

PROTECCIONES ELÉCTRICAS ACTIVAS PARA SISTEMAS AUTOMATIZADOS DE MANUFACTURA AVANZADA EN LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ

Ing. Jorge Moisés Cibrian De Gante¹

Resumen—Este documento tiene como objetivo solucionar los principales ofensores eléctricos de calidad de energía que afectan a los sistemas automatizados de manufactura avanzada y dar a conocer como con un conjunto de dispositivos eléctricos existentes en el mercado podemos eliminarlas de la red interna de distribución de cualquier fabrica manufacturera y en específico en la industria automotriz donde se tiene un alto nivel de automatismo y control, Estos objetivos se lograran mediante la implementación y evaluación de estos dispositivos eléctricos en una planta manufacturera de tractocamiones. La finalidad de esta investigación ayudará a documentar y dar a conocer como con estas herramientas tecnológicas podemos proteger cargas susceptibles y delicadas a las variaciones de voltaje y así evitar paros en las líneas de producción e incrementar la disponibilidad de los diferentes instrumentos de automatización que controlan las líneas de producción. Evitando de esta manera tener pérdidas económicas que representan grandes cantidades por minuto para las organizaciones.

Palabras clave— *Power quality, harmonic active filter, emergency generators, UPS, TVSS.*

Introducción

Uno de los aspectos más importantes en la actualidad son los procesos automatizados donde las maquinas siguen un orden establecido en las operaciones, a través de equipos y dispositivo especializados que producen y controlan los procesos de manufactura, con el uso de diferentes equipos electrónicos de control, técnicas y sensores, tomando decisiones acerca de los cambios que se deben hacer en la operación y de controlar todos los factores del proceso de transformación de la producción.

Calidad de energía en procesos automatizados de manufactura

En estos procesos de manufactura avanzados la calidad de la energía, así como las fallas eléctricas juegan un papel importante debido a que estas pueden provocar paros a las líneas de producción automatizadas y en ocasiones el poder reestablecer estas líneas de producción puede llevar mucho tiempo que se convierte en pérdidas económicas importantes.

En la última década con la evolución de los procesos automatizados de manufactura se han introducido en gran escala equipos electrónicos y de control que ayudan a la optimización y mejora de la manufactura de productos. Todos estos al estar conectados a los sistemas eléctricos pueden presentar fallas por calidad de energía debido a que estos equipos son susceptibles a pequeñas fluctuaciones en los parámetros de tensión, corriente y frecuencia, por esta razón es de suma importancia el estudio de la calidad de energía, el cual se ha convertido en un factor indispensable para garantizar el buen funcionamiento de equipos y mantener una alta confiabilidad en los sistemas de potencia.

El estándar IEEE-1159-1995 define un alto nivel de calidad de la energía cuando tenemos un bajo nivel de disturbios, entendiéndose por disturbio como cualquier anomalía en la forma de onda de tensión o de corriente. (5)

La calidad de energía depende de las condiciones normales de operación de los sistemas eléctricos en cuanto a estabilidad (voltaje y frecuencia), distorsión de la forma de onda (armónicos) y la continuidad del servicio y se enmarca dentro de una amplia variedad de fenómenos electromagnéticos que caracterizan la tensión y la corriente eléctrica, en un tiempo dado y en una ubicación dada en el sistema de potencia

Definición del problema

Como bien ya se vio la calidad de energía juega un papel muy importante en los procesos automatizados de manufactura por lo que los principales ofensores a este tipo de procesos son los siguientes: Transitorios o transientes, Armonicas, Caidas de tensión (sags), Sobre tensiones (swells), Ausencia de potencial.

Actualmente existen diferentes tipos de tecnologías para mitigar todas estas afectaciones de calidad de energía como son: Supresores de transientes (tvss), Filtros de activos de armónicas, Fuentes ininterrumpibles de energía (ups's) y Plantas de emergencias. Por lo que el objetivo de esta investigación es implementar los diferentes sistemas de protecciones eléctricas activas que debe de contar un sistema automatizado de manufactura avanzado para la

¹ Alumno del posgrado de Maestría en Manufactura Avanzada CIATEQ A.C. (Autor 1)
Centro de Investigación en Plásticos, CIATEQ¹

industria automotriz y realizar una evaluación de estos para verificar su funcionamiento y efectividad ante las fallas de calidad de energía.

Disturbios eléctricos y su clasificación

Dentro de la calidad de energía y con base a la duración de cada disturbio eléctrico los podemos clasificar de la siguiente manera: Disturbios de estado Transitorio, Disturbios de voltaje de estado estable corta duración como son Notching, Flicker, Sags, Swells y Disturbios de voltaje de estado estable de larga duración como son Sobre voltaje, Bajo voltaje, Interrupciones y Armónicos

Principios fundamentales de protección de los sistemas eléctricos.

Desde un usuario convencional, una empresa de servicios públicos, empresas del sector financiero, de alimentos, farmacéuticos y las grandes empresas de manufactura pueden hacer varias cosas para reducir el número y la gravedad de las caídas de tensión y reducir la sensibilidad de los equipos a las caídas de tensión. La figura 1 ilustra alternativas de solución de caída de voltaje y sus costos relativos. Como indica el gráfico, generalmente es menos costoso abordar el problema en su punto nivel más bajo, cerca de la carga.

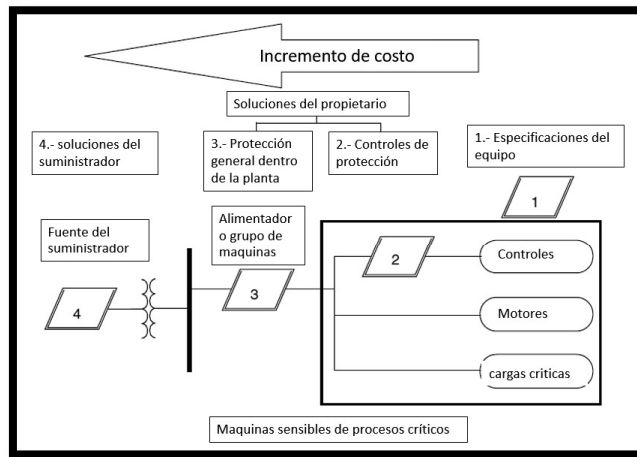


Fig. 1. Alternativas de solución de caída de voltaje y sus costos relativos

A medida que consideramos soluciones a niveles más altos de energía disponible, las soluciones generalmente se vuelven más costosas. Si las mejoras requeridas no se pueden obtener en la etapa de diseño, especificación y compra del equipo, puede ser posible aplicar un sistema de acondicionamiento como pueden ser: Sistema de energía ininterrumpible (UPS), Acondicionadores de línea, Reguladores de voltaje, Plantas de emergencias, Supresores de transientes TVSS y Filtro de armónicos.

Acondicionamiento y Mediciones

Resumen de resultados

Una vez implementados algunos de estos sistemas podemos tomar mediciones y demostrar su desempeño ante diferentes problemas de calidad de energía.

Sistema de energía ininterrumpible (UPS)

En la figura 2 se puede observar la medición de un disturbio eléctrico de un transitorio de corta duración a la entrada de la transferencia eléctrica de una planta de emergencias las cuales suministran energía al UPS. Este mismo transitorio se puede observar a la salida del UPS en la figura 3.

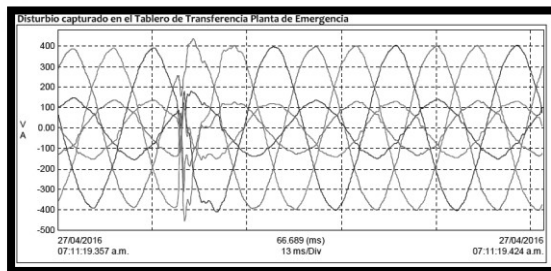


Fig. 2. Medicion de un transitorio a la entrada de un UPS

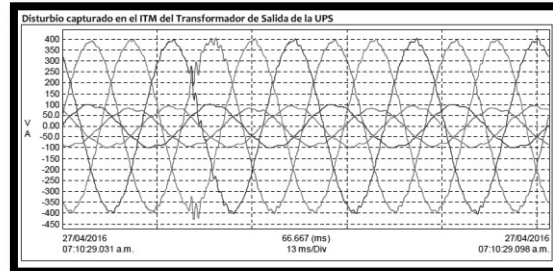


Fig. 3. Medicion de un transitorio a la salida de un UPS

Obsérvese como el disturbio es más severo en la transferencia de la planta de emergencia sin embargo a la salida del UPS se puede observar cómo se atenúa este transitorio de corta duración por lo que la energía que va a la carga crítica no se ve afectada, ver figura 3.

En los perfiles de tensión medidos a la salida de la UPS se puede observar en la figura 3, que la tensión se mantiene en una regulación dentro del $\pm 1\%$, por lo que el desempeño de la UPS es muy bueno. Por lo tanto, podemos afirmar que la carga crítica se encuentra debidamente protegida por la regulación del UPS.

Filtro activo de armónicos

Como se puede observar en la figura 4 los filtros activos de armónicos nos pueden ayudar a mitigar la distorsión total de corriente, observe como el THDI (en azul) baja del 20% al 1% una vez encendido el filtro, igualmente se observa como el factor de potencia (en verde) se incrementa a casi la unidad.

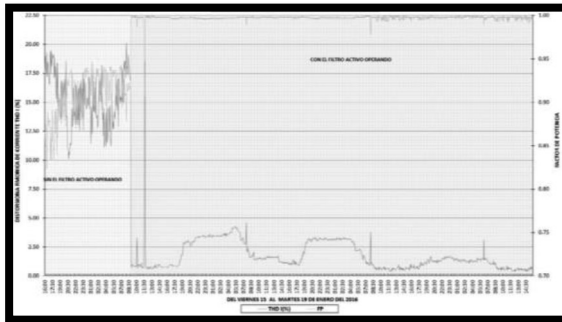


Fig. 4. Medición de factor de potencia vs THDI%

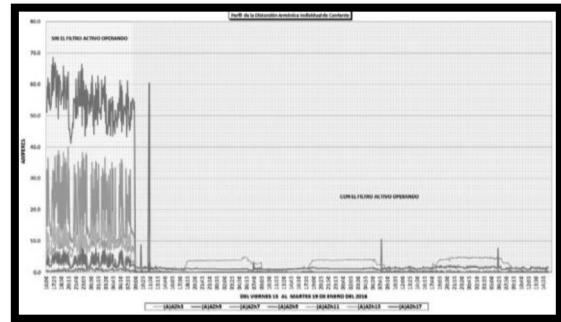


Fig. 5. Medición de distorsión armónica individual de corriente

Como se puede observar en la figura 5 del análisis de energía de una cabina de pintura automatizada con robots, se observa el THDI de las armónicas 3, 5, 7, 9, 11, 13 y 17. Viendo que la de más impacto es la armónica de 5to (color morado). Orden teniendo un consumo máximo pico aproximado de 70 amperes. Estas corrientes no transforman la energía en ningún trabajo, se le denominan corrientes parasitas. Este consumo adicional nos genera un desperdicio de energía eléctrica que se ve reflejado en la facturación mensual del servicio eléctrico. Una vez encendido el filtro se ve como toda la corriente de las armónicas disminuye considerablemente a menos de 5 amperes y se mantiene constante durante la operación del filtro.

En la figura 6 se observa como disminuye el consumo de la demanda en KW con el filtro encendido VS apagado, en estas condiciones podemos observar un considerable ahorro de energía de 100 kw al inicio de la medición, aunque este ahorro de energía es variable y depende totalmente de la cantidad de armónicos generada VS suprimida por el sistema.

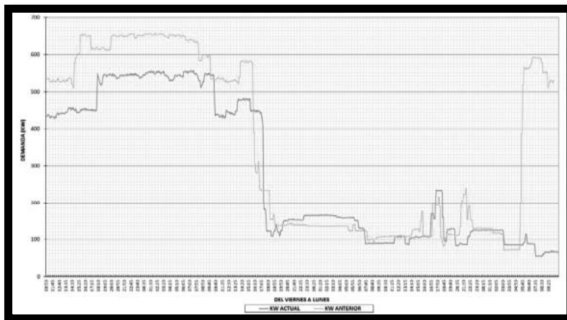


Fig. 6. Demanda activa antes y después de la operación del filtro activo

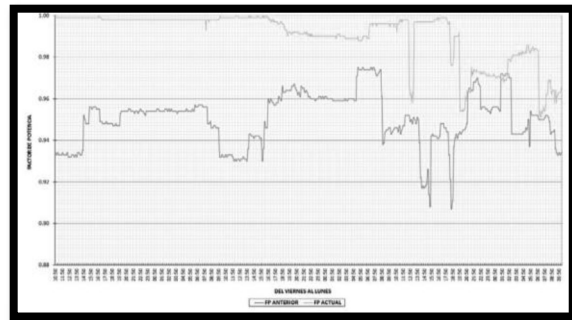


Fig. 7. Factor de potencia antes y después de la operación del filtro activo

En la figura 7 se observa el comportamiento del factor de potencia (en color verde) previo a la energización del filtro, como se puede ver el factor de potencia se encuentra cercano al 93%; una vez energizado se observa la mejora del mismo incrementándose considerablemente a casi la unidad (en color amarillo).

Comentarios Finales

Conclusiones

El objetivo principal de este trabajo de investigación fue describir las afectaciones eléctricas que contribuyen a las fallas en los procesos automatizados y de control para así poder definir los diferentes sistemas de protecciones eléctricas activas existentes en el mercado con las que debe de contar un sistema automatizado de manufactura avanzado para la industria automotriz, lo cual también es aplicable para cualquier tipo de proceso industrial crítico en el cual los paros de equipos por afectaciones de calidad de energía pueden provocar pérdidas financieras en las organizaciones.

Adicionalmente teniendo en cuenta las diferentes tecnologías existentes para su eliminación de la red eléctrica e implementándolas; podemos afirmar que una óptima calidad de energía ayuda a mejorar la confiabilidad, evitar que sufran algún daño los sistemas de control y automatización y reducir el tiempo de paro en los sistemas automatizados de manufactura derivados de una mala calidad de energía.

Estos objetivos se lograron a través de la instalación de los siguientes equipos: Filtro activo de armónicos y sistema de energía ininterrumpida; y mediante la comprobación de los parámetros eléctricos antes y después de su implementación con un analizador de redes y de calidad de energía de la marca AEMC mod. Power Pad 8435. Como se puede observar en las gráficas de los resultados, las cargas críticas conectadas a estos sistemas quedan totalmente respaldadas y protegidas ante estos problemas de calidad de energía con lo cual la hipótesis de esta investigación tiene un resultado satisfactorio.

Derivado de lo anterior esta metodología de protección de sistemas eléctricos resulta muy conveniente para cualquier tipo de industria o de sector donde por su naturaleza los procesos críticos requieran un suministro de energía eléctrica ininterrumpido y de buena calidad para garantizar una operación continua y confiable e incrementar la rentabilidad de las organizaciones.

Referencias

Dugan, Roger C. "Electrical Power Systems Quality", McGraw-Hill, 2004.

Knight, Alexander King/Wiliam. "Uninterruptible Power Supplies and Standby Power Systems". McGraw-Hill , 2004.

Munguia, Dra. Adriana Fonseca. "Diseño de sistemas de manufactura". consultada por Internet Julio del 2020, Dirección de internet: <http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/64008/secme-30349.pdf?sequence=1> [Online], 2016.

Ramachandran, M. 5, Sivakasi, "A Review on Basic Concepts and Important Standards of Power Quality in Power System". India : Department of EEE Renganayagi Varatharaj College of Engineering, 2015, Vol. 4. ISSN-2319-7560.

Schmid, S. Kalpakjian y S. R. "Manufactura, ingeniería y tecnología". Pearson Educación. 5ta Edición, 2015.

Standard, IEEE. 1159-2019 "Recommended Practice for Monitoring Electric Power Quality". IEEE, 2019.

Steffek, Laura. "Uninterruptible Power Supplies. [aut. libro] TIMOTHY L. SKVARENINA. The power electronics handbook Industrial electronics series". Boca Raton London New York Washington, D.C, CRC Press LLC , 2002.