

Inspecciones en modalidad remota de ensayos sobre motores eléctricos durante la pandemia de COVID-19

Ferreira, Diego. M. ^a; Díaz, Alberto. J. ^b; Leurino, Santiago F. ^c; Buratto, Giuliano. J. ^d
^{a, b, c, d} Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional San Francisco
Grupo de I+D CIDEME (Cálculo e Investigación, Desarrollo y Ensayo de Máquinas Eléctricas)
dferreira@sanfrancisco.utn.edu.ar

Resumen

Dado un convenio suscripto por una empresa privada con la UTN San Francisco, el grupo de I+D CIDEME dispone de instrumental e instalaciones en comodato para prestar servicios de ensayo sobre motores eléctricos y otros equipos relacionados. En condiciones habituales de presencialidad, el CIDEME frecuentemente debe desarrollar ensayos con la presencia de inspectores que representan a un cliente comprador de motores, al comitente de la obra relacionada, o a la unión transitoria de empresas a cargo del proyecto. Desde 2020, con la pandemia de COVID-19 y las restricciones impuestas por diversos protocolos, esta necesidad de inspección debió cumplirse en modalidad remota, por videoconferencia. En el presente trabajo, se ponderan los aspectos favorables y desfavorables de esta situación que, aunque relativamente novedosa, comenzaba a avizorarse antes de esta pandemia. Con los resguardos de confidencialidad aplicables, se enumeran aspectos relevados durante la inspección remota de ensayos realizados sobre nueve motores eléctricos de entre 75 kW y 185 kW destinados a dos clientes diferentes. Como una de las conclusiones principales, se considera valorable todo lo relacionado con la movilidad evitada del personal de inspección. Sin embargo, también se descubren desafíos inéditos en relación con la transmisión en vivo de cada circunstancia de los ensayos y con la presentación de probanzas relacionadas con la calibración del instrumental utilizado. Como conclusión más amplia, se puede afirmar que esta modalidad perdurará más allá de la pandemia de COVID-19 como una alternativa cada vez más frecuente a las inspecciones presenciales tradicionales.

Abstract

Through a commodatum agreement signed between a private company and UTN San Francisco, the R&D group CIDEME has instruments and facilities available to provide services of testing on electric motors and related equipment. In typical in-person work conditions, CIDEME usually needs to carry out tests in the presence of inspectors representing either a client buying motors, the contractor for the related works, or a temporary association of companies in charge of the project. Since 2020, with the COVID-19 pandemic and the restrictions therefore imposed by different protocols, these inspection needs had to be fulfilled remotely, by means of videoconferences. In the present article, advantages and disadvantages are considered for this situation which, although relatively novel, was beginning to be foreseen before said pandemic. With the applicable non-disclosure provisions, a detail is made of aspects observed during the remote inspection of tests performed on nine electric motors ranging from 75 kW to 185 kW for two different clients. One of the main conclusions is that everything related to avoiding inspection personnel mobility is deemed valuable. However, unprecedented challenges were also discovered in the live transmission of each testing stage and in producing evidence related

to the calibration of the instruments being used. As a broader conclusion, it can be stated that this working method will remain beyond the COVID-19 pandemic as an increasingly frequent alternative to traditional in-person inspections.

Palabras clave: ensayo de motores eléctricos; convenio universidad-empresa; inspecciones remotas; pandemia de COVID-19

Key words: electric motor testing; university-company partnership; remote inspections; COVID-19 pandemic

INTRODUCCIÓN

El CIDEME (Cálculo e Investigación, Desarrollo y Ensayo de Máquinas Eléctricas) es un grupo de I+D que depende operativamente del Rectorado de la Universidad Tecnológica Nacional (UTN) y que está radicado en la Facultad Regional San Francisco de esta universidad (UTN-FRSFco). Siguiendo el perfil federal de UTN, las actividades del CIDEME inciden principalmente en su entorno geográfico regional y en el ámbito socioproductivo transversalmente relacionado con sus líneas de trabajo. Desde su origen, una de las actividades primordiales del CIDEME ha sido cumplir con un convenio de cooperación y asistencia firmado en el año 2000 por la UTN-FRSFco con la empresa WEG Equipamientos Eléctricos SA, subsidiaria para Argentina de la multinacional WEG. Según dicho convenio, revisado y actualizado en diferentes ocasiones, la empresa cede en comodato a la UTN-FRSFco un laboratorio de ensayo con sus diversos equipos e instrumentos destinados al ensayo de máquinas eléctricas y otros elementos, como accionamientos electrónicos, tableros y más. En contraprestación, el CIDEME presta servicios de ensayo a la misma empresa, y también cuenta con la libertad de prestar servicios a otros terceros que lo requieran. La estructura de recursos humanos necesaria para la prestación de estos servicios se supe a partir de docentes, estudiantes y ocasionalmente graduados de la misma UTN-FRSFco [1]-[5].

En la Figura 1, se muestra una vista general de la sala de ensayo en cuestión.

En este trabajo, se describe una experiencia de realización de ensayos con inspección externa en modalidad virtual, como alternativa a una situación presencial, debido a circunstancias



Figura 1: Vista general de la sala de ensayo operada por el CIDEME.

sobrevinientes desde marzo de 2020, según se presenta en el Desarrollo.

Para los autores, esta experiencia implica un potencial significativo dada la situación geográfica de la ciudad donde se encuentran radicadas la UTN-FRSFco y las instalaciones cedidas por la empresa: San Francisco, de unos 70 000 habitantes y sin vuelos comerciales regulares, está a casi 600 km de la CABA, a más de 130 km del Aeropuerto Sauce Viejo (próximo a la ciudad de Santa Fe) y a más de 200 km del Aeropuerto Internacional Ing. A. A. L. V. Taravella (próximo a la ciudad de Córdoba). Por tanto, para supervisar ensayos en las instalaciones operadas por el CIDEME, siempre resultó considerablemente compleja y costosa la logística para el acceso de inspectores externos, provenientes habitualmente de la CABA o de otras regiones del país distantes de San Francisco [6].

DESARROLLO

Generalidades sobre los ensayos

La experiencia aquí detallada se basa en la realización de ensayos de rutina o de tipo sobre motores de inducción trifásicos, de uso común en la industria. Ambos ensayos implican medir los parámetros mecánicos (de salida) y eléctricos (de entrada) de un motor mientras entrega potencia (mecánica) en el eje. La particularidad del ensayo de tipo es que requiere que la temperatura del motor esté estabilizada a potencia nominal [7], [8].

Para medir dicha potencia mecánica, en la sala de ensayo se usan diferentes dinamómetros; en la Figura 2, se muestra el principal, utilizado en esta ocasión. Se cuenta con un sistema de medición, adquisición de datos y procesamiento de señales que concentra todas las mediciones mecánicas y eléctricas en una PC [2].

Particularidades de los motores ensayados

En la Tabla 1, se resumen algunas de las características de los motores ensayados, distinguiendo entre los dos clientes finales involucrados, aquí identificados como “1” y “2”.

Se realizaron nueve ensayos en total: dos motores para un cliente y siete para otro. Dado que la estabilización de la temperatura para estas potencias requiere unas 2,5 h y el horario de trabajo de la sala de ensayo es de 4 horas diarias, cada ensayo se realizó en días diferentes.

Salvo los motores ensayados para el cliente 1, todos eran de forma constructiva V1T, es decir, sin patas y con brida. Esto implicó el uso de un dispositivo para el montaje en voladizo de cada motor en el dinamómetro. Por esto, la puesta a



Figura 2: Dinamómetro principal de la sala de ensayo, con un motor acoplado.

punto mecánica previa a cada ensayo (montaje y alineación) requirió tiempos mayores que para los motores con patas, que son más habituales. En la Figura 3, se destaca este montaje.

Restricciones por la pandemia de COVID-19

A fines de 2019, se desató en Wuhan (China) una epidemia que, al extenderse rápidamente al resto del mundo, se convirtió en la pandemia de COVID-19, una enfermedad por coronavirus 2 (SARS-CoV-2), altamente contagiosa [9].

En Argentina, el impacto se produjo ya iniciado marzo de 2020, ante lo cual las autoridades regularon la circulación, restringiendo actividades consideradas no esenciales. Más allá de otras disposiciones, eventualmente se ordenó a las universidades suspender las clases presenciales.

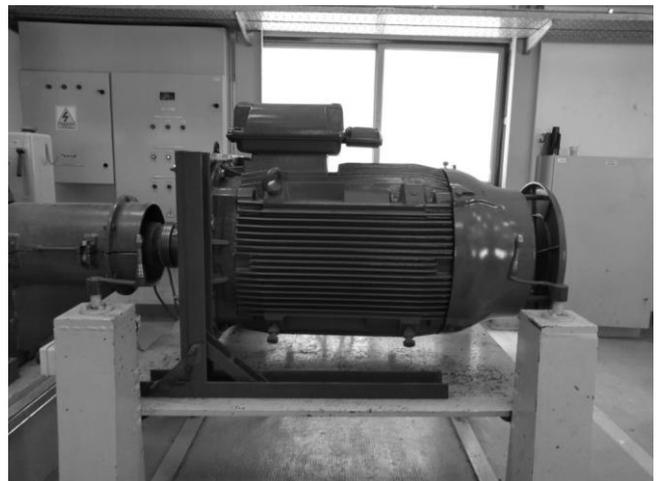


Figura 3: Montaje en voladizo de uno de los motores ensayados, de forma constructiva V1T.

Tabla 1: Algunas características de los motores ensayados.

Cliente 1			
Cantidad de motores	2		
Potencia nominal [kW]	185		
Velocidad nominal [1/min]	1485		
Tamaño	315S/M		
Clase de eficiencia	IE3		
Cliente 2			
Cantidad de motores	3	2	2
Potencia nominal [kW]	132	110	75
Velocidad nominal [1/min]	1490	1490	1485
Tamaño	315S/M	315S/M	315S/M
Clase de eficiencia	IE3	IE3	IE3

Durante 2020 y parte de 2021, se flexibilizaron algunas tareas, pero la mayoría de las actividades académicas se realizaron en virtualidad [10], [11].

Como en otras universidades, el Rector de UTN acató estas disposiciones emitiendo resoluciones ad referendum de Consejo Superior para todas sus dependencias. En UTN-FRSFco, surgieron, a su vez, resoluciones específicas de Decano ad referendum de Consejo Directivo [12]-[13]. Si bien la situación evolucionó hasta lograr la habilitación de algunas actividades con gradualidad y se tiende hacia un retorno parcial a la presencialidad, el ciclo lectivo 2020 se desarrolló íntegramente en virtualidad, al igual que el 2021 en curso [14].

Numerosas publicaciones analizan el impacto de esta virtualización forzosa sobre el proceso de enseñanza-aprendizaje, incluso en lo relativo a evaluación y a las dificultades particulares para docentes y estudiantes [15]-[17]. De manera similar, se ha analizado esta situación y su impacto en entornos laborales no relacionados con lo educativo, como [18].

La situación del CIDEME resultó especial, por desarrollarse actividades universitarias dentro de una empresa privada, con énfasis puesto en la prestación de servicios. Debido a la atención de clientes relacionados con actividades esenciales habilitadas, en CIDEME se retomaron de manera parcial algunas actividades presenciales durante el transcurso de 2020, antes de que se habilitaran otras actividades en el predio de UTN-FRSFco.

Descripción de la experiencia de ensayos con inspección virtual

Dada la situación descrita, surgió en octubre de 2020 la primera necesidad de prestar servicios de ensayo con inspección, que se planteó con la modalidad de supervisión remota. A este fin, en CIDEME se dispuso utilizar la herramienta Zoom para videoconferencias, de la cual se disponía ya para ese entonces de cuentas sin mayores límites de tiempo ni de cantidad de participantes. En la Figura 4, se muestra una de las pruebas previas realizadas en la sala de ensayo antes de habilitar esta vía de comunicación con los inspectores.

En los ensayos, se requería mostrar a los inspectores mediciones tomadas sobre los motores antes de alimentarlos, concretamente de resistencias óhmicas y de aislación. Esto se resolvió implementando un teléfono celular a



Figura 4: Pruebas preliminares con la herramienta Zoom.

modo de cámara móvil como un participante más en las videoconferencias de Zoom, como se muestra en la Figura 5.

Más allá de la vista de la sala de ensayo y de las mediciones tomadas sobre la máquina en sí, resultaba de interés que los inspectores pudieran ver las mediciones de parámetros mecánicos y eléctricos tomadas durante la operación de cada motor acoplado al dinamómetro. Esto requirió agregar como otro participante en Zoom a la PC donde se recaba en vivo esta información antes de generar los informes definitivos. En la Figura 6, se destaca la visualización de la pantalla de dicha PC, para que los inspectores pudieran participar de manera directa en la lectura y los cálculos de los parámetros principales de cada ensayo.

Esta diversidad de necesidades implicó que se sumara una cantidad considerable de conexiones a cada videoconferencia: localmente en CIDEME, se requería una cámara para la vista de la sala de ensayo; un celular a modo de cámara móvil; la PC



Figura 5: Implementación de un teléfono celular a modo de cámara móvil.



Figura 6: Inclusión en Zoom de la PC con la visualización del resumen de mediciones.



Figura 7: Una de las instancias de ensayo observadas por los inspectores.

de toma de mediciones; y una conexión para la mediación de la actividad por parte de la dirección de CIDEME. Salvo en una ocasión en que esta mediación fue remota, se requerían 4 conexiones simultáneas sobre la red Wi-Fi de CIDEME, con exigencias importantes de contenido audiovisual transmitido. Este fue un aspecto notorio en cuanto a necesidad de recursos ya que, además, en la videoconferencia, debían atenderse hasta dos inspectores y a otros referentes del proyecto.

A pesar de las pruebas preliminares realizadas, como suele ocurrir en estos ámbitos, surgieron imprevistos técnicos en algunos ensayos, que debieron suplirse con agilidad a fin de evitar pérdidas de tiempo para los inspectores y los demás involucrados. De todos modos, esta situación no difirió demasiado de lo requerido en presencialidad, cuando los inspectores debían estar presentes todo el tiempo en el ámbito de la sala de ensayo. En la Figura 7, se muestra una de las instancias de ensayo observadas en vivo por los inspectores.

Ventajas y desventajas observadas

Una ventaja de esta modalidad es que los integrantes de CIDEME no debieron ampliar su jornada habitual de 4 horas cuando, en el caso presencial, solía extenderse la cantidad de horas diarias a fin de aprovechar al máximo la (costosa) presencia de los inspectores.

A su vez, se percibió que los inspectores también respondían a otras obligaciones propias de manera virtual o presencial en sus lugares de trabajo durante los días de las inspecciones, incluso durante el desarrollo mismo de estas, dados los tiempos extensos de calentamiento.

Al evitarse el viaje de los inspectores, ninguna de las empresas debió realizar erogaciones en este sentido. Aunque esto no incide sobre CIDEME, ofrecer esta posibilidad contribuye a evitar traslados costosos y reconocidos como fuentes importantes de contaminación ambiental.

Se dio una situación notoria con las probanzas de calibración de los instrumentos usados, que son un punto sensible en estas inspecciones: se proveyeron en forma digital con escaneos. Sin embargo, los inspectores estuvieron de acuerdo con esta solución en ambas oportunidades.

La otra dificultad observada fue la exigencia sobre la conexión de Internet requerida, que implicó adoptar provisiones en el uso de recursos.

CONCLUSIONES

En este trabajo, se describe una experiencia en la provisión de servicios de ensayo de motores eléctricos, sujetos a inspecciones en modalidad remota debido a las restricciones por la pandemia de COVID-19. En el laboratorio gestionado por CIDEME, un grupo de I+D universitario, se suplió esta necesidad con una herramienta para videoconferencias. Se valora desde lo económico y ambiental haber evitado la logística de traslado de inspectores que se requiere en presencialidad. Se valora también la comodidad en los horarios laborales para el CIDEME y los inspectores. La provisión de probanzas de calibración se ve como un punto débil, aunque depende del acuerdo entre laboratorio e inspectores; las firmas digitales podrían subsanar esta situación. En general, se considera favorable la experiencia y se percibe que esta modalidad perdurará como alternativa habitual a las inspecciones presenciales.

AGRADECIMIENTOS

A WEG Equipamientos Eléctricos SA, por vincular a los autores con sus clientes finales durante las actividades aquí detalladas, y favorecer la publicación de estos resultados.

REFERENCIAS

- [1] SeCyT UTN San Francisco (2021). *CIDEME - Cálculo e Investigación, Desarrollo y Ensayo de Máquinas Eléctricas*. UTN Fac. Reg. San Francisco. San Francisco (Cba.), Argentina. Recuperado de: <https://secyt.sanfrancisco.utn.edu.ar/contenidos/cideme-calculo-e-investigacion-desarrollo-y-ensayo-de-maquinas-electricas-27>.
- [2] Gallo, O. (2017). *Convenio universidad-empresa. Grupo CIDEME. Servicios, investigación y formación de estudiantes tecnológicos*. EdUTecNe, Rectorado, de UTN. Recuperado de: <https://ria.utn.edu.ar/bitstream/handle/20.500.12272/3356/2017%20CIDEME.pdf>.
- [3] WEG Equipamientos Eléctricos SA (2021). *Homepage | WEG*. Recuperado de: <https://www.weg.net/institucional/AR/es/>.
- [4] Ferreyra, D. (2009), Categorización de conocimientos de ingeniería aplicados en un laboratorio universitario con uso intensivo de normas. *XXXI Jornadas IRAM-Universidades*, ISSN 1852-5075. Vol. 1, UNL-IRAM.
- [5] UTN San Francisco (2016). *UTN San Francisco, protagonista del desarrollo productivo*. UTN Fac. Reg. San Francisco. San Francisco (Cba.), Argentina. Recuperado de <https://sanfrancisco.utn.edu.ar/noticia/utn-san-francisco-protagonista-del-desarrollo-productivo-368>.
- [6] Municipalidad de San Francisco (2021). *Municipalidad de la Ciudad de San Francisco, Córdoba, Argentina*. Recuperado de <http://www.sanfrancisco.gov.ar/>.
- [7] IRAM (1992). IRAM 2325. Aislación eléctrica. Guía para la evaluación de su estado por mediciones de su resistencia. Instituto Argentino de Normalización y Certificación, CABA (Argentina), 54 pp.
- [8] IEC (2017). *IEC 60034-1. Rotating electrical machines - Part 1: Rating and performance*. International Electrotechnical Commission, Geneva (Switzerland), 148 pp.
- [9] Yi, Y.; Lagniton; P. N.; Ye, S.; Li, E.; Xu, R. H. (2020). COVID-19: what has been learned and to be learned about the novel coronavirus disease. *International Journal of Biological Sciences*, 16(10), 1753-1766.
- [10] PEN (2020). *Decreto DNU 260/2020. Emergencia sanitaria. Coronavirus (COVID-19). Disposiciones*. Poder Ejecutivo Nacional, Rep. Argentina, CABA, 12 de marzo de 2020.
- [11] ME (2020). *Res. 108/2020. RESOL-2020-108-APN-ME*. Ministerio de Educación, Rep. Argentina, CABA, 15 de marzo de 2020.
- [12] Rector UTN (2020). *Res. 185/2020*. Rectorado de la Universidad Tecnológica Nacional, CABA, 16 de marzo de 2020.
- [13] Decano UTN-FRSFco (2020). *Res. 181/2020*. Decanato, Facultad Regional San Francisco, Universidad Tecnológica Nacional, San Francisco (Córdoba), 16 de marzo de 2020.
- [14] ME (2021). *Protocolos universitarios*. Recuperado de: <https://www.argentina.gob.ar/educacion/seguimos-educando-en-las-escuelas/planificacion-para-el-regreso-la-presencialidad/protocolos-universitarios>.
- [15] Aguilar Gordón, F. R. (2020). Del aprendizaje en escenarios presenciales al aprendizaje virtual en tiempos de pandemia. *Estudios pedagógicos*, 46(3), 213-223.
- [16] Bacino, G., Roberts, J., Massa, S. (2020). Conversión del proceso de enseñanza y aprendizaje de presencial a virtual en el marco del COVID-19: El caso de la asignatura Electrotecnia 2 en Ingeniería. *Foro Global Virtual Educa 2020*, Lisboa, Portugal. Recuperado de: <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/132311#ds-main>.
- [17] Alcántara Trujillo, M.; Caro Meza, E.; Solis Llallico, M.; López Gutiérrez, H. (2021). Niveles de satisfacción estudiantil en una facultad de ingeniería por la virtualización de la enseñanza durante la pandemia de COVID-19. *Ciencia Latina. Revista Científica Multidisciplinar*, 5(3), 3723-3734.
- [18] Vidiella, I. (2020). "Home office aplicado a una empresa constructora", Trabajo Final Integrador (Especialización en Ingeniería Gerencial), UTN Concepción del Uruguay, C. del Uruguay (Entre Ríos), Argentina.