

TURBO: extractor/soplador de aire centrífugo de ambientes viciados de CO₂, de alta eficiencia energética

Fecha de recepción: julio 2022

Fecha de aceptación: septiembre 2022

Versión final: noviembre 2022

Ibar Federico Anderson (*)

Resumen: En el año 2021 fue presentado al concurso nacional INNOVAR 2021 organizado por el Ministerio de Ciencia y Tecnología de la Nación (MINCYT) en la categoría de Escuelas Técnicas. El proyecto posee publicaciones con propiedad intelectual (ISBN/ISSN) nacionales e internacionales en revistas científicas de la Universidad Nacional de la Plata (Argentina), de la Universidad Nacional de Entre Ríos (Argentina), de la Facultad de Ingeniería (Colombia) y de la Universidad de Palermo (Argentina). Para ver el desarrollado bajo la metodología del "Design Thinking", por simulación electromecánica por software NI Multisim 14.0, diseño de la carcasa por CAD por software Cfturbo 2020 R2.0 + SketchUp Pro 2017 y prototipado rápido 3D por software ABVieber 14.0 + impresora 3D OverLord Pro + prototipado convencional con PRFV (plástico reforzado con fibra de vidrio) de un motor sincrónico de 2 polos de tipo PMSM/IPM monofásico de corriente alterna (AC) con rotor de imanes de ferrite.

Palabras clave: Innovación - tecnología - ciencia - energía - Covid-19.

[Resúmenes en inglés y portugués en la página 17]

Introducción

Simulación electromecánica por software NI Multisim 14.0, re-diseño de la carcasa por CAD por software Cfturbo 2020 R2.0 + Sketch Up Pro 2017 y prototipado rápido 3D por software ABVieber 14.0 + impresora 3D Over Lord Pro; para el diseño de un prototipo «beta» de soplador de aire centrífugo para uso civil y comercial (no industrial). La propuesta corresponde a un motor de corriente alterna monofásica (AC) electromecánicamente simulado por analogía con un motor paso-a-paso bipolar (Stepper) reconfigurando como motor sincrónico. Según la NEMA (National Electrical Manufacturers Association, traducido como: Asociación Nacional de Fabricantes Eléctricos), el motor síncrono es PMSM (Permanent Magnet Synchronous Motor, traducido como: motor sincrónico de imán permanente) de tipo IPM (Interior Permanent Magnet, traducido como: imanes permanentes interiores) insertos tangencialmente en el rotor de imanes cerámicos de ferrite de 2000 a 4000 (Gauss) o 0,2 a 0,4 (Tesla) de campo magnético. Aunque para una mayor Eficiencia Energética (EE) se piensa reemplazar en el futuro por tierras raras de neodimio (Nd₂Fe₁₄B) entre 11000 y 14000 (Gauss) o 0,2 a 0,4 (Tesla) de intensidad de campo magnético; lo cual es un factor clave para aumentar la eficiencia energética. Interactuando con un estator de 256 (Ω) de impedancia (Z). Las actividades llevadas a cabo para la construcción del prototipo fueron: (a) acoplar un motor sincrónico de tipo PMSM (con rotor de imanes permanentes de ferrite) o motor autoexcitado obtenido a partir del rotor-estator de una electrobomba de lavavajillas de 65 (watts) de potencia nominal; conectándolo a (b) los seis álabes radiales del rodete obtenidos de un rotor de un motor asincrónico de espiras de sombra (espira de frager o espira en cortocircuito) de secador de cabello. En esta etapa experimental previa al producto mínimo escalabe para su producción industrial de uso comercial-monofásico (se estima, que en un futuro, la misma puede ser escalada a una etapa de uso industrial-trifásica).

Controlándolo mecatrónicamente por el diseño de un circuito que consta de una reactancia-capacitiva y una reactancia-inductiva encargados de procesar la expresión binómica de la impedancia ($Z=A+jB$). La reactancia-capacitiva se obtiene a partir de un capacitor de 3 (μ F) conectado en paralelo a los dos fases de la fuente de fem (fuerza electro-motriz) monofásica de corriente alterna (AC) de 220 (V) y 50 (Hz) y cuya función es la corrección del factor de potencia. La reactancia-inductiva se obtiene a partir de un balasto magnético de 48 (Ω) conectado en serie a una de las fases de la fuente de fem, cuya función es limitar el paso de la corriente o intensidad (Amperios) que pasa a través de él, para que el funcionamiento del motor sea el correcto (simultáneamente filtrando los armónicos de la corriente); la reactancia electromagnética utilizada es de clasificación energética (EE) tipo EEI=B2, según la norma europea EN 50294/1998. De este modo se reduce la demanda de energía reactiva presente en un sistema eléctrico mediante la instalación del condensador o y la reactancia que trabaja como filtro de armónicos, incrementando la potencia activa o útil.

Por lo que la invención pertenece al campo técnico del control de arranque en motores eléctricos PMSM/IPM y proporciona un método al sistema-motor para controlar el arranque de álabes radiales exteriores del ventilador/extractor de aire centrífugo y su posterior eficiencia energética (EE) en el consumo de la energía eléctrica monofásica de 220 (V) y 50 (Hz). El método incluye (en el prototipo beta): (1) un arranque a potencia nominal del motor de 29 (Watts) de potencia activa y, (2) un pasaje al filtro EMI-LC accionado por el conmutador SPDT a 17 (Watts) de potencia activa.

Con el objetivo de obtener un atenuador de onda de tensión (Voltios) e intensidad de la corriente (Amperios) que trabaje como limitador de la corriente eléctrica en simultáneo como un filtro EMI (ElectroMagnetic Interference) de tipo paso-bajo (LPF) o filtro de interferencia

electromagnética pasivo cuya topología es inductiva-capacitiva: L-C (no confundir con el circuito resonante L-C, donde ambos están conectados en serie). De este modo, se evita que nazcan componentes armónicos de la corriente fundamental. La innovación radica en que el análisis de los circuitos lineales de filtro de primer orden poseen una frecuencia de corte ($f_c=1/LC$) de tipo inductivo-capacitivo que trabaja por analogía a uno resistivo-capacitivo, o ($f_c=R/L$). Dado que podemos asumir que en el inductor la reactancia-inductiva opera en simultáneo como una resistencia que reduce el paso de la corriente eléctrica (Amperios) con una consecuente caída de la tensión (Voltios) de salida hacia la carga lineal y como un tanque de almacenamiento de la energía en forma de campo magnético que es regresada a la red para su consumo; en tanto en el capacitor la reactancia-capacitiva almacena la energía en forma de campo eléctrico, ambos circuitos lineales filtran los armónicos presentes en la onda sinusoidal de la corriente alterna. El diseño de circuito total R-C-L (motor + filtro EMI reductor de la potencia activa) accionado por un conmutador SPDT (Single Pole, Double Throw, traducido como: polo único con dos hilos), ha demostrado tener una muy eficiencia energética (EE) y calidad de energía consumida debido a una distorsión armónica baja y un factor de potencia (coseno de ϕ) cercano a la unidad (0.99), donde se busca limitar la corriente armónica a <5% THD (Distorsión Armónica Total) inmediatamente aguas arriba del punto de instalación o punto de acople común (PCC) según la Norma IEEE 519.

El arranque no-suave del motor, al inicio de su encendido, se debe a la necesidad de la potencia activa nominal del par estático de arranque exigido por la masa de la carga (álambres radiales conectados al eje del rotor) que debe ser acelerado. El arranque no-suave no ahorra energía debido a la exigencia inicial del motor al momento del arranque (pero solo dura ese instante, una vez alcanzada la velocidad de sincronismo se pasa manualmente al modo de eficiencia energética). El cambio de modo a eficiencia energética (EE) se logra mediante contactos mecánicos o conmutador SPDT.

Según la «Ley de Afinidad» de los ventiladores, especificada en la Norma UNE 100-230-95, las variables de potencia (Watts) y velocidad (RPM) están determinadas según las normas internacionales ISO 5801-96(E) y ED 13348-1998; que aplican para los motores a-sincrónicos (pero no aplican para los motores sincrónicos como el utilizado en el proyecto). Por lo que en un motor a-sincrónico convencional (tipo: de inducción monofásico), la velocidad de giro de las aspas del rotor al reducir un 23,7% su velocidad (RPM) reduce un 56% la potencia activa (Watts), por ende el consumo de la energía activa en kiloWatts-hora (kWh) desciende significativamente. Lo cual es un buen indicador científico de la eficiencia energética (EE), aunque el motor complete el trabajo mecánico sobre el fluido aire en mayor tiempo; pero con el motor desarrollado para este proyecto, no se reduce la velocidad debido a que el motor es sincrónico y conserva las 3000 (RPM) como consecuencia de la frecuencia de la corriente alterna: 50 (Hz). Es decir, continúa realizando el mismo trabajo mecánico (Joules) sobre el fluido aire, sin demorar mayor tiempo. Resumiendo, el mo-

tor no desciende la velocidad de trabajo (RPM), aunque descienda el consumo de energía activa (kWh); de este modo la eficiencia energética (EE) es mayor o superior con el nuevo circuito R-C-L y con una tecnología menos compleja que un variador de frecuencia (VFD) que es un controlador diseñado para ahorro de energía.

La propuesta de valor agregado viene de la mano de la Eficiencia Energética (EE), lo que determina la reducción de la «huella de carbono»; donde se paso de consumir 202 (kwh) al año equivalente a 0,1 toneladas de CO₂ a 97 (kWh) al año equivalente 0.05 toneladas de CO₂ (lo cual significa una reducción del 50% de la huella de carbono) que nuestro desarrollo del prototipo deja sobre el Planeta Tierra.

Diseño desarrollado con la metodología del Design Thinking dentro del Proyecto (Código: B374) radicado en la Secretaría de Ciencia y Técnica (SCyT-FBA-UNLP) de la Universidad Nacional de La Plata, Departamento de Diseño Industrial. Cuyo título es: «Gestión integrada de Diseño e Innovación. Contribuciones para una revisión teórico-conceptual y metodológica» está a cargo del Director: Mg. D.I. Federico del Giorgio Solfa.

El proyecto «TURBO: Blower Air Covid-19» pretende vincular el nivel medio (Escuela Secundaria Técnica) con el sistema Universitario (carreras de perfil Tecnológico), crear lazos de desarrollo para que los futuros alumnos egresados valoren la necesidad y utilidad del conocimiento con perfiles tecnológicos de Diseño Industrial, Investigación + Desarrollo Tecnológico (I+D), tal cual se lo describe en la nueva Ley de la Economía del Conocimiento (Ley N° 27.570).

La obtención de este producto mínimo viable experimental es escalable a mayor potencia monofásica para su uso comercial y a un modelo trifásico (de conexión tipo estrella-delta) para uso industrial.

¿En qué consiste su proyecto?

Extractor/soplador de aire centrífugo de aspa radial adentro de la voluta, para su aplicación a ambientes viciados de Covid-19, para su uso civil, comercial e industrial con motor sincrónico de tipo PMSM/IPM, monofásico de corriente alterna (AC) de 220 (V) y 50 (Hz), de alta eficiencia energética (en un futuro se estima escalable a sistemas trifásicos también).

El proyecto vincula el nivel medio o de Escuelas Técnicas con el sistema Universitario (y las carreras con perfil Tecnológico) por intermedio del Proyecto B374 radicado en la Secretaría de Ciencia y Técnica de la Universidad Nacional de La Plata (SCyT-FBA-UNLP), Departamento de Diseño Industrial; creando lazos de desarrollo para que los futuros alumnos egresados del nivel medio (Secundaria - Técnica) valoren la utilidad del conocimiento con perfiles tecnológicos como la Ingeniería y el Diseño Industrial e Investigación + Desarrollo Tecnológico (I+D), tal cual se lo describe en la nueva Ley de la Economía del Conocimiento (Ley N° 27.570). En el año 2020, el proyecto participó de modo virtual del Programa Fundación Grupo Petersen a la «Innovación Educativa» (completando el programa), con el aval de los siguientes bancos patrocinadores: Banco Provincia de Entre Ríos, Banco de Santa Fé, Banco de San Juan y Banco de Santa Cruz.

Desarrollado bajo la metodología del “Design Thinking”, por simulación electromecánica por software NI Multisim 14.0, diseño de la carcaza por CAD por software Cfturbo 2020 R2.0 + SketchUp Pro 2017 y prototipado rápido 3D por software ABVieber 14.0 + impresora 3D OverLord Pro + prototipado convencional de un motor sincrónico de 2 polos de tipo PMSM/IPM monofásico de corriente alterna (AC).

¿Cómo funciona?

En términos generales el soplador/extractor de aire es convencional de tipo centrífugo, con seis (6) álabes radiales conectados al eje del rotor y ubicados adentro de la carcaza de la voluta, que inyectan (aire fresco) o extraen el aire (viciado de Covid-19), desde la toma de ingreso de aire hacia el difusor de salida. Movidos por un motor síncrono de corriente alterna (AC) monofásica de 220 (V) y 50 (Hz) tipo PMSM (Permanent Magnet Synchronous Motor) - IPM (Interior Permanent Magnet), es decir un motor sincrónico de imanes permanentes en su interior insertos tangencialmente en el rotor; los imanes cerámicos de ferrite son de 2000 a 4000 (Gauss) o 0,2 a 0,4 (Tesla) de campo magnético (más baratos que los de tierras raras de neodimio -Nd2Fe14B- aunque estos últimos sea más eficientes por ser de mayor intensidad de campo magnético).

Al principio, el arranque no-suave del motor, su encendido, se debe a la necesidad de la potencia activa nominal del par estático de arranque exigido por la masa de la carga (álabes radiales conectados al eje del rotor) que debe ser acelerado. El arranque no-suave no ahorra energía debido a la exigencia inicial del motor al momento del arranque, pero solo dura ese instante, una vez alcanzada la velocidad de sincronismo -3000 (RPM)- se pasa manualmente al modo de eficiencia energética. El cambio de modo a eficiencia energética (EE) se logra mediante contactos mecánicos o conmutador SPDT. Donde se activa un capacitor de 3 (μ) conectado en paralelo a los dos fases de la fuente de fem y cuya función es la corrección del factor de potencia; junto a una reactancia-inductiva de 48 (Ω) conectado en serie a una de las fases de la fuente de fem, cuya función es limitar el paso de la corriente o intensidad (amperios) que pasa a través de él, para que el funcionamiento del motor sea el correcto. Un filtro EMI de tipo paso-bajo (LPF) o filtro de interferencia electromagnética pasivo cuya topología es inductiva-capacitiva, de este modo se evita que nazcan componentes armónicos de la corriente fundamental.

El diseño de circuito total R-C-L (motor + filtro EMI + reductor de la potencia activa) accionado por un conmutador SPDT, ha demostrado tener una muy eficiencia energética (EE) y calidad de energía consumida debido a una distorsión armónica relativamente baja y un factor de potencia (coseno de φ) cercano a la unidad (0.99), donde se busca limitar la corriente armónica a <5% THDv (Distorsión Armónica Total en tensión) inmediatamente aguas arriba del punto de instalación o punto de acople común (PCC) según la Norma IEEE 519.

Grado de desarrollo

¿Es un producto o un proceso?

Es un producto.

Viabilidad comercial

¿Está contemplado el desarrollo comercial?

No.

Novedad

¿Cuál es el aspecto novedoso de este producto o proceso respecto de productos o procesos existentes?

El motor no desciende la velocidad de trabajo (RPM), aunque descienda el consumo de energía activa (kWh); de este modo la eficiencia energética (EE) es mayor o superior y con una tecnología menos compleja que un variador de frecuencia (VFD) que es un controlador diseñado para ahorro de energía (muy costoso si comparamos la electrónica utilizada) con el diseño aquí propuesto (mucho más rústico que la electrónica, más sencillo y más barato, aunque con sus limitaciones). Con un control de potencia por reactancia-inductiva + reactancia-capacitiva que disipa los armónicos, dado que podemos asumir que el inductor opera en simultáneo como una resistencia que reduce el paso de la corriente eléctrica (Amperios) con una consecuente caída de la tensión (Voltios) de salida hacia la carga no-lineal y como un tanque de almacenamiento de la energía en forma de campo magnético que es regresada a la red para su consumo; en tanto en el capacitor la energía es almacenada en forma de campo eléctrico. Ambos circuitos filtran los armónicos presentes en la onda sinusoidal de la corriente alterna, por lo que la calidad de energía consumida es bastante buena debido a una distorsión armónica baja y un factor de potencia (coseno de φ) cercano a la unidad (0.99), donde se busca limitar la corriente armónica a <5% THD de tensión (Distorsión Armónica Total) inmediatamente aguas arriba del punto de instalación o punto de acople común (PCC) según la Norma IEEE 519. Con un factor de cresta cercano a un límite máximo de 1.8 (CF).

El factor de cresta (CF) es una indicación de armónicos causado por la carga no-lineal conectada al control de potencia de la reactancia-inductiva en serie a una de las fases, lo que demanda una corriente distorsionada o no-senoidal. Para una medición de corriente y voltaje, el valor de factor de cresta es (CF)=1.9.

$$CF = \frac{V_{pico}}{V_{rms}} = CF = \frac{420(\text{Voltios}_{pico})}{2} = 210(\text{Voltios}) \rightarrow \frac{210(\text{Voltios})}{107.8(\text{Voltios}_{RMS})} = 1.948$$

¿Cuál es la ventaja que resulta de su uso?

El motor sincrónico de tipo PMSM/IPM diseñado para este proyecto (con un control de potencia por reactancia-inductiva + capacitor) no pierde velocidad -ya que trabaja al 100% de su velocidad máxima de 3000 (RPM)- con solo el 35.6% de su potencia activa máxima -utilizando solo 6.3 (Watts)-, frente al claro descenso de la velocidad del motor a-síncrono sin escobillas de tipo “frager” o “en cortocircuito” o de inducción monofásico (que son los que se utilizan normalmente en los equipos de refrigeración) -que trabaja a una velocidad 44% menor que el motor síncrono, en su velocidad máxima de 1690 (RPM)- con el 100% de su potencia activa máxima de 19 (Watts). Por lo que podemos asegurar que el motor síncrono ahorra un 67% de energía activa (kWh), reali-

zando 56% más trabajo mecánico sobre el fluido aire con la misma potencia activa.

Otra ventaja del motor síncrono de tipo PMSM/IPM es que si aplicamos la denominada «Ley de Afinidad de los ventiladores», especificada en la Norma UNE 100-230-95, las variables de potencia (Watts) y velocidad (RPM) están determinadas según las normas internacionales ISO 5801-96(E) y ED 13348-1998; por lo que, el motor a-síncrono, con una potencia de 19 (Watts) a 1690 (RPM) de velocidad de los álabes del rodete requeriría 106 (Watts) de potencia para igualar las 3000 (RPM) del motor síncrono de tipo PMSM/IPM (es decir que normalmente cualquier motor a-síncrono de inducción monofásico de refrigeración requeriría 16,8 veces más potencia para igualar a este diseño de alta eficiencia energética).

Por lo que el motor síncrono de tipo PMSM/IPM con el control de reactancia-inductiva en serie + capacitor en paralelo reduce un 67% la potencia activa (Watts) y el consumo de energía activa (kWh), realizando 56% más trabajo mecánico (Joules) sobre el fluido aire (con una reducción del 50% de la huella de carbono). Por eso decimos que el motor «TURBO» es energéticamente más eficiente (EE), porque realiza más trabajo mecánico (Joules) sobre los álabes del rodete en el fluido aire, con menor potencia (Watts) consumiendo menos energía eléctrica (kilowatts-hora) que el motor a-síncrono sin escobillas (de tipo frager o de inducción convencional utilizados en equipos ventiladores/extractores centrífugos de aire) pero a mayores revoluciones por minuto (RPM). La ventaja es doble.

Dicho de otro modo, el motor desarrollado para este proyecto, no se reduce la velocidad sobre el fluido aire aunque descienda la potencia activa (Watts), debido a que el motor es síncrono y conserva las 3000 (RPM) como consecuencia de la frecuencia de la corriente alterna de 50 (Hz) sin que el par-motor se vea afectado.

¿Realizó alguna búsqueda en internet sobre proyectos similares?

Comente fuentes e información encontradas

Si, realicé una investigación de patentes (no iguales a este proyecto, pero similares) que permitan el desarrollo de este proyecto. Pero lo único que existen son los variadores de frecuencia (VDF) altamente costosos (económicamente) y sofisticados (electrónicamente), si lo comparamos con la electro-mecánica (más barata y rústica) desarrollada para este proyecto y de larga vida útil comparativamente con la electrónica.

UK Patent Application - GB 2407712A - Application number: 0423880.4 - Date of filing: 28.10.2004

EUROPEAN PATENT SPECIFICATION - EP 1760859B1 - Application number: 05425606.0 - Date of filing: 30.08.20

EUROPEAN PATENT SPECIFICATION - EP 0574823A2 - Application number: 93109284.5 - Date of filing: 09.06.93

EUROPEAN PATENT SPECIFICATION - EP 1760859B1 - Application number: 05425606.0 - Date of filing: 30.08.2005

EUROPEAN PATENT SPECIFICATION - EP 0287984A2 - Application number: 88106126.1 - Date of filing: 18.04.88

¿A quién está dirigida la innovación?

Empresas – PyMEs.

Esta innovación se dirige a:

Un mercado nuevo.

¿Cuál es su relación con el medio ambiente?

Reduce el consumo de energía.

La propuesta de valor agregado viene de la mano de la Eficiencia Energética (EE), lo que determina la reducción de la «huella de carbono»; donde se paso de consumir 202 (kwh) al año equivalente a 0,1 toneladas de CO2 a 97 (kWh) al año equivalente 0.05 toneladas de CO2 (lo cual significa una reducción del 50% de la huella de carbono) que nuestro desarrollo del prototipo deja sobre el Planeta Tierra (a la pequeña escala del prototipo experimentado). La relación con la huella de carbono es directamente proporcional a la potencia del motor.

¿Su innovación sustituye importaciones?

Si.

¿Cuál es el rubro más vinculado a la innovación?

Electricidad, electromecánica, electrónica, electrodomésticos.

¿Está vinculado a alguna actividad laboral?

Comente de qué manera

SI: Innovación + Desarrollo Tecnológico (I+D). Proyecto B374, Secretaría de Ciencia y Técnica (SCyT), Facultad de Bellas Artes (FBA), Universidad Nacional de La Plata (UNLP), Laboratorio de Investigación y Desarrollo de Diseño Industrial (LIDDI-FBA-UNLP), Departamento de Diseño Industrial, Universidad Nacional de La Plata (FBA-UNLP).

Patentes

¿Se han realizado trámites para proteger al producto?

No.

¿Conoce el procedimiento para patentar su proyecto?

Sí.

¿Estima viable patentarlo?

Sí.

¿Su proyecto se relaciona de alguna forma en la lucha contra la pandemia del COVID? ¿De qué manera?

SI: renovación de aire viciados de Covid-19.

Ventilación y Covid-19 según la campaña «VENTILAR» en página web oficial del gobierno: <https://www.argentina.gob.ar/ciencia/unidad-coronavirus/ventilar> Ventilación y Covid-19 en la industria, según el Ministerio de Trabajo de la Nación: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/ficha_tecnica_ventilacion_y_covid_150920.pdf

¿Cómo tuvo conocimiento del concurso?

La página web oficial de INNOVAR: <http://www.innovar.mincyt.gob.ar/>

¿Por qué cree usted que su proyecto debería ser premiado?

La Escuela Técnica N° 2 «Independencia» de Concordia, Entre Ríos, es una escuela pequeña (humilde, pero con mucho honor, como cualquier otra). Defendemos la bandera del federalismo y de la calidad educativa (y lo vamos a demostrar con las pruebas que aquí brindamos) y a pesar de nuestros bajos ingresos económicos (comparados con otras Escuelas Técnica Nacionales con altos recursos e ingresos y «contactos políticos» y geográficos centralizados en el territorio nacional). Vinculamos como ninguna otra Escuela con las Universidades Nacionales (como demostración de la búsqueda infatigable de la calidad y el conocimiento), ya nos hemos vinculado con la: Universidad Nacional de La Plata (sede La Plata, Provincia de Buenos Aires, carrera de Diseño Industrial), Universidad Nacional de Entre Ríos (Sede Concordia, provincia de Entre Ríos, carrera de Mecatrónica) y UTN (Sede Concordia, Provincia de Entre Ríos, carrera de Ingeniería Eléctrica). Hemos participado en INNOVAR 2017 y 2018 con proyectos similares (no iguales) y fuimos al catálogo y sus reconocimientos lo hemos llevado a dos (2) publicaciones con referato de comité científico de expertos académicos (tal como lo hace la ciencia en los más elevados niveles de calidad), una publicación nacional y otra internacional, ambas con DOI (Digital Object Identifier) y con propiedad intelectual (ISSN), que se pueden consultar en los siguientes links:

- La Revista UIS Ingenierías (<https://revistas.uis.edu.co/>), antecedente del año 2019, sitio web oficial de la revista científica de la Universidad Industrial Santander (Colombia) nos publicó el trabajo con referato (con el aval del comité académico de expertos profesores y profesionales universitarios), con propiedad intelectual (ISSN impreso: 1657-4583, en línea: 2145-8456), DOI: 10.18273/revuin.v18n4-2019005. Se puede consultar en el siguiente link oficial de la revista científica, hacer click en: <https://revistas.unlp.edu.ar/IDTS/article/view/6270/7812>
- La Revista IDST: “Investigación y Desarrollo Tecnológico y Social” de la Universidad Nacional de La Plata (<https://revistas.unlp.edu.ar/IDTS>), antecedente del año 2019, República Argentina, sitio web oficial de la revista científica nos publicó el trabajo con referato (con el aval del comité académico de expertos profesores y profesionales universitarios), con propiedad intelectual (ISSN impreso: 2683-8559), DOI: <https://doi.org/10.24215/26838559e001>. Se puede consultar en el siguiente link oficial de la revista científica, hacer click en: <https://revistas.uis.edu.co/index.php/revistausingenierias/article/view/9300/9869>
- Un video de una entrevista que nos realizó el Canal de Youtube de la UNER (Universidad Nacional

de Entre Ríos) para la Semana de la Ciencia y Tecnología en el año 2018 sobre los proyectos INNOVAR del Ministerio de Ciencia y Tecnología de la Nación (MINCYT). Video tomado del canal de la Universidad, ir al link original (tiempo: 1:38 minutos para ver el proyecto nuestro ya que compartimos espacio con otros proyectos) hacer: click aquí: https://www.youtube.com/watch?v=K8crTCxN0Hw&ab_channel=UniversidadNacionaldeEntreR%C3%ADos-Canal20

- Congreso de Disciplinas Proyectuales -publicación n° 3- se presentó el trabajo a las 9nas. Jornadas JI-DAP de: “Investigación en Disciplinas Proyectuales” de la Universidad Nacional de La Plata (UNLP), República Argentina. En el sitio web oficial de la Base de Datos de la UNLP se publicó el trabajo con referato (con el aval del comité académico de expertos profesores y profesionales universitarios), con propiedad intelectual (ISSN: 978-950-34-1791-1). Se puede consultar en el siguiente link oficial de la publicación: http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/80838/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- La publicación n° 4, actualizada al año 2021, la encontramos en el siguiente Congreso de Diseño Industrial denominado: “XVI Encuentro Latinoamericano de Diseño 2021” de la Universidad de Palermo, Buenos Aires, República Argentina. Donde se publicó el trabajo actualizado con el nombre “TURBO: soplador/extractor de aire Covid-19”. El siguiente es un link al sitio web oficial de la Base de Datos del Congreso de Diseño Latinoamericano la UP, se publicó el trabajo con referato (con el aval del comité académico de expertos profesores y profesionales universitarios), con propiedad intelectual (ISSN 1850-2032). Se puede consultar en el siguiente link oficial de la publicación, hacer click en: https://fido.palermo.edu/servicios_dyc/encuentro-latinoamericano/archivos_conf_2021/7284_168415_7328eld.pdf

Si obtenemos algún premio pensamos utilizar el dinero para publicar (un paper) en inglés en una revista internacional de Ciencia-Tecnología e Ingeniería, para darnos a conocer y buscar socios potenciales para el desarrollo de una Patente de Invento y/o Modelo de Utilidad aplicable a motores trifásicos de mayor potencia de uso industrial.

Instrumentos de medición utilizados en el banco de pruebas

Mas ensayos en un banco de pruebas con osciloscopio medidor de señal de onda de tensión en pico-pico ($voltios_{pp}$ verdadero valor eficaz o (en inglés: True RMS) de la tensión (V_{rms}) y la tensión media (en inglés: average, AVG) o tensión promedio (V_{avg}). Mas un multímetro digital medidor del voltaje (voltímetro: V), un frecuencímetro medidor de oscilación de corriente alterna (hertz: Hz), una pinza amperométrica (medidora de amperios: A), un cofímetro (medidor del coseno de ϕ : ϕ), un vatímetro medidor de potencia activa (vatios: W), un power-meter medidor de la energía activa (ki-

lowatts-hora: kwh) y un fototacómetro láser medidor de la velocidad rotacional del álabe (revoluciones por minutos: RPM).

Abajo a la izquierda, detalle de las conexiones eléctricas de la llave térmica y el disyuntor diferencial del banco de pruebas y la reactancia inductiva conectada en serie a una fase, en su interior junto al capacitor en paralelo a las dos (2) fases en el punto de acople (aguas abajo). El capacitor en paralelo conectado a las dos fases, va unido a la reactancia-inductiva en serie a una de las fases, que es el secreto del funcionamiento del motor sincrónico PMSM/IPM de bajo consumo energético y alta eficiencia; su secreto se guarda para la reivindicación acorde a la Ley de Patentes N° 24481 modificada por su similar N° 24.572 (T.O. 1996) y su Reglamentación (que no se muestra para preservar la novedad y no divulgación previa).

Texto para el catálogo

Extractor/soplador de aire centrífugo, de ambientes con Covid-19, de alta eficiencia energética: ahorra 57% de energía en kilovatios-hora (kwh). Vincula la Escuela Técnica N° 2 “Independencia” (ER) con la Universidad Nacional de La Plata, por intermedio del Proyecto B374 en CyT.

Sitio web

Presentación: <https://ecoblownerair.wixsite.com/ecoblowner-air/a-inicio>

Desarrollo/Producto: <https://ecoblownerair.wixsite.com/ecoblowner-air/2-producto>

Publicaciones/Antecedentes: <https://ecoblownerair.wixsite.com/ecoblowner-air>

Innovación/Educación: <https://ecoblownerair.wixsite.com/ecoblowner-air/c-contacto>

Contacto/Redes: <https://ecoblownerair.wixsite.com/ecoblowner-air/copia-de-4-contacto>

¿En qué consiste su proyecto? ¿Qué problema soluciona?

Dos (2) problemas:

(a) Renueva el aire de los ambientes (domésticos, comercios, industrias, etc.) viciados con Covid-19 (Coronavirus).

(b) Ahorra energía, medida en kiloWatts-hora (kWh) que es el modo en que facturan las boletas las empresas distribuidoras de energía eléctrica.

¿Por qué es mejor que los existentes en el mercado?

¿Cuál es la diferencia?

En tanto desciende la potencia activa (vatios) y el consumo de energía activa medida en kWh (kilowatts-hora) también desciende, no sucede lo mismo con su velocidad de trabajo (como normalmente sucede con cualquier extractor/forzador de aire centrífugo convencional).

A partir de las conclusiones experimentales, evidentemente el motor sincrónico de tipo PMSM/IPM no pierde velocidad -ya que trabaja al 100% de su velocidad máxima de 3000 (RPM)- con solo el 35.6% de su potencia activa máxima, utilizando solo 6.3 (Watts). A modo de comparación un motor de inducción monofásico, que son los que se utilizan normalmente en los equipos de refrigeración, o motor a-síncrono sin escobillas de tipo “frager” (en cortocircuito) trabaja a una velocidad 44%

menor que el motor sincrónico, en su velocidad máxima de 1690 (RPM), con el 100% de su potencia activa máxima de 19 (Watts). Por lo que el motor sincrónico de tipo PMSM/IPM con el control de reactancia-inductiva en serie + capacitor en paralelo reduce un 67% la potencia activa (Watts), realizando 56% más trabajo mecánico (Joules) sobre el fluido aire. Por eso decimos que el motor “TURBO” es energéticamente más eficiente (EE), porque realiza más trabajo mecánico (Joules) sobre los álabes del rodete en el fluido aire, con menor potencia (Watts) consumiendo menos energía eléctrica (kilowatts-hora) que el motor a-síncrono sin escobillas (de tipo frager o de inducción convencional utilizados en equipos ventiladores/extractores centrífugos de aire) pero a mayores revoluciones por minuto (RPM). La ventaja es doble.

¿Cómo funciona?

En términos generales el soplador/extractor de aire es convencional de tipo centrífugo, con seis (6) álabes radiales conectados al eje del rotor y ubicados adentro de la carcasa de la voluta, que inyectan (aire fresco) o extraen el aire (viciado de Covid-19), desde la toma de ingreso de aire hacia el difusor de salida. Movidos por un motor sincrónico de corriente alterna (AC) monofásica de 220 (V) y 50 (Hz) tipo PMSM (Permanent Magnet Synchronous Motor) - IPM (Interior Permanent Magnet), es decir un motor sincrónico de imanes permanentes en su interior insertos tangencialmente en el rotor; los imanes cerámicos de ferrite son de 2000 a 4000 (Gauss) o 0,2 a 0,4 (Tesla) de campo magnético (más baratos que los de tierras raras de neodimio -Nd2Fe14B- aunque estos últimos sea más eficientes por ser de mayor intensidad de campo magnético).

Al principio, el arranque no-suave del motor, su encendido, se debe a la necesidad de la potencia activa nominal del par estático de arranque exigido por la masa de la carga (álabes radiales conectados al eje del rotor) que debe ser acelerado. El arranque no-suave no ahorra energía debido a la exigencia inicial del motor al momento del arranque, pero solo dura ese instante, una vez alcanzada la velocidad de sincronismo -3000 (RPM)- se pasa manualmente al modo de eficiencia energética. El cambio de modo a eficiencia energética (EE) se logra mediante contactos mecánicos o conmutador SPDT. Donde se activa un capacitor de 3 (μF) conectado en paralelo a las dos fases de la fuente de fem y cuya función es la corrección del factor de potencia; junto a una reactancia-inductiva de 48 (Ω) conectado en serie a una de las fases de la fuente de fem, cuya función es limitar el paso de la corriente o intensidad (amperios) que pasa a través de él, para que el funcionamiento del motor sea el correcto. Un filtro EMI de tipo paso-bajo (LPF) o filtro de interferencia electromagnética pasivo cuya topología es inductiva-capacitiva, de este modo se evita que nazcan componentes armónicos de la corriente fundamental. El diseño de circuito total R-C-L (motor + filtro EMI + reductor de la potencia activa) accionado por un conmutador SPDT, ha demostrado tener una muy eficiencia energética (EE) y calidad de energía consumida debido a una distorsión armónica relativamente baja y un factor de potencia (coseno de ϕ) cercano a la unidad (0.99),

donde se busca limitar la corriente armónica a $<5\%$ THDv (Distorsión Armónica Total en tensión) inmediatamente aguas arriba del punto de instalación o punto de acople común (PCC) según la Norma IEEE 519. Con un factor de cresta (CF) = 1,9. El factor de cresta (CF) es una indicación de armónicos causado por la carga no-lineal conectada al control de potencia de la reactancia-inductiva en serie a una de las fases, lo que demanda una corriente distorsionada o no-senoidal. Aproximando mejor la forma de onda sinusoidal en la tensión. Esto señala/confirma la hipótesis de trabajo: efectivamente la nueva hipótesis de diseño electro-mecánica está orientada claramente en el sentido correcto dado que descienden los armónicos (rectifica la señal sinusoidal de la corriente alterna, tal cual se observa en la forma de la onda de tensión), aunque la señal indica que la carga continúa siendo no-lineal. Adicionalmente, como otro dato positivo, no existe alteración armónica de la frecuencia.

Estado actual del proyecto

Prototipo funcionando.

Proyección económica

Busca socio para patente.

¿Tendrá un prototipo o maqueta para mostrar su proyecto en la exposición?

Si, prototipo funcional.

Observaciones, datos adicionales, archivo adicional de información de desarrollo

Copie y pegue el siguiente link que más abajo se deja y accederá a un archivo PDF de 31Megas subido a la web con 243 páginas y 211 fotos del desarrollo del proyecto "TURBO" extractor de aire Covid-19 de alta eficiencia energética.

Ver en el siguiente link: https://f59ca65b-5774-4ef6-be7c-1a73b8bce76b.filesusr.com/ugd/d81c02_8fe806e09f544690aea62045b8ae8e8a.pdf

Bibliografía

- Anderson, IF. (2019). "Mejoras de eficiencia energética (EE) en los motores monofásicos sincrónicos de 220 (VAC) / 50 (Hz), tipo PMSM". Revista UIS Ingenierías, Volumen 18, Issue 4, pp. 57-70. Colombia: UIS. Disponible en: <https://revistas.uis.edu.co/index.php/revistausingenierias/article/view/9300/9869>. [Accedido: 27/12/2020].
- Anderson, IF. (2019). "Eco-turbina. Turbo ventilador eléctrico 200 (VAC) – 50 (Hz), de bajo consumo: eficiente energéticamente". Revista Innovación y Desarrollo Tecnológico y Social, Volume 1, Issue 1, pp. 1-28. La Plata: UNLP. Disponible en: <https://revistas.unlp.edu.ar/IDTS/article/view/6270/7812> [Accedido: 27/12/2020].
- Anderson, IF. (2018). "Educación Técnica Nacional e Industria 4.0: creatividad disruptiva para la enseñanza transversal de modelos de productos industriales", Del Giorgio Solfa, F.; Dorochesi Fernando, M. (Editores): Educación, diseño e innovación en Latinoamérica: Evolución, análisis de casos y perspectivas sobre la educación técnico profesional: un enfoque desde el emprendedorismo y el desarrollo local. La Plata, Universidad Nacional de La Plata, pp. 39-76. Disponible en línea: http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/70662/Documento_completo.pdf.pdf-PDFA1b.pdf?sequence=1&isAllowed=y [Fecha de consulta: 03/10/2020]
- Consejo General de Educación (2008). Ley Provincial de Educación de Entre Ríos N° 9890. Paraná: CGE. Disponible en línea: http://www.cmariagualeguaychu.edu.ar/adjunto/resolucion_9890_ley_provincial_de_educacion.pdf [Fecha de consulta: 03/10/2020]
- Consejo General de Educación (2005). Ley Provincial N° 9673 de adhesión a la Ley de Educación Técnico Profesional. Paraná: AMET. Disponible en línea: <https://e67tabare.files.wordpress.com/2011/11/ley-9673.pdf> [Fecha de consulta: 03/10/2020]
- Consejo General de Educación (2008). Lineamiento Preliminares para el diseño curricular de la modalidad. Educación Técnico Profesional. Resolución N° 609/09. Ref. DETP 2008. Paraná: CGE. Disponible en línea: <https://e67tabare.files.wordpress.com/2011/11/resolucion-0609-11-cge-lineamientos-etp.pdf> [Fecha de consulta: 03/10/2020]
- Instituto Argentino de Racionalización de Materiales (s/f). *Manual de normas de aplicación para dibujo técnico*. Edición XXVII. Buenos Aires: IRAM. Disponible en línea: http://industrial.frba.utn.edu.ar/MATERIAS/estudio_trabajo/archivos/normas_iram.pdf [Fecha de consulta: 03/10/2020]
- Ministerio de Educación de la Nación (2006). *Ley de Educación Nacional N° 26206*. Buenos Aires: CFE. Disponible en línea: http://www.me.gov.ar/doc_pdf/ley_de_educ_nac.pdf [Fecha de consulta: 03/10/2020]
- Ministerio de Educación de la Nación (2005). *Ley de Educación Técnico Profesional N° 26.058*. Buenos Aires: INET. Disponible en línea: <http://www.inet.edu.ar/wp-content/uploads/2012/10/ley-26058.pdf> [Fecha de consulta: 03/10/2020]
- Piaget, J. (1964). *Seis estudios de psicología*. Barcelona: Editorial Labor. Disponible en línea: http://dinterrondonia2010.pbworks.com/f/Jean_Piaget_-_Seis_estudios_de_Psicologia.pdf [Fecha de consulta: 03/10/2020]
- Tesla, N. (1887). "Electro-magnetic motor". New York: US 381968A, 12/12/1887. Disponible en: <https://patents.google.com/patent/US381968A/en?q=tesla+381968> [Accedido: 27/12/2020].
- Tipler, P. A.; Mosca, G. (2006). *Física para la ciencia y la tecnología*. 5ta. Edición. Barcelona: Editorial REVERTÉ. Disponible en: file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Fisica_Tipler_mosca_vol._1_5o_edicion_e.pdf [Accedido: 27/12/2020].
- Wildi, T. (2007). "17: motores sincrónicos", en Máquinas eléctricas y sistemas de potencia, pp. 377-398. México: Pearson Educación. Disponible en: https://www.academia.edu/31911167/Maquinas_Electricas_y_Sistemas_de_Potencia [Accedido: 27/12/2020].

Zemansky, S. (2009). “31: Corriente alterna”, *Física Universitaria con Física Moderna, Volumen 2*, México: Pearson Educación, pp. 1061-1091 [En línea]. Disponible en: https://www.u-cursos.cl/usuario/42103e5ee2ce7442a3921d69b0200c93/mi_blog/r/Fisica_General_-_Fisica_Universitaria_Vol_2__ed_12%28Sears-Zemansky%29.pdf [Accedido: 27/12/2020].

Abstract: In the year 2021 it was presented to the national competition INNOVAR 2021 organized by the National Ministry of Science and Technology (MINCYT) in the category of Technical Schools. The project has national and international publications with intellectual property (ISBN/ISSN) in scientific journals of the National University of La Plata (Argentina), the National University of Entre Ríos (Argentina), the Faculty of Engineering (Colombia) and the University of Palermo (Argentina). To see the developed under the methodology of “Design Thinking”, by electromechanical simulation by NI Multisim 14.0 software, housing design by CAD by Cfturbo 2020 R2.0 + SketchUp Pro 2017 software and 3D rapid prototyping by ABVieher 14. 0 + Over Lord Pro 3D printer + conventional prototyping with GRP (glass fibre reinforced plastic) of a 2-pole PMSM/IPM single-phase AC synchronous motor with ferrite magnet rotor.

Keywords: Innovation - technology - science - energy - Covid-19.

Resumo: Em 2021 foi apresentado no concurso nacional INNOVAR 2021 organizado pelo Ministério da Ciência e Tecnologia da Nação (MINCYT) na categoria Escolas Técnicas. O projeto conta com publicações com propriedade intelectual

(ISBN/ISSN) nacionais e internacionais em revistas científicas da Universidade Nacional de La Plata (Argentina), da Universidade Nacional de Entre Ríos (Argentina), da Faculdade de Engenharia (Colômbia) e da Universidade de Palermo (Argentina). Para ver o desenvolvido sob a metodologia “Design Thinking”, por simulação eletromecânica pelo software NI Multisim 14.0, projeto de revestimento por CAD pelo software Cfturbo 2020 R2.0 + SketchUp Pro 2017 e prototipagem rápida 3D pelo software ABVieher 14.0 + impressora 3D OverLord Pro + prototipagem convencional com GRP (plástico reforçado com fibra de vidro) de um motor síncrono de 2 pólos do tipo PMSM/IPM monofásico de corrente alternada (CA) com rotor de ímã de ferrite.

Palavras-chave: Inovação - tecnologia - ciência - energia - Covid-19.

(*) **Anderson, Ibar Federico:** Diseñador Industrial (UNLP, 1999). Master en Estética (UNLP, 2008). Doctor en Arte (UNLP, 2014). Postítulo en Formación Docente ISFD N° 17 (Instituto Superior de Formación Docente), Provincia de Buenos Aires. Profesor en Disciplinas Tecnológicas de las Escuelas de Educación Técnica Secundarias de la Provincia de Buenos Aires y Entre Ríos. Agente de Propaganda Médica (APM) con matrícula farmacéutica para las Provincias de Entre Ríos, Santa Fe y Buenos Aires. Becario de Investigación en Ciencia y Técnica de la UNLP. Período: 2004-2011. Investigador Categoría III. Secretaría de Ciencia y Técnica (SCyT-FBA). Universidad Nacional de La Plata (UNLP). República Argentina. Período: 2000-2019. Profesor Titular “Cultura 1” Departamento de Diseño Industrial-FBA-UNLP. Miembro del Consejo Científico de la Revista “Tableros”, Editorial Papel Cosido. Departamento de Diseño Industrial, Universidad Nacional de La Plata.

El aula: Semillero que motiva a emprender e innovar

Sandra Cabrera (*)

Fecha de recepción: julio 2022

Fecha de aceptación: septiembre 2022

Versión final: noviembre 2022

Resumen: A partir del Proyecto Integrador de Comercialización I, donde se realiza un plan de marketing para productos y servicios creativos en mercados emergentes, los estudiantes desarrollan actitudes y habilidades emprendedoras. El propósito es acompañarlos a adentrarse en el ecosistema emprendedor observando su complejidad, variabilidad y elementos característicos; así como brindarles herramientas creativas que ayuden a descubrir necesidades latentes dentro de sus comunidades y que sirvan como retos para el diseño de proyectos.

Palabras clave: Emprendedor - emprendedorismo - emprendimiento - innovación pedagógica - plan de negocio.

[Resúmenes en inglés y portugués en la página 18]

Introducción

Dentro del plan de estudios de las carreras de la Facultad de Diseño y Comunicación, se cuenta con asignaturas como Comercialización I de la cual quien escribe es titular. La asignatura tiene como objetivo generar

un espacio que funcione como el de las incubadoras de empresas, pero desde el aula. Algunas de las metas planteadas en su desarrollo son facilitar y acompañar a los estudiantes en detectar oportunidades, desarrollar ideas y nuevos modelos de negocio. Al mismo tiempo