, a negative voltage half cycle 97 and an OR function 98.

Now referring to FIG. 10, a schematic of a virtual neutral circuit is shown. A virtual neutral circuit may be used as a reference in situations where three phase power is available only in delta mode and there is no neutral present for use as a reference. The virtual neutral circuit comprises three differential-to-single-ended amplifiers 77. Because phase to phase voltages are high, input resistors 78 are used to form a suitable attenuator 79 together with feedback resistors 80 and ground reference resistors 81. Because the danger exists of a loss of phase, protection diodes 82 are used to protect the differential-to-single-ended amplifiers 77. The differential-to-single-ended amplifiers 77 are coupled to a summing amplifier 83 through DC blocking capacitors 84 and summing resistors 85 together with the feedback resistor 80. The output of of the summing amplifier 83 is boosted by amplifier 27 thereby

15
20

providing a low impedance output which is at neutral potential. Additional resistors divide a supply rail thereby allowing the summing amplifier 83 to handle alternating positive and negative signals. An alternate connection is available in the event that a neutral 86 is available along with a jumper block for alternate neutral connection 87.

5 Referring now to FIG. 11 showing a power control device output 14 for a single-phase application, the output 14 for phase A is turned on each half-cycle based on a power control device output 14 derived from the voltage zero-crossing input 15. The power control device output 14 for phase B line voltage zero crossings and phase C line voltage zero crossings are disabled in the DSP 1 and the hardware may not be present. The power control device
10 outputs 14 are not paired as they were in the three-phase case.

Referring now to FIG. 12 which illustrates a three-dimensional control line for the motor operating space of a motor bounded by an observed phase angle 5 on the y-axis. A controlled firing angle/duty cycle 23 showing the decrease in voltage is shown on the x-axis and the percent load 24 on a motor is shown on the z-axis.

15 Every motor operates along a parametrical control line 25 within its operating space. For example, when a given motor is 50% loaded and the firing angle/duty cycle 23 is set to 100°, a phase angle 5 of approximately 55° is observed.

The parametrical control line 25 shown in FIG. 12 is defined by five parametric operating points 26 ranging from a loaded case 44 in the upper left corner, to an unloaded
20 case 45 in the lower right corner. Furthermore, the parametrical control line 25 has special

meaning because it is the line where a motor is using the least energy possible. If the firing angle/duty cycle 23 is increased and the motor voltage 13 decreased then a motor would slow down and possibly stall. Similar results would be seen if the load on the motor 3 is increased.

5 As illustrated in FIG. 13, the parametric control line 25 may be parameterized and projected onto one plane described by phase angle 5 in the vertical direction and the firing angle/duty cycle 23 in the horizontal direction.

Further, as shown in FIG. 14, the parametrical control line 25 may be displayed on a two-dimensional graph. On the x-axis, increasing firing angle/duty cycle 23 may be equated with a decreasing motor voltage. This is because small firing angle/duty cycles result in high voltage and large firing angle/duty cycles result in low voltage. The motor controller will drive the observed phase angle 5 to the point on the control line 25 that corresponds to the load presently on a motor. To accomplish this, a DSP computes the phase angle 5 between the voltage and current.

15 Referring back to the block diagram of FIG. 2, the DSP 1 then computes the next target phase angle 5 based on the present value of the RMS voltage 13, or equivalently the present value of the firing angle/duty cycle. The difference between the observed phase angle and the target phase angle 10 results in a phase angle error, which is processed through a proportional-integral-differential (PID) controller 12 or similar device to generate a new control target. This control target changes the voltage in such a way as to minimize the phase

20

angle error. The target phase angle 10 is dynamic and it changes as a function of the firing angle/duty cycle.

As stated above, the motor controller 4 will drive the observed phase angle 5 to the point on the control line 25 that corresponds to the load presently on the motor 3. This
5 operating point 26 provides the maximum energy savings possible because the control line 25 is calibrated directly from the motor 3 that is being controlled.

This preferred method for calibration is called semi-automatic calibration. The semi-automatic calibration is based on the DSP 1 sweeping the control space of the motor. As shown in FIG. 15, sweeping the control space means that the DSP increases the firing
10 angle/duty cycle 23 and records the current 9 and firing angle/duty cycle 23 of each phase at discrete points along the way. Thus, in this manner it is possible to see the beginning of the stall point 21 of the motor. A well-defined linear portion of observed calibration data curve obtained from sweeping the control space 7, which is used to determine points on the control line 6, has a constant negative slope at lower firing angle/duty cycles 23. Then, as
15 the firing angle/duty cycle 23 continues to increase, the current 9 begins to flatten out and actually begins to increase as the motor 3 begins to slip and starts to stall, called the "knee" 31.

As shown in FIG. 16, subsequent sweeps can be directed at smaller ranges of motor voltages to "zoom in" on the knee. The motor controller 4 requires multiple sweeps in order
20 to get data that is statistically accurate. There is a tradeoff between the number of sweeps and

the time required to calibrate the control line 25. A measure of the quality of the calibration can be maintained by the DSP 1 using well known statistical processes and additional sweeps can be made if necessary. This is true because the DSP 1 has learned the approximate location of knee 31 from the first sweep.

5 There is little danger of stalling during the semi-automatic sweep because of the controlled environment of the setup. A technician or operator helps to insure that no sudden loads are applied to the motor 3 under test while a semi-automatic calibration is in progress.

 The process of sweeping the control space can be performed at any fixed load. For example, it can be performed once with the motor 3 fully loaded and once with the motor 3
10 unloaded. These two points become the two points that define the control line 25. It is not necessary to perform the calibration at exactly these two points. The DSP 1 will extend the control line 25 beyond both these two points if required.

 There are many numerical methods that can be applied to find the stall point 21 in the plot of the current motor voltage 23. As shown in FIG. 17, the preferred method is to use
15 the "least squares" method to calculate a straight line that best fits the accumulated data. tabulated from the first five motor voltages 23.

 The continuation of this method is shown in FIG. 18. Using the previous data points the value of the current 9 may be predicted. Graphically, the DSP 1 is checking for one or more points that deviate in the positive direction from the predicted straight line.

As shown in FIG. 19, the DSP 1 is looking for the beginning of the knee in the curve. The first point that deviates from the predicted control line may or may not be the beginning of the knee 31. The first point with a positive error may simply be a noisy data point. The only way to verify that the observed calibration data curve obtained from
5 sweeping the control space 7 is turning is to observe data obtained from additional sweeps.

Semi-automatic calibration may be performed in the field. Referring now to FIG. 20, a flow chart showing how semi-automatic calibration is performed is shown. First the motor 3 is placed in a heavily loaded configuration 44. Ideally this configuration is greater than 50% of the fully rated load. Next a calibration button 32 on the motor controller 4 is
10 pressed to tell the DSP 1 to perform a fully-loaded measurement. The DSP 1 runs a calibration 46 which requires several seconds to explore the operating space of the motor 3 to determine the fully-loaded point. The motor controller 4 indicates that it has finished this step by turning on an LED.

Next the motor 3 is placed in an unloaded configuration 45. Ideally this configuration
15 is less than 25% of the rated load. Then a calibration button 32 on the motor controller 4 is pressed 47 to tell the DSP 1 to perform an unloaded measurement. The DSP 1 runs the calibration 46 to determine the unloaded point. The motor controller 4 indicates that it has finished calibrating both ends 47 of the control line 25 by turning on a light emitting diode (LED). The DSP 1 then determines the control line 48 using the two measurements and

applies this control line when it is managing the motor 3. The values of the control line 25 are stored in non-volatile memory 49.

FIG. 21 shows a more detailed flow chart of the semi-automatic calibration. First a first calibration sweep is run 46 with the motor voltage set at a certain degree 51, depending on if it is a first sweep or previous sweeps have been run 106, in which the motor controller measures the motor 52 until the motor controller detects a knee 53. If a knee 53 is detected the firing angle/duty cycle is decreased by two degrees 54 and the phase angle and the motor voltage are recorded to the memory 55. This process is repeated to obtain at least four sweeps 56 to get a computed average value 57 of the phase angle and the firing angle/duty cycle. If during any step along the calibration sweep, the knee is not detected, then the firing angle/duty cycle is increased by at least one degree 58 and the next step is measured 59.

An alternative method for calibration is called manual calibration. FIG. 22 shows a flow chart of manual calibration. First a motor is placed on a dynamometer 70. Next the motor is connected to a computer for manual control 71 which allows the motor to be run in a open-loop mode and the firing angle/duty cycle of the AC induction motor to be manually set to any operating point. Then the motor is placed in a fully unloaded configuration 45. Next the firing angle/duty cycle is increased and the RMS motor voltage is reduced 72 until the motor is just about to stall. The firing angle/duty cycle and phase angle are recorded and this becomes a calibrated point which is recorded 73. Then the motor is started with drive elements fully on 74. Then the motor is placed in a fully loaded configuration 44. Next the

firing angle/duty cycle is increased or decreased until the RMS motor voltage is chopped by the motor controller 75 until the motor is just about to stall. The firing angle/duty cycle are recorded and this becomes another calibrated point which is recorded 73. Finally the two calibrated points are used to form a control line 76.

5 When the RMS line voltage is greater than a programmed fixed-voltage, the DSP controller clamps the RMS motor voltage at that fixed voltage so energy savings are possible even at full load. For example, if the mains voltage is above the motor nameplate voltage of 115V in the case of a single phase motor then the motor voltage is clamped at 115V. This operation of clamping the motor voltage, allows the motor controller to save energy even
10 when the motor is fully loaded in single-phase or three-phase applications..

FIG. 23 shows a flow chart of the fixed voltage clamp. First a phase error is computed 64. Next a voltage error is computed 65. Then the RMS motor voltage of the AC induction motor is determined and compared to a fixed voltage threshold 66. If the RMS motor voltage is greater than the fixed voltage threshold then it is determined whether or not control target
15 is positive 67. If the control target is positive then a voltage control loop is run 68. If the RMS motor voltage of the AC induction motor is less than a fixed-voltage threshold, then the a control line closed loop is run 69 and the entire process is repeated. If the control target is determined not to be positive then a control line loop is run 69 and the entire process is repeated again.

20 In some cases, it may not be possible to fully load the motor 3 during the calibration

process. Perhaps 50% is the greatest load that can be achieved while the motor is installed in the field. Conversely, it may not be possible to fully unload the motor; it may be that only 40% is the lightest load that can be achieved. FIG. 24 shows an example of both load points being near the middle of the operating range. On the unloaded end 45 at the right of the control line 25, the DSP 1 will set the fixed voltage clamp 60 of the voltage at minimum voltage 35. When the load on the motor increases, the DSP 1 will follow the control line moving to the left and up the control segment 61. This implementation is a conservative approach and protects the motor 3 from running in un-calibrated space.

As further shown in FIG. 25, on the fully loaded end 44 at the left, the DSP 1 will synthesize a control segment 61 with a large negative slope. This implementation is a conservative approach and drives the voltage to full-on.

Referring now to FIG. 26, the DSP-based motor controller uses a special technique to protect a motor from stalling. First, the DSP actively monitors for a significant increase in current 99 which indicates that load on the motor has increased. Next, if a significant increase is observed 100 then the DSP turns motor voltage to full on 101. Next, the DSP will attempt to reduce motor voltage to return to the control 102 and the DSP returns to actively monitoring for a significant increase in current 99. This technique is a conservative and safe alternative to the DSP attempting to track power requirements that are unknown at that time.

As further shown in FIG. 27, a graph of the stall mitigation technique, the load on the motor is represented on an x-axis and time is represented on a y-axis. The bottom line

represents the load on the motor 103 and the top line represents the power applied to the motor by the DSP 104. Prior to point a 105, the DSP is dynamically controlling the motor at a fixed load. In between point a 105 and point b 30, the load on the motor is suddenly increased and the DSP turns the motor voltage to full on. At point c 34, the DSP reduces the
5 motor voltage to point d 43.

Although a preferred embodiment of a motor controller method and system for maximizing energy savings has been disclosed, it should be understood, it is not to be limited to the specific form or arrangement of parts herein described and shown. It will be apparent to those skilled in the art that various changes may be made without departing from the scope
10 of the invention and the invention is not be considered limited to what is shown and described in the specification and drawings.

CLAIMS

Having thus described my invention, I claim:

1. A system for controlling an AC induction motor to maximize energy savings comprising:

a means for connecting a motor controller to an AC induction motor;

1 a means for placing a load on said AC induction motor;

2 a means for removing a load from said AC induction motor;

3 a means for sweeping a control space of the AC induction motor and taking

4 measurements of operating parameters of the AC induction motor;

5 a means for establishing a control line from said measurements;

6 a means for storing said control line in said motor controller;

7 a means for controlling said operating parameters; and

8 a means for performing closed-loop control of said AC induction motor to keep the

9 motor running in accordance with said control line.

10 2. The system of claim 1 further comprising:

11 a means for placing said AC induction motor in a fully loaded configuration.

12 3. The of claim 1 further comprising:

13 a means for placing said AC induction motor in a fully unloaded configuration.

14

15 4. The system of claim 1 further comprising:

16 measuring a current of said AC induction motor.

17 5. The system of claim 4 wherein:

18 the current measurement of the AC induction motor is accomplished by a digital

19 signal processor.

20 6. The system of claim 1 further comprising:

21 measuring phase angles of the AC induction motor.

22 7. The system of claim 6 wherein:

23 the phase angles measurements of the AC induction motor are accomplished by a

24 digital signal processor.

25 8. The system of claim 1 further comprising:

26 a means for controlling a firing angle/duty cycle of said AC induction motor.

27 9. The system of claim 8 wherein:

28 said means for controlling said firing angle/duty cycle of said AC induction motor

29 is accomplished by a digital signal processor.

30

31 10. The system of claim 1 wherein:

32 said means for sweeping the control space of the AC induction motor and

33 observing and measuring said operating parameters is accomplished by varying root square

34 means motor voltage of the AC induction motor.

35 11. The system of claim 10 wherein:

36 said means for varying the root square means motor voltage of the AC induction

37 motor is a digital signal processor.

38 12. The system of claim 1 wherein:

39 said means for establishing a control line from said measurements is accomplished

40 by a digital signal processor.

41

42 13. The system of claim 1 wherein:

43 said means for storing said control line in said motor controller is a non-volatile

44 memory.

45

46 14. The system of claim 1 wherein:

47 said means for performing closed-loop control of said AC induction motor to keep

48 the motor running in accordance with said control line is a digital signal processor.

49 15. The system of claim 1 wherein:
50 said means for performing closed-loop control of said AC induction motor to keep
51 the motor running in accordance with said control line is pulse width modulation.

52
53 16. The system of claim 15 wherein:
54 said pulse width modulation is performed using at least one TRIAC driver.

55
56 17. The system of claim 15 wherein:
57 said pulse width modulation is performed using at least one SCR driver.

58 18. The system of claim 15 wherein:
59 said pulse width modulation is performed using at least one IGBT driver.

60
61 19. The system of claim 15 wherein:
62 said pulse width modulation is performed using at least one MOSFET driver.

63
64 20. The system of claim 1 further comprising:
65 a means for clamping voltage of the motor at maximum voltage.

66 **21.** The system of claim 1 further comprising:
67 a means for preventing said AC induction motor to run at voltages below minimum
68 voltage.

69

70 **22.** The system of claim 1 further comprising:
71 a means for determining virtual neutral as a reference.

72

73 **23.** The system of claim 1 further comprising:
74 a means for detecting zero-crossings of positive and negative halves of a current
75 waveform in said AC induction motor .

76

77 **24.** The system of claim 23 wherein:
78 said means for detecting zero-crossings of positive and negative halves of a current
79 waveform is at least one window comparator.

80

81 **25.** The system of claim 24 wherein:
82 a positive voltage is provided to the at least one window comparator as a reference
83 for a positive half cycle;
84 a negative voltage is provided to the at least one window comparator as a reference
85 for a negative half cycle;

86 signals from the at least one window comparator pass through an OR gate to create
87 composite current zero-cross digital signals.

88 26. The system of claim 1 further comprising:
89 a means for protecting against stalling in said AC induction motor.

90

91 27. The system of claim 26 wherein:
92 a DSP actively controls said AC induction motor while constantly sweeping said
93 AC induction motor for increases in motor current;

94 said DSP turns motor voltage to full on when an increase in motor current is
95 detected; and

96 said DSP reduces the motor voltage to follow a control line after current returns to
97 a lower level.

98 28. A method for controlling an AC induction motor to maximize energy
99 savings comprising the steps of:
100 a. connecting a motor controller to an AC induction motor;
1 b. sweeping a control space of the AC induction motor and observing and
2 measuring operating parameters of the AC induction motor throughout the
3 control space;

- 4 c. establishing a control line for said AC induction motor from said
- 5 parameters;
- 6 d. storing said control line in said motor controller;
- 7 e. controlling the operating parameters along the control line; and
- 8 f. performing closed-loop control of said AC induction motor to keep the
- motor running in accordance with said control line.

1 29. The method of claim 28 wherein step b comprises:

2 placing said AC induction motor in a fully loaded configuration;

3 determining said AC induction motor's fully loaded point;

4 placing said AC induction motor in a fully unloaded configuration; and

5 determining said AC induction motor's fully unloaded point.

6 30. The method of claim 28 further comprising:

7 connecting the AC induction motor's fully loaded and fully unloaded point to

8 establish the control line of the motor.

9 31. The method of claim 28 further comprising a step after step d of:

1 increasing firing angle/duty cycle of the AC induction motor from eighty degrees

2 to one-hundred-fifty degrees and recording current and phase angles along the control

3 line.

4 **32.** The method of claim 28 further comprising a step of:
5 recording current and phase angles along the control line.

6

7 **33.** The method of claim 28 wherein step e comprises:
8 controlling the operating parameters of voltage along the control line using pulse
9 width modulation.

10 **34.** The method of claim 28 wherein:
11 said pulse width modulation is performed using at least one TRIAC driver.

12

13 **35.** The method of claim 32 wherein:
14 said pulse width modulation is performed using at least one SCR driver.

15

16 **36.** The method of claim 32 wherein:
17 said pulse width modulation is performed using at least one IGBT driver.

18

19 **37.** The method of claim 32 wherein:
20 said pulse width modulation is performed using at least one MOSFET driver.

21

22 **38.** The method of claim **28** wherein step e further comprises:

23 clamping the operating parameters of voltage at minimum voltage and not

24 allowing said AC induction motor to run at voltages below minimum voltage.

25 **39.** The method of claim **28** further comprising a step after step b of:

26 determining virtual neutral for use as a reference.

27

28 **40.** The method of claim **28** further comprising a step after step b of:

 detecting zero-crossings of positive and negative halves of a current waveform in
said AC induction motor .

41. The method of claim **40** wherein:

 a positive voltage is provided to at least one window comparator as a reference for
a positive half cycle;

 a negative voltage is provided to the at least one window comparator as a reference
for a negative half cycle;

 signals from the at least one window comparator pass through an OR gate to create
composite current zero-cross digital signals.

42. The method of claim **28** further comprising a step after step f of:

protecting against stalling in said AC induction motor.

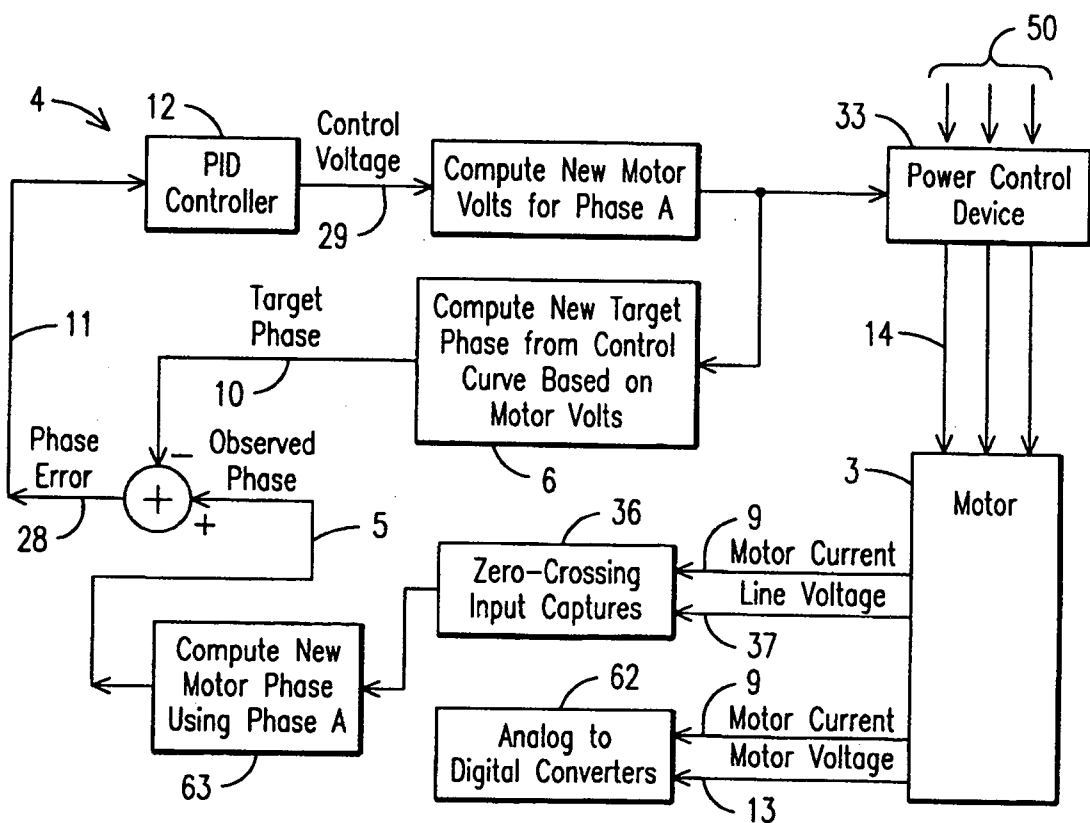
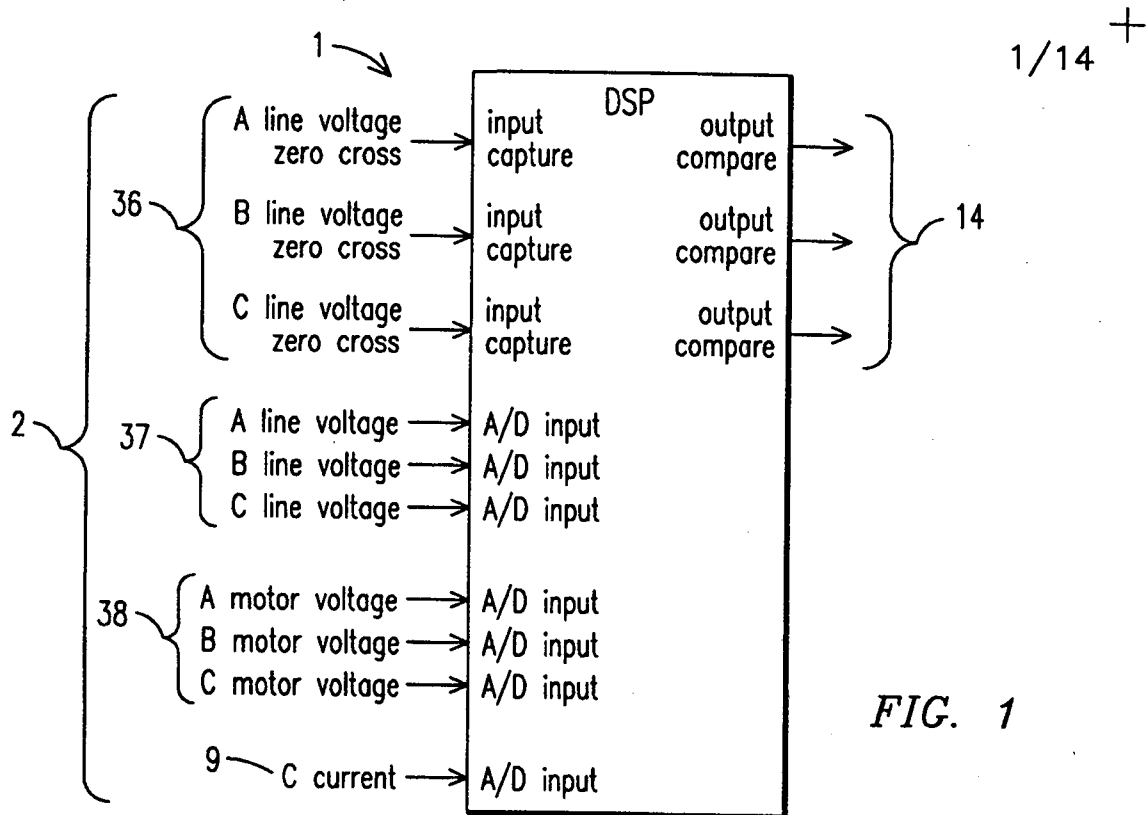
43. The method of claim 42 wherein:

a DSP actively controls said AC induction motor while constantly sweeping said AC induction motor for increases in motor current;

said DSP turns motor voltage to full on when an increase in motor current is detected; and

said DSP reduces the motor voltage to follow a control line after current returns to a lower level.

37



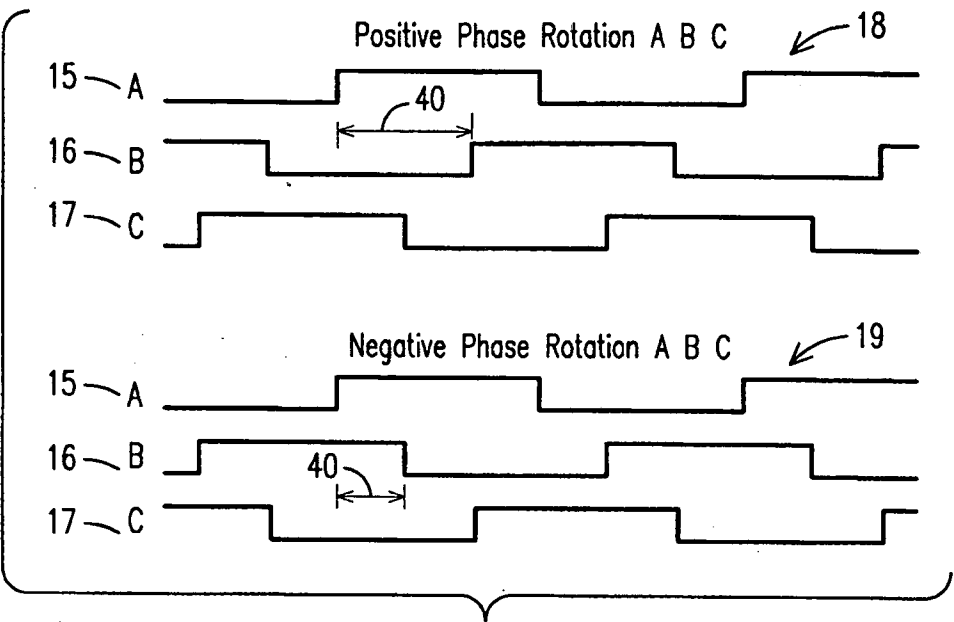


FIG. 3

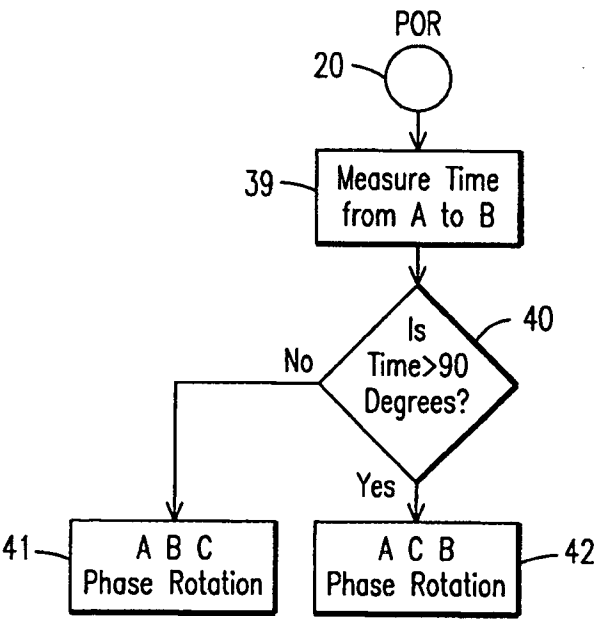


FIG. 4

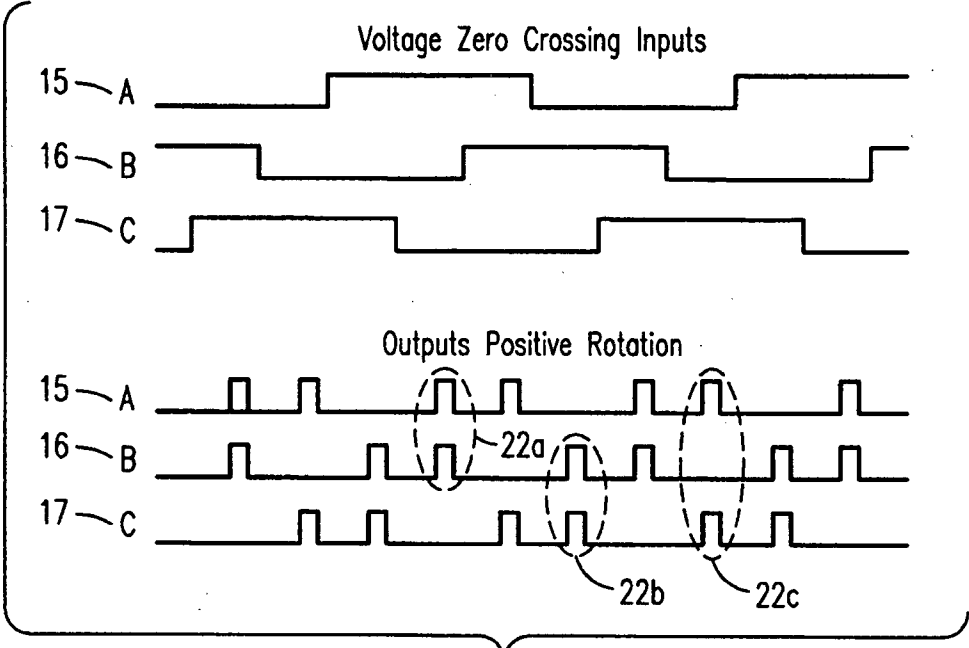


FIG. 5

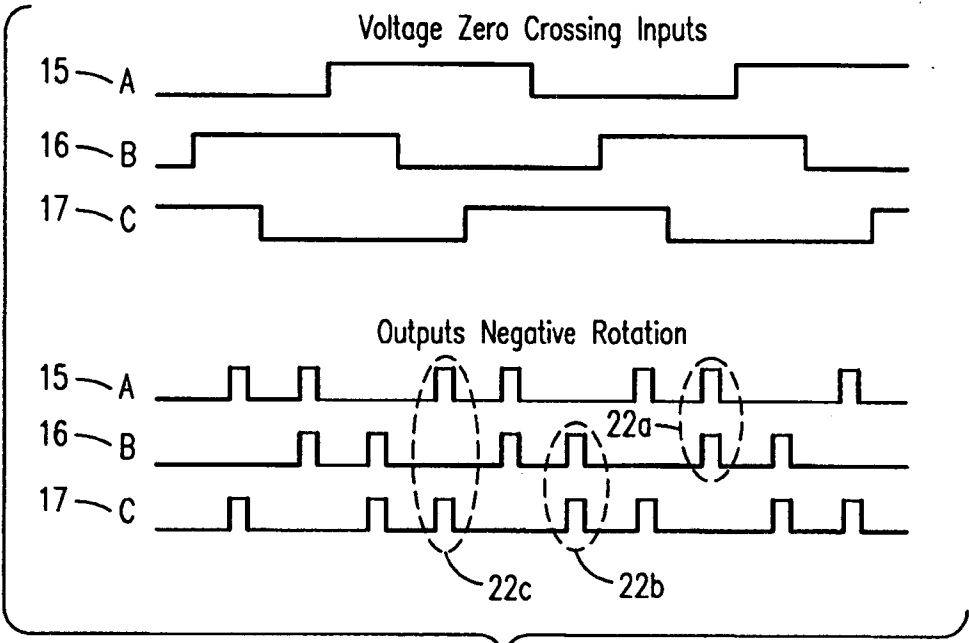


FIG. 6

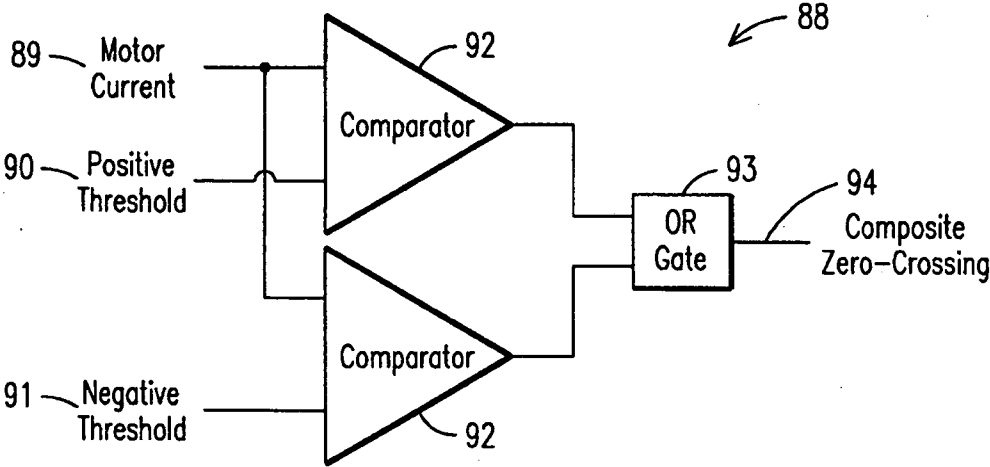


FIG. 7

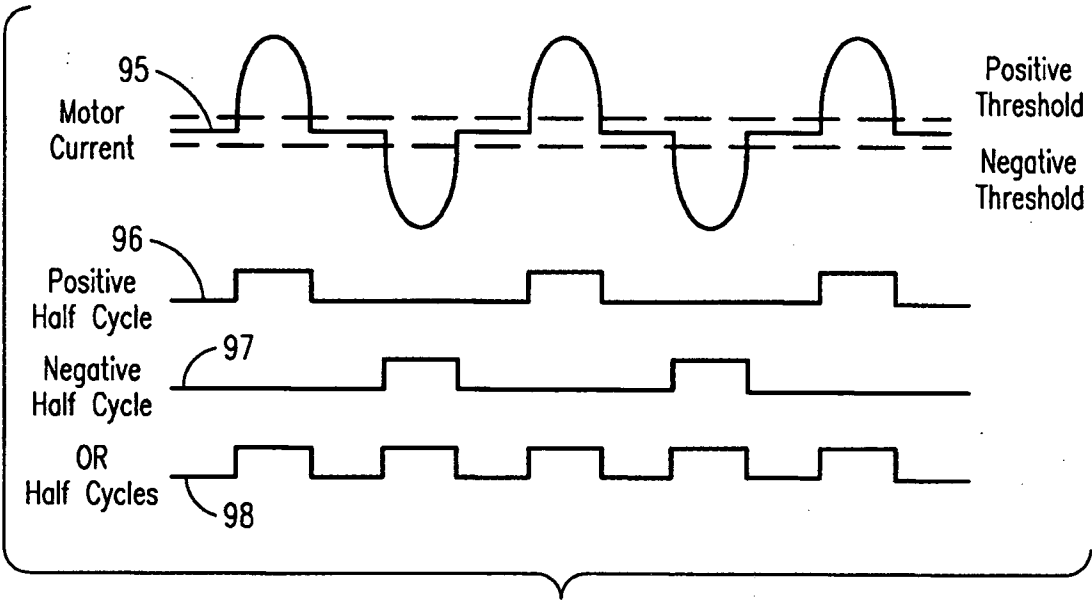


FIG. 9

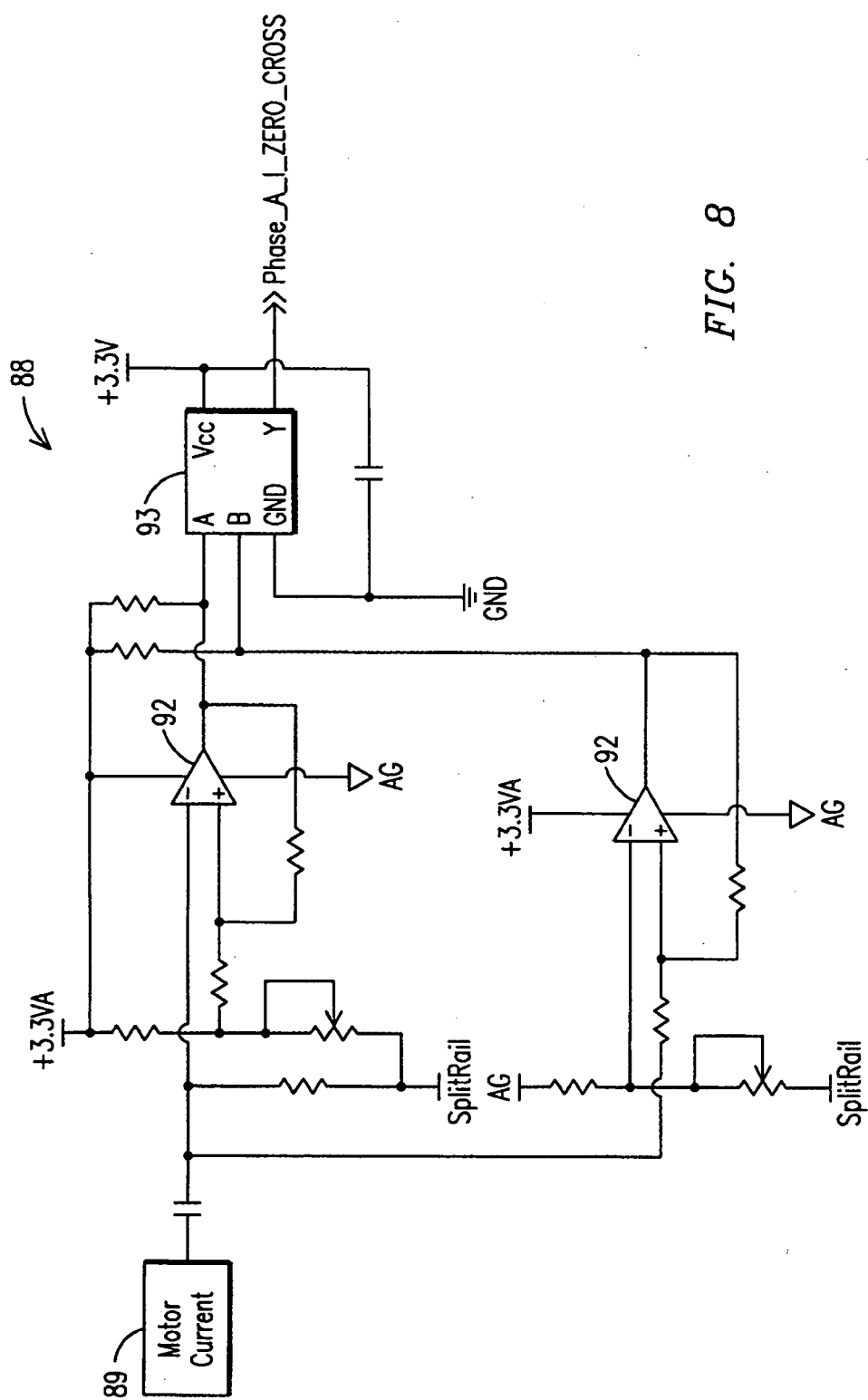


FIG. 8

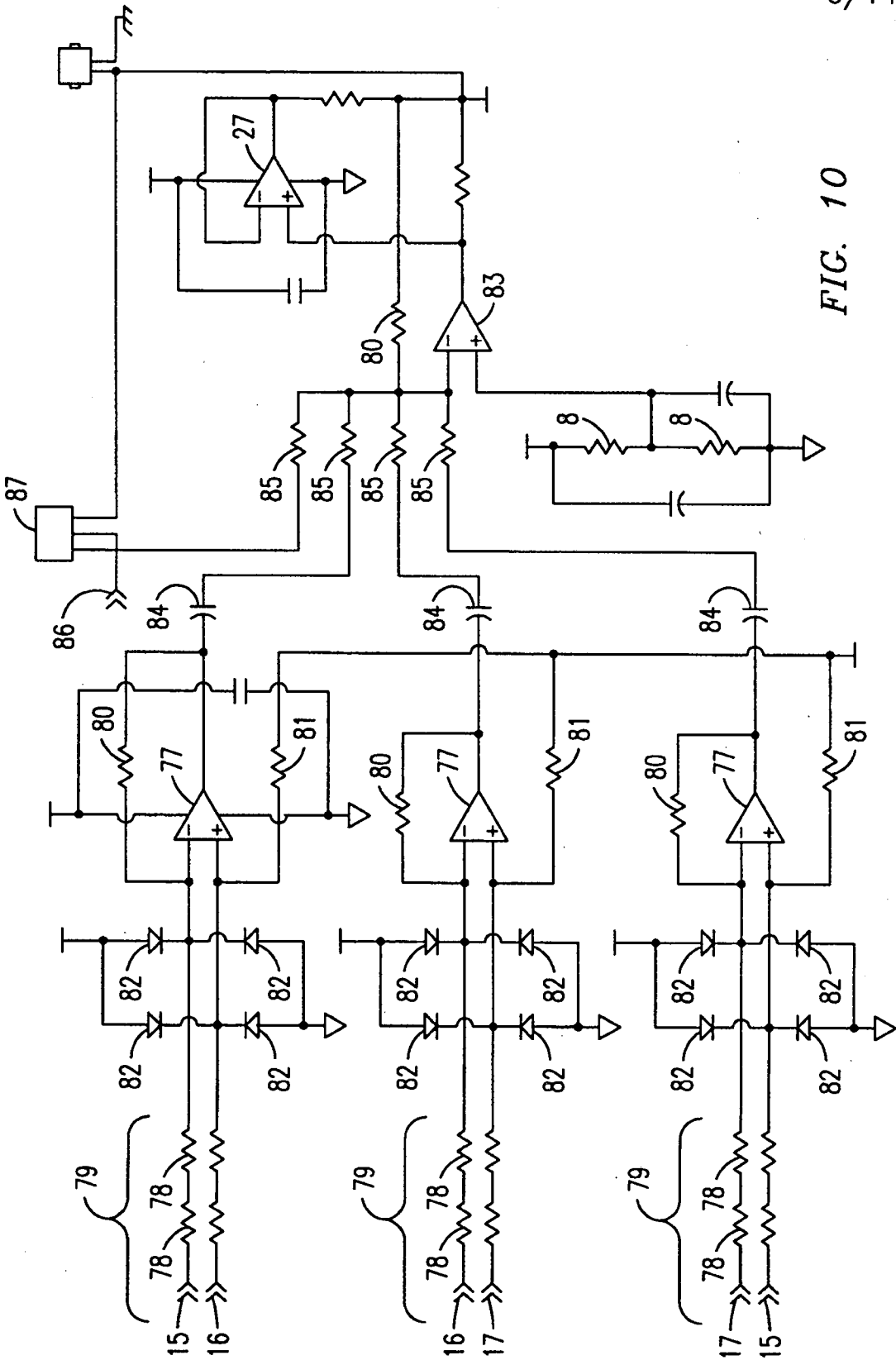


FIG. 10

7/14 +

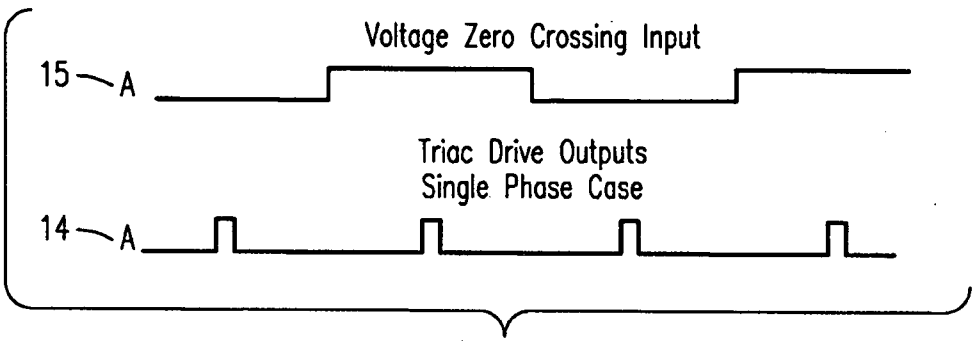


FIG. 11

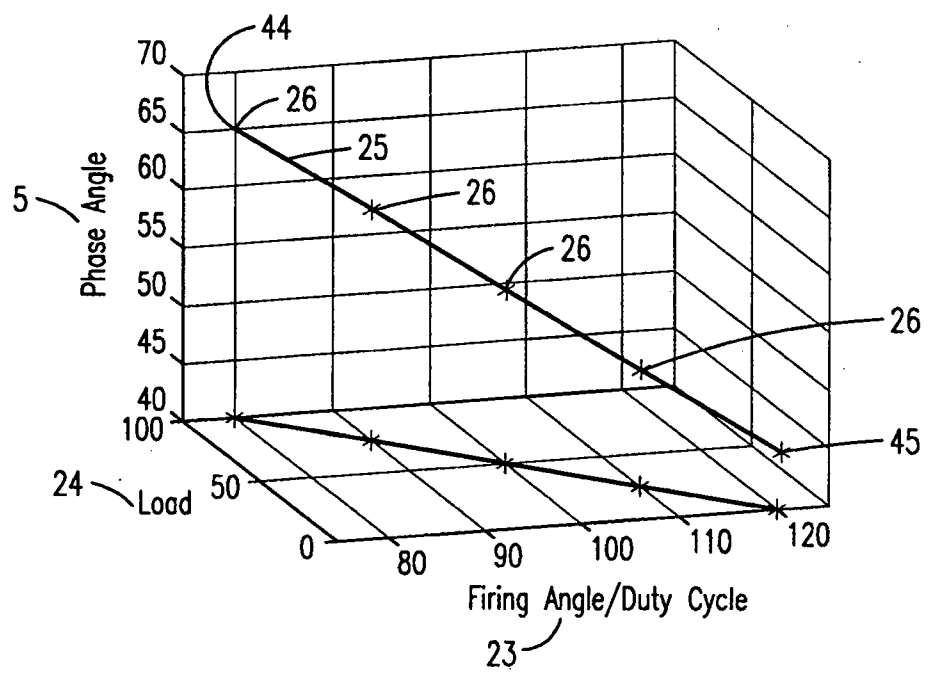
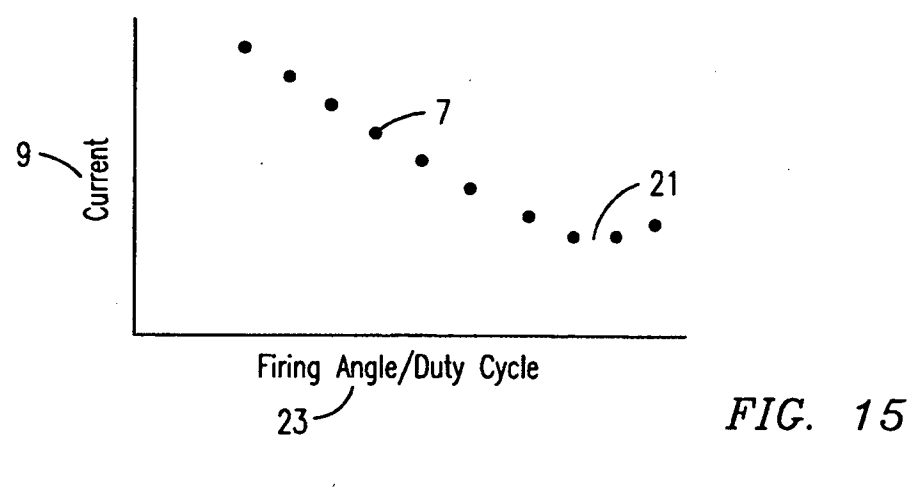
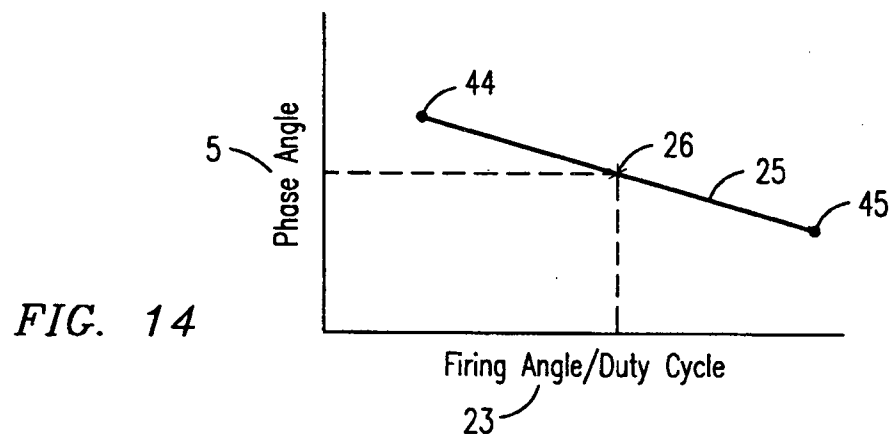
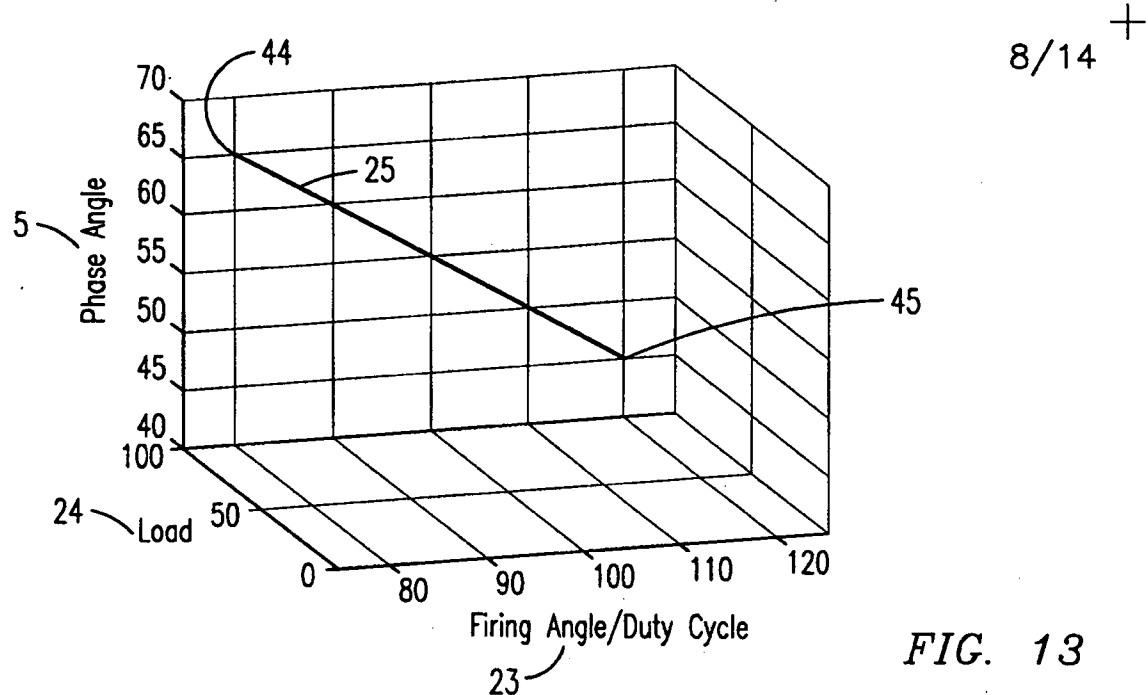


FIG. 12

+



+

9/14 +

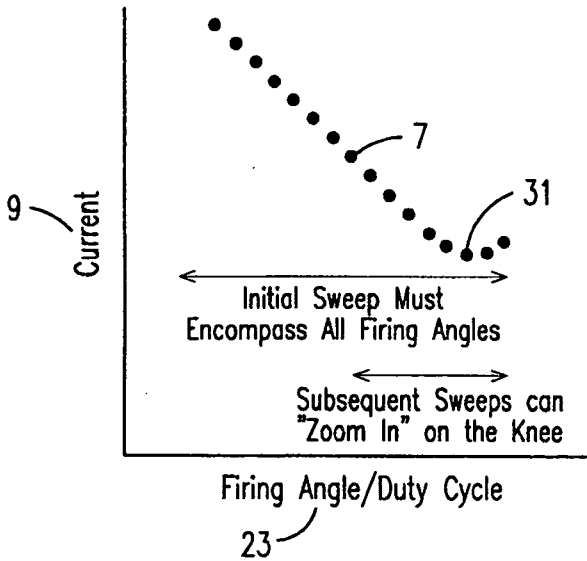


FIG. 16

FIG. 17

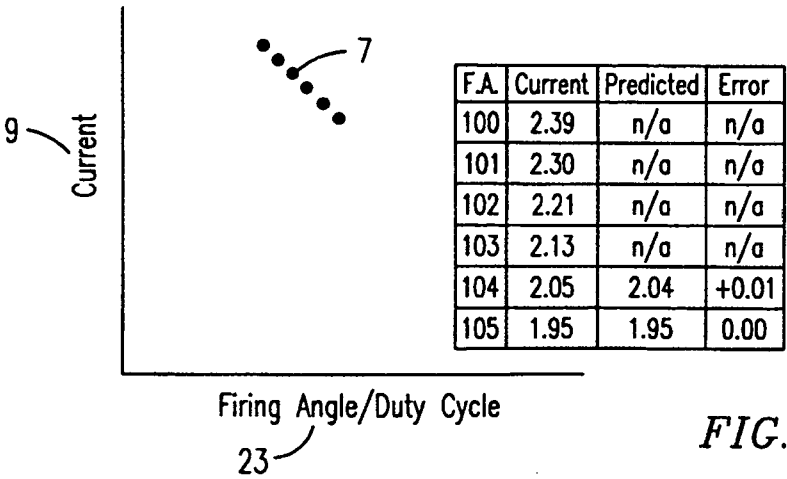
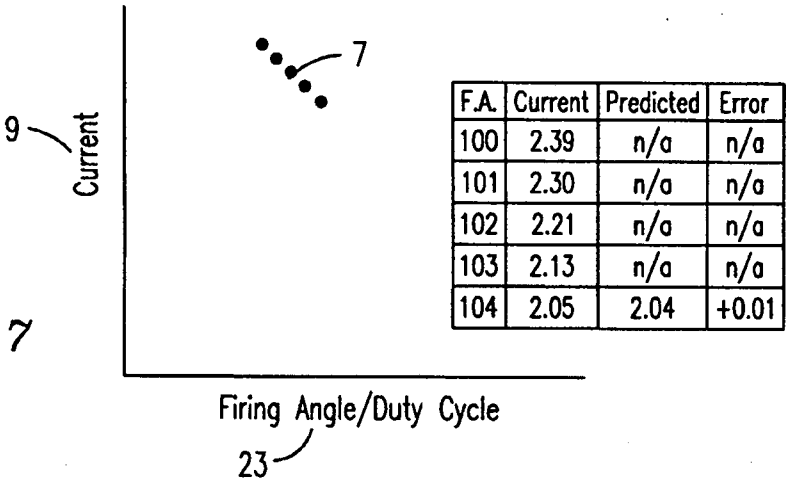


FIG. 18

+

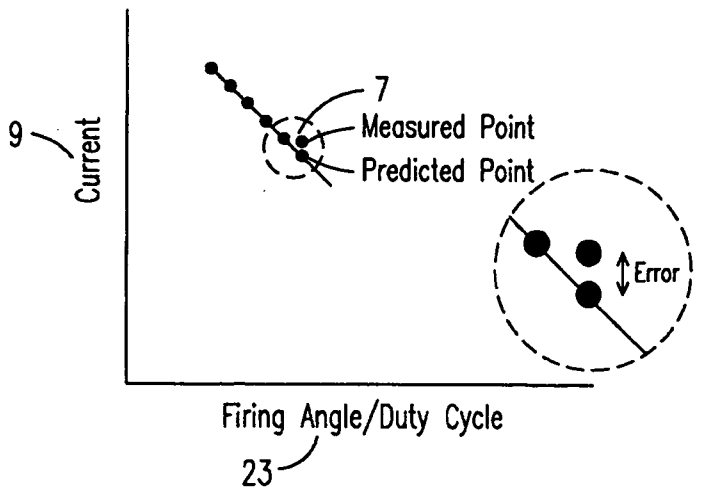


FIG. 19

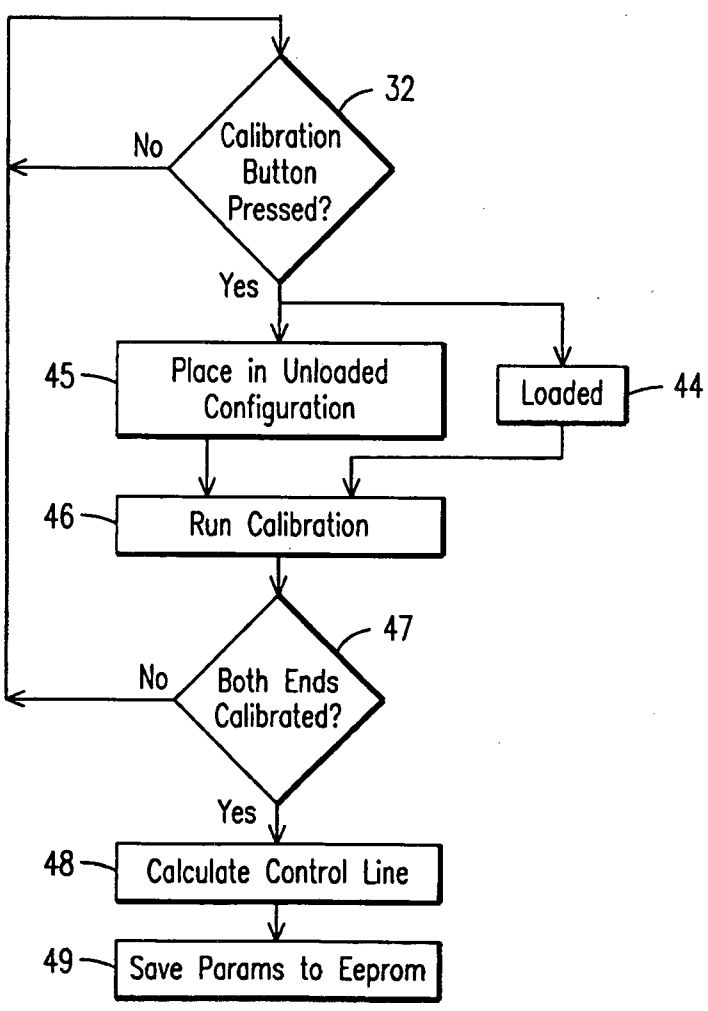


FIG. 20

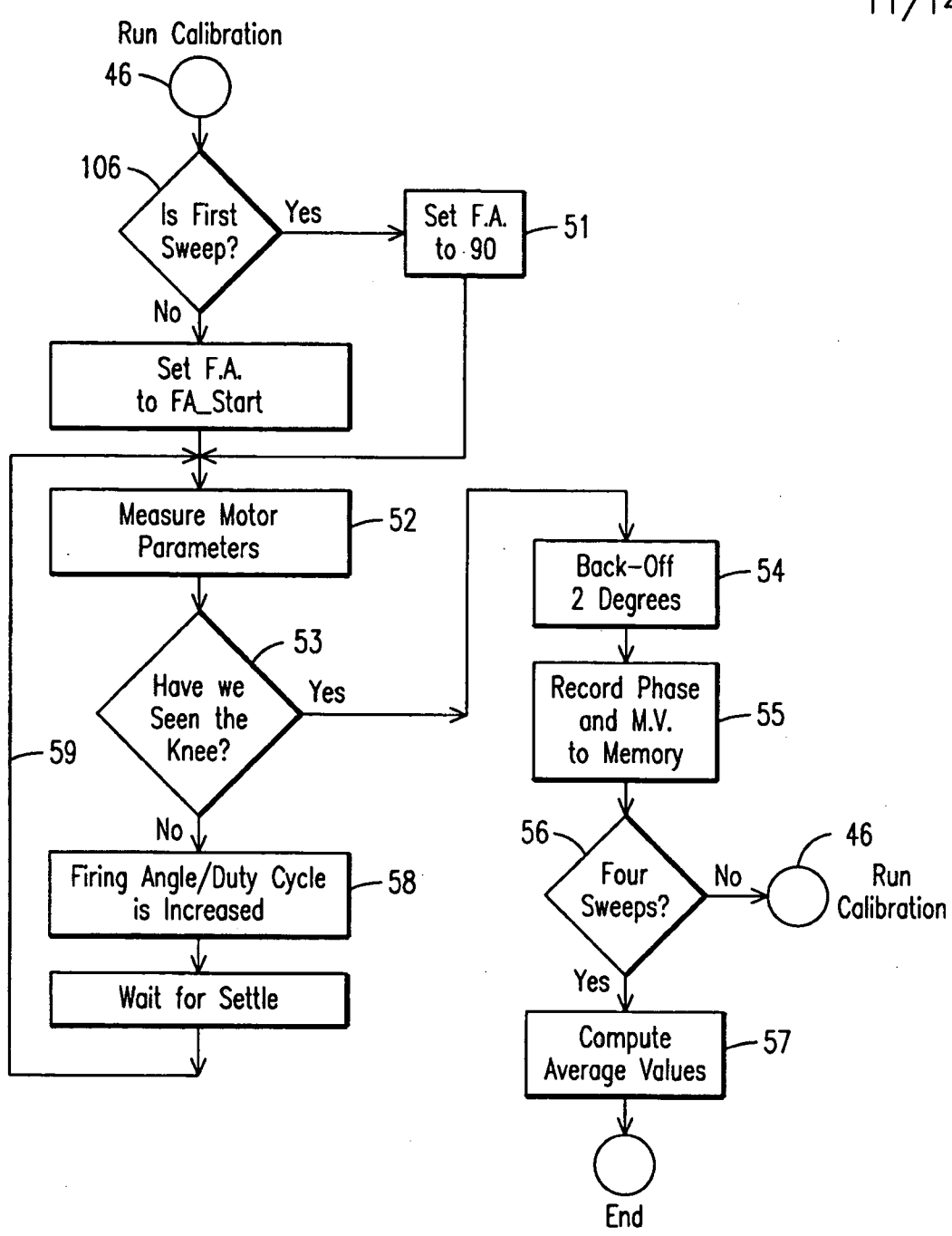
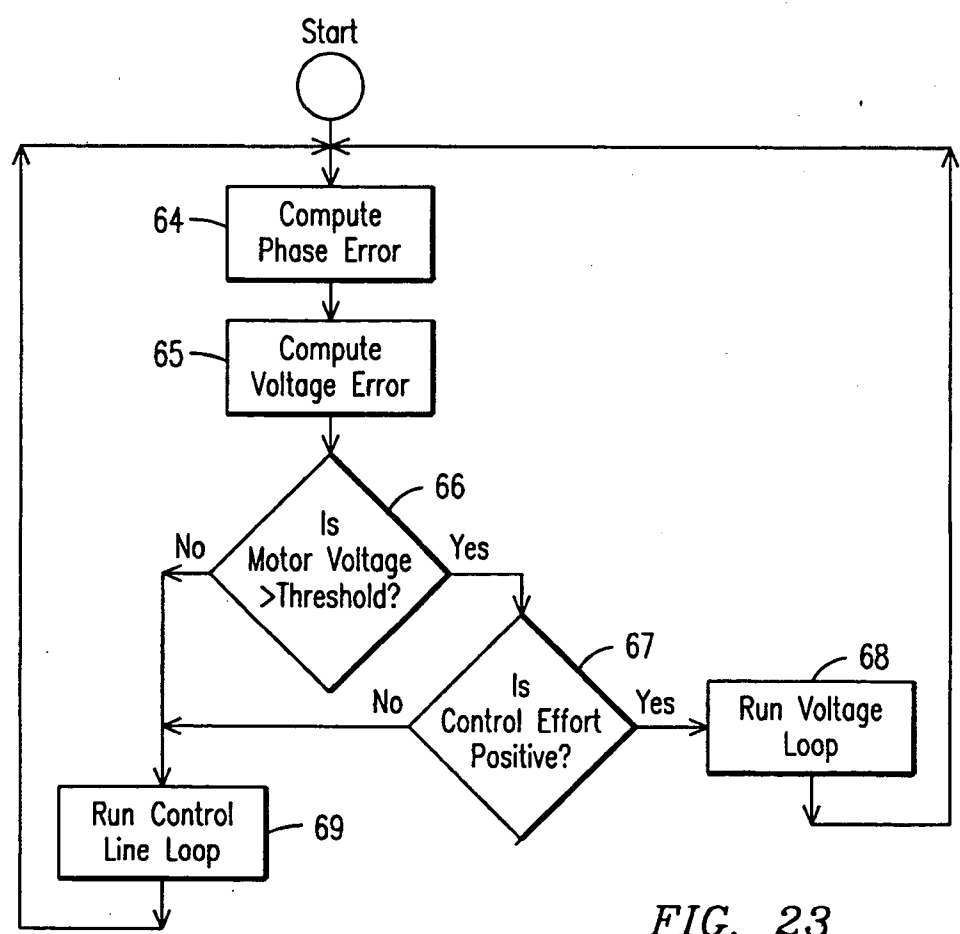
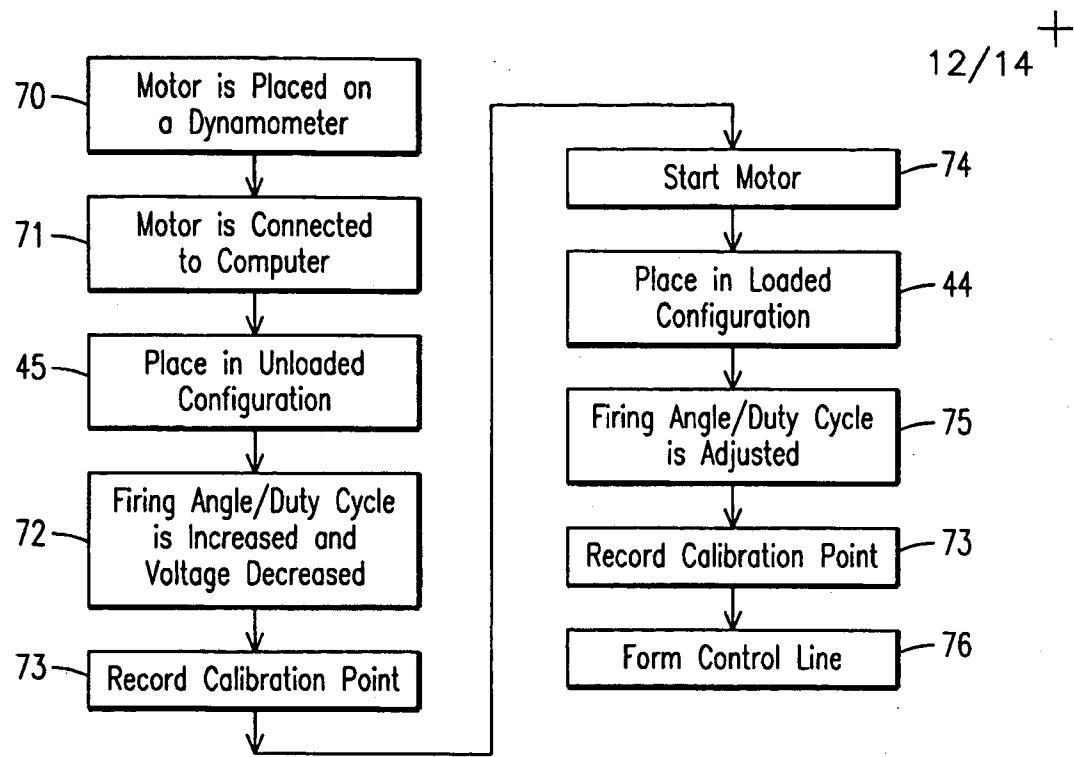


FIG. 21



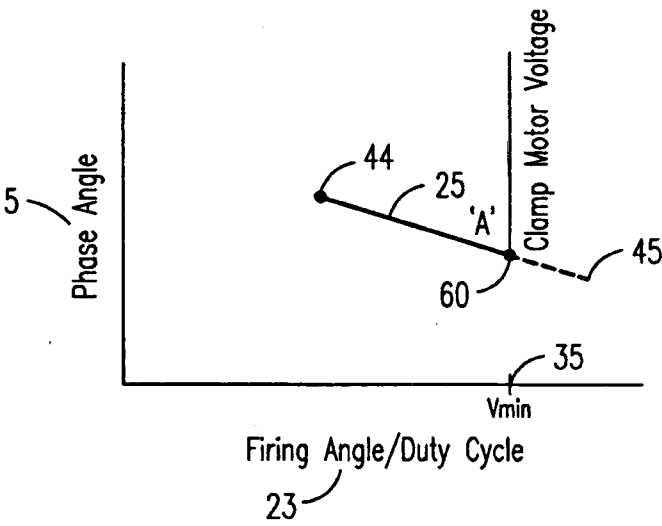


FIG. 24

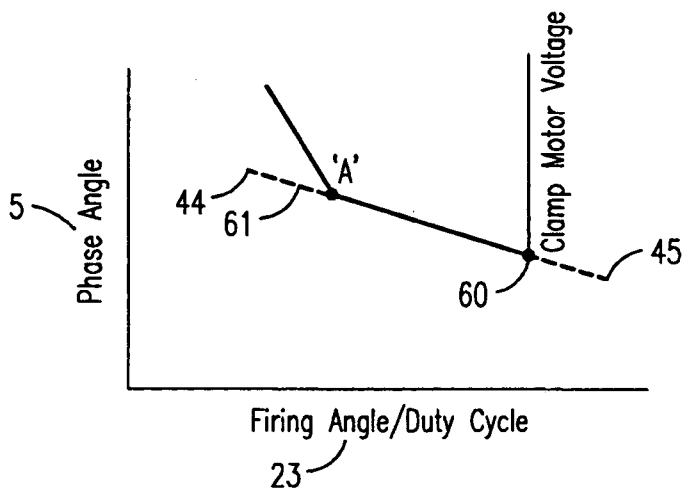


FIG. 25

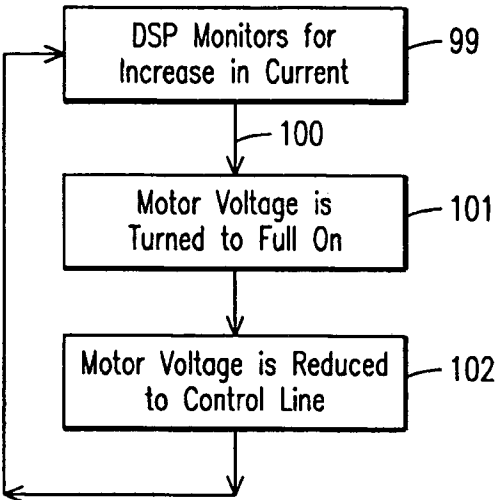


FIG. 26

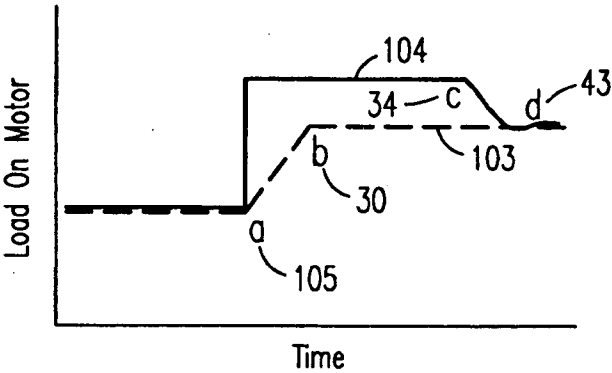


FIG. 27

**SISTEMA DE CONTROLADOR DE MOTOR Y METODOS PARA
MAXIMIZAR AHORROS DE ENERGIA**

REFERENCIA CRUZADA A SOLICITUD RELACIONADA

5

Esta solicitud reclama el beneficio de la Solicitud Provisional de E.U.A. Nos. 60/933,706 presentada el 14 de Septiembre, 2006; y 61/135,402 presentada el 21 de Julio, 2008.

10

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

La invención se refiere a un sistema y a un método para maximizar los ahorros de energía en motores de inducción AC en cada carga, más particularmente una que utiliza un procesador de señal digital que calibra las líneas de control para determinar las características operacionales más eficientes de los motores.

En sistemas y métodos previos relacionados con controladores de motor de ahorro de energía que utiliza líneas de control de un motor, se utilizó un ángulo de fase constante y/o control de factor de energía constante para determinar las líneas de control. Esto significa que las líneas de control fueron horizontales y los controladores de motor no fueron capaces de controlar el motor en un punto operativo calibrado específico en cada carga para maximizar ahorros de energía.

De esa forma, existe una necesidad de un método y sistema

para motores de inducción AC que controlen el motor a un punto operativo calibrado específico en cada carga. Los puntos operativos tomados a través de todas las cargas definirán una línea de control o una curva de control. Además, existe una necesidad de un método y un sistema para motores de inducción AC que sean capaces de reconocer cuando un motor empieza a deslizarse y está a punto de atacarse y utiliza esa información para determinar la línea de control calibrada para maximizar en ahorros de energía en cada carga.

Las Patentes relevantes de la técnica previa incluyen la siguiente referencia:

<u>Patente/Serie No.</u>	<u>Inventor</u>	<u>Publicación/Fecha de Publicación</u>
2008/0100245	Turner	05-01-2008
7,288,911	MacKay	10-30-2007
7,279,860	MacKay	10-09-2007
7,256,564	MacKay	08-14-2007
7,211,982	Chang y otros	05-01-2007
7,081,729	Chang y otros	07-25-2006
6,643,149	Arnet y otros	11-04-2003
6,489,742	Lumsden	12-03-2002
5,506,484	Munro y otros	04-09-1996
5,350,988	Le	09-27-1994

BREVE DESCRIPCION DE LA INVENCION

El objetivo principal de la presente invención es proporcionar

un sistema y un método para maximizar ahorros de energía en motores de inducción AC en cada carga.

Otro objeto de la presente invención es proporcionar un sistema y un método que reconoce cuando un motor empieza a
5 deslizarse y cuando el motor se va a atascar.

Un objeto adicional de la presente invención es proporcionar un sistema y un método que controla el motor a un punto operativo calibrado específico en cada carga.

Otro objeto de la presente invención es proporcionar un
10 controlador de motor que es capaz de observar las características operativas de los motores de inducción AC.

Otro objeto de la presente invención es proporcionar un controlador de motor capaz de hacer correcciones al voltaje de motor RMS mientras un motor de inducción AC está funcionando y bajo
15 control de bucle cerrado.

Otro objeto de la presente invención es proporcionar un controlador de motor capaz de responder a cambios en la carga de un motor de inducción AC en tiempo real.

La presente invención cumple con los objetos anteriores y otros
20 al proporcionar un sistema y un método de controlador de motor para maximizar los ahorros de energía en el motor en cada carga en donde se calibra un motor en uno o más puntos de carga, establecer una línea curva de control, que después se programa en una memoria no volátil del controlador de motor. Un procesador de señal
25 digital (DSP) una parte de la arquitectura de bloque cerrado del

controlador de motor posee la capacidad de observar los parámetros de motor tal como corriente, ángulos de fase y voltaje de motor. Este controlador de motor basado en DSP además es capaz de controlar el ángulo de encendido/ciclo de trabajo en el modo de bucle abierto
5 como parte de un procedimiento de calibración semi-automático. Durante la operación normal, el controlador de motor basado en DSP realiza el control de bucle cerrado para mantener al motor funcionando en un punto de control objetivo calculado, para que se realicen ahorros de energía máximos. El método aquí descrito
10 trabaja igualmente bien para motores de fase individual y en tres fases.

La implementación preferida de este método utiliza un DSP para muestrear la corriente y el voltaje en un motor en tiempos distintos al utilizar convertidores analógico a digital. A partir de
15 estas señales, el DSP puede calcular parámetros de motor clave, incluyendo voltaje de motor RMS, corriente RMS y ángulo de fase. Además, el controlador de motor basado en DSP puede utilizar cronómetros y técnicas de modulación de ancho de curso (PWM) para controlar de forma precisa el voltaje de motor RMS. Típicamente se
20 realiza la PWM al utilizar dispositivos de control de energía tal como TRIAC, SCR, IGBT y MOSFET.

Los objetos, características y ventajas anteriores y otros de la presente invención deben volverse incluso más fácilmente evidentes para aquellos expertos en la técnica con una lectura de la siguiente
25 descripción detallada en conjunto con los dibujos, en donde se

muestran y describen modalidades ilustrativas de la invención.

BREVE DESCRIPCION DE LOS DIBUJOS

5 En la siguiente descripción detallada, se hará referencia a los dibujos anexos en donde:

La Figura 1 es un diagrama de bloques de un procesador de señal digital (DSP) con entradas y salidas de hardware de la presente invención mostrando entradas y salidas de hardware;

10 La Figura 2 es un diagrama de bloques de un controlador de motor basado en DSP de la presente invención;

La Figura 3 es un diagrama que muestra un método de detección de rotación de fase de la presente invención;

La Figura 4 es un cuadro de flujo que muestra un método de
15 detección de rotación de fase de la presente invención;

La Figura 5 es una gráfica que muestra salidas de dispositivo de control de energía para rotación de fase positiva;

La Figura 6 es una gráfica que muestra salidas de dispositivo de control de energía para rotación de fase negativa;

20 La Figura 7 es un diagrama de bloques de un comparador de ventana;

La Figura 8 es una vista esquemática del operador de ventana;

La Figura 9 es una gráfica de una forma de onda de corriente y señales de cruce cero;

25 La Figura 10 es un esquema de un circuito neutro virtual;

La Figura 11 es una gráfica que muestra salidas de dispositivo de control de energía para aplicaciones de fase individual;

La Figura 12 es una gráfica tridimensional que muestra una línea de control tridimensional de la presente invención;

5 La Figura 13 es una gráfica tridimensional que muestra una línea de control proyectada en un plano;

La Figura 14 es una gráfica que muestra una línea de control trazada bidimensional;

10 La Figura 15 es una gráfica que muestra un ángulo de encendido de barrido/ciclo de trabajo en una calibración semi-automática;

La Figura 16 es una gráfica que muestra un barrido dirigido de un ángulo de encendido/ciclo de trabajo;

15 La Figura 17 es una gráfica que muestra datos de calibración semi-automática trazados;

La Figura 18 es una gráfica que muestra datos de calibración semi-automática trazados;

La Figura 19 es una gráfica que muestra datos de calibración semi-automática trazados;

20 La Figura 20 es un cuadro de flujo de una calibración de alto nivel semi-automática;

La Figura 21 es un cuadro de flujo de una calibración de alto nivel semi-automática;

La Figura 22 es un cuadro de flujo de una calibración manual;

25 La Figura 23 es un cuadro de flujo de una abrazadera de

voltaje fijo;

La Figura 24 es una gráfica que muestra una abrazadera de voltaje de motor RMS;

La Figura 25 es una gráfica que muestra una abrazadera de voltaje de motor RMS;

La Figura 26 es un cuadro de flujo de una técnica de mitigación de atascado; y

La Figura 27 es una gráfica que muestra la técnica de mitigación de atascado.

10

DESCRIPCIÓN DE LAS MODALIDADES PREFERIDAS

Para los propósitos de describir la modalidad preferida, la terminología utilizada con referencia a los componentes numerados en los dibujos es como sigue:

15

20

25

- | | |
|--|---|
| 1. Procesador de sistema digital (DSP) | 54. Disminuye ángulo de encendido/ciclo de trabajo por 2° |
| 2. Entradas de hardware | 55. Ahorra ángulo de fase y voltaje de motor |
| 3. Motor | 56. Repetir cuatro veces |
| 4. Controlador de motor | 57. Calcular valores promedio |
| 5. Ángulos de fase observado | 58. Aumentar el ángulo de encendido/ciclo de trabajo |

- | | |
|--|--|
| 6. Línea de control | 59. Mide el siguiente paso |
| 7. Curva de datos de calibración observada de barrido de espacio | 60. Abrazadera de voltaje fijo |
| 5 de control | |
| 8. Resistencias de división de suministro | 61. Sintetiza segmento de control |
| 9. corriente | 62. Convertidor analógico digital |
| 10. Ángulo de fase objetivo | 63. Cálculo de fase |
| 10 11. Señal de error de fase | 64. Se calcula error de fase |
| 12. Controlador derivativo integral proporcional (PID) | 65. Se calcula error de voltaje |
| 13. Voltaje de motor de raíz cuadrada media (RMS) | 66. Se compara el voltaje de motor RMS con el umbral de voltaje fijo |
| 15 | 67. El objetivo de control es positivo |
| 14. Salidas de dispositivo de control de energía | 68. Se corre el bucle de voltaje |
| 15. Cruce cero de voltaje de línea de fase A | |
| 20 16. Cruce cero de voltaje de línea de fase B | 69. Se corre el bucle de línea de control |
| 17. Cruce cero de voltaje de línea de fase C | 70. Motor colocado en dinamómetro |

	18. Rotación de fase positiva	71. Se conecta el motor a la computadora
	19. Rotación de fase negativa	72. Aumenta el ángulo de encendido/ciclo de trabajo y disminuye el voltaje
5	20. Restablecimiento de encendido (POR)	73. Registrar punto de calibración
	21. Punto de atascado	74. Arrancar motor
10	22. Tiempos de encendido de fase a, c, b	75. Se ajusta el ángulo de encendido/ciclo de trabajo
	23. Ángulo de encendido/ciclo de trabajo	76. Formar línea de control
	24. Porcentaje de carga	77. Amplificadores con extremo diferencial a individual
15	25. Línea de control paramétrica	78. Resistencias de entrada
	26. Punto operativo	79. Atenuador
	27. Amplificador de impedancia de salida baja	80. Resistencia de retroalimentación
20	28. Error de fase	81. Resistencia de referencia a tierra
	29. Voltaje de control	82. Diodos de protección
	30. Punto b	83. Amplificador de suma
	31. Rodilla	84. Capacitores de bloqueo DC
25	32. Botón de calibración	85. Resistencias de suma

	33. Dispositivo de control de energía	86. Neutral
	34. Punto c	87. Bloque de puente para conexión neutral alterna
5	35. Voltaje mínimo (Vmin)	88. Comparador de ventana
	36. Entradas de cruce de fase cero	89. Se proporciona corriente de motor
	37. Voltaje de línea de fase	90. Se proporciona voltaje positivo
10	38. Voltaje de motor de fase	91. Se proporciona voltaje negativo
	39. Se mide el tiempo	92. El voltaje pasa a través de dos comparadores
15	40. El tiempo es mayor o menor que 90°	93. El voltaje pasa a través de la puerta de operación (OR)
	41. Rotación ABC	94. Se crea la señal digital de cruce cero
	42. Rotación ACB	95. Forma de onda de corriente
20	43. Punto d	96. Ciclo medio de voltaje positivo
	44. Colocar en configuración cargada	97. Ciclo medio de voltaje negativo
	45. Colocar en configuración descargada	98. Función OR
25		

- | | | |
|----|---|--|
| | 46. Calibración de funcionamiento | 99. DSP verifica aumento en corriente |
| | 47. Extremos de línea de control calibrados | 100. Se observa aumento |
| 5 | 48. Calcular línea de control | 101. Se enciende completamente el voltaje de motor |
| | 49. Líneas de control de ahorro | 102. Se reduce el voltaje de motor a la línea de control |
| | 50. Voltajes de línea | 103. Cargar en el motor |
| 10 | 51. Establecer ángulo de encendido/ciclo de trabajo a 90° | 104. Energía aplicada al motor |
| | 52. Medir parámetros de control | 105. Punto a |
| | 53. Detecta rodilla | 106. Contar barridos |

15 Con referencia a la Figura 1, se muestra un diagrama de bloques de un procesador de señal digital (DSP) 1 y entradas y salidas de hardware de la presente invención. El DSP 1 puede observar las características operativas de un motor y hacer correcciones al voltaje de raíz cuadrada media (RMS) para el motor

20 que corre y está bajo el control del bucle cerrado. Entradas de hardware 2 capturan las entradas de cruce cero de fase 36, el voltaje de línea de fase 37, voltaje de motor de fase 38 y corriente 9 y pasan a través de DSP 1 para procesamiento y entonces en los dispositivos de control de energía a través de las salidas del

25 dispositivo de control de energía 14.

Haciendo referencia ahora a la Figura 2, se muestra un diagrama de bloques de un sistema y método para el controlador de motor basado en DSP 4 de la presente invención. Primero, el controlador de motor 4 lee los voltajes 37 de cada fase A, B y C y la corriente 9 para capturar las entradas de cruce cero 36. En este punto, el voltaje 17 y la corriente 9 pueden convertirse de analógica a digital utilizando convertidores 62. Después, los cálculos 63 del ángulo de fase de motor para cada fase se calculan para generar un ángulo de fase observado 5. Después, un ángulo de fase objetivo 10 que ha sido derivado de una línea de control preprogramada 6 se compara con el ángulo de fase observado 5. La diferencia entre el ángulo de fase objetivo 10 y el ángulo de fase observado 5 genera una señal error de fase resultante 11 que se procesa por un filtro digital llamado un controlador derivativo integral proporcional (PID) 12 que tiene componentes proporcionales, integrales y diferenciales. La salida del controlador PID 12 es el nuevo voltaje de control 13 para el motor 3, que puede obtenerse a través del uso de los dispositivos de control de energía 33, tal como TRIACs, SCRs, IGBTs o MOSFETS, para generar salidas de dispositivo de control de energía 14 de voltaje de motor RMS 13 proporcionado con voltajes de línea 50 para cada fase para ahorros de energía máximos.

En este sistema de bucle cerrado, se verifica continuamente el voltaje 13 de cada fase de motor 3 y la corriente. El controlador de motor 4 manejará el ángulo de fase observado 5 al punto de la línea de control calibrada 6 que corresponde a la carga que está en el

motor. En este punto, se realizarán ahorros de energía máxima debido a que la línea de control 6 se basa en datos de calibración conocidos del motor 3. El controlador de motor 4 puede controlar el motor 3 justo como si un técnico estableciera el voltaje 13 a mano.

- 5 La diferencia es que el DSP 1 puede responder dinámicamente a cambios en la carga en tiempo real y hacer estos ajustes en una base de ciclo por ciclo.

Haciendo referencia ahora a la Figura 3, en un sistema de tres fases, se utiliza un controlador de motor 4 para determinar automáticamente la rotación de fase. Los detectores de cruce cero en los voltajes de línea proporcionan una medida exacta del ángulo entre los cruces cero de voltaje de línea de fase A 15 y los cruces cero de voltaje de línea de fase B 16. Para la rotación de fase positiva 18, el ángulo es nominalmente de 120° y para la rotación de
15 pasa negativa 19, el ángulo es nominalmente 60° .

Haciendo referencia a la Figura 4, se muestra un cuadro de flujo para detección de rotación de fase. Después de un restablecimiento de encendido (POR) 20, es fácil que el controlador de motor 4 determine la rotación de fase positiva 18 y la rotación de fase negativa 19. Primero, se mide el tiempo de los cruces cero de
20 voltaje de línea de fase A a los cruces cero de voltaje de línea de fase B 39. Después se determina si el tiempo es mayor que o menor a 90 grados, 40. Si es mayor que 90 grados, de lo que es en la rotación ACB 42. Si el tiempo es menor que 90 grados, de lo que es
25 en la rotación ABC 41. El controlador de motor 4 de la presente

invención puede controlar motores de tres fases de fase individual con la misma arquitectura de software y hardware básica. Para el caso de tres fases, dependiendo de la rotación de fase, el controlador de motor 4 puede conducir las salidas del dispositivo de control de energía 14.

Haciendo referencia ahora a la Figura 5, que muestra salidas de dispositivo de control de energía para rotación de manejo positivo, el controlador de motor maneja las salidas del dispositivo de control de energía de fase A 14 y las salidas del dispositivo de control de energía de fase B 14 juntas durante los cruces cero de voltaje de línea de fase A 15 del tiempo de encendido como se indica por el ovalo 22a. Similarmente, el controlador de motor maneja dispositivos de control de energía que manejan la fase B 16 y las salidas del dispositivo de control de energía de la fase C 14 juntas durante el tiempo de encendido de la fase B como se indica por el ovalo 22b. Finalmente, el controlador de motor 4 maneja la fase C 17 y las salidas de dispositivo de control de energía de la fase A 14 juntas durante el tiempo de encendido de las salidas del dispositivo de control de energía de fase C 14 como se indica por el ovalo 22c. Se debe notar que el ejemplo mostrado en las Figura 5 y 6 ilustra un ciclo de encendido/ciclo de trabajo 23 de 90°.

Haciendo referencia ahora a la Figura 6 que muestra las salidas de manejo de TRIAC para rotación de fase negativa, el controlador de motor 4 maneja salidas de dispositivo de control de energía de fase A 14 y salidas de dispositivo de control de energía

de fase C 14 juntas durante el tiempo de encendido de cruce cero de voltaje de línea de fase A 15 como se indica por el ovalo 22c. Similarmente, el controlador de motor 4 maneja la fase B 16 y las salidas de dispositivo de control de energía de fase A 14 juntas
5 durante el tiempo de encendido de los cruces cero de voltaje de línea de fase B 16, como se indica por el ovalo 22a. Finalmente, el controlador de motor maneja las salidas del dispositivo de control de energía de fase C 14 y las salidas del dispositivo de control de energía de fase B 14 juntas durante el tiempo de encendido de cruce
10 cero de voltaje de línea de fase C 17, como se indica por el ovalo 22b.

Ahora haciendo referencia a la Figura 7, se muestra un diagrama de bloques de un comparador de ventana. El controlador de motor basado en DSP de la presente invención utiliza el comparador
15 de ventana 88 para detectar cruces cero de mitades positivas y negativas de una forma de onda de corriente. Cuando se reduce el voltaje de motor RMS por el controlador de motor, es difícil detectar cruces cero de la forma de onda de corriente debido a que la corriente es cero por una porción importante de ambos medios
20 ciclos. Primero, se proporciona la corriente de motor 89, se proporciona un voltaje positivo 90 como una referencia para un ciclo medio positivo y se proporciona un voltaje negativo 91 como una referencia. Después de la corriente, se presenta un voltaje positivo y voltaje negativo a dos comparadores 92 y entonces se pasan a través
25 de una puerta de operación (OR) 93 para crear una señal digital de

cruce cero compuesta 94.

Como además ilustrado en la Figura 8, se muestra un comparador de ventana 88. Se proporciona la corriente de motor 89, se proporciona un voltaje positivo 90 como una referencia para un ciclo medio positivo y un ciclo medio negativo se proporciona en 91 como una referencia. Después, la corriente, representada como un voltaje positivo y un voltaje negativo, se procesa por dos comparadores 92 y entonces se pasa a una puerta OR 93 para crear una señal digital de cruce cero compuesta 94.

Además, la Figura 9 muestra gráficas de una forma de onda de corriente 95, un ciclo medio de voltaje positivo 96, ciclo un medio de de voltaje negativo 97 y una función OR 98.

Ahora haciendo referencia a la Figura 10, se muestra un esquema de un circuito neutral virtual. Puede utilizarse un circuito neutral virtual como una referencia en situaciones en donde está disponible energía de tres fases solamente en modo delta y no hay neutral presente para el uso como una referencia. El circuito neutral virtual comprende tres amplificadores con extremo diferencial e individual 77. Debido a que los voltajes de fase a fase son altos, se utilizan resistencias de entrada 78 para formar un atenuador adecuado 79 junto con resistencias de retroalimentación 80 y resistencias de referencia a tierra 81. Debido a que existe el peligro de una pérdida de fase, se utilizan diodos de protección 82 para proteger los amplificadores con extremo diferencial e individual 77. Se acoplan los amplificadores de extremo diferencial a individual 77

a un amplificador de suma 83 a través de los condensadores de bloqueo DC 84 y resistencias de suma 85 junto con la resistencia de retroalimentación 80. Se sobrealimenta la salida del amplificador de suma 83 por el amplificador 27 con lo cual se proporciona una salida
5 de baja impedancia que está en potencial neutral. Resistencias adicionales dividen un riel de suministro con lo cual permite que el amplificador de suma 83 maneje señales positivas y negativas alternas. Una conexión alterna está disponible en el caso de que esté disponible un neutral 86 junto con un bloque de puente para
10 conexión neutral alterna 87.

Haciendo referencia ahora la Figura 11 se muestra una salida de dispositivo de control de energía 14 para una aplicación de fase individual, la salida 14 para la fase A se enciende en cada ciclo medio basándose en una salida de dispositivo de control de energía
15 14 derivada de la entrada de cruce cero de voltaje 15. La salida del dispositivo de control de energía 14 para los cruces cero de voltaje de línea de fase B y los cruces cero de voltaje de línea de fase C se deshabilitan en DSP 1 y puede no estar presente el hardware. Las salidas del dispositivo de control de energía 14 no se unifican como
20 lo harían en el caso de tres fases.

Haciendo referencia ahora a la Figura 12 se ilustra una línea de control tridimensional para el espacio operativo de motor de un motor unido por un ángulo de fase observado 5 en el eje y. Un ángulo de encendido/ciclo de trabajo 23 controlado que muestra la
25 disminución en voltaje se muestra en el eje x y el porcentaje de

carga 24 en un motor se muestra en el eje z.

Cada motor opera a lo largo de una línea de control paramétrica 25 dentro de su espacio operativo. Por ejemplo, cuando un motor dado se carga al 50% y se establece el ángulo de encendido/ciclo de trabajo 23 a 100° , se observa un ángulo de fase 5 de aproximadamente 55° .

La línea de control paramétrica 25 mostrada en la Figura 12 se define por cinco puntos operativos paramétricos 26 que varían de un caso cargado 44 en la esquina izquierda superior, a un caso descargado 45 en la esquina derecha inferior. Además, la línea de control paramétrica 25 tiene un significado especial debido a que es la línea en donde un motor utiliza la menor energía posible. Si aumenta el ángulo encendido/ciclo de trabajo 23 y disminuye el voltaje de motor 23 entonces un motor desacelerará y posiblemente se atascará. Resultados similares se observarán si se aumenta la carga en el motor 3.

Como se ilustró en la Figura 13, la línea de control paramétrica 25 puede parametrizarse y proyectarse en un plano descrito por el ángulo de fase 5 en la dirección vertical y el ángulo de encendido/ciclo de trabajo 23 en la dirección horizontal.

Además, como se muestra en la Figura 14, la línea de control paramétrica 25 puede presentarse en una gráfica bidimensional. En el eje x, aumentar el ángulo de encendido/ciclo de trabajo 23 puede ser igual con un voltaje de motor decreciente. Esto es debido a que el ángulo de encendido/ciclos de trabajo resulta en un alto voltaje y

el alto ángulo de encendido/ciclos de trabajo resulta en un bajo voltaje. El controlador de motor manejará el ángulo de fase observado 5 al punto en la línea de control 25 que corresponde a la carga actualmente en un motor. Para realizar esto, un DSP calcula el
5 ángulo de fase 5 entre el voltaje y la corriente.

Haciendo referencia de nuevo al diagrama de bloques de la Figura 2, el DSP 1 entonces calcula el siguiente ángulo de fase objetivo 5 basándose en el valor presente del voltaje RMS 13, o equivalentemente el presente valor del ángulo encendido/ciclo de
10 trabajo. La diferencia entre el ángulo de fase observado y el ángulo de fase objetivo 10 resulta en un error de ángulo de fase, que se procesa a través de un controlador proporcional-integral-diferencial (PID) 12 ó un dispositivo similar para generar un nuevo objetivo de control. Este objetivo de control cambia el voltaje de tal forma para
15 minimizar el error de ángulo de fase. El ángulo de fase objetivo 10 es dinámico y cambia como una función del ángulo de encendido/ciclo de trabajo.

Como se mencionó anteriormente, el controlador de motor 4 manejará el ángulo de fase cerrado 5 al punto en la línea de control
20 25 que corresponde a la carga actualmente en el motor 3. Este punto operativo 26 proporciona los ahorros de energía máximos posibles debido a que la línea de control 25 está calibrada directamente del motor 3 que está siendo controlado.

Este método preferido para calibración se llama calibración
25 semi-automática. La calibración semi-automática se basa en DSP 1

que barre el espacio de control del motor. Como se muestra en la Figura 15, el barrer el espacio de control significa que el DSP aumenta el ángulo de encendido/ciclo de trabajo 23 y registra la corriente 9 y el ángulo de encendido/ciclo de trabajo 23 de cada fase en puntos distintos en todo el recorrido. De esa forma, es posible ver el inicio del punto de atascado 21 del motor. Una porción lineal bien definida de la curva de datos de calibración observada obtenida del barrido del espacio de control 7, que se utiliza para determinar puntos en la línea de control 6, tiene una inclinación negativa constante en el ángulo de encendido/ciclos de trabajo inferiores 23. Entonces, mientras el ángulo de encendido/ciclo de trabajo 23 continúa aumentando, la corriente 9 empieza a estabilizarse y realmente comienza a aumentar mientras el motor 3 empieza a deslizarse y comienza a atascarse, llamado la "rodilla" 31.

Como se muestra en la Figura 16, barridos subsecuentes pueden dirigirse en alcances menores de los voltajes de motor para "acercarse" en la rodilla. El controlador de motor 4 requiere múltiples barridos con el fin de obtener datos que son estadísticamente exactos. Existe una transferencia entre el número de barridos y el tiempo requerido para calibrar la línea de control 25. Puede mantenerse una medida de la calidad de la calibración por el DSP 1 utilizando procedimientos estadísticos bien conocidos y pueden hacerse barridos adicionales si es necesario. Esto es verdadero ya que el DSP 1 aprendió la ubicación aproximada de la rodilla 31 desde el primer barrido.

Existe poco riesgo de atascado durante el barrido semi-automático debido al ambiente controlado de la configuración. Un técnico u operador ayuda a asegurar que no se aplican cargas repentinas al motor 3 bajo prueba mientras está en progreso una
5 calibración semi-automática.

El procedimiento de barrido del espacio de control puede realizarse en cualquier carga fija. Por ejemplo, puede realizarse una vez con el motor 3 completamente cargado y una vez con el motor 3 descargado. Estos dos puntos se vuelven los dos puntos que definen
10 la línea de control 25. No es necesario realizar la calibración exactamente en estos dos puntos. El DSP 1 extenderá la línea de control 25 más allá de ambos de estos dos puntos si se requiere.

Existen muchos métodos numéricos que pueden aplicarse para encontrar el punto de atascado 21 en el esquema del voltaje de
15 motor de corriente 23. Como se muestra en la Figura 17, el método preferido es para utilizar el método de "mínimos cuadrados" para calcular una línea recta que se ajusta mejor a los datos acumulados, tabulados desde los primeros cinco voltajes de motor 23.

La continuación de este método se muestra en la Figura 18. Al
20 utilizar los puntos de datos previos, puede predecirse el valor de la corriente 9. Gráficamente, el DSP 1 revisa uno o más puntos que se desvían en la dirección positiva de la línea recta prevista.

Como se muestra en la Figura 19, el DSP 1 busca el inicio de la rodilla en la curva. El primer punto que se desvía de la línea de
25 control prevista puede o no ser el inicio de la rodilla 31. El primer

punto con un error positivo simplemente puede ser un punto de datos ruidoso. La única forma de verificar que la curva de datos de calibración observada obtenida del barrido al que se sintoniza el espacio de control 7 es observar los datos obtenidos de los barridos
5 adicionales.

Puede realizarse la calibración semi-automática en el campo. Haciendo referencia ahora a la Figura 20, se muestra un cuadro de flujo que muestra como se realiza la calibración semi-automática. Primero se coloca el motor 3 en una configuración cargada muy
10 pesadamente 44. Idealmente, esta configuración es mayor que el 50% de la carga completamente medida. Después se oprime un botón de calibración 32 en el controlador de motor 4 para decirle al DSP 1 que realice una medición completamente cargada. El DSP 1 corre una calibración 46 que requiere varios segundos para explorar el
15 espacio operativo del motor 3 para determinar el punto completamente cargado. El controlador de motor 4 indica que terminó este paso al encender un LED.

Después se coloca el motor 3 en una configuración descargada 45. Idealmente esta configuración es menor que el 25% de la carga
20 medida. Después se oprime 47 un botón de calibración 32 en el controlador de motor 4 para decirle al DSP 1 que realice una medición descargada. El DSP 1 corre la calibración 46 para determinar el punto descargado. El controlador de motor 4 indica que terminó de calibrar ambos extremos 47 de la línea de control 25 al
25 encender un diodo emisor de luz (LED). El DSP 1 entonces determina

la línea de control 48 al utilizar las dos mediciones y aplica esta línea de control cuando va a manejar el motor 3. Los valores de la línea de control 25 se almacenan en la memoria no volátil 49.

La Figura 21 muestra un cuadro de flujo más detallado de la
5 calibración semi-automática. Primero se corre un primer barrido de calibración 46 con el voltaje de motor establecido a cierto grado 51, dependiendo de si se corrió un primer barrido o barridos previos 106, en donde el controlador de motor mide el motor 52 hasta que el controlador de motor detecta una rodilla 53. Si se detecta una rodilla
10 53 disminuye el ángulo de encendido/ciclo de trabajo por dos grados 54 y se registra el ángulo de fase y el voltaje de motor a la memoria 55. Este procedimiento se repite para obtener al menos cuatro barridos 56 para obtener un valor promedio calculado 57 del ángulo de fase y el ángulo encendido/ciclo de trabajo. Si durante cualquier
15 paso a lo largo del barrido de calibración, no se detecta la rodilla, entonces se aumenta el ángulo de encendido/ciclo de trabajo por al menos un grado 58 y el siguiente paso se mide de 59.

Un método alternativo para la calibración se llama la calibración manual. La Figura 22 muestra un cuadro de flujo de la
20 calibración manual. Primero se coloca un motor en un dinamómetro 70. Después se conecta el motor a una computadora para control manual 71 que permite que el motor corra en un modo de bucle abierto y el ángulo de encendido/ciclo de trabajo del motor de inducción AC se establezca manualmente en cualquier punto
25 operativo. Entonces se coloca el motor en una configuración

completamente descargada 45. Después se aumenta el ángulo de encendido/ciclo de trabajo y se reduce el voltaje de motor RMS 72 hasta que el motor está a punto de atascarse. El ángulo de encendido/ciclo de trabajo y el ángulo de fase se registran y esto se
5 vuelve un punto calibrado que se registra 73. Entonces el motor se arranca con elementos de manejo completamente encendidos 74. Entonces el motor se coloca en una configuración completamente cargada 44. Después de que aumenta o disminuye el ángulo de encendido/ciclo de trabajo hasta que se en recorta el voltaje de
10 motor RMS por el controlador de motor 75 hasta que el motor está a punto de atascarse. El ángulo de encendido/ciclo de trabajo se registran y esto se vuelve otro punto calibrado que se registra 73. Finalmente se utilizan los dos puntos calibrados para formar una línea de control 76.

15 Cuando el voltaje de línea RMS es mayor que un voltaje fijo programado, el controlador DSP fija el voltaje de motor RMS en ese voltaje fijo para que sean posibles ahorros de energía incluso en carga completa. Por ejemplo, si el voltaje principal está sobre el voltaje de placa personalizada de motor de 115V en el caso de un
20 motor de fase individual entonces se fija el voltaje de motor a 115V. Esta operación de sujeción de voltaje de motor, permite que el controlador de motor ahorre energía incluso cuando el motor está completamente cargado en aplicaciones de fase individual o de tres fases.

25 La Figura 23 muestra un cuadro de flujo de la abrazadera de

voltaje fijo. Primero se calcula un error de fase 64. Después se calcula un error de voltaje 65. Entonces el voltaje de motor RMS del motor de inducción AC se determina y compara con un umbral de voltaje fijo 66. Si el voltaje de motor RMS es mayor que el umbral de voltaje fijo entonces se determina si el objetivo de control es o no positivo 67. Si el objetivo de control es positivo entonces se corre un bucle de control de voltaje 68. Si el voltaje de motor RMS del motor de inducción AC es menor que un umbral de voltaje fijo, entonces se corre un bucle cerrado de línea de control 69 y se repite el procedimiento completo. Si se determina que el objetivo de control no es positivo entonces se corre un bucle de línea de control 69 y se repite de nuevo el procedimiento completo.

En algunos casos, al menos puede no ser posible cargar completamente motor 3 durante el procedimiento de calibración. Tal vez 50% es la mayor carga que puede lograrse mientras el motor es instalado en el campo. De forma inversa, puede no ser posible descargar completamente el motor; puede ser que sólo 40% sea la carga más ligera que puede lograrse. La Figura 24 muestra un ejemplo de ambos puntos de carga que están cerca de la mitad de la escala operativa. En el extremo descargado 45 a la derecha de la línea de control 25, el DSP 1 establecerá la abrazadera de voltaje fijo 60 del voltaje al voltaje mínimo 35. Cuando aumenta la carga en el motor, el DSP 1 seguirá la línea de control que se mueve a la izquierda y hacia arriba del segmento de control 61. Esta implementación es un acercamiento conservador y protege al motor 3

de correr en un espacio no calibrado.

Con además se muestra en la Figura 25, en el extremo completamente cargado 44 a la izquierda, el DSP 1 sintetizará un segmento de control 61 con una inclinación negativa grande. Esta
5 implementación es un acercamiento conservador y maneja el voltaje a completamente encendido.

Haciendo referencia ahora a la Figura 26, el controlador de motor basado en DSP utiliza una técnica especial para proteger a un motor del atascado. Primero, el DSP verifica activamente un aumento
10 importante en la corriente 99 que indica que aumentó la carga en el motor. Después, si se observa un aumento importante 100 entonces el DSP enciende completamente 101 el voltaje de motor. Después, el DSP intentará reducir el voltaje de motor para regresar al control 102 y el DSP regresa para verificar activamente un aumento importante
15 en la corriente 99. Esta técnica es una alternativa conservadora y segura al DSP que intenta rastrear los requerimientos de energía que son desconocidos en ese momento.

Como además se muestra en la Figura 27, una gráfica de la técnica de mitigación de atascado, se representa la carga en el
20 motor en un eje x y se representa el tiempo en un eje y. La línea inferior representa la carga en el motor 103 y la línea superior representa la energía aplicada al motor por el DSP 104. Antes del punto a 105, el DSP controla dinámicamente el motor en una carga fija. Entre el punto a 105 y el punto b 130, la carga en el motor
25 aumenta repentinamente y DSP enciende completamente el voltaje

del motor. En el punto c 34, el DSP reduce el voltaje de motor al punto d 43.

Antes se describió una modalidad preferida de un método y un sistema de controlador de motor para maximizar ahorros de energía, se debe entender, que no está limitado a la forma o disposición específica de las partes aquí descritas y mostradas. Será evidente para aquellos expertos en la técnica que pueden hacerse varios cambios sin apartarse del alcance de la invención y la invención no se considera limitada a lo que se muestra y describe en la especificación y los dibujos.

15

20

25

REIVINDICACIONES

1.- Un sistema para controlar un motor de inducción AC para maximizar ahorros de energía que comprende:

- 5 un medio para conectar un controlador de motor a un motor de inducción AC;
- un medio para colocar una carga en dicho motor de inducción AC;
- un medio para remover una carga de dicho motor de inducción
- 10 AC;
- un medio para barrer un espacio de control del motor de inducción AC y tomar medidas de los parámetros operativos del motor de inducción AC;
- un medio para establecer una línea de control desde dichas
- 15 medidas;
- un medio para almacenar dicha línea de control en dicho controlador de motor;
- un medio para controlar dichos parámetros operativos; y
- un medio para realizar el control de bucle cerrado de dicho
- 20 motor de inducción AC para mantener el motor corriendo de acuerdo con dicha línea de control.

2.- El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, que además comprende:

- un medio para colocar dicho motor de inducción AC en una
- 25 configuración completamente cargada.

3.- El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, que además comprende:

un medio para colocar dicho motor de inducción AC en una configuración completamente cargada.

5 4.- El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, que además comprende:

medir una corriente de dicho motor de inducción AC.

5.- El sistema de acuerdo con la reivindicación 4, en donde:
la medida de corriente del motor de inducción AC se realiza
10 mediante un procesador de señal digital.

6.- El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, que además comprende:

medir ángulos de fase del motor de inducción AC.

7.- El sistema de acuerdo con la reivindicación 6, en donde:
15 las medidas de ángulos de fase del motor de inducción AC se realizan mediante un procesador de señal digital.

8.- El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, que además comprende:

un medio para controlar un ángulo de encendido/ciclo de
20 trabajo de dicho motor de inducción AC.

9.- El sistema de acuerdo con la reivindicación 8, en donde:
dichos medios para controlar dicho ángulo de encendido/ciclo de trabajo de dicho motor de inducción AC se realiza mediante un procesador de señal digital.

25 10.- El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en donde:

dichos medios para barrer el espacio de control del motor de inducción AC y observar y medir dichos parámetros operativos se realiza al variar el voltaje del motor de la raíz cuadrada media del motor de inducción AC.

5 11.- El sistema de acuerdo con la reivindicación 10, en donde:
dichos medios para variar el voltaje de motor de la raíz cuadrada media del motor de inducción AC es un procesador de señal digital.

12.- El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en donde:
10 dichos medios para establecer una línea de control de dichas medidas se realiza mediante un procesador de señal digital.

13.- El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en donde:
dichos medios para almacenar dicha línea de control y dicho controlador de motor es una memoria no volátil.

15 14.- El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en donde:
dichos medios para realizar el control de bucle cerrado de dicho motor de inducción AC para mantener el motor corriendo de acuerdo con dicha línea de control es un procesador de señal digital.

15.- El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en donde:
20 dichos medios para realizar el control de bucle cerrado de dicho motor de inducción AC para mantener el motor corriendo de acuerdo con dicha línea de control es la modulación de anchura de pulso.

16.- El sistema de acuerdo con la reivindicación 15, en donde:
25 dicha modulación de anchura de pulso se realiza al utilizar al

menos un controlador TRIAC.

17.- El sistema de acuerdo con la reivindicación 15, en donde:
dicha modulación de anchura de pulso se realiza al utilizar al
menos un controlador SCR.

5 18.- El sistema de acuerdo con la reivindicación 15, en donde:
dicha modulación de anchura de pulso se realiza al utilizar al
menos un controlador IGBT.

19.- El sistema de acuerdo con la reivindicación 15, en donde:
dicha modulación de anchura de pulso se realiza al utilizar al
10 menos un controlador MOSFET.

20.- El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, que
además comprende:

un medio para fijar el voltaje del motor a un voltaje máximo.

21.- El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, que
15 además comprende:

un medio para prevenir que dicho motor de inducción AC corra
a voltajes por abajo del voltaje mínimo.

22.- El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, que
además comprende:

20 un medio para determinar uno neutral virtual como una
referencia.

23.- El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, que
además comprende:

un medio para detectar cruces cero de mitades positivas y
25 negativas de una forma de onda de corriente en dicho motor de

inducción AC.

24.- El sistema de acuerdo con la reivindicación 23, en donde:
dichos medios para detectar cruce cero de mitades positivas y
negativas de una forma de onda de corriente es al menos un
5 comparador de ventana.

25.- El sistema de acuerdo con la reivindicación 24, en donde:
se proporciona un voltaje positivo al menos a un comparador de
ventana como una referencia para un ciclo medio positivo;
se proporciona un voltaje negativo al menos a un comparador
10 de ventana como una referencia para un ciclo medio negativo;

las señales forman al menos un comparador de ventana que
pasa a través de una puerta OR para crear señales digitales de cruce
cero de corriente compuesta.

26.- El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, que
15 además comprende:

un medio para protegerse contra atascado en dicho motor de
inducción AC.

27.- El sistema de acuerdo con la reivindicación 26, en donde:
un DSP controla activamente dicho motor de inducción AC
20 mientras barre constantemente dicho motor de inducción AC para
aumentos en la corriente de motor;

dicho DSP enciende completamente el voltaje de motor cuando
se detecta un aumento en la corriente de motor; y

dicho DSP reduce el voltaje de motor para seguir una línea de
25 control después de que la corriente regresa a un nivel inferior.

28.- Un método para controlar un motor de inducción AC para maximizar ahorros de energía que comprende los pasos de:

- a. conectar un controlador de motor a un motor de inducción AC;
- 5 b. barrer un espacio de control del motor de inducción AC y observar y medir parámetros operativos del motor de inducción AC a través del espacio de control;
- c. establecer una línea de control para dicho motor de inducción AC desde dichos parámetros;
- 10 d. almacenar dicha línea de control en dicho controlador de motor;
- e. controlar los parámetros operativos a lo largo de la línea de control; y
- f. realizar el control de bucle cerrado de dicho motor de
- 15 inducción AC para mantener el motor corriendo de acuerdo con dicha línea de control.

29.- El método de acuerdo con la reivindicación 28, en donde paso b comprende:

- colocar dicho motor de inducción AC en una configuración
- 20 completamente cargada;
- determinar dicho punto completamente cargado del motor de inducción AC;
- colocar dicho motor de inducción AC en una configuración completamente descargada; y
- 25 determinar dicho punto completamente descargado del motor de

inducción AC.

30.- El método de acuerdo con la reivindicación 28, que además comprende:

conectar el punto completamente cargado y completamente
5 descargado del motor de inducción AC para establecer la línea de control del motor.

31.- El método de acuerdo con la reivindicación 28, que además comprende un paso después del paso d de:

aumentar el ángulo de encendido/ciclo de trabajo del motor de
10 inducción AC desde ochenta grados hasta ciento cincuenta grados y registrar la corriente y los ángulos de fase a lo largo de la línea de control.

32.- El método de acuerdo con la reivindicación 28, que además comprende un paso de:

15 registrar corriente y ángulos de fase a lo largo de la línea de control.

33.- El método de acuerdo con la reivindicación 28, en donde el paso e comprende:

controlar los parámetros operativos del voltaje a lo largo de la
20 línea de control utilizando la modulación de anchura de pulso.

34.- El método de acuerdo con la reivindicación 28, en donde: dicha modulación de anchura de pulso se realiza utilizando al menos un controlador TRIAC.

35.- El método de acuerdo con la reivindicación 32, en donde:
25 dicha modulación de anchura pulso se realiza utilizando al

menos un controlador SCR.

36.- El método de acuerdo con la reivindicación 32, en donde:

dicha modulación de anchura de pulso se realiza utilizando al menos un controlador IGBT.

5 37.- El método de acuerdo con la reivindicación 32, en donde:

dicha modulación de anchura de pulso se realiza utilizando al menos un controlador MOSFET.

38.- El método de acuerdo con la reivindicación 28, en donde el paso e además comprende:

10 fijar los parámetros operativos de voltaje al voltaje mínimo y no permitir que dicho motor de inducción AC corra a voltajes por abajo del voltaje mínimo.

39.- El método de acuerdo con la reivindicación 28, que además comprende un paso después del paso b de:

15 determinar la neutral virtual para el uso como referencia.

40.- El método de acuerdo con la reivindicación 28, que además comprende un paso después del paso b de:

detectar cruce cero de mitades positivas y negativas de una forma de onda de corriente en dicho motor de inducción AC.

20 41.- El método de acuerdo con la reivindicación 40, en donde:

se proporciona un voltaje positivo para el menos un comparador de ventana como una referencia para un ciclo medio positivo;

se proporcionan un voltaje negativo para el menos un comparador de ventana como una referencia para un ciclo medio negativo;

25

las señales forman al menos un comparador de ventana que pasa a través de una puerta OR para crear señales digitales de cruce cero de corriente compuesta.

42.- El método de acuerdo con la reivindicación 28, que
5 además comprende un paso después del paso f de:

proteger contra atascado en dicho motor de inducción AC.

43.- El método de acuerdo con la reivindicación 42, en donde:
un DSP controla activamente dicho motor de inducción AC
mientras barre constantemente dicho motor de inducción AC para
10 aumentos en la corriente de motor;

dicho DSP enciende completamente el voltaje del motor cuando se detecta un aumento en la corriente de motor; y

dicho DSP reduce el voltaje de motor para seguir una línea de control después de que la corriente regresa a un nivel inferior.

15

20

25

RESUMEN

Un controlador de motor (4) y método para maximizar los ahorros de energía en un motor de inducción AC (3) en cada carga en donde se calibra el motor en dos o más puntos de carga para establecer una línea de control (6), lo cual después se programa en una memoria no volátil (30) del controlador de motor. Un controlador de motor de bucle cerrado basado en DSP observa los parámetros de motor del motor tal como ángulo de encendido/ciclos de trabajo (23), voltaje (37), corriente (9) y ángulos de fase para llegar a un voltaje mínimo necesario para operar el motor a cualquier carga a lo largo de la línea de control. El controlador de motor realiza control de bucle cerrado para mantener el motor corriendo en un punto de control objetivo calculado, para que se realicen ahorros de energía máximos al reducir el voltaje a través de la modulación de anchura de pulso.

20

25

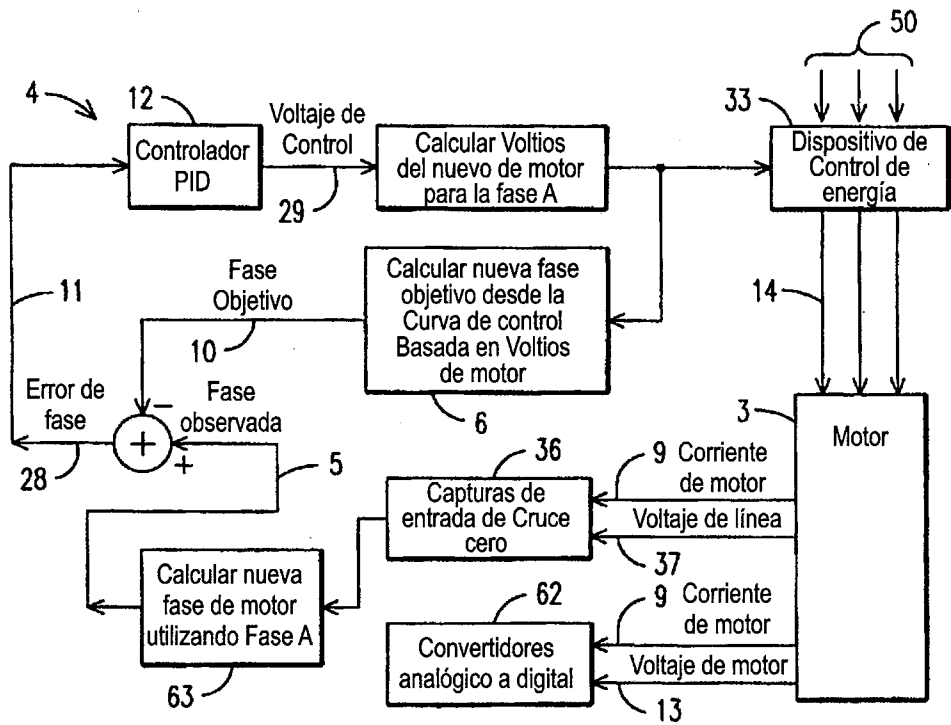
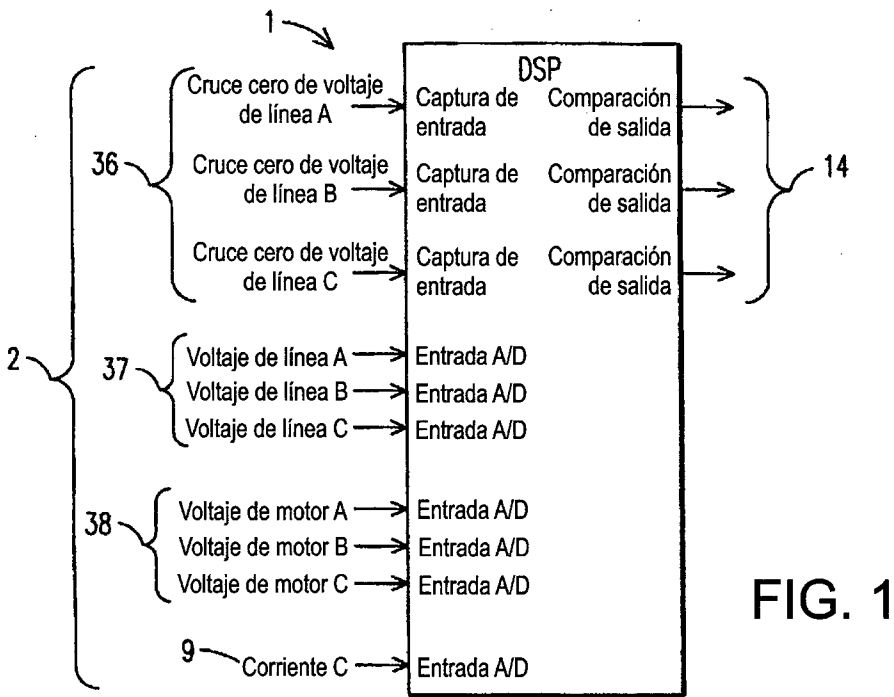


FIG. 2

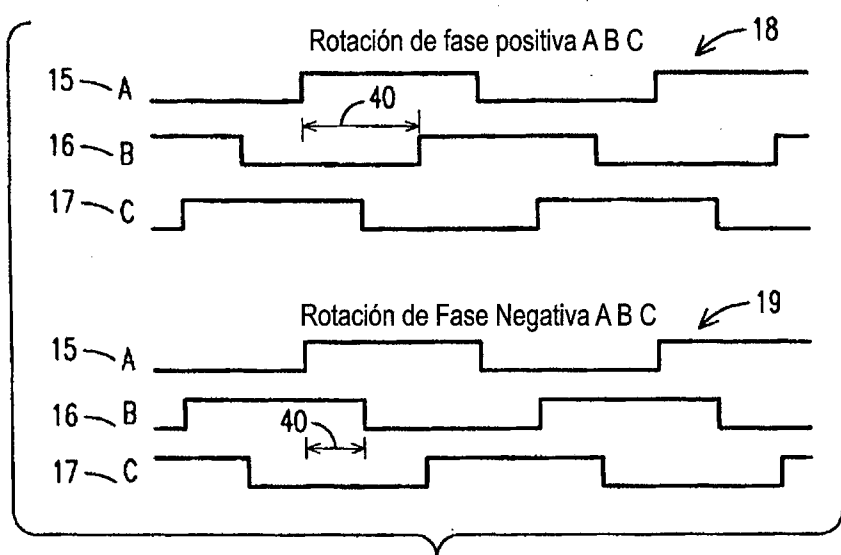


FIG. 3

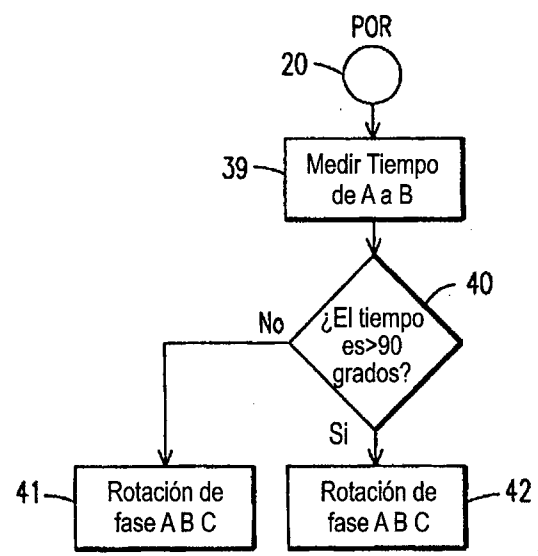


FIG. 4

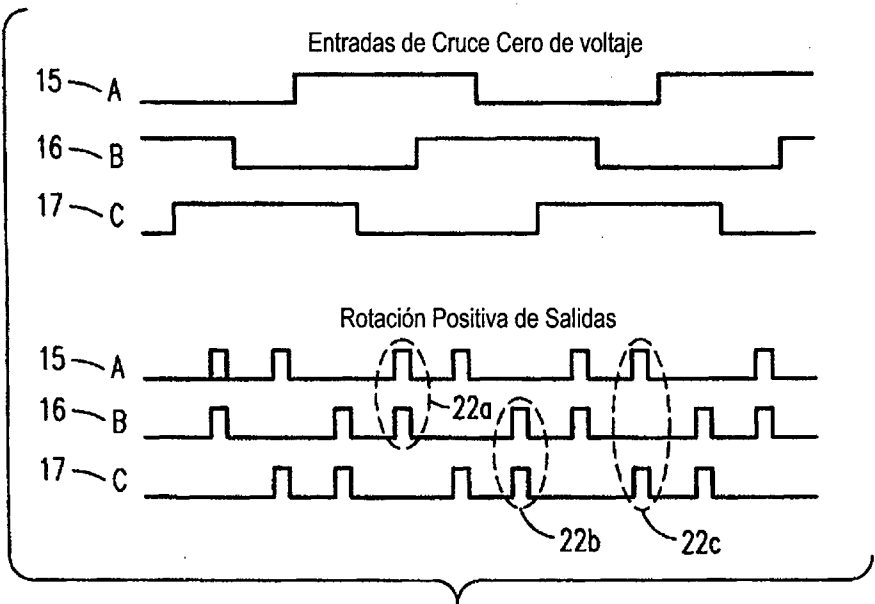


FIG. 5

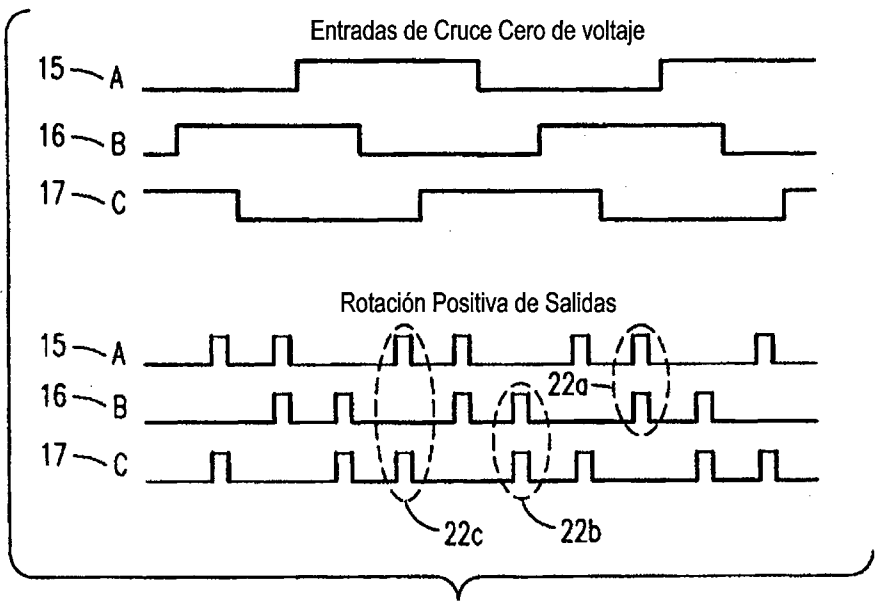


FIG. 6

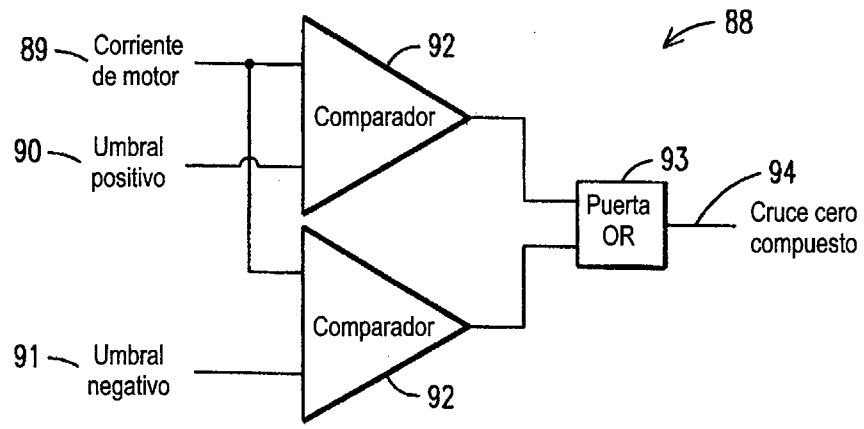


FIG. 7

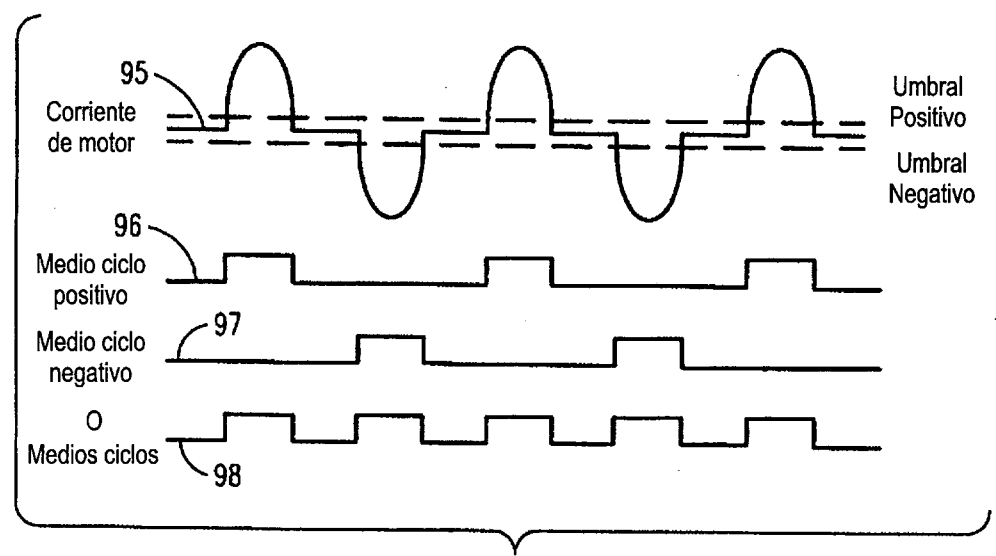


FIG. 9

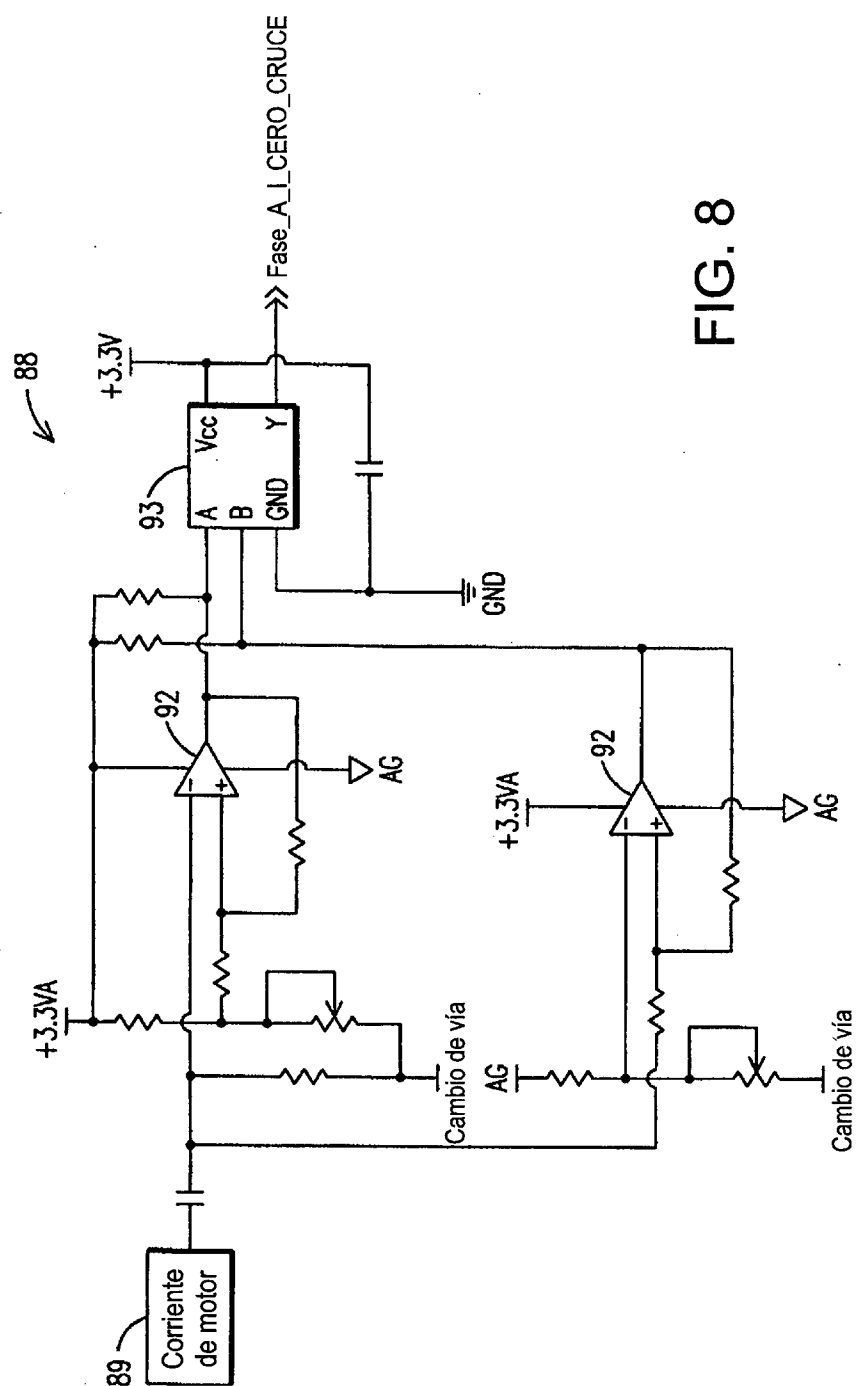


Fig. 8

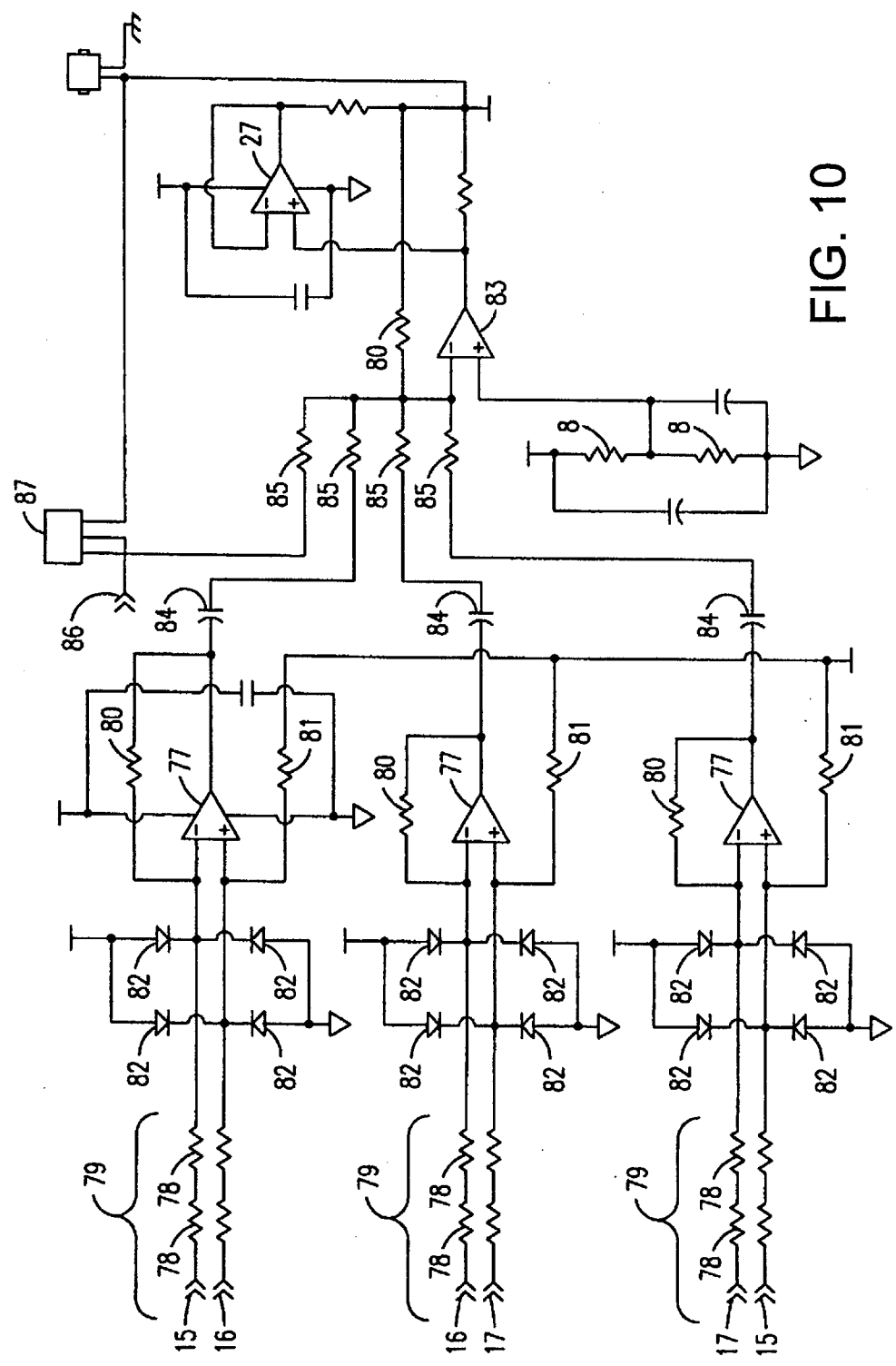


FIG. 10

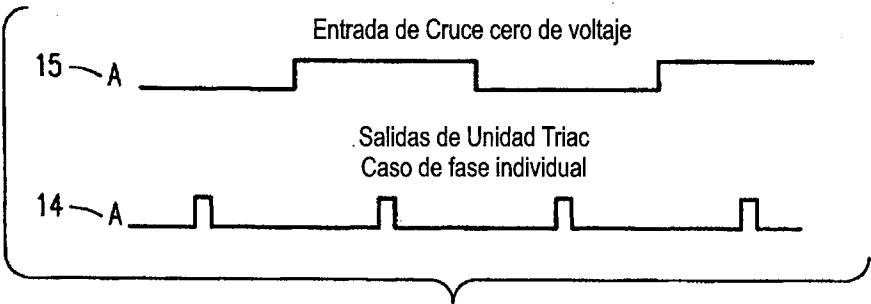


FIG. 11

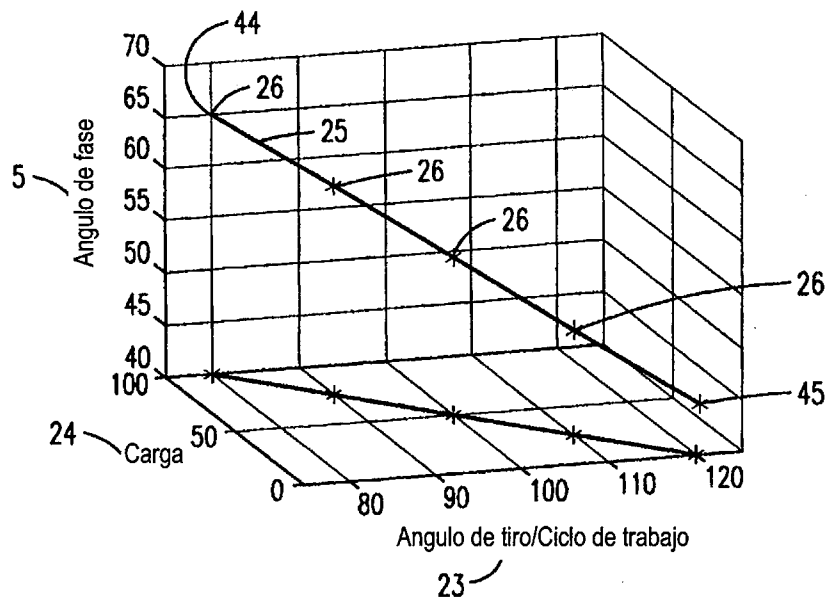


FIG. 12

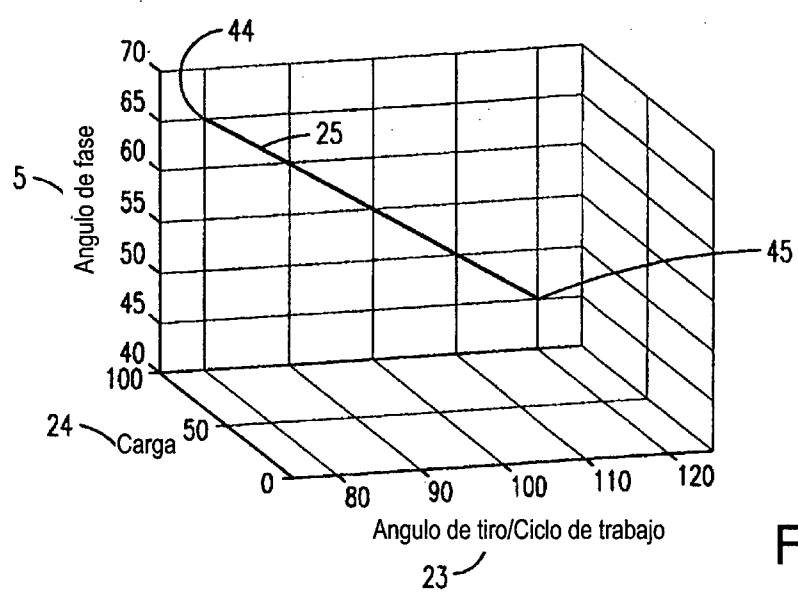


FIG. 13

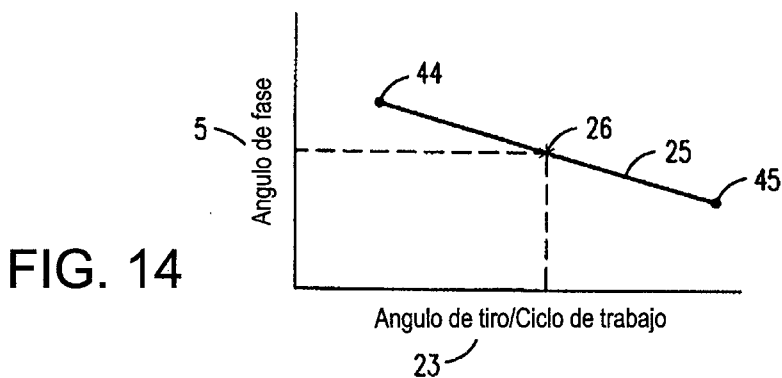


FIG. 14

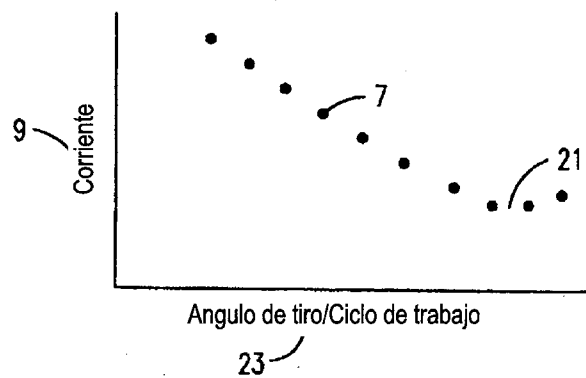


FIG. 15

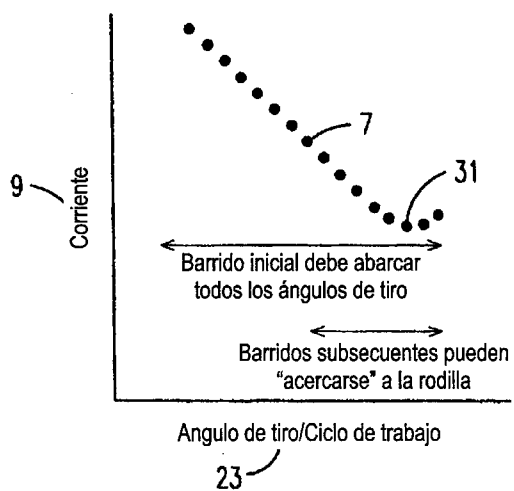


FIG. 16

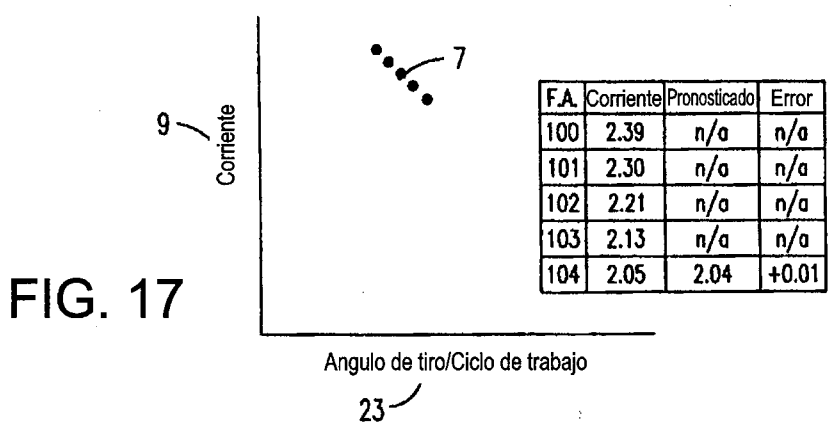


FIG. 17

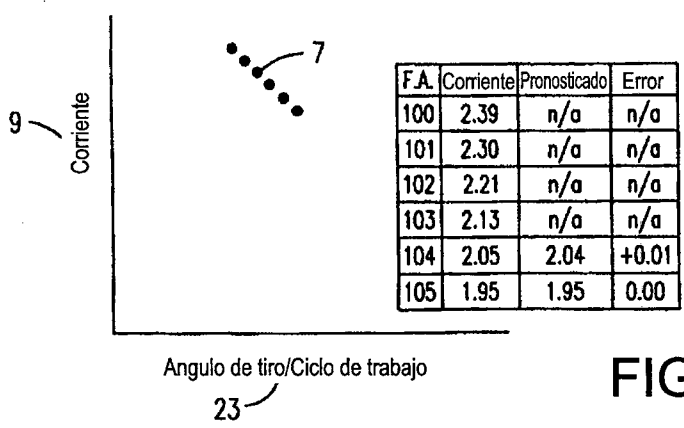


FIG. 18

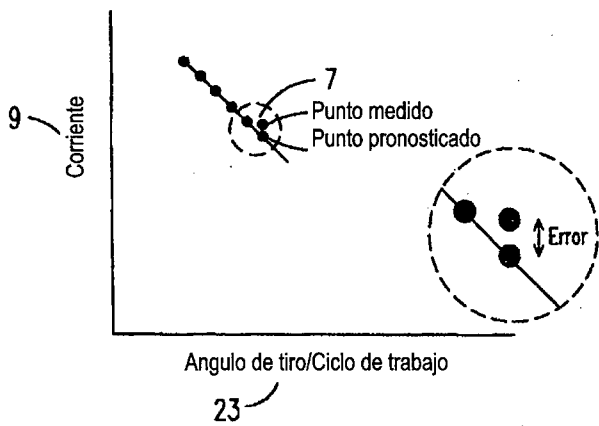


FIG.19

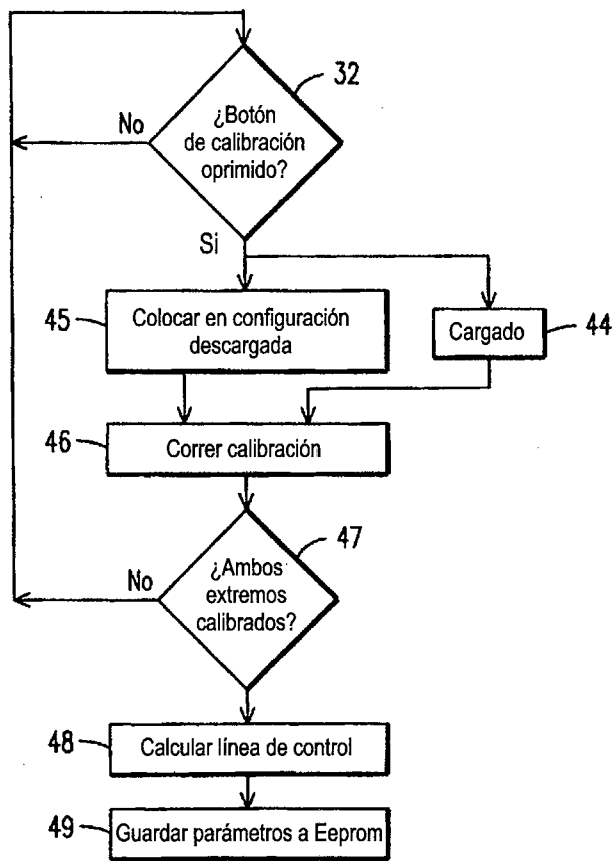


FIG. 20

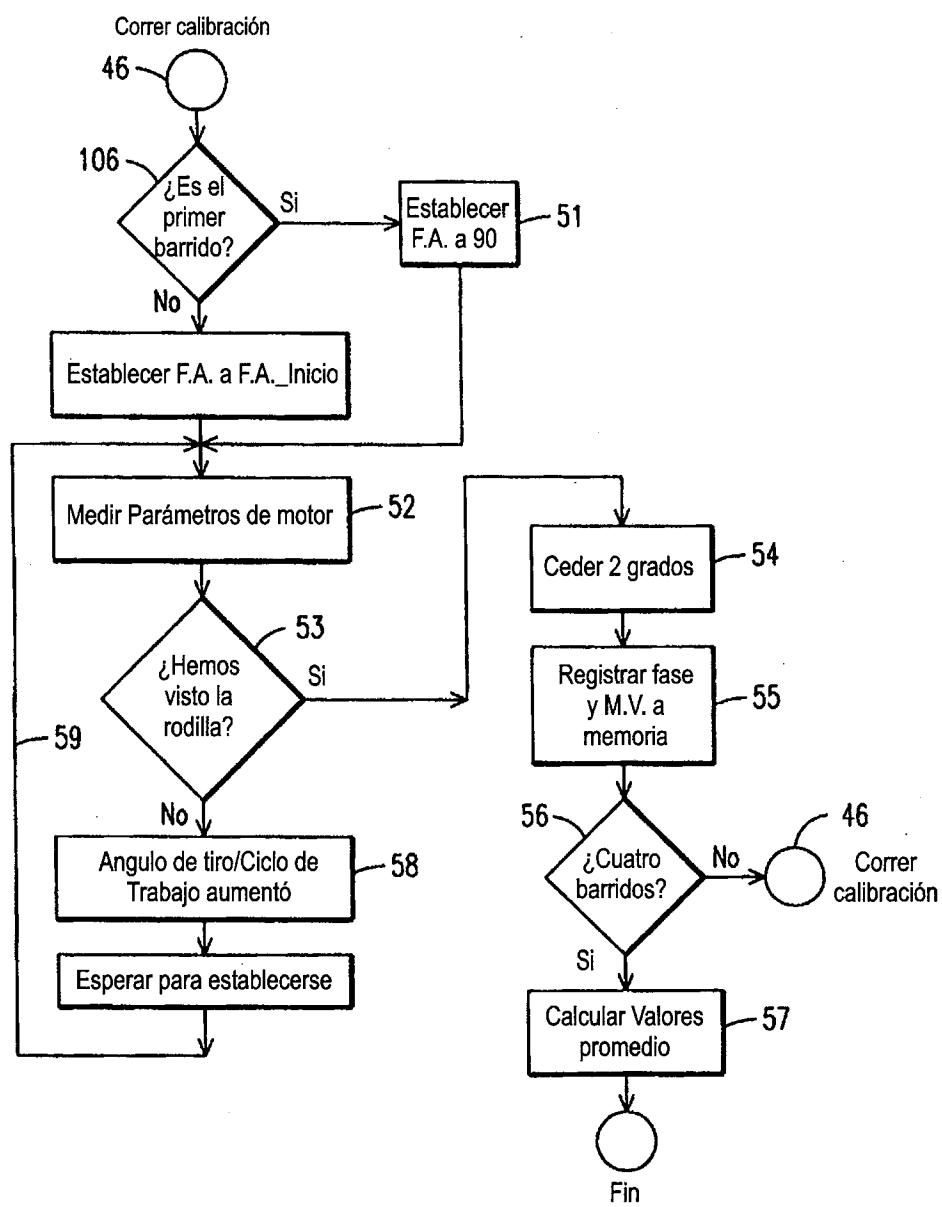


FIG. 21

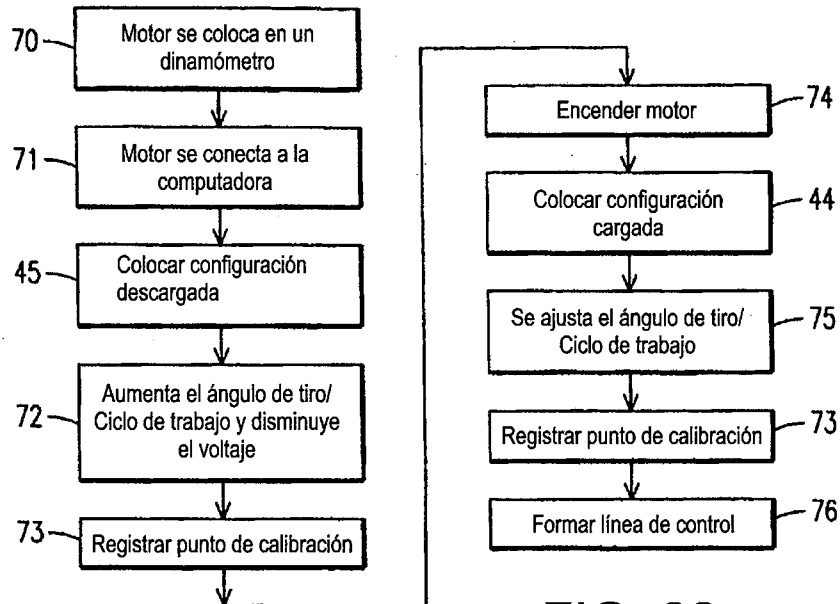


FIG. 22

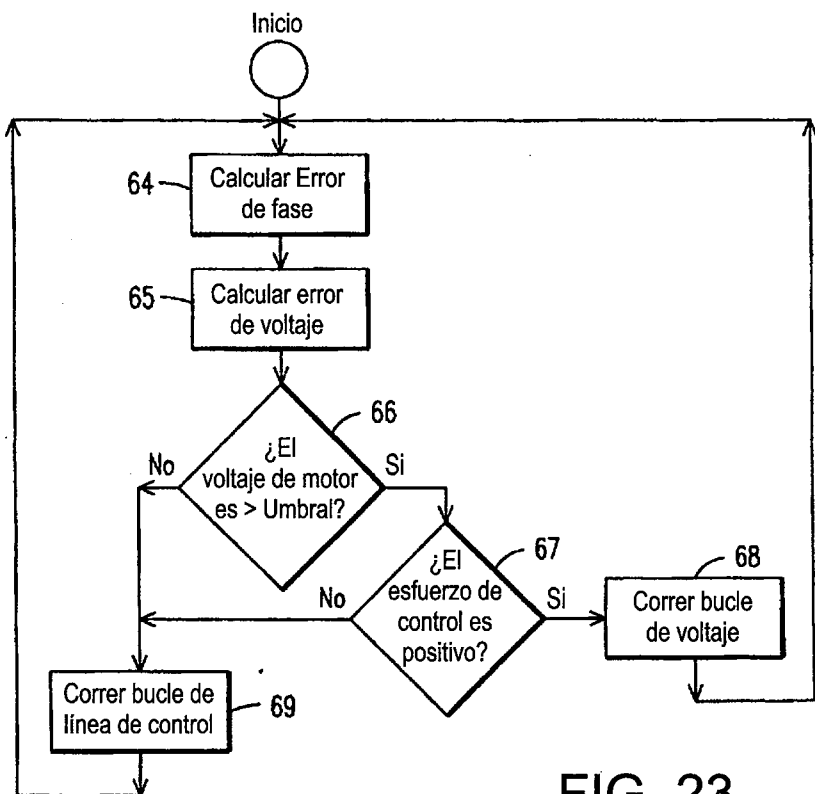


FIG. 23

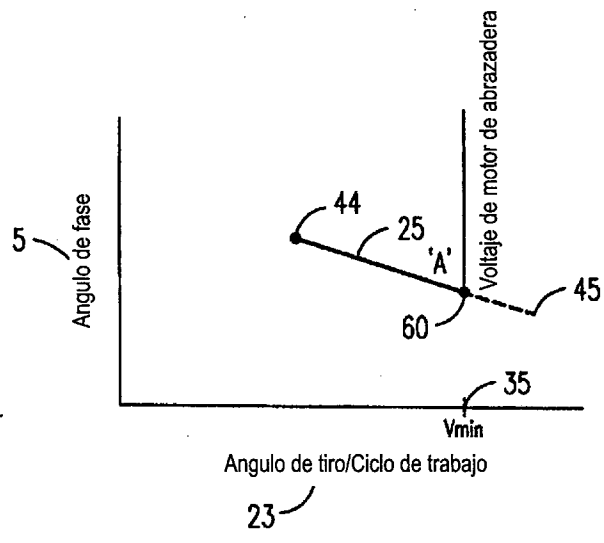


FIG. 24

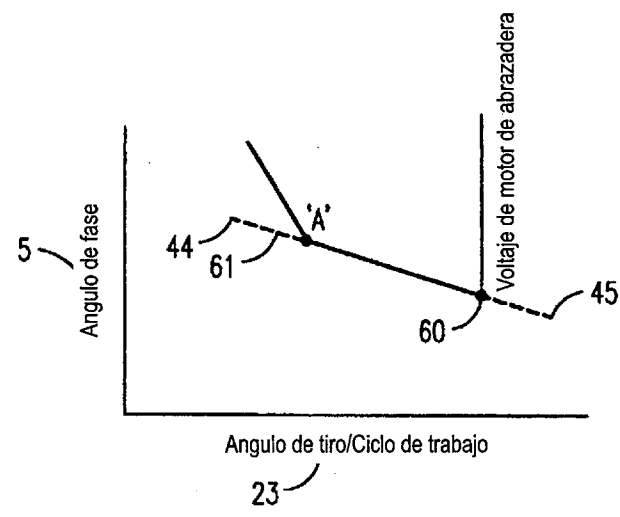


FIG. 25

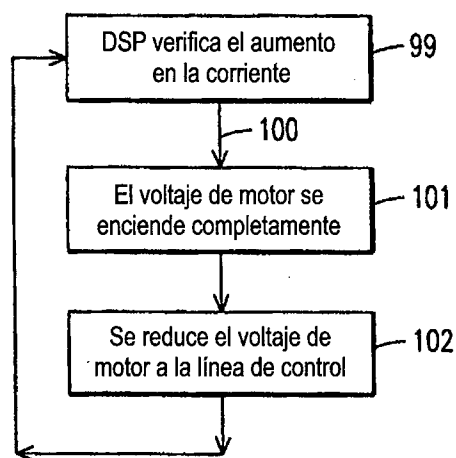


FIG. 26

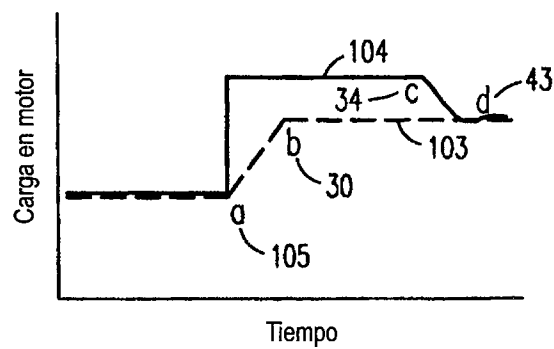


FIG. 27

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/US 08/10720

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC(8) - H02K 21/38; H02P 5/00 (2008.04) USPC - 310/155; 318/34 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) USPC: 310/155; 318/34 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched USPC: 310/155; 318/34 (text search - see terms below) Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) PubWEST(USPT,PGPB,EPAB,JPAB); DialogPRO(Engineering); Google Scholar Search Terms: digital processor, dsp, phase, pwm, pulse modulation, TRIAC, SCR, IGBT, MOSFET, driver, load, phase, closed loop, alternating current, AC, induction motor, control, control line, volatile memory		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5,828,200 A (LIGMAN et al.) 27 October 1998 (27.10.1998), entire document especially; FIG. 1, 3B, col 2, ln 52-56, col 3, ln 1-67, col 4, ln 30-67, col 5, ln 1-65, col 6, ln 13 to col 7, ln 39, col 8, ln 4 to col 9, ln 37, col 10, ln 14-26.	1-9, 12-21, 23-38, 40-43
Y		10, 11, 22, 39
Y	US 6,449,567 B1 (DESAI et al.) 10 September 2002 (10.09.2002), entire document especially; col 3, ln 1-15, col 5, ln 35-52.	10, 11, 22, 39
A	US 2007/0069668 A1 (MACKAY) 29 March 2007 (29.03.2007), entire document.	1-43
A	US 5,350,988 A (LE) 27 September 1994 (27.09.1994), entire document.	1-43
A	US 3,718,846 A (BEJACH) 27 February 1973 (27.02.1973), entire document.	1-43
☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 12 November 2008 (12.11.2008)		Date of mailing of the international search report 25 NOV 2008
Name and mailing address of the ISA/US Mail Stop PCT, Attn: ISA/US, Commissioner for Patents P.O. Box 1450, Alexandria, Virginia 22313-1450 Facsimile No. 571-273-3201		Authorized officer: Lee W. Young PCT Helpdesk: 571-272-4300 PCT OSP: 571-272-7774

104

PATENT COOPERATION TREATY

PCT/US2008/010720

From the INTERNATIONAL BUREAU

PCT

NOTIFICATION OF THE RECORDING
OF A CHANGE

(PCT Rule 92bis.1 and
Administrative Instructions, Section 422)

To:
TANG, John, A.
Strasburger & Price, LLP
1401 McKinney Street
Suite 2200
Houston, TX 77010
ETATS-UNIS D'AMERIQUE

Date of mailing (day/month/year)
11 February 2010 (11.02.2010)
Applicant's or agent's file reference
18175.0117PCT
International application No.
PCT/US2008/010720

IMPORTANT NOTIFICATION
International filing date (day/month/year)
15 September 2008 (15.09.2008)

1. The following indications appeared on record concerning:		
☒ the applicant ☐ the inventor ☐ the agent ☐ the common representative		
Name and Address THE POWERWISE GROUP, INC., A DELAWARE CORPORATION 999 E. Arapaho Road, Suite 100 Richardson, TX 75081 United States of America	State of Nationality	State of Residence US
	Telephone No.	
	Facsimile No.	
	E-mail address	
2. The International Bureau hereby notifies the applicant that the following change has been recorded concerning:		
☐ the person ☐ the name ☒ the address ☐ the nationality ☐ the residence		
Name and Address THE POWERWISE GROUP, INC. 4855 Technology Way Suite 550 Boca Raton, FL 33431 United States of America	State of Nationality	State of Residence US
	Telephone No.	
	Facsimile No.	
	E-mail address ☐ Notifications by e-mail authorized	
3. Further observations, if necessary:		
4. A copy of this notification has been sent to:		
☒ the receiving Office ☐ the International Preliminary Examining Authority		
☐ the International Searching Authority ☒ the designated Offices concerned		
☐ the Authority(ies) specified for supplementary search ☐ the elected Offices concerned		
☐ other:		

The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland	Authorized officer Marquis Catherine e-mail pt03.pct@wipo.int Telephone No. +41 22 338 74 03
Facsimile No. +41 22 338 87 20	

105

PATENT COOPERATION TREATY

PCT/US2008/010720

From the INTERNATIONAL BUREAU

PCT

NOTIFICATION OF THE RECORDING
OF A CHANGE

(PCT Rule 92bis.1 and
Administrative Instructions, Section 422)

To:
TANG, John, A. Strasburger & Price, LLP 1401 McKinney Street Suite 2200 Houston, TX 77010 ETATS-UNIS D'AMERIQUE

Date of mailing (day/month/year) 11 February 2010 (11.02.2010)
Applicant's or agent's file reference 18175.0117PCT
International application No. PCT/US2008/010720

IMPORTANT NOTIFICATION
International filing date (day/month/year) 15 September 2008 (15.09.2008)

1. The following indications appeared on record concerning:		
☒ the applicant	☒ the inventor	☐ the agent
☐ the common representative		
Name and Address	State of Nationality	State of Residence
	Telephone No.	
	Facsimile No.	
	E-mail address	
2. The International Bureau hereby notifies the applicant that the following change has been recorded concerning:		
☒ the person	☐ the name	☐ the address
☐ the nationality		
☐ the residence		
Name and Address KELLEY, Paul, H. 606 Elm Tree Lane Boca Raton, FL 33486 United States of America	State of Nationality US	State of Residence US
	Telephone No.	
	Facsimile No.	
	E-mail address ☐ Notifications by e-mail authorized	
3. Further observations, if necessary: The person identified in Box 2 should be added to the record as applicant for the United States of America only and inventor for all designated States.		
4. A copy of this notification has been sent to:		
☒ the receiving Office	☐ the International Preliminary Examining Authority	
☐ the International Searching Authority	☒ the designated Offices concerned	
☐ the Authority(ies) specified for supplementary search	☐ the elected Offices concerned	
	☐ other:	

The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland	Authorized officer Marquis Catherine e-mail pt03.pct@wipo.int Telephone No. +41 22 338 74 03
---	---

 Industria y Comercio SUPERINTENDENCIA		SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO DIVISION DE NUEVAS CREACIONES EXTRACTO PARA PUBLICACIÓN SOLICITUD DE PATENTE DE INVENCION PCT	
(21) N° de solicitud:		(51) Int Cl:	H02K 021/038
22) Fecha de solicitud:		(71) Solicitante(s)	THE POWERWISE GROUP, INC.
(30) Prioridad	(31) Prioridad	(32) Fecha	(33) País
	60/933,706	14/09/2007	US
	61/135,402	21/07/2008	US
	12/207,913	10/09/2008	US
		(72) Inventor(es)	PAUL H. KELLEY
		(74) Apoderado:	LUZ CLEMENCIA DE PAEZ
(85)	Fecha limite inicio fase nacional:		14/04/2010
(86)	Datos relativos a la presentación de la solicitud PCT		
	Fecha de presentación de la solicitud:		15/09/2008
	No. de solicitud PCT/US2008/010720		
(87)	Publicación internacional		
	Fecha:		19/03/2009
	N° publicación:		WO 2009/035696 A1
(54) Titulo: SISTEMA DE CONTROLADOR DE MOTOR Y METODOS PARA MAXIMIZAR AHORROS DE ENERGIA			

Reivindicación(es):

- 1.- Un sistema para controlar un motor de inducción AC para maximizar ahorros de energía que comprende:
un medio para conectar un controlador de motor a un motor de inducción AC;
un medio para colocar una carga en dicho motor de inducción AC;
un medio para remover una carga de dicho motor de inducción AC;
un medio para barrer un espacio de control del motor de inducción AC y tomar medidas de los parámetros operativos del motor de inducción AC;
un medio para establecer una línea de control desde dichas medidas;
un medio para almacenar dicha línea de control en dicho controlador de motor;
un medio para controlar dichos parámetros operativos; y
un medio para realizar el control de bucle cerrado de dicho motor de inducción AC para mantener el motor corriendo de acuerdo con dicha línea de control.
- 2.- El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, que además comprende:
un medio para colocar dicho motor de inducción AC en una configuración completamente cargada.
- 3.- El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, que además comprende:
un medio para colocar dicho motor de inducción AC en una configuración completamente cargada.
- 4.- El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, que además comprende:
medir una corriente de dicho motor de inducción AC.
- 5.- El sistema de acuerdo con la reivindicación 4, en donde:
la medida de corriente del motor de inducción AC se realiza mediante un procesador de señal digital.
- 6.- El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, que además comprende:
medir ángulos de fase del motor de inducción AC.

- 7.- El sistema de acuerdo con la reivindicación 6, en donde:
las medidas de ángulos de fase del motor de inducción AC se realizan mediante un procesador de señal digital.
- 8.- El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, que además comprende:
un medio para controlar un ángulo de encendido/ciclo de trabajo de dicho motor de inducción AC.
- 9.- El sistema de acuerdo con la reivindicación 8, en donde:
dichos medios para controlar dicho ángulo de encendido/ciclo de trabajo de dicho motor de inducción AC se realiza mediante un procesador de señal digital.
- 10.- El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en donde:
dichos medios para barrer el espacio de control del motor de inducción AC y observar y medir dichos parámetros operativos se realiza al variar el voltaje del motor de la raíz cuadrada media del motor de inducción AC.

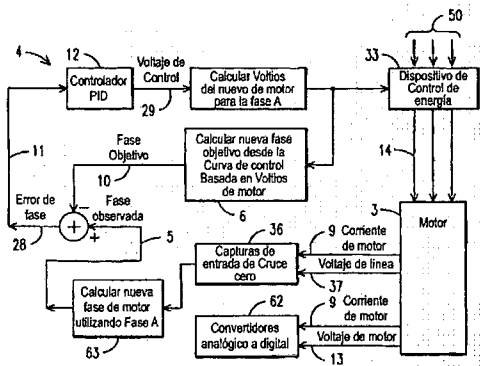


FIG. 2

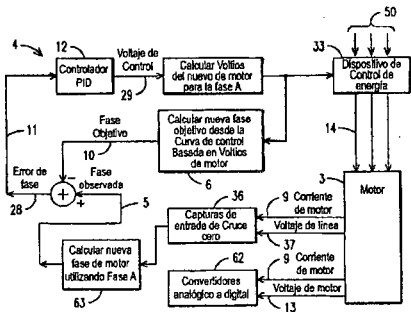


FIG. 2

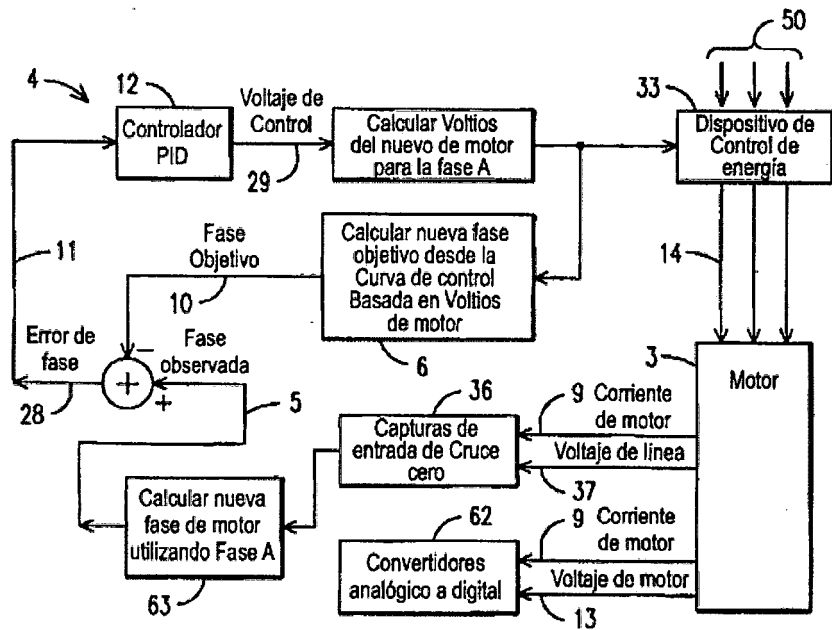


FIG. 2

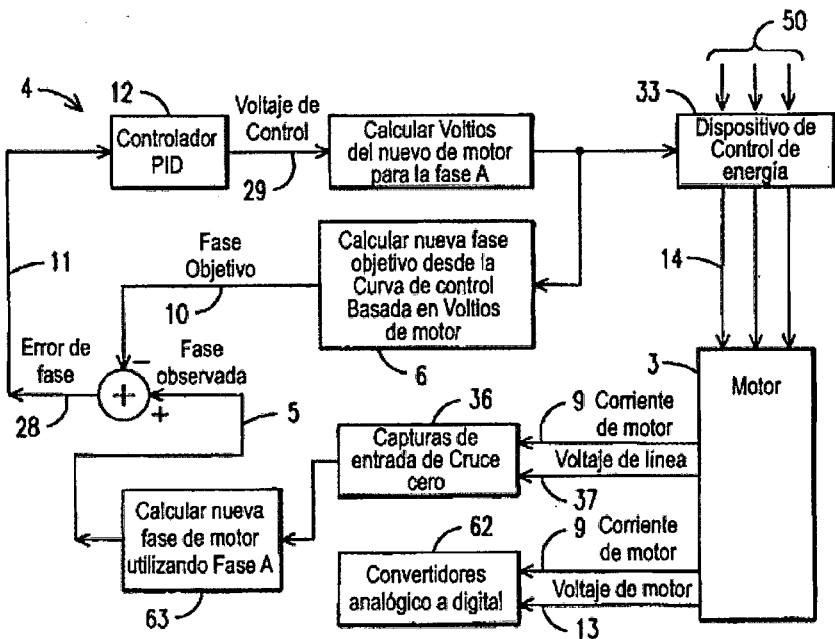
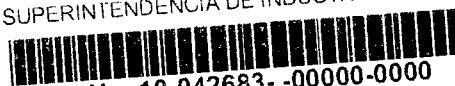


FIG. 2

RECIBO OFICIAL DE CAJA : 10 - 9,679
FECHA : FEBRERO 8 DE 2010

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 10-042683- -00000-0000

Fecha: 2010-04-13 17:14:03

Dep. 2020 DIR.NUEVASCR

Tra. 11 PATENTEIYII

Eve: 378 FASENACIONALI

Act. 411 PRESENTACION

Folios: 111

***** CONSIGNACION *****

DEPOSITANTE	TIPO PAGO	BANCO	CUENTA	No. PAGO	FECHA PGO	Vr. PAGO
CAVELIER ABOGADOS	CONSIGNACION	BANCO DE BOGOTA	062754387	175529605	08/02/2010	37,065,000.00

***** CONCEPTO *****

CANT.	RENTISTICO	CONCEPTO	TOTAL CONCEPTO
1	50005-01-01 SOLICITUDES	113 PTC CAP-I EXAMEN DE PATENTIBILIDA	314,000.00
		TOTAL :	\$ 314,000.00

SON: TRESCIENTOS CATORCE MIL PESOS

RESPONSABLE

RECIBO DE CAJA APLICADO AL EXPEDIENTE No. _____

COLO: 17580-841-002-1

109

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

NIT : 800176089-2

CERTIFICACION DE EXCEDENTE : 10 - 18,613
FECHA : MARZO 9 DE 2010

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 10-042683- -00000-0000

Fecha: 2010-04-13 17:14:03 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 378 FASENACIONALI
Act. 411 PRESENTACION Folios: 111

***** CONSIGNACION *****

DEPOSITANTE	TIPO PAGO	BANCO	CUENTA	Nº. PAGO	FECHA PGO	Vr. PAGO
CAVELIER ABOGADOS	CONSIGNACION	BANCO DE BOGOTA	062754327	325689700	09/03/2010	2,560,000.00

***** CONCEPTO *****

CANT.	RENTISTICO	CONCEPTO	TOTAL CONCEPTO
1	50005-01-09	OTROS SERVICIOS DE PROPIEDAD I	99 OTROS SERVICIOS ADMINISTRATIVOS
			TOTAL : \$ 5,000.00

SON: CINCO MIL PESOS

RESPONSABLE :

RECIBO DE CAJA APLICADO AL EXPEDIENTE No. _____

ESTA CERTIFICACION DE EXCEDENTE DE PAGO SOLO PODRA SER UTILIZADA
COMO PARTE DE LA CANCELACION DE UNA TARIFA VIGENTE Y NO PODRA SER
SUSTITUIDA POR NINGUN RECIBO.

COLO: 17580-841-002-1

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

NIT : 800176089-2

RECIBO OFICIAL DE CAJA : 10 - 20,606
FECHA : MARZO 15 DE 2010

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 10-042683- -00000-0000

Fecha: 2010-04-13 17:14:03
Tra. 11 PATENTEIYII
Act. 411 PRESENTACION

Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Eve: 378 FASENACIONALI
Folios: 111

***** CONSIGNACION *****

DEPOSITANTE	TIPO PAGO	BANCO	CUENTA	No. PAGO	FECHA PGO	Vr. PAGO
CAVELIER ABOGADOS	CONSIGNACION	BANCO DE BOGOTA	062754387	175526956	15/03/2010	56,869,000.00

***** CONCEPTO *****

CANT.	RENTISTICO	CONCEPTO	TOTAL CONCEPTO
1	50005-01-01 SOLICITUDES	87 SOL RENOVACION REGISTRO CON RECAR	1,090,000.00
TOTAL :			\$ 1,090,000.00

SON: UN MILLON NOVENTA MIL PESOS

RESPONSABLE :

RECIBO DE CAJA APLICADO AL EXPEDIENTE No. _____

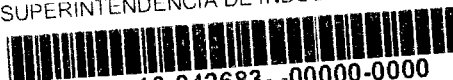
COLO: 17580-841-002-1

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

MIT : 800176089-2

CERTIFICACION DE EXCEDENTE : 10 - 24,810
FECHA : ABRIL 5 DE 2010

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 10-042683-00000-0000

Fecha: 2010-04-13 17:14:03 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra 11 PATENTEIYII Eve: 378 FASENACIONALI
Act. 411 PRESENTACION Folios: 111

**** CONSIGNACION ****

DEPOSITANTE	TIPO PAGO	BANCO	CUENTA	No. PAGO	FECHA PAGO	Vr. PAGO
CAVELIER ABOGADOS	CONSIGNACION	BANCO DE BOGOTA	062754387	175534531	31/03/2010	95,531,000.00

**** CONCEPTO ****

CANT.	RENTISTICO	CONCEPTO	TOTAL CONCEPTO
1	50005-01-09	OTROS SERVICIOS DE PROPIEDAD I	
		99 OTROS SERVICIOS ADMINISTRATIVOS	5,000.00
		TOTAL :	\$ 5,000.00

SON: CINCO MIL PESOS

RESPONSABLE :

RECIBO DE CAJA APLICADO AL EXPEDIENTE No. _____

ESTA CERTIFICACION DE EXCEDENTE DE PAGO SOLO PODRA SER UTILIZADA
COMO PARTE DE LA CANCELACION DE UNA TARIFA VIGENTE Y NO PODRA SER
SUSTITUIDA POR NINGUN RECIBO.

0010:17580-841002-1



No. 10-042683- -00000-0000

Fecha: 2010-04-13 17:14:03 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra: 11 PATENTEIYII Eve: 378 FASENACIONALI
Act. 411 PRESENTACION Folios: 111

PATENTE DE INVENCION ☐

MODELO DE UTILIDAD ☐

Art 33 Decisión 486/00

☐Indicación que se solicita una patente.

☐Datos de identificación del solicitante o de la persona que presenta la solicitud

☐Descripción de la invención

☐Dibujos de ser estos pertinentes

☐Comprobante de pago de las tasas establecidas (De ser el caso formato de descuento)

Completa ☐Incompleta ☐

PATENTE DE INVENCION PCT ☒

MODELO DE UTILIDAD PCT ☐

Art.33 Decisión 486/00, Circular Única

☒Indicación que se solicita una PCT

☒Copia de la solicitud en español, tal como fue presentada inicialmente (capítulo descriptivo, reivindicatorio, resumen)

☐Dibujos de ser estos pertinentes

☒Comprobante de pago de las tasas establecidas (de ser el caso formato de descuento)

Completa ☐Incompleta ☐

DISEÑO INDUSTRIAL ☐

(Art. 119 Decisión 486/00)

☐Indicación que se solicita Diseño industrial

☐Datos de identificación del solicitante o de la persona que presenta la solicitud

☐Representación gráfica y fotográfica del Diseño industrial o muestra del material que incorpora el diseño

☐Comprobante de pago de las tasas establecidas

Completa ☐Incompleta ☐

ESQUEMA DE TRAZADO ☐

(Art. 92 Decisión 486/00)

☐Indicación que se solicita un esquema de trazado

☐Datos de identificación del solicitante o de la persona que presenta la solicitud

☐Representación gráfica de un esquema de trazado

☐Comprobante de pago de las tasas establecidas

Completa ☐Incompleta ☐



Bogotá,
2020

Doctor(a)
SUAREZ DE PAEZ LUZ CLEMENCIA

REFERENCIA	Radicación No.	10 42683
	Solicitud internacional	PCT/US2008/010720
	Fecha inicio fase nacional	14/04/2010
	Trámite	11
	Evento	378
	Actuación	430
	Oficio No.	05276

Como resultado del examen de forma, realizado con fundamento en el artículo 38 de la Decisión 486 de la Comisión de la Comunidad Andina, artículo 27 del Tratado de Cooperación en Materia de Patentes (PCT), regla 51 bis del Reglamento y Circular Única de la Superintendencia de Industria y Comercio, se le comunica que:

1. La solicitud no contiene el poder debidamente otorgado, con el lleno de los requisitos exigidos por los artículos 63 y subsiguientes del Código de Procedimiento Civil. Adicionalmente, deberá presentar el documento que acredita la existencia y representación legal de la sociedad solicitante, cuando ésta fuere persona jurídica.
2. El solicitante debe presentar un nuevo título que permita identificar la materia de la cual trata la solicitud, ya que el título relacionado no se encuentra con la precisión necesaria para identificar claramente el objeto de la solicitud de patente. (Regla 4.3 PCT, Art 26-27 D-486, Circular única 5.2.9)
3. Debe aclarar el nombre del solicitante, por cuanto la publicación internacional difiere del petitorio presentado en fase nacional.
4. La solicitud no contiene la copia del documento en que consta la cesión del derecho a la patente del inventor al solicitante o a su causante, conforme a lo establecido por el artículo 26 literal k) de la Decisión 486 de la Comisión de la Comunidad Andina. Cuando se trate de documentos otorgados en el extranjero, estos deberán legalizarse de conformidad con lo dispuesto por los artículos 259 y 260 del Código de Procedimiento Civil. Cuando se trate de las declaraciones a que hace referencia la Regla 4.17 ii) del Tratado de Cooperación en Materia de Patentes PCT., el alcance de las tales declaraciones se determinará según indiquen claramente una cesión de derechos del inventor al solicitante o su causante, de conformidad con lo dispuesto en el numeral 5.2.15 del Capítulo Quinto, Título X de la Circular Única de Superintendencia de Industria y Comercio.

En cumplimiento de lo dispuesto por el artículo 39 de la Decisión 486, se le requiere para que dentro del término de dos meses siguientes a la fecha de notificación del presente oficio, complete los requisitos anteriormente enunciados. En caso de no dar cumplimiento al presente requerimiento, la solicitud se

Continúa en la página siguiente...

Al contestar favor indique el número de radicación consignado en el rótulo

Sede Centro: Carrera 13 No. 27-00 pisos 2, 5, 7 y 10 PBX: 5870000
Sede CAN: Av. Carrera 50 No. 26 - 55 int.2. Tel 5880070
Call Center 6513240. Línea 01800-910165
Web: www.sic.gov.co e-mail: info@sic.gov.co
Bogotá D.C. Colombia

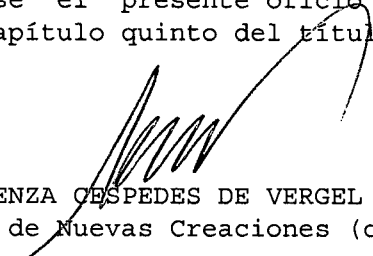


Industria y Comercio
SUPERINTENDENCIA

Radicación No.: 10 42683

considerará abandonada y perderá su prelación.

Notifíquese el presente oficio conforme a lo dispuesto en el numeral 5.2, literal e), del capítulo quinto del título primero de la Circular Unica No.10 de 2001.


ALIX CARMENZA CESPEDES DE VERGEL
Directora de Nuevas Creaciones (c)

El anterior requerimiento fue notificado por fijación en lista de
fecha _____
adpall **23 ABR. 2011**