

Rediseño De La Instalación Eléctrica y Propuesta De Mejora De La Eficiencia Energética De Secadero De Té

Báez Cesar A. Autor ^a, Moniec Cristian G. Autor ^a, Ortega Jorge O. Autor ^a

^a Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Misiones (UNaM), Oberá, Misiones, Argentina.
e-mails: baezcesar4@gmail.com, germanmoniec@gmail.com.ar, jorgeomaro@live.com.ar

Resumen

El presente artículo se basa en un proyecto final de la carrera de ingeniería electromecánica, en la cual se evalúa y proponen mejoras en las instalaciones eléctricas de un sector particular en la industria tealera. El proyecto nace de la necesidad de dicho sector en reducir el consumo de energía eléctrica, así también reducir el riesgo eléctrico presente en la misma. El establecimiento emplazado en la localidad de Alem, provincia de Misiones, perteneciente a la Cooperativa Agrícola Lda. Picada Libertad, consta con varios predios destinados a la manufactura de té, en uno de estos edificios se está llevando a cabo el desarrollo del proyecto.

Palabras Clave –Eficiencia- Relevamiento- Seguridad- Evaluación- Té.

1. Introducción

En este artículo se expone la metodología empleada para relevar, evaluar y proponer mejoras en la instalación eléctrica de una industria, específicamente las instalaciones del sector correspondiente a la recepción, marchitado, enulado, fermentado y secado de Té. Donde principalmente se pretende adecuar las instalaciones eléctricas en lo que concierne a las normativas vigentes y lograr además una reducción en el consumo de energía eléctrica trabajando en conjunto con el concepto de eficiencia energética.

Para establecer esta metodología de trabajo se debió identificar las necesidades de la instalación, teniendo en claro el objetivo principal que se pretende lograr. A partir de ello, se identificaron que parámetros de la instalación eran relevantes para el estudio y con ello se estableció una metodología adecuada de trabajo, la cual se trata en el desarrollo de este artículo.

2. Metodología

Con el fin de encontrar una solución al problema planteado, se estableció una búsqueda bibliográfica de trabajos de índole similar (uso eficiente y seguro de energía eléctrica), en donde se extrajo información de diversas tesis, normativas vigentes y autores relacionados. Una vez completado el estudio del arte se confecciono una metodología de trabajo, en donde la misma consiste en los siguientes ítems.

- Relevamiento de la instalación.
- Evaluación de la instalación.
- Propuesta de mejoras.
- Evaluación de mejoras.

A continuación, se detallan cada una de ellas en profundidad.

Relevamiento de la instalación

Para poder determinar la situación energética de la planta, primero se debe saber los elementos que componen al circuito eléctrico. Es por ello que se realiza un relevamiento de la instalación, obteniendo con esto los datos característicos, localización y cuantificación de las distintas maquinarias eléctricas. Dicho procedimiento se extrae de la bibliografía ^[1] que aborda la importancia del ahorro energético y la normativa de la instalación eléctrica en la actualidad.

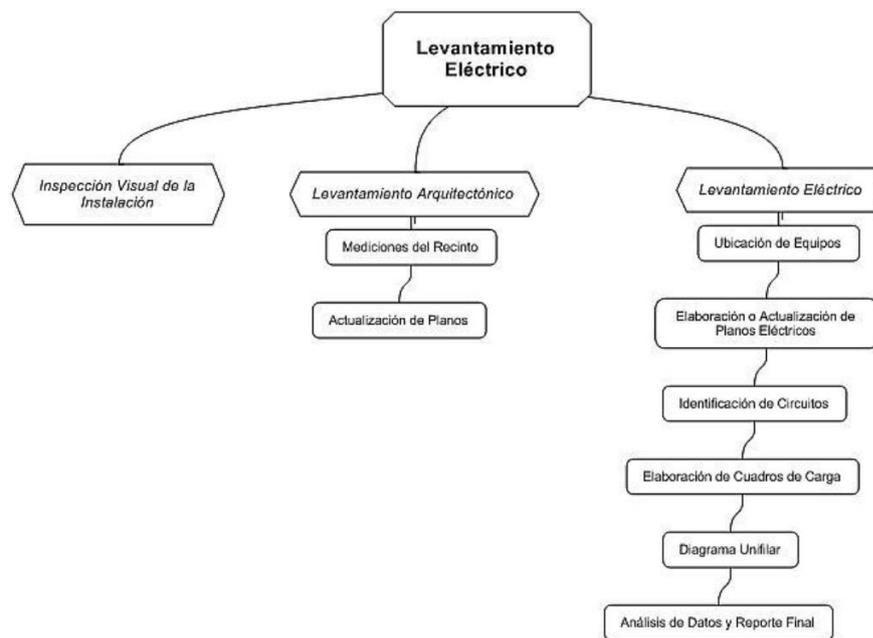


Fig. 1. Relevamiento eléctrico - diagrama

Siguiendo el diagrama de la figura n° 1, se plantea el relevamiento teniendo en cuenta para el caso analizado los siguientes ítems.

- Identificación y distribución de cargas.

En esta instancia se procede a registrar los parámetros de funcionamiento de las luminarias y motores, estos últimos a través de las placas o características geométricas de los mismos. Tales datos quedan registrados en una tabla de adquisición de datos.



Fig. 2. Placa característica de un motor de la planta

- Identificación y distribución de tableros y equipos de protección.

En esta fase se identifican la distribución de los tableros de comando, así como también las cargas que estos accionan. En conjunto, además, se identifican los mecanismos de accionamientos de estos últimos con sus protecciones correspondientes.



Fig. 3. Interior tablero principal – sector de marchitado



Fig. 4. Tablero principal de la línea 1 del sector de secado

- Identificación de canalizaciones eléctricas y conductores.

Se realiza un recorrido del circuito eléctrico, identificando los tipos de canalizaciones existentes en cada tramo, registrando cualquier observación que resulte de importancia en estas. Al mismo tiempo se registran los tipos de conductores con sus correspondientes secciones empleadas en dichos circuitos.

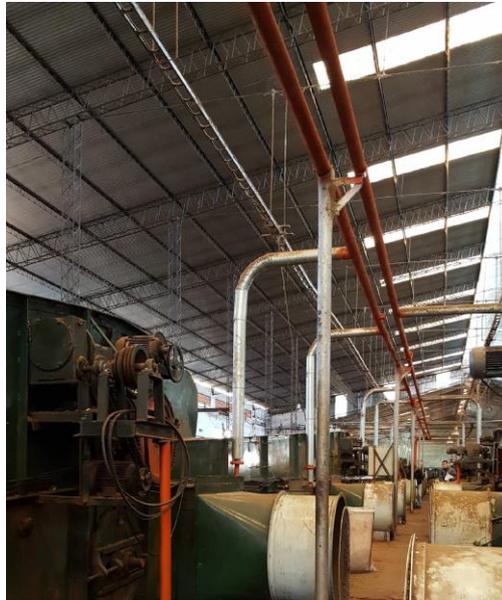


Fig. 5. – Canalizaciones de la línea 2 de marchitado

Con los datos completamente relevados se procede a realizar el esquema de la instalación eléctrica de la planta. En dicho esquema se representa la distribución de cargas, tableros principales y seccionales que realizan la alimentación, con el fin de presentar un panorama mas claro de la planta.

Evaluación de la instalación

Para poder determinar cuáles son los parámetros más importantes en el sistema, con respecto a la eficiencia energética y el cumplimiento de la normativa en la instalación eléctrica. Se utiliza la guía de proyecto experimento [2]. En donde como primera instancia se identifican las variables de respuesta que pueden ser medidas y que a su vez permiten cuantificar las características de necesidades requeridas. Las mismas se expresan mediante la Tabla n° 1.

Tabla 1: Variables de respuesta

Designación	Tipo	Objetivo	Unidad
Y ₁ : Potencia activa	Menor = Mejor	< Actual	kW
Y ₂ : Energía consumida	Menor = Mejor	< Actual	kW * hr

Estas variables a su vez dependen de un universo de parámetros de proceso. Las cuales se identifican con el fin de determinar su nivel de importancia y de este modo diseñar una metodología de estudio. Los mismos se expresan a través de la Tabla n° 2.

Tabla 2: Parámetros de procesos

Designación	Intervalo de variación	Unidad
X ₁ : Carga en los motores	75 - 100	[%]
X ₂ : Cos fi	0,95 – 100	[kW/kVA]
X ₃ : Nivel de armónicos	0 – 3	[%]
X ₄ : Eficiencia de motores	IE1 – IE5	-
X ₅ : Caída de tensión	3 – 5	[%]
X ₆ : Carga conectada al transformador	75 - 100	[%]
X ₇ : Diámetro de conductores	1,5 - Indefinido	[mm ²]

Luego de identificar las variables de respuesta (Y) y los parámetros de proceso (X) relacionados con las necesidades del proyecto, se atribuye un determinado valor numérico a cada relación que cuantifica la influencia de un parámetro de proceso sobre una variable de la respuesta determinada. Para ello se utiliza una determinada escala para la intensidad de relación, la cual se representa a continuación en la Tabla n°3.

Tabla 3: Intensidad de relación

Intensidad de relación	Valor numérico
Inexistente	0
Débil	1
Moderada	6
Fuerte	9

De este modo, analizando la influencia de cada parámetro sobre las variables de respuesta se puede establecer una matriz de intensidad de relaciones, la cual queda constituida de la forma mostrada por la Tabla N°4.

Tabla 4: Matriz de relaciones entre X_i e Y_i

	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	IR _i
Y ₁	1	1	1	1	1	6	1	0,2
Y ₂	6	6	9	1	6	9	1	1

Examinando la matriz de intensidades se aprecia que la variable de respuesta Y2 (energía consumida) interactúa con un mayor número de parámetros. En este trabajo se tomó como características de calidad a optimizar a ambas variables de respuesta, tanto a Y1 como a Y2.

Los parámetros más relevantes que afectan a ambas variables de respuesta, y por lo tanto que deben ser medidos y cuantificados son X1; X2; X3; X5 y X6.

Tabla 4: Parámetros mas importantes que afectan a las variables de respuesta.

Designación
X ₁ : Carga en los motores
X ₂ : Cos fi
X ₃ : Nivel de armónicos
X ₅ : Caída de tensión
X ₆ : Carga conectada

Con los parámetros más importantes a determinar definidos se procede a medirlos con el fin de poder realizar la evaluación actual de la planta. Dicha evaluación se realiza bajo los siguientes conceptos:

- Eficiencia energética.
 - Consumo energético de las etapas
 - Verificación en el dimensionamiento de los motores
 - Determinación de los índices de comparación

- Cumplimiento de normativas.
 - Caída de tensión
 - Reglamentación en instalaciones eléctricas y de seguridad

A continuación, se detallan cada uno en profundidad.

- Consumo energético

Determinar el consumo energético de cada una de las líneas y etapas del proceso resulta de gran importancia, debido a que permite conocer los sectores con mayor uso energético, de este modo identificar las diferentes áreas con mayor potencial para la implementación de mejoras. Por ello, en esta fase se determina el consumo de energía y potencia en cada una de las líneas de producción y etapas del proceso. Se realizan mediciones directas sobre cada uno de los tableros principales y seccionales que alimentan a cada una de las cargas. Las mediciones y registros de datos se llevan a cabo en la entrada de cada uno de los tableros, mediante el uso de instrumentos especiales como analizadores de red y pinzas vatimétricas.



Fig. 6. Toma de datos de la línea 2 de producción mediante el analizador de redes

- Verificación del dimensionamiento de motores

En muchas ocasiones, los motores empleados en aplicaciones industriales se encuentran mal dimensionados, ya sean sobredimensionados o subdimensionados. En el caso de motores sobredimensionados, estos generan bajos factores de potencias lo que trae consigo un alto aumento de potencia reactiva y con ello una menor eficiencia energética tal y como se aprecia en la figura n°7.

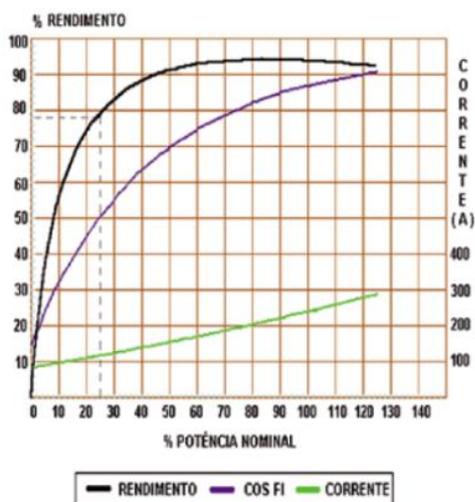


Fig. 7. Curvas características de un motor de inducción

En cambio, un motor subdimensionado tiene la característica de operar con una carga mayor a su nominal, lo que significa que trabaja con sobrecarga. Dicho efecto genera un recalentamiento en sus bobinados disminuyendo su vida útil.

Por lo tanto para que estos efectos no se produzcan los motores deben estar funcionando en un rango del 75 a 100 % de su corriente nominal, tal y como lo aclara la bibliografía ^[3].

En conclusión, para analizar la instalación desde este punto de vista, esta etapa conta de verificar si la potencia de los motores empleados en las instalaciones son las adecuadas, para ello se empleará una tabla con la finalidad de recolectar datos del motor en funcionamiento para ser posteriormente analizados.

En esta tabla se registrarán algunos parámetros del motor bajo carga como ser; potencia, corriente y cos ϕ , mediante la utilización de una pinza vatimétrica, luego se procede a comparar dichos valores con los indicados en la placa características, de este modo se podrá determinar si la potencia de los motores empleados son las adecuados o no. En el caso de que estos hayan resultado inadecuados, se propondrá un recambio adecuado para dicho motor.

- Determinación de los índices de comparación

La elaboración de índices de comparación permite establecer una relación entre la cantidad de producto elaborado o procesado, respecto a la cantidad de energía consumida (kg de producto/kWh). Permite de este modo cuantificar la energía consumida en función de la producción, siendo un indicador el cual permite compararlo con otras industrias similares o avaluar posibles mejoras.

Para ello se recolectan datos relacionados a la cantidad de producción y consumo energético, en colaboración del sector administrativo de la planta. Estos deben facilitar datos de producción y facturación de energía hacia el establecimiento en un periodo de tiempo determinado para luego ser estudiados.

- Caída de tensión

En esta fase se realiza el cálculo de la caída de tensión en las líneas que comandan los respectivos motores, con el fin de determinar si estas cumplen con la reglamentación establecida de 5% a régimen permanente y 15% como máximo en el arranque. Para ello se utilizan los valores de corrientes medidos en el inciso anterior en conjunto con los datos relevados, con el fin de obtener los diámetro y longitudes de los conductores, para finalmente con estos, obtener las caídas de tensiones correspondientes.

- Reglamentación en instalaciones eléctricas y de seguridad

En esta etapa se realiza una inspección visual de la instalación a fin de hallar irregularidades en la misma. Se recorren las líneas, tableros eléctricos y puntos de consumo. Con ayuda de una cámara fotográfica y planillas se registran todos los puntos inusuales, luego se analiza este material en conjunto con la documentación técnicas vigentes para los proyectos y ejecución de instalaciones eléctricas tales como:

- 1 - Los diversos capítulos de la reglamentación AEA

- 2 - Ley N°19537 de Higiene y seguridad en el trabajo, que toma como referencia la AEA y establece su uso obligatorio en tu tipo de instalaciones eléctricas
- 3 - Las normas IRAM (instituto argentino de normalización) y las IEC.

Propuestas de mejora

En esta etapa se presentan dos alternativas para realizar la mejora de las instalaciones. Estas opciones son:

Un rediseño de la instalación:

Este rediseño pretende cambiar la geometría de la red actual con el fin de optimar la cantidad de conductores que utiliza la misma, cambiar la localización de tableros y redistribuir carga, también se pretende insertar sistemas de control con el fin de poder utilizar eficientemente la energía.

Además se pretende realizar el cambio de motores si es que estos estuviesen mal dimensionados o su eficacia sea muy baja con el fin de reducir los costos de producción. Esto se basa en la justificación de la bibliografía [5] que expresa que el costo operacional de un motor suele ser muy superior a su costo de adquisición. Dependiendo del tiempo de funcionamiento, de la potencia y de su rendimiento, un motor puede costar en consumo energético de 25 a 150 veces su valor de compra.

El tiempo de retorno de inversión en motores eficientes varía de 6 meses a 3 años, lo que justifica económicamente su elección. La diferencia de precio entre un motor eficiente y uno estándar es de aproximadamente un 20% la cual como se mencionó anteriormente, es amortizada en poco tiempo.

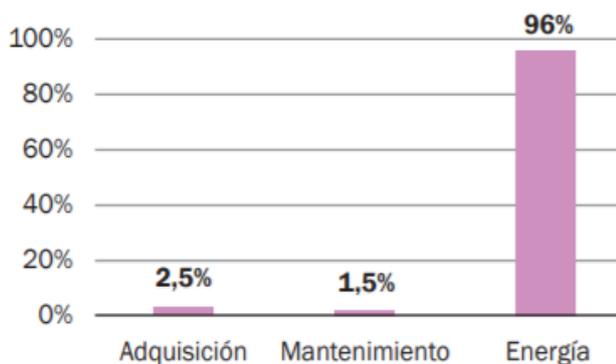


Fig. 8. Porcentaje de costos en la vida útil de un motor

Un reacondicionamiento de la instalación actual:

Este reacondicionamiento pretende mantener la geometría de la instalación, se mantiene la actual distribución de tableros y distribución de carga, con lo cual solo harán recambio de todo elemento que se encuentre obsoleto y se insertan las protecciones faltantes.

Evaluación de mejoras

Con los resultados obtenidos en la etapa de evaluación de la instalación se puede obtener una conclusión acerca de la factibilidad de las propuestas. Las propuestas se analizan por medio de simulaciones en software, índice de comparación establecidos en la etapa anterior, análisis técnico-económica de cada una, para luego concluir en la mejor decisión.

3. Conclusión

Es de destacar en este artículo la importancia de desarrollar una adecuada metodología de trabajo, la cual permite conocer al detalle cuales son las tareas que ejecutar y de este modo concretar los objetivos planteados de manera eficiente. Para ello, sin duda será adecuado realizar una intensa investigación sobre el tema, estudiar de antecedentes similares y analizar cuáles son las variables que influyen y toman mayor importancia en cada caso particular, elaborando con ello una adecuada metodología de trabajo que permita obtener resultados favorables.

4. Referencias

- [1] LÓPEZ, A. Z. (2015). *Levamiento y diagnóstico de la instalación eléctrica del edificio de posgrado de la facultad de química*. México D.F.
- [2] Guia experimento. Catedra “Proyecto electromecanico 2”
- [3] VELÁSQUEZ, J. A. (2008). *Estimación del sobredimensionamiento en motores y consumo de energía eléctrica en el parque industrial sumicol sabatena*. Medellín- Colombia.
- [4] Claudio, C. (2017). *Guía de eficiencia para motores electricos* . Argentina .
- [5] Serra, J. (2009). *Guía técnica de eficiencia energética eléctrica*. *Circuitor* .