

# Interfaz para Análisis de Flujo Remanente y Cantidades Magnéticas para uso en los Cursos de Máquinas Eléctricas.

G. A. Herrejón P., A. Coria S., **A. Mendez N.**, \* M. Á. Barrera V., \*J. R. Rubalcava L., \*\*M. Morales M.

**Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Zamora, Zamora Mich. México**, [g.alex.herrejon.p@gmail.com](mailto:g.alex.herrejon.p@gmail.com), \* Instituto Tecnológico Superior P'urhépecha en Cherán Michoacán., \*\* Instituto Tecnológico Superior de Uruapan.

**Resumen**— En este trabajo se implementa una interfaz como herramienta de bajo costo para la medición y análisis de variables magnéticas en transformadores, en cursos de ingeniería. Se realiza la medición de voltaje, corriente y densidad de campo magnético usando una tarjeta de desarrollo Arduino UNO o DUE, con la misma se realiza la comunicación a la PC y en ella corre una interfaz implementada en Matlab, tal interfaz recolecta los datos medidos en tiempo real y los gráfica y almacena en archivos de Excel para su posterior procesamiento en funciones llamadas por la interfaz gráfica, se calculan las cantidades B, H, sus máximos y mínimos,  $\varphi$ , el lazo de histéresis y es posible reproducir las mediciones en forma gráfica para un análisis futuro.

La idea central entonces de este trabajo es contar con una herramienta en software y hardware de bajo costo para la medición y análisis de variables magnéticas en núcleos de transformadores.

## INTRODUCCIÓN.

Cuando un transformador es energizado, corrientes de irrupción con magnitudes de varias veces un p.u. de la nominal, o incluso decenas de la corriente nominal pueden manifestarse [1], como resultado de la combinación del ángulo del voltaje en el instante de la energización del transformador [2], el flujo remanente en el núcleo, la impedancia de dispersión del transformador o de las condiciones de carga, la duración de estas corrientes dependen también de la interacción de los parámetros mencionados, el peor de los casos (corriente de avalancha máxima) ocurre cuando el transformador contiene un flujo magnético remanente elevado y es excitado con el voltaje en un ángulo de cero y son estas dos variables las que permiten mediante su control disminuir nivel de inrush, sin embargo el flujo magnético no puede observarse fácilmente y menos aún el remanente, este trabajo se concentra en el desarrollo de una interfaz de bajo costo que permita estimar y cuantificar el flujo remanente para caracterizar su impacto en el comportamiento de las corriente de irrupción, bajo la re energización del transformador en valores cercanos a cero grados.

Ya que normalmente los equipos que permiten este tipo de estudios son costos y por otro lado equipo más accesible en términos económicos que permita las mediciones o adquisiciones, demanda de instrumentación virtual y aún para caso de bajo voltaje requiere de instrumentación en hardware, por tanto si esto se ha de hacer, se decide implementar una pequeña interfaz propia, aún que básica pero con opción de evolución, para realizar estudios con mayor detalle en transformadores.

Normalmente los transformadores de potencia son operados al final de la parte lineal e inicio de la no lineal de la curva de saturación de sus núcleos, Una región no lejana de la saturación magnética, con la interacción del magnetismo remanente y el voltaje de suministro en la puesta en servicio del transformador se puede causar un adelantamiento transitorio del punto de operación del transformador llevándolo a la región de saturación, suscitándose así las corrientes de inrush, lo anterior relaciona directamente a estas corrientes de avalancha con la saturación magnética de los núcleos [3]. Si dicho adelantamiento en la densidad o en el flujo se logra medir, puede brindar una idea del fenómeno de avalancha en la corriente, en otras palabras al calcular el flujo se tiene posibilidad de interpretar varios fenómenos en el núcleo de ahí la importancia de hacerlo.

Por ejemplo la exposición de los arrollamientos a tensiones mecánicas que pueden llevar a daños en el transformador [4-6], cuando el devanado primario experimenta un corriente de irrupción muy elevando y al ser el núcleo tan pesado el embobinado tiene a experimentar fuerzas mecánicas como si se tratase del elemento móvil de un actuador con armadura devanada.

La medición de la densidad aun que en la periferia del acero alcanza valores máximos cuando al energizar el transformador la corriente de avalancha es grande, en dicha medición se puede ver el adelantamiento transitorio de B ante el fenómeno, por lo tanto esto mismo debe reflejarse en el flujo, esto refuerza la importancia del cálculo del comportamiento del flujo, pues si se está monitoreando en línea, puede ayudar a determinar las causas de fallos en transformadores, al medir el remanente y ya caracterizada su influencia en la re energización del